

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**

### **DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA UN PROTOTIPO CLASIFICADOR DE HUEVOS**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN  
ELECTRÓNICA Y CONTROL**

**SIMBAÑA RIVERA KARINA MARITZA**  
simbanakarina@yahoo.es

**TERÁN PINEDA TAYLOR FRANCISCO**  
taylorteran\_07@yahoo.es

**DIRECTOR: YADIRA BRAVO, Msc.**  
yadibravoec@yahoo.com.mx

**Quito, junio 2009**

## DECLARACIÓN

Nosotros, Karina Maritza Simbaña Rivera y Taylor Francisco Terán Pineda, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

---

Karina Maritza Simbaña Rivera

---

Taylor Francisco Terán Pineda

## CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Karina Maritza Simbaña Rivera y Taylor Francisco Terán Pineda, bajo mi supervisión.

---

**YADIRA BRAVO, Msc.**  
**DIRECTOR DEL PROYECTO**

## CONTENIDO

<b>DECLARACIÓN</b> .....	ii
<b>CERTIFICACIÓN</b> .....	iii
<b>CONTENIDO</b> .....	iv
<b>RESUMEN</b> .....	ix
<b>PRESENTACIÓN</b> .....	x

### **CAPÍTULO 1**

#### **MARCO TEÓRICO**

1.1 SELECCIÓN Y CLASIFICACIÓN DE ALIMENTOS .....	1
1.2 EL HUEVO: DEFINICIÓN Y CARACTERÍSTICAS GENERALES.....	2
1.2.1 TAMAÑO.....	2
1.2.2 LA CÁSCARA .....	2
1.2.2.1 LA CÁMARA DE AIRE.....	3
1.2.3 LA YEMA .....	3
1.2.4 LA CLARA .....	3
1.2.5 CLASIFICACIÓN.....	3
1.2.5.1 CLASIFICACIÓN POR TAMAÑO (NORMAS INEN) .....	4
1.2.6 VALOR NUTRICIONAL .....	4
1.2.7 ASPECTOS HIGIÉNICOS-SANITARIOS .....	5
1.3 GALGAS EXTENSIOMÉTRICAS .....	6
1.3.1 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO .....	6
1.3.2 CLASIFICACIÓN.....	8
1.3.3 CARACTERÍSTICAS.....	10
1.3.4 CIRCUITOS DE MEDIDA Y ACONDICIONAMIENTO .....	11
1.3.4.1 MONTAJE EN PUENTES RESISTIVOS.....	11

1.3.4.2	AMPLIFICADOR DE INSTRUMENTACIÓN .....	13
1.3.4.2.1	<i>REQUISITOS DE AMPLIFICADOR DE INSTRUMENTACIÓN</i> .....	13
1.3.4.2.2	<i>CONFIGURACIÓN BÁSICA DEL AMPLIFICADOR DE INSTRUMENTACIÓN</i> .....	14
1.3.5	CELDAS DE CARGA .....	15
1.3.5.1	PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO .....	15
1.3.5.2	APLICACIÓN DE CARGA.....	17
1.3.5.3	TIPOS DE CELDAS DE CARGA.....	18
1.3.5.4	PARÁMETROS COMERCIALES .....	19
1.4	BANDAS TRANSPORTADORAS.....	20
1.4.1	DESCRIPCIÓN DEL FUNCIONAMIENTO.....	21
1.4.1.1	FUNCIONAMIENTO DE LAS CINTAS TRANSPORTADORAS.....	21
1.4.1.2	FUNCIONAMIENTO DE RODILLOS TRANSPORTADORES .....	22
1.4.2	PROCESO DE FABRICACIÓN.....	22
1.4.2.1	DESCRIPCIÓN DE LA FABRICACIÓN .....	22
1.4.2.2	CÁLCULOS PARA LA FABRICACIÓN.....	23
1.4.2.3	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS UTILIZADAS .....	26
1.4.2.3.1	<i>MOTORES DE AC</i> .....	27
1.4.2.3.2	<i>MOTORREDUCTORES</i> .....	28
1.4.3	CLASIFICACIÓN, TIPOS Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LAS BANDAS TRANSPORTADORAS .....	29
1.5	SENSORES DE PROXIMIDAD .....	30
1.5.1	SENSORES DE PROXIMIDAD FOTOELÉCTRICOS.....	31
1.6	MOTORES A PASO.....	34
1.6.1	MOTORES A PASO UNIPOLARES .....	35
1.7	NEUMÁTICA DEFINICIÓN Y CARACTERÍSTICAS GENERALES.....	36

1.7.1	PRODUCCIÓN Y TRATAMIENTO DEL AIRE COMPRIMIDO .....	37
1.7.2	VÁLVULAS.....	37
1.7.2.1	VÁLVULAS DISTRIBUIDORAS .....	38
1.7.2.2	VÁLVULAS DE BLOQUEO .....	38
1.7.2.3	VÁLVULAS REGULADORAS.....	39
1.7.3	CILINDROS NEUMÁTICOS.....	40
1.7.3.1	CÁLCULO DE LA FUERZA DE EMPUJE.....	40
1.7.3.2	CILINDROS DE SIMPLE EFECTO .....	41
1.7.3.3	CILINDROS DE DOBLE EFECTO .....	41
1.7.3.4	CÁLCULO DEL CONSUMO DE AIRE.....	42
1.7.4	GENERACIÓN DE VACÍO .....	43
1.7.5	VENTOSAS DE ASPIRACIÓN.....	44
1.7.6	SISTEMA DE VACÍO .....	45

## **CAPÍTULO 2**

### **DISEÑO DEL SISTEMA AUTOMATIZADO DEL PROTOTIPO CLASIFICADOR DE HUEVOS**

2.1	DISEÑO DE LA BANDA TRANSPORTADORA .....	49
2.1.1	SELECCIÓN DEL MOTORREDUCTOR .....	52
2.1.2	DISEÑO DEL ACONDICIONAMIENTO DEL SENSOR DE PROXIMIDAD FOTOELÉCTRICO.....	53
2.2	DISEÑO DEL SISTEMA DE PESAJE .....	54
2.2.1	SELECCIÓN DE LA CELDA DE CARGA.....	55
2.2.2	DISEÑO DEL ACONDICIONAMIENTO DE LA CELDA DE CARGA .....	55
2.2.2.1	AMPLIFICADOR DE INSTRUMENTACIÓN (AD620).....	55
2.2.2.2	AMPLIFICADOR NO INVERSOR .....	57

2.2.2.3	CONVERSION A/D .....	59
2.2.2.3.1	CALIBRACIÓN.....	61
2.3	DISEÑO DEL SISTEMA DE CLASIFICADO.....	61
2.3.1	SELECCIÓN DE ELEMENTOS DE TRABAJO.....	61
2.3.2	DISEÑO DEL SISTEMA DE SUJECCIÓN .....	62
2.3.2.1	FUERZA DE EMPUJE DEL CILINDRO .....	65
2.3.2.2	CONSUMO DE AIRE .....	66
2.3.2.3	FUERZA DE RETENCIÓN DE LA VENTOSA .....	67
2.3.2.4	FUERZA DE ASPIRACIÓN .....	67
2.3.3	DISEÑO DEL SISTEMA DE TRASLADO.....	68
2.3.3.1	DRIVER PARA EL MOTOR A PASOS UNIPOLAR (ULN2803A).....	68
2.4	DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN.....	71
2.4.1	DISEÑO DEL SOFTWARE DE CONTROL.....	71
2.4.2	HARDWARE DE CONEXIÓN AL MICROCONTROLADOR .....	78
2.5	DISEÑO DE LAS FUENTES DE VOLTAJE DEL SISTEMA .....	79

### **CAPÍTULO 3**

#### **IMPLEMENTACIÓN DEL PROTOTIPO CLASIFICADOR DE HUEVOS**

3.1	ESTRUCTURA DEL CLASIFICADOR DE HUEVOS .....	83
3.2	PARTES CONSTITUTIVAS.....	84
3.2.1	ZONA DE DISTRIBUCIÓN .....	85
3.2.2	BANDA TRANSPORTADORA.....	86
3.2.3	MOTOR Y MOTORREDUCTOR.....	87
3.2.4	SISTEMA DE PESAJE.....	88
3.2.5	SISTEMA DE TRASLADO .....	89
3.2.6	ZONA DE CLASIFICADO .....	91

3.3 FUENTE DE VOLTAJE DEL SISTEMA .....	92
3.4 TABLERO DE CONTROL .....	93
3.4.1 CONTROL DE LA PRESIÓN DE AIRE .....	96
3.5 COSTOS DEL PROTOTIPO .....	96

## **CAPÍTULO 4**

### **PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO Y RESULTADOS**

4.1 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DE LA BANDA TRANSPORTADORA ...	100
4.2 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DE LA CELDA DE CARGA .....	101
4.2.1 SEÑAL DE SALIDA EN CERO .....	101
4.2.2 RESPUESTA DE LA CELDA DE CARGA .....	102
4.2.3 REPETIBILIDAD DE LA CELDA DE CARGA.....	103
4.3 PRUEBAS DEL MOTOR A PASOS.....	104
4.4 PRUEBAS DEL SISTEMA NEUMÁTICO .....	106
4.4.1 PRUEBAS DEL CILINDRO DE DOBLE EFECTO.....	106
4.4.2 PRUEBAS DEL GENERADOR DE VACÍO.....	107
4.5 PRUEBAS DEL SISTEMA DE CONTROL .....	108
4.5.1 PRUEBAS DE TIEMPO DEL PROCESO DE CLASIFICACIÓN .....	109
4.5.2 PRUEBAS DE CORRECTA CLASIFICACIÓN .....	109
4.5.3 PRUEBAS DE CORRECTO PESO INDICADO .....	110

## **CAPÍTULO 5**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

5.1 CONCLUSIONES.....	112
5.2 RECOMENDACIONES .....	114



<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>115</b>
--	------------

## **ANEXOS**

Anexo A: **Manual del Usuario**

Anexo B: **Planos Eléctricos y Planos Mecánicos**

Anexo C: **Normas INEN 1973 Huevos Frescos de Gallina**

Anexo D: **Data Sheet de elementos.**

Anexo E: **Requisitos eléctricos para el prototipo.**

## RESUMEN

En el presente proyecto se diseña y construye un sistema automatizado para un prototipo clasificador de huevos, que es capaz de clasificar los huevos en tamaños pequeño, mediano, y grande. Para esto se basa en una celda de carga que después de ser calibrada, permite determinar el peso de cada huevo.

Adicionalmente da información al usuario de cuantos huevos ha clasificado según su categoría, guarda la información de su historial en caso de una falla eléctrica, da la opción de borrar su historial y empezar una nueva cuenta, y ayuda visualmente a la calibración de la celda de carga.

Para el monitoreo y control de los diferentes parámetros se utiliza un microcontrolador PIC16F877A, toda la información que éste deba dar al usuario se presenta en un display LCD alfanumérico 16X2.

Con este trabajo se pretende dar una alternativa económica y rápida del sistema de clasificados de huevos hacia el sector avícola del Ecuador.

## PRESENTACIÓN

El presente proyecto pretende ser una herramienta para el sector avícola, mismo que entre sus muchas actividades diarias se dedica también a la venta de huevos. En dicha venta la determinación del precio es de vital importancia y se la hace de acuerdo a su tamaño, el cual es determinado por su peso.

Al ser este prototipo una herramienta que permite hacer la clasificación de los huevos en sus diferentes tamaños, se logra que en la venta no salgan perjudicados ninguna de las dos partes tanto proveedores como consumidores.

El diseño y la construcción de este prototipo pretende además ayudar a los estudiantes en la aplicación práctica de los conocimientos de las diferentes asignaturas que han sido necesarias en la elaboración de este modulo didáctico, para que con el transcurso del tiempo puedan ir mejorándolo y demostrando sus destrezas con un enfoque principalmente hacia la electrónica, instrumentación y automatización industrial.

El proyecto está estructurado de la siguiente manera:

En el capítulo 1 se ve de manera general las bondades de los huevos, y se hace un enfoque un poco más extenso en los principios fundamentales de los elementos de los que está constituido el prototipo clasificador de huevos.

En el capítulo 2 se encuentran los diseños de los circuitos electrónicos y del sistema microprocesado utilizado para la adquisición de datos y el control global del prototipo. Se presentan los diagramas de flujo del programa principal y cada una de las subrutinas que forman parte del programa que controla el sistema.

En el capítulo 3 se explica con detalle como fue la implementación del prototipo clasificador de huevos y las partes que lo constituye, así como el costo del proyecto.

En el capítulo 4 se hace un resumen general de las pruebas de funcionamiento aplicadas al prototipo y posteriormente los resultados obtenidos de dichas pruebas.

En el capítulo 5 se dan las conclusiones y recomendaciones que se obtuvieron en la realización del proyecto de titulación.

Finalmente se presentan en los anexos el manual de usuario del sistema, los esquemáticos de las tarjetas implementadas, los planos de posicionamiento y los circuitos impresos, las normas INEN 1973 para la clasificación de huevos y las hojas de datos de los elementos utilizados en este proyecto.

# **CAPÍTULO 1**

## **MARCO TEÓRICO**

### **1.1 SELECCIÓN Y CLASIFICACIÓN DE ALIMENTOS**

#### **Selección**

La selección de alimentos es una separación por medio de una característica física contrastable como es el tamaño, la forma, el color o el peso. Con esta operación no se produce ningún efecto sobre el alimento.

La selección de alimentos se lleva a cabo para favorecer operaciones posteriores mecanizadas como el descortezado, deshuesado, pelado o troceado. Igualmente, en operaciones en las que es necesaria la transmisión de calor, se consigue un tratamiento uniforme de los alimentos, es decir, no se van a encontrar alimentos sobretratados (porque su tamaño es más pequeño que el de la media) o infratratados (por ser el tamaño mayor que el de la media).

#### **Clasificación**

La clasificación consiste en la separación de la materia prima según su categoría. Un panel de catadores hace una valoración de los atributos del alimento. La clasificación no sólo se hace pensando en el consumidor si no también en el proceso a seguir.

Se consideran atributos como:

- Tamaño y forma.
- Grado de madurez.
- Textura.
- Sabor y aroma.
- Función a la que va destinada.
- Color.
- Carencia de desperfectos, contaminantes y partes indeseables.
- Conformidad con los aspectos legales y códigos correspondientes, etc.

## 1.2 EL HUEVO: DEFINICIÓN Y CARACTERÍSTICAS GENERALES

El huevo es un alimento habitual y básico en la especie humana, se presenta protegido por la cáscara, y su contenido es proteínas y lípidos, de fácil digestión.

### 1.2.1 TAMAÑO

Los huevos de gallina, pueden ser de variados tamaños; siendo muy pequeños, en aves jóvenes y grandes en aves adultas. Un huevo medio de gallina suele pesar entre los 50 y 70 gramos.

Huevo entero	100% (En peso)
Cáscara	10,5%
Yema	31,5%
Clara	58,0%

**Tabla 1.1** Valores aproximados del porcentaje de peso de sus partes

### 1.2.2 LA CÁSCARA

La cáscara constituye entre el 9 y el 12 % del peso total del huevo. Posee un gran porcentaje de Carbonato de Calcio (94 %) como componente estructural, con pequeñas cantidades de Carbonato de Magnesio, Fosfato de Calcio y demás materiales orgánicos incluyendo proteínas. Es la primera barrera de defensa que posee el huevo. Está revestida con una película protectora natural que impide que los microorganismos penetren. La cáscara es porosa, tiene de 7.000 a 17.000 poros, no es impermeable y por lo tanto esta película actúa como un verdadero "revestimiento".

El grosor de la cáscara está influenciado por la dieta de la gallina y otros factores como por ejemplo, si es expulsado del útero del ave antes de su formación total, en cuyo caso resultará una cáscara fina y quebradiza. La cantidad de Calcio, Fósforo, Manganeso, y Vitamina D contenidos en la alimentación del ave es muy importante a fin de obtener una cáscara resistente.

### **1.2.2.1 La cámara de aire**

Existen dos membranas inmediatamente pegadas a la cáscara, que protegen la clara y complementan como protección ante los microorganismos. Con el paso del tiempo, y muchas veces con la cocción, estas membranas se separan y dejan un espacio llamado cámara de aire. A medida que el huevo envejece o pierde frescura, el espacio se hace más grande.

### **1.2.3 LA YEMA**

La yema es la porción amarilla del huevo, el color amarillo proviene de los xantófilas que la gallina obtiene de los diversos granos como por ejemplo el maíz; aporta la tercera parte del peso total del huevo, y está formada por lípidos, proteínas, nutrientes y calorías, así como la vitamina A, la tiamina y hierro necesario para la nutrición del pollo que crecerá en su interior.

### **1.2.4 LA CLARA**

La clara aporta las dos terceras partes del peso total del huevo, se puede decir que es una textura cuasi-transparente que en su composición casi el 90% se trata de agua, el resto es proteína. También contiene vitaminas y minerales por ejemplo: Niacina, Riboflavina, Magnesio y Potasio, entre otros, la Riboflavina es la que proporciona ese color ligeramente amarillento.

La clara posee también, una serie de enzimas, que junto con las proteínas actúan como defensa del huevo a la infección de bacterias y otros microorganismos, su función biológica es la de detener agresiones bioquímicas del exterior.

### **1.2.5 CLASIFICACIÓN**

La clasificación de huevos se la hace de acuerdo a tres parámetros: Color (blanco y marrón), Calidad, y Tamaño.

En este proyecto, nos centraremos a la clasificación de los huevos por su tamaño.

### 1.2.5.1 Clasificación por tamaño (Normas INEN)

La clasificación por tamaño se la hace de acuerdo al peso. El Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), establece los requisitos generales que deben cumplir los huevos frescos de gallina aptos para el consumo humano.

El huevo fresco de gallina, en función de su masa (peso) unitario, y su masa mínima por docena en gramos, se clasifica como se anota en la tabla 1.2.

<b>Tipo (tamaño)</b>	<b>Masa unitaria en g</b>	<b>Masa por docena en g</b>
I Supergigante	≥ 75	908
II Gigante	70 - 74	870
III Extragrande	65 - 69	810
IV Grande	60 - 64	750
V Mediano	55 - 59	690
VI Pequeño	50 - 54	630
VII Muy pequeño	45 - 49	570
VIII Mínimo	≤ 44	≤528

**Tabla 1.2** Clasificación de los huevos por su tamaño

Tolerancia máxima: Se admitirá una tolerancia máxima de 2,0g por docena para todos los tipos o tamaños de huevos señalados en la tabla 1.2, a excepción de los tipos supergigante y mínimo.

El huevo que no se encuentre en ninguno de los tipos, (tamaños) señalados, se considerarán no tipificado.

### 1.2.6 VALOR NUTRICIONAL

Los huevos son una fuente rica de proteínas, vitaminas y minerales esenciales; contienen vitamina A, E, D, Ácido Fólico, B12, B6, B2, B1, Hierro, Fósforo y Zinc. Las yemas de huevo son uno de los pocos alimentos que naturalmente contienen vitamina D sin ser aditivados, sino en forma natural. El huevo es además un



alimento natural y "envasado en origen"; sólo aporta con 70 calorías a la dieta diaria, de los cuales la clara aporta con 17 calorías y la yema 53 calorías.

<b>HUEVO FRESCO ENTERO CRUDO</b>	
<b>Valor nutricional medio por cada 100 gramos</b>	
Agua	76,2 g.
Valor calórico	145 kcal.
Proteínas	12 g.
Glúcidos	0,6 g.
Lípidos	10,0 g.
Provitamina A	0,227 mg.
Vitamina B1	0,11 mg.
Vitamina B2	0,37 mg.
Vitamina B6	0,12 mg.
Vitamina C	0 mg.
Vitamina PP	3,3 mg.
Hierro	1 mg.
Calcio	50 mg.
Magnesio	9 mg.
Fósforo	133 mg.
Potasio	124 mg.
Sodio	121 mg.
Fibras	0 g.

**Tabla 1.3** Valor nutricional del huevo

### 1.2.7 ASPECTOS HIGIÉNICOS-SANITARIOS

Así como el huevo es rico en nutrientes para el ser humano, lo es también para los microorganismos, ya que éstos (más aún las bacterias) eligen medios apropiados para desarrollarse y el huevo puede ser uno de ellos.

La salmonella enteritidis es una bacteria que puede estar presente en numerosos alimentos y en el aire, en las manos y en la materia fecal. En algunos lugares del mundo esta bacteria vive en la cloaca de la gallina (el lugar por donde sale el huevo) y/o en los ovarios del ave. En el primer caso la salmonella puede infectar la cáscara pero no el interior del huevo. En el segundo caso pero poco frecuente ese huevo ya viene con la salmonella adentro. Para ello, el consumidor se debe comprometer a adquirir productos que estén envasados en forma adecuada (rotulado completo, que incluya: el nombre del producto; la clasificación de calidad, el peso; y fecha de duración).

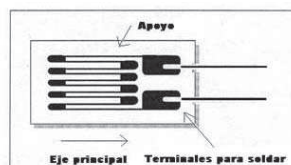
En el presente proyecto de titulación se diseña y construye un sistema automatizado para un prototipo clasificador de huevos, que sea capaz de clasificar los huevos en tamaños pequeño, mediano, y grande.

En la construcción de este prototipo se hace necesaria la implementación de cierta instrumentación entre la cual se encuentran los distintos sensores, actuadores, controladores, y demás elementos, que al interactuar entre sí logran el correcto funcionamiento del prototipo, y así poder cumplir con el proceso de clasificación.

A continuación se detalla el funcionamiento, y principios teóricos de la instrumentación utilizada en el prototipo clasificador de huevos.

### 1.3 GALGAS EXTENSIOMÉTRICAS

Una galga extensiométrica es un transductor pasivo, que aplicado sobre un elemento sensor, permite medir la fuerza ejercida sobre él a partir de la deformación resultante. Consiste de un alambre muy fino, o más comúnmente un papel metálico arreglado en forma de rejilla como se muestra en la figura 1.1. Esta forma de rejilla permite aprovechar la máxima cantidad de material de la galga sujeto a la tensión a lo largo de su eje principal. Así las fuerzas de compresión, tracción o flexión, aplicadas sobre este material, generan deformaciones que son transmitidas a la galga.



**Figura 1.1** Estructura y forma de una galga

#### 1.3.1 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

El principio de funcionamiento de una galga extensiométrica se lo puede ver desde dos puntos de vista.

El primero dice que la resistencia eléctrica del hilo de la galga es directamente proporcional a su longitud, o lo que es lo mismo, su resistencia aumenta cuando éste se alarga. De este modo las deformaciones que se producen en el objeto, en el cual está adherida la galga, provocan una variación de la longitud y, por consiguiente, una variación de la resistencia.

El segundo principio se basa en el efecto piezorresistivo de metales y semiconductores, según el cual, su resistividad varía en función de la presión a la que está sometida. Esto es debido a que una presión ejercida sobre ellos reduce su volumen y, en consecuencia, la distancia interatómica, en el caso de los metales, o en la concentración de portadores en el caso de los elementos semiconductores, factores que repercuten en una variación de su resistividad.

La resistencia eléctrica de la galga cambia a medida que se deforma de acuerdo a la propiedad física de la resistividad.

$$R = \rho \frac{l}{A} \quad [1.1]$$

Donde:

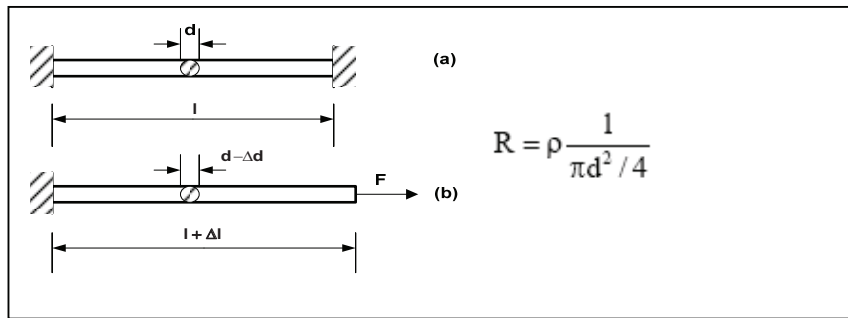
$R$  = Resistencia ( $\Omega$ )

$\rho$  = Constante de resistividad según el material ( $\Omega \cdot m$ )

$l$  = Longitud (m)

$A$  = Área de sección ( $m^2$ )

Supongamos un hilo de metal homogéneo de longitud  $l$  y diámetro  $d$  al que se aplica una fuerza de tracción  $F$  a uno de los extremos. El material se deformará elásticamente produciéndose un alargamiento del hilo  $\Delta l$  y una disminución de su sección lo que ocasionará un cambio en la resistencia efectiva del hilo, dado por la expresión 1.2:



**Figura 1.2** Variación de la resistencia por la deformación del material

$$\frac{\Delta R}{R} = \frac{\Delta \rho}{\rho} + \frac{\Delta l}{l} - 2 \frac{\Delta d}{d} \quad [1.2]$$

### 1.3.2 CLASIFICACIÓN

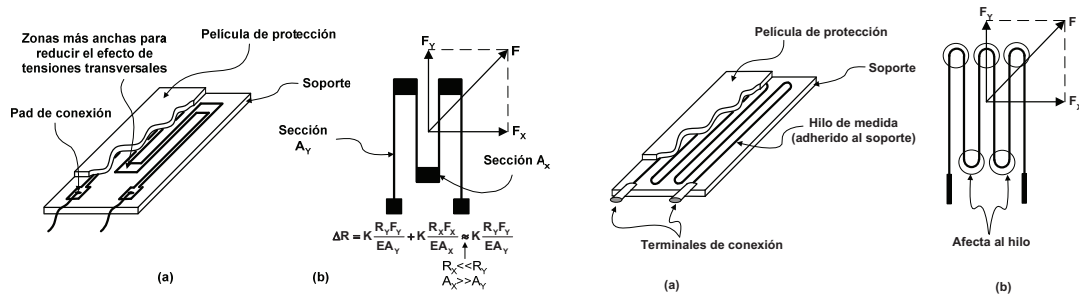
Las galgas se clasifican de acuerdo al material con las que son construidas en:

- **Galgas metálicas:**

Para su fabricación se emplean diversos conductores metálicos, como las aleaciones constantán, karma, nicrom, y aleaciones de platino. Pueden ser de:

- Hilo metálico: Básicamente están formadas por un conductor metálico de sección circular, soportado por una fina lámina de material aislante. Por lo que se refiere al conductor, los materiales más empleados son el constantan, aleación de cobre (55 %) y níquel (45 %); y el nicrom, aleación de Ni (80 %) y Cr (20 %), que ofrece un mayor margen de compensación de temperatura.
- Película metálica: Basadas en la tecnología de trama peculiar. Esta consiste en una película de metal de 20-30 micras de grosor, realizada con los mismos procesos de fabricación de los circuitos impresos. Sus ventajas respecto a las galgas de filamento son las siguientes:
  - Optimización del diseño de la galga y reducción dimensional.
  - Mayor superficie de evacuación térmica.
  - Reducción del error debido a la distancia elemento sensor-galga.

En general, las galgas metálicas ofrecen una resistencia eléctrica de entre 100-5000 ohm y un factor de galga K que varía de 2 a 4, los valores más encontrados comercialmente son resistencias de  $R = (120 \Omega, 135 \Omega, 600 \Omega \dots) \pm 0,1\%$

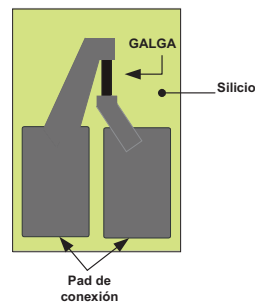


**Figura 1.3** Galgas metálicas (película metálica e hilo metálico)

- **Galgas semiconductoras:**

Están constituidas por una lámina de material aislante que soporta al elemento activo, que en este caso se trata de un cristal dopado de silicio, su funcionamiento se basa en el efecto piezorresistivo de los semiconductores, que genera una variación de la conductividad del material en función de las deformaciones resultantes a la aplicación de una fuerza.

Sus ventajas principales consisten en la facilidad de instalación, alta sensibilidad, tamaño reducido y alta resistencia a la fatiga. Su principal inconveniente radica en su respuesta no lineal y la alta dependencia del factor de galga con la temperatura, en relación inversamente proporcional.



**Figura 1.4** Galga semiconductor

### 1.3.3 CARACTERÍSTICAS

Las principales características de las galgas son las siguientes:

**Temperatura de funcionamiento:** Es aquella temperatura para la cual el funcionamiento de la galga se encuentra dentro de los parámetros proporcionados por el fabricante.

**Resistencia de la galga:** Es la resistencia de la galga cuando ésta no está sometida a ninguna deformación.

**Factor de galga:** El factor de galga o factor de sensibilidad de la galga es una constante K característica de cada galga. Determina la sensibilidad de la resistencia de la galga a los cambios de longitud. Se obtiene dividiendo ambos miembros por la deformación unitaria  $\varepsilon = \Delta l/l$  en la ecuación 1.2

$$K = \frac{\frac{\Delta R}{R}}{\frac{\Delta l}{l}} = \frac{\frac{\Delta \rho}{\rho}}{\frac{\Delta l}{l}} + 1 - 2 \frac{\frac{\Delta d}{d}}{\frac{\Delta l}{l}} \quad [1.3]$$

#### Formas constructivas de las galgas

A continuación se describen algunas de las formas constructivas de galgas más comunes.

**Uniaxiales:** Miden tensiones en una sola dirección.

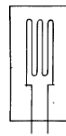


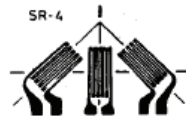
Figura 1.5 Galga uniaxial

**Biaxial:** Determinan tensiones principales cuando se saben sus direcciones



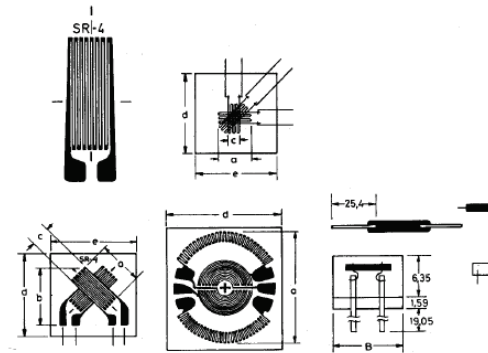
Figura 1.6 Galga biaxial

**Rosetones de Tres-Elementos:** Para comprobar las tensiones de la componente principal y sus direcciones.



**Figura 1.7** Galga de tres elementos

Además de las disposiciones de galgas para medir estados tensionales hay más posibilidades que permiten medir esfuerzos radiales, axiales o en direcciones no ortogonales.



**Figura 1.8** Otras formas constructivas de las galgas

### 1.3.4 CIRCUITOS DE MEDIDA Y ACONDICIONAMIENTO

Para determinar la variación de la resistencia eléctrica, las galgas se conectan en una configuración puente Wheastone. El puente se diseña para estar balanceado cuando la galga no ha sufrido variación alguna, es decir, el voltaje medido en los terminales de salida del puente es igual a cero. A medida que la galga se deforma, el puente se desbalancea y el voltaje medido es proporcional a dicho cambio, que a su vez es proporcional a la fuerza aplicada.

#### 1.3.4.1 Montaje en puentes resistivos

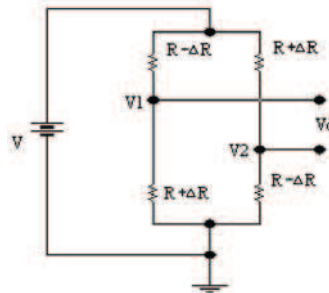
Existen tres tipos de montajes básicos: con una, dos y cuatro galgas. Se las conoce como montaje en  $\frac{1}{4}$  de puente, montaje en  $\frac{1}{2}$  puente y montaje en puente completo respectivamente.

Las principales diferencias de estos montajes se encuentran en la sensibilidad y la capacidad de compensación del efecto de temperatura. Esta compensación consiste en suprimir los efectos de la temperatura en el valor de la resistencia de la galga; cuando en un puente de medida coinciden dos o cuatro galgas de iguales características, los efectos de la temperatura se anulan ya que ésta les afecta por igual.

### Montaje en Puente completo

La utilización de cuatro galgas cuadruplica la sensibilidad del puente respecto al puente de una sola galga, además las galgas están compensadas en temperatura.

- Cuatro galgas activas y estados tensionales opuestos
- Sensibilidad doble que en  $\frac{1}{2}$  puente
- Empleo de 4 sensores
- Compensación de temperatura.



**Figura 1.9** Galga montada en puente completo

En el análisis del circuito de la figura 1.9 el voltaje de salida diferencial  $V_{12}$  se calcula como sigue:

$$V_{12} = \left( \frac{(R + \Delta R)}{(R + \Delta R) + (R - \Delta R)} - \frac{(R - \Delta R)}{(R + \Delta R) + (R - \Delta R)} \right) V \quad [1.4]$$

Resolviendo esta ecuación se tiene que:



$$V_{12} = \left( \frac{\Delta R}{R} \right) V \quad [1.5]$$

### 1.3.4.2 Amplificador de instrumentación

El amplificador de instrumentación es un amplificador diferencial cuya ganancia puede establecerse de forma muy precisa y que ha sido optimizado para que opere de acuerdo a su propia especificación aún en un entorno hostil.

#### 1.3.4.2.1 Requisitos de amplificador de instrumentación

Los amplificadores de instrumentación deben tener las siguientes características:

- Son amplificadores diferenciales con una ganancia diferencial precisa y estable, generalmente en el rango de 1 a 1000.
- Su ganancia diferencial se controlada mediante un único elemento analógico (potenciómetro resistivo) o digital (conmutadores).
- Su ganancia en modo común debe ser muy baja respecto de la ganancia diferencial, es decir, debe ofrecer una relación de rechazo modo común (CMRR) muy alta, superior a 100dB, en todo el rango de frecuencia en que opera.

La relación de rechazo común cuantifica la calidad del Amplificador de Instrumentación y matemáticamente se define como

$$CMRR(db) = 20 \log \left( \frac{A_D}{A_{CM}} \right) \quad [1.6]$$

Donde:

$A_D$  = Amplificación Diferencial

$A_D$  =  $V_{out} / V_{in}$  diferencial

$A_{CM}$  = Amplificación Modo Común

$V_{CM}$  = Voltaje de modo común en la entrada

$A_{CM}$  =  $V_{out} / V_{CM}$

$V_{out}$  = Voltaje de salida

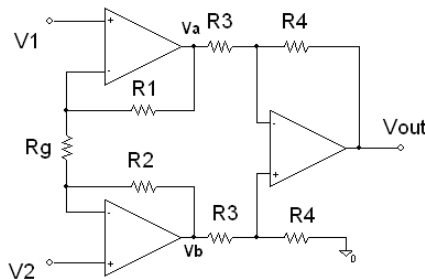
De la ecuación 1.6 podemos obtener el  $V_{out}$  de la siguiente manera:

$$V_{out} = \frac{A_D}{\log^{-1}\left(\frac{CMRR}{20}\right)} V_{CM} \quad [1.7]$$

- Una impedancia muy alta para que su ganancia no se vea afectada por la impedancia de la fuente de entrada.
- Una impedancia de salida muy baja para que su ganancia no se vea afectada por la carga que se conecta a su salida.

#### 1.3.4.2.2 Configuración básica del amplificador de instrumentación

La configuración mas utilizada como amplificador de instrumentación está constituido por tres amplificadores operacionales utilizados de acuerdo con el esquema de la figura 1.10



**Figura 1.10** Amplificador de instrumentación

Las tensiones de salida de los amplificadores inversores ideales esta dada por las tensiones  $V_a$  y  $V_b$ , y si hacemos que  $R_2=R_1$ , se tiene que:

$$V_a = \frac{V_1 R_g + V_1 R_1 - V_2 R_1}{R_g} \quad [1.8]$$

$$V_b = \frac{V_2 R_1 + V_2 R_g - V_1 R_1}{R_g} \quad [1.9]$$

El voltaje de salida de la etapa del amplificador diferencial es  $V_b - V_a$ , por lo tanto el voltaje de salida del amplificador de instrumentación viene dado por:

$$V_o = (V_2 - V_1) \left( 1 + \frac{2R_1}{R_g} \right) \quad [1.10]$$

La ecuación 1.10 muestra que la ganancia del amplificador de instrumentación puede ser controlada mediante la variación de  $R_g$ .

### 1.3.5 CELDAS DE CARGA

Una celda o célula de carga es un transductor de fuerza que después de haber tenido en cuenta los efectos de aceleración de la gravedad y del empuje del aire en el lugar de utilización mide una masa, convirtiendo la magnitud medida (masa) en una señal eléctrica (señal de salida) proporcional al valor de la magnitud medida. Las celdas de carga, son utilizadas en prácticamente todos los sistemas de pesaje electrónicos.

Están compuestas de dos partes, una parte es un sólido elástico que absorbe las cargas y se deforma proporcionalmente a la magnitud medida, generalmente es una pieza metálica, y la otra parte consiste en un elemento sensible a la deformación, capaz de variar alguna de sus propiedades físicas y así obtener una variación de una señal eléctrica proporcional a esta variable.

#### 1.3.5.1 Principio de funcionamiento

El principio básico de una celda de carga está basado en el funcionamiento de cuatro galgas extensiométricas, dispuestos en una configuración especial, generalmente un puente de Wheastone, montadas o pegadas al elemento deformador.

Como la superficie a la cual la galga es adjuntada se va a deformar, el alambre de la galga, se estira o comprime cambiando su resistencia proporcional a la carga aplicada.

Gracias a la configuración del puente de Wheastone, se puede apreciar 4 puntos ubicados entre cada galga que forma el puente, dos de estos puntos son de entradas y dos son de salidas, los puntos de entradas se conocen como excitaciones y los de salida como señales.

### Impedancia de las celdas de carga

Para identificar y distinguir excitaciones y señales, las empresas fabricantes utilizan un código de color en el cableado de las celdas de carga, aunque dependiendo de la procedencia, en algunos modelos, el cable azul es cambiado por un negro, y el amarillo por un blanco.

En nuestro caso, la celda usada es de procedencia China, por lo tanto los colores de los cables son: rojo (+), negro (GND) para polarización; y los de señal son blanco (+) y azul (-).

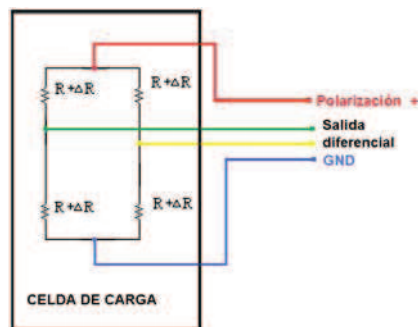


Figura 1.11 Celda de carga

Existen casos donde ninguno color corresponde a un código conocido, en este caso se puede utilizar el método de las impedancias, que consiste en medir cada cable con su compañero y tomar notas de las impedancias dadas, dependiendo de los fabricantes las celdas tendrán impedancias de  $350 \Omega$ ,  $700 \Omega$  u otras, luego se aplica los siguientes criterios para conocer el estado de la celda.

- El par de cables con mayor impedancia son la Excitación.
- El par de cable restante son las Señales.
- Entre excitación positiva y cada una de las señales debe haber la misma impedancia  $\pm 2 \Omega$ .

- Entre excitación negativa y cada una de las señales debe haber la misma impedancia  $\pm 2 \Omega$  máximo.

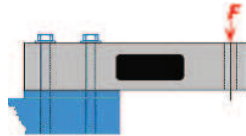
Si cualquiera de estas condiciones no se cumple entonces la celda está dañada.

### 1.3.5.2 Aplicación de carga

El entendimiento de la forma exacta en que una carga o fuerza debe ser aplicada a la celda de carga es de vital importancia para el buen diseño de una balanza o sistema de peso.

#### El ideal

Las especificaciones técnicas de las celdas de cargas han sido determinadas, aplicando la carga o fuerza a la celda bajo condiciones lo más cercanas posibles a la perfección.



**Figura 1.12** Aplicación ideal de fuerza en una celda de carga

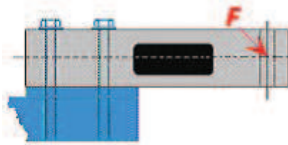
En la figura 1.12 vemos una simple aplicación con una celda de carga de tipo viga de flexión. Uno de los lados está firmemente fijado a una base rígida, con el extremo opuesto libre para flexionar de acuerdo al peso. Bajo condiciones ideales, la superficie será perfectamente plana, horizontal y totalmente rígida.

La carga  $F$  se introduce en forma vertical con un mínimo de fuerzas extrañas aplicadas. Las celdas de carga están preparadas para ser insensibles en lo posible a todas las fuerzas distintas a la vertical.

A continuación se describen los principales problemas de aplicación de fuerzas para poder prevenir la mayoría de los problemas en la instalación de los sistemas de pesaje.

#### Fuerzas angulares

Esta es una condición en que la fuerza  $F$  es introducida al orificio de recepción de carga en un ángulo en relación con el eje central. Esta fuerza se anula si el componente angular llega a los  $90^\circ$  en relación con el eje central. Este componente horizontal es una fuerza lateral, a la que la celda de carga es totalmente insensible.



**Figura 1.13** Aplicación de una fuerza angular en una celda de carga

Si esta dirección de la fuerza aplicada es constante, la calibración compensará este error y la balanza será precisa. En cambio, si este ángulo varía al aplicar el peso, se producirá falta de linealidad en la balanza, fricciones en el sistema mecánico y errores por histéresis.

### **Cargas excéntricas**

Esta es una condición en que la fuerza es aplicada a la celda en forma vertical pero la línea del eje de acción está apartada del eje del orificio de carga de la celda de carga.



**Figura 1.14** Aplicación de una fuerza excéntrica en una celda de carga

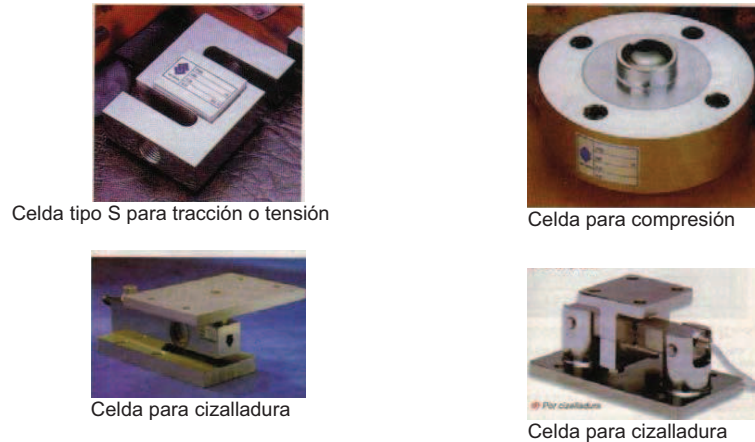
Esta condición no afectará el normal funcionamiento de la balanza o sistema de pesaje si la posición es constante, pues al calibrar se compensará el error.

### **1.3.5.3 Tipos de celdas de carga**

Existen diferentes tipos de celdas de carga que difieren, además de su capacidad y resolución, en la forma a la cual se la somete a la fuerza, es decir si es por tracción, compresión por tensión o por cizalladura. Cabe destacar que una fuerza aplicada por cizalladura o viga de flexión, es aquella que actúa a una determinada

distancia de la celda de carga, es decir que se produce sobre un brazo de palanca.

Las celdas que reciben la fuerza por compresión y por cizalladura se utilizan en la medición de pesos grandes, mientras que las celdas que reciben la fuerza en forma de tensión se utilizan para la medición de pesos pequeños.



**Figura 1.15** Tipos de celdas de carga

#### 1.3.5.4 Parámetros comerciales

Los parámetros más utilizados para la elección de una celda de carga, son el voltaje de excitación, la capacidad y la resolución. La capacidad nos indica el peso máximo al cual se puede someter la celda, por ejemplo 2000 Kg. La resolución indica la señal que la celda entrega a plena carga por voltaje de excitación, por ejemplo 2mV/V. La fórmula general usada para determinar la señal (en milivoltios) entregada por una celda de carga a determinado esfuerzo o peso es la siguiente:

$$Señal = \frac{Carga \times Res \times Vexc}{Capacidad} \quad [1.11]$$

Donde:

Carga = esfuerzo en Kg. a la que la celda es sometida

Res = resolución en mV/V

Vexc = voltaje con el que se alimenta la celda

Capacidad = carga máxima soportada por la celda en Kg.

Para el caso de este proyecto, la celda de carga utilizada es de 5000g = 5Kg de capacidad con salida de 2mV/V, se excita con 12V. Suponiendo que se le aplica 80g; aplicando la ecuación 1.11 la señal resultante sería:

$$Señal = \frac{80g * 2 \frac{mv}{V} * 12V}{5000g} = 0,38mv$$

La celda de carga utilizada en este proyecto, tiene las siguientes características proporcionadas por el fabricante:

Excitación: 10 Vdc (15 Vdc máximo)

Salida: 2.0 mV/V ±0.25%

Linealidad: 0.03% FS

Histéresis: 0.02% FS

Repetibilidad: 0.01% FS

Balance de cero: 1% FS

Temperatura de operación: -18 a 66°C (0 a 150°F)

Temperatura de compensación: -18 a 66°C (0 a 150°F)

Carga máxima de trabajo 5000g

Carga máxima: límite, 150%; rotura, 300%

Resistencia del puente: 350 Ω nominal

Construcción: 17-4 PH stainless steel

## 1.4 BANDAS TRANSPORTADORAS

En el transporte de materiales, materias primas, minerales y diversos productos se han creado diversas formas; pero una de las más eficientes es el transporte por medio de bandas y rodillos transportadores.

Las bandas y rodillos transportadores son elementos auxiliares de las instalaciones industriales, cuya misión es la de recibir un producto de forma más o menos continua y regular para conducirlo a otro punto.

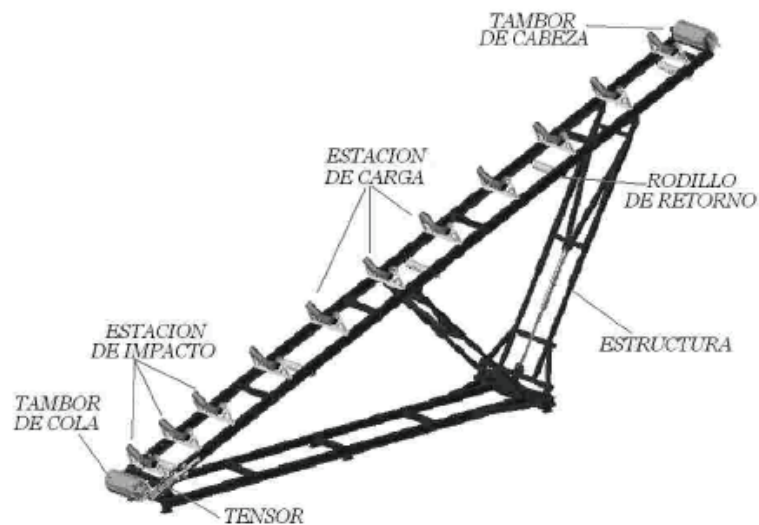


### 1.4.1 DESCRIPCIÓN DEL FUNCIONAMIENTO

El funcionamiento depende de la forma como se haga el transporte de los elementos sobre la banda, es decir, se los puede hacer mediante cintas transportadoras o rodillos transportadores.

#### 1.4.1.1 Funcionamiento de las cintas transportadoras

Este tipo de transportadoras continuas están constituidas básicamente por una banda sinfín flexible que se desplaza apoyada sobre unos rodillos de giro libre. El desplazamiento de la banda se realiza por la acción de arrastre que le transmite uno de los tambores extremos, generalmente el situado en "cabeza". Todos los componentes y accesorios del conjunto se disponen sobre un bastidor, casi siempre metálico, que les da soporte y cohesión.



**Figura 1.16** Cinta transportadora

En el funcionamiento de las bandas transportadoras se tiene en cuenta los siguientes componentes o cálculos:

- **Tensión en una correa:** Es una fuerza actuando a lo largo de la cinta, tendiendo a elongarla. La tensión de la correa es medida en Newtons.
- Torque:** Es el resultado de una fuerza que produce rotación alrededor de un eje.

- **Energía y trabajo:** El trabajo es el producto de una fuerza y la distancia a recorrer.
- **La potencia:** Es la relación entre la realización de un trabajo o transmisión de energía.

#### **1.4.1.2 Funcionamiento de rodillos transportadores**

El sistema de rodillos funciona por medio de un motor de rotación; el cual a través de cadenas, cintas u otro elemento transfiere esta energía a los diferentes rodillos, lo cual hace que el sistema opere de una manera eficiente haciendo rodar todos los rodillos a una misma revolución, lo cual hará que giren todos los rodillos a una misma velocidad.

### **1.4.2 PROCESO DE FABRICACIÓN**

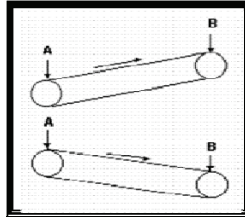
#### **1.4.2.1 Descripción de la fabricación**

Una cinta transportadora es un medio para el transporte de material desde un comienzo A, hasta un punto final B.

Para efectuar el trabajo de mover material desde A hasta B, la correa requiere potencia que es proporcionada por un tambor motriz o una polea de conducción.

El torque del motor transforma en fuerza tangencial, llamada también tensión efectiva, a la superficie de la polea de conducción. Éste es el “tirón” o tensión requerida por la correa para mover el material de A a B, y es la suma de lo siguiente:

- La tensión para vencer la fricción de la correa y de los componentes en contacto con ella.
- La tensión para vencer la fricción de la carga.
- La tensión para aumentar o disminuir debido a los cambios de elevación.

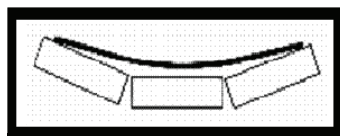


**Figura 1.17** Tensión en una correa

A continuación se presentan las figuras 1.18a y 1.18b, que ilustran como la correa debe ser diseñada con una suficiente flexibilidad transversal en la zona de carga propiamente dicha.

Para una cinta transportadora vacía, la cinta debe hacer suficiente contacto con el centro de los rollos de los polines caso contrario, no funcionará correctamente.

En la figura 1.18a, la correa es demasiado tiesa para hacer contacto con el centro de los rollos, mientras que en la figura 1.18b, el contacto es suficiente como para guiar la cinta a lo largo de los polines.



a) Cinta muy templada, trabajo inapropiado

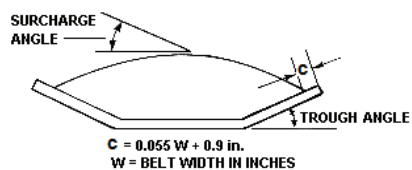


b) Cinta flexible, trabajo apropiado

**Figura 1.18** tensión en la correa de una banda transportadora

#### 1.4.2.2 Cálculos para la fabricación

##### Cubicación del material.



**Figura 1.19** Cubicación del material

### **Cálculo de la holgura de la banda**

La holgura de la banda ( $c$ ) se ubica en los costados de la banda, ésta permite tener un margen de espacio utilizado para impedir que el material a transportar rebalse.

$$c = 0,055(B + 0,9) \quad [1.12]$$

Donde:

$c$ = holgura de la banda (plg.)

$B$ = ancho de la banda (plg.)

### **Cálculo del ancho plano de la banda (material)**

El ancho plano de la banda es donde se ubicará el material al ser transportado.

$$Ap = 0,371B \quad [1.13]$$

### **Cálculo del área del material a transportar**

$$A = h * b \quad [1.14]$$

Donde:

$A$ = área del material ( $m^2$ )

$h$ = altura del material (m)

$b$ = base del material (m)

### **Cálculo de la cinta completamente cargada**

$$Vc = L * A \quad [1.15]$$

Donde:

$Vc$ = cinta completamente cargada ( $m^3$ )

$L$ = largo de la cinta (m)

### **Cálculo de la velocidad necesaria**

Para el cálculo de la velocidad necesaria, deberemos tener el dato de la capacidad volumétrica de la cinta transportadora, este dato es siempre conocido

ya que es la cantidad de material a descargar por hora. Primero se calculará la velocidad en número de veces que la cinta debe ser llenada o cargada

$$N^{\circ} \text{ veces} = \frac{cap}{V_c} \quad [1.16]$$

Donde:

$N^{\circ}$  veces = número de veces que la cinta debe ser cargada por hora.

cap = capacidad volumétrica cinta por hora ( $m^3/h$ )

Ahora se debe calcular la velocidad en m/h.

$$V = N^{\circ} \text{ veces} * L \quad [1.17]$$

Donde:

V= velocidad (m/h)

Para efectos de cálculo la velocidad deberá ser trabajada en m/s, por lo tanto se debe realizar la conversión necesaria.

### **Cálculo del peso a transportar**

El cálculo del peso a transportar permite obtener la capacidad que deberá transportar la cinta en toneladas/hora.

$$Pt = \frac{\delta * cap}{Z1 * Z2} \quad [1.18]$$

Donde:

Pt = peso a transportar (Kg/h)

$\delta$  = peso específico material (Kg/m<sup>3</sup>)

Z1= coeficiente corrección de concavidad y sobrecarga.

Z2= coeficiente corrección de inclinación.

Para el coeficiente Z1, es posible obtener su valor mediante el conocimiento del ángulo de sobrecarga dinámica del material a transportar. El coeficiente Z2, es el valor angular de inclinación de la cinta transportadora.

### 1.4.2.3 Equipos y herramientas utilizadas

Las bandas y rodillos transportadores poseen las siguientes herramientas para poder funcionar óptimamente y con una buena eficiencia:

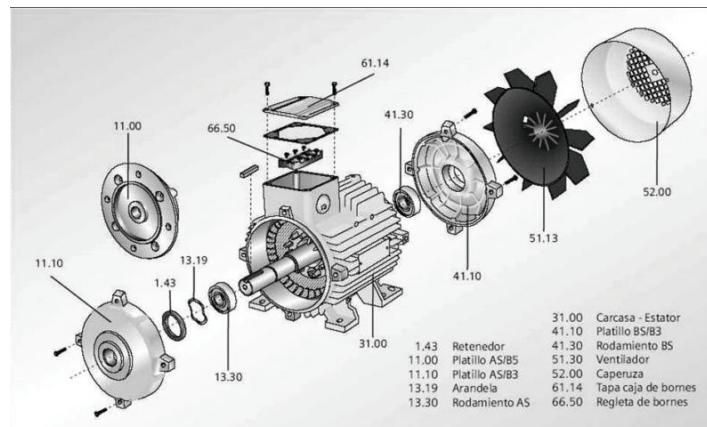
- **Estructura soportante:** Está compuesta por perfiles tubulares o angulares, formando en algunos casos verdaderos puentes que se fijan a su vez, en soportes o torres estructurales apernadas o soldadas en una base sólida.
- **Elementos deslizantes:** Son los elementos sobre los cuales se apoya la carga, ya sea en forma directa o indirecta, perteneciendo a estos los siguientes:
  - **Correa o banda:** La correa o banda, que le da el nombre a éstos equipos, tiene una gran variedad de características, y su elección depende en gran parte del material a transportar, velocidad, esfuerzo o tensión a la que sea sometida, capacidad de carga a transportar, etc.
  - **Polines:** La carga se desliza sobre ellos mediante un impulso ajeno a los polines y a ella misma.
  - **Elementos motrices:** El elemento motriz de mayor uso en los transportadores es el del tipo eléctrico, Además del motor, las poleas, los engranajes, el motorreductor, son otros de los elementos que componen el sistema motriz.
  - **Elementos tensores:** Es el elemento que permite mantener la tensión en la correa o banda.
  - **Tambor motriz y de retorno:** La función de los tambores es funcionar como poleas, las que se ubican en el comienzo y fin de la cinta transportadora, para su selección se toma en cuenta

factores como: potencia, velocidad, ancho de la banda, entre otros.

#### 1.4.2.3.1 Motores de AC

Las máquinas de inducción están formadas por una parte estacionaria, la cual se conoce como estator y una parte rotatoria llamada Rotor.

El estator está hecho de láminas de acero circulares con ranuras a lo largo de su periferia interior. Los lados de las bobinas se localizan en estas ranuras. De acuerdo a la forma del rotor, puede ser del tipo jaula de ardilla o rotor bobinado.



**Figura 1.20** Estructura de un motor de inducción

El campo magnético giratorio en el estator, induce una f.e.m. en el rotor, lo que provoca la circulación de corrientes en el rotor, de esta manera se produce fuerzas electromagnéticas entre las corrientes del rotor y el campo magnético del estator; el par producido logra que el rotor gire a una velocidad menor que la sincrónica.

La velocidad sincrónica de una máquina de AC está definida por la ecuación 1.19

$$N_s = \frac{120f}{P} \quad [1.19]$$

Donde:

$N_s$  = velocidad sincrónica

f = frecuencia

P = número de polos

Si la velocidad de giro del rotor fuera idéntica a la del campo, desde el punto de vista del rotor sería como si el campo estuviera estático y desaparecería la causa que lo mantiene en movimiento, por lo tanto debe ocurrir que el rotor gire a una velocidad distinta de la del campo, tal velocidad, denominada  $N_r$  es menor que  $N_s$ , a la diferencia entre ambas velocidades, referida a la sincrónica se la denomina deslizamiento  $S$ .

$$S = \frac{N_s - N_r}{N_s} \quad [1.20]$$

Donde:

$S$  = deslizamiento

$N_r$  = velocidad del rotor

#### 1.4.2.3.2 Motorreductores

Muchas veces se requieren bandas transportadoras que lleven el material a velocidades muy pequeñas pero con un buen torque, es decir, variar las r.p.m. de entrada, que por lo general son mayores de 1200, entregando a la salida un menor número de r.p.m., sin sacrificar de manera notoria la potencia. Esto se logra por medio de los reductores y moterreductores de velocidad.

Los Reductores ó Motorreductores son apropiados para el accionamiento de toda clase de máquinas y aparatos de uso industrial, que necesitan reducir su velocidad en una forma segura y eficiente, proporcionando además ciertos beneficios como:

- Una regularidad perfecta tanto en la velocidad como en la potencia transmitida.
- Una mayor eficiencia en la transmisión de la potencia suministrada por el motor.
- Mayor seguridad en la transmisión, reduciendo los costos en el mantenimiento.



## **Potencias y Torques**

Los motorreductores comerciales existen para potencias desde 1/3 de HP hasta 70 HP con torques de salida que van desde 0.9 Kg-m hasta 1500 Kg-m.

## **Relaciones de velocidad**

Las relaciones de velocidad se obtienen con las siguientes reducciones:

- Simple: Comprenden desde 6.75:1 hasta 70:1
- Doble: Desde 100:1 hasta 5000:1.

### **1.4.3 CLASIFICACIÓN, TIPOS Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LAS BANDAS TRANSPORTADORAS**

De acuerdo al tipo de materiales que van a manejarse, existen dos grandes grupos de transportadores, ellos son:

- Banda o rodillo para el manejo de productos empacados o cargas unitarias.
- Banda o rodillo para manejo de producto suelto o a granel.

Entre las variables más importantes para un proceso se tienen:

- Material a manejar: Características, temperatura, etc.
- Capacidad y peso.
- Distancia de transporte.
- Niveles de transporte.
- Condiciones ambientales.

## **Bandas transportadoras de goma**

Este tipo de bandas puede ser cerrada sinfin, grapada, empalme preparado o abierta; y la contextura depende de la aplicación en la que se vaya a usar, las más comunes son:

- Lisa: Para transporte horizontal o de poca inclinación.
- Nervada: Para instalaciones de elevado ángulo de transporte.
- Rugosa: Alto coeficiente de rozamiento para transporte horizontal y/o inclinado de productos manufacturados generalmente.

Las características del caucho que va a soportar el material a transportar esta descrito en la Tabla 1.4

REFERENCIA	UTILIZACIÓN
<b>Y</b> Estándar	Soporte del material a transportar.
<b>X</b> Antiabrasivo	Materiales cortantes y de granulometría elevada.
<b>W</b> Muy antiabrasivo	Materiales con gran poder de desgaste, granulometría fina.
<b>G</b> Antiaceite	Resiste el ataque de aceites grasa e hidrocarburos. Al mismo tiempo soporta bien la temperatura, hasta 110°C.
<b>T</b> Anticalórica	En función de la temperatura del producto se elegirá entre 110, 150 ó 170°C, teniendo bien en cuenta la granulometría
<b>A</b> Alimentaria	De color blanco para su uso en la industria alimentaria.
<b>S,K</b> Antillama	Para empleo en minas y ambientes potencialmente explosivos

**Tabla 1.4** Características del caucho de las bandas transportadoras

## 1.5 SENSORES DE PROXIMIDAD

Un sensor es un dispositivo para detectar y señalar una condición de cambio que con frecuencia se trata de la presencia o ausencia de un objeto o material (detección discreta). También puede ser una cantidad capaz de medirse, como un cambio de distancia, tamaño o color (detección analógica).

Los sensores sin contacto son dispositivos electrónicos de estado sólido que crean un campo de energía o haz y reaccionan ante una alteración en ese campo.

Los sensores fotoeléctricos, inductivos, capacitivos y ultrasónicos son sensores sin contacto. Al no haber contacto físico, se elimina la posibilidad de desgaste.

Para el prototipo clasificador se usará un sensor fotoeléctrico por las muchas ventajas que presenta.

Es importante tomar en cuenta características tanto del objeto, como del fondo y del entorno:

- Objeto: Forma, estructura, Tamaño, Material, Opacidad, propiedades reflectantes, color.
- Fondo: Proximidad al objeto, material, propiedades de emisión, propiedades reflectantes, color.
- Entorno: Material, humedad, propiedades transmisoras, luz, temperatura, interferencia electromagnética, ruido.

### **1.5.1 SENSORES DE PROXIMIDAD FOTOELÉCTRICOS**

Son elementos que mediante la emisión y recepción de un haz de luz, generalmente infrarroja, detectan cualquier elemento que provoque la interrupción de dicho haz. Pueden ser en el espectro de la luz visible o invisible.

El emisor puede estar constituido por fototransistores, fotodiodos, y el receptor por LDR (Light Dependent Resistance), que son celdas de Cadmio cuya resistencia varía con la luz.

Estos sensores pueden utilizarse en aplicaciones que requieren distancias de detección que van de menos de 2,5 cm a cien metros o más.

Todos los sensores fotoeléctricos operan detectando un cambio en la cantidad de luz recibida por el fotodetector. El cambio de luz permite al sensor captar la presencia o ausencia del objeto así como su tamaño, reflectividad, opacidad, translucidez o color.

En función del recorrido que se le provoca al haz de luz, se pueden clasificar en dos tipos:

- De óptica alineada
- De óptica reflexiva. Que a su vez puede ser directa o indirecta

### Sensores de Óptica alineada

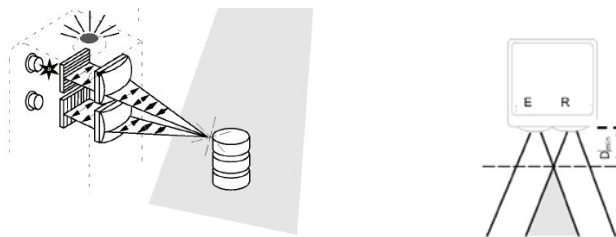
Permiten cubrir grandes distancias (aprox. 100 mts.), pero generalmente la dificultad es su alineación



**Figura 1.21** Sensor fotoeléctrico de óptica alineada

### Sensores de óptica reflexiva

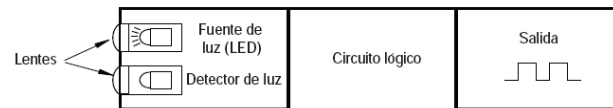
Este tipo de sensores, detectan el reflejo del haz emitido bien en el objeto a detectar o bien en un pequeño espejo colocado convenientemente. Por ese motivo, emisor y detector están montados sobre el mismo cuerpo.



**Figura 1.22** Sensor fotoeléctrico de óptica reflexiva

Los sensores fotoeléctricos constan de cinco componentes básicos:

- Fuente de luz
- Detector de luz
- Lentes
- Circuito lógico
- Salida



**Figura 1.23** Componentes de los sensores fotoeléctricos

### Fuente de luz

La mayoría de los sensores fotoeléctricos utilizan un diodo emisor de luz (LED) como fuente de luz. En los últimos tiempos también se han empezado a utilizar diodos de láser como fuentes de luz fotoeléctricas, los cuales presentan las siguientes características:

- Emisión de luz de longitud de onda (color) invariable
- Diámetro de haz pequeño
- Mayor alcance

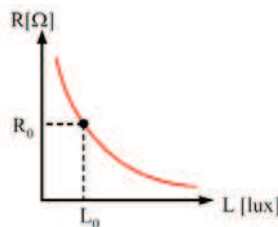
### Detector de luz

Una de las formas de detectar la emisión de luz son las fotorresistencias LDR (Light Dependent Resistors) se basan en la variación de la resistencia eléctrica de un semiconductor al incidir en él radiación electromagnética de tipo óptica, en estos elementos, a mayor iluminación, mayor conductividad. Su símbolo es:



**Figura 1.24** Símbolo de una LDR

La figura 1.25 presenta una gráfica que muestra aproximadamente la relación que puede haber entre la resistencia ofrecida por una LDR entre sus terminales y la iluminación que sobre ella incide.



**Figura 1.25** respuesta de una LDR

$$R_L = R_o \left( \frac{L_o}{L} \right)^\alpha \quad [1.21]$$

Donde:

L= iluminación (lux)

$\alpha$ = Constante que depende del material (0,7 – 1,5)

Ro= Resistencia inicial al nivel de luz generalmente ambiente.

### **Ventajas de los sensores de proximidad fotoeléctricos**

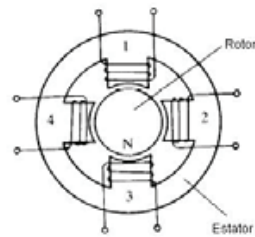
- Su alcance nominal es mayor que los inductivos y capacitivos.
- Insensibles a campos magnéticos y eléctricos.
- Pueden detectar cualquier objeto independiente del material, forma, color, tamaño, etc.

### **Desventajas de los sensores de proximidad fotoeléctricos**

- Se debe tener consideraciones respecto a la opacidad del objeto.
- En objetos brillantes se recomienda el uso de filtros polarizados que disminuyen la distancia de detección.

## **1.6 MOTORES A PASO**

Los motores a paso son ideales para la construcción de mecanismos en donde se requieren movimientos muy precisos. La característica principal de estos motores es el hecho de poder moverlos un paso a la vez, por cada pulso que se le aplique. Este paso puede variar desde 90° hasta pequeños movimientos de tan sólo 1.8°. Un motor a pasos consta de dos partes principales: el rotor y el estator como lo indica la figura 1.25.

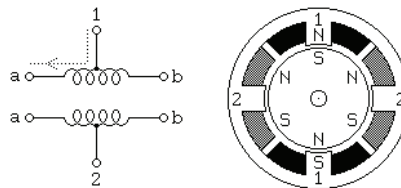


**Figura 1.25** Estructura de un motor a pasos

### 1.6.1 MOTORES A PASO UNIPOLARES

Los motores a paso unipolares se componen de 4 bobinas. Se denominan así debido a que la corriente que circula por sus bobinas lo hace en un mismo sentido, a diferencia de los bipolares.

Se componen de 6 cables externos, dos para cada bobina, y otro para cada par de éstas, aunque también se pueden ver con 5 cables, compartiendo el de alimentación para los dos pares de bobinas.



**Figura 1.26** motor a pasos unipolar

#### **Secuencias para manejar un motor a pasos unipolar**

Se tienen tres posible secuencias para manejar este tipo de motores:

- Paso Completo (wave drive o por olas)
- Paso Completo (por estado)
- Medio Paso.

En este proyecto se realiza el control de un motor a pasos unipolar mediante la secuencia de olas, por lo tanto describiremos el funcionamiento de este control.

### Secuencia por olas

Esta secuencia de pasos consiste en activar cada bobina una a una y por separado, con esta secuencia de encendido de bobinas no se obtiene un buen torque del motor ya que solo es una bobina cada vez la que arrastra y sujeta el rotor del eje del motor.

Nº de Pasos	1a	2a	1b	2b
Paso 1	1	0	0	0
Paso 2	0	1	0	0
Paso 3	0	0	1	0
Paso 4	0	0	0	1

**Tabla 1.5** secuencia por olas de un motor a pasos

## 1.7 NEUMÁTICA DEFINICIÓN Y CARACTERÍSTICAS GENERALES

La neumática es la tecnología que utiliza el aire comprimido como fluido de trabajo, utilizando un compresor que es el elemento que comprime el aire desde la presión atmosférica hasta los 6-7bar; las válvulas que también se usan son elementos que mandan o regulan la puesta en marcha, el paro y la dirección, así como la presión o el caudal del fluido enviado por el compresor y los actuadores son los encargados de aprovechar la energía del aire comprimido y realizar trabajo en las máquinas.

### Características del aire

El aire comprimido que se emplea en la industria procede del exterior (21% de oxígeno, 78% de nitrógeno, 1% de hidrógeno, y otros gases). Se comprime hasta una presión de unos 6 bares, con respecto a la presión atmosférica.



## 1.7.1 PRODUCCIÓN Y TRATAMIENTO DEL AIRE COMPRIMIDO

### **Compresor**

Es el encargado de coger el aire atmosférico ( $P=1$  bar) de su entorno para elevar la presión y alimentar al circuito neumático.

### **Refrigerador**

A la salida del compresor, el aire puede llegar a alcanzar una temperatura de hasta  $150^{\circ}\text{C}$ . La misión del refrigerador es disminuir esta temperatura hasta  $25^{\circ}\text{C}$  y eliminar hasta el 80% del agua que contiene.

### **Depósito o acumulador**

Luego del refrigerador se encuentra el depósito, cuya misión es almacenar aire comprimido para suministrarlo en los momentos de mayor consumo.

### **Unidad de mantenimiento**

Para conseguir una buena calidad del aire es necesario someterlo a tres operaciones previas: filtrado, regulación y lubricación. De estas funciones se ocupa la unidad de mantenimiento (conjunto FRL), que está formada por un filtro, un regulador de presión y un lubricador.

- El filtro detiene las impurezas que posee el aire.
- El regulador mantiene una presión constante de aire en el circuito neumático.
- El lubricador añade aceite nebulizado al aire comprimido. Así, se evita la oxidación de los componentes del circuito y asegura un buen funcionamiento de las partes móviles.

## 1.7.2 VÁLVULAS

Según la función que desempeñan las válvulas pueden clasificarse en válvulas distribuidoras, válvulas de bloqueo, válvulas reguladoras, válvulas de presión, y válvulas de cierre.

### 1.7.2.1 Válvulas distribuidoras

Las válvulas distribuidoras son los elementos encargados de interrumpir, dejar pasar o desviar el aire comprimido. Pueden ser de dos o tres posiciones, y de dos o más vías, además pueden ser de accionamiento manual, neumático, mecánico, o eléctrico. Las posiciones se representan por un cuadrado y las vías por las entradas o salidas que están unidas a uno de los cuadrados.

Las válvulas se designan por dos números, por ejemplo 3/2. Estos indican que la válvula tiene 3 vías y 2 estados. El símbolo de la válvula indica los dos estados.

Por ejemplo la siguiente es una válvula 5/2. Tiene 5 vías y 2 posiciones. Cuando la válvula es pulsada la vía 1 es conectada a la vía 4 (también la vía 2 se conecta a la vía 3). Cuando retorna a su estado normal gracias al muelle la vía 1 se conecta a la vía 2 (también la vía 4 se conecta a la vía 5).



**Figura 1.27** Estados de una válvula 5/2

### 1.7.2.2 Válvulas de bloqueo

Son elementos que bloquean el paso del caudal en un sentido, y permiten el paso únicamente en el otro sentido. Entre las más utilizadas están:

#### Válvula antirretorno

Las válvulas antirretorno impiden el paso absolutamente en un sentido; en el sentido contrario, el aire circula libremente. La obturación en un sentido puede obtenerse mediante un cono, una bola, un disco o una membrana.



**Figura 1.28** Válvula antirretorno

### Válvula selectora de circuito (Función OR)

Ésta válvula tiene dos entradas X y Y y una salida A. Cuando el aire comprimido entra por el empalme X, la bola obtura la entrada Y y el aire circula de X a A. Inversamente, el aire pasa de Y a A cuando no existe señal en X.



Figura 1.29 Válvula selectora de circuito

### Válvula de simultaneidad (Función AND)

Ésta válvula tiene dos entradas X y Y y una salida A. El aire comprimido puede pasar únicamente cuando hay presión en ambas entradas.



Figura 1.30 Válvula de simultaneidad

#### 1.7.2.3 Válvulas reguladoras

Estas válvulas pueden influir sobre dos parámetros: La presión o el caudal.

#### Válvulas reguladoras de presión

Estas válvulas están acondicionadas al valor que tome la presión. Al alcanzar en la entrada de la válvula el valor máximo de presión, se abre la salida y el aire escapa a la atmósfera.



Figura 1.31 Válvula reguladora de presión

### Válvulas reguladoras de caudal

Estas válvulas influyen sobre la cantidad de circulación de aire comprimido. El caudal que pasa por una conducción puede regularse estrangulando su paso, mediante la disminución de la sección del conducto, y la regulación puede hacerse en ambos sentidos de flujo.



**Figura 1.32** Válvula reguladora de caudal

### 1.7.3 CILINDROS NEUMÁTICOS

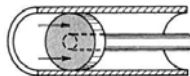
Los cilindros son componentes neumáticos, que transforman la energía del aire comprimido en un movimiento lineal, este movimiento puede ser de avance y retroceso de un mecanismo.

Se dividen en cilindros de simple efecto y de doble efecto. Los de doble efecto son los más utilizados por la posibilidad de ejercer control tanto en el retroceso como en el avance.

La presión del fluido determina la fuerza de empuje de un cilindro, el caudal de ese fluido es quien establece la velocidad de desplazamiento del mismo.

#### 1.7.3.1 Cálculo de la fuerza de empuje

La figura 1.33 muestra la vista en corte de un pistón y vástago trabajando dentro de la camisa de un cilindro. El fluido actuando sobre la cara anterior o posterior del pistón provoca el desplazamiento de este a lo largo de la camisa y transmite su movimiento hacia afuera a través del vástago.



**Figura 1.33** Corte de un pistón y vástago

El desplazamiento hacia adelante y atrás del cilindro se llama carrera. La presión ejercida por el aire comprimido o el fluido hidráulico sobre el pistón se manifiesta sobre cada unidad de superficie del mismo.

Si el manómetro indica en Kg./cm<sup>2</sup>, la regla para hallar la fuerza total de empuje de un determinado cilindro es:

$$F(Kg) = P(Kg / cm^2) * A(cm^2) \quad [1.22]$$

Donde:

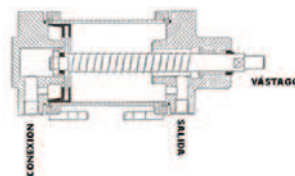
F= Fuerza de empuje del cilindro

P= Presión manométrica

A= Superficie total del pistón.

### 1.7.3.2 Cilindros de simple efecto

Estos cilindros tienen una sola conexión de aire comprimido. No pueden realizar trabajos más que en un sentido. Se necesita aire sólo para un movimiento de traslación o avance. El vástago retorna por el efecto de un muelle incorporado o de una fuerza externa.

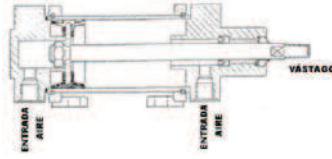


**Figura 1.34** Cilindro de simple efecto

### 1.7.3.3 Cilindros de doble efecto

El cilindro de doble efecto se construye siempre en forma de cilindro de embolo y posee dos tomas de aire comprimido situadas a ambos lados del émbolo.

El cilindro de doble efecto puede producir trabajo en los dos sentidos del movimiento, por lo que se emplean en aquellos casos en que el embolo tiene que realizar una misión también al retornar a su posición inicial.



**Figura 1.35** Cilindro de doble efecto

La fuerza de empuje es diferente tanto en el avance como en el retroceso del vástago, debido a que este cilindro tiene dos entradas de aire; por lo cual la ecuación 1.22 queda de la siguiente manera:

$$F = P * A - Fr \quad [1.23]$$

En el caso del avance del vástago

$$A = \frac{\pi}{4} D^2 \quad [1.24]$$

Para el caso del retroceso

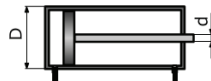
$$A = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) \quad [1.25]$$

Donde:

D= Diámetro del émbolo

d= Diámetro del vástago.

La simbología que representa a los cilindros de doble efecto es la siguiente:



**Figura 1.36** Simbología de un cilindro de doble efecto

#### 1.7.3.4 Cálculo del consumo de aire.

Para disponer de aire y conocer el gasto de energía, es importante conocer el consumo de la instalación. Para una presión de trabajo, un diámetro y una carrera

de émbolo determinado, el consumo de aire en un cilindro de doble efecto, se calcula como sigue:

$$Q = Lc \left( \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) + \frac{\pi}{4} D^2 \right) \frac{(\text{relación de compresión})}{n} \quad [1.26]$$

Donde:

Q= Caudal en l/min

Lc= Longitud de carrera del vástago

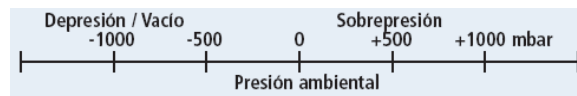
n= tiempo de ciclo (seg.).

$$\text{relación de compresión} = \frac{1,033 + \text{presión de trabajo}}{1,033} \quad [1.27]$$

#### 1.7.4 GENERACIÓN DE VACÍO

Se entiende por vacío el margen de presión que se encuentra por debajo de la presión atmosférica. Dependiendo del campo de aplicación, existen distintos niveles de vacío. Para la manipulación por vacío, es suficiente un vacío relativamente bajo, llamado bajo vacío.

El margen de presión del bajo vacío va desde 1 mbar hasta la presión atmosférica (1013 mbar).

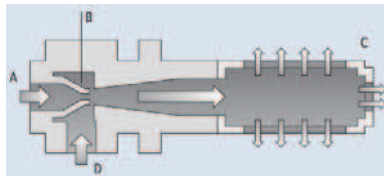


**Figura 1.37** Niveles de presión

Las unidades de medida para la presión en la técnica de vacío son el Pascal [Pa], el Kilopascal [hPa], el Bar [bar] y el Milibar [mbar].

Para lograr la presión de vacío se utiliza dos métodos; una bomba de vacío o un generador de vacío llamado también tobera de aspiración.

Las toberas de aspiración, generan vacío según el principio Venturi. El aire comprimido entra a través de la conexión (A) en el generador y fluye por la tobera Venturi (B). El aire se ve acelerado y comprimido. Detrás de la tobera se alivia el aire acelerado y se produce una depresión (vacío). El aire se aspira a través de la conexión de vacío (D). El aire aspirado y el aire comprimido salen juntos a través del silenciador (C).



**Figura 1.38** Principio de funcionamiento de un generador de vacío

El símbolo usado en neumática para un generador de vacío es el siguiente.



**Figura 1.39** Simbología del generador de vacío

### 1.7.5 VENTOSAS DE ASPIRACIÓN

Las ventosas de aspiración son una solución para aplicaciones de sujeción repetitivas del tipo “tomar, transportar, dejar.

Una ventosa no se fija por sí misma a la pieza. La presión atmosférica presiona la pieza contra la ventosa en cuanto la presión atmosférica es mayor que la presión existente entre la ventosa y la pieza.

La diferencia de presión se consigue conectando a la ventosa un generador de vacío. Éste aspira el aire entre la ventosa y la pieza. En cuanto la ventosa entra en contacto con la superficie de la pieza y la hermetiza contra la presión atmosférica, se genera una depresión. La fuerza de retención es tanto mayor cuanto mayor sea la diferencia de presión entre la presión atmosférica y la presión dentro de la ventosa.





**Figura 1.40** Ventosa de aspiración

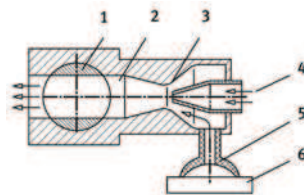
El símbolo usado en neumática para una ventosa de aspiración es el siguiente.



**Figura 1.41** Simbología de la ventosa de aspiración

### 1.7.6 SISTEMA DE VACÍO

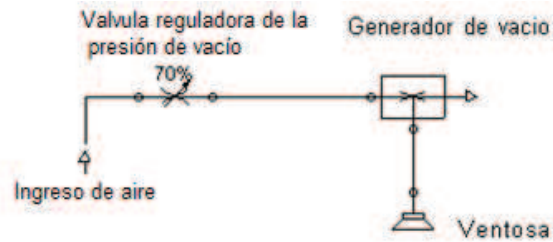
Un sistema de vacío está formado por el generador de vacío más la ventosa de aspiración, además de válvulas las cuales van a permitir realizar el control.



**Figura 1.42** Sistema de vacío.

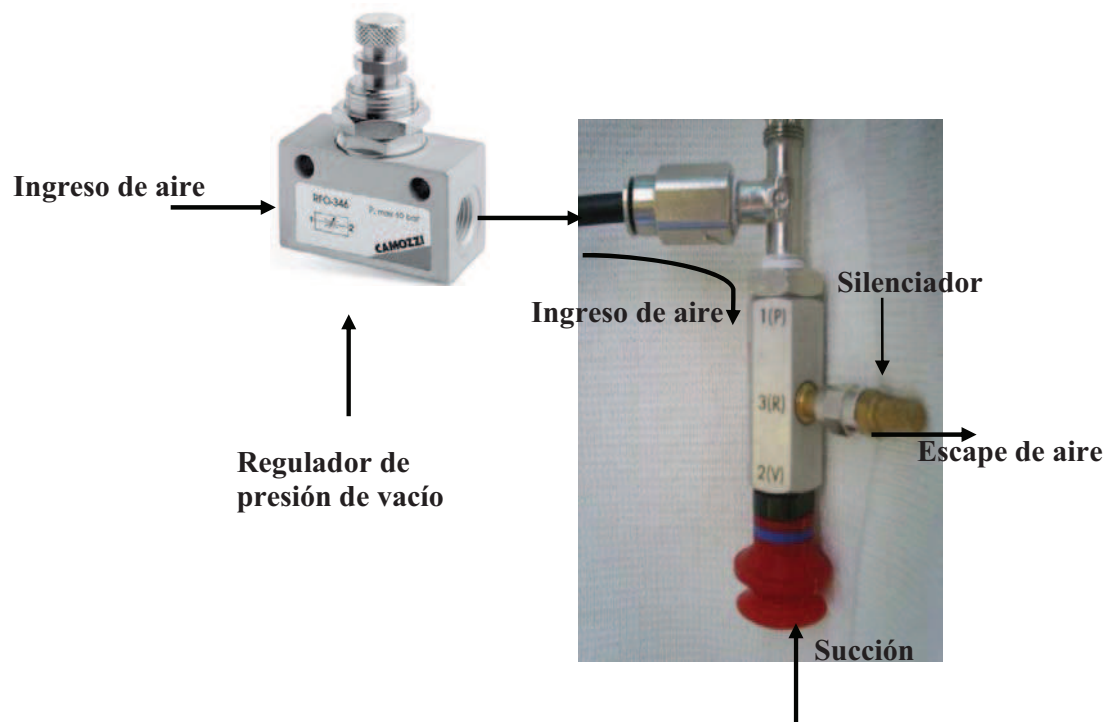
- 1 Válvula de cierre
- 2 Tobera receptora
- 3 Tobera eyectora
- 4 Alimentación de aire comprimido
- 5 Ventosa de aspiración
- 6 Pieza

Además la presión o cantidad de vacío que se genera puede ser regulada colocando una válvula estranguladora o reguladora en el ingreso del aire hacia el generador



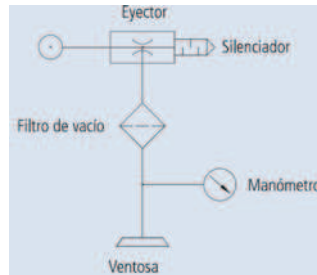
**Figura 1.43** Sistema de vacío con regulación

El sistema de vacío real usado en este proyecto, puede observarse en la siguiente foto.



**Figura 1.44** Sistema de vacío con regulación

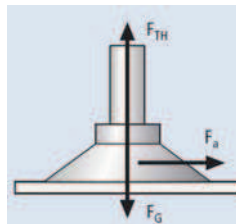
El símbolo usado en neumática para un sistema de vacío quedaría de la siguiente manera.



**Figura 1.45** Simbología del sistema de vacío

Para el cálculo de un sistema de vacío, es importante conocer primero la masa en Kg. de la pieza que va a ser transportada.

Luego se calcula la fuerza de retención, a partir de la masa. Adicionalmente, las ventosas deben poder soportar también las fuerzas de aceleración, que para el caso del prototipo clasificador de huevos, además de la aceleración de la gravedad, existe otra aceleración cuando la ventosa se coloca horizontalmente sobre el huevo que va ser desplazado lateralmente.



**Figura 1.46** Fuerza de retención de la ventosa

En este caso la fuerza de retención de la ventosa se calcula de la siguiente forma

$$F_{TH} = m * \left( g + \frac{a}{\mu} \right) * S \quad [1.28]$$

Donde:

$F_{TH}$  = Fuerza de retención teórica [N]

$F_a$  = Fuerza de aceleración =  $m * a$

$m$  = Masa [kg]

$g$  = Aceleración terrestre [9,81 m/s<sup>2</sup>]

$a$  = Aceleración [ $m/s^2$ ] de la instalación.

$\mu$  = Coeficiente de fricción

$S$  = Seguridad (valor mínimo 1,5 veces de seguridad, en el caso de piezas críticas, heterogéneas o porosas, o bien en el caso de superficies rugosas, 2,0 ó mayor).

El siguiente paso es el cálculo de la fuerza de aspiración para lo cual se usa la siguiente ecuación:

$$F_s = \frac{F_{TH}}{n} \quad [1.29]$$

Donde:

$F_s$  = Fuerza de aspiración

$n$  = Numero de ventosas

Dependiendo de las exigencias, hay diferentes materiales para ventosas especialmente aptos para superficies lisas o rugosas, piezas aceitosas o especialmente sensibles, ventosas antiestáticas para componentes electrónicos, ventosas que dejan pocas huellas para materiales delicados de plástico, etc.

Dependiendo de las características de la superficie, se recomiendan diseños específicos de ventosa. Principalmente, se dispone de ventosas planas o de fuelle como la usada en este proyecto, con los más variados labios o bordes selladores, así como distintos diseños y geometrías.

## CAPÍTULO 2

# DISEÑO DEL SISTEMA AUTOMATIZADO DEL PROTOTIPO CLASIFICADOR DE HUEVOS

## INTRODUCCIÓN

En este capítulo se diseñará los distintos sistemas que necesita el prototipo clasificador de huevos, el cual consta de: banda transportadora controlada que permite la movilización práctica de los huevos, sistema de pesaje que permite determinar la clasificación de los huevos, sistema de clasificado de los huevos mediante mandos neumáticos de selección y transporte, y sistema de control y automatización de los subprocesos descritos anteriormente.

### 2.1 DISEÑO DE LA BANDA TRANSPORTADORA

La banda transportadora será usada para llevar los huevos que van a ser clasificados, este recorrido será desde el lugar donde son dispensados hasta el sitio donde se realizará el respectivo pesaje en serie de cada uno de los huevos.

#### Cálculo de la holgura de la banda

Para aplicar la ecuación 1.12, se debe transformar primero el ancho de la banda a pulgadas, para ello se usa la siguiente equivalencia  $1\text{cm}=0,3937\text{plg}$ , las dimensiones de la banda son: 12cm de ancho= $4,72\text{ plg}$ , 3mm de espesor, y 63cm de largo.

Aplicando la ecuación 1.12, la holgura de la banda ( $c$ ) se calcula de la siguiente manera.

$$c = 0,055(4,72 + 0,9)$$

$$c = 0,309\text{plg}$$

$$c = 0,8\text{cm}$$

### **Cálculo del ancho plano de la banda**

Para el cálculo del ancho plano de la banda se utiliza la ecuación 1.13.

$$Ap = 0,371 * 4,72(p \text{ lg})$$

$$Ap = 1,75 p \text{ lg}$$

$$Ap = 4,4 \text{ cm}$$

### **Cálculo del área del material a transportar**

Utilizando la ecuación 1.14 se calcula el área del huevo que va a ser transportado, el cálculo se hace para la peores condiciones es decir cuando se transporte el huevo mas grande.

El huevo se moviliza acostado y de manera paralela a la banda, por lo tanto la altura del huevo sería el ancho y la base se podría considerar al largo del huevo.

Un huevo grande promedio tiene 4,8cm de ancho y 6,5cm de largo.

$$A = 0,048(\text{m}) * 0,065(\text{m})$$

$$A = 3,12 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

### **Cálculo de la cinta completamente cargada**

Por tratarse de un prototipo el largo de la cinta transportadora es pequeño y mide 0,63m. Aplicando la ecuación 1.15:

$$Vc = 0,63(\text{m}) * 3,12 \times 10^{-3} (\text{m}^2)$$

$$Vc = 1,96 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

### Cálculo de la velocidad necesaria

La capacidad volumétrica de la cinta transportadora ( $cap$ ), es un dato conocido ya que es la cantidad de material a descargar por hora, en el caso del clasificador, la capacidad se calcula de la siguiente manera:

Primero se debe usar el dato de la cinta completamente cargada que se calculó anteriormente  $V_c = 1,96 \times 10^{-3} m^3$ , este valor corresponde a la cantidad de huevos que alcanzan en la cinta transportadora, para el caso del prototipo clasificador son 7 huevos.

La máquina se demora 0,33 minutos aproximadamente en procesar un huevo, es decir que en vaciar la cinta transportadora se demorará 2,33 minutos; partiendo de estos datos se puede calcular la capacidad ( $cap$ ) de la cinta transportadora mediante una simple relación:

$$cap = \frac{60(\text{min}) * 1,96 \times 10^{-3} (m^3)}{2,33(\text{min})}$$

$$cap = 5,04 \times 10^{-2} (m^3 / h)$$

La velocidad en número de veces que la cinta debe ser llenada o cargada se calcula con ecuación 1.16

$$N^{\circ} \text{ veces} = \frac{5,04 \times 10^{-2} (m^3 / h)}{1,96 \times 10^{-3} m^3}$$

$$N^{\circ} \text{ veces} = 25 \left( \frac{\text{veces}}{h} \right)$$

Ahora se debe calcular la velocidad en m/h con la ecuación 1.17.

$$V = 25 * 0,63(\text{m})$$

$$V = 16,22 \left( \frac{\text{m}}{\text{h}} \right) = 4,5 \times 10^{-3} \left( \frac{\text{m}}{\text{s}} \right)$$

### **Cálculo del peso a transportar.**

El cálculo del peso a transportar permite obtener la capacidad que deberá transportar la cinta en kilogramos/hora.

El peso específico de un huevo varía entre 1,070 a 1,090, por lo tanto se tomará el valor promedio  $1,080 \text{ g/cm}^3 = 1080 \text{ kg/m}^3$ . El coeficiente Z1 y Z2 es igual a 1 porque el huevo va acostado asentado sobre su centro de gravedad y por que la banda transportadora no tiene ninguna inclinación; utilizando la ecuación 1.18.

$$Pt = \frac{1080 \left( \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) * 5,04 \times 10^{-2} \left( \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right)}{1 * 1}$$

$$Pt = 54,43 \text{ Kg} \quad \text{que transporta la cinta en 1 hora}$$

#### **2.1.1 SELECCIÓN DEL MOTORREDUCTOR**

Por ser un prototipo pequeño, el motor de AC que mueve la banda es monofásico de 1/4 hp y de 1700 rpm, lo cual es suficiente para mover la banda y su carga.

El motorreductor que se usará en este proyecto es variable, y permite tener velocidades desde  $\frac{1}{4}$  de la velocidad de entrada hasta detener totalmente la banda simplemente variando el motorreductor, de esta manera se puede hacer trabajar a una mayor o menor velocidad a la banda, dependiendo de los requerimientos del usuario.



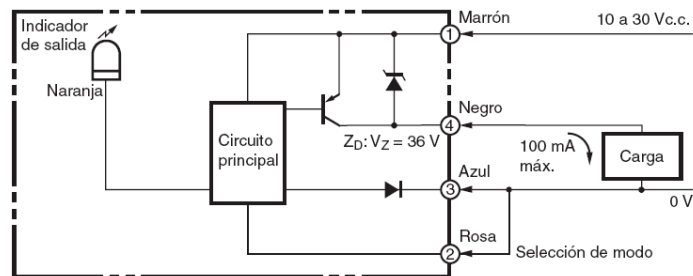
## 2.1.2 DISEÑO DEL ACONDICIONAMIENTO DEL SENSOR DE PROXIMIDAD FOTOELÉCTRICO

Esta etapa del diseño es importante ya que el objetivo del sensor fotoeléctrico es detener la banda transportadora en el momento que el huevo está entrando en la zona de pesado, de esta manera, el huevo puede colocarse sobre la celda de carga y ser pesado mientras que los demás huevos esperan su turno.

El sensor fotoeléctrico utilizado es de la marca OMRON modelo E3F2-DS30B4 de óptica reflexiva directa; es decir que tanto el emisor como el detector se encuentran en la misma carcaza y la detección se hace cuando el haz de luz se refleja sobre el huevo.

El emisor de luz es un led infrarrojo de 880nm el cual es inofensivo para la salud, y su alcance máximo es de 0,3m.

La salida para el control es del tipo transistor PNP, trabajando en corte y saturación según la figura 2.1



**Figura 2.1** Circuito interno del sensor fotoeléctrico OMRON

Cuando la banda está en movimiento, el emisor infrarrojo está apuntando sobre una superficie negra lo cual impide que el haz de luz regrese; si el huevo llega a la zona de pesado, el haz de luz rebota, haciendo que el transistor entre en saturación y obteniendo a la salida del sensor una señal que varía en este caso de 0V (ausencia del huevo) a VCC (presencia del huevo).

Para poder ingresar esa señal al microcontrolador PIC de tal manera que sienta la presencia del huevo ingresando a la zona de pesaje, es necesario obtener una señal discreta que varíe de 0L (ausencia del huevo) a 1L (presencia del huevo), para esto se utiliza un circuito comparador, el cual tiene en la entrada de la referencia, un voltaje variable, para poder calibrarlo.

Finalmente para lograr la señal deseada de 0L o 1L, a la salida del comparador se coloca un diodo y un diodo zener, para que de esta manera 0L sea 0V y 1L sea 5V.

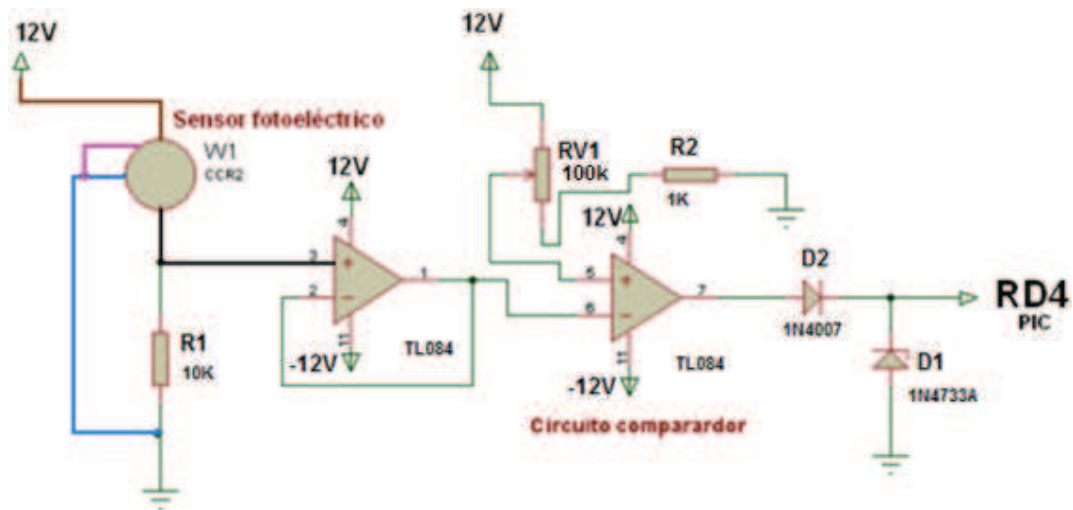


Figura 2.2 Diseño del acondicionamiento del sensor fotoeléctrico

## 2.2 DISEÑO DEL SISTEMA DE PESAJE

El sistema de pesaje puede resumirse en el siguiente diagrama de bloques.

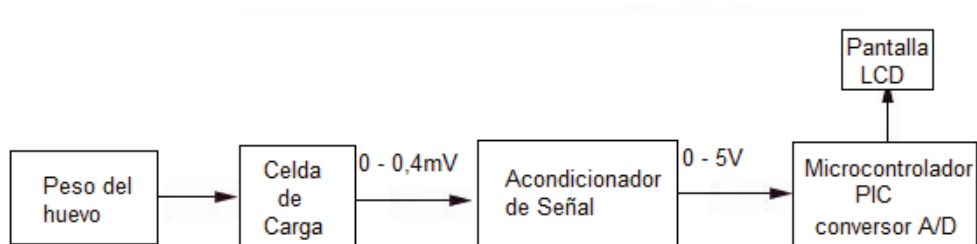


Figura 2.3 Diagrama de bloques del sistema de pesaje

## 2.2.1 SELECCIÓN DE LA CELDA DE CARGA

Debido a que el peso que tiene que soportar la celda es pequeño, la celda escogida tiene una carga máxima de trabajo de 5000g=5Kg, ya que es la más pequeña y económica que se puede encontrar en el Ecuador. El sistema de pesaje consta de una celda de carga, un amplificador de instrumentación, un amplificador no inversor, y el conversor A/D del microcontrolador PIC.

La aplicación de la carga es del tipo viga de flexión figura 1.12, la salida de la celda es de 2mV/V y se excita con 12V.

Según la tabla 1.2, el peso del huevo más grande es mayor a 75g, por lo tanto el diseño se lo hará para 80g; aplicando la ecuación 1.11 la señal resultante sería:

$$Señal = \frac{80g * 2 \frac{mv}{V} * 12V}{5000g} = 0,384mv$$

La celda de carga tiene un voltaje muy pequeño y además diferencial en su salida, por lo tanto es necesario amplificar esa señal para que el microcontrolador pueda detectar un voltaje variable entre 0V y 5V proporcional al peso del huevo.

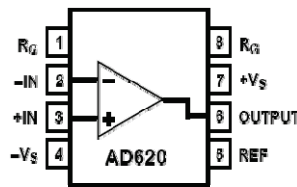
## 2.2.2 DISEÑO DEL ACONDICIONAMIENTO DE LA CELDA DE CARGA

### 2.2.2.1 Amplificador de instrumentación (AD620)

La primera etapa del diseño consta de un amplificador de instrumentación, para el sistema de carga se ha escogido el integrado AD620, ya que al intentar implementar un amplificador de instrumentación solo utilizando amplificadores operacionales, se dificulta el encontrar componentes que sean del valor exacto como es el caso de las resistencias, o bien que el voltaje de offset sea muy cercano a cero en el caso de los amplificadores operacionales.

El amplificador AD620 tiene las siguientes características generales:

- La ganancia se coloca utilizando una sola resistencia
- Rango de ganancia de 1 a 1000
- Amplificador de bajo ruido
- Opera con voltajes BIPOLARES de +- 2.3 a +- 18 volts
- Disponible en empaquetado de 8 pines
- Consumo de 1.3 mA
- El desempeño en DC es excelente ya que solo tiene un máximo de 50 uV de offset
- Desvío máximo de 0.6 uV/°C



**Figura 2.4** Diagrama de terminales correspondiente al amplificador de instrumentación

Para determinar la resistencia externa del amplificador de instrumentación se lo hace con la ecuación provista por el fabricante:

$$G = \frac{49.4K\Omega}{R_G} + 1 \quad [2.1]$$

Debido a que el voltaje diferencial entregado por la celda de carga es demasiado pequeño, es necesario una ganancia de 1000, lo máximo que entrega el amplificador de instrumentación; aplicando la ecuación 2.1 se obtendrá el valor de la resistencia.

$$R_G = \frac{49.4K\Omega}{G - 1}$$

$$R_G = \frac{49.4K\Omega}{1000 - 1} = 49.45\Omega$$

$$R_G = 51\Omega$$

Por lo tanto para ese valor de resistencia se recalcula la ganancia con la ecuación 2.1

$$G = \frac{49.4K\Omega}{51\Omega} + 1$$

$$G = 969,62$$

Para una ganancia de 969,62 y con el huevo de 80g se obtiene a la salida un voltaje según la ecuación 2.2:

$$G = \frac{V_o}{V_{in}} \quad [2.2]$$

$$V_o = G * V_{in}$$

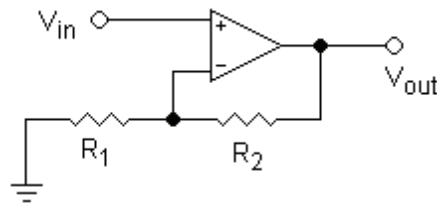
$$V_o = 969,62 * 0.384mV$$

$$V_o = 0.369V$$

Por lo que es necesaria otra etapa de amplificación para poder trabajar mejor con valores que necesita el microcontrolador.

#### 2.2.2.2 Amplificador no inversor

Para la segunda etapa del diseño de amplificación de la celda de carga se utiliza un amplificador operacional TL084 para hacer un amplificador no inversor como se muestra en la figura 2.5, en esta etapa se amplifica más la señal de salida del AD620; el amplificador no inversor tiene una ganancia de 10, el voltaje de entrada, ingresa por el pin positivo.



**Figura 2.5** Amplificador no inversor

$$G = 1 + \frac{R2}{R1} \quad [2.3]$$

$$V_{out} = V_{in} \left( 1 + \frac{R2}{R1} \right) \quad [2.4]$$

Sea  $R2 = 10K\Omega$  y  $G=10$  por lo tanto  $R1=1,1K\Omega$

Para el caso del huevo de 80g a la salida de esta etapa, según la ecuación 2.2 se tiene:

$$V_o = G \cdot V_{in}$$

$$V_o = 10 \cdot 0.369$$

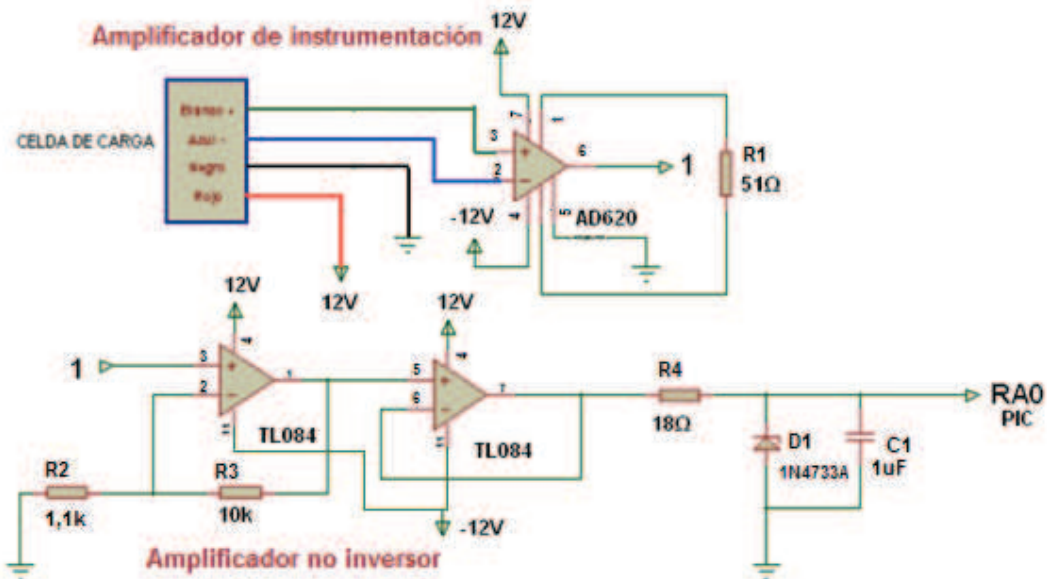
$$V_o = 3.69V$$

Después de la segunda etapa se aplica un seguidor de tensión para acoplar impedancias, a la salida del seguidor se coloca un capacitor de  $1\mu F$  y una resistencia de  $18\Omega$  que funcionan como filtro para estabilizar el voltaje que va a entrar al microcontrolador, este filtro debe tener una frecuencia de corte menor que la mitad de la frecuencia de muestreo del conversor AD, por lo tanto, como la frecuencia de muestreo del conversor AD es de  $20kHz$ , la frecuencia de corte del filtro debe ser menor a  $10kHz$ , para los valores de capacitor y resistencia mencionados:

$$f_c = \frac{1}{2\pi RC} \quad [2.5]$$

$$f_c = \frac{1}{2\pi \cdot 18 \cdot 1 \times 10^{-6}} = 8,84kHz$$

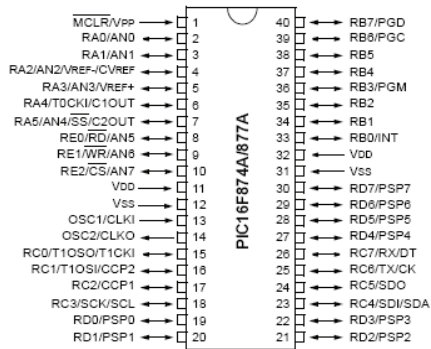
Por lo tanto la frecuencia de corte del filtro si cumple la condición. Finalmente como protección se coloca un diodo zener de 5.1V para evitar que no ingrese al PIC16F877A más de 5V.



**Figura 2.6** Diseño de la etapa de amplificación la celda de carga.

### 2.2.2.3 Conversor A/D

Una vez amplificada la señal entregada por el amplificador de instrumentación, un conversor A/D, incorporado en el PIC16F877A de la familia MICROCHIP, recoge esta señal y realiza la conversión necesaria para la visualización de la cantidad medida en la pantalla LCD y para determinar a qué clasificación pertenece el huevo. Además, el microcontrolador manipula todas las señales provenientes del exterior, ya sea desde el amplificador o de los pulsadores que comandan las funciones del clasificador. En la figura 2.7, se muestra dicho microcontrolador.



**Figura 2.7** Microcontrolador PIC16F877A

El PIC16F877A posee un convertor A/D de 10 bits de resolución y 7 canales de entrada. La señal analógica se aplica a un capacitor de captura y mantenimiento y luego se introduce al convertor, este convertor proporciona el valor digital, equivalente a los 10 bits, utilizando el método de conversión por aproximaciones sucesivas. El convertor A/D posee 4 registros:

ADRESH: Registro de resultado de conversión (bits más significativos).

ADRESL: Registro de resultado de conversión (bits menos significativos).

ADCON0: registro de control 0. (Controla las operaciones del módulo A/D)

ADCON1: registro de control 1. (Configura los canales analógicos).

Las entradas analógicas y de referencia se configuran en el registro ADCON, con los bits PCFG <0-3>

PCFG <3:0>	AN7	AN6	AN5	AN4	AN3	AN2	AN1	AN0	VREF+	VREF-	C/R
0000	A	A	A	A	A	A	A	A	VDD	VSS	8/0
0001	A	A	A	A	VREF+	A	A	A	AN3	VSS	7/1
0010	D	D	D	A	A	A	A	A	VDD	VSS	5/0
0011	D	D	D	A	VREF+	A	A	A	AN3	VSS	4/1
0100	D	D	D	D	A	D	A	A	VDD	VSS	3/0
0101	D	D	D	D	VREF+	D	A	A	AN3	VSS	2/1
011x	D	D	D	D	D	D	D	D	—	—	0/0
1000	A	A	A	A	VREF+	VREF-	A	A	AN3	AN2	6/2
1001	D	D	A	A	A	A	A	A	VDD	VSS	6/0
1010	D	D	A	A	VREF+	A	A	A	AN3	VSS	5/1
1011	D	D	A	A	VREF+	VREF-	A	A	AN3	AN2	4/2
1100	D	D	D	A	VREF+	VREF-	A	A	AN3	AN2	3/2
1101	D	D	D	D	VREF+	VREF-	A	A	AN3	AN2	2/2
1110	D	D	D	D	D	D	D	A	VDD	VSS	1/0
1111	D	D	D	D	VREF+	VREF-	D	A	AN3	AN2	1/2

A = Analog input D = Digital I/O

C/R = # of analog input channels/# of A/D voltage references

**Tabla 2.1** Configuración de entradas analógicas y referencias



Para el caso del prototipo clasificador, se tendrá tres entradas analógicas, una será el canal por donde ingresa el dato acondicionado para determinar el peso del huevo, y las otras dos entradas servirán como referencias del conversor A/D en el momento de la calibración.

Para dicho efecto se configura el registro TRISA como entradas en:

RA0 (entrada del valor analógico a convertir)

RA2 (entrada de la referencia inferior del conversor A/D)

RA3 (entrada de la referencia superior del conversor A/D)

Además se debe configurar el registro ADCON1 para tener entradas analógicas en los canales AN0, AN2 y AN3; por lo tanto debe escribirse en el ADCON1 el valor de 00001111, según la tabla 2.1

R/W-0	R/W-0	U-0	U-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
ADFM	ADCS2	—	—	PCFG3	PCFG2	PCFG1	PCFG0
bit 7							bit 0

**Figura 2.8** Registro ADCON1 del PIC 16F877A

#### 2.2.2.3.1 Calibración

Para la calibración se utiliza un método sencillo, el cual se procede a explicar. Primeramente se observa el peso que indica el LCD sin peso aplicado y se regula el potenciómetro de precisión que modifica el valor de la tensión en el pin Vref(-) o RA2 del PIC hasta obtener la lectura de cero, luego se coloca un peso patrón, cuyo valor es conocido, y se regula otro potenciómetro de precisión que modifica el valor de la tensión en el pin Vref(+) o RA3 del PIC hasta lograr la visualización, en el LCD, del peso patrón aplicado a la celda de carga.

## 2.3 DISEÑO DEL SISTEMA DE CLASIFICADO

### 2.3.1 SELECCIÓN DE ELEMENTOS DE TRABAJO

En la etapa del sistema de clasificado se utilizará algunos elementos neumáticos, ya que estos facilitan el poder movilizar el producto de un lado a otro y sin la intervención del obrero.

Los elementos necesarios en este proceso son:

- Un cilindro de doble efecto
- Un generador de vacío
- Una electroválvula 3/2 normalmente cerrada y de retorno por muelle.
- Una electroválvula 5/2 normalmente cerrada y de retorno por muelle.
- Una ventosa de aspiración.

### **2.3.2 DISEÑO DEL SISTEMA DE SUJECCIÓN**

Antes de proceder al diseño de un sistema de mando neumático, es necesario hacer uso de tablas o gráficos adecuados, que pongan de manifiesto el desarrollo secuencial del movimiento de los elementos de trabajo y, los estados de conmutación de los elementos de mando y permitan además, establecer las correlaciones entre los diferentes elementos con rapidez y seguridad.

La secuencia que sigue el sistema de sujeción del clasificador de huevos una vez pesado el huevo se desarrollará en base a lo siguiente: El huevo es elevado por un cilindro neumático "A", este cilindro cuenta con una ventosa en el extremo del vástago, la ventosa trabaja con un generador de vacío para la succión del huevo, una vez que el huevo está sujetado por la ventosa, el cilindro "A" retorna a su posición inicial, y se transporta hacia el lugar destinado de acuerdo al peso del huevo, el vástago sale del cilindro "A", se corta la señal del generador de vacío lo que hace que se suelte el huevo y retorna el cilindro "A".

#### **Representación de las fases en orden cronológico**

- El cilindro A desciende
- Generador de vacío se enciende
- El cilindro A retorna
- El cilindro A desciende
- Generador de vacío se apaga
- El cilindro A retorna

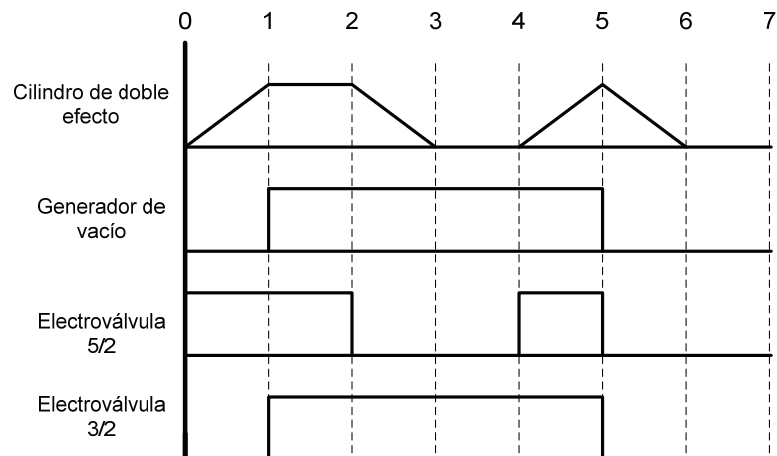
## Representación en forma de tabla

Fase	Movimiento Cilindro A	Generador de vacío
1	Salida del vástago	OFF
2	Salida del vástago	ON
3	Entrada del vástago	ON
4	Entrada del vástago	ON
5	Salida del vástago	ON
6	Salida del vástago	OFF
7	Entrada del vástago	OFF

**Tabla 2.2** Representación del diseño del sistema neumático

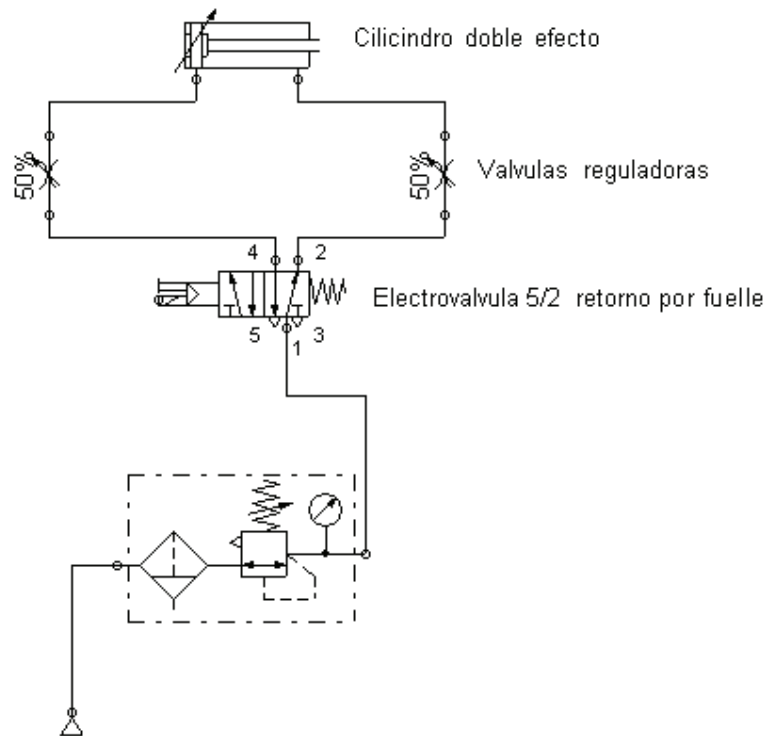
Con las dos representaciones distintas para el diseño neumático del clasificador de huevos se puede observar que es necesario un cilindro de doble efecto, cuya teoría se menciona en la sección 1.7.3.3., de igual forma una electroválvula distribuidora neumática 5/2 2 escapes, tipo muelle, la cual servirá para controlar el ingreso y la salida del aire (subida y bajada del vástago), al momento que sea necesario según la tabla 2.2.

Para comprender mejor el contenido de la tabla la figura 2.9 muestra el diagrama espacio – fase del cilindro de doble efecto, el generador de vacío y de las electroválvulas. El ciclo comienza en el punto 0.



**Figura 2.9** Diagrama espacio – fase del sistema neumático.

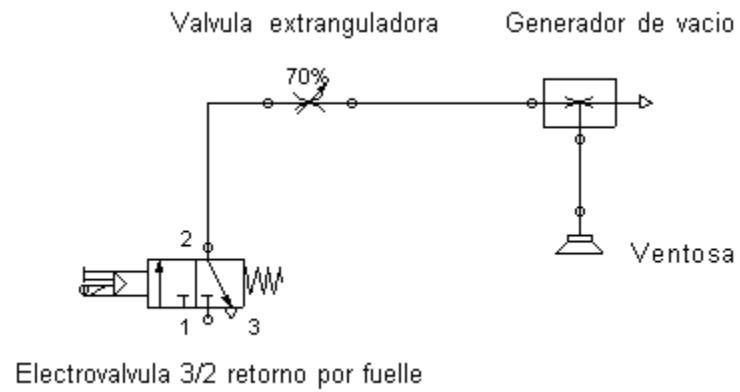
En la figura 2.10 se indica el control para el cilindro doble efecto, el mismo que a su vez es controlado con dos válvulas reguladoras para poder variar la velocidad del vástago en lo referente a su salida y retorno.



**Figura 2.10** Diseño del control del cilindro doble efecto

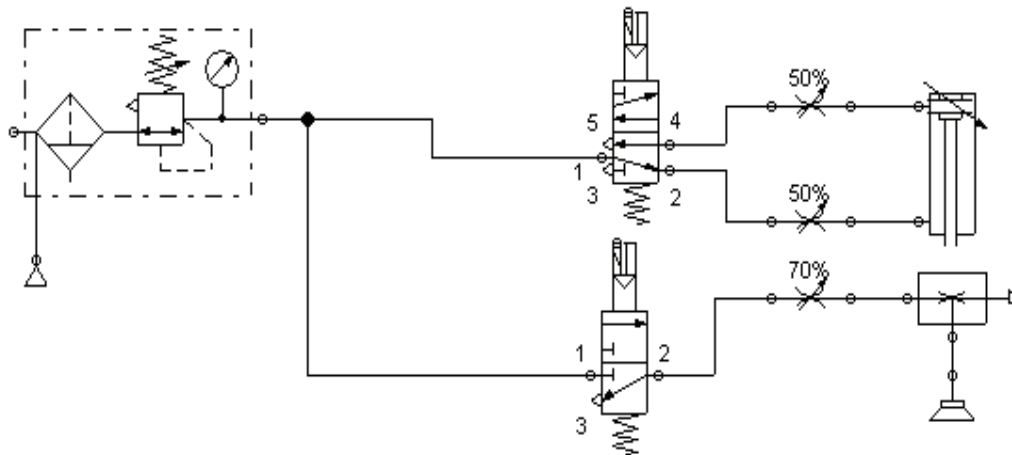
Para el sistema de sujeción se necesita una electroválvula distribuidora 3/2 retorno por muelle cuya función es el permitir o no el paso del aire hacia el generador de vacío, con esto se logra generar o interrumpir el vacío o succión; una válvula estranguladora la cual tiene como función dar caudal controlado en una dirección para evitar que al momento de apagar el generador el huevo sea soltado bruscamente, un generador de vacío el cual ayudará a sujetar el huevo mediante una ventosa tipo fuelle para que tenga la función de amortiguamiento para los huevos grandes.

El sistema de sujeción va estar colocado en el extremo de vástago mediante una unión tipo T, para así cumplir con las características que necesita el clasificador automático de huevos según la tabla 2.2.



**Figura 2.11** Diseño del control de la generación de vacío

La figura 2.12 muestra el diseño completo del sistema neumático de sujeción, el cual además de lo descrito anteriormente tiene a su entrada el compresor y la unidad de mantenimiento, cuya teoría es explicada en la sección 1.7.1



**Figura 2.12** Diseño del sistema de sujeción

### 2.3.2.1 Fuerza de empuje del cilindro

La fuerza de empuje del cilindro tanto para el avance del vástago como para el retroceso del mismo, se calcula utilizando las ecuaciones 1.22, 1.24 y 1.25

Según las características del cilindro; el émbolo tiene un diámetro de 12mm, y el vástago tiene 6 mm de diámetro; para estas condiciones y con una presión de trabajo de 6 bares=6kgf/cm<sup>2</sup>; en el caso del avance del vástago:

$$A = \frac{\pi}{4} 1,2^2$$

$$A = 1,13 \text{ cm}^2$$

$$F = 6 \frac{\text{Kgf}}{\text{cm}^2} * 1,13 \text{ cm}^2$$

$$F = 6,78 \text{ Kgf}$$

Para el caso del retroceso

$$A = \frac{\pi}{4} (1,2^2 - 0,6^2)$$

$$F = 6 * 0,848$$

$$F = 5,09 \text{ Kgf}$$

### 2.3.2.2 Consumo de aire

Para el cálculo del consumo de aire, se necesita previamente calcular la relación de compresión; para lo cual se aplica la ecuación 1.27.

$$\text{relación de compresión} = \frac{1,033 + 6}{1,033} = 6,81$$

Por lo tanto, el consumo de aire para el cilindro de doble efecto de longitud de carrera 100mm y si el tiempo del ciclo n=3seg; se calcula mediante la ecuación 1.26 como sigue:

$$V_{total} = 100 \left( \frac{\pi}{4} (12^2 - 6^2) + \frac{\pi}{4} 12^2 \right)$$

$$V_{total} = 19792,03 \text{ mm}^3 = 1,97 \times 10^{-5} \text{ m}^3$$

$$V_{aire\ libre} = 1,97 \times 10^{-5} m^3 * 6,81 = 1,34 \times 10^{-4} m^3$$

$$Q = \frac{1,34 \times 10^{-4} m^3}{3\text{seg}} = 4,47 \times 10^{-5} \frac{m^3}{\text{seg}} = 2,68 \frac{l}{\text{min}}$$

Por lo tanto 2,68 l/min es el caudal mínimo requerido del compresor.

### 2.3.2.3 Fuerza de retención de la ventosa

Para el cálculo de la fuerza de retención, es importante conocer la masa en Kg del huevo; luego se calcula la fuerza de retención, a partir de la masa.

Adicionalmente, las ventosas deben poder soportar también las fuerzas de aceleración, que para el caso del prototipo clasificador de huevos, además de la aceleración de la gravedad, existe otra aceleración cuando la ventosa se coloca horizontalmente sobre el huevo que va ser desplazado lateralmente como lo indica la figura 1.44.

Para este caso, aplicando la ecuación 1.28, y tomando como peso el huevo más grande 80g; la fuerza de retención se calcula como:

$$F_{TH} = 0,08 * \left( 9,81 + \frac{0,007}{0,01} \right) * 1,5$$

$$F_{TH} = 1,26 \text{ N}$$

0,007 [m/s<sup>2</sup>] es la aceleración a la cual se transporta el cilindro lateralmente, mientras que 0,01 es el coeficiente de fricción del aire porque el huevo se transporta lateralmente suspendido en el aire.

### 2.3.2.4 Fuerza de aspiración

El siguiente paso es el cálculo de la fuerza de aspiración para lo cual sustituyendo los valores en la ecuación 1.29, y tomando en cuenta que se tiene una sola ventosa:

$$F_s = \frac{1,26}{1}$$
$$F_s = 1,26 \text{ N}$$

### 2.3.3 DISEÑO DEL SISTEMA DE TRASLADO

El sistema de traslado sirve para transporta los huevos que están previamente en el sistema de sujeción. El sistema de translación está controlado mediante un motor a pasos unipolar ya que dependiendo de donde se encuentre el lugar de clasificación, éste ubicara al huevo en su lugar correspondiente sea pequeño, mediano o grande.

El motor a pasos unipolar es seleccionado por su exactitud al momento de ubicarse en algún sitio específico, y por su facilidad de retornar a su posición inicial; su control es mediante la secuencia de olas, para lo cual se utiliza el driver ULN2803A como intermediador entre el motor a pasos y el microcontrolador PIC16F877A, también se utiliza unos diodos para proteger al microcontrolador de que la corriente no se regrese.

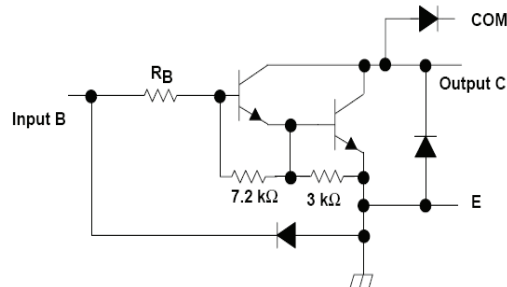
#### 2.3.3.1 Driver para el motor a pasos unipolar (ULN2803A)

Debido a la pequeña potencia que suministran los microcontroladores, es necesario amplificar las salidas en función de las cargas que se vaya a controlar.

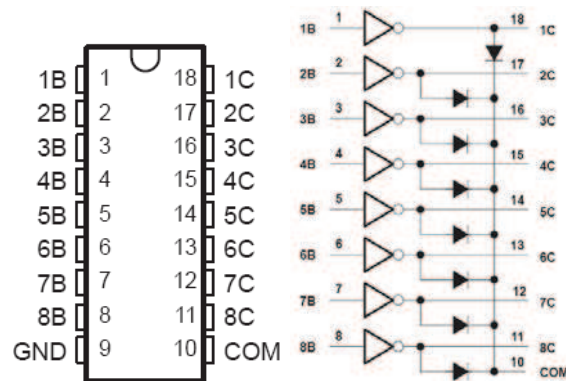
Un método sencillo y económico es emplear el integrado ULN2803A, que es un conjunto de Darlington (darlington array) montados en un chip con el que se puede controlar cargas de hasta medio amperio. El integrado lleva diodos de protección contra las sobretensiones producidas por cargas inductivas.

En las figuras 2.13 y 2.14 están los diagramas del integrado ULN2803A.





**Figura 2.13** Diagrama de un canal

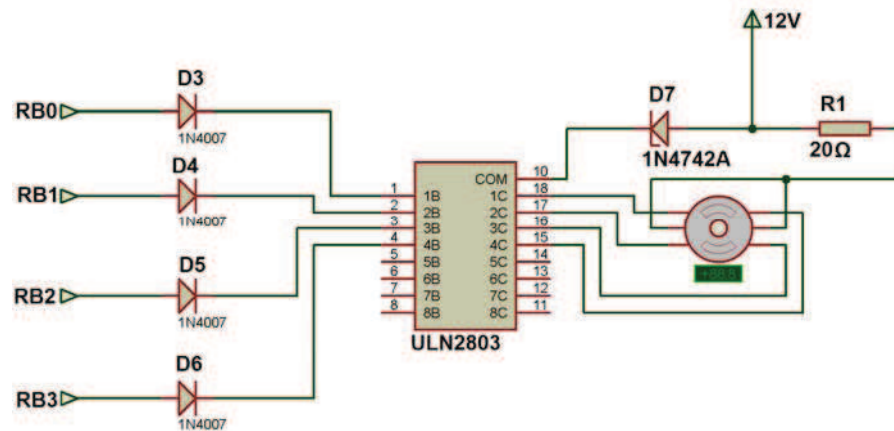


**Figura 2.14** Diagrama externo e interno

El ULN2803A está compuesto por 8 transistores Darlington, estos se caracterizan por tener una gran ganancia, entonces si se envía un voltaje a una de las entradas del Darlington este se satura, si no se envía nada queda en corte, de esta forma en el integrado cuando envía un 1 lógico a una entrada existirá un 0 lógico a la salida que le corresponde.

El integrado ULN2803A tiene las siguientes características generales:

- Intensidad por canal = 500mA
- Tensión máxima de alimentación = 50 v
- Protección interna contra sobretensiones producidas por cargas inductivas
- Señal mínima de entrada = 2 v
- Los pares Darlington pueden colocarse en paralelo para gobernar cargas que consumen intensidades elevadas, como por ejemplo, pequeños motores.



**Figura 2.15** Diseño del sistema de traslación

La figura 2.15 indica la conexión del Pórtico B del microcontrolador con el driver ULN2803 para el control del motor a pasos; por lo tanto la secuencia de control por olas será la siguiente:

Nº de Pasos	RB0	RB1	RB2	RB3
Paso 1	1	0	0	0
Paso 2	0	1	0	0
Paso 3	0	0	1	0
Paso 4	0	0	0	1

**Tabla 2.3** secuencia por olas del motor a pasos

Dependiendo del tamaño de los huevos, el motor dará más o menos pasos para ubicarse en la sección correspondiente donde deben depositarse los huevos ya clasificados.

La resistencia de la bobina del motor es de  $6\Omega$ , por lo tanto es imposible conectar directamente el driver ULN2803, ya que el valor de la corriente sobrepasaría los 500mA, lo que produciría la avería del integrado; por lo tanto es necesario colocar una resistencia entre el voltaje de 12V y el terminal común del motor para limitar el valor de corriente.

Aplicando una simple ley de ohm:

$$V = R \cdot I$$

[2,6]

$$R = \frac{12V}{500mA} = 24\Omega$$

Por lo tanto se coloca una resistencia de  $20\Omega$  de potencia para limitar la corriente, con esto circulará una corriente de  $461,54mA < 500mA$ .

## 2.4 DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN

Todo el sistema de control está manejado por un microcontrolador PIC 16F877A de Microchip, el cual, cumple todas las tareas de sensor, adquirir, visualizar y controlar los sistemas que posee el clasificador.



Figura 2.16 PIC16F877A

### 2.4.1 DISEÑO DEL SOFTWARE DE CONTROL

El administrador de los recursos del prototipo es el microcontrolador PIC 16F877A, que está programado para procesar los datos del sensor de presencia y del sensor de peso, mostrar el peso en la pantalla LCD así como la clasificación a la que pertenece, y el número de huevos que están conformando esa clasificación, además realiza las funciones de controlar la banda transportadora, controlar el sistema de sujeción (control de las electroválvulas neumáticas), controlar el sistema de traslado (control del motor a pasos).

Además, el microcontrolador manipula todas las señales provenientes de los pulsadores que comandan las funciones del clasificador tales como marcha, paro, borrar datos, historial de datos, entre otras.

## Programa del microcontrolador

Las funciones principales del microcontrolador son: controlar el avance o paro de la banda transportadora, adquirir los datos de peso, mostrar el peso, clasificación y cantidad de huevos, y, controlar al sistema de sujeción y traslado hasta su grupo correspondiente; todo esto de manera automática.

Para realizar estas funciones, se desarrolló un programa con el compilador PICBASIC PRO 2.47 del software MicroCode Studio Plus versión 2.3.0.0.

El microcontrolador requiere ser configurado de acuerdo con los pines y recursos a utilizar, para el caso son: el pin para el sensor de presencia en la banda transportadora, el pin que controla el motor de la banda, los pines que utiliza el conversor A/D, los pines para el control de las electroválvulas, los pines para el control del motor a pasos, los pines para el LCD, y los pines para el ingreso de instrucciones a través de los pulsantes.

Todos estos recursos se configuran con instrucciones especiales en el compilador que determinan en que pin van a ser utilizados.

A continuación se presenta los pines utilizados para la realización del sistema:

PUERTOS	DISTRIBUCIÓN DE PINES	ASIGNACIÓN
PUERTO A	RA0 (pin 2)	Entrada analógica de la celda
	RA1 (pin 3)	Posibilidad de ampliación
	RA2 (pin 4)	Entrada referencia inferior A/D
	RA3 (pin 5)	Entrada referencia superior A/D
	RA4 (pin 6)	Pulsante Paro
	RA5 (pin 7)	Pulsante Marcha
	RB0 (pin 33)	Control motor a pasos
	RB1 (pin 34)	Control motor a pasos
	RB2 (pin 35)	Control motor a pasos

PUERTO B	RB3 (pin 36)	Control motor a pasos
	RB4 (pin 37)	Posibilidad de ampliación
	RB5 (pin 38)	Posibilidad de ampliación
	RB6 (pin 39)	Posibilidad de ampliación
	RB7 (pin 40)	Posibilidad de ampliación
PUERTO C	RC0 (pin 15)	Datos LCD
	RC1 (pin 16)	Datos LCD
	RC2 (pin 17)	Datos LCD
	RC3 (pin 18)	Datos LCD
	RC4 (pin 23)	Avance manual del motor a pasos
	RC5 (pin 24)	Avance manual de la banda
	RC6 (pin 25)	Activación del cilindro y generador
	RC7 (pin 26)	Desactivar cilindro y generador
PUERTO D	RD0 (pin 19)	R/S del LCD
	RD1 (pin 20)	E del LCD
	RD2 (pin 21)	Selector: Normal / Mantenimiento
	RD3 (pin 22)	Regreso manual de motor a pasos
	RD4 (pin 27)	Sensor de proximidad
	RD5 (pin 28)	Electroválvula 5/2 (cilindro)
	RD6 (pin 29)	Electroválvula 3/2 (generador)
	RD7 (pin 30)	Motor banda transportadora (AC)
PUERTO E	RE0 (pin 8)	Pulsante Borrado de datos
	RE1 (pin 9)	Pulsante Historial de datos
	RE2 (pin 10)	Posibilidad de ampliación
PROPÓSITO GENERAL	OSC1/CLKIN (pin 13)	Entrada del oscilador
	OSC2/CLKOUT (pin 14)	Salida del oscilador
	VSS (pin 12)	Conexión a tierra
	VSS (pin 31)	Conexión a tierra
	VDD (pin 11)	Entrada de alimentación positiva
	VDD (pin 32)	Entrada de alimentación positiva
	MCLR/Vpp (pin 1)	Entrada del RESET

**Tabla 2.4** Recursos utilizados por el microcontrolador

El programa de control principal cuenta con distintos procesos y subrutinas, las cuales están explicadas con detalle en el siguiente diagrama de flujo:

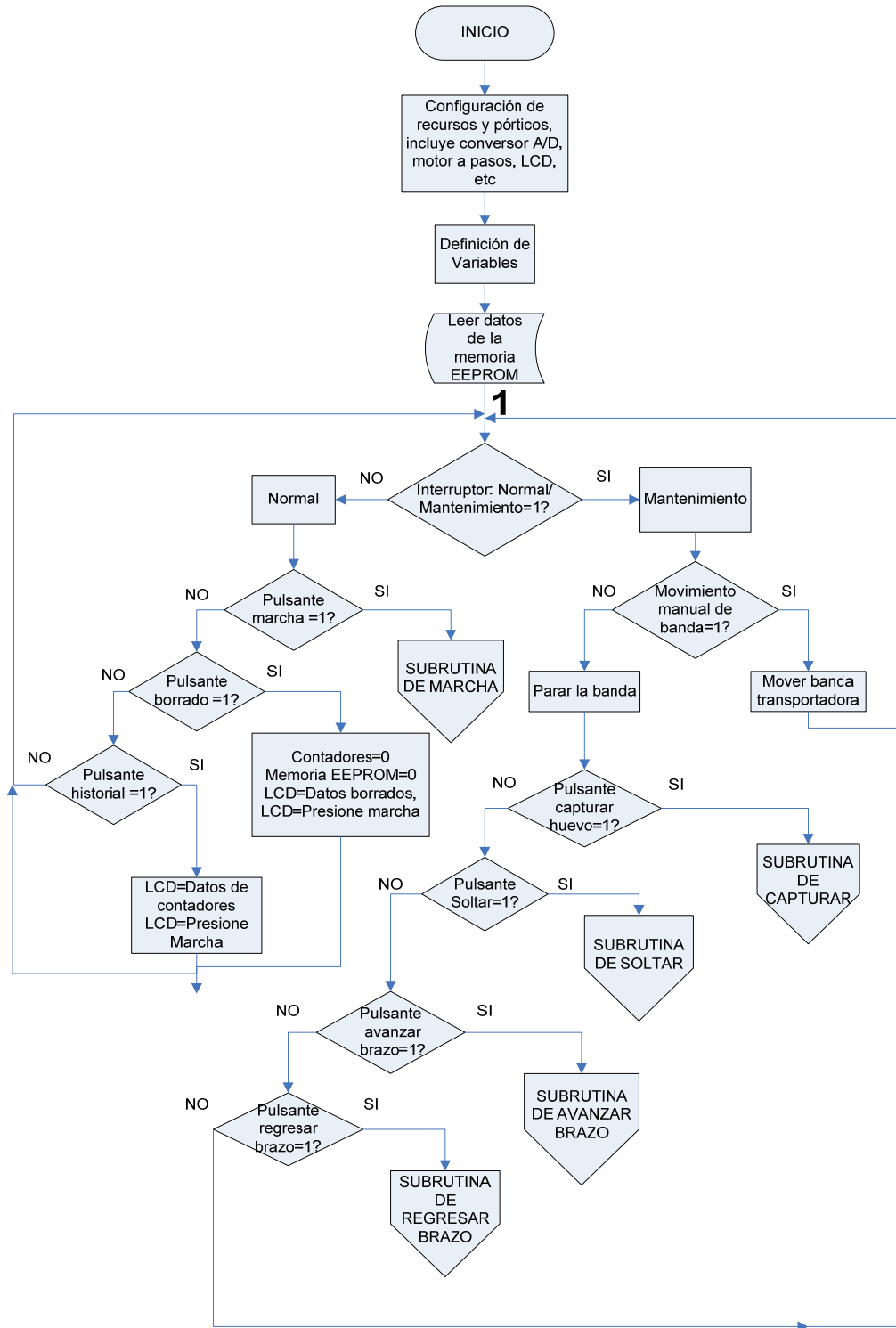


Figura 2.17 Diagrama de flujo del programa principal del software de control

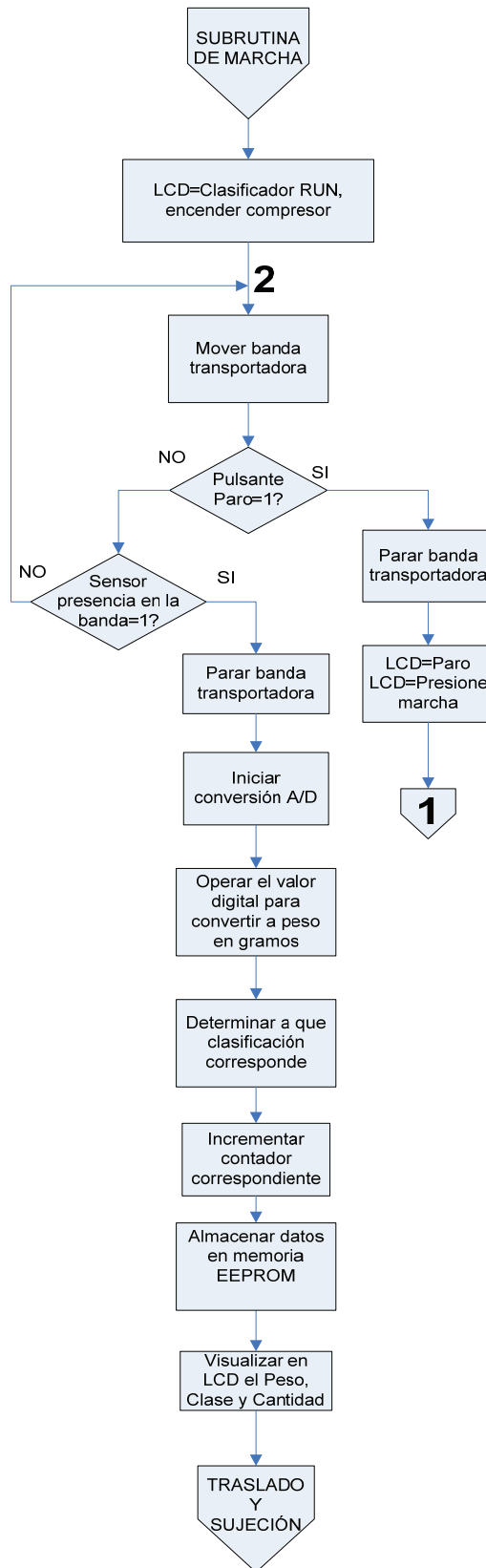


Figura 2.18 Diagrama de flujo de la subrutina de marcha

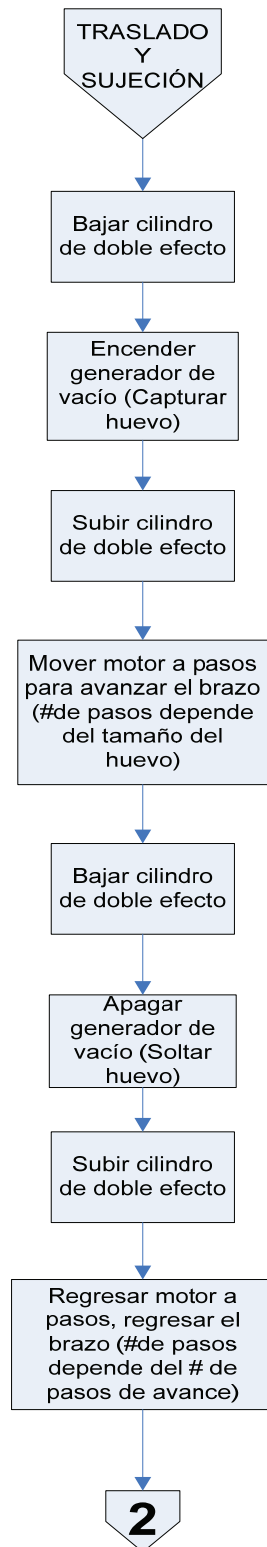
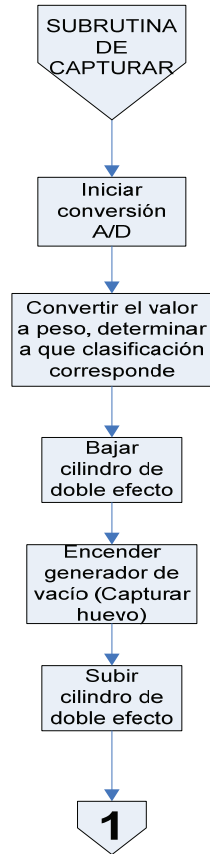
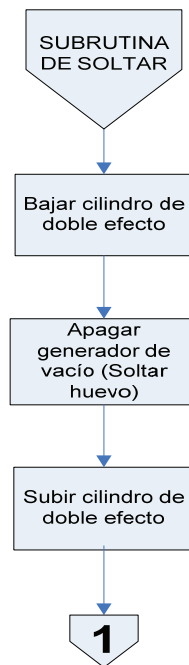


Figura 2.19 Diagrama de flujo de la subrutina de marcha (continuación)

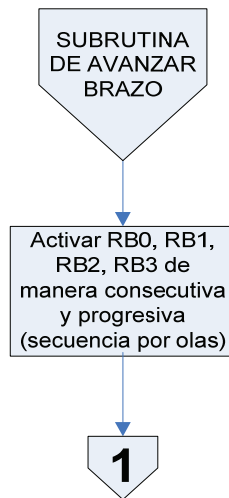




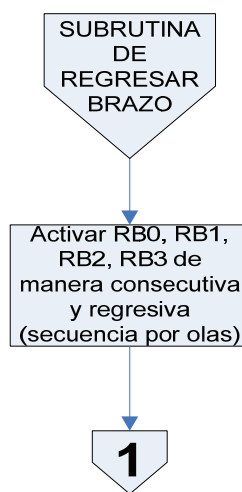
**Figura 2.20** Diagrama de flujo de la subrutina de capturar



**Figura 2.21** Diagrama de flujo de la subrutina de soltar



**Figura 2.22** Diagrama de flujo de la subrutina de avanzar el brazo



**Figura 2.23** Diagrama de flujo de la subrutina de regresar el brazo

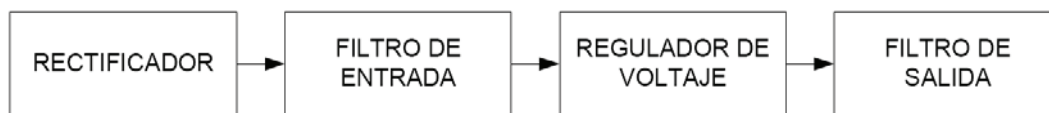
#### 2.4.2 HARDWARE DE CONEXIÓN AL MICROCONTROLADOR

Además de los esquemas al PIC presentados anteriormente, existen otras conexiones de pulsantes, interruptores, electroválvulas y motores; las cuales se detallan en los anexos.

## 2.5 DISEÑO DE LAS FUENTES DE VOLTAJE DEL SISTEMA

En este proyecto se requiere una tensión fija y estable de un valor determinado, para este caso +5V, +12V, -12V, +24V. Un regulador de voltaje proporciona un voltaje de salida de DC constante que es prácticamente independiente del voltaje de entrada, la corriente de carga de salida y la temperatura.

El regulador de voltaje forma parte de una fuente de alimentación. Su voltaje de entrada proviene de la salida filtrada de un rectificador derivada de un voltaje de AC como se puede observar en la figura 2.24.



**Figura 2.24** Diagrama de bloques de una fuente de voltaje DC

Las fuentes de alimentación para el prototipo del clasificador de huevos constan de distintos elementos los cuales se describe a continuación:

### El Transformador

El transformador para una alimentación estabilizada debe ser, un transformador separador, esto quiere decir, que ha de disponer por seguridad, de dos devanados separados galvánicamente (eléctricamente), no es conveniente utilizar los llamados auto-transformadores los cuales como se sabe están contruidos por una única bobina o devanado, el cual está provisto de diferentes tomas para obtener varias tensiones de salida.

En el transformador es importante tomar en cuenta que la tensión en vacío del secundario debe multiplicarse por la raíz cuadrada de dos ( $\pm 1,42$ ). En cuanto a la intensidad se debe tomar en cuenta qué corriente se le exigirá a la salida, para esto se puede aplicar el mismo criterio del factor raíz cuadrada de dos.

La fuente DC del prototipo clasificador de huevos tiene como máximo 24V DC y será utilizada para manejar electroválvulas, cuyo consumo en conjunto no sobrepasan el 1A, por lo tanto el transformador escogido es de relación 1:5 y corriente de 2A.

### **El Rectificador**

Para rectificar una tensión se debe tener muy claro el tipo de fuente que se va a necesitar, en contadas ocasiones se opta por una rectificación de media onda, pero es muy conveniente disponer de un rectificador de onda completa, para minimizar el rizado. Los diodos encargados de esta función han de poder disipar la potencia máxima exigible además de un margen de seguridad.

La tensión nominal del rectificador debe tener así mismo un margen para no verse afectado por los picos habituales de la tensión de red, como factor de seguridad se puede aplicar el criterio del doble del voltaje, es así que para una tensión de secundario simple de 24V, se debe usar unos diodos de 50V como mínimo.

Los puentes rectificadores encapsulados que se encuentran en el mercado soportan voltajes de hasta 700V, por lo tanto uno de estos resultaría más que suficiente en la fuente del prototipo clasificador.

### **El Capacitor electrolítico o filtro**

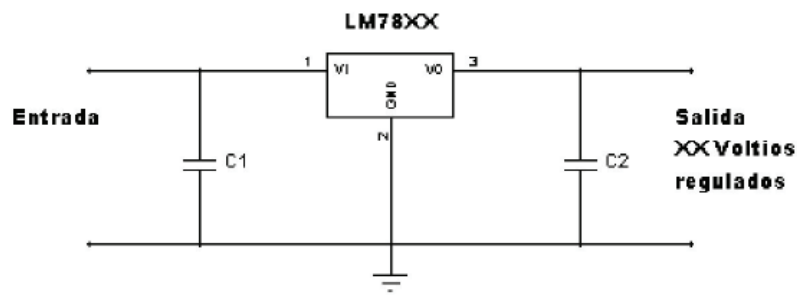
La función del capacitor que se halla a la entrada del regulador es filtrar la tensión de posibles transitorios y picos indeseables, mientras que los capacitores de la salida del regulador, disminuyen la tensión de rizado, a la vez que evitan oscilaciones.

Para determinar el valor del capacitor electrolítico que se ha de aplicar a la salida del puente rectificador, puede usarse el criterio de colocar un capacitor de 2.000 uF por Amperio de salida y la tensión del doble del valor superior estándar al requerido, o sea, según esto, para la fuente de 1A a 24 V, el condensador electrolítico debe ser al menos de 2.000 uF/50V.

Aunque es recomendable por seguridad sobre dimensionar la tensión del capacitor al menos diez unidades mayor que la tensión que se recoja en el secundario del transformador. Este es el margen de seguridad exigible, ya que en muchas ocasiones los valores de tensión a los que se exponen no sólo depende de la tensión nominal, también hay tensiones parásitas que pueden perforar el dieléctrico.

## El Regulador

En el caso de necesitar corrientes a 1A, se utilizarán reguladores de la serie LM78XX, y para voltajes negativos se utilizará el regulador LM79XX, cada uno de estos dispositivos posee sólo tres terminales, uno corresponde a la entrada de tensión no regulada, otra es la salida regulada y la restante es la tierra común a ambas. Resumiendo, y para comprender completamente la simplicidad de una fuente de alimentación de este tipo, solo basta observar el diseño de la figura 2.25



**Figura 2.25** Configuración del regulador LM78XX

Es necesario además colocar un diodo entre los terminales 1 y 3 del regulador LM78XX, con el fin de dar seguridad al regulador, contra tensiones inversas y evitar las tensiones parásitas o transitorios que lo destruyan.

En el prototipo clasificador de huevos se utilizará dos fuentes, la primera fuente alimentara al PIC, integrados, celda de carga, sensor fotoeléctrico, y motor a pasos. Para esta fuente se necesita salidas de 5v, 12v y -12V, para lo cual se tomó una fuente comercial de las que usan regularmente las computadoras ya

que cumple con los voltajes deseados, y además la potencia que entrega es de 200w.

La segunda fuente tiene una tierra distinta a la de la fuente del microcontrolador como una forma de protección a posibles cortocircuitos o fallas humanas, esta fuente se la diseñó en base a los criterios descritos anteriormente.

La figura 2.26 muestra esta fuente, la cual tiene salidas de voltaje de 24v y 12v, esta fuente es utilizada para el manejo de las bobinas de las electroválvulas y del relé que comanda el motor de la banda transportadora.

En esta fuente se ha añadido un led indicador de funcionamiento, por lo tanto es necesario el cálculo de la resistencia limitadora. Para una corriente de circulación del led de 10mA la resistencia se calcula como:

$$R1 = \frac{12V - V_{led}}{i_{led}} \quad [2.7]$$

$$R1 = \frac{12V - 1,6}{10mA} = 1040\Omega$$

Por lo tanto la resistencia R1 debe ser de 1K $\Omega$

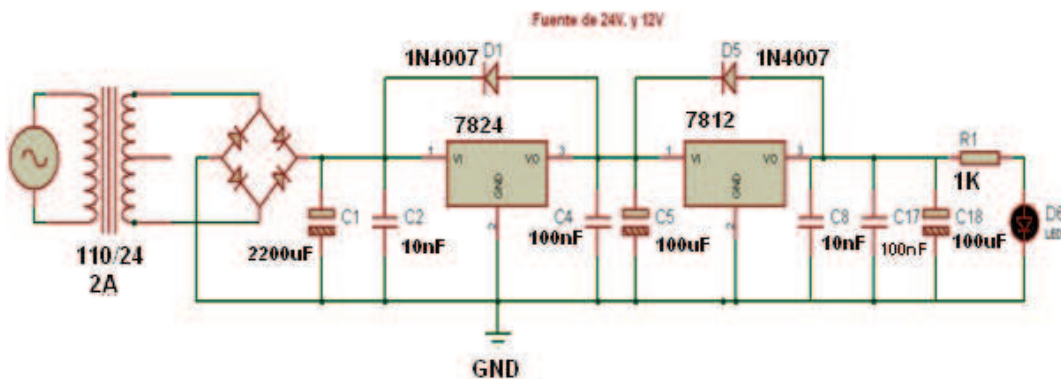


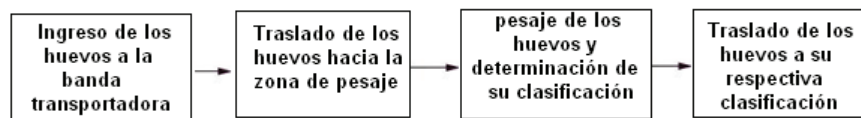
Figura 2.26 Fuente de 24V y 12V.

## CAPÍTULO 3

# IMPLEMENTACIÓN DEL PROTOTIPO CLASIFICADOR DE HUEVOS.

## INTRODUCCIÓN

El prototipo clasificador de huevos consta de varias partes, las cuales están distribuidas sobre una estructura soportante, orientadas de tal manera que se facilite el poder cumplir con el proceso de clasificación.



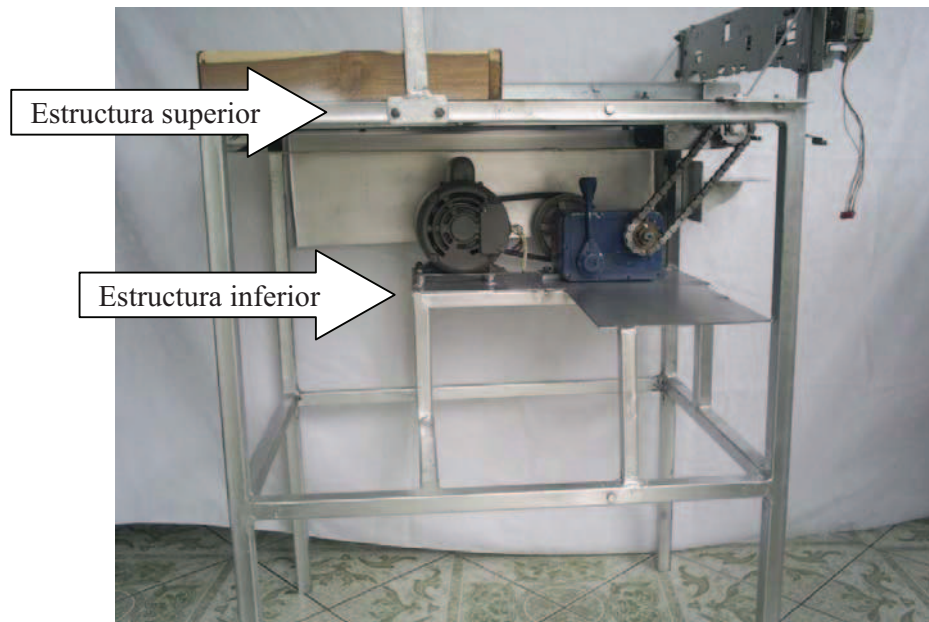
**Figura 3.1** Diagrama de bloques del proceso de clasificación.

### 3.1 ESTRUCTURA DEL CLASIFICADOR DE HUEVOS

La estructura que soporta al prototipo clasificador está fabricada de metal y tiene la forma de una mesa rectangular de 71 cm de largo, 50 cm de ancho y 86 cm de altura. Esta mesa consta de dos partes:

Una parte superior en donde se asientan los elementos que están a la vista del usuario, es decir; la zona de distribución, la banda transportadora, el sistema de pesaje, el sistema de traslado, la zona de clasificado, y el soporte para el tablero de control.

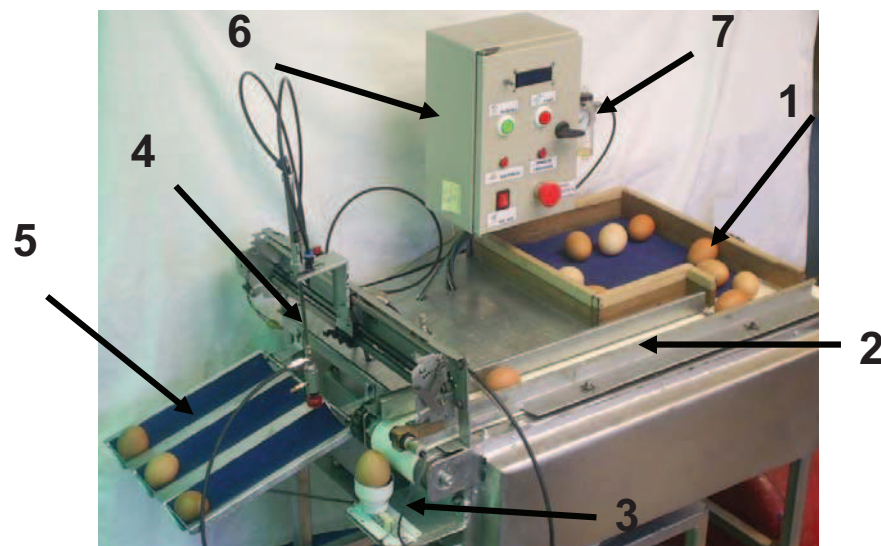
Tiene además una parte inferior en donde se asientan elementos sobre los cuales no es necesaria la manipulación del usuario; estas son, el soporte para el motor y el motorreductor, y el soporte para la fuente de energía del sistema.



**Figura 3.2** Estructura que soporta el prototipo.

### 3.2 PARTES CONSTITUTIVAS

El prototipo clasificador de huevos consta de varias partes destinadas a cumplir distintas funciones en el proceso de clasificación.



**Figura 3.3** Partes constitutivas del prototipo clasificador de huevos.

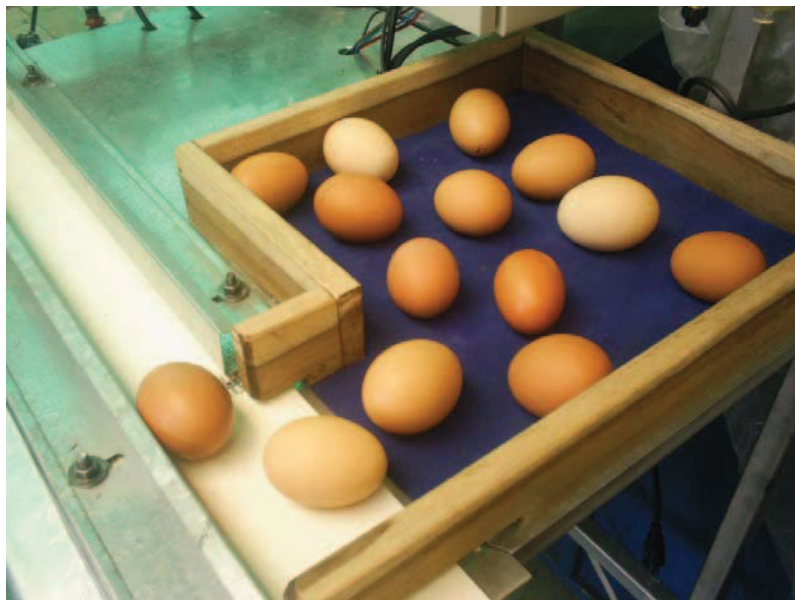


1. Zona de distribución
2. Banda transportadora
3. Sistema de pesaje
4. Sistema de traslado
5. Zona de clasificado
6. Tablero de control
7. Unidad de mantenimiento (control de la presión de aire)

### 3.2.1 ZONA DE DISTRIBUCIÓN

Esta es la zona donde están depositados todos los huevos previos a la clasificación, es decir, aquí se encuentran todos los huevos independiente de su tamaño.

La zona de distribución es de forma cuadrangular no cerrada, de 30 cm de largo y 30 cm de ancho, y se encuentra sobre la estructura de soporte junto a la banda transportadora para que de esta manera se facilite la distribución de los huevos hacia la banda transportadora.



**Figura 3.4** Zona de distribución.

### 3.2.2 BANDA TRANSPORTADORA.

La banda transportadora está ubicada junto a la zona de distribución y antes del sistema de pesaje, ya que su función es llevar los huevos desde la zona de distribución hasta donde serán pesados. La banda transportadora está hecha de material PVC, con cobertura superior de tejido de poliéster, atóxica y resistente a aceites y grasas animales y vegetales, apropiada para la industria alimentaria. Las medidas de la banda son: 170cm de largo abierta, 12 cm de ancho y 3 mm de espesor.

A los contornos de la banda, existen unos bordes de contención de 3,5cm de alto cuya separación es regulable, estos bordes sirven para guiar el avance de los huevos sobre la banda, y además para evitar que estos puedan caerse por los lados durante el trayecto.

Al final de la banda se encuentra un sensor de proximidad fotoeléctrico, el cual indica que el huevo llegó a la zona de pesaje, y de esta manera la banda transportadora detenga su avance para esperar que se complete el resto del proceso de clasificación.

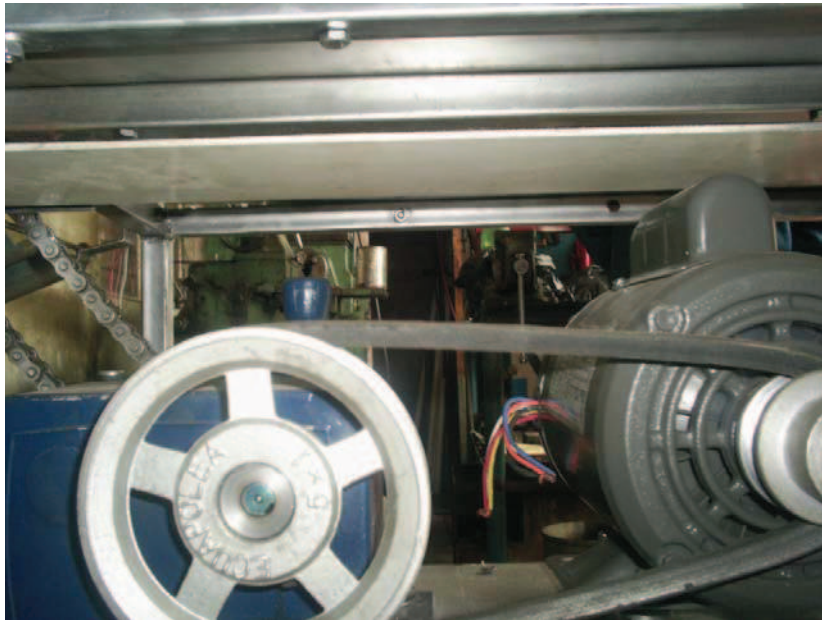


**Figura 3.5** Banda transportadora.

### 3.2.3 MOTOR Y MOTORREDUCTOR

El sistema motor y motorreductor es el encargado de mover la banda transportadora a una velocidad prudencial, de tal manera que los huevos puedan llegar ordenados y enfilados al proceso de pesado en serie.

El motor está unido al motorreductor por medio de una banda, la cual está enganchada en dos poleas, la una corresponde al motor, y la otra al motorreductor.



**Figura 3.6** Acople del motor y el motorreductor.

El sistema motriz de la banda transportadora, es decir la unión del motorreductor y el rodillo de la banda, es por medio de una cadena, de esta manera se logra el movimiento.

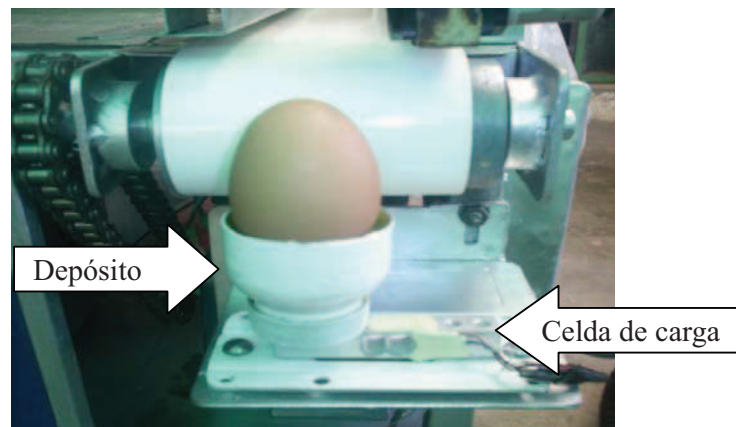


**Figura 3.7** Acople del motorreductor y el rodillo de la banda.

### 3.2.4 SISTEMA DE PESAJE

El sistema de pesaje consta de la celda de carga cuya teoría se describe en la sección 1.3.5, y un depósito de forma semicónica asentado sobre la celda de carga. Este depósito es el encargado de recibir uno a uno a los huevos que van a ser pesados y que vienen enfilados de la banda transportadora.

Una vez que el huevo está dentro del pequeño depósito, se lo pesa para poder determinar a qué clasificación corresponde.

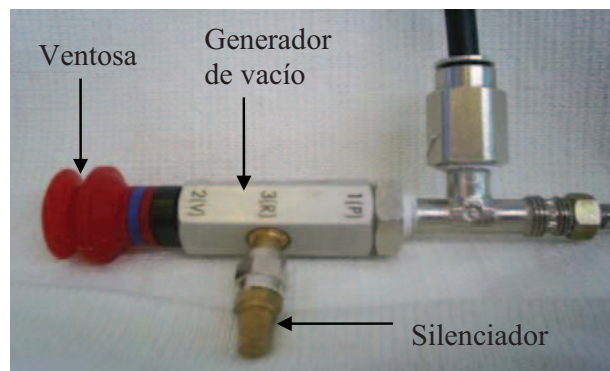


**Figura 3.8** Sistema de pesaje.

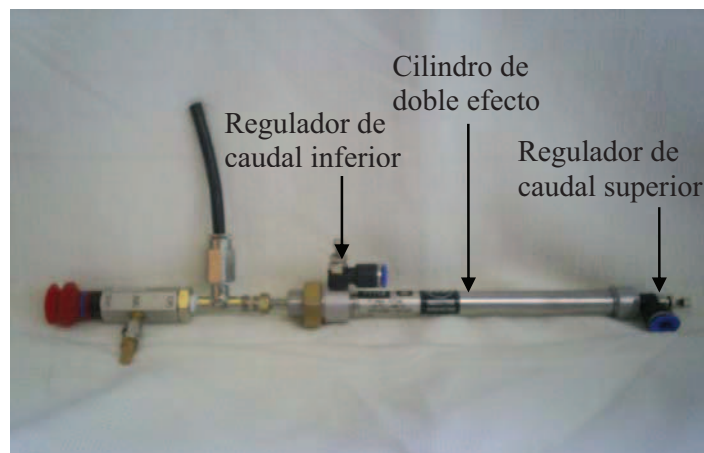
### 3.2.5 SISTEMA DE TRASLADO

Una vez pesados los huevos deben ser trasladados a la zona de clasificado, esto se logra usando un brazo que tiene dos ejes de movimiento X y Y.

El brazo cuando está en su posición inicial se encuentra ubicado exactamente sobre el depósito del sistema de pesaje. El movimiento en el eje Y es el primero en realizarse y se lo hace mediante un cilindro neumático controlado por una electroválvula 5/2; de esta manera el vástago baja hasta donde está ubicado el huevo ya pesado para luego mediante una electroválvula 3/2 encender el generador de vacío, y así el huevo quede fijado a la ventosa en el extremo del vástago que posteriormente procede a subir.



**Figura 3.9** Sistema generador de vacío, ventosa



**Figura 3.10** Sistema cilindro, generador de vacío, ventosa

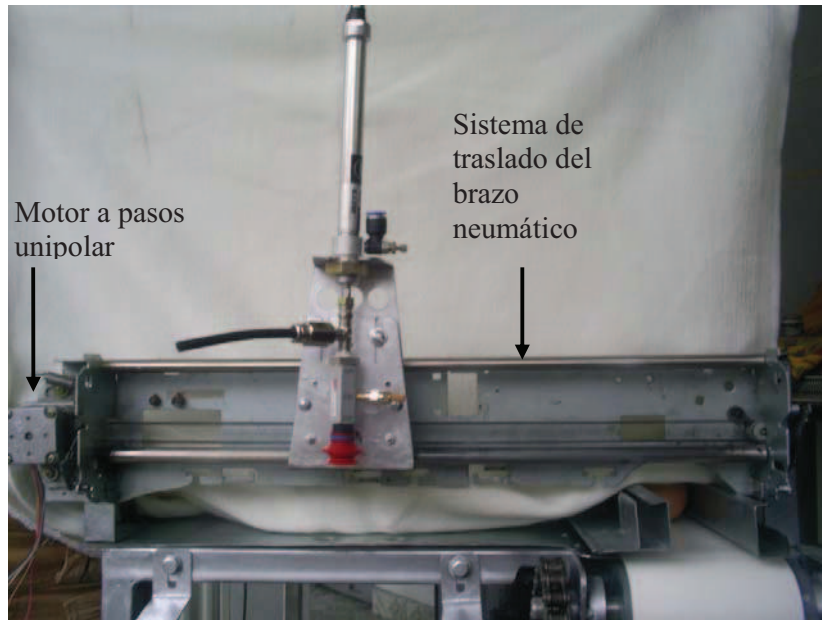


**Figura 3.11** Electroválvula neumática 3/2



**Figura 3.12** Electroválvula neumática 5/2.

El segundo movimiento es en el eje X, y se lo realiza en forma perpendicular a la banda transportadora, este movimiento se lo hace gracias a un motor a pasos. Dependiendo de si el huevo es pequeño, mediano, o grande, el motor dará más pasos para el primer caso, y menos pasos para el último caso; hasta llegar a la zona de clasificación, es decir que para llevar un huevo grande desde la zona de pesaje hasta su respectiva clasificación, el brazo neumático avanzará 16,5cm, mientras que para un huevo mediano avanzará 27cm y 36,5cm para un huevo pequeño.



**Figura 3.13** Sistema de traslado

### 3.2.6 ZONA DE CLASIFICADO

La zona de clasificado se encuentra al pie del sistema de traslado en el extremo opuesto a la banda transportadora y al sistema de pesaje.

Esta zona está formada por tres contenedores en forma de canaleta, cada contenedor corresponde a una clasificación distinta, es decir, huevos pequeños, huevos medianos, y huevos grandes. La canaleta más cercana al sistema de pesaje corresponde a los huevos grandes, mientras que la más lejana corresponde a los huevos pequeños.

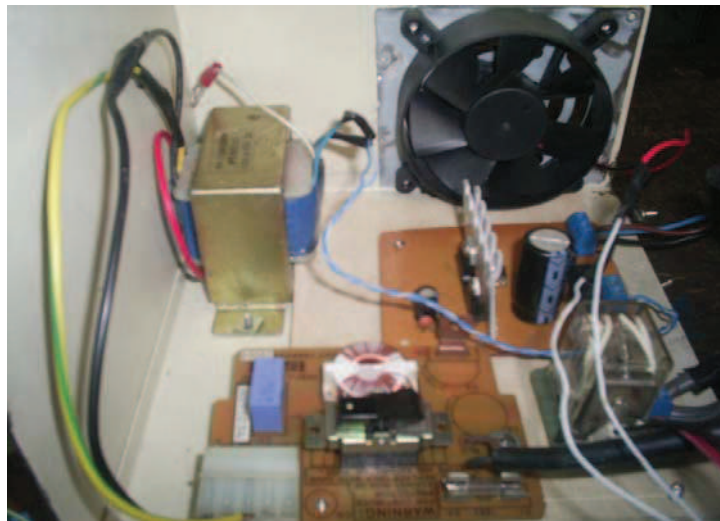
Las canaletas tienen una pendiente regulable para lograr que los huevos ya clasificados desciendan por estos contenedores a una velocidad prudencial que evite su ruptura en el momento de llegar al final de la canaleta. En estos contenedores quedan enfilados los huevos ya clasificados de acuerdo a su tamaño.



**Figura 3.14** Zona de clasificado.

### **3.3 FUENTE DE VOLTAJE DEL SISTEMA**

Como ya se explicó en la sección 2.5, las fuentes de voltaje del sistema son dos independientes. La una corresponde a la fuente de un computador, y la otra fue creada en una placa como lo muestra la figura 3.15.



**Figura 3.15** Fuente de voltaje de 12V y 24V.



Las dos fuentes independientes se encuentran en el interior de una caja metálica de 18 cm de ancho, 15 cm de alto y 19,5 cm de profundidad, la cual tiene las distintas salidas de voltaje que necesita el prototipo clasificador.

Además esta caja la cual corresponde a la fuente de alimentación de todo el prototipo tiene dos ventiladores ubicados en las dos tapas laterales, uno en la parte superior y otro en la parte inferior; los cuales cumplen con la función de aliviar la temperatura del interior de la fuente.



**Figura 3.16** Fuente de voltaje del prototipo clasificador de huevos.

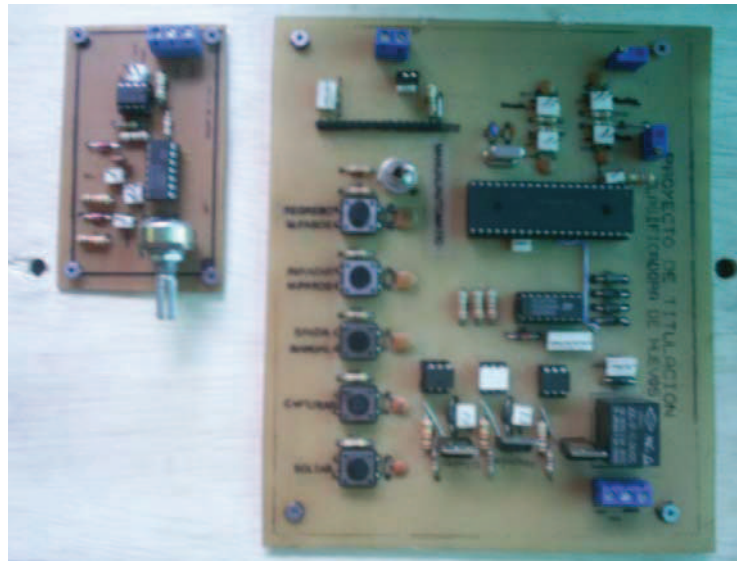
### **3.4 TABLERO DE CONTROL**

El tablero de control está ubicado en la parte lateral del prototipo, a una altura que facilite la manipulación y la visualización por parte del operador.

El tablero es una caja metálica de 29,5cm de alto, 19,5cm de ancho y 15cm de profundidad, que en su interior contiene la placa con el microcontrolador PIC que hace todas las labores de control.

Además en el interior del tablero y sobre la misma placa se encuentran cinco pulsantes y un interruptor, los cuales sirven para el funcionamiento independiente de

cada uno de los sistemas del prototipo, estos pueden ser utilizados para labores de mantenimiento. Para tal efecto, el interruptor debe ser colocado en la posición de mantenimiento, anulando así las funcionalidades de los pulsantes exteriores del tablero y habilitando a los pulsantes interiores, de esta manera se puede hacer funcionar independientemente los sistemas como por ejemplo hacer avanzar o detener la banda transportadora, hacer subir o bajar el cilindro, encender o apagar el generador de vacío, avanzar o regresar el motor a pasos, es decir avanzar o regresar al brazo del sistema de traslado. Para volver al funcionamiento normal, el interruptor debe ser colocado en esa posición



**Figura 3.17** Interior del tablero de control.

La parte exterior del tablero es a la que tiene acceso el operador y consta de ocho elementos, entre los cuales están: el interruptor de encendido y apagado del prototipo, pulsante de marcha, pulsante de paro, pulsante que permite ver el historial de huevos clasificados, es decir se muestra el total de huevos grandes, medianos y pequeños que han sido clasificados; y un pulsante de borrado del historial.

Además el tablero consta también de una pantalla LCD que permite la visualización del peso, clasificación e historial; el contraste de la pantalla LCD

puede modificarse a gusto del operador por medio de un potenciómetro ubicado junto a la LCD.

Finalmente el tablero consta de un paro de emergencia que desconecta la corriente de todo el prototipo en el caso de producirse alguna situación emergente.

Es importante recalcar que para poder comandar la máquina por medio de los pulsantes externos, el interruptor que se encuentra en el interior del tablero debe ser colocado en posición de funcionamiento normal.

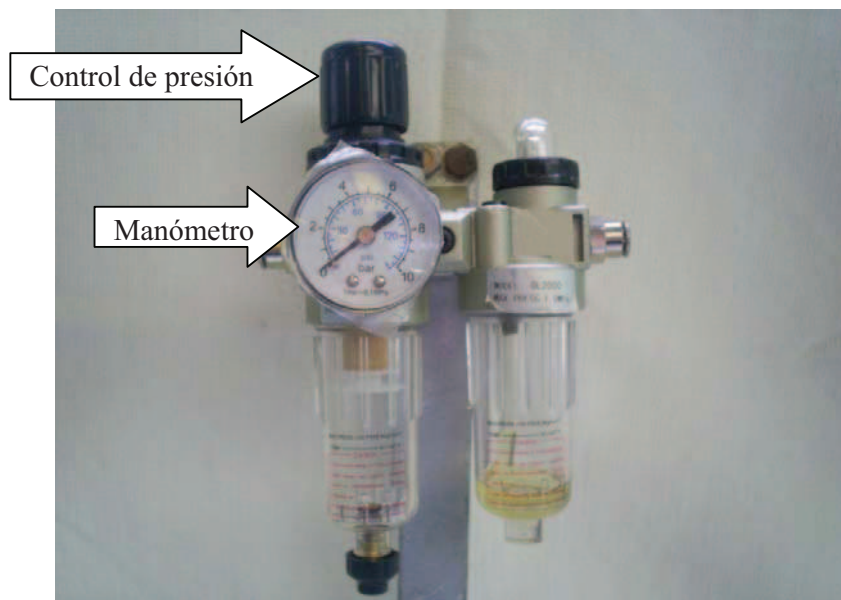


**Figura 3.18** Tablero de control

### 3.4.1 CONTROL DE LA PRESIÓN DE AIRE

El control de la presión de aire del prototipo se lo hace simplemente variando la presión de salida de aire en la unidad de mantenimiento.

La unidad de mantenimiento está ubicada a un costado del tablero de control para que de esta manera el operador pueda visualizar el manómetro que indica la presión de aire ingresando al prototipo y así poder variar esta presión fácilmente según crea necesario.



**Figura 3.19** Unidad de mantenimiento.

### 3.5 COSTOS DEL PROTOTIPO

En las tablas 3.1, 3.2, 3.3 y 3.4; se muestran el listado detallado de los elementos utilizados en la construcción del prototipo clasificador de huevos.

<b>TARJETA DE CONTROL Y TARJETA DE FUENTE</b>			
<b>ELEMENTO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>VALOR TOTAL</b>
Circuito impreso	4		30
Microcontrolador PIC16F877A	1	7	7
Cristal 4 MHz	1	0.20	0.20
Borneras	5	0.40	2
Potenciómetros de precisión	2	1.50	3
Potenciómetros	2	0.25	0.50
Pines	50	0.015	0.75
Zócalo de 8 pines	4	0.30	1.20
Zócalo de 40 pines	1	1.20	1.20
Zócalo de 18 pines	2	0.40	0.80
Resistencias 1/4W	25	0.02	0.50
Resistencias 10W	1	0.80	0.80
Operacional TL084	1	0.50	0.50
Amplificador de instrumentación AD620	1	12	12
Driver ULN2803	1	0.90	0.90
Condensadores cerámicos	14	0.05	0.70
Condensadores electrolíticos	5	0.15	0.75
Switch	1	0,35	0.35
Pulsadores	5	0.35	1.75
Diodo led	1	0.10	0.10
Diodo de señal	9	0.10	0.90
Diodo zener	3	0.15	0.45
Regulador de voltaje LM7812	1	0.50	0.50
Regulador de voltaje LM7824	1	0.50	0.50
Disipador de calor	1	0.50	0.50
Tip 122	3	1	3
Opto acopladores 4N25	3	0.50	1.50
Relé 110/24 10A	1	0.80	0.80
Relé 110/24 50A	1	1.50	1.50
<b>TOTAL</b>			<b>57</b>

**Tabla 3.1** Costos de tarjeta de control y tarjeta de fuente

<b>FUENTE</b>			
<b>ELEMENTO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>VALOR TOTAL</b>
Caja	1	8	8
Cables	5m	2.50	2.50
Fuente DC	1	18	18
Transformador 110/24 2A	1	6	6
Ventilador	1	1	1
<b>TOTAL</b>			<b>33</b>

**Tabla 3.2** Costos de fuente DC

<b>ELEMENTOS NEUMÁTICOS</b>			
<b>ELEMENTO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>VALOR TOTAL</b>
Microcilindro 12X100 D.E.	1	74.36	74.36
Generador de vacío	1	61.75	61.75
Electroválvula 5/2 24VDC	1	92.39	92.39
Electroválvula 3/2 24VDC	1	46.14	46.14
Regulador de caudal M5	2	13.195	26.39
Ventosa simple	1	47.15	47.15
Regulador de caudal 1/8	1	9.40	9.40
Racor súper rápido	7	1.31	9.18
Silenciador	1	2.47	2.47
Silenciador plástico	2	2.04	4.08
Racor súper rápido 6 1/4	2	1.57	3.13
Distribuidor	1	3.39	3.39
Bushin	1	0.55	0.55
Racor hembra	1	2.46	2.46
Racor T	1	3.29	3.29
Tubo flexible nylon	6m	0.90	5.41
<b>TOTAL</b>			<b>392.14</b>

**Tabla 3.3** Costos de Elementos Neumáticos

<b>ELEMENTOS DE PROTOTIPO</b>			
<b>ELEMENTO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>VALOR TOTAL</b>
Motor 1/2HP 1750RPM	1	75	75
Moto reductor	1	150	150
Banda de PVC	12m	2.083	25
Estructura y mano de obra	1	450	450
Caja de control	1	22	22
Sensor fotoeléctrico	1	150	150
Celda de carga	1	14	14
Pulsador hongo	1	2.50	2.50
interruptor ON/OFF	1	0.30	0.30
Pulsador mediano	2	0.50	1
Pulsador grande	2	1.50	3
LCD 16X2	1	6.50	6.50
<b>TOTAL</b>			<b>890</b>

**Tabla 3.4** Costos de Elementos de prototipo

<b>DESCRIPCION</b>	<b>VALOR</b>
Tarjeta de control y tarjeta de fuente	57
Fuente	33
Elementos Neumáticos	392.14
Elementos de prototipo	890
Diseño	500
<b>TOTAL DE GASTOS</b>	<b>1872.14</b>

**Tabla 3.5** Costo total del prototipo clasificador de huevos

## **CAPÍTULO 4**

### **PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO Y RESULTADOS.**

#### **INTRODUCCIÓN**

Una vez que se ha finalizado con la puesta en marcha de todos y cada uno de los sistemas que constituyen el prototipo clasificador de huevos, se procedió a ejecutar pruebas de funcionamiento para determinar el comportamiento del prototipo y sus componentes principales como son los actuadores: motores y electroválvulas; y sensores: de proximidad fotoeléctrico y de peso, además del sistema que controla la secuencia de clasificación.

Las pruebas priorizaron el cumplimiento de secuencias, ya que es importante completar cada secuencia, pues cualquier falla interrumpiría el proceso de clasificación, pudiendo desencadenar en la ruptura de los huevos durante el proceso.

Las pruebas realizadas fueron las siguientes:

1. Pruebas de funcionamiento de la banda transportadora.
2. Pruebas de funcionamiento de la celda de carga.
3. Pruebas del motor a pasos.
4. Pruebas del sistema neumático.
5. Pruebas del sistema de control del proceso.

#### **4.1 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DE LA BANDA TRANSPORTADORA**

La banda transportadora debe tener un correcto funcionamiento en el sentido de que la banda debe avanzar hasta que el sensor de proximidad sienta la llegada de un huevo a la zona de pesaje, en ese momento la banda debe detenerse, y esperar que el resto del proceso de clasificación se complete, una vez que el huevo ha sido clasificado, la banda transportadora debe reanudar su movimiento hasta que el siguiente huevo llegue de igual manera a la zona de pesaje.



Las condiciones que debe cumplir la banda transportadora son las siguientes:

- Si un huevo llegó a la zona de pesaje, la banda debe detenerse inmediatamente a fin de evitar que el siguiente huevo venga muy pegado, y caiga encima del que entró en la zona de pesaje.
- Si ningún huevo llegó a la zona de pesaje, pero el sensor de proximidad se activo por alguna acción ajena o interferencia, la banda transportadora debe reanudar su movimiento para poder continuar con el proceso hasta que efectivamente llegue un huevo a la zona de pesaje.

Los resultados de estas pruebas fueron satisfactorios, ya que al colocar los huevos en la banda transportadora y hacerla trabajar, la banda transportadora se detuvo inmediatamente en el momento en que cada huevo ingresó en la zona de pesaje, y reanudo su movimiento automáticamente después de haber completado el proceso de clasificación.

En lo referente al sensor de proximidad, se interrumpió el haz de luz colocando un objeto delante de él, lo que produjo que la banda transportadora se detenga, pero al no existir un huevo en la zona de pesaje, automáticamente la banda reanudó su movimiento.

## **4.2 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DE LA CELDA DE CARGA**

Estas prueba permiten verificar el correcto funcionamiento de la celda de carga tanto sin peso como utilizando pesos conocidos y de esta manera poder medir las distintas respuestas de voltaje ante estas situaciones.

### **4.2.1 SEÑAL DE SALIDA EN CERO**

Esta prueba que se le realiza a la celda de carga permite conocer su señal de salida en cero. Una señal de salida en cero, no es necesariamente sin peso aplicado, sino solo con el peso de la plataforma o estructura aplicada en ella.

Para realizar esta prueba se alimentó la celda de carga con el respectivo voltaje de excitación 12 voltios y se midió la salida.

Idealmente la salida de la celda debe ser menor de 1 a 2,5 mV, aunque en ciertas celdas, la señal puede llegar hasta los 4mV, si excede este valor, se puede decir que la celda esta desviada o el peso de la estructura esta excedido.

La salida de cero obtenida en la celda de carga del prototipo, fue de 0 mV por lo tanto se puede considerar que la celda no se encuentra desviada y que la estructura está en el peso adecuado.

#### 4.2.2 RESPUESTA DE LA CELDA DE CARGA

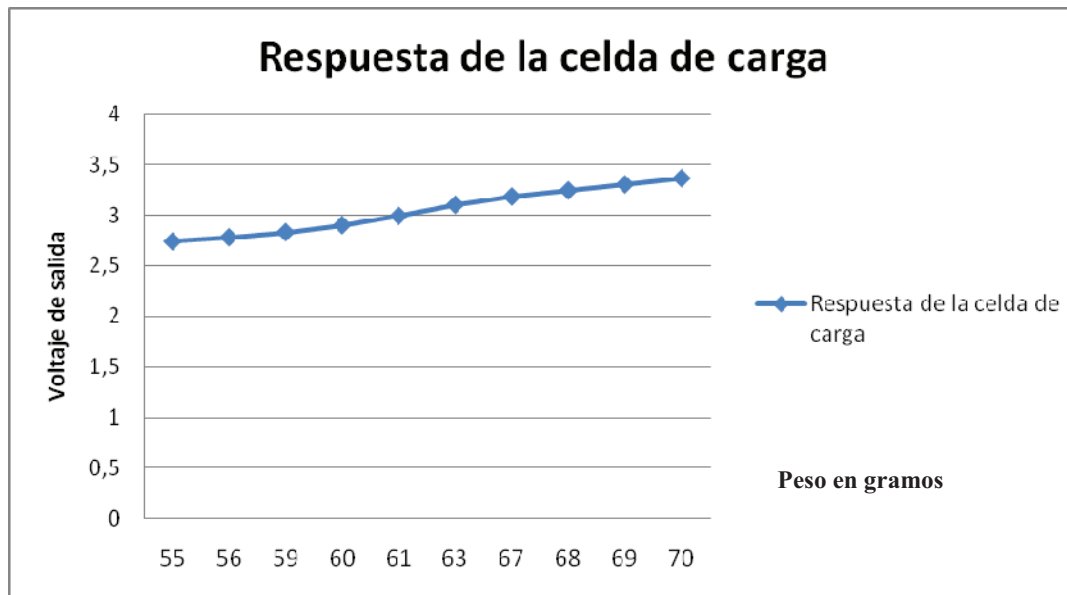
Esta prueba consiste en determinar la curva de funcionamiento de la celda de carga colocando pesos con valores conocidos sobre la plataforma de pesaje y midiendo la respuesta de voltaje luego de que se ha filtrado y amplificado la señal. Estas mediciones permitirán encontrar una gráfica que relacione el voltaje con el peso.

La tabla 4.1 detalla las mediciones realizadas

	<b>Voltaje (V)</b>	<b>Peso (g)</b>
1	2,74	55
2	2,78	56
3	2,83	59
4	2,90	60
5	2,99	61
6	3,18	63
7	3,20	67
8	3,24	68
9	3,30	69
10	3,36	70

**Tabla 4.1** Mediciones de la respuesta de la celda de carga

Esta tabla incluye el peso del soporte de la bandeja de pesaje, así que el voltaje mostrado corresponde al peso del huevo más el del soporte o estructura; al ser el peso de la estructura el mismo para todas las mediciones, no influye en los distintos pesos de los huevos. La curva de respuesta se muestra en la figura 4.1.



**Figura 4.1** Curva de respuesta de la celda de carga

### 4.2.3 REPETIBILIDAD DE LA CELDA DE CARGA

Esta prueba se realiza con peso de aproximadamente la mitad de la capacidad (si es posible). Y se realiza aplicando el peso en el mismo sitio siempre, tomando nota y bajándolo, y se repite la operación por lo menos 10 veces. Se compara la lecturas tomadas y se ve si repite, el error admitido es proporcionado por el fabricante, y se expresa en porcentaje de la señal de salida a carga nominal; para el caso de la celda de carga usada en este proyecto el error de repetibilidad es 0,01%Fs.

El peso aplicado a la celda de carga fue de 59 gramos, 67 gramos y 70 gramos y se obtuvo las siguientes respuestas.

	<b>Peso (g)</b>	<b>Voltaje (V)</b>
1	59	2,93
2	59	2,95
3	59	2,94
4	59	2,90
5	67	3,28
6	67	3,26
7	67	3,28
8	67	3,27
9	70	3,34
10	70	3,33
11	70	3,33
12	70	3,34

**Tabla 4.2** Repetibilidad de la celda de carga

### 4.3 PRUEBAS DEL MOTOR A PASOS

Las pruebas realizadas al motor a pasos fueron orientadas a optimizar y disminuir el tiempo que tarda el prototipo en completar el proceso de clasificación de un huevo, esto se logra debido a que el motor a pasos es el encargado de mover el brazo neumático que transporta a cada huevo desde el lugar donde es pesado hasta su respectiva zona de clasificación, y posteriormente regresar a la posición inicial para proseguir con el siguiente huevo.

El poder disminuir el tiempo que tarda el brazo en ir y volver repercutirá en que el tiempo que demora el proceso de clasificación se disminuya y así poder clasificar la mayor cantidad de huevos en el menor tiempo posible.

A diferencia de los motores de DC, la velocidad de un motor a pasos no depende del voltaje con el que está alimentado, sino que depende del tiempo o pausa de tiempo entre paso y paso, por lo tanto, la optimización de este parámetro debe

hacerse directamente en el programa del microcontrolador PIC que gobierna la rutina de control del motor a pasos.

Para poder realizar las pruebas se prosiguió de la siguiente manera: se colocó una pausa de tiempo entre paso y paso del motor empezando en 30 milisegundos, y se tomó el tiempo que demora el brazo en recorrer todo el trayecto de la riel del sistema de traslado, luego se fue disminuyendo paulatinamente la pausa entre cada paso hasta lograr obtener la mínima pausa que puede tener el motor sin que influya en su comportamiento normal.

La tabla 4.3 muestra las pruebas que se realizaron al motor a pasos.

<b>Tiempo entre Paso y paso (ms)</b>	<b>Tiempo de Traslado del brazo (s)</b>
30	50
20	33,3
15	25
10	16,6
5	8,3
3	5
2	Motor trabado

**Tabla 4.3** Pruebas del motor a pasos

Como se puede apreciar en la tabla 4.3, el menor tiempo posible entre paso y paso que soporta el motor es de 3 milisegundos, con este tiempo completa el recorrido en 5 segundos; por lo tanto este es el tiempo con el que se trabajará en el proceso normal de clasificación.

## **4.4 PRUEBAS DEL SISTEMA NEUMÁTICO**

Las pruebas que se realizaron al sistema neumático, se las hizo de manera separada, primero se hizo pruebas al cilindro de doble efecto, y luego las pruebas al generador de vacío.

### **4.4.1 PRUEBAS DEL CILINDRO DE DOBLE EFECTO**

Es importante realizar pruebas al cilindro de doble efecto para poder manejar dos aspectos importantes tanto en su bajada como en su subida:

- Primero se necesita que su bajada no sea tan brusca porque esto podría producir que el vástago y por lo tanto la ventosa, lleguen abajo con fuerza y lograrían romper el huevo en el momento de su contacto, además la subida tampoco puede ser tan brusca porque eso pudiera ocasionar que se produzca un golpe en el momento de llegar a la parte superior, y por efecto de la reacción el huevo se soltaría, cayéndose y produciendo su ruptura.
- El Segundo aspecto tiene importancia en lo que se refiere al tiempo que demora el proceso de clasificación, esto es porque al lograr que la bajada y la subida no sean tan bruscas, también se logra que la bajada y la subida sean más lentas, por lo tanto lo óptimo es coordinar la regulación de estos parámetros para que se pueda obtener una salida y entrada del vástago sin brusquedad, y que sea lo más rápida posible.

La regulación de estos parámetros se la hace por medio de dos válvulas bidireccionales que regulan el caudal del aire tanto de entrada como de salida en el cilindro, por lo tanto la una válvula es colocada en la parte superior y otra en la parte inferior del cilindro.

#### 4.4.2 PRUEBAS DEL GENERADOR DE VACÍO

El objetivo de hacer pruebas en el generador de vacío es obtener un vacío apropiado al extremo de la ventosa, es decir que la succión no sea tan fuerte que venza la cáscara del huevo haciendo que esta se trise o incluso que se rompa.

Por otro lado si la succión es muy débil no se podrá transportar el huevo en el brazo hacia su zona de clasificación, ya que por efecto del movimiento, y al ser la fuerza de succión demasiado débil, el huevo se caerá en el trayecto y no se podrá completar el proceso de clasificación.

Las pruebas que se realizaron para este efecto se las hizo colocando un huevo en el extremo de la ventosa y encendiendo el generador de vacío, para posteriormente proceder a mover el brazo y observar el comportamiento tanto de la ventosa como del huevo mientras se varía poco a poco la entrada de aire al generador de vacío mediante una válvula reguladora de caudal bidireccional colocada en la entrada del generador.

Los resultados obtenidos fueron que para una entrada de aire total de 6 bares en el sistema, el huevo reaccionó de la siguiente manera ante distintos porcentajes de apertura de la válvula reguladora.

<b>Porcentaje aproximado de apertura de la válvula (%)</b>	<b>Reacción del huevo sujetado</b>
100	El huevo se triza
80	El huevo se triza
70	Se sostiene correctamente
25	El huevo se cae

**Tabla 4.4** Pruebas del generador de vacío

#### 4.5 PRUEBAS DEL SISTEMA DE CONTROL

Las pruebas del sistema de control fueron orientadas a comprobar que el prototipo cumpla con toda la secuencia de clasificación desde que inicia el proceso hasta que los huevos quedan correctamente clasificados en el menor tiempo posible, por lo tanto las pruebas se las hizo a partir de cuatro puntos de vista.

- El primero es verificar que el prototipo inicie y acabe la secuencia automáticamente sin presentar alguna falla durante el trayecto para evitar la ruptura de los huevos durante el proceso.
- El segundo es lograr que el prototipo haga la clasificación de manera correcta, es decir que los huevos terminen ubicados en sus respectivas canaletas, grandes, medianos, o pequeños según les corresponda.
- El tercero consiste en lograr que el prototipo haga todo este proceso de manera correcta pero en el menor tiempo posible.
- Finalmente el cuarto es tratar de que el peso de cada huevo indicado en la pantalla LCD del prototipo, corresponda al peso real del huevo.

Esta pruebas se las hizo ya en la puesta en marcha de todo el sistema, y corresponde además a la prueba de funcionamiento total del prototipo, para esto se escogió una cierta cantidad de huevos de diferentes tamaños, en total 30, diez de cada tamaño se los pesó en una balanza comercial para determinar previamente su peso y la clasificación a la que deben pertenecer y se los colocó en el prototipo.

Inmediatamente se puso en marcha a la máquina en su modo de funcionamiento normal, a partir de aquí se tomó en cuenta los siguientes parámetros:

- El tiempo que se demora el prototipo en acabar de procesar y clasificar todos los huevos.



- Si los huevos en su totalidad fueron clasificados o no de manera correcta.
- Si el peso visualizado en la pantalla LCD del prototipo, corresponde al peso obtenido previamente en la balanza comercial.

Es importante acotar que a medida que se realizaron las diferentes pruebas, se fue realizando los correspondientes cambios en el prototipo con el objetivo de mejorar y lograr el mejor funcionamiento del prototipo.

#### 4.5.1 PRUEBAS DE TIEMPO DEL PROCESO DE CLASIFICACIÓN

En lo referente al tiempo que tardó el prototipo en terminar el proceso de clasificación de 15 huevos de diferente tamaño se obtuvieron los siguientes resultados:

Prueba	Tiempo (min)	Tiempo entre Paso y paso (ms)
1	4,49	30
2	4,68	20
3	4,55	15
4	4,4	10
5	4,26	5
6	4,13	3

**Tabla 4.5** Pruebas de tiempo del proceso de clasificación

Por lo tanto 4,13 minutos es el menor tiempo que tardó el prototipo en clasificar 15 huevos, siendo este el menor tiempo de duración del proceso de clasificación que se puede conseguir.

#### 4.5.2 PRUEBAS DE CORRECTA CLASIFICACIÓN

Esta prueba tiene como objetivo lograr que los huevos queden clasificados de manera correcta.

Los resultados correspondientes a la correcta clasificación de los huevos en sus respectivos contenedores son los siguientes:

	<b>De 10 huevos grandes</b>	<b>De 10 huevos medianos</b>	<b>De 10 huevos pequeños</b>
<b>Clasificados como grandes</b>	10	1	0
<b>Clasificados como medianos</b>	0	9	0
<b>Clasificados como pequeños</b>	0	0	10

**Tabla 4.6** Pruebas de la clasificación

La forma de leer la tabla 4.6 es muy sencilla, la primera columna muestra de 10 huevos grandes cuantos fueron clasificados como grandes, cuantos como medianos y cuantos como pequeños, y la segunda y tercera columna son similares.

Se puede apreciar en la columna de los huevos medianos, que uno fue clasificado como grande; este error se produjo, ya que el peso del huevo clasificado, se encontraba en el límite del rango entre los huevos medianos y los huevos grandes, y como se puede apreciar en la tabla 4.2, que la repetibilidad de la celda entre medida y medida varía, el huevo que está en el límite del rango podría haber sido clasificado como mediano o como grande, dependiendo de el valor que entregue la celda en ese momento.

#### **4.5.3 PRUEBAS DE CORRECTO PESO INDICADO**

Cuando se hicieron las pruebas para ver si el peso mostrado en la pantalla LCD del prototipo clasificador de huevos corresponde al peso obtenido en la balanza comercial se obtuvieron los resultados mostrados en la tabla 4.7

<b>Peso de la Balanza (g)</b>	<b>Peso indicado en el LCD (g)</b>	<b>Error (%)</b>
55	56	1,81
59	60	1,69
53	54	1,85
70	72	2,85
68	70	2,94
56	57	1,78
61	62	1,63

**Tabla 4.7** Pruebas de peso

Según la tabla 4,7, se puede observar que los errores varían entre 1,63% a 2,94%, esto se debe principalmente a que la balanza comercial no es una balanza de buen precisión, ya que al medir reiteradas veces un peso, esta daba errores de 1 gramo entre medición y medición.

Otra causa se debe a la celda de carga, ya que es una celda bastante económica en el mercado, por lo tanto no tiene una garantía de calidad, además, al ser un celda de 5 kg de capacidad, la sensibilidad para medir gramos es bastante escasa, ya que la variación de voltaje entre medida y medida es demasiado pequeña, obligando a amplificarlo aproximadamente 10.000 veces, produciendo que un pequeño error o variación también se amplifique en un valor similar.

## **CAPÍTULO 5**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1 CONCLUSIONES**

En el diseño y construcción del prototipo clasificador de huevos automático, se aplican varios conocimientos los cuales en conjunto permiten el desarrollo óptimo de este tipo de máquinas, por lo cual es importante el saber interconectar y poner en funcionamiento distintos sistemas y elementos como sensores, actuadores, sistemas digitales, electrónicos y neumáticos, los cuales toman importancia al interactuar entre todos como sucede en la mayoría de maquinarias e industrias.

El sistema de pesaje fue realizado fuera de la banda transportadora debido a algunos parámetros que se tomó en cuenta, entre ellos la fricción y el desgaste que se hubiera producido tanto en la banda como en la celda de carga al realizar el pesaje en la misma banda (pesaje dinámico), esto produce un incremento considerable de costos debido a que una celda de carga para pesaje dinámico con todas las protecciones y tiempo de respuesta necesario es extremadamente costosa, sin mencionar los costos de mantenimiento que también se incrementan.

Fue necesario colocar protecciones como optoacopladores, transistores y relés para el microcontrolador debido a que muchos elementos trabajan intermitentemente, incluyendo el motor que maneja la banda transportadora produciendo corrientes parásitas que pueden afectar al sistema de control.

La clasificación de huevos se la realizó únicamente en tres tamaños pequeño, mediano y grande, debido a que el proyecto se trata de un prototipo pequeño para laboratorio en el cual la importancia radica en el funcionamiento automatizado del prototipo. Sin embargo la clasificación se puede extender a varios tamaños más modificando los rangos de clasificación en la programación y físicamente extendiendo la estructura y aumentando el número de contenedores para los distintos tamaños, aunque esto aumentaría los costos del prototipo.

La reducción de velocidad de la banda transportadora fue realizada con un motorreductor variable acoplado al motor, ya que al tratarse de un producto frágil

se necesita una velocidad media baja de transporte, y este motorreductor brinda la posibilidad de controlar la velocidad hasta que sea la óptima requerida por el usuario. No se optó por los motores que tienen ya el motorreductor acoplado en una misma estructura, ya que estos no permiten la variación de la velocidad de manera sencilla, y se hubiera necesitado elementos semiconductores haciendo más complicado y sobre todo más costoso este proceso.

El sistema de traslado fue adaptado de una impresora Epson LX500 ya que facilita el poder mover el brazo hacia la posición de clasificado y luego retornar hacia la posición inicial fácilmente mediante el control del motor a pasos.

El sistema de vacío como una alternativa de transporte de objetos, resulta interesante en esta aplicación debido a la fragilidad de los huevos, haciendo que la combinación del aire y una ventosa flexible resulten ideales para permitir la movilidad de los huevos sin maltratarlos ni estropearlos; motivo por el cual en muchas industrias dedicadas a la venta y distribución de huevos de gallina se utiliza este sistema.

Se hicieron pruebas de peso en unas bandejas de huevos comprada de la empresa huevos ORO y huevos INDAVES, correspondientes a la clasificación grandes, pudiéndose comprobar que a pesar de que en la caja se especifica el peso de cada huevo, al someterlos a prueba en una balanza comercial, éste no se cumple, sino que existen variaciones de hasta  $\pm 5$  gramos, por lo tanto se concluye que en la clasificación de los huevos en la industria, no se pone un énfasis en un método de obtener el peso exacto de cada huevo, sino que más bien, que estos cumplan el rango de pesos de la clasificación, y el peso de cada huevo se obtiene de un promedio del peso total de la bandeja.

## 5.2 RECOMENDACIONES

Para un correcto funcionamiento del prototipo clasificador de huevos se recomienda aislar la fuente que alimenta el circuito de control de la parte de potencia, ya sea con un transformador de aislamiento o conectando en fases distintas la fuente y el motor de AC que mueve la banda transportadora, ya que el continuo arranque y paro de este motor puede crear interferencias en el circuito de control.

Para mejorar la precisión en el pesaje de los huevos, se puede optar por la compra de una celda de carga de mejor calidad y de una menor capacidad, es decir de 100 g máximo, para que de esta manera se pueda tener voltajes más manejables en la salida y la amplificación pueda hacerse de manera más sencilla evitando la interferencia del ruido.

Como una alternativa de continuación para este proyecto, pueden existir dos tipos de proyectos complementarios orientados, el uno a un prototipo que dispense de manera ordenada los huevos hacia el clasificador, y el otro proyecto puede encargarse de empaquetar los huevos que queden ya clasificados en sus respectivos contenedores.

Se recomienda que se revise la calibración de la celda de carga, únicamente si se comprueba que se está afectando en el proceso de clasificación, es decir que la clasificación se está haciendo de manera incorrecta, ya que después de varios meses de uso, la celda podría dar errores en el peso, pero si estos errores no son grandes no influirá en la clasificación. La clasificación se verá afectada únicamente cuando la celda produzca un error en el peso con más de 8 gramos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Floyd Thomas L., (2008), Dispositivos Electrónicos, Octava Edición, Prentice Hall Pearson.

Helfrick Albert D., Cooper William D., (1991), Instrumentación Electrónica Moderna y Técnicas de Medición, Primera Edición, Prentice Hall Hispanoamericana S.A.

Jiménez de Cisneros Luis, (1979), Manual de Neumática, Tercera Edición, Blum

Norton Harry N, (1982), Sensores y Analizadores, Editorial Gustavo Gili S. A.

Reyes Carlos A., (2006), Microcontroladores PIC, Segunda Edición, Rispergraf

Serrano Antonio N., (2000), Neumática, Quinta Edición, Paraninfo S.A.

MICROCHIP, (2003) PIC 16F87XA Data Sheet.

Luaces Alfredo Raul, (2008), Clasificado Dinámico,  
<http://www.mailxmail.com/curso-municipal>

Schmalz, (2008), Componentes de vacío,  
<http://www.vacuworld.com/es/unternehmen/uebersicht.html.es>

Wikipedia, (2008), Huevo (alimento), [http://es.wikipedia.org/wiki/Huevo\\_\(alimento\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Huevo_(alimento))

Rueda Luis, Control de Motores, [http://perso.wanadoo.es/luis\\_ju/soft/files/motores](http://perso.wanadoo.es/luis_ju/soft/files/motores)

**ANEXO A**

**MANUAL DE USUARIO**



**ANEXO A**

**MANUAL DE USUARIO**

**ANEXO A**

**MANUAL DE USUARIO**

**SISTEMA AUTOMATIZADO PARA UN PROTOTIPO**

**CLASIFICADOR DE HUEVOS**

El objetivo del presente manual, es informar al usuario sobre las bondades y la correcta utilización del sistema de automatizado del prototipo clasificador de huevos.

El sistema es capaz de clasificar automática los huevos en sus tres principales tamaños, grande, mediano y pequeño; además permite visualizar su peso, y cuantos ha clasificado en sus respectivas categorías.

El sistema de control consta de cuatro placas, la primera y la más grande contiene al sistema microprocesador que se encarga del monitoreo continuo de todas las variables analizadas, y en base a esa información comanda las electroválvulas, motor a pasos y al relé del motor AC.

En esta placa también se observara 5 pulsadores más un interruptor, el objetivo de estos pulsadores son para manipular en forma independiente a los actuadores del sistema y poder determinar el estado de funcionamiento del mismo, es decir pueden ser usados en labores de mantenimiento. El interruptor es para seleccionar si vamos a trabajar en forma normal y continua o para verificar el funcionamiento de los actuadores.

La segunda placa encontramos los acondicionadores de señal para la celda de carga y el sensor fotoeléctrico.

La tercera placa se encuentra el driver del motor a pasos, el ingreso de señal del microcontrolador y salida de señal al motor.

La cuarta placa es la fuente de 12v y 24v que servirán para las electroválvulas y el relé del motor AC.

Esta cuarta placa se encuentra en el interior de la fuente de alimentación del prototipo.

## **A.1 PANEL DE CONTROL**

El panel de control consta de 6 pulsadores más un display LCD de 16X2.

**INTERRUPTOR DE ON/OFF.-** Permite dar energía a todo el prototipo clasificador de huevos y lo apaga cuando ya no necesitemos clasificar huevos.

En la pantalla LDC indicara CLASIFICADOR DE HUEVOS, una vez energizado el prototipo.

**PULSADOR TIPO HONGO.-** Cuya función es de retirar toda la energía del prototipo en caso de emergencia si ocurriera cualquier anomalía diferente al proceso normal.

**PULSADOR MARCHA (VERDE-BLANCO).-** Una vez energizado el prototipo procedemos a dar marcha con este pulsador, en ese momento comenzará a moverse la banda transportadora dando inicio al proceso de clasificación de los huevos según su peso.

Es importante recalcar que para que este pulsador funcione el interruptor de normal/mantenimiento en el interior del tablero, debe estar colocado en la posición normal, es decir hacia abajo.

En la pantalla LDC indicara CLASIFICADOR RUN, una vez pulsado marcha.

En el momento en el que el sistema detecta un huevo, en el LCD nos indica el mensaje PESO xx g y a que categoría corresponde según su tamaño, PEQUEÑO, MEDIANO o GRANDE, junto a la clasificación se observará el número de huevos que han sido clasificados en esa categoría.

**PULSADOR PARO (ROJO-BLANCO).**- Solo funcionará cuando este en movimiento la banda transportadora, con el fin de que cualquier persona que quiera parar el prototipo no lo pueda hacer si está en pleno proceso clasificación y así evitar la ruptura de algún huevo.

Inmediatamente después de que ha sido presionado el pulsante de paro en la pantalla LDC indicara PARO; y enseguida aparecerá el mensaje PRESIONE MARCHA.

**PULSADOR HISTORIAL ROJO.**- El pulsador sirve para ver el historial, quiere decir nos indicara cuantos huevos a clasificado hasta el momento después de su pulsación tanto pequeños, medianos y grandes. También este pulsador por cualquier razón de pérdida de energía nos indicará cuantos se han clasificado antes que se fuera la energía ya que los datos se han guardado en la memoria EEPRON.

Es importante señalar que este pulsador funcionará únicamente después de que el operario ha pulsado el botón de paro, ya que cuando la máquina está en proceso de clasificación debe indicar otros datos importantes como son el peso del huevo que está clasificando y la clasificación a la que este corresponde.

En la pantalla LDC indicara PEQUEÑOS xx, MEDIANOS xx, GRANDES xx, por el lapso de 5 segundos tiempo suficiente para que el operario pueda visualizar el historial, y enseguida aparece el mensaje PRESIONE MARCHA.

**PULSADOR BORRAR CONTADOR ROJO.**- Este pulsador nos servirá para poner en cero el contador del prototipo y así tener un nuevo historial de clasificación de huevos.

Al presionarlo, la pantalla LCD debe indicar el texto DATOS BORRADOS, y enseguida el mensaje PRESIONE MARCHA.

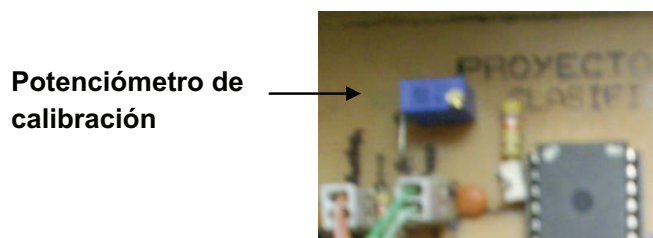


- 1.- Pantalla LCD
- 2.- Contraste del LCD
- 3.- Pulsante de Paro
- 4.- Pulsante de Marcha
- 5.- Pulsante de Historial
- 6.- Pulsante de Borrado de datos
- 7.- Interruptor ON/OFF
- 8.- Paro de Emergencia

## A.2 CALIBRACIÓN DE CELDA DE CARGA

Se debe tener en cuenta que la celda de carga necesita una calibración cada vez que la clasificación se esté haciendo de manera incorrecta, la calibración se hace con el pulsador interno que dice CAPTURAR y con el interruptor interno en funcionamiento normal (hacia abajo), estando la máquina en posición de paro y sin ningún huevo sobre el sistema de pesaje; se presiona este y visualizamos, la pantalla nos indicara PESO xx, un número cualesquiera, si nos indica el número cero alado de la palabra peso, quiere decir que la celda de carga esta calibrada y no lo necesita, si nos indica un numero diferente al cero tenemos que mover el potenciómetro de presión hacia la derecha mas, izquierda menos, y nuevamente verificamos presionando CAPTURAR y observamos que está ya en cero entonces ya esta calibrada la celda de carga.

Una vez calibrada aparece el mensaje en la pantalla MARCHA SI OK, y con esto está lista para comenzar el proceso de la clasificación de los huevos.









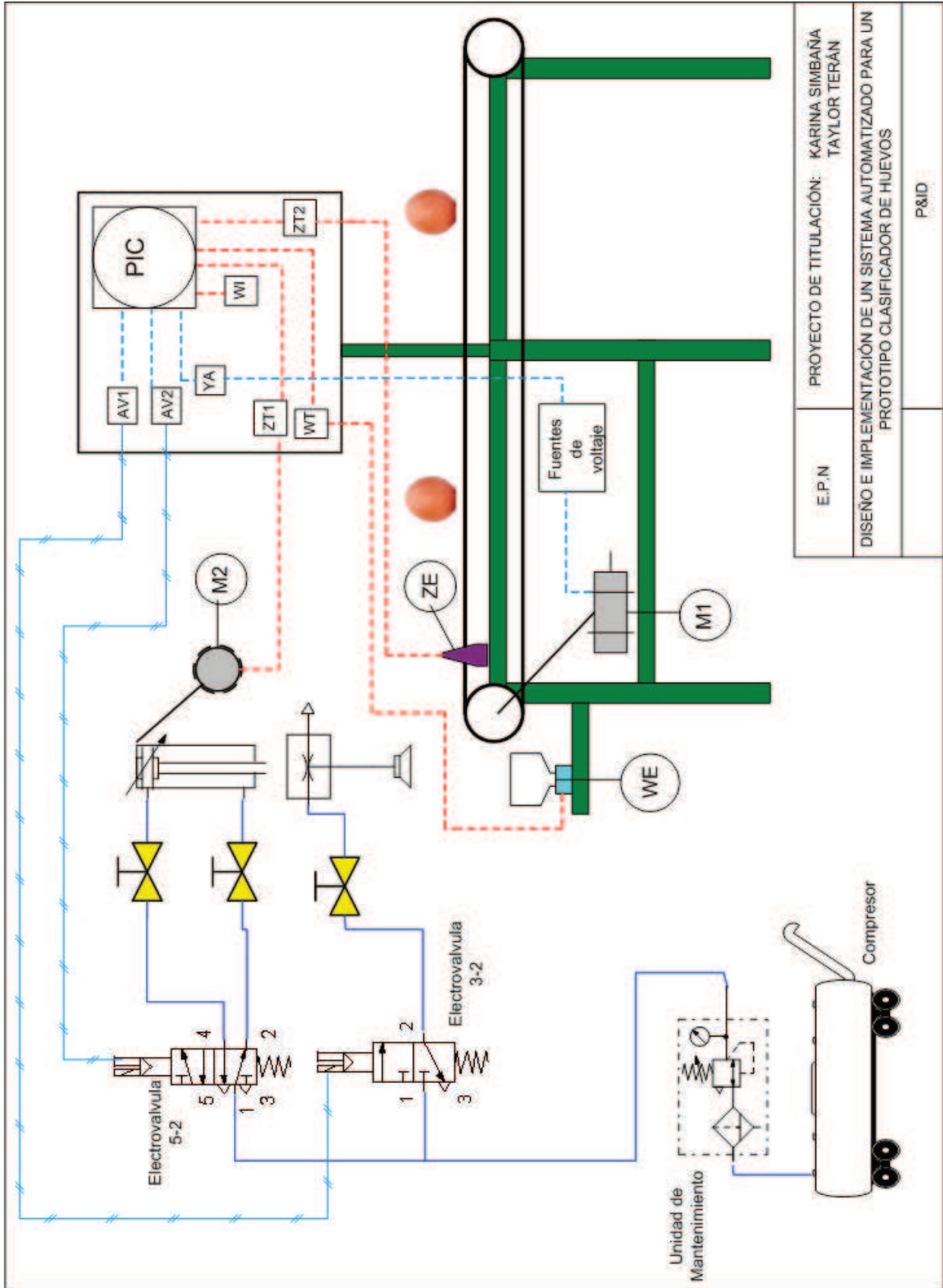
### A.3 PARÁMETROS ELÉCTRICOS

Los parámetros eléctricos del prototipo para un correcto y seguro funcionamiento son:

- Voltaje de alimentación: 120Vrms AC
- Frecuencia: 60HZ
- Alimentador: #12AWG -TIPO THW (20A)
- Potencia : 588W
- Corriente: 12A
- Braker de 20A para protección del equipo
- Tener un sistema puesta a tierra

### A.4 P&ID

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Flujo de aire
	Señal neumática
	Señal eléctrica 1
	Señal eléctrica 2
	Actuador de válvula
	Actuador de relé
	Indicador de peso
	Transmisor de posición
	Transmisor de peso
	Sensor de posición fotoeléctrico
	Sensor de peso



E.P.N	PROYECTO DE TITULACIÓN: KARINA SIMBAÑA TAYLOR TERAN
DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA UN PROTOTIPO CLASIFICADOR DE HUEVOS	
P&ID	



# **ANEXO B**

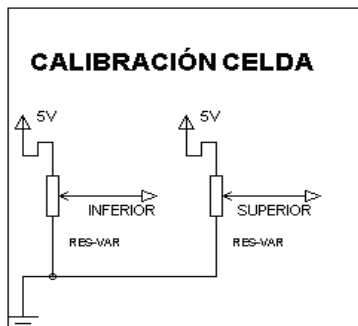
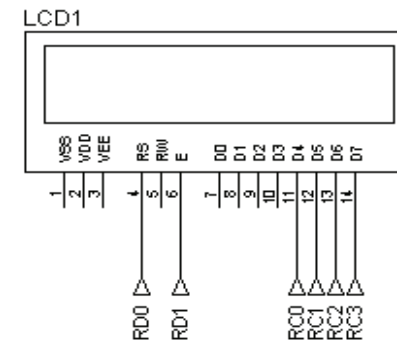
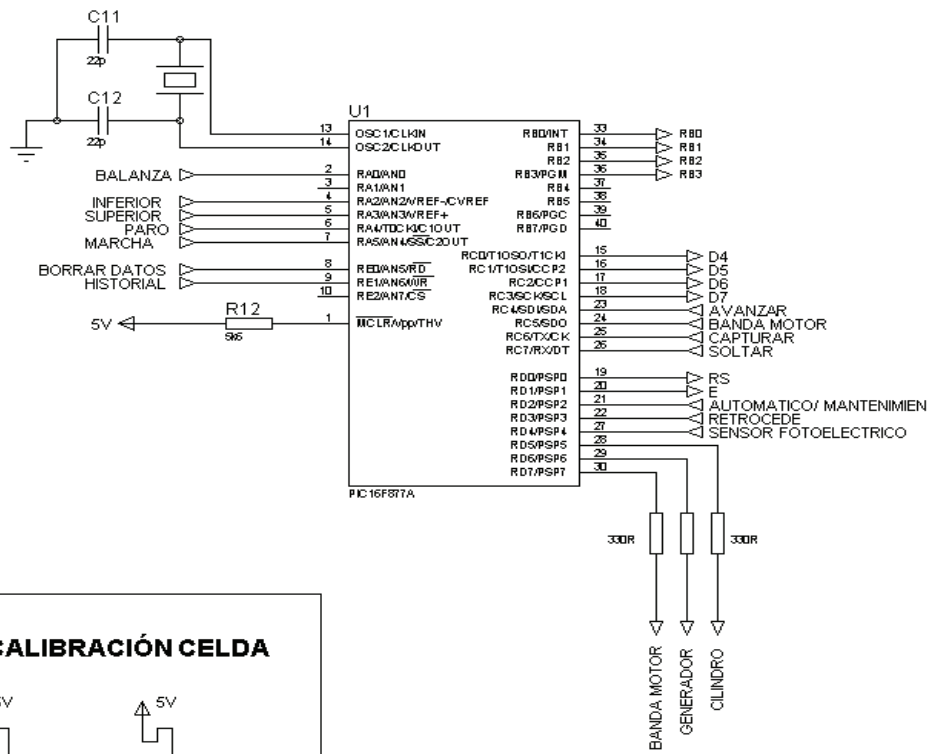
**PLANOS ELÉCTRICOS Y**

**PLANOS MECÁNICOS**

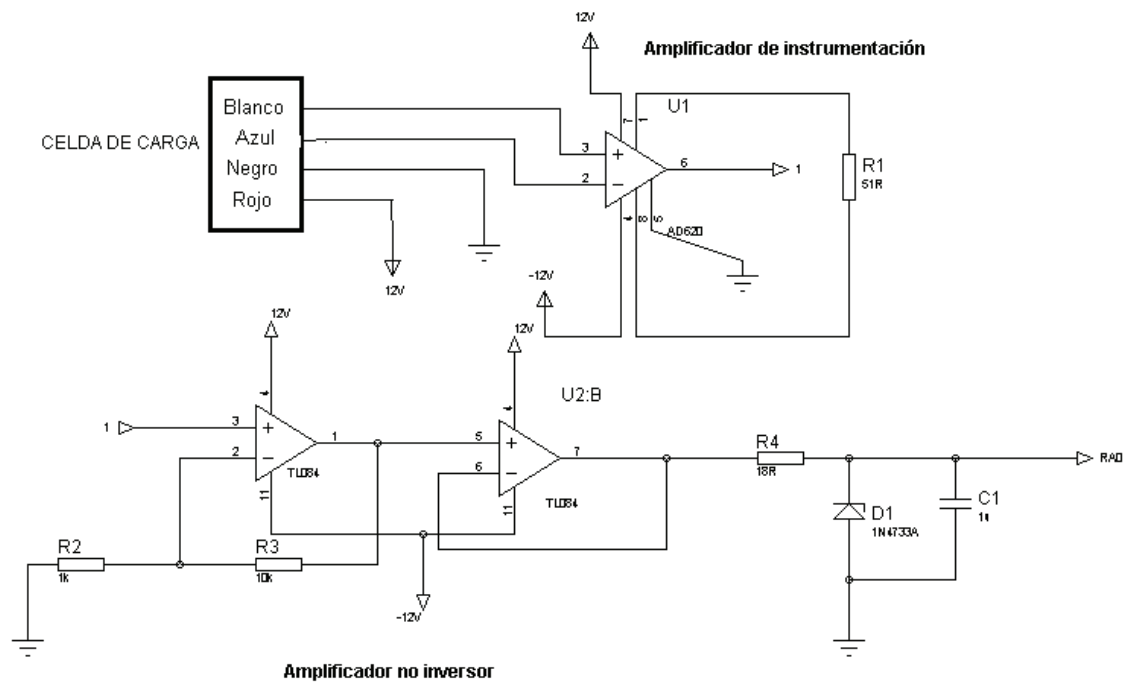
# **ANEXO B**

**PLANOS ELÉCTRICOS Y**

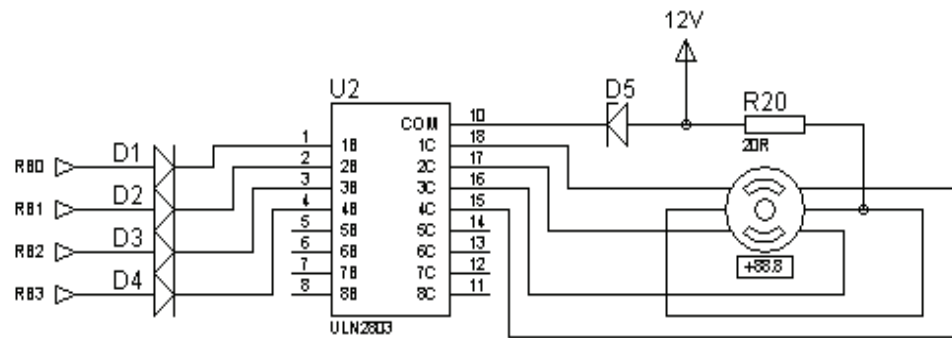
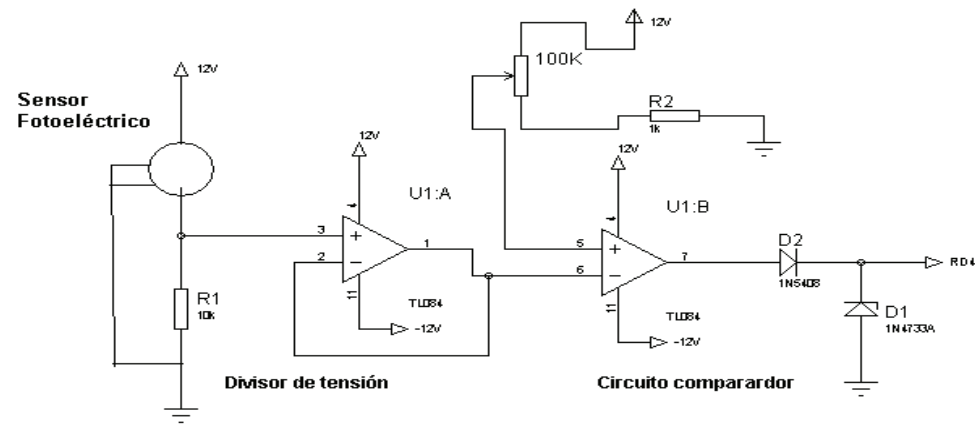
**PLANOS MECÁNICOS**



E.P.N	PROYECTO DE TITULACIÓN: KARINA SIMBAÑA TAYLOR TERÁN
DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA UN PROTOTIPO CLASIFICADOR DE HUEVOS	
PLANO #1	ENTRADAS Y SALIDAS DEL PIC16F877A Y LCD 16X2

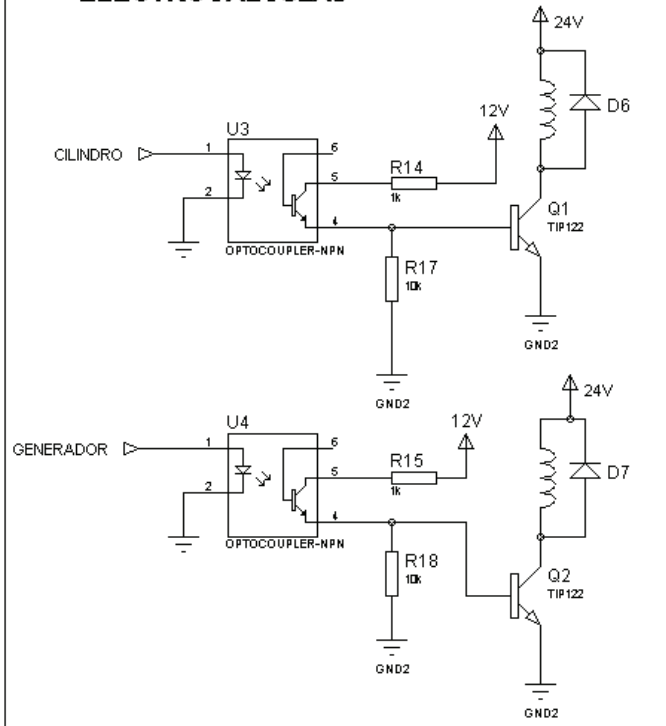


E.P.N	PROYECTO DE TITULACIÓN: KARINA SIMBAÑA TAYLOR TERÁN
DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA UN PROTOTIPO CLASIFICADOR DE HUEVOS	
PLANO #2	CELDA DE CARGA Y ACONDICIONAMIENTO

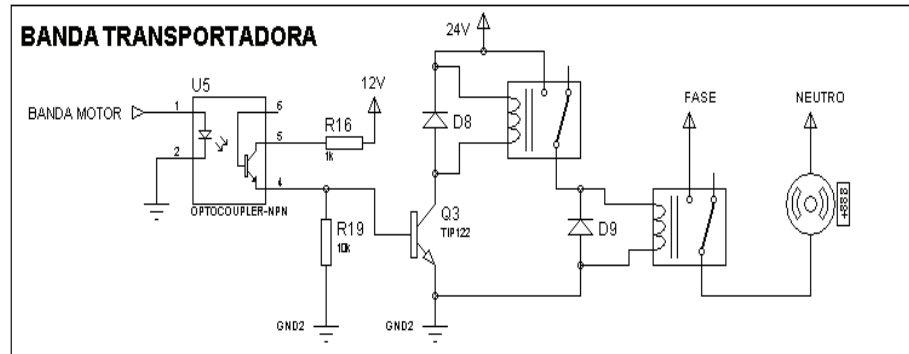


E.P.N	PROYECTO DE TITULACIÓN: KARINA SIMBAÑA TAYLOR TERÁN
DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA UN PROTOTIPO CLASIFICADOR DE HUEVOS	
PLANO #3	SENSOR FOTOELÉCTRICO Y MOTOR A PASOS

### ELECTROVALVULAS

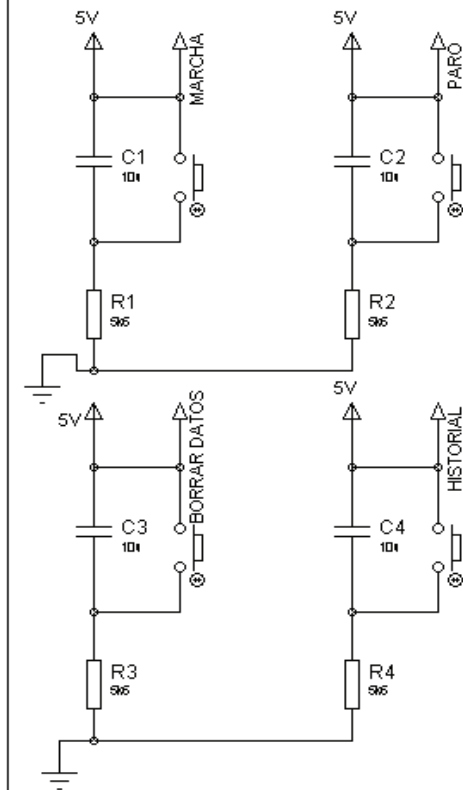


### BANDA TRANSPORTADORA

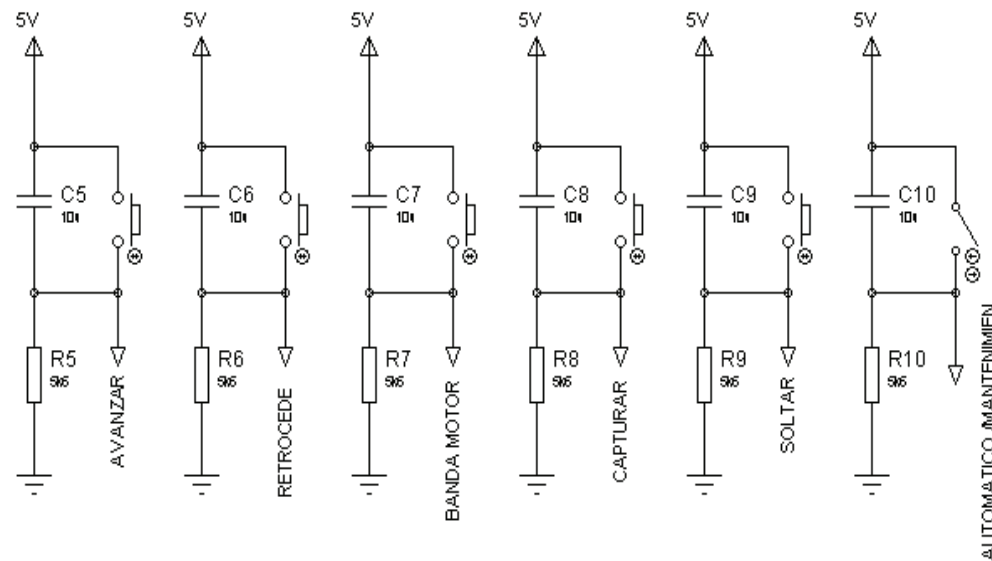


E.P.N	PROYECTO DE TITULACIÓN: KARINA SIMBAÑA TAYLOR TERÁN
DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA UN PROTOTIPO CLASIFICADOR DE HUEVOS	
PLANO #4	CIRCUITOS DE ELECTROVALVULAS Y RELES

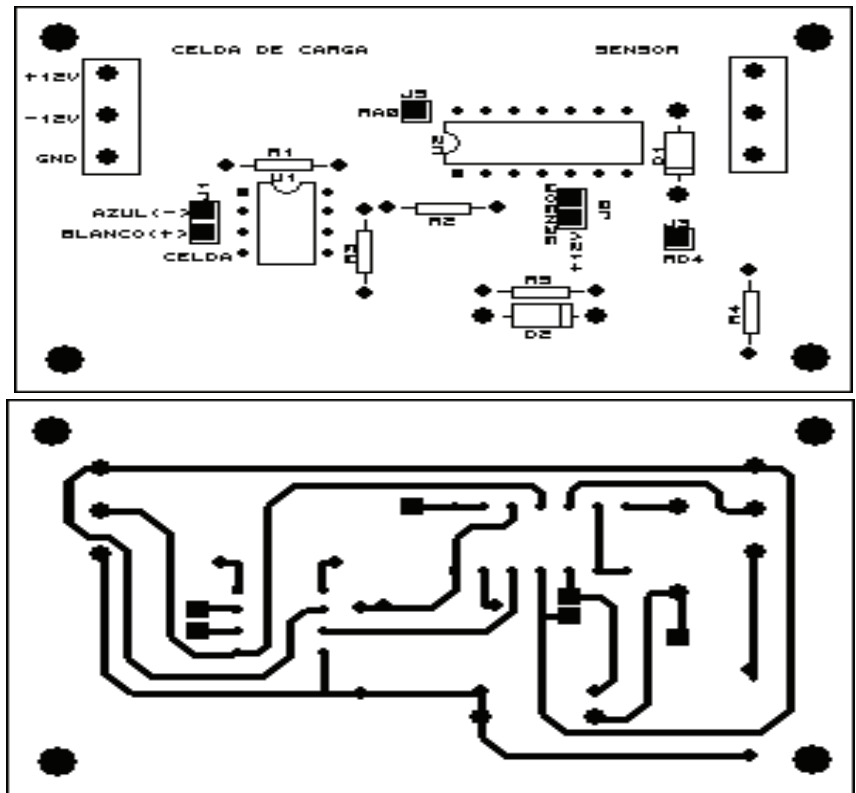
### AUTOMATICO



### MANTENIMIENTO

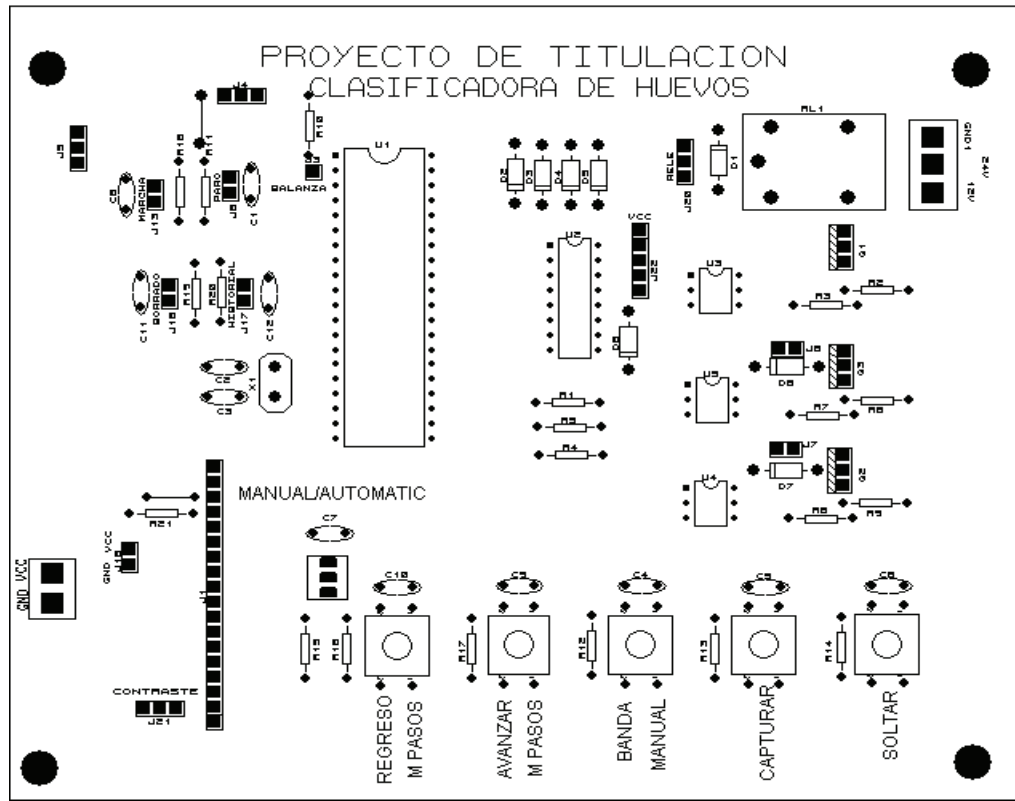


E.P.N	PROYECTO DE TITULACIÓN: KARINA SIMBAÑA TAYLOR TERÁN
DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA UN PROTOTIPO CLASIFICADOR DE HUEVOS	
PLANO #5	PULSADORES EXTERNOS E INTERNOS

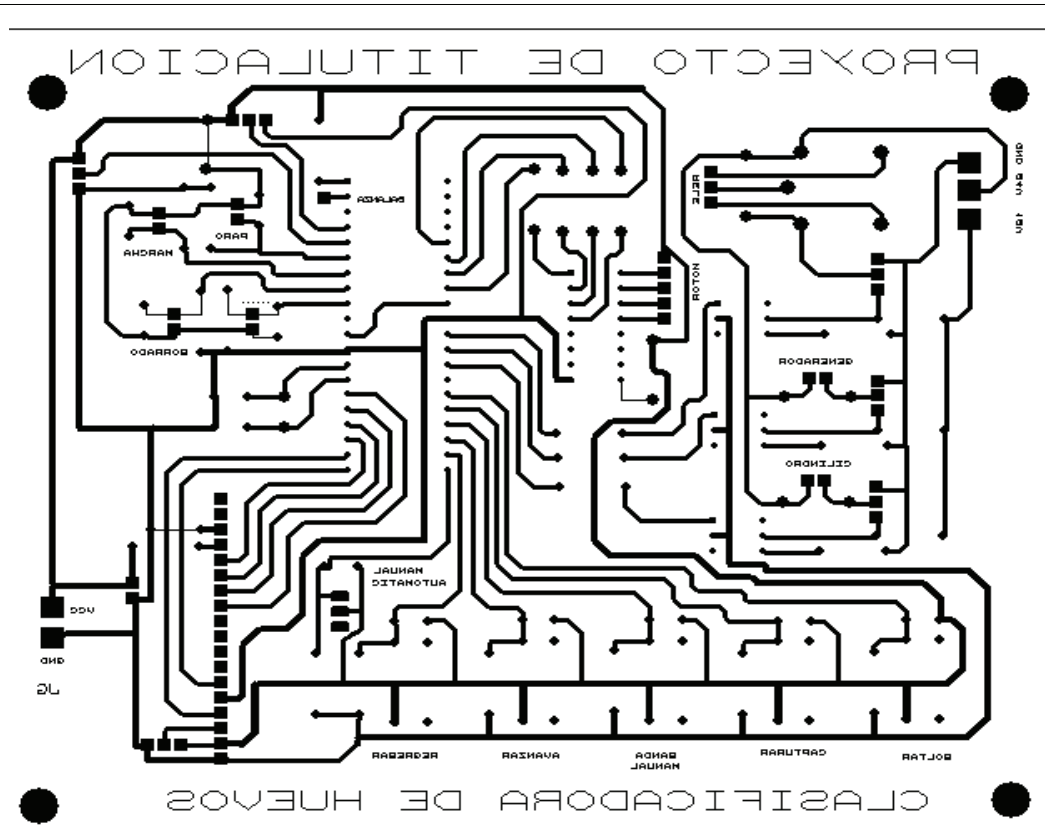


E.P.N	PROYECTO DE TITULACIÓN: KARINA SIMBAÑA TAYLOR TERÁN
DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA UN PROTOTIPO CLASIFICADOR DE HUEVOS	
PLANO #8	CIRCUITO IMPRESO DEL SENSOR Y CELDA DE CARGA

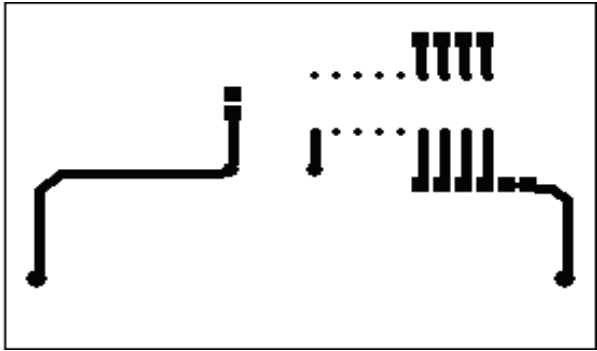
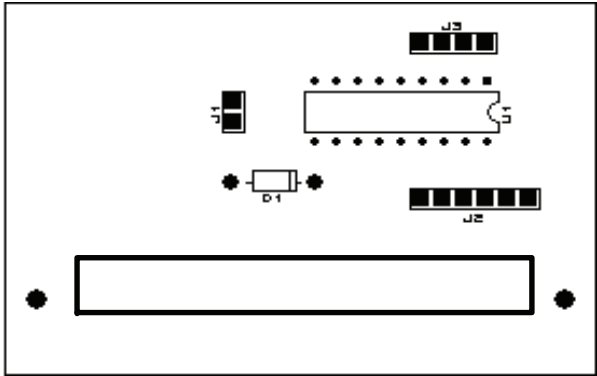




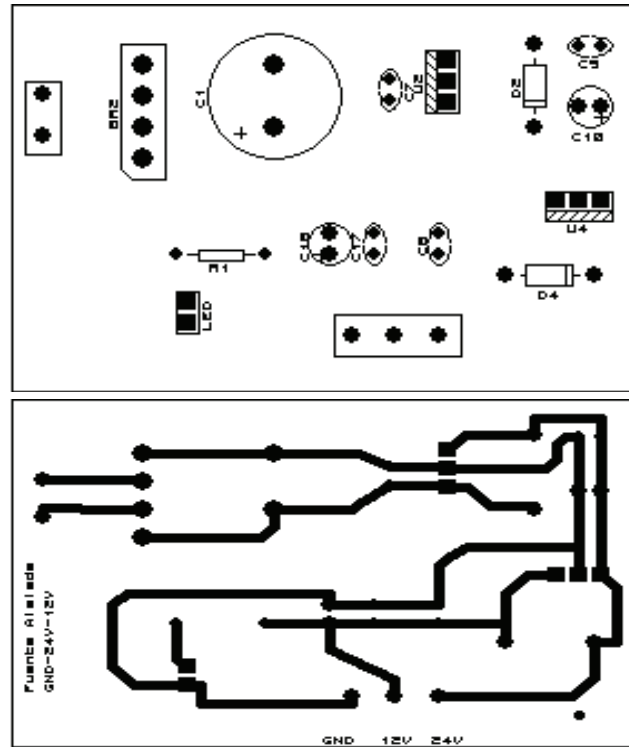
E.P.N	PROYECTO DE TITULACIÓN: KARINA SIMBAÑA TAYLOR TERÁN
DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA UN PROTOTIPO CLASIFICADOR DE HUEVOS	
PLANO #7	CIRCUITO IMPRESO TARJETA DE CONTROL



E.P.N	PROYECTO DE TITULACIÓN: KARINA SIMBAÑA TAYLOR TERÁN
DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA UN PROTOTIPO CLASIFICADOR DE HUEVOS	
PLANO #6	CIRCUITO IMPRESO TARJETA DE CONTROL

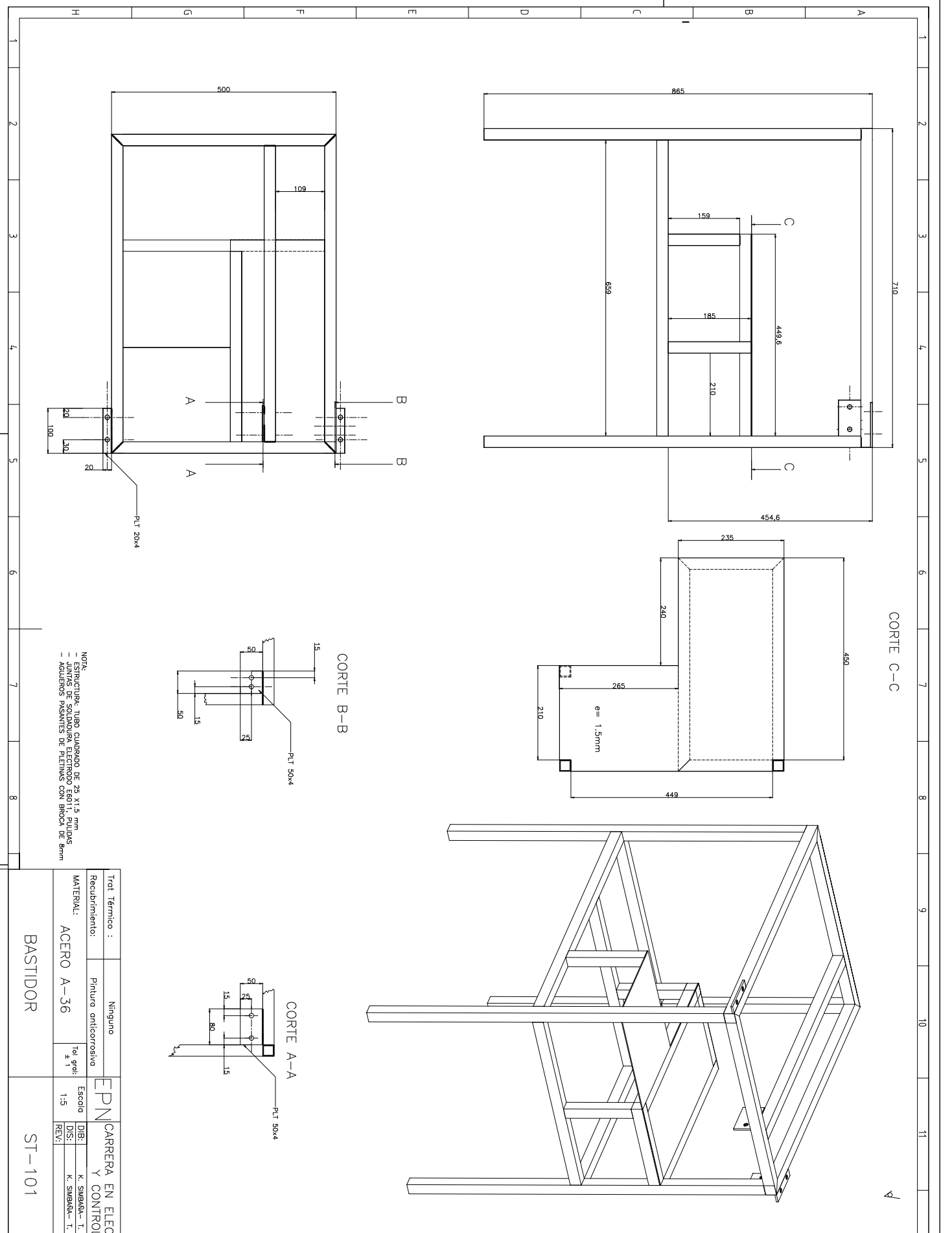


E.P.N	PROYECTO DE TITULACIÓN: KARINA SIMBAÑA TAYLOR TERÁN
DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA UN PROTOTIPO CLASIFICADOR DE HUEVOS	
PLANO #9	CIRCUITO IMPRESO MOTOR A PASOS



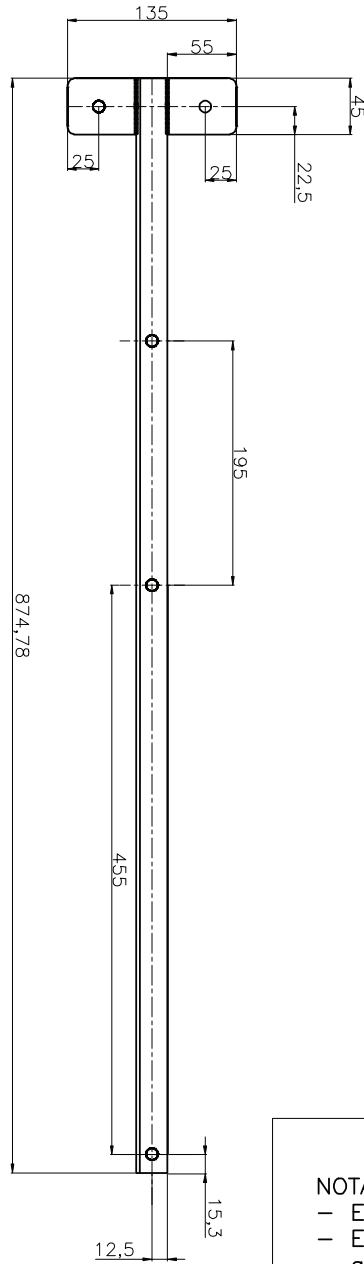
E.P.N	PROYECTO DE TITULACIÓN: KARINA SIMBAÑA TAYLOR TERÁN
DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA UN PROTOTIPO CLASIFICADOR DE HUEVOS	
PLANO #10	CIRCUITO IMPRESO DE FUENTE 12V Y 24V

26	B-10	CONJUNTO MOTRIZ	1				
25	B-10	SUCCIONADOR NEUMATICO	1				
24	C-5	POLEA TRACTORA	1	Aluminio		diametro 50	
23	C-4	POLEA	1	Aluminio		diametro 100	
22	E-3	CADENA DE TRANSMISIÓN	1	acero		N° 40 X 450	
21	E-5	REDUCTOR	1	acero			
20	E-5	BANDA	1	CAUCHO			
19	C-5	MOTOR	1				
18	B-7	BANDA TRANSPORTADORA	1	CAUCHO		1880 X 250	
17	C-2	CELDA DE CARGA	1				
Nº	ZONA	DENOMINACION	CANT	MATERIAL	NºNORMA/ PLANO	NOTAS	
EPN	CARRERA DE INGENIERIA EN ELECTRONICA Y CONTROL			DIS:	KARINA SIMBAÑA-TAYLOR TERAN		ESCALA 1:5
				DIB:	KARINA SIMBAÑA-TAYLOR TERAN		
				REV:	ING. YADIRA BRAVO		
TRANSPORTADOR DE HUEVOS				ST-001		FECHA 09/05/21	



NOTA:  
 - ESTRUCTURA: TUBO CUADRADO DE 25 X 1,5 mm  
 - JUNTAS DE SOLDADURA: ELECTRODO E6011, PULIDAS  
 - ACERDOS PRESANTES DE FLETTING CON BRUNDA DE 8mm

Trat Térmico :	Ninguno	EPN	CARRERA EN ELECTRONICA Y CONTROL
Recubrimiento:	Pintura anticorrosiva	Escudo	
MATERIAL:	ACERO A-36	Tol. qto: ± 1	DIB: K. SIMBADA - T. TERAN DIS: K. SIMBADA - T. TERAN REV: 1
BASTIDOR		ST-101	FECHA: 09/05/07



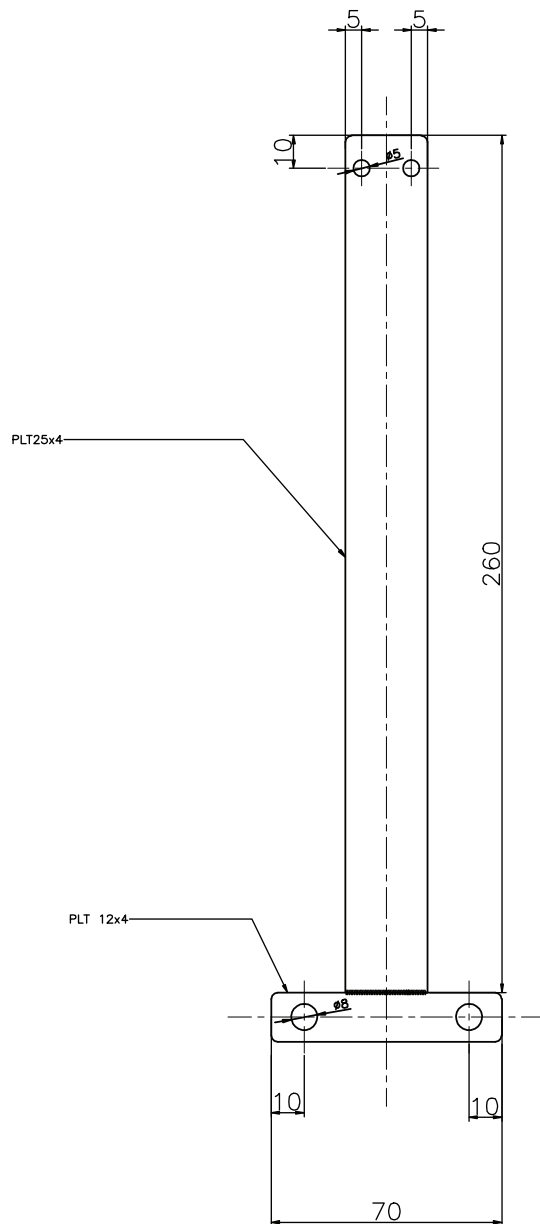
6

NOTAS:

- Esquina redondeadas
- Eliminar aristas vivas
- alojamientos con broca 8mm

Trat Térmico :	Ninguno	EPN	CARRERA EN ELECTRONICA Y CONTROL		
Recubrimiento:	Pintura		DIB:	K. SIMBAÑA- T. TERÁN	
MATERIAL:	ACERO A-36	Tol. grad: ± 1	Escala	DIS:	K. SIMBAÑA- T. TERÁN
			1:5	REV:	
SOPORTE PARA CAJA DE CONTROL			ST-102		FECHA: 09/05/09

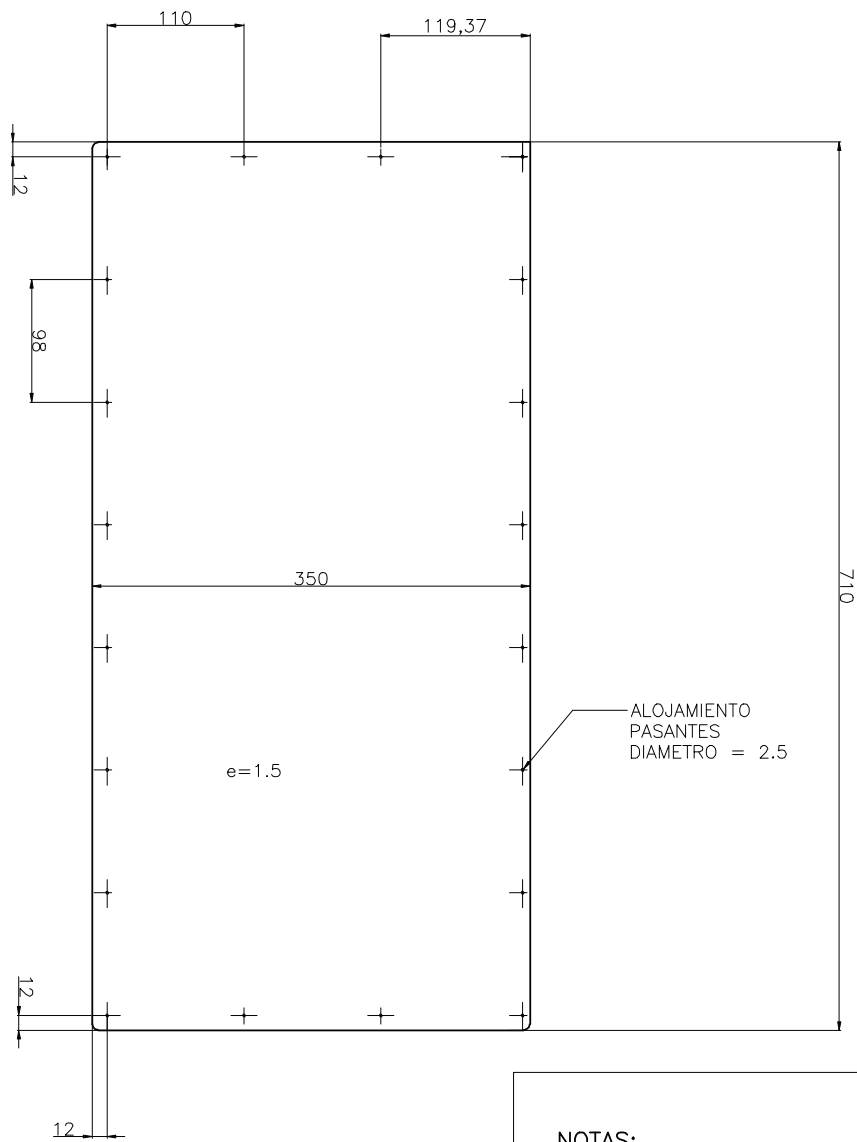
4



- NOTAS:  
 - Eliminar aristas vivas  
 - Esquinas redondeadas

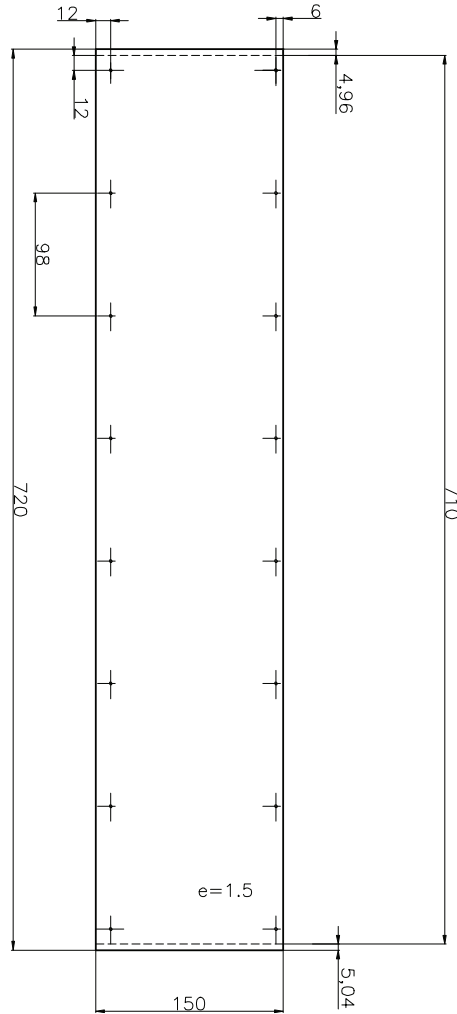
Trat Térmico :	Ninguno	EPN	CARRERA DE INGENIERIA EN ELECTRONICA Y CONTROL	
Recubrimiento:	Pintura		DIB:	K. SIMBAÑA - T. TERÁN
MATERIAL:	ACERO A-36	Tol gral: ± 1	Escala 1:2	DIS: K. SIMBAÑA - T. TERÁN
SOPORTE DE FILTROS			ST-103	FECHA: 09/05/10





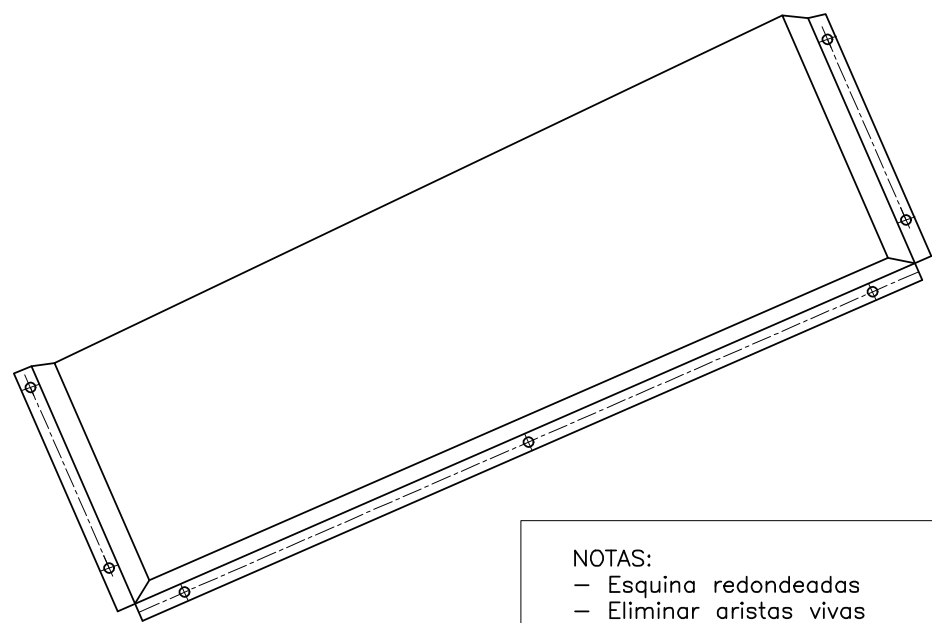
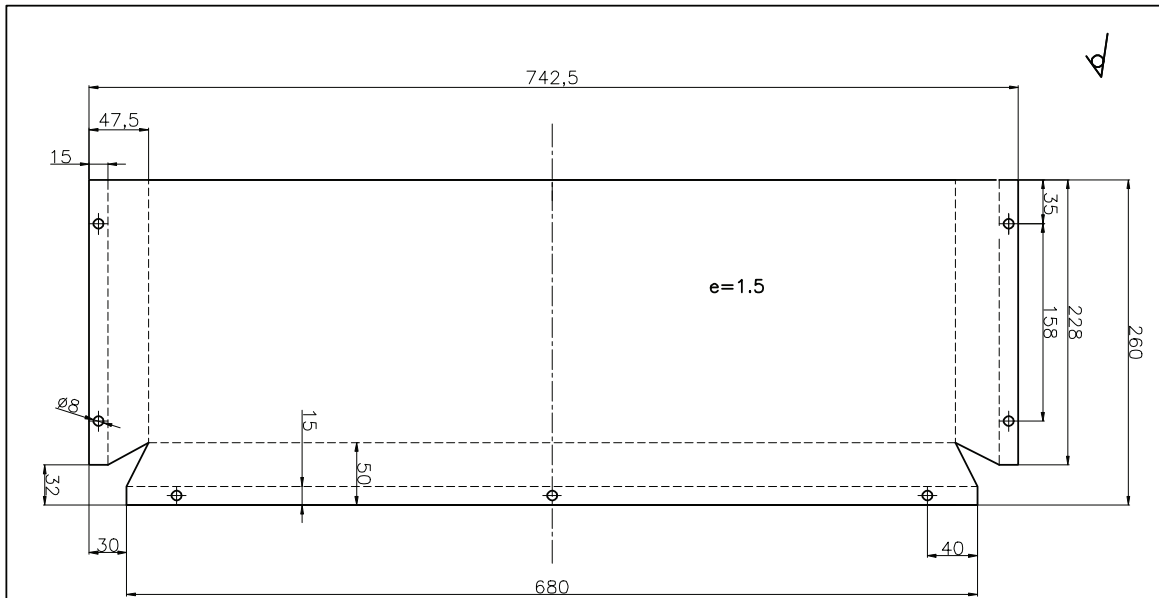
NOTAS:  
 - Esquina redondeadas  
 - Eliminar aristas vivas  
 - alojamientos con broca 2.5mm

Trat Térmico :	Ninguno	EPN	CARRERA EN ELECTRONICA Y CONTROL	
Recubrimiento:	Ninguno		DIB:	K. SIMBAÑA- T. TERÁN
MATERIAL:	ACERO A-36	Tol. gral: $\pm 1$	Escala 1:5	DIS: K. SIMBAÑA- T. TERÁN
TAPA SUPERIOR 1		ST-104		REV:
				FECHA: 09/05/09



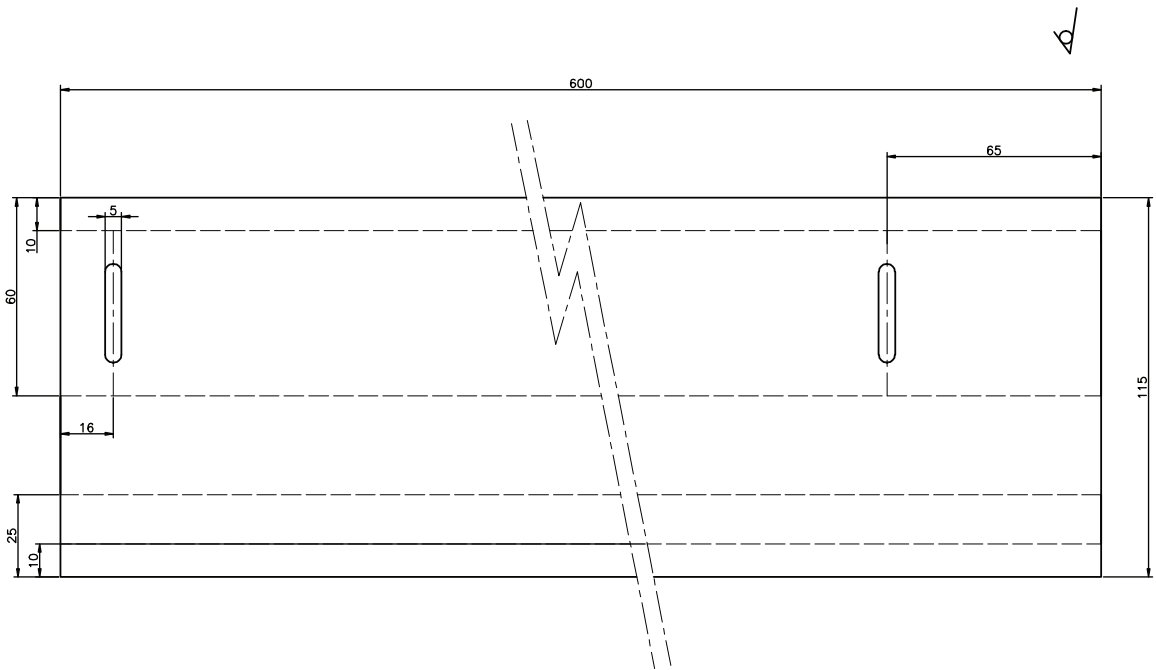
- NOTAS:
- Esquina redondeadas
  - Eliminar aristas vivas
  - alojamientos con broca 2.5mm
  - Realizar dobléz a tope

Trat Térmico :	Ninguno	EPN	CARRERA EN ELECTRONICA Y CONTROL		
Recubrimiento:	Ninguno		DIB:	K. SIMBAÑA- T. TERÁN	
MATERIAL:	ACERO A-36	Tol. grad: ± 1	Escala	DIS:	K. SIMBAÑA- T. TERÁN
			1:5	REV:	
TAPA SUPERIOR 2			ST-105		FECHA: 09/05/09

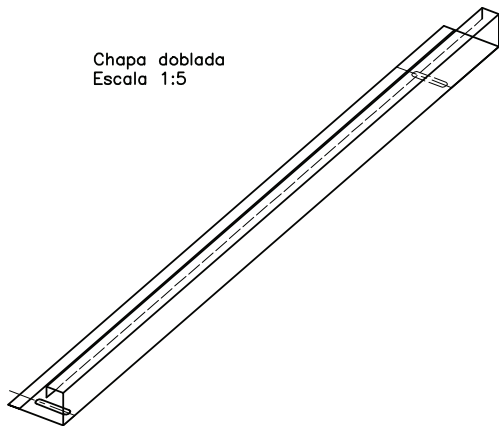


NOTAS:  
 - Esquina redondeadas  
 - Eliminar aristas vivas  
 - alojamientos con broca 8mm

Trat Térmico :	Ninguno	EPN	CARRERA EN ELECTRONICA Y CONTROL		
Recubrimiento:	Pintura		DIB:	K. SIMBAÑA- T. TERÁN	
MATERIAL:	ACERO A-36	Tol. grad: ± 1	Escala	DIS:	K. SIMBAÑA- T. TERÁN
			1:5	REV:	
TAPA LATERAL			ST-106		FECHA: 09/05/09

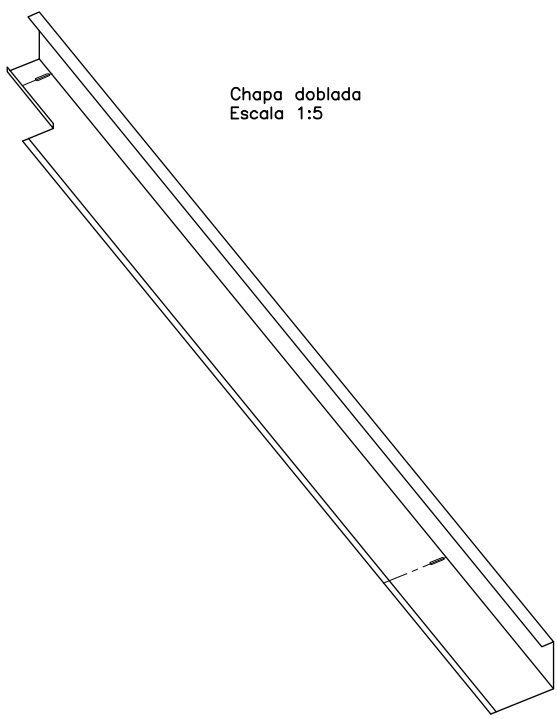
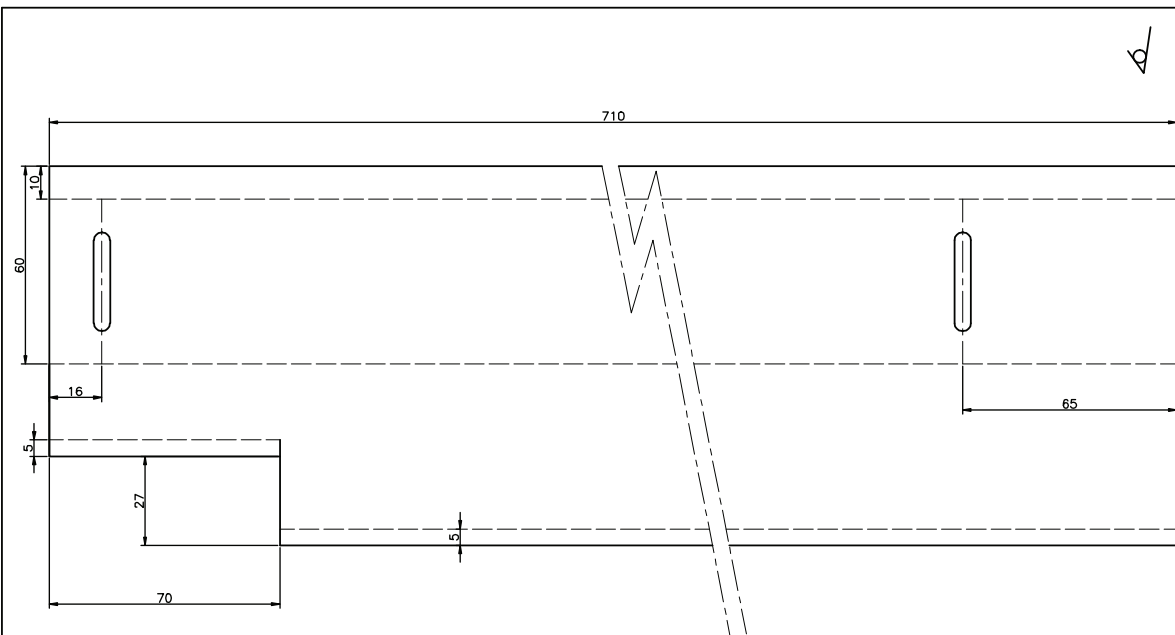


Chapa doblada  
Escala 1:5



- NOTAS:
- Eliminar aristas vivas
  - Esquinas redondeadas

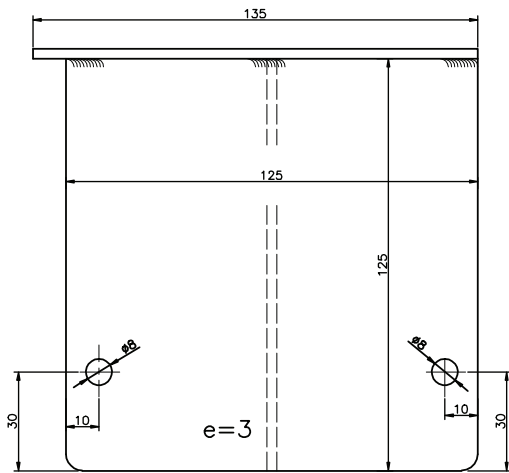
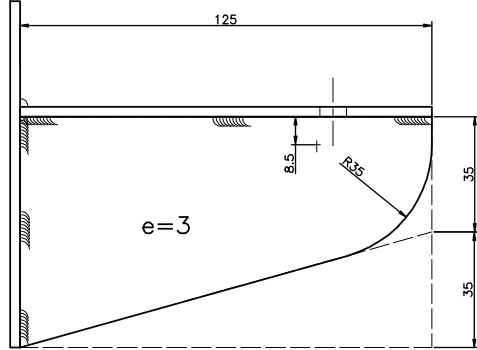
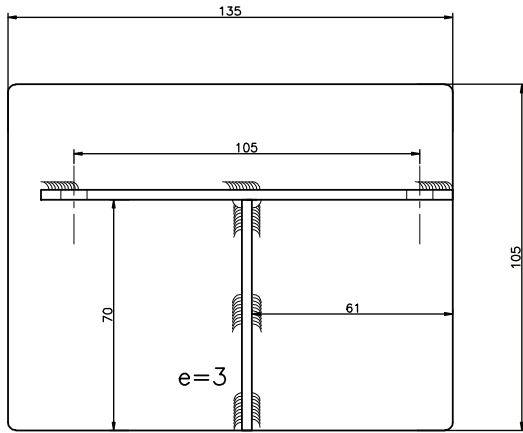
Trat Térmico :	Ninguno	EPN	CARRERA DE INGENIERIA EN ELECTRONICA Y CONTROL	
Recubrimiento:	Pintura		DIB:	K. SIMBAÑA - T. TERÁN
MATERIAL:	ACERO A-36	Tol gral: ± 1	Escala 1:2	DIS: K. SIMBAÑA - T. TERÁN
GUIA IZQUIERDA			ST-107	FECHA: 09/05/10



Chapa doblada  
Escala 1:5

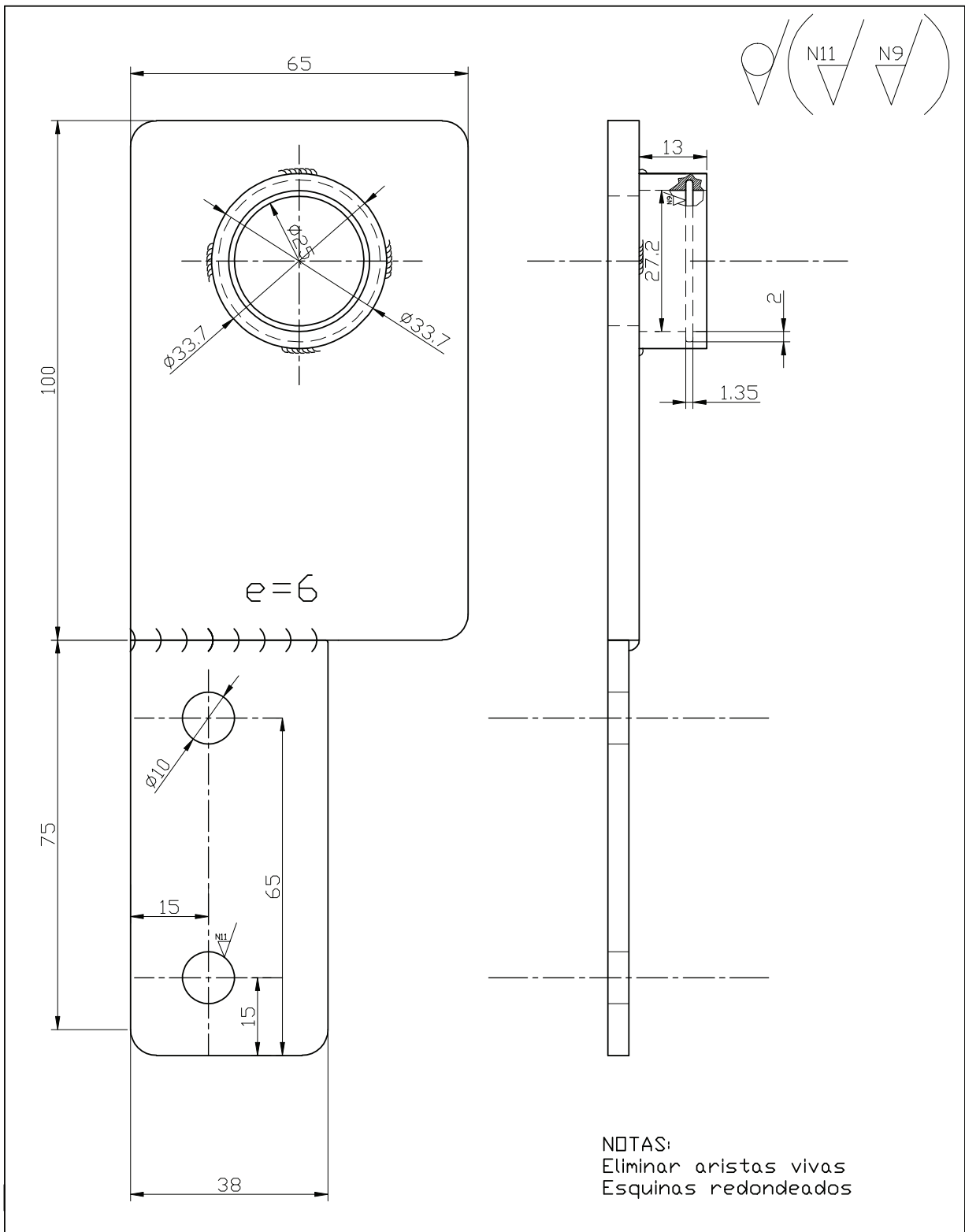
- NOTAS:
- Eliminar aristas vivas
  - Esquinas redondeadas

Trat Térmico :	Ninguno	EPN	CARRERA DE INGENIERIA EN ELECTRONICA Y CONTROL	
Recubrimiento:	Pintura		DIB:	K. SIMBAÑA - T. TERÁN
MATERIAL:	ACERO A-36	Tol gral: ± 1	Escala 1:2	DIS: K. SIMBAÑA - T. TERÁN
GUIA DERECHA			ST-108	FECHA: 09/05/10



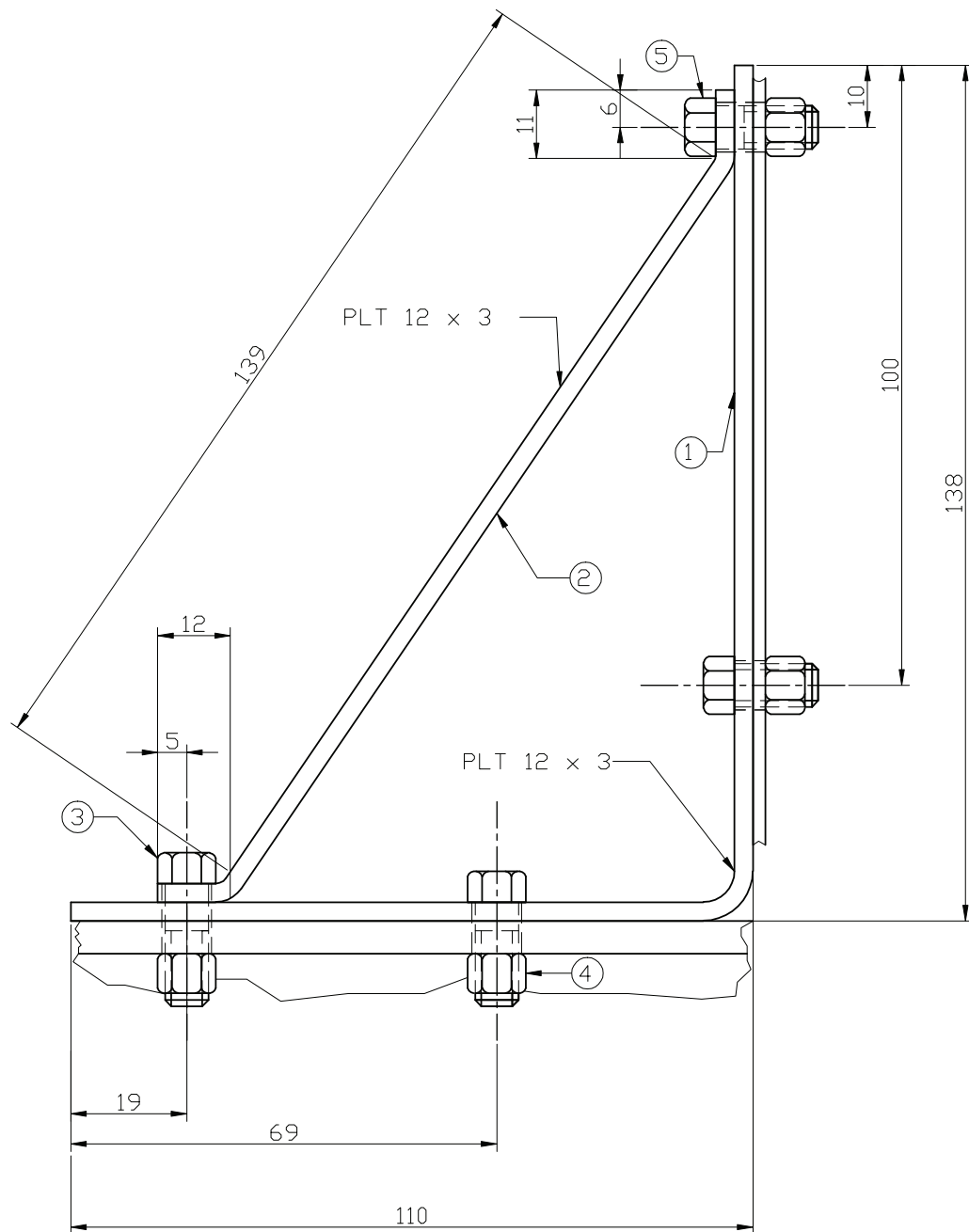
- NOTAS:  
 - Eliminar aristas vivas  
 - Esquinas redondeadas

Trat Térmico :	Ninguno	EPN	CARRERA DE INGENIERIA EN ELECTRONICA Y CONTROL	
Recubrimiento:	Pintura		DIB:	K. SIMBAÑA - T. TERÁN
MATERIAL:	ACERO A-36	Tol gral: ± 1	ESCALA	1:2
			DIS:	K. SIMBAÑA - T. TERÁN
			REV:	
SOPORTE DE BALANZA			ST-109	
				FECHA: 09/05/10



NOTAS:  
 Eliminar aristas vivas  
 Esquinas redondeados

Trat Térmico :	Ninguno	EPN	CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y CONTROL	
Recubrimiento:	Pintura		DIB:	KARINA SIMBAÑA-TAYLOR TERÁN
MATERIAL:	ACERO A-36	Tol. gral. ± 0.5	ESCALA	1:1
			DIS:	KARINA SIMBAÑA-TAYLOR TERÁN
			REV:	
SOPORTE RODILLO			ST-110	
			FECHA:	09/05/10

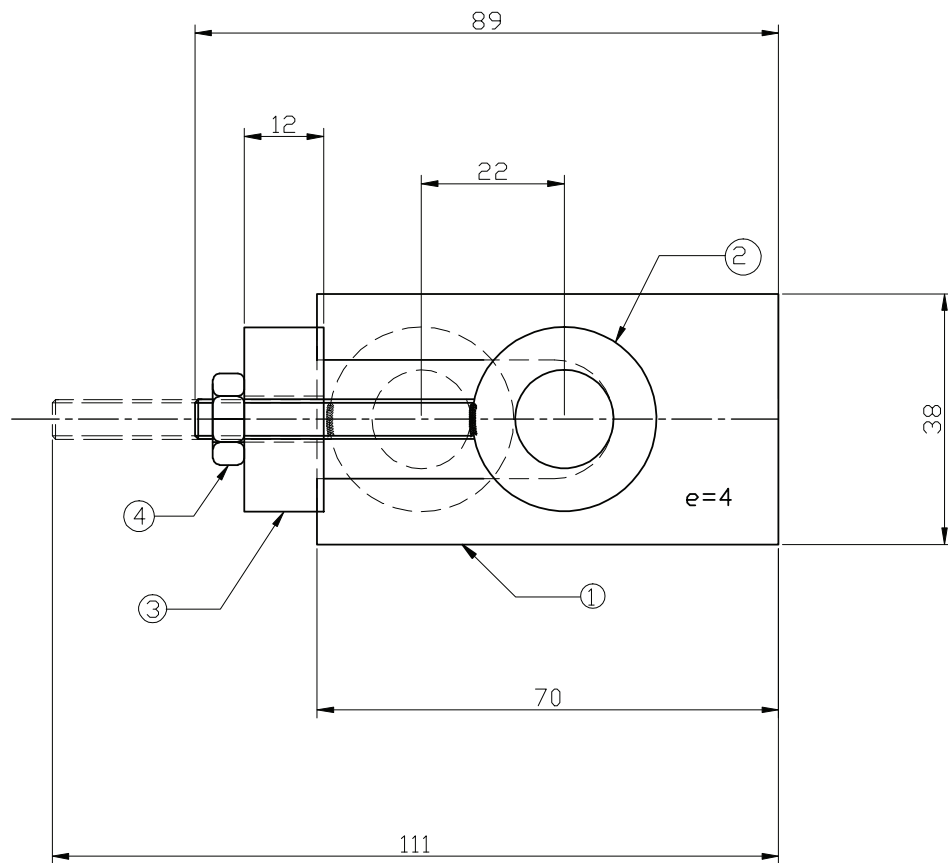


NOTA: Alojamiento pasantes de diámetro 8 mm

5	Perno de sujeción	6	Acero	DIN 690	Perno exagonal M8x15
4	Tuerca de sujeción	8	Acero	DIN 934	Tuerca exagonal M8
3	Perno de sujeción	2	Acero	DIN 690	Perno exagonal M8x15
2	Refuerzo	2	Acero		PLT 12 x 3
1	Soporte	2	Acero		PLT 12 x 3
Nº	DENOMINACION	CANT	MATERIAL	NºNORMA/ PLANO	NOTAS
EPN	CARRERA DE INGENIERIA ELECTRÓNICA Y CONTROL	DIS:		KARINA SIMBAÑA - TAYLOR TERAN	
		DIV:		KARINA SIMBAÑA - TAYLOR TERAN	
		REV:			
SOPORTE CARRO TRANSPORTADOR BASTIDOR				ST-002	
				FECHA: 08/07/02	

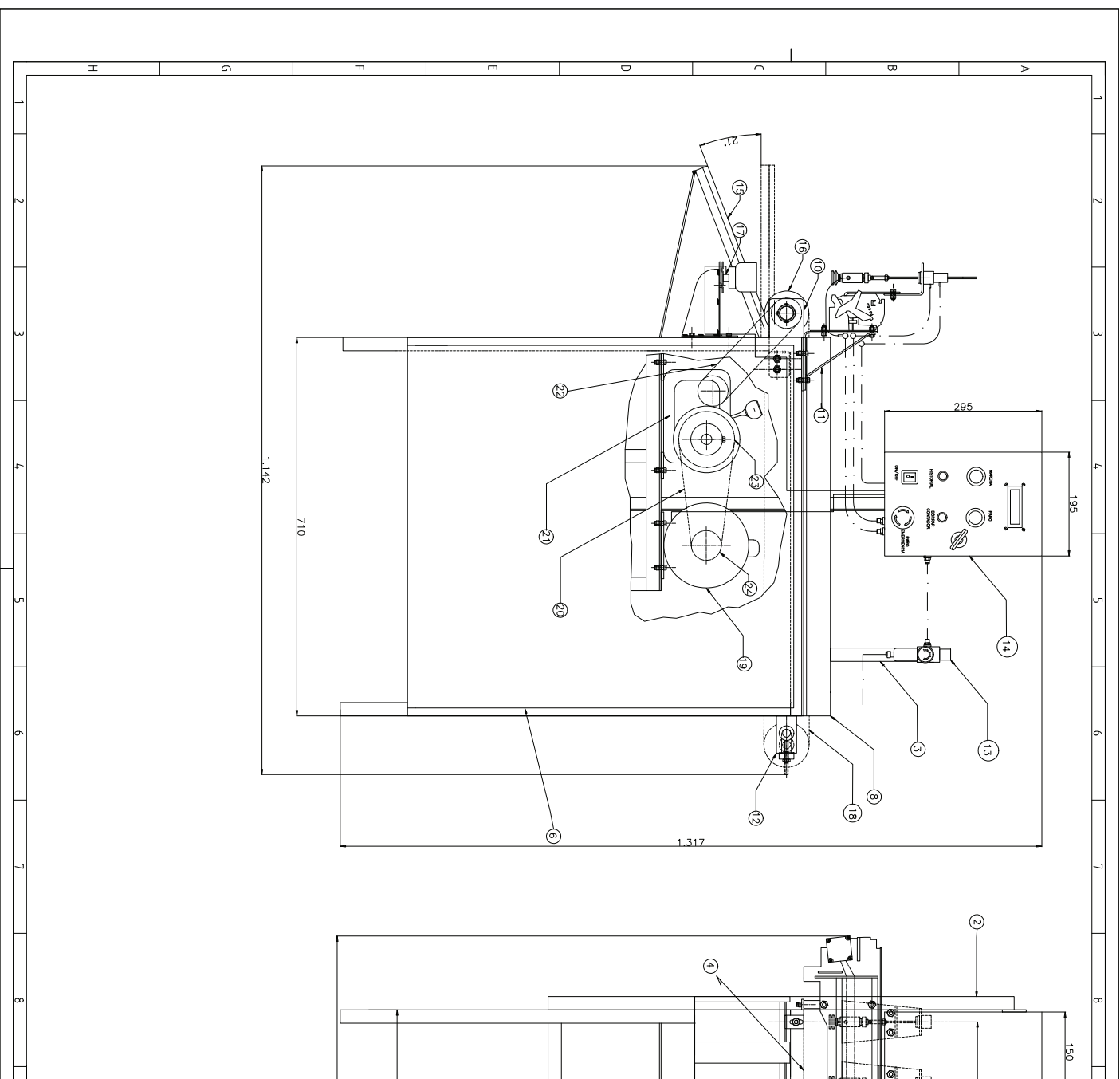
ESCALA  
1:1





4	Tuerca	2	Acero	DIN 934	Tuerca exagonal M8
3	Tope	2	Acero	ST-303	Perno exagonal M8x15
2	Tornillo móvil	2	Acero	ST-302	
1	Bastidor templador	2	Acero	ST-301	PLT 38 x 3
Nº	DENOMINACION	CANT	MATERIAL	NºNORMA/ PLANO	NOTAS
EPN	CARRERA DE INGENIERIA ELECTRÓNICA Y CONTROL	DIS:		KARINA SIMBAÑA - TAYLOR TERAN	
		DIV:		KARINA SIMBAÑA - TAYLOR TERAN	
		REV:			
SUBCONJUNTO TEMPLADOR				ST-003	
				FECHA: 08/07/02	

ESCALA  
1:1



16	C-2	RODILLO	2				
15	C-2	GUIA DE RUEDAS	1	o acero			
14	C-4	CAJA DE MANDO	1				
13	A-6	FILTRO DE AIRE	1				
12	C-7	succionamiento templador	2	o acero			
11	C-4	SOPORTE DE CARRO	2	o acero	.003		
10	B-11	SOPORTE RODILLO	2	o acero	.002		
9	D-11	SOPORTE BALANZA	1	o acero	.110		
8	B-7	GUIA DERECHA	1	o acero	.109		
7	C-9	GUIA IZQUIERDA	1	o acero	.107		
6	D-7	TAPA LATERAL	1	o acero	.106		
5	B-11	TAPA SUPERIOR	1	o acero	.105		
4	C-8	TAPA SUPERIOR	1	o acero	.104		
3	B-6	SOPORTE FILTRO	1	o acero	.103		
2	A-7	SOPORTE CADA DE CONTROL	1	o acero	.102		
1	E-9	BRASILLADOR	1	o acero	.101		
NE	ZONA	DE NOMINACION	1				

TRANSPORTADOR DE HUEVOS

EPN CARRERA DE INGENIERIA EN ELECTRONICA Y CONTROL

ST-001

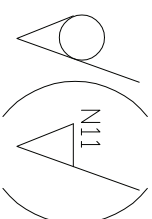
FECHA 09/05/21

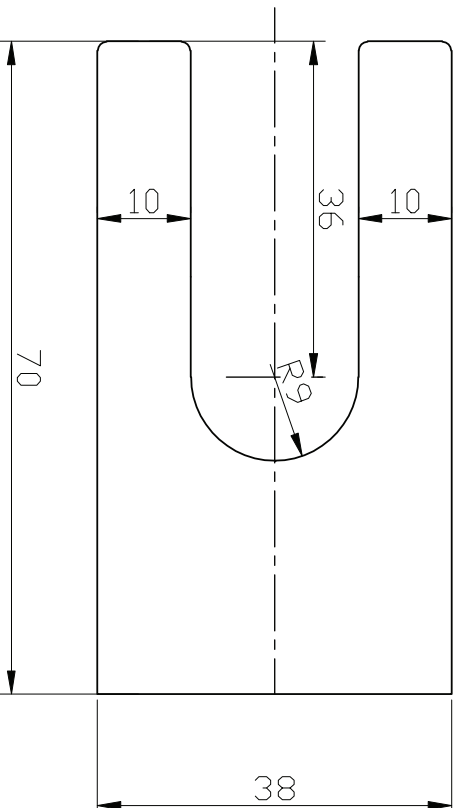
NOTAS

ESCALA 1:5

DISEÑADO POR KARINA SIMBANA-TAYLOR TERAN

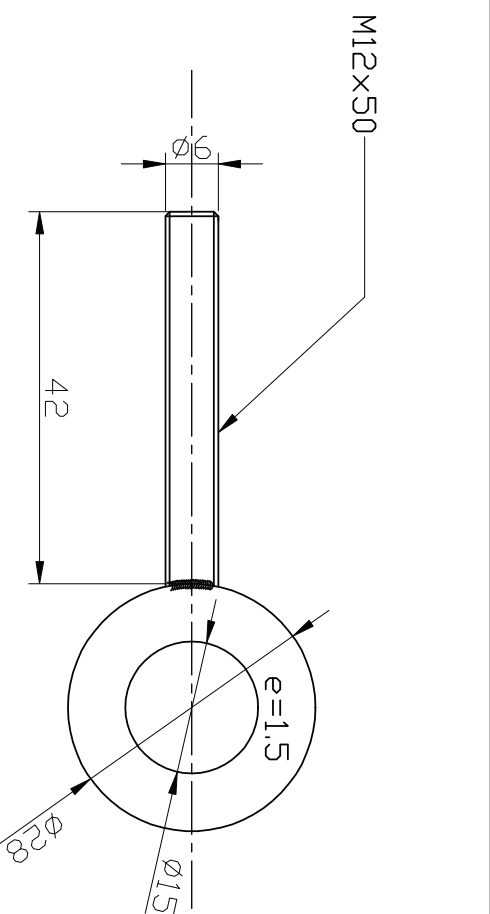
REVISADO POR INE. YADIRA BRAVO


  
 TTN



- NOTAS:
- Eliminar aristas vivas
  - Esquinas Redondeados

Trat Térmico :	Ninguno	
Recubrimiento:	Pintura	
MATERIAL:	ACERO A-36	Tol grati ± 0,5
BASTIDOR	TEMPLADOR	EPN
		Escala
		1:1
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y CONTROL		DIB: KARINA SIMBANA-TAYLOR TERÁN
		DIS: KARINA SIMBANA-TAYLOR TERÁN
		REV:
ST-301		FECHA: 09/05/10

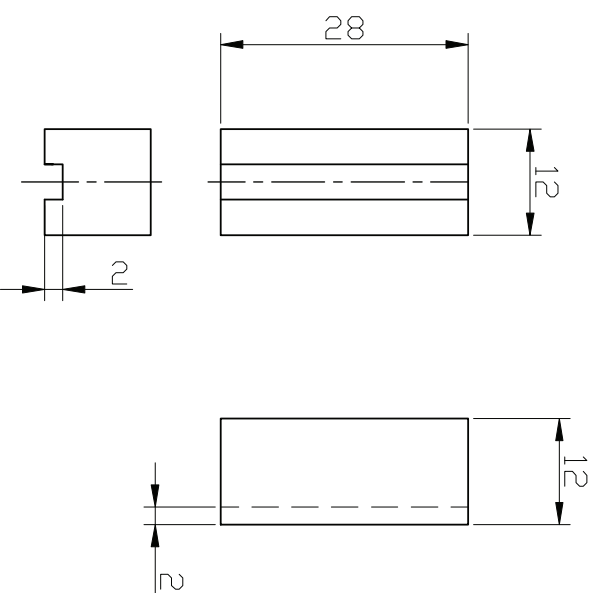


A

Trat Térmico :	Ninguno	
Recubrimiento:	Ninguno	
MATERIAL:	ACERO A-36	Tol grati: ± 0.5
EPN	Escala	1:1
	DIB:	KARINA SIMBANA-TAYLOR TERÁN
	DIS:	KARINA SIMBANA-TAYLOR TERÁN
	REV:	
TORNILLLO MOVIL		FECHA: 09/05/10
ST-302		

CARRERA DE INGENIERIA EN ELECTRÁNICA Y CONTRDL

N9



Trat Térmico :		Ninguno	
Recubrimiento:		Ninguno	
MATERIAL:	ACERO A-36	Tol gral:	± 0.5
EPN		Escala	1:1
CARRERA DE INGENIERIA EN ELECTRÁNICA Y CONTRDL		DIB:	KARINA SIMBANA-TAYLOR TERÁN
		DIS:	KARINA SIMBANA-TAYLOR TERÁN
		REV:	
TORNILLLO MOVIL		ST-303	
		FECHA:	09/05/10

**ANEXO C**

**NORMAS INEN 1973**

**HUEVOS FRESCOS DE  
GALLINA**

**ANEXO C**

**NORMAS INEN 1973**

**HUEVOS FRESCOS DE  
GALLINA**

<p>Norma Ecuatoriana Obligatoria</p>	<p>HUEVOS FRESCOS DE GALLINA REQUISITOS</p>	<p>INEN 1 973 1994-09</p>
--------------------------------------	---	-------------------------------

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN - Casilla 17-01-3999 - Baquerizo 454 y Ave. 6 de Diciembre - Quito-Ecuador - Prohibida la reproducción

**1. OBJETO**

1.1 Esta norma establece los requisitos generales que deben cumplir los huevos frescos de gallina para consumo humano directo.

**2. ALCANCE**

2.1 Esta norma establece los requisitos generales básicos correspondientes a los huevos frescos, procedentes de gallina, sometidos a una limpieza mecánica.

2.2 Huevos fértiles de aves serán objeto de norma específica.

2.3 Esta norma no considera a los huevos refrigerados o conservados para consumo humano.

**3. TERMINOLOGIA**

3.1 **Huevo.** Es el producto procedente de la especie Gallus (gallus domésticus).

3.2 Huevos frescos procedentes de otras variedades de aves serán identificados de acuerdo a ellas, ejemplo: huevo de pato, de pavo, huevo de codorniz y otros para consumo humano.

3.3 **Huevo fresco.** Aquel que, observado en el ovoscopio, se presenta absolutamente claro, sin sombra alguna, con yema apenas perceptible y una cámara de aire que no sobrepase la altura establecida de los requisitos; la cáscara debe ser fuerte y homogénea.

3.4 **Mantenimiento del huevo.** Aquel proceso tecnológico tendiente a prolongar la vida útil del huevo, mediante técnicas apropiadas.

3.4.1 Conforme el tipo de mantenimiento, los huevos serán nominados:

a) **Huevo refrigerado.** Son huevos enteros sometidos a un proceso de refrigeración, a una temperatura que oscile entre 2°C a 4°C, por un tiempo máximo hasta de 30 días, con un porcentaje de humedad relativa entre 65 y 70%.

b) **Huevo conservado.** Son huevos enteros que han sido sometidos a un proceso de refrigeración por un tiempo superior a 30 días e inferior a los 6 meses a temperatura de 0° a 2°C.

3.5 **Tipo (tamaño) del huevo.** Es el carácter dimensional de los huevos de gallina que permite su clasificación por masa (peso), unitaria en g .

3.6 **Grado del huevo.** Para objeto de esta norma, son las características admitidas para un mismo tipo (tamaño) de huevos de gallina.

(Continúa)

DESCRIPTORES: Industria alimentaria. Productos avícolas. Huevos frescos. Gallina.



**3.7 Huevo fuera de Norma.** Aquel con uno o más defectos que afecten su calidad comercial.

**3.8 Defecto del huevo.** Carencia o falta de las cualidades propias y naturales del huevo.

**3.8.1 Huevos defectuosos.** Son aquellos que presentan defectos que no afectan la aptitud para el consumo, cascarón roto pero con las membranas intactas; los que sin estar alterados presentan olores o sabores no característicos; los que al ovoscopio aparecen con una sombra oscura; los que tienen una cámara de aire superior a 6 mm y la inferior a 14 mm y los que presentan una determinada suciedad.

**3.8.2 Huevos no aptos.** Son aquellos que presentan defectos que afectan la aptitud para el consumo, poseen olor, sabor y/o coloraciones anormales; los que se presentan alterados por la acción de bacterias u hongos; los que tienen manchas de sangre superior a 3 mm; los que han sufrido incubación; aquellos que tienen una cámara de aire superior a 15 mm de altura y es muy móvil y los que han sido conservados por procedimientos no autorizados.

#### 4. CLASIFICACION

**4.1** El huevo fresco de gallina, en función de su masa (peso) unitario, y su masa mínima por docena en g, se clasifica como se anota en la tabla 1.

**TABLA 1. Clasificación de los huevos frescos de gallina**

**por su masa (peso) unitario y masa por docena en g**

Tipo (tamaño)	masa unitaria en g	masa por docena en g
I Supergigante	≥ 75	908
II Gigante	70 74	870
III Extragrande	65 69	810
IV Grande	60 64	750
V Mediano	55 59	690
VI Pequeño	50 54	630
VII Muy pequeño	45 49	570
VIII Mínimo	≤ 44	≤ 528

**4.1.1 Tolerancia máxima.** Se admitirá una tolerancia máxima de 2.0 g por docena para todos los tipos o tamaños de huevos señalados en la tabla 1, a excepción de los tipos supergigante y mínimo.

**4.1.2** El huevo que no se encuadre en ninguno de los tipos, (tamaños) señalados, se considerará no tipificado.

**4.2** El huevo fresco de gallina, de acuerdo a su grado de calidad, se clasifica en:

(Continúa)

	Grado A	Grado B
cascarón y cutícula	Normal, intacta limpia.	Normal e intacta Manchada en menos de un 10 %
cámara de aire	Su altura no excederá de los 6 mm, inmóvil.	Su altura no excederá a los 9 mm, inmóvil.
clara	Transparente, limpia, de consistencia gelatinosa, exenta de cuerpos extraños de toda naturaleza.	Transparente limpia de consistencia gelatinosa y exenta de cuerpos extraños de toda naturaleza.
Yema	Visible al trasluz, bajo forma de sombra solamente, sin contorno aparente, no separándose sensiblemente de la posición central del huevo. Exenta de cuerpos extraños de toda naturaleza.	Visible al trasluz bajo forma de sombra sola - mente; pequeña separación en caso de rotación del huevo; exenta de cuerpos extraños de toda naturaleza.
Olor y sabor	Exento de olores y sabores extraños.	Exento de olores y sabores extraños.

**4.3** Los huevos frescos de gallina deben separarse según sus defectos, y registrar el número de huevos defectuosos de cada grado, según los signos de calidad externos e internos, mediante el uso del ovoscopio.

**4.4 Tolerancia máxima para la calidad.** En los grados de calidad señalados en 4.2, (Grado A, y Grado B) se admitirá una tolerancia máxima de defectos del 10% del grado B en huevos del grado A.

## 5. DISPOSICIONES GENERALES

**5.1** Los huevos deben recogerse cuidadosamente manipulados, transportados de modo que pueda asegurarse su llegada al lugar de su destino, en condiciones satisfactorias, para su comercialización.

**5.2** El producto no debe contener residuos de plaguicidas y/o sus metabolitos, antibióticos, sulfas, hormonas, desinfectantes y otros químicos farmacológicos, en cantidades superiores a las tolerancias máximas admitidas por las regulaciones vigentes; caso de no existir, se adoptarán las recomendaciones del Codex alimentarius.

**5.3** Todo el equipo que se ponga en contacto con el huevo fresco de gallina, destinado al consumo humano, debe estar limpio, durante el proceso de producción, almacenamiento y comercialización.

**5.4** El huevo fresco de gallina, de acuerdo a su grado, debe presentar características similares, en forma, tamaño, color y consistencia.

(Continúa)

5.5 Las condiciones de higiene, humedad, temperatura y circulación de aire, deben ser adecuadas.

## 6. REQUISITOS

### 6.1 Requisitos específicos.

6.1.1 Los huevos frescos de gallina, para su comercialización, deberán presentar un cascarón y cutícula normal, intactos; deben estar íntegramente limpios, sin rugosidades, ni deformaciones; sin grietas, de color homogéneo, exentos de materia terrosa sanguínea, o fecal.

6.2 Observando al ovoscopio, los huevos frescos deben presentar: cámara de aire inmóvil; no debe exceder su altura a lo indicado en Grado A y B; clara transparente, límpida, sin enturbiamiento, exentos de cuerpos extraños; la yema visible al trasluz, (como una sombra solamente), contorno bien definido pudiendo ser ligeramente alargado y acortado, no separándose sensiblemente de la posición central, en caso de rotarse al huevo; debe estar libre de cuerpos extraños de toda naturaleza.

## 7. REQUISITOS COMPLEMENTARIOS

7.1 La comercialización de los huevos de gallina frescos debe sujetarse con lo dispuesto en la Ley de Pesas y Medidas y las Regulaciones correspondientes aprobadas en esta norma.

7.1.1 La recogida de huevos en las granjas, caseríos y mercados, debe realizarse lo más frecuentemente posible y se embarcarán con preferencia en cajas limpias, con compartimentos interiores de cartón (cajas de 30 docenas) o en cajas con acondicionamiento interior de viruta, u otro material, limpio, seco y exento de polvo que no afecten a las características propias del huevo y que no transmitan sustancias tóxicas o contaminantes.

7.1.2 Las cajas, con compartimentos interiores de cartón, permitirán colocar verticalmente los huevos, con la cámara de aire hacia arriba, posición que facilitará la conservación de los mismos. Solamente en la recogida y transporte de la producción extensiva hasta el lugar de transportación, podrá permitirse el uso de otros envases de cierta consistencia, ya sea de mimbre o de esparto y el empleo para su acondicionamiento con paja limpia y seca, con la prohibición absoluta de utilizar otras materias, como trapos y papeles viejos.

7.1.3 Para almacenar los huevos, los almacenes deben tener suelos impermeabilizados de baldosa o cemento, paredes pintadas con cal; estarán siempre limpios, frescos, con una temperatura no superior a 15°C y con una humedad mínima. Los locales no deben ventilarse con fuerte corriente de aire, ya que ello produciría un rápido desarrollo de la cámara de aire; así como tampoco es aconsejable que la aireación sea nula, por originar con ello cierto tufo en los huevos. Es necesario siempre completar la instalación con sencillos ovoscopios para el examen de los huevos; si el centro de concentración es importante, es necesario disponer de una cámara oscura y un ovoscopio múltiple que permita examinar varias docenas, simultáneamente.

7.1.4 El transporte desde los sitios de producción hasta los almacenes de expendio en las zonas respectivas, se realizará de preferencia en vehículos cerrados, ya que, al evitar las manipulaciones, se logrará la reducción de las averías del producto tan frágil, incluso grietas de la cáscara, perceptibles solamente al tacto y no a la vista.

(Continúa)

**7.1.5** Se recomienda, respecto al transporte, hacerlo en vehículos cerrados, realizar el envío del producto desde los centros de producción hasta los de consumo, y observar que queden siempre al abrigo de humedad y contaminación.

## 8. INSPECCION

**8.1** El muestreo de los huevos frescos de gallina se efectuará sobre los lotes siguientes:

Número de huevos que constituyen el lote	Número de huevos que debe examinarse	
	Porcentaje del lote	Número mínimo de huevos
Hasta 360	100	---
361 - 1 800	20	360
1 801 - 3 600	15	360
3 601 - 10 800	10	450
10 801 - 18 000	5	540
18 801 - 36 000	4	720
36 001 - 360 000	2	1 080
Más de 360 000	1	5 400

**8.1.1** Los huevos frescos de gallina que serán inspeccionados deben muestrearse según se requiera, a nivel de granja, bodega, transporte y expendio.

**8.2** Si la muestra ensayada no cumple con uno o más de los requisitos establecidos en esta Norma, se repetirá la inspección en otra muestra; cualquier resultado no satisfactorio, en este segundo caso, será motivo para considerar el lote fuera de Norma, quedando su comercialización sujeta al acuerdo de las partes interesadas.

**8.3** Si los huevos no pueden comercializarse para consumo directo, podrán utilizarse como materia prima en la industria.

**8.4** El Muestreo establecido en esta Norma está de acuerdo con la Norma INEN 255.

## 9 METODOS DE ENSAYO.

**9.1** El proceso de verificación de los requisitos del producto se realizará de acuerdo con el Anexo A, de esta Norma.

## 10. EMBALAJE

**10.1 Embalado.** Los equipos y materiales que se usen para embalar los huevos deben estar limpios, antes de entrar en contacto con ellos.

(Continúa)

**10.1.1** Los huevos frescos de gallina deben acondicionarse en cajas o bandejas de material apropiado, de modo que las condiciones de higiene, humedad, temperatura y circulación de aire sean adecuadas.

**10.1.2** Dentro de las cajas se acomodarán las bandejas, con divisiones en celdas perfectamente aisladas unas de otras. El fondo y la parte superior de la caja deben tener protección del mismo cartón, estar bien limpios, perfectamente secos; los huevos deben acondicionarse con el polo agudo hacia abajo.

**10.1.3** Se prohíbe acondicionar huevos frescos con huevos conservados, o de clasificación diferente en una misma caja o paquete.

## 11. ROTULADO

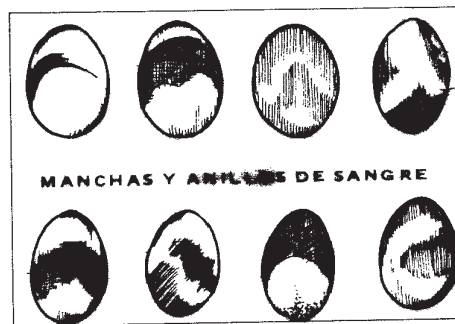
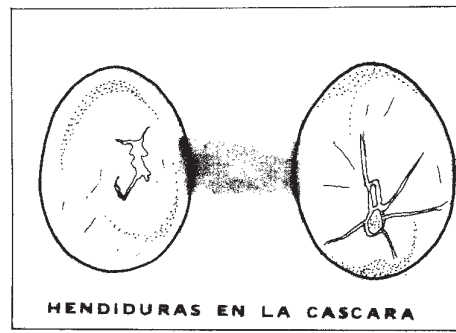
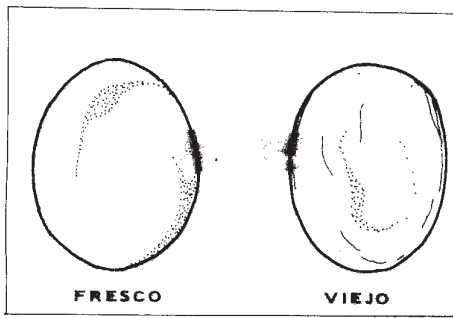
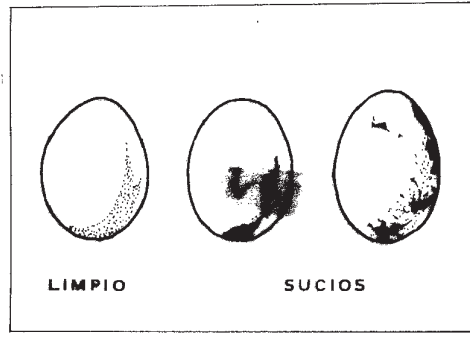
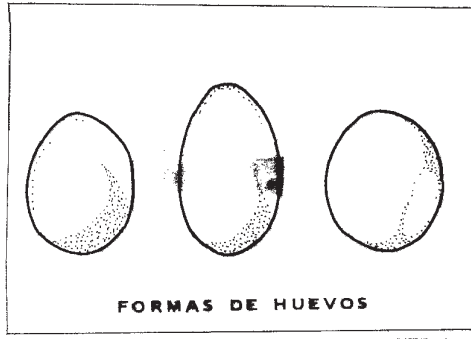
**11.1** El embalaje, de acuerdo a lo especificado en la Norma INEN 1 334, debe llevar impresa la siguiente información:

- a) Nombre: Huevo de gallina fresco,
- b) Tipo (tamaño) y grado comercial,
- c) masa en g por docena y/o g por unidad,
- d) marca comercial o de fábrica
- e) identificación del lote o día de producción,
- f) nombre y dirección del productor, empaquetador y/o distribuidor,
- g) lugar de origen del producto,
- h) fecha máxima de consumo,
- i) precio de venta al público,
- j) Norma técnica de referencia: INEN 1 973

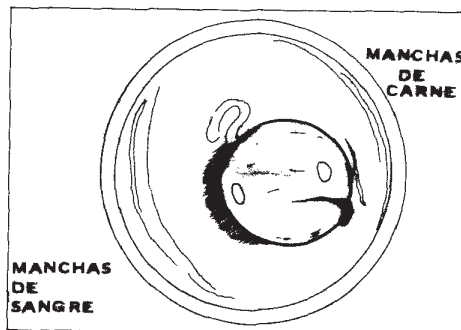
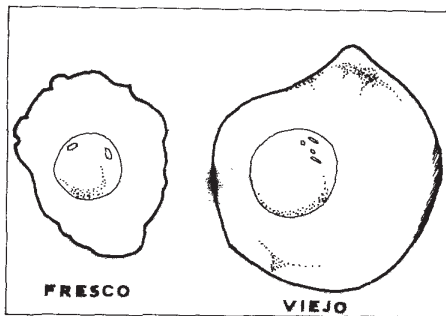
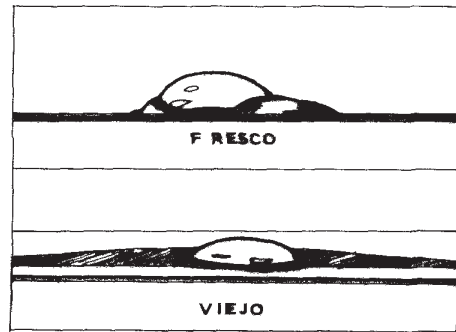
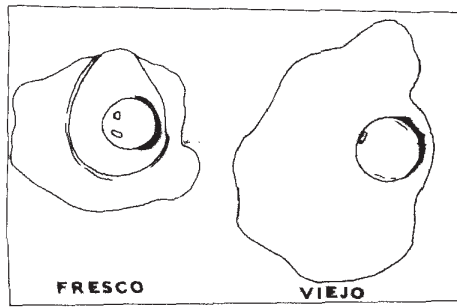
**11.2** Los huevos deben marcarse con tintas inocuas, luego de haber sido clasificados y contendrán el tipo (tamaño) y marca comercial o de fábrica.

(Continúa)

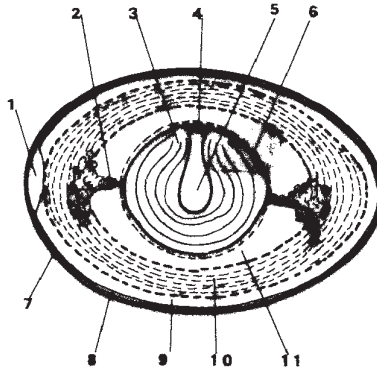
Huevos frescos de gallina. Signos externos de calidad.



Huevos frescos de gallina. Signos internos de calidad.

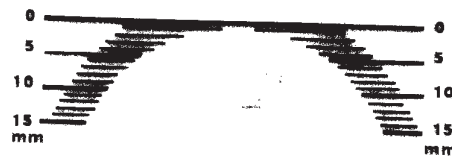


Esquema de las partes del huevo.



1. Cámara de aire
2. Chalaza
3. Yema o vítilo
4. Galladura o disco prolífero
5. Yema blanca
6. Membrana vitelina
7. Cascarón y cutícula
8. Fáfarras
9. Capa externa de clara fluída
10. Clara densa
11. Capa interna de clara fluída

Medidor de cámara de aire





**ANEXO A****A.1 Determinación del tipo o tamaño**

**A.1.1** Para determinar la masa del huevo fresco de gallina y su clasificación se usará una balanza para pesar huevos, sensible al gramo.

**A.1.2** Los huevos frescos de gallina pueden clasificarse manual o mecánicamente, mediante el uso de máquinas adecuadas.

**A.2 Características internas**

**A.2.1** Las características internas del huevo se establecerán valiéndose de un ovoscopio y en función de lo establecido en 3.8.1; 3.8.2 y 4.2.

**A.2.2** Los huevos pueden observarse también, colocándolos sobre una cinta transparente, puesta sobre una mesa de miraje y con luz artificial directa.

**A.3 Defectos tolerables y no tolerables.**

**A.3.1** Los huevos frescos de gallina deben separarse según sus defectos y registrar el número de huevos defectuosos de cada grado, según los signos de calidad externos e internos.

*(Continúa)*

**APENDICE Z****Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR**

INEN 255 *Control de Calidad procedimiento de muestreo y tablas para la inspección por atributos.*

**Z.2 BASES DE ESTUDIO**

Norma colombiana ICONTEC 1236. *Alimentos envasados. Toma de muestras e Inspección.* Instituto Colombiano de Normas Técnicas, Bogotá. Colombia, 1978.

Norma colombiana ICONTEC 1240. *Industria alimentaria. Huevos de gallina frescos para consumo.* Instituto Colombiano de Normas Técnicas. Bogotá Colombia, 1976.

Norma española UNE 49454h1. *Embalajes de cartón para huevos. Dimensiones y características generales.* Instituto Nacional de Racionalización del Trabajo. Madrid, 1971.

Norma española UNE 34500. *Huevos de gallina* Instituto Nacional de Racionalización del Trabajo. Madrid, 1951.

CAC/RCP 15-1976 *Código internacional recomendado de prácticas de higiene para productos de huevo.* Segunda Edición. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Organización Mundial de la Salud. Roma, 1984.

*Manual de Legislación para la Inspección de Calidad de Alimentos Huevos y Derivados. Capítulo XIV.* Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Dirección General de Política Alimentaria. Real Decreto 3514/81. España. Madrid, 1986.

*Regulation respecting the grading, packing, marking and inspection of Eggs and international and interprovincial trade in Eggs.* Canada Agricultural products standards Act. Canadá Gazette Part II, Vol 108 No. 8. 1974.

Dr. Reinhard Fanganf. *Huevos Planificación comercial. Manual práctico para la recogida preparación comercial y venta.* Editorial Acribia Zaragoza. España, 1968.

D.P. Anderson. *Avian descases. Vol 36 No. 3.* The American Association of avian pathologists. University Georgia. 1992, E.U.

**INFORMACION COMPLEMENTARIA**

Documento: **TITULO:** Código:  
**INEN 1 973 HUEVOS FRESCOS DE GALLINA. REQUISITOS. . . . . AL 03.05-402 .**

**ORIGINAL:**

Fecha de iniciación del estudio:  
**1992-02-04**

**REVISION:**

Fecha de aprobación anterior por Consejo Directivo. . . . .

Oficialización por Acuerdo No. . . . . de . . . . .

publicado en el Registro Oficial No. . . . . de . . . . .

Fecha de iniciación del estudio. . . . .

Fechas de consulta pública: de . . . . . a . . . . .

Subcomité Técnico (o Comité Interno): . . . . .

Fecha de iniciación: . . . . **1992-08-06** . . . . . Fecha de aprobación: . . . . **1993-02-02** . . . . .

Integrantes del Subcomité Técnico (o Comité Interno):

**NOMBRE:**

**INSTITUCION REPRESENTADA:**

Dr. Gilberto Tapia (Presidente)

MAG (Dirección Sanidad Animal)

Ing. Xavier Hunda

INDAVES

Dr. Carlos Espinel B.

AVESCA

Dr. Jorge Echeverría

MAG (Comercialización)

Dr. Miguel Ruano

PRONACA

Sr. John Bakker

INDAVES

Dr. Gonzalo Acosta

DIRECCION DE HIGIENE MUNICIPAL

Sr. César Muñoz

INDAVES

Dr. Walter Intriago Centeno

MAG (Programa Avícola) - Portoviejo

Dra. Leonor Orozco L. (Secret. Técnica)

INEN

**P.V.P. S/. 2.520,00**

Otros trámites:

CARACTER: Se recomienda su aprobación como: **Obligatoria**

Aprobación por Consejo Directivo en sesión de  
**1994-08-08** como **Obligatoria**

Oficializada como **Obligatoria**

Por Acuerdo Ministerial No. **264** de **1994-09-02**

Registro Oficial No. **529** de **1994-09-19**

# **ANEXO D**

## **DATA SHEET DE ELEMENTOS**

# **ANEXO D**

## **DATA SHEET DE ELEMENTOS**

**4N25  
4N37**

**4N26  
H11A1**

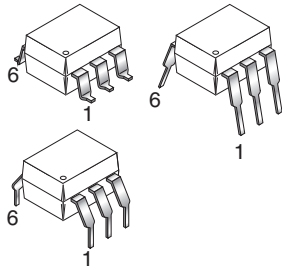
**4N27  
H11A2**

**4N28  
H11A3**

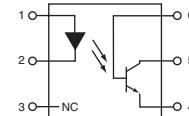
**4N35  
H11A4**

**4N36  
H11A5**

**WHITE PACKAGE (-M SUFFIX)**

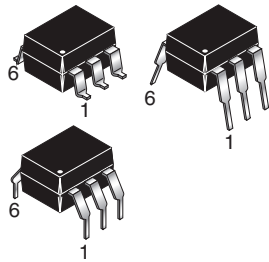


**SCHEMATIC**



PIN 1. ANODE  
2. CATHODE  
3. NO CONNECTION  
4. EMITTER  
5. COLLECTOR  
6. BASE

**BLACK PACKAGE (NO -M SUFFIX)**



**DESCRIPTION**

The general purpose optocouplers consist of a gallium arsenide infrared emitting diode driving a silicon phototransistor in a 6-pin dual in-line package.

**FEATURES**

- Also available in white package by specifying -M suffix, eg. 4N25-M
- UL recognized (File # E90700)
- VDE recognized (File # 94766)
  - Add option V for white package (e.g., 4N25V-M)
  - Add option 300 for black package (e.g., 4N25.300)

**APPLICATIONS**

- Power supply regulators
- Digital logic inputs
- Microprocessor inputs

**4N25  
4N37**

**4N26  
H11A1**

**4N27  
H11A2**

**4N28  
H11A3**

**4N35  
H11A4**

**4N36  
H11A5**

**ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS** ( $T_A = 25^\circ\text{C}$  unless otherwise specified)

Parameter	Symbol	Value	Units
<b>TOTAL DEVICE</b>			
Storage Temperature	$T_{STG}$	-55 to +150	$^\circ\text{C}$
Operating Temperature	$T_{OPR}$	-55 to +100	$^\circ\text{C}$
Lead Solder Temperature	$T_{SOL}$	260 for 10 sec	$^\circ\text{C}$
Total Device Power Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ Derate above $25^\circ\text{C}$	$P_D$	250 3.3 (non-M), 2.94 (-M)	mW
<b>EMITTER</b>			
DC/Average Forward Input Current	$I_F$	100 (non-M), 60 (-M)	mA
Reverse Input Voltage	$V_R$	6	V
Forward Current - Peak (300 $\mu\text{s}$ , 2% Duty Cycle)	$I_{F(pk)}$	3	A
LED Power Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ Derate above $25^\circ\text{C}$	$P_D$	150 (non-M), 120 (-M) 2.0 (non-M), 1.41 (-M)	mW mW/ $^\circ\text{C}$
<b>DETECTOR</b>			
Collector-Emitter Voltage	$V_{CEO}$	30	V
Collector-Base Voltage	$V_{CBO}$	70	V
Emitter-Collector Voltage	$V_{ECO}$	7	V
Detector Power Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ Derate above $25^\circ\text{C}$	$P_D$	150 2.0 (non-M), 1.76 (-M)	mW mW/ $^\circ\text{C}$

**4N25  
4N37**

**4N26  
H11A1**

**4N27  
H11A2**

**4N28  
H11A3**

**4N35  
H11A4**

**4N36  
H11A5**

**ELECTRICAL CHARACTERISTICS** ( $T_A = 25^\circ\text{C}$  unless otherwise specified)

**INDIVIDUAL COMPONENT CHARACTERISTICS**

Parameter	Test Conditions	Symbol	Min	Typ*	Max	Unit
<b>EMITTER</b>						
Input Forward Voltage	( $I_F = 10 \text{ mA}$ )	$V_F$		1.18	1.50	V
Reverse Leakage Current	( $V_R = 6.0 \text{ V}$ )	$I_R$		0.001	10	$\mu\text{A}$
<b>DETECTOR</b>						
Collector-Emitter Breakdown Voltage	( $I_C = 1.0 \text{ mA}, I_F = 0$ )	$BV_{CEO}$	30	100		V
Collector-Base Breakdown Voltage	( $I_C = 100 \mu\text{A}, I_F = 0$ )	$BV_{CBO}$	70	120		V
Emitter-Collector Breakdown Voltage	( $I_E = 100 \mu\text{A}, I_F = 0$ )	$BV_{ECO}$	7	10		V
Collector-Emitter Dark Current	( $V_{CE} = 10 \text{ V}, I_F = 0$ )	$I_{CEO}$		1	50	nA
Collector-Base Dark Current	( $V_{CB} = 10 \text{ V}$ )	$I_{CBO}$			20	nA
Capacitance	( $V_{CE} = 0 \text{ V}, f = 1 \text{ MHz}$ )	$C_{CE}$		8		pF

**ISOLATION CHARACTERISTICS**

Characteristic	Test Conditions	Symbol	Min	Typ*	Max	Units
Input-Output Isolation Voltage	(Non '-M', Black Package) ( $f = 60 \text{ Hz}, t = 1 \text{ min}$ )	$V_{ISO}$	5300			Vac(rms)
	('M', White Package) ( $f = 60 \text{ Hz}, t = 1 \text{ sec}$ )		7500			Vac(pk)
Isolation Resistance	( $V_{I-O} = 500 \text{ VDC}$ )	$R_{ISO}$	$10^{11}$			$\Omega$
Isolation Capacitance	( $V_{I-O} = \&, f = 1 \text{ MHz}$ )	$C_{ISO}$		0.5		pF
	('M' White Package)			0.2	2	pF

Note

\* Typical values at  $T_A = 25^\circ\text{C}$



**4N25  
4N37**

**4N26  
H11A1**

**4N27  
H11A2**

**4N28  
H11A3**

**4N35  
H11A4**

**4N36  
H11A5**

**TRANSFER CHARACTERISTICS** ( $T_A = 25^\circ\text{C}$  Unless otherwise specified.)

DC Characteristic	Test Conditions	Symbol	Device	Min	Typ*	Max	Unit
Current Transfer Ratio, Collector to Emitter	$(I_F = 10 \text{ mA}, V_{CE} = 10 \text{ V})$	CTR	4N35 4N36 4N37	100			%
			H11A1	50			
			H11A5	30			
	4N25 4N26 H11A2 H11A3		20				
	4N27 4N28 H11A4		10				
	4N35 4N36 4N37		40				
	$(I_F = 10 \text{ mA}, V_{CE} = 10 \text{ V}, T_A = -55^\circ\text{C})$		40				
	$(I_F = 10 \text{ mA}, V_{CE} = 10 \text{ V}, T_A = +100^\circ\text{C})$		40				
Collector-Emitter Saturation Voltage	$(I_C = 2 \text{ mA}, I_F = 50 \text{ mA})$	$V_{CE(SAT)}$	4N25 4N26 4N27 4N28			0.5	V
	$(I_C = 0.5 \text{ mA}, I_F = 10 \text{ mA})$		4N35 4N36 4N37			0.3	
			H11A1 H11A2 H11A3 H11A4 H11A5			0.4	
AC Characteristic							
Non-Saturated Turn-on Time	$(I_F = 10 \text{ mA}, V_{CC} = 10 \text{ V}, R_L = 100\Omega)$ (Fig.20)	$T_{ON}$	4N25 4N26 4N27 4N28 H11A1 H11A2 H11A3 H11A4 H11A5		2		$\mu\text{s}$
Non Saturated Turn-on Time	$(I_C = 2 \text{ mA}, V_{CC} = 10 \text{ V}, R_L = 100\Omega)$ (Fig.20)	$T_{ON}$	4N35 4N36 4N37		2	10	$\mu\text{s}$

**4N25  
4N37**

**4N26  
H11A1**

**4N27  
H11A2**

**4N28  
H11A3**

**4N35  
H11A4**

**4N36  
H11A5**

**TRANSFER CHARACTERISTICS** ( $T_A = 25^\circ\text{C}$  Unless otherwise specified.) (Continued)

AC Characteristic	Test Conditions	Symbol	Device	Min	Typ*	Max	Unit
Turn-off Time	( $I_F = 10 \text{ mA}$ , $V_{CC} = 10 \text{ V}$ , $R_L = 100\Omega$ ) (Fig.20)	$T_{OFF}$	4N25 4N26 4N27 4N28 H11A1 H11A2 H11A3 H11A4 H11A5		2		$\mu\text{s}$
	( $I_C = 2 \text{ mA}$ , $V_{CC} = 10 \text{ V}$ , $R_L = 100\Omega$ ) (Fig.20)		4N35 4N36 4N37		2	10	

\* Typical values at  $T_A = 25^\circ\text{C}$

**4N25  
4N37**

**4N26  
H11A1**

**4N27  
H11A2**

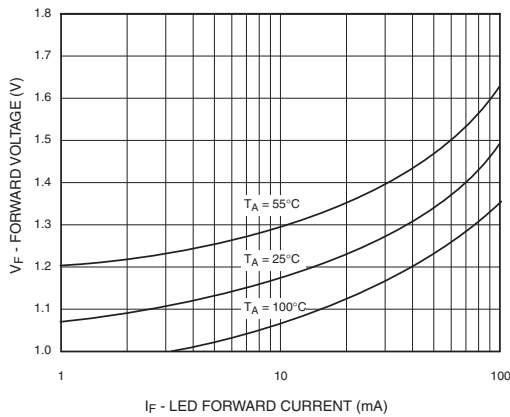
**4N28  
H11A3**

**4N35  
H11A4**

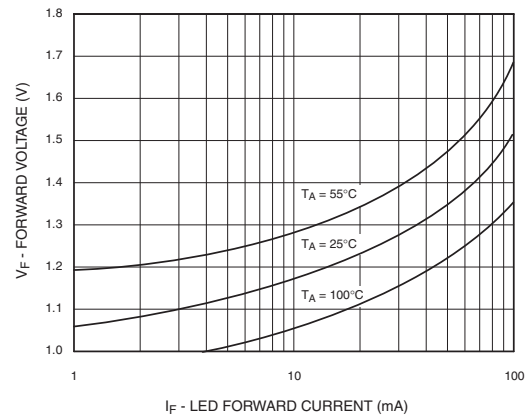
**4N36  
H11A5**

**TYPICAL PERFORMANCE CURVES**

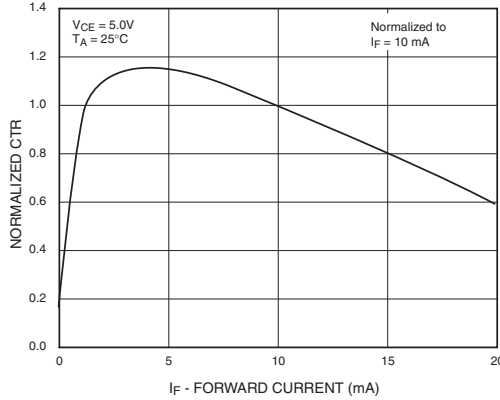
**Fig. 1 LED Forward Voltage vs. Forward Current  
(Black Package)**



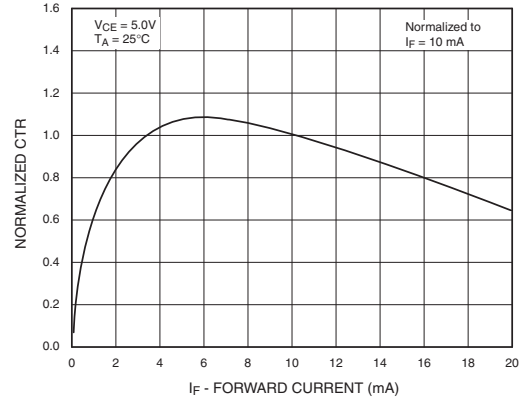
**Fig. 2 LED Forward Voltage vs. Forward Current  
(White Package)**



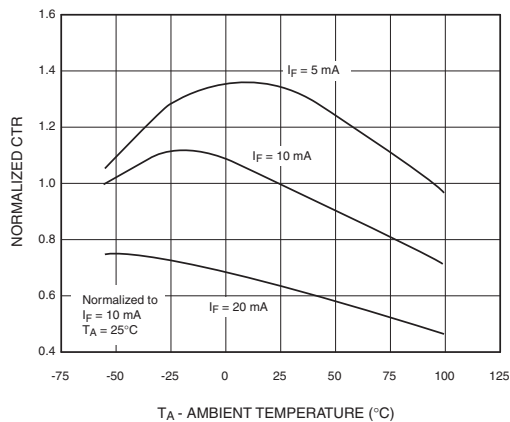
**Fig.3 Normalized CTR vs. Forward Current  
(Black Package)**



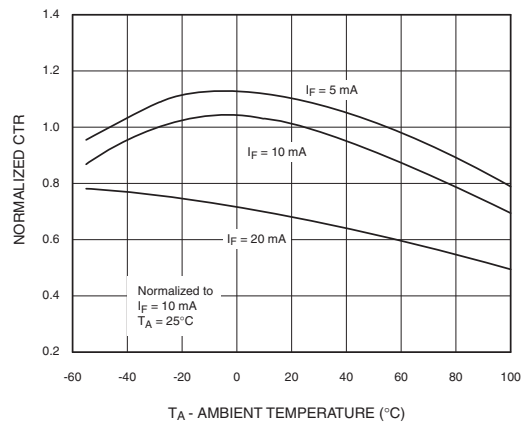
**Fig.4 Normalized CTR vs. Forward Current  
(White Package)**



**Fig. 5 Normalized CTR vs. Ambient Temperature  
(Black Package)**



**Fig. 6 Normalized CTR vs. Ambient Temperature  
(White Package)**



**4N25  
4N37**

**4N26  
H11A1**

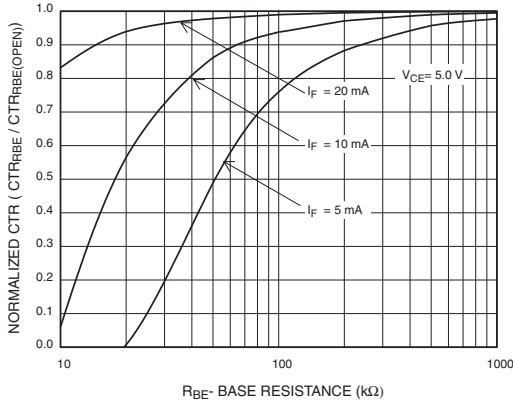
**4N27  
H11A2**

**4N28  
H11A3**

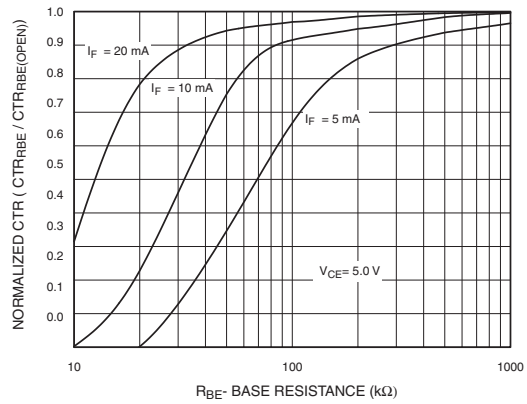
**4N35  
H11A4**

**4N36  
H11A5**

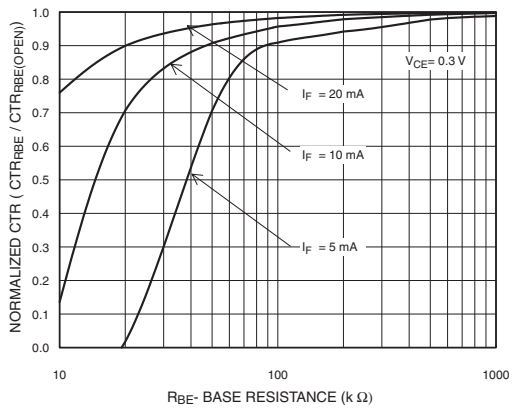
**Fig. 7 CTR vs. RBE (Unsaturated)  
(Black Package)**



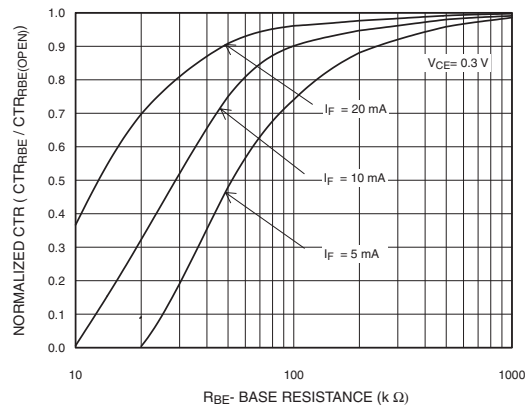
**Fig. 8 CTR vs. RBE (Unsaturated)  
(White Package)**



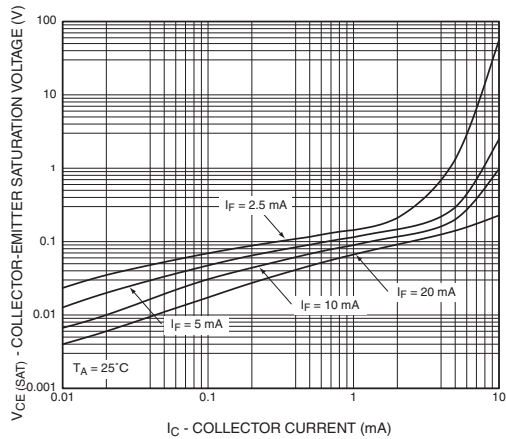
**Fig. 9 CTR vs. RBE (Saturated)  
(Black Package)**



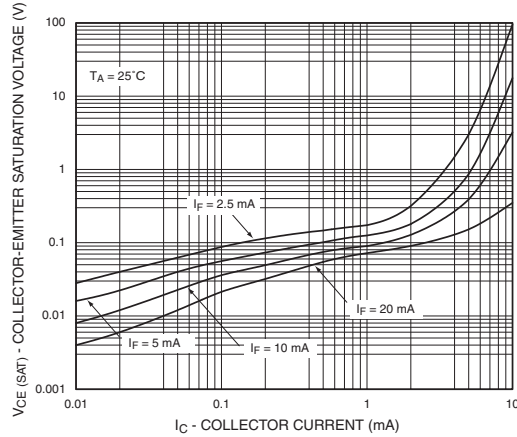
**Fig. 10 CTR vs. RBE (Saturated)  
(White Package)**



**Fig. 11 Collector-Emitter Saturation Voltage vs. Collector Current  
(Black Package)**



**Fig. 12 Collector-Emitter Saturation Voltage vs. Collector Current  
(White Package)**



**4N25  
4N37**

**4N26  
H11A1**

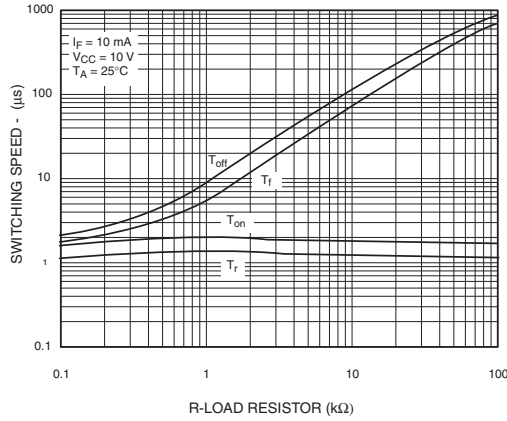
**4N27  
H11A2**

**4N28  
H11A3**

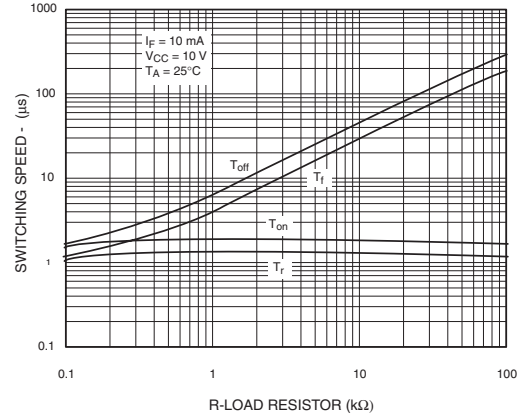
**4N35  
H11A4**

**4N36  
H11A5**

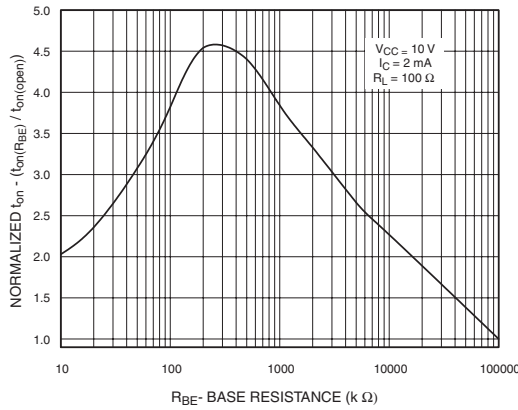
**Fig. 13 Switching Speed vs. Load Resistor  
(Black Package)**



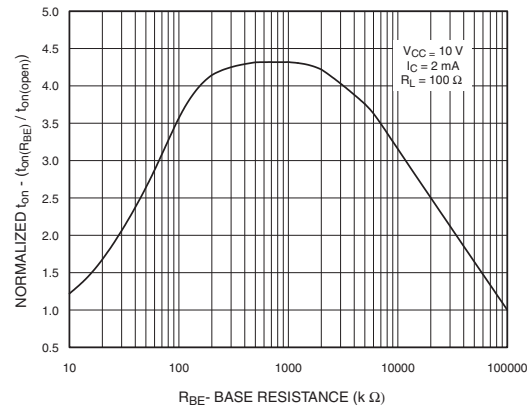
**Fig. 14 Switching Speed vs. Load Resistor  
(White Package)**



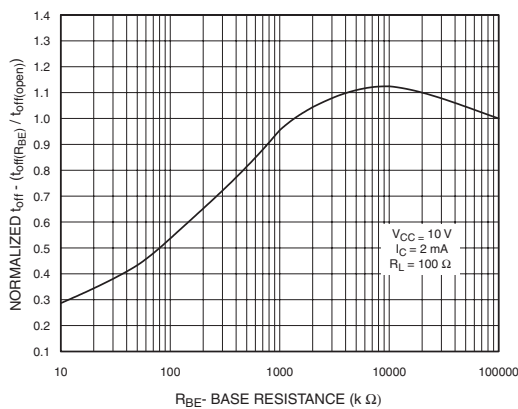
**Fig. 15 Normalized  $t_{on}$  vs.  $R_{BE}$   
(Black Package)**



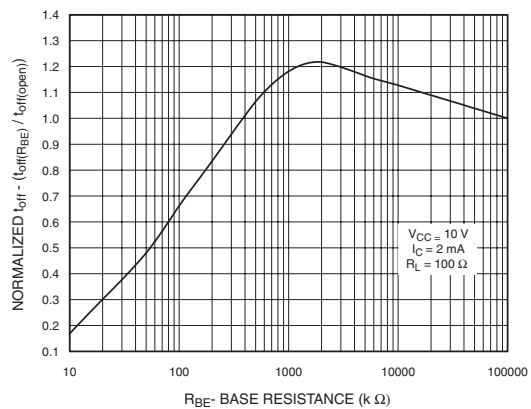
**Fig. 16 Normalized  $t_{on}$  vs.  $R_{BE}$   
(White Package)**



**Fig. 17 Normalized  $t_{off}$  vs.  $R_{BE}$   
(Black Package)**



**Fig. 18 Normalized  $t_{off}$  vs.  $R_{BE}$   
(White Package)**



4N25  
4N37

4N26  
H11A1

4N27  
H11A2

4N28  
H11A3

4N35  
H11A4

4N36  
H11A5

Fig. 19 Dark Current vs. Ambient Temperature

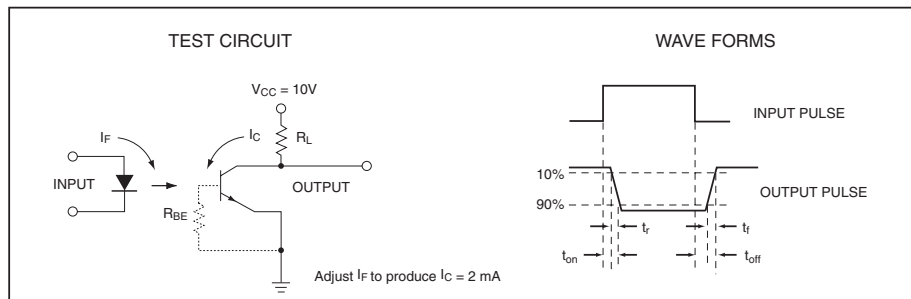
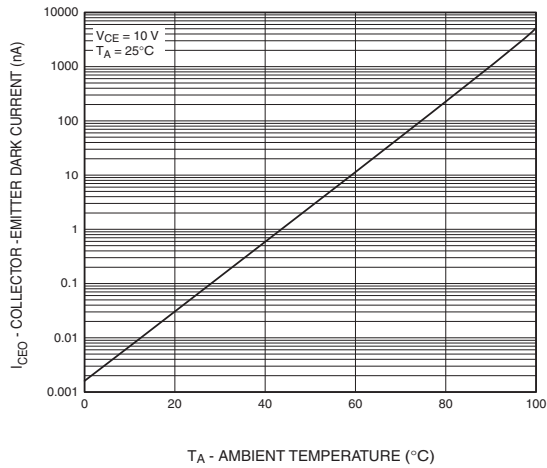


Figure 20. Switching Time Test Circuit and Waveforms

**4N25  
4N37**

**4N26  
H11A1**

**4N27  
H11A2**

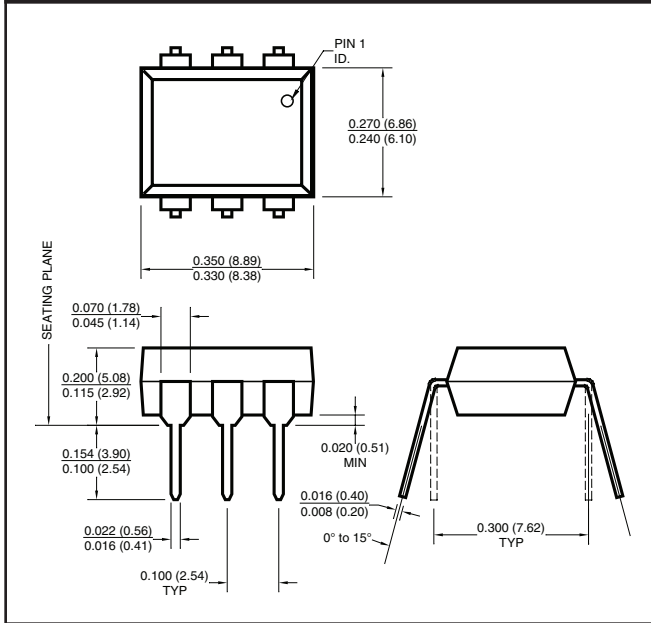
**4N28  
H11A3**

**4N35  
H11A4**

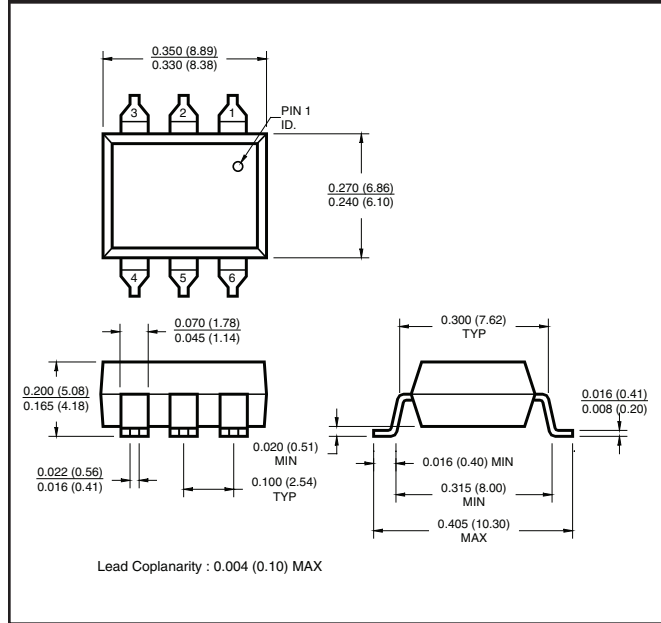
**4N36  
H11A5**

**Black Package (No -M Suffix)**

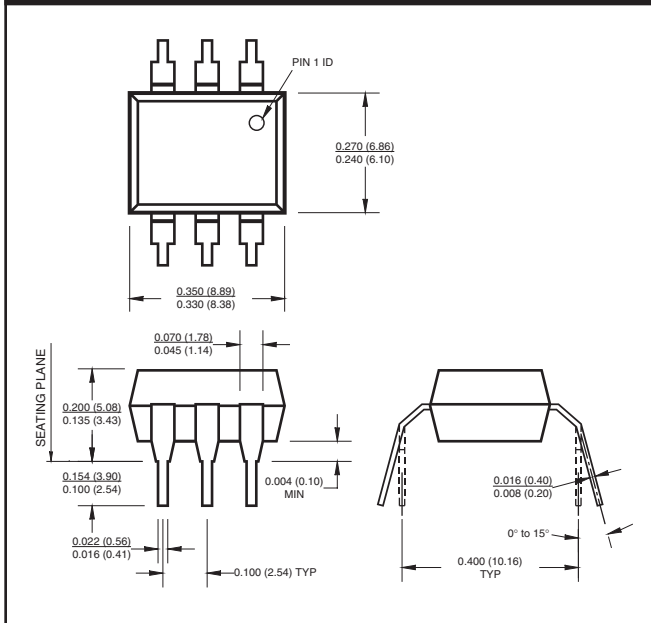
**Package Dimensions (Through Hole)**



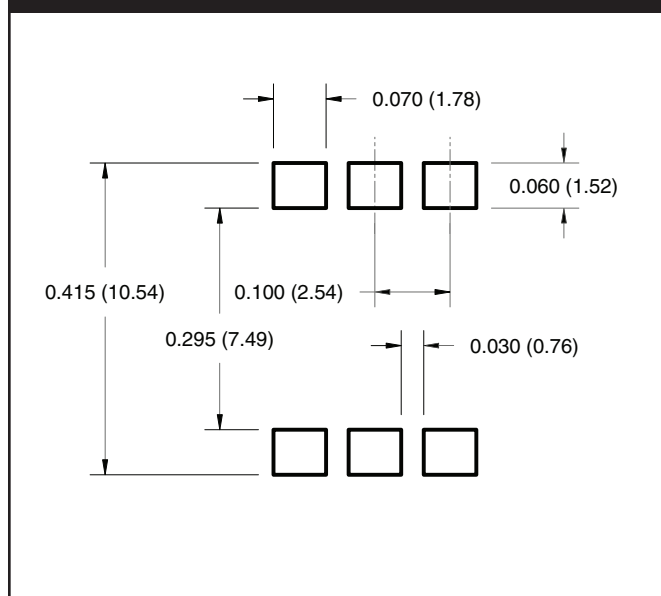
**Package Dimensions (Surface Mount)**



**Package Dimensions (0.4" Lead Spacing)**



**Recommended Pad Layout for  
Surface Mount Leadform**



**NOTE**

All dimensions are in inches (millimeters)

**4N25  
4N37**

**4N26  
H11A1**

**4N27  
H11A2**

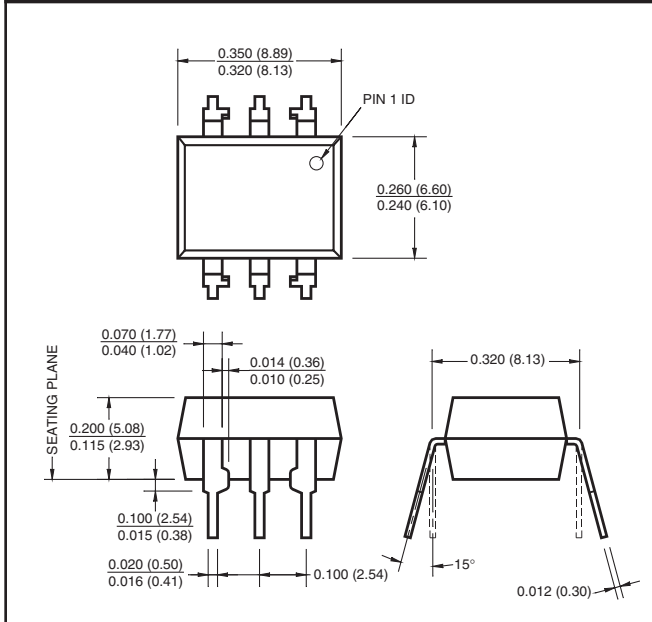
**4N28  
H11A3**

**4N35  
H11A4**

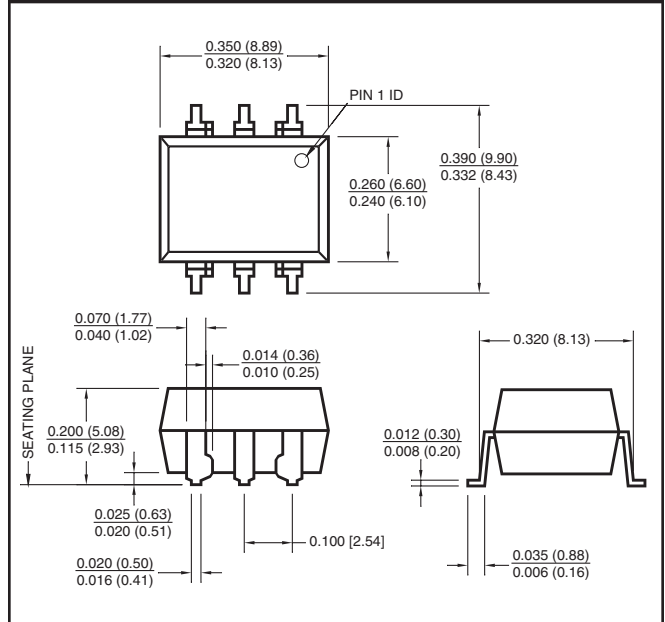
**4N36  
H11A5**

**White Package (-M Suffix)**

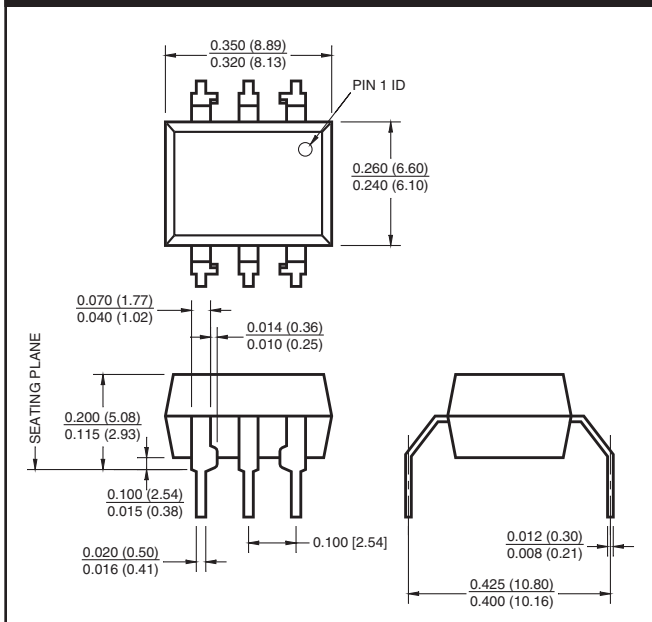
**Package Dimensions (Through Hole)**



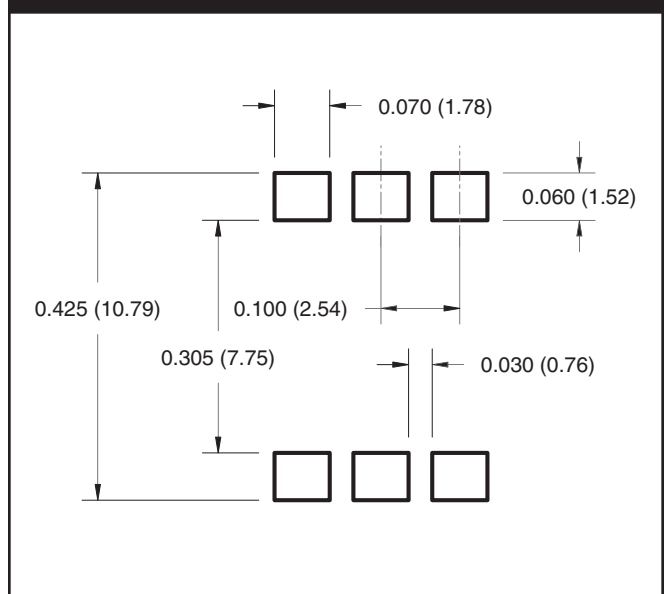
**Package Dimensions (Surface Mount)**



**Package Dimensions (0.4" Lead Spacing)**



**Recommended Pad Layout for  
Surface Mount Leadform**



**NOTE**

All dimensions are in inches (millimeters)



**4N25  
4N37**

**4N26  
H11A1**

**4N27  
H11A2**

**4N28  
H11A3**

**4N35  
H11A4**

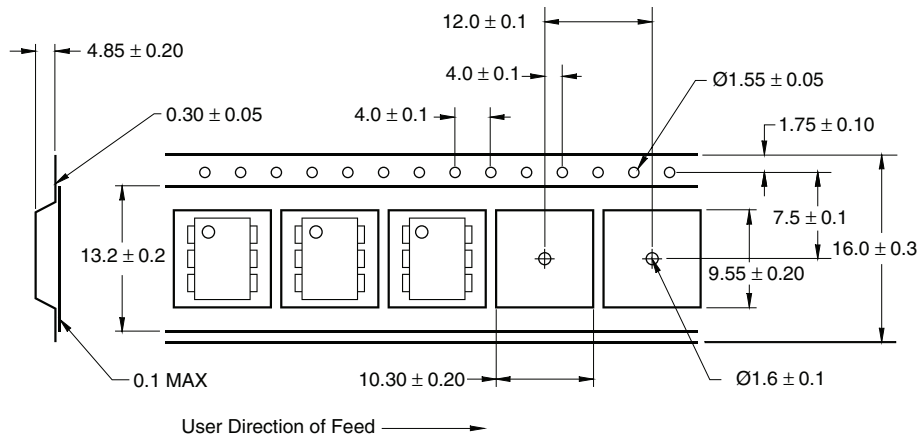
**4N36  
H11A5**

**ORDERING INFORMATION**

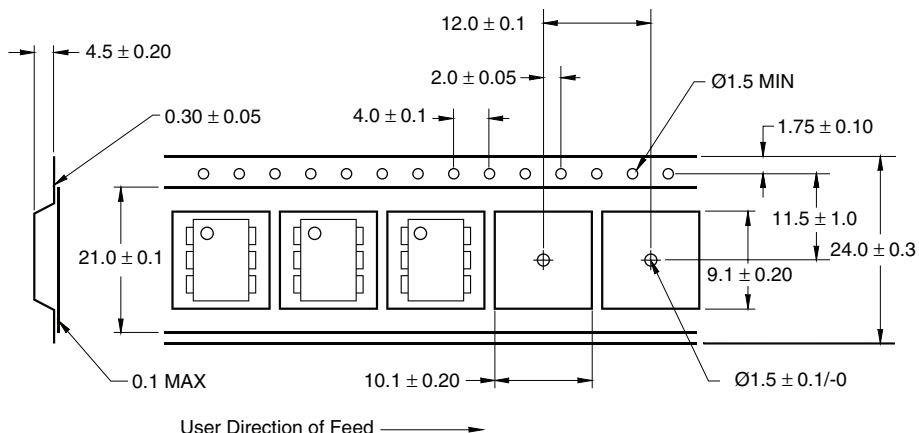
**Order Entry Identifier**

Black Package (No Suffix)	White Package (-M Suffix)	Option
.S	S	Surface Mount Lead Bend
.SD	SR2	Surface Mount; Tape and reel
.W	T	0.4" Lead Spacing
.300	V	VDE 0884
.300W	TV	VDE 0884, 0.4" Lead Spacing
.3S	SV	VDE 0884, Surface Mount
.3SD	SR2V	VDE 0884, Surface Mount, Tape & Reel

**QT Carrier Tape Specifications (Black Package, No Suffix)**



**QT Carrier Tape Specifications (White Package, -M Suffix)**



---

**4N25  
4N37**

**4N26  
H11A1**

**4N27  
H11A2**

**4N28  
H11A3**

**4N35  
H11A4**

**4N36  
H11A5**

---

**DISCLAIMER**

FAIRCHILD SEMICONDUCTOR RESERVES THE RIGHT TO MAKE CHANGES WITHOUT FURTHER NOTICE TO ANY PRODUCTS HEREIN TO IMPROVE RELIABILITY, FUNCTION OR DESIGN. FAIRCHILD DOES NOT ASSUME ANY LIABILITY ARISING OUT OF THE APPLICATION OR USE OF ANY PRODUCT OR CIRCUIT DESCRIBED HEREIN; NEITHER DOES IT CONVEY ANY LICENSE UNDER ITS PATENT RIGHTS, NOR THE RIGHTS OF OTHERS.

**LIFE SUPPORT POLICY**

FAIRCHILD'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF THE PRESIDENT OF FAIRCHILD SEMICONDUCTOR CORPORATION. As used herein:

1. Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, and (c) whose failure to perform when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in a significant injury of the user.
2. A critical component in any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.

This datasheet has been download from:

[www.datasheetcatalog.com](http://www.datasheetcatalog.com)

Datasheets for electronics components.

### FEATURES

#### EASY TO USE

Gain Set with One External Resistor  
(Gain Range 1 to 1000)

Wide Power Supply Range ( $\pm 2.3$  V to  $\pm 18$  V)  
Higher Performance than Three Op Amp IA Designs  
Available in 8-Lead DIP and SOIC Packaging  
Low Power, 1.3 mA max Supply Current

#### EXCELLENT DC PERFORMANCE ("B GRADE")

50  $\mu$ V max, Input Offset Voltage  
0.6  $\mu$ V/ $^{\circ}$ C max, Input Offset Drift  
1.0 nA max, Input Bias Current  
100 dB min Common-Mode Rejection Ratio (G = 10)

#### LOW NOISE

9 nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ , @ 1 kHz, Input Voltage Noise  
0.28  $\mu$ V p-p Noise (0.1 Hz to 10 Hz)

#### EXCELLENT AC SPECIFICATIONS

120 kHz Bandwidth (G = 100)  
15  $\mu$ s Settling Time to 0.01%

#### APPLICATIONS

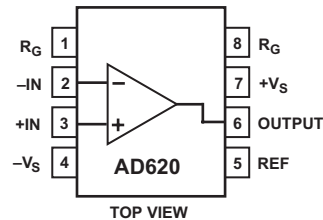
Weigh Scales  
ECG and Medical Instrumentation  
Transducer Interface  
Data Acquisition Systems  
Industrial Process Controls  
Battery Powered and Portable Equipment

### PRODUCT DESCRIPTION

The AD620 is a low cost, high accuracy instrumentation amplifier that requires only one external resistor to set gains of 1 to

### CONNECTION DIAGRAM

8-Lead Plastic Mini-DIP (N), Cerdip (Q)  
and SOIC (R) Packages



1000. Furthermore, the AD620 features 8-lead SOIC and DIP packaging that is smaller than discrete designs, and offers lower power (only 1.3 mA max supply current), making it a good fit for battery powered, portable (or remote) applications.

The AD620, with its high accuracy of 40 ppm maximum nonlinearity, low offset voltage of 50  $\mu$ V max and offset drift of 0.6  $\mu$ V/ $^{\circ}$ C max, is ideal for use in precision data acquisition systems, such as weigh scales and transducer interfaces. Furthermore, the low noise, low input bias current, and low power of the AD620 make it well suited for medical applications such as ECG and noninvasive blood pressure monitors.

The low input bias current of 1.0 nA max is made possible with the use of Super $\beta$  processing in the input stage. The AD620 works well as a preamplifier due to its low input voltage noise of 9 nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$  at 1 kHz, 0.28  $\mu$ V p-p in the 0.1 Hz to 10 Hz band, 0.1 pA/ $\sqrt{\text{Hz}}$  input current noise. Also, the AD620 is well suited for multiplexed applications with its settling time of 15  $\mu$ s to 0.01% and its cost is low enough to enable designs with one in-amp per channel.

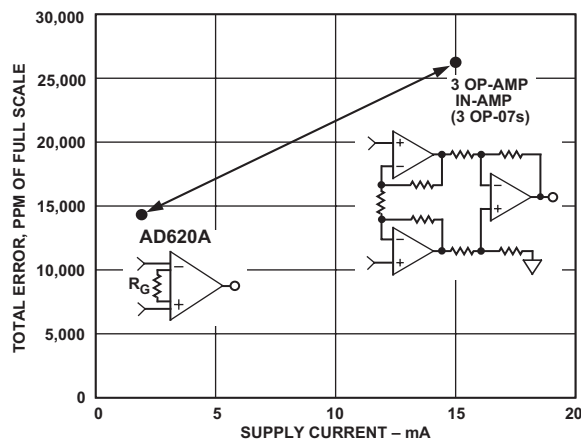


Figure 1. Three Op Amp IA Designs vs. AD620

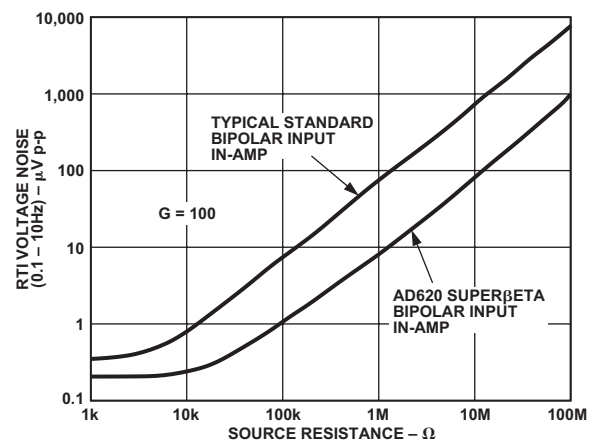


Figure 2. Total Voltage Noise vs. Source Resistance

### REV. E

Information furnished by Analog Devices is believed to be accurate and reliable. However, no responsibility is assumed by Analog Devices for its use, nor for any infringements of patents or other rights of third parties which may result from its use. No license is granted by implication or otherwise under any patent or patent rights of Analog Devices.

# AD620—SPECIFICATIONS

(Typical @ +25°C,  $V_S = \pm 15\text{ V}$ , and  $R_L = 2\text{ k}\Omega$ , unless otherwise noted)

Model	Conditions	AD620A			AD620B			AD620S <sup>1</sup>			Units
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
<b>GAIN</b>											
Gain Range	$G = 1 + (49.4\text{ k}/R_G)$	1		10,000	1		10,000	1		10,000	
Gain Error <sup>2</sup>	$V_{OUT} = \pm 10\text{ V}$										
G = 1			0.03	0.10		0.01	0.02		0.03	0.10	%
G = 10			0.15	0.30		0.10	0.15		0.15	0.30	%
G = 100			0.15	0.30		0.10	0.15		0.15	0.30	%
G = 1000			0.40	0.70		0.35	0.50		0.40	0.70	%
Nonlinearity,	$V_{OUT} = -10\text{ V to } +10\text{ V}$ ,										
G = 1–1000	$R_L = 10\text{ k}\Omega$		10	40		10	40		10	40	ppm
G = 1–100	$R_L = 2\text{ k}\Omega$		10	95		10	95		10	95	ppm
Gain vs. Temperature	G = 1			10			10			10	ppm/°C
	Gain > 1 <sup>2</sup>			–50			–50			–50	ppm/°C
<b>VOLTAGE OFFSET</b>											
(Total RTI Error = $V_{OSI} + V_{OSO}/G$ )											
Input Offset, $V_{OSI}$	$V_S = \pm 5\text{ V to } \pm 15\text{ V}$		30	125		15	50		30	125	$\mu\text{V}$
Over Temperature	$V_S = \pm 5\text{ V to } \pm 15\text{ V}$			185			85			225	$\mu\text{V}$
Average TC	$V_S = \pm 5\text{ V to } \pm 15\text{ V}$		0.3	1.0		0.1	0.6		0.3	1.0	$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
Output Offset, $V_{OSO}$	$V_S = \pm 15\text{ V}$		400	1000		200	500		400	1000	$\mu\text{V}$
Over Temperature	$V_S = \pm 5\text{ V}$			1500			750			1500	$\mu\text{V}$
Average TC	$V_S = \pm 5\text{ V to } \pm 15\text{ V}$		5.0	15		2.5	7.0		5.0	15	$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
Offset Referred to the Input vs. Supply (PSR)	$V_S = \pm 2.3\text{ V to } \pm 18\text{ V}$										
G = 1		80	100		80	100		80	100		dB
G = 10		95	120		100	120		95	120		dB
G = 100		110	140		120	140		110	140		dB
G = 1000		110	140		120	140		110	140		dB
<b>INPUT CURRENT</b>											
Input Bias Current			0.5	2.0		0.5	1.0		0.5	2	nA
Over Temperature				2.5			1.5			4	nA
Average TC			3.0			3.0			8.0		$\text{pA}/^\circ\text{C}$
Input Offset Current			0.3	1.0		0.3	0.5		0.3	1.0	nA
Over Temperature				1.5			0.75			2.0	nA
Average TC			1.5			1.5			8.0		$\text{pA}/^\circ\text{C}$
<b>INPUT</b>											
Input Impedance											
Differential			10  2			10  2			10  2		$\text{G}\Omega  \text{pF}$
Common-Mode			10  2			10  2			10  2		$\text{G}\Omega  \text{pF}$
Input Voltage Range <sup>3</sup>	$V_S = \pm 2.3\text{ V to } \pm 5\text{ V}$	$-V_S + 1.9$		$+V_S - 1.2$	$-V_S + 1.9$		$+V_S - 1.2$	$-V_S + 1.9$		$+V_S - 1.2$	V
Over Temperature		$-V_S + 2.1$		$+V_S - 1.3$	$-V_S + 2.1$		$+V_S - 1.3$	$-V_S + 2.1$		$+V_S - 1.3$	V
Over Temperature	$V_S = \pm 5\text{ V to } \pm 18\text{ V}$	$-V_S + 1.9$		$+V_S - 1.4$	$-V_S + 1.9$		$+V_S - 1.4$	$-V_S + 1.9$		$+V_S - 1.4$	V
Over Temperature		$-V_S + 2.1$		$+V_S - 1.4$	$-V_S + 2.1$		$+V_S - 1.4$	$-V_S + 2.3$		$+V_S - 1.4$	V
Common-Mode Rejection Ratio DC to 60 Hz with 1 k $\Omega$ Source Imbalance	$V_{CM} = 0\text{ V to } \pm 10\text{ V}$										
G = 1		73	90		80	90		73	90		dB
G = 10		93	110		100	110		93	110		dB
G = 100		110	130		120	130		110	130		dB
G = 1000		110	130		120	130		110	130		dB
<b>OUTPUT</b>											
Output Swing	$R_L = 10\text{ k}\Omega$ ,										
Over Temperature	$V_S = \pm 2.3\text{ V to } \pm 5\text{ V}$	$-V_S + 1.1$		$+V_S - 1.2$	$-V_S + 1.1$		$+V_S - 1.2$	$-V_S + 1.1$		$+V_S - 1.2$	V
Over Temperature		$-V_S + 1.4$		$+V_S - 1.3$	$-V_S + 1.4$		$+V_S - 1.3$	$-V_S + 1.6$		$+V_S - 1.3$	V
Over Temperature	$V_S = \pm 5\text{ V to } \pm 18\text{ V}$	$-V_S + 1.2$		$+V_S - 1.4$	$-V_S + 1.2$		$+V_S - 1.4$	$-V_S + 1.2$		$+V_S - 1.4$	V
Over Temperature		$-V_S + 1.6$		$+V_S - 1.5$	$-V_S + 1.6$		$+V_S - 1.5$	$-V_S + 2.3$		$+V_S - 1.5$	V
Short Current Circuit			$\pm 18$			$\pm 18$			$\pm 18$		mA

Model	Conditions	AD620A			AD620B			AD620S <sup>1</sup>			Units	
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max		
<b>DYNAMIC RESPONSE</b>												
Small Signal -3 dB Bandwidth	10 V Step											
G = 1			1000			1000			1000		kHz	
G = 10			800			800			800		kHz	
G = 100			120			120			120		kHz	
G = 1000			12			12			12		kHz	
Slew Rate			0.75	1.2		0.75	1.2		0.75	1.2	V/μs	
Settling Time to 0.01%												
G = 1-100			15			15			15		μs	
G = 1000			150			150			150		μs	
<b>NOISE</b>												
Voltage Noise, 1 kHz	f = 1 kHz	$Total\ RTI\ Noise = \sqrt{(e_{ni}^2) + (e_{no}/G)^2}$										
Input, Voltage Noise, $e_{ni}$			9	13		9	13		9	13	nV/√Hz	
Output, Voltage Noise, $e_{no}$			72	100		72	100		72	100	nV/√Hz	
RTI, 0.1 Hz to 10 Hz												
G = 1				3.0			3.0	6.0		3.0	6.0	μV p-p
G = 10				0.55			0.55	0.8		0.55	0.8	μV p-p
G = 100-1000			0.28			0.28	0.4		0.28	0.4	μV p-p	
Current Noise			100			100			100		fA/√Hz	
0.1 Hz to 10 Hz			10			10			10		pA p-p	
<b>REFERENCE INPUT</b>												
$R_{IN}$	$V_{IN+}, V_{REF} = 0$		20			20			20		kΩ	
$I_{IN}$			+50	+60		+50	+60		+50	+60	μA	
Voltage Range			- $V_S + 1.6$		+ $V_S - 1.6$	- $V_S + 1.6$		+ $V_S - 1.6$	- $V_S + 1.6$		+ $V_S - 1.6$	V
Gain to Output				1 ± 0.0001			1 ± 0.0001			1 ± 0.0001		
<b>POWER SUPPLY</b>												
Operating Range <sup>4</sup>	$V_S = \pm 2.3\text{ V to } \pm 18\text{ V}$		±2.3			±2.3			±2.3		±18	V
Quiescent Current				0.9	1.3		0.9	1.3		0.9	1.3	mA
Over Temperature				1.1	1.6		1.1	1.6		1.1	1.6	mA
<b>TEMPERATURE RANGE</b>												
For Specified Performance			-40 to +85			-40 to +85			-55 to +125		°C	

## NOTES

<sup>1</sup>See Analog Devices military data sheet for 883B tested specifications.<sup>2</sup>Does not include effects of external resistor  $R_G$ .<sup>3</sup>One input grounded. G = 1.<sup>4</sup>This is defined as the same supply range which is used to specify PSR.

Specifications subject to change without notice.

# AD620

## ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS<sup>1</sup>

Supply Voltage	±18 V
Internal Power Dissipation <sup>2</sup>	650 mW
Input Voltage (Common Mode)	±V <sub>S</sub>
Differential Input Voltage	±25 V
Output Short Circuit Duration	Indefinite
Storage Temperature Range (Q)	-65°C to +150°C
Storage Temperature Range (N, R)	-65°C to +125°C
Operating Temperature Range	
AD620 (A, B)	-40°C to +85°C
AD620 (S)	-55°C to +125°C
Lead Temperature Range	
(Soldering 10 seconds)	+300°C

## NOTES

<sup>1</sup>Stresses above those listed under Absolute Maximum Ratings may cause permanent damage to the device. This is a stress rating only; functional operation of the device at these or any other conditions above those indicated in the operational section of this specification is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

<sup>2</sup>Specification is for device in free air:

8-Lead Plastic Package:  $\theta_{JA} = 95^{\circ}\text{C}/\text{W}$

8-Lead Cerdip Package:  $\theta_{JA} = 110^{\circ}\text{C}/\text{W}$

8-Lead SOIC Package:  $\theta_{JA} = 155^{\circ}\text{C}/\text{W}$

## ORDERING GUIDE

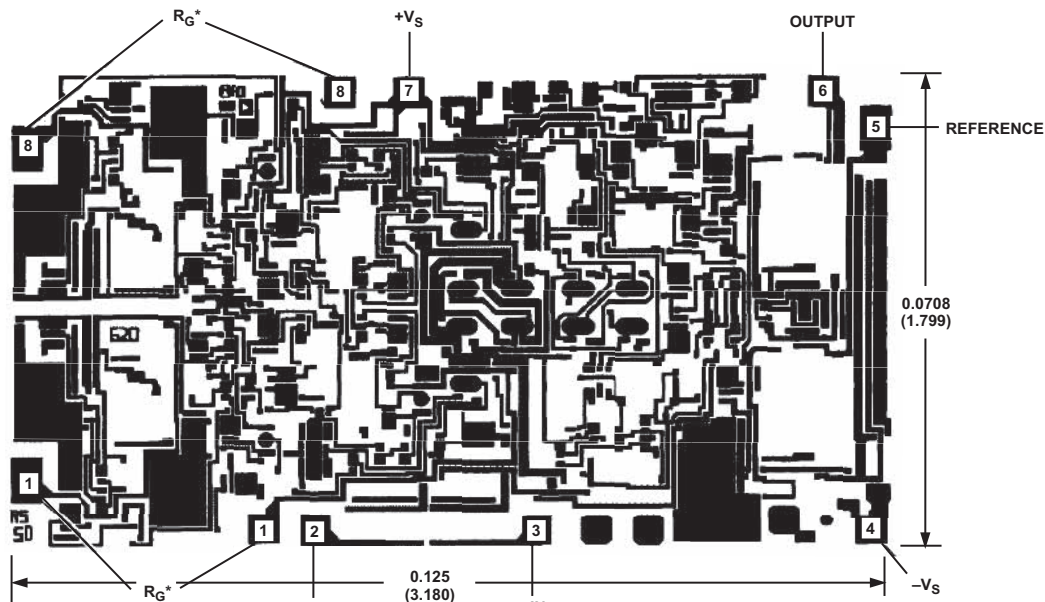
Model	Temperature Ranges	Package Options*
AD620AN	-40°C to +85°C	N-8
AD620BN	-40°C to +85°C	N-8
AD620AR	-40°C to +85°C	SO-8
AD620AR-REEL	-40°C to +85°C	13" REEL
AD620AR-REEL7	-40°C to +85°C	7" REEL
AD620BR	-40°C to +85°C	SO-8
AD620BR-REEL	-40°C to +85°C	13" REEL
AD620BR-REEL7	-40°C to +85°C	7" REEL
AD620ACHIPS	-40°C to +85°C	Die Form
AD620SQ/883B	-55°C to +125°C	Q-8

\*N = Plastic DIP; Q = Cerdip; SO = Small Outline.

## METALIZATION PHOTOGRAPH

Dimensions shown in inches and (mm).

Contact factory for latest dimensions.



\*FOR CHIP APPLICATIONS: THE PADS 1R<sub>G</sub> AND 8R<sub>G</sub> MUST BE CONNECTED IN PARALLEL TO THE EXTERNAL GAIN REGISTER R<sub>G</sub>. DO NOT CONNECT THEM IN SERIES TO R<sub>G</sub>. FOR UNITY GAIN APPLICATIONS WHERE R<sub>G</sub> IS NOT REQUIRED, THE PADS 1R<sub>G</sub> MAY SIMPLY BE BONDED TOGETHER, AS WELL AS THE PADS 8R<sub>G</sub>.

## CAUTION

ESD (electrostatic discharge) sensitive device. Electrostatic charges as high as 4000 V readily accumulate on the human body and test equipment and can discharge without detection. Although the AD620 features proprietary ESD protection circuitry, permanent damage may occur on devices subjected to high energy electrostatic discharges. Therefore, proper ESD precautions are recommended to avoid performance degradation or loss of functionality.



**Typical Characteristics** (@ +25°C,  $V_S = \pm 15\text{ V}$ ,  $R_L = 2\text{ k}\Omega$ , unless otherwise noted)

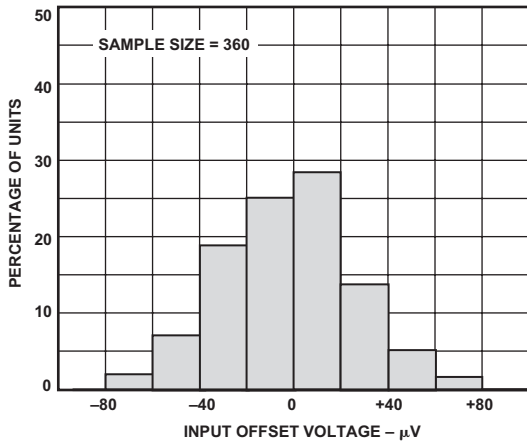


Figure 3. Typical Distribution of Input Offset Voltage

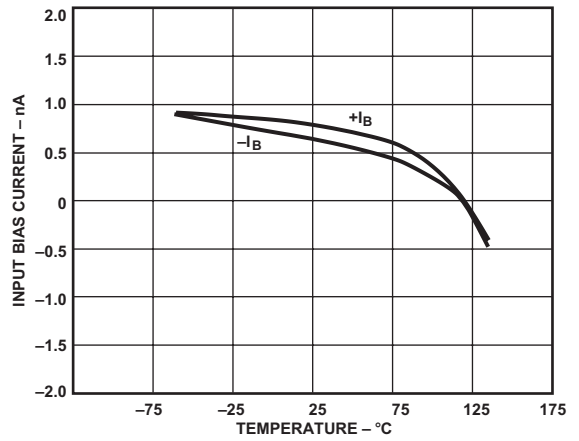


Figure 6. Input Bias Current vs. Temperature

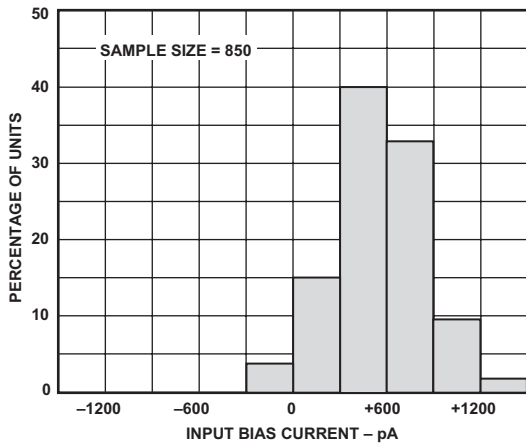


Figure 4. Typical Distribution of Input Bias Current

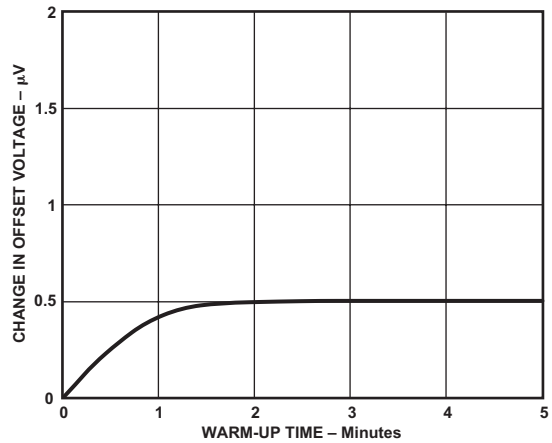


Figure 7. Change in Input Offset Voltage vs. Warm-Up Time

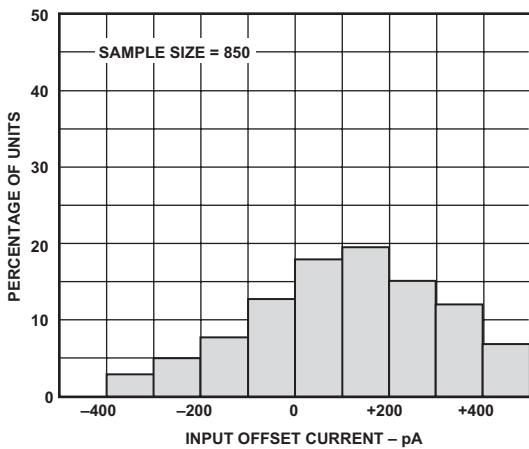


Figure 5. Typical Distribution of Input Offset Current

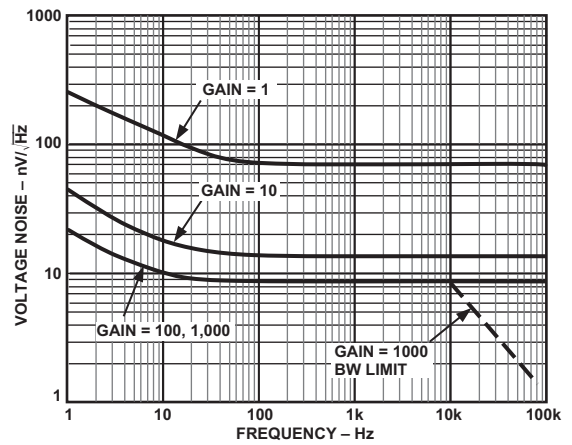


Figure 8. Voltage Noise Spectral Density vs. Frequency, ( $G = 1-1000$ )



# AD620—Typical Characteristics

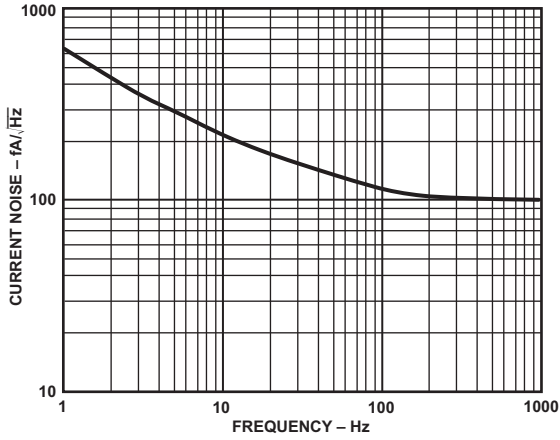


Figure 9. Current Noise Spectral Density vs. Frequency

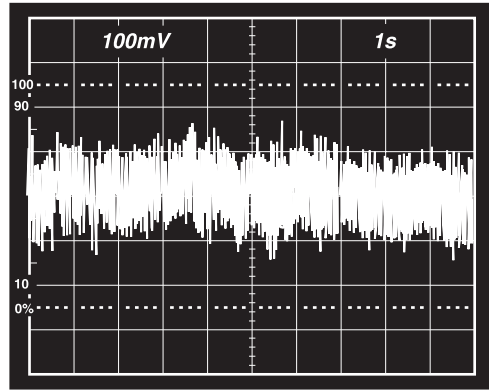


Figure 11. 0.1 Hz to 10 Hz Current Noise, 5 pA/Div

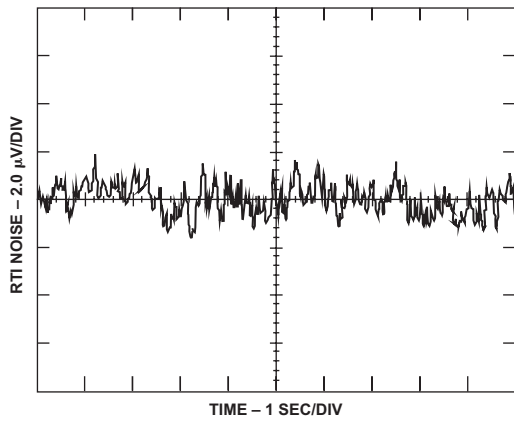


Figure 10a. 0.1 Hz to 10 Hz RTI Voltage Noise ( $G = 1$ )

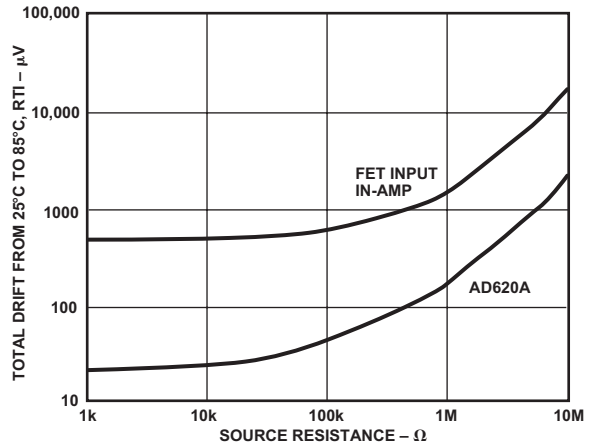


Figure 12. Total Drift vs. Source Resistance

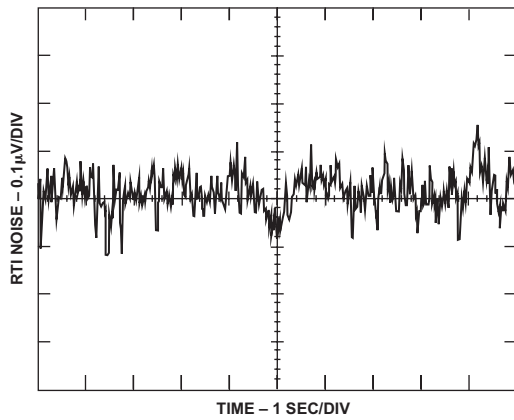


Figure 10b. 0.1 Hz to 10 Hz RTI Voltage Noise ( $G = 1000$ )

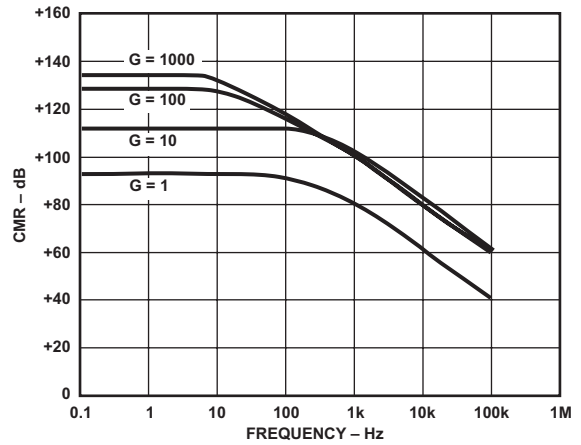


Figure 13. CMR vs. Frequency, RTI, Zero to 1 kΩ Source Imbalance

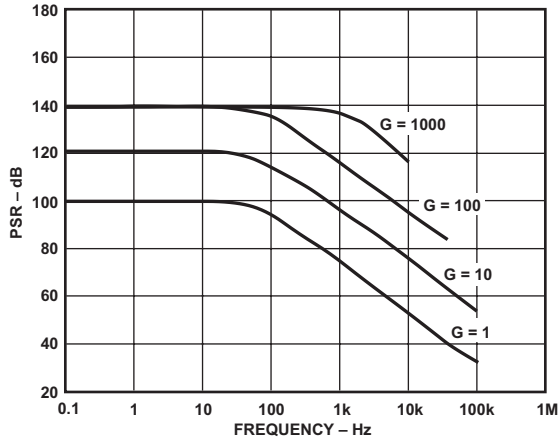


Figure 14. Positive PSR vs. Frequency, RTI ( $G = 1-1000$ )

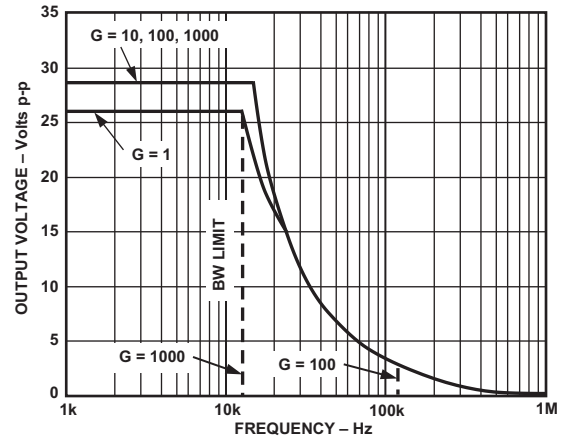


Figure 17. Large Signal Frequency Response

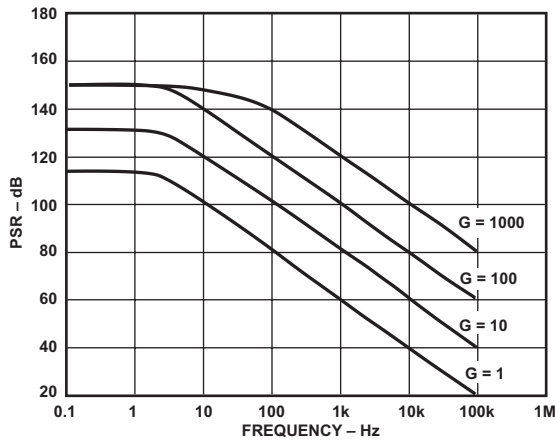


Figure 15. Negative PSR vs. Frequency, RTI ( $G = 1-1000$ )

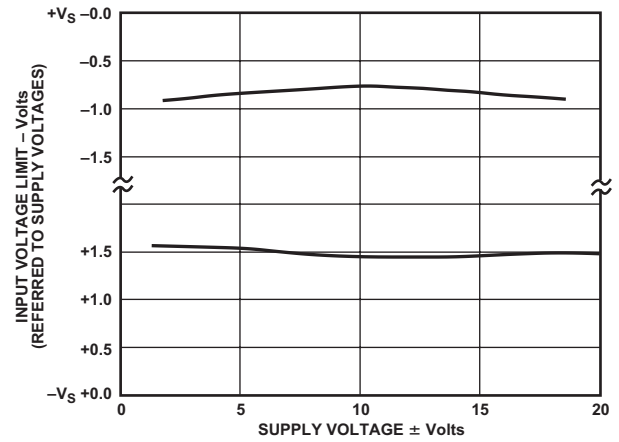


Figure 18. Input Voltage Range vs. Supply Voltage,  $G = 1$

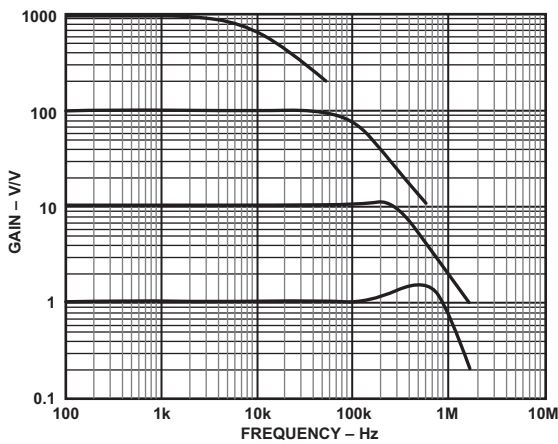


Figure 16. Gain vs. Frequency

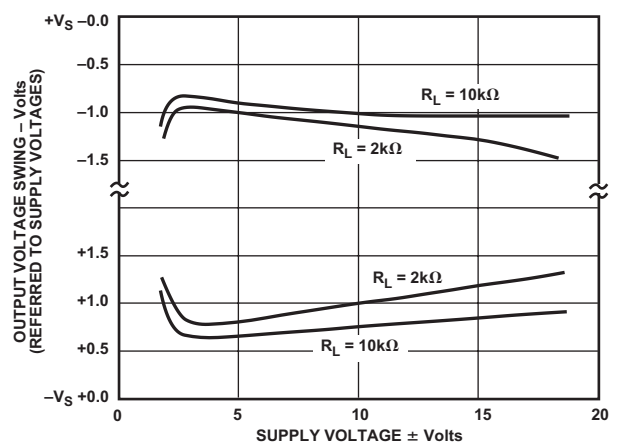


Figure 19. Output Voltage Swing vs. Supply Voltage,  $G = 10$

# AD620

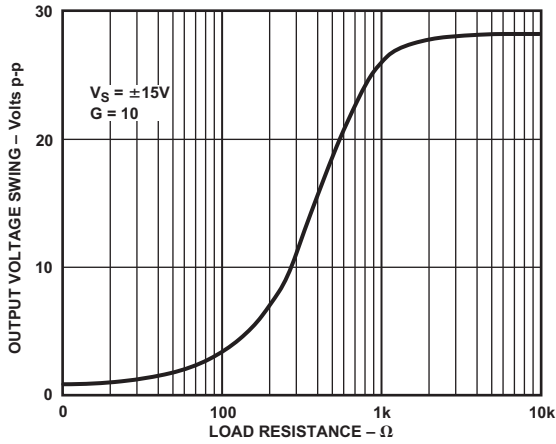


Figure 20. Output Voltage Swing vs. Load Resistance

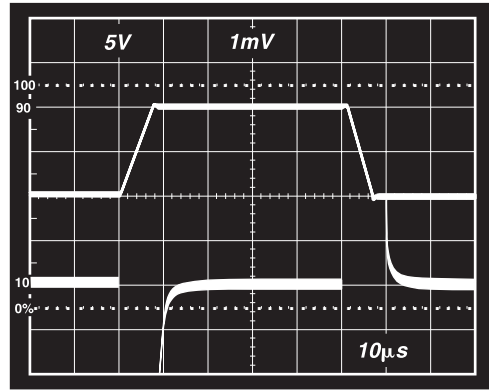


Figure 23. Large Signal Response and Settling Time,  $G = 10$  ( $0.5 \text{ mV} = 001\%$ )

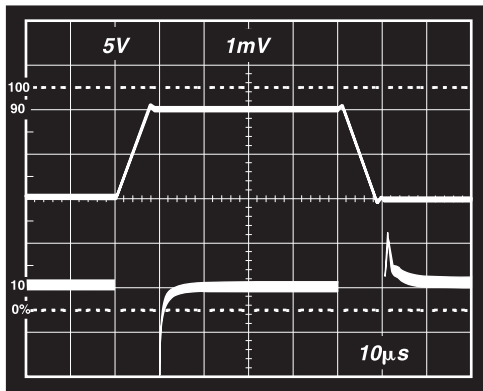


Figure 21. Large Signal Pulse Response and Settling Time  $G = 1$  ( $0.5 \text{ mV} = 0.01\%$ )

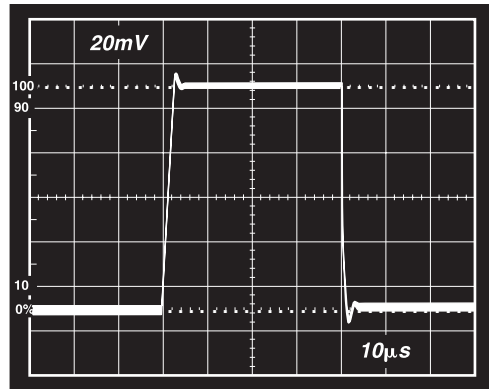


Figure 24. Small Signal Response,  $G = 10$ ,  $R_L = 2 \text{ k}\Omega$ ,  $C_L = 100 \text{ pF}$

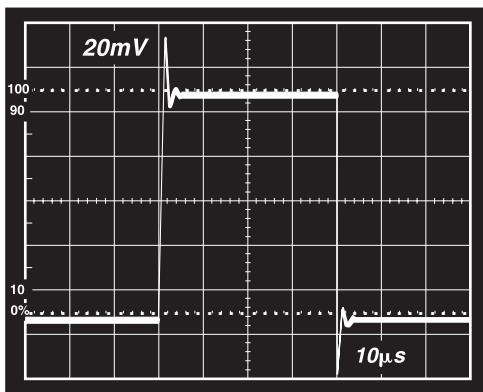


Figure 22. Small Signal Response,  $G = 1$ ,  $R_L = 2 \text{ k}\Omega$ ,  $C_L = 100 \text{ pF}$

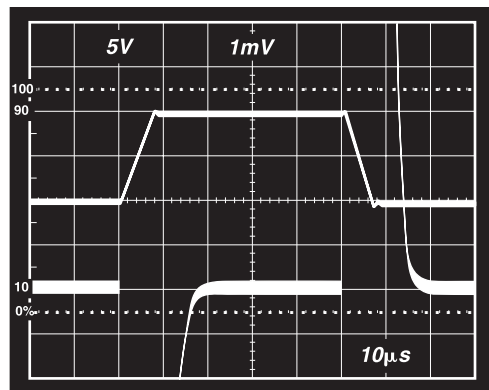


Figure 25. Large Signal Response and Settling Time,  $G = 100$  ( $0.5 \text{ mV} = 0.01\%$ )

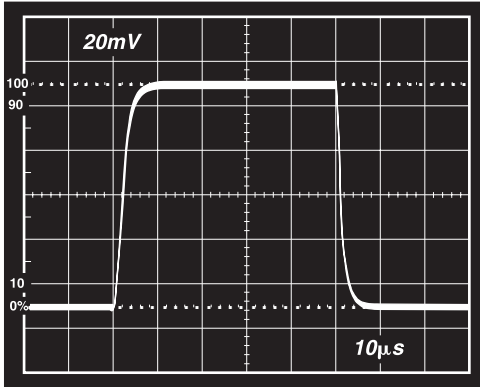


Figure 26. Small Signal Pulse Response,  $G = 100$ ,  $R_L = 2 \text{ k}\Omega$ ,  $C_L = 100 \text{ pF}$

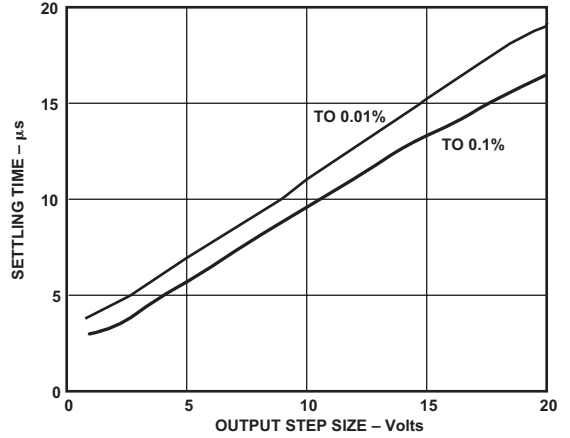


Figure 29. Settling Time vs. Step Size ( $G = 1$ )

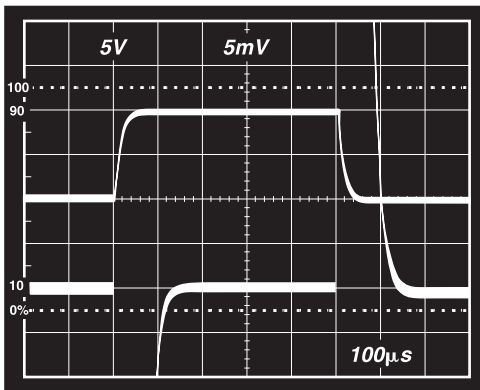


Figure 27. Large Signal Response and Settling Time,  $G = 1000$  ( $0.5 \text{ mV} = 0.01\%$ )

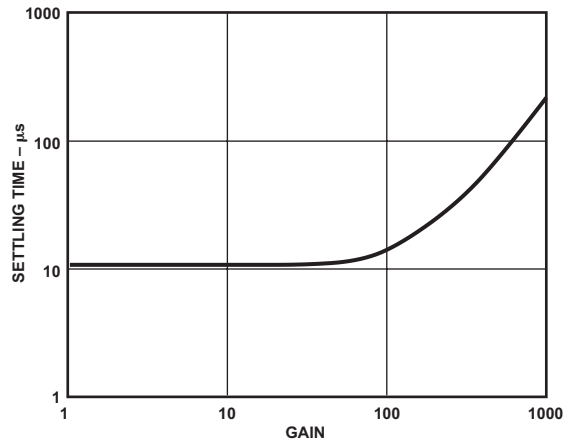


Figure 30. Settling Time to 0.01% vs. Gain, for a 10 V Step

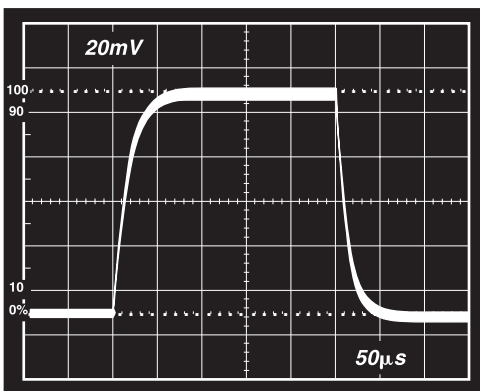


Figure 28. Small Signal Pulse Response,  $G = 1000$ ,  $R_L = 2 \text{ k}\Omega$ ,  $C_L = 100 \text{ pF}$

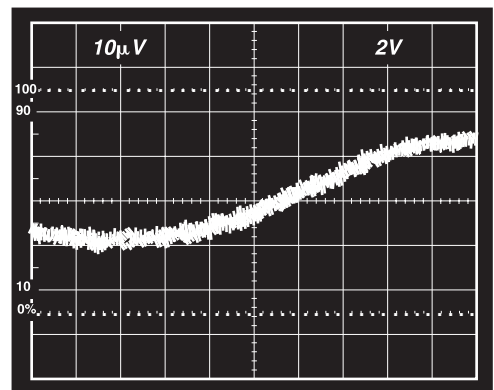


Figure 31a. Gain Nonlinearity,  $G = 1$ ,  $R_L = 10 \text{ k}\Omega$  ( $10 \mu\text{V} = 1 \text{ ppm}$ )

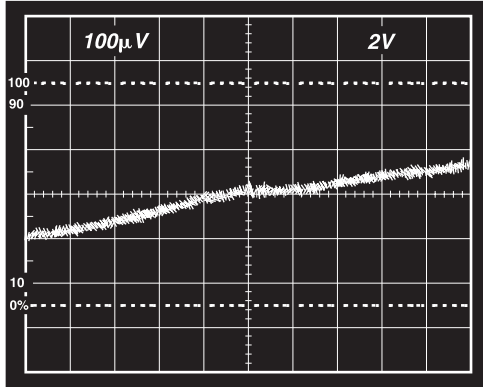


Figure 31b. Gain Nonlinearity,  $G = 100$ ,  $R_L = 10\text{ k}\Omega$   
( $100\text{ }\mu\text{V} = 10\text{ ppm}$ )

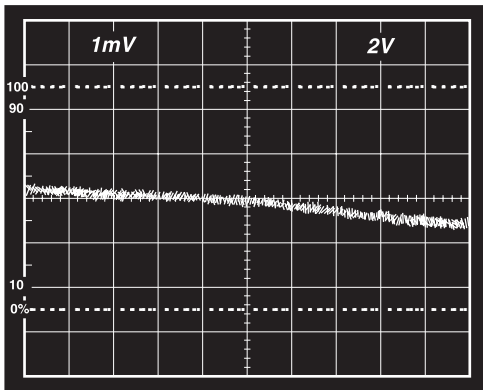


Figure 31c. Gain Nonlinearity,  $G = 1000$ ,  $R_L = 10\text{ k}\Omega$   
( $1\text{ mV} = 100\text{ ppm}$ )

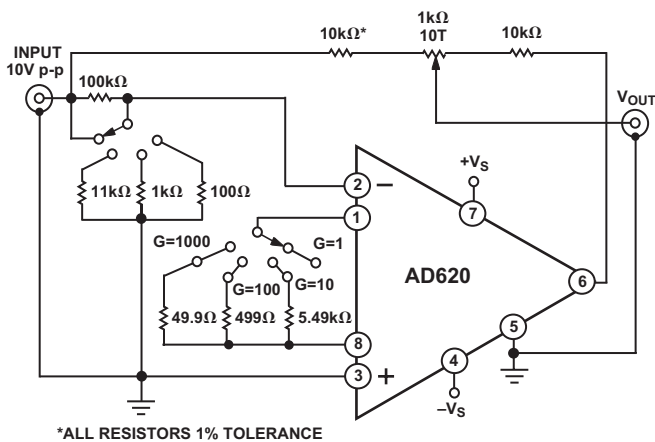


Figure 32. Settling Time Test Circuit

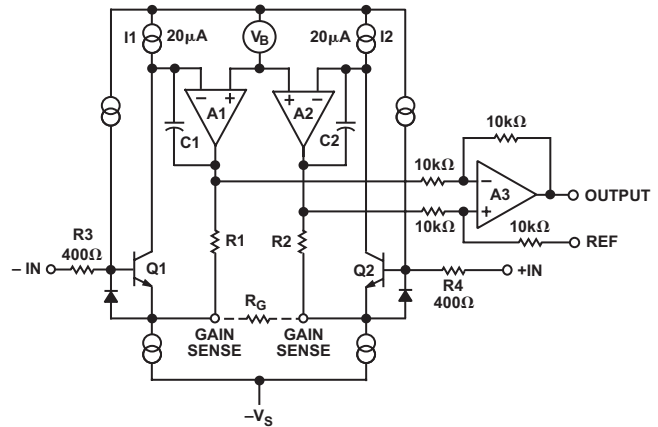


Figure 33. Simplified Schematic of AD620

### THEORY OF OPERATION

The AD620 is a monolithic instrumentation amplifier based on a modification of the classic three op amp approach. Absolute value trimming allows the user to program gain *accurately* (to 0.15% at  $G = 100$ ) with only one resistor. Monolithic construction and laser wafer trimming allow the tight matching and tracking of circuit components, thus ensuring the high level of performance inherent in this circuit.

The input transistors Q1 and Q2 provide a single differential-pair bipolar input for high precision (Figure 33), yet offer  $10\times$  lower Input Bias Current thanks to Superbeta processing. Feedback through the Q1-A1-R1 loop and the Q2-A2-R2 loop maintains constant collector current of the input devices Q1, Q2 thereby impressing the input voltage across the external gain setting resistor  $R_G$ . This creates a differential gain from the inputs to the A1/A2 outputs given by  $G = (R_1 + R_2)/R_G + 1$ . The unity-gain subtracter A3 removes any common-mode signal, yielding a single-ended output referred to the REF pin potential.

The value of  $R_G$  also determines the transconductance of the preamp stage. As  $R_G$  is reduced for larger gains, the transconductance increases asymptotically to that of the input transistors. This has three important advantages: (a) Open-loop gain is boosted for increasing programmed gain, thus reducing gain-related errors. (b) The gain-bandwidth product (determined by C1, C2 and the preamp transconductance) increases with programmed gain, thus optimizing frequency response. (c) The input voltage noise is reduced to a value of  $9\text{ nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ , determined mainly by the collector current and base resistance of the input devices.

The internal gain resistors, R1 and R2, are trimmed to an absolute value of  $24.7\text{ k}\Omega$ , allowing the gain to be programmed accurately with a single external resistor.

The gain equation is then

$$G = \frac{49.4\text{ k}\Omega}{R_G} + 1$$

so that

$$R_G = \frac{49.4\text{ k}\Omega}{G - 1}$$

**Make vs. Buy: A Typical Bridge Application Error Budget**

The AD620 offers improved performance over “homebrew” three op amp IA designs, along with smaller size, fewer components and 10x lower supply current. In the typical application, shown in Figure 34, a gain of 100 is required to amplify a bridge output of 20 mV full scale over the industrial temperature range of -40°C to +85°C. The error budget table below shows how to calculate the effect various error sources have on circuit accuracy.

Regardless of the system in which it is being used, the AD620 provides greater accuracy, and at low power and price. In simple

systems, absolute accuracy and drift errors are by far the most significant contributors to error. In more complex systems with an intelligent processor, an autogain/autozero cycle will remove all absolute accuracy and drift errors leaving only the resolution errors of gain nonlinearity and noise, thus allowing full 14-bit accuracy.

Note that for the homebrew circuit, the OP07 specifications for input voltage offset and noise have been multiplied by  $\sqrt{2}$ . This is because a three op amp type in-amp has two op amps at its inputs, both contributing to the overall input error.

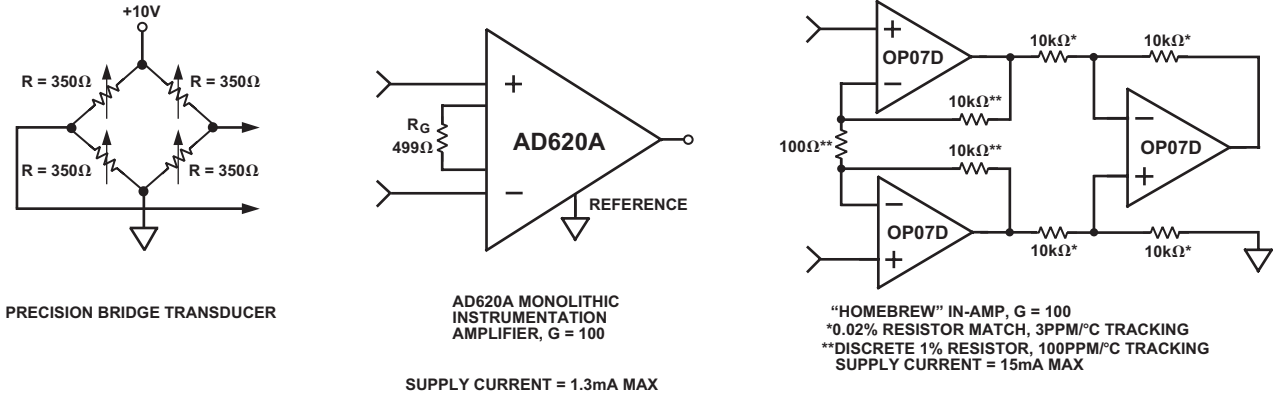


Figure 34. Make vs. Buy

Table I. Make vs. Buy Error Budget

Error Source	AD620 Circuit Calculation	“Homebrew” Circuit Calculation	Error, ppm of Full Scale	
			AD620	Homebrew
<b>ABSOLUTE ACCURACY</b> at T <sub>A</sub> = +25°C				
Input Offset Voltage, μV	125 μV/20 mV	(150 μV × $\sqrt{2}$ )/20 mV	6,250	10,607
Output Offset Voltage, μV	1000 μV/100/20 mV	((150 μV × 2)/100)/20 mV	500	150
Input Offset Current, nA	2 nA × 350 Ω/20 mV	(6 nA × 350 Ω)/20 mV	18	53
CMR, dB	110 dB → 3.16 ppm, × 5 V/20 mV	(0.02% Match × 5 V)/20 mV/100	791	500
<b>DRIFT TO +85°C</b>		Total Absolute Error	7,558	11,310
Gain Drift, ppm/°C	(50 ppm + 10 ppm) × 60°C	100 ppm/°C Track × 60°C	3,600	6,000
Input Offset Voltage Drift, μV/°C	1 μV/°C × 60°C/20 mV	(2.5 μV/°C × $\sqrt{2}$ × 60°C)/20 mV	3,000	10,607
Output Offset Voltage Drift, μV/°C	15 μV/°C × 60°C/100/20 mV	(2.5 μV/°C × 2 × 60°C)/100/20 mV	450	150
<b>RESOLUTION</b>		Total Drift Error	7,050	16,757
Gain Nonlinearity, ppm of Full Scale	40 ppm	40 ppm	40	40
Typ 0.1 Hz–10 Hz Voltage Noise, μV p-p	0.28 μV p-p/20 mV	(0.38 μV p-p × $\sqrt{2}$ )/20 mV	14	27
		Total Resolution Error	54	67
		Grand Total Error	14,662	28,134

G = 100, V<sub>S</sub> = ±15 V.  
(All errors are min/max and referred to input.)

# AD620

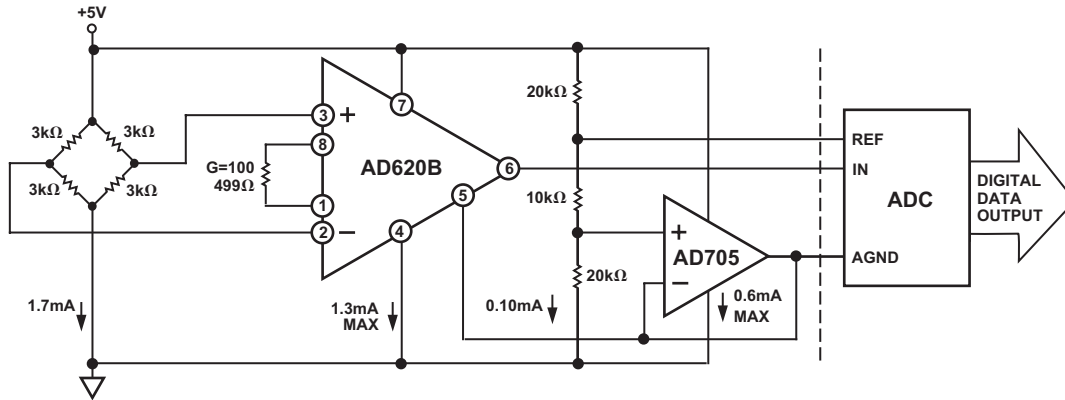


Figure 35. A Pressure Monitor Circuit which Operates on a +5 V Single Supply

## Pressure Measurement

Although useful in many bridge applications such as weigh scales, the AD620 is especially suitable for higher resistance pressure sensors powered at lower voltages where small size and low power become more significant.

Figure 35 shows a 3 kΩ pressure transducer bridge powered from +5 V. In such a circuit, the bridge consumes only 1.7 mA. Adding the AD620 and a buffered voltage divider allows the signal to be conditioned for only 3.8 mA of total supply current.

Small size and low cost make the AD620 especially attractive for voltage output pressure transducers. Since it delivers low noise and drift, it will also serve applications such as diagnostic non-invasive blood pressure measurement.

## Medical ECG

The low current noise of the AD620 allows its use in ECG monitors (Figure 36) where high source resistances of 1 MΩ or higher are not uncommon. The AD620's low power, low supply voltage requirements, and space-saving 8-lead mini-DIP and SOIC package offerings make it an excellent choice for battery powered data recorders.

Furthermore, the low bias currents and low current noise coupled with the low voltage noise of the AD620 improve the dynamic range for better performance.

The value of capacitor C1 is chosen to maintain stability of the right leg drive loop. Proper safeguards, such as isolation, must be added to this circuit to protect the patient from possible harm.

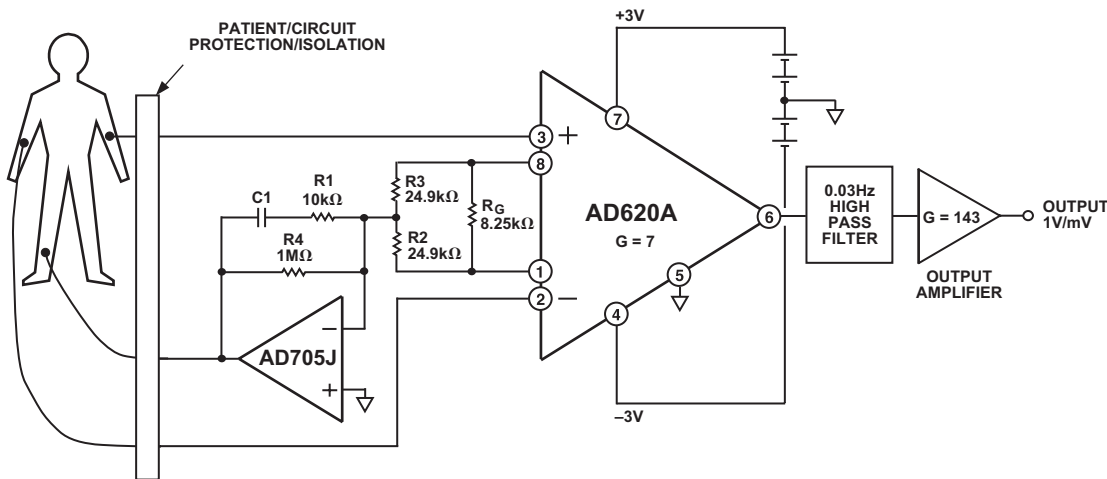


Figure 36. A Medical ECG Monitor Circuit

## Precision V-I Converter

The AD620, along with another op amp and two resistors, makes a precision current source (Figure 37). The op amp buffers the reference terminal to maintain good CMR. The output voltage  $V_X$  of the AD620 appears across  $R_1$ , which converts it to a current. This current less only, the input bias current of the op amp, then flows out to the load.

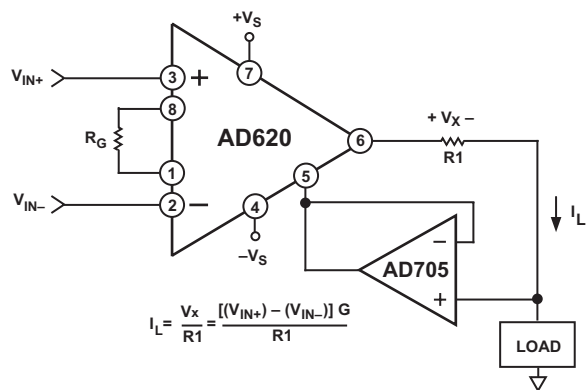


Figure 37. Precision Voltage-to-Current Converter (Operates on 1.8 mA,  $\pm 3$  V)

## GAIN SELECTION

The AD620's gain is resistor programmed by  $R_G$ , or more precisely, by whatever impedance appears between Pins 1 and 8. The AD620 is designed to offer accurate gains using 0.1%–1% resistors. Table II shows required values of  $R_G$  for various gains. Note that for  $G = 1$ , the  $R_G$  pins are unconnected ( $R_G = \infty$ ). For any arbitrary gain  $R_G$  can be calculated by using the formula:

$$R_G = \frac{49.4 \text{ k}\Omega}{G - 1}$$

To minimize gain error, avoid high parasitic resistance in series with  $R_G$ ; to minimize gain drift,  $R_G$  should have a low TC—less than 10 ppm/ $^{\circ}\text{C}$ —for the best performance.

Table II. Required Values of Gain Resistors

1% Std Table Value of $R_G$ , $\Omega$	Calculated Gain	0.1% Std Table Value of $R_G$ , $\Omega$	Calculated Gain
49.9 k	1.990	49.3 k	2.002
12.4 k	4.984	12.4 k	4.984
5.49 k	9.998	5.49 k	9.998
2.61 k	19.93	2.61 k	19.93
1.00 k	50.40	1.01 k	49.91
499	100.0	499	100.0
249	199.4	249	199.4
100	495.0	98.8	501.0
49.9	991.0	49.3	1,003

## INPUT AND OUTPUT OFFSET VOLTAGE

The low errors of the AD620 are attributed to two sources, input and output errors. The output error is divided by  $G$  when referred to the input. In practice, the input errors dominate at high gains and the output errors dominate at low gains. The total  $V_{OS}$  for a given gain is calculated as:

$$\text{Total Error RTI} = \text{input error} + (\text{output error}/G)$$

$$\text{Total Error RTO} = (\text{input error} \times G) + \text{output error}$$

## REFERENCE TERMINAL

The reference terminal potential defines the zero output voltage, and is especially useful when the load does not share a precise ground with the rest of the system. It provides a direct means of injecting a precise offset to the output, with an allowable range of 2 V within the supply voltages. Parasitic resistance should be kept to a minimum for optimum CMR.

## INPUT PROTECTION

The AD620 features 400  $\Omega$  of series thin film resistance at its inputs, and will safely withstand input overloads of up to  $\pm 15$  V or  $\pm 60$  mA for several hours. This is true for all gains, and power on and off, which is particularly important since the signal source and amplifier may be powered separately. For longer time periods, the current should not exceed 6 mA ( $I_{IN} \leq V_{IN}/400 \Omega$ ). For input overloads beyond the supplies, clamping the inputs to the supplies (using a low leakage diode such as an FD333) will reduce the required resistance, yielding lower noise.

## RF INTERFERENCE

All instrumentation amplifiers can rectify out of band signals, and when amplifying small signals, these rectified voltages act as small dc offset errors. The AD620 allows direct access to the input transistor bases and emitters enabling the user to apply some first order filtering to unwanted RF signals (Figure 38), where  $RC \approx 1/(2 \pi f)$  and where  $f \geq$  the bandwidth of the AD620;  $C \leq 150$  pF. Matching the extraneous capacitance at Pins 1 and 8 and Pins 2 and 3 helps to maintain high CMR.

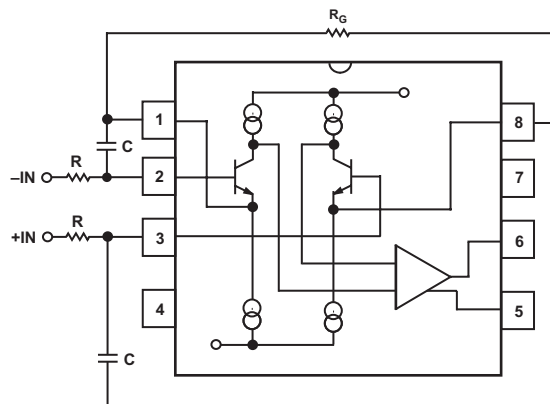


Figure 38. Circuit to Attenuate RF Interference



# AD620

## COMMON-MODE REJECTION

Instrumentation amplifiers like the AD620 offer high CMR, which is a measure of the change in output voltage when both inputs are changed by equal amounts. These specifications are usually given for a full-range input voltage change and a specified source imbalance.

For optimal CMR the reference terminal should be tied to a low impedance point, and differences in capacitance and resistance should be kept to a minimum between the two inputs. In many applications shielded cables are used to minimize noise, and for best CMR over frequency the shield should be properly driven. Figures 39 and 40 show active data guards that are configured to improve ac common-mode rejections by “bootstrapping” the capacitances of input cable shields, thus minimizing the capacitance mismatch between the inputs.

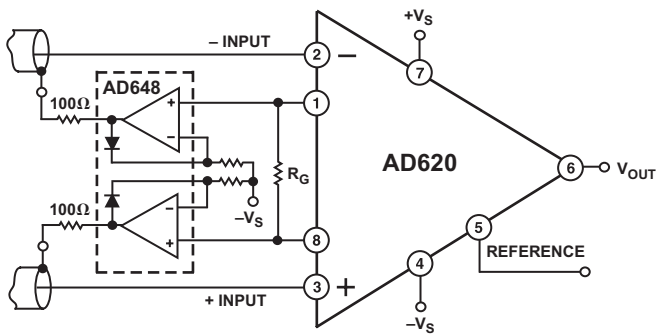


Figure 39. Differential Shield Driver

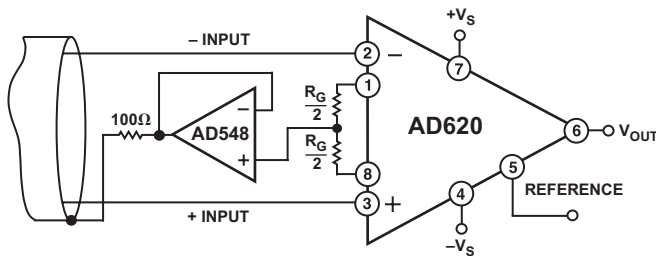


Figure 40. Common-Mode Shield Driver

## GROUNDING

Since the AD620 output voltage is developed with respect to the potential on the reference terminal, it can solve many grounding problems by simply tying the REF pin to the appropriate “local ground.”

In order to isolate low level analog signals from a noisy digital environment, many data-acquisition components have separate analog and digital ground pins (Figure 41). It would be convenient to use a single ground line; however, current through ground wires and PC runs of the circuit card can cause hundreds of millivolts of error. Therefore, separate ground returns should be provided to minimize the current flow from the sensitive points to the system ground. These ground returns must be tied together at some point, usually best at the ADC package as shown.

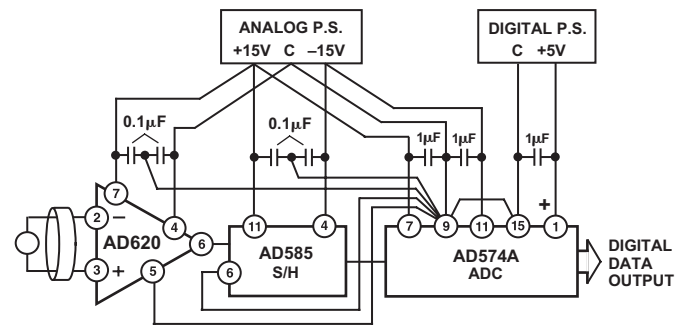


Figure 41. Basic Grounding Practice

## GROUND RETURNS FOR INPUT BIAS CURRENTS

Input bias currents are those currents necessary to bias the input transistors of an amplifier. There must be a direct return path for these currents; therefore, when amplifying “floating” input

sources such as transformers, or ac-coupled sources, there must be a dc path from each input to ground as shown in Figure 42. Refer to the *Instrumentation Amplifier Application Guide* (free from Analog Devices) for more information regarding in amp applications.

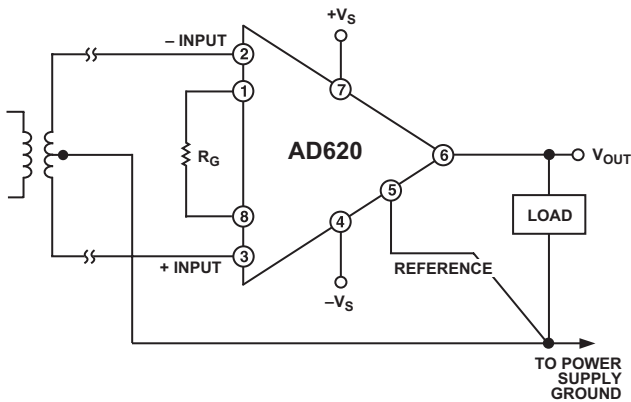


Figure 42a. Ground Returns for Bias Currents with Transformer Coupled Inputs

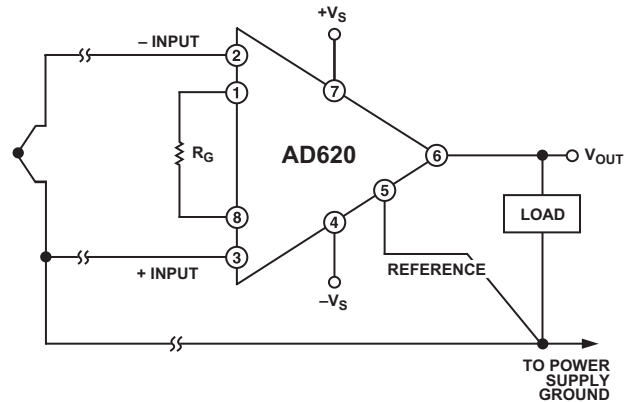


Figure 42b. Ground Returns for Bias Currents with Thermocouple Inputs

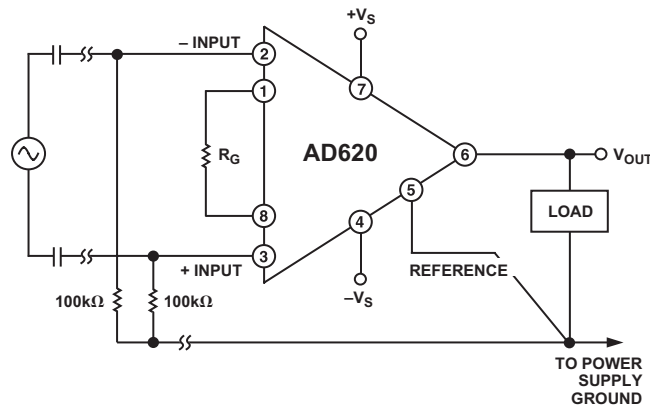
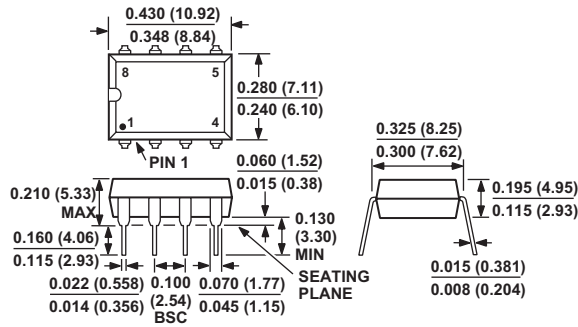


Figure 42c. Ground Returns for Bias Currents with AC Coupled Inputs

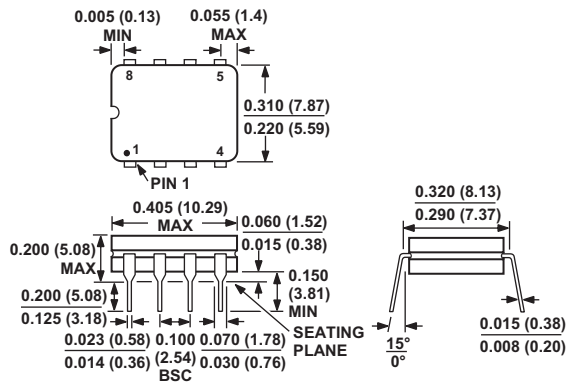
**OUTLINE DIMENSIONS**

Dimensions shown in inches and (mm).

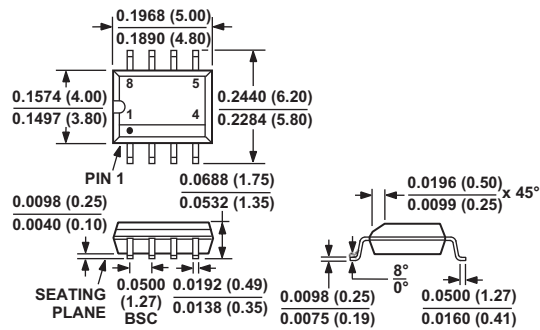
**Plastic DIP (N-8) Package**



**Cerdip (Q-8) Package**



**SOIC (SO-8) Package**



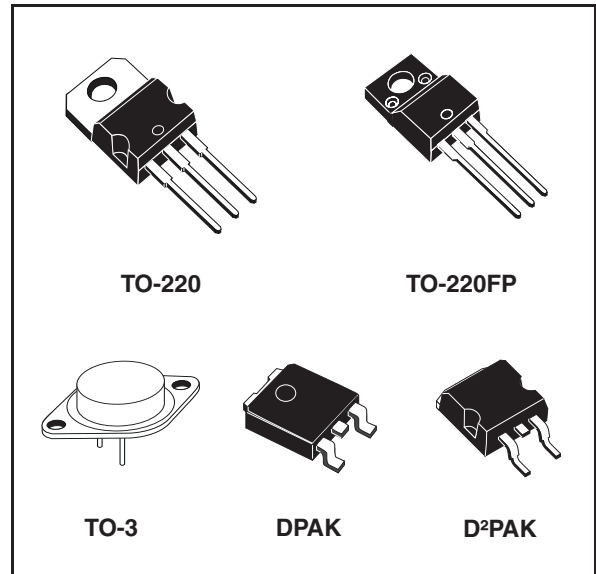
## Positive voltage regulators

### Features

- Output current to 1.5 A
- Output voltages of 5; 6; 8; 8.5; 9; 12; 15; 18; 24 V
- Thermal overload protection
- Short circuit protection
- Output transition SOA protection

### Description

The L78xx series of three-terminal positive regulators is available in TO-220, TO-220FP, TO-3, D<sup>2</sup>PAK and DPAK packages and several fixed output voltages, making it useful in a wide range of applications. These regulators can provide local on-card regulation, eliminating the distribution problems associated with single point regulation. Each type employs internal current limiting, thermal shut-down and safe area protection, making it essentially indestructible. If adequate heat sinking is provided, they can deliver over 1 A output current. Although designed primarily as fixed voltage regulators, these devices can be used with external components to obtain adjustable voltage and currents.



**Table 1. Device summary**

Part numbers	
L7805	L7809C
L7805C	L7812C
L7806C	L7815C
L7808C	L7818C
L7885C	L7824C

---

# Contents

1	Diagram .....	5
2	Pin configuration .....	6
3	Maximum ratings .....	7
4	Test circuits .....	8
5	Electrical characteristics .....	9
6	Typical performance .....	29
7	Package mechanical data .....	39
8	Order codes .....	54
9	Revision history .....	55

## List of figures

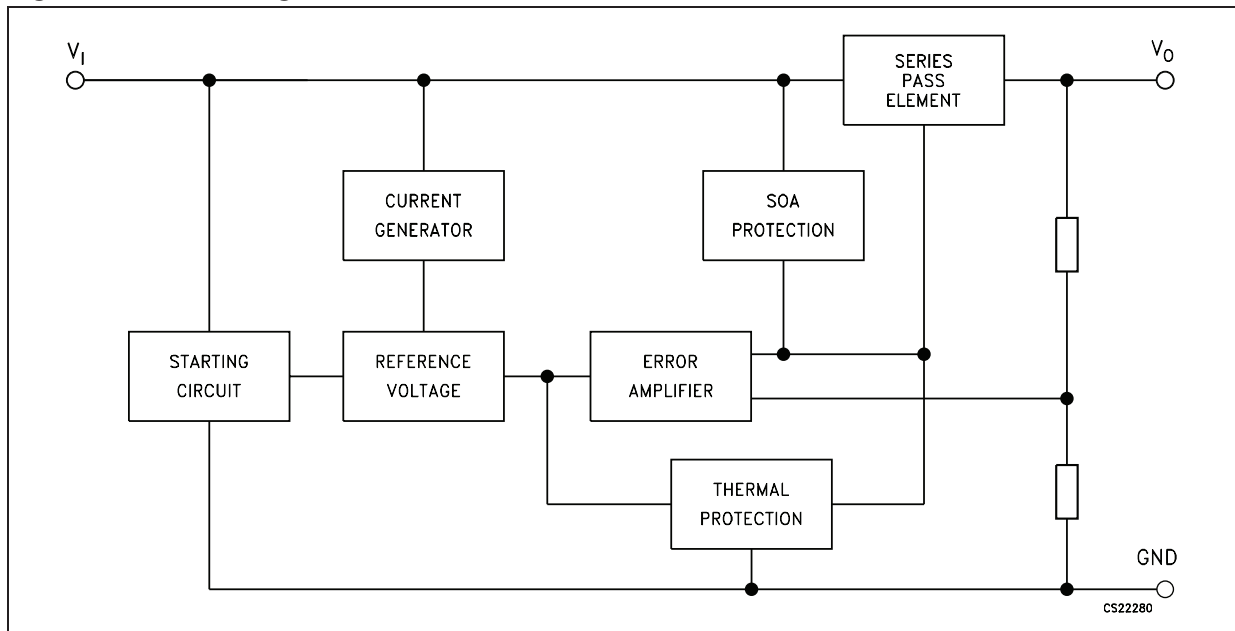
Figure 1.	Block diagram . . . . .	5
Figure 2.	Pin connections (top view) . . . . .	6
Figure 3.	Schematic diagram . . . . .	6
Figure 4.	Application circuits . . . . .	7
Figure 5.	DC parameter . . . . .	8
Figure 6.	Load regulation . . . . .	8
Figure 7.	Ripple rejection . . . . .	8
Figure 8.	Dropout voltage vs junction temperature . . . . .	29
Figure 9.	Peak output current vs input/output differential voltage . . . . .	29
Figure 10.	Supply voltage rejection vs frequency . . . . .	29
Figure 11.	Output voltage vs junction temperature . . . . .	29
Figure 12.	Output impedance vs frequency . . . . .	29
Figure 13.	Quiescent current vs junction temp. . . . .	29
Figure 14.	Load transient response . . . . .	30
Figure 15.	Line transient response . . . . .	30
Figure 16.	Quiescent current vs input voltage . . . . .	30
Figure 17.	Fixed output regulator . . . . .	30
Figure 18.	Current regulator . . . . .	31
Figure 19.	Circuit for increasing output voltage . . . . .	31
Figure 20.	Adjustable output regulator (7 to 30 V) . . . . .	31
Figure 21.	0.5 to 10 V regulator . . . . .	32
Figure 22.	High current voltage regulator . . . . .	32
Figure 23.	High output current with short circuit protection . . . . .	32
Figure 24.	Tracking voltage regulator . . . . .	33
Figure 25.	Split power supply ( $\pm 15\text{ V} - 1\text{ A}$ ) . . . . .	33
Figure 26.	Negative output voltage circuit . . . . .	34
Figure 27.	Switching regulator . . . . .	34
Figure 28.	High input voltage circuit. . . . .	34
Figure 29.	High input voltage circuit. . . . .	35
Figure 30.	High output voltage regulator . . . . .	35
Figure 31.	High input and output voltage . . . . .	35
Figure 32.	Reducing power dissipation with dropping resistor . . . . .	36
Figure 33.	Remote shutdown . . . . .	36
Figure 34.	Power AM modulator (unity voltage gain, $I_O \leq 0.5$ ) . . . . .	36
Figure 35.	Adjustable output voltage with temperature compensation . . . . .	37
Figure 36.	Light controllers ( $V_{Omin} = V_{XX} + V_{BE}$ ) . . . . .	37
Figure 37.	Protection against input short-circuit with high capacitance loads . . . . .	38
Figure 38.	Drawing dimension TO-220 (type SMIC-subcon.) . . . . .	40
Figure 39.	Drawing dimension TO-220 (type STD-ST) . . . . .	41
Figure 40.	Drawing dimension TO-220FP . . . . .	43
Figure 41.	Drawing dimension TO-3 . . . . .	45
Figure 42.	Drawing dimension DPAK . . . . .	46
Figure 43.	Drawing dimension tape and reel for DPAK . . . . .	48
Figure 44.	Drawing dimension D <sup>2</sup> PAK (type STD-ST) . . . . .	49
Figure 45.	Drawing dimension D <sup>2</sup> PAK (type WOOSEOK-Subcon.) . . . . .	50
Figure 46.	D <sup>2</sup> PAK footprint recommended data . . . . .	52
Figure 47.	Drawing dimension tape and reel for D <sup>2</sup> PAK . . . . .	53

## List of tables

Table 1.	Device summary . . . . .	1
Table 2.	Absolute maximum ratings . . . . .	7
Table 3.	Thermal data. . . . .	7
Table 4.	Electrical characteristics of L7805 . . . . .	9
Table 5.	Electrical characteristics of L7806 . . . . .	10
Table 6.	Electrical characteristics of L7808 . . . . .	11
Table 7.	Electrical characteristics of L7812 . . . . .	12
Table 8.	Electrical characteristics of L7815 . . . . .	13
Table 9.	Electrical characteristics of L7818 . . . . .	14
Table 10.	Electrical characteristics of L7820 . . . . .	15
Table 11.	Electrical characteristics of L7824 . . . . .	16
Table 12.	Electrical characteristics of L7805C . . . . .	17
Table 13.	Electrical characteristics of L7852C . . . . .	18
Table 14.	Electrical characteristics of L7806C . . . . .	19
Table 15.	Electrical characteristics of L7808C . . . . .	20
Table 16.	Electrical characteristics of L7885C . . . . .	21
Table 17.	Electrical characteristics of L7809C . . . . .	22
Table 18.	Electrical characteristics of L7810C . . . . .	23
Table 19.	Electrical characteristics of L7812C . . . . .	24
Table 20.	Electrical characteristics of L7815C . . . . .	25
Table 21.	Electrical characteristics of L7818C . . . . .	26
Table 22.	Electrical characteristics of L7820C . . . . .	27
Table 23.	Electrical characteristics of L7824C . . . . .	28
Table 24.	TO-220 mechanical data . . . . .	42
Table 25.	TO-220FP mechanical data . . . . .	44
Table 26.	TO-3 mechanical data . . . . .	45
Table 27.	DPAK mechanical data . . . . .	47
Table 28.	Tape and reel DPAK mechanical data . . . . .	48
Table 29.	D <sup>2</sup> PAK mechanical data . . . . .	51
Table 30.	D <sup>2</sup> PAK footprint data . . . . .	52
Table 31.	Tape and reel D <sup>2</sup> PAK mechanical data . . . . .	53
Table 32.	Order codes . . . . .	54
Table 33.	Document revision history . . . . .	55

# 1 Diagram

Figure 1. Block diagram





## 2 Pin configuration

Figure 2. Pin connections (top view)

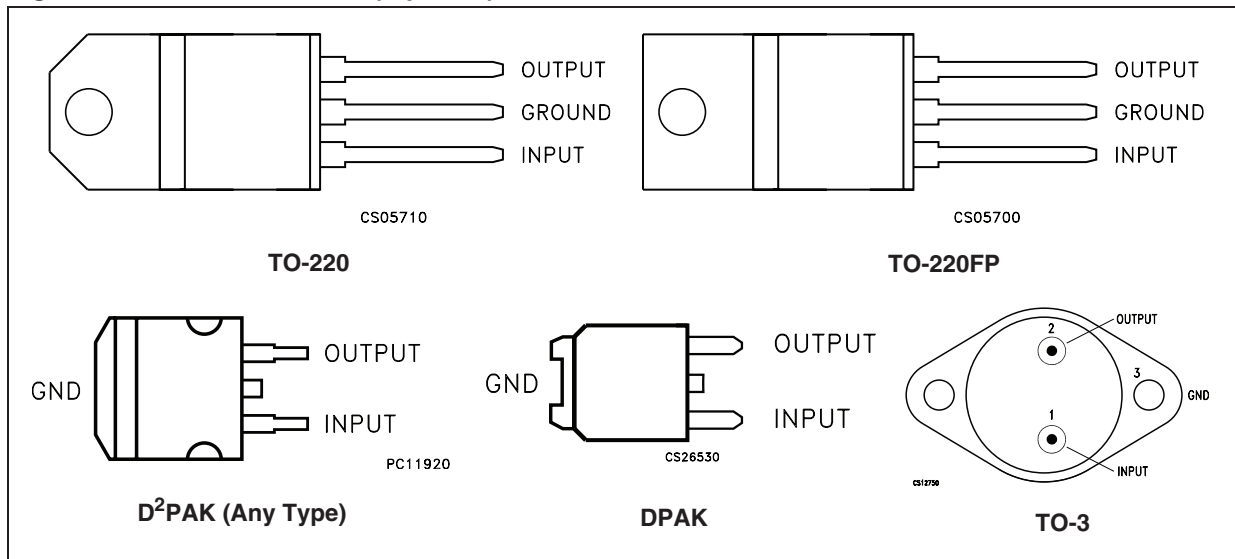
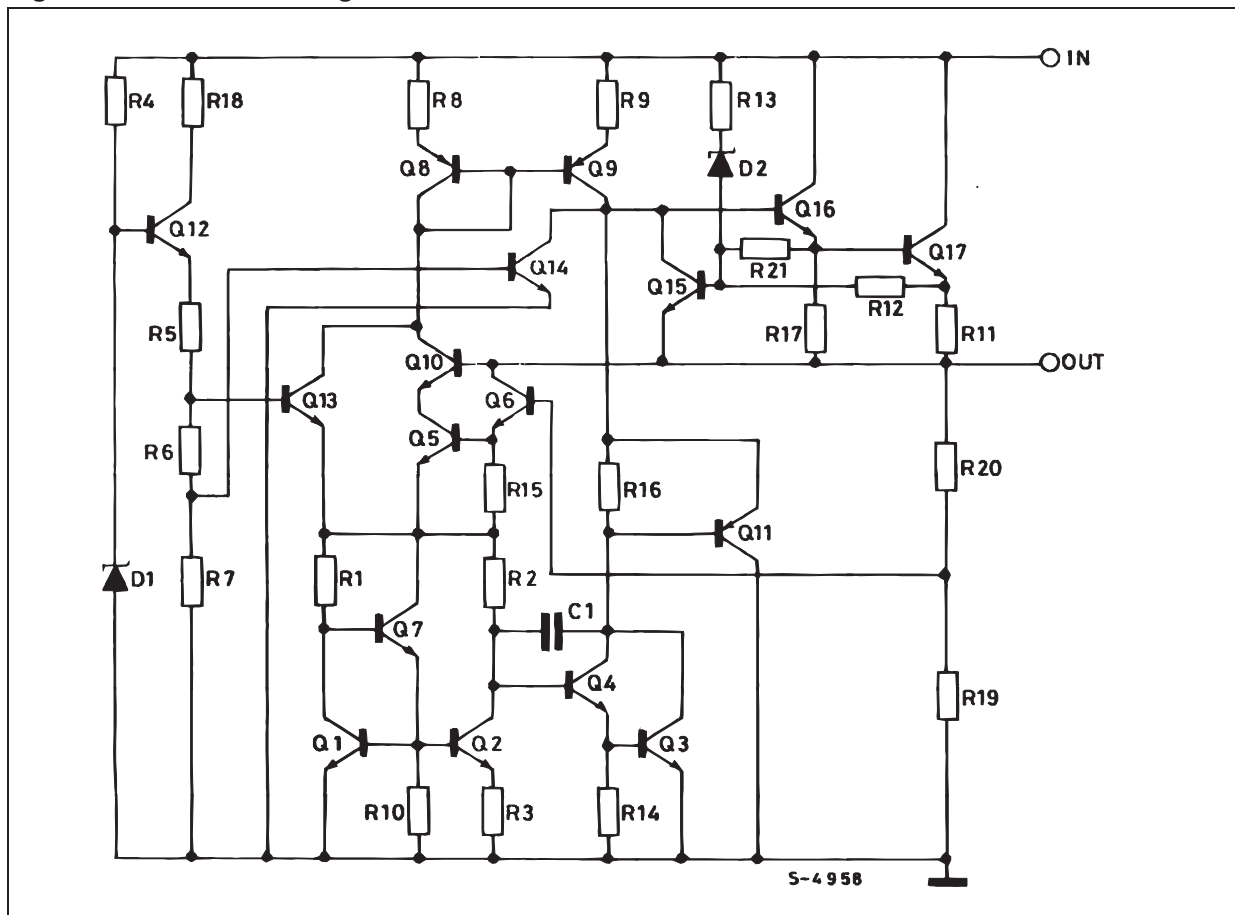


Figure 3. Schematic diagram



### 3 Maximum ratings

**Table 2. Absolute maximum ratings**

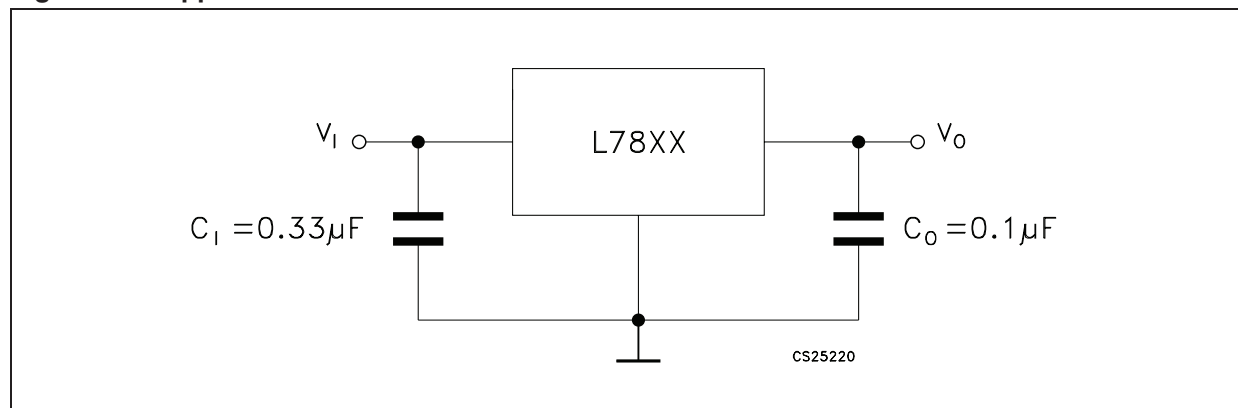
Symbol	Parameter		Value	Unit
$V_I$	DC input voltage	for $V_O = 5$ to $18$ V	35	V
		for $V_O = 20, 24$ V	40	
$I_O$	Output current		Internally limited	
$P_D$	Power dissipation		Internally limited	
$T_{STG}$	Storage temperature range		-65 to 150	°C
$T_{OP}$	Operating junction temperature range	for L7800	-55 to 150	°C
		for L7800C	0 to 150	

*Note: Absolute maximum ratings are those values beyond which damage to the device may occur. Functional operation under these condition is not implied.*

**Table 3. Thermal data**

Symbol	Parameter	D <sup>2</sup> PAK	DPAK	TO-220	TO-220FP	TO-3	Unit
$R_{thJC}$	Thermal resistance junction-case	3	8	5	5	4	°C/W
$R_{thJA}$	Thermal resistance junction-ambient	62.5	100	50	60	35	°C/W

**Figure 4. Application circuits**



# 4 Test circuits

Figure 5. DC parameter

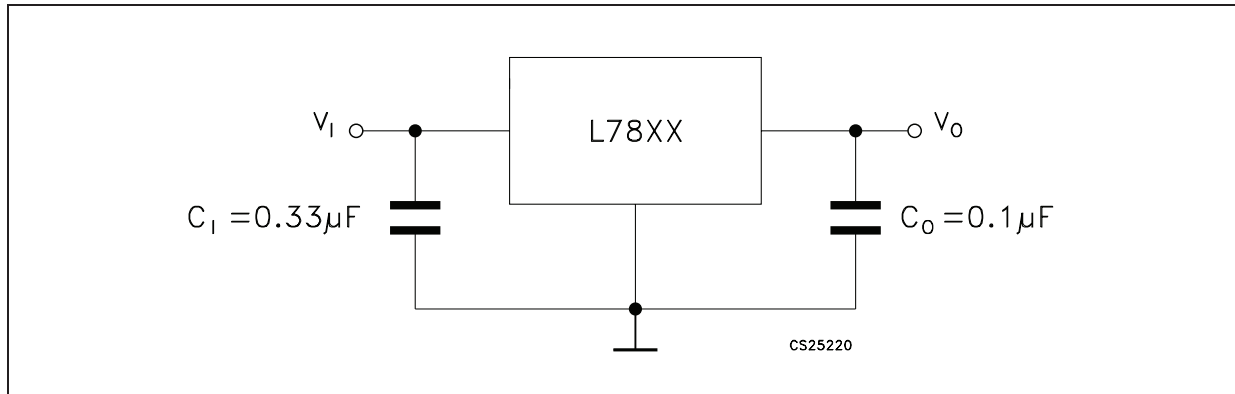


Figure 6. Load regulation

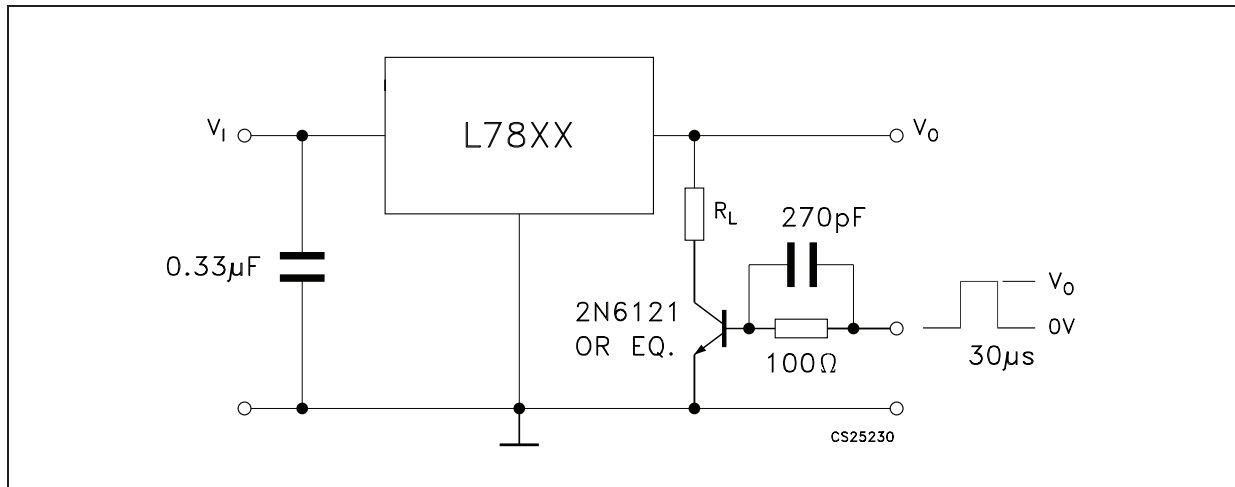
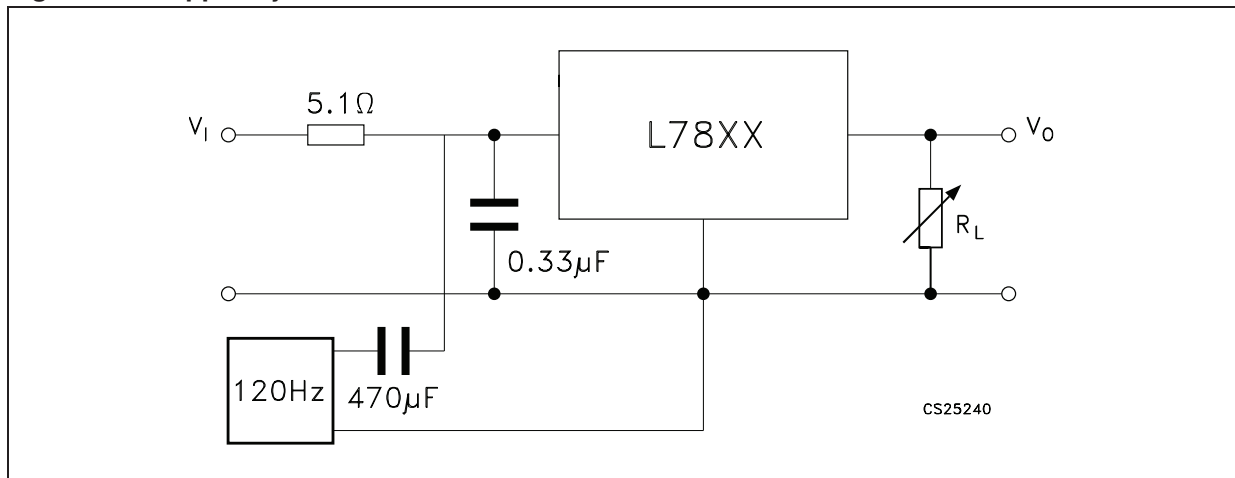


Figure 7. Ripple rejection



## 5 Electrical characteristics

**Table 4. Electrical characteristics of L7805** (refer to the test circuits,  $T_J = -55$  to  $150$  °C,  $V_I = 10$  V,  $I_O = 500$  mA,  $C_I = 0.33$   $\mu$ F,  $C_O = 0.1$   $\mu$ F unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
$V_O$	Output voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}$	4.8	5	5.2	V
$V_O$	Output voltage	$I_O = 5$ mA to 1 A, $P_O \leq 15$ W $V_I = 8$ to 20 V	4.65	5	5.35	V
$\Delta V_O^{(1)}$	Line regulation	$V_I = 7$ to 25 V, $T_J = 25^\circ\text{C}$		3	50	mV
		$V_I = 8$ to 12 V, $T_J = 25^\circ\text{C}$		1	25	
$\Delta V_O^{(1)}$	Load regulation	$I_O = 5$ mA to 1.5 A, $T_J = 25^\circ\text{C}$			100	mV
		$I_O = 250$ to 750 mA, $T_J = 25^\circ\text{C}$			25	
$I_d$	Quiescent current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			6	mA
$\Delta I_d$	Quiescent current change	$I_O = 5$ mA to 1 A			0.5	mA
		$V_I = 8$ to 25 V			0.8	
$\Delta V_O/\Delta T$	Output voltage drift	$I_O = 5$ mA		0.6		mV/°C
eN	Output noise voltage	B = 10 Hz to 100 kHz, $T_J = 25^\circ\text{C}$			40	$\mu\text{V}/V_O$
SVR	Supply voltage rejection	$V_I = 8$ to 18 V, $f = 120$ Hz	68			dB
$V_d$	Dropout voltage	$I_O = 1$ A, $T_J = 25^\circ\text{C}$		2	2.5	V
$R_O$	Output resistance	$f = 1$ kHz		17		m $\Omega$
$I_{sc}$	Short circuit current	$V_I = 35$ V, $T_J = 25^\circ\text{C}$		0.75	1.2	A
$I_{scp}$	Short circuit peak current	$T_J = 25^\circ\text{C}$	1.3	2.2	3.3	A

1. Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in  $V_O$  due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty cycle is used.

**Table 5. Electrical characteristics of L7806** (refer to the test circuits,  $T_J = -55$  to  $150$  °C,  $V_I = 11$  V,  $I_O = 500$  mA,  $C_I = 0.33$   $\mu$ F,  $C_O = 0.1$   $\mu$ F unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
$V_O$	Output voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}$	5.75	6	6.25	V
$V_O$	Output voltage	$I_O = 5$ mA to 1 A, $P_O \leq 15$ W $V_I = 9$ to 21 V	5.65	6	6.35	V
$\Delta V_O^{(1)}$	Line regulation	$V_I = 8$ to 25 V, $T_J = 25^\circ\text{C}$			60	mV
		$V_I = 9$ to 13 V, $T_J = 25^\circ\text{C}$			30	
$\Delta V_O^{(1)}$	Load regulation	$I_O = 5$ mA to 1.5 A, $T_J = 25^\circ\text{C}$			100	mV
		$I_O = 250$ to 750 mA, $T_J = 25^\circ\text{C}$			30	
$I_d$	Quiescent current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			6	mA
$\Delta I_d$	Quiescent current change	$I_O = 5$ mA to 1 A			0.5	mA
		$V_I = 9$ to 25 V			0.8	
$\Delta V_O/\Delta T$	Output voltage drift	$I_O = 5$ mA		0.7		mV/°C
eN	Output noise voltage	B = 10 Hz to 100 kHz, $T_J = 25^\circ\text{C}$			40	$\mu\text{V}/V_O$
SVR	Supply voltage rejection	$V_I = 9$ to 19 V, $f = 120$ Hz	65			dB
$V_d$	Dropout voltage	$I_O = 1$ A, $T_J = 25^\circ\text{C}$		2	2.5	V
$R_O$	Output resistance	$f = 1$ kHz		19		m $\Omega$
$I_{sc}$	Short circuit current	$V_I = 35$ V, $T_J = 25^\circ\text{C}$		0.75	1.2	A
$I_{scp}$	Short circuit peak current	$T_J = 25^\circ\text{C}$	1.3	2.2	3.3	A

1. Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in  $V_O$  due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty cycle is used.

**Table 6. Electrical characteristics of L7808** (refer to the test circuits,  $T_J = -55$  to  $150$  °C,  $V_I = 14$ V,  $I_O = 500$  mA,  $C_I = 0.33$   $\mu$ F,  $C_O = 0.1$   $\mu$ F unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
$V_O$	Output voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}$	7.7	8	8.3	V
$V_O$	Output voltage	$I_O = 5$ mA to 1A, $P_O \leq 15$ W $V_I = 11.5$ to 23 V	7.6	8	8.4	V
$\Delta V_O^{(1)}$	Line regulation	$V_I = 10.5$ to 25 V, $T_J = 25^\circ\text{C}$			80	mV
		$V_I = 11$ to 17 V, $T_J = 25^\circ\text{C}$			40	
$\Delta V_O^{(1)}$	Load regulation	$I_O = 5$ mA to 1.5 A, $T_J = 25^\circ\text{C}$			100	mV
		$I_O = 250$ to 750 mA, $T_J = 25^\circ\text{C}$			40	
$I_d$	Quiescent current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			6	mA
$\Delta I_d$	Quiescent current change	$I_O = 5$ mA to 1 A			0.5	mA
		$V_I = 11.5$ to 25 V			0.8	
$\Delta V_O/\Delta T$	Output voltage drift	$I_O = 5$ mA		1		mV/°C
eN	Output noise voltage	B = 10 Hz to 100 kHz, $T_J = 25^\circ\text{C}$			40	$\mu\text{V}/V_O$
SVR	Supply voltage rejection	$V_I = 11.5$ to 21.5 V, $f = 120$ Hz	62			dB
$V_d$	Dropout voltage	$I_O = 1$ A, $T_J = 25^\circ\text{C}$		2	2.5	V
$R_O$	Output resistance	$f = 1$ kHz		16		m $\Omega$
$I_{sc}$	Short circuit current	$V_I = 35$ V, $T_J = 25^\circ\text{C}$		0.75	1.2	A
$I_{scp}$	Short circuit peak current	$T_J = 25^\circ\text{C}$	1.3	2.2	3.3	A

1. Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in  $V_O$  due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty cycle is used.

**Table 7. Electrical characteristics of L7812** (refer to the test circuits,  $T_J = -55$  to  $150$  °C,  $V_I = 19$  V,  $I_O = 500$  mA,  $C_I = 0.33$   $\mu$ F,  $C_O = 0.1$   $\mu$ F unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
$V_O$	Output voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}$	11.5	12	12.5	V
$V_O$	Output voltage	$I_O = 5$ mA to $1$ A, $P_O \leq 15$ W $V_I = 15.5$ to $27$ V	11.4	12	12.6	V
$\Delta V_O^{(1)}$	Line regulation	$V_I = 14.5$ to $30$ V, $T_J = 25^\circ\text{C}$			120	mV
		$V_I = 16$ to $22$ V, $T_J = 25^\circ\text{C}$			60	
$\Delta V_O^{(1)}$	Load regulation	$I_O = 5$ mA to $1.5$ A, $T_J = 25^\circ\text{C}$			100	mV
		$I_O = 250$ to $750$ mA, $T_J = 25^\circ\text{C}$			60	
$I_d$	Quiescent current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			6	mA
$\Delta I_d$	Quiescent current change	$I_O = 5$ mA to $1$ A			0.5	mA
		$V_I = 15$ to $30$ V			0.8	
$\Delta V_O/\Delta T$	Output voltage drift	$I_O = 5$ mA		1.5		mV/°C
eN	Output noise voltage	$B = 10$ Hz to $100$ kHz, $T_J = 25^\circ\text{C}$			40	$\mu\text{V}/V_O$
SVR	Supply voltage rejection	$V_I = 15$ to $25$ V, $f = 120$ Hz	61			dB
$V_d$	Dropout voltage	$I_O = 1$ A, $T_J = 25^\circ\text{C}$		2	2.5	V
$R_O$	Output resistance	$f = 1$ kHz		18		m $\Omega$
$I_{sc}$	Short circuit current	$V_I = 35$ V, $T_J = 25^\circ\text{C}$		0.75	1.2	A
$I_{scp}$	Short circuit peak current	$T_J = 25^\circ\text{C}$	1.3	2.2	3.3	A

1. Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in  $V_O$  due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty cycle is used.

**Table 8. Electrical characteristics of L7815** (refer to the test circuits,  $T_J = -55$  to  $150$  °C,  $V_I = 23$  V,  $I_O = 500$  mA,  $C_I = 0.33$   $\mu$ F,  $C_O = 0.1$   $\mu$ F unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
$V_O$	Output voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}$	14.4	15	15.6	V
$V_O$	Output voltage	$I_O = 5$ mA to 1 A, $P_O \leq 15$ W $V_I = 18.5$ to 30 V	14.25	15	15.75	V
$\Delta V_O^{(1)}$	Line regulation	$V_I = 17.5$ to 30 V, $T_J = 25^\circ\text{C}$			150	mV
		$V_I = 20$ to 26 V, $T_J = 25^\circ\text{C}$			75	
$\Delta V_O^{(1)}$	Load regulation	$I_O = 5$ mA to 1.5 A, $T_J = 25^\circ\text{C}$			150	mV
		$I_O = 250$ to 750 mA, $T_J = 25^\circ\text{C}$			75	
$I_d$	Quiescent current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			6	mA
$\Delta I_d$	Quiescent current change	$I_O = 5$ mA to 1 A			0.5	mA
		$V_I = 18.5$ to 30 V			0.8	
$\Delta V_O/\Delta T$	Output voltage drift	$I_O = 5$ mA		1.8		mV/°C
eN	Output noise voltage	B = 10 Hz to 100 kHz, $T_J = 25^\circ\text{C}$			40	$\mu\text{V}/V_O$
SVR	Supply voltage rejection	$V_I = 18.5$ to 28.5 V, $f = 120$ Hz	60			dB
$V_d$	Dropout voltage	$I_O = 1$ A, $T_J = 25^\circ\text{C}$		2	2.5	V
$R_O$	Output resistance	$f = 1$ kHz		19		m $\Omega$
$I_{sc}$	Short circuit current	$V_I = 35$ V, $T_J = 25^\circ\text{C}$		0.75	1.2	A
$I_{scp}$	Short circuit peak current	$T_J = 25^\circ\text{C}$	1.3	2.2	3.3	A

1. Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in  $V_O$  due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty cycle is used.



**Table 9. Electrical characteristics of L7818** (refer to the test circuits,  $T_J = -55$  to  $150$  °C,  $V_I = 26$  V,  $I_O = 500$  mA,  $C_I = 0.33$   $\mu$ F,  $C_O = 0.1$   $\mu$ F unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
$V_O$	Output voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}$	17.3	18	18.7	V
$V_O$	Output voltage	$I_O = 5$ mA to 1 A, $P_O \leq 15$ W $V_I = 22$ to 33 V	17.1	18	18.9	V
$\Delta V_O^{(1)}$	Line regulation	$V_I = 21$ to 33 V, $T_J = 25^\circ\text{C}$			180	mV
		$V_I = 24$ to 30 V, $T_J = 25^\circ\text{C}$			90	
$\Delta V_O^{(1)}$	Load regulation	$I_O = 5$ mA to 1.5 A, $T_J = 25^\circ\text{C}$			180	mV
		$I_O = 250$ to 750 mA, $T_J = 25^\circ\text{C}$			90	
$I_d$	Quiescent current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			6	mA
$\Delta I_d$	Quiescent current change	$I_O = 5$ mA to 1 A			0.5	mA
		$V_I = 22$ to 33 V			0.8	
$\Delta V_O/\Delta T$	Output voltage drift	$I_O = 5$ mA		2.3		mV/°C
eN	Output noise voltage	B = 10 Hz to 100 kHz, $T_J = 25^\circ\text{C}$			40	$\mu\text{V}/V_O$
SVR	Supply voltage rejection	$V_I = 22$ to 32 V, $f = 120$ Hz	59			dB
$V_d$	Dropout voltage	$I_O = 1$ A, $T_J = 25^\circ\text{C}$		2	2.5	V
$R_O$	Output resistance	$f = 1$ kHz		22		m $\Omega$
$I_{sc}$	Short circuit current	$V_I = 35$ V, $T_J = 25^\circ\text{C}$		0.75	1.2	A
$I_{scp}$	Short circuit peak current	$T_J = 25^\circ\text{C}$	1.3	2.2	3.3	A

1. Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in  $V_O$  due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty cycle is used.

**Table 10. Electrical characteristics of L7820** (refer to the test circuits,  $T_J = -55$  to  $150$  °C,  $V_I = 28$  V,  $I_O = 500$  mA,  $C_I = 0.33$   $\mu$ F,  $C_O = 0.1$   $\mu$ F unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
$V_O$	Output voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}$	19.2	20	20.8	V
$V_O$	Output voltage	$I_O = 5$ mA to 1 A, $P_O \leq 15$ W $V_I = 24$ to 35 V	19	20	21	V
$\Delta V_O^{(1)}$	Line regulation	$V_I = 22.5$ to 35 V, $T_J = 25^\circ\text{C}$			200	mV
		$V_I = 26$ to 32 V, $T_J = 25^\circ\text{C}$			100	
$\Delta V_O^{(1)}$	Load regulation	$I_O = 5$ mA to 1.5 A, $T_J = 25^\circ\text{C}$			200	mV
		$I_O = 250$ to 750 mA, $T_J = 25^\circ\text{C}$			100	
$I_d$	Quiescent current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			6	mA
$\Delta I_d$	Quiescent current change	$I_O = 5$ mA to 1 A			0.5	mA
		$V_I = 24$ to 35 V			0.8	
$\Delta V_O/\Delta T$	Output voltage drift	$I_O = 5$ mA		2.5		mV/°C
eN	Output noise voltage	B = 10 Hz to 100 kHz, $T_J = 25^\circ\text{C}$			40	$\mu\text{V}/V_O$
SVR	Supply voltage rejection	$V_I = 24$ to 35 V, $f = 120$ Hz	58			dB
$V_d$	Dropout voltage	$I_O = 1$ A, $T_J = 25^\circ\text{C}$		2	2.5	V
$R_O$	Output resistance	$f = 1$ kHz		24		m $\Omega$
$I_{sc}$	Short circuit current	$V_I = 35$ V, $T_J = 25^\circ\text{C}$		0.75	1.2	A
$I_{scp}$	Short circuit peak current	$T_J = 25^\circ\text{C}$	1.3	2.2	3.3	A

1. Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in  $V_O$  due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty cycle is used.

**Table 11. Electrical characteristics of L7824** (refer to the test circuits,  $T_J = -55$  to  $150$  °C,  $V_I = 33$  V,  $I_O = 500$  mA,  $C_I = 0.33$   $\mu$ F,  $C_O = 0.1$   $\mu$ F unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
$V_O$	Output voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}$	23	24	25	V
$V_O$	Output voltage	$I_O = 5$ mA to 1 A, $P_O \leq 15$ W $V_I = 28$ to 38 V	22.8	24	25.2	V
$\Delta V_O^{(1)}$	Line regulation	$V_I = 27$ to 38 V, $T_J = 25^\circ\text{C}$			240	mV
		$V_I = 30$ to 36 V, $T_J = 25^\circ\text{C}$			120	
$\Delta V_O^{(1)}$	Load regulation	$I_O = 5$ mA to 1.5 A, $T_J = 25^\circ\text{C}$			240	mV
		$I_O = 250$ to 750 mA, $T_J = 25^\circ\text{C}$			120	
$I_d$	Quiescent current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			6	mA
$\Delta I_d$	Quiescent current change	$I_O = 5$ mA to 1 A			0.5	mA
		$V_I = 28$ to 38 V			0.8	
$\Delta V_O/\Delta T$	Output voltage drift	$I_O = 5$ mA		3		mV/°C
eN	Output noise voltage	B = 10 Hz to 100 kHz, $T_J = 25^\circ\text{C}$			40	$\mu\text{V}/V_O$
SVR	Supply voltage rejection	$V_I = 28$ to 38 V, $f = 120$ Hz	56			dB
$V_d$	Dropout voltage	$I_O = 1$ A, $T_J = 25^\circ\text{C}$		2	2.5	V
$R_O$	Output resistance	$f = 1$ kHz		28		m $\Omega$
$I_{sc}$	Short circuit current	$V_I = 35$ V, $T_J = 25^\circ\text{C}$		0.75	1.2	A
$I_{scp}$	Short circuit peak current	$T_J = 25^\circ\text{C}$	1.3	2.2	3.3	A

1. Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in  $V_O$  due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty cycle is used.

**Table 12. Electrical characteristics of L7805C** (refer to the test circuits,  $T_J = 0$  to  $150$  °C,  $V_I = 10$  V,  $I_O = 500$  mA,  $C_I = 0.33$   $\mu$ F,  $C_O = 0.1$   $\mu$ F unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
$V_O$	Output voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}$	4.8	5	5.2	V
$V_O$	Output voltage	$I_O = 5$ mA to $1$ A, $P_O \leq 15$ W $V_I = 7$ to $20$ V	4.75	5	5.25	V
$\Delta V_O^{(1)}$	Line regulation	$V_I = 7$ to $25$ V, $T_J = 25^\circ\text{C}$		3	100	mV
		$V_I = 8$ to $12$ V, $T_J = 25^\circ\text{C}$		1	50	
$\Delta V_O^{(1)}$	Load regulation	$I_O = 5$ mA to $1.5$ A, $T_J = 25^\circ\text{C}$			100	mV
		$I_O = 250$ to $750$ mA, $T_J = 25^\circ\text{C}$			50	
$I_d$	Quiescent current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			8	mA
$\Delta I_d$	Quiescent current change	$I_O = 5$ mA to $1$ A			0.5	mA
		$V_I = 7$ to $25$ V			0.8	
$\Delta V_O/\Delta T$	Output voltage drift	$I_O = 5$ mA		-1.1		mV/°C
eN	Output noise voltage	$B = 10$ Hz to $100$ kHz, $T_J = 25^\circ\text{C}$		40		$\mu\text{V}/V_O$
SVR	Supply voltage rejection	$V_I = 8$ to $18$ V, $f = 120$ Hz	62			dB
$V_d$	Dropout voltage	$I_O = 1$ A, $T_J = 25^\circ\text{C}$		2		V
$R_O$	Output resistance	$f = 1$ kHz		17		m $\Omega$
$I_{sc}$	Short circuit current	$V_I = 35$ V, $T_J = 25^\circ\text{C}$		0.75		A
$I_{scp}$	Short circuit peak current	$T_J = 25^\circ\text{C}$		2.2		A

1. Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in  $V_O$  due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty cycle is used.

**Table 13. Electrical characteristics of L7852C** (refer to the test circuits,  $T_J = 0$  to  $150\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $V_I = 10\text{ V}$ ,  $I_O = 500\text{ mA}$ ,  $C_I = 0.33\text{ }\mu\text{F}$ ,  $C_O = 0.1\text{ }\mu\text{F}$  unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
$V_O$	Output voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}$	5.0	5.2	5.4	V
$V_O$	Output voltage	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$ , $P_O \leq 15\text{ W}$ $V_I = 8\text{ to }20\text{ V}$	4.95	5.2	5.45	V
$\Delta V_O^{(1)}$	Line regulation	$V_I = 7\text{ to }25\text{ V}$ , $T_J = 25^\circ\text{C}$		3	105	mV
		$V_I = 8\text{ to }12\text{ V}$ , $T_J = 25^\circ\text{C}$		1	52	
$\Delta V_O^{(1)}$	Load regulation	$I_O = 5\text{ mA to }1.5\text{ A}$ , $T_J = 25^\circ\text{C}$			105	mV
		$I_O = 250\text{ to }750\text{ mA}$ , $T_J = 25^\circ\text{C}$			52	
$I_d$	Quiescent current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			8	mA
$\Delta I_d$	Quiescent current change	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$			0.5	mA
		$V_I = 7\text{ to }25\text{ V}$			1.3	
$\Delta V_O/\Delta T$	Output voltage drift	$I_O = 5\text{ mA}$		-1		mV/ $^\circ\text{C}$
eN	Output noise voltage	$B = 10\text{ Hz to }100\text{ kHz}$ , $T_J = 25^\circ\text{C}$		42		$\mu\text{V}/V_O$
SVR	Supply voltage rejection	$V_I = 8\text{ to }18\text{ V}$ , $f = 120\text{ Hz}$	61			dB
$V_d$	Dropout voltage	$I_O = 1\text{ A}$ , $T_J = 25^\circ\text{C}$		2		V
$R_O$	Output resistance	$f = 1\text{ kHz}$		17		m $\Omega$
$I_{sc}$	Short circuit current	$V_I = 35\text{ V}$ , $T_J = 25^\circ\text{C}$		0.75		A
$I_{scp}$	Short circuit peak current	$T_J = 25^\circ\text{C}$		2.2		A

1. Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in  $V_O$  due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty cycle is used.

**Table 14. Electrical characteristics of L7806C** (refer to the test circuits,  $T_J = 0$  to  $150$  °C,  $V_I = 11$  V,  $I_O = 500$  mA,  $C_I = 0.33$   $\mu$ F,  $C_O = 0.1$   $\mu$ F unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
$V_O$	Output voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}$	5.75	6	6.25	V
$V_O$	Output voltage	$I_O = 5$ mA to $1$ A, $P_O \leq 15$ W $V_I = 8$ to $21$ V	5.7	6	6.3	V
$\Delta V_O^{(1)}$	Line regulation	$V_I = 8$ to $25$ V, $T_J = 25^\circ\text{C}$			120	mV
		$V_I = 9$ to $13$ V, $T_J = 25^\circ\text{C}$			60	
$\Delta V_O^{(1)}$	Load regulation	$I_O = 5$ mA to $1.5$ A, $T_J = 25^\circ\text{C}$			120	mV
		$I_O = 250$ to $750$ mA, $T_J = 25^\circ\text{C}$			60	
$I_d$	Quiescent current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			8	mA
$\Delta I_d$	Quiescent current change	$I_O = 5$ mA to $1$ A			0.5	mA
		$V_I = 8$ to $25$ V			1.3	
$\Delta V_O/\Delta T$	Output voltage drift	$I_O = 5$ mA		-0.8		mV/°C
eN	Output noise voltage	$B = 10$ Hz to $100$ kHz, $T_J = 25^\circ\text{C}$		45		$\mu\text{V}/V_O$
SVR	Supply voltage rejection	$V_I = 9$ to $19$ V, $f = 120$ Hz	59			dB
$V_d$	Dropout voltage	$I_O = 1$ A, $T_J = 25^\circ\text{C}$		2		V
$R_O$	Output resistance	$f = 1$ kHz		19		m $\Omega$
$I_{sc}$	Short circuit current	$V_I = 35$ V, $T_J = 25^\circ\text{C}$		0.55		A
$I_{scp}$	Short circuit peak current	$T_J = 25^\circ\text{C}$		2.2		A

1. Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in  $V_O$  due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty cycle is used.

**Table 15. Electrical characteristics of L7808C** (refer to the test circuits,  $T_J = 0$  to  $150$  °C,  $V_I = 14$  V,  $I_O = 500$  mA,  $C_I = 0.33$   $\mu$ F,  $C_O = 0.1$   $\mu$ F unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
$V_O$	Output voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}$	7.7	8	8.3	V
$V_O$	Output voltage	$I_O = 5$ mA to 1 A, $P_O \leq 15$ W $V_I = 10.5$ to 25 V	7.6	8	8.4	V
$\Delta V_O^{(1)}$	Line regulation	$V_I = 10.5$ to 25 V, $T_J = 25^\circ\text{C}$			160	mV
		$V_I = 11$ to 17 V, $T_J = 25^\circ\text{C}$			80	
$\Delta V_O^{(1)}$	Load regulation	$I_O = 5$ mA to 1.5 A, $T_J = 25^\circ\text{C}$			160	mV
		$I_O = 250$ to 750 mA, $T_J = 25^\circ\text{C}$			80	
$I_d$	Quiescent current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			8	mA
$\Delta I_d$	Quiescent current change	$I_O = 5$ mA to 1 A			0.5	mA
		$V_I = 10.5$ to 25 V			1	
$\Delta V_O/\Delta T$	Output voltage drift	$I_O = 5$ mA		-0.8		mV/°C
eN	Output noise voltage	B = 10 Hz to 100 kHz, $T_J = 25^\circ\text{C}$		52		$\mu\text{V}/V_O$
SVR	Supply voltage rejection	$V_I = 11.5$ to 21.5 V, $f = 120$ Hz	56			dB
$V_d$	Dropout voltage	$I_O = 1$ A, $T_J = 25^\circ\text{C}$		2		V
$R_O$	Output resistance	$f = 1$ kHz		16		m $\Omega$
$I_{sc}$	Short circuit current	$V_I = 35$ V, $T_J = 25^\circ\text{C}$		0.45		A
$I_{scp}$	Short circuit peak current	$T_J = 25^\circ\text{C}$		2.2		A

1. Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in  $V_O$  due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty cycle is used.

**Table 16. Electrical characteristics of L7885C** (refer to the test circuits,  $T_J = 0$  to  $150$  °C,  $V_I = 14.5$  V,  $I_O = 500$  mA,  $C_I = 0.33$   $\mu$ F,  $C_O = 0.1$   $\mu$ F unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
$V_O$	Output voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}$	8.2	8.5	8.8	V
$V_O$	Output voltage	$I_O = 5$ mA to $1$ A, $P_O \leq 15$ W $V_I = 11$ to $26$ V	8.1	8.5	8.9	V
$\Delta V_O^{(1)}$	Line regulation	$V_I = 11$ to $27$ V, $T_J = 25^\circ\text{C}$			160	mV
		$V_I = 11.5$ to $17.5$ V, $T_J = 25^\circ\text{C}$			80	
$\Delta V_O^{(1)}$	Load regulation	$I_O = 5$ mA to $1.5$ A, $T_J = 25^\circ\text{C}$			160	mV
		$I_O = 250$ to $750$ mA, $T_J = 25^\circ\text{C}$			80	
$I_d$	Quiescent current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			8	mA
$\Delta I_d$	Quiescent current change	$I_O = 5$ mA to $1$ A			0.5	mA
		$V_I = 11$ to $27$ V			1	
$\Delta V_O/\Delta T$	Output voltage drift	$I_O = 5$ mA		-0.8		mV/°C
eN	Output noise voltage	$B = 10$ Hz to $100$ kHz, $T_J = 25^\circ\text{C}$		55		$\mu\text{V}/V_O$
SVR	Supply voltage rejection	$V_I = 12$ to $22$ V, $f = 120$ Hz	56			dB
$V_d$	Dropout voltage	$I_O = 1$ A, $T_J = 25^\circ\text{C}$		2		V
$R_O$	Output resistance	$f = 1$ kHz		16		m $\Omega$
$I_{sc}$	Short circuit current	$V_I = 35$ V, $T_J = 25^\circ\text{C}$		0.45		A
$I_{scp}$	Short circuit peak current	$T_J = 25^\circ\text{C}$		2.2		A

1. Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in  $V_O$  due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty cycle is used.



**Table 17. Electrical characteristics of L7809C** (refer to the test circuits,  $T_J = 0$  to  $150\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $V_I = 15\text{ V}$ ,  $I_O = 500\text{ mA}$ ,  $C_I = 0.33\text{ }\mu\text{F}$ ,  $C_O = 0.1\text{ }\mu\text{F}$  unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
$V_O$	Output voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}$	8.64	9	9.36	V
$V_O$	Output voltage	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$ , $P_O \leq 15\text{ W}$ $V_I = 11.5\text{ to }26\text{ V}$	8.55	9	9.45	V
$\Delta V_O^{(1)}$	Line regulation	$V_I = 11.5\text{ to }26\text{ V}$ , $T_J = 25^\circ\text{C}$			180	mV
		$V_I = 12\text{ to }18\text{ V}$ , $T_J = 25^\circ\text{C}$			90	
$\Delta V_O^{(1)}$	Load regulation	$I_O = 5\text{ mA to }1.5\text{ A}$ , $T_J = 25^\circ\text{C}$			180	mV
		$I_O = 250\text{ to }750\text{ mA}$ , $T_J = 25^\circ\text{C}$			90	
$I_d$	Quiescent current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			8	mA
$\Delta I_d$	Quiescent current change	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$			0.5	mA
		$V_I = 11.5\text{ to }26\text{ V}$			1	
$\Delta V_O/\Delta T$	Output voltage drift	$I_O = 5\text{ mA}$		-1		mV/ $^\circ\text{C}$
eN	Output noise voltage	$B = 10\text{ Hz to }100\text{ kHz}$ , $T_J = 25^\circ\text{C}$		70		$\mu\text{V}/V_O$
SVR	Supply voltage rejection	$V_I = 12\text{ to }23\text{ V}$ , $f = 120\text{ Hz}$	55			dB
$V_d$	Dropout voltage	$I_O = 1\text{ A}$ , $T_J = 25^\circ\text{C}$		2		V
$R_O$	Output resistance	$f = 1\text{ kHz}$		17		m $\Omega$
$I_{sc}$	Short circuit current	$V_I = 35\text{ V}$ , $T_J = 25^\circ\text{C}$		0.40		A
$I_{scp}$	Short circuit peak current	$T_J = 25^\circ\text{C}$		2.2		A

1. Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in  $V_O$  due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty cycle is used.

**Table 18. Electrical characteristics of L7810C** (refer to the test circuits,  $T_J = 0$  to  $150\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $V_I = 15\text{ V}$ ,  $I_O = 500\text{ mA}$ ,  $C_I = 0.33\text{ }\mu\text{F}$ ,  $C_O = 0.1\text{ }\mu\text{F}$  unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
$V_O$	Output voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}$	9.6	10	10.4	V
$V_O$	Output voltage	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$ , $P_O \leq 15\text{ W}$ $V_I = 12.5\text{ to }26\text{ V}$	9.5	10	10.5	V
$\Delta V_O^{(1)}$	Line regulation	$V_I = 12.5\text{ to }26\text{ V}$ , $T_J = 25^\circ\text{C}$			200	mV
		$V_I = 13.5\text{ to }19\text{ V}$ , $T_J = 25^\circ\text{C}$			100	
$\Delta V_O^{(1)}$	Load regulation	$I_O = 5\text{ mA to }1.5\text{ A}$ , $T_J = 25^\circ\text{C}$			200	mV
		$I_O = 250\text{ to }750\text{ mA}$ , $T_J = 25^\circ\text{C}$			100	
$I_d$	Quiescent current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			8	mA
$\Delta I_d$	Quiescent current change	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$			0.5	mA
		$V_I = 12.5\text{ to }26\text{ V}$			1	
$\Delta V_O/\Delta T$	Output voltage drift	$I_O = 5\text{ mA}$		-1		mV/ $^\circ\text{C}$
eN	Output noise voltage	$B = 10\text{ Hz to }100\text{ kHz}$ , $T_J = 25^\circ\text{C}$		70		$\mu\text{V}/V_O$
SVR	Supply voltage rejection	$V_I = 13\text{ to }23\text{ V}$ , $f = 120\text{ Hz}$	55			dB
$V_d$	Dropout voltage	$I_O = 1\text{ A}$ , $T_J = 25^\circ\text{C}$		2		V
$R_O$	Output resistance	$f = 1\text{ kHz}$		17		m $\Omega$
$I_{sc}$	Short circuit current	$V_I = 35\text{ V}$ , $T_J = 25^\circ\text{C}$		0.40		A
$I_{scp}$	Short circuit peak current	$T_J = 25^\circ\text{C}$		2.2		A

1. Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in  $V_O$  due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty cycle is used.

**Table 19. Electrical characteristics of L7812C** (refer to the test circuits,  $T_J = 0$  to  $150$  °C,  $V_I = 19$  V,  $I_O = 500$  mA,  $C_I = 0.33$   $\mu$ F,  $C_O = 0.1$   $\mu$ F unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
$V_O$	Output voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}$	11.5	12	12.5	V
$V_O$	Output voltage	$I_O = 5$ mA to $1$ A, $P_O \leq 15$ W $V_I = 14.5$ to $27$ V	11.4	12	12.6	V
$\Delta V_O^{(1)}$	Line regulation	$V_I = 14.5$ to $30$ V, $T_J = 25^\circ\text{C}$			240	mV
		$V_I = 16$ to $22$ V, $T_J = 25^\circ\text{C}$			120	
$\Delta V_O^{(1)}$	Load regulation	$I_O = 5$ mA to $1.5$ A, $T_J = 25^\circ\text{C}$			240	mV
		$I_O = 250$ to $750$ mA, $T_J = 25^\circ\text{C}$			120	
$I_d$	Quiescent current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			8	mA
$\Delta I_d$	Quiescent current change	$I_O = 5$ mA to $1$ A			0.5	mA
		$V_I = 14.5$ to $30$ V			1	
$\Delta V_O/\Delta T$	Output voltage drift	$I_O = 5$ mA		-1		mV/°C
eN	Output noise voltage	$B = 10$ Hz to $100$ kHz, $T_J = 25^\circ\text{C}$		75		$\mu\text{V}/V_O$
SVR	Supply voltage rejection	$V_I = 15$ to $25$ V, $f = 120$ Hz	55			dB
$V_d$	Dropout voltage	$I_O = 1$ A, $T_J = 25^\circ\text{C}$		2		V
$R_O$	Output resistance	$f = 1$ kHz		18		m $\Omega$
$I_{sc}$	Short circuit current	$V_I = 35$ V, $T_J = 25^\circ\text{C}$		0.35		A
$I_{scp}$	Short circuit peak current	$T_J = 25^\circ\text{C}$		2.2		A

1. Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in  $V_O$  due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty cycle is used.

**Table 20. Electrical characteristics of L7815C** (refer to the test circuits,  $T_J = 0$  to  $150$  °C,  $V_I = 23$  V,  $I_O = 500$  mA,  $C_I = 0.33$   $\mu$ F,  $C_O = 0.1$   $\mu$ F unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
$V_O$	Output voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}$	14.5	15	15.6	V
$V_O$	Output voltage	$I_O = 5$ mA to $1$ A, $P_O \leq 15$ W $V_I = 17.5$ to $30$ V	14.25	15	15.75	V
$\Delta V_O^{(1)}$	Line regulation	$V_I = 17.5$ to $30$ V, $T_J = 25^\circ\text{C}$			300	mV
		$V_I = 20$ to $26$ V, $T_J = 25^\circ\text{C}$			150	
$\Delta V_O^{(1)}$	Load regulation	$I_O = 5$ mA to $1.5$ A, $T_J = 25^\circ\text{C}$			300	mV
		$I_O = 250$ to $750$ mA, $T_J = 25^\circ\text{C}$			150	
$I_d$	Quiescent current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			8	mA
$\Delta I_d$	Quiescent current change	$I_O = 5$ mA to $1$ A			0.5	mA
		$V_I = 17.5$ to $30$ V			1	
$\Delta V_O/\Delta T$	Output voltage drift	$I_O = 5$ mA		-1		mV/°C
eN	Output noise voltage	$B = 10$ Hz to $100$ kHz, $T_J = 25^\circ\text{C}$		90		$\mu\text{V}/V_O$
SVR	Supply voltage rejection	$V_I = 18.5$ to $28.5$ V, $f = 120$ Hz	54			dB
$V_d$	Dropout voltage	$I_O = 1$ A, $T_J = 25^\circ\text{C}$		2		V
$R_O$	Output resistance	$f = 1$ kHz		19		m $\Omega$
$I_{sc}$	Short circuit current	$V_I = 35$ V, $T_J = 25^\circ\text{C}$		0.23		A
$I_{scp}$	Short circuit peak current	$T_J = 25^\circ\text{C}$		2.2		A

1. Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in  $V_O$  due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty cycle is used.

**Table 21. Electrical characteristics of L7818C** (refer to the test circuits,  $T_J = 0$  to  $150\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $V_I = 26\text{ V}$ ,  $I_O = 500\text{ mA}$ ,  $C_I = 0.33\text{ }\mu\text{F}$ ,  $C_O = 0.1\text{ }\mu\text{F}$  unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
$V_O$	Output voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}$	17.3	18	18.7	V
$V_O$	Output voltage	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$ , $P_O \leq 15\text{ W}$ $V_I = 21\text{ to }33\text{ V}$	17.1	18	18.9	V
$\Delta V_O^{(1)}$	Line regulation	$V_I = 21\text{ to }33\text{ V}$ , $T_J = 25^\circ\text{C}$			360	mV
		$V_I = 24\text{ to }30\text{ V}$ , $T_J = 25^\circ\text{C}$			180	
$\Delta V_O^{(1)}$	Load regulation	$I_O = 5\text{ mA to }1.5\text{ A}$ , $T_J = 25^\circ\text{C}$			360	mV
		$I_O = 250\text{ to }750\text{ mA}$ , $T_J = 25^\circ\text{C}$			180	
$I_d$	Quiescent current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			8	mA
$\Delta I_d$	Quiescent current change	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$			0.5	mA
		$V_I = 21\text{ to }33\text{ V}$			1	
$\Delta V_O/\Delta T$	Output voltage drift	$I_O = 5\text{ mA}$		-1		mV/ $^\circ\text{C}$
eN	Output noise voltage	$B = 10\text{ Hz to }100\text{ kHz}$ , $T_J = 25^\circ\text{C}$		110		$\mu\text{V}/V_O$
SVR	Supply voltage rejection	$V_I = 22\text{ to }32\text{ V}$ , $f = 120\text{ Hz}$	53			dB
$V_d$	Dropout voltage	$I_O = 1\text{ A}$ , $T_J = 25^\circ\text{C}$		2		V
$R_O$	Output resistance	$f = 1\text{ kHz}$		22		m $\Omega$
$I_{sc}$	Short circuit current	$V_I = 35\text{ V}$ , $T_J = 25^\circ\text{C}$		0.20		A
$I_{scp}$	Short circuit peak current	$T_J = 25^\circ\text{C}$		2.1		A

1. Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in  $V_O$  due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty cycle is used.

**Table 22. Electrical characteristics of L7820C** (refer to the test circuits,  $T_J = 0$  to  $150\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $V_I = 28\text{ V}$ ,  $I_O = 500\text{ mA}$ ,  $C_I = 0.33\text{ }\mu\text{F}$ ,  $C_O = 0.1\text{ }\mu\text{F}$  unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
$V_O$	Output voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}$	19.2	20	20.8	V
$V_O$	Output voltage	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$ , $P_O \leq 15\text{ W}$ $V_I = 23\text{ to }35\text{ V}$	19	20	21	V
$\Delta V_O^{(1)}$	Line regulation	$V_I = 22.5\text{ to }35\text{ V}$ , $T_J = 25^\circ\text{C}$			400	mV
		$V_I = 26\text{ to }32\text{ V}$ , $T_J = 25^\circ\text{C}$			200	
$\Delta V_O^{(1)}$	Load regulation	$I_O = 5\text{ mA to }1.5\text{ A}$ , $T_J = 25^\circ\text{C}$			400	mV
		$I_O = 250\text{ to }750\text{ mA}$ , $T_J = 25^\circ\text{C}$			200	
$I_d$	Quiescent current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			8	mA
$\Delta I_d$	Quiescent current change	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$			0.5	mA
		$V_I = 23\text{ to }35\text{ V}$			1	
$\Delta V_O/\Delta T$	Output voltage drift	$I_O = 5\text{ mA}$		-1		mV/ $^\circ\text{C}$
eN	Output noise voltage	$B = 10\text{ Hz to }100\text{ kHz}$ , $T_J = 25^\circ\text{C}$		150		$\mu\text{V}/V_O$
SVR	Supply voltage rejection	$V_I = 24\text{ to }35\text{ V}$ , $f = 120\text{ Hz}$	52			dB
$V_d$	Dropout voltage	$I_O = 1\text{ A}$ , $T_J = 25^\circ\text{C}$		2		V
$R_O$	Output resistance	$f = 1\text{ kHz}$		24		m $\Omega$
$I_{sc}$	Short circuit current	$V_I = 35\text{ V}$ , $T_J = 25^\circ\text{C}$		0.18		A
$I_{scp}$	Short circuit peak current	$T_J = 25^\circ\text{C}$		2.1		A

1. Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in  $V_O$  due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty cycle is used.

**Table 23. Electrical characteristics of L7824C** (refer to the test circuits,  $T_J = 0$  to  $150$  °C,  $V_I = 33$  V,  $I_O = 500$  mA,  $C_I = 0.33$   $\mu$ F,  $C_O = 0.1$   $\mu$ F unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
$V_O$	Output voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}$	23	24	25	V
$V_O$	Output voltage	$I_O = 5$ mA to $1$ A, $P_O \leq 15$ W $V_I = 27$ to $38$ V	22.8	24	25.2	V
$\Delta V_O^{(1)}$	Line regulation	$V_I = 27$ to $38$ V, $T_J = 25^\circ\text{C}$			480	mV
		$V_I = 30$ to $36$ V, $T_J = 25^\circ\text{C}$			240	
$\Delta V_O^{(1)}$	Load regulation	$I_O = 5$ mA to $1.5$ A, $T_J = 25^\circ\text{C}$			480	mV
		$I_O = 250$ to $750$ mA, $T_J = 25^\circ\text{C}$			240	
$I_d$	Quiescent current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			8	mA
$\Delta I_d$	Quiescent current change	$I_O = 5$ mA to $1$ A			0.5	mA
		$V_I = 27$ to $38$ V			1	
$\Delta V_O/\Delta T$	Output voltage drift	$I_O = 5$ mA		-1.5		mV/°C
eN	Output noise voltage	$B = 10$ Hz to $100$ kHz, $T_J = 25^\circ\text{C}$		170		$\mu\text{V}/V_O$
SVR	Supply voltage rejection	$V_I = 28$ to $38$ V, $f = 120$ Hz	50			dB
$V_d$	Dropout voltage	$I_O = 1$ A, $T_J = 25^\circ\text{C}$		2		V
$R_O$	Output resistance	$f = 1$ kHz		28		m $\Omega$
$I_{sc}$	Short circuit current	$V_I = 35$ V, $T_J = 25^\circ\text{C}$		0.15		A
$I_{scp}$	Short circuit peak current	$T_J = 25^\circ\text{C}$		2.1		A

1. Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in  $V_O$  due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty cycle is used.

# 6 Typical performance

Figure 8. Dropout voltage vs junction temperature

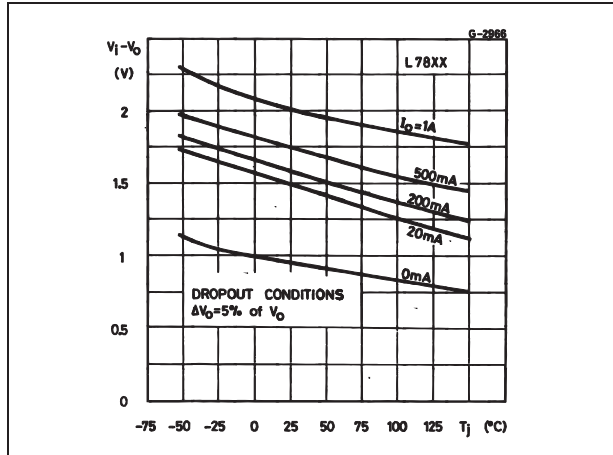


Figure 9. Peak output current vs input/output differential voltage

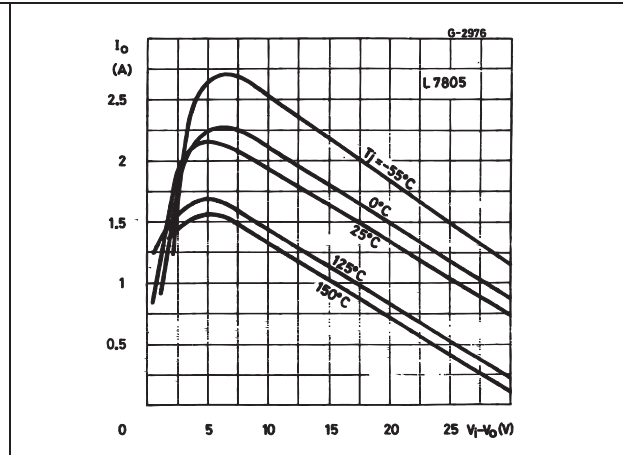


Figure 10. Supply voltage rejection vs frequency

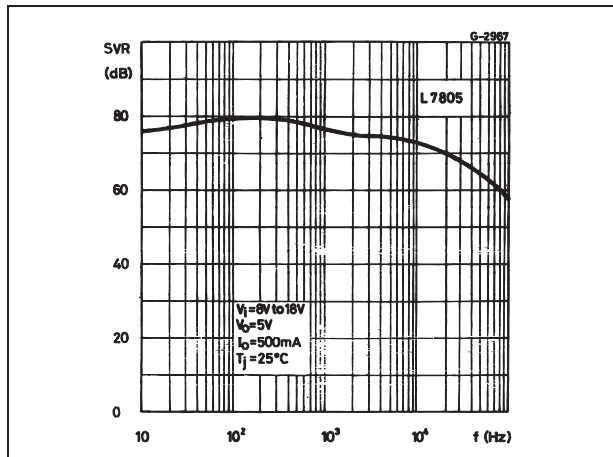


Figure 11. Output voltage vs junction temperature

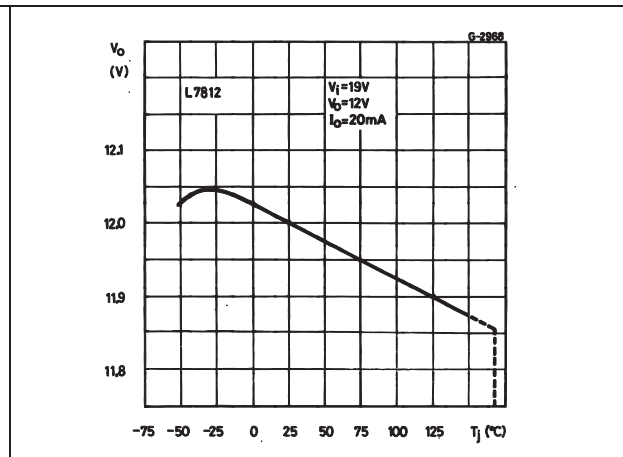


Figure 12. Output impedance vs frequency

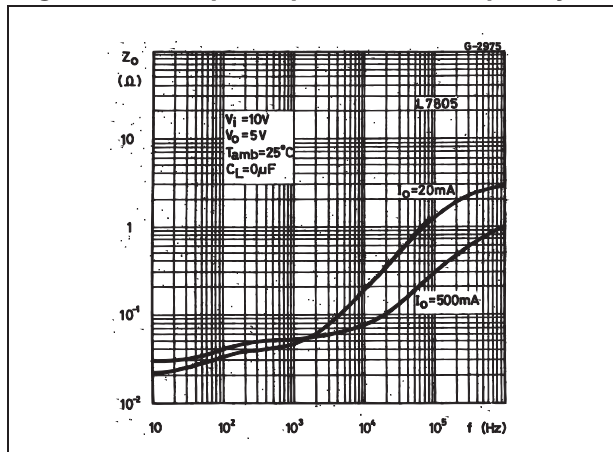


Figure 13. Quiescent current vs junction temp.

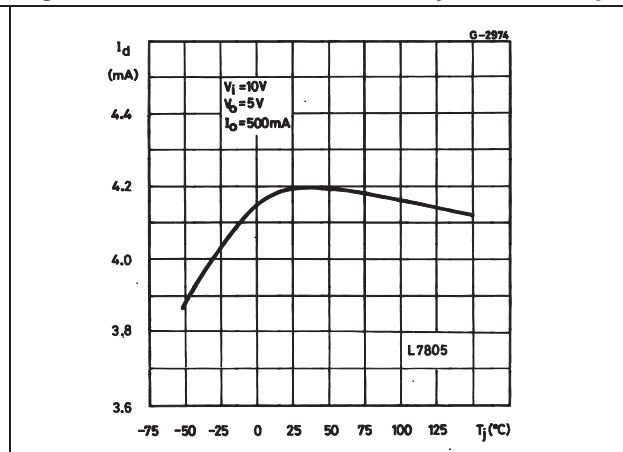




Figure 14. Load transient response

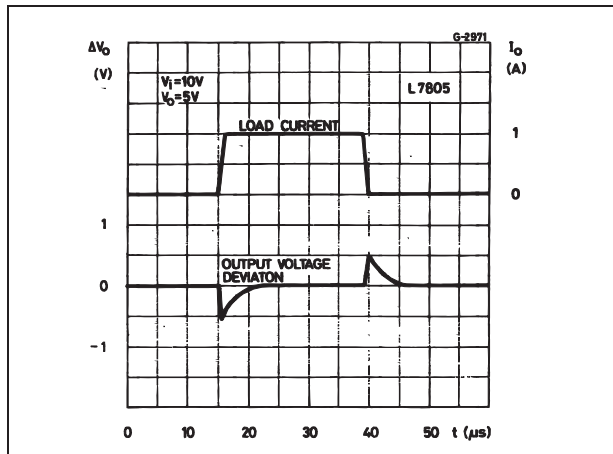


Figure 15. Line transient response

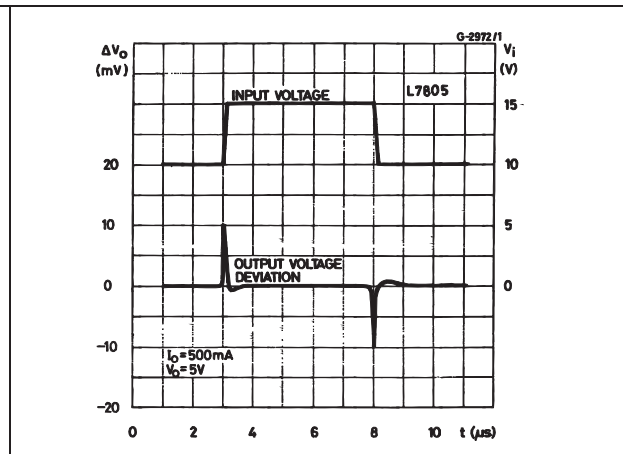


Figure 16. Quiescent current vs input voltage

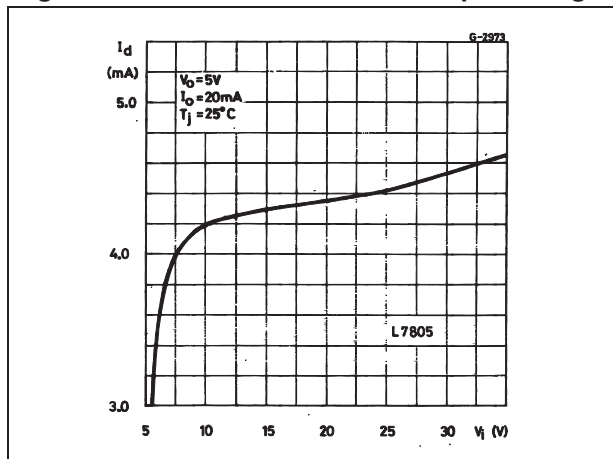
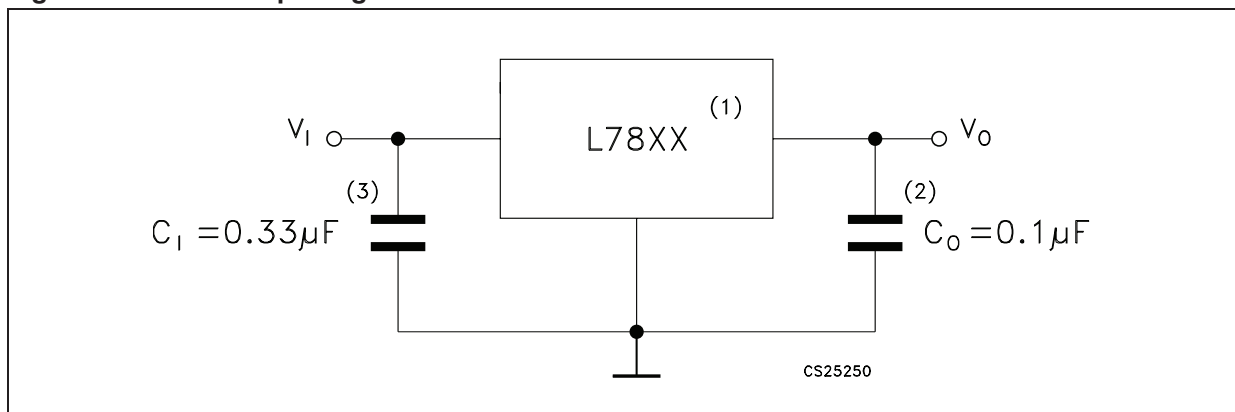


Figure 17. Fixed output regulator



1. To specify an output voltage, substitute voltage value for "XX".
2. Although no output capacitor is need for stability, it does improve transient response.
3. Required if regulator is locate an appreciable distance from power supply filter.

Figure 18. Current regulator

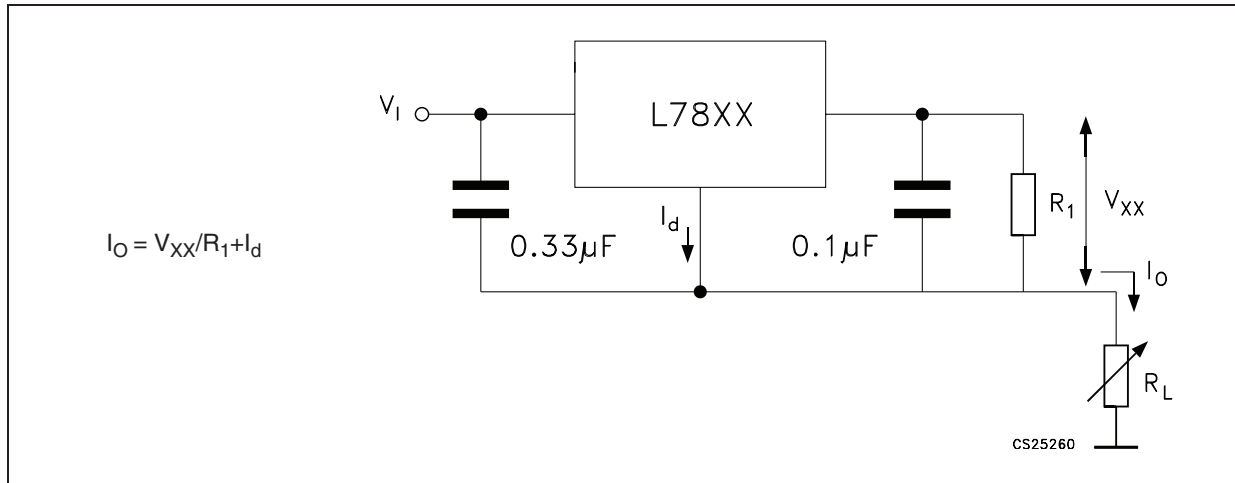


Figure 19. Circuit for increasing output voltage

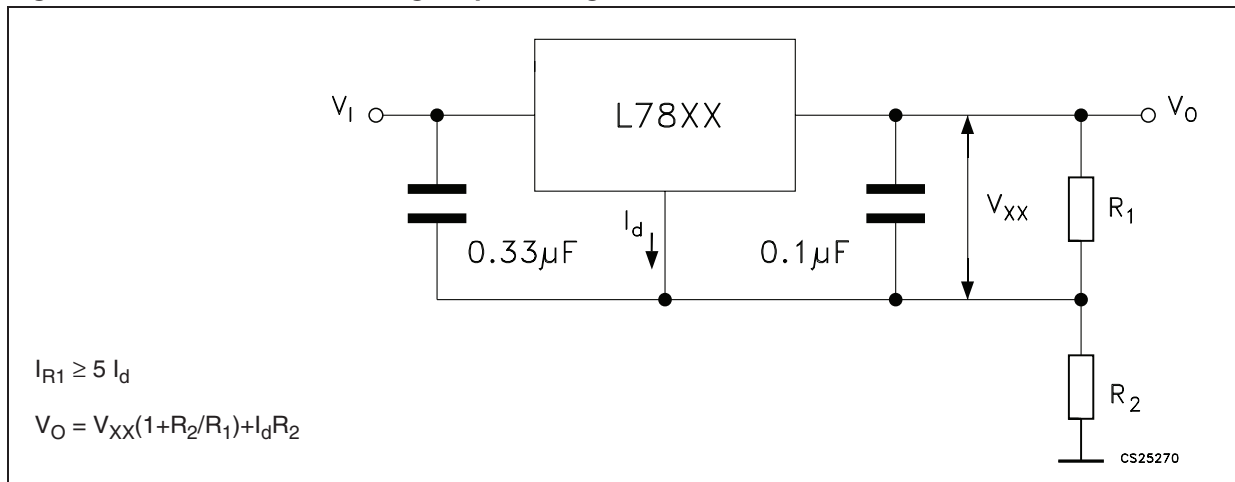


Figure 20. Adjustable output regulator (7 to 30 V)

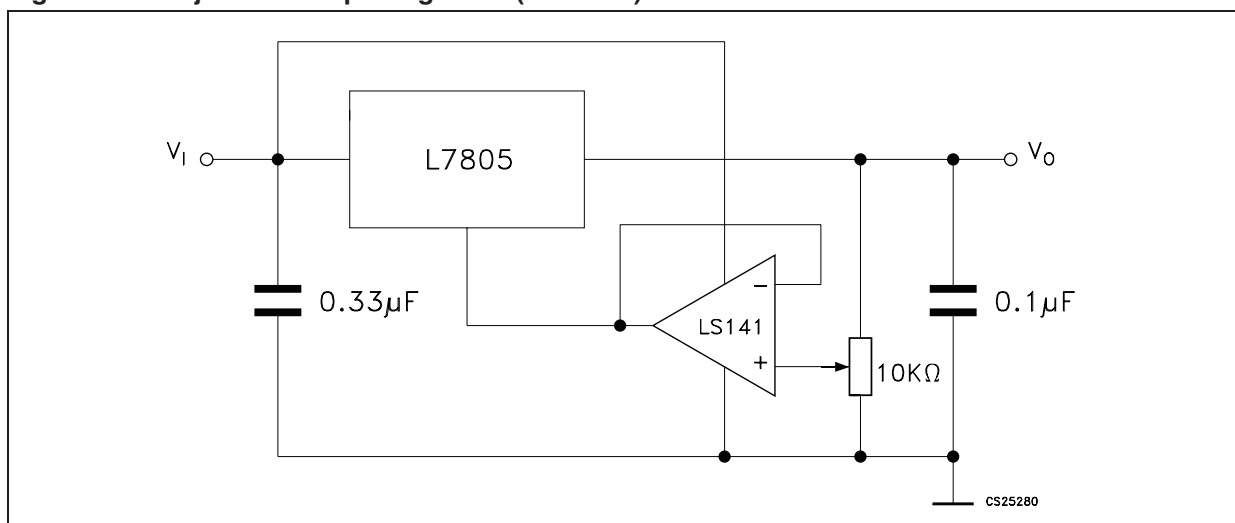


Figure 21. 0.5 to 10 V regulator

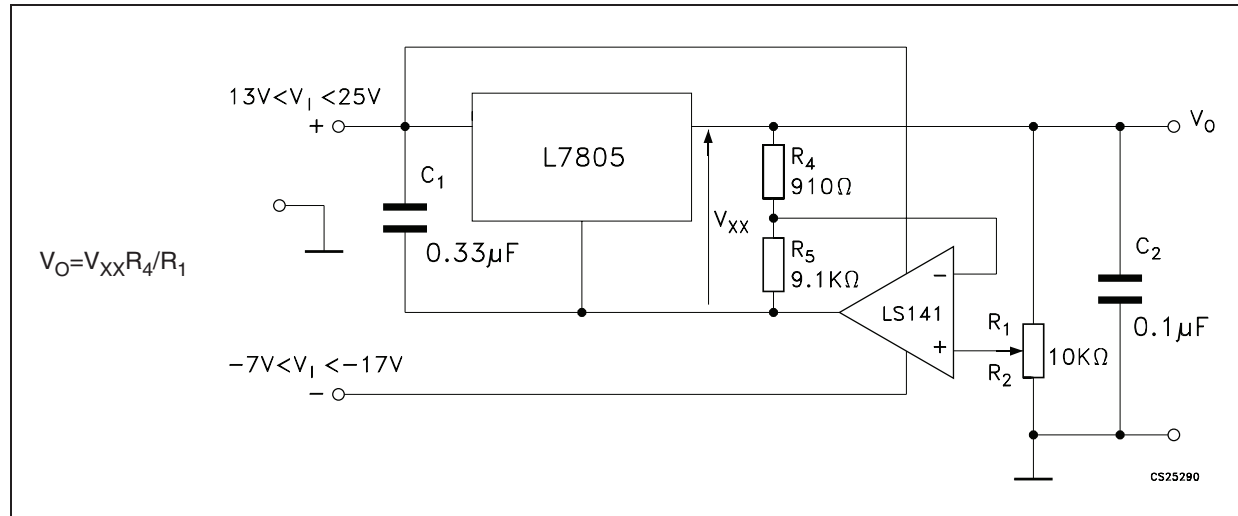


Figure 22. High current voltage regulator

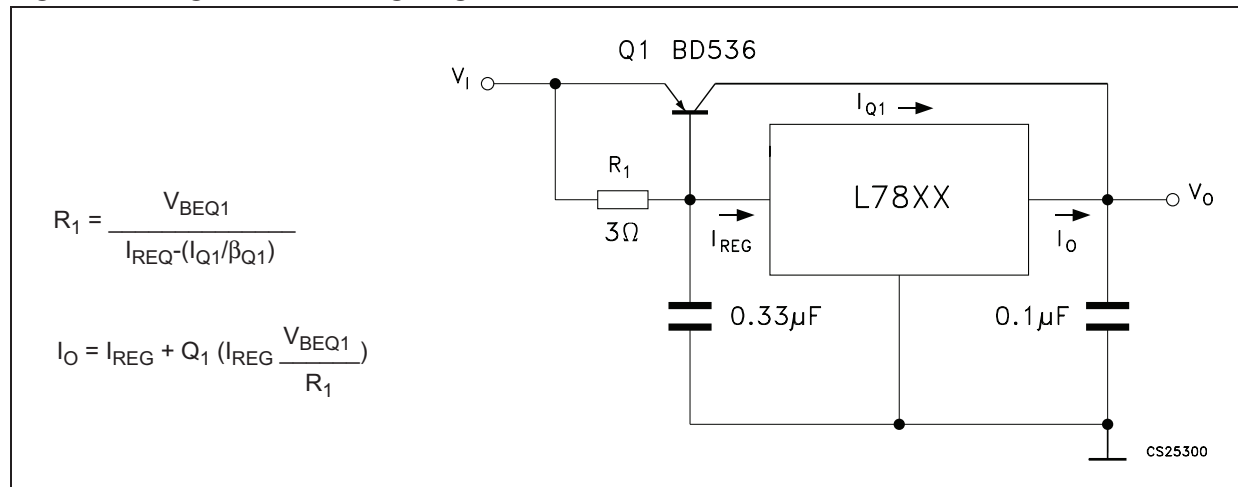


Figure 23. High output current with short circuit protection

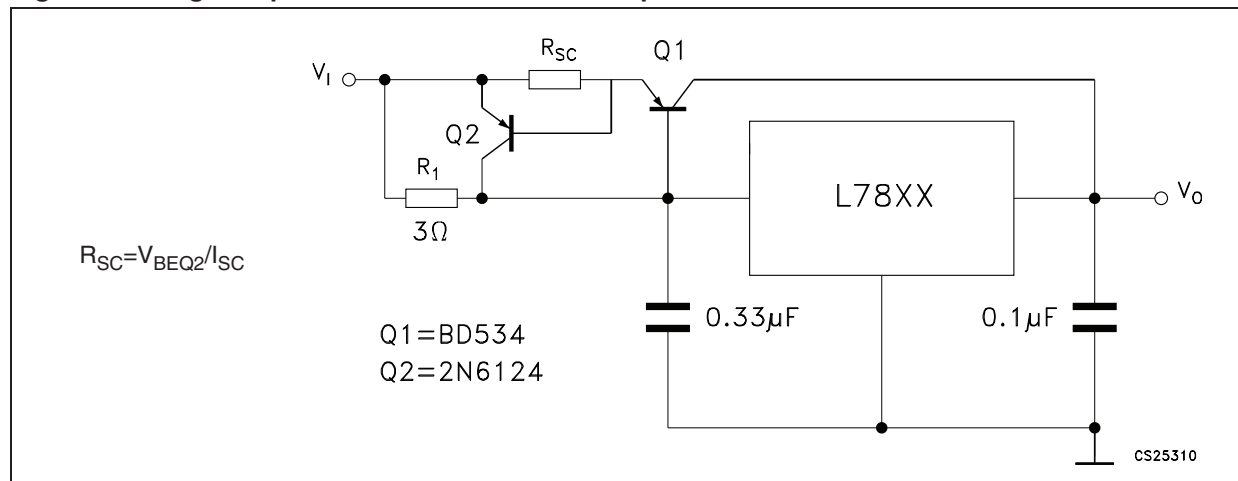


Figure 24. Tracking voltage regulator

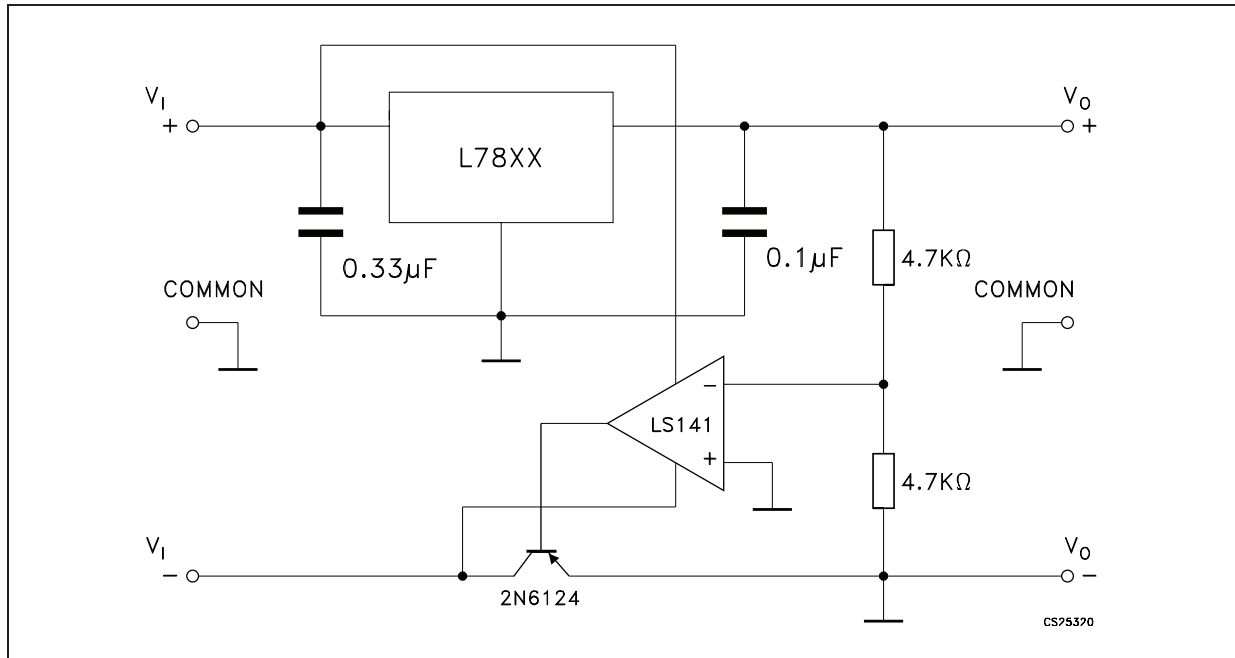
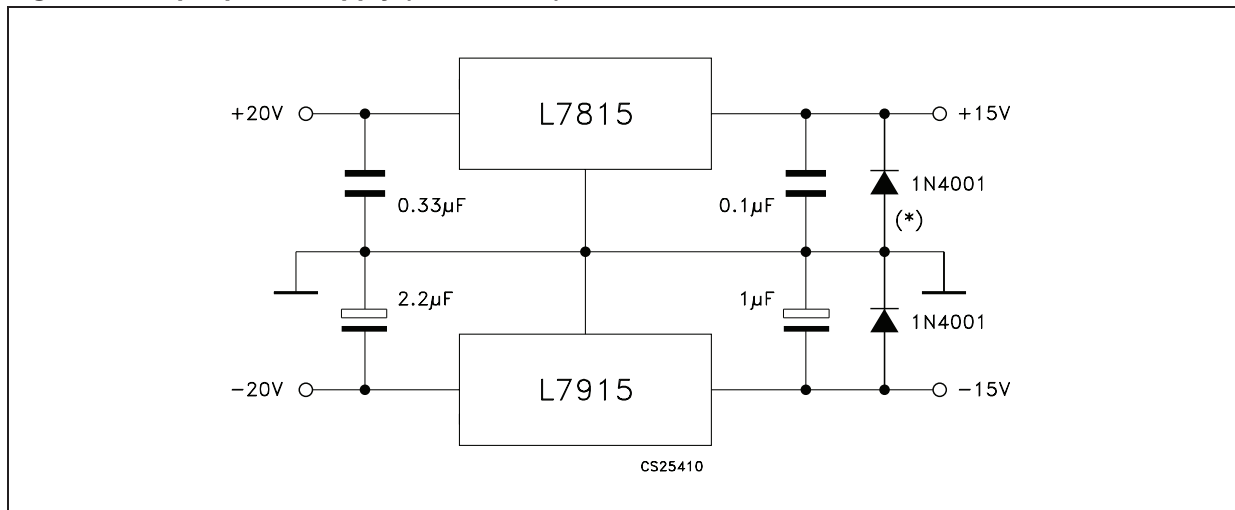


Figure 25. Split power supply ( $\pm 15\text{ V} - 1\text{ A}$ )



\* Against potential latch-up problems.

Figure 26. Negative output voltage circuit

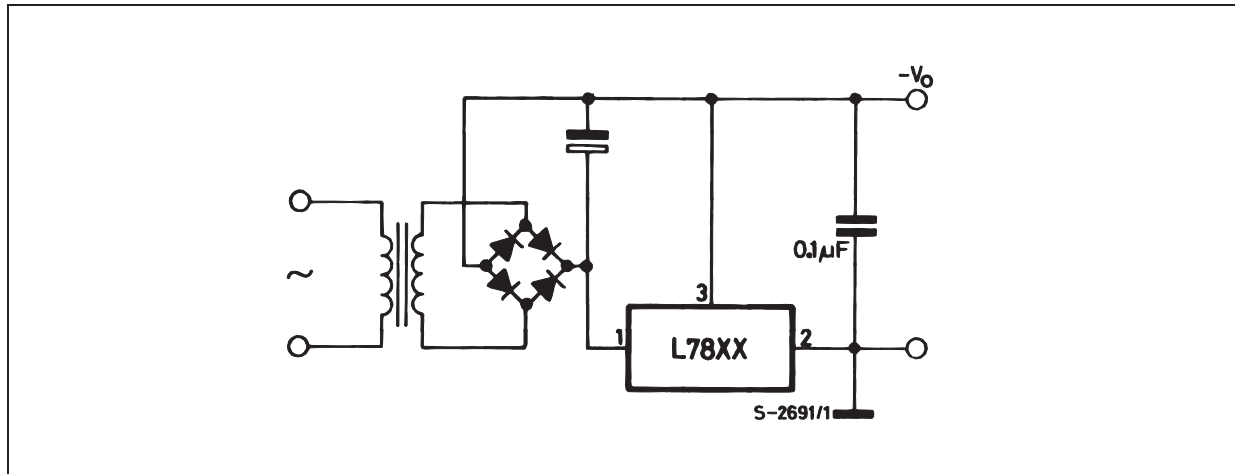


Figure 27. Switching regulator

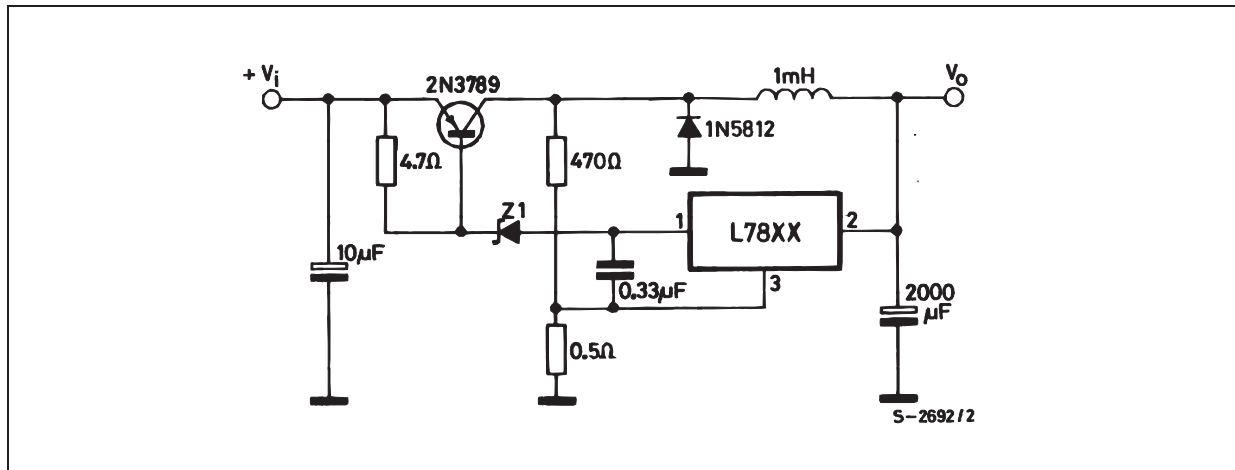


Figure 28. High input voltage circuit

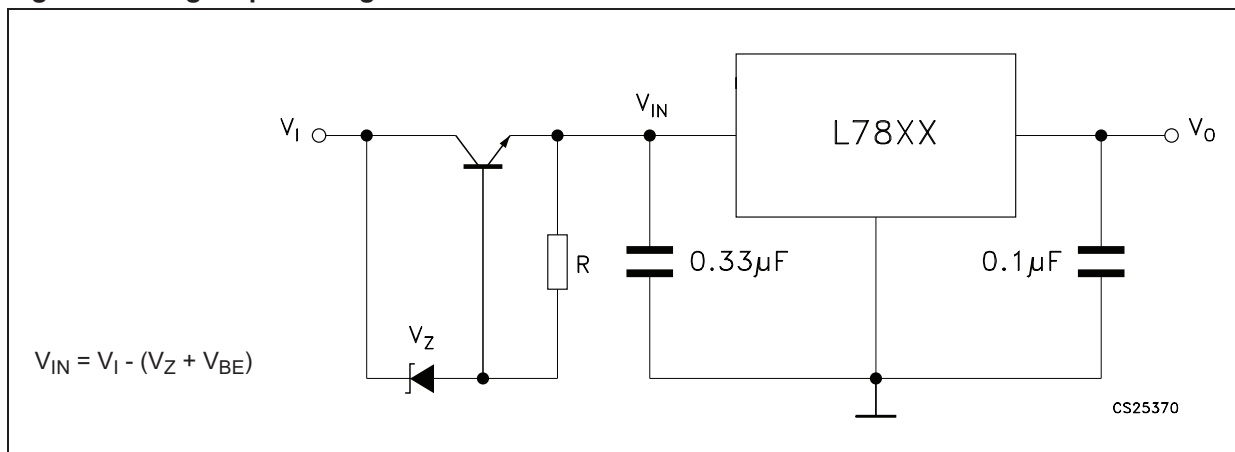


Figure 29. High input voltage circuit

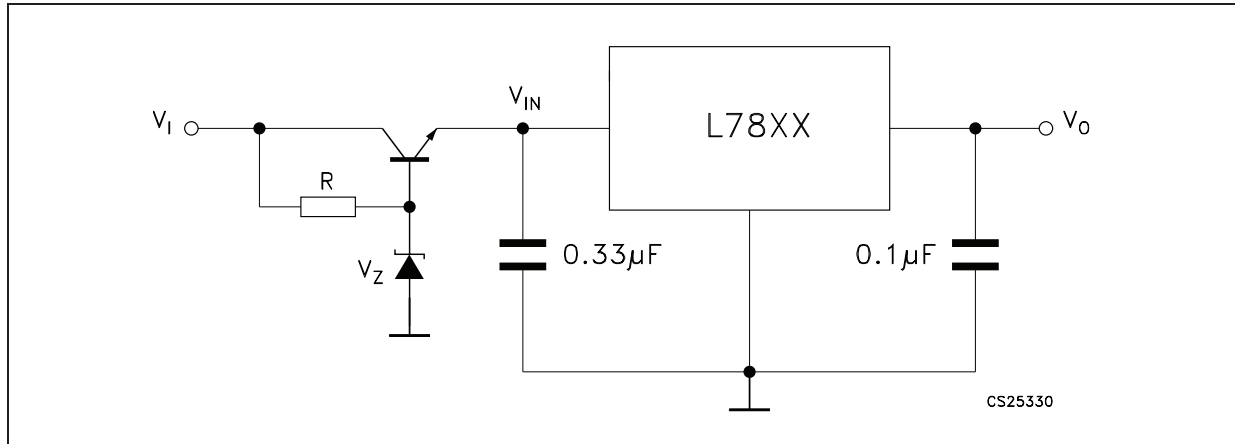


Figure 30. High output voltage regulator

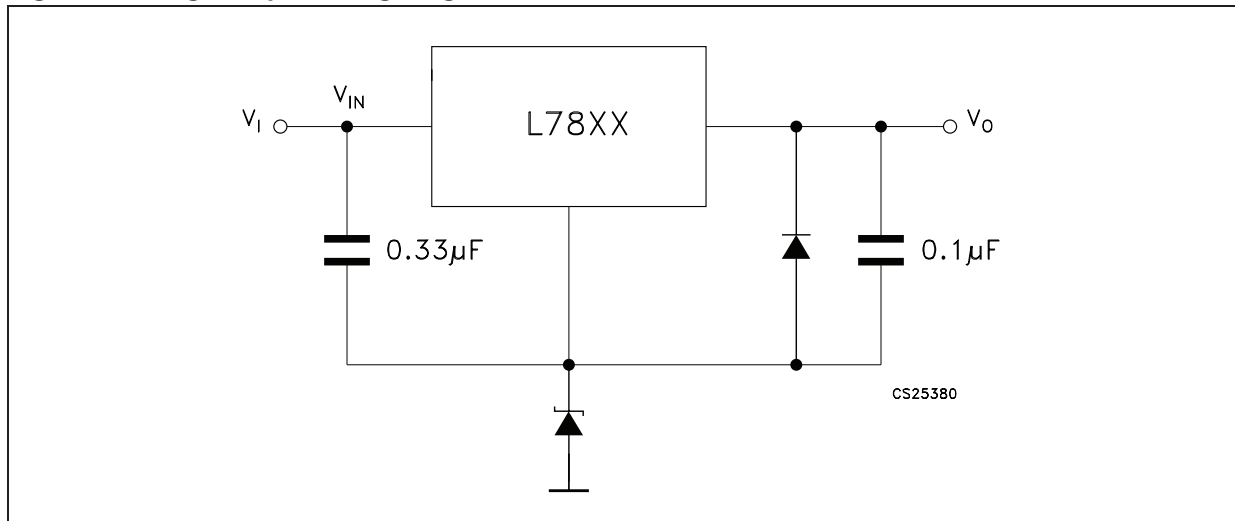


Figure 31. High input and output voltage

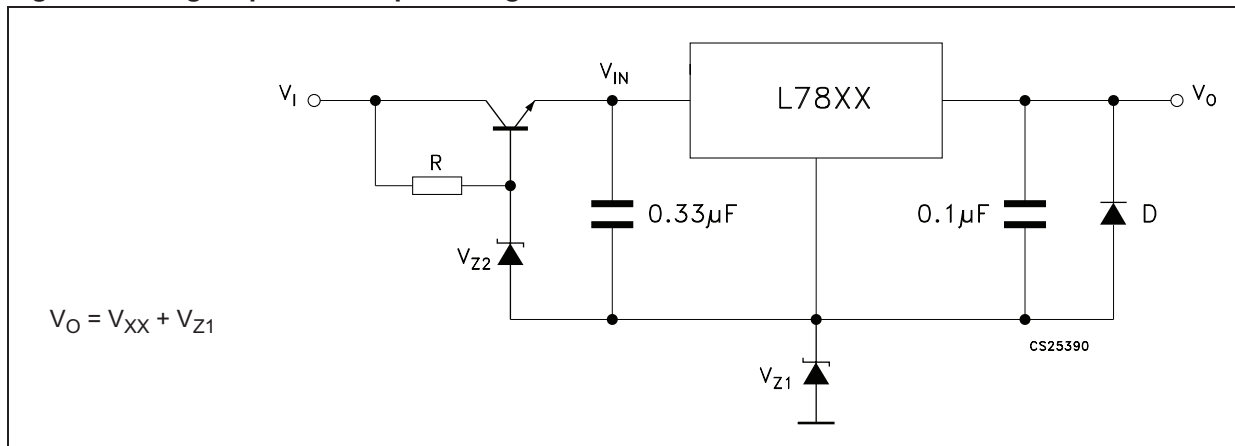


Figure 32. Reducing power dissipation with dropping resistor

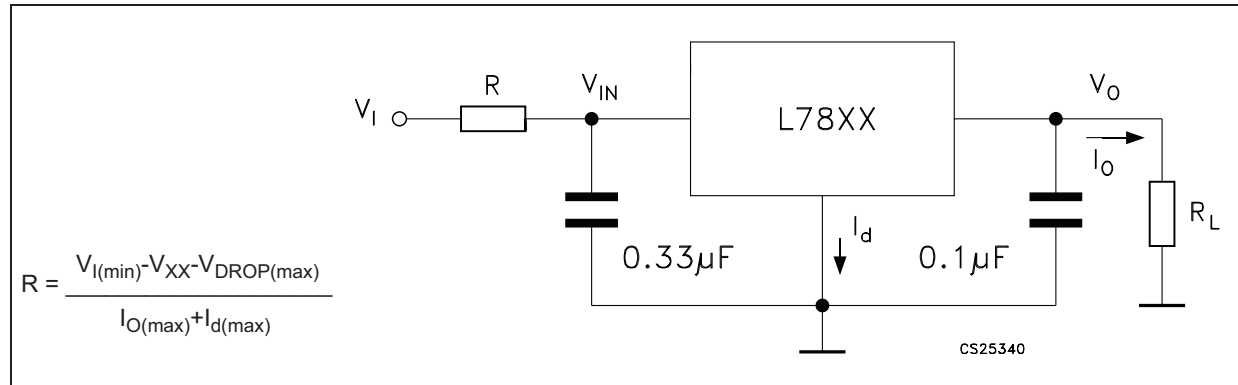


Figure 33. Remote shutdown

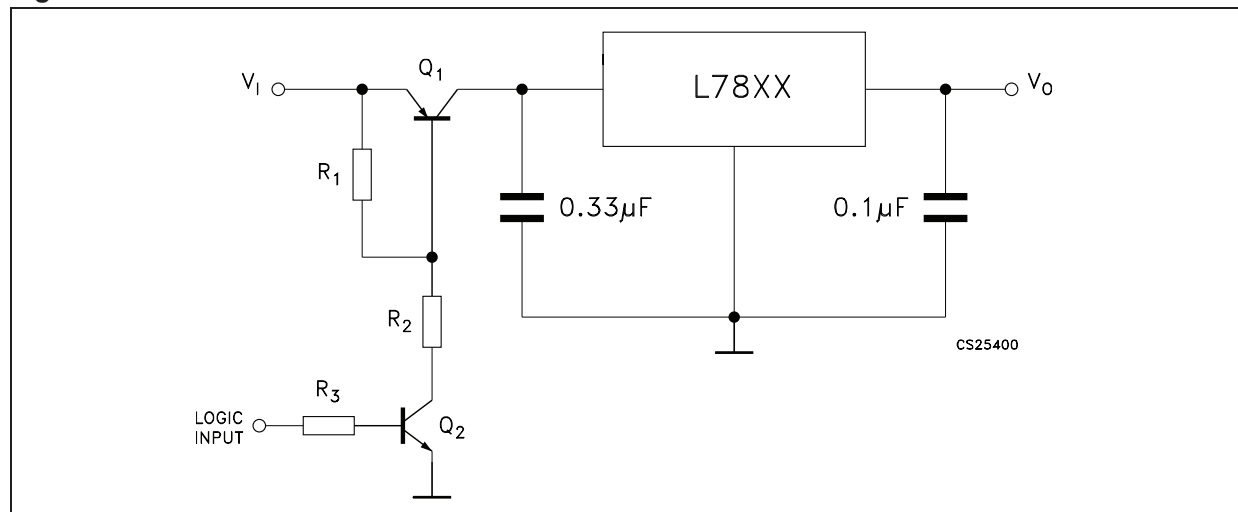
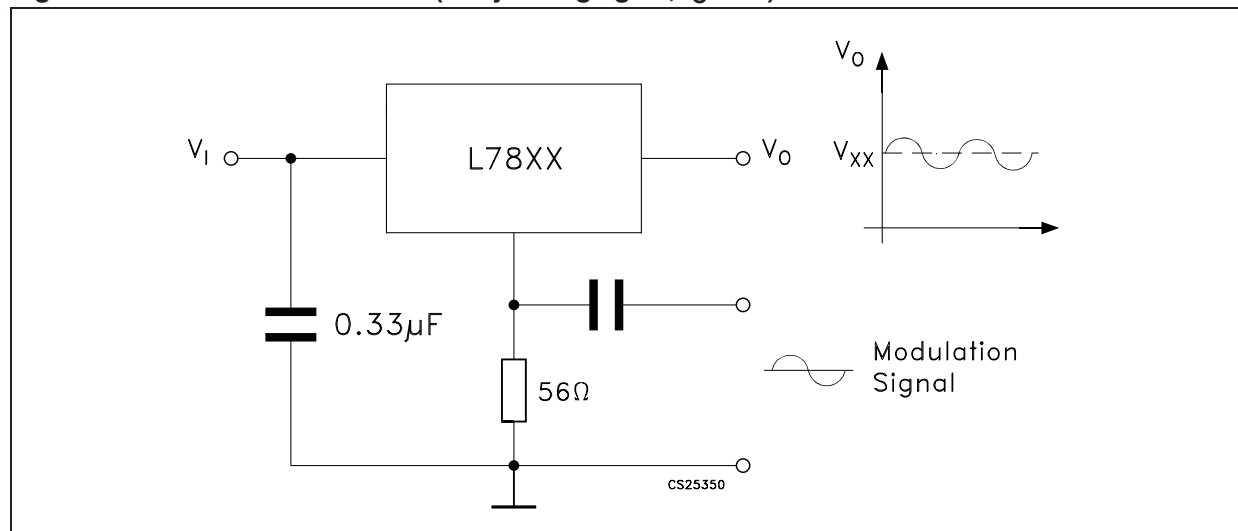
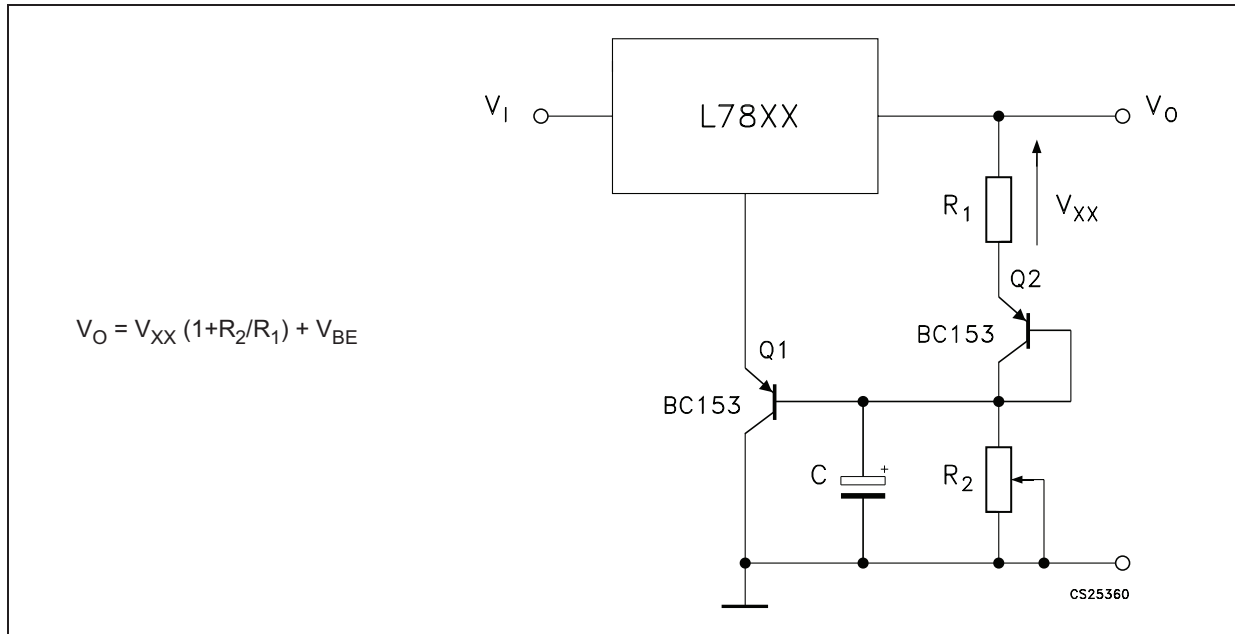


Figure 34. Power AM modulator (unity voltage gain,  $I_O \leq 0.5$ )



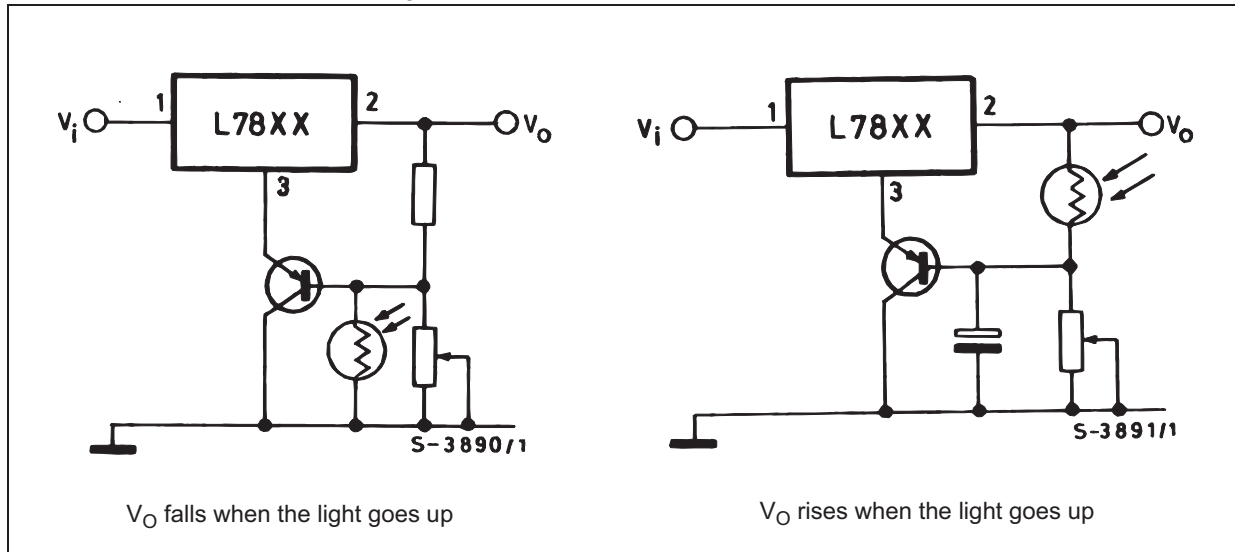
Note: The circuit performs well up to 100 kHz.

Figure 35. Adjustable output voltage with temperature compensation

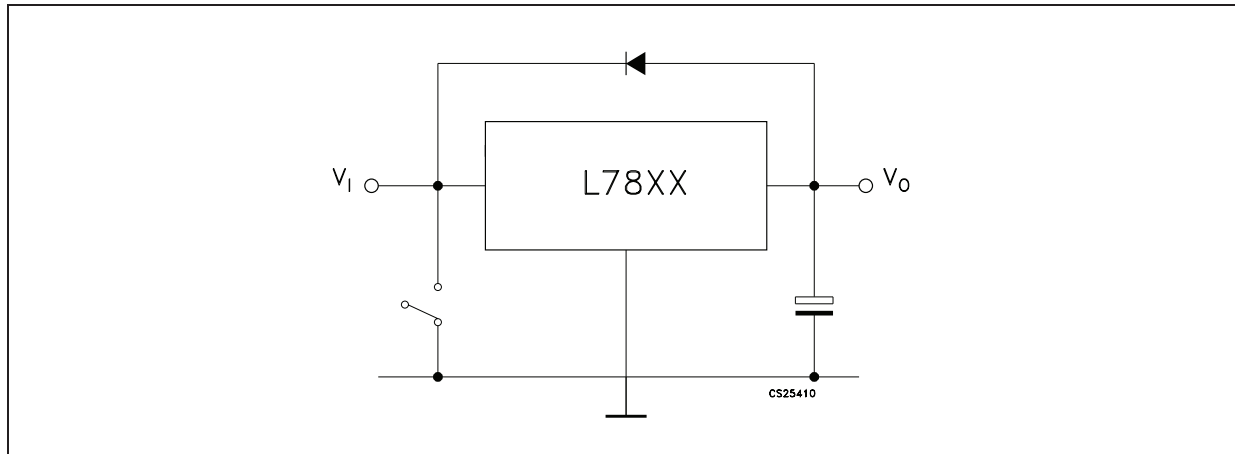


Note:  $Q_2$  is connected as a diode in order to compensate the variation of the  $Q_1$   $V_{BE}$  with the temperature.  $C$  allows a slow rise time of the  $V_O$ .

Figure 36. Light controllers ( $V_{Omin} = V_{XX} + V_{BE}$ )





**Figure 37. Protection against input short-circuit with high capacitance loads**

1. Application with high capacitance loads and an output voltage greater than 6 volts need an external diode (see [Figure 32 on page 36](#)) to protect the device against input short circuit. In this case the input voltage falls rapidly while the output voltage decrease slowly. The capacitance discharges by means of the Base-Emitter junction of the series pass transistor in the regulator. If the energy is sufficiently high, the transistor may be destroyed. The external diode by-passes the current from the IC to ground.

## 7 Package mechanical data

In order to meet environmental requirements, ST offers these devices in ECOPACK<sup>®</sup> packages. These packages have a lead-free second level interconnect. The category of second Level Interconnect is marked on the package and on the inner box label, in compliance with JEDEC Standard JESD97. The maximum ratings related to soldering conditions are also marked on the inner box label. ECOPACK is an ST trademark. ECOPACK specifications are available at: [www.st.com](http://www.st.com).

Figure 38. Drawing dimension TO-220 (type SMIC-subcon.)

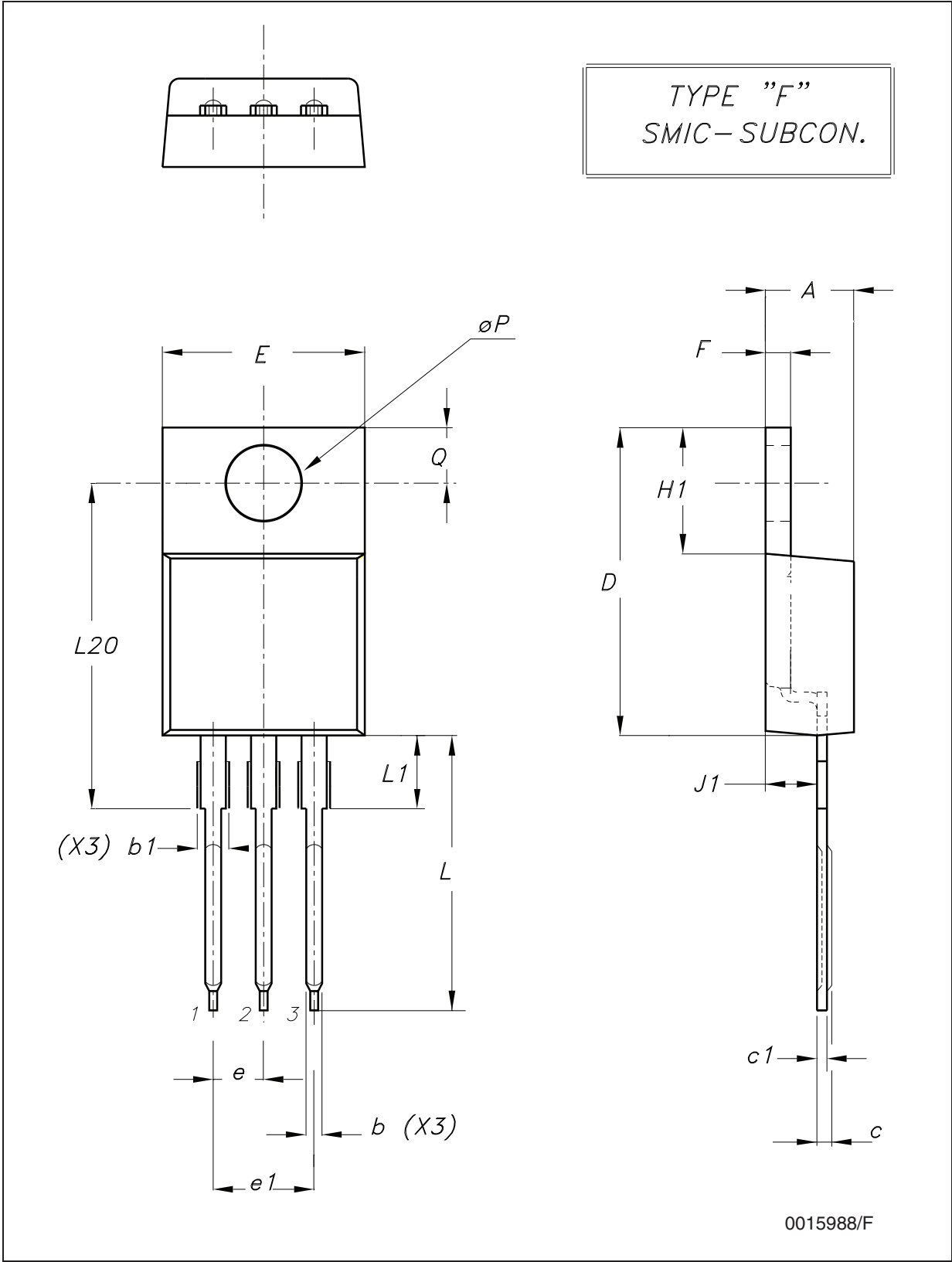


Figure 39. Drawing dimension TO-220 (type STD-ST)

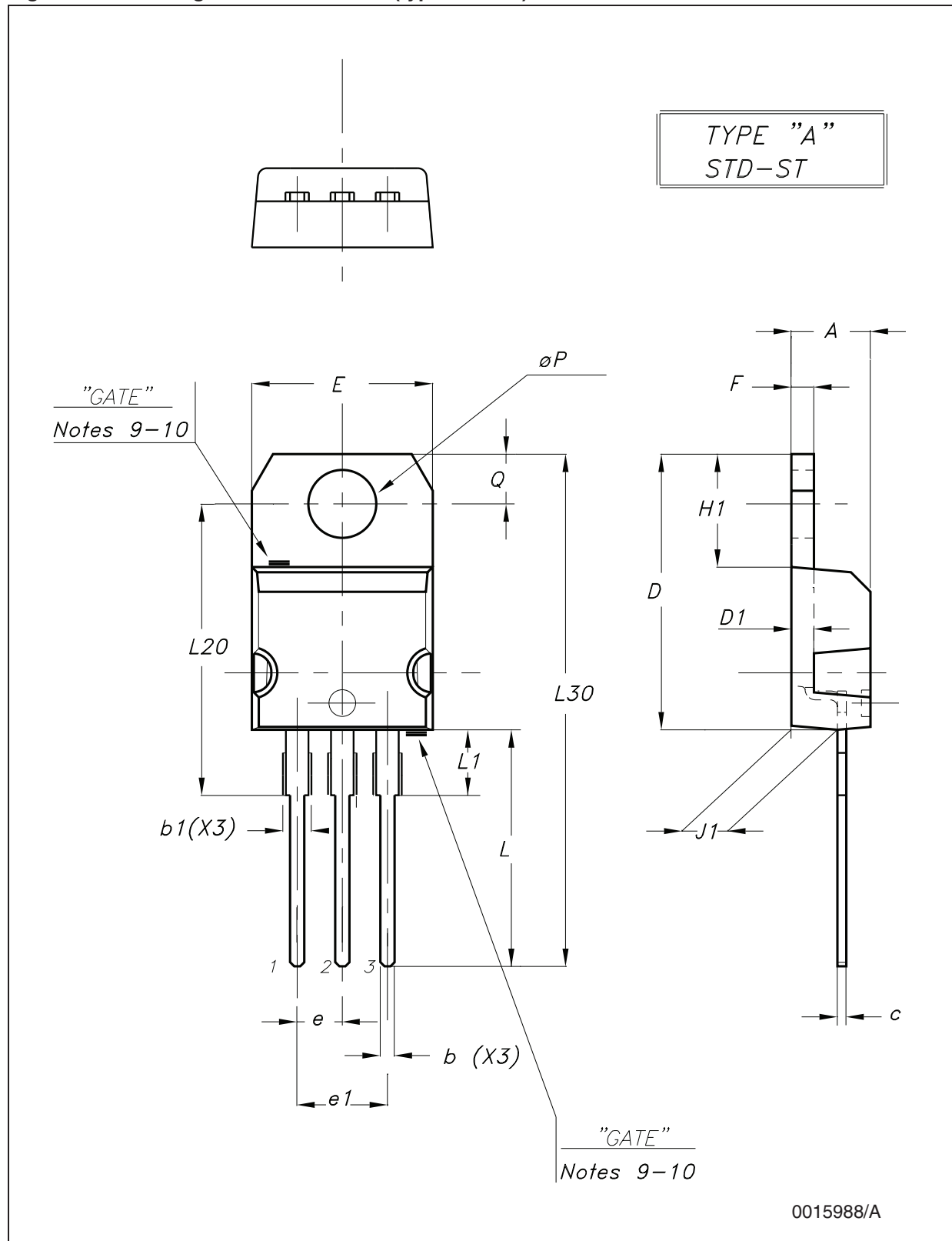
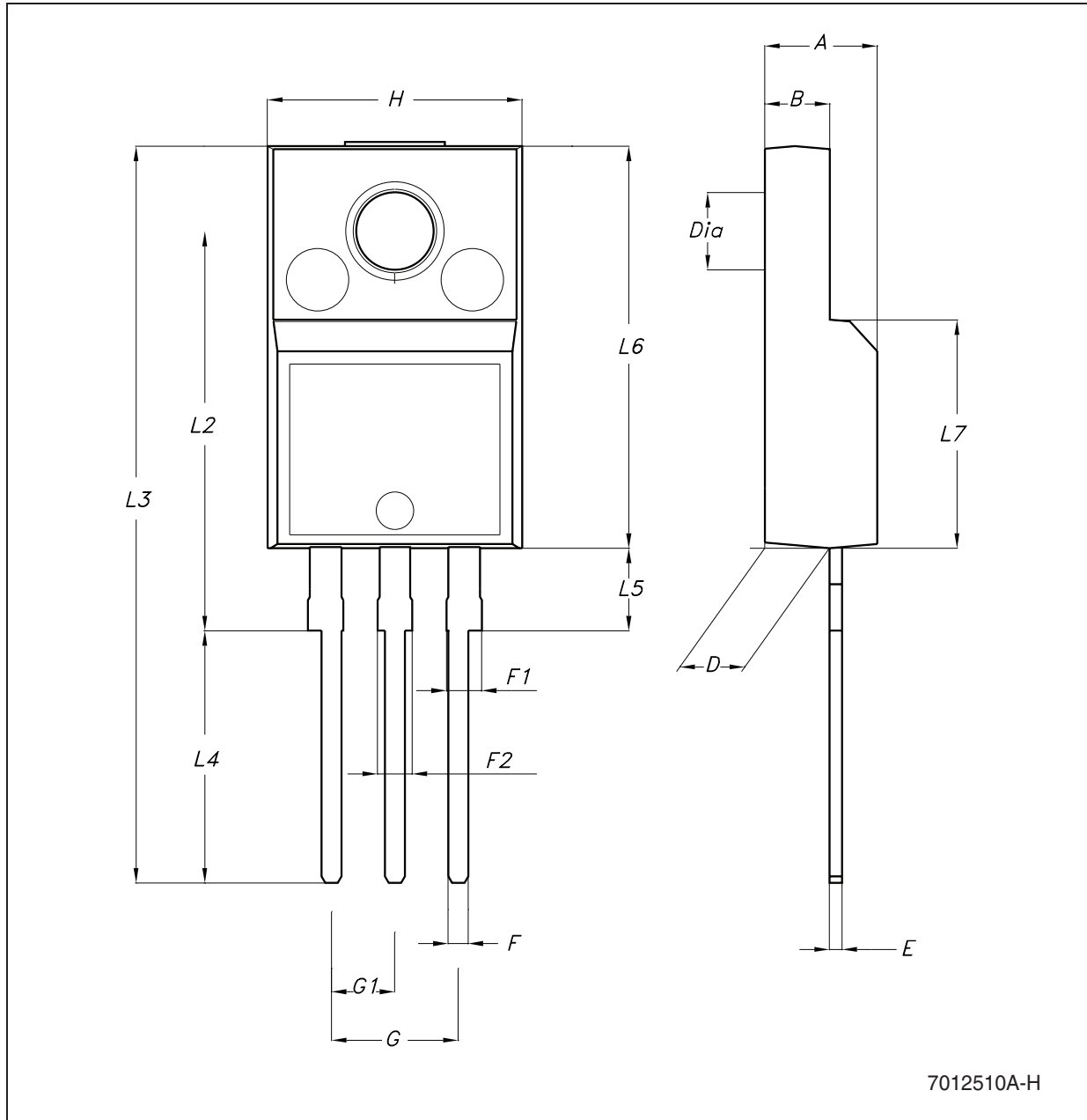


Table 24. TO-220 mechanical data

Dim.	Type STD-ST			Type SMIC-Subcon.		
	mm.			mm.		
	Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.
A	4.40		4.60	4.47	4.57	4.67
A1	0.61		0.88	0.80	0.81	0.86
b1	1.14		1.70	1.15		1.44
c	0.49		0.70		0.56	
c1					0.38	
D	15.25		15.75	15.07	15.24	15.45
D1		1.27				
E	10.00		10.40	10	10.15	10.30
e	2.40		2.70	2.29	2.54	2.79
e1	4.95		5.15	4.83	5.08	5.33
F	1.23		1.32		1.27	
H1	6.20		6.60		6.24	
J1	2.40		2.72	2.04	2.67	2.92
L	13.00		14.00	13.35	13.50	13.65
L1	3.50		3.93		3.90	
L20		16.40		16.25	16.40	16.55
L30		28.90			28.74	
ØP	3.75		3.85		3.83	
Q	2.65		2.95	2.72	2.74	2.80

Note: In spite of some difference in tolerances, the packages are compatible.

Figure 40. Drawing dimension TO-220FP



7012510A-H

Table 25. TO-220FP mechanical data

Dim.	mm.			inch.		
	Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.
A	4.40		4.60	0.173		0.181
B	2.5		2.7	0.098		0.106
D	2.5		2.75	0.098		0.108
E	0.45		0.70	0.017		0.027
F	0.75		1	0.030		0.039
F1	1.15		1.50	0.045		0.059
F2	1.15		1.50	0.045		0.059
G	4.95		5.2	0.194		0.204
G1	2.4		2.7	0.094		0.106
H	10.0		10.40	0.393		0.409
L2		16			0.630	
L3	28.6		30.6	1.126		1.204
L4	9.8		10.6	0.385		0.417
L5	2.9		3.6	0.114		0.142
L6	15.9		16.4	0.626		0.645
L7	9		9.3	0.354		0.366
DIA.	3		3.2	0.118		0.126

Figure 41. Drawing dimension TO-3

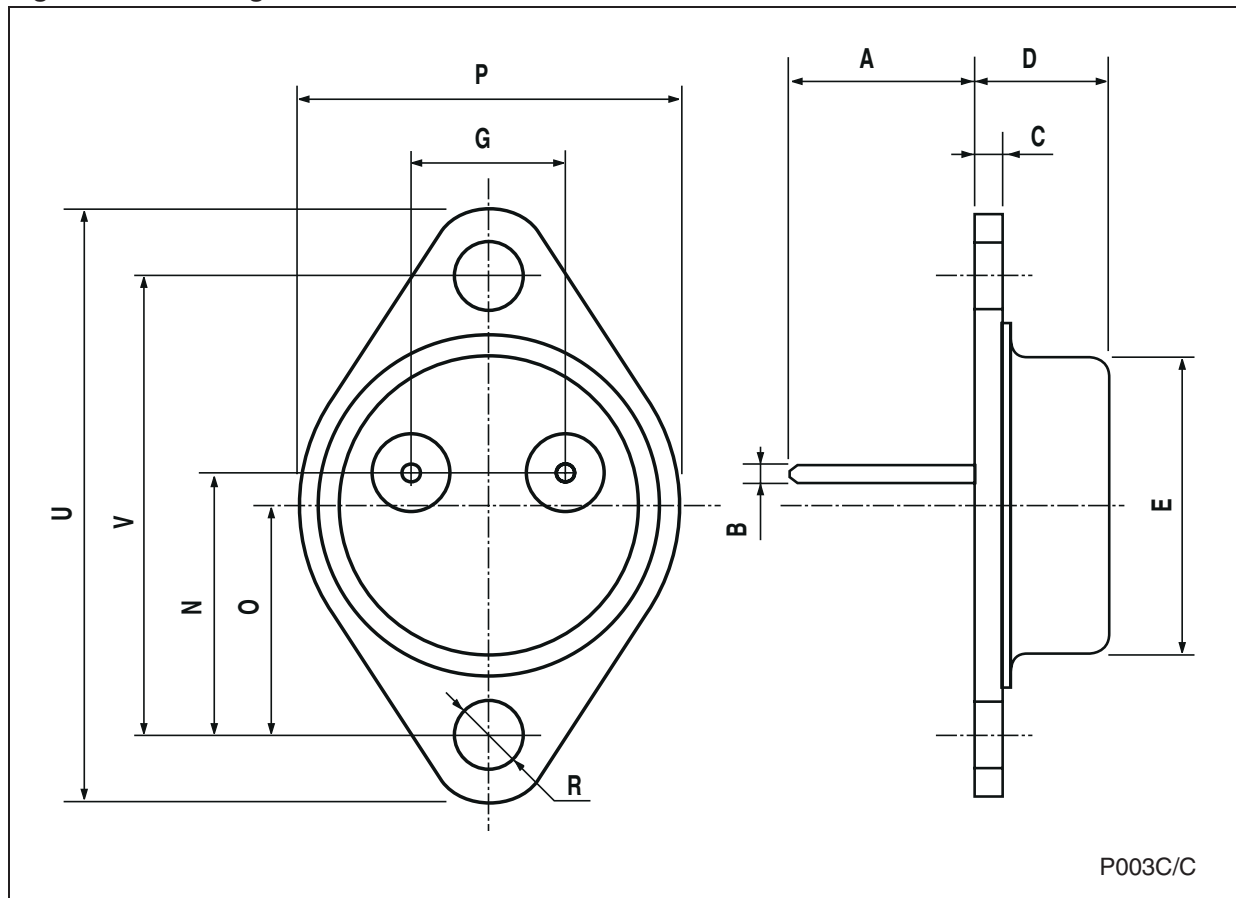
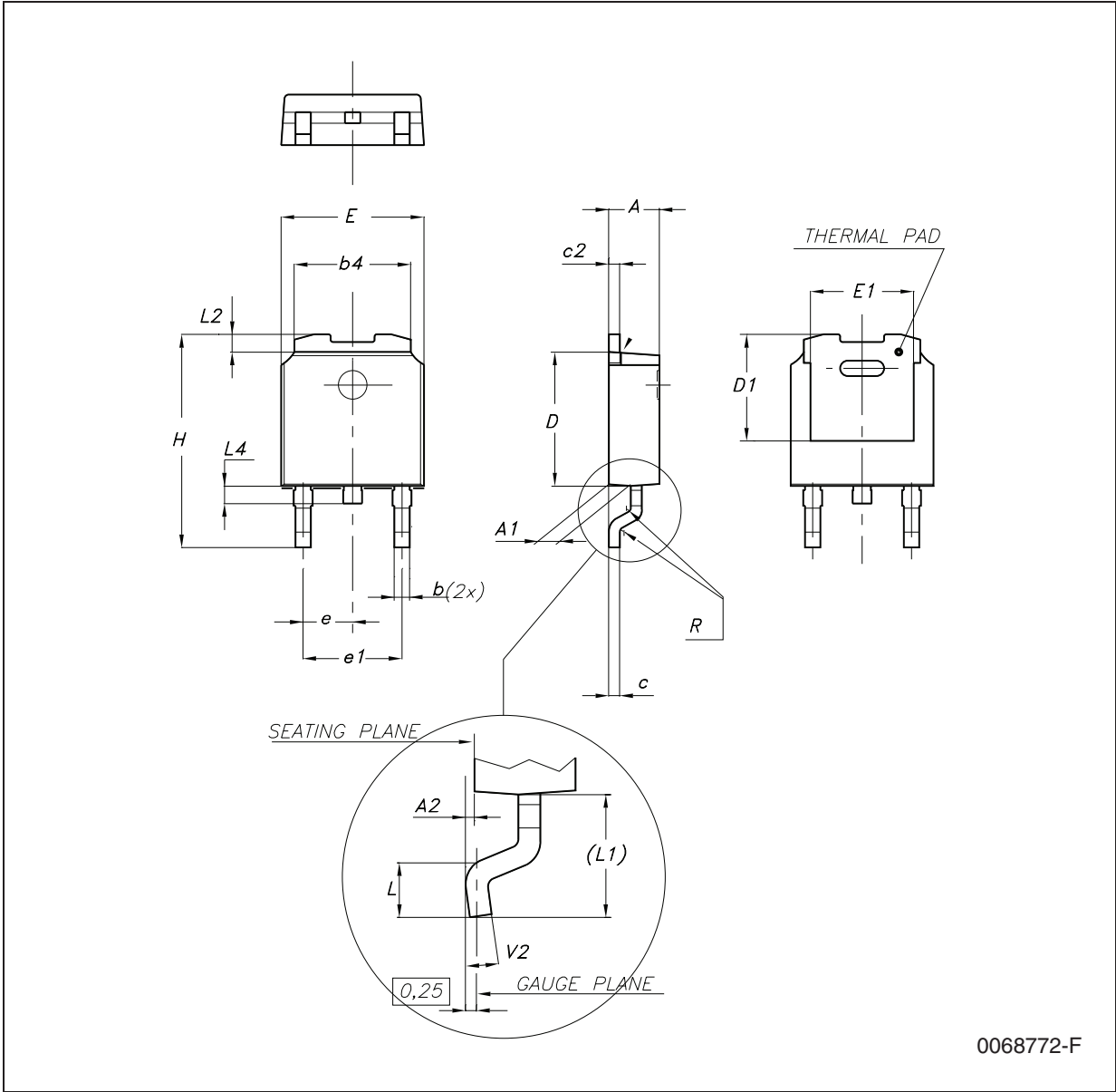


Table 26. TO-3 mechanical data

Dim.	mm.			inch.		
	Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.
A		11.85			0.466	
B	0.96	1.05	1.10	0.037	0.041	0.043
C			1.70			0.066
D			8.7			0.342
E			20.0			0.787
G		10.9			0.429	
N		16.9			0.665	
P			26.2			1.031
R	3.88		4.09	0.152		0.161
U			39.5			1.555
V		30.10			1.185	



Figure 42. Drawing dimension DPAK



0068772-F

Table 27. DPAK mechanical data

Dim.	mm.			inch.		
	Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.
A	2.2		2.4	0.086		0.094
A1	0.9		1.1	0.035		0.043
A2	0.03		0.23	0.001		0.009
B	0.64		0.9	0.025		0.035
b4	5.2		5.4	0.204		0.212
C	0.45		0.6	0.017		0.023
C2	0.48		0.6	0.019		0.023
D	6		6.2	0.236		0.244
D1		5.1			0.200	
E	6.4		6.6	0.252		0.260
E1		4.7			0.185	
e		2.28			0.090	
e1	4.4		4.6	0.173		0.181
H	9.35		10.1	0.368		0.397
L	1			0.039		
(L1)		2.8			0.110	
L2		0.8			0.031	
L4	0.6		1	0.023		0.039
R		0.2			0.008	
V2	0°		8°	0°		8°

Figure 43. Drawing dimension tape and reel for DPAK

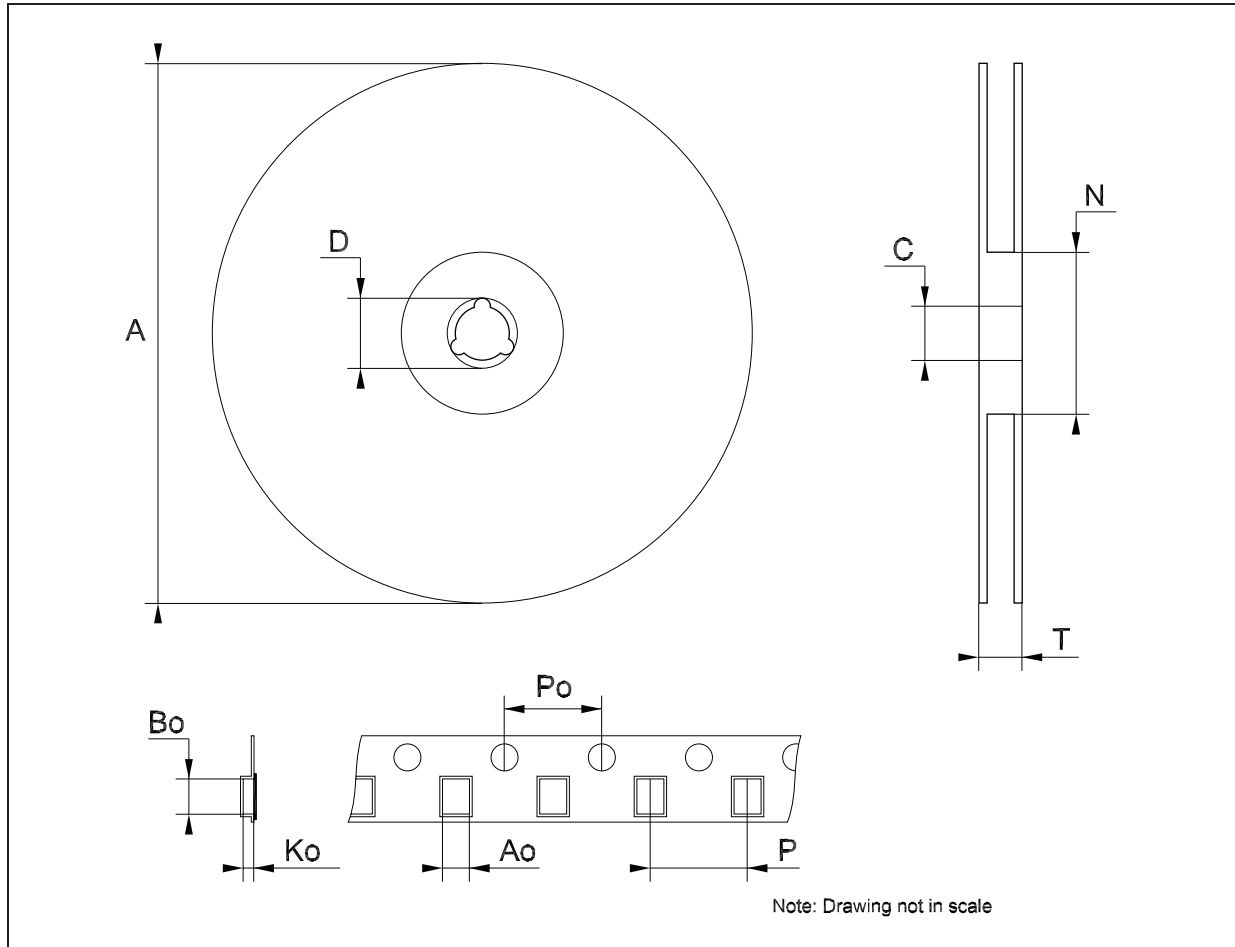


Table 28. Tape and reel DPAK mechanical data

Dim.	mm.			inch.		
	Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.
A			330			12.992
C	12.8	13.0	13.2	0.504	0.512	0.519
D	20.2			0.795		
N	60			2.362		
T			22.4			0.882
Ao	6.80	6.90	7.00	0.268	0.272	0.276
Bo	10.40	10.50	10.60	0.409	0.413	0.417
Ko	2.55	2.65	2.75	0.100	0.104	0.105
Po	3.9	4.0	4.1	0.153	0.157	0.161
P	7.9	8.0	8.1	0.311	0.315	0.319

Figure 44. Drawing dimension D<sup>2</sup>PAK (type STD-ST)

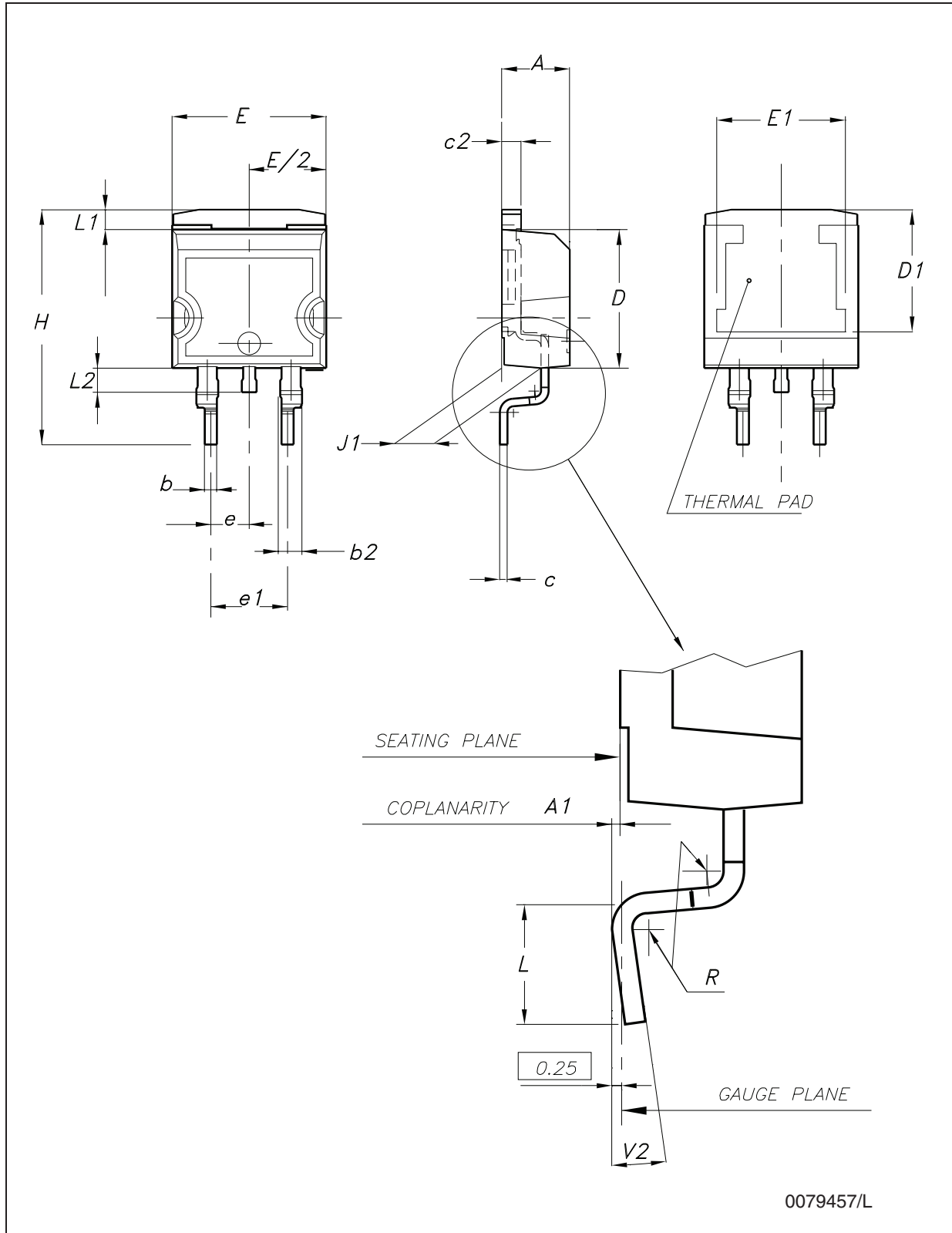


Figure 45. Drawing dimension D<sup>2</sup>PAK (type WOOSEOK-Subcon.)

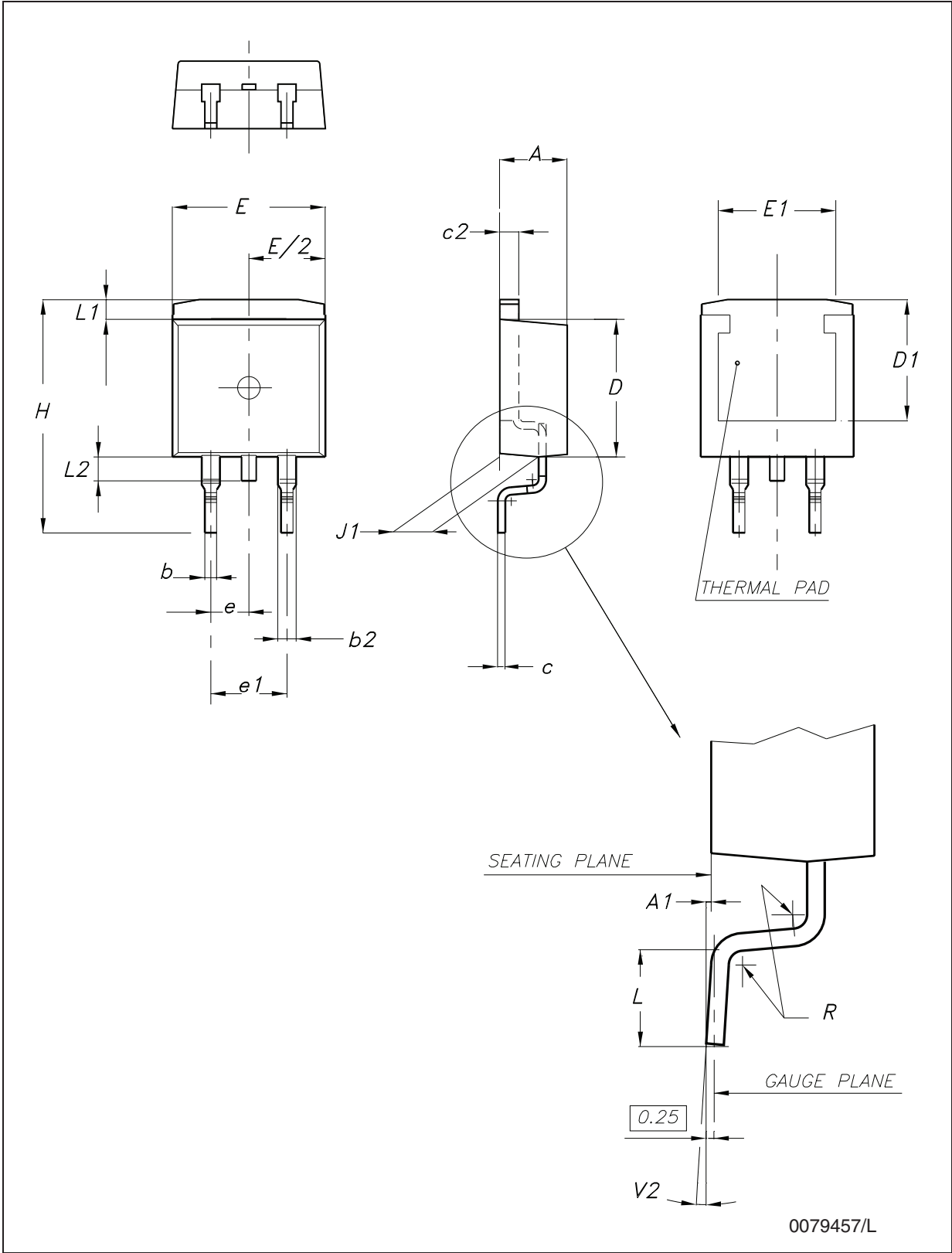


Table 29. D<sup>2</sup>PAK mechanical data

Dim.	TYPE STD-ST			TYPE WOOSEOK-Subcon.		
	mm.			mm.		
	Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.
A	4.40		4.60	4.30		4.70
A1	0.03		0.23	0		0.20
b	0.70		0.93	0.70		0.90
b2	1.14		1.70	1.17		1.37
c	0.45		0.60	0.45	0.50	0.60
c2	1.23		1.36	1.25	1.30	1.40
D	8.95		9.35	9	9.20	9.40
D1	7.50			7.50		
E	10		10.40	9.80		10.20
E1	8.50			7.50		
e		2.54			2.54	
e1	4.88		5.28		5.08	
H	15		15.85	15	15.30	15.60
J1	2.49		2.69	2.20		2.60
L	2.29		2.79	1.79		2.79
L1	1.27		1.40	1		1.40
L2	1.30		1.75	1.20		1.60
R		0.4			0.30	
V2	0°		8°	0°		3°

Note: The D<sup>2</sup>PAK package coming from the subcontractor Wooseok is fully compatible with the ST's package suggested footprint.

Figure 46. D<sup>2</sup>PAK footprint recommended data

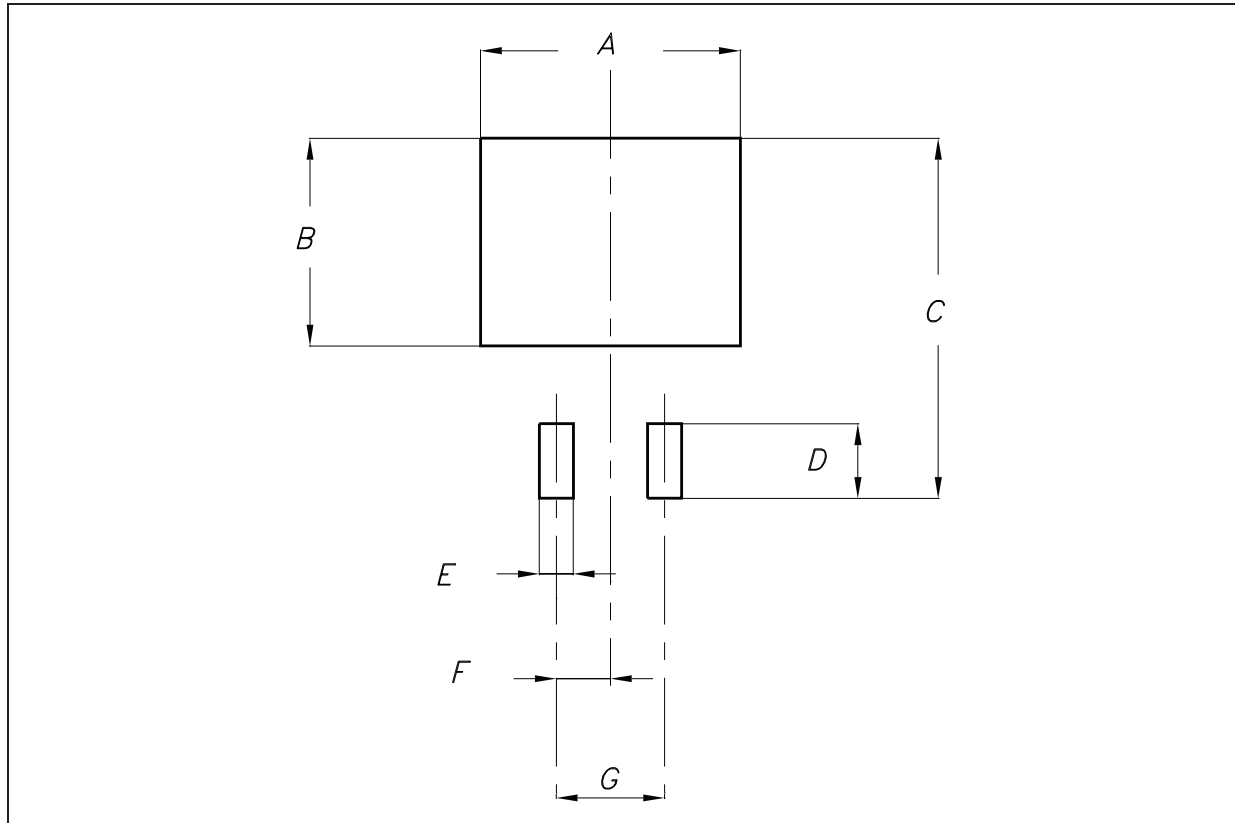


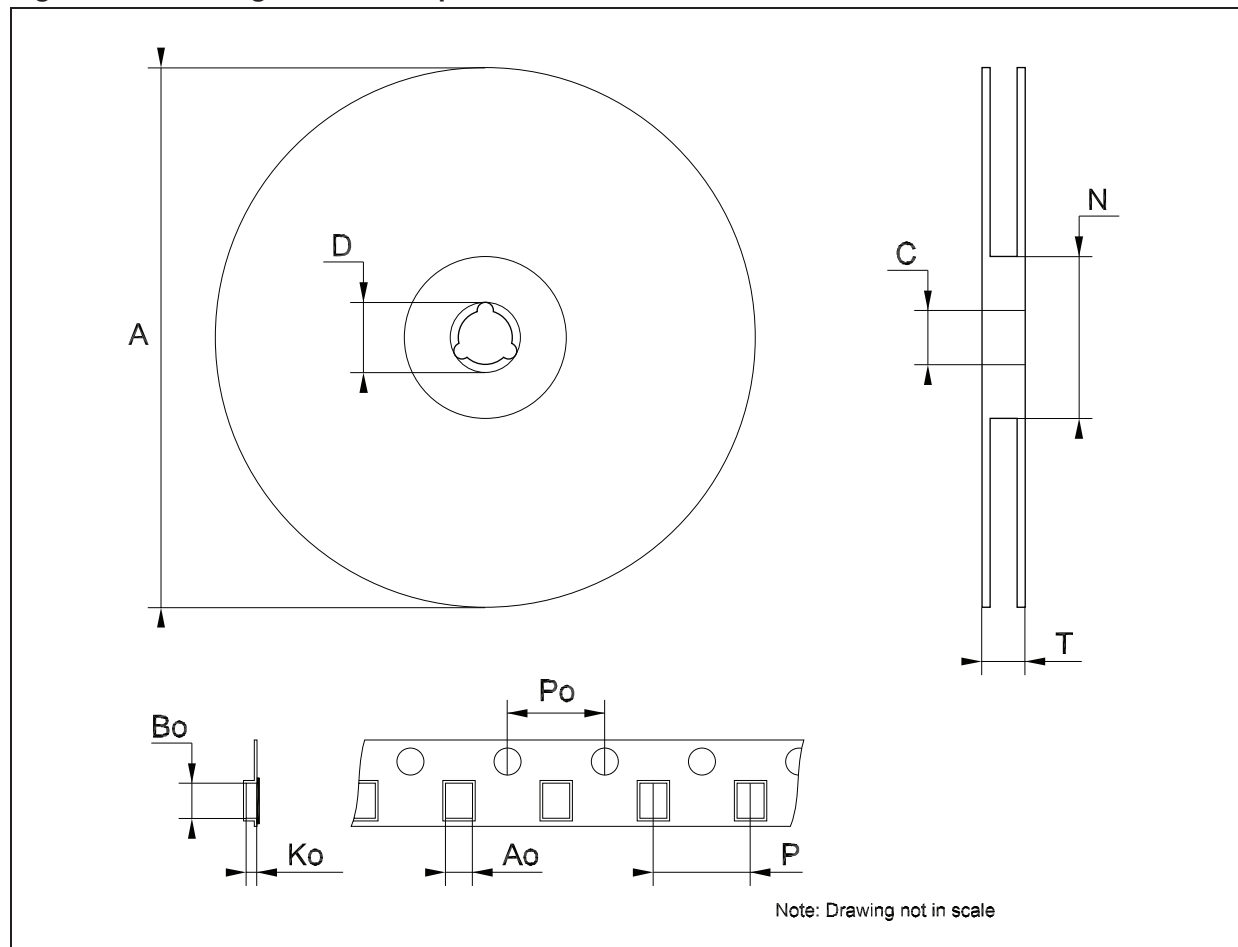
Table 30. D<sup>2</sup>PAK footprint data

Dim.	Values	
	mm.	inch.
A	12.20	0.480
B	9.75	0.384
C	16.90	0.665
D	3.50	0.138
E	1.60	0.063
F	2.54	0.100
G	5.08	0.200

Table 31. Tape and reel D<sup>2</sup>PAK mechanical data

Dim.	mm.			inch.		
	Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.
A			180			7.086
C	12.8	13.0	13.2	0.504	0.512	0.519
D	20.2			0.795		
N	60			2.362		
T			14.4			0.567
Ao	10.50	10.6	10.70	0.413	0.417	0.421
Bo	15.70	15.80	15.90	0.618	0.622	0.626
Ko	4.80	4.90	5.00	0.189	0.193	0.197
Po	3.9	4.0	4.1	0.153	0.157	0.161
P	11.9	12.0	12.1	0.468	0.472	0.476

Figure 47. Drawing dimension tape and reel for D<sup>2</sup>PAK





## 8 Order codes

Table 32. Order codes

Part numbers	Order codes				
	TO-220	DPAK	D <sup>2</sup> PAK	TO-220FP	TO-3
L7805					L7805T
L7805C	L7805CV	L7805CDT-TR	L7805CD2T-TR	L7805CP	L7805CT
L7806C	L7806CV		L7806CD2T-TR		L7806CT
L7808C	L7808CV		L7808CD2T-TR	L7808CP	
L7885C	L7885CV		L7885CD2T-TR <sup>(1)</sup>	L7885CP <sup>(1)</sup>	L7885CT <sup>(1)</sup>
L7809C	L7809CV		L7809CD2T-TR	L7809CP	
L7812C	L7812CV		L7812CD2T-TR	L7812CP	L7812CT
L7815C	L7815CV		L7815CD2T-TR	L7815CP	L7815CT
L7818C	L7818CV		L7818CD2T-TR <sup>(1)</sup>		L7818CT
L7824C	L7824CV		L7824CD2T-TR	L7824CP	L7824CT

1. Available on request.

## 9 Revision history

**Table 33. Document revision history**

Date	Revision	Changes
21-Jun-2004	12	Document updating.
03-Aug-2006	13	Order codes has been updated and new template.
19-Jan-2007	14	D <sup>2</sup> PAK mechanical data has been updated and add footprint data.
31-May-2007	15	Order codes has been updated.
29-Aug-2007	16	Added <a href="#">Table 1</a> in cover page.
11-Dec-2007	17	Modified: <a href="#">Table 32</a> .
06-Feb-2008	18	Added: TO-220 mechanical data <a href="#">Figure 38 on page 40</a> , <a href="#">Figure 39 on page 41</a> and <a href="#">Table 24 on page 42</a> . Modified: <a href="#">Table 32 on page 54</a> .
18-Mar-2008	19	Added: <a href="#">Table 27: DPAK mechanical data on page 47.</a> , <a href="#">Table 28: Tape and reel DPAK mechanical data on page 48</a> . Modified: <a href="#">Table 32 on page 54</a> .

**Please Read Carefully:**

Information in this document is provided solely in connection with ST products. STMicroelectronics NV and its subsidiaries ("ST") reserve the right to make changes, corrections, modifications or improvements, to this document, and the products and services described herein at any time, without notice.

All ST products are sold pursuant to ST's terms and conditions of sale.

Purchasers are solely responsible for the choice, selection and use of the ST products and services described herein, and ST assumes no liability whatsoever relating to the choice, selection or use of the ST products and services described herein.

No license, express or implied, by estoppel or otherwise, to any intellectual property rights is granted under this document. If any part of this document refers to any third party products or services it shall not be deemed a license grant by ST for the use of such third party products or services, or any intellectual property contained therein or considered as a warranty covering the use in any manner whatsoever of such third party products or services or any intellectual property contained therein.

**UNLESS OTHERWISE SET FORTH IN ST'S TERMS AND CONDITIONS OF SALE ST DISCLAIMS ANY EXPRESS OR IMPLIED WARRANTY WITH RESPECT TO THE USE AND/OR SALE OF ST PRODUCTS INCLUDING WITHOUT LIMITATION IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE (AND THEIR EQUIVALENTS UNDER THE LAWS OF ANY JURISDICTION), OR INFRINGEMENT OF ANY PATENT, COPYRIGHT OR OTHER INTELLECTUAL PROPERTY RIGHT.**

**UNLESS EXPRESSLY APPROVED IN WRITING BY AN AUTHORIZED ST REPRESENTATIVE, ST PRODUCTS ARE NOT RECOMMENDED, AUTHORIZED OR WARRANTED FOR USE IN MILITARY, AIR CRAFT, SPACE, LIFE SAVING, OR LIFE SUSTAINING APPLICATIONS, NOR IN PRODUCTS OR SYSTEMS WHERE FAILURE OR MALFUNCTION MAY RESULT IN PERSONAL INJURY, DEATH, OR SEVERE PROPERTY OR ENVIRONMENTAL DAMAGE. ST PRODUCTS WHICH ARE NOT SPECIFIED AS "AUTOMOTIVE GRADE" MAY ONLY BE USED IN AUTOMOTIVE APPLICATIONS AT USER'S OWN RISK.**

Resale of ST products with provisions different from the statements and/or technical features set forth in this document shall immediately void any warranty granted by ST for the ST product or service described herein and shall not create or extend in any manner whatsoever, any liability of ST.

ST and the ST logo are trademarks or registered trademarks of ST in various countries.

Information in this document supersedes and replaces all information previously supplied.

The ST logo is a registered trademark of STMicroelectronics. All other names are the property of their respective owners.

© 2008 STMicroelectronics - All rights reserved

STMicroelectronics group of companies

Australia - Belgium - Brazil - Canada - China - Czech Republic - Finland - France - Germany - Hong Kong - India - Israel - Italy - Japan - Malaysia - Malta - Morocco - Singapore - Spain - Sweden - Switzerland - United Kingdom - United States of America

[www.st.com](http://www.st.com)

---

# HD44780U (LCD-II)

(Dot Matrix Liquid Crystal Display Controller/Driver)

## HITACHI

ADE-207-272(Z)

'99.9

Rev. 0.0

---

### Description

The HD44780U dot-matrix liquid crystal display controller and driver LSI displays alphanumerics, Japanese kana characters, and symbols. It can be configured to drive a dot-matrix liquid crystal display under the control of a 4- or 8-bit microprocessor. Since all the functions such as display RAM, character generator, and liquid crystal driver, required for driving a dot-matrix liquid crystal display are internally provided on one chip, a minimal system can be interfaced with this controller/driver.

A single HD44780U can display up to one 8-character line or two 8-character lines.

The HD44780U has pin function compatibility with the HD44780S which allows the user to easily replace an LCD-II with an HD44780U. The HD44780U character generator ROM is extended to generate 208  $5 \times 8$  dot character fonts and 32  $5 \times 10$  dot character fonts for a total of 240 different character fonts.

The low power supply (2.7V to 5.5V) of the HD44780U is suitable for any portable battery-driven product requiring low power dissipation.

### Features

- $5 \times 8$  and  $5 \times 10$  dot matrix possible
- Low power operation support:
  - 2.7 to 5.5V
- Wide range of liquid crystal display driver power
  - 3.0 to 11V
- Liquid crystal drive waveform
  - A (One line frequency AC waveform)
- Correspond to high speed MPU bus interface
  - 2 MHz (when  $V_{CC} = 5V$ )
- 4-bit or 8-bit MPU interface enabled
- $80 \times 8$ -bit display RAM (80 characters max.)
- 9,920-bit character generator ROM for a total of 240 character fonts
  - 208 character fonts ( $5 \times 8$  dot)
  - 32 character fonts ( $5 \times 10$  dot)

---

## HD44780U

---

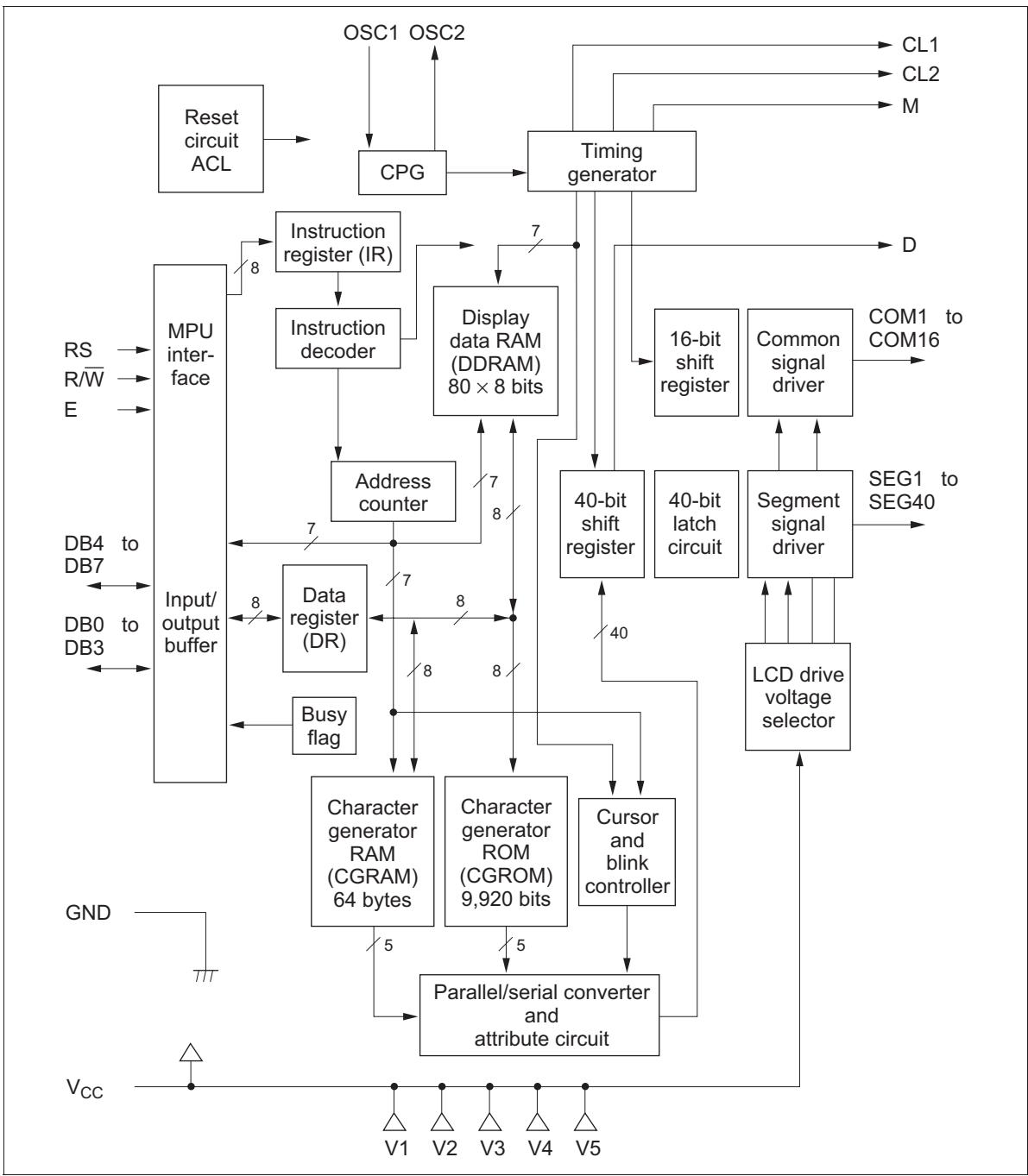
- 64 × 8-bit character generator RAM
  - 8 character fonts (5 × 8 dot)
  - 4 character fonts (5 × 10 dot)
- 16-common × 40-segment liquid crystal display driver
- Programmable duty cycles
  - 1/8 for one line of 5 × 8 dots with cursor
  - 1/11 for one line of 5 × 10 dots with cursor
  - 1/16 for two lines of 5 × 8 dots with cursor
- Wide range of instruction functions:
  - Display clear, cursor home, display on/off, cursor on/off, display character blink, cursor shift, display shift
- Pin function compatibility with HD44780S
- Automatic reset circuit that initializes the controller/driver after power on
- Internal oscillator with external resistors
- Low power consumption

### Ordering Information

Type No.	Package	CGROM
HD44780UA00FS HCD44780UA00 HD44780UA00TF	FP-80B Chip TFP-80F	Japanese standard font
HD44780UA02FS HCD44780UA02 HD44780UA02TF	FP-80B Chip TFP-80F	European standard font
HD44780UBxxFS HCD44780UBxx HD44780UBxxTF	FP-80B Chip TFP-80F	Custom font

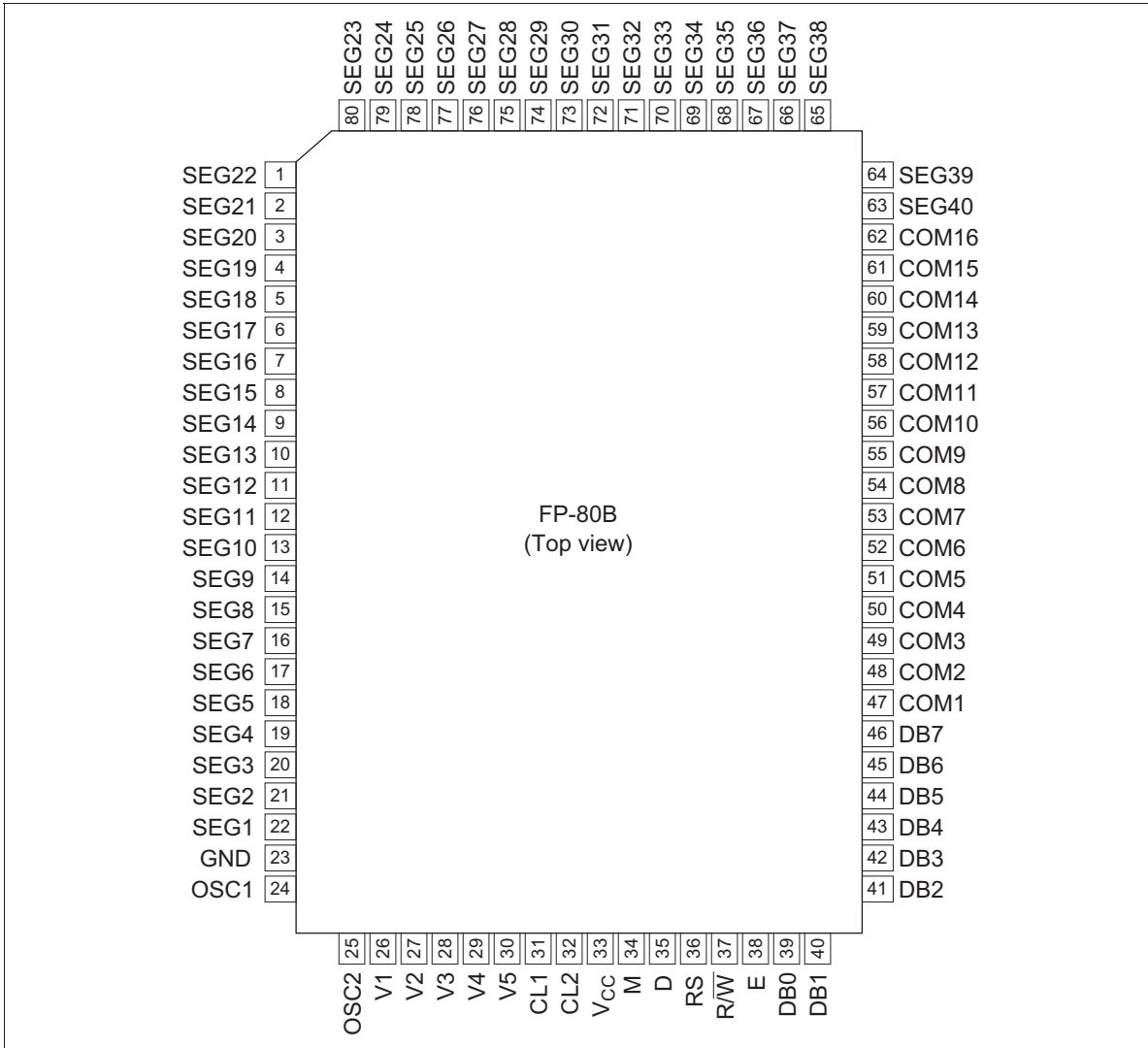
Note: xx: ROM code No.

HD44780U Block Diagram

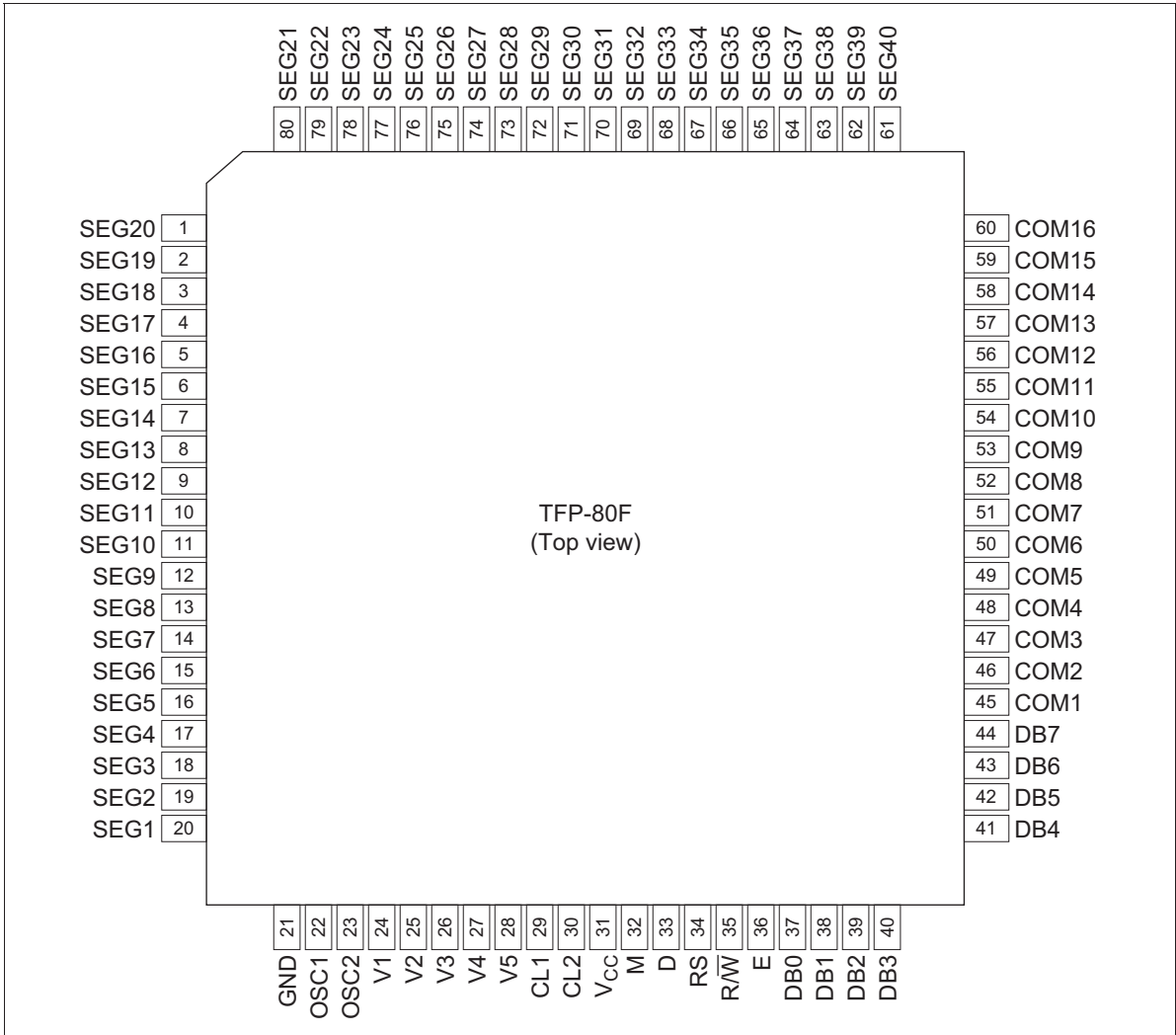


# HD44780U

## HD44780U Pin Arrangement (FP-80B)



HD44780U Pin Arrangement (TFP-80F)



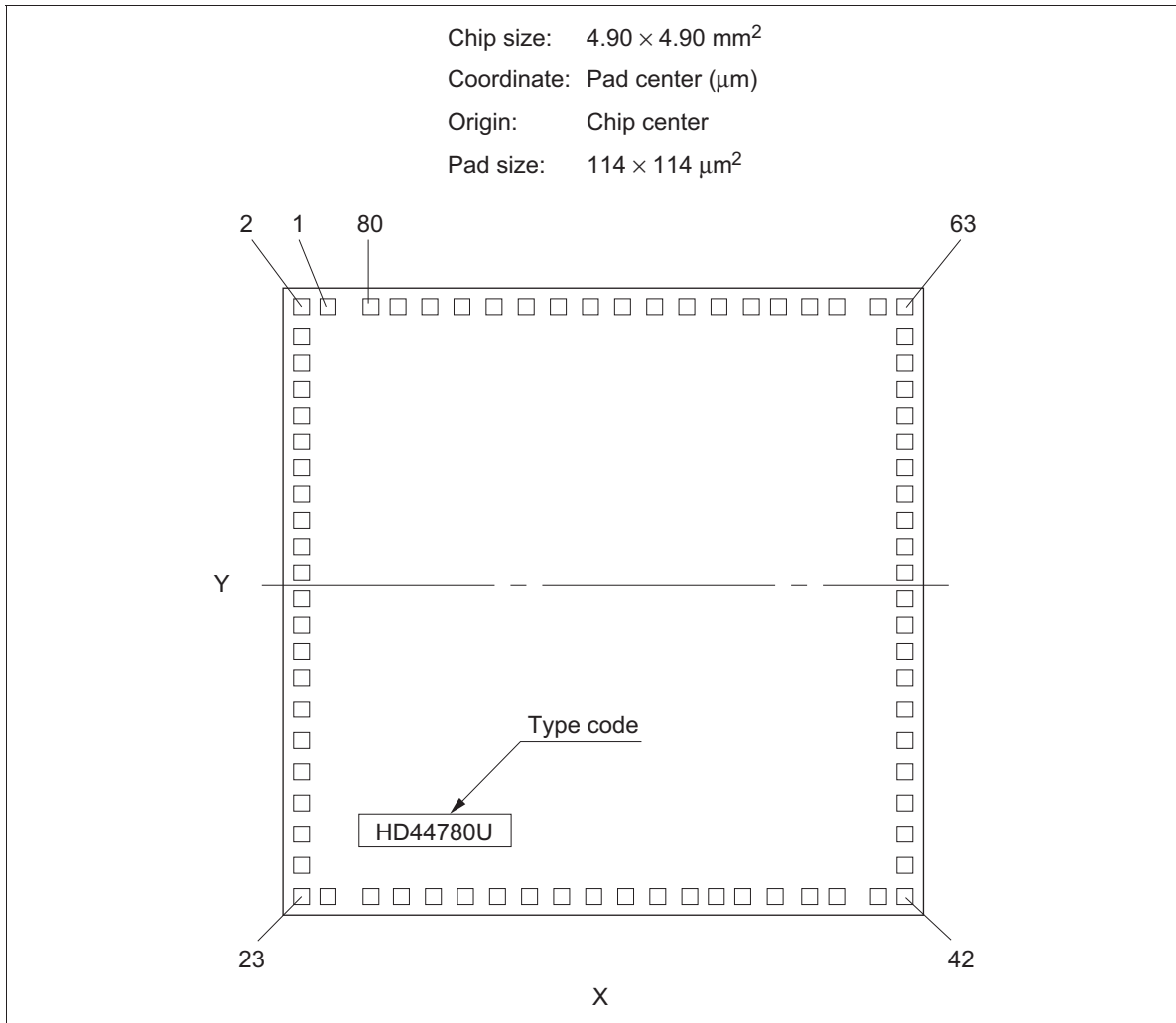


---

# HD44780U

---

## HD44780U Pad Arrangement



## HCD44780U Pad Location Coordinates

Pad No.	Function	Coordinate		Pad No.	Function	Coordinate	
		X (um)	Y (um)			X (um)	Y (um)
1	SEG22	-2100	2313	41	DB2	2070	-2290
2	SEG21	-2280	2313	42	DB3	2260	-2290
3	SEG20	-2313	2089	43	DB4	2290	-2099
4	SEG19	-2313	1833	44	DB5	2290	-1883
5	SEG18	-2313	1617	45	DB6	2290	-1667
6	SEG17	-2313	1401	46	DB7	2290	-1452
7	SEG16	-2313	1186	47	COM1	2313	-1186
8	SEG15	-2313	970	48	COM2	2313	-970
9	SEG14	-2313	755	49	COM3	2313	-755
10	SEG13	-2313	539	50	COM4	2313	-539
11	SEG12	-2313	323	51	COM5	2313	-323
12	SEG11	-2313	108	52	COM6	2313	-108
13	SEG10	-2313	-108	53	COM7	2313	108
14	SEG9	-2313	-323	54	COM8	2313	323
15	SEG8	-2313	-539	55	COM9	2313	539
16	SEG7	-2313	-755	56	COM10	2313	755
17	SEG6	-2313	-970	57	COM11	2313	970
18	SEG5	-2313	-1186	58	COM12	2313	1186
19	SEG4	-2313	-1401	59	COM13	2313	1401
20	SEG3	-2313	-1617	60	COM14	2313	1617
21	SEG2	-2313	-1833	61	COM15	2313	1833
22	SEG1	-2313	-2073	62	COM16	2313	2095
23	GND	-2280	-2290	63	SEG40	2296	2313
24	OSC1	-2080	-2290	64	SEG39	2100	2313
25	OSC2	-1749	-2290	65	SEG38	1617	2313
26	V1	-1550	-2290	66	SEG37	1401	2313
27	V2	-1268	-2290	67	SEG36	1186	2313
28	V3	-941	-2290	68	SEG35	970	2313
29	V4	-623	-2290	69	SEG34	755	2313
30	V5	-304	-2290	70	SEG33	539	2313
31	CL1	-48	-2290	71	SEG32	323	2313
32	CL2	142	-2290	72	SEG31	108	2313
33	V <sub>cc</sub>	309	-2290	73	SEG30	-108	2313
34	M	475	-2290	74	SEG29	-323	2313
35	D	665	-2290	75	SEG28	-539	2313
36	RS	832	-2290	76	SEG27	-755	2313
37	R $\bar{W}$	1022	-2290	77	SEG26	-970	2313
38	E	1204	-2290	78	SEG25	-1186	2313
39	DB0	1454	-2290	79	SEG24	-1401	2313
40	DB1	1684	-2290	80	SEG23	-1617	2313

---

## HD44780U

---

### Pin Functions

Signal	No. of Lines	I/O	Device Interfaced with	Function
RS	1	I	MPU	Selects registers. 0: Instruction register (for write) Busy flag: address counter (for read) 1: Data register (for write and read)
R/W	1	I	MPU	Selects read or write. 0: Write 1: Read
E	1	I	MPU	Starts data read/write.
DB4 to DB7	4	I/O	MPU	Four high order bidirectional tristate data bus pins. Used for data transfer and receive between the MPU and the HD44780U. DB7 can be used as a busy flag.
DB0 to DB3	4	I/O	MPU	Four low order bidirectional tristate data bus pins. Used for data transfer and receive between the MPU and the HD44780U. These pins are not used during 4-bit operation.
CL1	1	O	Extension driver	Clock to latch serial data D sent to the extension driver
CL2	1	O	Extension driver	Clock to shift serial data D
M	1	O	Extension driver	Switch signal for converting the liquid crystal drive waveform to AC
D	1	O	Extension driver	Character pattern data corresponding to each segment signal
COM1 to COM16	16	O	LCD	Common signals that are not used are changed to non-selection waveforms. COM9 to COM16 are non-selection waveforms at 1/8 duty factor and COM12 to COM16 are non-selection waveforms at 1/11 duty factor.
SEG1 to SEG40	40	O	LCD	Segment signals
V1 to V5	5	—	Power supply	Power supply for LCD drive $V_{CC} - V5 = 11\text{ V (max)}$
$V_{CC}$ , GND	2	—	Power supply	$V_{CC}$ : 2.7V to 5.5V, GND: 0V
OSC1, OSC2	2	—	Oscillation resistor clock	When crystal oscillation is performed, a resistor must be connected externally. When the pin input is an external clock, it must be input to OSC1.

## Function Description

### Registers

The HD44780U has two 8-bit registers, an instruction register (IR) and a data register (DR).

The IR stores instruction codes, such as display clear and cursor shift, and address information for display data RAM (DDRAM) and character generator RAM (CGRAM). The IR can only be written from the MPU.

The DR temporarily stores data to be written into DDRAM or CGRAM and temporarily stores data to be read from DDRAM or CGRAM. Data written into the DR from the MPU is automatically written into DDRAM or CGRAM by an internal operation. The DR is also used for data storage when reading data from DDRAM or CGRAM. When address information is written into the IR, data is read and then stored into the DR from DDRAM or CGRAM by an internal operation. Data transfer between the MPU is then completed when the MPU reads the DR. After the read, data in DDRAM or CGRAM at the next address is sent to the DR for the next read from the MPU. By the register selector (RS) signal, these two registers can be selected (Table 1).

### Busy Flag (BF)

When the busy flag is 1, the HD44780U is in the internal operation mode, and the next instruction will not be accepted. When  $RS = 0$  and  $R/\overline{W} = 1$  (Table 1), the busy flag is output to DB7. The next instruction must be written after ensuring that the busy flag is 0.

### Address Counter (AC)

The address counter (AC) assigns addresses to both DDRAM and CGRAM. When an address of an instruction is written into the IR, the address information is sent from the IR to the AC. Selection of either DDRAM or CGRAM is also determined concurrently by the instruction.

After writing into (reading from) DDRAM or CGRAM, the AC is automatically incremented by 1 (decremented by 1). The AC contents are then output to DB0 to DB6 when  $RS = 0$  and  $R/\overline{W} = 1$  (Table 1).

**Table 1 Register Selection**

<b>RS</b>	<b>R/<math>\overline{W}</math></b>	<b>Operation</b>
0	0	IR write as an internal operation (display clear, etc.)
0	1	Read busy flag (DB7) and address counter (DB0 to DB6)
1	0	DR write as an internal operation (DR to DDRAM or CGRAM)
1	1	DR read as an internal operation (DDRAM or CGRAM to DR)

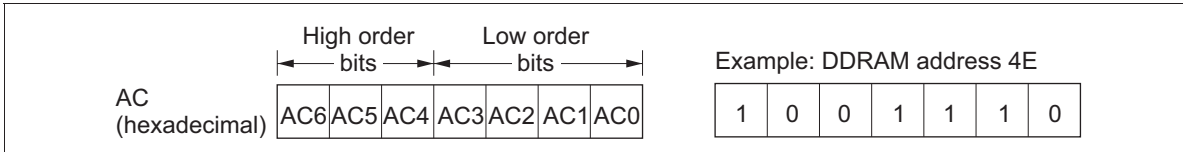
# HD44780U

## Display Data RAM (DDRAM)

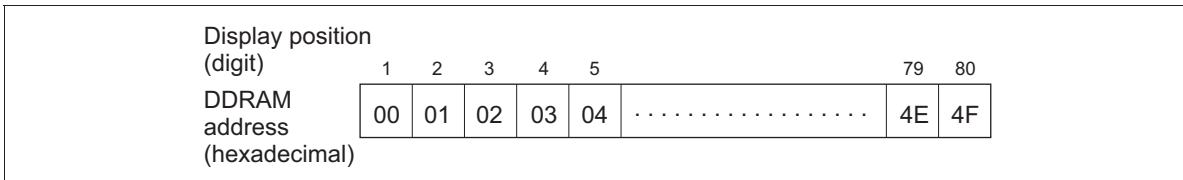
Display data RAM (DDRAM) stores display data represented in 8-bit character codes. Its extended capacity is  $80 \times 8$  bits, or 80 characters. The area in display data RAM (DDRAM) that is not used for display can be used as general data RAM. See Figure 1 for the relationships between DDRAM addresses and positions on the liquid crystal display.

The DDRAM address ( $A_{DD}$ ) is set in the address counter (AC) as hexadecimal.

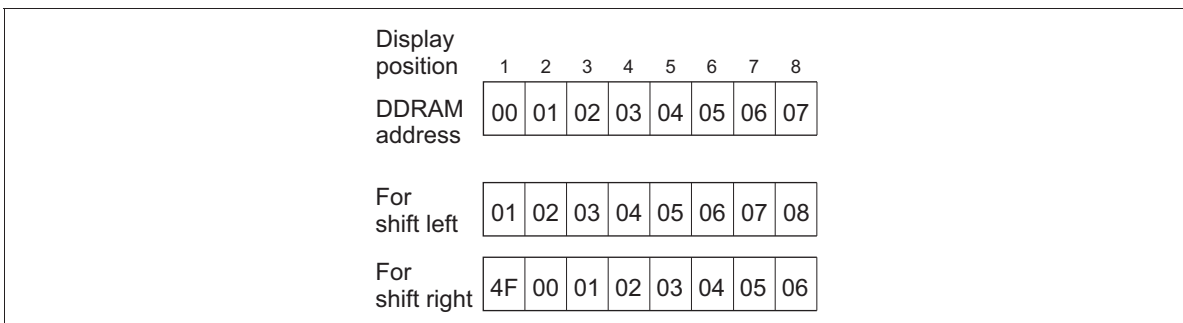
- 1-line display ( $N = 0$ ) (Figure 2)
  - When there are fewer than 80 display characters, the display begins at the head position. For example, if using only the HD44780, 8 characters are displayed. See Figure 3.
  - When the display shift operation is performed, the DDRAM address shifts. See Figure 3.



**Figure 1 DDRAM Address**



**Figure 2 1-Line Display**



**Figure 3 1-Line by 8-Character Display Example**

- 2-line display (N = 1) (Figure 4)
  - Case 1: When the number of display characters is less than  $40 \times 2$  lines, the two lines are displayed from the head. Note that the first line end address and the second line start address are not consecutive. For example, when just the HD44780 is used, 8 characters  $\times$  2 lines are displayed. See Figure 5.

When display shift operation is performed, the DDRAM address shifts. See Figure 5.

Display position	1	2	3	4	5	.....	39	40
DDRAM address (hexadecimal)	00	01	02	03	04	.....	26	27
	40	41	42	43	44	.....	66	67

Figure 4 2-Line Display

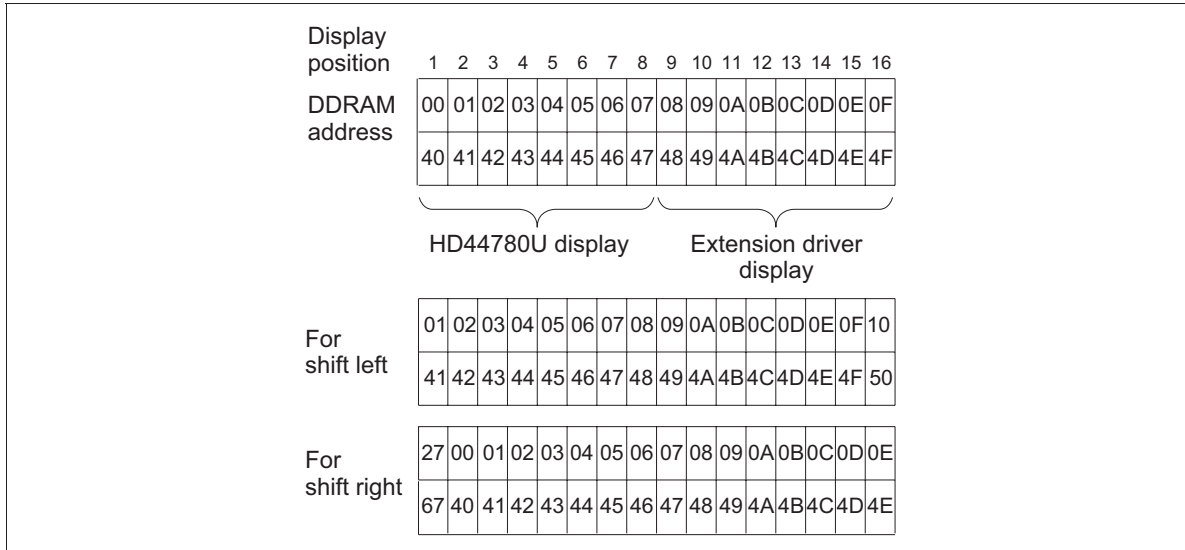
Display position	1	2	3	4	5	6	7	8
DDRAM address	00	01	02	03	04	05	06	07
	40	41	42	43	44	45	46	47
For shift left	01	02	03	04	05	06	07	08
	41	42	43	44	45	46	47	48
For shift right	27	00	01	02	03	04	05	06
	67	40	41	42	43	44	45	46

Figure 5 2-Line by 8-Character Display Example

## HD44780U

— Case 2: For a 16-character × 2-line display, the HD44780 can be extended using one 40-output extension driver. See Figure 6.

When display shift operation is performed, the DDRAM address shifts. See Figure 6.



**Figure 6 2-Line by 16-Character Display Example**

**Character Generator ROM (CGROM)**

The character generator ROM generates  $5 \times 8$  dot or  $5 \times 10$  dot character patterns from 8-bit character codes (Table 4). It can generate 208  $5 \times 8$  dot character patterns and 32  $5 \times 10$  dot character patterns. User-defined character patterns are also available by mask-programmed ROM.

**Character Generator RAM (CGRAM)**

In the character generator RAM, the user can rewrite character patterns by program. For  $5 \times 8$  dots, eight character patterns can be written, and for  $5 \times 10$  dots, four character patterns can be written.

Write into DDRAM the character codes at the addresses shown as the left column of Table 4 to show the character patterns stored in CGRAM.

See Table 5 for the relationship between CGRAM addresses and data and display patterns.

Areas that are not used for display can be used as general data RAM.

**Modifying Character Patterns**

- Character pattern development procedure

The following operations correspond to the numbers listed in Figure 7:

1. Determine the correspondence between character codes and character patterns.
2. Create a listing indicating the correspondence between EPROM addresses and data.
3. Program the character patterns into the EPROM.
4. Send the EPROM to Hitachi.
5. Computer processing on the EPROM is performed at Hitachi to create a character pattern listing, which is sent to the user.
6. If there are no problems within the character pattern listing, a trial LSI is created at Hitachi and samples are sent to the user for evaluation. When it is confirmed by the user that the character patterns are correctly written, mass production of the LSI proceeds at Hitachi.



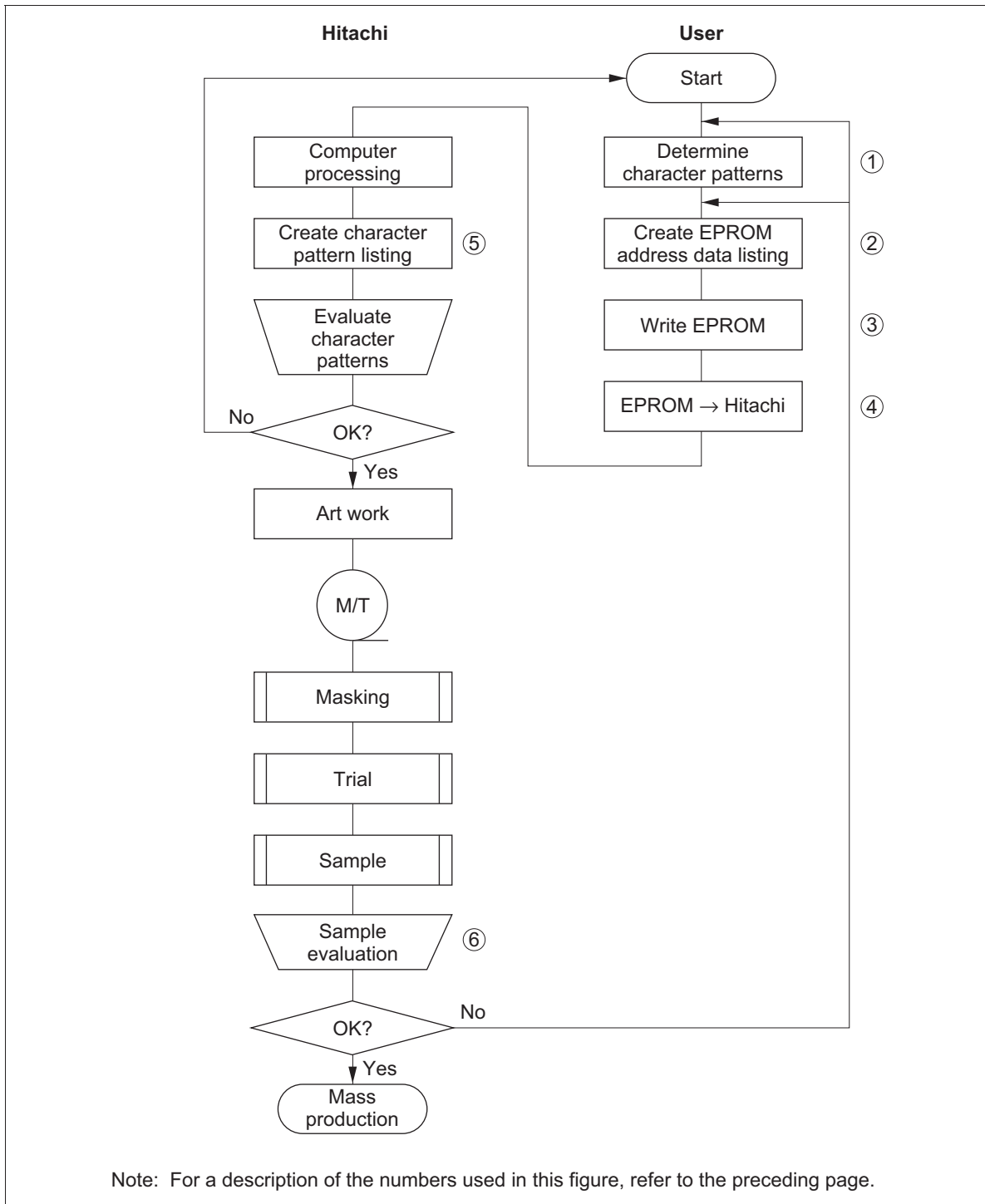


Figure 7 Character Pattern Development Procedure

• Programming character patterns

This section explains the correspondence between addresses and data used to program character patterns in EPROM. The HD44780U character generator ROM can generate 208 5 × 8 dot character patterns and 32 5 × 10 dot character patterns for a total of 240 different character patterns.

— Character patterns

EPROM address data and character pattern data correspond with each other to form a 5 × 8 or 5 × 10 dot character pattern (Tables 2 and 3).

**Table 2 Example of Correspondence between EPROM Address Data and Character Pattern (5 × 8 Dots)**

EPROM Address										Data						
A11	A10	A9	A8	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0	O4	O3	O2	O1	O0
								0	0	0	0	1	0	0	0	0
								0	0	0	1	1	0	0	0	0
								0	0	1	0	1	0	1	1	0
								0	0	1	1	1	1	0	0	1
								0	1	0	0	1	0	0	0	1
								0	1	0	1	1	0	0	0	1
								0	1	1	0	1	1	1	1	0
								0	1	1	1	0	0	0	0	0
								1	0	0	0	0	0	0	0	0
								1	0	0	1	0	0	0	0	0
								1	0	1	0	0	0	0	0	0
								1	0	1	1	0	0	0	0	0
								1	1	0	0	0	0	0	0	0
								1	1	0	1	0	0	0	0	0
								1	1	1	0	0	0	0	0	0
								1	1	1	1	0	0	0	0	0

← Cursor position

Character code                      Line position

- Notes:
1. EPROM addresses A11 to A4 correspond to a character code.
  2. EPROM addresses A3 to A0 specify a line position of the character pattern.
  3. EPROM data O4 to O0 correspond to character pattern data.
  4. EPROM data O5 to O7 must be specified as 0.
  5. A lit display position (black) corresponds to a 1.
  6. Line 9 and the following lines must be blanked with 0s for a 5 × 8 dot character fonts.

# HD44780U

— Handling unused character patterns

1. EPROM data outside the character pattern area: Always input 0s.
2. EPROM data in CGRAM area: Always input 0s. (Input 0s to EPROM addresses 00H to FFH.)
3. EPROM data used when the user does not use any HD44780U character pattern: According to the user application, handled in one of the two ways listed as follows.
  - a. When unused character patterns are not programmed: If an unused character code is written into DDRAM, all its dots are lit. By not programing a character pattern, all of its bits become lit. (This is due to the EPROM being filled with 1s after it is erased.)
  - b. When unused character patterns are programmed as 0s: Nothing is displayed even if unused character codes are written into DDRAM. (This is equivalent to a space.)

**Table 3 Example of Correspondence between EPROM Address Data and Character Pattern (5 × 10 Dots)**

EPROM Address										Data						
A11	A10	A9	A8	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0	O4	O3	O2	O1	O0
								0	0	0	0	0	0	0	0	0
								0	0	0	1	0	0	0	0	0
								0	0	1	0	0	1	1	0	1
								0	0	1	1	1	0	0	1	1
								0	1	0	0	1	0	0	0	1
								0	1	0	1	1	0	0	0	1
								0	1	1	0	0	1	1	1	1
0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1
								1	0	0	0	0	0	0	0	1
								1	0	0	1	0	0	0	0	1
								1	0	1	0	0	0	0	0	0
								1	0	1	1	0	0	0	0	0
								1	1	0	0	0	0	0	0	0
								1	1	0	1	0	0	0	0	0
								1	1	1	0	0	0	0	0	0
								1	1	1	1	0	0	0	0	0

Character code                      Line position

← Cursor position

- Notes:
1. EPROM addresses A11 to A3 correspond to a character code.
  2. EPROM addresses A3 to A0 specify a line position of the character pattern.
  3. EPROM data O4 to O0 correspond to character pattern data.
  4. EPROM data O5 to O7 must be specified as 0.
  5. A lit display position (black) corresponds to a 1.
  6. Line 11 and the following lines must be blanked with 0s for a 5 × 10 dot character fonts.

Table 4 Correspondence between Character Codes and Character Patterns (ROM Code: A00)

Lower 4 Bits \ Upper 4 Bits	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111
xxxx0000	CG RAM (1)		0	a	P	`	P				-	9	3	e	p	
xxxx0001	(2)		!	1	A	Q	a	9			u	7	*	4	ä	q
xxxx0010	(3)		"	2	B	R	b	r			r	i	u	x	ß	ø
xxxx0011	(4)		#	3	C	S	c	s			j	o	t	e	z	ø
xxxx0100	(5)		\$	4	D	T	d	t			\	i	t	†	μ	Ω
xxxx0101	(6)		%	5	E	U	e	u			=	o	†	1	ς	ü
xxxx0110	(7)		&	6	F	V	f	v			7	o	2	3	ρ	Σ
xxxx0111	(8)		'	7	G	W	g	w			7	*	7	9	g	π
xxxx1000	(1)		(	8	H	X	h	x			4	o	*	9	r	×
xxxx1001	(2)		)	9	I	Y	i	y			o	7	9	6	“	y
xxxx1010	(3)		*	:	J	Z	j	z			i	o	9	6	j	z
xxxx1011	(4)		+	;	K	L	k	l			*	o	6	o	*	z
xxxx1100	(5)		,	<	L	*	1	1			o	9	7	7	φ	z
xxxx1101	(6)		-	=	M	I	m	}			u	z	^	o	t	÷
xxxx1110	(7)		.	>	N	^	n	→			o	e	o	^	ñ	
xxxx1111	(8)		/	?	O	_	o	+			u	9	7	°	ö	

Note: The user can specify any pattern for character-generator RAM.

# HD44780U

Table 4 Correspondence between Character Codes and Character Patterns (ROM Code: A02)

Lower 4 Bits \ Upper 4 Bits		0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111
xxxx0000	CG RAM (1)	⬆	⬆	0	a	P	`	P	E	o		o	À	0	à	ä	ÿ
xxxx0001	(2)	⬆	!	1	A	Q	a	9	A	⬆	i	±	À	Ñ	á	ñ	
xxxx0010	(3)	“	”	2	B	R	b	r	W	Γ	o	?	À	ò	â	ò	
xxxx0011	(4)	”	#	3	C	S	c	s	3	π	€	?	À	ó	ã	ó	
xxxx0100	(5)	⬆	\$	4	D	T	d	t	H	Σ	κ	κ	À	ô	ä	ô	
xxxx0101	(6)	⬆	%	5	E	U	e	u	ñ	σ	≠	≠	À	õ	å	õ	
xxxx0110	(7)	⬆	&	6	F	V	f	v	J	⬆	!	9	À	ö	æ	ö	
xxxx0111	(8)	⬆	'	7	G	W	g	w	π	τ	8	.	À	×	ç	÷	
xxxx1000	(1)	↑	(	8	H	X	h	x	Y	⬆	⬆	o	À	è	ê	è	⬆
xxxx1001	(2)	↓	)	9	I	Y	i	y	U	⬆	⬆	!	À	é	ù	é	ù
xxxx1010	(3)	→	*	:	J	Z	j	z	4	o	o	o	À	ê	ú	ê	ú
xxxx1011	(4)	←	+	;	K	[	k	[	W	8	8	8	À	ë	û	ë	û
xxxx1100	(5)	⬆	,	<	L	\	l	l	W	8	8	8	À	ì	ü	ì	ü
xxxx1101	(6)	⬆	-	=	M	]m	]m	]m	b	⬆	⬆	⬆	À	í	ý	í	ý
xxxx1110	(7)	⬆	.	>	N	^	n	~	W	8	8	8	À	î	ÿ	î	ÿ
xxxx1111	(8)	⬆	/	?	O	_	o	o	o	o	o	o	À	ï	ÿ	ï	ÿ

**Table 5 Relationship between CGRAM Addresses, Character Codes (DDRAM) and Character Patterns (CGRAM Data)**

For 5 × 8 dot character patterns

Character Codes (DDRAM data)								CGRAM Address						Character Patterns (CGRAM data)										
7	6	5	4	3	2	1	0	5	4	3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0			
High				Low				High			Low			High				Low						
0 0 0 0 * 0 0 0								0 0 0						* * *				1	1	1	1	0	Character pattern (1)	
														↑				1	0	0	0	1		
														↓				1	0	0	0	1		
														↓				1	1	1	1	0		
														↓				1	0	1	0	0		
														↓				1	0	0	1	0		
														↓				1	0	0	0	1		
														↓				* * *	0	0	0	0		0
0 0 0 0 * 0 0 1								0 0 1						* * *				1	0	0	0	1	Character pattern (2)	
														↑				0	1	0	1	0		
														↓				1	1	1	1	1		
														↓				0	0	1	0	0		
														↓				1	1	1	1	1		
														↓				0	0	1	0	0		
														↓				0	0	1	0	0		
														↓				* * *	0	0	0	0		0
0 0 0 0 * 1 1 1								1 1 1						* * *										
														↑										
														↓										
														↓										
														↓										
														↓										
														↓										
														↓				* * *						

- Notes:
- Character code bits 0 to 2 correspond to CGRAM address bits 3 to 5 (3 bits: 8 types).
  - CGRAM address bits 0 to 2 designate the character pattern line position. The 8th line is the cursor position and its display is formed by a logical OR with the cursor.  
Maintain the 8th line data, corresponding to the cursor display position, at 0 as the cursor display. If the 8th line data is 1, 1 bits will light up the 8th line regardless of the cursor presence.
  - Character pattern row positions correspond to CGRAM data bits 0 to 4 (bit 4 being at the left).
  - As shown Table 5, CGRAM character patterns are selected when character code bits 4 to 7 are all 0. However, since character code bit 3 has no effect, the R display example above can be selected by either character code 00H or 08H.
  - 1 for CGRAM data corresponds to display selection and 0 to non-selection.
- \* Indicates no effect.

**Table 5 Relationship between CGRAM Addresses, Character Codes (DDRAM) and Character Patterns (CGRAM Data) (cont)**

For 5 × 10 dot character patterns

Character Codes (DDRAM data)		CGRAM Address		Character Patterns (CGRAM data)		
7 6 5 4 3 2 1 0		5 4 3 2 1 0		7 6 5 4 3 2 1 0		
High Low		High Low		High Low		
0 0 0 0 * 0 0 *		0 0	0 0 0 0	* * *	0 0 0 0 0	} Character pattern
			0 0 0 1	↑	0 0 0 0 0	
			0 0 1 0		1 0 1 1 0	
			0 0 1 1		1 1 0 0 1	
			0 1 0 0		1 0 0 0 1	
			0 1 0 1		1 0 0 0 1	
			0 1 1 0		1 1 1 1 0	
			0 1 1 1		1 0 0 0 0	
			1 0 0 0		1 0 0 0 0	
			1 0 0 1		1 0 0 0 0	
			1 0 1 0		1 0 0 0 0	
* * *		0 0 0 0 0				
1 0 1 1		1 1	1 0 1 1	* * *	* * * * *	
			1 1 0 0	↑	* * * * *	
			1 1 0 1	↓	* * * * *	
			1 1 1 0		* * * * *	
			1 1 1 1		* * * * *	
0 0 0 0		0 0	0 0 0 0	* * *		
			0 0 0 1	↑		
0 0 0 0 * 1 1 *		1 1	1 0 0 1	↓	* * *	
			1 0 1 0		* * * * *	
			1 0 1 1		* * * * *	
			1 1 0 0	↑	* * * * *	
			1 1 1 0	↓	* * * * *	
1 1 1 1		* * * * *				

- Notes:
- Character code bits 1 and 2 correspond to CGRAM address bits 4 and 5 (2 bits: 4 types).
  - CGRAM address bits 0 to 3 designate the character pattern line position. The 11th line is the cursor position and its display is formed by a logical OR with the cursor.  
Maintain the 11th line data corresponding to the cursor display position at 0 as the cursor display. If the 11th line data is "1", "1" bits will light up the 11th line regardless of the cursor presence. Since lines 12 to 16 are not used for display, they can be used for general data RAM.
  - Character pattern row positions are the same as 5 × 8 dot character pattern positions.
  - CGRAM character patterns are selected when character code bits 4 to 7 are all 0.  
However, since character code bits 0 and 3 have no effect, the P display example above can be selected by character codes 00H, 01H, 08H, and 09H.
  - 1 for CGRAM data corresponds to display selection and 0 to non-selection.
- \* Indicates no effect.

**Timing Generation Circuit**

The timing generation circuit generates timing signals for the operation of internal circuits such as DDRAM, CGROM and CGRAM. RAM read timing for display and internal operation timing by MPU access are generated separately to avoid interfering with each other. Therefore, when writing data to DDRAM, for example, there will be no undesirable interferences, such as flickering, in areas other than the display area.

**Liquid Crystal Display Driver Circuit**

The liquid crystal display driver circuit consists of 16 common signal drivers and 40 segment signal drivers. When the character font and number of lines are selected by a program, the required common signal drivers automatically output drive waveforms, while the other common signal drivers continue to output non-selection waveforms.

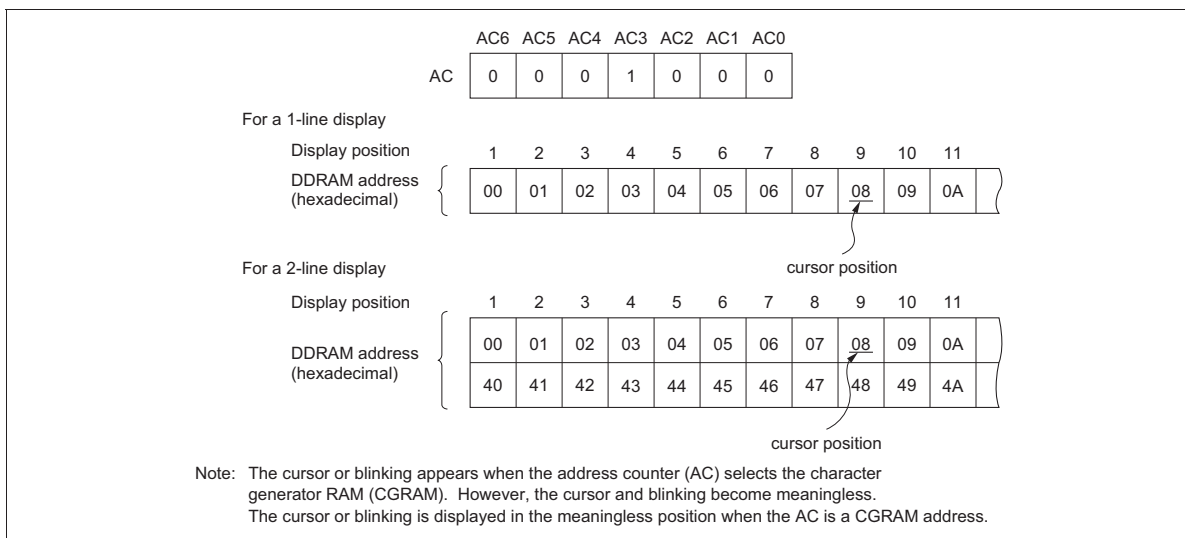
Sending serial data always starts at the display data character pattern corresponding to the last address of the display data RAM (DDRAM).

Since serial data is latched when the display data character pattern corresponding to the starting address enters the internal shift register, the HD44780U drives from the head display.

**Cursor/Blink Control Circuit**

The cursor/blink control circuit generates the cursor or character blinking. The cursor or the blinking will appear with the digit located at the display data RAM (DDRAM) address set in the address counter (AC).

For example (Figure 8), when the address counter is 08H, the cursor position is displayed at DDRAM address 08H.



**Figure 8 Cursor/Blink Display Example**



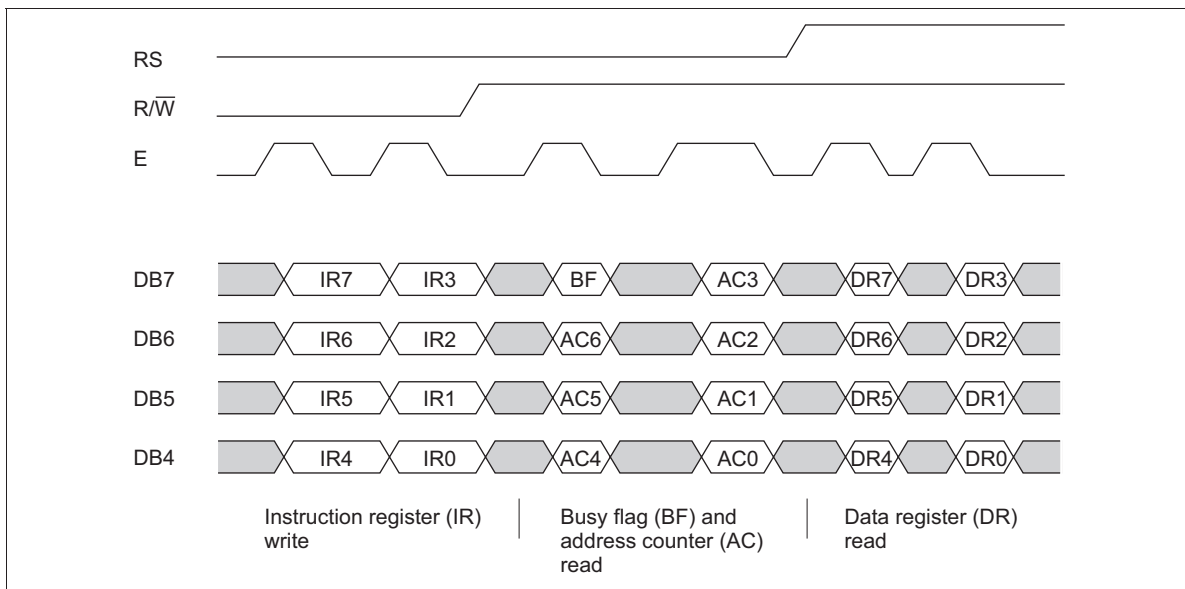
## Interfacing to the MPU

The HD44780U can send data in either two 4-bit operations or one 8-bit operation, thus allowing interfacing with 4- or 8-bit MPUs.

- For 4-bit interface data, only four bus lines (DB4 to DB7) are used for transfer. Bus lines DB0 to DB3 are disabled. The data transfer between the HD44780U and the MPU is completed after the 4-bit data has been transferred twice. As for the order of data transfer, the four high order bits (for 8-bit operation, DB4 to DB7) are transferred before the four low order bits (for 8-bit operation, DB0 to DB3).

The busy flag must be checked (one instruction) after the 4-bit data has been transferred twice. Two more 4-bit operations then transfer the busy flag and address counter data.

- For 8-bit interface data, all eight bus lines (DB0 to DB7) are used.



**Figure 9 4-Bit Transfer Example**

## Reset Function

### Initializing by Internal Reset Circuit

An internal reset circuit automatically initializes the HD44780U when the power is turned on. The following instructions are executed during the initialization. The busy flag (BF) is kept in the busy state until the initialization ends (BF = 1). The busy state lasts for 10 ms after  $V_{CC}$  rises to 4.5 V.

1. Display clear
2. Function set:
  - DL = 1; 8-bit interface data
  - N = 0; 1-line display
  - F = 0; 5 × 8 dot character font
3. Display on/off control:
  - D = 0; Display off
  - C = 0; Cursor off
  - B = 0; Blinking off
4. Entry mode set:
  - I/D = 1; Increment by 1
  - S = 0; No shift

Note: If the electrical characteristics conditions listed under the table Power Supply Conditions Using Internal Reset Circuit are not met, the internal reset circuit will not operate normally and will fail to initialize the HD44780U. For such a case, initialization must be performed by the MPU as explained in the section, Initializing by Instruction.

## Instructions

### Outline

Only the instruction register (IR) and the data register (DR) of the HD44780U can be controlled by the MPU. Before starting the internal operation of the HD44780U, control information is temporarily stored into these registers to allow interfacing with various MPUs, which operate at different speeds, or various peripheral control devices. The internal operation of the HD44780U is determined by signals sent from the MPU. These signals, which include register selection signal (RS), read/

write signal ( $R/\overline{W}$ ), and the data bus (DB0 to DB7), make up the HD44780U instructions (Table 6). There are four categories of instructions that:

- Designate HD44780U functions, such as display format, data length, etc.
- Set internal RAM addresses
- Perform data transfer with internal RAM
- Perform miscellaneous functions

## HD44780U

Normally, instructions that perform data transfer with internal RAM are used the most. However, auto-incrementation by 1 (or auto-decrementation by 1) of internal HD44780U RAM addresses after each data write can lighten the program load of the MPU. Since the display shift instruction (Table 11) can perform concurrently with display data write, the user can minimize system development time with maximum programming efficiency.

When an instruction is being executed for internal operation, no instruction other than the busy flag/address read instruction can be executed.

Because the busy flag is set to 1 while an instruction is being executed, check it to make sure it is 0 before sending another instruction from the MPU.

Note: Be sure the HD44780U is not in the busy state (BF = 0) before sending an instruction from the MPU to the HD44780U. If an instruction is sent without checking the busy flag, the time between the first instruction and next instruction will take much longer than the instruction time itself. Refer to Table 6 for the list of each instruction execution time.

**Table 6 Instructions**

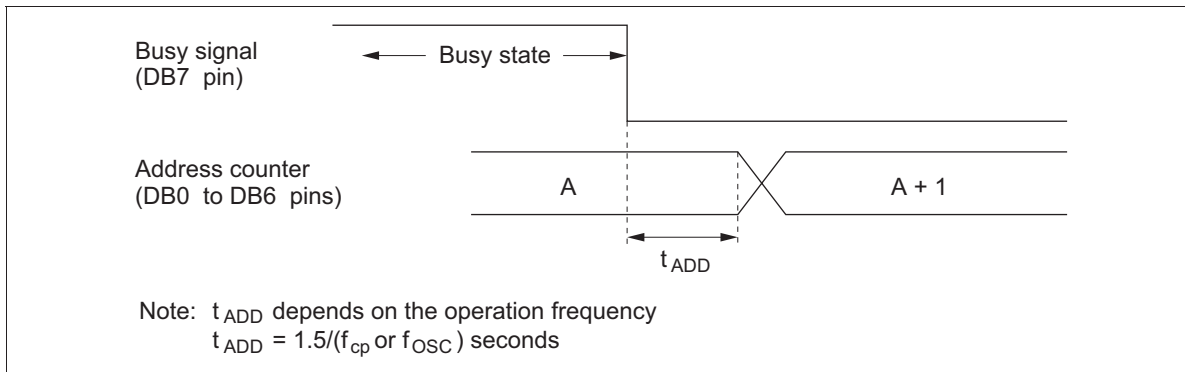
Instruction	Code										Description	Execution Time (max) (when $f_{cp}$ or $f_{osc}$ is 270 kHz)
	RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0		
Clear display	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	Clears entire display and sets DDRAM address 0 in address counter.	
Return home	0	0	0	0	0	0	0	0	1	—	Sets DDRAM address 0 in address counter. Also returns display from being shifted to original position. DDRAM contents remain unchanged.	1.52 ms
Entry mode set	0	0	0	0	0	0	0	1	I/D	S	Sets cursor move direction and specifies display shift. These operations are performed during data write and read.	37 $\mu$ s
Display on/off control	0	0	0	0	0	0	1	D	C	B	Sets entire display (D) on/off, cursor on/off (C), and blinking of cursor position character (B).	37 $\mu$ s
Cursor or display shift	0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	—	—	Moves cursor and shifts display without changing DDRAM contents.	37 $\mu$ s
Function set	0	0	0	0	1	DL	N	F	—	—	Sets interface data length (DL), number of display lines (N), and character font (F).	37 $\mu$ s
Set CGRAM address	0	0	0	1	ACG	ACG	ACG	ACG	ACG	ACG	Sets CGRAM address. CGRAM data is sent and received after this setting.	37 $\mu$ s
Set DDRAM address	0	0	1	ADD	ADD	ADD	ADD	ADD	ADD	ADD	Sets DDRAM address. DDRAM data is sent and received after this setting.	37 $\mu$ s
Read busy flag & address	0	1	BF	AC	AC	AC	AC	AC	AC	AC	Reads busy flag (BF) indicating internal operation is being performed and reads address counter contents.	0 $\mu$ s

**Table 6 Instructions (cont)**

Instruction	Code										Description	Execution Time (max) (when $f_{cp}$ or $f_{osc}$ is 270 kHz)	
	RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0			
Write data to CG or DDRAM	1	0	Write data									Writes data into DDRAM or CGRAM.	37 $\mu$ s $t_{ADD} = 4 \mu$ s*
Read data from CG or DDRAM	1	1	Read data									Reads data from DDRAM or CGRAM.	37 $\mu$ s $t_{ADD} = 4 \mu$ s*
			I/D = 1:	Increment							DDRAM: Display data RAM	Execution time changes when frequency changes Example: When $f_{cp}$ or $f_{osc}$ is 250 kHz, $37 \mu$ s $\times \frac{270}{250} = 40 \mu$ s	
			I/D = 0:	Decrement							CGRAM: Character generator RAM		
			S = 1:	Accompanies display shift							ACG: CGRAM address		
			S/C = 1:	Display shift							ADD: DDRAM address		
			S/C = 0:	Cursor move							(corresponds to cursor address)		
			R/L = 1:	Shift to the right							AC: Address counter used for both DD and CGRAM addresses		
			R/L = 0:	Shift to the left									
			DL = 1:	8 bits, DL = 0: 4 bits									
			N = 1:	2 lines, N = 0: 1 line									
			F = 1:	5 $\times$ 10 dots, F = 0: 5 $\times$ 8 dots									
			BF = 1:	Internally operating									
			BF = 0:	Instructions acceptable									

Note: — indicates no effect.

\* After execution of the CGRAM/DDRAM data write or read instruction, the RAM address counter is incremented or decremented by 1. The RAM address counter is updated after the busy flag turns off. In Figure 10,  $t_{ADD}$  is the time elapsed after the busy flag turns off until the address counter is updated.



**Figure 10 Address Counter Update**

## Instruction Description

### Clear Display

Clear display writes space code 20H (character pattern for character code 20H must be a blank pattern) into all DDRAM addresses. It then sets DDRAM address 0 into the address counter, and returns the display to its original status if it was shifted. In other words, the display disappears and the cursor or blinking goes to the left edge of the display (in the first line if 2 lines are displayed). It also sets I/D to 1 (increment mode) in entry mode. S of entry mode does not change.

### Return Home

Return home sets DDRAM address 0 into the address counter, and returns the display to its original status if it was shifted. The DDRAM contents do not change.

The cursor or blinking go to the left edge of the display (in the first line if 2 lines are displayed).

### Entry Mode Set

**I/D:** Increments ( $I/D = 1$ ) or decrements ( $I/D = 0$ ) the DDRAM address by 1 when a character code is written into or read from DDRAM.

The cursor or blinking moves to the right when incremented by 1 and to the left when decremented by 1. The same applies to writing and reading of CGRAM.

**S:** Shifts the entire display either to the right ( $I/D = 0$ ) or to the left ( $I/D = 1$ ) when S is 1. The display does not shift if S is 0.

If S is 1, it will seem as if the cursor does not move but the display does. The display does not shift when reading from DDRAM. Also, writing into or reading out from CGRAM does not shift the display.

### Display On/Off Control

**D:** The display is on when D is 1 and off when D is 0. When off, the display data remains in DDRAM, but can be displayed instantly by setting D to 1.

**C:** The cursor is displayed when C is 1 and not displayed when C is 0. Even if the cursor disappears, the function of I/D or other specifications will not change during display data write. The cursor is displayed using 5 dots in the 8th line for  $5 \times 8$  dot character font selection and in the 11th line for the  $5 \times 10$  dot character font selection (Figure 13).

**B:** The character indicated by the cursor blinks when B is 1 (Figure 13). The blinking is displayed as switching between all blank dots and displayed characters at a speed of 409.6-ms intervals when  $f_{cp}$  or  $f_{osc}$  is 250 kHz. The cursor and blinking can be set to display simultaneously. (The blinking frequency changes according to  $f_{osc}$  or the reciprocal of  $f_{cp}$ . For example, when  $f_{cp}$  is 270 kHz,  $409.6 \times 250/270 = 379.2$  ms.)

### **Cursor or Display Shift**

Cursor or display shift shifts the cursor position or display to the right or left without writing or reading display data (Table 7). This function is used to correct or search the display. In a 2-line display, the cursor moves to the second line when it passes the 40th digit of the first line. Note that the first and second line displays will shift at the same time.

When the displayed data is shifted repeatedly each line moves only horizontally. The second line display does not shift into the first line position.

The address counter (AC) contents will not change if the only action performed is a display shift.

### **Function Set**

**DL:** Sets the interface data length. Data is sent or received in 8-bit lengths (DB7 to DB0) when DL is 1, and in 4-bit lengths (DB7 to DB4) when DL is 0. When 4-bit length is selected, data must be sent or received twice.

**N:** Sets the number of display lines.

**F:** Sets the character font.

Note: Perform the function at the head of the program before executing any instructions (except for the read busy flag and address instruction). From this point, the function set instruction cannot be executed unless the interface data length is changed.

### **Set CGRAM Address**

Set CGRAM address sets the CGRAM address binary AAAAAA into the address counter.

Data is then written to or read from the MPU for CGRAM.

		RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0	
Clear display	Code	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
Return home	Code	0	0	0	0	0	0	0	0	1	*	Note: * Don't care.
Entry mode set	Code	0	0	0	0	0	0	0	1	I/D	S	
Display on/off control	Code	0	0	0	0	0	0	1	D	C	B	
Cursor or display shift	Code	0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	*	*	Note: * Don't care.
Function set	Code	0	0	0	0	1	DL	N	F	*	*	
Set CGRAM address	Code	0	0	0	1	A	A	A	A	A	A	

← Higher order bit                      Lower order bit →

**Figure 11 Instruction (1)**

### Set DDRAM Address

Set DDRAM address sets the DDRAM address binary AAAAAAA into the address counter.

Data is then written to or read from the MPU for DDRAM.

However, when N is 0 (1-line display), AAAAAAA can be 00H to 4FH. When N is 1 (2-line display), AAAAAAA can be 00H to 27H for the first line, and 40H to 67H for the second line.

### Read Busy Flag and Address

Read busy flag and address reads the busy flag (BF) indicating that the system is now internally operating on a previously received instruction. If BF is 1, the internal operation is in progress. The next instruction will not be accepted until BF is reset to 0. Check the BF status before the next write operation. At the same time, the value of the address counter in binary AAAAAAA is read out. This address counter is used by both CG and DDRAM addresses, and its value is determined by the previous instruction. The address contents are the same as for instructions set CGRAM address and set DDRAM address.

**Table 7 Shift Function**

S/C	R/L	
0	0	Shifts the cursor position to the left. (AC is decremented by one.)
0	1	Shifts the cursor position to the right. (AC is incremented by one.)
1	0	Shifts the entire display to the left. The cursor follows the display shift.
1	1	Shifts the entire display to the right. The cursor follows the display shift.

**Table 8 Function Set**

N	F	No. of Display Lines	Character Font	Duty Factor	Remarks
0	0	1	5 × 8 dots	1/8	
0	1	1	5 × 10 dots	1/11	
1	*	2	5 × 8 dots	1/16	Cannot display two lines for 5 × 10 dot character font

Note: \* Indicates don't care.



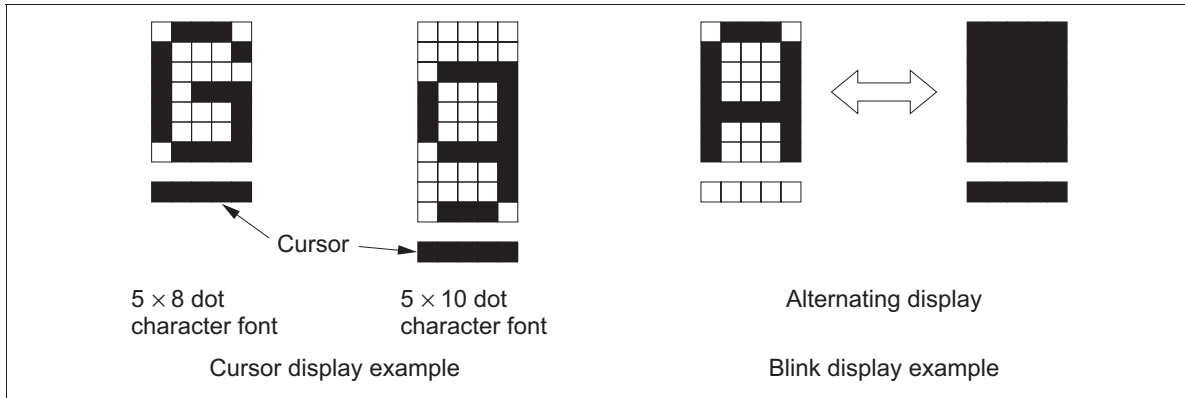


Figure 12 Cursor and Blinking

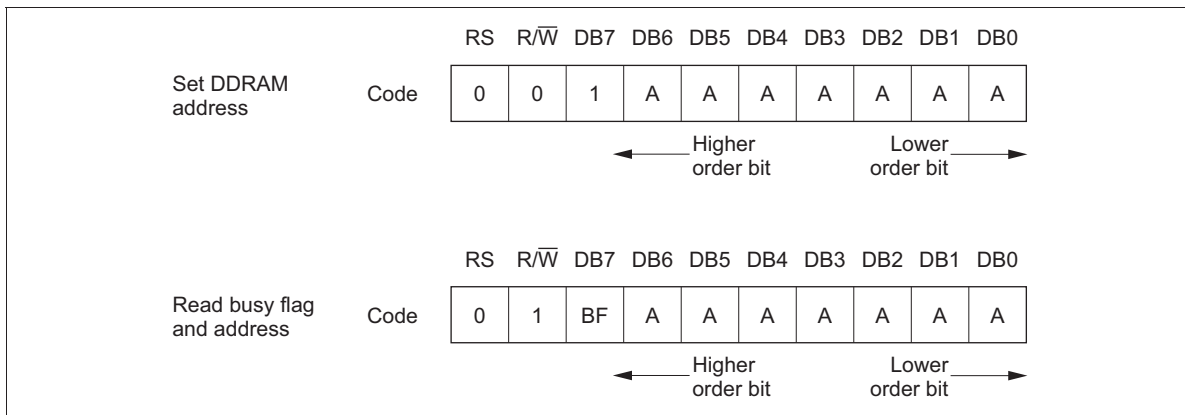


Figure 13 Instruction (2)

**Write Data to CG or DDRAM**

Write data to CG or DDRAM writes 8-bit binary data DDDDDDDD to CG or DDRAM.

To write into CG or DDRAM is determined by the previous specification of the CGRAM or DDRAM address setting. After a write, the address is automatically incremented or decremented by 1 according to the entry mode. The entry mode also determines the display shift.

**Read Data from CG or DDRAM**

Read data from CG or DDRAM reads 8-bit binary data DDDDDDDD from CG or DDRAM.

The previous designation determines whether CG or DDRAM is to be read. Before entering this read instruction, either CGRAM or DDRAM address set instruction must be executed. If not executed, the first read data will be invalid. When serially executing read instructions, the next address data is normally read from the second read. The address set instructions need not be executed just before this read instruction when shifting the cursor by the cursor shift instruction (when reading out DDRAM). The operation of the cursor shift instruction is the same as the set DDRAM address instruction.

After a read, the entry mode automatically increases or decreases the address by 1. However, display shift is not executed regardless of the entry mode.

Note: The address counter (AC) is automatically incremented or decremented by 1 after the write instructions to CGRAM or DDRAM are executed. The RAM data selected by the AC cannot be read out at this time even if read instructions are executed. Therefore, to correctly read data, execute either the address set instruction or cursor shift instruction (only with DDRAM), then just before reading the desired data, execute the read instruction from the second time the read instruction is sent.

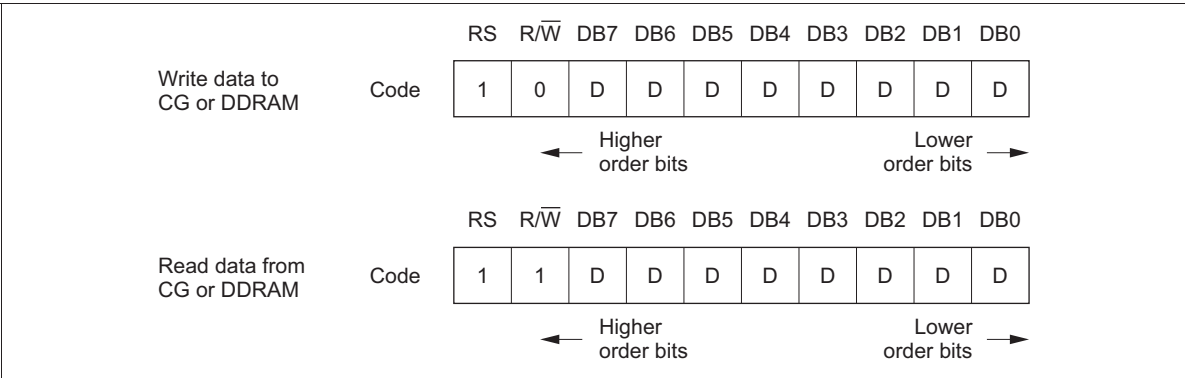


Figure 14 Instruction (3)

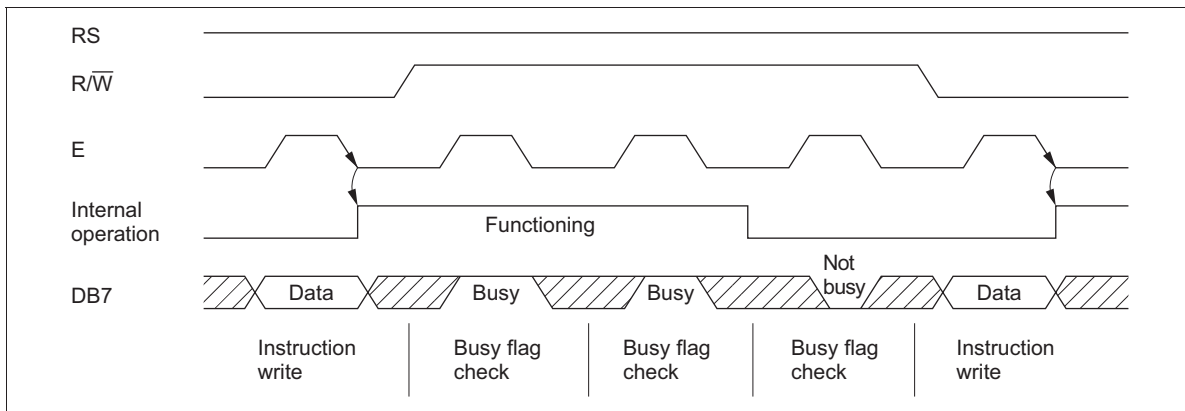
## Interfacing the HD44780U

### Interface to MPUs

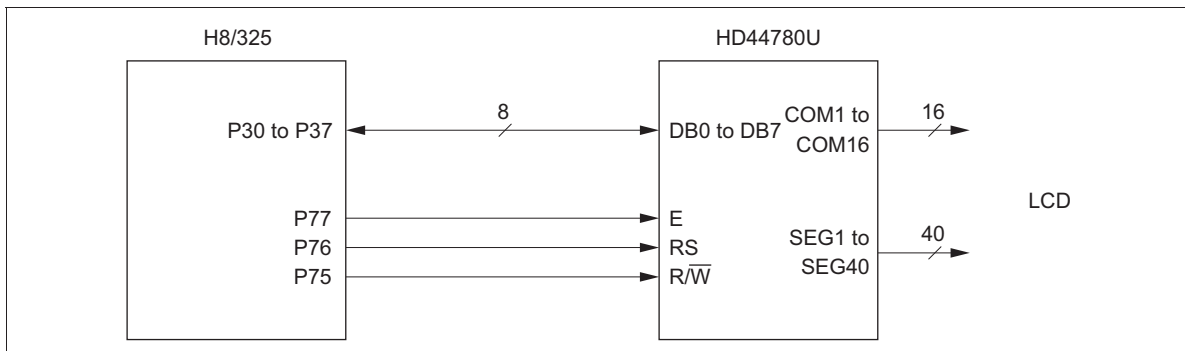
- Interfacing to an 8-bit MPU

See Figure 16 for an example of using a I/O port (for a single-chip microcomputer) as an interface device.

In this example, P30 to P37 are connected to the data bus DB0 to DB7, and P75 to P77 are connected to E, R/W, and RS, respectively.



**Figure 15 Example of Busy Flag Check Timing Sequence**



**Figure 16 H8/325 Interface (Single-Chip Mode)**

- Interfacing to a 4-bit MPU

The HD44780U can be connected to the I/O port of a 4-bit MPU. If the I/O port has enough bits, 8-bit data can be transferred. Otherwise, one data transfer must be made in two operations for 4-bit data. In this case, the timing sequence becomes somewhat complex. (See Figure 17.)

See Figure 18 for an interface example to the HMCS4019R.

Note that two cycles are needed for the busy flag check as well as for the data transfer. The 4-bit operation is selected by the program.

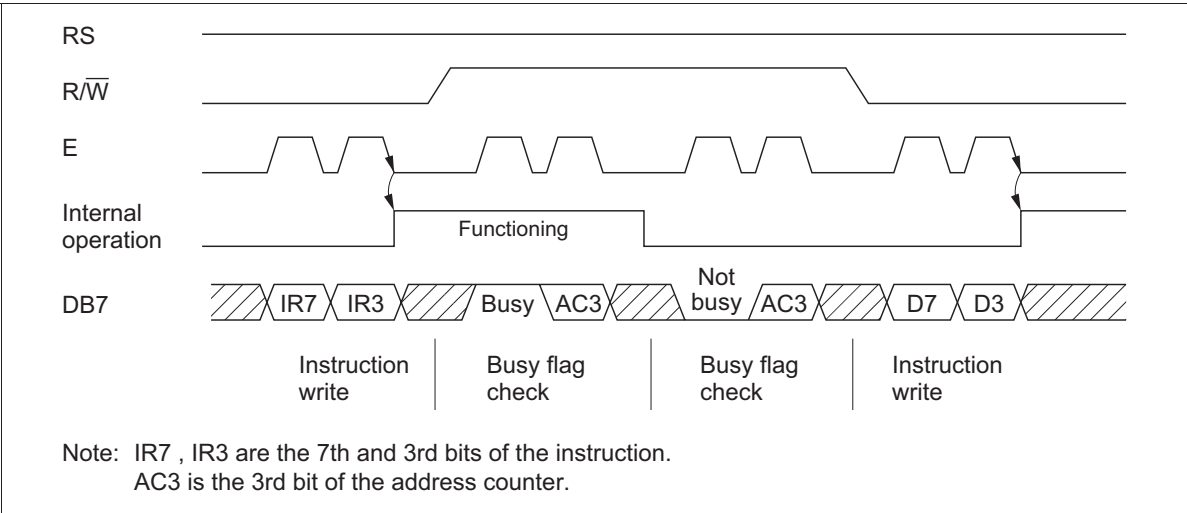


Figure 17 Example of 4-Bit Data Transfer Timing Sequence

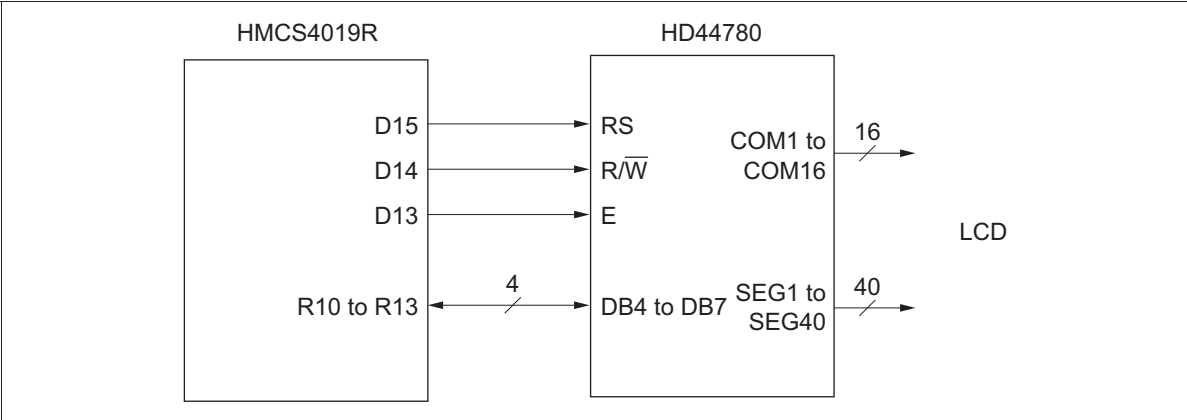


Figure 18 Example of Interface to HMCS4019R

# HD44780U

## Interface to Liquid Crystal Display

**Character Font and Number of Lines:** The HD44780U can perform two types of displays,  $5 \times 8$  dot and  $5 \times 10$  dot character fonts, each with a cursor.

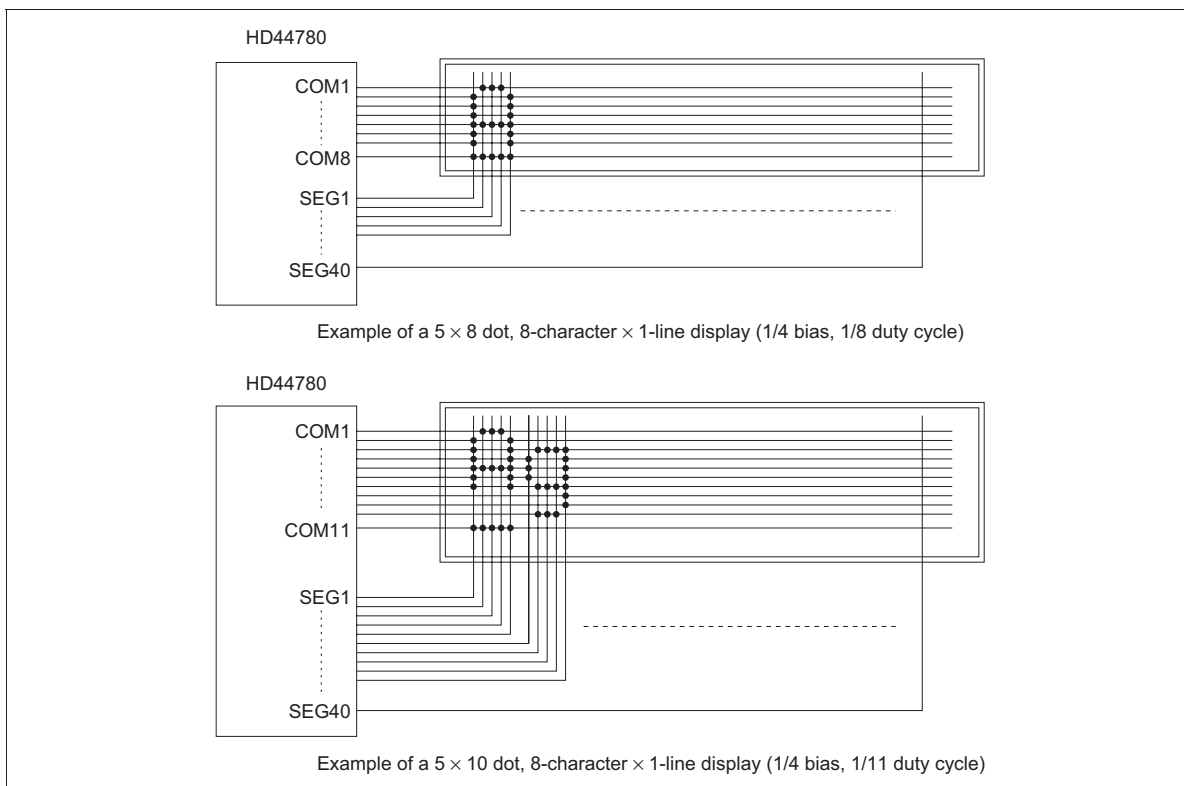
Up to two lines are displayed for  $5 \times 8$  dots and one line for  $5 \times 10$  dots. Therefore, a total of three types of common signals are available (Table 9).

The number of lines and font types can be selected by the program. (See Table 6, Instructions.)

**Connection to HD44780 and Liquid Crystal Display:** See Figure 19 for the connection examples.

**Table 9 Common Signals**

Number of Lines	Character Font	Number of Common Signals	Duty Factor
1	$5 \times 8$ dots + cursor	8	1/8
1	$5 \times 10$ dots + cursor	11	1/11
2	$5 \times 8$ dots + cursor	16	1/16



**Figure 19 Liquid Crystal Display and HD44780 Connections**

Since five segment signal lines can display one digit, one HD44780U can display up to 8 digits for a 1-line display and 16 digits for a 2-line display.

The examples in Figure 19 have unused common signal pins, which always output non-selection waveforms. When the liquid crystal display panel has unused extra scanning lines, connect the extra scanning lines to these common signal pins to avoid any undesirable effects due to crosstalk during the floating state.

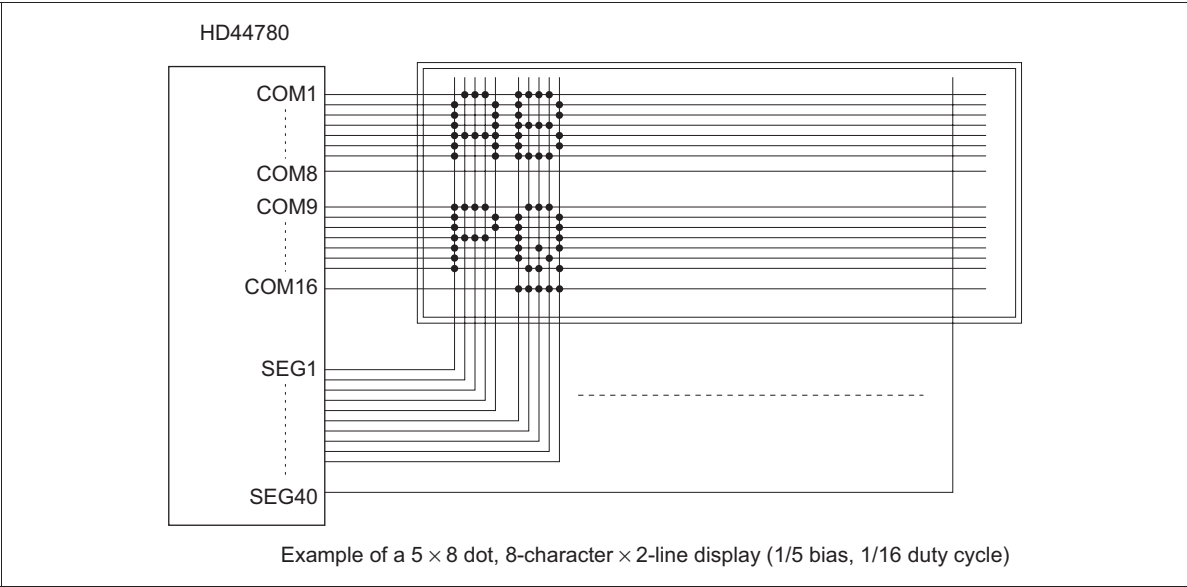
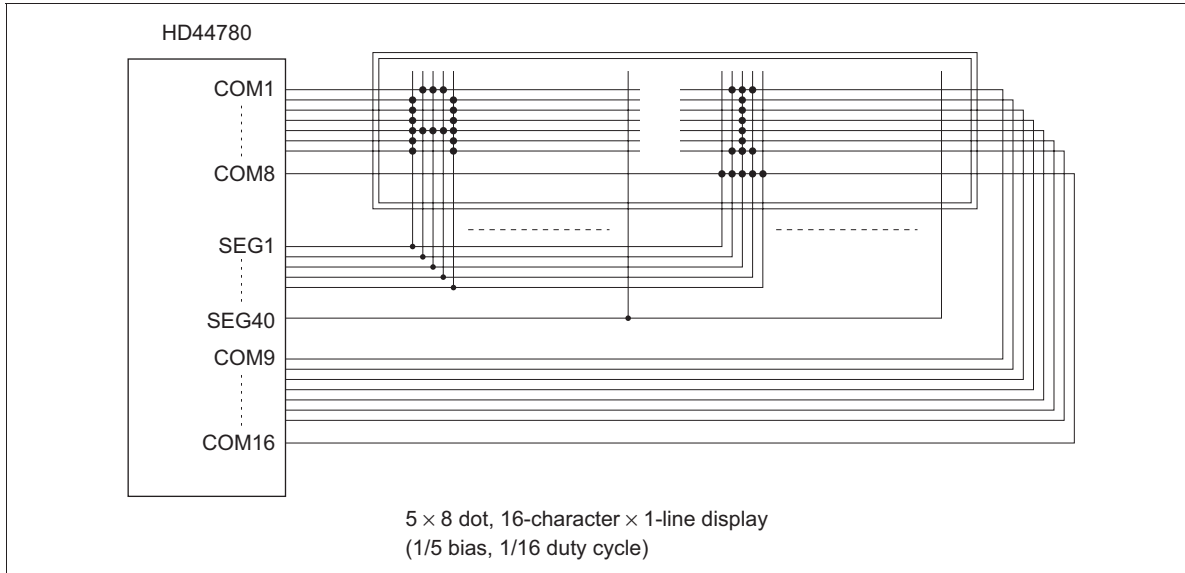


Figure 19 Liquid Crystal Display and HD44780 Connections (cont)

## HD44780U

**Connection of Changed Matrix Layout:** In the preceding examples, the number of lines correspond to the scanning lines. However, the following display examples (Figure 20) are made possible by altering the matrix layout of the liquid crystal display panel. In either case, the only change is the layout. The display characteristics and the number of liquid crystal display characters depend on the number of common signals or on duty factor. Note that the display data RAM (DDRAM) addresses for 4 characters  $\times$  2 lines and for 16 characters  $\times$  1 line are the same as in Figure 19.



**Figure 20 Changed Matrix Layout Displays**

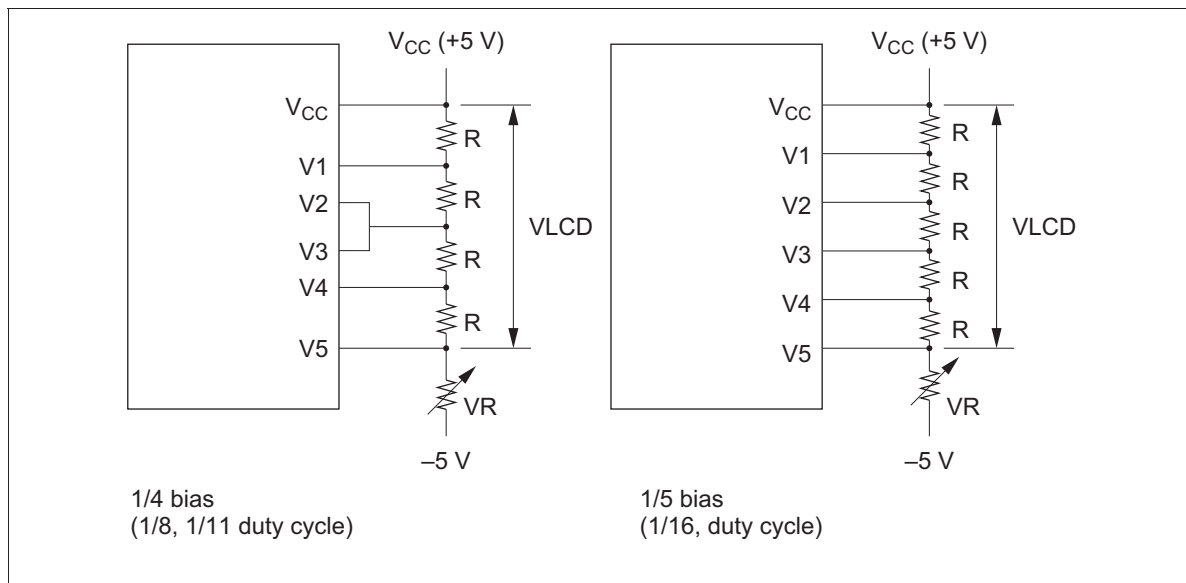
### Power Supply for Liquid Crystal Display Drive

Various voltage levels must be applied to pins V1 to V5 of the HD44780U to obtain the liquid crystal display drive waveforms. The voltages must be changed according to the duty factor (Table 10).

VLCD is the peak value for the liquid crystal display drive waveforms, and resistance dividing provides voltages V1 to V5 (Figure 21).

**Table 10 Duty Factor and Power Supply for Liquid Crystal Display Drive**

Power Supply	Duty Factor	
	1/8, 1/11	1/16
	Bias	
	1/4	1/5
V1	$V_{cc}-1/4 \text{ VLCD}$	$V_{cc}-1/5 \text{ VLCD}$
V2	$V_{cc}-1/2 \text{ VLCD}$	$V_{cc}-2/5 \text{ VLCD}$
V3	$V_{cc}-1/2 \text{ VLCD}$	$V_{cc}-3/5 \text{ VLCD}$
V4	$V_{cc}-3/4 \text{ VLCD}$	$V_{cc}-4/5 \text{ VLCD}$
V5	$V_{cc}-\text{VLCD}$	$V_{cc}-\text{VLCD}$

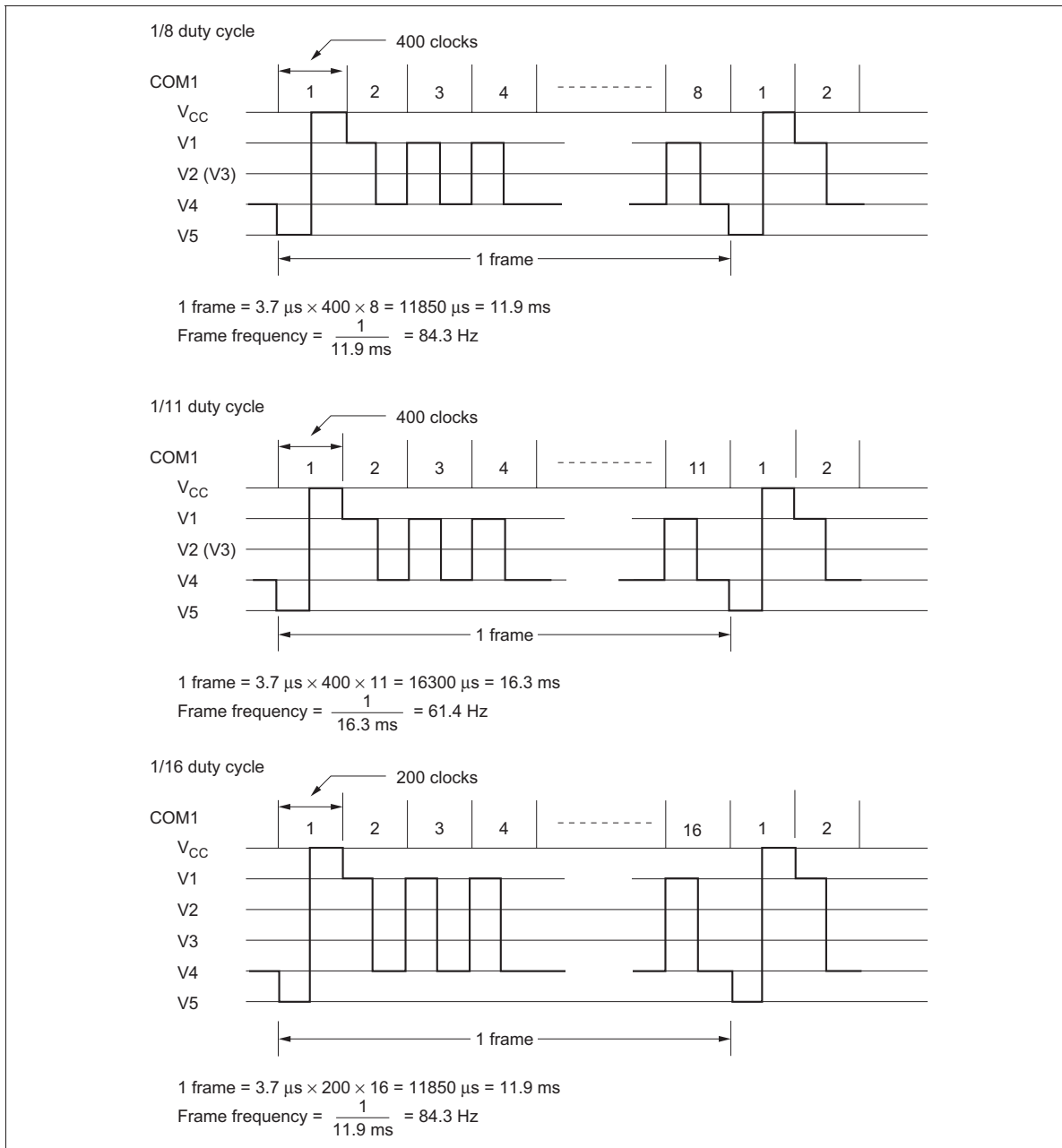


**Figure 21 Drive Voltage Supply Example**



**Relationship between Oscillation Frequency and Liquid Crystal Display Frame Frequency**

The liquid crystal display frame frequencies of Figure 22 apply only when the oscillation frequency is 270 kHz (one clock pulse of 3.7 μs).



**Figure 22 Frame Frequency**

## **Instruction and Display Correspondence**

- 8-bit operation, 8-digit × 1-line display with internal reset  
Refer to Table 11 for an example of an 8-digit × 1-line display in 8-bit operation. The HD44780U functions must be set by the function set instruction prior to the display. Since the display data RAM can store data for 80 characters, as explained before, the RAM can be used for displays such as for advertising when combined with the display shift operation.  
Since the display shift operation changes only the display position with DDRAM contents unchanged, the first display data entered into DDRAM can be output when the return home operation is performed.
- 4-bit operation, 8-digit × 1-line display with internal reset  
The program must set all functions prior to the 4-bit operation (Table 12). When the power is turned on, 8-bit operation is automatically selected and the first write is performed as an 8-bit operation. Since DB0 to DB3 are not connected, a rewrite is then required. However, since one operation is completed in two accesses for 4-bit operation, a rewrite is needed to set the functions (see Table 12). Thus, DB4 to DB7 of the function set instruction is written twice.
- 8-bit operation, 8-digit × 2-line display  
For a 2-line display, the cursor automatically moves from the first to the second line after the 40th digit of the first line has been written. Thus, if there are only 8 characters in the first line, the DDRAM address must be again set after the 8th character is completed. (See Table 13.) Note that the display shift operation is performed for the first and second lines. In the example of Table 13, the display shift is performed when the cursor is on the second line. However, if the shift operation is performed when the cursor is on the first line, both the first and second lines move together. If the shift is repeated, the display of the second line will not move to the first line. The same display will only shift within its own line for the number of times the shift is repeated.

Note: When using the internal reset, the electrical characteristics in the Power Supply Conditions Using Internal Reset Circuit table must be satisfied. If not, the HD44780U must be initialized by instructions. See the section, Initializing by Instruction.

# HD44780U

**Table 11 8-Bit Operation, 8-Digit × 1-Line Display Example with Internal Reset**

Step		Instruction										Display	Operation
No.	RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0			
1		Power supply on (the HD44780U is initialized by the internal reset circuit)										<input type="text"/>	Initialized. No display.
2		Function set 0 0 0 0 1 1 0 0 * *										<input type="text"/>	Sets to 8-bit operation and selects 1-line display and 5 × 8 dot character font. (Number of display lines and character fonts cannot be changed after step #2.)
3		Display on/off control 0 0 0 0 0 0 1 1 1 0										<input type="text"/>	Turns on display and cursor. Entire display is in space mode because of initialization.
4		Entry mode set 0 0 0 0 0 0 0 1 1 0										<input type="text"/>	Sets mode to increment the address by one and to shift the cursor to the right at the time of write to the DD/CGRAM. Display is not shifted.
5		Write data to CGRAM/DDRAM 1 0 0 1 0 0 1 0 0 0										<input type="text"/>	Writes H. DDRAM has already been selected by initialization when the power was turned on. The cursor is incremented by one and shifted to the right.
6		Write data to CGRAM/DDRAM 1 0 0 1 0 0 1 0 0 1										<input type="text"/>	Writes I.
7		.										<input type="text"/>	.
8		Write data to CGRAM/DDRAM 1 0 0 1 0 0 1 0 0 1										<input type="text"/>	Writes I.
9		Entry mode set 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1										<input type="text"/>	Sets mode to shift display at the time of write.
10		Write data to CGRAM/DDRAM 1 0 0 0 1 0 0 0 0 0										<input type="text"/>	Writes a space.

Table 11 8-Bit Operation, 8-Digit × 1-Line Display Example with Internal Reset (cont)

Step		Instruction									Display	Operation
No.	RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0		
11		Write data to CGRAM/DDRAM									TACHI M_	Writes M.
	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1		
12												
13		Write data to CGRAM/DDRAM									MICROKO_	Writes O.
	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1		
14		Cursor or display shift									MICROKO_	Shifts only the cursor position to the left.
	0	0	0	0	0	1	0	0	*	*		
15		Cursor or display shift									MICROKO_	Shifts only the cursor position to the left.
	0	0	0	0	0	1	0	0	*	*		
16		Write data to CGRAM/DDRAM									ICROCO_	Writes C over K. The display moves to the left.
	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1		
17		Cursor or display shift									MICROCO_	Shifts the display and cursor position to the right.
	0	0	0	0	0	1	1	1	*	*		
18		Cursor or display shift									MICROCO_	Shifts the display and cursor position to the right.
	0	0	0	0	0	1	0	1	*	*		
19		Write data to CGRAM/DDRAM									ICROCOM_	Writes M.
	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1		
20												
21		Return home									HITACHI	Returns both display and cursor to the original position (address 0).
	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0		

# HD44780U

**Table 12 4-Bit Operation, 8-Digit × 1-Line Display Example with Internal Reset**

Step No.	Instruction						Display	Operation
	RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4		
1	Power supply on (the HD44780U is initialized by the internal reset circuit)						<input type="text"/>	Initialized. No display.
2	Function set 0 0 0 0 1 0						<input type="text"/>	Sets to 4-bit operation. In this case, operation is handled as 8 bits by initialization, and only this instruction completes with one write.
3	Function set 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 * *						<input type="text"/>	Sets 4-bit operation and selects 1-line display and 5 × 8 dot character font. 4-bit operation starts from this step and resetting is necessary. (Number of display lines and character fonts cannot be changed after step #3.)
4	Display on/off control 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1 0						<input type="text"/>	Turns on display and cursor. Entire display is in space mode because of initialization.
5	Entry mode set 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 0						<input type="text"/>	Sets mode to increment the address by one and to shift the cursor to the right at the time of write to the DD/CGRAM. Display is not shifted.
6	Write data to CGRAM/DDRAM 1 0 0 1 0 0 1 0 1 0 0 0						<input type="text" value="H_"/>	Writes H. The cursor is incremented by one and shifts to the right.

Note: The control is the same as for 8-bit operation beyond step #6.

**Table 13 8-Bit Operation, 8-Digit × 2-Line Display Example with Internal Reset**

Step		Instruction									Display	Operation		
No.	RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0				
1			Power supply on (the HD44780U is initialized by the internal reset circuit)										Initialized. No display.	
2			0	0	0	0	1	1	1	0	*	*		Sets to 8-bit operation and selects 2-line display and 5 × 8 dot character font.
3			0	0	0	0	0	0	1	1	1	0		Turns on display and cursor. All display is in space mode because of initialization.
4			0	0	0	0	0	0	0	1	1	0		Sets mode to increment the address by one and to shift the cursor to the right at the time of write to the DD/CGRAM. Display is not shifted.
5			1	0	0	0	1	0	0	0	0	0		Writes H. DDRAM has already been selected by initialization when the power was turned on. The cursor is incremented by one and shifted to the right.
6														
7			1	0	0	0	1	0	0	0	1	1		Writes I.
8			0	0	1	1	0	0	0	0	0	0		Sets DDRAM address so that the cursor is positioned at the head of the second line.

# HD44780U

**Table 13 8-Bit Operation, 8-Digit × 2-Line Display Example with Internal Reset (cont)**

Step		Instruction										Display	Operation				
No.	RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0							
9			Write data to CGRAM/DDRAM										<table border="1"> <tr><td>HITACHI</td></tr> <tr><td>M_</td></tr> </table>	HITACHI	M_	Writes M.	
HITACHI																	
M_																	
	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1							
10																	
11			Write data to CGRAM/DDRAM										<table border="1"> <tr><td>HITACHI</td></tr> <tr><td>MICROCO_</td></tr> </table>	HITACHI	MICROCO_	Writes O.	
HITACHI																	
MICROCO_																	
	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1							
12			Entry mode set										<table border="1"> <tr><td>HITACHI</td></tr> <tr><td>MICROCO_</td></tr> </table>	HITACHI	MICROCO_	Sets mode to shift display at the time of write.	
HITACHI																	
MICROCO_																	
	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1							
13			Write data to CGRAM/DDRAM										<table border="1"> <tr><td>ITACHI</td></tr> <tr><td>ICROCOM_</td></tr> </table>	ITACHI	ICROCOM_	Writes M. Display is shifted to the left. The first and second lines both shift at the same time.	
ITACHI																	
ICROCOM_																	
	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1							
14																	
15			Return home										<table border="1"> <tr><td>HITACHI</td></tr> <tr><td>MICROCOM</td></tr> </table>	HITACHI	MICROCOM	Returns both display and cursor to the original position (address 0).	
HITACHI																	
MICROCOM																	
	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0							

**Initializing by Instruction**

If the power supply conditions for correctly operating the internal reset circuit are not met, initialization by instructions becomes necessary.

Refer to Figures 23 and 24 for the procedures on 8-bit and 4-bit initializations, respectively.

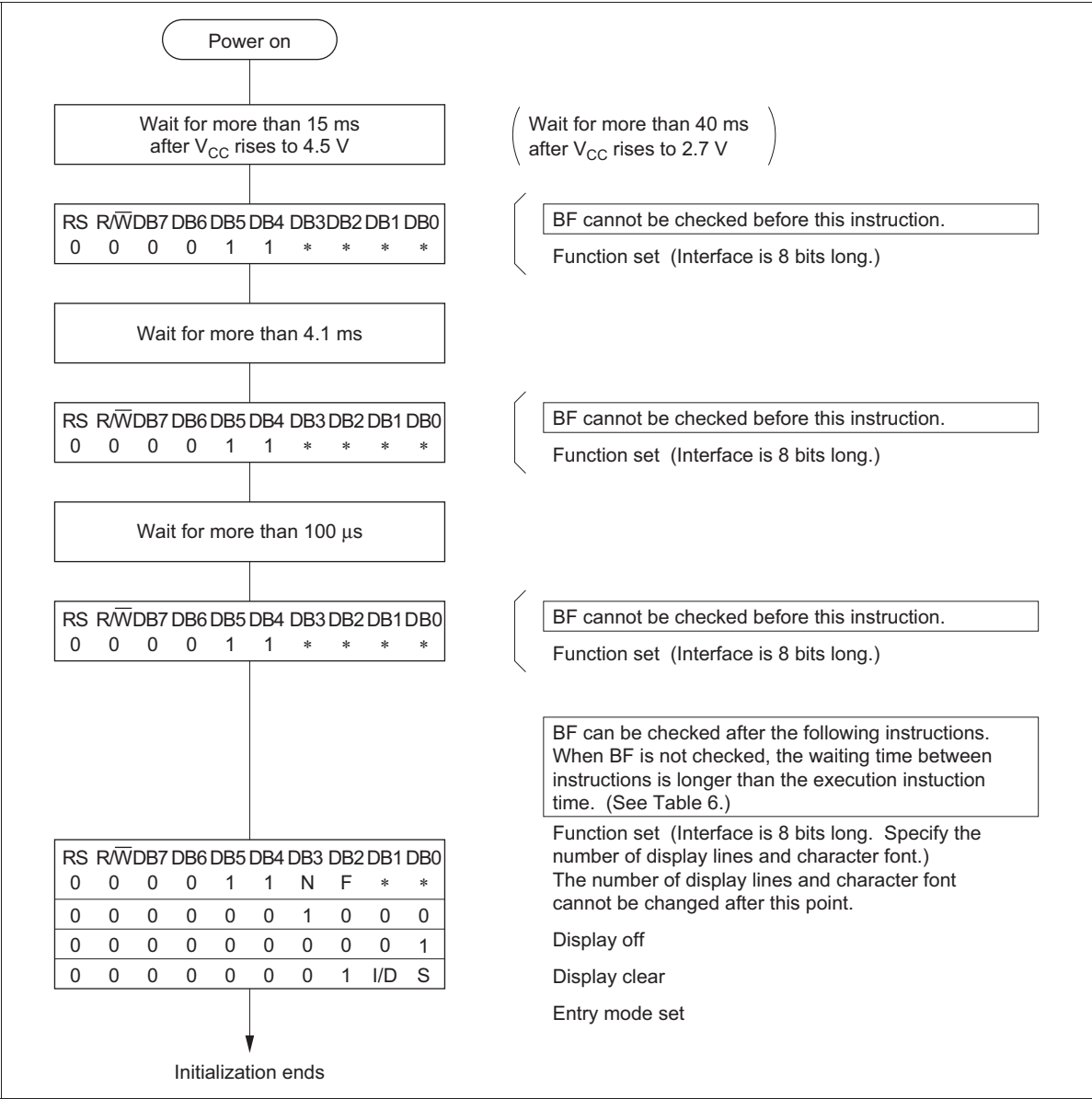


Figure 23 8-Bit Interface



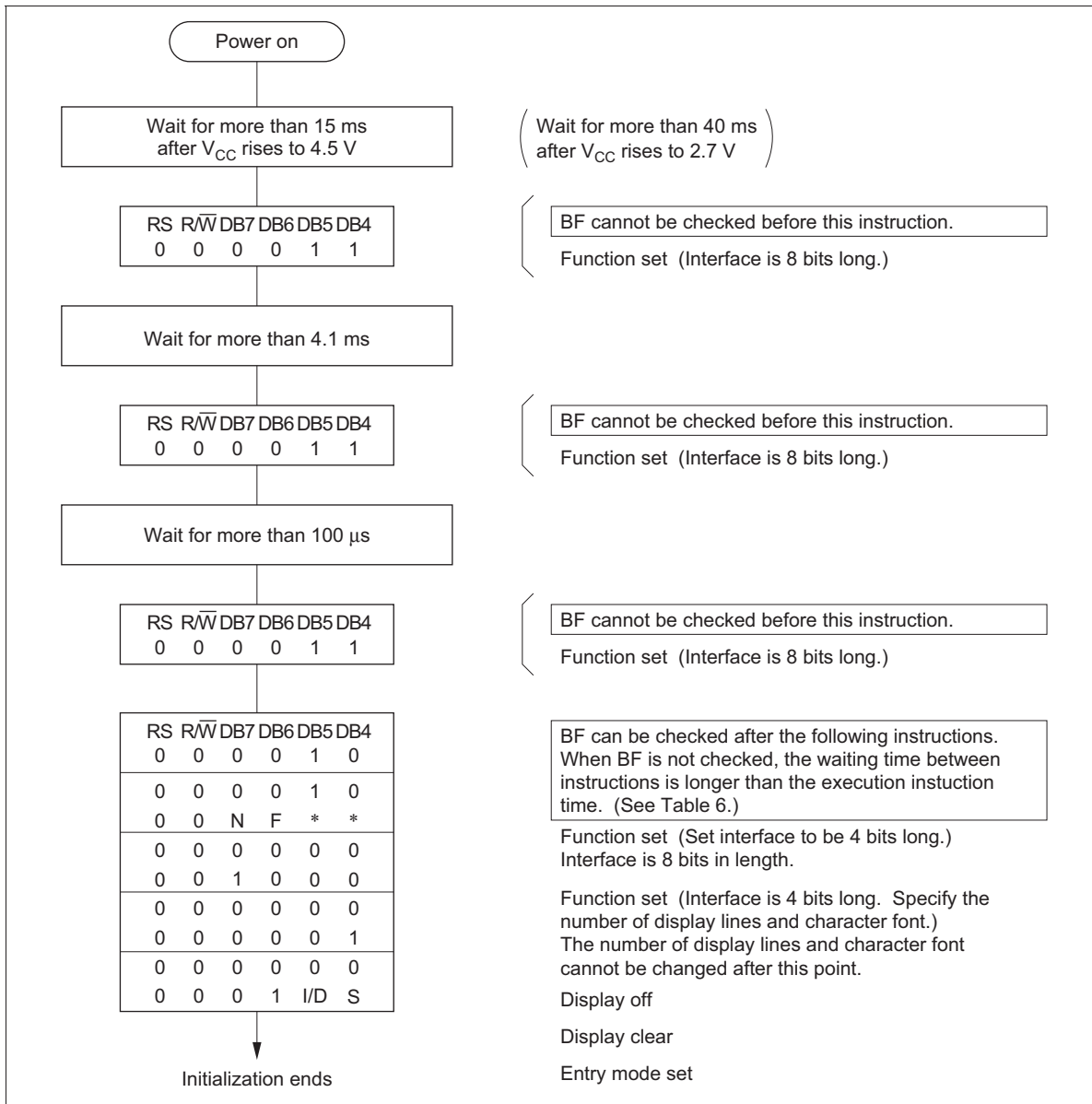


Figure 24 4-Bit Interface

**Absolute Maximum Ratings\***

<b>Item</b>	<b>Symbol</b>	<b>Value</b>	<b>Unit</b>	<b>Notes</b>
Power supply voltage (1)	$V_{CC-GND}$	-0.3 to +7.0	V	1
Power supply voltage (2)	$V_{CC-V5}$	-0.3 to +13.0	V	1, 2
Input voltage	$V_t$	-0.3 to $V_{CC} + 0.3$	V	1
Operating temperature	$T_{opr}$	-30 to +75	°C	
Storage temperature	$T_{stg}$	-55 to +125	°C	4

Note: \* If the LSI is used above these absolute maximum ratings, it may become permanently damaged. Using the LSI within the following electrical characteristic limits is strongly recommended for normal operation. If these electrical characteristic conditions are also exceeded, the LSI will malfunction and cause poor reliability.

## HD44780U

### DC Characteristics ( $V_{CC} = 2.7$ to $4.5$ V, $T_a = -30$ to $+75^\circ\text{C}^{*3}$ )

Item	Symbol	Min	Typ	Max	Unit	Test Condition	Notes*
Input high voltage (1) (except OSC1)	VIH1	$0.7V_{CC}$	—	$V_{CC}$	V		6
Input low voltage (1) (except OSC1)	VIL1	-0.3	—	0.55	V		6
Input high voltage (2) (OSC1)	VIH2	$0.7V_{CC}$	—	$V_{CC}$	V		15
Input low voltage (2) (OSC1)	VIL2	—	—	$0.2V_{CC}$	V		15
Output high voltage (1) (DB0–DB7)	VOH1	$0.75V_{CC}$	—	—	V	$-I_{OH} = 0.1$ mA	7
Output low voltage (1) (DB0–DB7)	VOL1	—	—	$0.2V_{CC}$	V	$I_{OL} = 0.1$ mA	7
Output high voltage (2) (except DB0–DB7)	VOH2	$0.8V_{CC}$	—	—	V	$-I_{OH} = 0.04$ mA	8
Output low voltage (2) (except DB0–DB7)	VOL2	—	—	$0.2V_{CC}$	V	$I_{OL} = 0.04$ mA	8
Driver on resistance (COM)	$R_{COM}$	—	2	20	k $\Omega$	$\pm I_d = 0.05$ mA, VLCD = 4 V	13
Driver on resistance (SEG)	$R_{SEG}$	—	2	30	k $\Omega$	$\pm I_d = 0.05$ mA, VLCD = 4 V	13
Input leakage current	$I_{LI}$	-1	—	1	$\mu\text{A}$	$V_{IN} = 0$ to $V_{CC}$	9
Pull-up MOS current (DB0–DB7, RS, R/W)	$-I_p$	10	50	120	$\mu\text{A}$	$V_{CC} = 3$ V	
Power supply current	$I_{CC}$	—	150	300	$\mu\text{A}$	$R_f$ oscillation, external clock $V_{CC} = 3$ V, $f_{OSC} = 270$ kHz	10, 14
LCD voltage	VLCD1	3.0	—	11.0	V	$V_{CC}-V_5$ , 1/5 bias	16
	VLCD2	3.0	—	11.0	V	$V_{CC}-V_5$ , 1/4 bias	16

Note: \* Refer to the Electrical Characteristics Notes section following these tables.

**AC Characteristics ( $V_{CC} = 2.7$  to  $4.5$  V,  $T_a = -30$  to  $+75^\circ\text{C}^{*3}$ )**
**Clock Characteristics**

Item		Symbol	Min	Typ	Max	Unit	Test Condition	Note*
External clock operation	External clock frequency	$f_{cp}$	125	250	350	kHz		11
	External clock duty	Duty	45	50	55	%		
	External clock rise time	$t_{rcp}$	—	—	0.2	$\mu\text{s}$		
	External clock fall time	$t_{fcp}$	—	—	0.2	$\mu\text{s}$		
$R_f$ oscillation	Clock oscillation frequency	$f_{OSC}$	190	270	350	kHz	$R_f = 75$ k $\Omega$ , $V_{CC} = 3$ V	12

Note: \* Refer to the Electrical Characteristics Notes section following these tables.

**Bus Timing Characteristics**
**Write Operation**

Item	Symbol	Min	Typ	Max	Unit	Test Condition
Enable cycle time	$t_{cycE}$	1000	—	—	ns	Figure 25
Enable pulse width (high level)	$PW_{EH}$	450	—	—		
Enable rise/fall time	$t_{Er}, t_{Ef}$	—	—	25		
Address set-up time (RS, R/W to E)	$t_{AS}$	60	—	—		
Address hold time	$t_{AH}$	20	—	—		
Data set-up time	$t_{DSW}$	195	—	—		
Data hold time	$t_H$	10	—	—		

**Read Operation**

Item	Symbol	Min	Typ	Max	Unit	Test Condition
Enable cycle time	$t_{cycE}$	1000	—	—	ns	Figure 26
Enable pulse width (high level)	$PW_{EH}$	450	—	—		
Enable rise/fall time	$t_{Er}, t_{Ef}$	—	—	25		
Address set-up time (RS, R/W to E)	$t_{AS}$	60	—	—		
Address hold time	$t_{AH}$	20	—	—		
Data delay time	$t_{DDR}$	—	—	360		
Data hold time	$t_{DHR}$	5	—	—		

---

## HD44780U

---

### Interface Timing Characteristics with External Driver

Item		Symbol	Min	Typ	Max	Unit	Test Condition
Clock pulse width	High level	$t_{CWH}$	800	—	—	ns	Figure 27
	Low level	$t_{CWL}$	800	—	—		
Clock set-up time		$t_{CSU}$	500	—	—		
Data set-up time		$t_{SU}$	300	—	—		
Data hold time		$t_{DH}$	300	—	—		
M delay time		$t_{DM}$	-1000	—	1000		
Clock rise/fall time		$t_{ct}$	—	—	200		

### Power Supply Conditions Using Internal Reset Circuit

Item		Symbol	Min	Typ	Max	Unit	Test Condition
Power supply rise time		$t_{rCC}$	0.1	—	10	ms	Figure 28
Power supply off time		$t_{OFF}$	1	—	—		

**DC Characteristics ( $V_{CC} = 4.5$  to  $5.5$  V,  $T_a = -30$  to  $+75^\circ\text{C}^{*3}$ )**

Item	Symbol	Min	Typ	Max	Unit	Test Condition	Notes*
Input high voltage (1) (except OSC1)	VIH1	2.2	—	$V_{CC}$	V		6
Input low voltage (1) (except OSC1)	VIL1	-0.3	—	0.6	V		6
Input high voltage (2) (OSC1)	VIH2	$V_{CC}-1.0$	—	$V_{CC}$	V		15
Input low voltage (2) (OSC1)	VIL2	—	—	1.0	V		15
Output high voltage (1) (DB0–DB7)	VOH1	2.4	—	—	V	$-I_{OH} = 0.205$ mA	7
Output low voltage (1) (DB0–DB7)	VOL1	—	—	0.4	V	$I_{OL} = 1.2$ mA	7
Output high voltage (2) (except DB0–DB7)	VOH2	$0.9 V_{CC}$	—	—	V	$-I_{OH} = 0.04$ mA	8
Output low voltage (2) (except DB0–DB7)	VOL2	—	—	$0.1 V_{CC}$	V	$I_{OL} = 0.04$ mA	8
Driver on resistance (COM)	RCOM	—	2	20	k $\Omega$	$\pm I_d = 0.05$ mA, VLCD = 4 V	13
Driver on resistance (SEG)	RSEG	—	2	30	k $\Omega$	$\pm I_d = 0.05$ mA, VLCD = 4 V	13
Input leakage current	$I_{LI}$	-1	—	1	$\mu\text{A}$	$V_{IN} = 0$ to $V_{CC}$	9
Pull-up MOS current (DB0–DB7, RS, R/W)	$-I_p$	50	125	250	$\mu\text{A}$	$V_{CC} = 5$ V	
Power supply current	$I_{CC}$	—	350	600	$\mu\text{A}$	$R_f$ oscillation, external clock $V_{CC} = 5$ V, $f_{OSC} = 270$ kHz	10, 14
LCD voltage	VLCD1	3.0	—	11.0	V	$V_{CC}-V_5$ , 1/5 bias	16
	VLCD2	3.0	—	11.0	V	$V_{CC}-V_5$ , 1/4 bias	16

Note: \* Refer to the Electrical Characteristics Notes section following these tables.

## HD44780U

### AC Characteristics ( $V_{CC} = 4.5$ to $5.5$ V, $T_a = -30$ to $+75^\circ\text{C}^{*3}$ )

#### Clock Characteristics

Item		Symbol	Min	Typ	Max	Unit	Test Condition	Notes*
External clock operation	External clock frequency	$f_{cp}$	125	250	350	kHz		11
	External clock duty	Duty	45	50	55	%		11
	External clock rise time	$t_{rcp}$	—	—	0.2	$\mu\text{s}$		11
	External clock fall time	$t_{fcp}$	—	—	0.2	$\mu\text{s}$		11
$R_f$ oscillation	Clock oscillation frequency	$f_{OSC}$	190	270	350	kHz	$R_f = 91 \text{ k}\Omega$ $V_{CC} = 5.0 \text{ V}$	12

Note: \* Refer to the Electrical Characteristics Notes section following these tables.

#### Bus Timing Characteristics

##### Write Operation

Item	Symbol	Min	Typ	Max	Unit	Test Condition
Enable cycle time	$t_{cycE}$	500	—	—	ns	Figure 25
Enable pulse width (high level)	$PW_{EH}$	230	—	—		
Enable rise/fall time	$t_{Er}, t_{Ef}$	—	—	20		
Address set-up time (RS, R/W to E)	$t_{AS}$	40	—	—		
Address hold time	$t_{AH}$	10	—	—		
Data set-up time	$t_{DSW}$	80	—	—		
Data hold time	$t_H$	10	—	—		

##### Read Operation

Item	Symbol	Min	Typ	Max	Unit	Test Condition
Enable cycle time	$t_{cycE}$	500	—	—	ns	Figure 26
Enable pulse width (high level)	$PW_{EH}$	230	—	—		
Enable rise/fall time	$t_{Er}, t_{Ef}$	—	—	20		
Address set-up time (RS, R/W to E)	$t_{AS}$	40	—	—		
Address hold time	$t_{AH}$	10	—	—		
Data delay time	$t_{DDR}$	—	—	160		
Data hold time	$t_{DHR}$	5	—	—		

**Interface Timing Characteristics with External Driver**

Item		Symbol	Min	Typ	Max	Unit	Test Condition
Clock pulse width	High level	$t_{CWH}$	800	—	—	ns	Figure 27
	Low level	$t_{CWL}$	800	—	—		
Clock set-up time		$t_{CSU}$	500	—	—		
Data set-up time		$t_{SU}$	300	—	—		
Data hold time		$t_{DH}$	300	—	—		
M delay time		$t_{DM}$	-1000	—	1000		
Clock rise/fall time		$t_{ct}$	—	—	100		

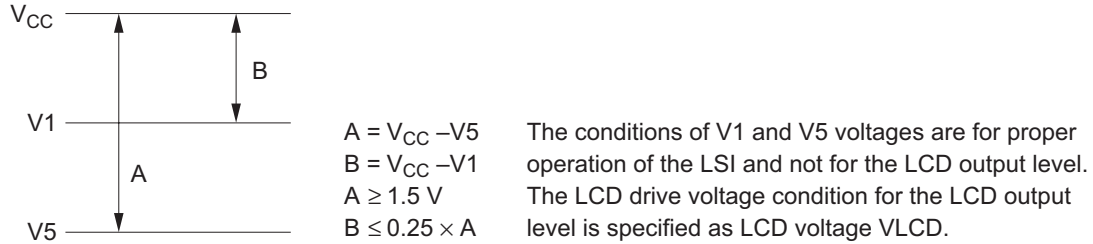
**Power Supply Conditions Using Internal Reset Circuit**

Item		Symbol	Min	Typ	Max	Unit	Test Condition
Power supply rise time		$t_{rcc}$	0.1	—	10	ms	Figure 28
Power supply off time		$t_{off}$	1	—	—		



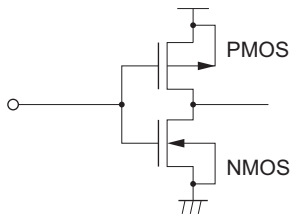
## Electrical Characteristics Notes

1. All voltage values are referred to GND = 0 V.

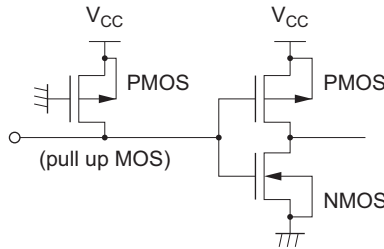


2.  $V_{CC} \geq V_1 \geq V_2 \geq V_3 \geq V_4 \geq V_5$  must be maintained.
3. For die products, specified at 75°C.
4. For die products, specified by the die shipment specification.
5. The following four circuits are I/O pin configurations except for liquid crystal display output.

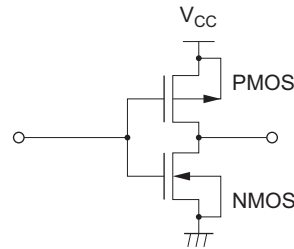
Input pin  
Pin: E (MOS without pull-up)



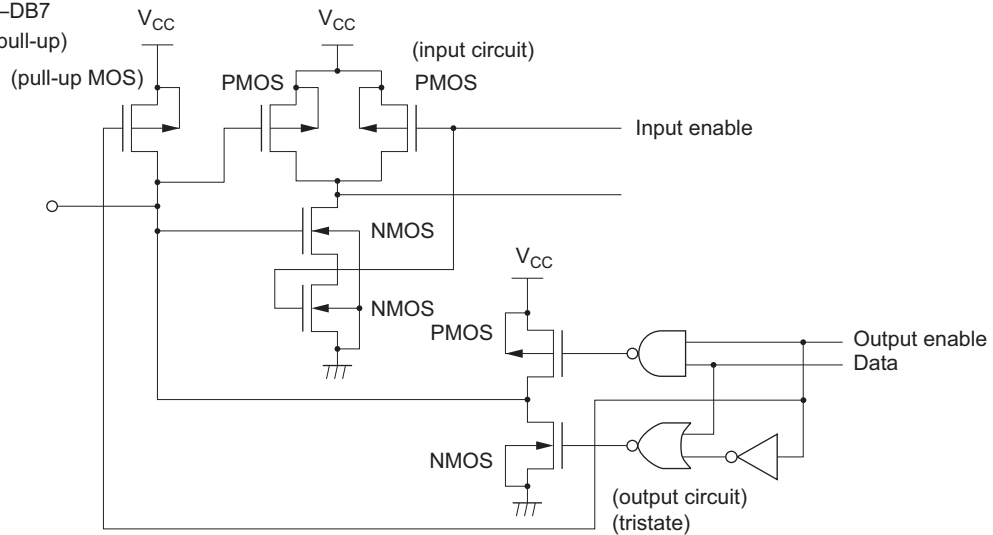
Pins: RS, R/W (MOS with pull-up)



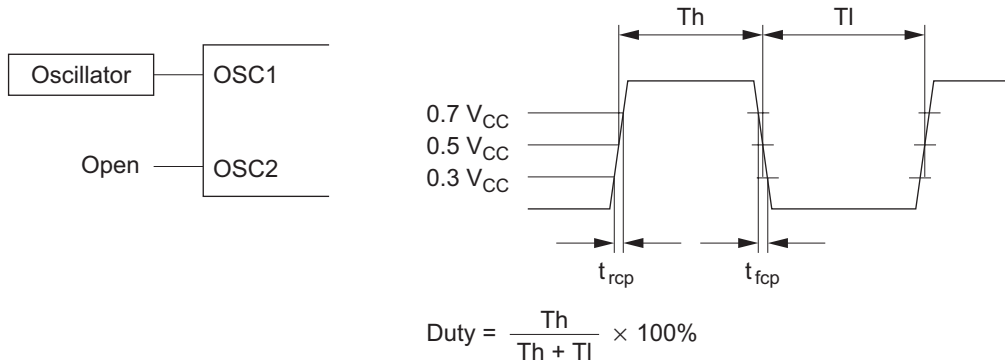
Output pin  
Pins: CL1, CL2, M, D



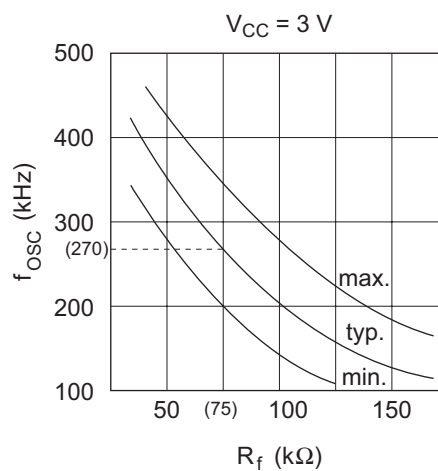
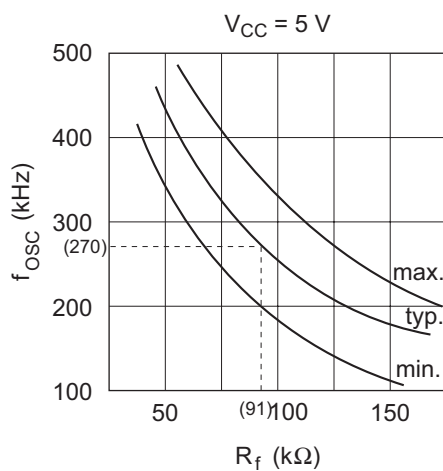
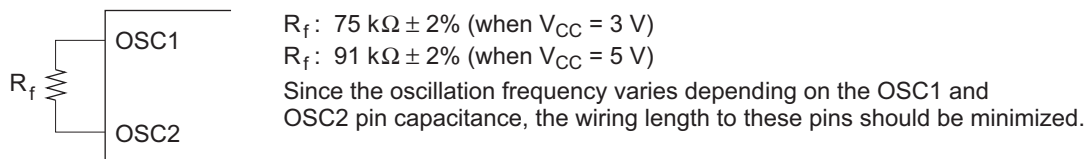
I/O Pin  
Pins: DB0 - DB7  
(MOS with pull-up)



6. Applies to input pins and I/O pins, excluding the OSC1 pin.
7. Applies to I/O pins.
8. Applies to output pins.
9. Current flowing through pull-up MOSs, excluding output drive MOSs.
10. Input/output current is excluded. When input is at an intermediate level with CMOS, the excessive current flows through the input circuit to the power supply. To avoid this from happening, the input level must be fixed high or low.
11. Applies only to external clock operation.



12. Applies only to the internal oscillator operation using oscillation resistor  $R_f$ .



---

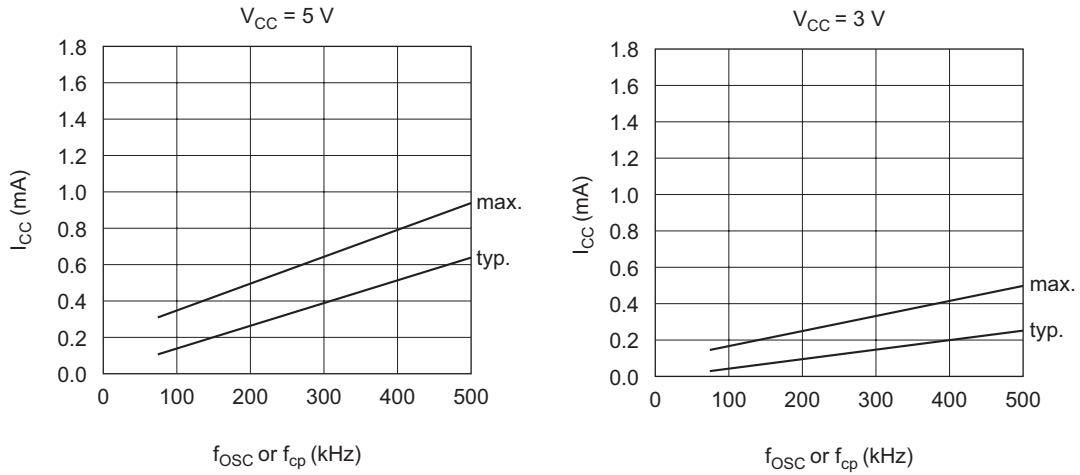
## HD44780U

---

13. RCOM is the resistance between the power supply pins ( $V_{CC}$ , V1, V4, V5) and each common signal pin (COM1 to COM16).

RSEG is the resistance between the power supply pins ( $V_{CC}$ , V2, V3, V5) and each segment signal pin (SEG1 to SEG40).

14. The following graphs show the relationship between operation frequency and current consumption.

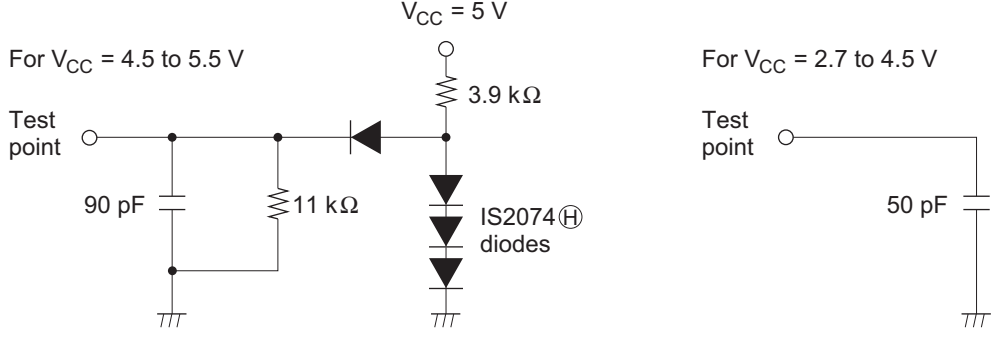


15. Applies to the OSC1 pin.

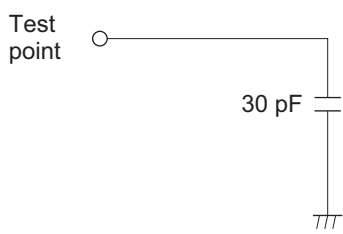
16. Each COM and SEG output voltage is within  $\pm 0.15\text{ V}$  of the LCD voltage ( $V_{CC}$ , V1, V2, V3, V4, V5) when there is no load.

**Load Circuits**

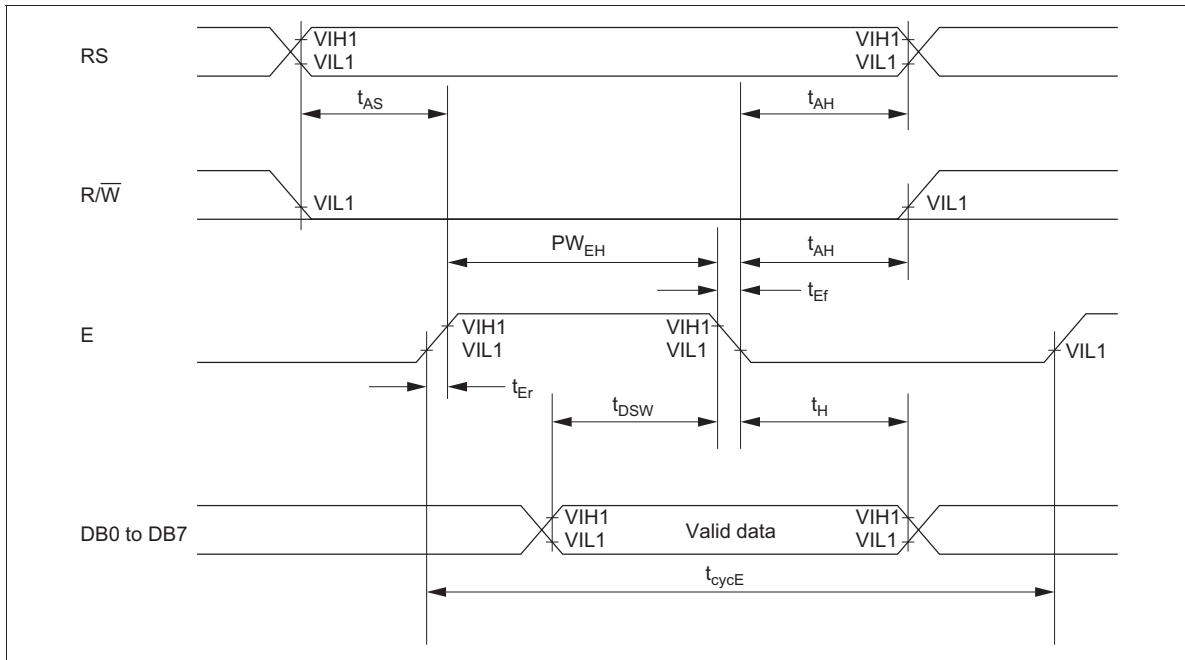
**Data Bus DB0 to DB7**



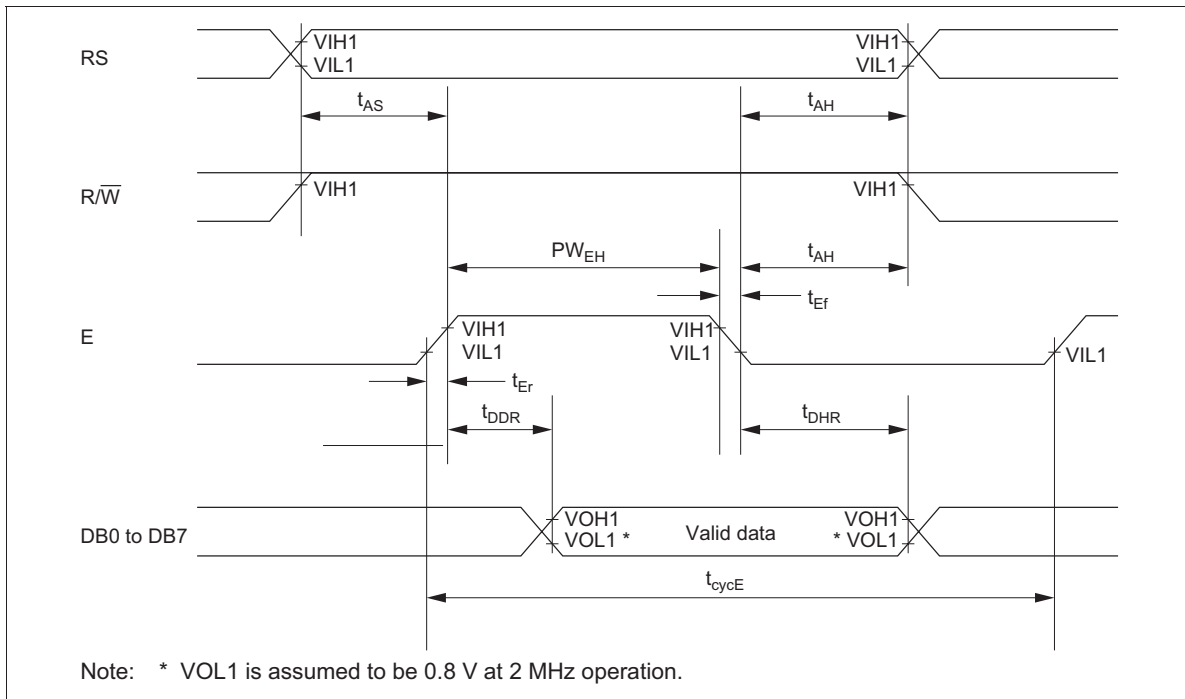
**External Driver Control Signals: CL1, CL2, D, M**



**Timing Characteristics**



**Figure 25 Write Operation**



**Figure 26 Read Operation**

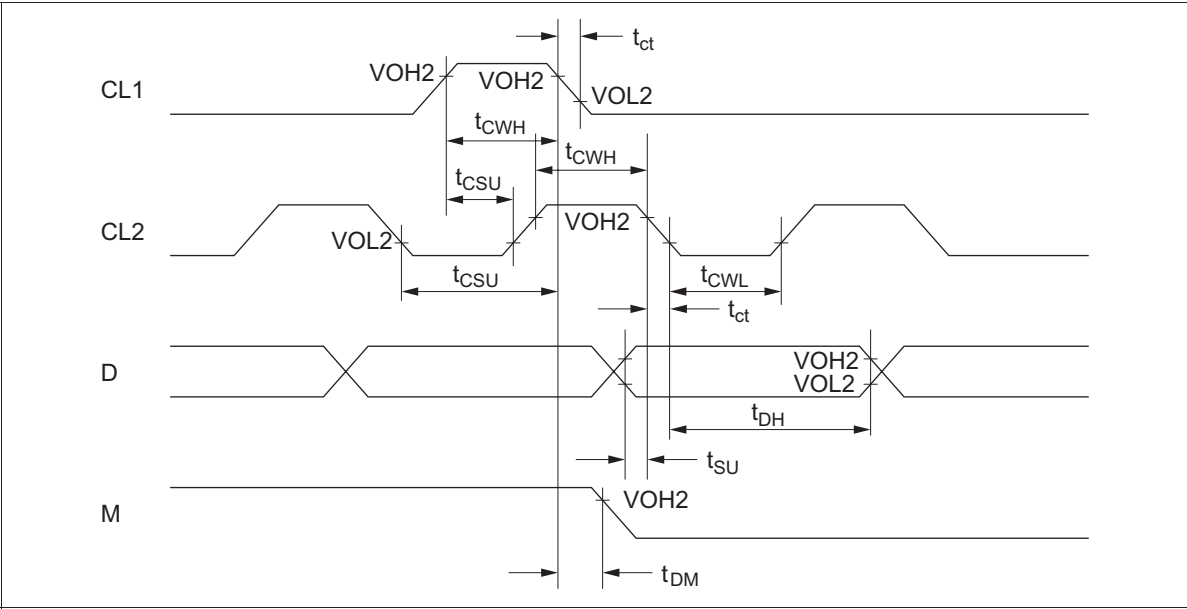


Figure 27 Interface Timing with External Driver

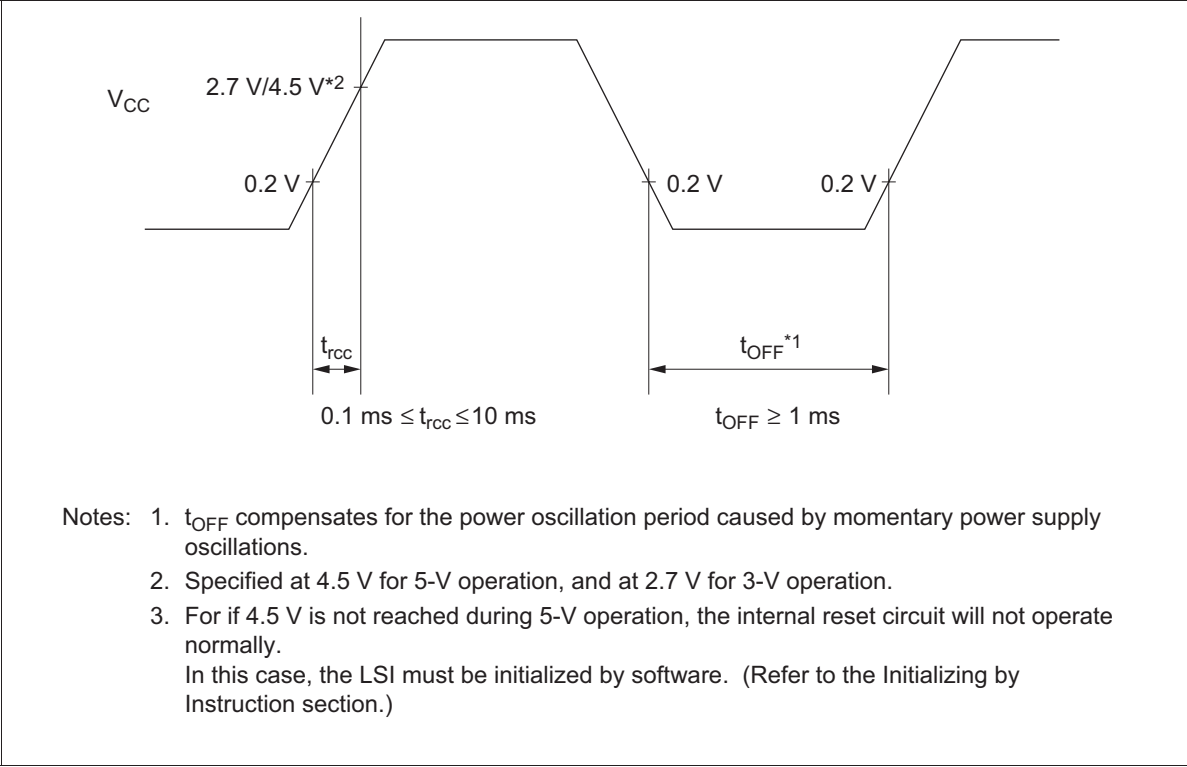


Figure 28 Internal Power Supply Reset

**Cautions**

1. Hitachi neither warrants nor grants licenses of any rights of Hitachi's or any third party's patent, copyright, trademark, or other intellectual property rights for information contained in this document. Hitachi bears no responsibility for problems that may arise with third party's rights, including intellectual property rights, in connection with use of the information contained in this document.
2. Products and product specifications may be subject to change without notice. Confirm that you have received the latest product standards or specifications before final design, purchase or use.
3. Hitachi makes every attempt to ensure that its products are of high quality and reliability. However, contact Hitachi's sales office before using the product in an application that demands especially high quality and reliability or where its failure or malfunction may directly threaten human life or cause risk of bodily injury, such as aerospace, aeronautics, nuclear power, combustion control, transportation, traffic, safety equipment or medical equipment for life support.
4. Design your application so that the product is used within the ranges guaranteed by Hitachi particularly for maximum rating, operating supply voltage range, heat radiation characteristics, installation conditions and other characteristics. Hitachi bears no responsibility for failure or damage when used beyond the guaranteed ranges. Even within the guaranteed ranges, consider normally foreseeable failure rates or failure modes in semiconductor devices and employ systemic measures such as fail-safes, so that the equipment incorporating Hitachi product does not cause bodily injury, fire or other consequential damage due to operation of the Hitachi product.
5. This product is not designed to be radiation resistant.
6. No one is permitted to reproduce or duplicate, in any form, the whole or part of this document without written approval from Hitachi.
7. Contact Hitachi's sales office for any questions regarding this document or Hitachi semiconductor products.

---

---

# HITACHI

**Hitachi, Ltd.**

Semiconductor &amp; Integrated Circuits.

Nippon Bldg., 2-6-2, Ohte-machi, Chiyoda-ku, Tokyo 100-0004, Japan

Tel: Tokyo (03) 3270-2111 Fax: (03) 3270-5109

URL      NorthAmerica      : <http://semiconductor.hitachi.com/>  
             Europe                : <http://www.hitachi-eu.com/hel/ecg>  
             Asia (Singapore)        : <http://www.has.hitachi.com.sg/grp3/sicd/index.htm>  
             Asia (Taiwan)            : [http://www.hitachi.com.tw/E/Product/SICD\\_Frame.htm](http://www.hitachi.com.tw/E/Product/SICD_Frame.htm)  
             Asia (HongKong)        : <http://www.hitachi.com.hk/eng/bo/grp3/index.htm>  
             Japan                     : <http://www.hitachi.co.jp/Sicd/indx.htm>

**For further information write to:**

Hitachi Semiconductor  
(America) Inc.  
179 East Tasman Drive,  
San Jose, CA 95134  
Tel: <1> (408) 433-1990  
Fax: <1> (408) 433-0223

Hitachi Europe GmbH  
Electronic components Group  
Dornacher StraÙe 3  
D-85622 Feldkirchen, Munich  
Germany  
Tel: <49> (89) 9 9180-0  
Fax: <49> (89) 9 29 30 00  
Hitachi Europe Ltd.  
Electronic Components Group.  
Whitebrook Park  
Lower Cookham Road  
Maidenhead  
Berkshire SL6 8YA, United Kingdom  
Tel: <44> (1628) 585000  
Fax: <44> (1628) 778322

Hitachi Asia Pte. Ltd.  
16 Collyer Quay #20-00  
Hitachi Tower  
Singapore 049318  
Tel: 535-2100  
Fax: 535-1533

Hitachi Asia Ltd.  
Taipei Branch Office  
3F, Hung Kuo Building, No.167,  
Tun-Hwa North Road, Taipei (105)  
Tel: <886> (2) 2718-3666  
Fax: <886> (2) 2718-8180

Hitachi Asia (Hong Kong) Ltd.  
Group III (Electronic Components)  
7/F., North Tower, World Finance Centre,  
Harbour City, Canton Road, Tsim Sha Tsui,  
Kowloon, Hong Kong  
Tel: <852> (2) 735 9218  
Fax: <852> (2) 730 0281  
Telex: 40815 HITEC HX

Copyright © Hitachi, Ltd., 1998. All rights reserved. Printed in Japan.

# Minicilindros Serie 16, 24 y 25

Serie 16:  $\varnothing 8, 10, 12$

Serie 24:  $\varnothing 16, 20, 25$  - magnéticos

Serie 25:  $\varnothing 16, 20, 25$  - magnéticos amortiguados



- » Simple y doble efecto
- » Cetop RP52-P DIN/ISO 6432
- » Vástago y tubo en inox
- » Cabezales en aluminio anodizado

Los minicilindros de la Serie 16, 24 y 25 han sido realizados respetando las dimensiones de las normas europeas CETOP-RP52P DIN/ISO 6432.

Las soluciones técnicas utilizadas y la elección adecuada de los materiales nos han permitido disponer una serie completa de minicilindros, versátil y muy fiable.

En efecto, el peculiar sistema de unión (abocardado) entre tubo y cabezal asegura la perfecta linealidad de todos los órganos. Al estar estos cilindros sometidos a ciclos muy elevados, a fin de reducir la fatiga de los materiales utilizados, han sido equipados con amortiguadores de fin de carrera (fijos) mecánicos. La Serie 24 y 25 está predispuesta para el acoplamiento de sensores magnéticos. La Serie 25 ha sido realizada con amortiguadores neumáticos de fin de carrera regulables y con el émbolo magnético. Los accesorios de montaje de estos cilindros permiten su utilización en distintas situaciones de amarre.

## CARACTERÍSTICAS GENERALES

Tipo de construcción	Compacto Sellado
Funcionamiento	simple e doble efecto
Materiales	cabezales AL anodizado - vástago y camisa inox - émbolo AL - guarnición NBR - PU - otros ver codificación
Sujeción	roscada brida Pies - Basculante
Carreras min - max	Serie 16 $\varnothing 8 + \varnothing 10$ : 10 - 250 mm - Serie 16: $\varnothing 12$ : 10 - 300 mm - Serie 24 e 25 $\varnothing 16$ : 10 - 600 mm; $\varnothing 20 - \varnothing 25$ : 10 - 1000 mm
Diámetro	Serie 16: $\varnothing 8, 10, 12$ - Serie 24 e 25: $\varnothing 16, 20, 25$
Temperatura de trabajo	0°C + 80°C (con aire seco -20°C)
Presión de trabajo	1 + 10 bar (doble efecto) 2 + 10 bar (simple efecto)
Fluido	aire filtrado, sin lubricación, en caso de utilizar aire lubricado se aconseja aceite ISOVG32 y no interrumpir nunca la lubricación
Velocidad	10 + 1000 mm/sec (sin carga)



### TABLA DE CARRERAS STANDARD PARA MINICILINDROS

- = Doble efecto  
 ✕ = Simple efecto

#### CARRERA STANDARD

Serie	Ø	10	25	40	50	80	100	125	160	200	250	300	320	400	500
16	8	✕	✕	✕	✕	■	■	■	■	■					
16	10	✕	✕	✕	✕	■	■	■	■	■					
16	12	✕	✕	✕	✕	■	■	■	■	■	■	■			
24	16	✕	✕	✕	✕	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
24	20	✕	✕	✕	✕	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
24	25	✕	✕	✕	✕	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
25	16	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
25	20	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
25	25	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

#### EJEMPLO DE CODIFICACIÓN

24	N	2	A	16	A	100	-
----	---	---	---	----	---	-----	---

<b>24</b>	SERIE: 16 = non magnético 24 = magnético 25 = magnético, amortiguado, regulable
<b>N</b>	VERSIÓN: N = standard
<b>2</b>	FUNCIONAMIENTO: 1 = simple efecto (Resorte Delantero) 2 = doble efecto 3 = doble efecto vástago pasante 7 = s.e. vástago pasante
<b>A</b>	CARACTERÍSTICAS MATERIALES: A = vástago INOX rolado - camisa inox.
<b>16</b>	DIÁMETRO: 8 mm 10 mm 12 mm 16 mm 20 mm 25 mm
<b>A</b>	TIPO CONSTRUCTIVO: A = Tueca Cabezal V + tuerca vástago U RL = cilindro con bloqueo vástago ø20 - ø25.
<b>100</b>	CARRERA: (ver tabla)
	= standard V = juntas vástago en FKM

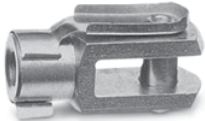
## ACCESORIOS MINI CILINDROS SERIE 16 - 24 - 25



Conjunto compensador Mod. GKF (Novedad)



Accesorio autoalineable Mod. GK (Novedad)



Horquilla Mod. G



Articulación esférica Mod. GA



Amarre de brida Mod. E



Pies Mod. B



Tuerca cabezal Mod. V



Tuerca vástago Mod. U



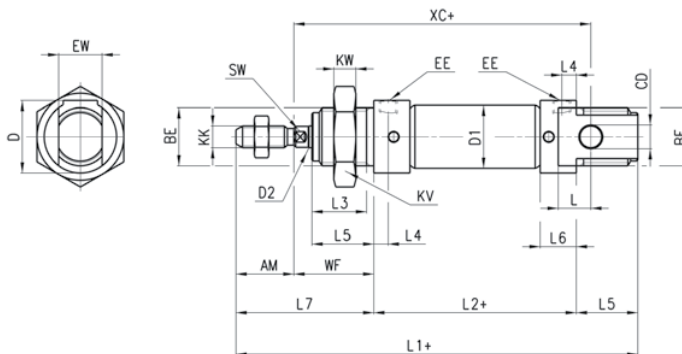
Rotula Macho Mod. GY

Todos los accesorios se abastecen separados del cilindro, a excepción de tuerca vástago Mod. U y roscada. Mod. V



Basculante Mod. I

Minicilindros Serie 16 - 24 - 25



+ = sumar la carrera

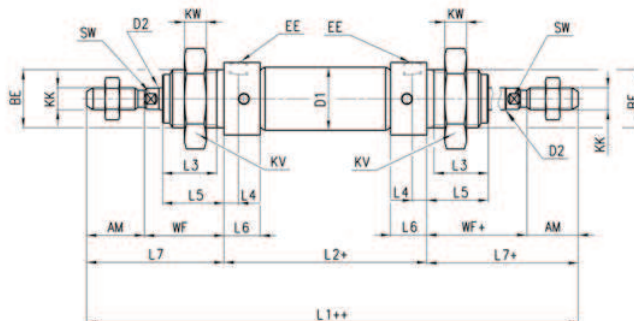
DIMENSIONES

Mod.	∅	EW	KW	BE	KK	CD	D1	EE	∅D2	L1+	XC+	L2+	AM	L3	L4	L5	L	WF	L6	L7	KV	SW	D	carrera de amortizo delantero/trasero
16	8	8	7	M12x1,25	M4x0,7	4	9,3	M5	4	86	64	46	12	10	4,5	12	6	16	9	28	19	-	15	- / -
16	10	8	7	M12x1,25	M4x0,7	4	11,3	M5	4	86	64	46	12	10	4,5	12	6	16	9	28	19	-	15	- / -
16	12	12	8	M16x1,5	M6x1	6	14	M5	6	105	75	50	16	15	4,5	17	9	22	9	38	24	5	20	- / -
24-25	16	12	8	M16x1,5	M6x1	6	18	M5	6	111	82	56	16	15	4	17	9	22	10	38	24	5	20	10 / 10
24-25	20	16	10	M22x1,5	M8x1,25	8	22	G1/8	8	132	95	68	20	18	8	20	12	24	16	44	32	7	27	13 / 15
24-25	25	16	10	M22x1,5	M10x1,25	8	27	G1/8	10	141,5	104	69,5	22	20	8	22	12	28	16	50	32	9	27	16 / 14

16 - 24 - 25

Minicilindros Serie 16 - 24 - 25

Con vástago pasante.



+ = sumar la carrera  
++ = sumar 2 veces la carrera

DIMENSIONES

Mod.	∅	KW	BE	KK	∅D1	EE	∅D2	L1++	L2+	AM	L3	L4	L5	WF+	L6	L7+	KV	SW	carrera de amortizo delantero/trasero
16	8	7	M12x1,25	M4x0,7	9,3	M5	4	102	46	12	10	4,5	12	16	9	28	19	-	- / -
16	10	7	M12x1,25	M4x0,7	11,3	M5	4	102	46	12	10	4,5	12	16	9	28	19	-	- / -
16	12	8	M16x1,5	M6x1	14	M5	6	126	50	16	15	4,5	17	22	9	38	24	5	- / -
24-25	16	8	M16x1,5	M6x1	18	M5	6	132	56	16	15	4	17	22	10	38	24	5	10 / 10
24-25	20	10	M22x1,5	M8x1,25	22	G1/8	8	156	68	20	18	8	20	24	16	44	32	7	13 / 15
24-25	25	10	M22x1,5	M10x1,25	27	G1/8	10	169,5	69,5	22	20	8	22	28	16	50	32	9	16 / 14

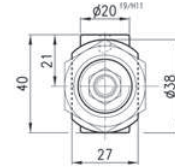
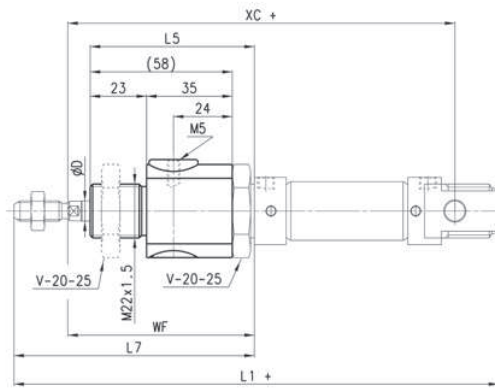
La firma se reserva el derecho de modificar modelos y dimensiones sin preaviso. Estos productos están diseñados para aplicaciones industriales. Su venta al público en general no es recomendable.

1

Versión con bloqueo de vástago



+ = sumar la carrera



DIMENSIONES							
∅	<sup>07</sup> D	WF	L5	L7	XC+	L1+	F (N)
<b>20</b>	8	74	70	94	145	182	300
<b>25</b>	10	76	70	98	152	189,5	400

MOVIMIENTO

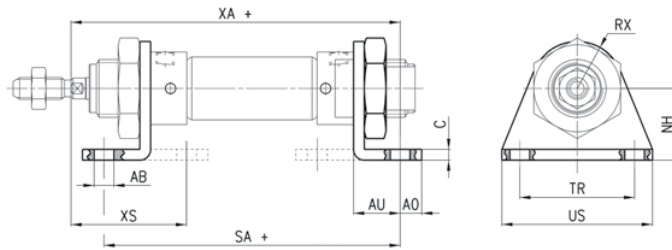
**Montaje de Pies Mod. B.**

Material: acero zincado.



El suministro incluye:  
2 Pies + 1 Tuerca Mod. V

+ = sumar la carrera



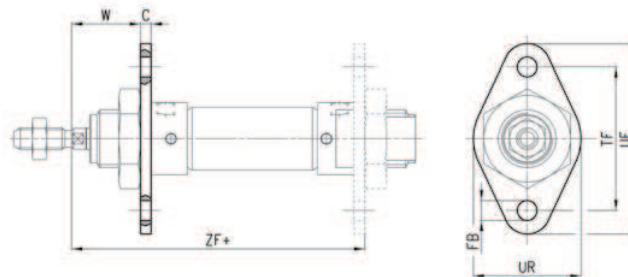
DIMENSIONES												
Mod.	∅	TR	US	∅AB	C	NH	AO	AU	RX	XA+	SA+	XS
<b>B-8-10</b>	8-10	25	35	4,5	2,5	16	4,5	10,5	10	72,5	67	54
<b>B-12-16</b>	12	32	42	5,5	3	20	6	13	13	82,5	71	64
<b>B-12-16</b>	16	32	42	5,5	3	20	6	13	13	91	82	68
<b>B-20-25</b>	20	40	54	6,6	4	25	8	16	20	108	100	80
<b>B-20-25</b>	25	40	54	6,6	4	25	8	16	20	113,5	101,5	85,5

**Amarre de brida Mod. E.**

Material: acero zincado.



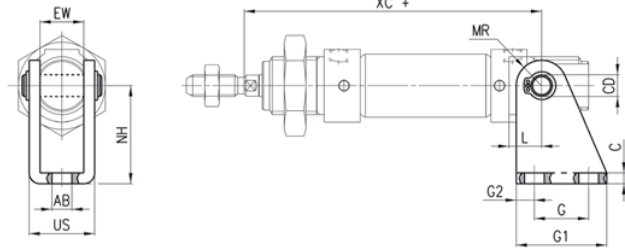
+ = sumar la carrera



DIMENSIONES								
Mod.	∅	C	∅FB	TF	UF	UR	W	ZF
<b>E-8-10</b>	8-10	2,5	4,5	30	25	40	13,5	64,5
<b>E-12-16</b>	12	3	5,5	40	30	53	19	75
<b>E-12-16</b>	16	3	5,5	40	30	53	19	81
<b>E-20-25</b>	20	4	6,6	50	40	66	20	96
<b>E-20-25</b>	25	4	6,6	50	40	66	24	101,5

**Basculante Trasero Mod. I...**

Material: acero zincado.

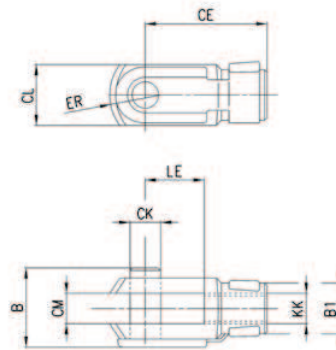


+ = sumar la carrera

DIMENSIONES													
Mod.	∅	G1	G	G2	∅CD	∅AB	C	NH	EW	US	MR	XC+	L
I-8-10	8-10	20	12,5	3,5	4	4,5	2,5	24	8	13,1	5	64	6
I-12-16	12	25	15	5	6	5,5	3	27	12	18,1	7	75	9
I-12-16	16	25	15	5	6	5,5	3	27	12	18,1	7	82	9
I-20-25	20	32	20	6	8	6,6	4	30	16	24,1	10	95	12
I-20-25	25	32	20	6	8	6,6	4	30	16	24,1	10	104	12

**Horquilla Mod. G.**

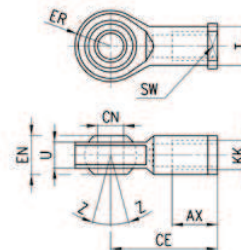
ISO 8140  
Material: acero zincado.



DIMENSIONES										
Mod.	∅	∅CK	LE	CM	CL	ER	CE	KK	B	∅B1
G-8-10	8-10	4	8	4	8	5	16	M4x0,7	11	8
G-12-16	12-16	6	12	6	12	7	24	M6x1	16	10
G-20	20	8	16	8	16	10	32	M8x1,25	22	14
G-25-32	25	10	20	10	20	12	40	M10x1,25	26	18

**Rótula para vástago Mod. GA.**

ISO 8139  
Material: acero zincado.

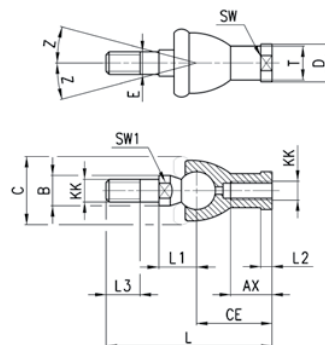


DIMENSIONES											
Mod.	∅	∅CN <sup>(H7)</sup>	U	EN	ER	AX	CE	KK	∅T	Z	SW
GA-12-16	12-16	6	7	9	10	12	30	M6X1	10	6,5°	11
GA-20	20	8	9	12	12	16	36	M8X1,25	12,5	6,5°	14
GA-32	25	10	10,5	14	14	20	43	M10X1,25	15	6,5°	17

Horquilla articulada Mod. GY...

ISO 8139

Material: zamac y acero zincado.



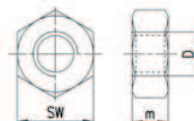
DIMENSIONES

Mod.	∅	KK	L	CE	L2	AX	E	∅B	∅C	∅T	∅D	L1	L3	SW1	SW	Z
<b>GY-12-16</b>	12-16	M6X1	40	28	5	15	6	10	20	10	13	12,2	11	8	11	15
<b>GY-20</b>	20	M8X1,25	65	32	5	16	8	12	24	12,5	16	16	12	10	14	15
<b>GY-25-32</b>	25	M10X1,25	74	35	6,5	18	10	14	28	15	19	19,5	15	11	17	15

Tuerca vástago Mod. U.

UNI EN ISO 4035

Material: acero zincado.



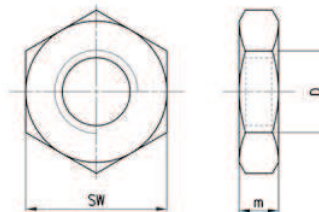
DIMENSIONES

Mod.	∅	D	m	SW
<b>U-8-10</b>	8-10	M4X0,7	3	7
<b>U-12-16</b>	12-16	M6X1	4	10
<b>U-20</b>	20	M8X1,25	5	13
<b>U-25-32</b>	25	M10X1,25	6	17

Tuerca cabezal Mod. V.

UNI EN ISO 4035

Material: acero zincado.



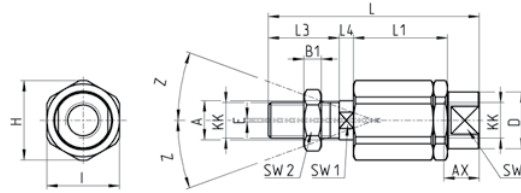
DIMENSIONES

Mod.	∅	D	m	SW
<b>V-8-10</b>	8-10	M12X1,25	5	19
<b>V-12-16</b>	12-16	M16X1,5	6	24
<b>V-20-25</b>	20-25	M22X1,5	10	32

1

## Articulación autoalineante Mod. GK

Novedad

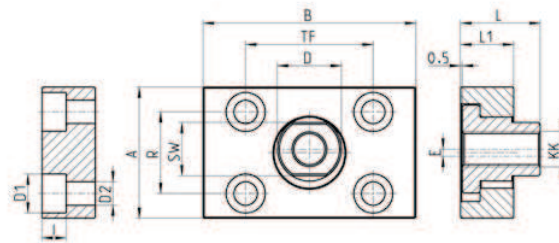
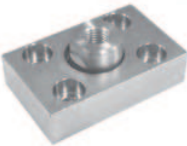


## DIMENSIONES

Mod.	Ø	KK	L	L1	L3	L4	A	ØD	H	I	SW	SW1	SW2	B1	AX	Z	E
<b>GK-20</b>	20	M8x1,25	57	26	21	5	8	12,5	19	17	11	7	13	4	16	4	2
<b>GK-25-32</b>	25-32	M10x1,25	71,5	35	20	7,5	14	22	32	30	19	12	17	5	22	4	2

## Placa Compensadora Mod GKF

Novedad



## DIMENSIONES

Mod.	Ø	KK	A	B	R	TF	L	L1	I	Ø D	Ø D1	Ø D2	SW	E
<b>GKF-20</b>	20	M8x1,25	30	35	20	25	22,5	10	-	14	5,5	-	13	1,5
<b>GKF-25-32</b>	25	M10x1,25	37	60	23	36	22,5	15	6,8	18	11	6,6	15	2



Fotocélulas cilíndricas en carcasas M18 de plástico, latón o acero inoxidable

# E3F2

E3F2

- Amplia gama de carcasas estándar de plástico, latón o acero inoxidable
- Tipos de larga distancia para la más alta fiabilidad en entornos con suciedad
- Tipos de detección radial (90°) para un montaje y ajuste sencillos
- Modelo con supresión de fondo con haz de alta precisión
- Tipos de c.a. y c.c.



## Características

- Carcasa cilíndrica de tamaño M18 DIN
- Materiales de la carcasa: plástico, latón niquelado y acero inoxidable
- Tipos axial y radial (con óptica integrada a 90°)
- Grado de protección IP67
- Modelos de conmutación de corriente continua con conectores para facilitar el mantenimiento
- Tipo con conexión completamente metálica
- Tipos con mayor distancia de detección: 7 m, 10 m
- Modelos de reflexión sobre espejo con luz polarizada: 2 m, 4 m
- Tipo con supresión de fondo: 10 cm
- Larga distancia de detección (0,3 m, 1 m) y ajuste de sensibilidad en los tipos de reflexión sobre objeto
- Característica de haz ancho (10 cm) en los tipos de reflexión sobre objeto
- Amplia variedad de tensiones de operación (10 a 30 Vc.c. o 24 a 240 Vc.a.)
- Protección contra cortocircuitos e inversión de polaridad (modelos de corriente continua)
- Certificación UL y CSA (tipos de conmutación de corriente alterna)
- Listados de UL (tipos de corriente continua)

Tabla de selección

Modelos con conmutación de c.c.

Material de la carcasa: plástico

Método de detección		Aspecto	Método de conexión	Distancia de detección	Modelo		
					Salida PNP	Salida NPN	
Barrera	Empleo general		Con cable	7 m	E3F2-7B4	E3F2-7C4	
			Conector M12		E3F2-7B4-P1	E3F2-7C4-P1	
	- detección de precisión <sup>(*)1</sup> - entrada de prueba		Con cable	10 m	E3F2-10B4	E3F2-10C4	
			Conector M12		E3F2-10B4-P1	E3F2-10C4-P1	
Reflexión sobre espejo <sup>(*)2</sup>	No polarizada (sin función MSR)		Con cable	0,1 – 2 m <sup>(*)3</sup>	E3F2-R2B4-E	E3F2-R2B4-E	
			Conector M12		E3F2-R2B4-P1-E	E3F2-R2C4-P1-E	
	Polarizada (con función MSR)		Sensibilidad fija	Con cable	0,1 – 4 m <sup>(*)4</sup>	E3F2-R4B4F-E	E3F2-R4C4F-E
				Conector M12		E3F2-R4B4F-P1-E	E3F2-R4C4F-P1-E
	Sensibilidad ajustable	Con cable	E3F2-R4B4-E	E3F2-R4C4-E			
		Conector M12	E3F2-R4B4-P1-E	E3F2-R4C4-P1-E			
	No polarizada (sin función MSR)		Con cable	0,1 – 2 m <sup>(*)3</sup>	-	-	
			Conector M12		-	-	
Polarizada (con función MSR)	Con cable		0,1 – 2 m <sup>(*)3</sup>	E3F2-R2RB41-E	E3F2-R2RC41-E		
	Conector M12			E3F2-R2RB41-P1-E	E3F2-R2RC41-P1-E		
Reflexión directa	Sensibilidad fija Características de haz ancho		Con cable	0,1 m	E3F2-DS10B4-N	E3F2-DS10B4-N	
			Conector M12		E3F2-DS10B4-P1	E3F2-DS10C4-P1	
	Sensibilidad ajustable		Con cable	0,3 m	E3F2-DS30B4	E3F2-DS30C4	
			Conector M12		E3F2-DS30B4-P1	E3F2-DS30C4-P1	
	Sensibilidad fija Características de haz ancho		Con cable	1 m	E3F2-D1B4	E3F2-D1C4	
			Conector M12		E3F2-D1B4-P1	E3F2-D1C4-P1	
	Sensibilidad ajustable		Con cable	0,1 m	-	-	
			Conector M12		-	-	
Supresión de fondo	Distancia de detección fija		Con cable	10 cm	E3F2-LS10B4	E3F2-LS10C4	
			Conector M12		E3F2-LS10B4-P1	E3F2-LS10C4-P1	

<sup>(\*)1</sup> con ranura E39-ES18

<sup>(\*)2</sup> Disponibles también modelos de reflexión sobre espejo incl. espejos E39-R1 ó E39-R1S

<sup>(\*)3</sup> con espejo E39-R1

<sup>(\*)4</sup> con espejo E39-R1S

Nota: La longitud de cable estándar es 2 m. Hay modelos con un cable de 5 m. Al hacer su pedido, especifique la longitud del cable (por ejemplo, E3F2-R2RB4 2M o E3F2-R2RB4 5M). Si desea otra longitud de cable, póngase en contacto con su representante de OMRON.

Material de la carcasa: metal (latón niquelado)

Método de detección		Aspecto	Método de conexión	Distancia de detección	Modelo		
					Salida PNP	Salida NPN	
Barrera	Empleo general		Con cable	7 m	E3F2-7B4-M	E3F2-7C4-M	
			Conector M12		E3F2-7B4-M1-M	E3F2-7C4-M1-M	
	- detección de precisión - entrada de prueba		Con cable	10 m	E3F2-10B4-M	E3F2-10C4-M	
			Conector M12		E3F2-10B4-M1-M	E3F2-10C4-M1-M	
Reflexión sobre espejo <sup>(*)</sup>	No polarizada (sin función MSR)		Con cable	0,1 – 2 m <sup>(2)</sup>	–	–	
	Polarizada (con función MSR)		Sensibilidad fija		Conector M12	E3F2-R2RB4-M-E	E3F2-R2RC4-M-E
				Sensibilidad ajustable	Con cable	E3F2-R2RB4-M1-M-E	E3F2-R2RC4-M1-M-E
			Conector M12		Con cable	0,1 – 4 m <sup>(3)</sup>	E3F2-R4B4F-M-E
				Conector M12	E3F2-R4B4F-M1-M-E		E3F2-R4C4F-M1-M-E
	Conector M12		Con cable	E3F2-R4B4-M-E	E3F2-R4C4-M-E		
		Conector M12	E3F2-R4B4-M1-M-E	E3F2-R4C4-M1-M-E			
	No polarizada (sin función MSR)		Con cable	0,1 – 2 m <sup>(2)</sup>	–	–	
	Polarizada (con función MSR)		Conector M12		E3F2-R2RB41-M-E	E3F2-R2RC41-M-E	
			Conector M12	Con cable	E3F2-R2RB41-M1-M-E	E3F2-R2RC41-M1-M-E	
	Conector M12			Con cable	E3F2-R2RB41-M1-M-E	E3F2-R2RC41-M1-M-E	
		Reflexión directa	Distancia de detección fija Características de haz ancho		Con cable	0,1 m	E3F2-DS10B4-M
Conector M12	E3F2-DS10B4-M1-M				E3F2-DS10C4-M1-M		
Distancia de detección ajustable	Con cable				0,3 m	E3F2-DS30B4-M	E3F2-DS30C4-M
	Conector M12					E3F2-DS30B4-M1-M	E3F2-DS30C4-M1-M
Conector M12	Con cable		1 m	E3F2-D1B4-M	E3F2-D1C4-M		
	Conector M12			E3F2-D1B4-M1-M	E3F2-D1C4-M1-M		
Distancia de detección fija Características de haz ancho			Con cable	0,1 m	–	–	
			Conector M12		–	–	
Distancia de detección ajustable	radial	Con cable	0,3 m	E3F2-DS30B41-M	E3F2-DS30C41-M		
		Conector M12		E3F2-DS30B41-M1-M	E3F2-DS30C41-M1-M		
Supresión de fondo	Detección fija ajustable		Con cable	10 cm	E3F2-LS10B4-M	E3F2-LS10C4-M	
			Conector M12		E3F2-LS10B4-M1-M	E3F2-LS10C4-M1-M	

<sup>(\*)</sup> Disponibles también modelos de reflexión sobre espejo incl. espejo E39-R1

<sup>(2)</sup> con espejo E39-R1

<sup>(3)</sup> con espejo E39-R1S

Nota: La longitud de cable estándar es 2 m. Hay modelos con un cable de 5 m. Al hacer su pedido, especifique la longitud del cable (por ejemplo, E3F2-R2RB4-M 2M o E3F2-R2RB4-M 5M). Si desea otra longitud de cable, póngase en contacto con su representante de OMRON.

Material de la carcasa: Metal (acero inoxidable)

Método de detección		Aspecto	Método de conexión	Distancia de detección	Modelo				
					Salida PNP	Salida NPN			
Barrera			Con cable	7 m	<b>E3F2-7B4-S</b>	<b>E3F2-7C4-S</b>			
			Conector M12		<b>E3F2-7B4-M1-S</b>	<b>E3F2-7C4-M1-S</b>			
Reflexión sobre espejo <sup>(*)</sup>	No polarizada (sin función MSR)		Con cable	0,1 – 2 m (con espejo E39-R1)	–	–			
	Polarizada (con función MSR)		Conector M12		–	–			
		No polarizada (sin función MSR)	Con cable		<b>E3F2-R2RB4-S-E</b>	<b>E3F2-R2RC4-S-E</b>			
	Conector M12		<b>E3F2-R2RB4-M1-S-E</b>		<b>E3F2-R2RC4-M1-S-E</b>				
	Polarizada (con función MSR)		Con cable		–	–			
			Conector M12		–	–			
			Con cable		–	–			
			Conector M12		–	–			
Reflexión directa	Sensibilidad fija Características de haz ancho		Con cable	0,1 m	<b>E3F2-DS10B4-S</b>	<b>E3F2-DS10C4-S</b>			
			Conector M12		<b>E3F2-DS10B4-M1-S</b>	<b>E3F2-DS10C4-M1-S</b>			
			Sensibilidad ajustable		axial	Con cable	0,3 m	<b>E3F2-DS30B4-S</b>	<b>E3F2-DS30C4-S</b>
						Conector M12		<b>E3F2-DS30B4-M1-S</b>	<b>E3F2-DS30C4-M1-S</b>
	Sensibilidad fija Características de haz ancho		Con cable	0,1 m	–	–			
			Conector M12		–	–			
			Sensibilidad ajustable		radial	Con cable	0,3 m	–	–
						Conector M12		–	–
<b>Supresión de fondo</b>		Póngase en contacto con su representante de ventas OMRON si desea información sobre estos							

<sup>(\*)</sup> Disponibles también modelos de reflexión sobre espejo incl. espejo E39-R1

Nota: La longitud de cable estándar es 2 m. Hay modelos con un cable de 5 m. Al hacer su pedido, especifique la longitud del cable (por ejemplo, E3F2-R2RB4-S 2M o E3F2-R2RB4-S 5M). Si desea otra longitud de cable, póngase en contacto con su representante de OMRON.

Modelos de c.a.

Material de la carcasa: Carcasa de metal

Método de detección		Aspecto	Conexión	Distancia de detección	Modelo	
			Procesamiento		CON LUZ	EN OSCURIDAD
Barrera			Con cable	3 m	<b>E3F2-3Z1</b>	<b>E3F2-3Z2</b>
Reflexión sobre espejo <sup>(*)</sup>	No polarizada (sin función MSR)		Con cable	0,1 – 2 m (con espejo E39-R1)	<b>E3F2-R2Z1-E</b>	<b>E3F2-R2Z2-E</b>
Reflexión directa	Distancia de detección fija Características de haz ancho		Con cable	0,1 m	<b>E3F2-DS10Z1-N</b>	<b>E3F2-DS10Z2-N</b>

<sup>(\*)</sup> Disponibles también modelos de reflexión sobre espejo incl. espejo E39-R1

Nota: La longitud de cable estándar es 2 m. Hay modelos con un cable de 5 m. Al hacer su pedido, especifique la longitud del cable (por ejemplo, E3F2-R2Z1 2M o E3F2-R2Z1 5M). Si desea otra longitud de cable, póngase en contacto con su representante de OMRON.

Accesorios (pedido por separado)

Nombre	Distancia de detección (típica) [1.]	Modelo	Comentario
Espejos	0,1 – 3,7 m (axial) 0,1 – 2,4 m (radial)	E39-R1	60 x 40 mm (incluido en algunos modelos)
	0,1 – 4,3 m (axial)	E39-R1S	para E3F2-R4
	0,1 – 4,2 m (axial) 0,1 – 2,7 m (radial)	E39-R7	∅ 84 mm
	0,1 – 5,3 m (axial) 0,1 – 3,1 m (radial)	E39-R8	100 x 100 mm
	0,1 – 4,3 m (axial)	E39-R40	80 x 80 mm
Espejos tipo laminar adhesivos		E39-RSA	35 x 10 mm
		E39-RSB	35 x 40 mm
		E39-RS3	80 x 70 mm
Tapa de lente		E39-F31	
Soporte de montaje		Y92E-B18	montaje con tornillo
		Y92E-G18	montaje rápido
Ranura		E39-ES18	para E3F2-10□ - detección de precisión

Si desea información detallada acerca de los accesorios, consulte el capítulo "Accesorios" incluido al final del documento.

Nota: 1. La distancia de detección típica equivale al 80% de la distancia de detección máxima. Para más información, consulte "Curvas Características".

Conectores de E/S para sensores





Cable	Forma	Con cable	Modelo	
Estándar	Recto 	2 m	Cuatro hilos	XS2F-D421-D80-A
		5 m		XS2F-D421-G80-A
	Acodado 	2 m		XS2F-D422-D80-A
		5 m		XS2F-D422-G80-A
Cable para aplicaciones de robótica resistente a vibraciones	Recto 	2 m		XS2F-D421-D80-R
		5 m		XS2F-D421-G80-R
	Acodado 	2 m		XS2F-D422-D80-R
		5 m		XS2F-D422-G80-R

Tabla de selección: lista de tipos

Modelos de c.c., plástico

Modelo	Método de detección, distancia de detección	Aspecto	Conexión (longitud de cable)	Salida de control	Observaciones
E3F2-7B4 2M	Barrera, 7 m	axial	Con cable (2 m)*	PNP	Receptor y emisor
E3F2-7B4-P1	Barrera, 7 m	axial	Conector	PNP	Receptor y emisor
E3F2-7C4 2M	Barrera, 7 m	axial	Con cable (2 m)*	NPN	Receptor y emisor
E3F2-7C4-P1	Barrera, 7 m	axial	Conector	NPN	Receptor y emisor
E3F2-7DB4 2M	Barrera, 7 m	axial	Con cable (2 m)*	PNP	Sólo receptor
E3F2-7DB4-P1	Barrera, 7 m	axial	Conector	PNP	Sólo receptor
E3F2-7DC4 2M	Barrera, 7 m	axial	Con cable (2 m)*	NPN	Sólo receptor
E3F2-7DC4-P1	Barrera, 7 m	axial	Conector	NPN	Sólo receptor
E3F2-7L 2M	Barrera, 7 m	axial	Con cable (2 m)*	N.D.	Sólo emisor
E3F2-7L -P1	Barrera, 7 m	axial	Conector	N.D.	Sólo emisor
E3F2-10B4 2M	Barrera, 10 m	axial	Con cable (2 m)*	PNP	Receptor y emisor (detección de precisión y entrada de prueba)
E3F2-10B4-P1	Barrera, 10 m	axial	Conector	PNP	Receptor y emisor (detección de precisión y entrada de prueba)
E3F2-10DB4 2M	Barrera, 10 m	axial	Con cable (2 m)*	PNP	Sólo receptor (detección de precisión y entrada de prueba)
E3F2-10DB4-P1	Barrera, 10 m	axial	Conector	PNP	Sólo receptor (detección de precisión y entrada de prueba)
E3F2-10C4 2M	Barrera, 10 m	axial	Con cable (2 m)*	NPN	Receptor y emisor (detección de precisión y entrada de prueba)
E3F2-10C4-P1	Barrera, 10 m	axial	Conector	NPN	Receptor y emisor (detección de precisión y entrada de prueba)
E3F2-10DC4 2M	Barrera, 10 m	axial	Con cable (2 m)*	NPN	Sólo receptor (detección de precisión y entrada de prueba)
E3F2-10DC4-P1	Barrera, 10 m	axial	Conector	NPN	Sólo receptor (detección de precisión y entrada de prueba)
E3F2-10LB 2M	Barrera, 10 m	axial	Con cable (2 m)*	PNP	Sólo emisor (detección de precisión y entrada de prueba)
E3F2-10LB-P1	Barrera, 10 m	axial	Conector	PNP	Sólo emisor (detección de precisión y entrada de prueba)
E3F2-DS10B4-N 2M	Reflexión sobre objeto, 0,1 m	axial	Con cable (2 m)*	PNP	Característica de haz ancho
E3F2-DS10B4-P1	Reflexión sobre objeto, 0,1 m	axial	Conector	PNP	Característica de haz ancho
E3F2-DS10C4-N 2M	Reflexión sobre objeto, 0,1 m	axial	Con cable (2 m)*	NPN	Característica de haz ancho
E3F2-DS10C4-P1	Reflexión sobre objeto, 0,1 m	axial	Conector	NPN	Característica de haz ancho
E3F2-DS30B4 2M	Reflexión sobre objeto, 0,3 m	axial	Con cable (2 m)*	PNP	Ajuste de sensibilidad
E3F2-DS30B41 2M	Reflexión sobre objeto, 0,3 m	radial	Con cable (2 m)*	PNP	Ajuste de sensibilidad
E3F2-DS30B41-P1	Reflexión sobre objeto, 0,3 m	radial	Conector	PNP	Ajuste de sensibilidad
E3F2-DS30B4-P1	Reflexión sobre objeto, 0,3 m	axial	Conector	PNP	Ajuste de sensibilidad
E3F2-DS30C4 2M	Reflexión sobre objeto, 0,3 m	axial	Con cable (2 m)*	NPN	Ajuste de sensibilidad
E3F2-DS30C41 2M	Reflexión sobre objeto, 0,3 m	radial	Con cable (2 m)*	NPN	Ajuste de sensibilidad
E3F2-DS30C41-P1	Reflexión sobre objeto, 0,3 m	radial	Conector	NPN	Ajuste de sensibilidad
E3F2-DS30C4-P1	Reflexión sobre objeto, 0,3 m	axial	Conector	NPN	Ajuste de sensibilidad
E3F2-D1B4 2M	Reflexión sobre objeto, 1 m	axial	Con cable (2 m)*	PNP	Ajuste de sensibilidad
E3F2-D1B4-P1	Reflexión sobre objeto, 1 m	axial	Conector	PNP	Ajuste de sensibilidad
E3F2-D1C4 2M	Reflexión sobre objeto, 1 m	axial	Con cable (2 m)*	NPN	Ajuste de sensibilidad
E3F2-D1C4-P1	Reflexión sobre objeto, 1 m	axial	Conector	NPN	Ajuste de sensibilidad
E3F2-LS10B4 2M	Supresión de fondo, 10 cm	axial	Con cable (2 m)*	PNP	Supresión de fondo
E3F2-LS10B4-P1	Supresión de fondo, 10 cm	axial	Conector	PNP	Supresión de fondo
E3F2-LS10C4 2M	Supresión de fondo, 10 cm	axial	Con cable (2 m)*	NPN	Supresión de fondo
E3F2-LS10C4-P1	Supresión de fondo, 10 cm	axial	Conector	NPN	Supresión de fondo
E3F2-R2B4 2M	Reflexión sobre espejo, 2 m	axial	Con cable (2 m)*	PNP	No polarizada
E3F2-R2B4-E 2M	Reflexión sobre espejo, 2 m	axial	Con cable (2 m)*	PNP	No polarizada, sin espejo
E3F2-R2B4-P1	Reflexión sobre espejo, 2 m	axial	Conector	PNP	No polarizada
E3F2-R2B4-P1-E	Reflexión sobre espejo, 2 m	axial	Conector	PNP	No polarizada, sin espejo
E3F2-R2C4 2M	Reflexión sobre espejo, 2 m	axial	Con cable (2 m)*	NPN	No polarizada
E3F2-R2C4-E 2M	Reflexión sobre espejo, 2 m	axial	Con cable (2 m)*	NPN	No polarizada, sin espejo
E3F2-R2C4-P1	Reflexión sobre espejo, 2 m	axial	Conector	NPN	No polarizada
E3F2-R2C4-P1-E	Reflexión sobre espejo, 2 m	axial	Conector	NPN	No polarizada, sin espejo

Modelo	Método de detección, distancia de detección	Aspecto	Conexión (longitud de cable)	Salida de control	Observaciones
E3F2-R2RB41 2M	Reflexión sobre espejo, 2 m	radial	Con cable (2 m)*	PNP	Polarizada
E3F2-R2RB41-E 2M	Reflexión sobre espejo, 2 m	radial	Con cable (2 m)*	PNP	Polarizada, sin espejo
E3F2-R2RB41-P1	Reflexión sobre espejo, 2 m	radial	Conector	PNP	Polarizada
E3F2-R2RB41-P1-E	Reflexión sobre espejo, 2 m	radial	Conector	PNP	Polarizada, sin espejo
E3F2-R2RC41 2M	Reflexión sobre espejo, 2 m	radial	Con cable (2 m)*	NPN	Polarizada
E3F2-R2RC41-E 2M	Reflexión sobre espejo, 2 m	radial	Con cable (2 m)*	NPN	Polarizada, sin espejo
E3F2-R2RC41-P1	Reflexión sobre espejo, 2 m	radial	Conector	NPN	Polarizada
E3F2-R2RC41-P1-E	Reflexión sobre espejo, 2 m	radial	Conector	NPN	Polarizada, sin espejo
E3F2-R4B4 2M	Reflexión sobre espejo, 4 m	axial	Con cable (2 m)*	PNP	Polarizada, ajuste de sensibilidad
E3F2-R4B4-E 2M	Reflexión sobre espejo, 4 m	axial	Con cable (2 m)*	PNP	Polarizada, ajuste de sensibilidad, sin espejo
E3F2-R4B4F 2M	Reflexión sobre espejo, 4 m	axial	Con cable (2 m)*	PNP	Polarizada, sensibilidad fija
E3F2-R4B4F-E 2M	Reflexión sobre espejo, 4 m	axial	Con cable (2 m)*	PNP	Polarizada, sensibilidad fija, sin espejo
E3F2-R4C4 2M	Reflexión sobre espejo, 4 m	axial	Con cable (2 m)*	NPN	Polarizada, ajuste de sensibilidad
E3F2-R4C4-E 2M	Reflexión sobre espejo, 4 m	axial	Con cable (2 m)*	NPN	Polarizada, ajuste de sensibilidad, sin espejo
E3F2-R4C4F 2M	Reflexión sobre espejo, 4 m	axial	Con cable (2 m)*	NPN	Polarizada, sensibilidad fija
E3F2-R4C4F-E 2M	Reflexión sobre espejo, 4 m	axial	Con cable (2 m)*	NPN	Polarizada, sensibilidad fija, sin espejo
E3F2-R4B4-P1	Reflexión sobre espejo, 4 m	axial	Conector	PNP	Polarizada, ajuste de sensibilidad
E3F2-R4B4-P1-E	Reflexión sobre espejo, 4 m	axial	Conector	PNP	Polarizada, ajuste de sensibilidad, sin espejo
E3F2-R4B4F-P1	Reflexión sobre espejo, 4 m	axial	Conector	PNP	Polarizada, sensibilidad fija
E3F2-R4B4F-P1-E	Reflexión sobre espejo, 4 m	axial	Conector	PNP	Polarizada, sensibilidad fija, sin espejo
E3F2-R4C4-P1	Reflexión sobre espejo, 4 m	axial	Conector	NPN	Polarizada, ajuste de sensibilidad
E3F2-R4C4-P1-E	Reflexión sobre espejo, 4 m	axial	Conector	NPN	Polarizada, ajuste de sensibilidad, sin espejo
E3F2-R4C4F-P1	Reflexión sobre espejo, 4 m	axial	Conector	NPN	Polarizada, sensibilidad fija
E3F2-R4C4F-P1-E	Reflexión sobre espejo, 4 m	axial	Conector	NPN	Polarizada, sensibilidad fija, sin espejo

\* La longitud de cable estándar es 2 m. Hay modelos con un cable de 5 m. Al hacer su pedido, especifique la longitud del cable (por ejemplo, E3F2-R2RB41 2M o E3F2-R2RB41 5M). Si desea otra longitud de cable, póngase en contacto con su representante de OMRON.

Modelos de c.c., metal (latón niquelado)

Modelo	Método de detección, rango de detección	Aspecto	Conexión (longitud de cable)	Salida de control	Observaciones
E3F2-7B4-M 2M	Barrera, 7 m	axial	Con cable (2 m)*	PNP	Receptor y emisor
E3F2-7B4-M1-M	Barrera, 7 m	axial	Conector	PNP	Receptor y emisor
E3F2-7C4-M 2M	Barrera, 7 m	axial	Con cable (2 m)*	NPN	Receptor y emisor
E3F2-7C4-M1-M	Barrera, 7 m	axial	Conector	NPN	Receptor y emisor
E3F2-7DB4-M 2M	Barrera, 7 m	axial	Con cable (2 m)*	PNP	Sólo receptor
E3F2-7DB4-M1-M	Barrera, 7 m	axial	Conector	PNP	Sólo receptor
E3F2-7DC4-M 2M	Barrera, 7 m	axial	Con cable (2 m)*	NPN	Sólo receptor
E3F2-7DC4-M1-M	Barrera, 7 m	axial	Conector	NPN	Sólo receptor
E3F2-7L-M 2M	Barrera, 7 m	axial	Con cable (2 m)*	N.D.	Sólo emisor
E3F2-7L-M1-M	Barrera, 7 m	axial	Conector	N.D.	Sólo emisor
E3F2-10B4-M 2M	Barrera, 10 m	axial	Con cable (2 m)*	PNP	Receptor y emisor (detección de precisión y entrada de prueba)
E3F2-10B4-M1-M	Barrera, 10 m	axial	Conector	PNP	Receptor y emisor (detección de precisión y entrada de prueba)
E3F2-10DB4-M 2M	Barrera, 10 m	axial	Con cable (2 m)*	PNP	Sólo receptor (detección de precisión y entrada de prueba)
E3F2-10DB4-M1-M	Barrera, 10 m	axial	Conector	PNP	Sólo receptor (detección de precisión y entrada de prueba)
E3F2-10C4-M 2M	Barrera, 10 m	axial	Con cable (2 m)*	NPN	Receptor y emisor (detección de precisión y entrada de prueba)
E3F2-10C4-M1-M	Barrera, 10 m	axial	Conector	NPN	Receptor y emisor (detección de precisión y entrada de prueba)
E3F2-10DC4-M 2M	Barrera, 10 m	axial	Con cable (2 m)*	NPN	Sólo receptor (detección de precisión y entrada de prueba)
E3F2-10DC4-M1-M	Barrera, 10 m	axial	Conector	NPN	Sólo receptor (detección de precisión y entrada de prueba)
E3F2-10LB-M 2M	Barrera, 10 m	axial	Con cable (2 m)*	PNP	Sólo emisor (detección de precisión y entrada de prueba)

Modelo	Método de detección, rango de detección	Aspecto	Conexión (longitud de cable)	Salida de control	Observaciones
E3F2-10LB-M 2M	Barrera, 10 m	axial	Con cable (2 m)*	PNP	Sólo emisor (detección de precisión y entrada de prueba)
E3F2-10LB-M1-M	Barrera, 10 m	axial	Conector	PNP	Sólo emisor (detección de precisión y entrada de prueba)
E3F2-DS10B4-M 2M	Reflexión sobre objeto, 0,1 m	axial	Con cable (2 m)*	PNP	Característica de haz ancho
E3F2-DS10B4-M1-M	Reflexión sobre objeto, 0,1 m	axial	Conector	PNP	Característica de haz ancho
E3F2-DS10C4-M 2M	Reflexión sobre objeto, 0,1 m	axial	Con cable (2 m)*	NPN	Característica de haz ancho
E3F2-DS10C4-M1-M	Reflexión sobre objeto, 0,1 m	axial	Conector	NPN	Característica de haz ancho
E3F2-DS30B41-M 2M	Reflexión sobre objeto, 0,3 m	radial	Con cable (2 m)*	PNP	Ajuste de sensibilidad
E3F2-DS30B41-M1-M	Reflexión sobre objeto, 0,3 m	radial	Conector	PNP	Ajuste de sensibilidad
E3F2-DS30B4-M 2M	Reflexión sobre objeto, 0,3 m	axial	Con cable (2 m)*	PNP	Ajuste de sensibilidad
E3F2-DS30B4-M1-M	Reflexión sobre objeto, 0,3 m	axial	Conector	PNP	Ajuste de sensibilidad
E3F2-DS30C41-M 2M	Reflexión sobre objeto, 0,3 m	radial	Con cable (2 m)*	NPN	Ajuste de sensibilidad
E3F2-DS30C41-M1-M	Reflexión sobre objeto, 0,3 m	radial	Conector	NPN	Ajuste de sensibilidad
E3F2-DS30C4-M 2M	Reflexión sobre objeto, 0,3 m	axial	Con cable (2 m)*	NPN	Ajuste de sensibilidad
E3F2-DS30C4-M1-M	Reflexión sobre objeto, 0,3 m	axial	Conector	NPN	Ajuste de sensibilidad
E3F2-D1B4-M 2M	Reflexión sobre objeto, 1 m	axial	Con cable (2 m)*	PNP	Ajuste de sensibilidad
E3F2-D1B4-M1-M	Reflexión sobre objeto, 1 m	axial	Conector	PNP	Ajuste de sensibilidad
E3F2-D1C4-M 2M	Reflexión sobre objeto, 1 m	axial	Con cable (2 m)*	NPN	Ajuste de sensibilidad
E3F2-D1C4-M1-M	Reflexión sobre objeto, 1 m	axial	Conector	NPN	Ajuste de sensibilidad
E3F2-LS10B4-M 2M	Supresión de fondo, 10 cm	axial	Con cable (2 m)*	PNP	Supresión de fondo
E3F2-LS10B4-M1-M	Supresión de fondo, 10 cm	axial	Conector	PNP	Supresión de fondo
E3F2-LS10C4-M 2M	Supresión de fondo, 10 cm	axial	Con cable (2 m)*	NPN	Supresión de fondo
E3F2-LS10C4-M1-M	Supresión de fondo, 10 cm	axial	Conector	NPN	Supresión de fondo
E3F2-R2RB41-M 2M	Reflexión sobre espejo, 2 m	radial	Con cable (2 m)*	PNP	Polarizada
E3F2-R2RB41-M1-M	Reflexión sobre espejo, 2 m	radial	Conector	PNP	Polarizada
E3F2-R2RB41-M1-M-E	Reflexión sobre espejo, 2 m	radial	Conector	PNP	Polarizada, sin espejo
E3F2-R2RB41-M-E 2M	Reflexión sobre espejo, 2 m	radial	Con cable (2 m)*	PNP	Polarizada, sin espejo
E3F2-R2RB4-M 2M	Reflexión sobre espejo, 2 m	axial	Con cable (2 m)*	PNP	Polarizada
E3F2-R2RB4-M1-M	Reflexión sobre espejo, 2 m	axial	Conector	PNP	Polarizada
E3F2-R2RB4-M1-M-E	Reflexión sobre espejo, 2 m	axial	Conector	PNP	Polarizada, sin espejo
E3F2-R2RB4-M-E 2M	Reflexión sobre espejo, 2 m	axial	Con cable (2 m)*	PNP	Polarizada, sin espejo
E3F2-R2RC41-M 2M	Reflexión sobre espejo, 2 m	radial	Con cable (2 m)*	NPN	Polarizada
E3F2-R2RC41-M1-M	Reflexión sobre espejo, 2 m	radial	Conector	NPN	Polarizada
E3F2-R2RC41-M1-M-E	Reflexión sobre espejo, 2 m	radial	Conector	NPN	Polarizada, sin espejo
E3F2-R2RC41-M-E 2M	Reflexión sobre espejo, 2 m	radial	Con cable (2 m)*	NPN	Polarizada, sin espejo
E3F2-R2RC4-M 2M	Reflexión sobre espejo, 2 m	axial	Con cable (2 m)*	NPN	Polarizada
E3F2-R2RC4-M1-M	Reflexión sobre espejo, 2 m	axial	Conector	NPN	Polarizada
E3F2-R2RC4-M1-M-E	Reflexión sobre espejo, 2 m	axial	Conector	NPN	Polarizada, sin espejo
E3F2-R2RC4-M-E 2M	Reflexión sobre espejo, 2 m	axial	Con cable (2 m)*	NPN	Polarizada, sin espejo
E3F2-R4B4-M 2M	Reflexión sobre espejo, 4 m	axial	Con cable (2 m)*	PNP	Polarizada, ajuste de sensibilidad
E3F2-R4B4-M-E 2M	Reflexión sobre espejo, 4 m	axial	Con cable (2 m)*	PNP	Polarizada, ajuste de sensibilidad, sin espejo
E3F2-R4B4F-M 2M	Reflexión sobre espejo, 4 m	axial	Con cable (2 m)*	PNP	Polarizada, sensibilidad fija
E3F2-R4B4F-M-E 2M	Reflexión sobre espejo, 4 m	axial	Con cable (2 m)*	PNP	Polarizada, sensibilidad fija, sin espejo
E3F2-R4C4-M 2M	Reflexión sobre espejo, 4 m	axial	Con cable (2 m)*	NPN	Polarizada, ajuste de sensibilidad
E3F2-R4C4-M-E 2M	Reflexión sobre espejo, 4 m	axial	Con cable (2 m)*	NPN	Polarizada, ajuste de sensibilidad, sin espejo
E3F2-R4C4F-M 2M	Reflexión sobre espejo, 4 m	axial	Con cable (2 m)*	NPN	Polarizada, sensibilidad fija
E3F2-R4C4F-M-E 2M	Reflexión sobre espejo, 4 m	axial	Con cable (2 m)*	NPN	Polarizada, sensibilidad fija, sin espejo
E3F2-R4B4-M1-M	Reflexión sobre espejo, 4 m	axial	Conector	PNP	Polarizada, ajuste de sensibilidad
E3F2-R4B4-M1-M-E	Reflexión sobre espejo, 4 m	axial	Conector	PNP	Polarizada, ajuste de sensibilidad, sin espejo
E3F2-R4B4F-M1-M	Reflexión sobre espejo, 4 m	axial	Conector	PNP	Polarizada, sensibilidad fija
E3F2-R4B4F-M1-M-E	Reflexión sobre espejo, 4 m	axial	Conector	PNP	Polarizada, sensibilidad fija, sin espejo
E3F2-R4C4-M1-M	Reflexión sobre espejo, 4 m	axial	Conector	NPN	Polarizada, ajuste de sensibilidad



Modelo	Método de detección, rango de detección	Aspecto	Conexión (longitud de cable)	Salida de control	Observaciones
E3F2-R4C4-M1-M-E	Reflexión sobre espejo, 4 m	axial	Conector	NPN	Polarizada, ajuste de sensibilidad, sin espejo
E3F2-R4C4F-M1-M	Reflexión sobre espejo, 4 m	axial	Conector	NPN	Polarizada, sensibilidad fija
E3F2-R4C4F-M1-M-E	Reflexión sobre espejo, 4 m	axial	Conector	NPN	Polarizada, sensibilidad fija, sin espejo

\* La longitud de cable estándar es 2 m. Hay modelos con un cable de 5 m. Al hacer su pedido, especifique la longitud del cable (por ejemplo, E3F2-R2RB41-M 2M o E3F2-R2RB41-M 5M). Si desea otra longitud de cable, póngase en contacto con su representante de OMRON.

### Modelos de c.c., metal (acero inoxidable)

Modelo	Método de detección, rango de detección	Aspecto	Conexión (longitud de cable)	Salida de control	Observaciones
E3F2-7B4-M1-S	Barrera, 7 m	axial	Conector	PNP	Receptor y emisor
E3F2-7B4-S 2M	Barrera, 7 m	axial	Con cable (2 m)*	PNP	Receptor y emisor
E3F2-7C4-M1-S	Barrera, 7 m	axial	Conector	NPN	Receptor y emisor
E3F2-7C4-S 2M	Barrera, 7 m	axial	Con cable (2 m)*	NPN	Receptor y emisor
E3F2-7DB4-M1-S	Barrera, 7 m	axial	Conector	PNP	Sólo receptor
E3F2-7DB4-S 2M	Barrera, 7 m	axial	Con cable (2 m)*	PNP	Sólo receptor
E3F2-7DC4-M1-S	Barrera, 7 m	axial	Conector	NPN	Sólo receptor
E3F2-7DC4-S 2M	Barrera, 7 m	axial	Con cable (2 m)*	NPN	Sólo receptor
E3F2-7L-M1-S	Barrera, 7 m	axial	Conector	N.D.	Sólo emisor
E3F2-7L-S 2M	Barrera, 7 m	axial	Con cable (2 m)*	N.D.	Sólo emisor
E3F2-DS10B4-M1-S	Reflexión sobre objeto, 0,1 m	axial	Conector	PNP	Característica de haz ancho
E3F2-DS10B4-S 2M	Reflexión sobre objeto, 0,1 m	axial	Con cable (2 m)*	PNP	Característica de haz ancho
E3F2-DS10C4-M1-S	Reflexión sobre objeto, 0,1 m	axial	Conector	NPN	Característica de haz ancho
E3F2-DS10C4-S 2M	Reflexión sobre objeto, 0,1 m	axial	Con cable (2 m)*	NPN	Característica de haz ancho
E3F2-DS30B4-M1-S	Reflexión sobre objeto, 0,3 m	axial	Conector	PNP	Ajuste de sensibilidad
E3F2-DS30B4-S 2M	Reflexión sobre objeto, 0,3 m	axial	Con cable (2 m)*	PNP	Ajuste de sensibilidad
E3F2-DS30C4-M1-S	Reflexión sobre objeto, 0,3 m	axial	Conector	NPN	Ajuste de sensibilidad
E3F2-DS30C4-S 2M	Reflexión sobre objeto, 0,3 m	axial	Con cable (2 m)*	NPN	Ajuste de sensibilidad
E3F2-R2RB4-M1-S	Reflexión sobre espejo, 2 m	axial	Conector	PNP	Polarizada
E3F2-R2RB4-M1-S-E	Reflexión sobre espejo, 2 m	axial	Conector	PNP	Polarizada, sin espejo
E3F2-R2RB4-S 2M	Reflexión sobre espejo, 2 m	axial	Con cable (2 m)*	PNP	Polarizada
E3F2-R2RB4-S-E 2M	Reflexión sobre espejo, 2 m	axial	Con cable (2 m)*	PNP	Polarizada, sin espejo
E3F2-R2RC4-M1-S	Reflexión sobre espejo, 2 m	axial	Conector	NPN	Polarizada
E3F2-R2RC4-M1-S-E	Reflexión sobre espejo, 2 m	axial	Conector	NPN	Polarizada, sin espejo
E3F2-R2RC4-S 2M	Reflexión sobre espejo, 2 m	axial	Con cable (2 m)*	NPN	Polarizada
E3F2-R2RC4-S-E 2M	Reflexión sobre espejo, 2 m	axial	Con cable (2 m)*	NPN	Polarizada, sin espejo

\* La longitud de cable estándar es 2 m. Hay modelos con un cable de 5 m. Al hacer su pedido, especifique la longitud del cable (por ejemplo, E3F2-R2RB41-S 2M o E3F2-R2RB41-S 5M). Si desea otra longitud de cable, póngase en contacto con su representante de OMRON.

### Modelos de c.a., plástico

Modelo	Método de detección, rango de detección	Aspecto	Conexión (longitud de cable)	Salida de control	Observaciones
E3F2-3LZ 2M	Barrera, 3 m	axial	Con cable (2 m)*	N.D.	Sólo emisor
E3F2-3DZ1 2M	Barrera, 3 m	axial	Con cable (2 m)*	CON LUZ	Sólo receptor
E3F2-3DZ2 2M	Barrera, 3 m	axial	Con cable (2 m)*	EN OS-CURIDAD	Sólo receptor
E3F2-3Z1 2M	Barrera, 3 m	axial	Con cable (2 m)*	CON LUZ	Receptor y emisor
E3F2-3Z2 2M	Barrera, 3 m	axial	Con cable (2 m)*	EN OS-CURIDAD	Receptor y emisor
E3F2-R2Z1 2M	Reflexión sobre espejo, 2 m	axial	Con cable (2 m)*	CON LUZ	No polarizada
E3F2-R2Z2 2M	Reflexión sobre espejo, 2 m	axial	Con cable (2 m)*	EN OS-CURIDAD	No polarizada
E3F2-R2Z1-E 2M	Reflexión sobre espejo, 2 m	axial	Con cable (2 m)*	CON LUZ	No polarizada, sin espejo
E3F2-R2Z2-E 2M	Reflexión sobre espejo, 2 m	axial	Con cable (2 m)*	EN OS-CURIDAD	No polarizada, sin espejo
E3F2-DS10Z1-N 2M	Reflexión sobre objeto, 0,1 m	axial	Con cable (2 m)*	CON LUZ	Característica de haz ancho
E3F2-DS10Z2-N 2M	Reflexión sobre objeto, 0,1 m	axial	Con cable (2 m)*	EN OS-CURIDAD	Característica de haz ancho

\* La longitud de cable estándar es 2 m. Hay modelos con un cable de 5 m. Al hacer su pedido, especifique la longitud del cable (por ejemplo, E3F2-R2Z1 2M o E3F2-R2Z1 5M). Si desea otra longitud de cable, póngase en contacto con su representante de OMRON.

Especificaciones

Parámetros y características de los modelos de c.c.

Elemento	E3F2-7□	E3F2-10□	E3F2-R2□4□	E3F2-R2R□	E3F2-R4□□	E3F2-DS10□	E3F2-DS30□	E3F2-D1□4□	E3F2-LS10□4□
Método de detección	Barrera		Reflexión sobre espejo			Reflexión directa			
	- Empleo general	- Detección de precisión [7.] - entrada de prueba	No polarizada	Polarizada		Característica de haz ancho	Distancia de detección ajustable		Supresión de fondo
Tensión de alimentación	10 a 30 Vc.c.		12 a 24 Vc.c.			10 a 30 Vc.c.			
Consumo	50 mA máx.		25 mA máx.	30 mA máx.		25 mA máx.	30 mA máx.		
Distancia de detección nominal [1.]	7 m	10 m	0,1 – 2 m (con espejo E39-R1)		0,1 – 4 m (con espejo E39-R1S)	0,1 m (papel blanco mate de 5 x 5 cm)	0,3 m (papel blanco mate de 10 x 10 cm)	1 m (papel blanco mate de 30 x 30 cm)	0,1 m (papel blanco mate de 10 x 10 cm)
Distancia de detección típica para distintos tipos de espejos (ref. a accesorios) [2.]	-		E39-R1: axial 4,0 m E39-R7: axial 4,5 m E39-R8: axial 5,3 m	E39-R1: axial 3,7 m radial 2,4 m E39-R7: axial 4,2 m radial 2,7 m E39-R8: axial 5,3 m radial 3,1 m	E39-R1S: 4,3 m E39-R7: 4,8 m E39-R8: 5,6 m E39-R40: 4,3 m E39-RS3: 2 m	-			
Objeto estándar	Opaco: 11 mm diá. mín.		Opaco: 56 mm diá. mín.			-			
Ángulo direccional	de 3° a 20°					-			
Recorrido diferencial (histéresis)	-					20% máx.			5% máx
Error de blanco/negro	-								3%
Tiempo de respuesta	Operación y Reset: 2,5 ms máx.				1 ms máx.	2,5 ms máx.		1 ms máx.	
Salida de control	Transistor (colector abierto), corriente de carga: 100 mA máx. (tensión residual: 2 V máx.)								
Tiempo de reset de alimentación	50 ms				100 ms máx.	50 ms	100 ms		
Iluminación ambiental	Lámpara incandescente: 3.000 lux máx./Luz solar: 10.000 lux máx.								
Temperatura ambiente	En servicio: -25 a 55°C/Almacenamiento: -30 a 70°C (sin hielo ni condensación)								
Humedad ambiente	En servicio: 35% a 85%/Almacenamiento: 35% a 95% (sin condensación)								
Resistencia de aislamiento	20 MΩ mín. a 500 Vc.c. entre partes metálicas conductoras y carcasa								
Rigidez dieléctrica	1.000 Vc.a. máx., 50/60 Hz durante 1 min entre partes metálicas conductoras y carcasa								
Resistencia a vibraciones	10 a 55 Hz, 1,5 mm de amplitud p-p durante 2 horas en cada dirección (X, Y y Z)								
Resistencia a golpes	Destrucción: 500 m/s <sup>2</sup> en cada dirección (X, Y, Z)								
Grados de protección	IP67 [3.]; NEMA 1, 2, 4; IP69k según DIN 40050 parte 9								
Fuente de luz	LED infrarrojo (950 nm)			LED rojo (660 nm)		LED infrarrojo (880 nm)			LED rojo (660 nm)
Indicadores	Indicador de operación/indicador de alimentación para el emisor en modelos de barrera (rojo)	Salida (naranja)/emisión de luz (rojo)	Indicador de operación/indicador de alimentación para el emisor en modelos de barrera (rojo)		Operación (rojo)/estabilidad (verde)	indicador de operación/indicador de alimentación para el emisor en modelos de barrera (rojo)		Operación (rojo)/estabilidad (verde)	Indicador de salida (naranja)/estabilidad (verde)
Ajuste de sensibilidad	Fijo				Fija/ajustable	Fijo	Ajustable		Fijo
Método de conexión	Cable de 2 m o 5 m (PVC, 4 mm diá. (18/0,12) [4.]) o conector M12								
Entrada de prueba	-	[8.]	-						
Modo de funcionamiento	CON LUZ o EN OSCURIDAD, seleccionable por cableado								
Peso (aproximado)									
Carcasa de plástico	con cable (2 m)	120 g		60 g					
	conector	40 g		20 g					
Carcasa de metal	con cable (2 m)	180 g		90 g					
	conector	120 g		50 g					
Protección de circuitos	Protección contra cortocircuito de la carga y contra inversión de polaridad								
Materiales de la carcasa	Plástico (carcasa: ABS; lente: PMMA)								
	Latón niquelado	Latón niquelado	-	Latón niquelado	Latón niquelado	Latón niquelado	Latón niquelado	Latón niquelado	Latón niquelado
	Acero inoxidable [5.]	-	-	Acero inoxidable [5.]	-	Acero inoxidable [5.]	Acero inoxidable [5.]	-	- [6.]

- Nota: 1. Para más información acerca de la distancia de detección estable, consulte "Curvas Características".  
 2. La distancia de detección típica equivale al 80% de la distancia de detección máxima.  
 3. El grado de protección IP67 de los estándares internos de OMRON requiere pruebas más estrictas que el estándar IEC 60529 (consulte el capítulo "Precauciones")  
 4. Si desea otros materiales para el cable (por ejemplo, PUR), póngase en contacto con su representante de OMRON.  
 5. Especificación de materiales para carcasa de acero inoxidable: 1.4305 (W.-No.), 303 (AIS1), 2346 (SS). Si desea otros tipos de acero inoxidable, póngase en contacto con su representante de OMRON.  
 6. Póngase en contacto con su representante de ventas OMRON si desea información sobre la disponibilidad de modelos BGS de acero inoxidable.  
 7. Con ranura E39-ES18  
 8. Modelos PNP -B4: de Vc.c. a Vc.c. -2,5 V: Emisión OFF (corriente: 3 mA máx./Abierto o 0 a 2,5 V: Emisión ON (corriente de fuga: 0,1 mA máx.)  
 Modelos PNP -C4: de 0 a 2,5 V Emisión OFF (corriente: 3 mA máx./Abierto o Vc.c. a Vc.c. -2,5 V: Emisión ON (corriente de fuga: 0,1 mA máx.)

Parámetros y características de los modelos de c.a.

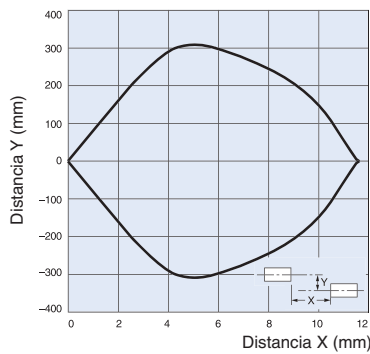
Elemento	E3F2-3Z1 E3F2-3Z2	E3F2-R2Z1 E3F2-R2Z2	E3F2-DS10Z1 E3F2-DS10Z2
Método de detección	Barrera	No polarizada, reflexión sobre espejo (característica de haz ancho)	
Tensión de alimentación	24 a 240 Vc.a. ±10%, 50/60 Hz		
Consumo	10 mA máx.	5 mA máx.	
Distancia de detección nominal [1.]	3 m	0,1 – 2 m (con espejo E39-R1)	0,1 m (papel blanco mate de 5 x 5 cm)
Distancia de detección típica para distintos tipos de espejos [2.]	–	E39-R1: 3,4 m E39-R7: 3,9 m E39-R8: 5,2 m	–
Objeto detectable	Objeto opaco: 11 mm mín.	Objeto opaco: 56 mm mín.	Objetos opacos
Ángulo direccional	De 3° a 20°		–
Distancia diferencial	–		20% máx.
Tiempo de respuesta	30 ms máx.		
Salida de control	Estado sólido de c.a. (SCR) 200 mA máx.; tensión residual: 5 V máx. a 200 mA		
Tiempo de reset de alimentación	100 ms		
Iluminación ambiental	Lámpara incandescente: 3.000 lx máx. Luz solar: 10.000 lx máx.		
Temperatura ambiente [5.]	En servicio: –25 a 55°C/Almacenamiento: –30 a 70°C (sin hielo ni condensación)		
Humedad ambiente	En servicio: 35% a 85%/Almacenamiento: 35% a 95% (sin condensación)		
Resistencia de aislamiento	20 MΩ mín. a 500 Vc.c. entre partes metálicas conductoras y carcasa		
Rigidez dieléctrica	1.500 Vc.a., 50/60 Hz durante 1 min entre partes conductoras y carcasa		
Resistencia a vibraciones	10 a 55 Hz, 1,5 mm de amplitud p-p durante 2 horas en cada dirección (X, Y y Z)		
Resistencia a golpes	500 m/s <sup>2</sup> (aprox. 50 G's) en cada dirección (X, Y, Z)		
Grado de protección	IP67 [3.]; NEMA 1, 2, 4; IP69k según DIN 40.050 parte 9		
Fuente de luz	LED infrarrojo (880 nm)		
Indicadores	Indicador de operación/indicador de alimentación para el emisor en modelos de barrera (rojo)		
Ajuste de sensibilidad	Fijo		
Método de conexión	Cable preparado de 2 m o 5 m (PVC, 4 mm diá. (14/0,15) [4.])		
Modo de funcionamiento	CON LUZ o EN OSCURIDAD (fijo)		
Protección de circuitos	Ninguno		
Peso (aproximado)	110 g (cable preparado de 2 m)		
Materiales de la carcasa	Plástico (carcasa: ABS; lente: PMMA)		

- Nota: 1. Para más información acerca de la distancia de detección estable, consulte "Curvas Características".  
 2. La distancia de detección típica equivale al 80% de la distancia de detección máxima.  
 3. El grado de protección IP67 de los estándares internos de OMRON requiere pruebas más estrictas que el estándar IEC 60529 (consulte el capítulo "Precauciones").  
 4. Si desea otros materiales para el cable (por ejemplo, PUR), póngase en contacto con su representante de OMRON.

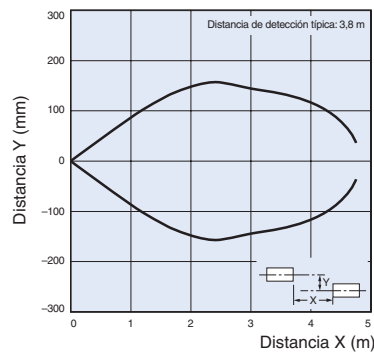
## Curvas Características (típicas)

### Rango de operación (típ.)

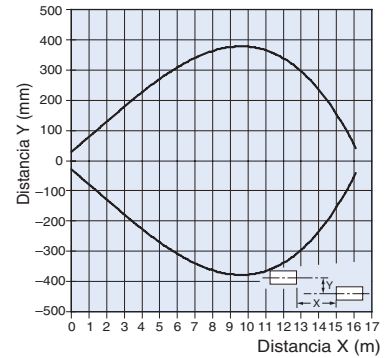
**Modelos de barrera (axial)**  
E3F2-7□4□



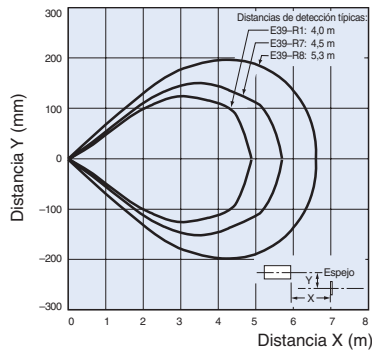
**Modelos de barrera (axial)**  
E3F2-3Z□



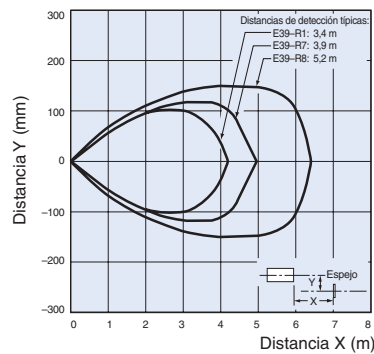
**Modelos de barrera (axial)**  
E3F2-10□



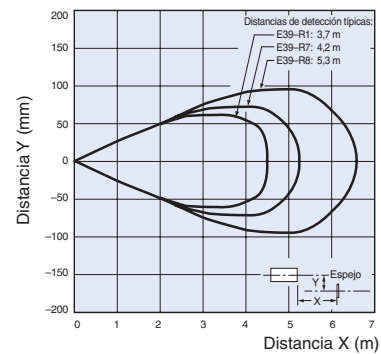
**Modelos de reflexión sobre espejo (axial)**  
E3F2-R2□4□ (no polarizada)  
y espejos



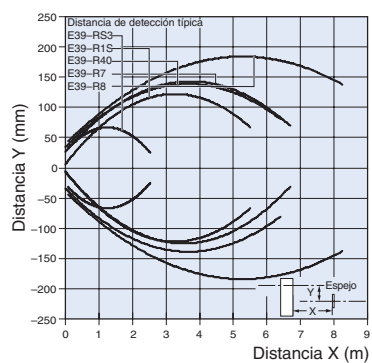
**Modelos de reflexión sobre espejo (axial)**  
E3F2-R2Z□ (no polarizada)  
y espejos



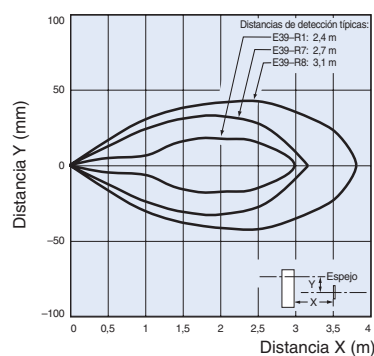
**Modelos de reflexión sobre espejo (axial)**  
E3F2-R2R□4□ (polarizada)  
y espejos



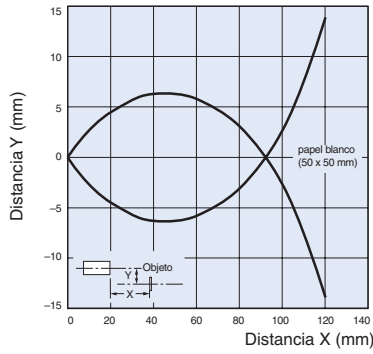
**Modelos de reflexión sobre espejo (axial)**  
E3F2-R4□4□ (polarizada)  
y espejos



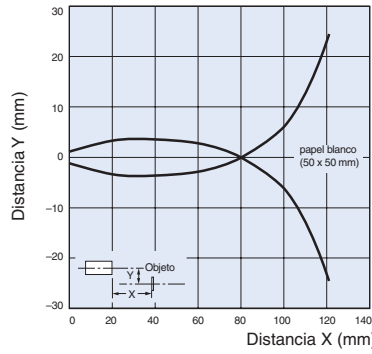
**Modelos de reflexión sobre espejo (radial)**  
E3F2-R2R□41□ (polarizada)  
y espejos



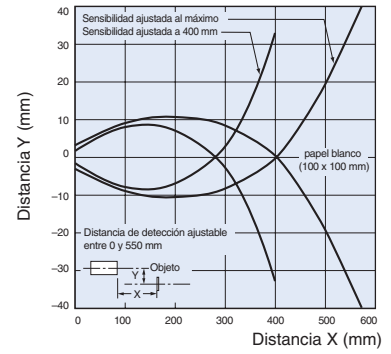
**Modelos de reflexión sobre objeto (axial)**  
E3F2-DS10□4□ (tipo de haz ancho)



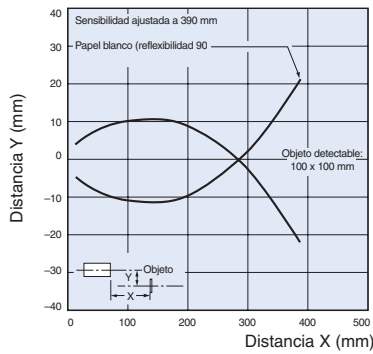
**Modelos de reflexión sobre objeto (axial)**  
E3F2-DS10Z□ (tipo de haz ancho)



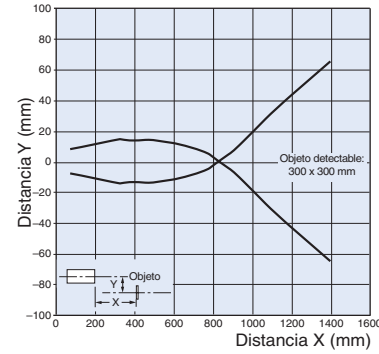
**Modelos de reflexión sobre objeto (axial)**  
E3F2-DS30□4□



**Modelos de reflexión sobre objeto (radial)**  
E3F2-DS30□41□

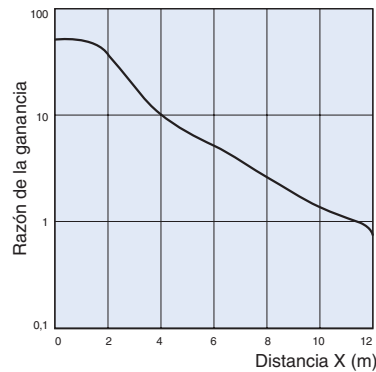


**Modelos de reflexión sobre objeto (axial)**  
E3F2-D1□4□

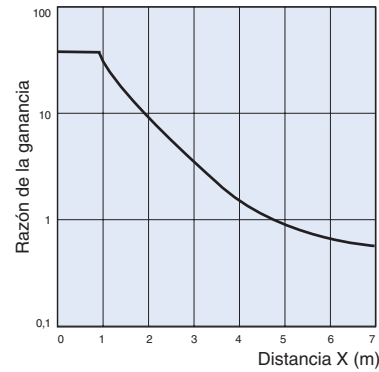


**Ganancia vs. distancia (típica)**

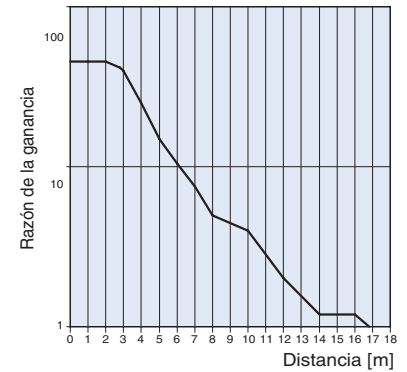
**Modelos de barrera (axial)**  
E3F2-7□4□



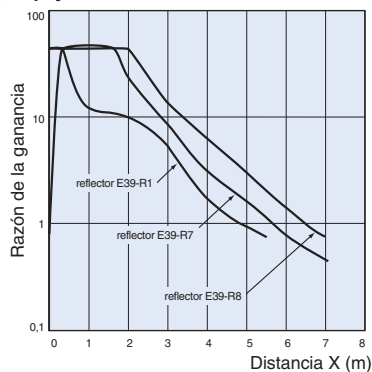
**Modelos de barrera (axial)**  
E3F2-3Z□



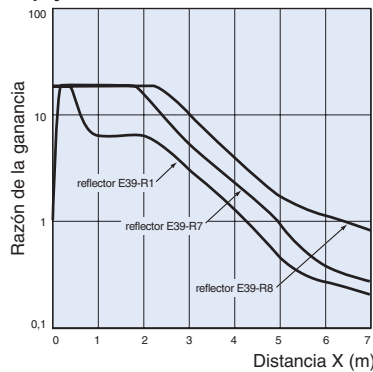
**Modelos de barrera (axial)**  
E3F2-10□



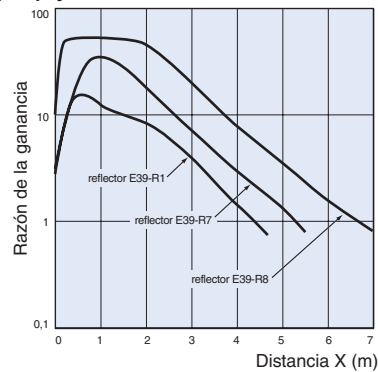
**Modelos de reflexión sobre espejo (axial)  
E3F2-R2□4□ (no polarizada)  
y espejos**



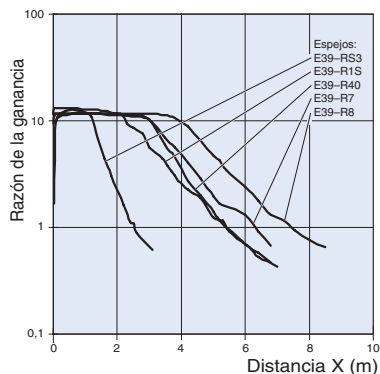
**Modelos de reflexión sobre espejo (axial)  
E3F2-R2Z□ (no polarizada)  
y espejos**



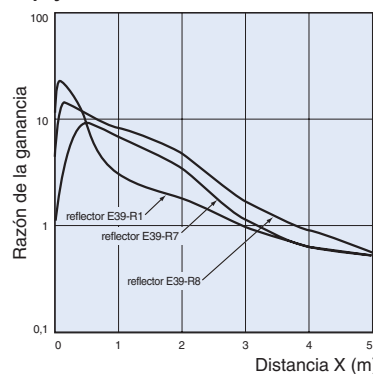
**Modelos de reflexión sobre espejo (axial)  
E3F2-R2R□4□ (polarizada)  
y espejos**



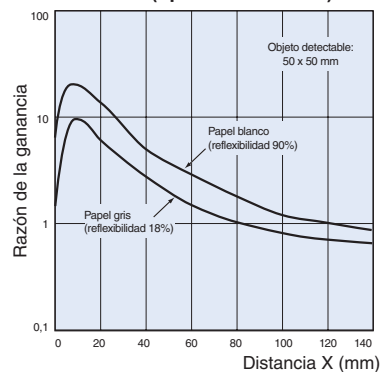
**Modelos de reflexión sobre espejo (axial)  
E3F2-R4□4□**



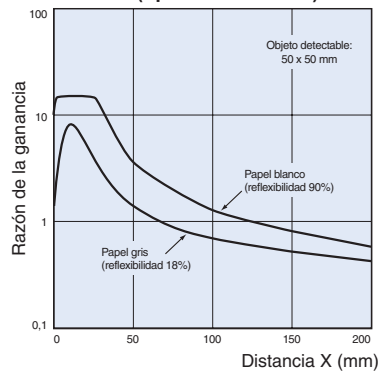
**Modelos de reflexión sobre espejo (radial)  
E3F2-R2R□41□ (polarizada)  
y espejos**



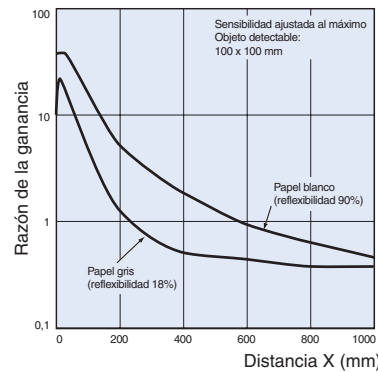
**Modelos de reflexión sobre objeto (axial)  
E3F2-DS10□4□ (tipo de haz ancho)**



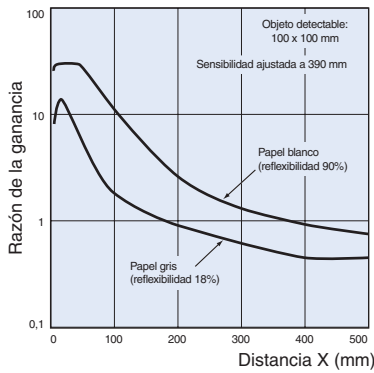
**Modelos de reflexión sobre objeto (axial)  
E3F2-DS10Z□ (tipo de haz ancho)**



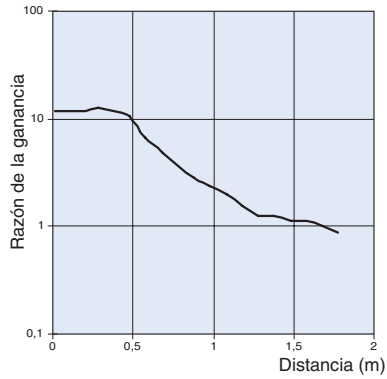
**Modelos de reflexión sobre objeto (axial)  
E3F2-DS30□4□**



**Modelos de reflexión sobre objeto (radial)**  
E3F2-DS30□41-□

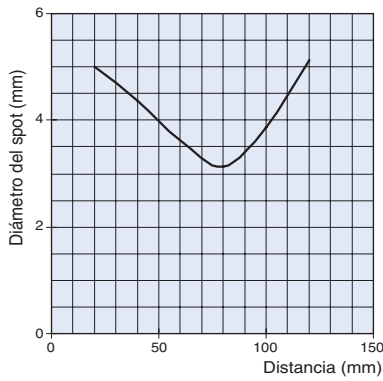


**Modelos de reflexión sobre objeto (axial)**  
E3F2-D1□4-□



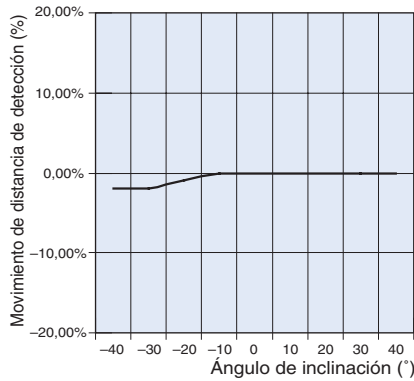
**Punto de luz y distancia de detección**

**Modelos con supresión de fondo**  
E3F2-LS□



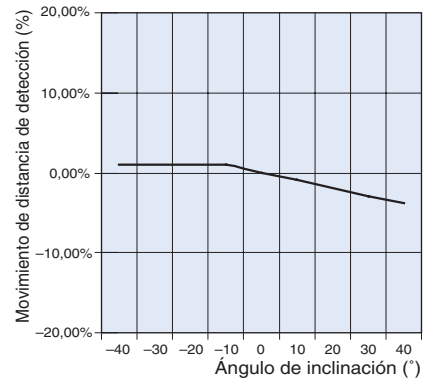
**Inclinación (izquierda y derecha)**

**Modelos con supresión de fondo**  
E3F2-LS□



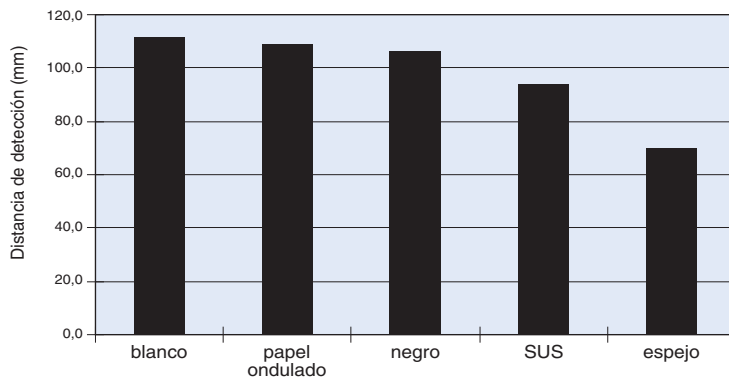
**Inclinación (arriba y abajo)**

**Modelos con supresión de fondo**  
E3F2-LS□



**Material del objeto y distancia de detección**

**Modelos con supresión de fondo**  
E3F2-LS□

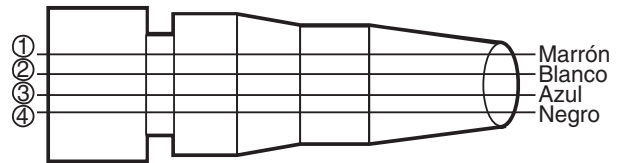


## Operación

### Circuitos de salida

#### Estructura del conector de E/S del sensor

Clasificación	Color del cable	N° de pin del conector	Uso
c.c.	Marrón	①	Alimentación (+V)
	Blanco	②	Selección de modo CON LUZ/EN OSCURIDAD
	Azul	③	Tensión de alimentación (0 V)
	Negro	④	Salida



XS2F-D42□-D80-□

XS2F-G42□-G80-□

#### Salida PNP

Modelo	Estado de transistor de salida	Diagrama de operación	Método de conexión	Circuito de salida
E3F2-□B4-□ (excepto E3F2-10B4-□ y E3F2-LS10B4-□)	-	-	-	<p>Emisor de barrera</p> <p>Disposición de los pines del conector</p>
	En ON con luz incidente. (CON LUZ)	<p>Luz incidente</p> <p>Luz nterumpida</p> <p>Indicador de salida (rojo) ON OFF</p> <p>Transistor de salida ON OFF</p> <p>Carga (relé) Activada Desactivada</p>	Conectar los hilos rosa (pin ②) y marrón (pin ①), o abrir el hilo rosa (pin ②).	<p>Disposición de los pines del conector</p> <p>* Sólo en modelos E3F2-R4B4-□ y E3F2-D1B4-□</p>
	En ON con luz interrumpida. (EN OSCURIDAD)	<p>Luz incidente</p> <p>Luz nterumpida</p> <p>Indicador de salida (rojo) ON OFF</p> <p>Transistor de salida ON OFF</p> <p>Carga (relé) Activada Desactivada</p>	Conectar los hilos rosa (pin ②) y azul (pin ③).	<p>Disposición de los pines del conector</p> <p>* Sólo en modelos E3F2-R4B4-□ y E3F2-D1B4-□</p>



Modelo	Estado de transistor de salida	Diagrama de operación	Método de conexión	Circuito de salida
E3F2-10B4-□		<p>Entrada de prueba</p> <p>ON OFF </p> <p>Emisión de luz</p> <p>ON OFF </p> <p>Indicador</p> <p>ON OFF </p>		<p>Emisor de barrera</p>
	En ON con luz incidente. (CON LUZ)	<p>Luz incidente</p> <p>Luz ntterumpida</p> <p>Indicador de salida (naranja)</p> <p>ON OFF </p> <p>Transistor de salida</p> <p>ON OFF </p> <p>Carga (relé)</p> <p>Activada Desactivada </p>	Conectar los hilos rosa (pin ②) y marrón (pin ①), o abrir el hilo rosa (pin ②).	<p>Disposición de los pines del conector</p>
	En ON con luz interrumpida. (EN OSCURIDAD)	<p>Luz incidente</p> <p>Luz ntterumpida</p> <p>Indicador de salida (naranja)</p> <p>ON OFF </p> <p>Transistor de salida</p> <p>ON OFF </p> <p>Carga (relé)</p> <p>Activada Desactivada </p>	Conectar los hilos rosa (pin ②) y azul (pin ③).	<p>Disposición de los pines del conector</p>
E3F2-LS10B4-□	En ON con luz incidente. (CON LUZ)	<p>Luz incidente</p> <p>Luz ntterumpida</p> <p>Indicador de salida (naranja)</p> <p>ON OFF </p> <p>Transistor de salida</p> <p>ON OFF </p> <p>Carga (relé)</p> <p>Activada Desactivada </p>	Conectar los hilos rosa (pin ②) y marrón (pin ①), o abrir el hilo rosa (pin ②).	<p>Disposición de los pines del conector</p>
	En ON con luz interrumpida. (EN OSCURIDAD)	<p>Luz incidente</p> <p>Luz ntterumpida</p> <p>Indicador de salida (naranja)</p> <p>ON OFF </p> <p>Transistor de salida</p> <p>ON OFF </p> <p>Carga (relé)</p> <p>Activada Desactivada </p>	Conectar los hilos rosa (pin ②) y azul (pin ③).	<p>Disposición de los pines del conector</p>

Nota: Números de terminales según el tipo de conector.

Salida NPN

Modelo	Estado de transistor de salida	Diagrama de operación	Método de conexión	Circuito de salida
E3F2-□C4-□ (excepto E3F2-10C4-□ y E3F2-LS10C4-□)	-	-	-	<p>Emisor de barrera</p> <p>Disposición de los pines del conector</p>
	En ON con luz incidente. (CON LUZ)	<p>Luz incidente: ON (High), OFF (Low)</p> <p>Luz interrumpida: ON (High), OFF (Low)</p> <p>Indicador de salida (rojo): ON (High), OFF (Low)</p> <p>Transistor de salida: ON (High), OFF (Low)</p> <p>Carga (relé): Activada (High), Desactivada (Low)</p>	Conectar los hilos rosa (pin ②) y marrón (pin ①), o abrir el hilo rosa (pin ②).	<p>Disposición de los pines del conector</p> <p>* Sólo en modelos E3F2-R4C4-□ y E3F2-D1C4-□</p>
	En ON con luz interrumpida. (EN OSCURIDAD)	<p>Luz incidente: ON (High), OFF (Low)</p> <p>Luz interrumpida: ON (High), OFF (Low)</p> <p>Indicador de salida (rojo): ON (High), OFF (Low)</p> <p>Transistor de salida: ON (High), OFF (Low)</p> <p>Carga (relé): Activada (High), Desactivada (Low)</p>	Conectar los hilos rosa (pin ②) y azul (pin ③).	<p>Disposición de los pines del conector</p> <p>* Sólo en modelos E3F2-R4C4-□ y E3F2-D1C4-□</p>
E3F2-10C4-□	-	<p>Entrada de prueba: ON (High), OFF (Low)</p> <p>Emisión de luz: ON (High), OFF (Low)</p> <p>Indicador: ON (High), OFF (Low)</p>	-	<p>Emisor de barrera</p> <p>Disposición de los pines del conector</p>
	En ON con luz incidente. (CON LUZ)	<p>Luz incidente: ON (High), OFF (Low)</p> <p>Luz interrumpida: ON (High), OFF (Low)</p> <p>Indicador de salida (rojo): ON (High), OFF (Low)</p> <p>Transistor de salida: ON (High), OFF (Low)</p> <p>Carga (relé): Activada (High), Desactivada (Low)</p>	Conectar los hilos rosa (pin ②) y marrón (pin ①), o abrir el hilo rosa (pin ②).	<p>Disposición de los pines del conector</p>
	En ON con luz interrumpida. (EN OSCURIDAD)	<p>Luz incidente: ON (High), OFF (Low)</p> <p>Luz interrumpida: ON (High), OFF (Low)</p> <p>Indicador de salida (naranja): ON (High), OFF (Low)</p> <p>Transistor de salida: ON (High), OFF (Low)</p> <p>Carga (relé): Activada (High), Desactivada (Low)</p>	Conectar los hilos rosa (pin ②) y azul (pin ③).	<p>Disposición de los pines del conector</p>

Modelo	Estado de transistor de salida	Diagrama de operación	Método de conexión	Circuito de salida
E3F2-LS10C4-□	En ON con luz incidente. (CON LUZ)	<p>Luz incidente</p> <p>Indicador de salida (rojo) ON OFF</p> <p>Transistor de salida ON OFF</p> <p>Carga (relé) Activada Desactivada</p>	Conectar los hilos rosa (pin ②) y marrón (pin ①), o abrir el hilo rosa (pin ②).	<p><b>Disposición de los pines del conector</b></p>
	En ON con luz interrumpida. (EN OSCURIDAD)	<p>Luz incidente</p> <p>Indicador de salida (naranja) ON OFF</p> <p>Transistor de salida ON OFF</p> <p>Carga (relé) Activada Desactivada</p>	Conectar los hilos rosa (pin ②) y azul (pin ③).	<p><b>Disposición de los pines del conector</b></p>

Nota: Números de terminales según el tipo de conector.

Salida de corriente alterna

Modelo	Estado de transistor de salida	Diagrama de operación	Método de conexión	Circuito de salida
E3F2-3LZ	-	-	-	<p>Emisor de barrera</p>
E3F2-3Z1 E3F2-R2Z1 E3F2-DS10Z1-N	En ON con luz incidente. (CON LUZ)	<p>Luz incidente</p> <p>Indicador de salida (rojo) ON OFF</p> <p>Transistor de salida ON OFF</p> <p>Carga (relé) Activada Desactivada</p>	-	
E3F2-3Z2 E3F2-R2Z2 E3F2-DS10Z2-N	En ON con luz interrumpida. (EN OSCURIDAD)	<p>Luz incidente</p> <p>Indicador de salida (rojo) ON OFF</p> <p>Transistor de salida ON OFF</p> <p>Carga (relé) Activada Desactivada</p>	-	

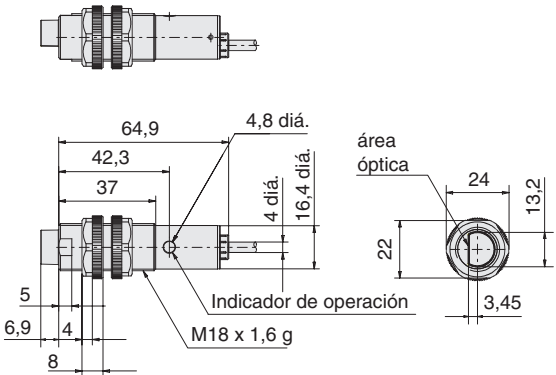
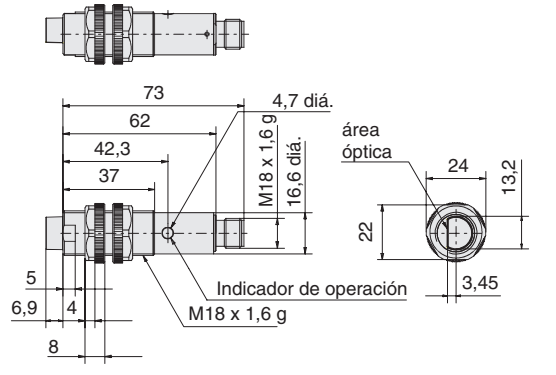
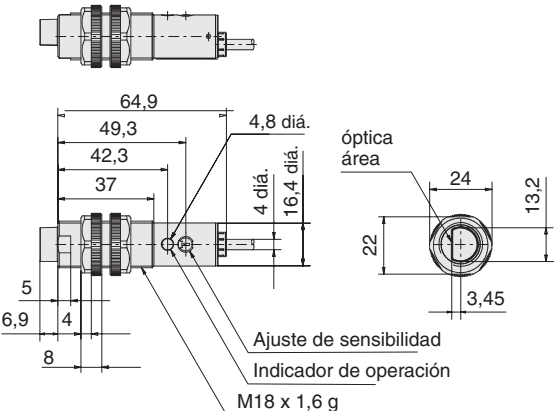
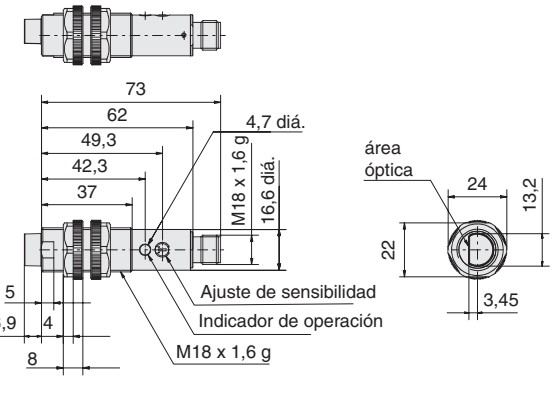
Dimensiones Nota: Todas las dimensiones se expresan en milímetros, a menos que se especifique lo contrario

Modelos de c.c., plástico, detección axial

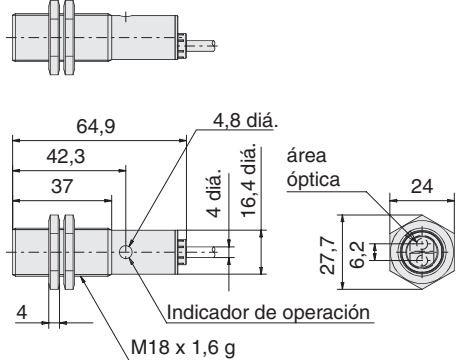
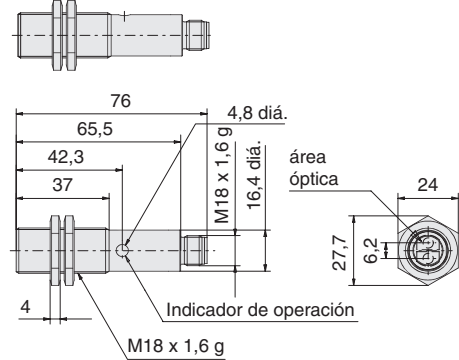
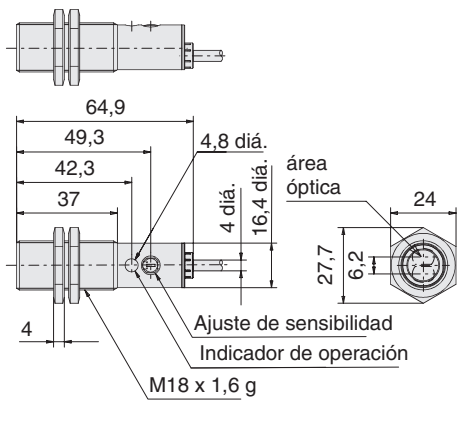
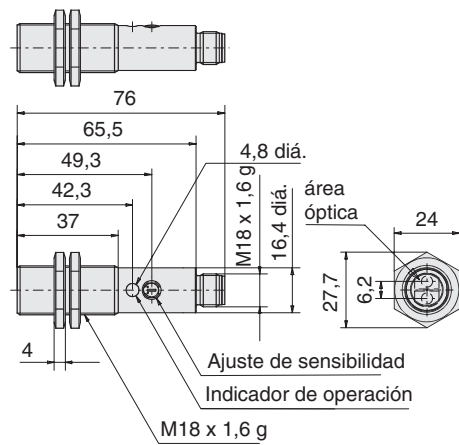
Con cable	Conector
<p>Sin ajuste de sensibilidad</p> <p><b>E3F2-7□</b>  <b>E3F2-10□</b>  <b>E3F2-R2□4</b>  <b>E3F2-DS10□4-N</b>  <b>E3F2-LS10□4</b>  <b>E3F2-R4□4F</b></p> <p>64,9 4,8 diá.          42,3 4 diá.          37 16,4 diá.          área óptica 24          22 6,2          5 4 8          Indicador de operación          M18 x 1,6 g</p>	<p><b>E3F2-7□-P1</b>  <b>E3F2-10□-P1</b>  <b>E3F2-R2□4-P1</b>  <b>E3F2-DS10□4-P1</b>  <b>E3F2-LS10□4-P1</b>  <b>E3F2-R4□4F-P1</b></p> <p>73 4,7 diá.          62 42,3 4 diá.          37 16,6 diá.          área óptica 24          22 6,2          5 4 8          Indicador de operación          M18 x 1,6 g</p>
<p>Con ajuste de sensibilidad</p> <p><b>E3F2-DS30□4</b>  <b>E3F2-D1□4</b></p> <p>64,9 4,8 diá.          49,3 4 diá.          42,3 16,4 diá.          37 área óptica 24          22 6,2          5 4 8          Ajuste de sensibilidad          Indicador de operación          M18 x 1,6 g</p>	<p><b>E3F2-DS30□4-P1</b>  <b>E3F2-D1□4-P1</b></p> <p>73 4,7 diá.          62 49,3 4 diá.          42,3 16,6 diá.          37 área óptica 24          22 6,2          5 4 8          Ajuste de sensibilidad          Indicador de operación          M18 x 1,6 g</p>

Modelos de c.c., plástico, detección radial

E3F2

Con cable	Conector
Sin ajuste de sensibilidad	
<p><b>E3F2-R2R□41</b></p>  <p>Technical drawing of the E3F2-R2R□41 sensor with cable. It shows a side view and a front view of the optical area. Dimensions include a total length of 64.9 mm, a distance of 42.3 mm to the optical area, and a 4.8 mm diameter optical area. The front view shows a 24 mm diameter and 13.2 mm height. Labels include 'Indicador de operación' and 'M18 x 1,6 g'.</p>	<p><b>E3F2-R2R□41-P1</b></p>  <p>Technical drawing of the E3F2-R2R□41-P1 sensor with connector. It shows a side view and a front view of the optical area. Dimensions include a total length of 73 mm, a distance of 42.3 mm to the optical area, and a 4.7 mm diameter optical area. The front view shows a 24 mm diameter and 13.2 mm height. Labels include 'Indicador de operación' and 'M18 x 1,6 g'.</p>
Con ajuste de sensibilidad	
<p><b>E3F2-DS30□41</b></p>  <p>Technical drawing of the E3F2-DS30□41 sensor with cable. It shows a side view and a front view of the optical area. Dimensions include a total length of 64.9 mm, a distance of 49.3 mm to the optical area, and a 4.8 mm diameter optical area. The front view shows a 24 mm diameter and 13.2 mm height. Labels include 'Ajuste de sensibilidad', 'Indicador de operación', and 'M18 x 1,6 g'.</p>	<p><b>E3F2-DS30□41-P1</b></p>  <p>Technical drawing of the E3F2-DS30□41-P1 sensor with connector. It shows a side view and a front view of the optical area. Dimensions include a total length of 73 mm, a distance of 49.3 mm to the optical area, and a 4.7 mm diameter optical area. The front view shows a 24 mm diameter and 13.2 mm height. Labels include 'Ajuste de sensibilidad', 'Indicador de operación', and 'M18 x 1,6 g'.</p>

Modelos de c.c., metal (latón y acero inoxidable), detección axial

Con cable	Conector
Sin ajuste de sensibilidad	
<p> <b>E3F2-7□-M</b>      <b>E3F2-7□-S</b>  <b>E3F2-10□-M</b>  <b>E3F2-R2R□4-M</b>      <b>E3F2-R2R□4-S</b>  <b>E3F2-DS10□4-M</b>      <b>E3F2-DS10□4-S</b>  <b>E3F2-LS10□4-M</b>  <b>E3F2-R4□4F-M</b> </p>  <p>           64,9      4,8 diá.            42,3      4 diá.            37      16,4 diá.            área óptica      24            27,7      6,2            4      Indicador de operación            M18 x 1,6 g         </p>	<p> <b>E3F2-7□-M1-M</b>      <b>E3F2-7□-M1-S</b>  <b>E3F2-10□-M1-M</b>  <b>E3F2-R2R□4-M1-M</b>      <b>E3F2-R2R□4-M1-S</b>  <b>E3F2-DS10□4-M1-M</b>      <b>E3F2-DS10□4-M1-S</b>  <b>E3F2-LS10□4-M1-M</b>  <b>E3F2-R4□4F-M1-M</b> </p>  <p>           76      4,8 diá.            65,5      4 diá.            42,3      16,4 diá.            37      M18 x 1,6 g            área óptica      24            27,7      6,2            4      Indicador de operación            M18 x 1,6 g         </p>
Con ajuste de sensibilidad	
<p> <b>E3F2-DS30□4-M</b>      <b>E3F2-DS30□4-S</b>  <b>E3F2-R4□4-M</b>  <b>E3F2-D1□4-M</b> </p>  <p>           64,9      4,8 diá.            49,3      4 diá.            42,3      16,4 diá.            37      área óptica      24            27,7      6,2            4      Ajuste de sensibilidad                     Indicador de operación            M18 x 1,6 g         </p>	<p> <b>E3F2-DS30□4-M1-M</b>      <b>E3F2-DS30□4-M1-S</b>  <b>E3F2-R4□4-M1-M</b>  <b>E3F2-D1□4-M1-M</b> </p>  <p>           76      4,8 diá.            65,5      4 diá.            49,3      16,4 diá.            42,3      M18 x 1,6 g            37      área óptica      24            27,7      6,2            4      Ajuste de sensibilidad                     Indicador de operación            M18 x 1,6 g         </p>

Modelos de c.c., metal (latón y acero inoxidable), detección radial

Con cable		Conector	
Sin ajuste de sensibilidad			
<p><b>E3F2-R2R□41-M</b>    <b>E3F2-R2R□41-S</b></p>	<p><b>E3F2-R2R□41-M1</b>    <b>E3F2-R2R□41-M1-S</b></p>		
Con ajuste de sensibilidad			
<p><b>E3F2-DS30□41-M</b>    <b>E3F2-DS30□41-S</b></p>	<p><b>E3F2-DS30□41-M1-M</b>    <b>E3F2-DS30□41-M1-S</b></p>		

Modelos de c.a., plástico, detección axial

Con cable	
Sin ajuste de sensibilidad	
<p><b>E3F2-3Z□</b>  <b>E3F2-R2Z□</b>  <b>E3F2-DS10Z□-N</b></p>	

Accesorios (pedido por separado)

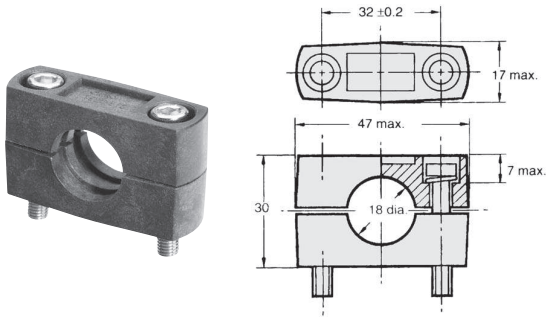
Espejos	
<p><b>E39-R1</b> <b>E39-R1S</b></p> <p>Material, superficie reflectante: acrílico Superficie posterior: ABS</p>	<p><b>E39-R3</b></p> <p>Material, superficie reflectante: acrílico Superficie posterior: ABS</p>
<p><b>E39-R7</b></p>	<p><b>E39-R8</b></p>
<p><b>E39-R40</b></p>	

Espejos tipo laminar adhesivos	
<p><b>E39-RS3</b></p>	<p><b>E39-RS1</b></p> <p><b>E39-RS2</b></p>



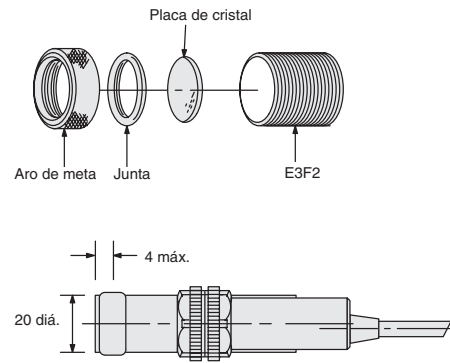
**Instalación**

**Soporte de montaje  
Y92E-B18**

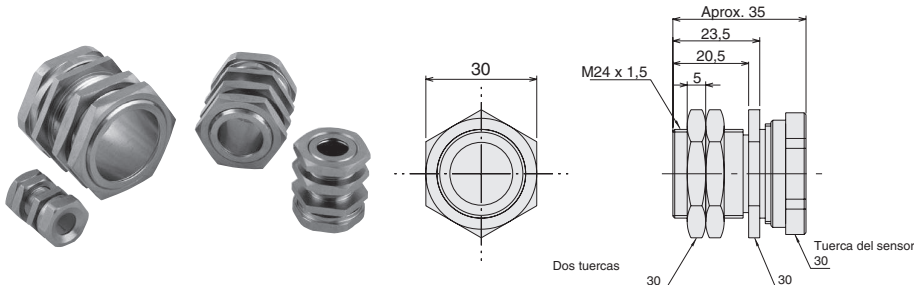


**Nota:**  
Tornillo hexagonal: M5 x 32  
Material: plástico

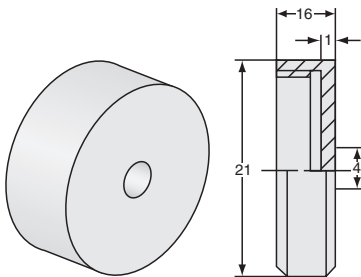
**Tapa de lente  
E39-F31**



**Soporte de montaje  
Y92E-G18**



**Ranura (para detección de precisión con E3F2-10□)  
E39-ES18**



## Precauciones

La fotocélula E3F2 no es un componente de seguridad para proteger la seguridad de personas como se define en la directiva europea 91/368/EEC y se regula en estándares europeos independientes, o en otras normativas y estándares.

### Grado de protección

Las fotocélulas E3F2 tienen el grado de protección IP67. En este caso, los sensores han superado la prueba OMRON de resistencia a golpe de calor antes de la prueba IP63 correspondiente a IEC 60529 (inmersión en agua a una profundidad de 1 m durante 30 min). Posteriormente, los sensores han sido sometidos a la prueba de impermeabilidad de OMRON.

**Golpe de calor:** Cambios de temperatura rápidos y alternativos entre  $-25^{\circ}\text{C}$  y  $+55^{\circ}\text{C}$  en 5 ciclos y con 1 hora para cada temperatura. Se comprueba la operación y el aislamiento.

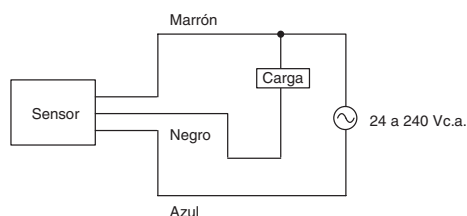
**Impermeabilidad:** Los sensores se sumergen alternativamente en agua a  $+2^{\circ}\text{C}$  y a  $+55^{\circ}\text{C}$ . Se realizan 20 ciclos con 1 hora a cada temperatura. Se comprueba la operación, la estanqueidad y el aislamiento eléctrico.

No exponga la fotocélula a condiciones extremas durante la instalación; mantenga las condiciones del estándar IP 67.

### Cableado

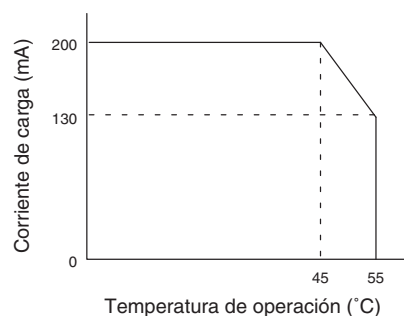
Si las líneas de entrada o salida de la fotocélula se encuentran en el mismo conducto o canalización que líneas eléctricas o de alta tensión, el sensor podría no funcionar correctamente, o incluso resultar dañado por el ruido eléctrico. Separe los cables, o bien utilice líneas apantalladas como entrada y salida de la fotocélula.

No conecte el cable negro al cable marrón sin interponer una carga. La conexión directa de estos cables puede dañar la fotocélula (tipo de conmutación de corriente alterna).



Cuando se use la fotocélula en las proximidades de un motor inversor, asegúrese de conectar a tierra el cable de protección del motor. En caso contrario, el sensor podría no funcionar correctamente.

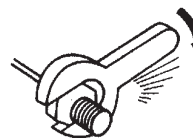
Cuando se use la fotocélula a temperaturas superiores a  $45^{\circ}\text{C}$ , la corriente de carga debe encontrarse entre los valores descritos, como se indica en la figura inferior.



### Instalación

No exceder un par de

- 2,0 Nm ( 20 kgf cm) al apretar las tuercas de montaje de los modelos de plástico
- 20,0 Nm ( 200 kgf cm) al apretar las tuercas de montaje de los modelos de metal



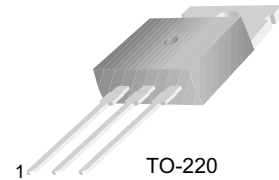
TODAS LAS DIMENSIONES SE ESPECIFICAN EN MILÍMETROS.

Para convertir de milímetros a pulgadas, multiplique por 0,03937. Para convertir de gramos a onzas, multiplique por 0,03527.

# TIP120/121/122

## Medium Power Linear Switching Applications

- Complementary to TIP125/126/127



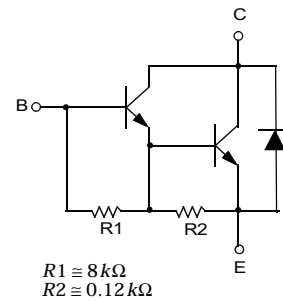
TO-220  
1.Base 2.Collector 3.Emmitter

## NPN Epitaxial Darlington Transistor

### Absolute Maximum Ratings $T_C=25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Value	Units
$V_{CBO}$	Collector-Base Voltage : TIP120	60	V
	: TIP121	80	V
	: TIP122	100	V
$V_{CEO}$	Collector-Emitter Voltage : TIP120	60	V
	: TIP121	80	V
	: TIP122	100	V
$V_{EBO}$	Emitter-Base Voltage	5	V
$I_C$	Collector Current (DC)	5	A
$I_{CP}$	Collector Current (Pulse)	8	A
$I_B$	Base Current (DC)	120	mA
$P_C$	Collector Dissipation ( $T_a=25^\circ\text{C}$ )	2	W
	Collector Dissipation ( $T_C=25^\circ\text{C}$ )	65	W
$T_J$	Junction Temperature	150	$^\circ\text{C}$
$T_{STG}$	Storage Temperature	- 65 ~ 150	$^\circ\text{C}$

Equivalent Circuit



### Electrical Characteristics $T_C=25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Test Condition	Min.	Max.	Units
$V_{CEO(sus)}$	Collector-Emitter Sustaining Voltage	$I_C = 100\text{mA}, I_B = 0$	60		V
	: TIP120				
	: TIP121				
$I_{CEO}$	Collector Cut-off Current	$V_{CE} = 30\text{V}, I_B = 0$ $V_{CE} = 40\text{V}, I_B = 0$ $V_{CE} = 50\text{V}, I_B = 0$		0.5	mA
	: TIP120				
	: TIP121				
$I_{CBO}$	Collector Cut-off Current	$V_{CB} = 60\text{V}, I_E = 0$ $V_{CB} = 80\text{V}, I_E = 0$ $V_{CB} = 100\text{V}, I_E = 0$		0.2	mA
	: TIP120				
	: TIP121				
$I_{EBO}$	Emitter Cut-off Current	$V_{BE} = 5\text{V}, I_C = 0$		2	mA
$h_{FE}$	* DC Current Gain	$V_{CE} = 3\text{V}, I_C = 0.5\text{A}$ $V_{CE} = 3\text{V}, I_C = 3\text{A}$	1000	1000	
$V_{CE(sat)}$	* Collector-Emitter Saturation Voltage	$I_C = 3\text{A}, I_B = 12\text{mA}$ $I_C = 5\text{A}, I_B = 20\text{mA}$		2.0	V
				4.0	V
$V_{BE(on)}$	* Base-Emitter ON Voltage	$V_{CE} = 3\text{V}, I_C = 3\text{A}$		2.5	V
$C_{ob}$	Output Capacitance	$V_{CB} = 10\text{V}, I_E = 0, f = 0.1\text{MHz}$		200	pF

\* Pulse Test :  $PW \leq 300\mu\text{s}$ , Duty cycle  $\leq 2\%$

# Typical characteristics

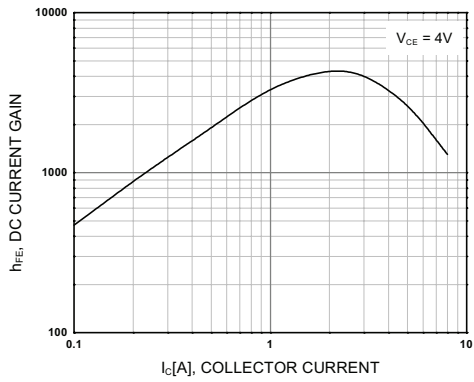


Figure 1. DC current Gain

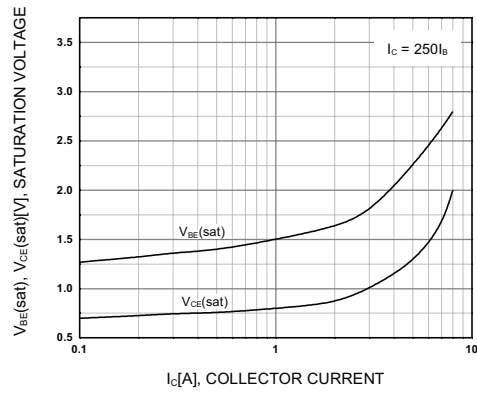


Figure 2. Base-Emitter Saturation Voltage  
Collector-Emitter Saturation Voltage

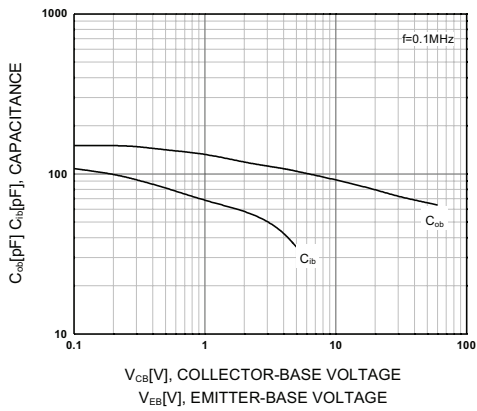


Figure 3. Output and Input Capacitance vs. Reverse Voltage

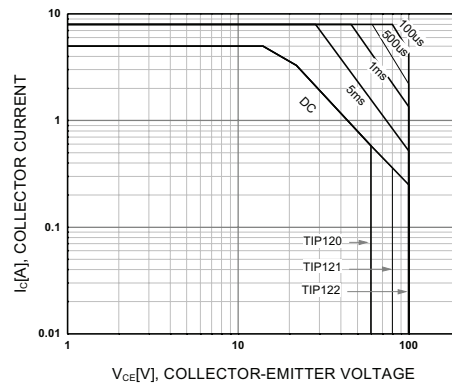


Figure 4. Safe Operating Area

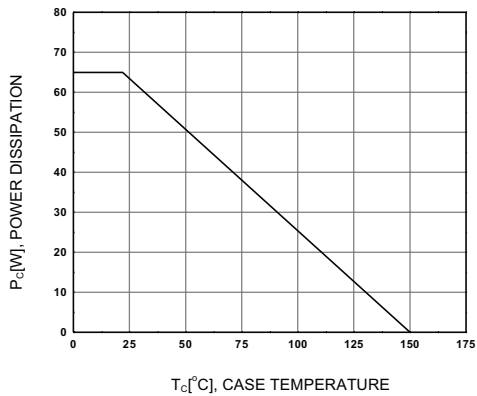
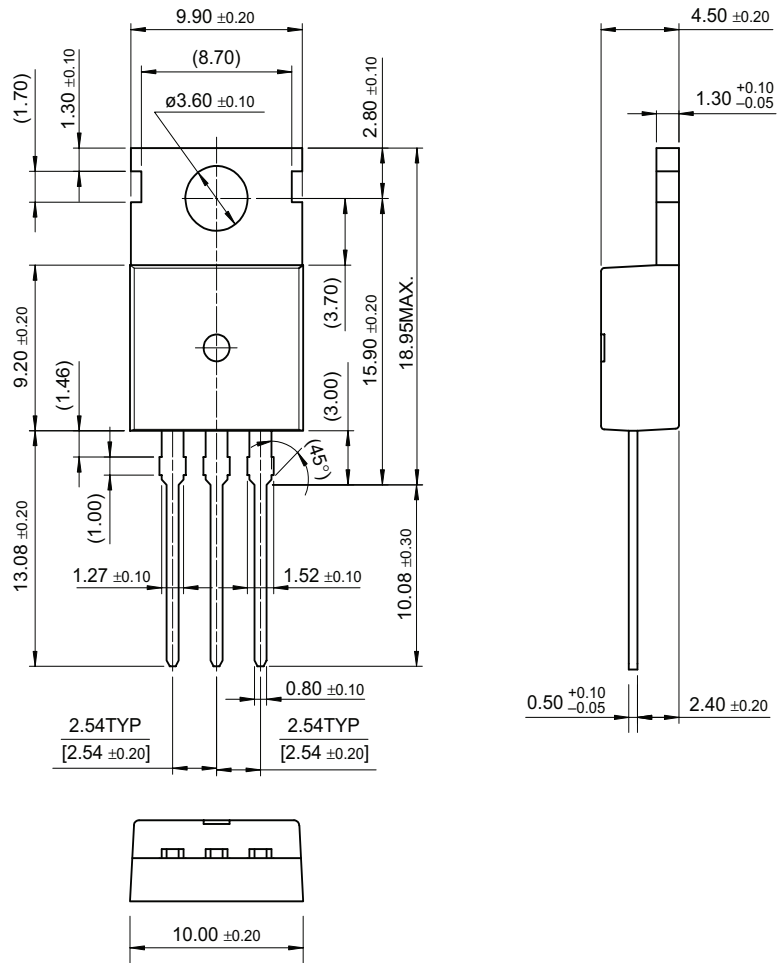


Figure 5. Power Derating

# Package Dimensions

## TO-220

TIP120/121/122



Dimensions in Millimeters

## TRADEMARKS

The following are registered and unregistered trademarks Fairchild Semiconductor owns or is authorized to use and is not intended to be an exhaustive list of all such trademarks.

ACEx™	FAST®	OPTOPLANAR™	STAR*POWER™
Bottomless™	FASTr™	PACMAN™	Stealth™
CoolFET™	FRFET™	POP™	SuperSOT™-3
CROSSVOLT™	GlobalOptoisolator™	Power247™	SuperSOT™-6
DenseTrench™	GTO™	PowerTrench®	SuperSOT™-8
DOME™	HiSeC™	QFET™	SyncFET™
EcoSPARK™	ISOPLANAR™	QS™	TruTranslation™
E <sup>2</sup> CMOS™	LittleFET™	QT Optoelectronics™	TinyLogic™
EnSigna™	MicroFET™	Quiet Series™	UHC™
FACT™	MICROWIRE™	SLIENT SWITCHER®	UltraFET®
FACT Quiet Series™	OPTOLOGIC™	SMART START™	VCX™

STAR\*POWER is used under license

## DISCLAIMER

FAIRCHILD SEMICONDUCTOR RESERVES THE RIGHT TO MAKE CHANGES WITHOUT FURTHER NOTICE TO ANY PRODUCTS HEREIN TO IMPROVE RELIABILITY, FUNCTION OR DESIGN. FAIRCHILD DOES NOT ASSUME ANY LIABILITY ARISING OUT OF THE APPLICATION OR USE OF ANY PRODUCT OR CIRCUIT DESCRIBED HEREIN; NEITHER DOES IT CONVEY ANY LICENSE UNDER ITS PATENT RIGHTS, NOR THE RIGHTS OF OTHERS.

## LIFE SUPPORT POLICY

FAIRCHILD'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF FAIRCHILD SEMICONDUCTOR CORPORATION.

As used herein:

1. Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, or (c) whose failure to perform when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in significant injury to the user.
2. A critical component is any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.

## PRODUCT STATUS DEFINITIONS

### Definition of Terms

Datasheet Identification	Product Status	Definition
Advance Information	Formative or In Design	This datasheet contains the design specifications for product development. Specifications may change in any manner without notice.
Preliminary	First Production	This datasheet contains preliminary data, and supplementary data will be published at a later date. Fairchild Semiconductor reserves the right to make changes at any time without notice in order to improve design.
No Identification Needed	Full Production	This datasheet contains final specifications. Fairchild Semiconductor reserves the right to make changes at any time without notice in order to improve design.
Obsolete	Not In Production	This datasheet contains specifications on a product that has been discontinued by Fairchild semiconductor. The datasheet is printed for reference information only.

This datasheet has been download from:

[www.datasheetcatalog.com](http://www.datasheetcatalog.com)

Datasheets for electronics components.



**MOTOROLA**

Order this document by ULN2803/D

# Octal High Voltage, High Current Darlington Transistor Arrays

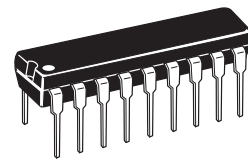
The eight NPN Darlington connected transistors in this family of arrays are ideally suited for interfacing between low logic level digital circuitry (such as TTL, CMOS or PMOS/NMOS) and the higher current/voltage requirements of lamps, relays, printer hammers or other similar loads for a broad range of computer, industrial, and consumer applications. All devices feature open-collector outputs and free wheeling clamp diodes for transient suppression.

The ULN2803 is designed to be compatible with standard TTL families while the ULN2804 is optimized for 6 to 15 volt high level CMOS or PMOS.

## ULN2803 ULN2804

### OCTAL PERIPHERAL DRIVER ARRAYS

#### SEMICONDUCTOR TECHNICAL DATA



**A SUFFIX**  
PLASTIC PACKAGE  
CASE 707

**MAXIMUM RATINGS** ( $T_A = 25^\circ\text{C}$  and rating apply to any one device in the package, unless otherwise noted.)

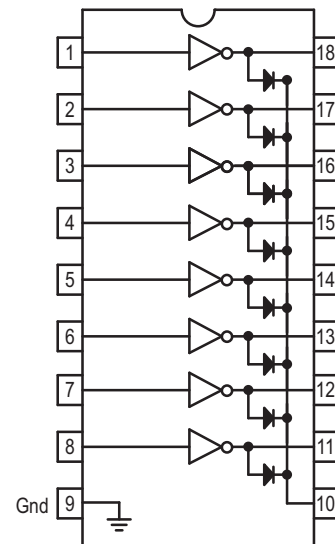
Rating	Symbol	Value	Unit
Output Voltage	$V_O$	50	V
Input Voltage (Except ULN2801)	$V_I$	30	V
Collector Current – Continuous	$I_C$	500	mA
Base Current – Continuous	$I_B$	25	mA
Operating Ambient Temperature Range	$T_A$	0 to +70	$^\circ\text{C}$
Storage Temperature Range	$T_{\text{stg}}$	-55 to +150	$^\circ\text{C}$
Junction Temperature	$T_J$	125	$^\circ\text{C}$

$R_{\theta JA} = 55^\circ\text{C/W}$   
Do not exceed maximum current limit per driver.

### ORDERING INFORMATION

Device	Characteristics		
	Input Compatibility	$V_{CE(\text{Max})}/I_{C(\text{Max})}$	Operating Temperature Range
ULN2803A ULN2804A	TTL, 5.0 V CMOS 6 to 15 V CMOS, PMOS	50 V/500 mA	$T_A = 0$ to $+70^\circ\text{C}$

### PIN CONNECTIONS





# ULN2803 ULN2804

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS ( $T_A = 25^\circ\text{C}$ , unless otherwise noted)

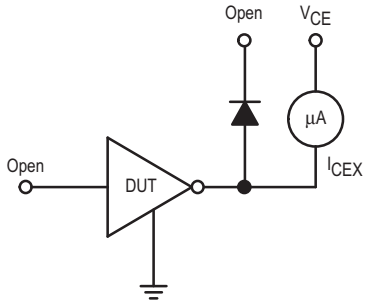
Characteristic		Symbol	Min	Typ	Max	Unit
Output Leakage Current (Figure 1) ( $V_O = 50\text{ V}$ , $T_A = +70^\circ\text{C}$ ) ( $V_O = 50\text{ V}$ , $T_A = +25^\circ\text{C}$ ) ( $V_O = 50\text{ V}$ , $T_A = +70^\circ\text{C}$ , $V_I = 6.0\text{ V}$ ) ( $V_O = 50\text{ V}$ , $T_A = +70^\circ\text{C}$ , $V_I = 1.0\text{ V}$ )	All Types All Types ULN2802 ULN2804	$I_{CEX}$	– – – –	– – – –	100 50 500 500	$\mu\text{A}$
Collector–Emitter Saturation Voltage (Figure 2) ( $I_C = 350\text{ mA}$ , $I_B = 500\text{ }\mu\text{A}$ ) ( $I_C = 200\text{ mA}$ , $I_B = 350\text{ }\mu\text{A}$ ) ( $I_C = 100\text{ mA}$ , $I_B = 250\text{ }\mu\text{A}$ )	All Types All Types All Types	$V_{CE(sat)}$	– – –	1.1 0.95 0.85	1.6 1.3 1.1	V
Input Current – On Condition (Figure 4) ( $V_I = 17\text{ V}$ ) ( $V_I = 3.85\text{ V}$ ) ( $V_I = 5.0\text{ V}$ ) ( $V_I = 12\text{ V}$ )	ULN2802 ULN2803 ULN2804 ULN2804	$I_{I(on)}$	– – – –	0.82 0.93 0.35 1.0	1.25 1.35 0.5 1.45	mA
Input Voltage – On Condition (Figure 5) ( $V_{CE} = 2.0\text{ V}$ , $I_C = 300\text{ mA}$ ) ( $V_{CE} = 2.0\text{ V}$ , $I_C = 200\text{ mA}$ ) ( $V_{CE} = 2.0\text{ V}$ , $I_C = 250\text{ mA}$ ) ( $V_{CE} = 2.0\text{ V}$ , $I_C = 300\text{ mA}$ ) ( $V_{CE} = 2.0\text{ V}$ , $I_C = 125\text{ mA}$ ) ( $V_{CE} = 2.0\text{ V}$ , $I_C = 200\text{ mA}$ ) ( $V_{CE} = 2.0\text{ V}$ , $I_C = 275\text{ mA}$ ) ( $V_{CE} = 2.0\text{ V}$ , $I_C = 350\text{ mA}$ )	ULN2802 ULN2803 ULN2803 ULN2803 ULN2804 ULN2804 ULN2804 ULN2804	$V_{I(on)}$	– – – – – – – –	– – – – – – – –	13 2.4 2.7 3.0 5.0 6.0 7.0 8.0	V
Input Current – Off Condition (Figure 3) ( $I_C = 500\text{ }\mu\text{A}$ , $T_A = +70^\circ\text{C}$ )	All Types	$I_{I(off)}$	50	100	–	$\mu\text{A}$
DC Current Gain (Figure 2) ( $V_{CE} = 2.0\text{ V}$ , $I_C = 350\text{ mA}$ )	ULN2801	$h_{FE}$	1000	–	–	–
Input Capacitance		$C_I$	–	15	25	pF
Turn–On Delay Time (50% $E_I$ to 50% $E_O$ )		$t_{on}$	–	0.25	1.0	$\mu\text{s}$
Turn–Off Delay Time (50% $E_I$ to 50% $E_O$ )		$t_{off}$	–	0.25	1.0	$\mu\text{s}$
Clamp Diode Leakage Current (Figure 6) ( $V_R = 50\text{ V}$ )	$T_A = +25^\circ\text{C}$ $T_A = +70^\circ\text{C}$	$I_R$	–	–	50 100	$\mu\text{A}$
Clamp Diode Forward Voltage (Figure 7) ( $I_F = 350\text{ mA}$ )		$V_F$	–	1.5	2.0	V

# ULN2803 ULN2804

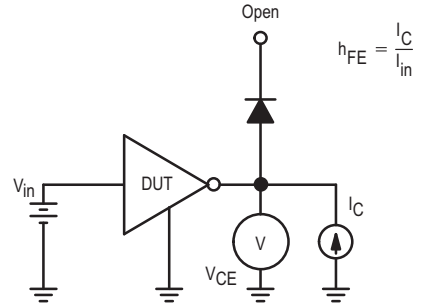
## TEST FIGURES

(See Figure Numbers in Electrical Characteristics Table)

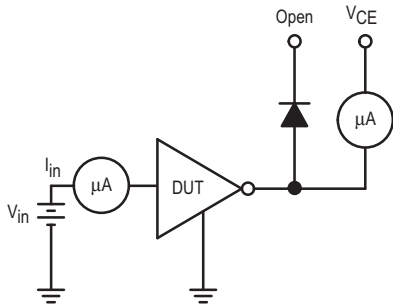
**Figure 1.**



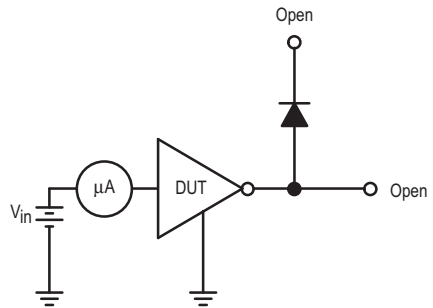
**Figure 2.**



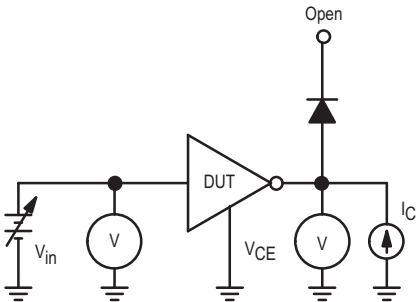
**Figure 3.**



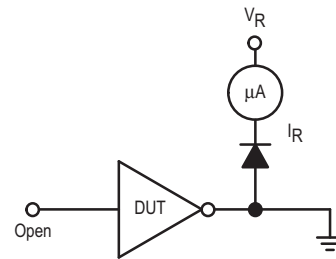
**Figure 4.**



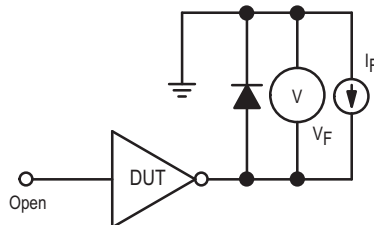
**Figure 5.**



**Figure 6.**



**Figure 7.**



# ULN2803 ULN2804

TYPICAL CHARACTERISTIC CURVES –  $T_A = 25^\circ\text{C}$ , unless otherwise noted  
Output Characteristics

Figure 8. Output Current versus Saturation Voltage

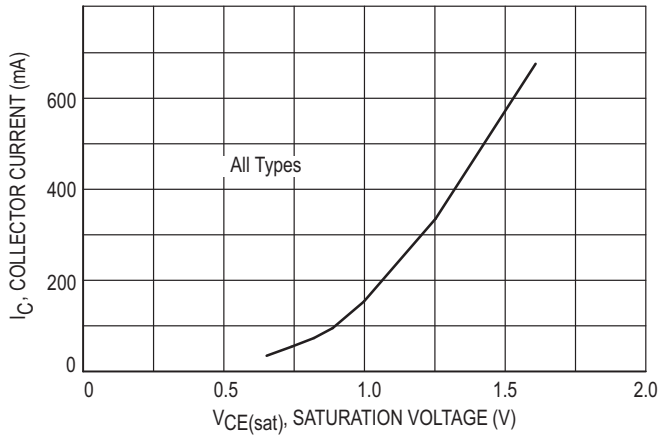
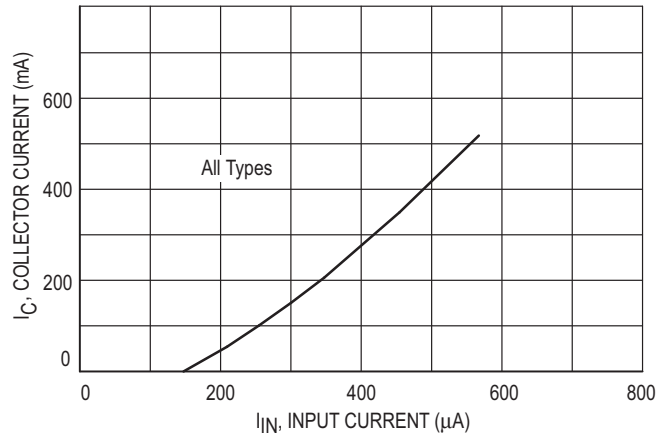


Figure 9. Output Current versus Input Current



## Input Characteristics

Figure 10. ULN2803 Input Current versus Input Voltage

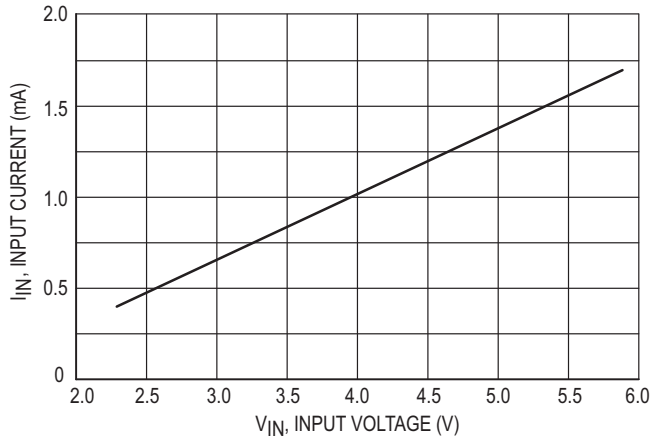


Figure 11. ULN2804 Input Current versus Input Voltage

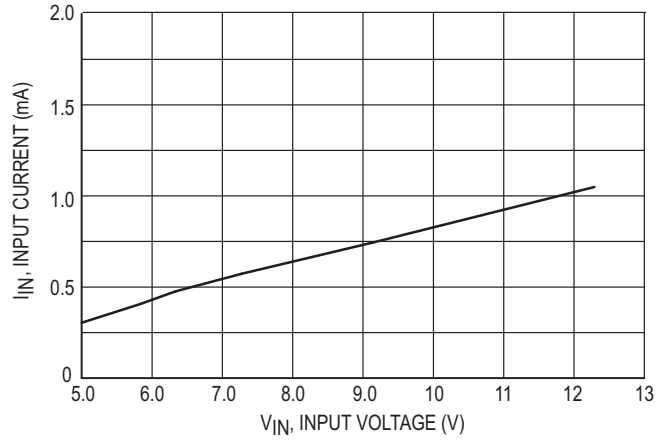
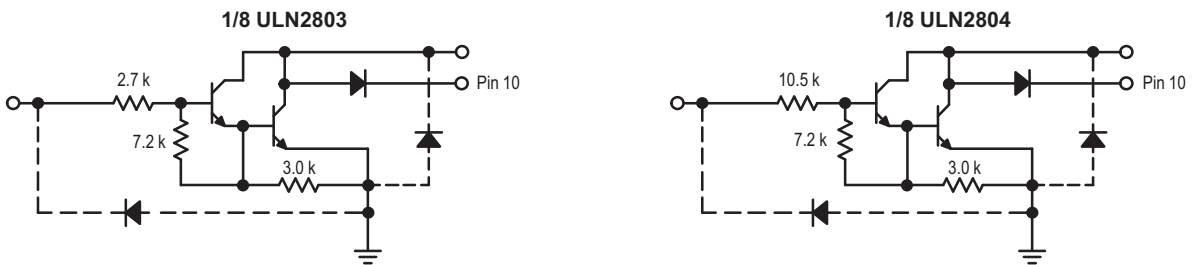


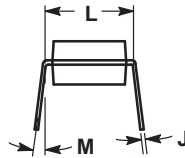
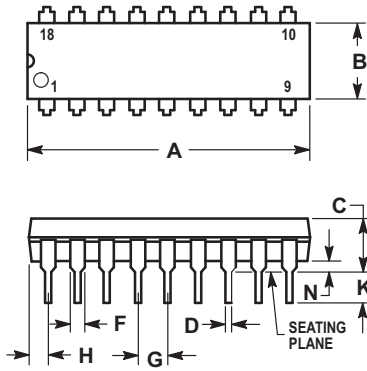
Figure 12. Representative Schematic Diagrams



# ULN2803 ULN2804

## OUTLINE DIMENSIONS

**A SUFFIX**  
 PLASTIC PACKAGE  
 CASE 707-02  
 ISSUE C




**NOTES:**

1. POSITIONAL TOLERANCE OF LEADS (D), SHALL BE WITHIN 0.25 (0.010) AT MAXIMUM MATERIAL CONDITION, IN RELATION TO SEATING PLANE AND EACH OTHER.
2. DIMENSION L TO CENTER OF LEADS WHEN FORMED PARALLEL.
3. DIMENSION B DOES NOT INCLUDE MOLD FLASH.

DIM	MILLIMETERS		INCHES	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	22.22	23.24	0.875	0.915
B	6.10	6.60	0.240	0.260
C	3.56	4.57	0.140	0.180
D	0.36	0.56	0.014	0.022
F	1.27	1.78	0.050	0.070
G	2.54 BSC		0.100 BSC	
H	1.02	1.52	0.040	0.060
J	0.20	0.30	0.008	0.012
K	2.92	3.43	0.115	0.135
L	7.62 BSC		0.300 BSC	
M	0°	15°	0°	15°
N	0.51	1.02	0.020	0.040

# ULN2803 ULN2804

Motorola reserves the right to make changes without further notice to any products herein. Motorola makes no warranty, representation or guarantee regarding the suitability of its products for any particular purpose, nor does Motorola assume any liability arising out of the application or use of any product or circuit, and specifically disclaims any and all liability, including without limitation consequential or incidental damages. "Typical" parameters which may be provided in Motorola data sheets and/or specifications can and do vary in different applications and actual performance may vary over time. All operating parameters, including "Typicals" must be validated for each customer application by customer's technical experts. Motorola does not convey any license under its patent rights nor the rights of others. Motorola products are not designed, intended, or authorized for use as components in systems intended for surgical implant into the body, or other applications intended to support or sustain life, or for any other application in which the failure of the Motorola product could create a situation where personal injury or death may occur. Should Buyer purchase or use Motorola products for any such unintended or unauthorized application, Buyer shall indemnify and hold Motorola and its officers, employees, subsidiaries, affiliates, and distributors harmless against all claims, costs, damages, and expenses, and reasonable attorney fees arising out of, directly or indirectly, any claim of personal injury or death associated with such unintended or unauthorized use, even if such claim alleges that Motorola was negligent regarding the design or manufacture of the part. Motorola and  are registered trademarks of Motorola, Inc. Motorola, Inc. is an Equal Opportunity/Affirmative Action Employer.

#### How to reach us:

**USA/EUROPE/ Locations Not Listed:** Motorola Literature Distribution;  
P.O. Box 20912; Phoenix, Arizona 85036. 1-800-441-2447 or 602-303-5454

**JAPAN:** Nippon Motorola Ltd.; Tatsumi-SPD-JLDC, 6F Seibu-Butsuryu-Center,  
3-14-2 Tatsumi Koto-Ku, Tokyo 135, Japan. 03-81-3521-8315

**MFAX:** RMFAX0@email.sps.mot.com - TOUCHTONE 602-244-6609  
**INTERNET:** <http://Design-NET.com>

**ASIA/PACIFIC:** Motorola Semiconductors H.K. Ltd.; 8B Tai Ping Industrial Park,  
51 Ting Kok Road, Tai Po, N.T., Hong Kong. 852-26629298



ULN2803/D

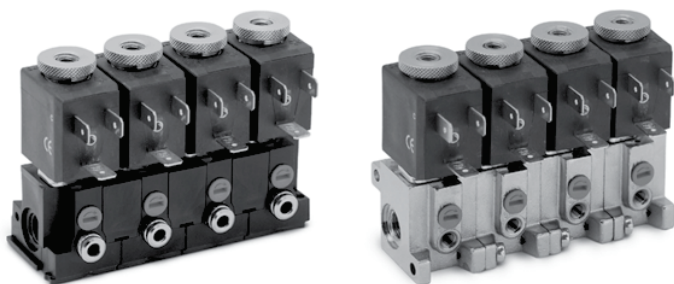


# Electroválvulas de mando directo Serie A

2

2/2 vías - 3/2 vías N.C. y N.A.  
monoestable - estable (con memoria magnética)  
Conexiones M5, G1/8, cilíndrica  $\varnothing$  4

CONTROL



Las electroválvulas de la Serie A son de tipo con mando directo y pueden funcionar con aire seco o lubricado. Son disponibles en la versión 2/2 y 3/2 vías, tanto con función normalmente cerrada (NC) como con función normalmente abierta (NA). Se realizan de versiones respecto al tipo de cuerpo, a las conexiones roscadas, a las secciones de paso, conforme se indica en las tablas de cada tipo: todo ello a fin de satisfacer las diversas exigencias de utilización y montaje.

El solenoide es independiente y se puede sustituir sin interferir con la parte en presión de la válvula y de una manera fácil y rápida. Para esta serie de electroválvulas están previstos distintos solenoides intercambiables sobre la misma parte mecánica. La elección de los solenoides condiciona las prestaciones de la electroválvula (consumo y presión).

## CARACTERÍSTICAS GENERALES

Construcción	de obturador
Grupo válvula	Vie / Pos. 2/2 - 3/2 N.C. o N.A.
Material	cuerpo OT58 (niquelado o tecnopolímero) - otros inox - juntas NBR
Conexiones	M5 - G1/8, cilíndrica $\varnothing$ 4
Instalación	en cualquier posición
Temperatura de trabajo	0 ÷ 60°C ( con aire seco -20°C)
Presión de trabajo	(ver tabla)
Caudal nominal	Qn (ver tabla)
Diámetro nominal	$\varnothing$ (ver tabla)
Fluido	aire filtrada sin lubricación, en caso de usar aire lubricado, recomendamos utilizar aceite ISOVG32 y no interrumpir la lubricación.

## EJEMPLO DE CODIFICACIÓN

A	3	3	1	-	0	C	2	-	U	7	7
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

<b>A</b>	SERIE																																
<b>3</b>	<p>EJECUCIÓN CUERPO:</p> <p>1 = base (24 x 24 mm) interc. girat. 360°</p> <p>2 = base (24 x 24 mm) interc. fija</p> <p>3 = cuerpo roscado</p> <p>4 = cuerpo descarga rápida</p> <p>5 = base con intercaras para ISO laterial, fijo corpo in tecnopolímero</p> <p>6 = base (16 x 16 mm) interc. girat. 360°</p> <p>A = manifold 1 pieza B = manifold 2 piezas C = manifold 3 piezas D = manifold 4 piezas E = manifold 5 piezas F = manifold 6 piezas G = manifold 7 piezas H = manifold 8 piezas K = manifold 9 piezas L = manifold 10 piezas M = manifold 11 piezas N = manifold 12 piezas P = manifold 13 piezas R = manifold 14 piezas S = manifold 15 piezas</p>																																
<b>3</b>	<p>NÚMERO VÍAS:</p> <p>2 = 2 vías 3 = 3 vías</p>																																
<b>1</b>	<p>FUNCIÓN:</p> <p>1 = NC (normal. cerrada) 2 = NA (normal. abierta) 3 = NA en línea</p>																																
<b>0</b>	<p>CONEXIONES:</p> <table border="0"> <tr> <td></td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>M5</td> <td>M5</td> <td>M5</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>G1/8</td> <td>G1/8</td> <td>M5</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>M5</td> <td>G1/8 macho</td> <td>M5</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>M5</td> <td>G1/8 macho</td> <td>M5 con accion. manual</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>OR intercara giratoria</td> <td></td> <td>M5</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>OR intercara fija</td> <td></td> <td>M5</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>Cartucho ø 4</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		1	2	3	0	M5	M5	M5	1	G1/8	G1/8	M5	3	M5	G1/8 macho	M5	4	M5	G1/8 macho	M5 con accion. manual	A	OR intercara giratoria		M5	B	OR intercara fija		M5	C	Cartucho ø 4		
	1	2	3																														
0	M5	M5	M5																														
1	G1/8	G1/8	M5																														
3	M5	G1/8 macho	M5																														
4	M5	G1/8 macho	M5 con accion. manual																														
A	OR intercara giratoria		M5																														
B	OR intercara fija		M5																														
C	Cartucho ø 4																																
<b>C</b>	<p>DIÁMETRO NOMINALE:</p> <p>C = Ø 1,5 D = Ø 2 E = Ø 2,5</p>																																
<b>2</b>	<p>MATERIALES CUERPO:</p> <p>2 = OT58/Aluminio 3 = tecnopolímero</p>																																
<b>U</b>	<p>MATERIAL BOBINA:</p> <p>G = PA U = PET A = PPS H = PA6VO</p>																																
<b>7</b>	<p>DIMENSIÓN SOLENOIDE:</p> <p>7 = 22x22 8 = 30x30 9 = 22x58</p>																																
<b>7</b>	<p>TENSIÓN SOLENOIDE:</p> <p>Var seccion Solenoide pág. 2.2.35.01</p>																																

2

## Tabla para la identificación de solenoides de acuerdo al tipo de válvula

Función válvula 2/2 : Para aplicaciones con vacío conectar el vacío por puerto 2

Función válvula 3/2 : Para aplicaciones con vacío conectar el vacío por puerto 1

Nota: Para solenoides Mod. (2/2 N.A.) Contactar nuestro staff técnico

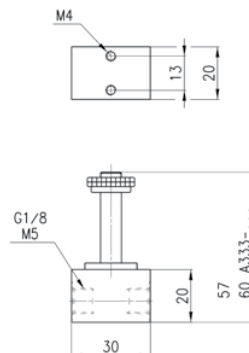
Mod.	Presión de Trabajo (bar) Solenoides 3W	Presión de Trabajo (bar) Solenoides 4-5 W	Presión de Trabajo (bar) Solenoides 3,5 VA
<b>Función válvulas 2/2 N.C.</b>			
A321-0C2	min - max - 0,9 ÷ 8	min - max - 0,9 ÷ 15	min - max - 0,9 ÷ 15
A321-1C2	- 0,9 ÷ 8	- 0,9 ÷ 15	- 0,9 ÷ 15
A321-1D2	- 0,9 ÷ 4	- 0,9 ÷ 9	- 0,9 ÷ 9
A321-1E2	- 0,9 ÷ 1	- 0,9 ÷ 6	- 0,9 ÷ 6
<b>Función válvulas 2/2 N.A.</b>			
A322-0C2	min - max 2 ÷ 10	min - max - 0,9 ÷ 10	min - max - 0,9 ÷ 10
A322-1C2	2 ÷ 10	- 0,9 ÷ 10	- 0,9 ÷ 10
<b>Función válvulas 3/2 N.C.</b>			
A131-AC2	min - max 2 ÷ 10	min - max - 0,9 ÷ 10	min - max - 0,9 ÷ 10
A231-BC1	2 ÷ 10	- 0,9 ÷ 10	- 0,9 ÷ 10
A331-0C2	2 ÷ 10	- 0,9 ÷ 10	- 0,9 ÷ 10
A331-1C2	2 ÷ 10	- 0,9 ÷ 10	- 0,9 ÷ 10
A331-3C2	2 ÷ 10	- 0,9 ÷ 10	- 0,9 ÷ 10
A331-4C2	2 ÷ 10	- 0,9 ÷ 10	- 0,9 ÷ 10
A431-1C2	2 ÷ 10	2 ÷ 10	2 ÷ 10
A531-BC2	2 ÷ 10	- 0,9 ÷ 10	- 0,9 ÷ 10
A631-AC2	2 ÷ 10	- 0,9 ÷ 10	- 0,9 ÷ 10
AA31-0C2	2 ÷ 10	- 0,9 ÷ 10	- 0,9 ÷ 10
AA31-0C3	2 ÷ 8	- 0,9 ÷ 8	- 0,9 ÷ 8
AA31-CC2	2 ÷ 10	- 0,9 ÷ 10	- 0,9 ÷ 10
AA31-CC3	2 ÷ 8	- 0,9 ÷ 8	- 0,9 ÷ 8
<b>Función válvulas 3/2 N.A.</b>			
A332-0C2	min - max - 0,9 ÷ 7	min - max - 0,9 ÷ 7	min - max - 0,9 ÷ 7
A332-1C2	- 0,9 ÷ 7	- 0,9 ÷ 7	- 0,9 ÷ 7
A333-0C2	0 ÷ 7	-	- 0,9 ÷ 10
A333-1C2	0 ÷ 7	-	- 0,9 ÷ 10
AA33-0C2	0 ÷ 7	-	- 0,9 ÷ 8
AA33-0C3	0 ÷ 7	-	- 0,9 ÷ 8
AA33-CC3	0 ÷ 7	-	- 0,9 ÷ 8



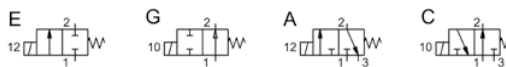
Electroválvulas 2/2 y 3/2 vías Mod. A32... y Mod. A33...



Las electroválvulas de 2/2 y 3/2 vías para montaje individual son disponibles para las funciones de NC (cerrada) o bien NA (abierta). Las conexiones previstas en el cuerpo pueden ser de G1/8 o de M5, mientras la descarga es siempre M5.



Mod.	Conexiones	Función	Diámetro Ø mm	Qn (NI/min)	Símbolo
A321-0C2*	M5	2/2 N.C.	1,5	50	E
A321-1C2*	G1/8	2/2 N.C.	1,5	57	E
A321-1D2*	G1/8	2/2 N.C.	2	97	E
A321-1E2*	G1/8	2/2 N.C.	2,5	132	E
A322-0C2*	M5	2/2 N.A.	1,8	68	G
A322-1C2*	G1/8	2/2 N.A.	1,8	82	G
A331-0C2*	M5	3/2 N.C.	1,5	52	A
A331-1C2*	G1/8	3/2 N.C.	1,5	57	A
A332-0C2*	M5	3/2 N.A.	1,5	53	C
A332-1C2*	G1/8	3/2 N.A.	1,5	65	C
A333-0C2*	M5	3/2 N.A. en línea	1,5	58	C
A333-1C2*	G1/8	3/2 N.A. en línea	1,5	69	C

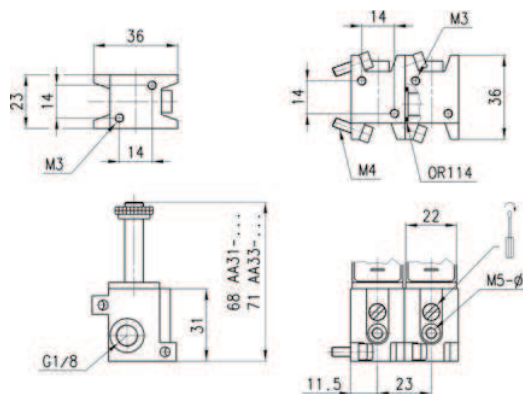


NOTA: para el uso de las válvulas NA en línea, usar solamente solenoides modelo U771 o U7K1 o G771 o G7K1.

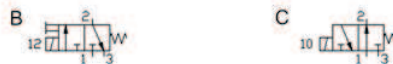
Electroválvula 3/2 vías Mod. AA31...



Las electroválvulas para montaje en manifold, son disponibles en la versión NC (cerrada) y N.A. (abierta), con conexiones de G1/8 en la entrada común y con las utilizaciones que a elección puede ser con rosa M5 o cilíndrica ø4.



Mod.	Entrada/salida	Función	Diámetro Ø mm	Int. Man. Biestable	Qn (NI/min)	Símbolo
AA31-0C2*	G1/8 M5	3/2 N.C.	1,5	Si	53	B
AA31-CC2*	G1/8 04	3/2 N.C.	1,5	Si	55	B
AA31-0C3*	G1/8 M5	3/2 N.C.	1,5	Si	53	B
AA33-0C2*	G1/8 M5	3/2 N.A. en línea	1,5	No	53	C
AA33-CC2*	G1/8 04	3/2 N.A. en línea	1,5	No	55	C
AA33-0C3*	G1/8 M5	3/2 N.A. en línea	1,5	No	53	C
AA31-CC3*	G1/8 04	3/2 N.C.	1,5	Si	55	B
AA33-CC3*	G1/8 04	3/2 N.A. en línea	1,5	No	65	C



NOTA: para el uso de las válvulas NA en línea, usar solamente solenoides modelo U771 o U7K1 o G771 o G7K1.

Las electroválvulas se suministran completamente de OR y tornillos.

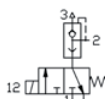
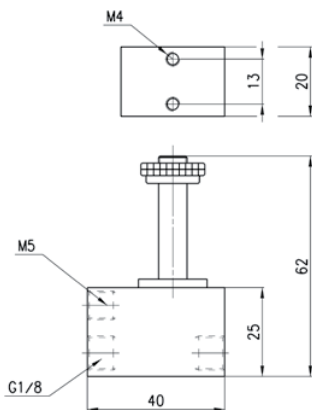
\* Elegir el solenoide deseado.

Electroválvula 3/2 vías Mod. A43...

Las electroválvula 3/2 vía NC, con conexiones de G1/8, ha sido realizada con una pequeña descarga rápida incorporada. Es particularmente apta para el accionamiento de pequeños cilindros de simple efecto.



\*Elegir el solenoide deseado.



Mod.	Conexión	Función	Diámetro Ø mm	Qn (NI/min)
<b>A431-1C2*</b>	G1/8	N.C.	1.5	36

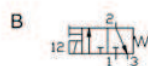
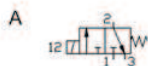
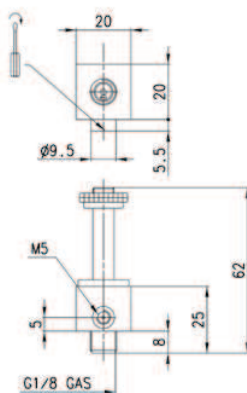
Electroválvula 3/2 vías Mod. A33...

La electroválvula de 3/2 vías NC (cerrada) ha sido realizada para el accionamiento de pequeños cilindros de simple efecto y para el pilotaje de válvulas neumáticas con presiones de trabajo mínimas.



La rosca incorporada en su cuerpo de 1/8" macho permite el montaje directo sobre el componente a accionar. La entrada de alimentación es de M5.

\* Elegir el solenoide deseado.



Mod.	Entrada/salida	Función	Diámetro Ø min	Int. Man. Biestable	Qn (NI/min)	Símbolo
<b>A331-3C2*</b>	M5/ G1/8	N.C.	1.5	no	55	A
<b>A331-4C2*</b>	M5/ G1/8	N.C.	1.5	si	55	B

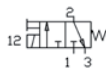
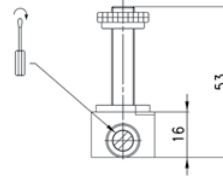
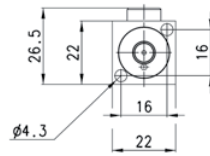
## Electroválvula 3/2 vías Mod. A63...

Apta para ser montada directamente sobre partes de máquinas mediante 2 tornillos.  
Estanqueidad mediante 2 OR concéntricos que permite el posicionamiento del cuerpo entre 360°.



Estas electroválvulas van equipadas de mando manual, con posibilidad de accionamiento estable.

\* Elegir el solenoide deseado.



Mod.	Intercara	Función	Diámetro Ø mm	Qn (NI/min)
<b>A631-AC2*</b>	OR	N.C.	1,5	70

## Electroválvula 3/2 vías Mod. A53...

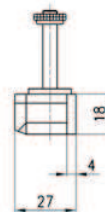
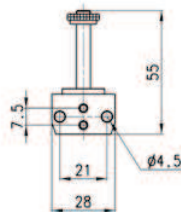
Realizada para ser aplicada sobre válvulas de placa base, de normas ISO.  
La intercara a norma CNOMO es intercambiable con todas las marcas que proponen ISO.



Estas electroválvulas van equipadas de mando manual que permite el accionamiento estable.

El cuerpo es de plástico.

\* Elegir el solenoide deseado.



Mod.	Intercara	Función	Diámetro Ø mm	Qn (NI/min)
<b>A531-BC2*</b>	OR	N.C.	1,5	70

# Válvulas y electroválvulas Serie 3

2

2x3/2, 3/2, 5/2 y 5/3 vías C.C. C.A. C.P.  
Conexiones G1/8 y G1/4

CONTROL



Las electroválvulas de la Serie 3 de G1/8 y G1/4 han sido realizadas en 3/2, 2 x 3/2, 5/2, 5/3 con dos mandos fundamentales:

- con accionamiento eléctrico y reposicionamiento con muelle mecánico
- con accionamiento y reposicionamiento electroneumático.

Las válvulas de la Serie 3 pueden ser mandadas por solenoides de la Serie U o G (22x22). Las Series 3 incluyen accionamiento manual que permite un accionamiento estable.

## CARACTERÍSTICAS GENERALES

Construcción	con corredera equilibrada
Grupo válvula	Vías/Pos. 2x3/2 - 3/2 - 5/2 - 5/3 C.C. C.A. C.P.
Material	cuerpo AL - corredera INOX - juntas NBR
Conexiones	G1/8, G1/4
Instalación	en cualquier posición
Temperatura de trabajo	0 ÷ 60°C (con aire seco -20°C)
Presión de trabajo	ver tablas
Fluido	aire filtrado, sin lubricación, en caso de usar aire lubricado, recomendamos utilizar aceite ISOVG32 y no interrumpir la lubricación.

## EJEMPLO DE CODIFICACIÓN

3	3	8	D	-	015	-	02	-	U	7	7
---	---	---	---	---	-----	---	----	---	---	---	---

<b>3</b>	SERIE
<b>3</b>	N° VÍAS/POSICIONES: 3 = 3/2 (N.C.) 4 = 3/2 (N.A.) 5 = 5/2 6 = 5/3 C. cerrados 7 = 5/3 C. abiertos 8 = 5/3 C. en presión 9 = 1x 3/2NC + 1x-3/2NA
<b>8</b>	CONEXIONES: 8 = G1/8 4 = G1/4
<b>D</b>	D = válvula doble (2x3/2) L = para montaje sobre el colector (solo para 3/2 G1/8 )
<b>015</b>	ACCIONAMIENTO: 011 = doble solenoide 015 = simple solenoide retorno muelle 016 = simple solenoide retorno muelle neumático E11 = doble solenoide pilotaje externo E15 = simple solenoide pilotaje externo 033 = neumático 035 = neumático muelle
<b>02</b>	INTERCARA SOLENOIDES: 02 = mec. sol. 22 x 22
<b>U</b>	MATERIAL SOLENOIDE: U = PET G = PA A8 = PPS H8 = PA 6 V0 A7 = PPS
<b>7</b>	DIMENSIONES SOLENOIDE: 7 = 22 x 22 9 = 22 x 58
<b>7</b>	TENSIONES SOLENOIDES : Ver sección solenoides pág. 2.2.35.01

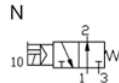
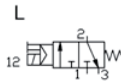
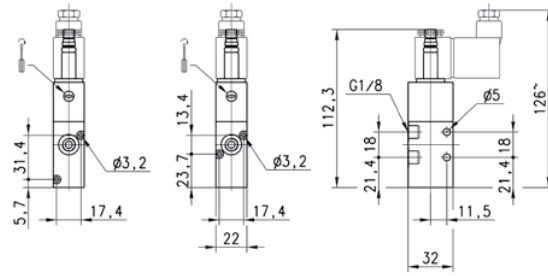
2

2

## Electroválvula 3/2 vías, G1/8 monoestable - Mod. 338... y Mod 348...



Las Electroválvulas de la Serie 3 de 3/2 vías de G1/8 con accionamiento electroneumático y reposicionamiento con muelle mecánico, se han realizado en la versión NC (cerrada) y NA (abierta).

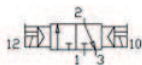
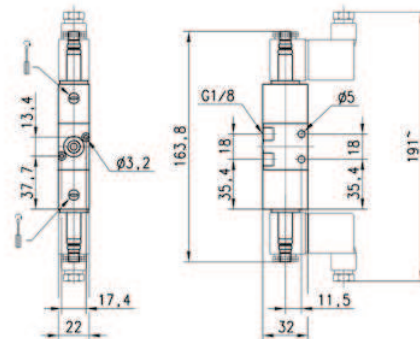


Mod.	Montaje	Función	Caudal NI/min	Presión de trabajo (bar)	Símbolo
<b>338-015-02</b>	Utilización individual	3/2 N.C.	700	2 + 10	L
<b>338L-015-02</b>	Sobre conector	3/2 N.C.	700	2 + 10	L
<b>348-015-02</b>	Utilización individual	3/2 N.O.	700	2 + 10	N
<b>348L-015-02</b>	Sobre conector	3/2 N.O.	700	2 + 10	N

## Electroválvula 3/2 vías de G1/8 biestable - Mod. 338...



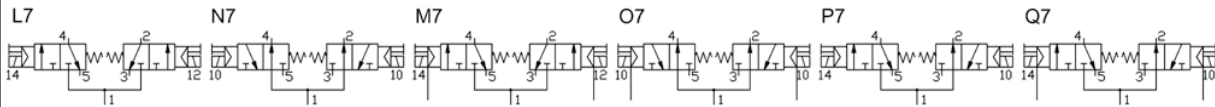
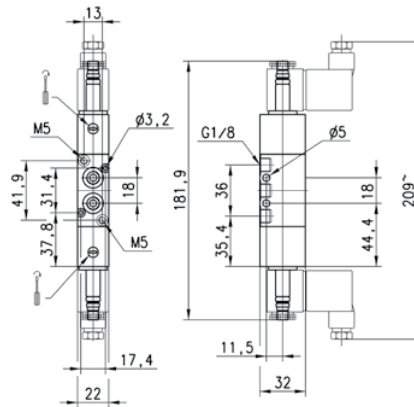
Las Electroválvulas de la Serie 3 de 3/2 vías de G1/8 con accionamiento y reposicionamiento electroneumático realizan la función de NC (cerrada) o NA (abierta) con referencia al último impulso recibido.



Mod.	Montaje	Función	Caudal NI/min	Presión de trabajo (bar)
<b>338-011-02</b>	utilización individual	3/2	700	2 + 10
<b>338L-011-02</b>	sobre conector	3/2	700	2 + 10

Electroválvula 2x3/2 vías de G1/8 - Mod. 338D, 348D y 398D

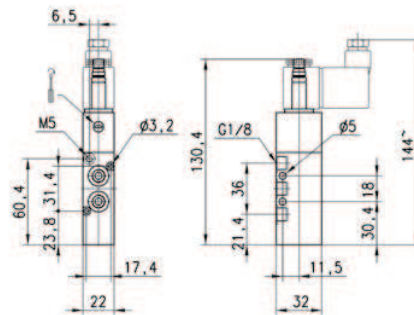
Las Electroválvulas de la serie 3 de G1/8 son disponibles en las versiones con 2 válvulas 3/2 en el mismo cuerpo válvula.



Mod.	Función	Caudal NI/min	Presión de trabajo (bar)	Presión de pilotaje (bar)	Símbolo
338D-015-02	2 X 3/2 N.C.	700	2 + 10	-	L7
348D-015-02	2 X 3/2 N.O.	700	2 + 10	-	N7
338D-E15-02	2 X 3/2 N.C.	700	0 + 10	2 + 10	M7
348D-E15-02	2 X 3/2 N.O.	700	0 + 10	2 + 10	O7
398D-015-02	1 X 3/2N.C.+1X3/2N.O.	700	2 + 10	-	P7
398D-E15-02	1 X 3/2N.C.+1X3/2N.O.	700	0 + 10	2 + 10	Q7

Electroválvula 5/2 vías de G1/8 monoestable - Mod. 358...

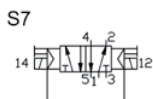
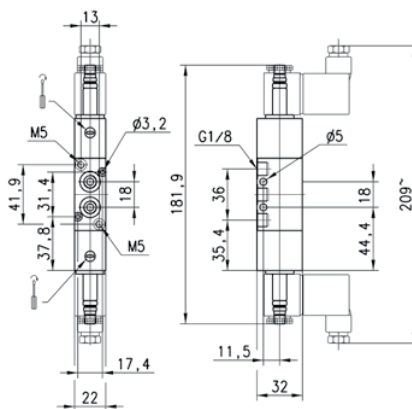
Las Electroválvulas de la serie 3 de 5/2 vías de G1/8 con accionamiento electro neumático y reposicionamiento con muelle mecánico o neumático, son aptas para mandar cilindros de doble efecto.



Mod.	Función	Caudal NI/min	Presión de trabajo (bar)	Presión de pilotaje (bar)	Símbolo
358-015-02	5/2	700	2 + 10	-	V
358-E15-02	5/2	700	-0,9 + 10	2 + 10	R7
358-016-02	5/2	700	2 + 10	-	Z

Electroválvula 5/2 vías de G1/8 biestable - Mod. 358...

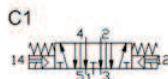
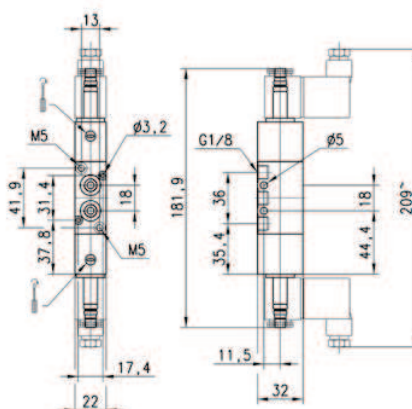
Las Electroválvulas de la Serie 3 de 5/2 vías de G1/8 con accionamiento y reposicionamiento electropneumático, son aptas para mandar cilindros de doble efecto.



Mod.	Función	Caudal NI/min	Presión de trabajo (bar)	Presión de pilotaje (bar)	Símbolo
358-011-02	5/2	700	1,5 ÷ 10	-	A1
358-E11-02	5/2	700	-0,9 ÷ 10	1,5 ÷ 10	S7

Electroválvula 5/3 vías de G1/8, Mod. 368... Mod. 378... y Mod. 388...

C.C. = Centros cerrados C.A. = Centros abiertos C.P. = Centros con presión.

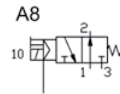
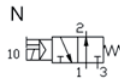
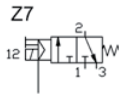
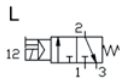
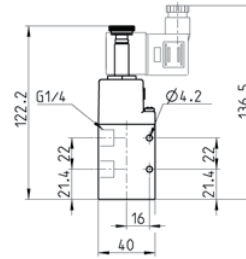
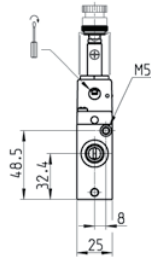


Mod.	Función	Caudal NI/min	Presión de trabajo (bar)	Presión de pilotaje (bar)	Símbolo
368-011-02	5/3 C.C.	700	2 ÷ 10	-	B1
368-E11-02	5/3 C.C.	700	-0,9 ÷ 10	2 ÷ 10	G7
378-011-02	5/3 C.A.	700	2-10	-	C1
378-E11-02	5/3 C.A.	700	-0,9 ÷ 10	2 ÷ 10	H7
388-011-02	5/3 C.P.	700	2 ÷ 10	-	D1
388-E11-02	5/3 C.P.	700	-0,9 ÷ 10	2 ÷ 10	I7



## Electroválvula 3/2 vías, G1/4 monoestable - Mod. 334... y Mod 344...

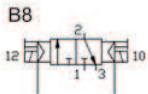
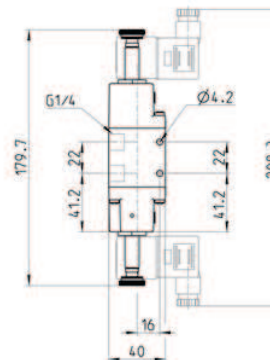
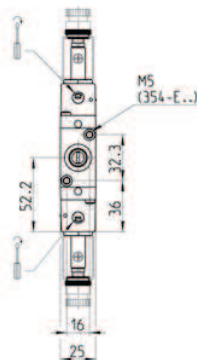
Las Electroválvulas de la Serie 3 de 3/2 vías de G1/4 con accionamiento electro neumático y reposicionamiento con muelle mecánico, se han realizado en la versión NC (cerrada) y NA (abierta).



Mod.	Montaje	Función	Caudal NI/min	Presión de trabajo (bar)	Presión de pilotaje (bar)	Símbolo
<b>334-015-02</b>	Utilización individual	3/2 N.C.	1300	2,5 + 10	-	L
<b>334-E15-02</b>	Utilización individual	3/2 N.C.	1300	-0,9 + 10	2,5 + 10	Z7
<b>344-015-02</b>	Utilización individual	3/2 N.A.	1300	2,5 + 10	-	N
<b>344-E15-02</b>	Utilización individual	3/2 N.A.	1300	-0,9 + 10	2,5 + 10	A8

## Electroválvula 3/2 vías de G1/4 biestable - Mod. 334...

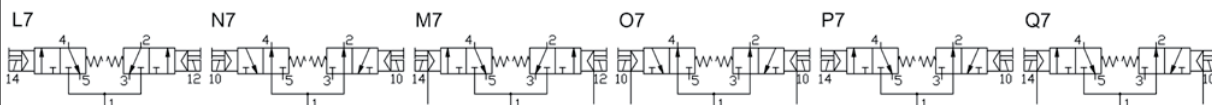
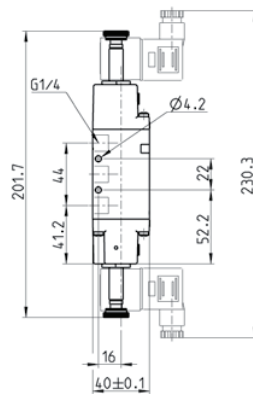
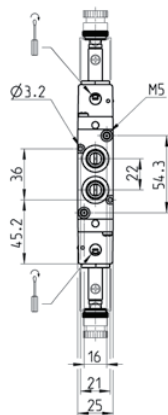
Las Electroválvulas de la Serie 3 de 3/2 vías de G1/4 con accionamiento y reposicionamiento electro neumático realizan la función de NC (cerrada) o NA (abierta) con referencia al último impulso recibido.



Mod.	Montaje	Función	Caudal NI/min	Presión de trabajo (bar)	Presión de pilotaje (bar)	Símbolo
<b>334-011-02</b>	without base	3/2	1300	2,5 + 10	-	T
<b>334-E11-02</b>	without base	3/2	1300	-0,9 + 10	2,5 + 10	B8

Electroválvula 2x3/2 vías de G1/4 - Mod. 334D, 344D y 394D

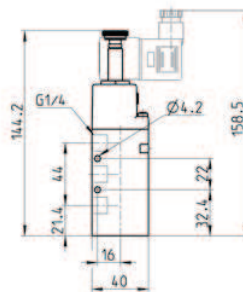
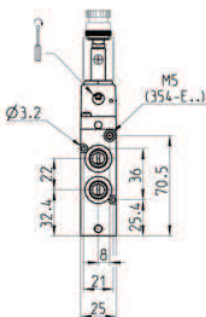
Las Electroválvulas de la serie 3 de G1/4 son disponibles en las versiones con 2 válvulas 3/2 en el mismo cuerpo válvula.



Mod.	Función	Caudal NI/min	Presión de trabajo (bar)	Presión de pilotaje (bar)	Símbolo
334D-015-02	2 X 3/2 N.C.	1200	2,5 + 10	-	L7
344D-015-02	2 X 3/2 N.A.	1050	2,5 + 10	-	N7
334D-E15-02	2 X 3/2 N.C.	1200	-0,9 + 10	2,5 + 10	M7
344D-E15-02	2 X 3/2 N.A.	1050	-0,9 + 10	2,5 + 10	O7
394D-015-02	1X3/2 N.C. +1X3/2 N.A.	1050	2 + 10	-	P7
394D-E15-02	1X3/2 N.C. +1X3/2 N.A.	1050	-0,9 + 10	2,5 + 10	Q7

Electroválvula 5/2 vías de G1/4 monoestable - Mod. 354...

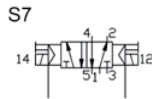
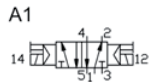
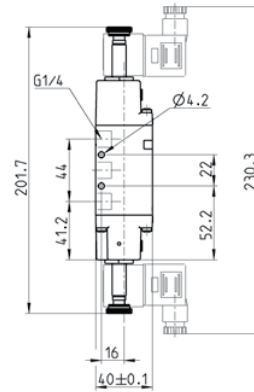
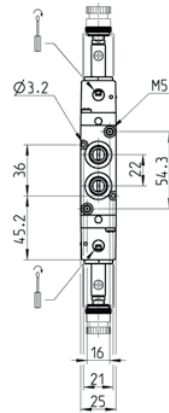
Las Electroválvulas de la serie 3 de 5/2 vías de G1/4 con accionamiento electro neumático y reposicionamiento con muelle mecánico, son aptas para mandar cilindros de doble efecto.



Mod.	Función	Caudal NI/min	Presión de trabajo (bar)	Presión de pilotaje (bar)	Símbolo
354-015-02	5/2	1300	2,5 + 10	-	V
354-E15-02	5/2	1300	-0,9 + 10	2,5 + 10	R7

Electroválvula 5/2 vías de G1/4 biestable - Mod. 354...

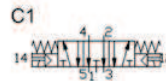
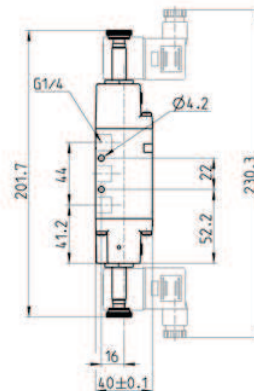
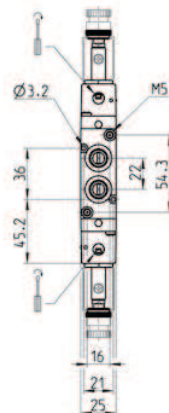
Las Electroválvulas de la Serie 3 de 5/2 vías de G1/4 con accionamiento y reposicionamiento electro neumático, son aptas para mandar cilindros de doble efecto.



Mod.	Función	Caudal NI/min	Presión de trabajo (bar)	Presión de pilotaje (bar)	Símbolo
354-011-02	5/2	1300	2,5 + 10	-	A1
354-E11-02	5/2	1300	-0,9 + 10	2,5 + 10	S7

Electroválvula 5/3 vías de G1/4 - Mod. 364..., 374... y Mod. 384...

C.C. = Centros cerrados      C.A. = Centros abiertos      C.P. = Centros con presión.

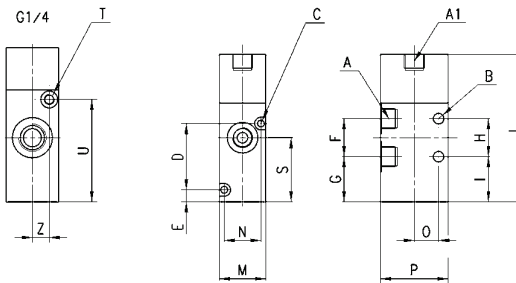
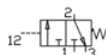


Mod.	Función	Caudal NI/min	Presión de trabajo (bar)	Presión de pilotaje (bar)	Símbolo
364-011-02	5/3 C.C.	1200	2,5 + 10	-	B1
364-E11-02	5/3 C.C.	1200	-0,9 + 10	2,5 + 10	G7
374-011-02	5/3 C.A.	1200	2,5 + 10	-	C1
374-E11-02	5/3 C.A.	1200	-0,9 + 10	2,5 + 10	H7
384-011-02	5/3 C.P.	1200	2,5 + 10	-	D1
384-E11-02	5/3 C.P.	1200	-0,9 + 10	2,5 + 10	I7

2

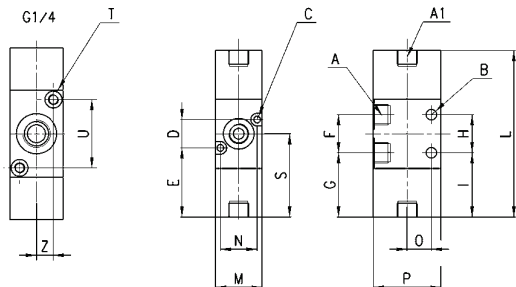
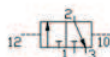
CONTROL

Electroválvula 3/2 vías, conexiones de G1/8 o G1/4, monoestable



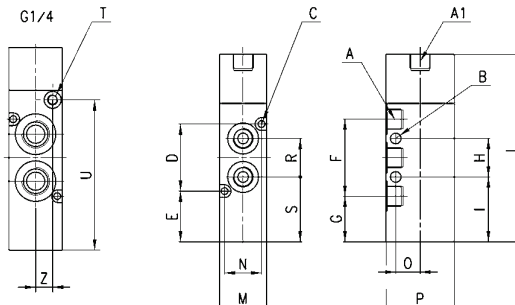
DIMENSIONES																							
Mod.	Montaje	Función	Caudal NI/min	P. min pil.	A	A1	B	C	D	E	F	G	H	I	L	M	N	O	P	S	T	U	Z
<b>338-035</b>	utilización individual	3/2 N.C.	700	3 bar	G1/8	G1/8	5	3,2	-	5,7	18	21,4	18	21,4	69,8	22	-	11,5	32	30,4	-	-	-
<b>338L-035</b>	sobre colector	3/2 N.C.	700	3 bar	G1/8	G1/8	-	3,2	31,4	5,7	18	21,4	-	21,4	69,8	22	17,4	11,5	32	30,4	-	-	-
<b>334-035</b>	utilización individual	3/2 N.C.	1300	3 bar	G1/4	-	4,1	-	-	-	22	21,4	22	21,4	73	25	-	16	40	32,4	M5	48,5	8

Válvula 3/2 vías, conexiones de G1/8 o G1/4, biestable



DIMENSIONES																							
Mod.	Montaje	Función	Caudal NI/min	P.min pil	A	A1	B	C	D	E	F	G	H	I	L	M	N	O	P	S	T	U	Z
<b>338-033</b>	utilizac. indiv.	3/2 N.C.	700	2,5 bar	G1/8	G1/8	5	-	-	-	18	30,4	18	30,4	78,8	22	-	11,5	32	41,7	-	-	-
<b>338L-033</b>	montaje en col.	3/2 N.C.	700	2,5 bar	G1/8	G1/8	5	3,2	13,4	32,7	18	30,4	-	30,4	78,8	22	17,4	-	32	41,7	-	-	-
<b>334-033</b>	utilizac. indiv.	3/2 N.C.	1300	2,5 bar	G1/4	-	4,1	-	-	-	22	29,7	22	29,7	81,3	25	-	16	40	40,7	M5	-	-

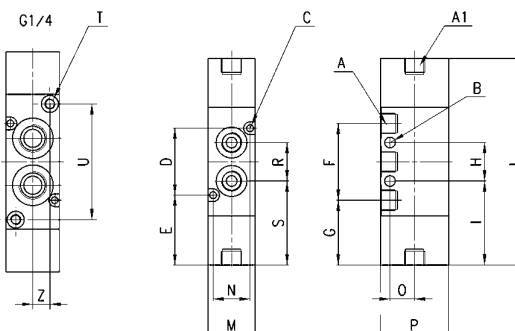
Válvula 5/2 vías, conexiones de G1/8 o G1/4, monoestable



DIMENSIONES

Mod.	Montaje	Función	Caudal NL/min	P.min pil	A	A1	B	C	D	E	F	G	H	I	L	M	N	O	P	S	T	U	Z
<b>358-035</b>	utilización individual/ colector	3/2 N.C.	700	3 bar	G1/8	G1/8	5	3,2	31,4	23,8	36	21,4	18	30,4	87,8	22	17,4	11,5	32	30,4	-	-	-
<b>354-035</b>	utilización individual/ colector	3/2 N.C.	1300	3 bar	G1/4	-	4,1	3,2	36	25,4	44	21,4	22	30,4	95	25	21	16	40	32,4	M5	70,5	8

Válvula 5/2 vías, conexiones de G1/8 o G1/4, biestable

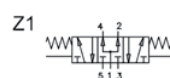
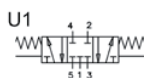
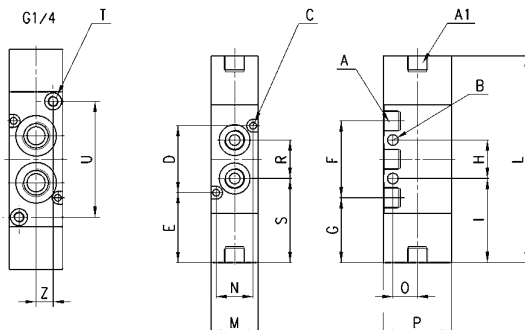


DIMENSIONES

Mod.	Montaje	Función	Caudal NI/min	P.min pil	A	A1	B	C	D	E	F	G	H	I	L	M	N	O	P	S	T	U	Z
<b>358-033</b>	utilización individual/ colector	5/2	700	2,5 bar	G1/8	G1/8	5	3,2	31,4	32,8	36	30,4	18	39,4	96,8	22	17,4	11,5	32	39,4	-	-	-
<b>354-033</b>	utilización individual/ colector	5/2	1300	2,5 bar	G1/4	-	4,1	3,2	36	33,7	44	29,7	22	40,7	103,3	25	21	16	40	40,7	M5	54,3	8

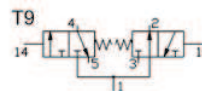
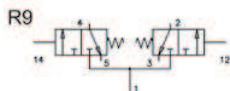
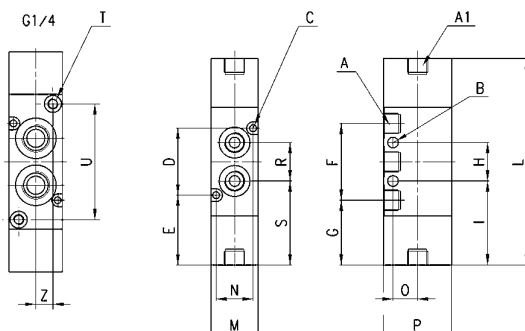
La firma se reserva el derecho de modificar modelos y dimensiones sin preaviso. Estos productos están diseñados para aplicaciones industriales. Su venta al público en general no es recomendable.

Válvula 5/3 vías conexiones de G1/8 o G 1/4



DIMENSIONES																								
Mod.	Montaje	Función	Caudal NI/min	P.Min pil.Bar	A	A1	B	C	D	E	F	G	H	I	L	M	N	O	P	S	T	U	Z	Símbolo
368-033	utiliz. indiv./colector	5/3 C.C.	700	2,5	G1/8	G1/8	5	3,2	31,4	32,8	36	30,4	18	39,4	96,8	22	17,4	11,5	32	39,4	-	-	-	U1
364-033	utiliz. indiv./colector	5/3 C.C.	1200	2,5	G1/4	-	4,1	3,2	36	33,7	44	29,7	22	40,7	103,3	25	21	16	40	40,7	M5	54,3	8	U1
378-033	utiliz. indiv./colector	5/3 C.A.	700	2,5	G1/8	G1/8	5	3,2	31,4	32,8	36	30,4	18	39,4	96,8	22	17,4	11,5	32	39,4	-	-	-	V1
374-033	utiliz. indiv./colector	5/3 C.A.	1050	2,5	G1/4	-	4,1	3,2	36	33,7	44	29,7	22	40,7	103,3	25	21	16	40	40,7	M5	54,3	8	V1
388-033	utiliz. indiv./colector	5/3 C.P.	700	2,5	G1/8	G1/8	5	3,2	31,4	32,8	36	30,4	18	39,4	96,8	22	17,4	11,5	32	39,4	-	-	-	Z1
384-033	utiliz. indiv./colector	5/3 C.P.	1050	2,5	G1/4	-	4,1	3,2	36	33,7	44	29,7	22	40,7	103,3	25	21	16	40	40,7	M5	54,3	8	Z1

Válvula 2x 3/2 vías conexiones de G1/8 o G 1/4



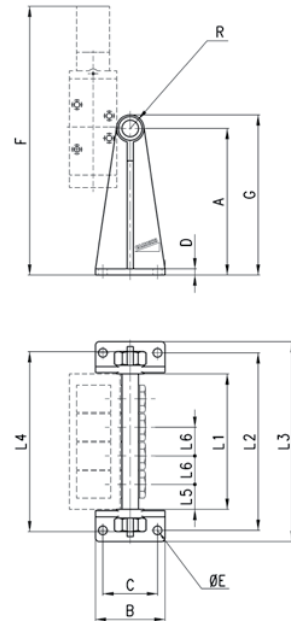
DIMENSIONES																								
Mod.	Montaje	Función	Caud. NI/min	P.Min pil.Bar	A	A1	B	C	D	E	F	G	H	I	L	M	N	O	P	S	T	U	Z	Símbolo
338D-035	ut. indiv./colec.	2x3/2 N.C.	700	2,5	G1/8	G1/8	5	3,2	31,4	32,8	36	30,4	18	39,4	96,8	22	17,4	11,5	32	39,4	-	-	-	R9
334D-035	ut. indiv./colec.	2x3/2 N.C.	1050	2,5	G1/4	-	4,1	3,2	36	33,7	44	29,7	22	40,7	103,3	25	21	16	40	40,7	M5	54,3	8	R9
348D-035	ut. indiv./colec.	2x3/2 N.A.	700	2,5	G1/8	G1/8	5	3,2	31,4	32,8	36	30,4	18	39,4	96,8	22	17,4	11,5	32	39,4	-	-	-	S9
344D-035	ut. indiv./colec.	2x3/2 N.A.	1050	2,5	G1/4	-	4,1	3,2	36	33,7	44	29,7	22	40,7	103,3	25	21	16	40	40,7	M5	54,3	8	S9
398D-035	ut. indiv./colec.	2x3/2 N.C.-N.A.	700	2,5	G1/8	G1/8	5	3,2	31,4	32,8	36	30,4	18	39,4	96,8	22	17,4	11,5	32	39,4	-	-	-	T9
394D-035	ut. indiv./colec.	2x3/2 N.C.-N.A.	1050	2,5	G1/4	-	4,1	3,2	36	33,7	44	29,7	22	40,7	103,3	25	21	16	40	40,7	M5	54,3	8	T9

**Colector con descargas separadas (bajo)**



El suministro incluye:  
 N° 2 patas  
 N° 1 colector  
 N° 1 racor de entrada  
 N° 1 tapón  
 N° 4 arandelas

**Hasta fin existencia**



DIMENSIONES																
Mod.	N° de válvulas	A	B	C	D	ØE	F	G	R	L1	L2	L3	L4	L5	L6	Adapto para
<b>CNV-318-2</b>	2	73	56	44	5	7	178	83	G1/4	63	97	115	99	20	23	3 - G1/8
<b>CNV-318-3</b>	3	73	56	44	5	7	178	83	G1/4	86	120	138	119	20	23	3 - G1/8
<b>CNV-318-4</b>	4	73	56	44	5	7	178	83	G1/4	109	143	161	142	20	23	3 - G1/8
<b>CNV-318-5</b>	5	73	56	44	5	7	178	83	G1/4	132	166	184	165	20	23	3 - G1/8
<b>CNV-318-6</b>	6	73	56	44	5	7	178	83	G1/4	155	189	207	188	20	23	3 - G1/8

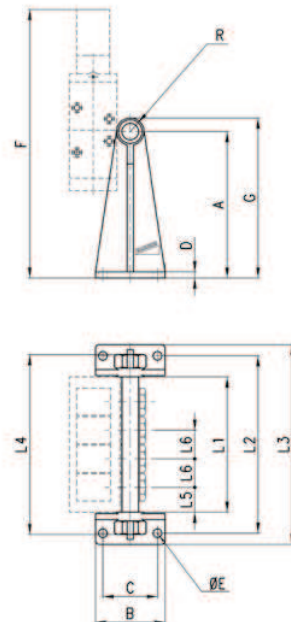
Ordenar separadamente los anillos de retención de las válvulas mod. 1635-01 y mod.2661.

**Colector con descargas separadas (alto)**



El suministro incluye:  
 N° 2 patas  
 N° 1 colector  
 N° 1 racor de entrada  
 N° 1 tapón  
 N° 4 arandelas

**Hasta fin existencia**



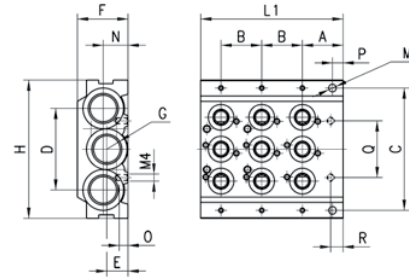
DIMENSIONES																
Mod.	N° de válvulas	A	B	C	D	ØE	F	G	R	L1	L2	L3	L4	L5	L6	Adapto para
<b>CNV-328-2</b>	2	118	56	44	5	7	223	128	G1/4	63	97	115	99	20	23	3 - G1/8
<b>CNV-328-3</b>	3	118	56	44	5	7	223	128	G1/4	86	120	138	119	20	23	3 - G1/8
<b>CNV-328-4</b>	4	118	56	44	5	7	223	128	G1/4	109	143	161	142	20	23	3 - G1/8
<b>CNV-328-5</b>	5	118	56	44	5	7	223	128	G1/4	132	166	184	165	20	23	3 - G1/8
<b>CNV-328-6</b>	6	118	56	44	5	7	223	128	G1/4	155	189	207	188	20	23	3 - G1/8

Ordenar separadamente los anillos de retención de las válvulas mod. 1635-01 y mod.2661.

## Módulo inicial/final de 3 posiciones - Mod. CNVL-...



El suministro incluye:  
 N° 3 OR  
 N° 2 pernos  
 N° 2 pasadores  
 N° 9 juntas intercara  
 N° 6 anillos de retención



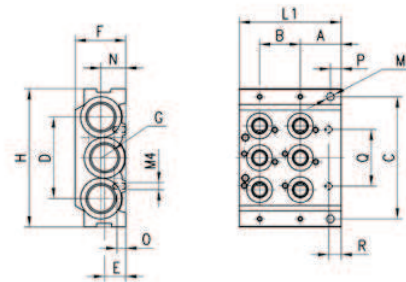
## DIMENSIONES

Mod.	A	B	C	D	E	F	H	L1	M	N	O	P	Q	R	G
<b>CNVL-3H3</b>	23	23	69,5	46	12	29	78	80,5	4,3	14	5	6	32	7	3/8
<b>CNVL-4H3</b>	26	26	88	60	14	29	98	91	4,3	-	5	5	38	7	1/2

## Módulo inicial/final de 2 posiciones - Mod. CNVL-...



El suministro incluye:  
 N° 3 OR  
 N° 2 pernos  
 N° 2 pasadores  
 N° 6 juntas intercara  
 N° 4 anillos de retención



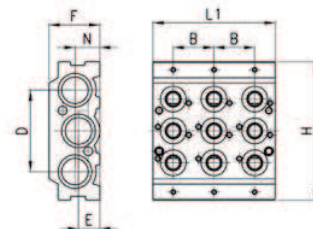
## DIMENSIONES

Mod.	A	B	C	D	E	F	H	L1	M	N	O	P	Q	R	G
<b>CNVL-3H2</b>	23	23	69,5	46	12	29	78	57,5	4,3	14	5	6	32	7	3/8
<b>CNVL-4H2</b>	26	26	88	60	14	29	98	65	4,3	-	5	5	38	7	1/2

## Módulo intermedio de 3 posiciones - Mod. CNVL-...



El suministro incluye:  
 N° 3 OR  
 N° 2 pernos  
 N° 2 pasadores  
 N° 9 juntas intercara  
 N° 6 anillos de retención



## DIMENSIONES

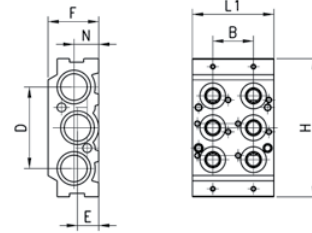
Mod.	B	D	E	F	H	L1	N
<b>CNVL-3I3</b>	23	46	12	29	78	69	14
<b>CNVL-4I3</b>	26	60	14	29	98	65	-



## Módulo intermedio de 2 posiciones - Mod. CNVL-...



El suministro incluye:  
 N° 3 OR  
 N° 2 pernos  
 N° 2 pasadores  
 N° 6 juntas intercara  
 N° 4 anillos de retención



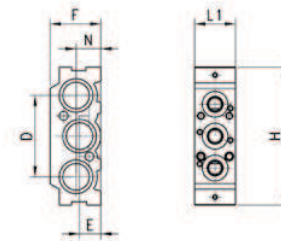
## DIMENSIONES

Mod.	B	D	E	F	H	L1	N
<b>CNVL-3I2</b>	23	46	12	29	78	46	14
<b>CNVL-4I2</b>	26	60	14	29	98	52	-

## Módulo intermedio de posición - Mod. CNVL-...



El suministro incluye:  
 N° 3 OR  
 N° 2 pernos  
 N° 2 pasadores  
 N° 3 guarnizioni interfaccia  
 N° 2 anillos de retención



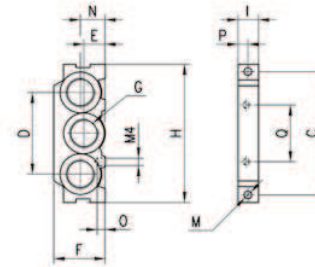
## DIMENSIONES

Mod.	D	E	F	H	L1	N
<b>CNVL-3I1</b>	46	12	29	78	23	14
<b>CNVL-4I1</b>	60	14	29	98	26	-

## Módulo terminal Mod. CNVL-3H



El suministro incluye:  
 N° 2 pasadores



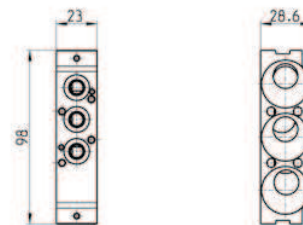
## DIMENSIONES

Mod.	C	D	E	F	H	I	M	N	O	P	Q	G
<b>CNVL-3H</b>	69,5	46	12	29	78	11,5	4,3	14	5	6	32	3/8
<b>CNVL-4H</b>	88	60	14	29	98	13	4,3	-	5	8	29	1/2

## Módulo intercara colectores entre G1/4 y G1/8 (Serie 3)



El suministro incluye:  
 N° 3 junta intercara  
 N° 2 tornillos  
 N° 2 pernos  
 N° 2 prisioneros  
 N° 6 OR



Mod.  
**CNVL-4H-3H**

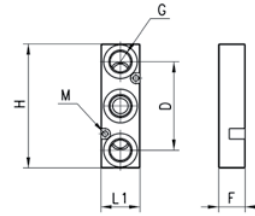
Solo es posible montar la válvula Serie 3 G1/8

2

## Pletina interm. de alimentación y descargas intermedias supl.



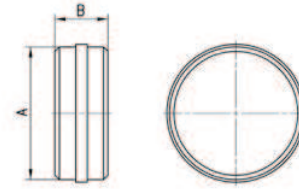
El suministro incluye:  
N° 3 OR  
N° 2 anillos de retención



## DIMENSIONES

Mod.	Serie	G	H	M	F	L1	D	F
<b>CNVL-3P</b>	3 1/8	G1/4	70	3,2	29	22	50	15
<b>CNVL-4P</b>	3 1/4	G1/4	73	3,2	29	25	50	20

## Diafragma



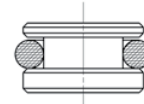
## DIMENSIONES

Mod.	Serie	A	B	Alimentación
<b>CNVL-3H-TP</b>	3 G1/8	15,6	6	Diafragma canales 1; 3; 5
<b>CNVL-4H-TP</b>	3 G1/4	23,8	8	Diafragma canales 1; 3; 5

## Tapón para colectores TCNVL...



El suministro incluye:  
N° 1 tapón  
N° 1 OR



Mod.

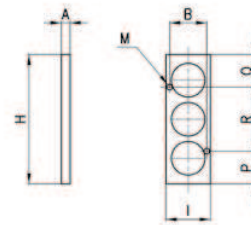
**TCNVL/3**

Serie 3 G1/8

## Inhibidor para conectores CNVL...



Es un accesorio necesario para colectores de la Serie CNVL..  
Es utilizado para obtener la posición no utilizada en el manifold  
El suministro incluye:  
N° 2 anillos de retención  
N° 3 OR



## DIMENSIONES

Mod.	Serie	A	B	H	I	M	P	Q	R
<b>CNVL/1</b>	Serie 3 da 1/8	5	17,4	52	22	3,2	10,3	10,3	31,4
<b>CNVL/4</b>	Serie 3 da 1/4	5	21	73	25	3,2	18,5	18,5	36

# Eyectores en línea Serie VED

Eyectores de vacío sin partes móviles, basado en el principio de Venturi, usado para instalaciones directas en ventosas.

5

VACÍO



- » Partes fijas por larga vida y bajo mantenimiento.
- » Instalación fácil y rápida directamente en el punto de agarre.
- » Reduce dimensiones y peso.

Eyectores de vacío con partes fijas, basado en el principio de Venturi. Estos eyectores son usados para intalación directa en línea entre el suministro del aire comprimido de las ventosas. Esto reduce sustancialmente el volumen para ser evacuado y permite entonces ciclos de tiempo cortos.

## CARACTERÍSTICAS GENERALES

**Descripción** - cuerpo en aluminio anodizado  
- inyector interno en cobre

## EJEMPLO DE CODIFICACIÓN

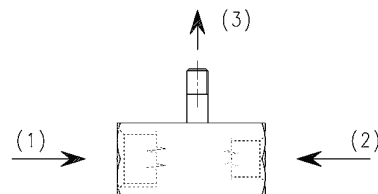
VE	D	-	07
----	---	---	----

<b>VE</b>	SERIE: VE = Ejector para vacío
<b>D</b>	VERSIÓN: D = en línea
<b>07</b>	DIÁMETRO DE INYECTOR: 07 = 0,7 mm 09 = 0,9 mm

5

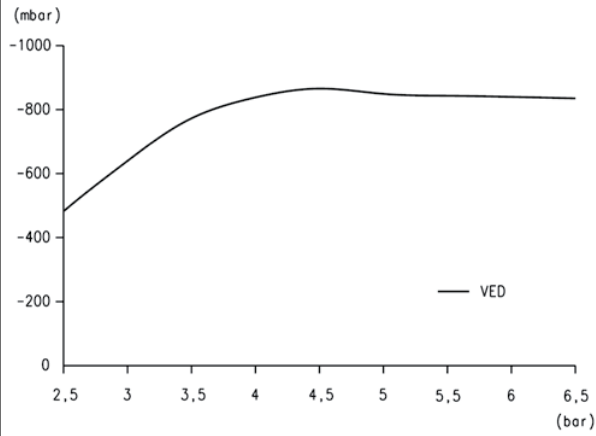
## DATOS TÉCNICOS

- 1 = Conexión aire comprimido
- 2 = Generación de vacío
- 3 = Descarga

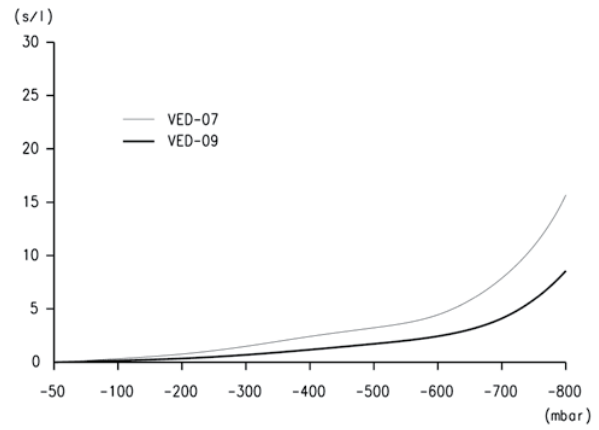


Mod.	Ø inyector (mm)	Grado de evacuación (%)	Rango de succión max. (l/min)	Rango de succión max. (m3/h)	Consumo de aire (l/min)	Consumo de aire (m3/h)	Fuente óptima presión	Peso (kg)
<b>VED-07</b>	0,7	90	14	0,8	21	1,3	5	0,015
<b>VED-09</b>	0,9	89	21	1,3	36	2,2	5	0,015

Diagramas VED

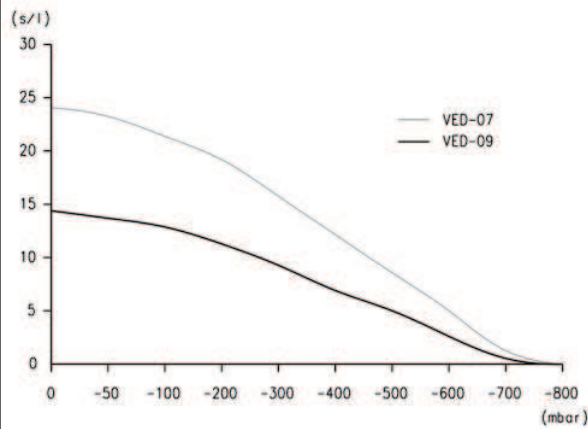


Posible vacío con diferente suministro de presión



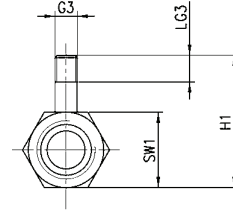
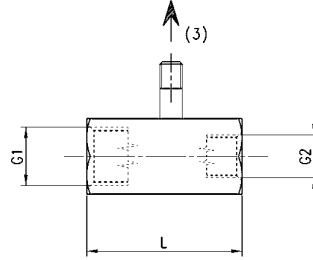
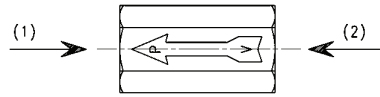
Tiempo de evacuación para diferentes válvulas

Diagramas VED



Rango de succión para diferentes válvulas de vacío

EYECTOR VED 07 y 09



DIMENSIONES

Mod.	G1	G2	G3*	H1	L	LG3	SW1
<b>VED-07</b>	G1/4	G1/8	M5	29,8	35	5	17
<b>VED-09</b>	G1/4	G1/8	M5	29,8	35	5	17

# Válvulas Serie RFU - RFO

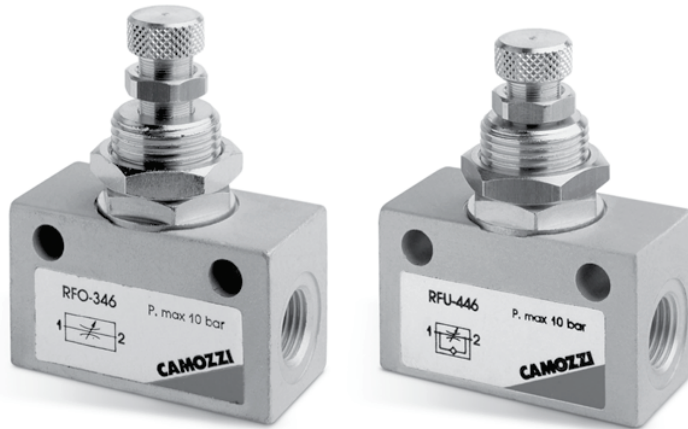
2

Válvulas de regulación del caudal

Unidireccional RFU y bidireccional RFO

Conexiones M5, G1/8, G1/4

Diámetro nominal M5 = 1,5 - G1/8 = 2 e 3 mm - G1/4 = 4 e 6 mm



Los reguladores de flujo unidireccionales han sido realizados con conexiones M5, G1/8 y G1/4 siendo disponible cada uno con dos tipos de regulación distinta (ver diagramas).

Estos reguladores se utilizan principalmente para controlar la velocidad de los cilindros. Se pueden montar indistintamente a panel, en cilindros o a pared.

## CARACTERÍSTICAS GENERALES

Construcción	de aguja
Grupo válvula	regulador unidireccional o bidireccional
Materiales	cuerpo AL - aguja OT58- juntas NBR
Sujeción	mediante tornillos en los orificios pasantes del cuerpo o a panel
Conexiones roscadas	M5 - G1/8 - G1/4
Instalación	libre
Temperatura de trabajo	0°C ÷ 80°C (con aire seco - 20°C)
Presión de trabajo	1 ÷ 10 bar
Presión nominal	6 bar
Caudal nominal	ver gráfico
Diámetro nominal	M5 = 1,5 - G1/8 = 2 o 3 mm - G1/4 = 4 o 6 mm
Fluido	aire filtrado

## EJEMPLO DE CODIFICACIÓN

RF

U4

8

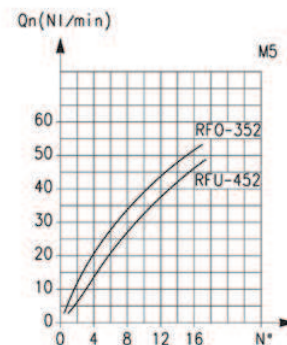
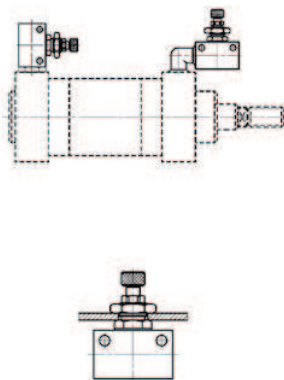
2

<b>RF</b>	SERIE: RF
<b>U4</b>	FUNCIÓN: U4 = unidireccional O3 = bidireccional
<b>8</b>	CONEXIONES: 8 = G1/8 4 = G1/4 5 = M5
<b>2</b>	CAMPO DE REGULACION: 2 = $\varnothing$ 2 max 3 = $\varnothing$ 3 max 4 = $\varnothing$ 4 max 6 = $\varnothing$ 6 max

CONTROL

Para la correcta elección de un regulador de flujo unidireccional proceder de la siguiente forma: calcular la cantidad de aire en NI/min (ver tabla cilindros), establecer en cuanto tiempo va a efectuar el cilindro su carrera, controlar el diagrama para ver cuál de los 2 reguladores es más idóneo.

## REG. DE FLUJO UNIDIRECCIONALES Y BIDIRECCIONALES



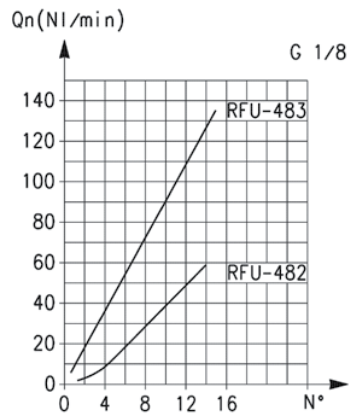
EJEMPLOS DE MONTAJE

RFU 452-M5 - RFO 352-M5

Mod. RFU 452 caudal 2 → 1 aguja ABIERTO = 55 NI/min  
CERRADO = 41 NI/min

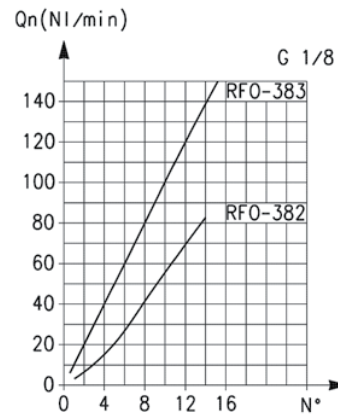


## REGULADORES DE FLUJO UNIDIRECCIONALES Y BIDIRECCIONALES



RFU 482-1/8 - RFU 483-1/8

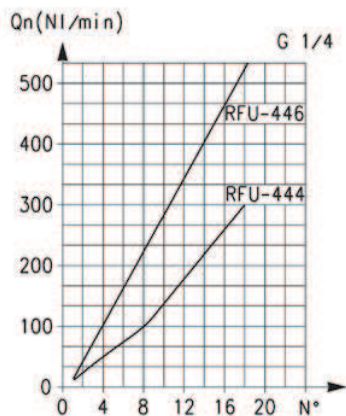
Mod. RFU 482 caudal 2 → 1 aguja ABIERTO = 149 NI/min  
 CERRADO = 130,5 NI/min  
 Mod. RFU 483 caudal 2 → 1 aguja ABIERTO = 180 NI/min  
 CERRADO = 140 NI/min  
 P.D.:  $Q_n$  se determinó con 6 bar en entrada y con  $\Delta P = 1$  bar en salida -  $N^\circ$  = número vueltas tornillo.



RFO 382-1/8 - RFO 383-1/8

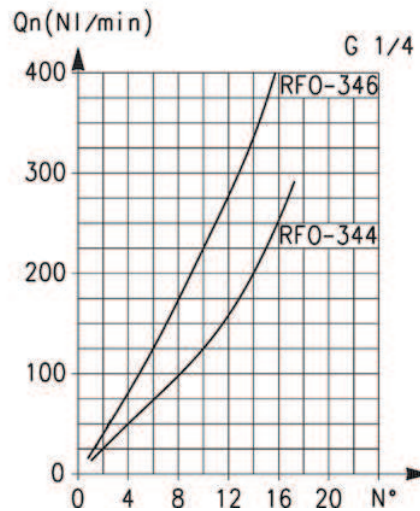
P.D.:  $Q_n$  se determinó con 6 bar en entrada y con  $\Delta P = 1$  bar en salida -  $N^\circ$  = número vueltas tornillo.

## REGULADORES DE FLUJO UNIDIRECCIONALES Y BIDIRECCIONALES



RFU 444-1/4 - RFU 446-1/4

Mod. RFU 444 caudal 2 → 1 aguja ABIERTO = 680 NI/min  
 CERRADO = 534 NI/min  
 Mod. RFU 446 caudal 2 → 1 aguja ABIERTO = 680 NI/min  
 CERRADO = 534 NI/min  
 P.D.:  $Q_n$  se determinó con 6 bar en entrada y con  $\Delta P = 1$  bar en salida -  $N^\circ$  = número vueltas tornillo.



RFO 344-1/4 - RFO 346-1/4

P.D.:  $Q_n$  se determinó con 6 bar en entrada y con  $\Delta P = 1$  bar en salida -  $N^\circ$  = número vueltas tornillo.

2

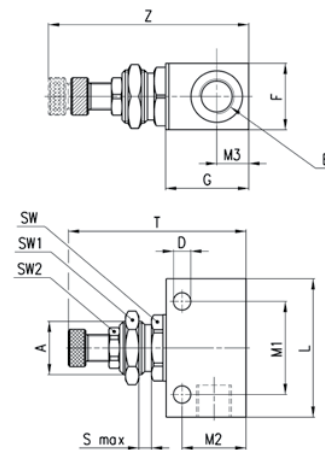
CONTROL

## Válvulas unidireccional Serie RFU



Para regular la velocidad de un cilindro se tiene que ir interceptando el aire de la cámara que está descargando.  
Por este motivo se tiene que conectar el regulador de flujo unidireccional de la siguiente manera:

- el orificio roscado con contraseña 1 con la entrada del cilindro
- el orificio roscado con contraseña 2 con la utilización de la válvula.



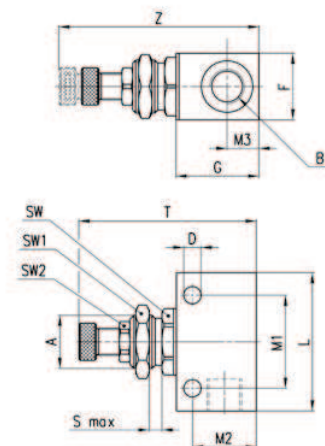
## DIMENSIONES

Mod.	$\varnothing$ N	A	B	D	F	G	L	M1	M2	M3	T	Z	$S_{Max}$	SW	SW1	SW2
<b>RFU 452-M5</b>	1,5	M10x1	M5	4,2	14	16	26	18,5	13,2	7	39	44,5	3	12	14	8
<b>RFU 482-1/8</b>	2	M12x1	G1/8	4,5	16	21	34	24,5	16,5	8	46	51	4	14	17	9
<b>RFU 483-1/8</b>	3	M12x1	G1/8	4,5	16	21	34	24,5	16,5	8	46	51	4	14	17	9
<b>RFU 444-1/4</b>	4	M20x1,5	G1/4	6,5	25	25	52	35	24	12	60	69	7	22	24	14
<b>RFU 446-1/4</b>	6	M20x1,5	G1/4	6,5	25	25	52	35	24	12	60	69	7	22	24	14

## Válvulas bidireccional Serie RFO



El regulador de flujo bidireccional es apto para regular el flujo de aire en los dos sentidos y para regular la presurización y despresurización de un depósito - capacidad.  
Para la elección del modelo regulador, utilizar el diagrama de G1/8 o de G1/4, conociendo de antemano los litros de aire a regular en la unidad de tiempo.



## DIMENSIONES

Mod.	$\varnothing$ N	A	B	D	F	G	L	M1	M2	M3	T	Z	$S_{Max}$	SW	SW1	SW2
<b>RFO 352-M5</b>	1,5	M10x1	M5	4,2	14	16	26	18,5	13,2	7	39	44,5	3	12	14	8
<b>RFO 382-1/8</b>	2	M12x1	G1/8	4,2	16	21	34	24,5	16,5	8	46	51	4	14	17	9
<b>RFO 383-1/8</b>	3	M12x1	G1/8	4,5	16	21	34	24,5	16,5	8	46	51	4	14	17	9
<b>RFO 344-1/4</b>	4	M20x1,5	G1/4	6,5	25	30	52	35	24	12	60	69	7	22	24	14
<b>RFO 346-1/4</b>	6	M20x1,5	G1/4	6,5	25	30	52	35	24	12	60	69	7	22	24	14

# Válvulas de regulación del caudal

## Serie SCU-MCU-SVU-MVU-SCO-MCO

2

Válvulas de regulación del caudal  
Regulador de flujo orientable  
Unidireccionales y bidireccionales  
Conexiones M5, G1/8, G1/4, G3/8, G1/2



Estos reguladores de flujo unidireccionales y bidireccionales han sido realizados para ser montados directamente en válvulas o cilindros a fin de reducir al máximo las dimensiones. La vasta disponibilidad de racores orientables ha permitido que el regulador esté integrado con el sistema más apto para el tubo que se va a utilizar.

### CARACTERÍSTICAS GENERALES

Construcción	de aguja
Grupo válvula	regulador unidireccional y bidireccional
Materiales	cuerpo y tornillo de regulación M5 inox; 1/8 - 1/4 - 3/8 - 1/2 OT58 juntas NBR
Sujeción	mediante rosca macho
Conexiones	M5 - G1/8 - G1/4 - G3/8 - G1/2
Instalación	en cualquier posición
Temperatura de trabajo	0°C ÷ 80°C (con aire seco -20°C)
Presión de trabajo	1 ÷ 10 bar
Presión nominal	6 bar
Caudal nominal	ver gráfico
Diámetro nominal	M5 = 1.5 mm - G1/8 = 2 mm - G1/4 = 4 mm G3/8 = 7 mm - G1/2 = 12 mm
Fluido	aire filtrado

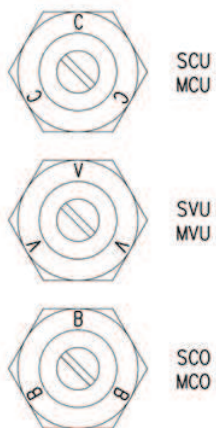
**EJEMPLO DE CODIFICACIÓN**

M	CU	7	02	-	M5
---	----	---	----	---	----

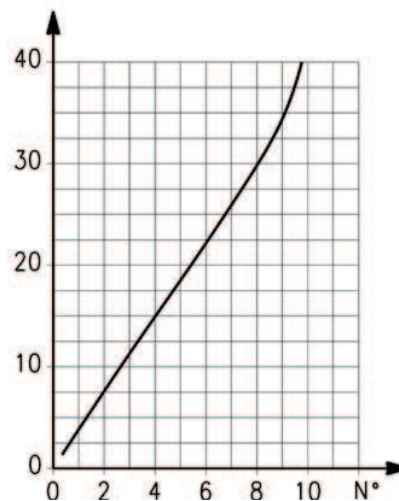
<b>M</b>	ACCIONAMIENTO: M = manual S = destornillador
<b>CU</b>	MONTAJE: CU = en cilindros unidireccional VU = en válvulas unidireccional CO = bidireccional
<b>7</b>	CONSTRUCCION: 6 = aguja destornillador 7 = aguja manual
<b>02</b>	CAMPO DE REGULAC.: 02 = ø 1.5 max 04 = ø 2 max 06 = ø 4 max 08 = ø 7 max 10 = ø 12 max
<b>M5</b>	CONEXIONES: M5 1/8 1/4 3/8 1/2

Para poder elegir correctamente un regulador de flujo unidireccional proceder de la siguiente forma: calcular la cantidad de aire en NI/min (ver tabla cilindros), establecer en cuánto tiempo tiene que efectuar el cilindro su carrera, controlar el diagrama para ver cuál de los 2 reguladores es el más idóneo.

**REG. DE FLUJO UNIDIRECCIONALES Y BIDIRECCIONALES**



**IDENTIFICACION TIPO:**  
 SCU; MCU = Montable directamente sobre cilindros  
 SVU; MVU = Montable directamente sobre válvulas  
 SCO; MCO = Montable directamente sobre cilindros y válvulas.

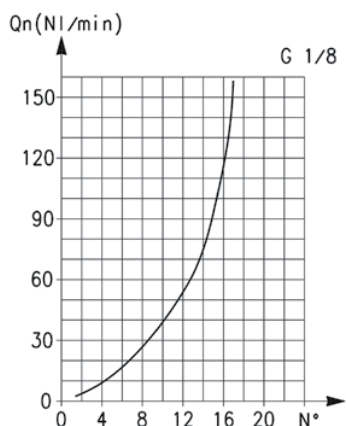


Caudal Qn (NI/min.) da 2 → 1 con regulador ABIERTO: 47  
 Caudal Qn (NI/min.) da 2 → 1 con regulador CERRADO: 33  
 Qn = Caudal con 6 bar en entrada y con ΔP = 1 bar en salida.  
 N° = número vueltas tornillo

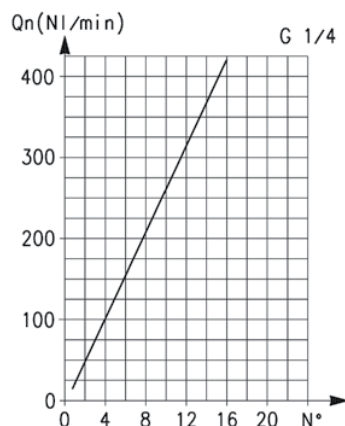
## CAUDAL DE REG. DE FLUJO UNIDIRECCIONALES Y BIDERECCIONALES

2

CONTROL

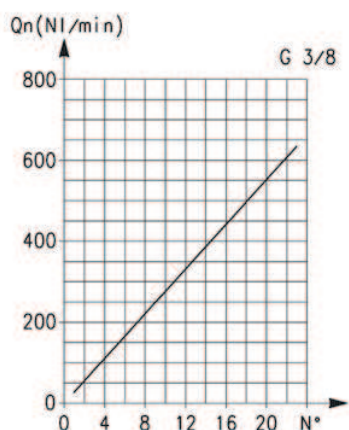


Caudal  $Q_n$  (NI/min.) da 2 → 1 con regulador ABIERTO: 200  
 Caudal  $Q_n$  (NI/min.) da 2 → 1 con regulador CERRADO: 70  
 $Q_n$  = caudal con 6 bar en entrada y con  $\Delta P = 1$  bar en salida  
 $N^\circ$  = número vueltas tornillo.

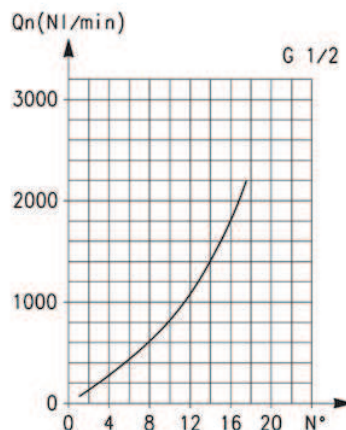


Caudal  $Q_n$  (NI/min.) da 2 → 1 con regulador ABIERTO: 530  
 Caudal  $Q_n$  (NI/min.) da 2 → 1 con regulador CERRADO: 160  
 $Q_n$  = caudal con 6 bar en entrada y con  $\Delta P = 1$  bar en salida  
 $N^\circ$  = número vueltas tornillo.

## CAUDAL DE REG. DE FLUJO UNIDIRECCIONALES Y BIDERECCIONALES



Caudal  $Q_n$  (NI/min.) da 2 → 1 con regulador ABIERTO: 710  
 Caudal  $Q_n$  (NI/min.) da 2 → 1 con regulador CERRADO: 410  
 $Q_n$  = caudal con 6 bar en entrada y con  $\Delta P = 1$  bar en salida  
 $N^\circ$  = número vueltas tornillo.



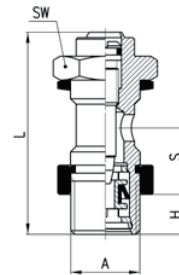
Caudal  $Q_n$  (NI/min.) da 2 → 1 con regulador ABIERTO: 2570  
 Caudal  $Q_n$  (NI/min.) da 2 → 1 con regulador CERRADO: 1330  
 $Q_n$  = caudal con 6 bar en entrada y con  $\Delta P = 1$  bar en salida  
 $N^\circ$  = número vueltas tornillo.

### Válvulas Serie SCU



Regulador de flujo unidireccional para montaje sobre cilindros de simple y doble efecto. Mando de la regulación por medio de un destornillador.  
Conexiones M5, G1/8, G1/4 y G3/8.

Ensamblados mediante racores orientables modelo 6610; 6620; 1610; 1620; 2023; 1170.



P.D.: Los reguladores de flujo de M5 se tienen que acoplar mediante racores orientables M6.

#### DIMENSIONES

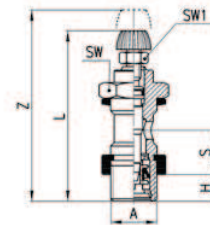
Mod.	A	H	L	S	SW
<b>SCU 602-M5</b>	M5	3,5	21,5	5,5	8
<b>SCU 604-1/8</b>	G1/8	6	35,5	12,5	14
<b>SCU 606-1/4</b>	G1/4	8	37,5	12,5	17
<b>SCU 608-3/8</b>	G3/8	8	41,5	12,5	19

### Válvulas Serie MCU



Regulador de flujo unidireccional para montaje sobre cilindros de simple y doble efecto. Mando de la regulación por medio de un vástago moleteado accionable manualmente.  
Conexiones M5, G1/8, G1/4 e G3/8.

Ensamblados mediante racores orientables modelo 6610; 6620; 1610; 1620; 2023; 1170.



P.D.: Los reguladores de flujo de M5 se tienen que acoplar mediante racores orientables M6.

#### DIMENSIONES

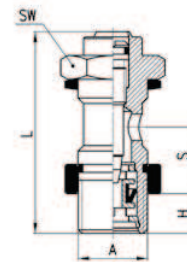
Mod.	A	H	L	S	SW	SW1	Z
<b>MCU 702-M5</b>	M5	3,5	31	5,5	8	5,5	35
<b>MCU 704-1/8</b>	G1/8	6	45	12,5	14	7	50
<b>MCU 706-1/4</b>	G1/4	8	48	12,5	17	7	54
<b>MCU 708-3/8</b>	G3/8	8	54,5	12,5	19	10	62,5

### Válvulas Serie SVU



Regulador de flujo unidireccional para montaje sobre cilindros de simple y doble efecto. Mando de la regulación por medio de un destornillador.  
Conexiones M5, G1/8 e G1/4.

Ensamblados mediante racores orientables modelo 6610; 6620; 1610; 1620; 2023; 1170.



P.D.: Los reguladores de flujo de M5 se tienen que acoplar mediante racores orientables M6.

#### DIMENSIONES

Mod.	A	H	L	S	SW
<b>SVU 602-M5</b>	M5	3,5	21,5	5,5	8
<b>SVU 604-1/8</b>	G1/8	6	35,5	12,5	14
<b>SVU 606-1/4</b>	G1/4	8	37,5	12,5	17

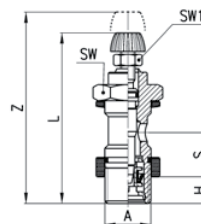
2

## Válvulas Serie MVU



Regulador de flujo unidireccional para montaje sobre válvulas. Mando de la regulación por medio de un vástago moleteado accionable manualmente. Conexiones M5, G1/8 e G1/4.

Ensamblados mediante racores orientables modelo 6610; 6620; 1610; 1620; 2023; 1170.



## DIMENSIONES

Mod.	A	H	L	S	SW	SW1	Z
<b>MVU 702-M5</b>	M5	3,5	31	5,5	8	5,5	35
<b>MVU 704-1/8</b>	G1/8	6	45	12,5	14	7	50
<b>MVU 706-1/4</b>	G1/4	8	48	12,5	17	7	54



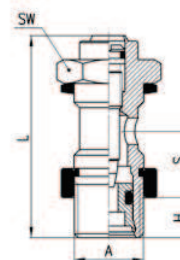
P.D.: Los reguladores de flujo de M5 se tienen que acoplar mediante racores orientables M6.

## Válvulas Serie SCO



Regulador de flujo bidireccional. Mando de la regulación por medio de un destornillador. Conexiones M5, G1/8 e G1/4.

Ensamblados mediante racores orientables modelo 6610; 6620; 1610; 1620; 2023; 1170; 2905.



## DIMENSIONES

Mod.	A	H	L	S	SW
<b>SCO 602-M5</b>	M5	3,5	21,5	5,5	8
<b>SCO 604-1/8</b>	G1/8	6	35,5	12,5	14
<b>SCO 606-1/4</b>	G1/4	8	37,5	12,5	17



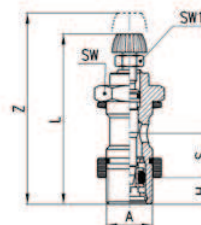
P.D.: Los reguladores de flujo de M5 se tienen que acoplar mediante racores orientables M6.

## Válvulas Serie MCO



Regulador de flujo bidireccional. Mando de la regulación por medio de un vástago moleteado accionable manualmente. Conexiones M5, G1/8 e G1/4.

Ensamblados mediante racores orientables modelo 6610; 6620; 1610; 1620; 2023; 1170; 2905.



## DIMENSIONES

Mod.	A	H	L	S	SW	SW1	Z
<b>MCO 702-M5</b>	M5	3,5	31	5,5	8	5,5	35
<b>MCO 704-1/8</b>	G1/8	6	45	12,5	14	7	50
<b>MCO 706-1/4</b>	G1/4	8	48	12,5	17	7	54

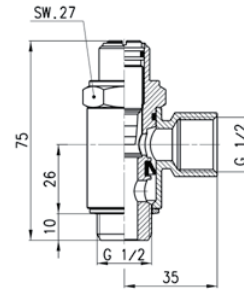


P.D.: Los reguladores de flujo de M5 se tienen que acoplar mediante racores orientables M6.

### Válvulas Serie SCU



Regulador de flujo unidireccional para montaje sobre cilindros de simple y doble efecto. Mando de la regulación por medio de un destornillador.



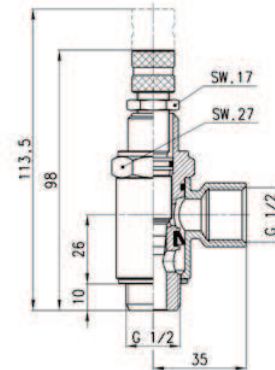
Mod.

SCU 610-1/2

### Válvulas Serie MCU



Regulador de flujo unidireccional para montaje sobre cilindros de simple y doble efecto. Mando de la regulación por medio de un vástago moleteado accionable manualmente.



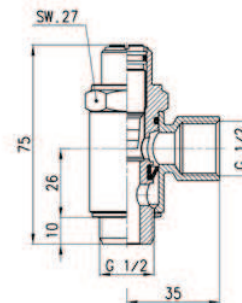
Mod.

MCU710-1/2

### Válvulas Serie SVU



Regulador de flujo unidireccional para montaje sobre válvulas. Mando de la regulación por medio de un destornillador.



Mod.

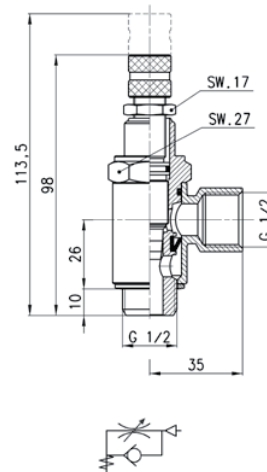
SVU 610-1/2



2

## Válvulas Serie MVU

Regulador de flujo unidireccional para montaje sobre válvulas.  
Mando de la regulación por medio de un vástago moleteado accionable manualmente.

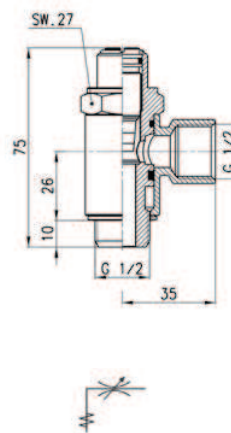


Mod.

MVU 710-1/2

## Válvulas Serie SCO

Regulador de flujo bidireccional.  
Mando de la regulación por medio de un destornillador.

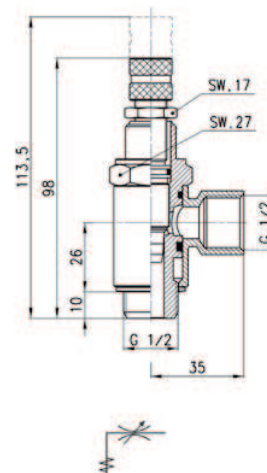


Mod.

SCO 610-1/2

## Válvulas Serie MCO

Regulador de flujo bidireccional.  
Mando de la regulación por medio de un vástago moleteado accionable manualmente.

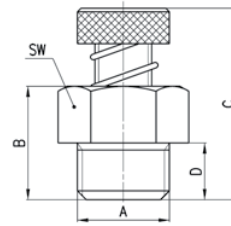


Mod.

MCO 710-1/2

## Regulador con silenciador Serie RSW

Regulador de descarga con silenciador.  
Conexiones G1/8, G1/4 y G1/2.



## DIMENSIONES

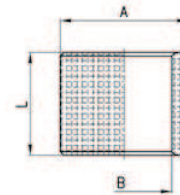
Mod.	A	B	C	D	SW	Qn*(Nl/mm)
<b>RSW 1/8</b>	G1/8	13	22	6	12	410
<b>RSW 1/4</b>	G1/4	16	27	8	16	650
<b>RSW 1/2</b>	G1/2	26	35	11	26	1590



\*Correspondiente a 6 bar - Flujo libre (máxima apertura de tornillo)

## Casquillo

Casquillo silenciador para Serie SCO ó MCO.

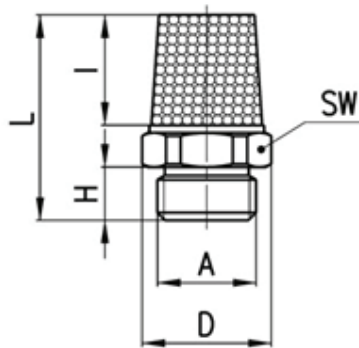


## DIMENSIONES

Mod.	A	B	L
<b>2905 3/8</b>	21	16,8	14,5
<b>2905 1/4</b>	18	13,5	14,5
<b>2905 1/8</b>	14	10	14,5

# Silenciadores Serie 2931

## 2931 M5



### Características generales

Tipo construcción	cuerpo con rosca macho y hembra
Material cuerpo	OT58 (2901-2903) - acero cobrizo (2921-2931) - polietileno (2938-2939)
Elemento silenciador	inox (2901-2903) - bronce (sinterizado) (2921-2931) - polietileno(sinterizado) (2938-2939)
Conexiones	M5 - G1/8 - G1/4 - G3/8 - G1/2 - G3/4 - G1 Ruidosidad: medida a 6 bar en entrada y descarga en atmósfera, a 1 metro de distancia de la fuente y a la misma altura. Caudal: medida a 6 bar en entrada y descarga en atmósfera.

### Dimensiones

Mod.	A	D	H	L	SW	Max Presión de trabajo	Caudal NI/min	Ruido db (A)
2931 M5	57,74	81,6	57	10			450	69

# Ventosas de muelle (redondas) Serie VTCL (1,5 pliegues)

Ventosas de muelle Serie VTCL disponibles en NBR o Silicón los cuales permiten una optimo ajuste cuando es colocado sobre la pieza de trabajo. Diámetros desde 11 a 53 mm cuerda M5, G1/8, G1/4, todos hembra y macho.



**Las ventosas de muelle serie VTCL consisten de un niple y una parte de hule y se suministran non ensambladas. Las partes también ser ordenados por separado como refacciones. Materiales: NBR o Silicona.**

#### Aplicaciones

- Manejo de piezas de trabajo uniformes o desiguales como paneles para estructuras de coche, tubos, cajas de cartón. Manejo de piezas frágiles como componentes electrónicos, moldes de piezas de inyección, etc.
- Manejo de piezas soldadas.
- La versión en silicona, para manejo de piezas en altas temperaturas.

- » Amplio rango de diámetros en NBR o Silicona.
- » Labio de sellado suave, para adaptación muy buena en objetos con filos o curvos o desiguales emergentes en general.
- » Fuerza de succión alta y optimo frenado cuando es colocada en la pieza de trabajo.
- » Apoyado sobre el inferior para evitar deformación permanente de la pieza de trabajo.
- » Pliegue muy tieso superior para buena estabilidad y buena resistencia hacia fuerzas transversales en altas aceleraciones.
- » Compensación buena en posibles diferencias de altura sobre la pieza de trabajo.

## CARACTERÍSTICAS GENERALES

<b>Descripción</b>	ventosas resistentes que consisten en una parte de hule y un niple.
<b>Construcción</b>	niples y ventosas son suministradas sin ensamblar.
<b>Mantenimiento</b>	es posible reemplazar la parte de hule.

**DATOS TÉCNICOS**

Modelo / diámetro	Fuerza de Succión [N]*	Pull-off force (N)* (convex)	Volume (cm3)	Radio min de la curva (mm)	Diámetro interno recomendado del tubo d (mm)
<b>VTCL-110</b>	0,95	3,8	0,225	5	4
<b>VTCL-140</b>	1,2	5	0,42	6	4
<b>VTCL-160</b>	2,3	6,7	0,75	7	4
<b>VTCL-200</b>	4,7	10,7	1,15	9	4
<b>VTCL-250</b>	7,3	17,3	3,15	11	4
<b>VTCL-330</b>	13,6	39,6	4,75	15	6
<b>VTCL-430</b>	22,8	64,5	9,25	30	6
<b>VTCL-530</b>	51,3	95	26,25	40	6

**EJEMPLO DE CODIFICACIÓN**

<b>VT</b>	<b>C</b>	<b>L</b>	<b>-</b>	<b>110</b>	<b>N</b>	<b>-</b>	<b>M5</b>	<b>M</b>
-----------	----------	----------	----------	------------	----------	----------	-----------	----------

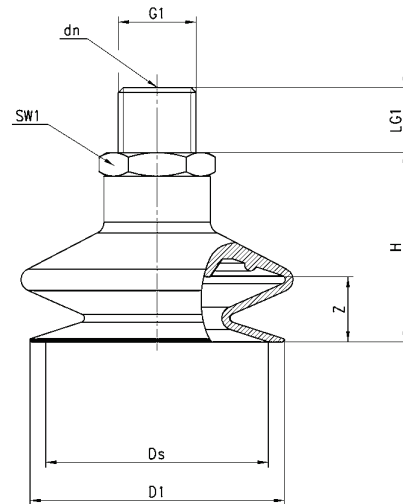
<b>VT</b>	SERIE: VT = Ventosa
<b>C</b>	FORMA: C = Redonda
<b>L</b>	VERSIÓN: L = muelles 1.5 dobleces
<b>110</b>	DIÁMETROS: 110 = 11,0 mm 140 = 14,0 mm 160 = 16,0 mm 200 = 20,0 mm 250 = 25,0 mm 330 = 33,0 mm 430 = 43,0 mm 530 = 53,0 mm
<b>N</b>	MATERIALES: N = NBR S = Silicona
<b>M5</b>	TAMAÑO DE LA CUERDA: M5 = M5 1/8 = G1/8 1/4 = G1/4
<b>M</b>	CUERDA: M = Macho F = Hembra

5

VACÍO

## Ventosas VTCL

Cuerda macho

\* = N ventosa en NBR - S ventosa en silicone,  
indique la letra requerida.

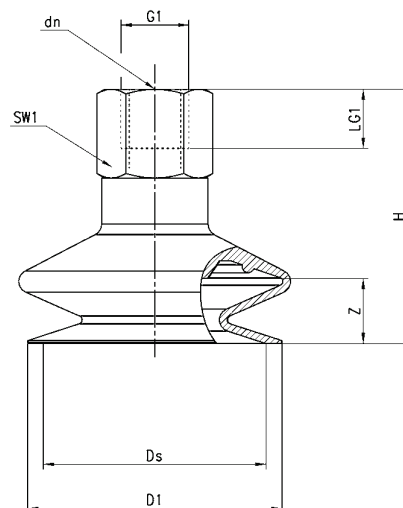
## DIMENSIONES

Ventosa completa	D1	dn	Ds	G1	H	LG1	SW1	Z	Ventosa	Niple
VTCL-110*-1/8M	11	3,5	10,4	G1/8 M	22	7,5	14	4	VTCL-110*	NPV-R-1/8-M
VTCL-110*-M5M	11	2,5	10,4	M 5 M	21	5	7	4	VTCL-110*	NPV-D-M5-M
VTCL-140*-1/8M	13	3,5	12,5	G1/8 M	22	7,5	14	5	VTCL-140*	NPV-R-1/8-M
VTCL-140*-M5M	13	2,5	12,5	M 5 M	21	4,5	7	5	VTCL-140*	NPV-D-M5-M
VTCL-160*-1/8M	16,5	3,5	15,6	G1/8 M	25	7,5	14	6	VTCL-160*	NPV-R-1/8-M
VTCL-160*-M5M	16,5	2,5	15,6	M 5 M	24	5	7	6	VTCL-160*	NPV-D-M5-M
VTCL-200*-1/8M	18,3	3,5	18,1	G1/8 M	21,5	7,5	14	5	VTCL-200*	NPV-R-1/8-M
VTCL-200*-M5M	18,3	2,5	18,1	M 5 M	20,5	4,5	7	5	VTCL-200*	NPV-D-M5-M
VTCL-250*-1/8M	23,7	3,5	22,5	G1/8 M	29	7,5	14	12	VTCL-250*	NPV-R-1/8-M
VTCL-330*-1/4M	33	4,4	30	G1/4 M	31	11	17	12	VTCL-330*	NPV-S-1/4-M
VTCL-430*-1/4M	43	4,4	38	G1/4 M	32	11	17	10	VTCL-430*	NPV-S-1/4-M
VTCL-530*-1/4M	53	4,4	50	G1/4 M	38	11	17	15	VTCL-530*	NPV-S-1/4-M

Tolerancia en dimensiones para  
partes de elastomero de acuerdo  
a M3 - DIN 7715

## Ventosas VTCL

Cuerda hembra

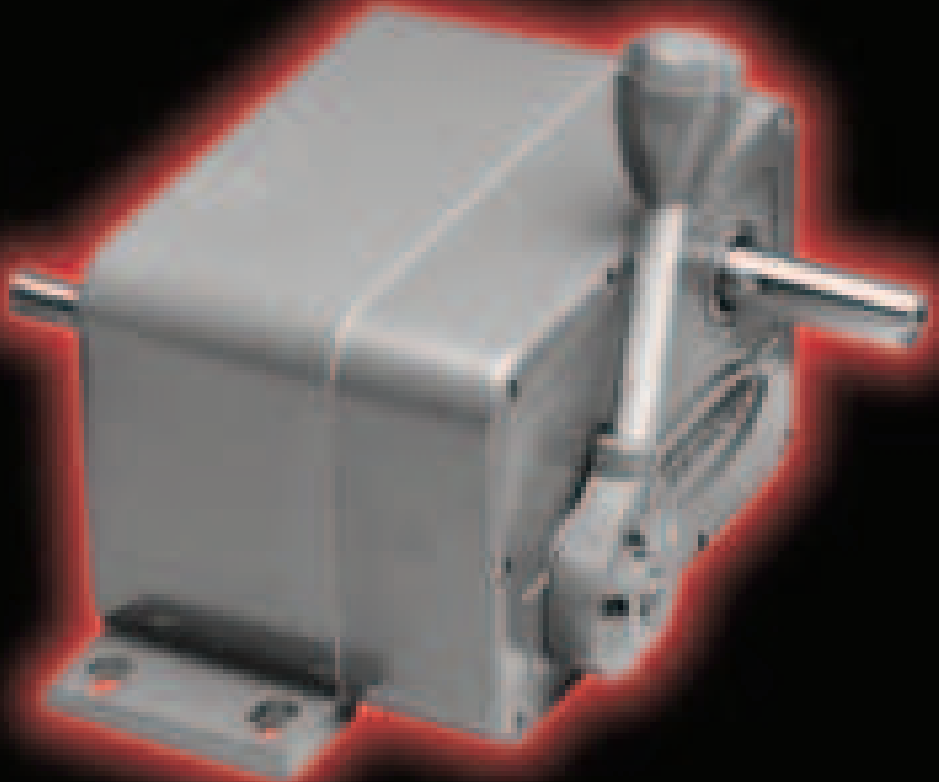
\* = N ventosa en NBR - S ventosa en silicone,  
indique la letra requerida.

## DIMENSIONES

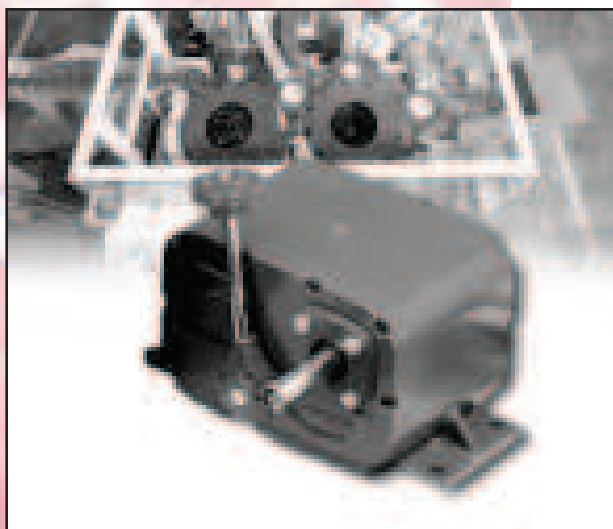
Ventosa completa	D1	dm	Ds	G1	H	LG1	SW1	Z	Ventosa	Niple
VTCL-110*-1/8F	11	3,5	10,4	G1/8 F	28	8,5	14	4	VTCL-110*	NPV-R-1/8-F
VTCL-140*-1/8F	13	3,5	12,5	G1/8 F	28	8,5	14	5	VTCL-140*	NPV-R-1/8-F
VTCL-160*-1/8F	16,5	3,5	15,6	G1/8 F	31	8,5	14	6	VTCL-160*	NPV-R-1/8-F
VTCL-200*-1/8F	18,3	3,5	18,1	G1/8 F	27,5	8,5	14	5	VTCL-200*	NPV-R-1/8-F
VTCL-250*-1/8F	23,7	3,5	22,5	G1/8 F	35	8,5	14	12	VTCL-250*	NPV-R-1/8-F
VTCL-330*-1/4F	33	4,4	30	G1/4 F	42	12	17	12	VTCL-330*	NPV-S-1/4-F
VTCL-430*-1/4F	43	4,4	38	G1/4 F	43	12	17	10	VTCL-430*	NPV-S-1/4-F
VTCL-530*-1/4F	53	4,4	50	g1/4 F	49	12	17	15	VTCL-530*	NPV-S-1/4-F

Tolerancia en dimensiones para  
partes de elastomero de acuerdo  
a M3 - DIN 7715

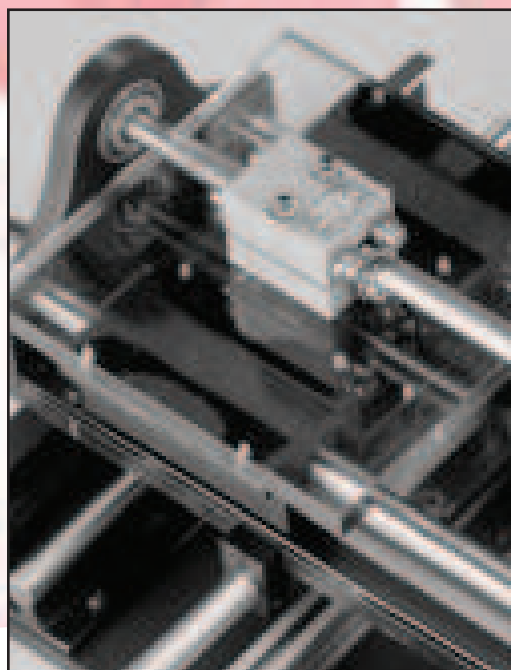
# **////// ZERO-MAX<sup>®</sup>**



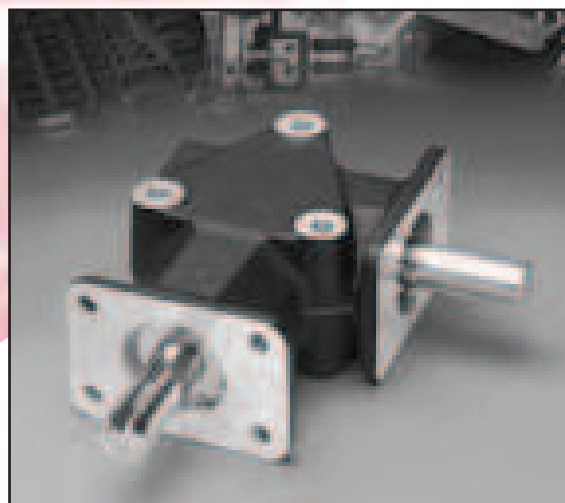
**Adjustable Speed Drives**



**Adjustable Speed Drives**



**Linear Actuators**



**Right Angle Gear Drives**

For nearly half a century, Zero-Max has supplied industries around the world with millions of adjustable speed drives, right angle gear drives and linear actuators in standard and custom designs. These products are designed to accurately assist in controlling demanding machine processes.

From precise adjustable speed drives used in agricultural equipment and conveyors, to right angle gear drives used in large printing presses, and linear actuators used in special machines to make styrofoam—there are Zero-Max products working dependably every second of every day.

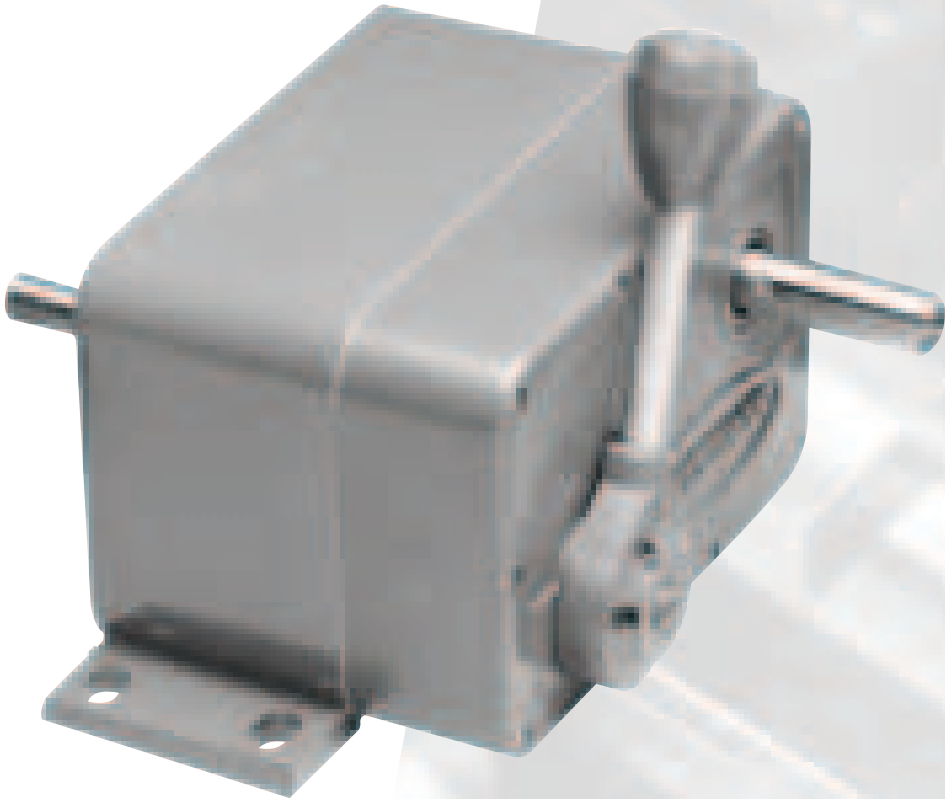
Large and small companies in most manufacturing industries have learned to depend on and trust Zero-Max motion control products.



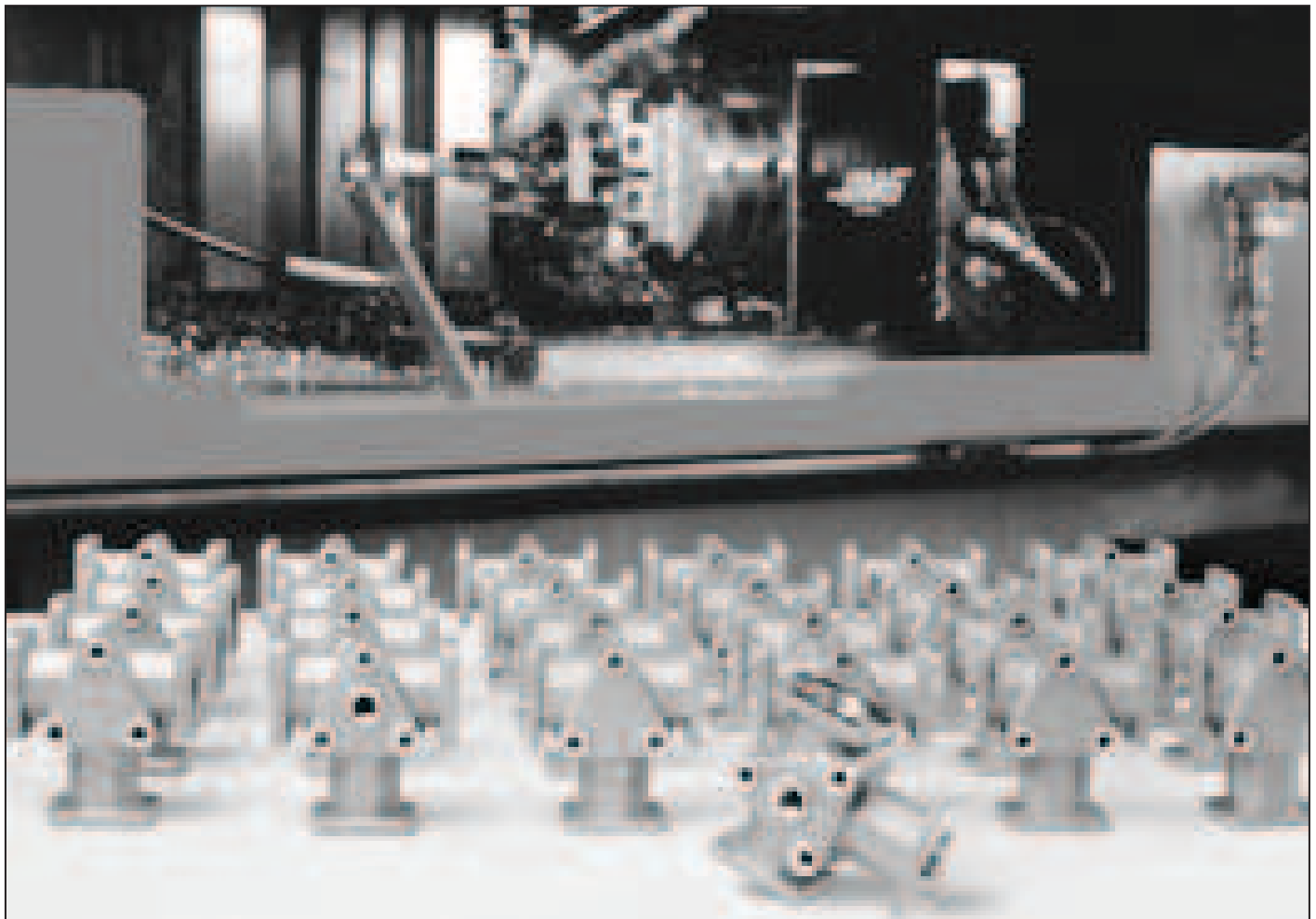
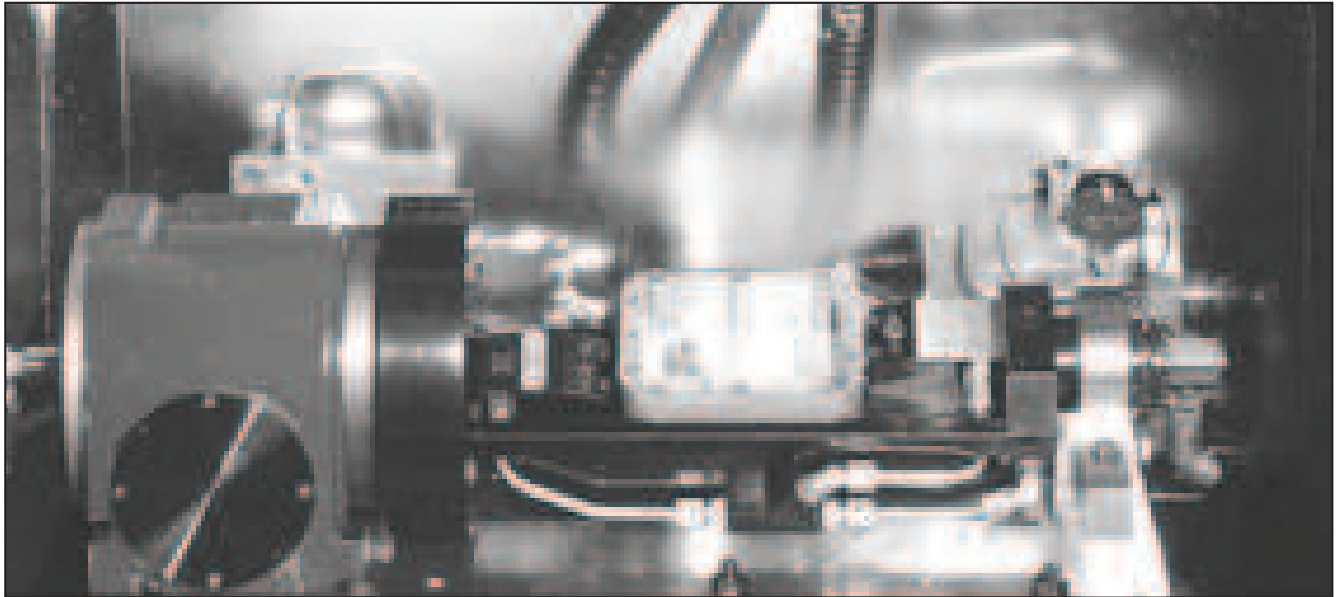
# Adjustable Speed Drives

Zero-Max Drives may be used as a primary or secondary drive. They are available in five sizes providing constant torque of 12 to 200 inch pounds throughout the speed range. Available with optional gearheads, motors and C-flange adapters.

- Introduction . . . . . Page 6
- How They Work, Features/Benefits . . . . . 7
- Applications . . . . . 8
- Matching Components . . . . . 9
- Controls . . . . . 10
- Operating Characteristics . . . . . 11
- How To Select . . . . . 12
- Torque & Speed Range Chart . . . . . 13
- Standard/Reverse Drives . . . . . 14
- Motorized Drives . . . . . 15
- Drives/Gearheads . . . . . 16-17



# Thousands of Quality Zero-Max Products Are Used Every Second, Every Day, Somewhere In The World



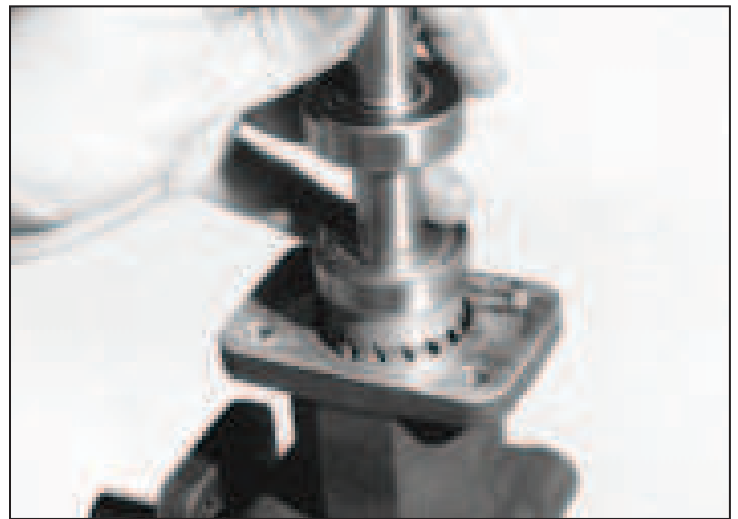
### **Zero-Max® Adjustable Speed Drives**

are manufactured and assembled in our Plymouth, MN. U.S.A. facility. All components are thoroughly inspected prior to assembly. After assembly, each unit is “run-in” for at least four hours to assure consistent quality from unit to unit.



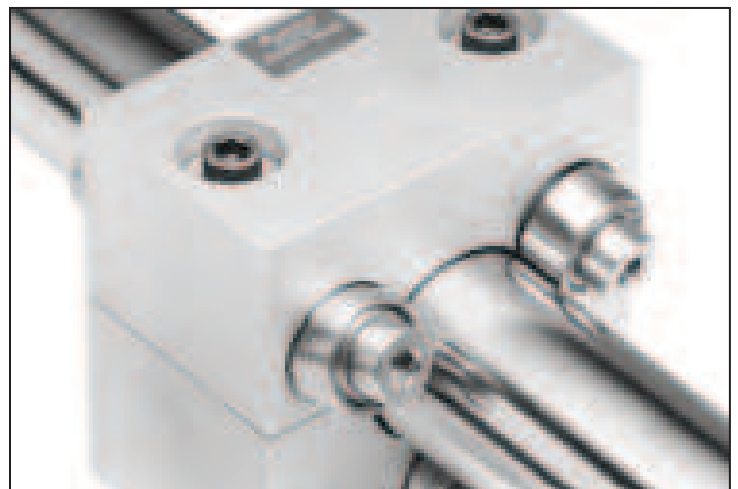
### **Crown Right Angle Gear Drives**

set the standard for 1:1 and 2:1 spiral bevel gear drives. Every component is precision machined, inspected and then carefully assembled. Crown Gear Drives are quiet in operation due to the special care taken in manufacturing and assembly.



### **Roh'lix® Linear Actuators**

are manufactured within tight tolerances to provide accurate linear travel with each shaft revolution. The Roh'lix principle allows the unit to slip when the thrust capacity is exceeded, thereby offering protection to other components in the power train.



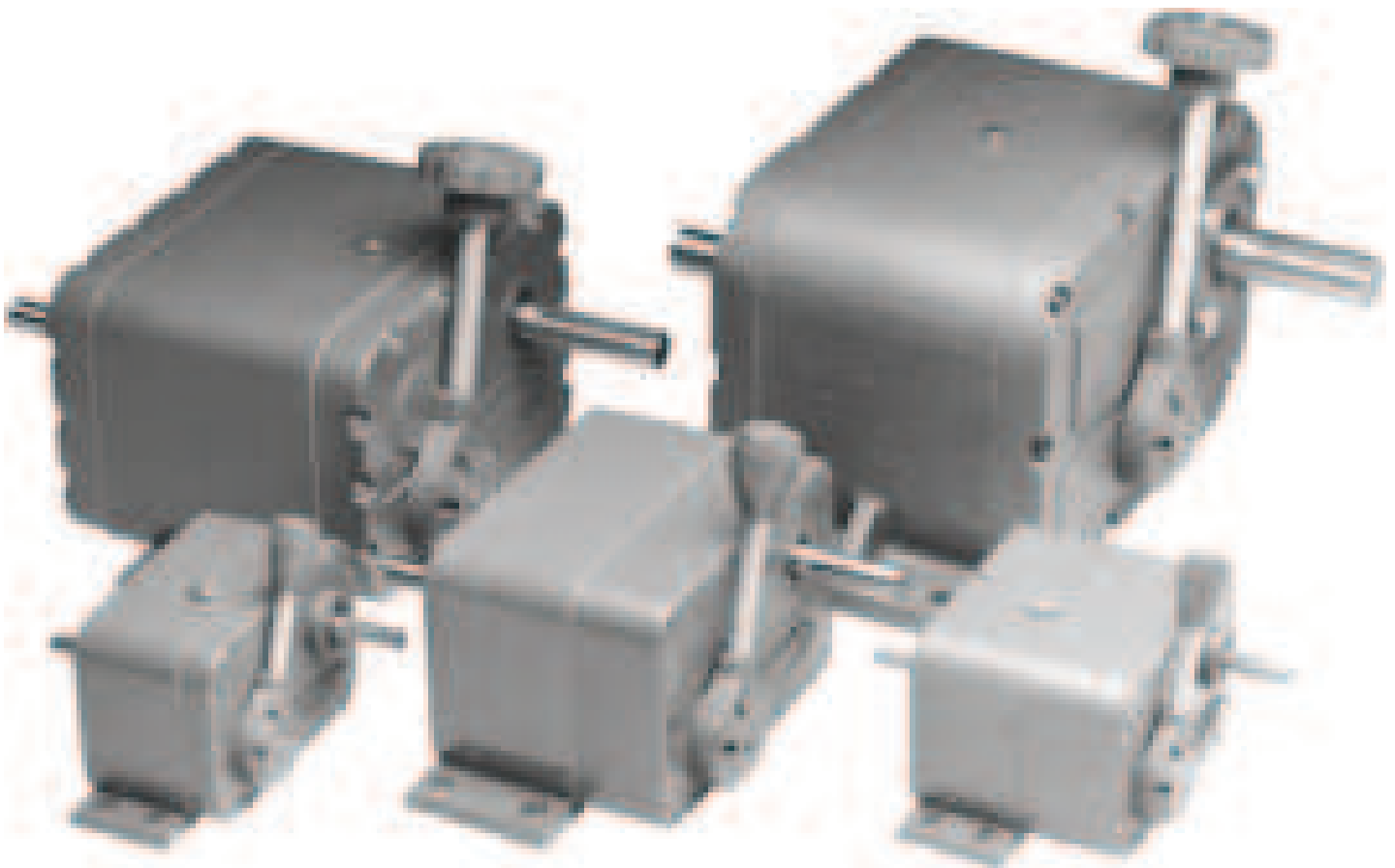
## Adjustable Speed Drives

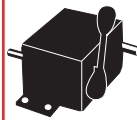
Zero-Max is a mechanical adjustable speed drive. Five sizes provide constant torque of 12 to 200 inch pounds throughout the speed range. The speed range is infinitely adjustable from 0 to 1/4 of the input speed under full rated load. This is generally stated as 0-400 RPM under full rated load assuming an input of 1800 RPM.

For lower speed/higher torque applications, some Zero-Max Drives are available with in-line or right angle gearheads. Some Zero-Max Drives may be

purchased with standard electric motors or they may be connected to any rotating power source up to 2000 RPM. Speed adjustments are easily made by moving a lever control through an arc or turning the handwheel of a screw type control. In either case, precise speed control settings are possible.

Over 1 million Zero-Max Drives have been put to work in a wide variety of applications. They are available from distributors in all major markets throughout the world.





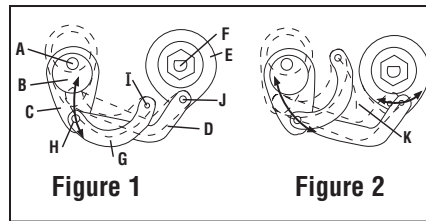
# How The Zero-Max® Works

Externally, the Zero-Max Drive consists of a rugged, sealed cast case, an input shaft, output shaft and speed control. Speed of the output shaft is regulated precisely and easily through a control lever which includes a convenient locking mechanism or a screw control to hold speed at a desired setting. Models are available with output in clockwise or counter-clockwise rotation to meet individual speed control requirements. Two models are equipped with a reversing lever that permits clockwise, neutral and counter-clockwise operation.

The general principle of operation of Zero-Max Drives gives infinitely adjustable speed by changing the distance that four or more one-way clutches rotate the output shaft successively. The number of strokes per clutch per minute is determined

by the input speed. Since one rotation of the input shaft causes each clutch to move back and forth once, it is readily apparent that the input speed will determine the number of strokes or urgings the clutches give the output shaft per minute. For example, with four clutches working in series and an input of 1800 RPM, the output shaft is urged 7200 times per minute ( $1800 \times 4$ ) or 120 times per second ( $7200 \div 60$ ). If the input speed is dropped to 900 RPM, the shaft is urged only 3600 times per minute and the maximum output speed will be cut in half.

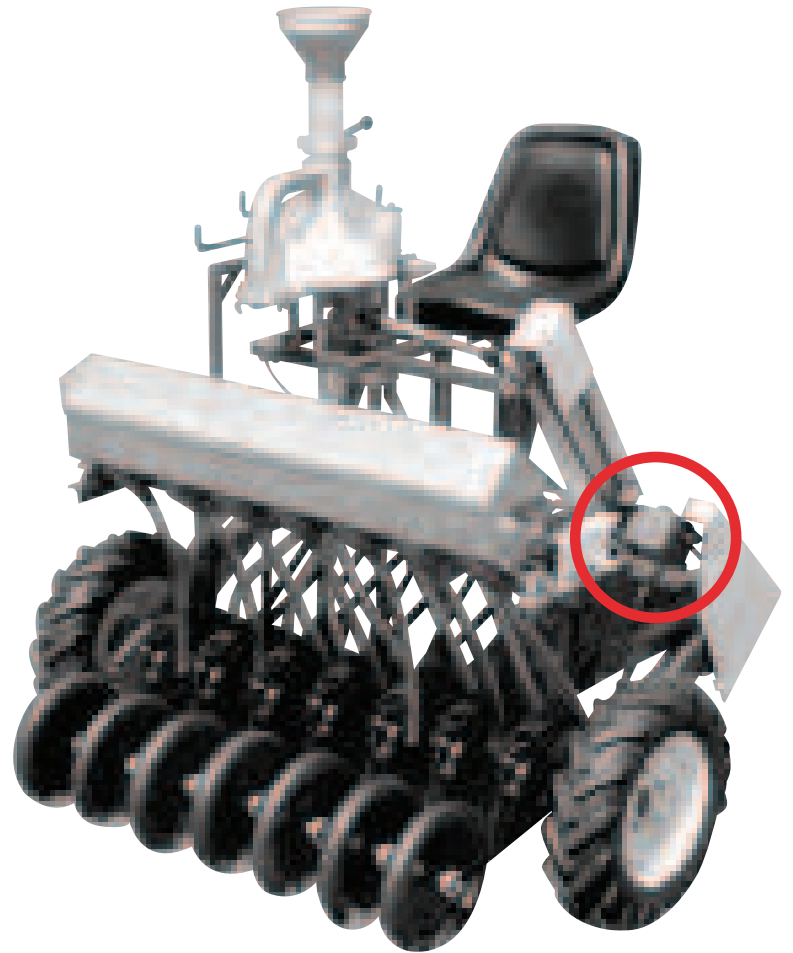
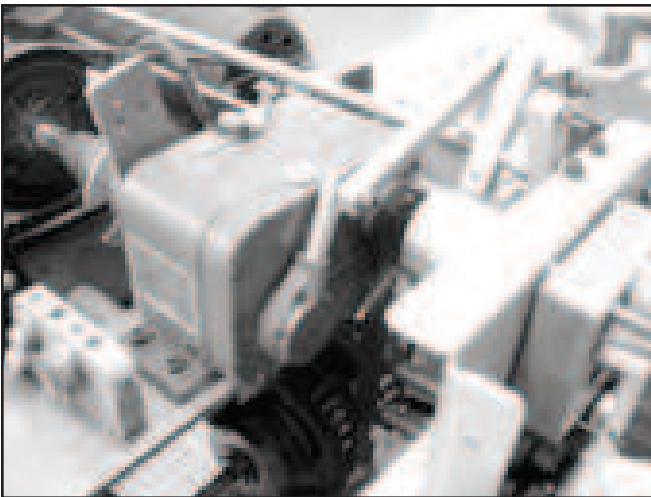
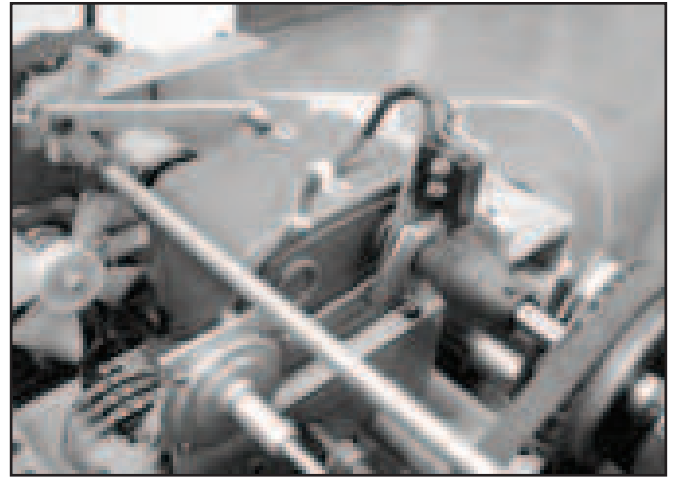
Looking at Figure 1, the input section, consisting of a shaft (A), eccentrics (B), and connecting rods (C), converts rotary motion into linear motion. At the zero setting, the main links (D) pivot on points (H) and (J) without moving the clutches. At any setting other than zero, the clutches (E) transfer the linear motion back into rotary motion and drive the output shaft (F). A control link (G) swings through arc (K) when the control lever is moved. At any point along arc (K) a different output speed is produced because the direction of throw of the connecting rod is altered from vertical (Figure 1 zero RPM position) toward horizontal (Figure 2 maximum speed position), varying the length of the strokes the main links deliver to the overrunning clutches.



## Check These Zero-Max® Advantages

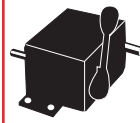
Features	Benefits	Features	Benefits
Compact.	Easy to handle/compact.	Leave at one setting.	No daily speed cycling.
Simple to install.	No special wiring/training.	Accurate speed holding.	No "wear-in" period/ constant speed operation.
Simple operation.	Easy to operate with lever or screw control. Repeatable.	Accepts any input.	World's most versatile, economical secondary drive.
Use anywhere on machine.	Accepts input to 2,000 RPM. Ideal secondary controller.	Goes to zero output.	Ideal for use as a clutch.
Constant torque.	Delivers constant torque throughout the speed range.	Simple maintenance.	Factory lubricated.
4:1 speed reduction.	Often usable without additional speed reduction.	Low cost.	Ideal for users and original equipment manufacturers.
Change speed anytime.	Speed set-ups are made quickly and easily.	Proven design.	More than a million sold.
Change speed frequently.	Permits slow or fast, small or large speed changes.	Sealed housing.	Use in most atmospheres/ can be mounted in any position.
Change speed continuously.	Ideal for dancer applications/ constant speed changes.	Shaft/control/motor options.	Versatile.
		Infinitely adjustable.	0-400 RPM speed range with 1800 RPM input.

# Adjustable Speed Drive Applications



Zero-Max Drives are used on a wide variety of machinery. They may be used as a primary or secondary drive and are available with several control options and shaft arrangements.

Applications include: textile machinery such as looms; food processing machinery such as hamburger presses; agricultural machinery including grain dryers and seeder drives; printing presses utilizing high speed sheeters for stacking finished sheets; metalworking machinery; packaging systems, automated sewing systems, conveying and specialized machines.



# Match Zero-Max<sup>®</sup> Drives To These Components

To achieve the exact performance characteristics you desire, Zero-Max provides the following matching components:

**For Model E and JK Drives**, a selection of gearheads and motors is available.

**For models Y, QX and ZX Drives**, C-Flange adapters are available for connecting customer supplied motors to the drive you have selected.

**Lever control is standard on all drives.** Optional controls include: screw control, extended screw control, extended lever control, extended control shaft, plus flatted and drilled control levers.

**Direction of output rotation must be specified** and is independent of input direction. Model numbers ending in "1" are CCW output, "2" are CW output and "3" are reversible.

## Unidirectional Drives



**E Models 1, 2, 41 or 42.**  
Torque Rating 12 in. lbs.  
Speed Range 0-400.  
Normal Input 1/4 - 1/3 H.P.



**JK Models 1, 2, 41 or 42.**  
Torque Rating 25 in. lbs.  
Speed Range 0-400.  
Normal Input 1/4 - 1/3 H.P.



**Y Models 1, 2, 41, or 42.**  
Torque Rating 60 in. lbs.  
Speed Range 0-400.  
Normal Input 1/2 H.P.



**QX Models 1, 2, 41 or 42.**  
Torque Rating 100 in. lbs.  
Speed Range 0-400.  
Normal Input 3/4 H.P.



**ZX Models 1, 2, 41 or 42.**  
Torque Rating 200 in. lbs.  
Speed Range 0-400.  
Normal Input 1-1/2 H.P.

## Reversible Drives

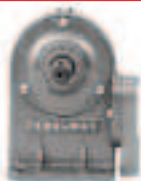


**E Model 3**  
Torque Rating 12 in. lbs.  
Speed Range 400-0-400.  
Normal Input 1/4 - 1/3 H.P.



**JK Model 3**  
Torque Rating 25 in. lbs.  
Speed Range 400-0-400.  
Normal Input 1/4 - 1/3 H.P.

## Gearheads

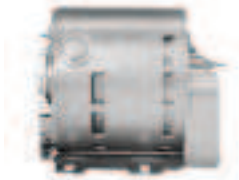


Right angle/In-Line gearheads available for E and JK Models.

**RIGHT ANGLE - 4 Models**  
W1 4:1 W2 10:1  
W3 20:1 W4 40:1

**IN LINE - 3 Models**  
S5 3:1 S6 7.5  
S7 20:1

## Motors



Many popular voltage, Hz, phase and enclosures are available for use with drive (**E Models 1, 2, 3/ JK Models 1, 2 and 3.**)

## C-Face Adapters



**MODEL CFY**  
Includes coupling for 56 frame motor.



**MODEL CFQ**  
Includes coupling for 56 frame motor.



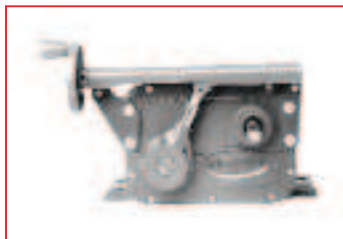
**MODEL CFZ**  
Includes coupling for 56 frame motor.

All C-Face Adapters will accept 56, 143T and 145T frame motors.

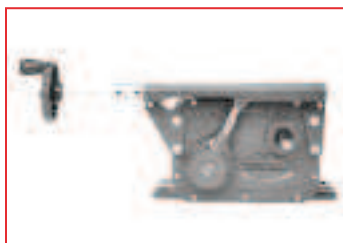
# Controls For Zero-Max® Drives



Standard Lever



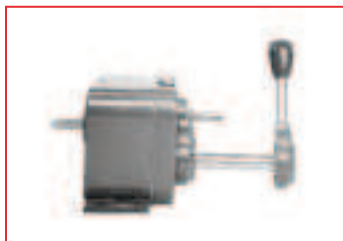
Screw Control



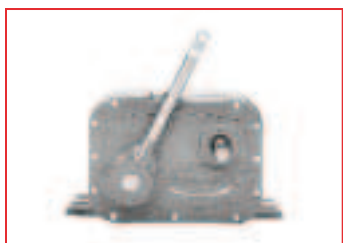
Extended Screw Control



Extended Lever Control



Extended Control Stub

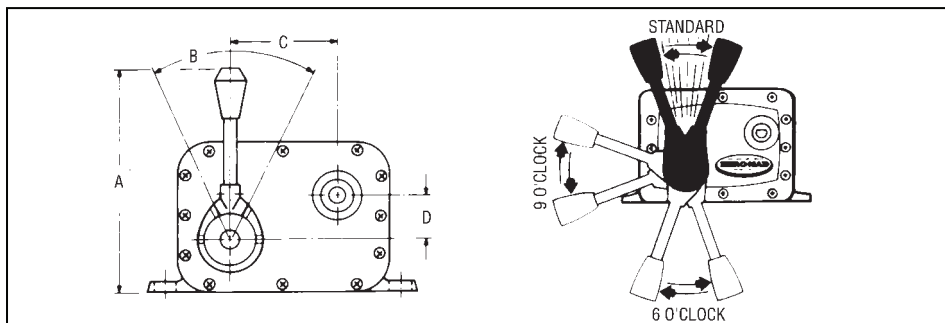


Flatted and Drilled Control Lever

## Standard Lever Type Controls

The lever control can be removed from its customary 12 o'clock position and moved to a 6 or 9 o'clock position on E and JK Models and to any position on Y, QX and ZX Models that will not

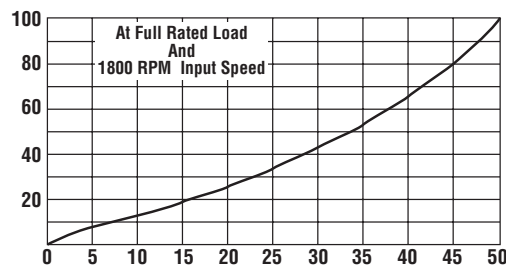
interfere with the output or input shaft. Flatted and drilled as well as extended levers for easy attachment of any kind of remote control or for use on tension control applications are available.



Drive Model	Lever Control Dimensions				Lever Torque	
	A	B	C	D	(Running no load)	(Not running full load)
E	5.25	52°	2.50	1.00	7 in. lbs.	20 in. lbs.
JK	5.25	52°	2.50	1.00	7 in. lbs.	35 in. lbs.
Y	6.75	52°	3.25	1.68	15 in. lbs.	66 in. lbs.
QX	8.25	54°	3.55	1.90	36 in. lbs.	90 in. lbs.
ZX	10.00	63°	3.06	2.40	50 in. lbs.	160 in. lbs.

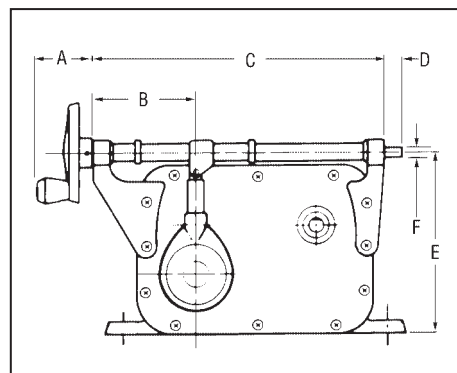
## Control Linearity

Movement of the Zero-Max speed control lever or turn of the screw control screw produces a change in output speed that is non-linear. A typical speed-control curve of a Zero-Max Drive under full rated load is shown to the right.



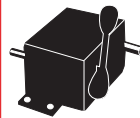
## Optional Screw Type Controls

All Zero-Max Drives are available with screw control. Screw controls give very precise control of speed change and many kinds of remote control attachments are easily made. They are positive and easy to calibrate. Kits are available for adding screw control to drives in the field. The hand-wheel can be mounted on either end of the screw.



Drive Model	SCREW CONTROL DIMENSIONS						Number of Screw Turns	Screw Torque (inch-Lbs.)
	A	B	C	D	E	F		
E	1.50	2.12	6.06	.37	3.75	.18	38	2 in. lbs.
JK	1.50	2.12	6.06	.37	3.75	.18	38	2 in. lbs.
Y	1.50	2.25	7.42	.44	4.58	.18	50	3 in. lbs.
QX	2.12	2.87	8.81	.37	5.87	.25	68	4 in. lbs.
ZX	2.12	6.12	12.31	.50	7.44	.31	91	4 in. lbs.



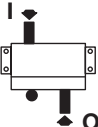
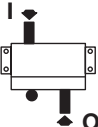
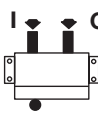
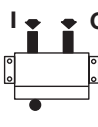
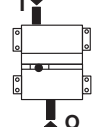
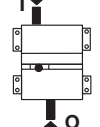
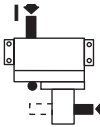
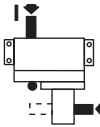


# Drive Operating Characteristics...

**Input Speed** should not exceed 2,000 RPM. There is no minimum, but as input speeds approach zero, slight variations in the angular velocity of the output become noticeable. It is much better to use higher input speeds and take as much reduction as possible from the output shaft to maximize precise speed control.

Direction of the input does not affect direction of output but does affect the speed range and performance of the

Zero-Max Drive. The recommended input rotation direction in relation to output is given below. If output speeds are substantially in excess of rated speeds or if the drive is noisy or vibrating at top speed, the non-preferred direction input is probably being used. Try reversing the motor so the input is in the other direction.

Look In Direction of Arrow To Determine Rotation I- Input O- Output	Standard		Type 41 & 42		Parallel Shaft Gearhead		Right Angle Gearhead	
								
<b>With Output Rotation of</b>	CCW	CW	CCW	CW	CCW	CW	CCW	CW
<b>Recommended Input Rotation is</b>	CW	CCW	CCW	CW	CW	CCW	CW	CCW

**Output Speed** is infinitely adjustable from 0 to 1/4th of the input speed. Speeds can be maintained or repeated with accuracy of 1% or less of maximum speed in the upper 90% of the range providing output load and input speed are constant.

Zero-Max Drives models vary in their ability to give absolute zero under light loads. All models go to zero output speed under full load.

**Output Torque** ratings listed for various models are constant throughout the speed range and assume an input speed of 1800 RPM. The drives are designed for continuous duty running at one speed, a variety of speeds or continuously cycled. Additional output torque may be gained by lowering input speed. In general, the torque rating of all models may be increased 25% if the input speed is 900 RPM or lower.

Model	Overhung Load Pounds		Thrust Load Pounds
	Output	Input	
E & JK	20	12	25
Y	} At mid-point of Input and Output Shafts	40	30
QX		50	40
ZX		400	100
S		100	-
W		400	-

**Temperature** rise of 40° C. above ambient may be expected in the drive assuming input speed of 1800 RPM. This temperature will generate surface heat too hot for continued skin contact. This does not indicate a malfunction nor does it affect the performance of the drive. The drives are built to withstand high operating temperatures but they should never exceed 90° C.

Zero-Max Drives are very **quiet** in operation. Motors and gearheads add to the noise level. For very quiet operating environments, use a resilient mount motor coupled to the drive and provide a resilient mounting surface for all components.

**Overload Protection** is provided in unidirectional E and JK Models. The breakage protector is not meant to be used as a continuous slip clutch. The torque at which the breakage protector disconnects is substantially higher than the rating of the drive at low speeds. It is, therefore, possible to exceed the rated load of the drive without activating the breakage protector and cause shortened life.

As with all mechanical equipment, care should be taken when starting the Zero-Max under load. Whenever possible, accelerate the load slowly from zero and in the case of reversible drives, bring to zero before reversing the direction of output.

# How To Select A Zero-Max® Drive

**1. Start By Determining The Torque Required To Start And Run Your Machine.** This may be the most important step in selecting the best drive model for your application. All Zero-Max Drives are rated for constant torque and variable horsepower throughout the speed range. Be sure to consider the type of machine and apply the proper service factor.

SERVICE FACTORS		
Type of Load	Type of Duty	
Uniform	8 to 10 hrs./day 1.0	24 hrs./day 1.5
Moderate Shock	1.5	2.0
Heavy Shock	2.0	3.0
Reversing Service Low Inertia High Inertia	2.0 Not Recommended	3.0 Not Recommended

TYPES OF APPLICATIONS	RUNNING TORQUE MULTIPLIER
General machines with ball or roller bearings	1.2-1.3
General machines with sleeve bearings	1.3-1.6
Conveyors and machines with excessive sliding friction	1.6-2.5
Machines that have "high" load spots in their cycle like printing, punch presses and machines with cams /crank-operation.	2.5-6.0

**2. Determine Speed Range Required For Your Machine Processes.** The Zero-Max Drive speed range of 0-400 RPM is given assuming an input speed of 1800 RPM and full load on the output shaft. The selection of input speed and direction of input have a bearing on final output speed. Lower input speeds reduce the speed range proportionately.

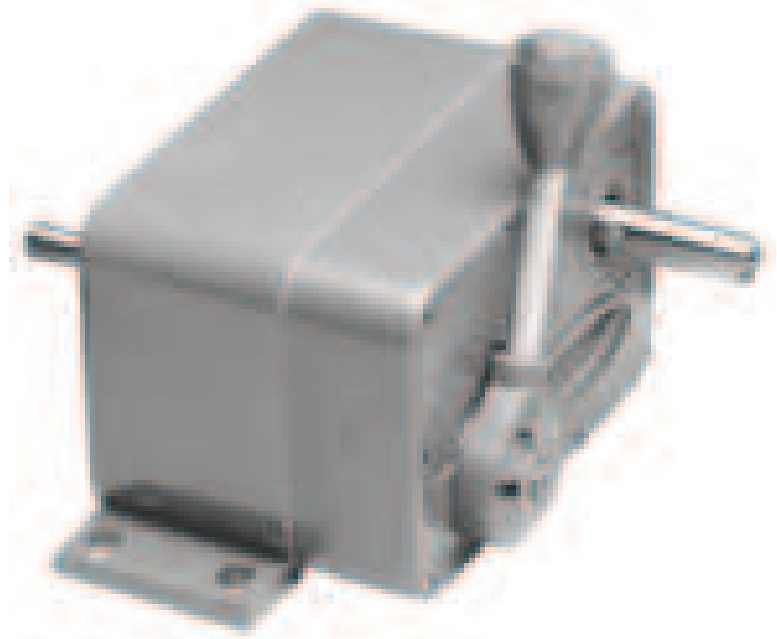
Running the input in the non-preferred direction substantially increases the speed range but may result in shorter life. For best results, run the Zero-Max in the preferred direction and match the speed range to your machine requirement. Take as much reduction as possible, from the output shaft to the load, to provide adequate torque and to maximize accuracy of speed control.

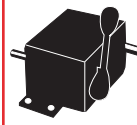
**3. Determine Output Shaft Rotation.** This is done by looking directly at the end of the output shaft. Model numbers ending in "1" are CCW output, "2" are CW output and "3" are reversible. Use of the Zero-Max in-line and right angle gearheads does not change the direction of rotation of the final output shaft.

**4. Select The Proper Method Of Providing Input Speed To The Zero-Max Drive.** If the Zero-Max Drive is being used as a secondary drive unit, input is best provided by a timing belt drive. Other methods include chain and sprocket, 'O' ring and step-over gears. Less desirable (because of excessive overhung load applied) are V-belt drives and flat belts.

In any case, care should be taken to mount pulleys, sprockets etc. as close to the Zero-Max Drive case as possible to minimize overhung loads on the shafts. If a Zero-Max motor is to be used, select the standard motor from the chart on page 15.

**5. Determine The Type Of Control Best Suited To Your Application.** Lever control is supplied as standard with all models of Zero-Max Drives. Other controls are available as discussed on page 10. The lever control is best suited for application requiring rapid and frequent speed changes. The screw type control is best suited for precise settings and speed repeating.



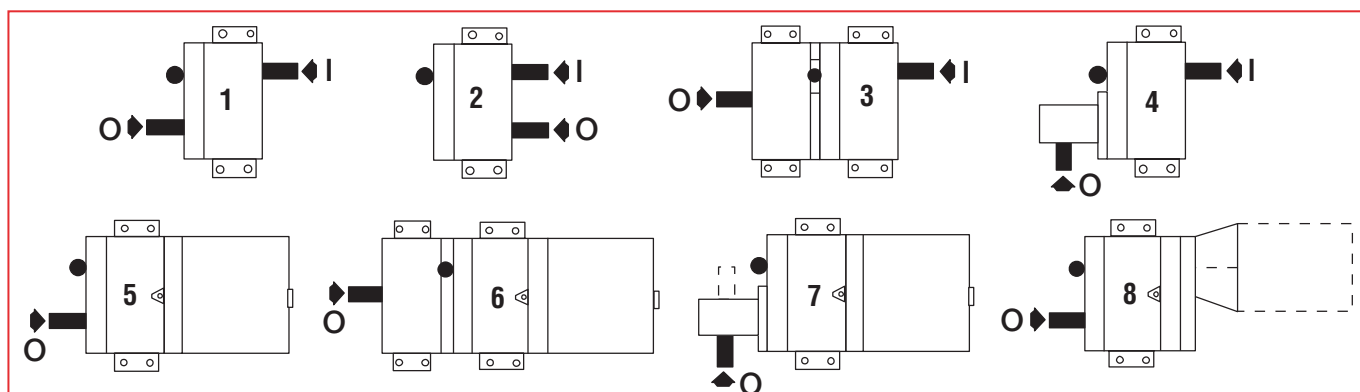


# Torque And Speed Range Selection Chart

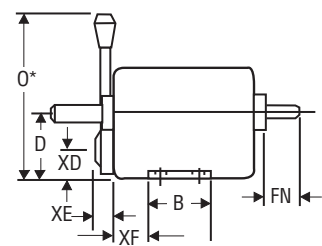
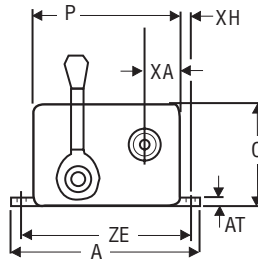
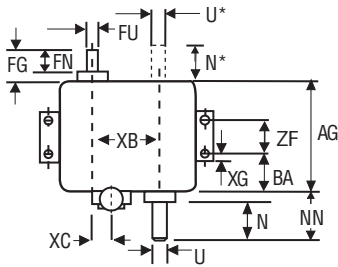
## Standard Zero-Max Drives -- Order By Complete Model Number.

Torque Rating (In. Lbs.)	Speed Range w/ 1800 RPM input	Shaft Arrgmt	Model Number- without Motor Output Shaft Rotation			Net Wt. Lbs.	Shaft Arrgmt	Model Number- with Motor or C-Flange Adapter Output Shaft Rotation			Net Wt. Lbs.
			CCW	CW	Reverse			CCW	CW	Reverse	
12	0-400	1	E1	E2	-	4	5	E1-M3	E2-M3	-	18
	400-0-400	1	-	-	E3	5	5	-	-	E3-M3	19
	0-400	2	E41	E42	-	4	-	-	-	-	-
25	0-400	1	JK1	JK2	-	6	5	JK1-M3	JK2-M3	-	20
	400-0-400	1	-	-	JK3	6	5	-	-	JK3-M3	20
	0-400	2	JK41	JK42	-	6	-	-	-	-	-
30	0-135	3	E1-S5	E2-S5	-	10	6	E1-S5-M3	E2-S5-M3	-	24
	135-0-135	3	-	-	E3-S5	11	6	-	-	E3-S5-M3	25
35	0-100	4	E1-W1	E2-W1	-	9	7	E1-W1-M3	E2-W1-M3	-	23
	100-0-100	4	-	-	E3-W1	10	7	-	-	E3-W1-M3	24
60	0-400	1	Y1	Y2	-	10	8	Y1-CFY	Y2-CFY	-	16
	0-400	2	Y41	Y42	-	10	-	-	-	-	-
70	0-135	3	JK1-S5	JK2-S5	-	12	6	JK1-S5-M3	JK2-S5-M3	-	26
	135-0-135	3	-	-	JK3-S5	12	6	-	-	JK3-S5-M3	26
75	0-100	4	JK1-W1	JK2-W1	-	11	7	JK1-W1-M3	JK2-W1-M3	-	25
	100-0-100	4	-	-	JK3-W1	11	7	-	-	JK3-W1-M3	25
85	0-50	3	E1-S6	E2-S6	-	10	6	E1-S6-M3	E2-S6-M3	-	24
	50-0-50	3	-	-	E3-S6	11	6	-	-	E3-S6-M3	25
90	0-40	4	E1-W2	E2-W2	-	9	7	E1-W2-M3	E2-W2-M3	-	23
	40-0-40	4	-	-	E3-W2	10	7	-	-	E3-W2-M3	24
100	0-400	1	QX1	QX2	-	21	8	QX1-CFQ	QX2-CFQ	-	26
	0-400	2	QX41	QX42	-	21	-	-	-	-	-
135	0-20	3	E1-S7	E2-S7	-	10	6	E1-S7-M3	E2-S7-M3	-	24
	20-0-20	3	-	-	E3-S7	11	6	-	-	E3-S7-M3	25
150	0-50	3	JK1-S6	JK2-S6	-	12	6	JK1-S6-M3	JK2-S6-M3	-	26
	50-0-50	3	-	-	JK3-S6	12	6	-	-	JK3-S6-M3	26
155	0-20	4	E1-W3	E2-W3	-	9	7	E1-W1-M3	E2-W3-M3	-	23
	20-0-20	4	-	-	E3-W3	10	7	-	-	E3-W3-M3	24
160	0-20	3	JK1-S7	JK2-S7	-	12	6	JK1-S7-M3	JK2-S7-M3	-	26
	20-0-20	3	-	-	JK3-S7	12	6	-	-	JK3-S7-M3	26
190	0-40	4	JK1-W2	JK2-W2	-	11	7	JK1-W2-M3	JK2-W2-M3	-	25
	40-0-40	4	-	-	JK3-W2	11	7	-	-	JK3-W2-M3	25
200	0-400	1	ZX1	ZX2	-	32	8	ZX1-CFZ	ZX2-CFZ	-	37
	0-400	2	ZX41	ZX42	-	32	-	-	-	-	-
240	0-10	4	E1-W4	E2-W4	-	9	7	E1-W4-M3	E2-W4-M3	-	23
	10-0-10	4	-	-	E3-W4	10	7	-	-	E3-W4-M3	24
300	0-20	4	JK1-W3	JK2-W3	-	11	7	JK1-W3-M3	JK2-W3-M3	-	25
	20-0-20	4	-	-	JK3-W3	11	7	-	-	JK3-W3-M3	25
300	0-10	4	JK1-W4	JK2-W4	-	11	7	JK1-W4-M3	JK2-W4-M3	-	25
	10-0-10	4	-	-	JK3-W4	11	7	-	-	JK3-W4-M3	25

## Standard Shaft Arrangements

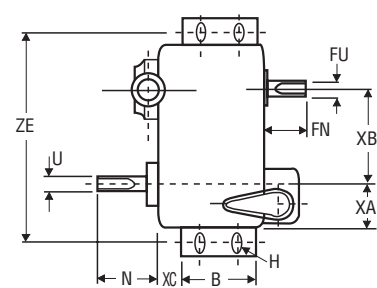
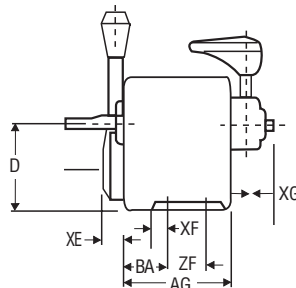
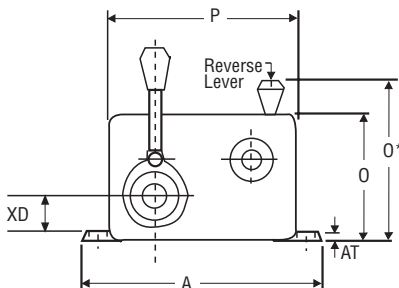


# Standard Drives Models E, JK, Y, QX and ZX Dimensions

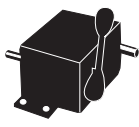


	E1&2	E 41&42	JK1&2	JK 41&42	Y1&2	Y 41&42	QX1&2	QX 41&42	ZX1&2	ZX 41&42
A	6.37	6.37	6.37	6.37	8.50	8.50	10.25	10.25	12.62	12.62
AG	2.84	2.84	3.98	3.98	4.70	4.70	6.81	6.81	6.75	6.75
AT	.31	.31	.31	.31	.31	.31	.37	.37	.50	.50
B	---	2.00	2.00	2.00	2.87	2.87	3.00	3.00	4.75	4.75
BA	1.22	1.22	2.34	2.34	2.28	2.28	2.41	2.41	1.50	1.50
D	2.25	2.25	2.25	2.25	3.00	3.00	3.50	3.50	4.50	4.50
FG	1.12	1.12	1.12	1.12	1.50	1.50	2.00	2.00	2.00	2.00
FN	1.00	1.00	1.00	1.00	1.50	1.50	2.00	2.00	2.00	2.00
FU	.375	.375	.375	.375	.500	.500	.625	.625	.875	.875
H	.28 dia.	.28 dia.	.28 dia.	.28 dia.	.40 dia.	.40 dia.	.41 dia.	.41 dia.	.53 dia.	.53 dia.
N	1.30	---	1.30	---	2.00	---	3.00	---	2.75	---
N*	---	1.00	---	1.00	---	2.00	---	2.87	---	3.31
NN	1.56	---	1.56	---	2.00	---	3.00	---	3.25	---
O	3.50	3.50	3.50	3.50	4.50	4.50	5.50	5.50	7.00	7.00
O*	5.25	5.25	5.25	5.25	6.75	6.75	8.25	8.25	10.00	10.00
P	5.00	5.00	5.00	5.00	6.50	6.50	8.00	8.00	10.00	10.00
U	.375	---	.375	---	.625	---	.750	---	1.00	---
U*	---	.375	---	.375	---	.625	---	.750	---	1.00
XA	1.25	1.25	1.25	1.25	1.53	1.53	2.00	2.00	2.50	2.50
XB	2.50	2.50	2.50	2.50	3.50	3.50	4.00	4.00	5.00	5.00
XC	---	---	---	---	.25	.25	.45	.45	1.94	1.94
XD	1.25	1.25	1.25	1.25	1.31	1.31	1.60	1.60	2.09	2.09
XE	.56	.56	.56	.56	.75	.75	.91	.91	1.00	1.00
XF	.72	.72	1.84	1.84	1.78	1.78	1.89	1.89	1.00	1.00
XG	.50	.50	.50	.50	.50	.50	.50	.50	.50	.50
XH	.25	.25	.25	.25	.50	.50	.62	.62	.62	.62
ZE	5.50	5.50	5.50	5.50	7.50	7.50	9.25	9.25	11.25	11.25
ZF	1.00	1.00	1.00	1.00	1.87	1.87	2.00	2.00	3.75	3.75

# Reverse Drives Models E3 and JK3 Dimensions



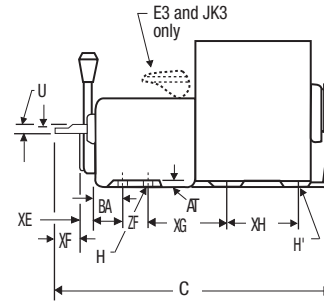
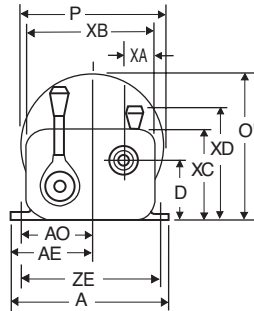
	A	B	D	H Slots	N	O	O*	P	U	AG	AT	BA	FN	FU	XA	XB	XC	XD	XE	XF	XG	ZE	ZF
E3	6.37	2.00	2.25	.28 dia.	1.56	3.50	4.50	5.00	.375	3.23	.31	1.59	1.00	.375	1.25	2.50	1.00	1.25	.56	.50	1.00	5.50	1.00
JK3	6.37	2.00	2.25	.28 dia.	1.68	3.50	4.50	5.00	.375	4.37	.31	2.71	1.00	.375	1.25	2.50	2.12	1.25	.56	.50	1.00	5.50	1.00



# Motorized Drives Models E and JK Dimensions

Z.M. Motor	Used With	ENCL	Horse Power	Voltage	Hz	Phase	C DIMENSION					XG	O'
							w/ E1 & E2	w/ E3	w/ JK1 & JK2	w/ JK3			
M3	E or JK	DP	1/3	115	60	1	12.95	13.35	14.09	14.47	4.37	5.81	
M9		DP	1/3	230	60	1	12.95	13.35	14.09	14.47	4.37	5.81	
M42		DP	1/3	208-230/460	60	3	13.62	14.03	14.75	15.12	4.42	5.81	
M5		TEFC	1/4	115	60	1	14.06	14.38	15.18	15.53	4.37	6.39	
M45		TEFC	1/4	230/460	60	3	14.06	14.38	15.18	15.53	4.37	6.39	

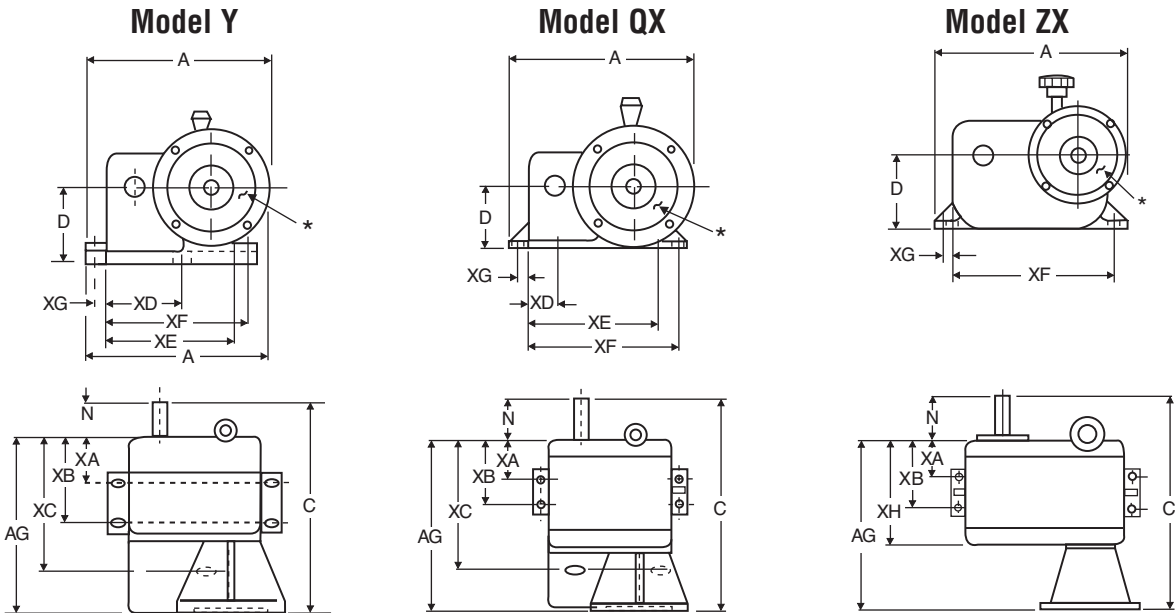
Other motors are available, please contact the factory with your requirements.



	A	D	H (slots)	H <sup>i</sup> (slots)	P	U	AE	AO	AT	BA	XA	XB	XC	XD	XE	XF	XH	ZE	ZF
<b>E1 &amp; E2</b>	6.37	2.25	.28 dia.	.34 dia.	5.62	.375	3.18	2.75	.31	1.22	1.25	5.00	3.50	4.50	.56	1.00	2.75	5.50	1.00
<b>E3</b>	6.37	2.25	.28 dia.	.34 dia.	5.62	.375	3.18	2.75	.31	1.59	1.25	5.00	3.50	4.50	.56	1.00	2.75	5.50	1.00
<b>JK1 &amp; JK2</b>	6.37	2.25	.28 dia.	.34 dia.	5.62	.375	3.18	2.75	.31	2.34	1.25	5.00	3.50	4.50	.56	1.00	2.75	5.50	1.00
<b>JK3</b>	6.37	2.25	.28 dia.	.34 dia.	5.62	.375	3.18	2.75	.31	2.71	1.25	5.00	3.50	4.50	.56	1.00	2.75	5.50	1.00

\*Motor slots are centered 4.25 apart.

# Drives with C-Flange Adapters Models Y, QX and ZX Dimensions



	A	C	D	N	AG	XA	XB	XC	XD	XE	XF	XG
<b>Y</b>	9.31	10.37	3.50	2.00	8.37	2.28	4.15	6.22	3.25	6.50	7.00	.50
<b>QX</b>	10.37	13.97	3.50	3.00	11.10	2.39	4.41	8.37	1.63	7.12	8.63	.63
<b>ZX</b>	12.12	14.12	4.50	3.25	10.88	1.50	5.25	-	-	-	10.62	.62

\*Accepts 56, 143T and 145T frame, C-face motor.

# Standard Drives with Right Angle and In-Line Gearhead Dimensions

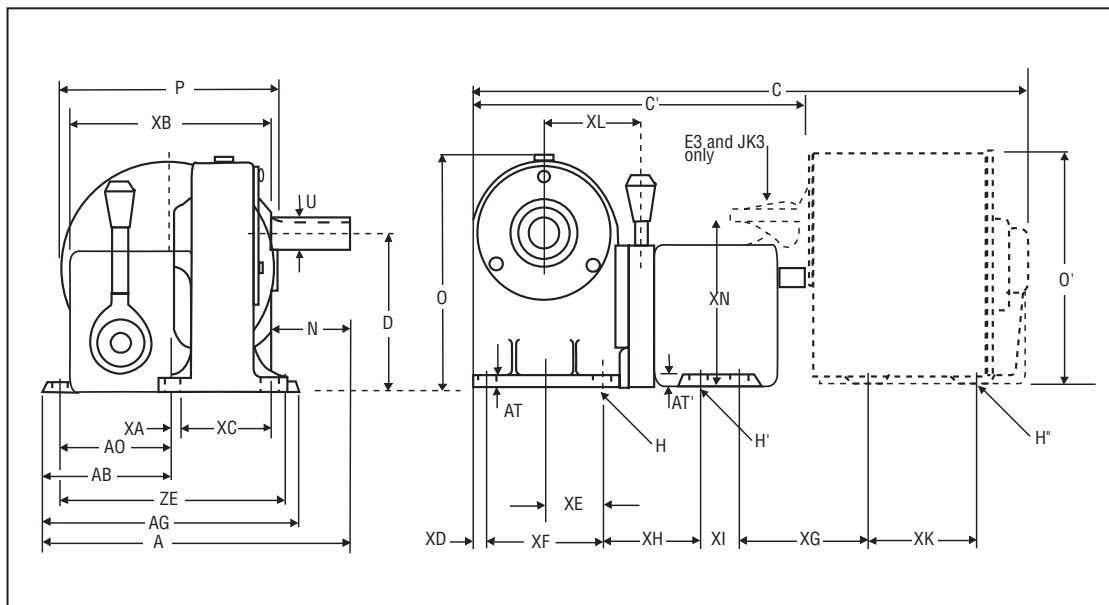
	E1 & E2	E3	JK1 & JK2	JK3	E1 & E2	E3	JK1 & JK2	JK3
	Right Angle Gearheads (W)				With In-Line Gearheads (S)			
A	7.68	7.68	7.68	7.68	-	-	-	-
C'	8.53	8.90	9.65	10.02	8.56	8.93	9.68	10.05
D	3.81	3.81	3.81	3.81	2.25	2.25	2.25	2.25
H	.25 dia.	.25 dia.	.25 dia.	.25 dia.	.28 dia.	.28 dia.	.28 dia.	.28 dia.
H'	.28 dia.	.28 dia.	.28 dia.	.28 dia.	.28 dia.	.28 dia.	.28 dia.	.28 dia.
H''	.34 dia.	.34 dia.	.34 dia.	.34 dia.	.34 dia.	.34 dia.	.34 dia.	.34 dia.
N	2.00	2.00	2.00	2.00	1.50	1.50	1.50	1.50
O	5.84	5.84	5.84	5.84	3.50	3.50	3.50	3.50
P	5.62	5.62	5.62	5.62	5.62	5.62	5.62	5.62
U	.750	.750	.750	.750	.500	.500	.500	.500
AB	3.18	3.18	3.18	3.18	3.18	3.18	3.18	3.18
AG	6.37	6.37	6.37	6.37	6.37	6.37	6.37	6.37
AO	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75
AT	.35	.35	.35	.35	.35	.35	.35	.35
AT'	.31	.31	.31	.31	.31	.31	.31	.31
XA	.06	.06	.06	.06	2.50	2.50	2.50	2.50
XB	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
XC	2.38	2.38	2.38	2.38	-	-	-	-
XD	.43	.43	.43	.43	5.25	5.25	5.25	5.25
XE	1.43	1.43	1.43	1.43	1.19	1.19	1.19	1.19
XF	2.87	2.87	2.87	2.87	2.87	2.87	2.87	2.87
XH	2.43	2.84	3.59	3.93	4.44	4.81	5.56	5.93
XI	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
XK	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75
XL	2.43	2.43	2.43	2.43	4.34	4.34	4.34	4.34
XN	-	4.50	-	4.50	-	4.50	-	4.50
ZE	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50

SHAFT DETAILS		
Model	Output	Input
E & JK	Flat 1/16" deep x 1- 1/8"	Flat 1/16" deep x 3/4"
Y	Keyway 3/16" x 1-5/8"	Flat 1/16" deep x 1"
QX	Keyway 3/16" x 2-1/2"	Keyway 3/16" x 1-1/2"
ZX	Keyway 1/4" x 2-1/8"	Keyway 3/16" x 1-1/4"
S	Flat .072 deep x 1-1/4"	Hollow Shaft
W	Keyway 3/16" x 1-1/4"	Hollow Shaft

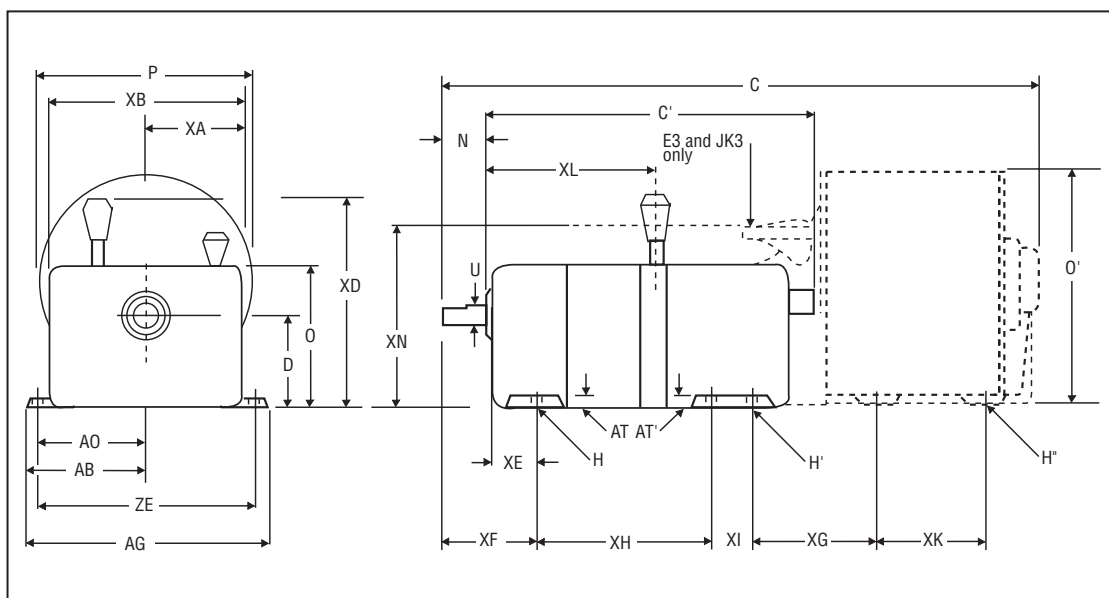
*The right to make engineering refinements on all products is reserved. Dimensions and other details subject to change.  
When dimensions are critical, detailed drawings should be obtained from the factory.  
Dimensions are in inches.*



## E and JK Drives with Right Angle Gearheads (W) Dimensions



## E and JK Drives with In-Line Gearheads (S) Dimensions

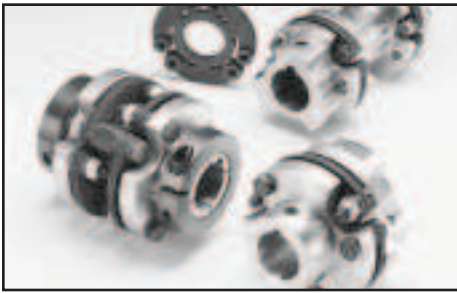


### MOTORS\*

Motor*	Right Angle Gearheads (W)				In-Line Gearheads (S)				XG	O'
	C				C					
	w/ E1 & E2	w/ E3	w/ JK1 & JK2	w/ JK3	w/ E1 & E2	w/ E3	w/ JK1 & JK2	w/ JK3		
<b>M3 &amp; M9</b>	15.95	16.33	17.06	17.45	17.49	17.87	18.62	19.00	4.37	5.81
<b>M42</b>	16.62	17.00	17.75	18.13	18.18	18.56	19.31	19.68	4.42	5.81
<b>M5</b>	16.75	17.25	18.00	18.38	18.38	19.00	19.62	20.00	4.37	6.39
<b>M45</b>	16.75	17.25	18.00	18.38	18.38	19.00	19.62	20.00	4.37	6.39

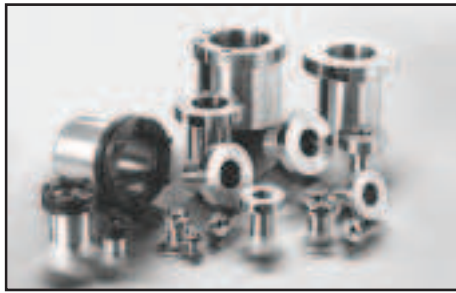
\*See page 15 for motor data.

# Additional Zero-Max® Motion Control Products



## CD® Couplings

Composite disc design that outperforms steel discs and elastomeric models. Torsional stiffness. 3° misalignment. Torques to 500,000 in. lbs.



## ETP® Bushings

Locks hub to shaft easily without troublesome keys. 26 sizes from 3/4" to 4". Metrics from 8 mm to 100 mm. Stainless steel models.



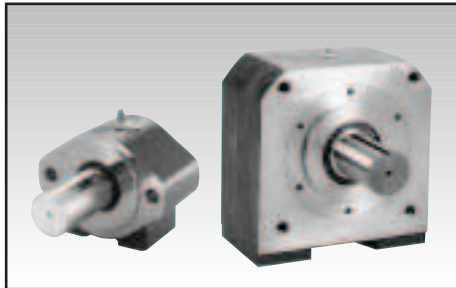
## Torq-Tender®

Accurate overload protection. Dis-engage torques to 3,000 in. lbs. Bores 1/8" to 1-3/4".



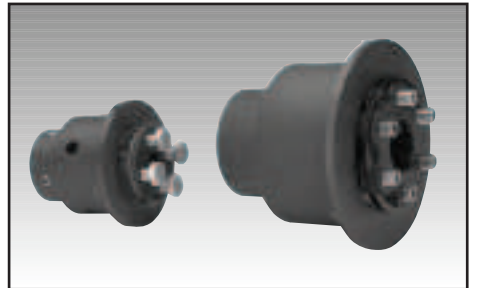
## Schmidt Couplings

Offset, In-line, Elastomeric and Control-Flex models. Sizes 5 to 500,000 inch lbs. torque.



## OHLA® - Overhung Load Adapters

Overhung Load Adapters prevent failures. A thru F mounts. Keyed and spline shafts. Speeds to 3600 RPM. Specials.



## H-TLC Torque Limiters

Corrosion proof design. Adjustable. Bores from .250" to 1.000". Torques from 4 to 500 in. lbs.



## Posi-Lok® Shaft Bushings

Inch and Metric sizes to 35 mm. Nickel plating offers corrosion protection.



## ServoClass® Double Disc Couplings

Zero backlash, torsionally stiff, high misalignment. Clamp hubs. 8 sizes. Torques to 880 in-lb. Inch and metric bore.



## ServoClass® Single Disc Couplings

Zero backlash, smaller package with higher torsional and axial stiffness. Clamp hubs. 8 sizes. Torques to 880 in-lb. Inch and metric bore.

## WARRANTY

Zero-Max, Inc. the manufacturer, warrants that for a period of 12 months from date of shipment it will repair, or at its option, replace any new apparatus which proves defective in material or workmanship, or which does not conform to applicable drawings and specifications approved by the manufacturer. All repairs and replacements shall be F.O.B. factory. All claims must be made in writing to the manufacturer.

In no event and under no circumstances shall manufacturer be liable for (a) damages in shipment; (b) failures or damages due to misuse, abuse, improper installation or abnormal conditions of temperature, dirt, water or corrosives; (c) failures due to operation, intentional or otherwise, above rated capacities, and (d) non-authorized expenses for removal, inspection, transportation, repair or rework. Nor shall manufacturer ever be liable for consequential and incidental damages, or in any amount greater than the purchase price of the apparatus.

Zero Max, Inc. reserves the right to discontinue models or to change specifications at any time without notice. No discontinuance or change shall create any liability on the part of Zero-Max, Inc. in respect to its products in the hands of customers or products on order not incorporating such changes even though delivered after any such change.

This warranty is in LIEU OF ALL OTHER WARRANTIES, EXPRESS OR IMPLIED, INCLUDING (BUT NOT LIMITED TO) ANY IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. THE TERMS OF THIS WARRANTY CONSTITUTE ALL BUYER'S OR USER'S SOLE AND EXCLUSIVE REMEDY, AND ARE IN LIEU OF ANY RIGHT TO RECOVER FOR NEGLIGENCE, BREACH OF WARRANTY, STRICT TORT LIABILITY OR UPON ANY OTHER THEORY. Any legal proceedings arising out of the sale or use of this apparatus must be commenced within 18 months of the date of purchase.

**CAUTION:** Rotating equipment must be guarded. Also refer to OSHA specifications and recommendations.

Zero-Max®, CD®, ETP®, ServoClass®, Torq-Tender®, Control-Flex®, Posi-Lok® and Roh'Lix® are registered trademarks of Zero-Max, Inc. OHLA™ is a trademark of Zero-Max, Inc.

© Zero-Max 2003 Printed in U.S.A.

# ////// ZERO-MAX

13200 Sixth Avenue North, Plymouth, Minnesota 55441-5509  
800-533-1731 • (763) 546-4300 • Fax (763) 546-8260 • www.zero-max.com



**ANEXO E**

**REQUISITOS ELÉCTRICOS**

**PARA EL FUNCIONAMIENTO**

**DEL SISTEMA**

## ANEXO E

### REQUISITOS ELÉCTRICOS PARA EL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA AUTOMATIZADO PARA UN PROTOTIPO CLASIFICADOR DE HUEVOS

Para un mejor entendimiento de los requisitos eléctricos del prototipo, primero se enumerará mediante la tabla E.1 los elementos que componen al sistema con sus valores de potencia, corriente y voltaje para determinar los requisitos que necesita la máquina para su correcto funcionamiento.

ELEMENTO	POTENCIA [W]	IN [A]	VOLTAJE [V]
Motor monofásico	373	7.7	120
Fuente1 AC/DC	200	1.7	120
Fuente 2 AC/DC	15	0,63	24

**Tabla E.1** Elementos eléctricos que componen el sistema

El conductor para cada elemento se realizara mediante la ecuación:

$$I_{seccionador} = 1,15 * IN$$

La tabla E.2 nos indicara que conductor es necesario para cada elemento.

ELEMENTO	IN [A]	I seccionador [A]	Conductor
Motor monofásico	7.7	8.85	#14AWG -TIPO THW (15A)
Fuente1 AC/DC	1,7	1.95	#18AWG -TIPO THW (6A)
Fuente 2 AC/DC	0,63	0,72	#18AWG -TIPO THW (6A)

**Tabla E.2** Alimentador para cada elemento

Para el cálculo del conductor que alimentara a la maquina se realiza mediante las corrientes nominales que componen al sistema clasificador de huevos con la siguiente ecuación:

$$I_n = (1,25 * 7.7) + 1.7 + 0.63 = 11,95A$$

ELEMENTO	IN [A]	I seccionador [A]	Conductor
Prototipo	11.95	13.75	#12AWG -TIPO THW (20A)

**Tabla E.3** Alimentador para el prototipo

Para la protección del prototipo mediante brakers se considera un porcentaje de 200%, aplicando la siguiente ecuación:

$$I_{braker} = \left(\frac{200}{100}\right) * 7,7 + 1,7 + 0,63 = 17,73A$$

Por lo tanto necesitamos un breaker de 20A para la protección de la maquina.

En conclusión los parámetros eléctricos que necesita el prototipo para un correcto y seguro funcionamiento son:

- Voltaje de alimentación: 120Vrms AC
- Frecuencia: 60HZ
- Alimentador: #12AWG -TIPO THW (20A)
- Potencia : 588W
- Corriente: 12A

Cabe recalcar que para la protección del equipo se necesita que la instalación eléctrica donde va a ser instalado el prototipo conste de un buen sistema de puesta a tierra que sirve para evitar cualquier anomalía que suceda con la red eléctrica y proteger al operario de cualquier sobrecarga eléctrica.

También se pone a consideración que el braker necesario que debería tener el tablero de alimentación es de 20A como protección del prototipo.