ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MODULO DIDÁCTICO DE PESAJE DINÁMICO, CON SELECCIÓN Y ETIQUETADO DE ACUERDO A LAS CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO

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

MARIO FERNANDO AGUAS MORA

aguas_fernando@yahoo.com

RODRIGO ROLANDO NARANJO CALUÑA

yogo.rodry@gmail.com

DIRECTOR: MSc. GERMÁN ENRIQUE CASTRO MACANCELA.

gammaservicios@andinanet.net

Quito, Agosto 2011

DECLARACIÓN

Nosotros Mario Fernando Aguas Mora y Rodrigo Rolando Naranjo Caluña, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentado 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.

Mario Fernando Aguas Mora

Rodrigo Rolando Naranjo Caluña

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Mario Fernando Aguas Mora y Rodrigo Rolando Naranjo Caluña, bajo mi supervisión.

_____

MSc. Germán Enrique Castro Macancela

DIRECTOR DEL PROYECTO

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios darme la vida y protegerme en todo momento

A mi Madre, por ser lo más grande en mi vida, y ser la razón de mi existencia, y a mi Padre por sus enseñanzas que me brinda sobre la vida

A mis hermanos Christian y Federico, que con su ejemplo me han enseñado que con esfuerzo, empeño y dedicación se puede lograr lo que uno se propone.

A mis tíos: Fredy, Zhully, Llony y a todos mis primos por apoyarme con sus consejos y cariño sincero.

A la mujer de mi vida Shirley, por su amor, apoyo y compresión, y sobre todo por brindarme los mejores momentos de mi vida, y creo firmemente que lo que aún nos falta vivir será mucho mejor.

Al Ing. Germán Castro por su apoyo y respaldo en el desarrollo de este proyecto

A la Escuela Politécnica Nacional por permitirme pertenecer a tan honorable institución.

Finalmente, agradezco a todos mis amigos, y personas que tuve la oportunidad de conocer, especialmente a: Rodrigo, Jacqueline, y Juan Carlos por haberme brindado su amistad sincera y acompañarme en los buenos y malos momentos de mi carrera,

Mario

AGRADECIMIENTO

Estoy seguro de que en soledad, no podemos obtener éxitos en nuestra vida, detrás de cada logro y experiencia, están varias personas que hacen posible ascender a la cima; para mí, estás han sido, mi madre y hermanos.

Mi amada madre, Blanca, quién desde mi infancia, depositó su confianza en que lograría obtener todo lo que me proponga, y luchó por convencerme de aquello, haciendo hasta lo imposible por ayudarme, tanto económica como moralmente, estando presente, aunque no físicamente, en aquellos momentos en que resbalé y pensé que no podría seguir subiendo más y que por el contrario solo quedaba rodar; me sostuvo y levantó cuantas veces necesité, y hoy, habiendo obtenido uno de mis objetivos más ansiados, solo me resta decirle gracias, por ser mi apoyo, mi fuerza y mi razón de ser.

Mis hermanos, Andrés y Joselyn, que supieron animarme cuando estuve decepcionado por un examen fallido o por cualquier otra circunstancia que la vida me presentó, por estar orgullosos de llamarme hermano, y por compartir este logro conmigo, solo me resta decirles, gracias.

Detrás de ellos estuvieron varias personas importantes en mi vida, a quienes agradezco su apoyado incondicional, entre ellos, mi tío Luis, su esposa e hijos, quienes me brindaron un lugar en su hogar, y especialmente a Verónica Ledesma, quién inspiró mi cariño por esta hermosa carrera, apoyándome cuantas veces necesité, quedándose conmigo en las buenas y malas, e impulsándome a seguir adelante, con su confianza y palabras de aliento, como son," estoy orgullosa de ti"; solo me queda darle un inmenso gracias.

Obviamente no podía dejar de lado al ser más importante en mi vida, sin el cual, nada es posible, Dios. Le agradezco por darme la vida, la fuerza, la dedicación que día a día necesité para llegar hasta este punto en mi vida y por mantener a todas las personas antes mencionadas, de una u otra forma, conmigo.

Rodrigo

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a mi Madre, porque con su amor, esfuerzo y dedicación, me dio la fuerza necesarias para cumplir mi sueño, y darte Chabelita la alegría de culminar mi carrera.

Dedico a mis hermanos Christian y Federico, porque su apoyo y cariño son lo más preciado de mi vida.

A mi tía Mary, porque sin su apoyo no habría logrado culminar mi carrera, y sé que nunca terminaré de agradecerle lo que usted ha hecho por mí y mi familia.

A mis abuelitos queridos, que aunque ya no están con nosotros sé que desde el cielo nos están protegiendo en todo momento.

Dedico a Nicolás, porque espero ser en algún momento de tu vida, un buen ejemplo a seguir.

Mario

DEDICATORIA

Por ser la persona que desde siempre me apoyó, que vivió mis penas y alegrías, mis triunfos y fracasos, por convertirse en mi luz y guía, por compartir mi dolor y bienestar, y por ser la persona más amorosa de este mundo, este proyecto se lo dedico a Blanca, mi amada madre.

CONTENIDO

RESUMEN xi

PRESENTACIÓN xii

CAPÍTULO 1

GENERALIDADES DE LOS SISTEMAS DE PESAJE DINÁMICO

1.1 ETAPAS DE LOS SISTEMAS DE PESAJE DINÁMICO 1

1.1.1 SISTEMAS DE EMPACADO 1

1.1.2 SISTEMAS DE TRANSPORTACIÓN 3

1.1.3 SISTEMA DE PESAJE 9

1.1.3.1 EL PESO 9

1.1.3.2 LA BALANZA 10

1.1.3.2.1 LA CELDA DE CARGA 11

1.1.3.2.2 GALGA EXTENSIOMÉTRICA 12

1.1.4 SELECCIÓN Y CLASIFICACIÓN 14

1.1.4.1 SELECCIÓN 14

1.1.4.2 CLASIFICACIÓN 17

1.2 DISPOSITIVOS DE MANDO Y CONTROL 18

1.2.1 ACTUADORES 18

1.2.1.1 ELECTROVÁLVULAS 18

1.2.1.2 CILINDROS NEUMÁTICOS 19

1.2.2 ELEMENTOS DE CONTROL 22

1.2.2.1 PANTALLAS TÁCTILES 22

1.3 SISTEMAS COMPLEMENTARIOS 25

1.3.1 SISTEMAS DE AIRE COMPRIMIDO 25

1.3.1.1 EL COMPRESOR 25

1.3.1.2 REFRIGERADORES E INTERCAMBIADORES DE CALOR 26

1.3.1.3 EL ACUMULADOR 26

1.3.1.4 UNIDAD DE TRATAMIENTO 26

1.3.1.5 ACCESORIOS DE UNA INSLACIÓN NEUMÁTICA.....27

CAPÍTULO 2

DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES MECÁNICOS DEL SISTEMA DE PESAJE DINÁMICO (S.P.D.)

2.1 SISTEMA DE TRANSPORTACIÓN.....29
2.1.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE TRANSPORTACIÓN DE CAJAS.....29
2.1.2 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE INGRESO DE CAJAS 31
2.2 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE PESAJE Y ETIQUETADO 34
2.1.1 PROCESO DE PESAJE 34
2.1.2 PROCESO DE IMPRESIÓN DE ETIQUETAS 37
2.3 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE SELECCIÓN DE PESOS.....38
2.4 PANELES DE CONTROL 41

CAPÍTULO 3

DISEÑO Y AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE PESAJE DINÁMICO

3.1 LÓGICA DEL PROCESO 44
3.1.1 CONDICIONES MECÁNICAS INICIALES DEL SISTEMA 44
3.1.2 CONFIGURACIÓN DE PARÁMETROS MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL O PC 46
3.1.2.1 DESCRIPCIÓN Y MANEJO DE LA PANTALLA GLCD 46
3.1.2.2 DESCRIPCIÓN Y MANEJO DE LA PANTALLA TÁCTIL.....47
3.1.3 ENCENDIDO DEL SISTEMA DE AIRE A PRESIÓN.....48
3.1.4 ENCENDIDO DEL SISTEMA ELÉCTRICO PRINCIPAL 49
3.1.5 ENCENDIDO DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE ALIMENTACIÓN DE PLACAS DE CONTROL DEDICADO.....49
3.1.6 MODO DE OPERACIÓN 49
3.2 LÓGICA DE CONTROL DEL SISTEMA.....51
3.2.1 TRANSPORTACIÓN Y DETECCIÓN DE CAJAS 51

3.2.1.1 CARACTERÍSTICAS DEL SENSOR DE DISTANCIA SHARP GP2Y0A21YK0F .52
3.2.1.2 ACONDICIONAMIENTO PARA EL SENSOR DE DISTANCIA SHARP GP2Y0A21YK0F 54
3.2.1.3 DESCRIPCIÓN DEL MICROCONTROLADOR ATMEGA48 54
3.2.1.4 LÓGICA DE CONTROL DEL MICROCOCONTROLADOR ATMEGA48 56
3.2.2 PESAJE, CÁLCULO DE PRECIO Y CLASIFICACIÓN.....57
3.2.2.1 DESCRIPCIÓN DE LA BALANZA ACS-30 57
3.2.2.2 CAPTURA DE PESO 57
3.2.2.2.1 FUNCIONAMIENTO DE DISPLAY DE 7 SEGMENTOS 58
3.2.2.2.2 LÓGICA DE CAPTURA DE PESO.....59
3.2.2.3 LÓGICA DE CONTROL DEL SISTEMA DE PESAJE DINÁMICO MEDIANTE RED SERIAL DE MICROCONTROLADORES 64
3.2.2.3.1 SELECCIÓN DE MICROCONTROLADORES MASTER Y SLAVE 65
3.2.2.4 LÓGICA DE CONTROL DEL MICROPROCESADOR MASTER ATMEGA 324P 71
3.2.2.5 LÓGICA DE CONTROL DEL MICROPROCESADOR SLAVE ATMEGA32 83
3.2.3 ENVÍO DE DATOS A PC E IMPRESIÓN 87
3.2.4 EVACUACIÓN DE CAJAS EN CLASIFICACIÓN RESPECTIVA.....87
3.3 DISEÑO DE PLACAS DE CONTROL DEDICADO 87
3.3.1 DISEÑO DE HARDWARE DE CONTROL DE MICROCONTROLADORES, SENSORES Y BALANZA 88
3.4 DIAGRAMAS DE LOS CIRCUITOS DE FUERZA Y CONTROL 99
3.4.1 CIRCUITO DE FUERZA Y CONTROL DEL SISTEMA DE TRANSPORTACIÓN Y EVACUACIÓN DE CAJAS SELECCIONADAS……..……99
3.4.2 CIRCUITO NEUMÁTICO…….…….. 101

CAPÍTULO 4

DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DEL INTERFASE HOMBRE MÁQUINA CON VISUAL BASIC 6.0

4.1 REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE PESAJE DINÁMICO 102
4.1.1 VENTANA DE CONTROL DE OPERADOR……102
4.1.2 VENTANA DE CONTROL DE ADMINISTRADOR……..103
4.3 LÓGICA GENERAL DE CONTROL MEDIANTE HMI 103

4.3.1 LÓGICA DE CONTROL DE VENTANA DE OPERADOR 104
4.3.2 LÓGICA DE CONTROL DE VENTANA DE ADMINISTRADOR 111

CAPÍTULO 5

PRUEBAS Y RESULTADOS

5.1 INTRODUCCIÓN 114
5.2 PRUEBAS DE CONEXIONES ELÉCTRICAS 114
5.3 PRUEBAS DEL SISTEMA MECÁNICO 114
5.4 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO 115
5.4.1 PRUEBAS DE PESO DEL SISTEMA DE PESAJE DINÁMICO 116
5.5 ESTIMACIÓN DE PRODUCCIÓN 130
5.6 RESULTADOS DE OPERACIÓN DEL SISTEMA DE PESAJE DINÁMICO 131

CAPÍTULO 6

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES 133
6.2 RECOMENDACIONES 134

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 136

ANEXOS

RESUMEN

En el presente proyecto se diseña y se implementa un prototipo de un sistema automático de pesaje dinámico, el mismo que cuenta con tres subsistemas: Sistema de transportación de cajas, Sistema de pesaje y etiquetado de cajas, Sistema de selección de pesos determinados dentro de rangos establecidos por el operador. En dicho proyecto, se usa una banda transportadora que permite transportar de forma continua el producto a ser pesado. Adicionalmente cuenta con un sistema de información para el usuario vía computador para la obtención de históricos de pesos mediante HMI en el software Visual Basic 6.0.

Dentro del Sistema de Pesaje Dinámico (S.P.D.), se usan tarjetas de control dedicadas, para el control como para el monitoreo de las variables involucradas en el proceso, además se usa una pantalla táctil para control y visualización del operador.

El presente prototipo, se utilizará como una herramienta para el aprendizaje de los estudiantes del Laboratorio de Control de Procesos y además, puede ser una opción efectiva en el pesaje automático en la industria, ya que permite minimizar la intervención activa o continua de varios operadores a la vez durante el mencionado proceso.

PRESENTACIÓN

El presente proyecto pretende ser una herramienta para ser usada en el sector industrial y comercial, en donde, la principal actividad esté dedicada al pesaje de productos, ya sea en la recepción de materia prima o en la distribución de productos terminados.

Además, el presente prototipo facilita el proceso de pesaje de una forma dinámica, ya que cuenta con: un sistema de etiquetado, un sistema de selección de pesos, y complementariamente posee un sistema completo de información de producción, mediante un interface hombre máquina (HMI).

Por ser un proyecto de tesis, el mismo está diseñado e implementado como un módulo didáctico para ser utilizado por los estudiantes, y así aplicar los conocimientos adquiridos en las asignaturas de Instrumentación y Control de Procesos Industriales, mismos que ya se han aplicado en el diseño y construcción del presente proyecto. A su vez, el módulo puede ser usado en pequeñas y medianas empresas, las cuales manejen pesos máximos de hasta 25 kg.

Adicionalmente, el proyecto está implementado y diseñado de forma modular con el objetivo de efectuar mejoras futuras complementarias, o con la posibilidad de ser acoplado con otros procesos previos o posteriores a los del Pesaje Dinámico.

A continuación, se detalla como se encuentra estructurado el presente proyecto:

El capítulo 1 de este documento corresponde a las Generalidades de los sistemas de pesaje dinámico, los cuales sirven como fundamento en el desarrollo del proyecto, además se hace referencia de algunos elementos utilizados para el correcto funcionamiento del módulo diseñado.

En el capítulo 2, se da una explicación de los Componentes mecánicos del Sistema de Pesaje Dinámico (S.P.D.), y la función que desempeñan dentro de cada uno de los subprocesos que conforman todo el sistema implementado.

En el capítulo 3, se describe y detalla el Diseño y automatización del Sistema de Pesaje Dinámico, mediante diagramas de flujo de los distintos recursos utilizados para tener un óptimo funcionamiento del sistema de control implementado.

En el capítulo 4, se explica el Desarrollo e implementación de la Interface Hombre Máquina con Visual Basic 6.0, el cual permite realizar un control remoto del sistema, con la posibilidad de obtener un registro completo de los datos obtenidos durante todo el proceso.

En el capítulo 5, constan las pruebas de funcionamiento realizadas en el módulo, así como los resultados obtenidos, los cuales sirven como respaldo del correcto funcionamiento del proceso y del sistema diseñado.

En el capítulo 6, se encuentran las conclusiones y recomendaciones a las que se llegaron una vez finalizado el presente proyecto.

En la parte final del presente texto, se incluye el manual de usuario del sistema, anexos, referencias bibliográficas utilizadas y las hojas de datos de los componentes utilizados dentro del proyecto.

CAPÍTULO 1

CAPÍTULO 1

GENERALIDADES DE LOS SISTEMAS DE PESAJE DINÁMICO

Los sistemas de pesaje dinámico, se presentan como el resultado de la sustitución de las estaciones de pesaje tradicionales, ya que permiten una mejor eficiencia al usar sistemas de transporte lineales automatizados, a través de bandas transportadoras, para mejorar la productividad a un determinado proceso. De este modo, en el presente capítulo se describe la información necesaria de las distintas etapas que conforman un sistema de pesaje dinámico, las cuales han sido modificadas o adaptadas de acuerdo a la necesidad en el desarrollo del presente proyecto.

1.1 ETAPAS DE LOS SISTEMAS DE PESAJE DINÁMICO

1.1.1 SISTEMA DE EMPACADO

Es un proceso coordinado, mediante el cual los productos producidos o cosechados son acomodados dentro de un empaque para su traslado del sitio de producción al sitio de consumo, sin que sufran daño, con el objetivo de lograr un vínculo comercial permanente entre un producto y un consumidor.

El empacado corresponde a una etapa previa de un sistema de pesaje dinámico, y por esta razón debe ser seleccionado de una forma adecuada, de tal forma que éste proteja al producto de cualquier tipo de contaminante durante el proceso de producción.

- **Clasificación de los empaques**

Los empaques pueden ser clasificados de acuerdo al producto que lo contenga ya que esto influye directamente, en la forma y tamaño de un empaque, de acuerdo a esto, a los empaques es posible dividirlos en tres grupos:

- Productos de consumo masivo o productos comerciales,

- Productos institucionales, y
- Productos Industriales.

Productos de consumo masivo.- Son productos en los que el consumidor los adquiere por impulso, necesidad o al ser influenciado por la publicidad, y éstos comúnmente son empacados en recipientes denominados empaques de presentación o empaques primarios.

Productos institucionales.- Son aquellos productos que tienen un consumidor específico, y son empacados en empaques llamados institucionales.

Productos Industriales.- Corresponde a las materias primas utilizadas dentro de una industria, y que tras un proceso de fabricación son convertidos en productos de consumo masivo o institucionales. Los productos industriales usan empaques denominados industriales o embalajes.

- **Materiales de los empaques**

Estos dependen directamente del producto que lo contiene, con la principal función de protegerlo del daño mecánico o contaminación a que se lo somete.

Los empaques más utilizados son:

Empaque de papel.- Este tipo de material tiene un costo relativamente bajo, y es el más usado para empaques de productos frescos, debido a su fácil manejo y gran variedad de formas y tamaños.

Cajas de cartulina o caja plegadiza.- Los plegables de cartulina tienen varias ventajas frente a los demás empaques, como: el bajo costo de fabricación, buena resistencia y apariencia, además que es posible fabricarlas en varios estilos y formas.

El cartón corrugado.- Es el más utilizado para el transporte de mercaderías hacia los centros de consumo, por su gran rigidez y resistencia. Además de esto, a

continuación se detallan las principales ventajas por las cuales es más conveniente el uso de cajas de cartón (Figura 1.1):

- Flexibilidad en el proceso de fabricación.
- Bajo peso de las materias primas utilizadas en su fabricación.
- Resistencia al manejo durante el transporte.
- Posibilidades de mecanización.
- Aprovechamiento de sus caras para la comunicación gráfica.
- Bajo costo de producción.
- Es reciclable.

Figura 1.1 Cajas de cartón

1.1.2 SISTEMA DE TRANSPORTACIÓN

La transportación, es el principal subproceso en los sistemas de pesaje dinámico, y con él se tiene como principal generador de movimiento a una banda transportadora, y que al ser combinada con equipos electrónicos por medio de paneles de control, es posible obtener un ahorro de mano de obra al procesar un mayor número de productos en menor tiempo, minimizando así los costes de producción.

A nivel industrial existen varios tipos de transportadores lineales, los cuales son utilizados de acuerdo a la necesidad del proceso, y que en su gran mayoría son movidos por motores o motorreductores.

A continuación se describen las distintas variaciones de transportadores lineales más utilizados en la industria:

- **Transportador con rodillos (Roller conveyors)**

Es una forma muy común de transportador, y consiste en una serie de tubos o rodillos perpendiculares al movimiento de la carga transportada como la mostrada en la Figura 1.2. Este tipo de cintas es posible impulsarlas mecánicamente o gravitatoriamente. En las del tipo gravitatorio, se disponen de tal modo que el camino desciende a través de una pendiente capaz de superar la fricción de los rodillos.

Las cintas con rodillos pueden ser usadas para el reparto de cargas durante las operaciones de procesado y distribución

Figura 1.2 Banda sobre rodillos.

- **Transportador con ruedas (Skate-wheel conveyors)**

Su funcionamiento es similar al transportador con rodillo, con la diferencia que su elemento móvil son ruedas montadas sobre ejes rotatorios conectados al bastidor, como la mostrada en la Figura 1.3.

Las aplicaciones más comunes para este tipo de transportadores, es en el traslado de cargas ligeras, debido a que entre la superficie de la carga y la cinta se produce un contacto mucho más concentrado.

Figura 1.3 Banda con ruedas.

- **Transportador con bandas (Belt conveyors)**

A este tipo de bandas es posible usarlas de dos formas: la primera como bandas planas para pallets, piezas o ciertos tipos de materiales en masa; y la segunda como bandas huecas para materiales en masa. Los materiales se sitúan en la superficie de la cinta y viajan a lo largo del recorrido de la misma, formando un lazo continuo de manera que una mitad de su longitud puede emplearse para el reparto del material y la otra mitad para el retorno (generalmente vacío). La cinta se soporta con un armazón con rodillos u otros soportes espaciados entre sí, mientras que en cada extremo de la cinta están los rodillos motores (“poleas”) que impulsan la cinta.

En la Figura 1.4 se muestra una banda plana.

Figura 1.4 Banda plana.

- **Transportador con cadenas (Chain conveyors)**

Están formadas por lazos de cadenas sin fin en configuración arriba abajo alrededor de ruedas dentadas motorizadas. Estas cadenas viajan a lo largo de canales que proporcionan soporte para las secciones flexibles de la cadena; o bien las cadenas se desplazan a través rodillos montados sobre rieles que determinan el camino de transporte. Este tipo de bandas son utilizadas para manipular materiales o materias primas pesadas. En la Figura 1.5 se muestra una banda con cadenas para el transporte de cajas de repuestos de automóvil.

Figura 1.5 Banda con cadenas.

- **Transportadores con listones (Slat conveyors)**

Este sistema emplea plataformas individuales, llamadas listones o tablillas, conectadas a una cadena continua en movimiento. Aunque el mecanismo impulsor es la cadena, funciona en gran medida como una banda plana. Las cargas se sitúan sobre la superficie plana de las tablillas y se desplazan con ellas, como se muestra en la Figura 1.6.

Figura 1.6 Banda con listones.

En este tipo de bandas, los caminos son generalmente en línea recta, pero al ser movidas por cadenas da la posibilidad de introducir curvas en el camino mediante ruedas dentadas.

- **Transportadores aéreos de carros (Overhead trolley conveyors)**

Este tipo de transportador se encuentran formados por una serie de múltiples carros espaciados a una misma distancia a lo largo de rieles de una cadena o cable sin fin, unida a una rueda capaz de proporcionar la energía al sistema, como se muestra en la Figura 1.7. El camino está determinado por el sistema de rieles; con giros y cambios de elevación formando un lazo sin fin.

Este tipo de sistemas son empleados a menudo en fábricas para mover piezas y conjuntos de ensamblaje entre los principales departamentos de producción, tanto para reparto como para almacenamiento.

Figura 1.7 Aplicación de bandas aéreas de carros.

- **Transportador por cable enterrado (In-floor towline conveyors)**

Estos sistemas emplean vehículos con ruedas impulsados por medio de cadenas o cables en movimiento situados en zanjas en el suelo como las que son mostradas en la Figura 1.8.

Figura 1.8 Bandas por cable enterrado.

Las rutas están definidas por las zanjas y cables. Es posible el cambio desde un segmento impulsado a otro diferente, proporcionando así cierta flexibilidad en la ruta de transportación. Los carros de transporte emplean clavijas reforzadas de acero para acoplarse a la cadena, los cuales tienen la posibilidad de ser extraídos de la zanja para liberar al carro del avance de la cadena y realizar las operaciones de carga/descarga.

- **Carro sobre rieles (Cart-on-track)**

Estos sistemas emplean carros individuales montados en una pista de dos rieles en una estructura que sitúa la cinta sobre el suelo. Los carros no son impulsados individualmente; en su lugar, avanzan mediante un tubo rotatorio entre los dos rieles. Debido a ello también se llaman bandas de tubo rotatorio (spinning tube).

Su principio de funcionamiento se lo hace por medio de una rueda motriz, en la parte inferior del carro y formando un ángulo con el tubo, se apoya en él y convierte el giro del tubo en avance del carro. La velocidad del carro es posible de controlarla regulando el ángulo de contacto entre la rueda motriz y el tubo; como se muestra en la figura 1.9.

Una de las ventajas de este sistema con respecto a los demás transportadores es que con el carro sobre rieles se logra mayor precisión en el posicionamiento del producto transportado.

Las aplicaciones para este sistema incluyen las líneas de soldadura robótica y sistemas de ensamblaje automático.

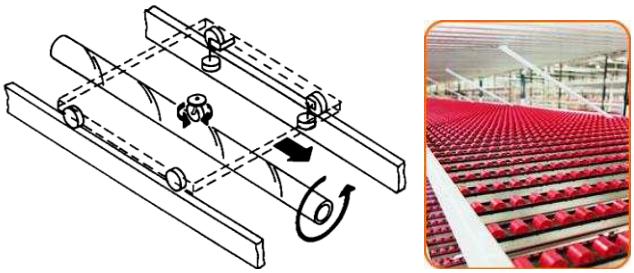


Figura 1.9. Cinta de carro sobre rieles

1.1.3 SISTEMA DE PESAJE

El pesaje es una actividad encaminada a cuantificar la masa de un cuerpo u objeto. En un proceso industrial esta acción, tiene como objetivo la medición del peso como una variable, para ser usada en el monitoreo de materias primas o productos terminados, de tal forma que se reduzcan las pérdidas de producción de forma automática, a través de algoritmos de control.

1.1.3.1 El peso

El peso puede definirse como aquella fuerza que ejerce un cuerpo sobre un punto de apoyo, por la atracción gravitacional que ejerce la tierra sobre el cuerpo, por tanto, el peso está relacionado con dos variables físicas como son: la masa del cuerpo y la gravedad terrestre.

De acuerdo a la segunda ley de la dinámica el peso se lo puede obtener a partir de la siguiente ecuación:

$$P = m \bullet g \qquad (1.1)$$

Donde:

P = peso, en Newtons (N),

m = masa, en kilogramos (Kg),

g = constante gravitacional, que es 9,8 en la Tierra (m/s^2).

El instrumento básico, utilizado para cuantificar el peso de un objeto es el dinamómetro, mismo que está formado por un resorte con un extremo libre y posee una escala graduada en unidades de peso. Para hacer la medición de peso, se debe colgar del extremo libre del resorte, el cual se estirará de acuerdo al peso del objeto.

- **Tipos de peso**

A continuación se describen los distintos tipos de peso que se puede encontrar:

- *El peso muerto.-* corresponde al peso del recipiente en el cual se deposita el material que deseamos pesar.

- *Peso neto.-* Es el peso real del material a pesar, excluyendo el empaquetado, humedad, y embalaje que lo contiene.

- *Peso bruto.-* Es el peso total existente sobre las celdas de carga o sobre la plataforma de la báscula, es decir, corresponde al peso total del contenido y empaques del producto.

1.1.3.2 La Balanza

La balanza (del latín: bis, dos y lanx, plato), es un instrumento que se utiliza para medir o pesar la masa de un determinado cuerpo, a través del valor de la fuerza de gravedad que la tierra ejerce sobre éste, es decir el peso.

- **Tipos de Balanzas**

Existen dos tipos de balanzas, que son clasificadas de acuerdo a su principio de funcionamiento, y éstas pueden ser: mecánicas o electrónicas, las que pueden ser usadas de acuerdo a la actividad en las que se las va a utilizar.

Balanzas Mecánicas.- Es uno de los aparatos de medición más antiguos existentes, ya que usa un sencillo sistema de compensación de torques.

Este tipo de balanzas son usadas frecuentemente por ser más económicas, pero su desventaja frente a las balanzas electrónicas es su grado de precisión, ya que éstas suelen tener un margen de error de entre 15 y 25 gramos por kilogramo.

Balanzas Electrónicas.- Este tipo de balanzas se encuentran conformadas por varios circuitos electrónicos, los cuales están diseñados y acondicionados para obtener mediciones más precisas y eficientes.

En este tipo de balanzas, el principal elemento captador de peso es un alambre muy fino llamado galga extensiométrica, que usa como principio de funcionamiento la variación de la resistencia eléctrica muy sensible a la deformación producida por una fuerza externa, por compresión, tracción, torsión o flexión dando así la variación de peso.

La galga extensiométrica se ensambla una celda de carga para complementar la columna de la balanza, en la cual se produce la variación de resistencia eléctrica que al ser medida por un sensor es posible calcular la masa del objeto con una precisión muy alta, con un margen de error de entre 2 a 5 gramos por cada kilogramo pesado.

1.1.3.2.1 La celda de carga

Este elemento es un transductor utilizado para convertir una fuerza en una señal eléctrica a través de dos etapas, en la primera mediante un dispositivo mecánico, donde se capta la fuerza a medir y la segunda, donde se produce la deformación de la galga extensiométrica encargada de convertir el desplazamiento o deformación en señales eléctricas. La salida del transductor debe ser conectada a un algoritmo para calcular la fuerza aplicada al transductor, ya que esta se encuentra en el orden de unos pocos milivoltios y debe ser amplificada mediante un amplificador de instrumentación antes de que pueda ser utilizada.

Por lo general, una celda de carga está compuesta de cuatro galgas extensiométricas conectadas en una configuración tipo puente de Wheatstone. Sin embargo, es posible adquirir celdas de carga con una o dos galga extensiométricas de acuerdo al peso que se necesita medir.

1.1.3.2.2 Galga extensiométrica

La galga extensiométrica es básicamente una resistencia eléctrica. El parámetro variable y sujeto a medida es la resistencia de dicha galga. La variación de resistencia depende de la deformación que sufre la galga. El material de una galga extensiométrica, está constituido básicamente por una base muy delgada no conductora, sobre la cual va adherido un hilo metálico muy fino, de forma que la mayor parte de su longitud está distribuida paralelamente a una dirección determinada, tal y como se muestra en la figura 1.11siguiente:

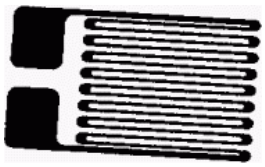


Figura 1.11 Galga extensiométrica.

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 parámetro que define la sensibilidad de una galga se conoce como factor de galga GF, y es definido como el cociente entre el cambio fraccional de la resistencia eléctrica y la tensión ε.

El factor de galga es posible calcularlo mediante la siguiente ecuación 1.5:

$$GF = \frac{\Delta R/R}{\Delta L/L} = \frac{\Delta R/R}{\varepsilon} \qquad (1.5)$$

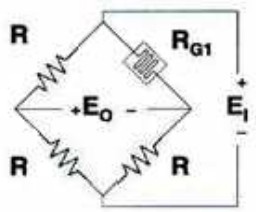
GF= 2 para la mayoría de las galgas

- ***Acondicionamiento de las galgas extensiométricas***

El acondicionamiento más común de una galga extensiométrica, se lo hace por medio de un puente de Wheatstone, ya que permite medir la variación de las deformaciones producidas en la galga a través de la variación de su resistencia.

Dentro de los arreglos existentes como acondicionamiento en una galga extensiométrica suelen realizarse con: una, dos y cuatro galgas. De acuerdo a esto, las 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.

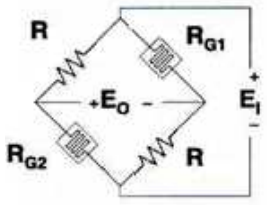
- *Puente de medida con una galga.-* Este puente de medida se caracteriza por una baja sensibilidad. Por otro lado al sólo haber una galga ésta no se ve compensada en temperatura. La figura 1.12 muestra la disposición de un puente con una galga.



donde $R_{G1} = R(1 + X)$

Figura 1.12 Puente de medida con una galga

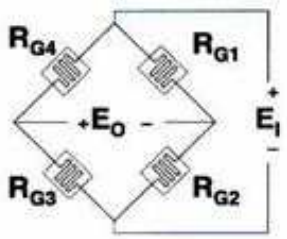
- *Puente de medida con dos galgas (Medio Puente).-* Al usar dos galgas se consigue duplicar la sensibilidad del puente respecto al puente con una galga. Lo que permite que para una misma deformación tengamos una mayor señal de salida para una tensión de alimentación dada. La disposición de las galgas ver figura 1.13, permiten la compensación en temperatura.



donde $R_{G1} = R_{G2} = R(1 + X)$

Figura 1.13 Puente de medida con dos galgas

- *Puente de medida con cuatro galgas (Puente Completo).-* La utilización de cuatro galgas cuadruplica la sensibilidad del puente respecto al puente de una sola galga, como se muestra en la figura 1.14 De igual forma en esta configuración, las galgas están compensadas en temperatura.



donde

$$R_{G1} = R_{G2} = R_{G3} = R_{G4} = R(1 + X)$$

Figura 1.14 Puente de medida con cuatro galgas

1.1.4 SELECCIÓN Y CLASIFICACIÓN

1.1.4.1 Selección

La selección consiste en separar los materiales en grupos con propiedades físicas diferentes. En la industria las máquinas seleccionadoras, trabajan bajo los siguientes parámetros:

- Peso,
- Tamaño y
- Forma.

- **Selección por peso**

Esta técnica emplea balanzas automáticas controladas a través de un computador, y son utilizadas para la selección de determinados productos, como: frutas, huevos, cortes de carne, filetes de pescado y productos similares, previo a un proceso de pesaje con balanzas calculadoras que registran automáticamente el peso, calculan el precio y suministran una etiqueta adhesiva impresa que se pega en el paquete.

En la figura 1.15, se muestra una máquina seleccionadora de peso, que permite 5 selecciones con desvío mecánico, con una capacidad máxima de 600 piezas/hora seleccionadas.

Figura 1.15 Seleccionadora de peso SELECTRA 7TC-22C

- **Selección por tamaño**

La selección por tamaño, se la hace a través de tamices de distinto tamaño y forma. Los tamices más usados son: los de apertura fija y apertura variable.

Los tamices de apertura fija.- Llamados así por tener aperturas de tamaños y formas fijas. Son de 2 clases de lecho plano y de tambor. Los de lecho plano, se usan mucho para cereales, nueces y alimentos parcialmente procesados como harina, azúcar sal y especias. Los de tambor, también se utilizan para la selección por tamaño de materiales que puedan soportar los choques producidos por la rotación del tambor.

Tamices de apertura variable continua.- el diseño consiste en un sistema transportador con rodillos inclinados y separados entre sí. Esta separación aumenta de forma regular desde el extremo de entrada hasta el de salida del sistema.

Los alimentos permanecen en este sistema hasta que encuentra una apertura entre rodillos por la que puedan bajar cayendo en canales de recolección

acolchados. Es un método utilizado para la selección por tamaño de frutas o tubérculos.

- **Selección por Tamaño**

Se la realiza desplazando el alimento por vibración a través de ranuras montadas en cascada, con una separación establecida entre los extremos de los canales con el objetivo de aumentar la discontinuidad de su forma de tal manera que los productos alimenticios caigan cuando su longitud sea inferior a la distancia que separa a dos canales sucesivos. La figura 1.16 se muestra una máquina selectora por longitud y anchura de frutas.

Figura 1.16 Clasificadora de frutas

- **Selección por forma**

Se la hace a través de seleccionadoras de discos o seleccionadoras de cilindros.

Seleccionadora de discos.- consiste en una serie de discos metálicos, verticales con unas cavidades perfectamente talladas en su superficie que imitan la forma del producto a separar.

Seleccionadora de cilindro.- están basadas en el mismo principio que los de disco pero en este caso la superficie interna de un cilindro horizontal rotatorio es la que contiene las oquedades de la forma adecuada que se busca seleccionar.

1.1.4.2 Clasificación

La clasificación, se lo hace de acuerdo a las características y factores propios de cada producto.

- **Factores de clasificación**

Los principales factores para una buena clasificación, se la puede hacer bajo los siguientes parámetros:

- Tamaño, forma y Madurez
- Textura: viscosidad de la nata o productos crujientes.
- Aroma y sabor.

- **Métodos de clasificación**

Clasificación manual.- Se lleva a cabo por operarios entrenados capaces de captar simultáneamente cierto número de factores de clasificación, es decir, el clasificador forma un juicio equilibrado de la calidad global y separa físicamente el alimento en categorías. La desventaja de este tipo de clasificación es el elevado coste de mano de obra, el agotamiento y fatiga que puede provocar la disminución de la eficacia en un proceso de clasificación. En la figura 1.17 se muestra la clasificación manual de frutas.

Figura1.17 Clasificación manual de frutas.

Clasificación a máquina.- La clasificación mecánica tiene muchas ventajas sobre la clasificación manual como con: rapidez, reproductibilidad y bajo coste de mano de obra por lo que se están realizando estudios sobre propiedades únicas

capaces de predecir la calidad global del alimento, con el fin de desarrollar procedimientos de clasificación mecánica más automatizada.

En la figura 1.18, se muestra una seleccionadora automática continua, para la clasificación de carnes frescas o congeladas.

Figura 1.18 Seleccionadora automática continua SELECTRA 12/L-22C

1.2 DISPOSITIVOS DE MANDO Y CONTROL

En los procesos de pesaje y selección, se utilizan dispositivos de control a los actuadores y sensores, que se describen a continuación:

1.2.1 ACTUADORES.

Son los elementos que transforman la energía recibida en otro tipo de energía, para realizar una acción específica.

1.2.1.1 Electroválvulas

Es un dispositivo, basado en el principio de inducción magnética, y está constituido por dos componentes fundamentales, el solenoide y la válvula, el primero es el elemento dentro de una electroválvula que se encarga de transformar la energía eléctrica proveniente de la señal de control en energía magnética, y ésta a su vez la transforma en mecánica permitiendo la acción de la válvula.

Es común que la válvula se mantenga cerrada por la acción de un muelle y que el solenoide la abra venciendo la fuerza del muelle, es decir, que el solenoide debe estar activado y consumiendo energía para permitir que la válvula se abra y dé el paso del aire, caso contrario la electroválvula regresará a su estado inicial o reposo. La figura 1.19 muestra una electroválvula y con su simbología.

Figura 1.19 Electroválvula de dos vías normalmente cerrada

1.2.1.2 Cilindros Neumáticos

Son los actuadores neumáticos más utilizados, ya que permiten transformar la energía potencial del aire comprimido en energía mecánica lineal en movimientos de avance y retroceso de un mecanismo o un dispositivo acoplado a su vástago.

Los distintos tipos de cilindros neumáticos se los puede dividir en:

- Cilindros de Simple efecto, y
- Cilindros de Doble efecto.

Cilindros de Simple efecto.- Este tipo de cilindros ejerce únicamente fuerza en sentido de la salida del vástago, debido que posee una sola entrada de aire comprimido y una cámara receptora, y su retorno se lo realiza por una fuerza externa o por un muelle de recuperación, debido a este muelle la carrera de los cilindros de simple efecto no debe ser mayor a los 100 mm, ver la figura 1.20.

Figura 1.20 Cilindro de simple efecto y su símbolo.

Cilindros de Doble efecto.- Son cilindros que disponen de dos entradas de aire y dos cámaras receptoras, lo que permite realizar un trabajo útil tanto en el avance y retroceso del émbolo. Su funcionamiento consiste en alimentar con presión a una de las entradas para el avance del vástago mientras que la otra permite el escape del aire sin presión y se hace un procedimiento similar con la otra entrada para permitir el retorno del vástago a su posición inicial, ver la figura 1.21.

Figura 1.21 Cilindro de doble efecto y su símbolo.

- **Sensores**

Es conocido también como captador, es un elemento capaz de recibir o detectar una magnitud física o química externa y transformarla en otra magnitud normalmente eléctrica capaz de ser cuantificada o manipulada para un determinado objetivo.

Tipos de sensores de presencia

Este tipo de sensores son usados para determinar la presencia de un objeto en un rango de distancia especificado, a través de una variación de alguna característica propia del sensor.

Algunos de los sensores de presencia más utilizados son los que se describen a continuación:

Sensores Inductivos.- Este tipo de sensores se fundamentan en el cambio de inductancia que se produce en la bobina electromagnética que lo conforma, y que a través de este elemento se detecta la presencia de un objeto metálico

conductor. Los sensores inductivos no son capaces de captar señales de objetos no metálicos.

Sensores de efecto Hall.- Este sensor está constituido por un elemento conductor o semiconductor y de un imán, que en conjunto miden la proximidad de un objeto (metálico) y que entre más cercano se encuentre éste del sensor, el campo provocado por el imán en el elemento se debilita. De esta forma, es posible determinar la proximidad de un objeto pero, como en el caso de los sensores inductivos, sólo actúa con elementos metálicos.

Sensores Capacitivos.- Los sensores capacitivos, tienen como elemento sensor un condensador constituido por un electrodo sensible y un electrodo de referencia separados por un dieléctrico, más una cavidad de aire seco para aislamiento y un conjunto de circuitos electrónicos. El funcionamiento para detectar la presencia de un objeto, está basado en la detección de un cambio en la capacitancia del sensor provocado por una superficie próxima a éste. Este tipo de sensores capacitivos tiene la ventaja de detectar cualquier tipo de objeto sin ser metálico necesariamente, pero su desventaja es que pueden presentar problemas en ambientes húmedos de trabajo o con puestas a tierra defectuosas.

Sensores Ultrasónicos.- Este tipo de sensores tienen como principal elemento a un transductor electroacústico de tipo cerámico piezoeléctrico, el cual emite ondas ultrasónicas con el objetivo de ser reflejadas por una discontinuidad o algún elemento extraño; el tiempo de espera entre el envío de la onda ultrasónica hasta su recepción se denomina tiempo de eco, el cual es utilizado para determinar la distancia al objeto.

Los problemas que presentan este tipo de sensores se debe a cambios en la velocidad de propagación de la onda en el aire y con la superficie del objeto, siendo ésta una limitación en la detección de objetos ya que sólo pueden ser sensados dentro del cono del ultrasonido, y falsos ecos.

Sensores Ópticos de proximidad.- Los sensores ópticos están compuestos de dos elementos, un emisor y un receptor de luz. El emisor de luz es un infrarrojo,

debida que la luz de éste puede ser detectada con mayor facilidad y puede ser diferenciada de otras fuentes de luz cercanas.

El funcionamiento de este sensor, consiste en la emisión de pulsos a una frecuencia fija por parte del emisor de luz, los cuales son captados por el sensor, por lo que de acuerdo al ángulo que forma la luz al rebotar sobre éste, se deduce la distancia a la que se encuentra el objeto.

1.2.2 ELEMENTOS DE CONTROL.

1.2.2.1 Pantallas Táctiles

Una pantalla táctil (touchscreen en inglés), como su nombre lo indica trabaja a través de toques manuales directos o por medio de un lápiz óptico sobre su superficie, con el objetivo de ingresar datos o dar órdenes a un determinado dispositivo como periférico de entrada. De la misma forma una pantalla táctil es posible usarla como periférico de salida, al mostrar resultados que se hayan introducido previamente como periférico de entrada.

Las pantallas táctiles más utilizadas, se describen a continuación:

- Resistiva
- Capacitiva
- Onda acústica superficial.

- **Resistiva**

Las pantallas táctiles resistivas, están conformadas por dos capas de material conductor transparente, con una cierta resistencia a la corriente eléctrica separadas por espaciadores, a su vez en la capa de la parte superior se encuentra una pantalla protectora a los arañazos. Cuando el dispositivo está funcionando, se hace circular una corriente eléctrica a través de las dos capas, y cuando un usuario toca la pantalla, las dos capas hacen contacto en ese punto exacto, produciendo un cambio en la resistencia y a continuación se hace un cálculo de las coordenadas del punto de contacto por el ordenador o dispositivo

de control. Una vez que las coordenadas se conocen, un controlador especial traduce el toque en algo que el sistema operativo pueda entender.

En la figura1.22, se muestra las partes constitutivas de una pantalla táctil resistiva, con el efecto producido sobre la misma a través de un toque del usuario.

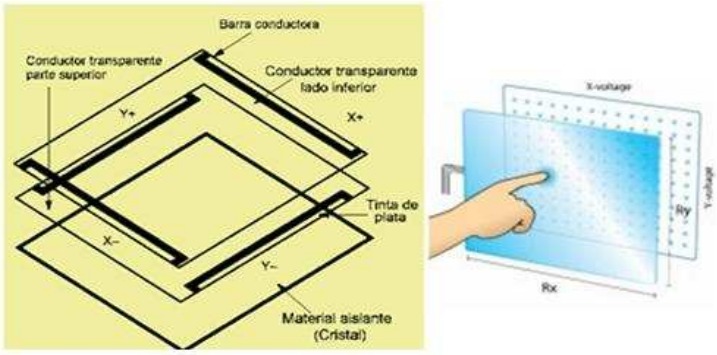


Figura 1.22 Pantalla táctil resistiva.

- **Capacitiva**

Las pantallas táctiles capacitivas poseen un cristal impregnado con óxido de indio y estaño, la corriente eléctrica pasa por esta capa hasta un sensor y se carga de una determinada cantidad de electrones. La conductividad eléctrica de la piel humana hará variar esta capacitancia y generará una distorsión, midiendo esta distorsión se puede ubicar con precisión el dedo humano.

Este tipo de pantallas no pueden ser utilizadas con lápices ópticos, punteros u otro tipo de materiales no conductores, pero como ventajas adicionales de este tipo de pantallas es que son capaces de soportar perfectamente el polvo, humedad, electricidad estática, y que a su vez son de fácil transporte por su peso ligero.

Este tipo de pantallas pueden detectar varias pulsaciones simultáneas o gestos, lo que permite diversas formas de actuar con ellas, aumentando su capacidad para ser controladas. Las pulsaciones o gestos no requieren presión, basta con deslizar el dedo para controlar la pantalla del dispositivo. Esto hace que la impresión para el usuario sea de rapidez e inmediatez.

La figura1.23, se muestra el comportamiento de una pantalla táctil capacitiva, una vez que se produse un toque manual sobre la misma.

Figura 1.23 Pantalla táctil capacitiva.

- **Onda acústica superficial (SAW)**

Las pantallas de ondas acústicas de superficie, se encuentran constituidas por dos transductores (un receptor y un emisor) colocados a lo largo de los ejes X e Y de la placa de cristal, por las cuales se emiten ondas acústicas en forma discontinua en forma de trenes de pulsos, para ser dispersadas por la superficie de la pantalla rebotando en uno de los reflectores acústicos, durante un tiempo de propagación. Al momento de que un usuario hace contacto con la superficie de la pantalla, el dedo absorbe una parte de la potencia acústica, atenuando la energía de la onda, inmediatamente el circuito controlador mide el momento en que recibe una onda atenuada y determina las coordenadas del punto de contacto. Además de la detección de posición de las coordenadas X e Y, las pantallas de ondas acústicas de superficie tienen la capacidad de detectar el eje Z (profundidad), o la presión aproximada que se ha ejercido sobre la pantalla.

Este tipo de pantallas tienen un rendimiento de luz del 100 por ciento y una claridad de imagen perfecta. Esto hace que el sistema de ondas acústicas de superficie sean comúnmente usadas en donde se necesita una mejor visualización gráfica.

La figura 1.24, muestra una pantalla táctil del tipo SAW, con sus partes constitutivas, y su funcionamiento.

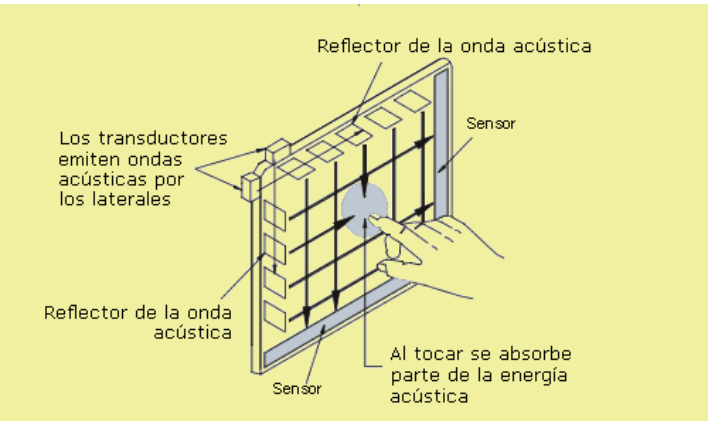


Figura 1.24 Funcionamiento de una pantalla táctil del tipo SAW

1.3 SISTEMAS COMPLEMENTARIOS

1.3.1 SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO

El sistema de aire comprimido, es esencial en las etapas de ingreso de cajas y selección, ya que se usan cilindros neumáticos, por tanto a continuación se describe los componentes utilizados para la correcta generación de aire comprimido, que alimente a los actuadores neumáticos antes mencionados, como lo muestra la figura 1.25.

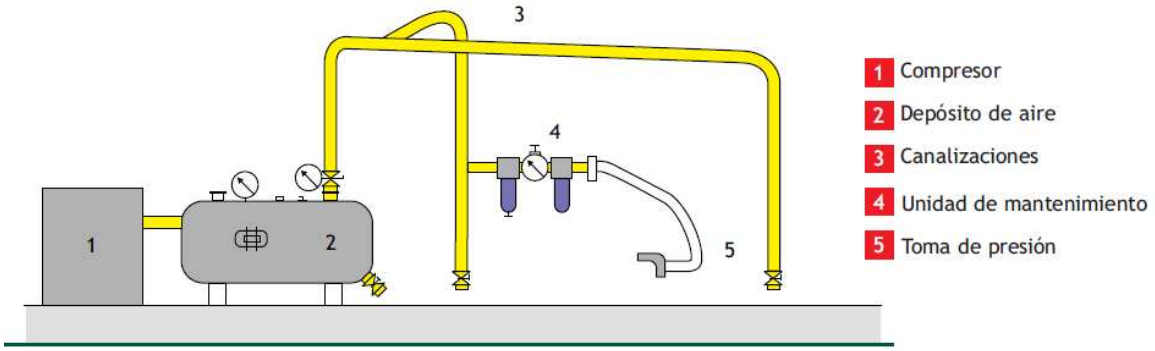


Figura 1.25 Sistema de aire comprimido.

1.3.1.1 El compresor

Es un dispositivo que transforma la energía mecánica o eléctrica proveniente de un motor en energía de presión, es decir, el compresor toma el aire de la

atmósfera, y lo comprime aumentando su presión hasta la presión de funcionamiento requerida por la instalación.

1.3.1.2 Refrigeradores o Intercambiadores de Calor

Son dispositivos encargados de refrigerar el aire comprimido, y se encuentran formados por una serie de tubos por los que circula el aire comprimido que intercambia calor con el fluido exterior, provocando el enfriamiento y secado del fluido de trabajo, lo cual genera condensado en forma de agua que hay que eliminar a través de la purga. Este enfriamiento puede realizarse por aire o por líquido.

1.3.1.3 El Acumulador

Es el depósito hermético que recibe el aire a presión almacenándolo hasta que sea requerido su uso, de tal manera que se evita el trabajo continuo del compresor, salvo si se detecta presiones menores en el depósito. En el acumulador generalmente se puede encontrar, una válvula de cierre, válvulas de seguridad (para evitar sobrepresiones), manómetro (para medir la presión), un termómetro y una purga (para evacuar el agua condensada).

1.3.1.4 Unidad de tratamiento

Está constituida de los distintos dispositivos encargados de tratar aire, antes que éste ingrese a la instalación neumática, permitiendo minimizar posibles daños. En la figura 1.26 se muestra una unidad de mantenimiento de la compañía Festo y su símbolo normalizado.

Dentro de la unidad de tratamiento de aire se puede incluir:

- *Filtro:* para eliminar partículas de aire procedentes de la atmósfera o de secciones anteriores del circuito.
- *Regulador de presión.-* es una válvula que ajusta la presión de salida al valor adecuado. La presión de trabajo en procesos industriales suele ser de unas 6 a 7 bares.

- *Lubricador.-* es el elemento encargado de mezclar el aire con minúsculas gotas de aceite para minimizar los rozamientos de los elementos móviles que causan el deterioro de las partes móviles del circuito.

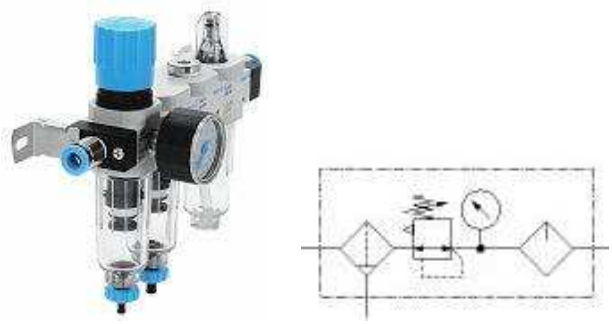


Figura 1.26 Unidad de tratamiento. Y su símbolo normalizado

1.3.1.5 Accesorios de una instalación neumática

- *Las tuberías y los conductos.-* Son los elementos por los que se canaliza y distribuye el aire a toda la instalación ver la figura 1.27.

Figura 1.27 Rollo de tubería de poliuretano.

- *Conectores neumáticos.-* Permiten la unión, segmentación y ampliación de uno o varias secciones de una instalación neumática. Los elementos más comúnmente utilizados son: codos, uniones, pasa muros., como los mostrados en la figura 1.28.

Figura 1.28 Conectores neumáticos.

CAPÍTULO 2

CAPÍTULO 2

DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES MECÁNICOS DEL SISTEMA DE PESAJE DINÁMICO (S.P.D.)

En el presente capítulo se hace una explicación detallada de cada uno de los componentes mecánicos, que en conjunto forman el Sistema de Pesaje Dinámico (S.D.P.), y su función dentro de los tres subprocesos principales, los cuales son enunciados en la Figura 2.1 mediante el siguiente diagrama de bloques:

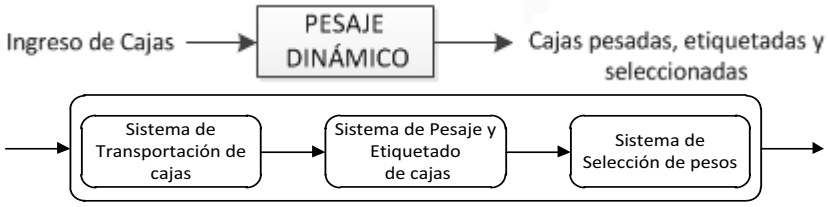


Figura 2.1 Diagrama de Bloques del Sistema de Pesaje Dinámico (S.P.D).

La Figura 2.2 muestra un diagrama esquemático del sistema de pesaje implementado, donde se mencionan las tres etapas que lo conforman.

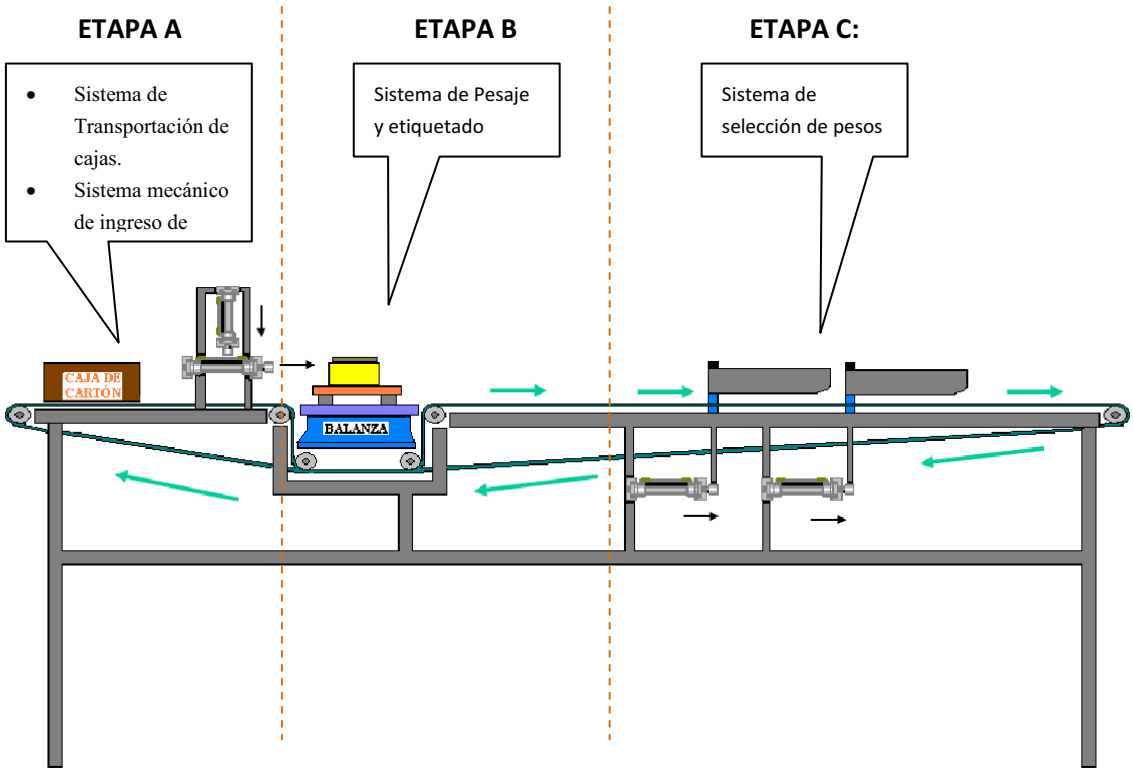


Figura 2.2 Esquemático del S.P.D.

2.1 SISTEMA DE TRANSPORTACIÓN

El sistema de transportación, corresponde a la primera etapa (A) del S.P.D., está conformado por dos subprocesos:

- Sistema de transportación de cajas, y
- Sistema de ingreso de cajas.

2.1.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE TRANSPORTACIÓN DE CAJAS

Este sistema está constituido por una cinta transportadora de PVC lisa color verde, la cual tiene una cobertura interna tejida en poliéster, la cual es usada en el transporte de alimentos, debido a su gran resistencia a distinto tipos de aceites, grasas minerales y abrasión. Además, la banda transportadora usada en el S.P.D. tiene la longitud necesaria para realizar la transportación de cajas, y a su vez, se encuentra tendida sobre láminas de acero inoxidable, con el objetivo de evitar cualquier deformación de la banda durante el proceso de pesaje.

En la figura 2.3 se muestra el sistema transportador del S.P.D.

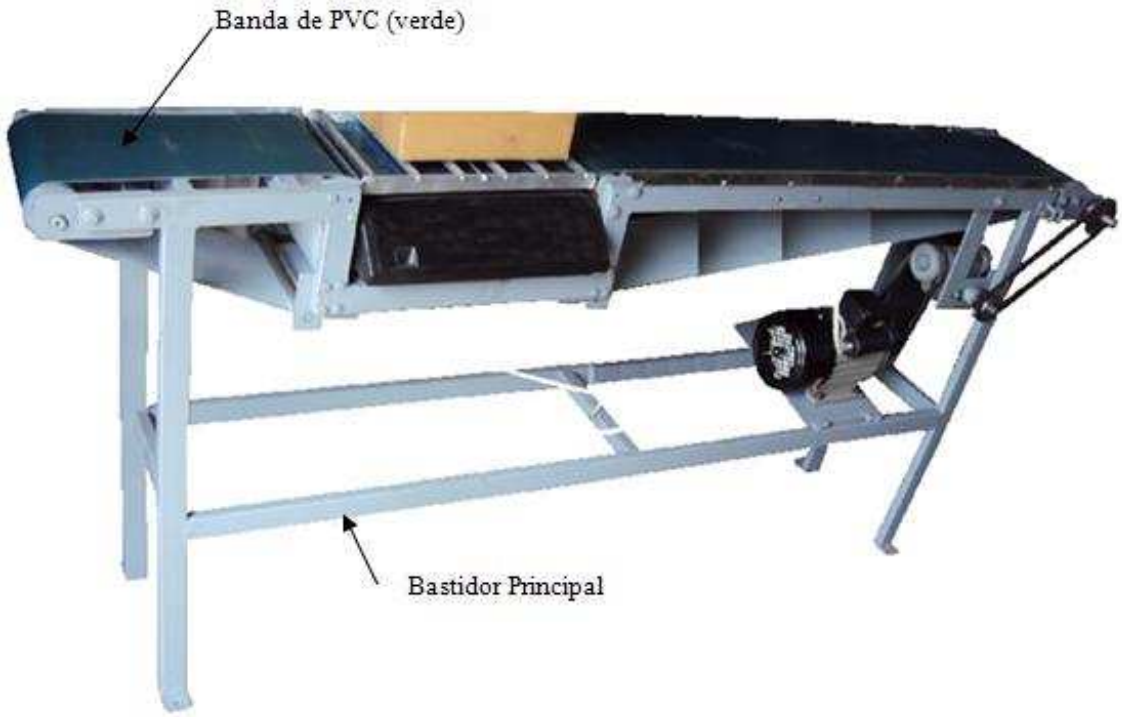


Figura 2.3 Sistema transportador del S.P.D.

El bastidor principal está construido por perfil de acero inoxidable, que permite la rigidez necesaria para un trabajo óptimo de la cinta transportadora.

Dentro de este sistema, se ubica una sección intermedia dispuesta para colocar la balanza electrónica para el proceso de pesaje, de tal forma que ésta no se vea afectada por las fricciones y esfuerzos propios al movimiento de la banda, con el objetivo de minimizar el error producido durante el pesaje, de tal manera que el valor enviado a las tarjetas electrónicas de control y computador a través del HMI no generen datos no fidedignos e incompletos que afecten a todo el proceso

El elemento motriz de la cinta transportadora es un motor monofásico de 1/2 HP de potencia, con un reductor de 1 a 40 de 3/4 HP acoplado a su eje (Figura 2.4 a), con las protecciones necesarias para un trabajo continuo, siendo accionado al definir el modo de trabajo manual o automático por medio de la pantalla táctil del tablero de control.

Además, se usa un segundo motor de 100 Watts al que se anexa a su eje un rodillo de acero inoxidable que permite evacuar las cajas en el proceso de selección de cajas (Figura 2.4 b). Este motor sólo es activado en el instante que el microcontrolador analice a que rango de peso pertenece la caja introducida, y a qué tipo de clasificación debe ir, y éste se desactiva una vez que uno de los sensores de clasificación de la señal que se ha evacuado la caja por una de las rampas completando un ciclo del S.P.D.

Figura 2.4 **a)** Motor principal **b)** Motor secundario

En la tabla 2.1 se presenta los valores de placa de los motores utilizados en el sistema de transportación.

Característica de los motores	
Motor de la banda transportadora (Principal)	Motor 2 (Selección de cajas)
Marca: Rong Long. Tipo: TCC1/2-4 Clase: B Potencia: 1/2 HP Voltaje: 110 / 220 Voltios Corriente: 8.6 / 4.3 Amperios Frecuencia: 60 Hz Velocidad: 1680 rpm Números de polos: 4 Temperatura de trabajo(Time rise): 80°C STC: 400μF	Marca: FDM. Modelo: FM 10100 Potencia: 100 W Voltaje: 110 Voltios Corriente: 1.0 Amperios Frecuencia: 50 / 60 Hz Velocidad: 6000 / 7000 rpm
MOTORREDUCTOR: 1 a 40 de ¾ HP	

Tabla 2.1 Características de Motores y Reductor

2.1.2 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE INGRESO DE CAJAS.

Corresponde a un subproceso de la primera etapa (A) y es el principal condicionante del Sistema de Pesaje Dinámico, debido que al tener un sensor infrarrojo (sensor de entrada) permite hacer una detección de la presencia de una caja en la banda transportadora, y una vez detectado el mencionado elemento se activan secuencialmente los cilindros neumáticos como los que se muestran en la Figura 2.5 a y Figura 2.5 b respectivamente, los que son utilizados para ingreso de cajas hacia la etapa de pesaje con un primer movimiento vertical en el eje Y, y en el eje X paralelo al movimiento de la banda en un segundo desplazamiento.

Figura 2.5 **a)** Cilindro neumático movimiento Y **b)** Cilindro neumático movimiento X

El funcionamiento del mecanismo de ingreso de cajas, se los hace a través de dos cilindros de doble efecto, comandados por electroválvulas de 5/2 normalmente cerrada como la mostrada en la Figura 2.6, las que son accionadas por las tarjetas de control dedicadas, ya sea desde el tablero de control o a través del HMI de acuerdo al modo de trabajo que se seleccione previamente.

Figura 2.6 Electroválvula 5/2 normalmente cerrada

Las principales características de las electroválvulas seleccionadas son:

Voltaje de operación: 110 VAC, (50/60) Hz.

Potencia de consumo: 6 V.A.

Rango de presión de trabajo: 0-100PSI

- **Cilindro neumático para el movimiento eje Y**

Este cilindro, se encuentra ubicado en un marco del bastidor principal del sistema de transportación, de tal forma que en el avance y retroceso de éste no se produzcan movimientos oscilatorios o de pandeo, que con el tiempo produzcan la deformación del vástago del cilindro.

La disposición del cilindro para el movimiento en el eje Y se muestra en la Figura 2.7

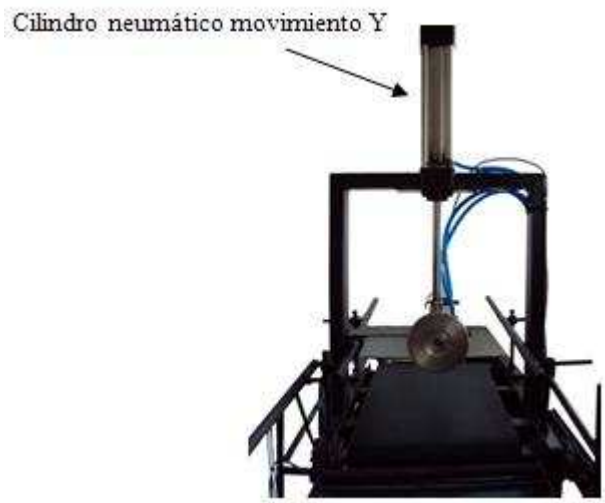


Figura 2.7 Cilindro neumático desplazamiento vertical (Y).

Este cilindro puede trabajar tanto en el modo manual o automático, como se describe a continuación: En el modo automático, es posible ponerlo en marcha una vez que el sensor de entrada ha detectado la presencia de una caja. De acuerdo a su ubicación, el vástago de este cilindro permite hacer únicamente los desplazamientos verticales (eje Y), en el avance se lo hace de forma controlada por medio de un regulador de velocidad, mientras que para el retroceso se lo hace únicamente cuando la banda transportadora se encuentre libre o se haya evacuado una caja de forma satisfactoria. Mientras que en el modo manual este cilindro, es activado por medio de la pantalla táctil de acuerdo a la necesidad del operador.

- **Cilindro neumático para el movimiento eje X**

Este actuador, se encuentra acoplado al extremo del vástago del cilindro neumático de movimiento en el eje Y, y su funcionamiento permite desplazamientos paralelos al movimiento de la banda transportadora, la Figura 2.8 muestra la disposición del cilindro neumático para el movimiento en el eje X.

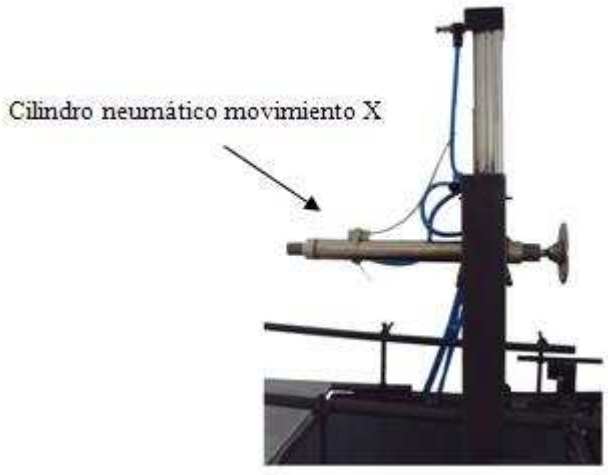


Figura 2.8 Cilindro neumático desplazamiento horizontal (X).

Este cilindro tiene un funcionamiento similar tanto en modo automático como en manual de la siguiente forma, en un primer avance, la carrera de su vástago es controlado a través de un sensor magnético ubicado en su estructura para ubicar la caja en el centro de la balanza; y en el segundo avance lo hace de forma completa para impulsar la caja fuera de la etapa de pesaje una vez que ya se ha etiquetado, hacia la siguiente etapa de S.P.D.

2.2 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE PESAJE Y ETIQUETADO

El sistema de pesaje y etiquetado, corresponde a la segunda etapa (B) del sistema de pesaje dinámico, y se encuentra formada por dos subprocesos para obtener los valores de: clase de producto, peso, precio y clasificación que se está procesando; todos estos valores, pueden ser visualizados en todo momento por el operador en la pantalla touch screen del tablero de control o a través del monitor de la computadora vía HMI. Los subprocesos del sistema de pesaje y etiquetado son los siguientes:

- Proceso de Pesaje
- Proceso de Impresión de etiquetas.

2.2.1 PROCESO DE PESAJE

La etapa de pesaje la conforma principalmente la balanza electrónica, y se encuentra en una sección intermedia del bastidor del sistema de transportación.

Este instrumento, tiene dentro de la plataforma de pesaje una reja de mini rodillos de acero inoxidable que permiten la reducción de fricción cuando se evacua una caja pesada hacia la última etapa de selección. En la Figura 2.9 se muestra la disposición del proceso de pesado, y la ubicación de la balanza electrónica.

Figura 2.9 Elementos mecánicos del sistema de pesado.

La balanza electrónica usada para el pesaje, está constituida por una celda de carga a deflexión o doblado como lo muestra la Figura 2.10 previamente acondicionada. De tal forma, que el dato que envía la balanza (en kilogramos) a los displays de visualización son reacondicionados mediante el sistema microprocesado, para ser utilizados vía puerto serial por la computadora, para procesar el dato y hacer los cálculos necesarios para la etapa de etiquetado.

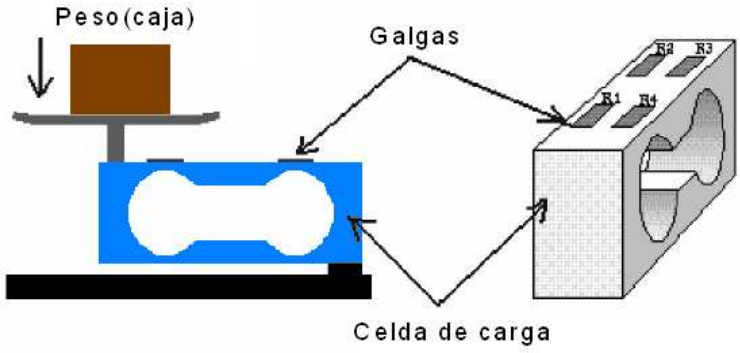


Figura 2.10 Medición de Peso mediante celda de carga

Las especificaciones de la balanza electrónica utilizada, se detallan en la tabla 2.2

Modelo	ACS-30
Capacidad	30 Kg. x 0,005 Kg.
Tara máx.	30 Kg.
Resolución	1/6000
Tamaño del Plato (en acero inoxidable)	240 x 340 mm
Pantalla	LED 5 dígitos para peso, 5 dígitos para precio unitario, 6 dígitos para precio total.
Fuente de poder	AC 110/120V , 50/60 Hz DC 6V4AH
Consumo aproximado	Aproximadamente 7 W
Rango de Temperatura	1º C ~ 40° C
Humedad	≤ 90% RHM
Dimensión	350 X 320 X 130 mm
Peso	4.5 KG
Prestaciones Adicionales	Indicador de estabilidad, Posibilidad de almacenar 50 precios, Batería recargable (100horas en modo stand by , y 36 horas con peso continuo) o AC/DC adaptador(incluido), Auto apagado (seleccionable) Indicador de batería baja

Tabla 2.2 Características de la balanza electrónica.

El proceso de pesaje, se lo hace con el condicionante que cada caja ingresada debe ser detectada, a través del sensor infrarrojo GP2Y0A21YK (sensor balanza) ubicado en la etapa de pesaje que permite hacer la detección de presencia por medio del sensado de la distancia existente entre la caja y el sensor. El proceso de detección de cajas, se lo explica de forma detallada en el capítulo número 3, correspondiente al Diseño y Automatización del Sistema de Pesaje Dinámico.

2.2.2 PROCESO DE IMPRESIÓN DE ETIQUETAS

La impresión se la hace con una impresora térmica (Figura 2.11), ubicada en un soporte adjunto al bastidor principal del sistema de transportación, de manera que el proceso de etiquetado esté próximo al sistema de pesaje.

Figura 2.11 Impresora térmica Zebra Lp2844

Esta impresora, se encuentra conectada al computador mediante puerto USB, siendo controlada a través del interface hombre máquina del S.P.D., diseñado en Visual Basic 6.0. En la tabla 2.3 se muestra las características de la impresora aplicada en este proceso.

Modelo	**Zebra Lp2844**
Tipo de impresora	Impresora de etiquetas - térmico directo - monocromo
Dimensiones (Ancho x Profundidad x Altura)	20.1 cm x 23.8 cm x 17 cm
Peso	1.4 Kg.
Velocidad de impresión	Hasta 102 mm/s - B/W
Interfaz	Paralelo, serial, USB
RAM instalada (máx.)	256 KB (512 KB) - SDRAM
Memoria flash instalada (máx.)	512 KB (1 MB)
Simulación idioma	EPL2
Alimentación	CA 120/230 V
Requisitos del sistema	Microsoft Windows NT 4.0, Microsoft Windows 95/98/ME/2000/XP
Peso	4.5 KG

Tabla 2.3 Especificaciones de la impresora Zebra LP2844

Dentro de esta etapa, se diseñó un sistema de seguridad audible de apoyo para el operador por medio de una bocina en el panel de control, con el objetivo de que éste se encuentre al tanto del tiempo con el que cuenta para etiquetar una caja pesada.

Las etiquetas impresas (Figura 2.12) están diseñadas de tal manera que contengan toda la información necesaria de cada caja, para poder ser etiquetada por el operador, y que posteriormente pueda ser seleccionada como producto terminado.

Figura 2.12 Etiqueta adhesiva diseñada.

Es importante resaltar que una vez evacuada una caja del proceso, la impresora en todo momento se encuentra lista para una nueva impresión, sin que exista una intervención manual del operador sobre la impresora, es decir, la etapa de impresión en el S.P.D. se la hace de una forma continua y automática.

2.3 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE SELECCIÓN DE PESOS

El sistema de selección de pesos correspondiente a la tercera y última etapa (C), está implementada por dos banderas de accionamiento neumático, usadas en la selección de peso 1, y selección de peso 2, como se muestra en la Figura 2.13.

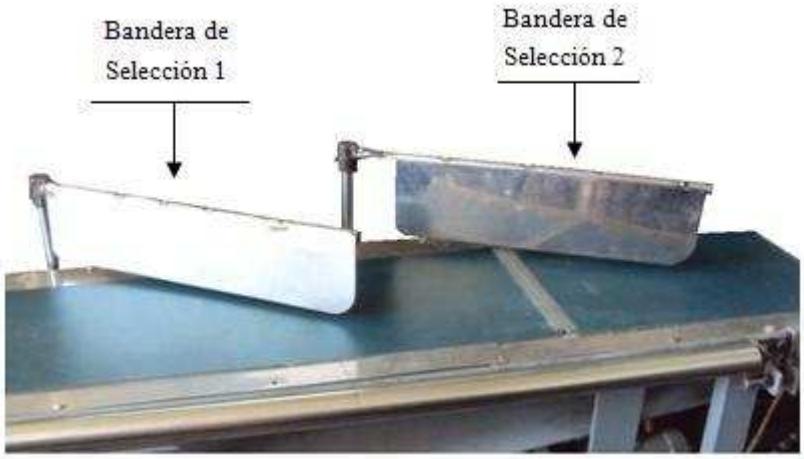


Figura 2.13 Implementación de las banderas accionadas neumáticamente.

Estas banderas de selección están adjuntas al bastidor de la banda transportadora, y son accionadas mediante cilindros neumáticos de doble efecto, comandadas por señales enviadas de forma automática por el microprocesador o por el operador desde el tablero de control, con la posibilidad de regular manualmente el ángulo de desvío de las banderas a través de prisioneros de ajuste, en el caso de utilizar otra tipo de cajas a ser pesadas, y mediante reguladores de velocidad en la avance y retroceso de la carrera del cilindro neumático, como lo muestra la Figura 2.14.

Figura 2.14 Estructura mecánica de las banderas selectoras.

Como complemento del proceso de selección de pesos, se usan dos rampas selectoras con un sensor infrarrojo en cada una (sensor clasificación uno y sensor clasificación dos), y que en conjunto permiten evacuar y detectar que una caja se ha seleccionado de acuerdo a su peso.

En esta etapa se usa un rodillo accionado por el motor de 100 Watts, con el objetivo de evacuar las cajas ya etiquetada y seleccionada de una forma más rápida y eficiente, y así mejorar el número de cajas procesadas.

En la Figura 2.15 se muestra las rampas de selección.

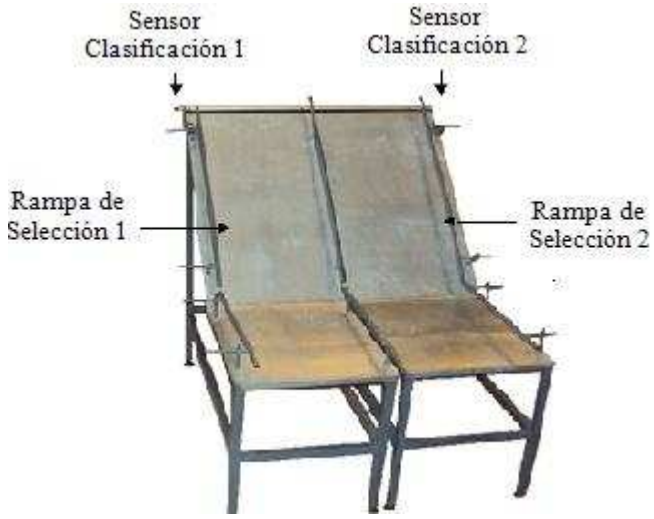


Figura 2.15 Estructura rampas de selección.

La figura 2.16 muestra en su totalidad el sistema S.P.D. implementado, el cual consta de las tres etapas principales que lo componen, las cuales son:

- Sistema de transportación,
- Sistema de pesaje y
- Selección de peso.

Los subsistemas de los mismos, ya están detallados es su totalidad anteriormente.

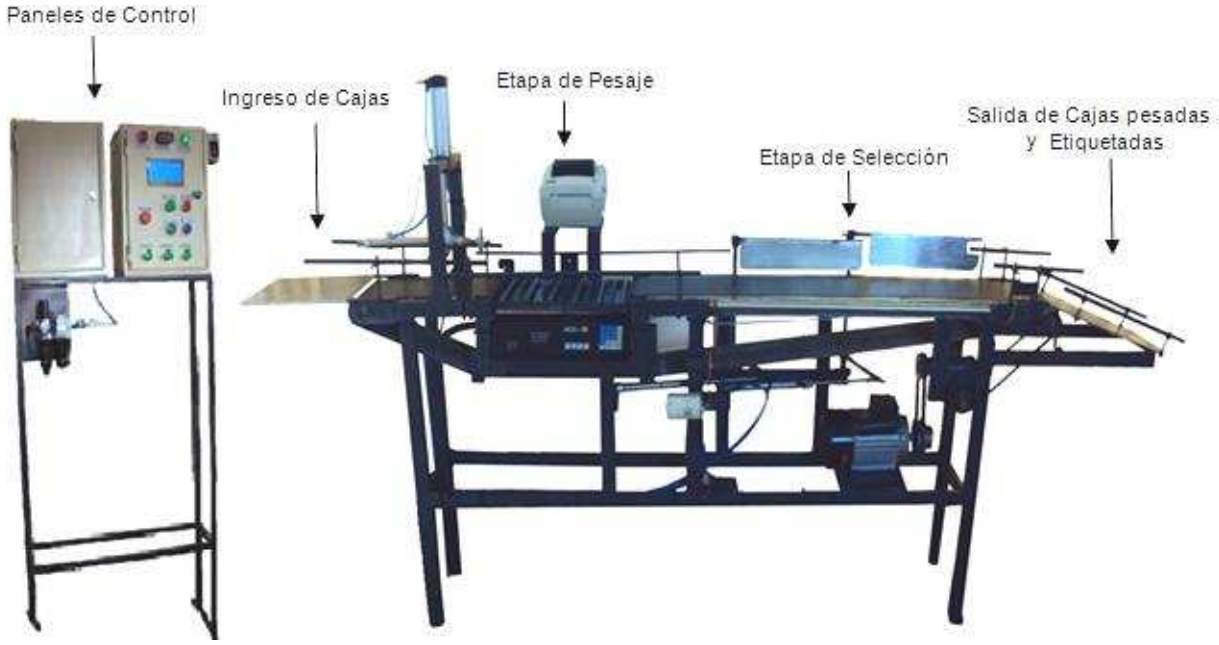


Figura 2.16 Sistema S.P.D implementado.

2.4 PANELES DE CONTROL

Los paneles de control están conformados por dos gabinetes, los cuales se encuentran colocados en una estructura metálica estable e independiente del sistema de pesaje dinámico, de dimensiones de 1,10 cm de alto, 62 cm de ancho y 18 cm de profundidad, como lo muestra la Figura 2.17.

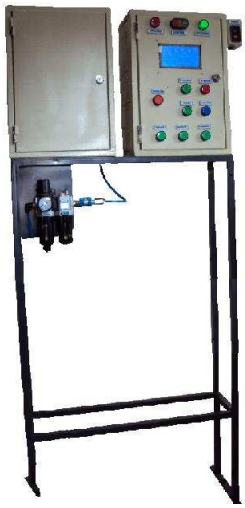


Figura 2.17. Estructura de soporte de los paneles de control.

El primer gabinete, contiene las cuatro electroválvulas que comandan a los cilindros neumáticos, y se encuentran conectadas al panel que contiene las tarjetas de control mediante borneras de riel, como se muestra en la Figura 2.18.

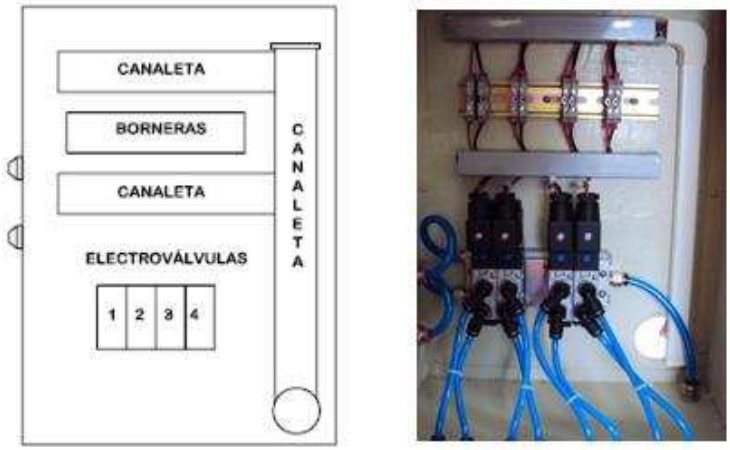


Figura 2.18 Parte interna del panel de control de electroválvulas

El segundo gabinete contiene a las tarjetas de control dedicadas y contiene todos los elementos de mando, control y visualización como son: luces piloto, pulsantes de accionamiento y energía al sistema, pantalla táctil de control.

En la Figura 2.19. Se muestra los componentes externos del panel de control principal.

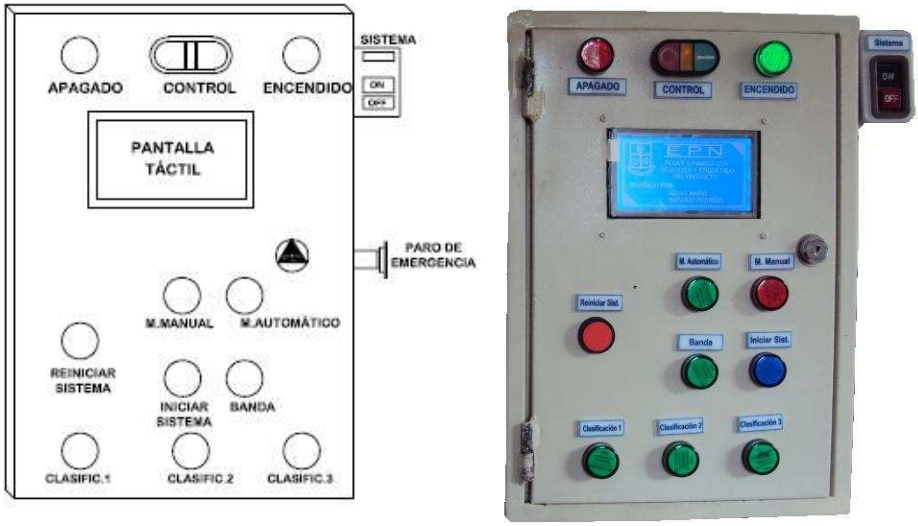


Figura 2.19 Tablero de control principal

La disposición y ubicación de los elementos internos en el tablero de control principal pueden ser visualizados mediante la Figura 2.20

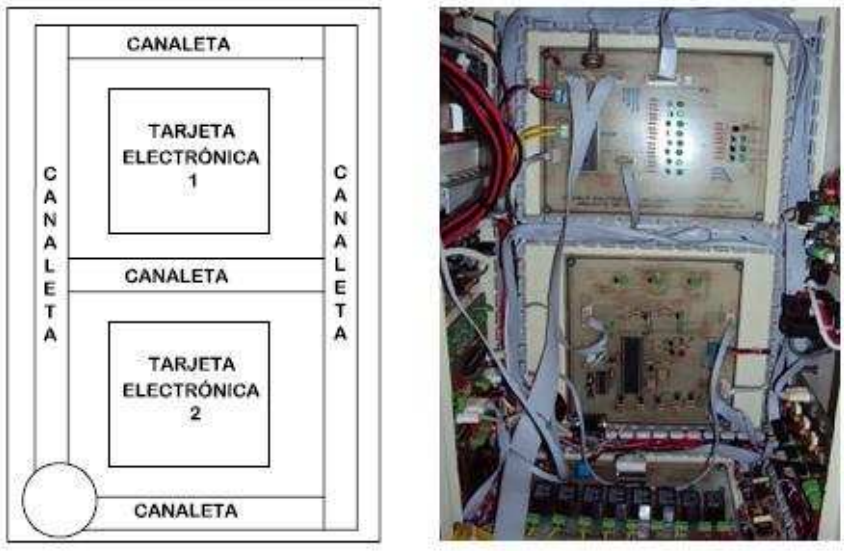


Figura 2.20. Parte interna del panel de control principal.

CAPÍTULO 3

CAPÍTULO 3

DISEÑO Y AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE PESAJE DINÁMICO

El presente capítulo explica la realización paso a paso del sistema de pesaje dinámico, empezando desde la lógica del proceso, en donde se menciona como debe ser encendido el sistema para su correcto funcionamiento, así como las partes que lo constituyen, hasta la lógica de control del sistema, que hace mención a la construcción en sí de todo el sistema de control; empezando desde la selección de microcontroladores hasta la programación de los mismos. Finalmente se explica la construcción de las placas de control dedicado.

3.1 LÓGICA DEL PROCESO

El funcionamiento del sistema de pesaje dinámico se realiza siguiendo el siguiente proceso:

- Condiciones mecánicas iniciales del sistema
- Configuración de parámetros mediante pantalla táctil o PC
- Encendido del sistema de aire a presión
- Encendido del sistema eléctrico principal
- Encendido del sistema eléctrico de alimentación de placas de control dedicado.
- Modo de operación

Todos estos pasos se realizan en orden, como se observa en la Figura 3.1.

3.1.1 CONDICIONES MECÁNICAS INICIALES DEL SISTEMA

En este punto, el operador debe revisar que el sistema cumpla con todas las condiciones mecánicas para arrancar el sistema. Los cilindros tienen conectadas dos mangueras para la entrada de aire, el sensor magnético está fijo y por encima del cilindro, los receptáculos de clasificación, pegados uno al otro pero ninguno a la cinta de transportación, y mucho menos a la banda de transmisión de movimiento del motor que ayuda a la descarga de cajas, los sensores de distancia

deben estar conectados correctamente a su respectivo cable, la balanza, en equilibrio, teniendo la burbuja de aire que lo indica en el centro, la impresora correctamente conectada a PC mediante puerto USB y el cable de alimentación a una toma de 110V, ya que ésta trabaja independientemente del conector principal del sistema, a su vez el cable serial y conector DB9, conectado a un puerto serial disponible de PC, siendo necesario especificar qué número de puerto es, dentro del HMI.

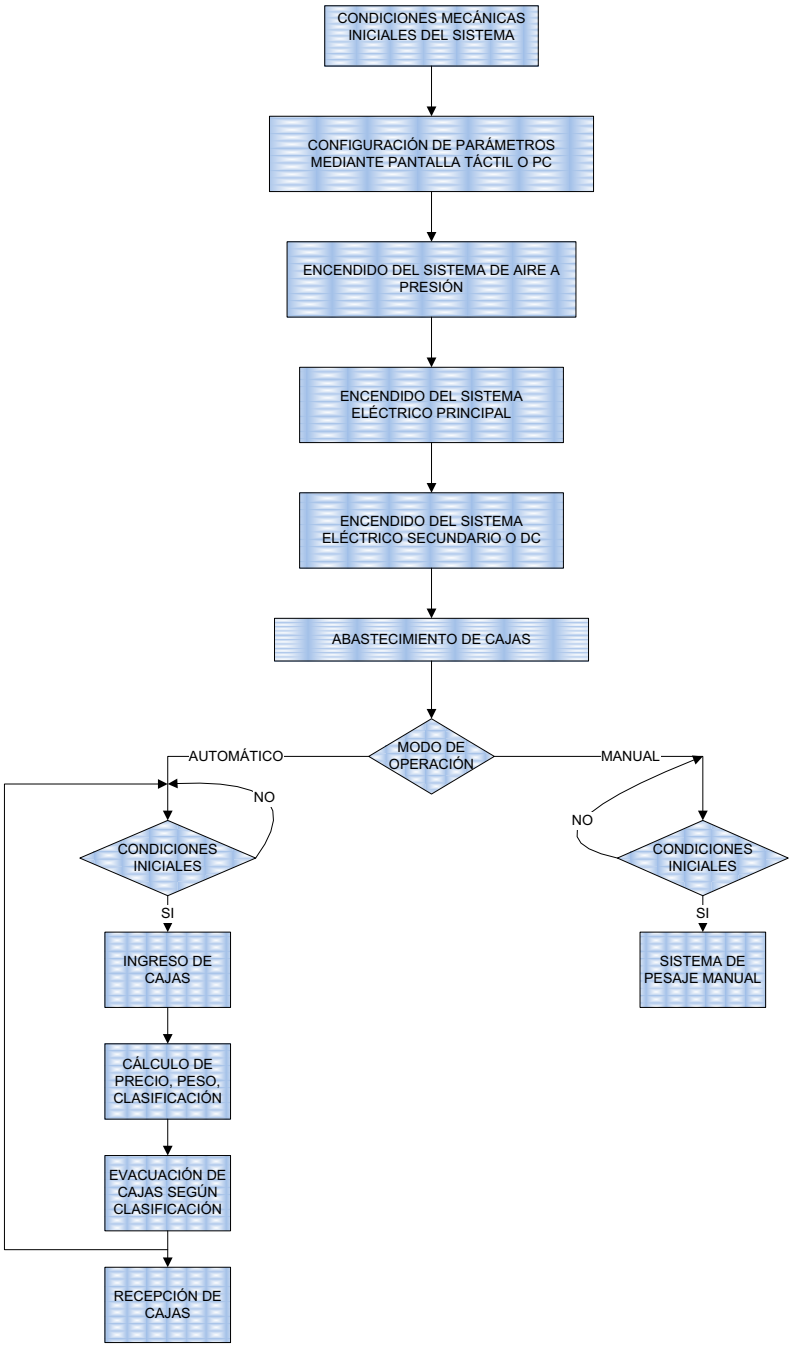


Figura 3.1 Diagrama de flujo de lógica de proceso

3.1.2 CONFIGURACIÓN DE PARÁMETROS MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL O PC

Antes de arrancar el sistema, se debe asegurar que cuente con los datos suficientes para el correcto funcionamiento, ya que de no tenerlos, este se detendrá automáticamente.

Los datos esenciales son:

- Nombre del producto
- Precio por cada Kg
- Posición de memoria
- Tipo de clasificación
- Datos de clasificación en modo rango continuo
- Datos de clasificación en modo rango discreto

Con el panel de control, mediante pantalla táctil, se podrán modificar todos los parámetros, excepto, datos de clasificación en los dos modos, productos nuevos y su precio, los mismos que se los deberá hacer mediante HMI.

3.1.2.1 Descripción y manejo de la pantalla GLCD

La pantalla que se utiliza para este sistema es una LCD gráfica de 240*128 pixeles, marca JHD240128D/SHZJ2058, refiérase a la Figura 3.2, cuyo manejo se lo hace mediante conexión directa a los puertos del microcontrolador según la Figura 3.3.

Figura 3.2 LCD JHD240128D/SHZJ2058

Para obtener las gráficas deseadas, se transforma la imagen a formato bgf y mediante software de programación, para este proyecto, Bascom AVR, se

programa el microcontrolador incluyendo las imágenes a ser presentadas; éstas pueden variar y mostrarse en el momento en que se desee, únicamente manipulando la programación.

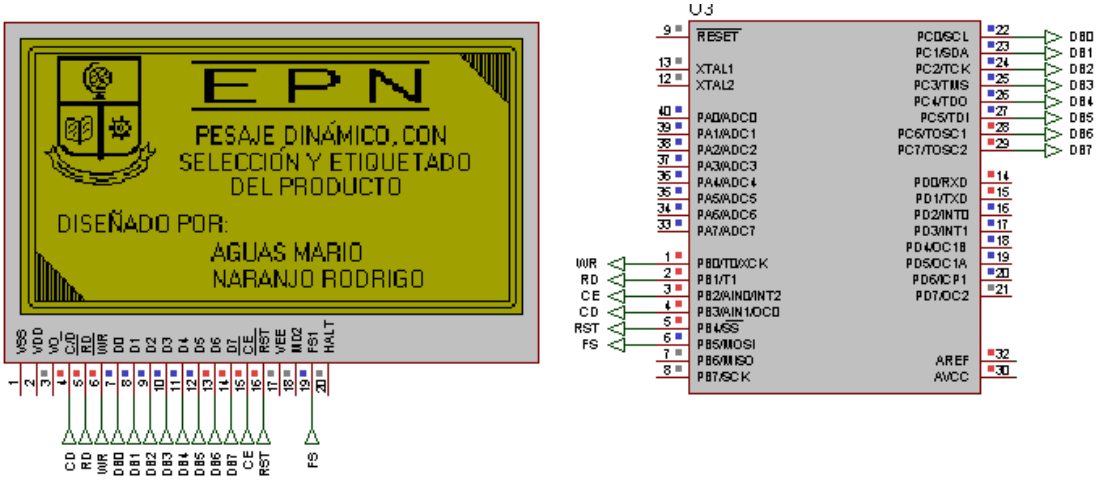


Figura 3.3 Conexión de GLCD

3.1.2.2 Descripción y manejo de la Pantalla Táctil

La pantalla táctil usada en el sistema de pesaje dinámico es de tipo resistiva, está formada por dos capas de material conductor transparente, con una cierta resistencia a la corriente eléctrica, y con una separación entre las dos capas. Cuando se toca la capa exterior se produce un contacto entre las dos capas conductoras. El microcontrolador detecta el contacto y midiendo la resistencia puede calcular el punto de contacto.

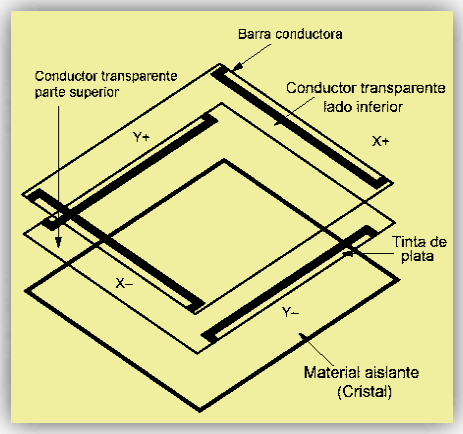


Figura 3.4 Descripción de pantalla tácti

Cada capa conductora tratada con un material conductor resistivo transparente, normalmente óxido de indio y estaño (In2O3)9(SnO2), tiene una barra conductora en dos lados opuestos como se muestra en la Figura 3.4. Una de las capas sirve para medir la posición en el eje X y la otra en el eje Y.

Conectamos la entrada X+ a un convertidor analógico-digital del microcontrolador. Ponemos una tensión entre los terminales Y+ Y- provenientes de los puertos del mismo dispositivo. El convertidor analógico-digital digitaliza la tensión analógica generada al pulsar sobre la pantalla, mide esta tensión y calcula la coordenada "X" del punto de contacto.

Después conectamos al convertidor analógico-digital el terminal Y+ y una tensión continua entre los terminales X+ y X- y repetimos el mismo proceso para calcular la coordenada "Y" del punto de contacto. Una vez obtenido el valor de X e Y se procede a verificar si están relacionados con un botón previamente dibujado en la GLCD, y de ser así, realizar la acción correspondiente.

Las pantallas táctiles resistivas tienen la ventaja de que pueden ser usadas con cualquier objeto, un dedo, un lápiz, un dedo con guantes, etc. Son económicas, fiables y versátiles. Por otro lado el tratamiento conductor de la pantalla táctil es sensible a la luz ultravioleta, de tal forma que con el tiempo se degrada y pierde flexibilidad y transparencia.

Uno de los principales inconvenientes que se les atribuye a las pantallas resistivas es su imposibilidad para detectar varias pulsaciones o multitouch, sin embargo no deja de ser una herramienta útil cuando se trata de crear un entorno amable y fácil de usar para el usuario.

3.1.3 ENCENDIDO DEL SISTEMA DE AIRE A PRESIÓN

Dado que parte del sistema incluye neumática, es indispensable una fuente de aire a presión. Éste debe ser encendido antes que la parte eléctrica, debido a que, el aire levantará el vástago, en el caso del cilindro vertical a la entrada, y contraerá el horizontal, ambos casos indispensables para la entrada de cajas. En el caso de los cilindros de clasificación, se mantendrán extendidos.

3.1.4 ENCENDIDO DEL SISTEMA ELÉCTRICO PRINCIPAL

Una vez conectado el receptor de energía a una toma de 110V, se procede a encender el paso principal de la misma, la que energizará luces piloto, sensores de distancia y ventilador. Al hacerlo se puede observar en el panel de control una luz roja encendida que significa que el sistema ha sido correctamente energizado, sin embargo, el sistema de control dedicado se mantendrá apagado.

3.1.5 ENCENDIDO DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE ALIMENTACIÓN DE PLACAS DE CONTROL DEDICADO

El sistema de control dedicado junto con la pantalla GLCD y táctil, deben ser encendidas mediante un pulsante localizado en el panel de control. Con esto se tendrá acceso al control total del sistema.

3.1.6 MODO DE OPERACIÓN

El sistema consta de dos modos de operación manual y automático, de acuerdo con el diagrama de la Figura 3.1.

Modo automático

Una vez seleccionado este modo, basta con alimentar el sistema con cajas, y todo el proceso se lo hará de forma continua. Éste incluye transportar la caja hasta la entrada de la balanza, localizar la misma en la balanza, tomar el peso, enviar estos datos a GLCD y PC, y clasificarla según corresponda, refiérase a la figura 3.5.

Modo manual

En esta operación se podrán realizar todas las acciones que la máquina es capaz de ejecutar, mediante un toque en la pantalla táctil o por HMI, estas incluyen levantar el vástago del cilindro vertical de entrada, expandir el horizontal, mover

banderas de clasificación 1 y 2, accionar la banda transportadora, tomar peso, enviar datos a PC e imprimir.

Será capaz de simular el modo en trabajo automático, pero controlado paso por paso.

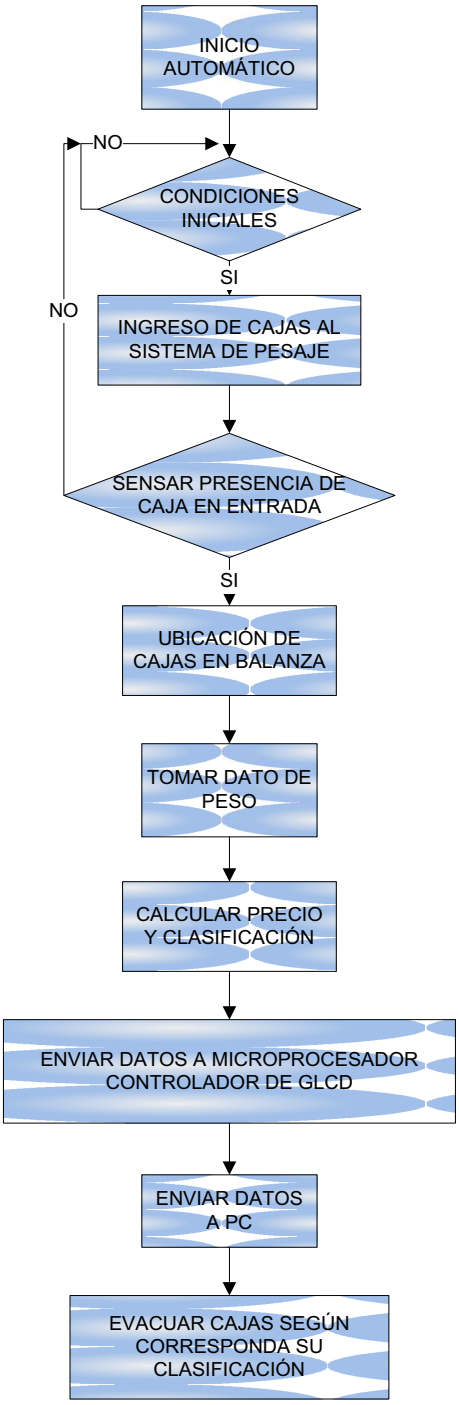


Figura 3.5 Diagrama de flujo de Inicio Automático

3.2 LÓGICA DE CONTROL DEL SISTEMA

El proceso general de control se puede describir como la obtención de cajas que se encuentran, pesadas, etiquetadas y clasificadas a partir de aquellas previamente llenas. Tal como se observa en la Figura 3.6.

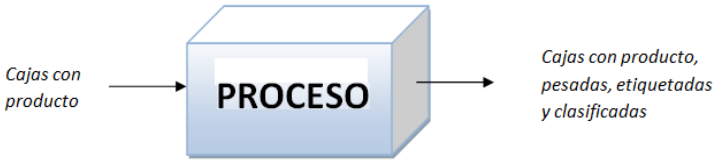


Figura 3.6 Sistema General de Control

De manera más específica el bloque PROCESO consta de cuatro subprocesos, cada uno de los cuales cumplen una función en particular. Refiérase a la Figura 3.7.

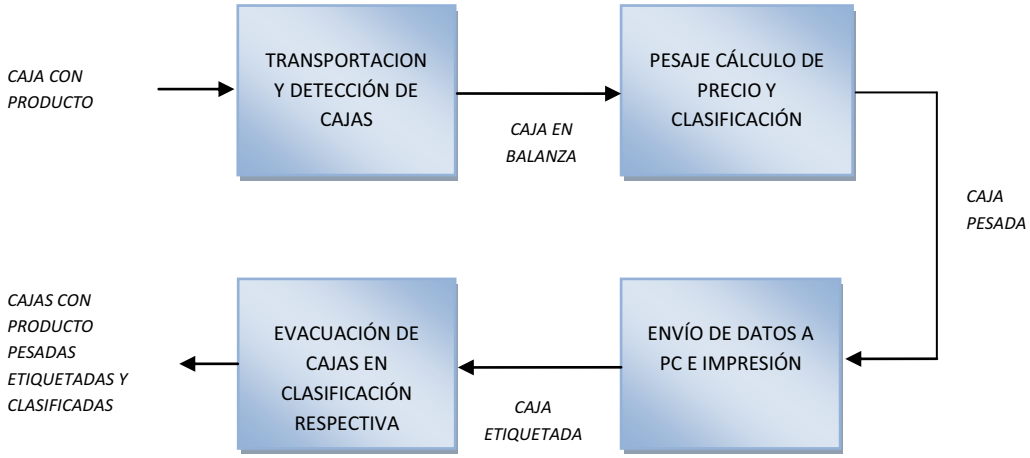


Figura 3.7 Subprocesos del sistema de pesaje

3.2.1 TRANSPORTACIÓN Y DETECCIÓN DE CAJAS

En este punto, se coloca una caja a la entrada de la banda transportadora, ésta se encargará de llevarla hasta el ingreso de la balanza, en donde un sensor

detecta su presencia y envía la señal al microcontrolador, para que éste ordene a las electroválvulas colocar la caja en posición correcta para su pesaje.

Para lograr este objetivo, se debe activar el motor que acciona la banda transportadora explicada en el capítulo 2 y detectar la presencia de cajas. En el presente proyecto se utiliza el sensor de distancia Sharp GP2Y0A21YK0F.

3.2.1.1 Características del sensor de distancia Sharp GP2Y0A21YK0F

Los sensores de distancia SHARP GP2Y0A21YK0F (ver Figura 3.8), pueden medir distancias entre 10 a 80 centímetros, el cual es un rango suficiente para que el sistema pueda identificar la presencia o no de una caja en la banda de transportación.

Figura 3.8 Sensor de distancia Sharp GP2Y0A21YK0F

La detección de la distancia entre el sensor y un objeto reflexivo lo realiza mediante una combinación integrada de PSD (Detector Sensible de Posición), IRED (Diodo emisor de infrarrojo) y un circuito de procesamiento de señal.

Una característica de estos sensores es que la señal de salida es del tipo análoga la cual varía de 3.1 V a 10 cm hasta 0.4 V a 80 cm., esta señal de salida puede conectarse a un conversor analógico-digital para guardar las medidas de distancia para un posterior procesamiento, o también dicha salida puede conectarse a un comparador para obtener una señal discreta cuando la distancia supere a un valor umbral.

El sensor de distancia utiliza 3 pines para su operación. En la Figura 3.9 se muestran sus dimensiones físicas; además la salida de voltaje corresponde a la distancia medida, así que este sensor también puede usarse como un sensor de proximidad.

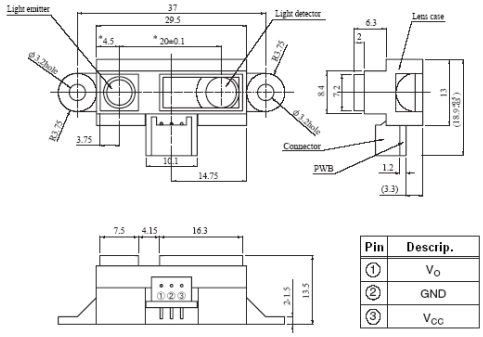


Figura. 3.9 Dimensiones del Sensor de Distancia SHARP GP2Y0A21YK0F

En la Figura 3.10 se muestra la arquitectura interna a la cual funciona el sensor; hay que tomar en cuenta que factores externos como: la variedad del material del objeto (vidrio, madera, metal, etc.), temperatura ambiental o el tiempo de operación no son factores que limitan al sensor al momento de tomar una medición, debido a que el sensor adopta un método de triangulación para realizar dichas medidas.

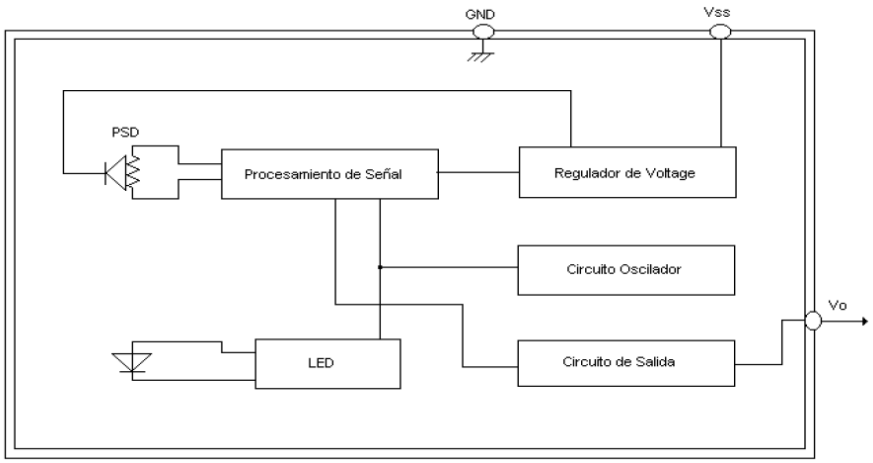


Figura 3.10 Arquitectura Interna del Sensor de Distancia SHARP GP2Y0A21YK0F

En la Figura 3.11 se ilustra la curva característica del sensor, mostrando los valores de voltaje que se obtienen dependiendo de la distancia a la cual se encuentra el objeto.

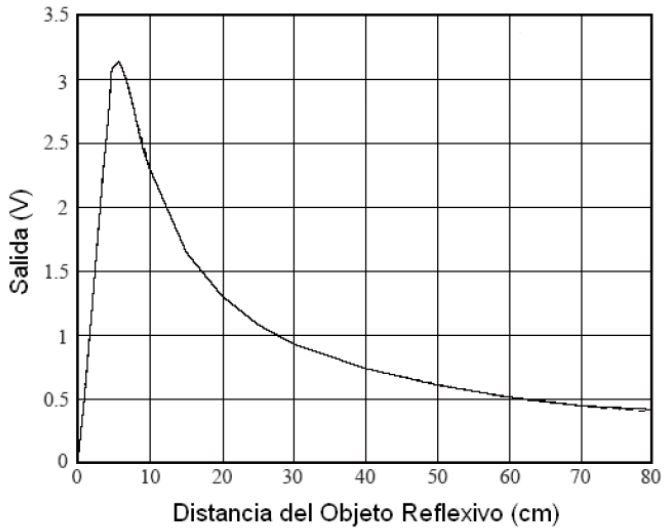


Figura 3.11 Curva característica del sensor SHARP GP2Y0A21YK0F

3.2.1.2 Acondicionamiento del sensor de distancia Sharp GP2Y0A21YK0F

Al tener una respuesta de voltaje variable dependiente de la distancia, Figura 3.11, se debe implementar un conversor analógico-digital o un comparador para obtener una señal discreta cuando la distancia supere a un valor umbral.

Debido a que el sistema necesita de cinco sensores para su correcto funcionamiento, construir un comparador requeriría de mucho espacio y su acondicionamiento no es el más eficaz, en comparación con un conversor analógico-digital, controlado por un microcontrolador.

La selección del microcontrolador dependerá de los siguientes factores:

- Número de puertos
- Número de conversores analógico-digital
- Capacidad de memoria RAM
- Velocidad de recolección de datos
- Velocidad de respuesta
- Tamaño

3.2.1.3 Descripción del microcontrolador Atmega 48

El Microcontrolador asignado para la realización del acondicionamiento de los 5 sensores SHARP GP2Y0A21YK0F, es el Atmega 48 (ver Figura 3.12), fabricado

por Atmel Corporation, ya que posee varias características que lo hacen un dispositivo versátil, eficiente y práctico, así como los factores necesarios para el cumplimiento del objetivo.

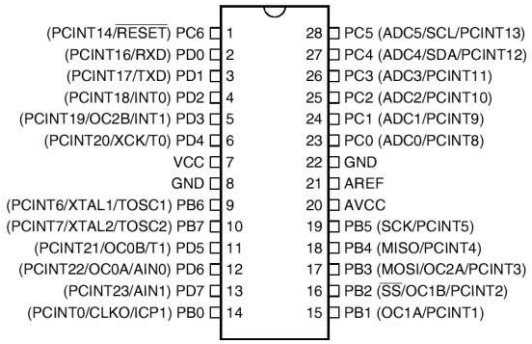


Figura 3.12 Microcontrolador Atmega 48

Algunas de las características más importantes son las que se muestran a continuación:

- Memoria de Programa tipo Flash 4K
- Memoria Datos 512 bytes
- EEPROM 256 bytes
- 22 pines de Entrada/Salida
- Encapsulado: 28 pines DIP
- Soporta Xtal 12MHz
- Voltaje de Operación: 2.0 hasta 5.5VDC
- 6 Conversores A/D de 10-bits
- 1 Módulo CCP (Captura, Comparador, PWM)
- 1 Módulo I2C
- 1 USART (Puerto Serie)
- 2 Timers de 8 bits
- 1 Timer 16 bits

Uno de los recursos más importantes que posee el Atmega 48 es su puerto (C) que puede ser configurado como entradas o salidas de datos, o conversor analógico-digital, combinado con un pequeño tamaño difícil de superar por otro microcontrolador en la realización del acondicionamiento de los sensores SHARP GP2Y0A21YK0F.

3.2.1.4 Lógica de control del microcontrolador Atmega 48

Para el correcto funcionamiento del sistema, el acondicionamiento del sensor debe ser tal que digitalice la señal emitida por éste, es decir lograr obtener potencial positivo (nivel “1”) o negativo (nivel “0”), cuando exista o no, la presencia de una caja.

Para lograr obtener este resultado el microcontrolador lee las 5 entradas analógicas activadas, compara este valor con uno ya establecido y de cumplir la condición toma la decisión de activar o no, la salida correspondiente. Refiérase a la Figura 3.13.

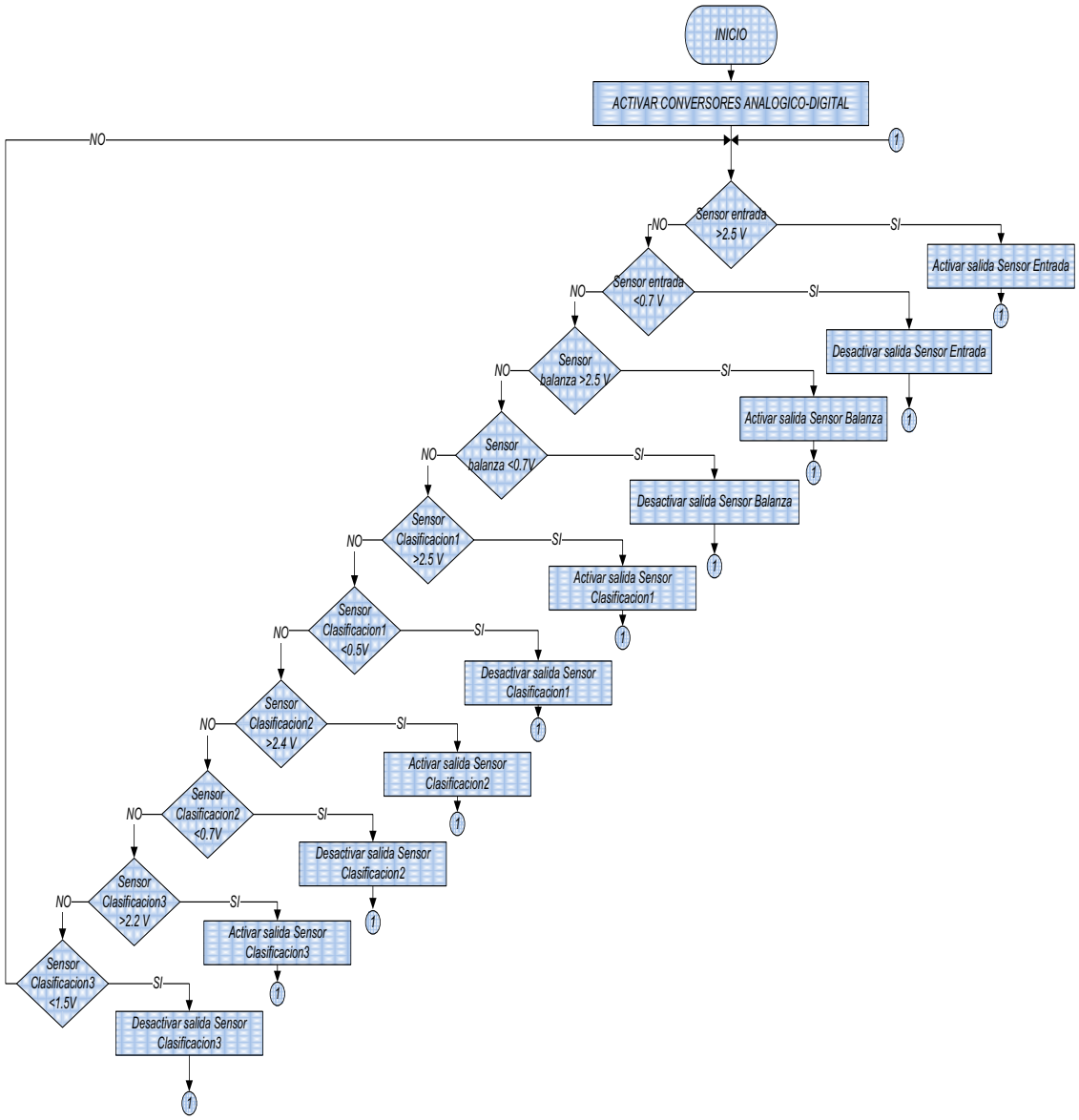


Figura 3.13 Diagrama de flujo de acondicionamiento de sensores

3.2.2 PESAJE, CÁLCULO DE PRECIO Y CLASIFICACIÓN

Con la caja en una posición adecuada, el microcontrolador lee el peso que la balanza entrega, revisa su memoria Eeprom y hace los cálculos respectivos para obtener el valor a pagar y la clasificación. Dada ésta acción, activa la electroválvula que desviará la caja hacia su respectivo lugar.

Cada una de las acciones descritas, es realizada por un conjunto de dispositivos, dispuestos ordenadamente y siguiendo un proceso inteligente.

3.2.2.1 Descripción de la Balanza ACS-30

La balanza utilizada en este proyecto es una digital de uso Comercial o Industrial, marca ACS-30 que pesa hasta 30 Kg. Posee torre con doble display, para cliente y vendedor, cada uno con 5 dígitos para precio, 5 para peso, 6 para precio total; botón de memorias, alarma de sobrepeso, batería auto recargable de 6V con autonomía de 10 h, directo a 110 V. Sensibilidad mínima de 5 gramos.

3.2.2.2 Captura de peso

Dado que la base de nuestro sistema es el pesaje de cajas, el cálculo de peso debe ser lo más exacto posible, de ahí que, si consideramos las características esenciales de la balanza dadas por el fabricante, peso máximo 30 Kg y sensibilidad mínima de 5 gramos, obtenemos una buena medición, por lo que no es necesario alterar su propia calibración, es decir que, de ser posible obtener el peso que acondicionó el fabricante, se obtendría los mejores resultados, sin necesidad alguna de hacer un acondicionamiento previo.

Conociendo que la balanza proporciona la información de peso en sus 5 display de 7 segmentos, y a su vez es duplicada en los displays de cliente, lo más acertado es tomar esta información, sin necesidad de dañar el origen, para esto se analizará como funcionan dichos display.

3.2.2.2.1 Funcionamiento de display de 7 segmentos

Internamente están constituidos por una serie de diodos LED con determinadas conexiones internas, estratégicamente ubicados de tal forma que forme un número 8. Refiérase a la Figura 3.14

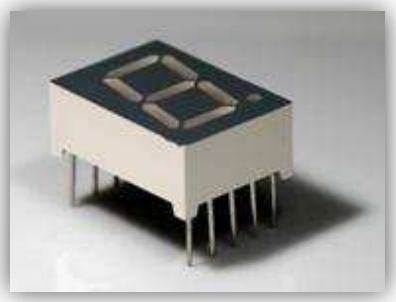


Figura 3.14 Display de 7 Segmentos

A cada uno de los segmentos que forman el display se les denomina a, b, c, d, e, f y g y están ensamblados de forma que se permita activar cada segmento por separado consiguiendo formar cualquier dígito numérico.

Los hay de dos tipos: ánodo común y cátodo común. (Figura 3.15).

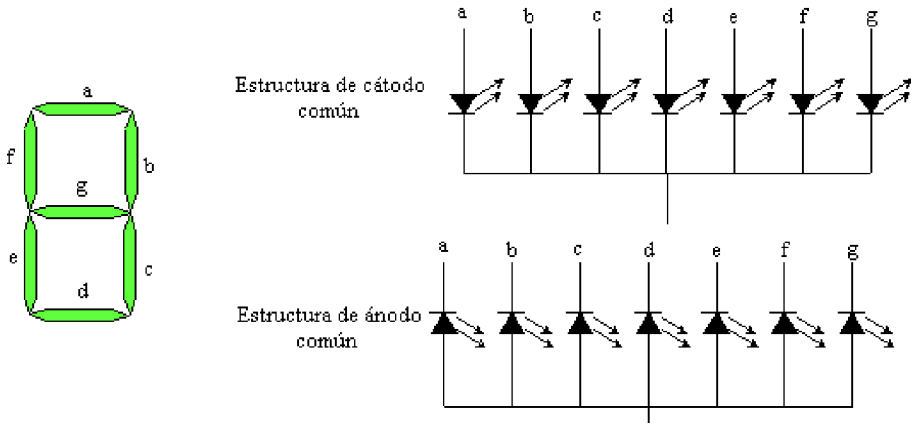


Figura 3.15 Tipos de Displays

En los de tipo de **ánodo común**, todos los ánodos de los leds o segmentos están unidos internamente a una patilla común que debe ser conectada a potencial positivo (nivel “1”). El encendido de cada segmento individual se realiza aplicando potencial negativo (nivel “0”) por la patilla correspondiente a través de una resistencia que limite el paso de la corriente.

En los de tipo de **cátodo común**, todos los cátodos de los leds o segmentos están unidos internamente a una patilla común que debe ser conectada a potencial negativo (nivel “0”). El encendido de cada segmento individual se realiza aplicando potencial positivo (nivel “1”) por la patilla correspondiente a través de una resistencia que limite el paso de la corriente.

Segmentos(√=ON)							DISPLAY		Segmentos(√=ON)							DISPLAY
a	b	c	d	E	f	g			a	b	c	d	e	f	g	
√	√	√	√	√	√		0.		√	√	√	√	√	√	√	8.
	√	√					1.		√	√	√			√	√	9.
√	√		√	√		√	2.		√	√	√		√	√	√	A
√	√	√	√			√	3.				√	√	√	√	√	b
	√	√			√	√	4.		√			√	√	√		C
√		√	√		√	√	5.			√	√	√	√		√	d
√		√	√	√	√	√	6.		√			√	√	√	√	E
√	√	√					7.		√				√	√	√	F

Tabla 3.1. Encendido de display

3.2.2.2.2 Lógica de captura de peso

Una vez conocido el funcionamiento de los displays de 7 segmentos, se procede a verificar el tipo, en este caso son de cátodo común, y la manera como se

presenta la información es mediante barrido, como se observa en la figura 3.16. El controlador que puede ser un microcontrolador o un integrado diseñado para este fin, aplica potencial negativo (nivel “0”) o positivo (nivel “1”) dependiendo del número que se desee presentar, tal como se muestra en la Tabla 3.1., y el display en el que se presenta la información es aquel que en su cátodo tenga un potencial negativo (nivel “0”), es decir el controlador de barrido escribe el dato por un lado, y por otro, que display debe mostrarlo, todo esto a una velocidad imperceptible al ojo humano, quien asume que todos los displays están encendidos al mismo tiempo.

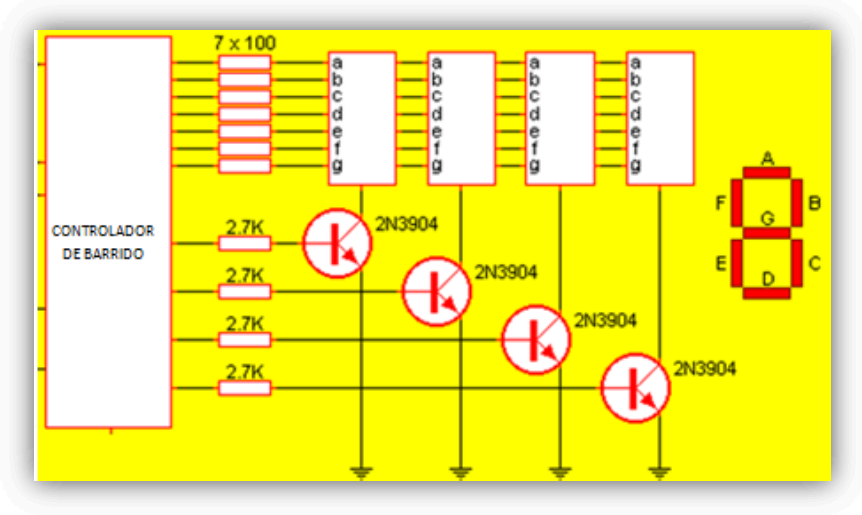


Figura 3.16 Barrido de Displays

Entendiendo el funcionamiento de la presentación de datos, basta reconocer que número es el que se está escribiendo y en cuál de los displays, es decir leer el dato, y en qué posición está colocado, conociendo así las unidades, decenas, centenas, millares y decenas de millar. Por ejemplo sí tenemos el valor de peso mostrado en la Figura 3.17 en los displays, se leerá que existe un “1” en la posición de decenas de millar, un “6” en la de millar, un “7” en las centenas, y así sucesivamente, obteniendo el valor de peso exacto que emite el acondicionamiento propio del fabricante de la balanza.

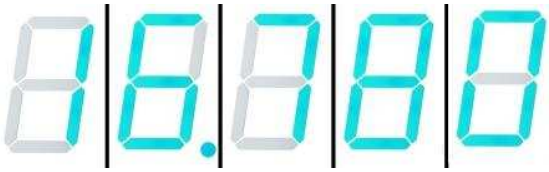


Figura 3.17 Valor ejemplo de peso

El sistema implementado para este fin consta de un microcontrolador Atmega 324p, quien realiza ésta y otras acciones que se explican más adelante.

El microcontrolador recibe los datos a,b,c,d,e,f,g de la placa del fabricante de la balanza a su puerto C, por medio de una resistencia que limita la corriente, y la información de que display está siendo activado en ese momento, a través del puerto D, como se puede observar en la Figura 3.18, en donde A,B,C,D,E,F,G representa los leds que se encienden en el display según la Figura 3.19 y W1,W2,W3,W4,W5 la orden de que display debe mostrar el correspondiente número.

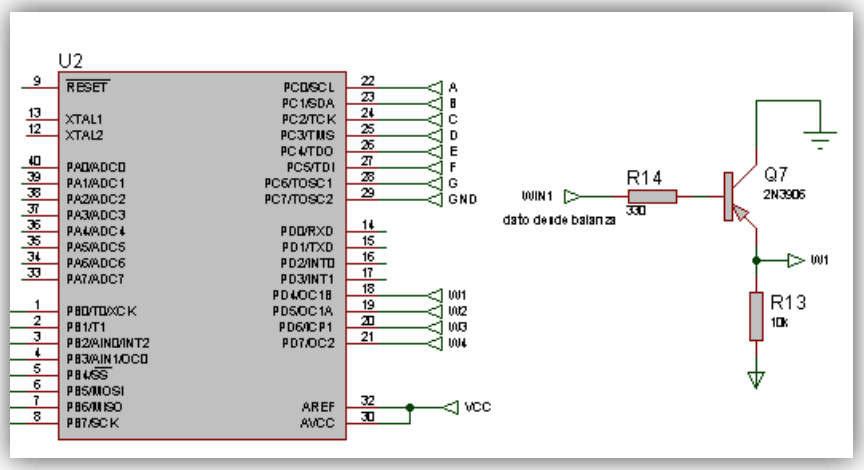


Figura 3.18 Conexión para captura de peso

La lógica de control para este efecto, es el que se observa en el diagrama de la Figura 3.19 y Figura 3.20, en donde el microcontrolador al detectar un potencial negativo (nivel “0”) en cualquiera de sus puertos, conectados al barrido de

displays, (W1, W2, W3, W4), calcula el número basándose en el valor que tiene en ese instante su puerto C, lo guarda y calcula el siguiente hasta obtener todos los dígitos que entrega la placa de displays.

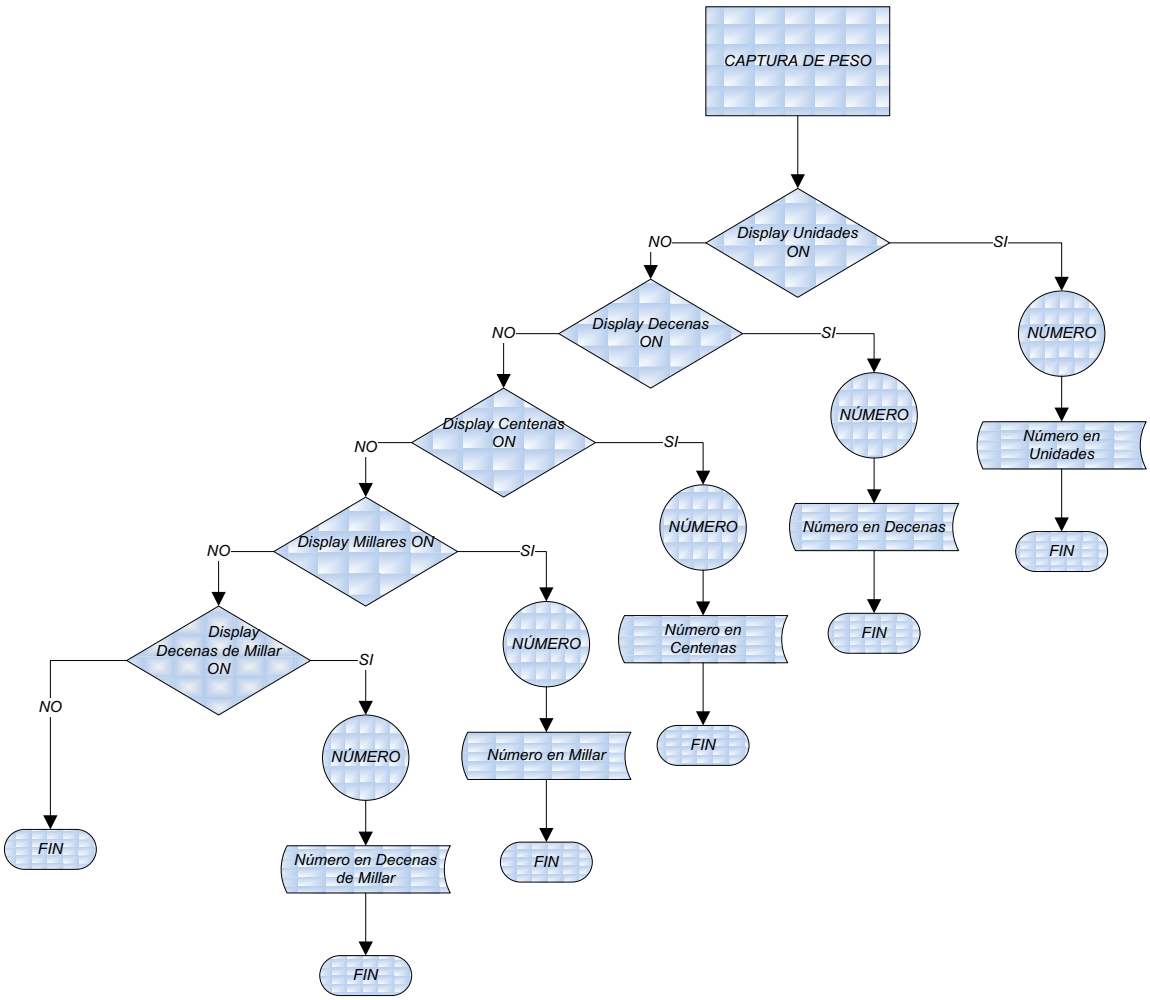


Figura 3.19 Diagrama de flujo de captura de peso

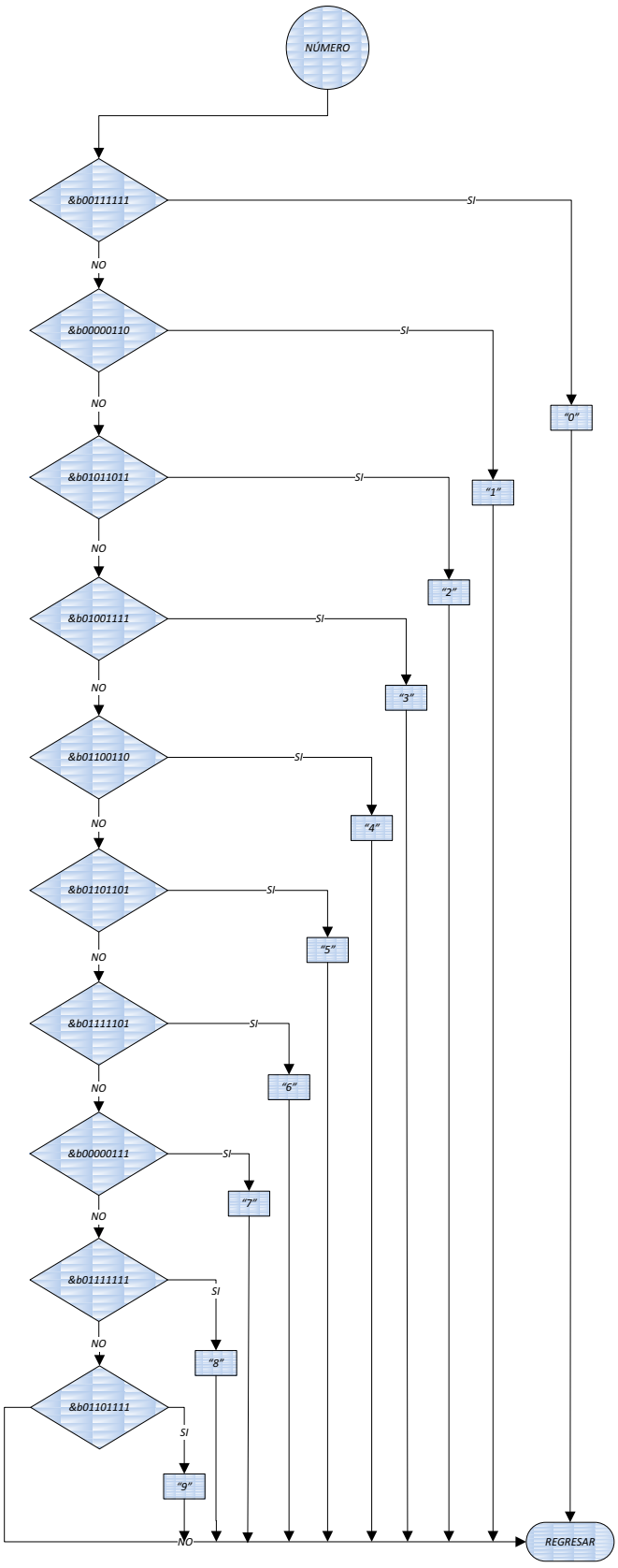


Figura 3.20 Diagrama de flujo de la subrutina “”NÚMERO” de captura de peso

3.2.2.3 Lógica de control del sistema de pesaje dinámico mediante red serial de microcontroladores

El sistema de control dedicado de pesaje dinámico debe poder realizar varias acciones y en el menor tiempo posible, es decir, ser capaz de mostrar datos de GLCD, leer pantalla táctil, habilitar o no puertos y leer entradas sin perder dato alguno.

Al utilizar un solo microcontrolador, esta tarea es difícil de cumplir, ya que la lectura de pantalla táctil y presentación de datos en GLCD requiere de tiempo, y al no tener la atención del microcontrolador en los puertos de entrada, la pérdida de datos es casi inevitable.

Esto se soluciona al delegar acciones a otro microcontrolador, trabajando en paralelo con éste. Mientras el microcontrolador principal, al que llamaremos MASTER recibe toda la información en sus entradas, toma decisiones y ordena al que llamaremos SLAVE, presente la información en GLCD y active las salidas que correspondan, éste será el encargado de guardar en su memoria los gráficos que irán pasando según el master ordene, de tal manera que el master no se sature de información y pierda tiempo a causa de las líneas de programa destinadas a controlar la pantalla LCD gráfica o GLCD, como se muestra en la Figura 3.21.

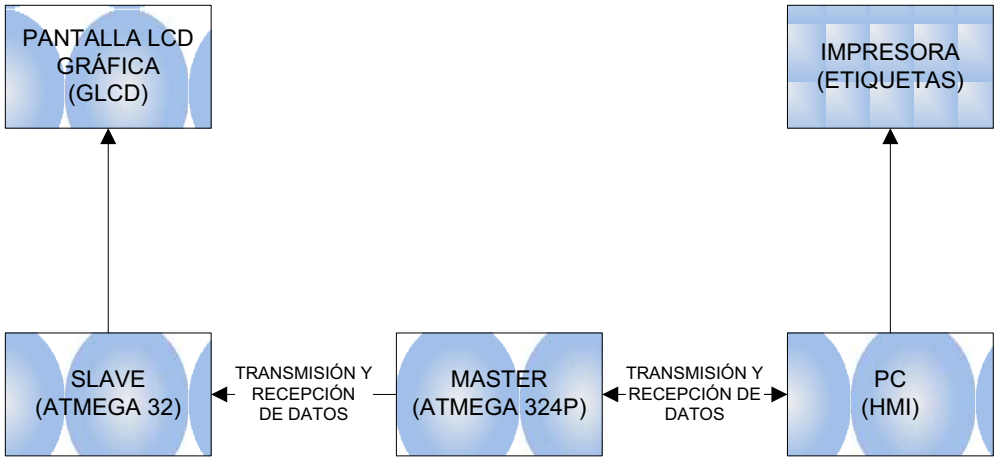


Figura 3.21 Lógica del sistema de control dedicado usando red serial de microcontroladores

Para lograr este propósito el master deberá informar que es lo que el slave debe presentar y que salidas debe activar. La manera más eficiente de hacer esto es usando el Transmisor/Receptor Universal Síncrono y Asíncrono (USART), que es un dispositivo altamente flexible para comunicación serial. Las principales características son:

- Operación Full Duplex (Registros independientes de recepción y transmisión serial).
- Operación Asíncrona y Síncrona.
- Operación síncrona Maestro-Esclavo.
- Generador de alta resolución de Baud rate.
- Soporte de frames con 5, 6, 7, 8 o 9 bits de datos y 1 o 2 bits de stop.
- Generación de paridad Par o Impar y Chequeo soportado por hardware.
- Detección de datos OverRun.
- Detección de framing de error.
- Filtrado de ruido incluido, detección de bit de inicio falso y filtro pasa-bajo ideal.
- Tres interrupciones separadas: Finalización de Tx, Registro de datos vacío Tx, Recepción Completa Rx.
- Modo de comunicación Multiprocesador.
- Modo de comunicación de doble velocidad Asíncrona.

3.2.2.3.1 Selección de microcontroladores Master y Slave

Master

El microcontrolador que hace la tarea de master debe cumplir con las siguientes condiciones:

- 2 Puertos USART
- 17 Pines para entrada de datos
- 2 Pines para Salida de datos
- 4 Conversores analógicos-digitales
- Memoria EEPROM superior a 512 Bytes
- Memoria de programa superior a 16 kbytes

Los puertos USART se utilizan para comunicación con Slave y otro para comunicarse con PC.

Los pines de entrada incluyen:

- 5 sensores
- 12 datos de balanza para captura de datos

Los pines de salida son:

- Buzzer
- Interrupción para aviso de dato entrante a slave

Los conversores analógicos-digitales se usarán para control de Pantalla táctil, como se explicó en el numeral 3.1.2.2

Una vez analizadas las múltiples opciones para microcontrolador master se optó por el Atmega 324p que es un elemento activo de naturaleza CMOS (tecnología de bajo consumo en estado de reposo, el consumo de energía es únicamente debido a las corrientes parásitas) de 8 bits basado en la arquitectura RISC (Reduced Instruction Set Computer, computadora con conjunto de instrucciones reducidas, es un tipo de microcontrolador con instrucciones de tamaño fijo, presentadas en un reducido número de formatos). Observe la figura 3.22.

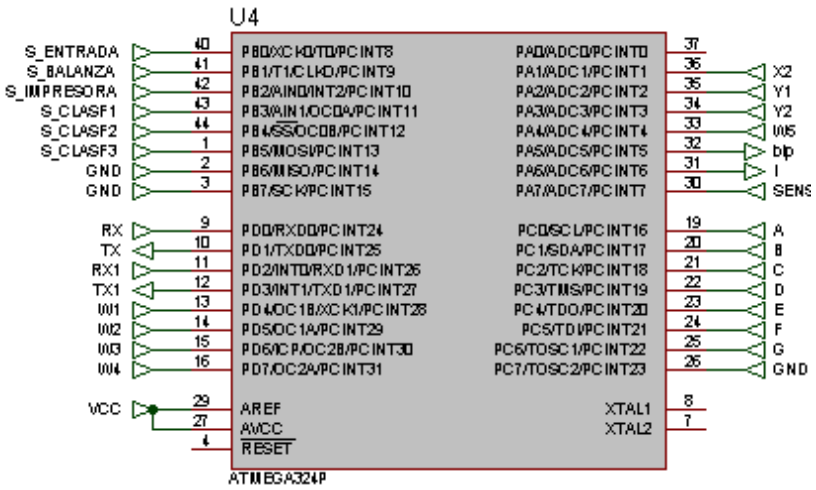


Figura 3.22 Microcontrolador Master con entradas y salidas

Las especificaciones técnicas del ATMEGA 324p son:

- Alto rendimiento
- 32 Kbyte de memoria FLASH programable
- 1 Kbyte de memoria EEPROM
- 2 Kbyte de memoria RAM
- 2 temporizadores/contadores
- Convertidor analógico digital (ADC) de 10 bits
- Fuente de interrupción internas y externas

En la Figura 3.23 se muestra la distribución de pines del Atmega 324p

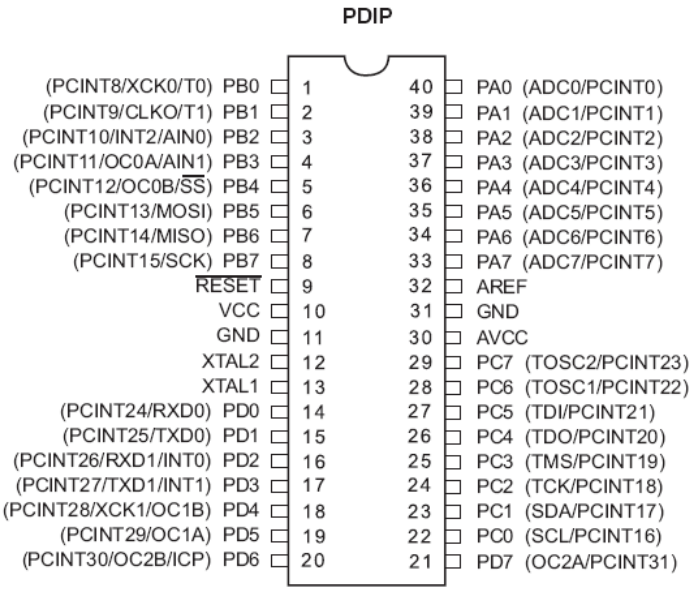


Figura 3.23 Distribución de pines del Atmega324p

A continuación se describe la distribución de pines a usarse en este proyecto. Refiérase a la Figura 3.22.

PUERTO A: A1, A2, A3, A4 entradas analógicas para control de pantalla táctil según se explica en el numeral 3.1.2.2

A5 Salida para buzzer.

A6 Aviso de entrada de datos a slave.

A7 Entrada de sensor magnético.

PUERTO B: Entrada de sensores de distancia.

PUERTO C: Entrada de datos provenientes de la placa de balanza según el numeral 3.2.2.2.2.

PUERTO D: D4, D5, D6, D7 Entrada de datos provenientes de la placa de balanza según el numeral 3.2.2.2.2.

D0, D1 transmisión serial con PC
D2, D3 transmisión serial con Atmega Slave

Slave

El microcontrolador que hace la tarea de slave debe cumplir con las siguientes condiciones:

- 1 Puertos USART
- 12 Pines para salida de datos
- 1 Pin para entrada de datos
- 2 puertos para controlar GLCD
- Memoria EEPROM superior a 512 Bytes
- Memoria de programa superior a 16 kbytes

El puerto USART se utiliza para comunicación con Master.

El único pin de entrada está destinado a notificar que se debe recibir un dato serial.

Los pines de salida incluyen:

- 7 Luces
- 4 Cilindros

- Motor banda
- Motor de ayuda a descarga de cajas

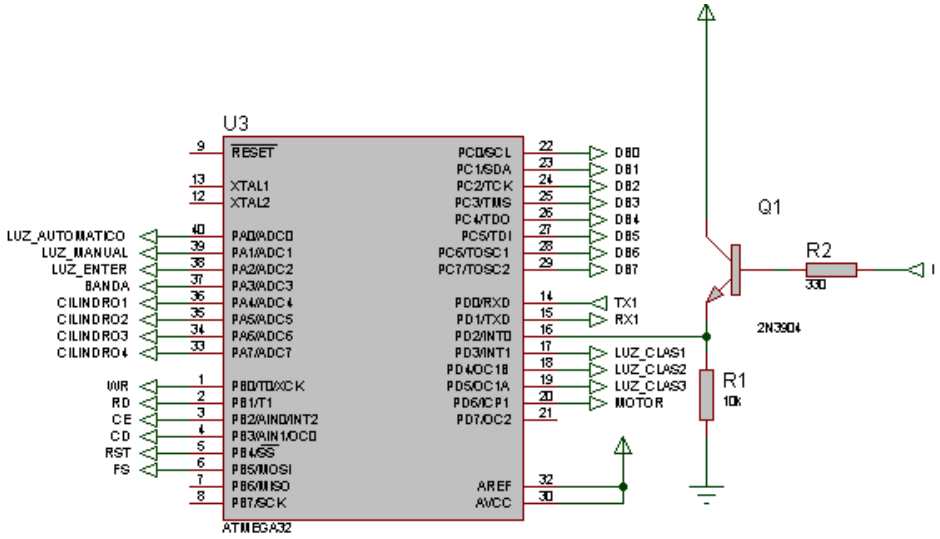


Figura 3.24 Microcontrolador Slave con entradas y salidas

Después del respectivo análisis se escogió como microcontrolador slave el Atmega 32 que es un dispositivo CMOS de 8 bits a baja potencia basado en arquitectura RISC de AVR. Ejecuta las instrucciones en un solo ciclo de reloj, alcanza un desempeño de 1 MIPS (número de millones de instrucciones por segundo) por MHz permitiendo al diseñador optimizar consumos de potencia contra la velocidad de procesamiento. Observe la Figura 3.24.

Las características generales del ATmega32 son:

- ATmega32 (Serie AVR de Atmel de 8 bits).
- Arquitectura RISC
- 32K bytes de memoria flash, 2K bytes de SRAM, 1024 bytes EEPROM
- 2 Timers/Contadores de 8 bits, 1 Timer/Contador de 16 bits
- 8 canales de 10 bits de ADC, USART, WDT, POR, BOD
- 4 Canales de PWM
- Puerto de ISP.
- Interface Serial SPI para programación dentro del sistema.

- 6 Modos para ahorrar potencia.
- 32 pines de I/O.

En la Figura 3.25 se muestra la distribución de pines del Atmega 32.

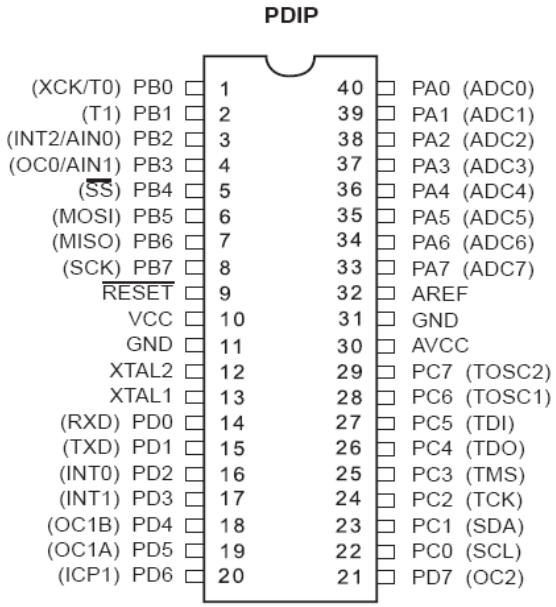


Figura 3.25 Distribución de pines del Atmega32

A continuación se describe la distribución de pines a usarse en este proyecto. Refiérase a la Figura 3.24.

PUERTO A: Los tres primeros pines están destinados a salida para luz en panel que indica: A0 modo automático, A1 modo manual, A2 se ha aceptado algún modo.

A3 señal de salida que activa el motor de banda transportadora.
A4, A5, A6, A7 activan cilindro neumático vertical de entrada, horizontal de entrada, bandera de clasificación 1 y bandera de clasificación 2, respectivamente.

PUERTO B: Puerto de datos que activa GLCD según lo explicado en el numeral 3.1.2.1.

PUERTO C: Puerto de control que activa GLCD según lo explicado en el numeral 3.1.2.1.

PUERTO D: D0, D1 USART, establece comunicación serial con microcontrolador master

D2 entrada que notifica que se debe recibir un dato serial
D3, D4, D5, Luces en panel que notifican que el producto está dentro de clasificación 1, 2 o 3 respectivamente.
D6 Señal de salida que activa motor de ayuda a descarga de cajas

3.2.2.4 Lógica de control del microcontrolador Master Atmega 324p

El microcontrolador master es el encargado de controlar todo el sistema de pesaje dinámico, convirtiéndose así en la base del sistema.

Al encenderlo, lo primero que hace es leer su memoria EEPROM, ya que es ahí donde se guarda nombre de producto, precio por kilo, ubicación de memoria y datos de rango continuo y discreto, necesarios para empezar el proceso. A continuación habilita sus dos puertos seriales, para enviar datos tanto a slave como a PC. Espera hasta recibir órdenes del usuario mediante pantalla táctil o HMI. Si el usuario decide operar mediante pantalla táctil, el microcontrolador envía una orden a Slave de presentar la primera pantalla, donde se observa dos menús, EDICIÓN y PROCESO, en la primera de ellas se tiene acceso a selección de RANGO y PRODUCTO, al seleccionar la primera de estas dos, el microcontrolador envía la respectiva orden a slave y cambia de subrutina, esperando un toque en pantalla, que según su ubicación, deduce, si se ha seleccionado continuo o discreto. Una vez seleccionado el rango, el microcontrolador espera un toque en la posición correspondiente a la tecla “hecho”, que confirma la selección, enviando la respectiva respuesta a PC y a slave. Una vez seleccionado el rango, el microcontrolador vuelve a poner su atención en la pantalla táctil, la que de dar sus coordenadas en la tecla correspondiente a “regresar”, espera la siguiente selección, pudiendo ser PRODUCTO, en la que debe leer su memoria EEPROM e ir avanzando o

retrocediendo, dependiendo del toque a la cual corresponda las coordenadas, avanzar o regresar. De ser decisión del usuario se puede regresar a la pantalla principal mediante varios toques en pantalla, con las coordenadas que corresponden a la tecla regresar. En el nivel proceso se puede elegir mediante PC o pantalla táctil, entrar a AUTOMÁTICO o MANUAL, de elegir la primera de ellas el microcontrolador envía la orden de encender la salida correspondiente a la banda transportadora a slave, espera el dato de presencia de una caja en la entrada proveniente de la placa de sensores, ordena extender el cilindro vertical, y luego el horizontal de la entrada del sistema, espera tener una respuesta del sensor conectado al cilindro, retrae su vástago, toma peso, calcula precio y clasificación, activa la bandera correspondiente a la clasificación; y, finalmente empuja el vástago del cilindro horizontal de la entrada, obligando a la caja a salir de la balanza y ubicarse en su clasificación respectiva. Observe la Figura 3.27.

De haber elegido modo MANUAL, el usuario tiene dos opciones, control mediante pantalla táctil o PC, de cualquiera de las dos formas, este puede accionar todos los mecanismos para realizar el proceso de manera manual.

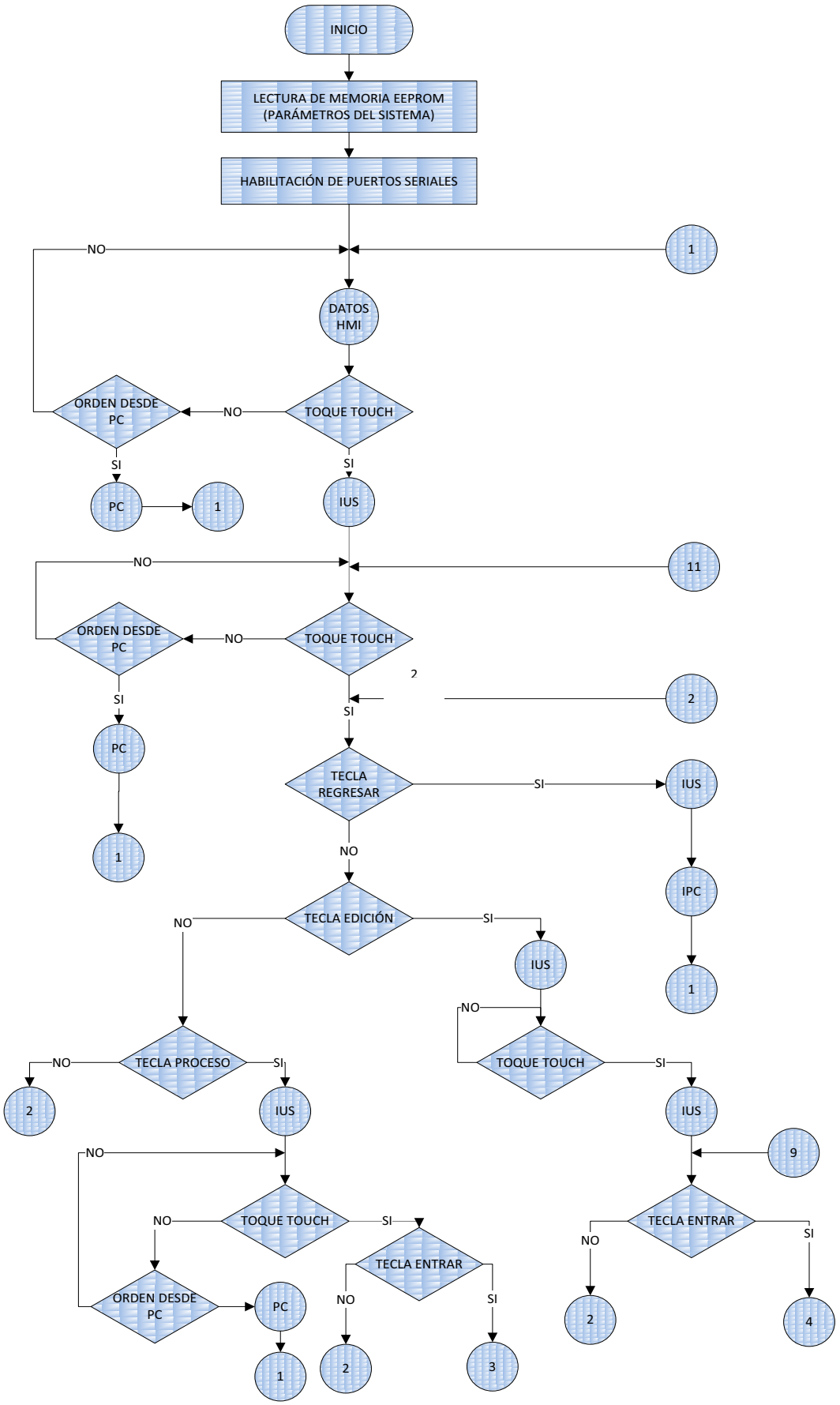
El usuario puede cambiar, aumentar o quitar datos del microcontrolador, mediante HMI, proceso que se explica a detalle en el siguiente capítulo.

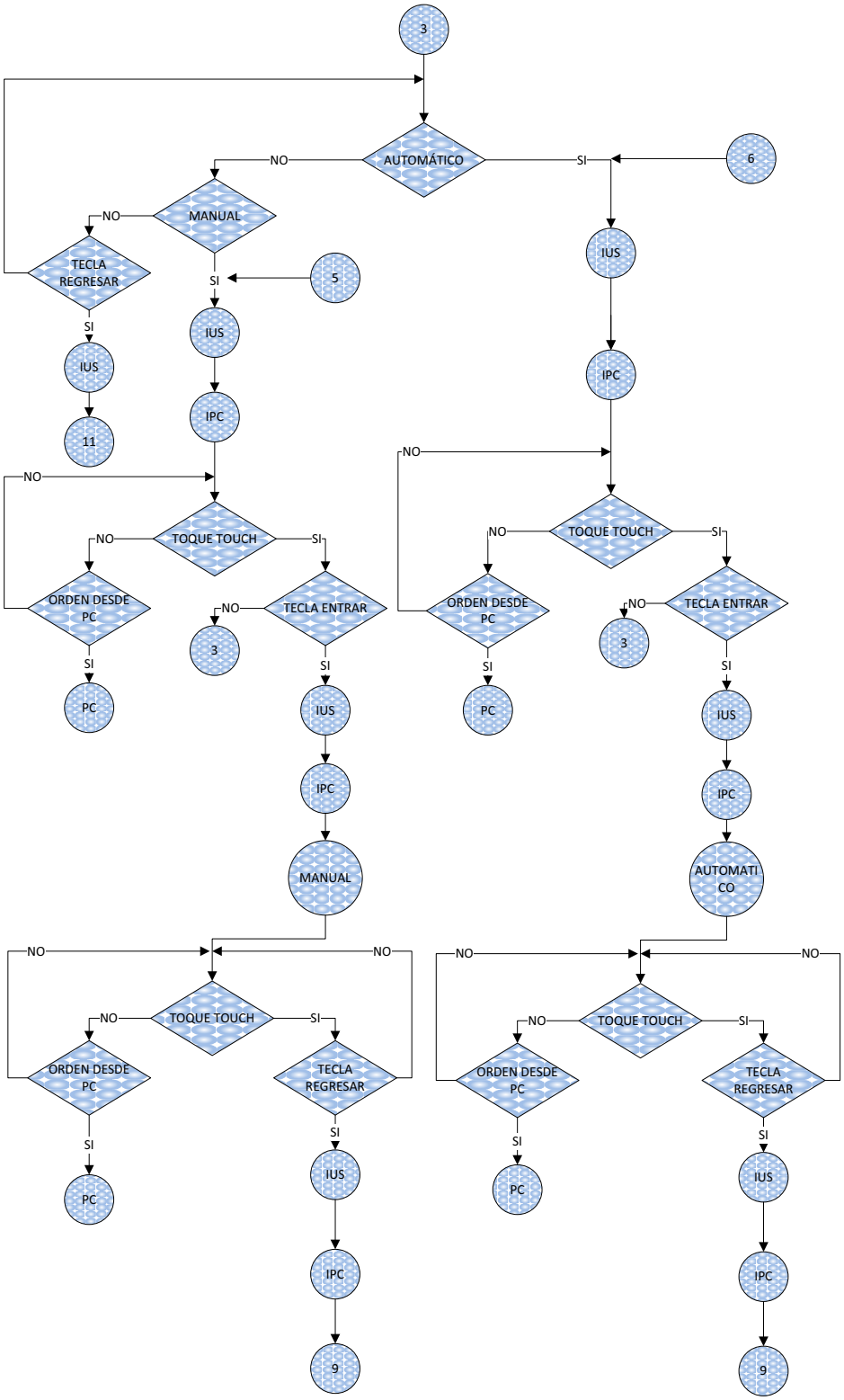
Todo el proceso se observa a detalle en la Figura 3.26.

NOTA: Las subrutinas marcadas como IUS e IPC significa:

IUS: Subrutina de envío de datos a SLAVE

IPC: Subrutina de envío de datos a PC (HMI)


INICIO
LECTURA DE MEMORIA EEPROM (PARÁMETROS DEL SISTEMA)
HABILITACIÓN DE PUERTOS SERIALES
1
NO
DATOS HMI
TOQUE TOUCH
NO
ORDEN DESDE PC
SI
SI
PC
1
IUS
11
NO
TOQUE TOUCH
NO
ORDEN DESDE PC
SI
SI
PC
1
2
TECLA REGRESAR
SI
IUS
IPC
1
NO
TECLA EDICIÓN
SI
NO
IUS
NO
TOQUE TOUCH
SI
IUS
9
TECLA ENTRAR
NO
SI
2
4
TECLA PROCESO
NO
SI
2
IUS
NO
TOQUE TOUCH
NO
SI
ORDEN DESDE PC
PC
1
TECLA ENTRAR
NO
SI
2
3


3
AUTOMÁTICO
NO
SI
6
MANUAL
NO
TECLA REGRESAR
SI
IUS
11
SI
5
IUS
IPC
IUS
IPC
NO
TOQUE TOUCH
NO
SI
ORDEN DESDE PC
SI
PC
NO
3
TECLA ENTRAR
SI
IUS
IPC
MANUAL
NO
NO
TOQUE TOUCH
NO
SI
ORDEN DESDE PC
SI
PC
TECLA REGRESAR
SI
IUS
IPC
9
NO
TOQUE TOUCH
NO
SI
ORDEN DESDE PC
SI
PC
NO
3
TECLA ENTRAR
SI
IUS
IPC
AUTOMATICO
NO
NO
TOQUE TOUCH
NO
SI
ORDEN DESDE PC
SI
PC
TECLA REGRESAR
SI
IUS
IPC
9

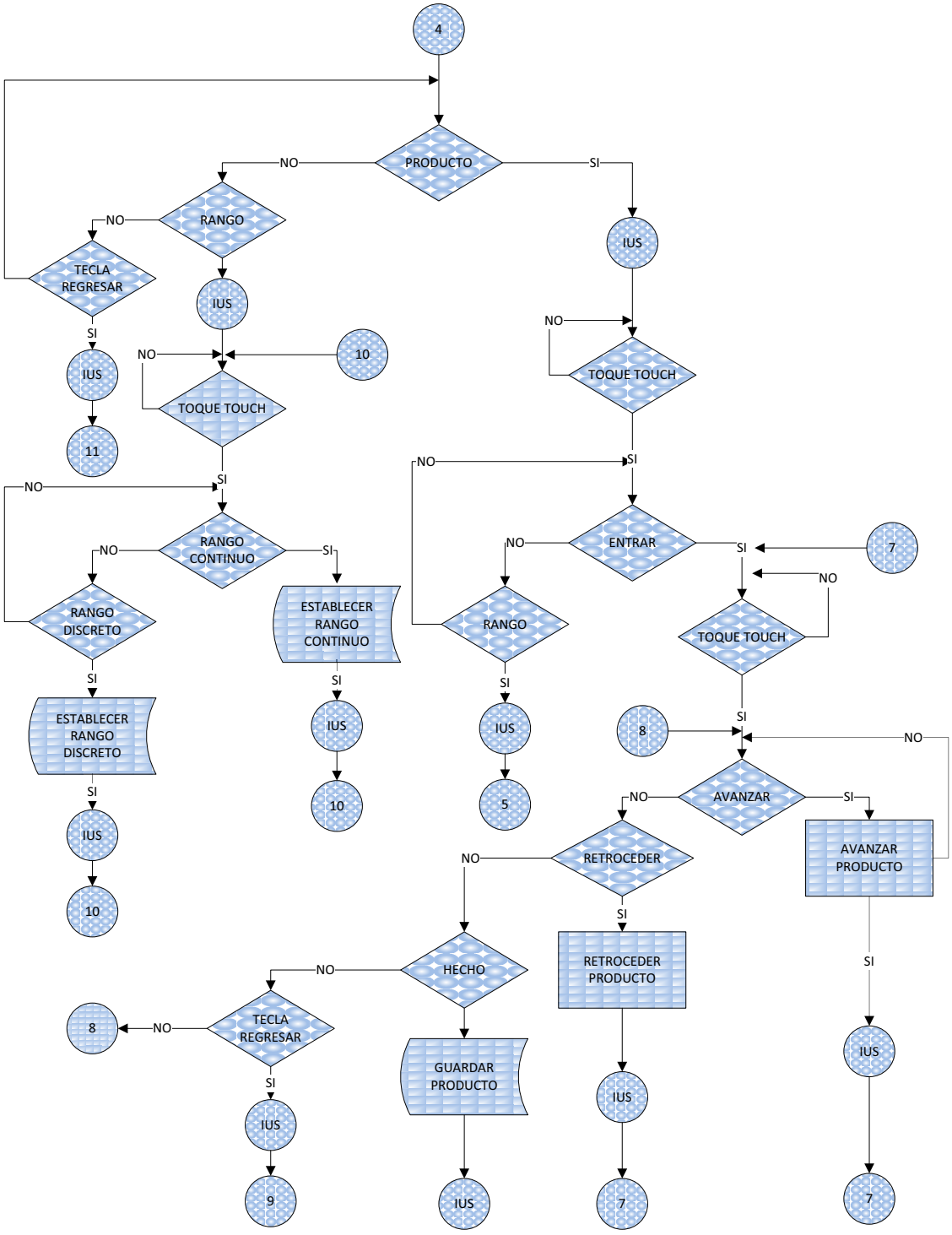


Figura 3.26 Diagrama de flujo de control del microcontrolador master Atmega324p, de la red serial de microcontroladores.

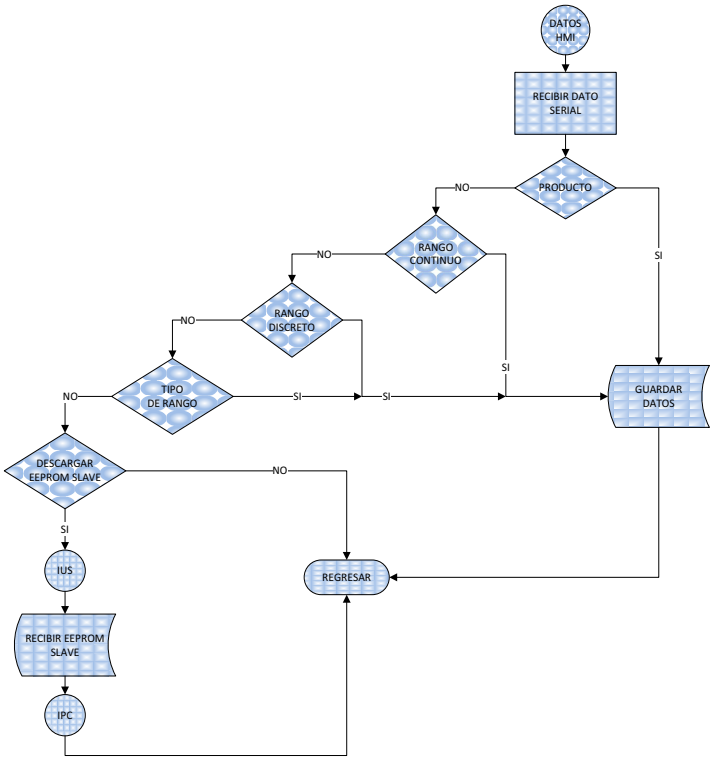


Figura 3.27 Diagrama de flujo de subrutina “DATOS HMI” del control del microcontrolador master Atmega324p, de la red serial de microcontroladores.

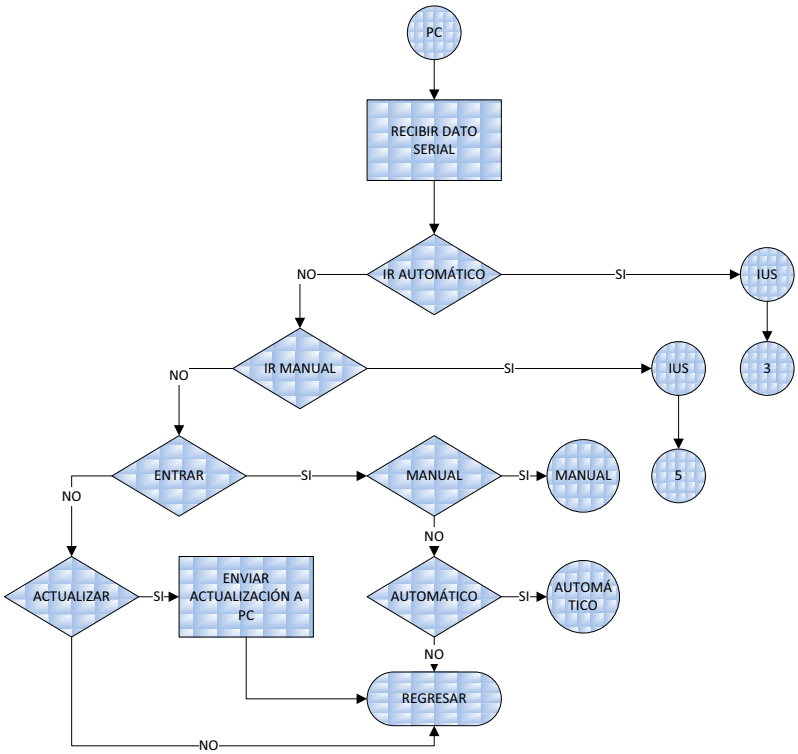
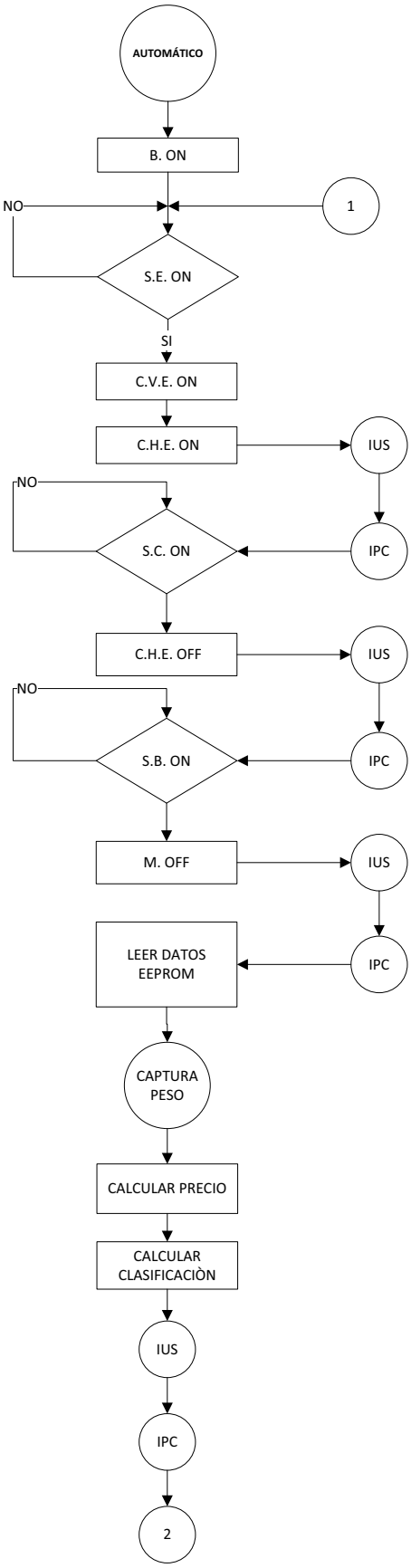


Figura 3.28 Diagrama de flujo de subrutina “PC” del control del microcontrolador master Atmega324p, de la red serial de microcontroladores.


AUTOMÁTICO
B. ON
NO
1
S.E. ON
SI
C.V.E. ON
C.H.E. ON
IUS
NO
S.C. ON
IPC
C.H.E. OFF
IUS
NO
S.B. ON
IPC
M. OFF
IUS
LEER DATOS EEPROM
IPC
CAPTURA PESO
CALCULAR PRECIO
CALCULAR CLASIFICACIÒN
IUS
IPC
2

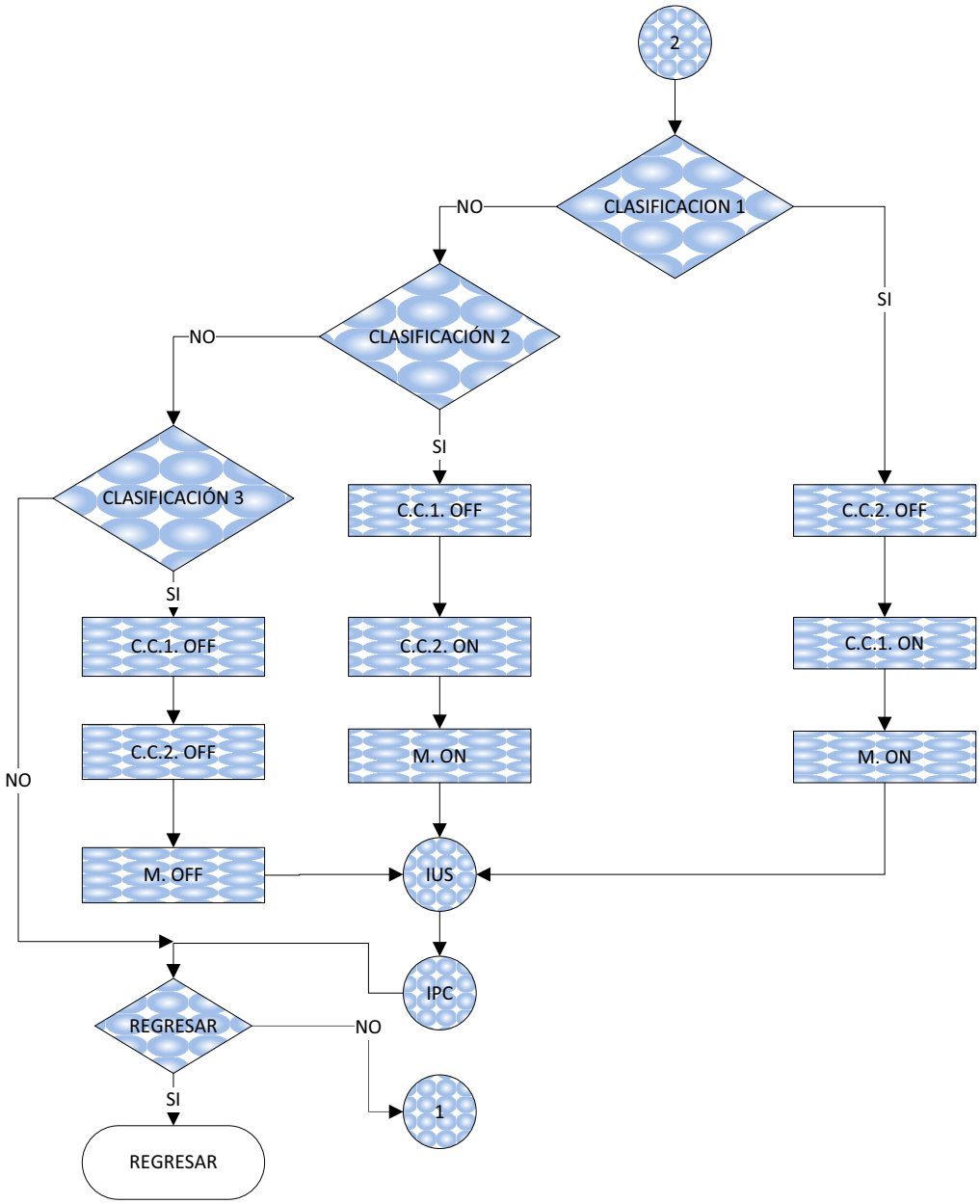


Figura 3.29 Diagrama de flujo de modo automático del microcontrolador master Atmega324p

NOTA: Los significados de las abreviaturas utilizadas son las siguientes:

B.ON: Balanza encendida.

B.OFF: Balanza apagada.

S.E.ON: Sensor de detección de caja en la entrada encendido.

S.E.OFF: Sensor de detección de caja en la entrada apagado.

C.V.E.ON: Cilindro neumático vertical a la entrada de cajas encendido.

C.V.E.OFF: Cilindro neumático vertical a la entrada de cajas apagado.

C.H.E.ON: Cilindro neumático horizontal a la entrada de cajas encendido.

C.H.E.OFF: Cilindro neumático horizontal a la entrada de cajas apagado.

S.C.ON: Sensor magnético colocado en el cilindro horizontal de entrada encendido.

S.C.OFF: Sensor magnético colocado en el cilindro horizontal de entrada apagado.

S.B.ON: Sensor de detección de caja en balanza encendido.

S.B.OFF: Sensor de detección de caja en balanza apagado.

M.ON: Motor de ayuda a descarga de cajas en clasificación 1 y 2 encendido.

M.OFF: Motor de ayuda a descarga de cajas en clasificación 1 y 2 apagado.

C.C.1.ON: Cilindro neumático de descarga a clasificación 1 encendido.

C.C.1.OFF: Cilindro neumático de descarga a clasificación 1 apagado.

C.C.2.ON: Cilindro neumático de descarga a clasificación 2 encendido.

C.C.2.OFF: Cilindro neumático de descarga a clasificación 2 apagado.

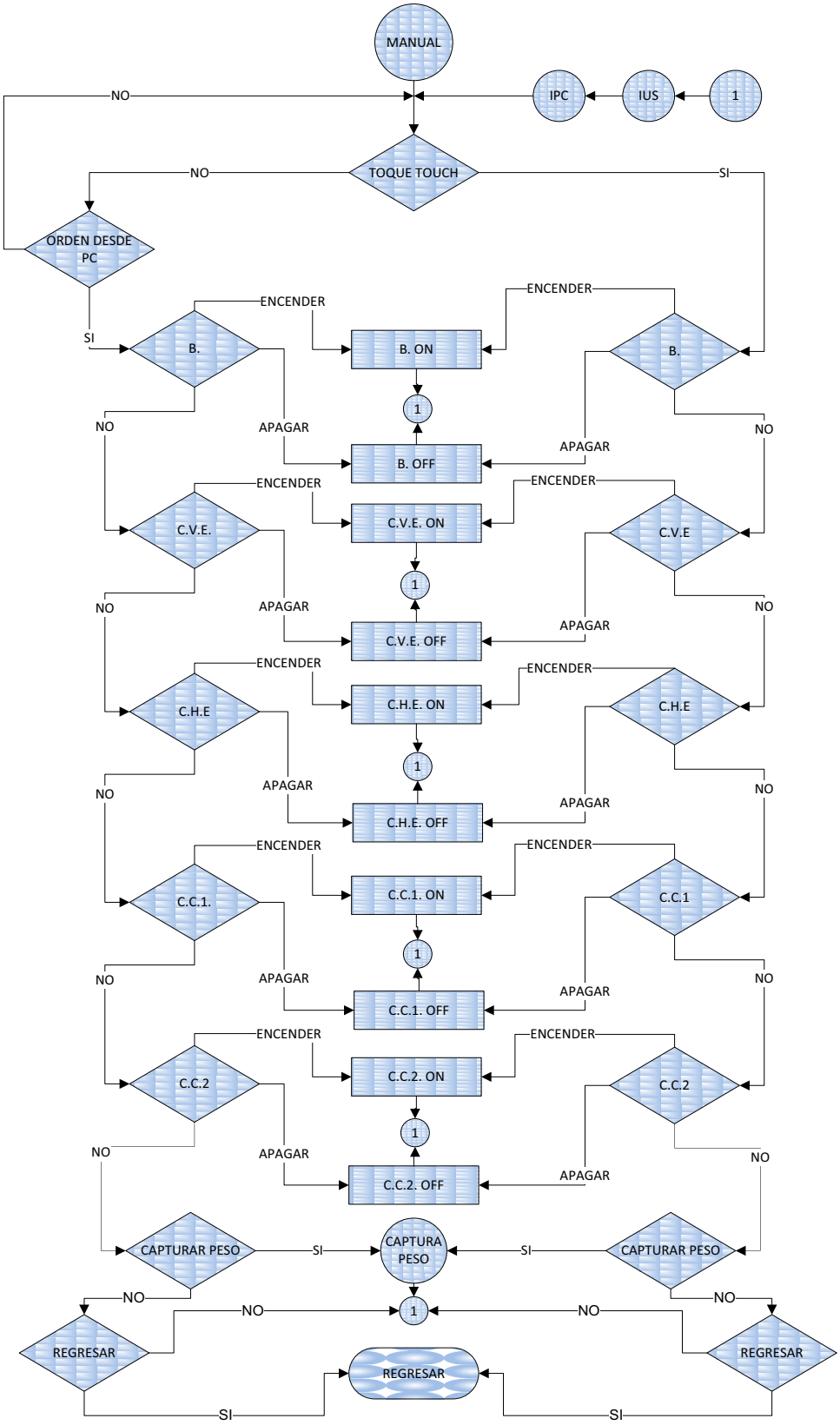


Figura 3.30 Diagrama de flujo de modo manual del microcontrolador master Atmega324p

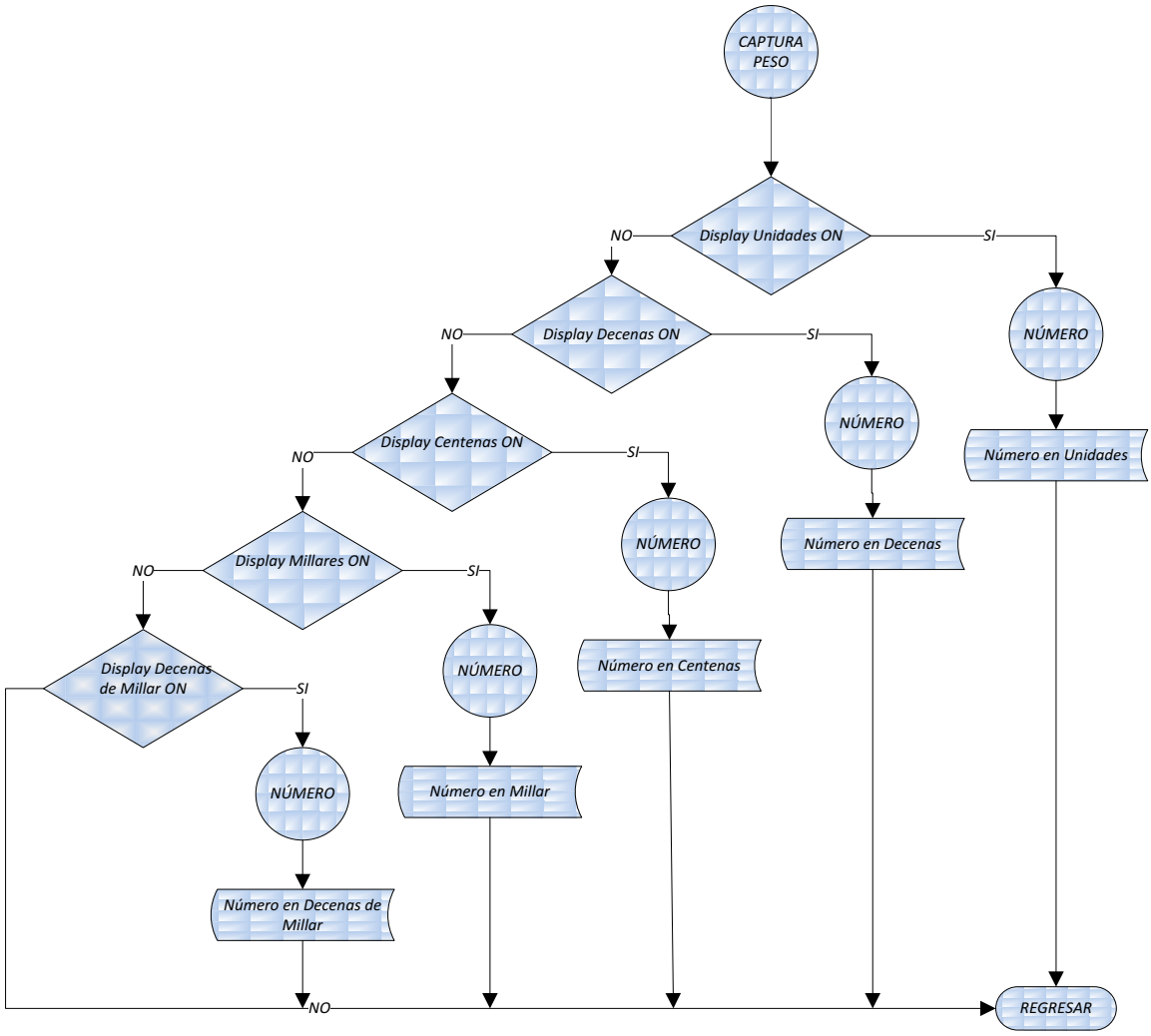


Figura 3.31 Diagrama de flujo de la subrutina “CAPTURA PESO” del microcontrolador master Atmega324p

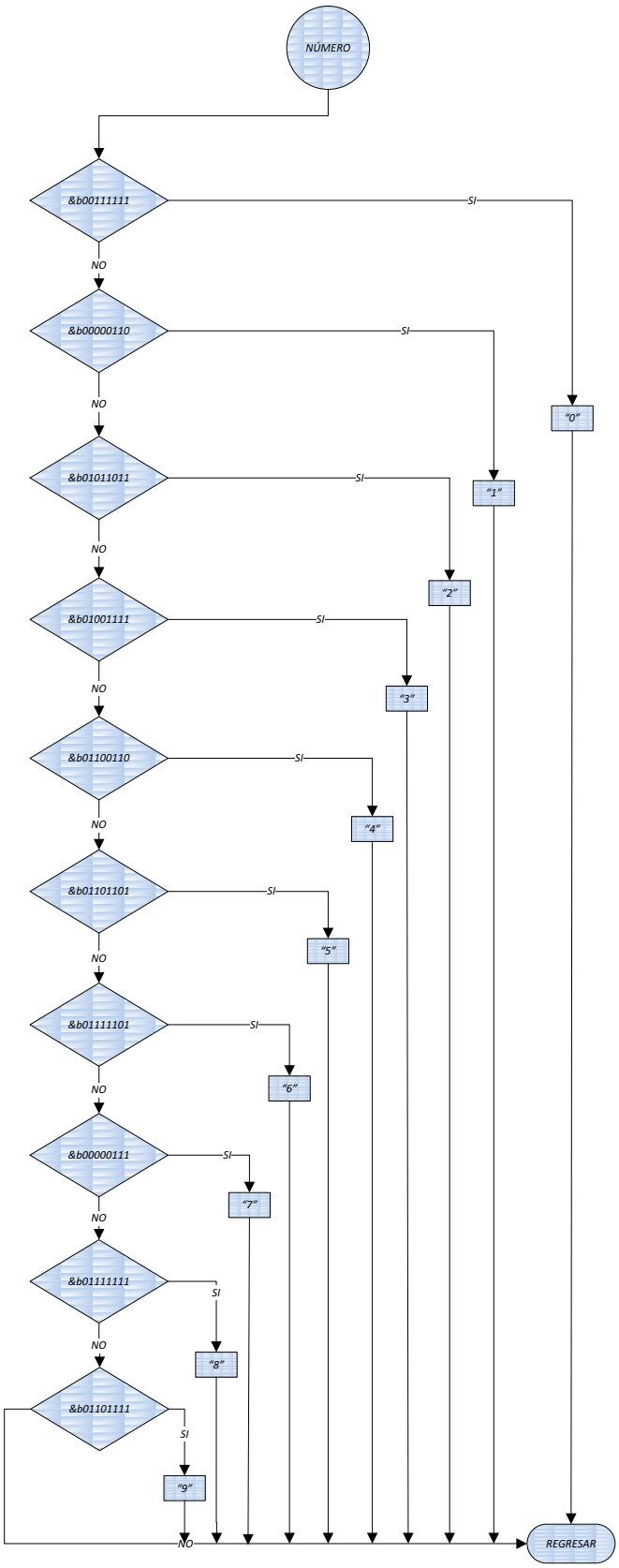


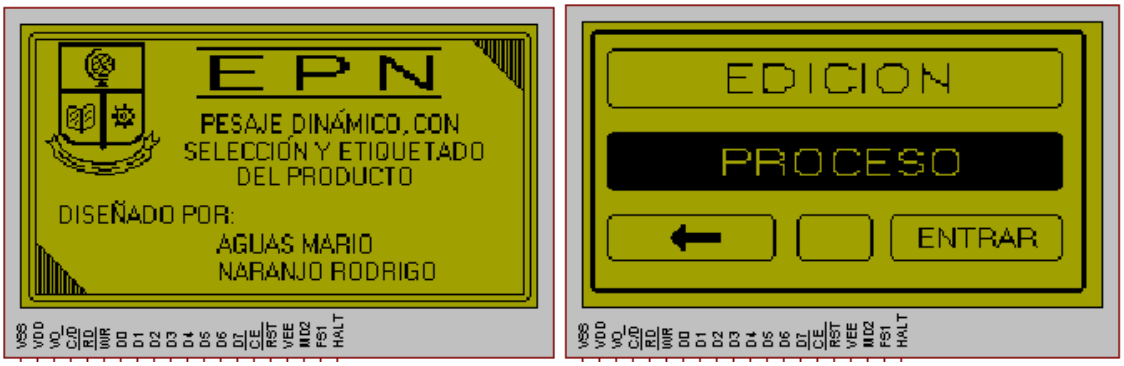
Figura 3.32 Diagrama de flujo de la subrutina “NUMERO” del microcontrolador master Atmega324p

3.2.2.5 Lógica de control del microcontrolador Slave Atmega 32

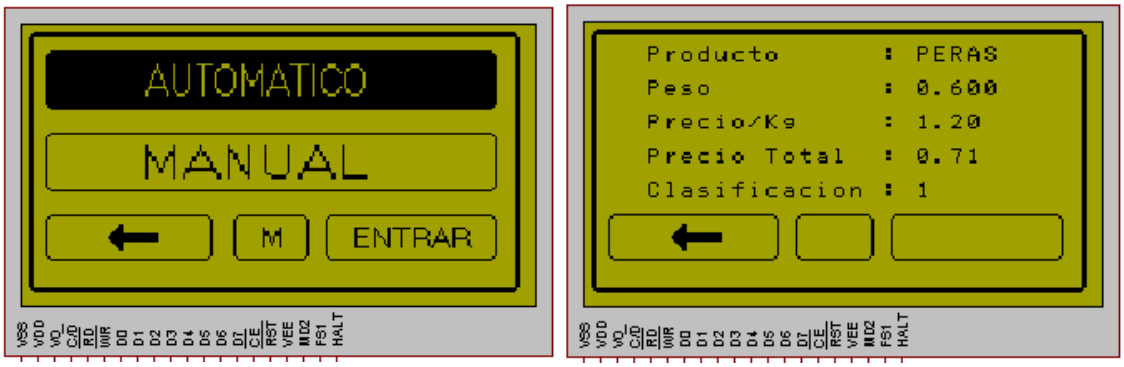
El microcontrolador slave es el encargado de controlar la pantalla LCD gráfica, y todas las salidas que controlan el sistema en general, según lo mencionado en el numeral 3.2.2.3.1 correspondiente a slave.

Al encenderlo, lee la entrada puerto D.2, que informa que un dato serial está por ser enviado. Una vez recibido, lo verifica, y actúa según sea la orden. Estas pueden ser, desde cambiar de una pantalla a otra, a encender o apagar todos los mecanismos inmersos en el sistema, es decir, luces, motores o electroválvulas. Observe la Figura 3.34.

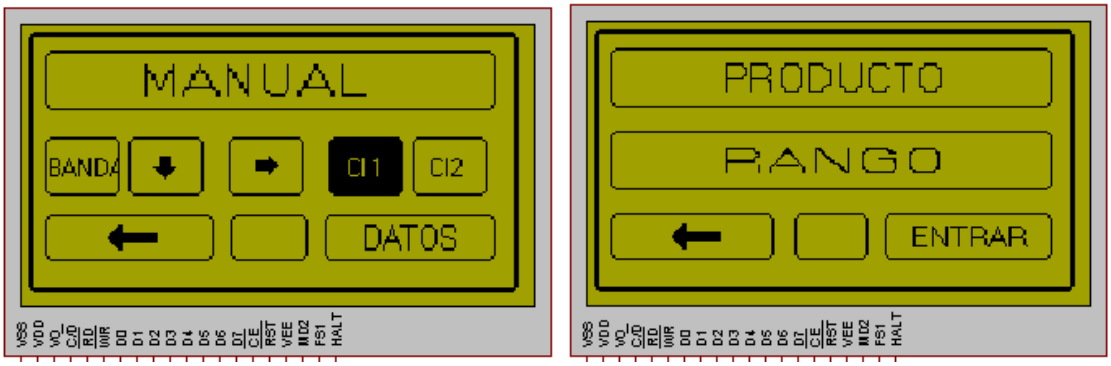
Las pantallas que son mostradas son las que se observa en la Figura 3.33.



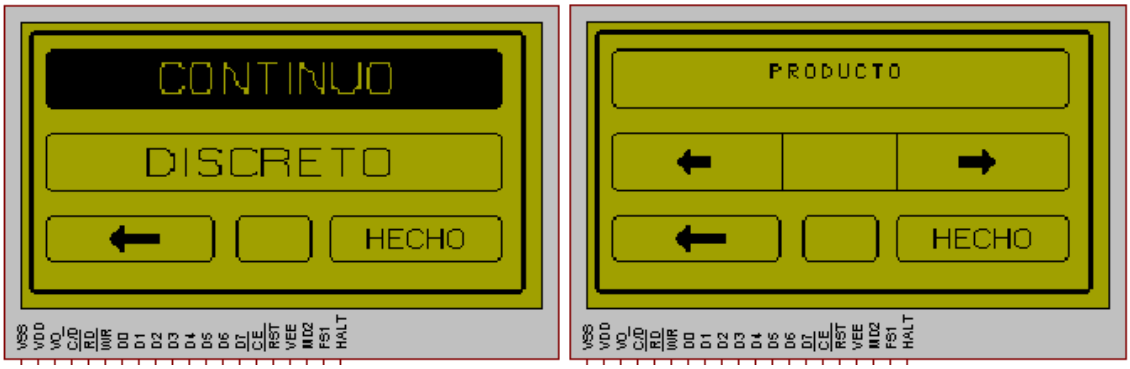
a) b)



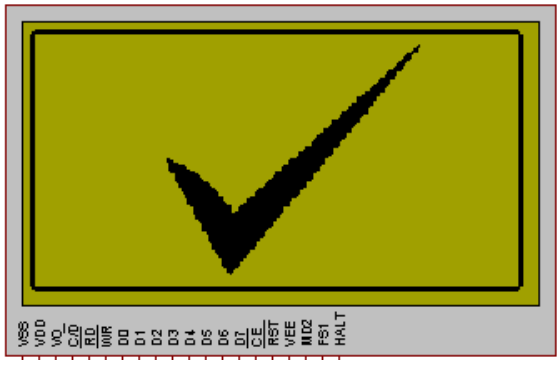
c) d)



e) f)

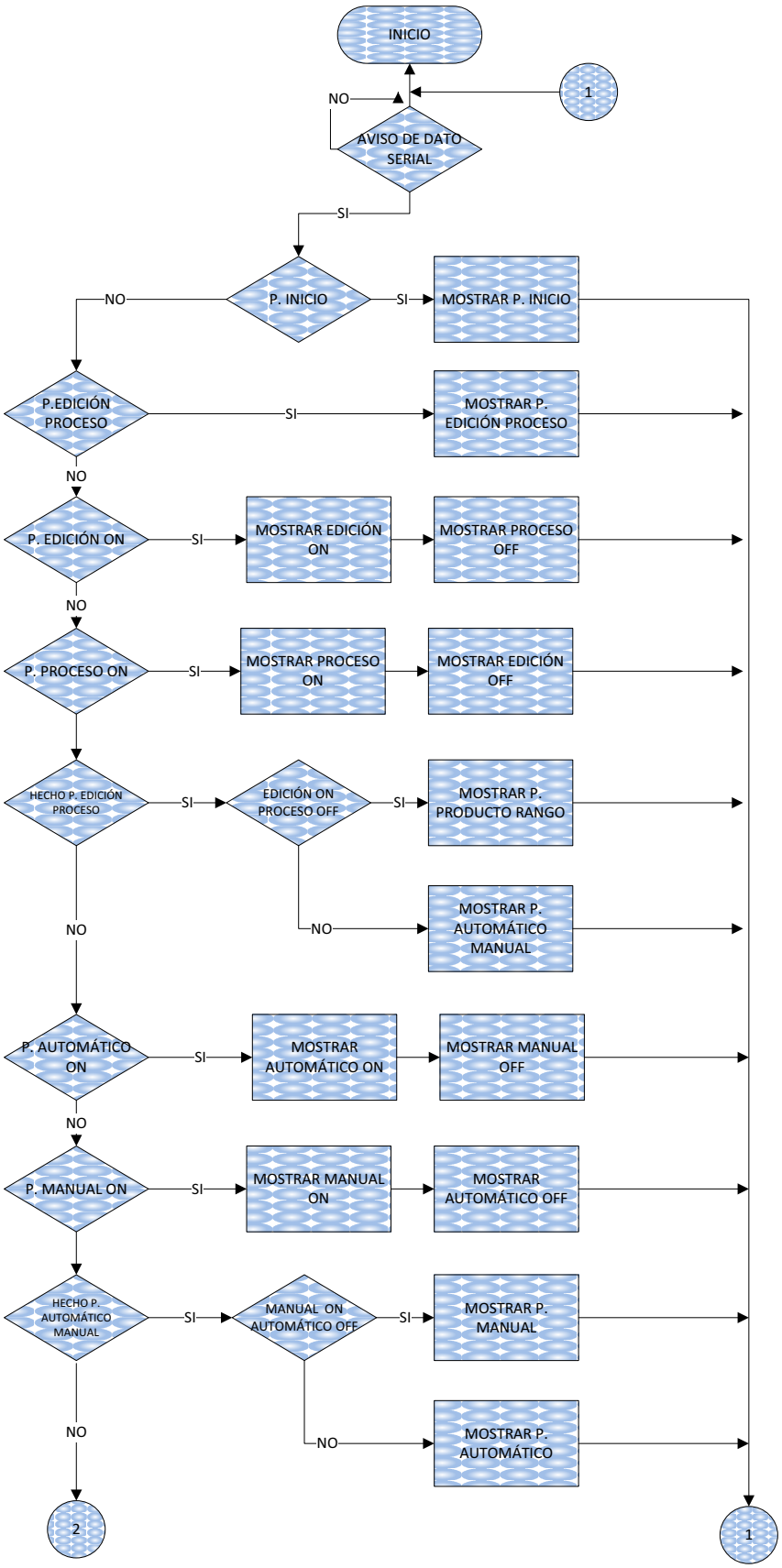


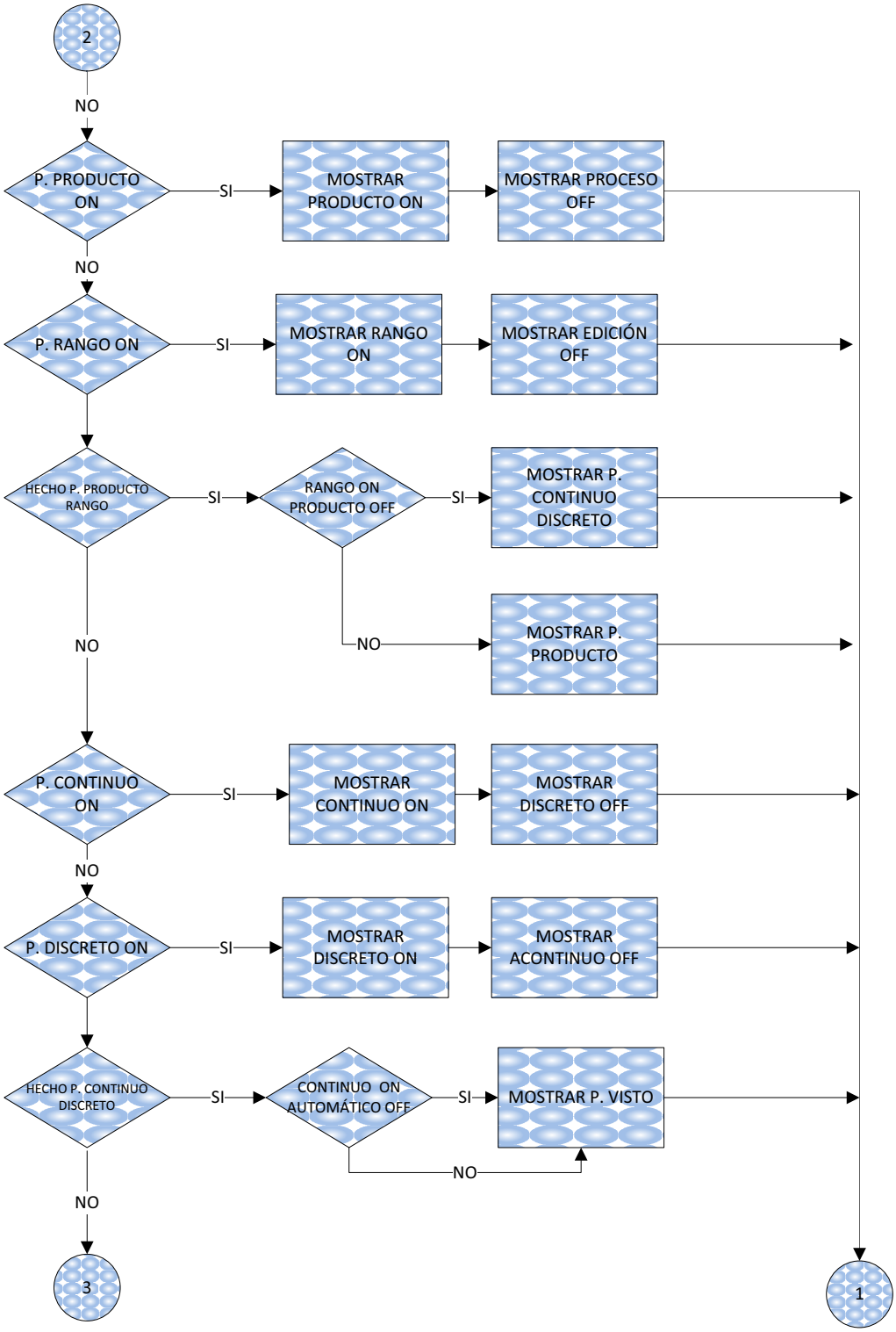
g) h)



i)

Figura 3.34 Pantallas de GLCD generadas por el microcontrolador Atmega32


INICIO
1
NO
AVISO DE DATO SERIAL
SI
P. INICIO
SI
MOSTRAR P. INICIO
NO
P.EDICIÓN PROCESO
SI
MOSTRAR P. EDICIÓN PROCESO
NO
P. EDICIÓN ON
SI
MOSTRAR EDICIÓN ON
MOSTRAR PROCESO OFF
NO
P. PROCESO ON
SI
MOSTRAR PROCESO ON
MOSTRAR EDICIÓN OFF
HECHO P. EDICIÓN PROCESO
SI
EDICIÓN ON PROCESO OFF
SI
MOSTRAR P. PRODUCTO RANGO
NO
MOSTRAR P. AUTOMÁTICO MANUAL
NO
P. AUTOMÁTICO ON
SI
MOSTRAR AUTOMÁTICO ON
MOSTRAR MANUAL OFF
NO
P. MANUAL ON
SI
MOSTRAR MANUAL ON
MOSTRAR AUTOMÁTICO OFF
HECHO P. AUTOMÁTICO MANUAL
SI
MANUAL ON AUTOMÁTICO OFF
SI
MOSTRAR P. MANUAL
NO
MOSTRAR P. AUTOMÁTICO
NO
2
1


2
NO
P. PRODUCTO ON
SI
MOSTRAR PRODUCTO ON
MOSTRAR PROCESO OFF
NO
P. RANGO ON
SI
MOSTRAR RANGO ON
MOSTRAR EDICIÓN OFF
HECHO P. PRODUCTO RANGO
SI
RANGO ON PRODUCTO OFF
SI
MOSTRAR P. CONTINUO DISCRETO
NO
MOSTRAR P. PRODUCTO
NO
P. CONTINUO ON
SI
MOSTRAR CONTINUO ON
MOSTRAR DISCRETO OFF
NO
P. DISCRETO ON
SI
MOSTRAR DISCRETO ON
MOSTRAR ACONTINUO OFF
HECHO P. CONTINUO DISCRETO
SI
CONTINUO ON AUTOMÁTICO OFF
SI
MOSTRAR P. VISTO
NO
NO
3
1

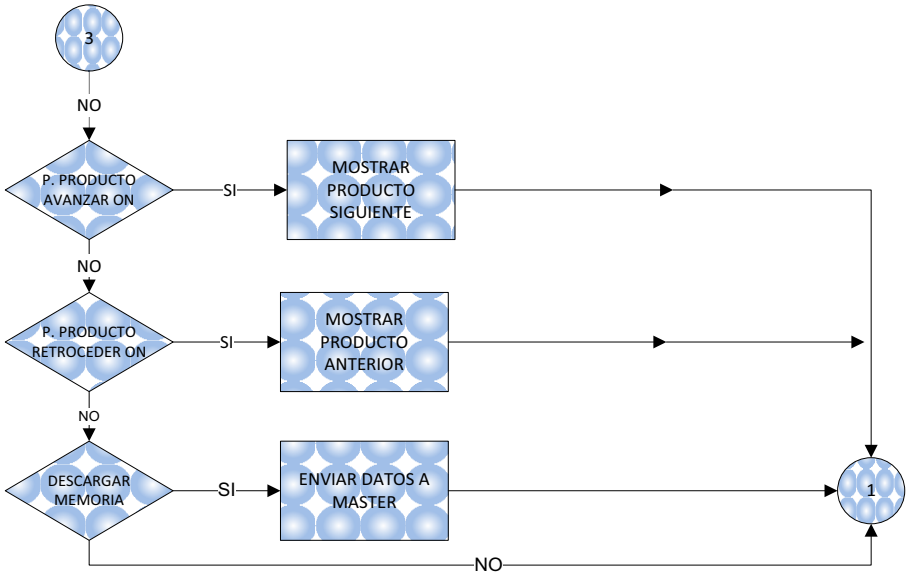


Figura 3.35 Diagrama de flujo de control del microcontrolador slave Atmega32, de la red serial de microcontroladores.

3.2.3 ENVÍO DE DATOS A PC E IMPRESIÓN

Después de que la caja ha sido pesada y accionada la electroválvula correspondiente a su clasificación, el microcontrolador envía ésta información al PC, para que éste de haber sido configurado previamente mediante HMI, ordene a la impresora mostrar el producto en proceso, peso, costo por cada kg, costo total y clasificación en etiqueta.

Este tema se explica a detalle en el siguiente capítulo.

3.2.4 EVACUACIÓN DE CAJAS EN CLASIFICACIÓN RESPECTIVA

Una vez enviados los datos al PC, el microcontrolador activa la electroválvula que saca la caja de la balanza y la coloca en la banda, para que de esta manera avance hacia la clasificación respectiva.

3.3 DISEÑO DE PLACAS DE CONTROL DEDICADO

Para realizar el diseño de placas, es necesario utilizar ciertas herramientas que garanticen su correcto funcionamiento. Esto es software que permita simular el desempeño de los distintos circuitos, con el fin, de estar seguros de que este funcionará de acuerdo a las especificaciones o condiciones de uso y software que facilite el diseño de placas de circuito impreso (PCB), y garantice su trabajo.

Para la realización del presente proyecto se utiliza el software PROTEUS que es un entorno integrado diseñado para la realización completa de proyectos de construcción de equipos electrónicos en todas sus etapas: diseño, simulación, depuración y construcción. La suite utilizada se compone de dos elementos, perfectamente integrados entre sí:

- Isis: diseño de esquema y simulación
- Ares: diseño de placas de circuito impreso (PCB)

3.3.1 DISEÑO DE HARDWARE DE CONTROL DE MICROCONTROLADORES, SENSORES Y BALANZA

Dentro del hardware de control se considerará las placas referentes a:

- Encendido de balanza y microcontroladores.
- Circuito de acondicionamiento para sensores
- Circuito de conexiones a microcontrolador master
- Circuito de conexiones a microcontrolador slave

Diseño de Placa de Encendido de balanza y Microcontroladores

Dado que el sistema requiere que la balanza se encienda en el momento en que el sistema de control lo hace, es necesario generar un interruptor de encendido para ambos.

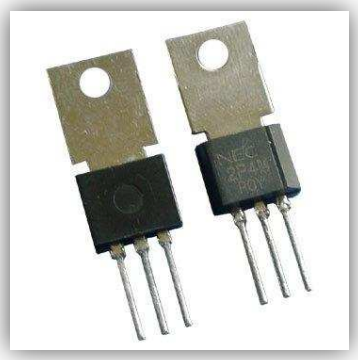


Figura 3.36 Tiristor NEC 2P4M

Debido a que en el tablero se tiene dos pulsantes, uno de marcha, y otro de paro, se opta por utilizar un tiristor 2P4M, Figura 3.36, cuyo Gate, está conectado a un

extremo del pulsante de marcha. Al pulsar marcha, este permite el paso de corriente a través de G, poniendo al tiristor en conducción, este a su vez alimenta una bobina de relé, cuyos contactos normalmente abiertos están conectados a otras dos bobinas de relé. Estos dos relés son los encargados, de encender los microcontroladores, la balanza y luces de tablero que indican sistema encendido o apagado, como se muestra en la Figura 3.37. Para apagarlos y volver a la condición inicial se presiona el pulsante de paro, que es normalmente cerrado, abriendo el circuito e impidiendo el paso de energía al relé principal.

Figura 3.37 Pulsantes marcha y paro de Tablero de control

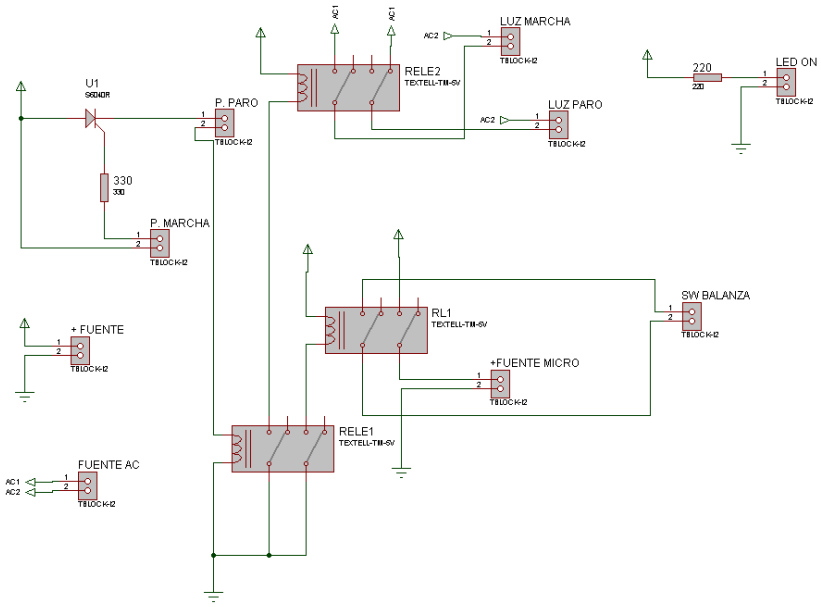


Figura 3.38 Simulación de Encendido de balanza y Microcontroladores

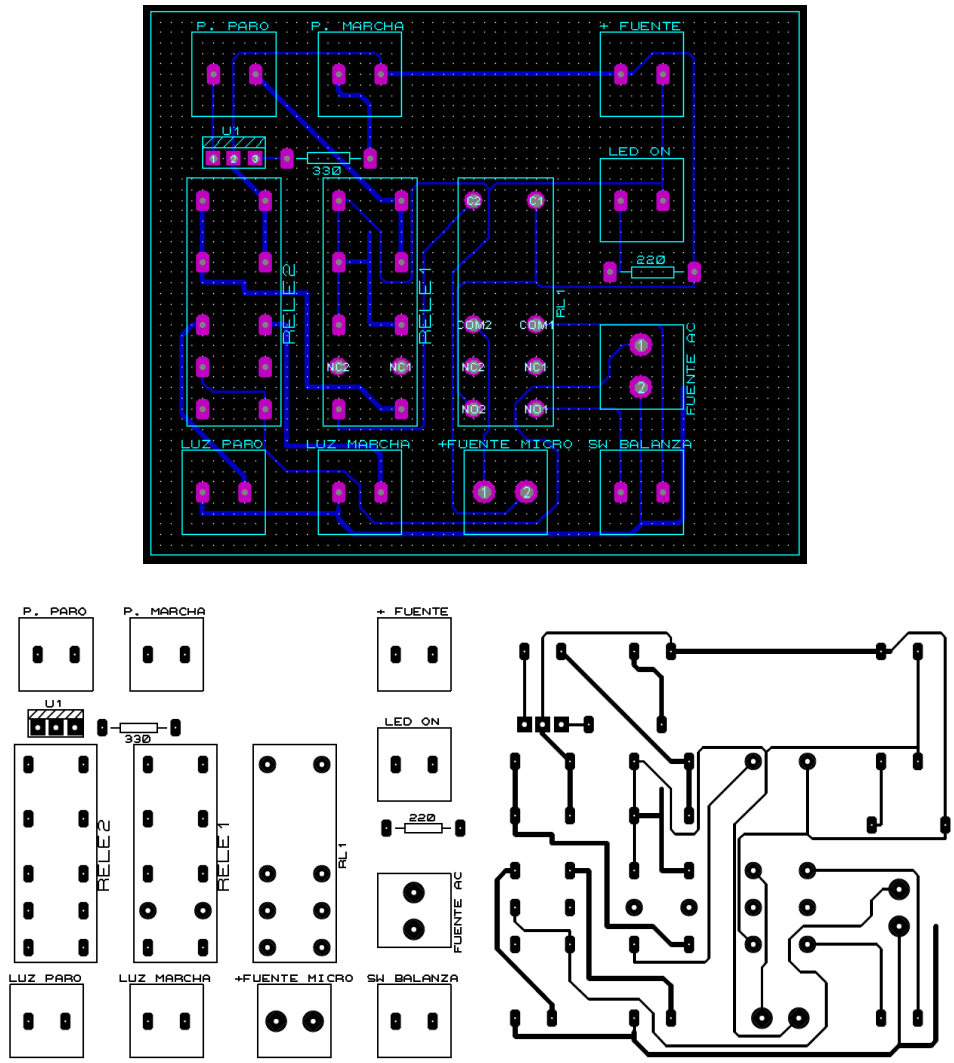


Figura 3.39 Diseño de placa de circuito impreso de Encendido de balanza y Microcontroladores

Circuito de acondicionamiento para sensores

Según lo mencionado en el numeral 3.2.1.2 el acondicionamiento de los sensores lo hace el microcontrolador Atmega48, a través de sus pines de conversión análogo-digital, en adición se conectarán 5 leds a éste, que indican que el sensor ha detectado o no la presencia de cajas.

En este circuito se incluye un sensor electromagnético, conectado al cilindro de entrada, que indica que el vástago ha llegado hasta cierta posición.

La simulación en Isis, es la mostrada en la Figura 3.40.

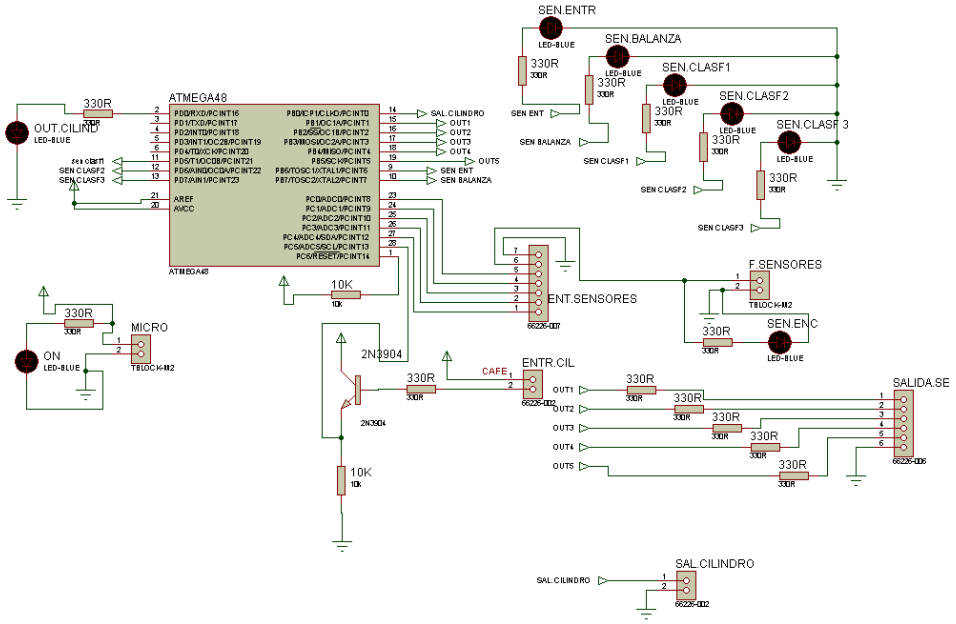
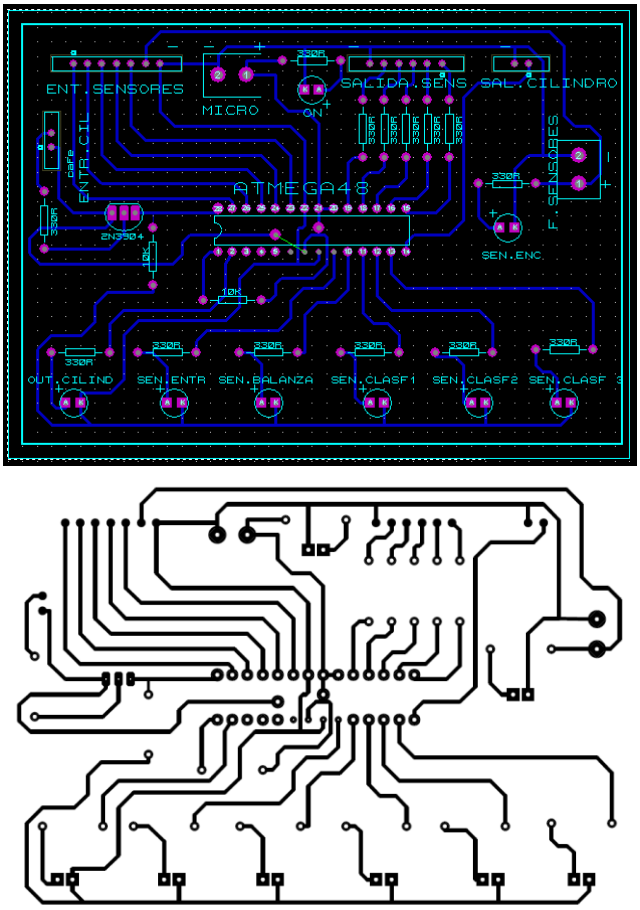


Figura 3.40 Simulación de acondicionamiento para sensores

El diseño de la placa de circuito impreso es el mostrado en la figura 3.41.



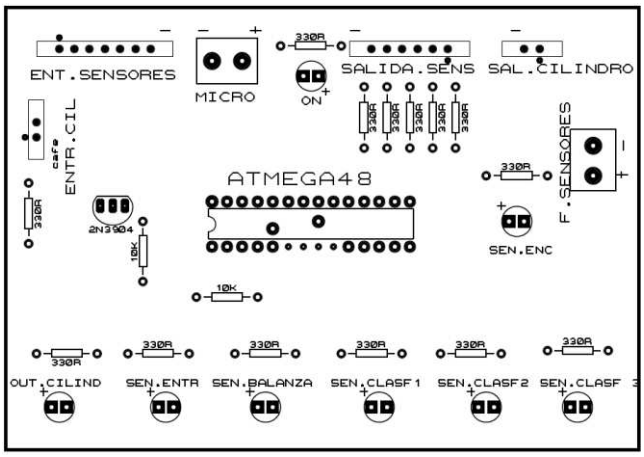


Figura 3.41 Diseño de placa de circuito impreso de acondicionamiento para sensores

Circuito de conexiones a microcontrolador master

El diseño del control para éste y la placa de slave se realizaron de acuerdo a lo analizado en el numeral 3.2.2.3.1

En la simulación de la Figura 3.42 se observa el comportamiento de master y slave conectados, y a su vez con el PC. Los estados lógicos en azul representan un cero lógico, mientras que en rojo, uno.

La realización del circuito impreso correspondiente sólo a master, se observa en las Figuras 3.43 y 3.44.

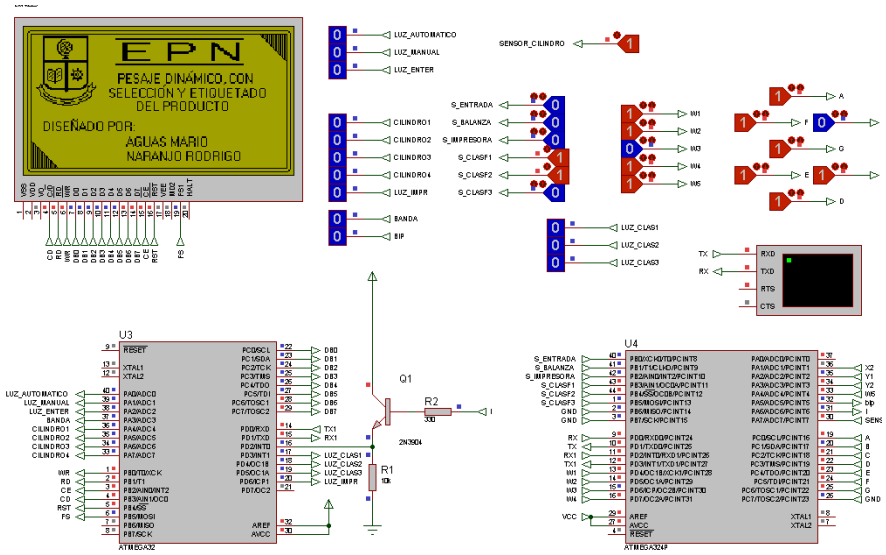


Figura 3.42 Simulación de microcontrolador master y salve

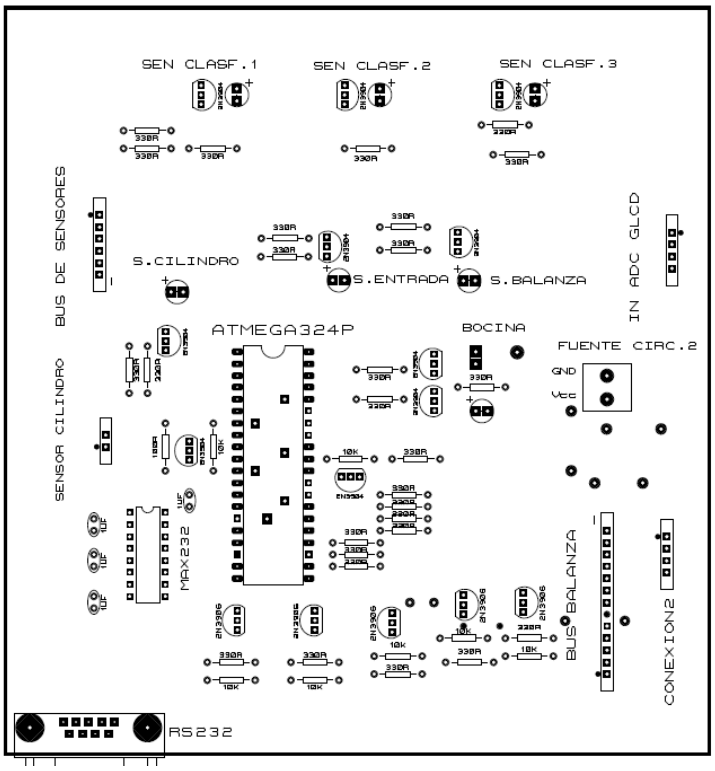


Figura 3.43 Diseño de placa de circuito impreso de microcontrolador master, disposición de elementos, cara superior.

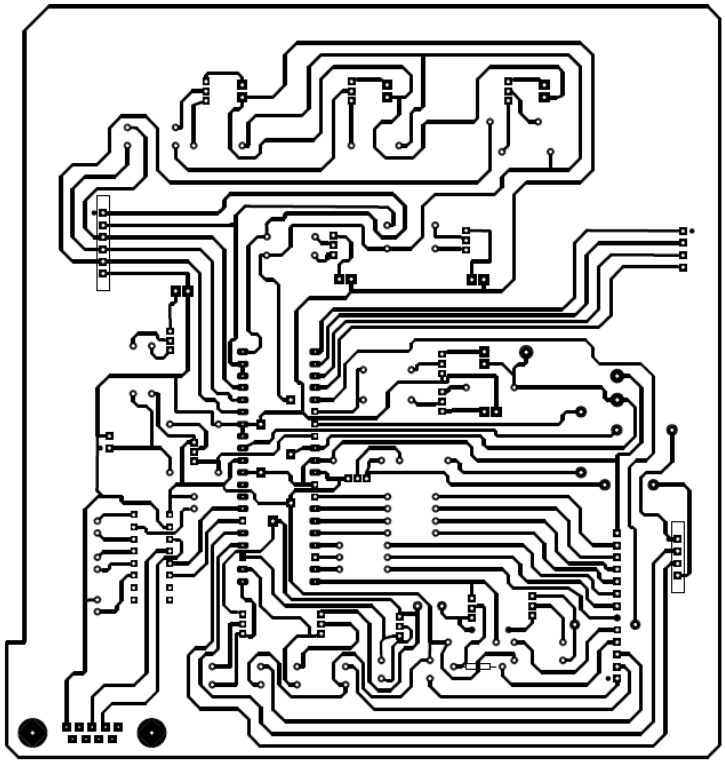


Figura 3.44 Diseño de placa de circuito impreso de microcontrolador master, pistas de cobre, cara inferior.

Circuito de conexiones a microcontrolador slave

El circuito impreso, del microcontrolador slave se muestra en las Figuras 3.45 y 3.46, con sus respectivas salidas hacia luces, electroválvulas y motores. Es importante recalcar que el control de potencia no se encuentra en esta placa.

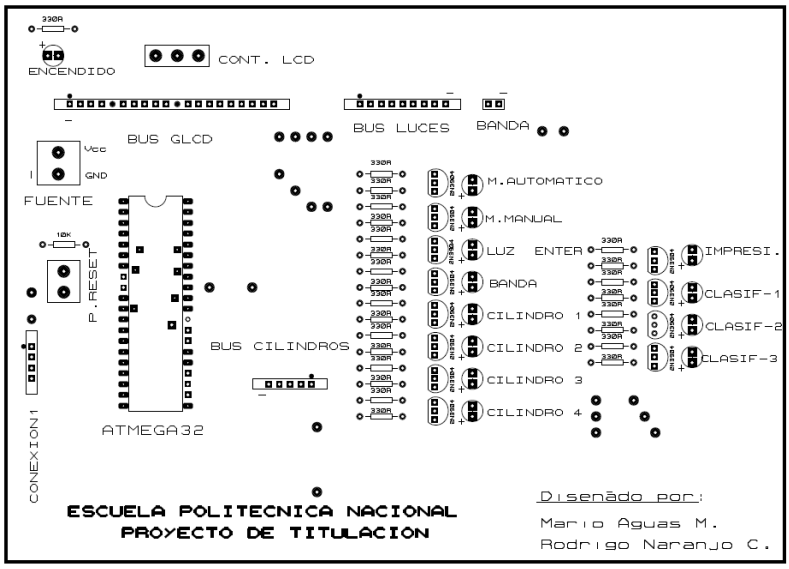


Figura 3.45 Diseño de placa de circuito impreso de microcontrolador slave, disposición de elementos, cara superior.

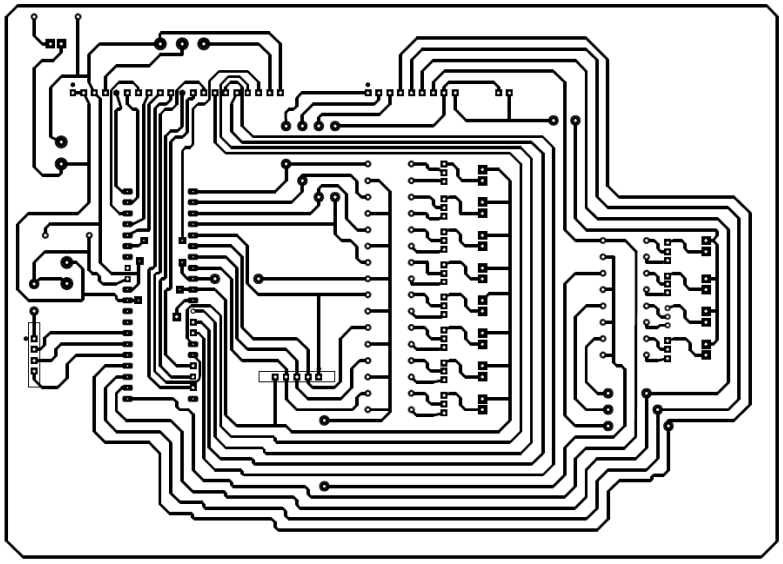


Figura 3.46 Diseño de placa de circuito impreso de microcontrolador slave, pistas de cobre, cara inferior.

Diseño de Hardware de Potencia, de motores, electroválvulas y luces de tablero.

Según lo mencionado en el numeral 3.2.2.3.1 correspondiente a slave, el microcontrolador debe activar motores, electroválvulas y luces. Para que esto sea posible, se debe diseñar varios circuitos, que a partir de una señal de 0 [V] o 5[V], es decir 0 o 1 lógico, encienda o apague estos mecanismos cuyo funcionamiento es a 110 [V].

Diseño de control de luces de tablero

Dado que las luces del tablero operan a 110 [V], se opta por diseñar el control más sencillo, es decir utilizar relés, conectados mediante el driver ULN2003, como se muestra en la Figura 3.47. El control es bastante óptimo al igual que el diseño de la placa de circuito impreso, Figura 3.48.

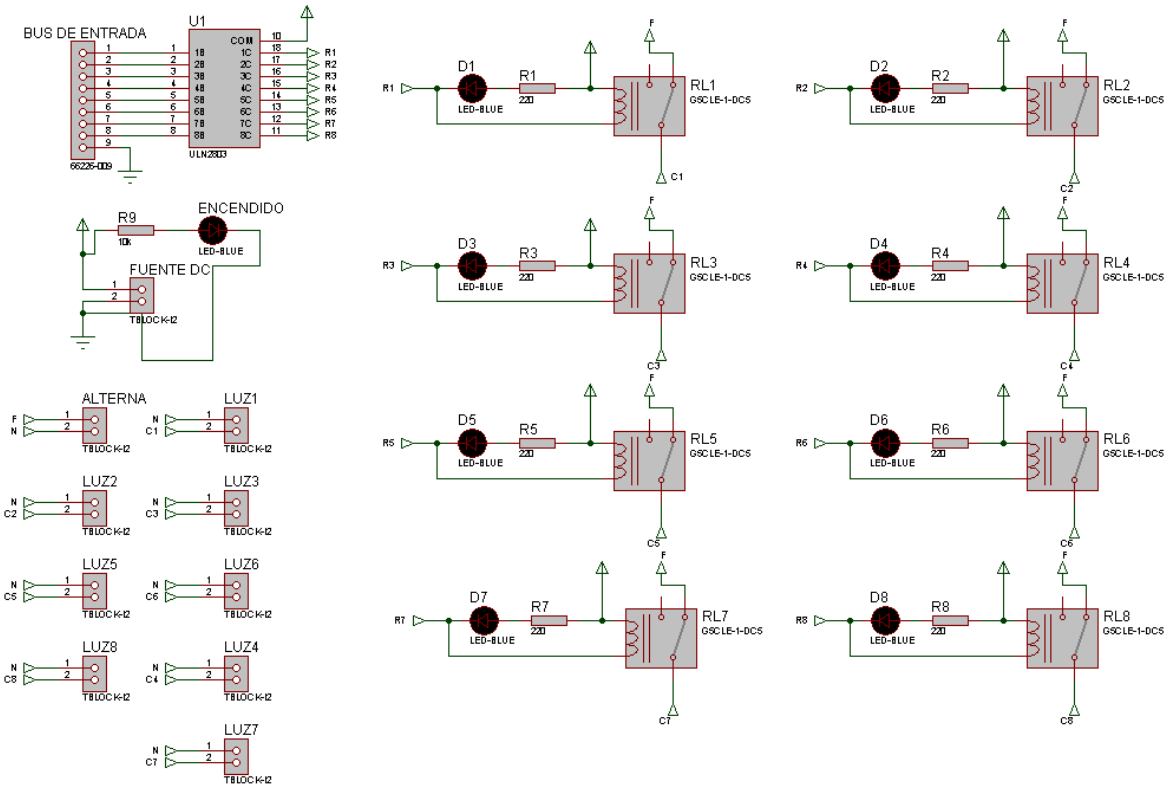


Figura 3.47 Simulación del diseño de control de luces de tablero

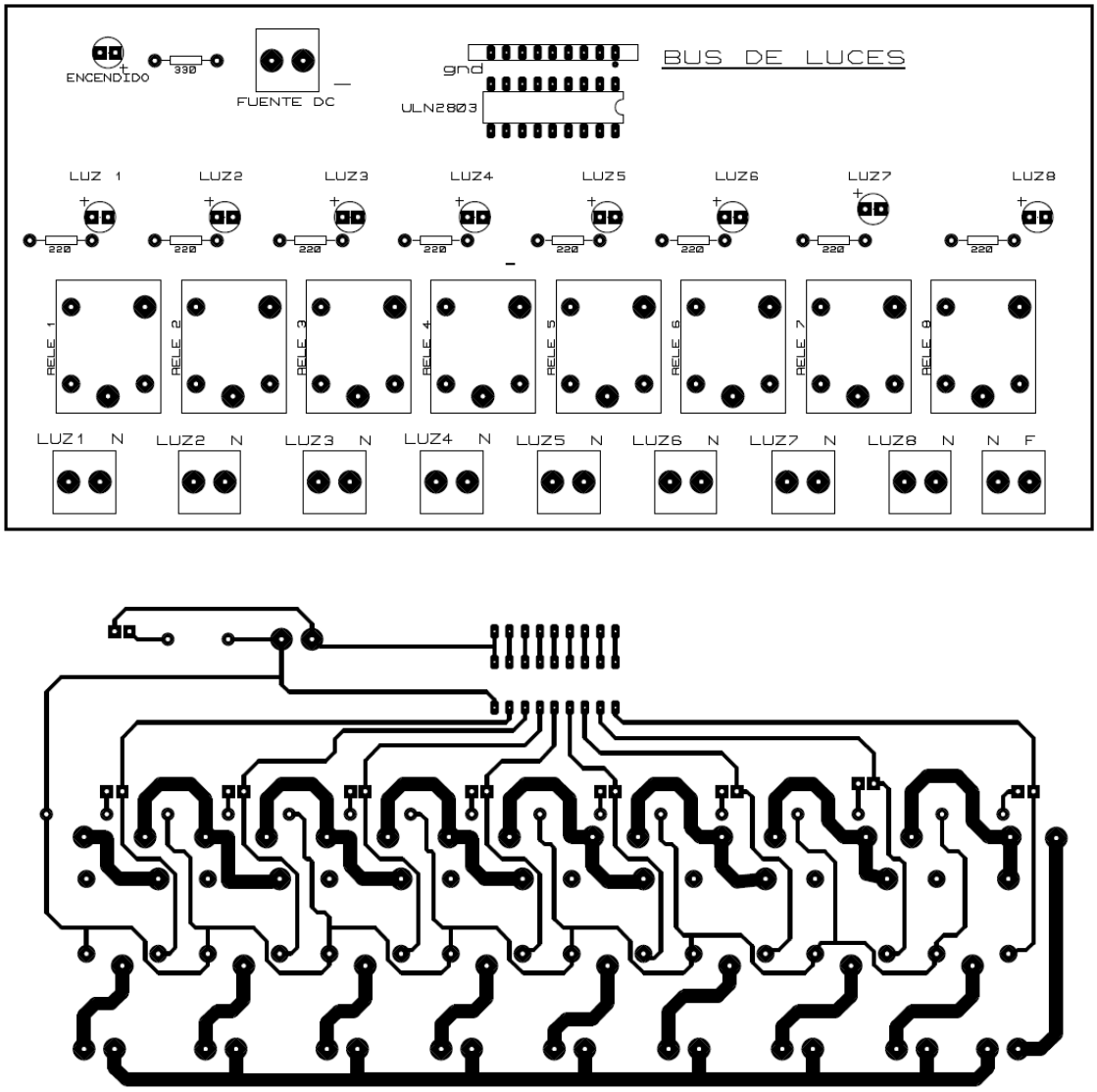


Figura 3.48 Diseño de placa de circuito impreso de control de luces de tablero

Diseño de control de Motor

Según lo explicado en el capítulo anterior, el motor que mueve la banda transportadora, es el elemento de mayor potencia en todo el sistema, por lo cual merece una especial atención en el diseño de su control, debido a que este podría generar interferencia en las placas de los microcontroladores, alterando así su su funcionamiento, o peor aún, de no existir un correcto aislamiento eléctrico, podrían llegar a dañar completamente las mismas.

En esta etapa del diseño se utiliza un relé de 12 [A], ya que básicamente la bobina contenida en el interior del mismo genera un campo magnético que

acciona el interruptor mecánico encargado de manejar la potencia, y el microcontrolador tiene la función de "mover" la bobina de acuerdo a las condiciones del sistema y lograr así aislar mecánicamente la sección de potencia de la de control, por esta razón se considera prudente utilizar relés y no otras alternativas de conmutación como son los SCR o Triac.

Con el fin de asegurar el correcto funcionamiento del sistema, y evitar definitivamente problemas de aislamiento se agrega un opto transistor, antes del relé, cuya fuente es independiente de la de los microcontroladores, asegurando así un total aislamiento. (Figura 3.49).

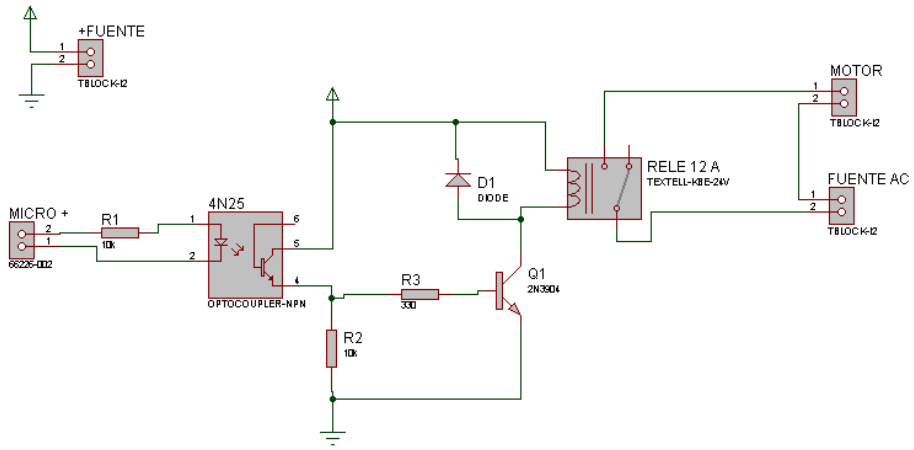


Figura 3.49 Simulación del diseño de control de Motor

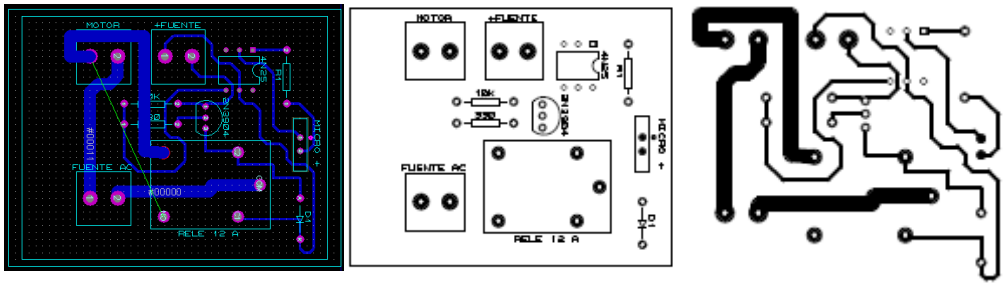


Figura 3.50 Diseño de placa de circuito impreso de control de Motor

Diseño de control de Electroválvulas

El sistema de electroválvulas es el encargado de actuar sobre los cilindros neumáticos, y dado que, de hecho este sistema es lento, con respecto al eléctrico, se necesita que el control sea rápido, para compensarlo. El uso de relés es lento, en comparación con el de control de potencia con triac, de ahí que se optó, por

este segundo método. Sin embargo el problema del aislamiento persiste, es por eso que se incorpora además un fototriac.

La simulación del sistema es el mostrado en la Figura 3.51, y su respectivo circuito impreso en la Figura 3.52.

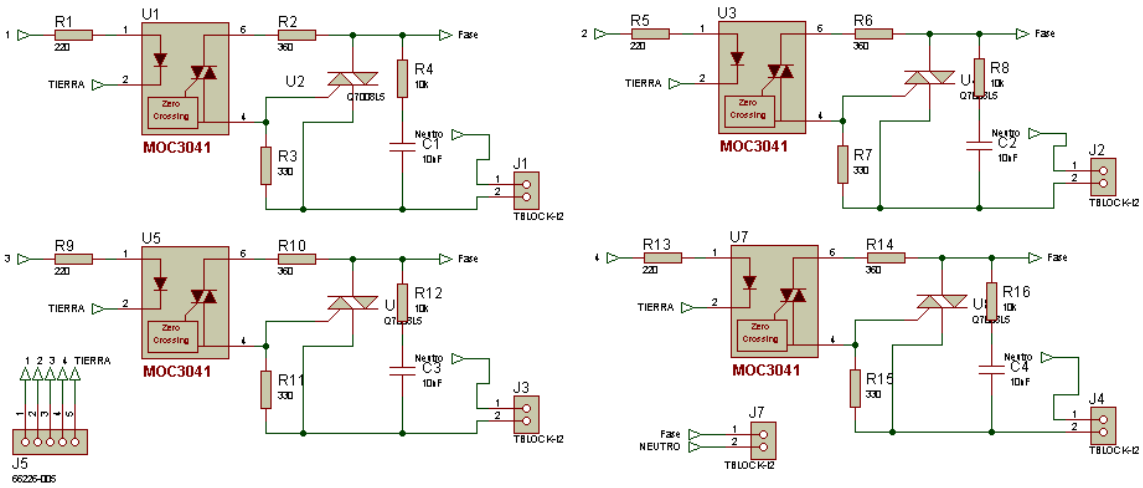
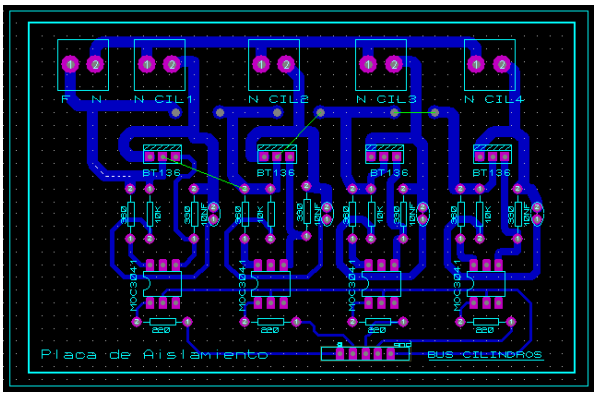
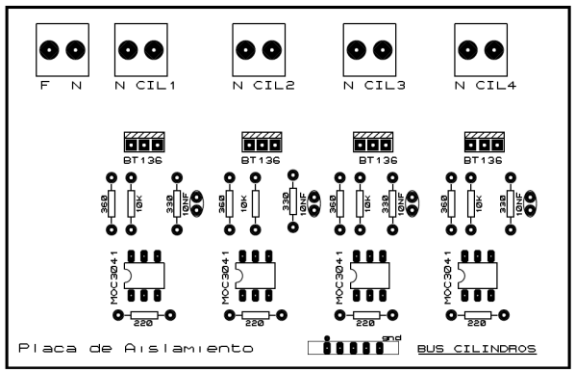


Figura 3.51 Simulación del diseño de control de Electroválvulas





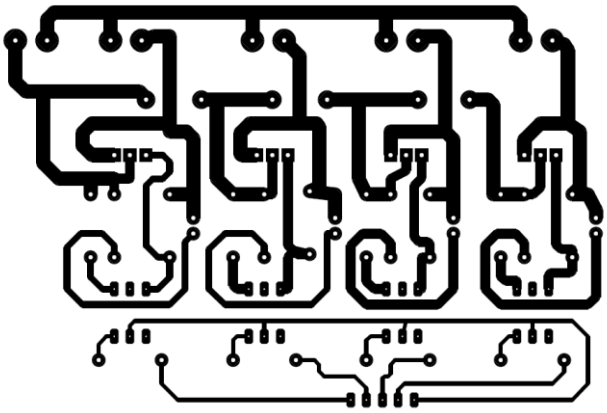


Figura 3.52 Diseño de placa de circuito impreso de control de electroválvulas.

3.4 DIAGRAMAS DE LOS CIRCUITOS DE FUERZA Y CONTROL

Los circuitos implementados en las tarjetas de control dedicadas usadas en el sistema de pesaje dinámico, están divididos de la siguiente forma:

- Circuito de fuerza y control del sistema de transportación y evacuación de cajas seleccionadas.
- Circuito neumático.

3.4.1 CIRCUITO DE FUERZA Y CONTROL DEL SISTEMA DE TRANSPORTACIÓN Y EVACUACIÓN DE CAJAS SELECCIONADAS

Los circuitos de fuerza y control para el sistema de transportación y evacuación de cajas seleccionadas, se encuentran aislados para filtrar cualquier interferencia electromagnética que afecte a las tarjetas de control diseñadas. En la Figura 3.53 se muestra el circuito de fuerza utilizado para los sistemas antes mencionados.

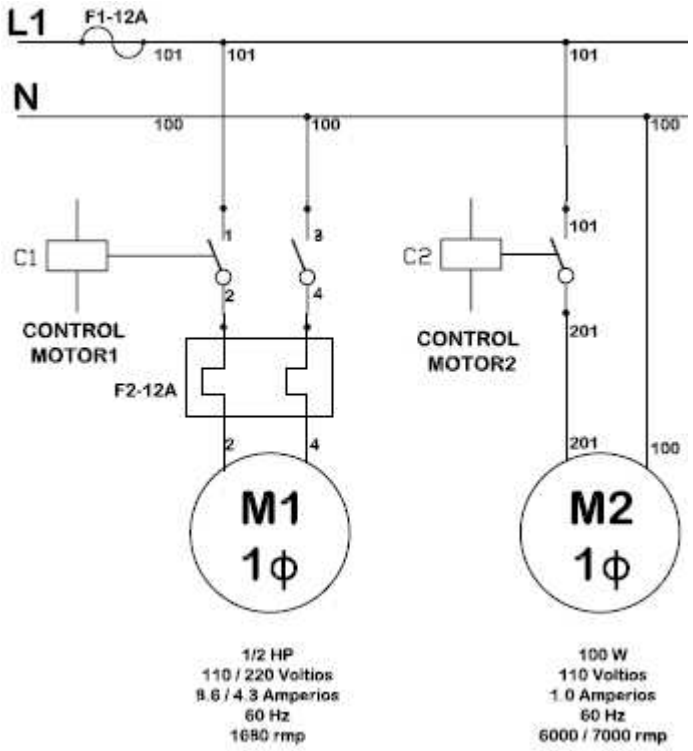


Figura 3.53 Diagrama de fuerza motor banda transportadora, motor cilindro evacuación de cajas seleccionadas.

La Figura 3.54 muestra el diagrama de control para los motores descritos anteriormente, con las protecciones utilizadas y la luz piloto implementada en el tablero de control para la banda transportadora.

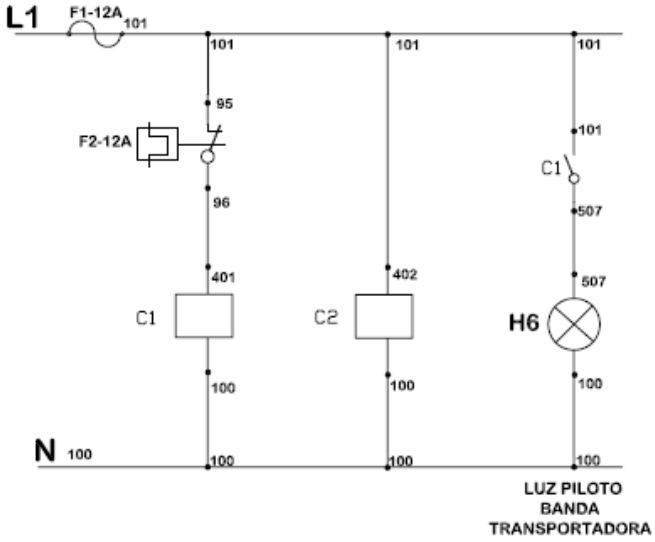


Figura 3.54 Diagrama de control para la banda transportadora, motor cilindro evacuación.

3.4.2 CIRCUITO NEUMÁTICO

El circuito neumático para el ingreso mecánico de las cajas a la etapa de pesado, y selección de pesos, se lo realiza mediante cilindros neumáticos de doble efecto utilizando reguladores de velocidad como ya se describió en el capítulo 2. Además, los actuadores neumáticos están controlados por electroválvulas de cinco vías dos posiciones de acuerdo a la Figura 3.55.

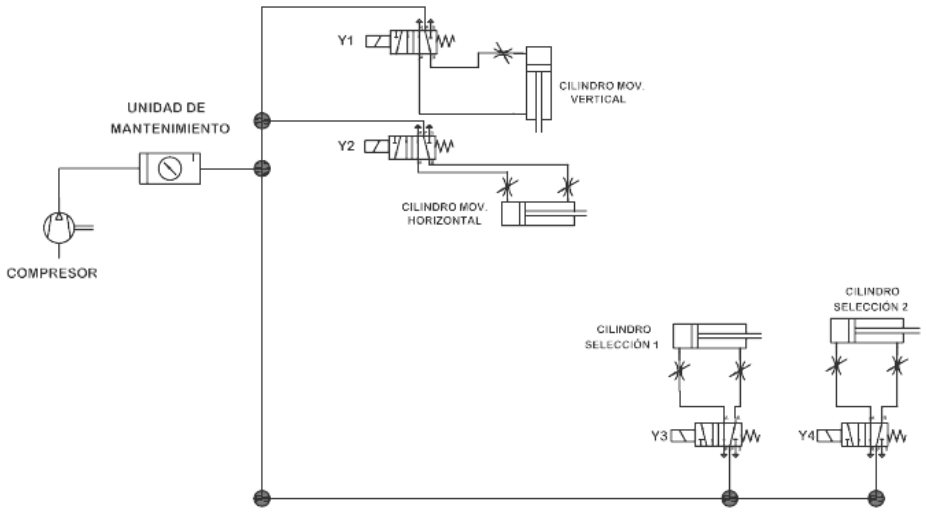


Figura 3.55 Circuito neumático del S.P.D

La figura 3.56 se muestra el diagrama de control del circuito neumático para el sistema de pesaje dinámico.

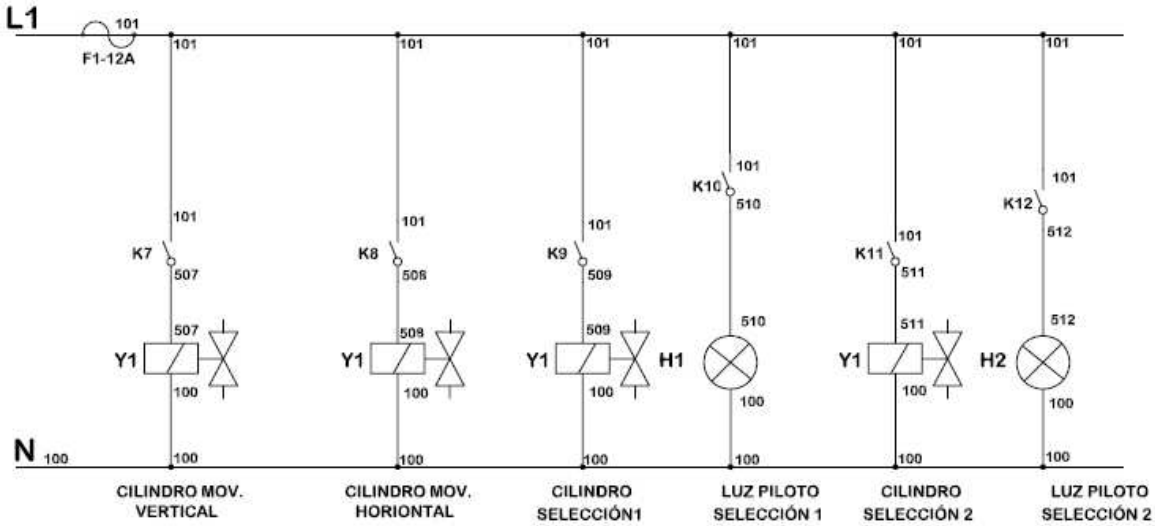


Figura 3.56 Diagrama de control del circuito neumático del S.P.D.

CAPÍTULO 4

CAPÍTULO 4

DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DEL INTERFASE HOMBRE MÁQUINA CON VISUAL BASIC 6.0.

El sistema de pesaje dinámico ofrece la posibilidad de ser controlado a distancia mediante un ordenador, éste es capaz de enviar modificaciones de datos, mostrar el estado del proceso en tiempo real, guardar datos de productos procesados y recibir notificaciones.

El presente capítulo explica el proceso para el desarrollo e implementación, del recurso mencionado, mediante el software de programación Visual Basic 6.0.

4.1 REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE PESAJE DINÁMICO

Con el fin de controlar adecuadamente el sistema de pesaje dinámico, y ofrecer la seguridad que éste requiere, el interfaz hombre-máquina (HMI), debe poseer ciertas especificaciones esenciales, éstas son:

- Ventana de control de operador
- Ventana de control de Administrador

4.1.1 VENTANA DE CONTROL DE OPERADOR

En esta ventana el operador puede controlar todas las funciones del sistema, excepto modificación de datos capturados y precios de productos.

Las funciones de esta ventana son:

- Trabajo en modo automático
- Trabajo en modo manual
- Recolección y guardado de datos procesados por el sistema como nombre del producto, peso, costo y clasificación, sin posibilidad de cambio.
- Impresión de etiquetas.
- Visualización de estado del sistema, en tiempo real.
- Posibilidad de envío del rango a ser usado, tanto en continuo como discreto

- Posibilidad de envío del nombre de producto a ser procesado, previo ingreso del administrador al sistema.

4.1.2 VENTANA DE CONTROL DE ADMINISTRADOR

Esta ventana al ser utilizada por el administrador debe poseer:

- Clave de acceso con posibilidad a cambio.
- Tabla de datos procesados por el sistema con posibilidad de borrado.
- Descarga de productos pesados mientras el HMI se encontraba desconectado del sistema.
- Tabla de datos con nombre de productos y precio por Kg. Con posibilidad a cambio.
- Envío al sistema de datos nuevos o con cambios.

4.2 LÓGICA GENERAL DE CONTROL MEDIANTE HMI

Al iniciar el HMI, el programa muestra la pantalla principal, la cual contiene dos menús, “Observar proceso” y “Modificar Datos”, definidas anteriormente como ventana de operador y administrador, respectivamente, Figura 4.1. Cada una de estas contiene subventanas o botones de acción que realizan acciones destinadas al control y manipulación de datos del sistema, como se observa en la Figura 4.2.

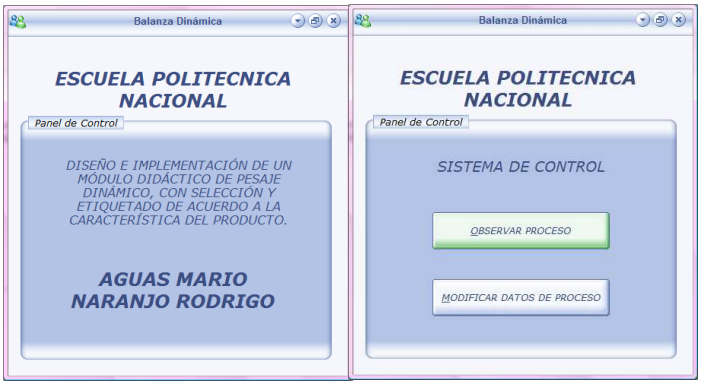


Figura 4.1 Pantalla inicial del HMI

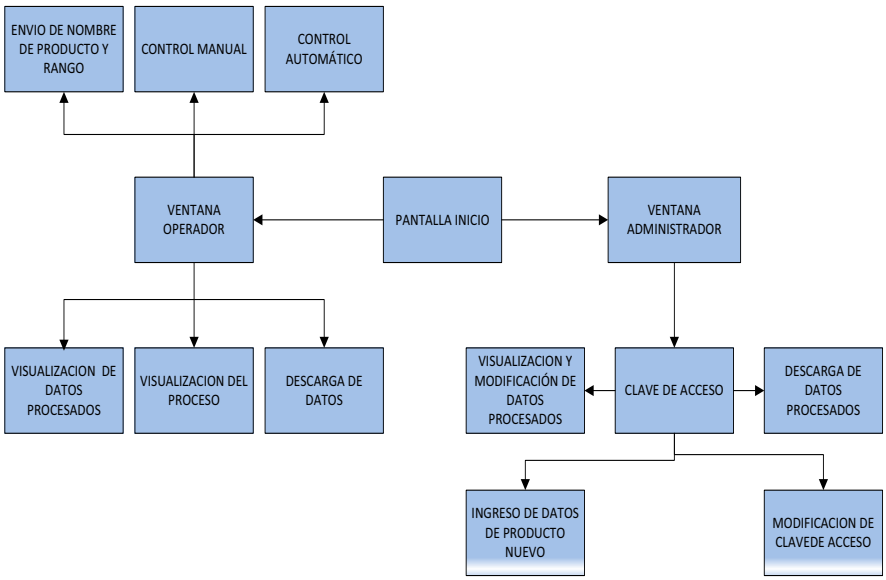


Figura 4.2 Lógica general de control de HMI

4.2.1 LÓGICA DE CONTROL DE VENTANA DE OPERADOR.

Esta ventana posee múltiples líneas de código, ya que deberá cumplir varias tareas.

Al presionar el botón observar proceso, de la figura 4.1, el evento ordena pasar a ventana operador, en la que observamos 4 subpantallas o frames, Figura 4.3

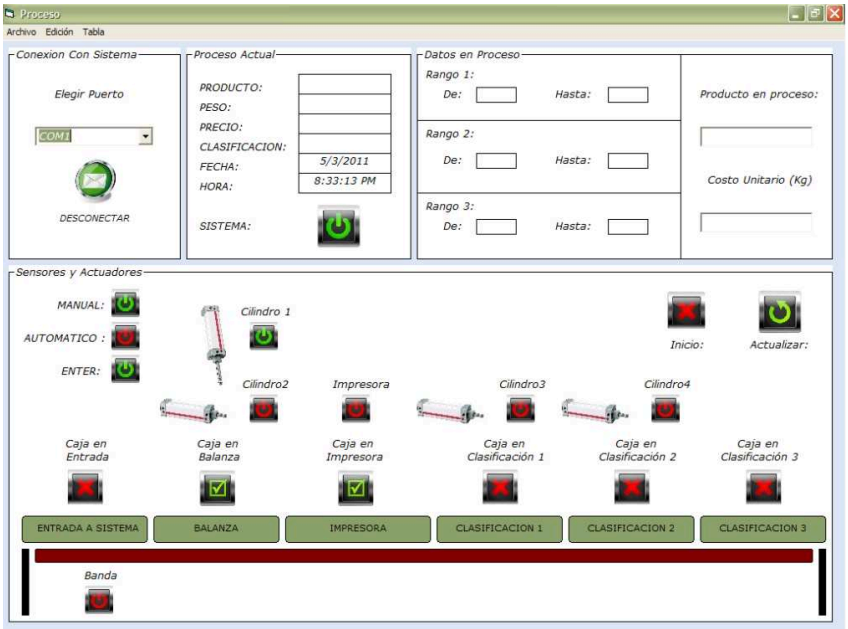


Figura 4.3 Ventana de operador

En la primera se muestra el puerto al cual el usuario desea conectarse, las dos siguientes, entregan información sobre el producto que en ese momento esté siendo pesado; finalmente, en esta pantalla se encuentra toda la información del proceso en tiempo real incluyendo el lugar en donde se encuentran las cajas, tanto en modo manual, como automático.

El manejo del puerto serial es sin duda la tarea más trascendental que el HMI realiza. Ya que de presentar fallas en su diseño, la conexión con el sistema de pesaje dinámico quedaría inutilizable. Para realizar correctamente está acción utilizamos eventos del control MSCOMM figura 4.4, que informan si ha habido algún cambio en el puerto; el tipo de evento es recibido por la propiedad CommEvent y según su valor se puede saber qué ha ocurrido. El microcontrolador enviará información previa sobre que pin ha cambiado su estado, y luego el valor de éste. Es decir envía por ejemplo “Electroválvula 1” y “Encendido”. Constantemente el HMI recibirá información de todas las variables inmersas en el proceso, especialmente de los sensores de presencia.

```
End Sub
Private Sub puerto_OnComm()

If puerto.CommEvent = comEvReceive And puerto.InBufferCount > 0 Then

If port = 30 Then
DATO = DATO & puerto.Input 'esto guarda los datos recibidos en la variable Dato
Open "C:\Temp.txt" For Output As #1
Print #1, DATO
Close #1
Call SOk
End If
```

Figura 4.4 Manejo del control MSCOMM de visula Basic 6.0

En adición, el operador podrá decidir si desea o no imprimir las etiquetas, que serán pegadas a las cajas, figura 4.5.

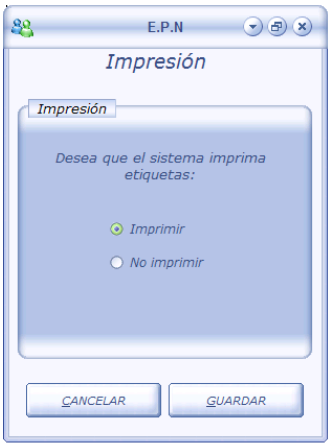


Figura 4.5 Ventana de impresión

Al presionar “Imprimir” y guardar, el HMI, guarda la variable, y la revisa una vez que el proceso esté en la etapa de impresión, de ser positiva, envía al microcontrolador un aviso de espera, hasta que la etiqueta sea impresa.

La modificación del producto que se ingresará al sistema se hace en base a la tabla de datos ingresada previamente por el administrador, el programa está diseñado, para que al dar un click, sobre la pestaña avanzar muestre el siguiente producto en la lista, y con retroceder, el anterior, y una vez seleccionado enviarlo al sistema, por medio del puerto serial, figura 4.6.

Figura 4.6 Ventana de selección de producto

Se han insertado 6 campos en una tabla de datos, como se ilustra en la Figura 4.7, necesarios para guardar los datos procedentes del proceso tanto en modo automático como manual.

Producto	Peso (Kg)	Precio($)	Fecha	Hora	Clasificacion
Producto	Peso(Kg)	Precio($)	Fecha	Hora	Clasificacion
yyyyyyyyy	1.395	359.28	4/5/2011	12:40:20 PM	2
Peras	1.36	1.56	4/5/2011	12:41:26 PM	2
Peras	0.365	0.41	4/5/2011	12:41:46 PM	1
Peras	0.035	0.04	4/5/2011	12:42:06 PM	1
Peras	0.84	0.96	4/5/2011	12:42:24 PM	2
Peras	2.035	2.34	4/5/2011	12:42:45 PM	3
Peras	0.03	0.03			1
Peras	0.43	0.49			1
Peras	1.335	1.53			2
Peras	0.36	0.41			1
Peras	2.035	2.34			3
	0	0			0
Peras	0.36	0.41			1
Peras	2.035	2.34			3
Lima	1.435	1.69	4/11/2011	9:11:46 PM	3
Lima	1.36	1.6	4/11/2011	9:12:56 PM	2
Lima	0.435	0.51	4/11/2011	9:13:56 PM	1
Frutilla	0.365	0.12	5/1/2011	6:08:02 PM	1

Figura 4.7 Tabla de productos, usando Visual Basic 6.0

Al igual que mediante pantalla táctil, el usuario puede escoger entre rango continuo y discreto, con solo presionar edición en el menú de ventana de operador, seleccionar rango, y enviarlo al sistema. Figura 4.8.

Figura 4.8 Ventana de selección de Rango

En cuanto a la edición de rango, hay que señalar que el rango continuo, tendrá tres clasificaciones, ya que ningún dato queda fuera de los límites de pesaje, es por esa razón que el programa está diseñado, según la Figura 4.9, para que el usuario no pueda modificar los datos de rango 1, desde y rango 3 hasta, es decir, los límites inferior y superior.

Además el programa pondrá automáticamente el dato de rango 2, y rango 3 “desde” conociendo el rango 1, y rango 2 “hasta”, ya que la precisión de la balanza es de 5g, solo basta con sumar el dato puesto anteriormente 5g y mostrarlo.

Figura 4.9 Ventana de edición de rango continuo

En cuanto al rango discreto, sólo tendrá dos clasificaciones, las mismas que podrán ser elegidas por el operador, de no estar en ninguna de éstas, el sistema desechará la caja, y mostrará en tablero como clasificación 3, sin embargo está destinada para desecho. Refiérase a la Figura 4.10.

Figura 4.10 Ventana de edición de rango discreto

El programa ofrece la posibilidad de que, estando dentro de ventana de operador, se pueda observar la tabla de datos de productos procesados por el sistema, con la fecha y hora, a la cual fueron pesados, Figura 4.11, sin embargo no podrán ser modificados.

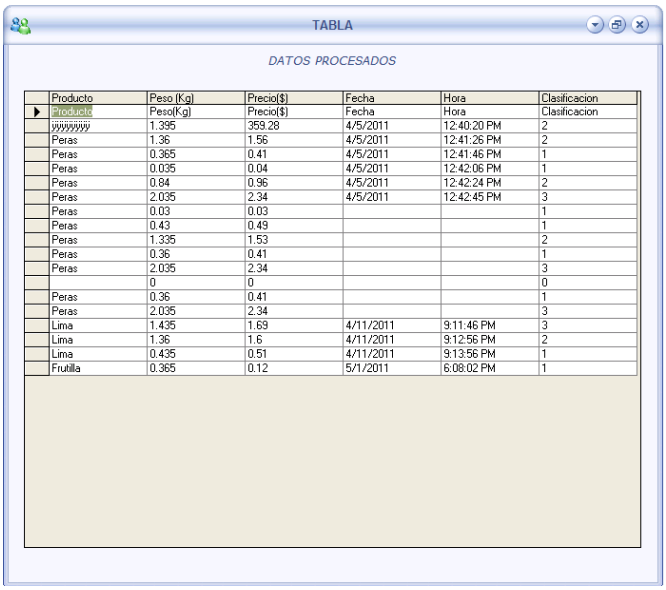


Figura 4.11 Tabla de datos procesados

Hay que mencionar que, mientras el HMI esté conectado al sistema de pesaje, éste captura automáticamente todos los datos de productos procesados, tanto en modo manual como automático. Sin embargo, el microcontrolador los captura también si así se lo desea, únicamente habilitando la opción de memorizar proceso, en la pantalla opciones de memoria, Figura 4.12.

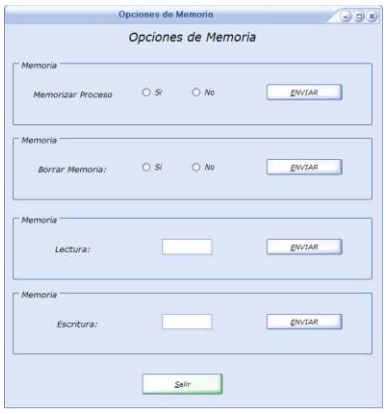


Figura 4.12 Opciones de memoria

La ventana de memorizar proceso (Figura 4.13), se divide en cuatro partes, la primera será para ordenarle al microcontrolador memorice los datos de productos procesados, en cuanto a la opción borrar memoria, reinicia la EEPROM del microcontrolador, perdiéndose todos los datos escritos anteriormente.

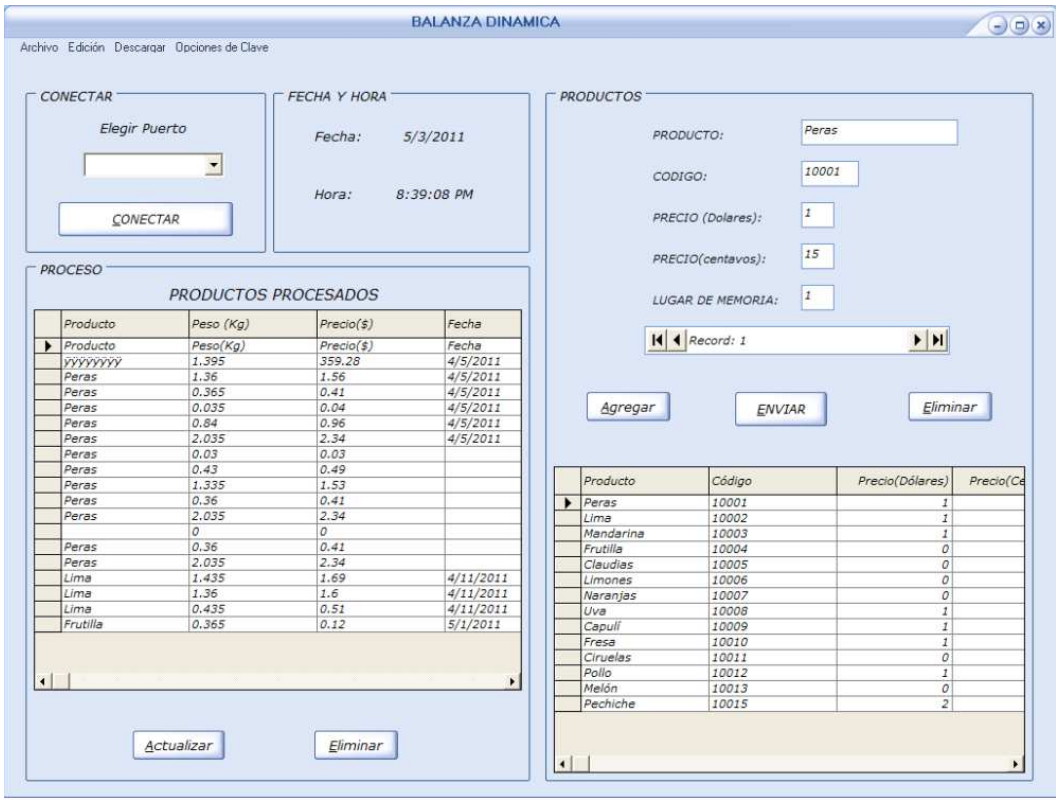


Figura 4.13 Ventana de Administrador

Lectura y escritura de la ventana memoria, permite ingresar la posición de memoria desde la cual se leerá o escribirá los datos del producto respectivamente. Es decir si el administrador desea leer sólo ciertos datos o escribir nuevos en lugar de otros, con esta opción, lo puede hacer fácilmente.

El HMI controla directamente la impresora, por lo que es necesario mantenerla correctamente conectada a la PC y al sistema de alimentación AC. Ésta puede ser o no activada, desde la ventana impresión, Figura 4.5.

Al estar seleccionada la opción de imprimir, el HMI envía al sistema de pesaje la orden de que la caja permanezca el tiempo suficiente en balanza, para que el

operador pueda colocar la etiqueta. Una vez terminado el tiempo el sistema emite un pitido como aviso de que, la caja será enviada a la banda transportadora para su clasificación.

4.2.2 LÓGICA DE CONTROL DE VENTANA DE ADMINISTRADOR

Para ingresar a ventana de administrador, Figura 4.14 y Figura 4.15, el usuario, debe establecer una clave al momento de ingresar por primera vez.

Figura 4.14 Ventana de establecer clave

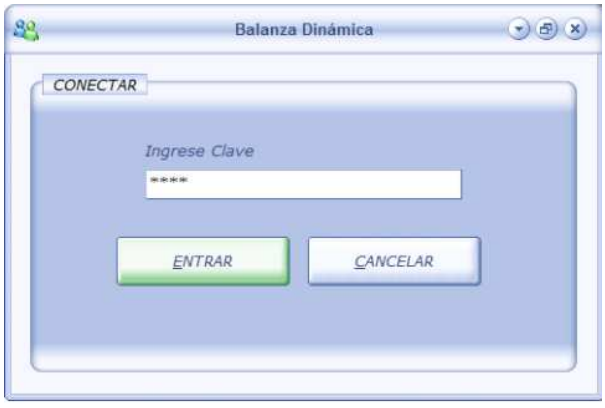


Figura 4.15 Ingreso de clave

En adición el administrador puede cambiar la clave en el momento que lo desee, previo ingreso de la clave anterior, Figura 4.16.

Figura 4.16 Cambio de clave

La ventana de administrador, Figura 4.13, tendrá la tabla de datos de productos procesados, ésta podrá ser modificada, según se crea conveniente. Figura 4.17.

PRODUCTOS PROCESADOS

Producto	Peso (Kg)	Precio($)	Fecha
Producto	Peso(Kg)	Precio($)	Fecha
ÿÿÿÿÿÿÿÿ	1.395	359.28	4/5/2011
Peras	1.36	1.56	4/5/2011
Peras	0.365	0.41	4/5/2011
Peras	0.035	0.04	4/5/2011
Peras	0.84	0.96	4/5/2011
Peras	2.035	2.34	4/5/2011
Peras	0.03	0.03	
Peras	0.43	0.49	
Peras	1.335	1.53	
Peras	0.36	0.41	
Peras	2.035	2.34	
	0	0	
Peras	0.36	0.41	
Peras	2.035	2.34	
Lima	1.435	1.69	4/11/2011
Lima	1.36	1.6	4/11/2011
Lima	0.435	0.51	4/11/2011
Frutilla	0.365	0.12	5/1/2011

Figura 4.17 Tabla de productos procesados en ventana administrador.

Además posee una tabla con la lista de productos que podrán ser ingresados al sistema. Esta deberá poseer nombre de producto y precio por cada Kg, así como su código y ubicación de memoria, o posición en la que se mostrará en GLCD.

Podrá ser modificada ya sea ingresando, borrando o editando productos. El sistema podrá memorizar un número máximo de 83 productos con todas sus características mencionadas, sin embargo el límite para los productos procesados que puede capturar el HMI dependerá del disco duro del PC. Figura 4.18

Producto	Código	Precio(Dólares)	Precio(Ce
Peras	10001	1	
Lima	10002	1	
Mandarina	10003	1	
Frutilla	10004	0	
Claudias	10005	0	
Limones	10006	0	
Naranjas	10007	0	
Uva	10008	1	
Capulí	10009	1	
Fresa	10010	1	
Ciruelas	10011	0	
Pollo	10012	1	
Melón	10013	0	
Pechiche	10015	2	

Figura 4.18 Tabla de productos disponibles en ventana administrador.

CAPÍTULO 5

CAPÍTULO 5
PRUEBAS Y RESULTADOS

5.1 INTRODUCCIÓN

En este capítulo, se analizará a detalle el funcionamiento del sistema de pesaje dinámico bajo distintas condiciones de uso, con pruebas de movimientos mecánicos, que incluye banda transportadora y cilindros neumáticos. Finalmente se verificará el valor de peso correcto, tomado por el sistema, comparándolo con el valor real de una balanza de 1 gramo de precisión. En conclusión, se verificará que el error que dé cómo resultado, no exceda el permitido por los estándares permitidos, y así el sistema sea considerado apto para su funcionamiento.

5.2 PRUEBAS DE CONEXIONES ELÉCTRICAS

Antes de energizar el sistema de pesaje dinámico, se realizaron pruebas de continuidad entre varios puntos del sistema dedicado y de potencia. Al verificar que todas las conexiones están correctas, se procedió a encender el sistema, con resultados positivos.

5.3 PRUEBAS DEL SISTEMA MECÁNICO

En estas pruebas se realizó la verificación del correcto funcionamiento del motor que activa la banda transportadora, así como también de los cilindros neumáticos.

Todas las pruebas antes mencionadas son importantes e indispensables para un óptimo funcionamiento del sistema de pesaje dinámico.

- **Pruebas de movimiento de banda transportadora**

Trabajando en modo manual se procedió a activar el motor que da el movimiento a la banda transportadora. Al hacerlo se verificó que trabajando en vacío, no

presenta problemas de cabeceo o reducción de velocidad. Tampoco presenta problemas en el arranque ni en modo intermitente. La respuesta del motor resulta óptima para la transportación de cajas.

En cuanto a trabajo con carga se observó que la banda transportadora no presenta reducción de velocidad o cabeceo, incluso al aumentar el peso de carga por caja, y dado que el sistema tendrá un máximo de dos cajas a la vez durante su funcionamiento, el sistema es considerado óptimo.

- **Pruebas de electroválvulas y cilindros neumáticos**

Las electroválvulas presentan una muy buena respuesta con la orden de encendido y apagado, sin presentar falla alguna durante 20 pruebas de on/off, con intermitencia de 2 segundos, al activar los cilindros tanto de entrada como de clasificación.

El activado de las electroválvulas, se realizó mediante pantalla táctil y HMI, trabajando en modo manual y automático, sin presentar inconveniente de funcionamiento.

5.4 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

En estas pruebas se verificó el correcto funcionamiento del sistema de pesaje dinámico en modo automático. Los puntos a verificar fueron:

- Encendido de banda transportadora
- Encendido de cilindros de entrada en el orden correcto
- Captura de peso
- Cálculo de precio
- Cálculo de clasificación
- Encendido de cilindros de clasificación (banderas de clasificación)

5.4.1 PRUEBAS DE PESO DEL SISTEMA DE PESAJE DINÁMICO

Pruebas y resultados para un peso neto de 0,195 Kg (sin caja), es decir, un peso bruto de 0,287 Kg (peso de una caja 0,092 Kg).

En la Tabla 5.1 se indican los datos obtenidos de las pruebas realizadas para medir los valores de peso obtenido para 20 muestras durante tres días de un peso de 0,287 Kg, además se muestra los valores calculados de promedio, varianza y desviación estándar.

Nº de muestra	Peso Día 1 [Kg]	Peso Día 2 [Kg]	Peso Día 3 [Kg]	Peso Promedio[Kg]
1	0,285	0,225	0,285	**0,265**
2	0,285	0,285	0,285	**0,285**
3	0,285	0,285	0,285	**0,285**
4	0,285	0,285	0,285	**0,285**
5	0,285	0,285	0,285	**0,285**
6	0,285	0,285	0,285	**0,285**
7	0,285	0,285	0,285	**0,285**
8	0,285	0,285	0,285	**0,285**
9	0,285	0,285	0,285	**0,285**
10	0,285	0,285	0,285	**0,285**
11	0,285	0,285	0,285	**0,285**
12	0,285	0,285	0,285	**0,285**
13	0,285	0,285	0,285	**0,285**
14	0,285	0,285	0,285	**0,285**
15	0,285	0,285	0,285	**0,285**
16	0,285	0,285	0,285	**0,285**
17	0,285	0,285	0,285	**0,285**
18	0,285	0,285	0,285	**0,285**
19	0,285	0,285	0,285	**0,285**
20	0,285	0,285	0,285	**0,285**
PROMEDIO	**0,285**	**0,282**	**0,285**	
VARIANZA	**0,0000**	**0,0002**	**0,0000**	**0,0001**
DESVIACIÓN ESTANDAR	**0,0000**	**0,0134**	**0,0000**	**0,0045**

Tabla 5.1 Pruebas para un peso de 0,287 Kg.

Con los datos obtenidos para un peso de 0,287 Kg, y al hacer una aproximación de 4 dígitos en los valores obtenidos, se tiene un promedio de la desviación estándar de 0,0045 lo que implica que el valor de peso está 0,287±0,0045. El valor de 0,0045 representa el 1,57% de error.

En la Figura 5.1 se representa los valores de peso promedio por muestra realizada para un peso de 0,287 kg.

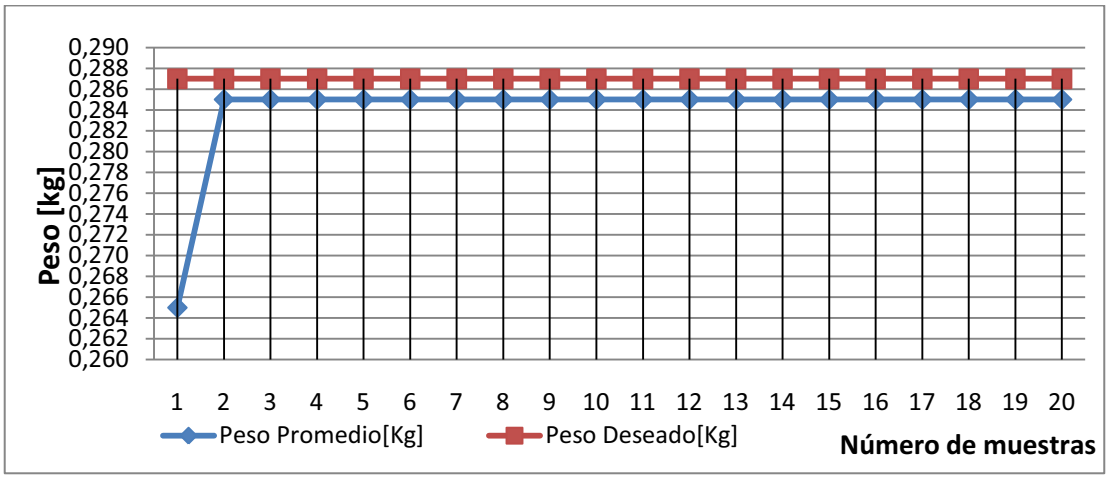


Figura 5.1 Promedio de peso por cada muestra realizada para un peso de 0,287 Kg.

En la Tabla 5.2 se muestra los errores porcentuales calculados, donde se puede observar que el promedio de la muestra es 0,73%, por tanto se tiene un rango de tolerancia de 0,284 Kg hasta 0,289 Kg.

Nº de muestra	Error Día 1 [Kg]	Error Día 2 [Kg]	Error Día 3[Kg]	Error Promedio [Kg]
1	0,70	2,50	0,70	**1,30**
2	0,70	0,70	0,70	**0,70**
3	0,70	0,70	0,70	**0,70**
4	0,70	0,70	0,70	**0,70**
5	0,70	0,70	0,70	**0,70**
6	0,70	0,70	0,70	**0,70**
7	0,70	0,70	0,70	**0,70**
8	0,70	0,70	0,70	**0,70**
9	0,70	0,70	0,70	**0,70**
10	0,70	0,70	0,70	**0,70**
11	0,70	0,70	0,70	**0,70**
12	0,70	0,70	0,70	**0,70**
13	0,70	0,70	0,70	**0,70**
14	0,70	0,70	0,70	**0,70**
15	0,70	0,70	0,70	**0,70**
16	0,70	0,70	0,70	**0,70**
17	0,70	0,70	0,70	**0,70**
18	0,70	0,70	0,70	**0,70**
19	0,70	0,70	0,70	**0,70**
20	0,70	0,70	0,70	**0,70**
Error% Promedio	**0,70**	**0,79**	**0,70**	

Tabla 5.2 Tabla de errores porcentuales para un peso de 0,287 Kg.

Pruebas y resultados para un peso neto de 0,995 Kg (sin caja), es decir, un peso bruto de 1,087 Kg (peso de la caja 0,092 Kg).

Las pruebas correspondientes para un peso de 1,087 Kg se muestran en la Tabla 5.3 con los respectivos cálculos de promedio, varianza y desviación estándar**.**

Nº de muestra	Peso Día 1 [Kg]	Peso Día 2 [Kg]	Peso Día 3 [Kg]	Peso Promedio[Kg]
1	1,085	1,085	1,005	**1,058**
2	1,085	1,085	1,080	**1,083**
3	1,085	1,085	1,085	**1,085**
4	1,085	1,085	1,085	**1,085**
5	1,085	1,085	1,085	**1,085**
6	1,085	1,085	1,085	**1,085**
7	1,085	1,085	1,085	**1,085**
8	1,085	1,085	1,085	**1,085**
9	1,085	1,085	1,085	**1,085**
10	1,085	1,085	1,085	**1,085**
11	1,085	1,085	1,085	**1,085**
12	1,085	1,085	1,085	**1,085**
13	1,085	1,085	1,085	**1,085**
14	1,085	1,085	1,085	**1,085**
15	1,085	1,085	1,085	**1,085**
16	1,080	1,085	1,085	**1,083**
17	1,085	1,080	1,085	**1,083**
18	1,085	1,080	1,085	**1,083**
19	1,085	1,180	1,185	**1,150**
20	1,085	1,180	1,085	**1,117**
PROMEDIO	**1,085**	**1,094**	**1,086**	
VARIANZA	**0,000**	**0,001**	**0,001**	**0,001**
DESVIACIÓN ESTANDAR	**0,001**	**0,029**	**0,029**	**0,020**

Tabla 5.3 Pruebas para un peso de 1,087 Kg.

De acuerdo a la Tabla 5.3, se tiene un promedio de la desviación estándar aproximada a tres dígitos decimales de 0,020 Kg, con lo que se tiene un valor de peso de 1,087±0,020 Kg. El valor de 0,020 Kg, representa al 1,84% de error.

En la Figura 5.2 se representa los valores de peso promedio por muestra realizada para un peso de 1,087 kg.

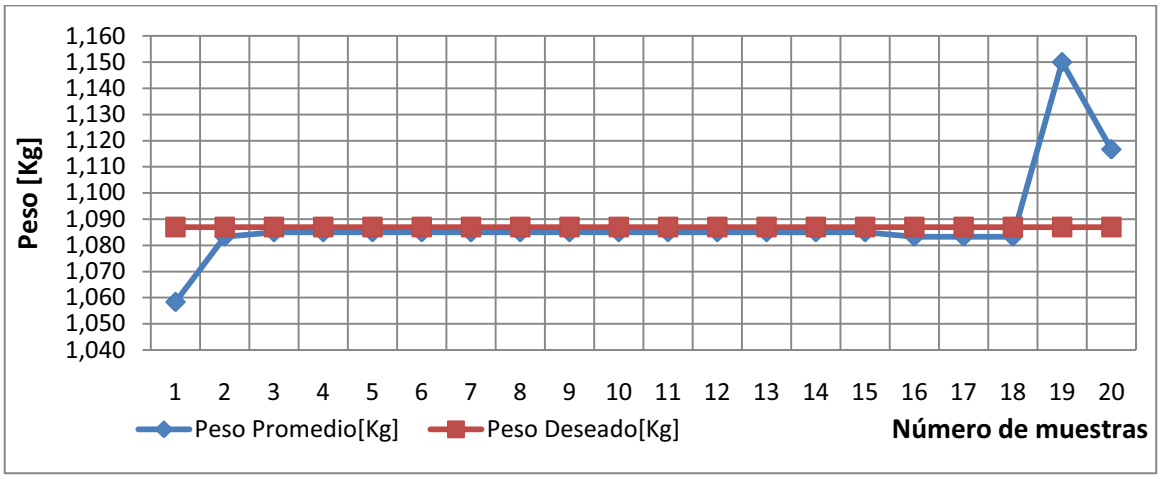


Figura 5.2 Promedio de peso por cada muestra realizada para un peso de 1,087 Kg.

En la Tabla 5.4 se muestra los errores porcentuales calculados, donde se puede observar que el error promedio de la muestra es -0,06%, por tanto se tiene un rango de tolerancia de 1,086 Kg hasta 1,088 Kg.

Nº de muestra	Error Día 1 [Kg]	Error Día 2 [Kg]	Error Día 3[Kg]	Error Promedio [Kg]
1	0,18	0,18	8,16	**2,84**
2	0,18	0,18	0,65	**0,34**
3	0,18	0,18	0,18	**0,18**
4	0,18	0,18	0,18	**0,18**
5	0,18	0,18	0,18	**0,18**
6	0,18	0,18	0,18	**0,18**
7	0,18	0,18	0,18	**0,18**
8	0,18	0,18	0,18	**0,18**
9	0,18	0,18	0,18	**0,18**
10	0,18	0,18	0,18	**0,18**
11	0,18	0,18	0,18	**0,18**
12	0,18	0,18	0,18	**0,18**
13	0,18	0,18	0,18	**0,18**
14	0,18	0,18	0,18	**0,18**
15	0,18	0,18	0,18	**0,18**
16	0,65	0,18	0,18	**0,34**
17	0,18	0,65	0,18	**0,34**
18	0,18	0,65	0,18	**0,34**
19	0,18	-7,88	-8,27	**-5,32**
20	0,18	-7,88	0,18	**-2,50**
Error%Promedio	**0,21**	**-0,58**	**0,18**	

Tabla 5.4 Tabla de errores porcentuales para un peso de 1,087 Kg.

Pruebas y resultados para un peso neto de 1,595 Kg (sin caja), es decir, un peso bruto de 1,687 Kg (peso caja 0,092 Kg).

Las pruebas correspondientes para un peso de 1,687 Kg se muestran en la Tabla 5.5 con los respectivos cálculos de promedio, varianza y desviación estándar.

Nº de muestra	Peso Día 1 [Kg]	Peso Día 2 [Kg]	Peso Día 3 [Kg]	Peso Promedio[Kg]
1	1,680	1,675	1,680	1,678
2	1,660	1,685	1,680	1,675
3	1,680	1,680	1,680	1,680
4	1,680	1,685	1,680	1,682
5	1,685	1,685	1,680	1,683
6	1,685	1,685	1,685	1,685
7	1,680	1,685	1,685	1,683
8	1,685	1,685	1,685	1,685
9	1,685	1,685	1,685	1,685
10	1,680	1,685	1,685	1,683
11	1,680	1,680	1,685	1,682
12	1,680	1,680	1,685	1,682
13	1,685	1,685	1,685	1,685
14	1,685	1,680	1,685	1,683
15	1,680	1,685	1,685	1,683
16	1,685	1,680	1,685	1,683
17	1,685	1,685	1,665	1,678
18	1,685	1,685	1,685	1,685
19	1,680	1,680	1,680	1,680
20	1,680	1,685	1,620	1,662
PROMEDIO	**1,681**	**1,683**	**1,679**	
VARIANZA	**0,0000**	**0,0000**	**0,0002**	**0,00009**
DESVIACIÓN ESTANDAR	**0,0060**	**0,0030**	**0,0147**	**0,008**

Tabla 5.5 Pruebas para un peso de 1,687 Kg.

Con los datos de la Tabla 5.5, se tiene un promedio de la desviación estándar aproximada a tres dígitos decimales de 0,008 Kg, con lo que se tiene un valor de peso de 1,687±0,008 Kg. El valor de 0,008 Kg, representa el 0,47% de error.

En la Figura 5.3 se representa los valores de peso promedio por muestra realizada para un peso de 1,687 kg.

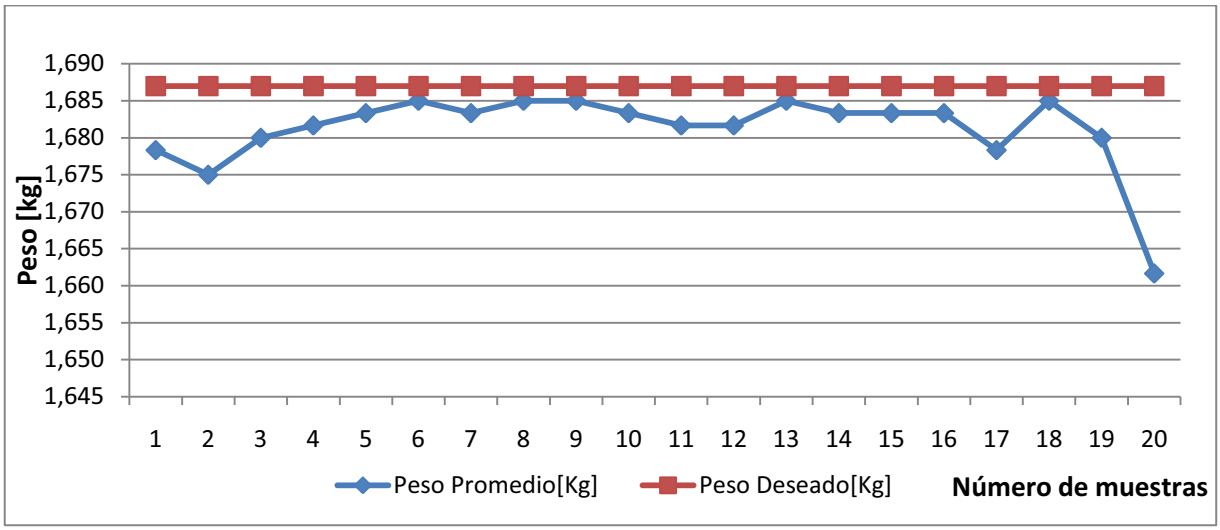


Figura 5.3 Promedio de peso por cada muestra realizada para un peso de 1,687 Kg.

En la Tabla 5.6, se puede observar los errores porcentuales calculados, donde se tiene que el error porcentual promedio de la muestra es 0,35 %, por tanto se tiene un rango de tolerancia de 1,681 Kg hasta 1,693 Kg.

Nº de muestra	Error Día 1 [Kg]	Error Día 2 [Kg]	Error Día 3[Kg]	Error Promedio [Kg]
1	0,42	0,72	0,42	**0,52**
2	1,63	0,12	0,42	**0,72**
3	0,42	0,42	0,42	**0,42**
4	0,42	0,12	0,42	**0,32**
5	0,12	0,12	0,42	**0,22**
6	0,12	0,12	0,12	**0,12**
7	0,42	0,12	0,12	**0,22**
8	0,12	0,12	0,12	**0,12**
9	0,12	0,12	0,12	**0,12**
10	0,42	0,12	0,12	**0,22**
11	0,42	0,42	0,12	**0,32**
12	0,42	0,42	0,12	**0,32**
13	0,12	0,12	0,12	**0,12**
14	0,12	0,42	0,12	**0,22**
15	0,42	0,12	0,12	**0,22**
16	0,12	0,42	0,12	**0,22**
17	0,12	0,12	1,32	**0,52**
18	0,12	0,12	0,12	**0,12**
19	0,42	0,42	0,42	**0,42**
20	0,42	0,12	4,14	**1,56**
Error%Promedio	**0,34**	**0,24**	**0,47**	

Tabla 5.6 Tabla de errores porcentuales para un peso de 1,687 Kg.

Pruebas y resultados para un peso neto de 3,867 Kg (sin caja), es decir, un peso bruto de 4,099 Kg (peso caja 0,232 Kg).

Las pruebas realizadas para un peso de 4,099 Kg se muestran en la Tabla 5.7 con los respectivos cálculos de promedio, varianza y desviación estándar.

Nº de muestra	Peso Día 1 [Kg]	Peso Día 2 [Kg]	Peso Día 3 [Kg]	Peso Promedio[Kg]
1	4,085	4,085	4,085	4,085
2	4,085	4,085	4,085	4,085
3	4,085	4,485	4,085	4,218
4	4,085	4,085	4,085	4,085
5	4,005	4,085	4,085	4,058
6	4,085	4,085	4,085	4,085
7	4,085	4,085	4,085	4,085
8	4,085	4,085	4,085	4,085
9	4,085	4,085	4,085	4,085
10	4,085	4,085	4,085	4,085
11	4,080	4,085	4,085	4,083
12	4,085	4,085	4,090	4,087
13	4,080	4,085	4,005	4,057
14	4,085	4,085	4,085	4,085
15	4,085	4,485	4,085	4,218
16	4,085	4,085	4,085	4,085
17	4,085	4,085	4,085	4,085
18	4,085	4,085	4,085	4,085
19	4,085	4,085	4,085	4,085
20	4,085	4,085	4,085	4,085
PROMEDIO	**4,0805**	**4,1250**	**4,0813**	
VARIANZA	**0,0003**	**0,0152**	**0,0003**	**0,0053**
DESVIACIÓN ESTANDAR	**0,0178**	**0,1231**	**0,0180**	**0,0530**

Tabla 5.7 Pruebas para un peso de 4,099 Kg.

De acuerdo a los datos de la Tabla 5.7, se tiene un promedio de la desviación estándar aproximada a tres dígitos decimales de 0,053 Kg, con lo que se tiene un valor de peso de 4,099±0,053 Kg. El valor de 0,053 Kg, representa el 1,29% de error.

En la Figura 5.4 se representa los valores de peso promedio por muestra realizada para un peso de 4,099 kg.

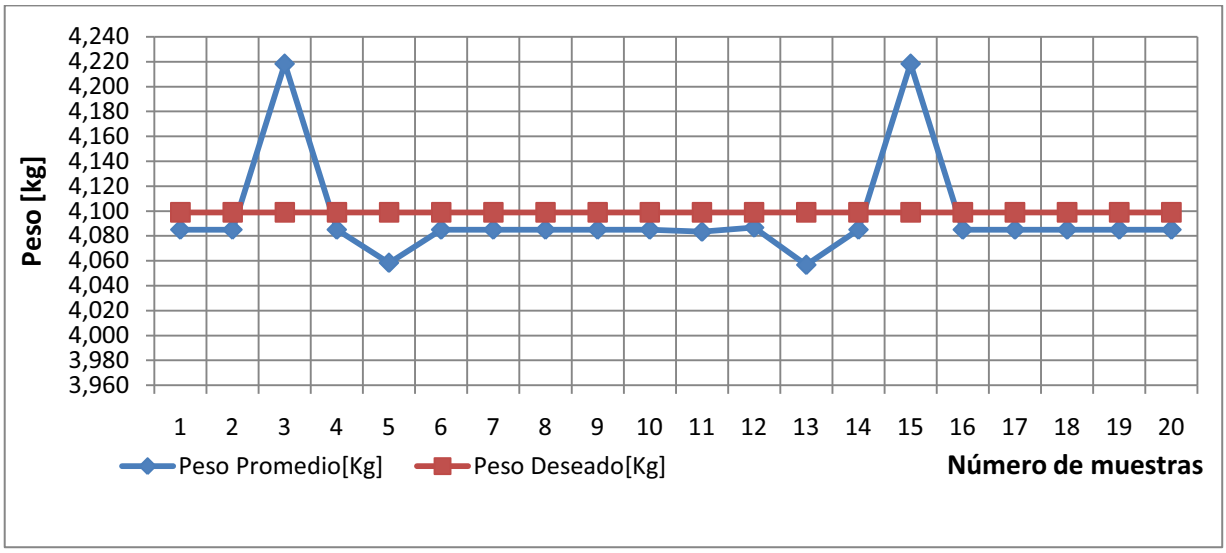


Figura 5.4 Promedio de peso por cada muestra realizada para un peso de 4,099 Kg.

En la Tabla 5.8, se muestra los errores porcentuales calculados, donde se tiene que el error porcentual promedio de la muestra es 0,12 %, por tanto se tiene un rango de tolerancia de 4,094 Kg hasta 4,104 Kg.

Nº de muestra	Error Día 1 [Kg]	Error Día 2 [Kg]	Error Día 3[Kg]	Error Promedio [Kg]
1	0,34	0,34	0,34	0,34
2	0,34	0,34	0,34	0,34
3	0,34	-8,61	0,34	-2,64
4	0,34	0,34	0,34	0,34
5	2,35	0,34	0,34	1,01
6	0,34	0,34	0,34	0,34
7	0,34	0,34	0,34	0,34
8	0,34	0,34	0,34	0,34
9	0,34	0,34	0,34	0,34
10	0,34	0,34	0,34	0,34
11	0,47	0,34	0,34	0,38
12	0,34	0,34	0,22	0,30
13	0,47	0,34	2,35	1,05
14	0,34	0,34	0,34	0,34
15	0,34	-8,61	0,34	-2,64
16	0,34	0,34	0,34	0,34
17	0,34	0,34	0,34	0,34
18	0,34	0,34	0,34	0,34
19	0,34	0,34	0,34	0,34
20	0,34	0,34	0,34	0,34
Error% Promedio	**0,46**	**-0,55**	**0,44**	

Tabla 5.8 Tabla de errores porcentuales para un peso de 4,099 Kg.

Pruebas y resultados para un peso neto de 5,032 Kg (sin caja), es decir, un peso bruto de 5,264 Kg (peso caja 0,232 Kg).

Las pruebas realizadas para un peso de 5,264 Kg se muestran en la Tabla 5.9 con los respectivos cálculos de promedio, varianza y desviación estándar**.**

Nº de muestra	Peso Día 1 [Kg]	Peso Día 2 [Kg]	Peso Día 3 [Kg]	Peso Promedio[Kg]
1	5,245	5,250	5,250	5,248
2	5,245	5,250	5,255	5,250
3	5,245	5,250	5,250	5,248
4	5,245	5,245	5,250	5,247
5	5,245	5,250	5,250	5,248
6	5,245	5,250	5,550	5,348
7	5,245	5,550	5,250	5,348
8	5,245	5,250	5,250	5,248
9	5,245	5,250	5,250	5,248
10	5,245	5,250	5,250	5,248
11	5,240	5,250	5,250	5,247
12	5,245	5,250	5,250	5,248
13	5,240	5,250	5,250	5,247
14	5,250	5,255	5,250	5,252
15	5,250	5,250	5,250	5,250
16	5,245	5,250	5,250	5,248
17	5,250	5,220	5,250	5,240
18	5,250	5,250	5,250	5,250
19	5,250	5,250	5,250	5,250
20	5,250	5,250	5,250	5,250
PROMEDIO	**5,246**	**5,264**	**5,265**	
VARIANZA	**0,0000**	**0,0046**	**0,0045**	**0,0030**
DESVIACIÓN ESTANDAR	**0,0031**	**0,0678**	**0,0670**	**0,0460**

Tabla 5.9 Pruebas para un peso de 5,264 Kg.

De acuerdo a los datos de la Tabla 5.9, se tiene un promedio de la desviación estándar aproximada a tres dígitos decimales de 0,046 Kg, con lo que se tiene un valor de peso de 5,264±0,046 Kg. El valor de 0,046 Kg, representa el 0,87% de error.

En la Figura 5.5 se representa los valores de peso promedio por muestra realizada para un peso de 5,264 kg.

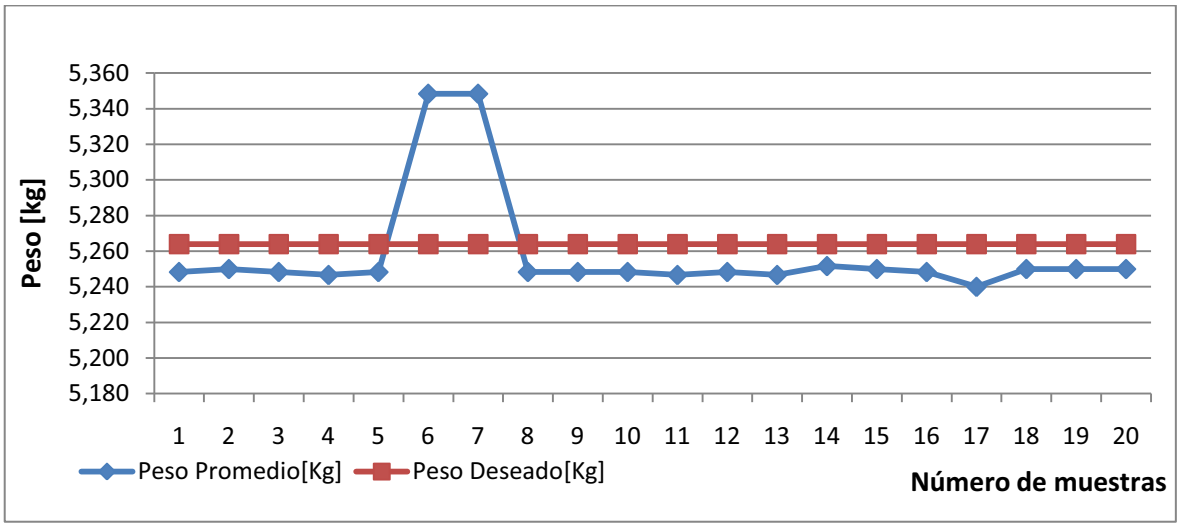


Figura 5.5 Promedio de peso por cada muestra realizada para un peso de 5,264 Kg.

En la Tabla 5.10, se presenta los errores porcentuales calculados para cada muestra, donde se tiene que el error porcentual promedio obtenido es 0,11%, por tanto se tiene un rango de tolerancia de 5,258 Kg hasta 5,270 Kg.

Nº de muestra	Error Día 1 [Kg]	Error Día 2 [Kg]	Error Día 3[Kg]	Error Promedio [Kg]
1	0,362	0,267	0,267	0,299
2	0,362	0,267	0,171	0,267
3	0,362	0,267	0,267	0,299
4	0,362	0,362	0,267	0,330
5	0,362	0,267	0,267	0,299
6	0,362	0,267	-5,153	-1,508
7	0,362	-5,153	0,267	-1,508
8	0,362	0,267	0,267	0,299
9	0,362	0,267	0,267	0,299
10	0,362	0,267	0,267	0,299
11	0,458	0,267	0,267	0,330
12	0,362	0,267	0,267	0,299
13	0,458	0,267	0,267	0,330
14	0,267	0,171	0,267	0,235
15	0,267	0,267	0,267	0,267
16	0,362	0,267	0,267	0,299
17	0,267	0,843	0,267	0,459
18	0,267	0,267	0,267	0,267
19	0,267	0,267	0,267	0,267
20	0,267	0,267	0,267	0,267
Error% Promedio	**0,343**	**0,009**	**-0,033**	

Tabla 5.10 Tabla de errores porcentuales para un peso de 5,264 Kg.

Pruebas y resultados para un peso neto de 5,840 Kg (sin caja), es decir, un peso bruto de 6,072 Kg (peso caja 0,232 Kg).

Las pruebas realizadas para un peso de 6,072 Kg se muestran en la Tabla 5.11 con los respectivos cálculos de promedio, varianza y desviación estándar**.**

Nº de muestra	Peso Día 1 [Kg]	Peso Día 2 [Kg]	Peso Día 3 [Kg]	Peso Promedio[Kg]
1	6,055	6,055	6,060	6,057
2	6,055	6,055	6,055	6,055
3	6,055	6,655	6,055	6,255
4	6,055	6,055	6,055	6,055
5	6,055	6,055	6,055	6,055
6	6,655	6,055	6,060	6,257
7	6,055	6,055	6,055	6,055
8	6,055	6,055	6,055	6,055
9	6,055	6,055	6,055	6,055
10	6,055	6,055	6,055	6,055
11	6,655	6,055	6,060	6,257
12	6,055	6,060	6,060	6,058
13	6,055	6,055	6,055	6,055
14	6,060	6,055	6,055	6,057
15	6,055	6,060	6,055	6,057
16	6,055	6,055	6,055	6,055
17	6,055	6,055	6,055	6,055
18	6,055	6,060	6,060	6,058
19	6,005	6,055	6,055	6,038
20	6,055	6,060	6,055	6,057
PROMEDIO	**6,1128**	**6,0860**	**6,0563**	
VARIANZA	**0,0345**	**0,0179**	**0,0000**	**0,017**
DESVIACIÓN ESTANDAR	**0,1858**	**0,1339**	**0,0022**	**0,1073**

Tabla 5.11 Pruebas para un peso de 6,072 Kg.

De acuerdo a los datos de la Tabla 5.11, se tiene un promedio de la desviación estándar aproximada a tres dígitos decimales de 0,107 Kg, con lo que se tiene un valor de peso de 6,072±0,107 Kg. El valor de 0,107 Kg, representa el 1,76% de error.

En la Figura 5.6 se representa los valores de peso promedio por muestra realizada para un peso de 6,072 kg.

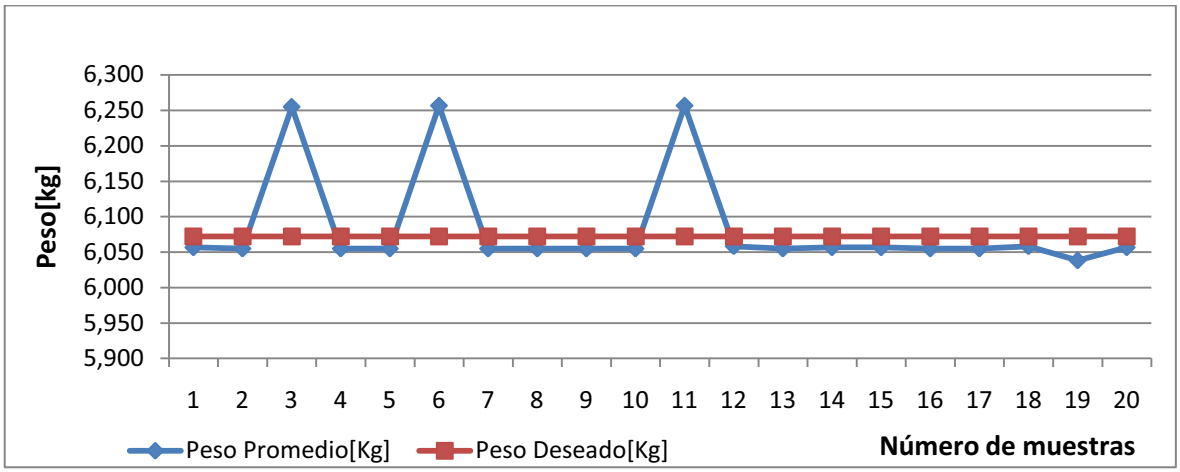


Figura 5.6 Promedio de peso por cada muestra realizada para un peso de 6,072 Kg.

En la Tabla 5.12, se presenta los errores porcentuales calculados para cada muestra, donde se tiene que el error promedio obtenido de la muestra es -0,47%, por tanto se tiene un rango de tolerancia de 6,043 Kg hasta 6,140 Kg.

Nº de muestra	Error Día 1 [Kg]	Error Día 2 [Kg]	Error Día 3 [Kg]	Error Promedio [Kg]
1	0,28	0,28	0,20	0,25
2	0,28	0,28	0,28	0,28
3	0,28	-8,76	0,28	-2,73
4	0,28	0,28	0,28	0,28
5	0,28	0,28	0,28	0,28
6	-8,76	0,28	0,20	-2,76
7	0,28	0,28	0,28	0,28
8	0,28	0,28	0,28	0,28
9	0,28	0,28	0,28	0,28
10	0,28	0,28	0,28	0,28
11	-8,76	0,28	0,20	-2,76
12	0,28	0,20	0,20	0,23
13	0,28	0,28	0,28	0,28
14	0,20	0,28	0,28	0,25
15	0,28	0,20	0,28	0,25
16	0,28	0,28	0,28	0,28
17	0,28	0,28	0,28	0,28
18	0,28	0,20	0,20	0,23
19	1,12	0,28	0,28	0,56
20	0,28	0,20	0,28	0,25
Error% Promedio	**-1,25**	**-0,42**	**0,26**	

Tabla 5.12 Tabla de errores porcentuales para un peso de 6,072 Kg.

Pruebas y resultados para un peso neto de 9,608Kg (sin caja), es decir, un peso bruto de 9,840 Kg (peso caja 0,232 Kg).

Las pruebas realizadas para un peso de 9,840 Kg se muestran en la Tabla 5.13 con los respectivos cálculos de promedio, varianza y desviación estándar**.**

Nº de muestra	Peso Día 1 [Kg]	Peso Día 2 [Kg]	Peso Día 3 [Kg]	Peso Promedio[Kg]
1	9,735	9,885	9,815	9,812
2	9,835	9,835	9,880	9,850
3	9,835	9,835	9,835	9,835
4	9,835	9,815	9,835	9,828
5	9,835	9,835	9,835	9,835
6	9,835	9,835	9,835	9,835
7	9,835	9,835	9,835	9,835
8	9,830	9,835	9,860	9,842
9	9,860	9,835	9,835	9,843
10	9,835	9,835	9,835	9,835
11	9,835	9,830	9,885	9,850
12	9,835	9,835	9,860	9,843
13	9,835	9,880	9,835	9,850
14	9,835	9,835	9,860	9,843
15	9,835	9,830	9,835	9,833
16	9,830	9,835	9,835	9,833
17	9,835	9,830	9,835	9,833
18	9,835	9,835	9,815	9,828
19	9,830	9,935	9,835	9,867
20	9,835	9,835	9,830	9,833
PROMEDIO	**9,8305**	**9,8430**	**9,8413**	
VARIANZA	**0,0005**	**0,0007**	**0,0003**	**0,001**
DESVIACIÓN ESTANDAR	**0,0233**	**0,0269**	**0,0184**	**0,0229**

Tabla 5.13 Pruebas para un peso de 9,840 Kg.

De acuerdo a los datos de la Tabla 5.13, se tiene un promedio de la desviación estándar aproximada a tres dígitos decimales de 0,023 Kg, con lo que se tiene un valor de peso de 9,84±0,023 Kg. El valor de 0,023 Kg, representa el 0,234% de error.

En la Figura 5.7 se representa los valores de peso promedio por muestra realizada para un peso de 9,840 kg.

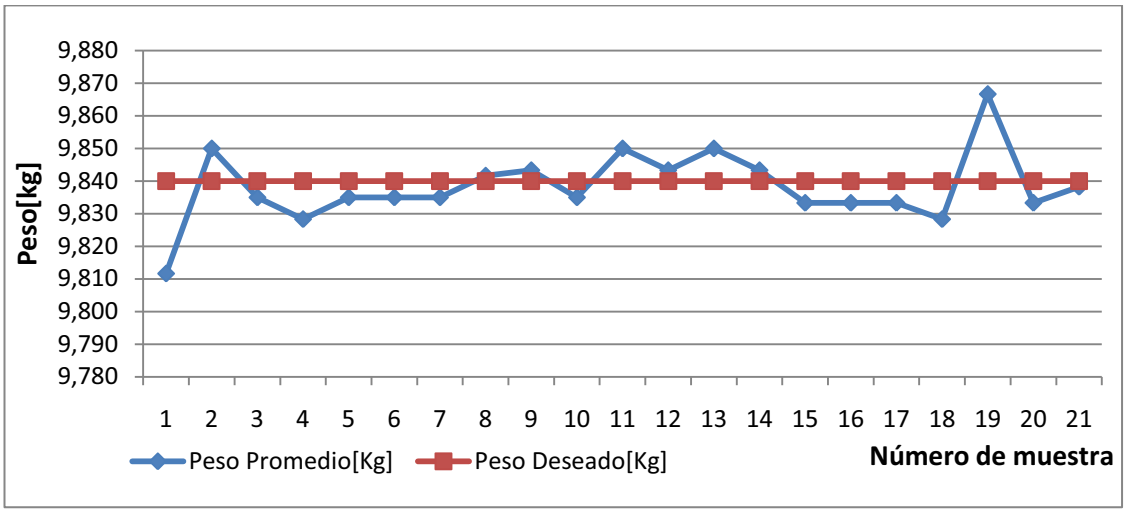


Figura 5.7 Promedio de peso por cada muestra realizada para un peso de 9,840 Kg.

En la Tabla 5.14, se presenta los errores porcentuales calculados para cada muestra, donde se tiene que el error promedio obtenido es 0,02%, por tanto se tiene un rango de tolerancia de 9,838 Kg hasta 9,841 Kg.

Nº de muestra	Error Día 1 [Kg]	Error Día 2 [Kg]	Error Día 3 [Kg]	Error Promedio [Kg]
1	1,08	-0,46	0,25	**0,29**
2	0,05	0,05	-0,40	**-0,10**
3	0,05	0,05	0,05	**0,05**
4	0,05	0,25	0,05	**0,12**
5	0,05	0,05	0,05	**0,05**
6	0,05	0,05	0,05	**0,05**
7	0,05	0,05	0,05	**0,05**
8	0,10	0,05	-0,20	**-0,02**
9	-0,20	0,05	0,05	**-0,03**
10	0,05	0,05	0,05	**0,05**
11	0,05	0,10	-0,46	**-0,10**
12	0,05	0,05	-0,20	**-0,03**
13	0,05	-0,40	0,05	**-0,10**
14	0,05	0,05	-0,20	**-0,03**
15	0,05	0,10	0,05	**0,07**
16	0,10	0,05	0,05	**0,07**
17	0,05	0,10	0,05	**0,07**
18	0,05	0,05	0,25	**0,12**
19	0,10	-0,96	0,05	**-0,27**
20	0,05	0,05	0,10	**0,07**
Error% Promedio	**0,10**	**-0,03**	**-0,01**	

Tabla 5.14 Tabla de errores porcentuales para un peso de 9,840 Kg.

Cálculo de error del S.P.D.

Para determinar el error de adquisición de datos del S.P.D., se tomó en cuenta la variación de los errores porcentuales en cada una de las pruebas realizadas para distintos pesos, y como el principal factor influyente de este valor, a la precisión (5 gramos) que maneja la balanza electrónica usada. De tal forma se concluyó que el valor de error presente del sistema es de 0,15%, con lo que se demuestra que se encuentra dentro del rango permitido tanto de uso y confiabilidad del sistema diseñado.

5.5 ESTIMACIÓN DE PRODUCCIÓN

Para el estimado de producción, se lo hace bajo dos tipos de trabajo del Sistema de Pesaje Dinámico, en el primero se lo hace funcionando exclusivamente para el pesaje y selección de cajas; mientras que en la segunda forma, se trabaja de forma completa para la que fue diseñada el módulo, es decir, pesaje, etiquetado y selección de peso. Se hace la mencionada aclaración, ya que en el momento de etiquetado, se adiciona un tiempo para que el operador etiquete la caja.

El peso seleccionado para dicho análisis es 5 Kg, debido a que es el valor intermedio a la capacidad del sistema de pesaje, destacando que el proceso de producción es el mismo e independiente del peso de la caja, siempre y cuando esté dentro del rango establecido para el pesaje, es decir entre 200 gr hasta 10 kg. En la Tabla 5.15 se indica la producción estimada de cajas sin etiquetado para un ciclo de pesaje, de una hora, un día, una semana, un mes y un año.

		PRODUCCIÓN (Cajas sin etiquetar)				
PESO	**Tiempo de producción por un ciclo**	**1 hora**	**1 día (8 horas)**	**1 semana (5 días)**	**1 mes (4 semanas)**	**1 año (12 meses)**
5 Kg	11	660	5280	26400	105600	1267200

Tabla 5.15 Producción estimada para 5 Kg sin etiquetar.

En la Tabla 5.16 se indica la producción estimada de cajas con etiquetado para un ciclo de pesaje, de una hora, un día, una semana, un mes y un año.

		PRODUCCIÓN (Cajas sin etiquetar)				
PESO	Tiempo de producción por un ciclo	1 hora	1 día (8 horas)	1 semana (5 días)	1 mes (4 semanas)	1 año (12 meses)
5 Kg	4	240	1920	9600	38400	460800

Tabla 5.16 Producción estimada para 5 Kg con etiquetado.

5.6 RESULTADOS DE OPERACIÓN DEL SISTEMA DE PESAJE DINÁMICO

Los resultados del Sistema de Pesaje Dinámico, son obtenidos una vez que se realizó un análisis completo del funcionamiento del proceso, los mismos que se detallan a continuación:

- El sistema permite realizar el pesaje de una forma óptima, ya que se reduce de forma considerable la intervención de mano de obra en el proceso, con lo que se demuestra la versatilidad del módulo propuesto.

- Los elementos de control y visualización que se usaron para la implementación del sistema, son los más recomendables ya que permiten un funcionamiento continuo y con un tiempo de respuesta óptimo durante todo el proceso.

- El valor de peso adquirido por el S.P.D. diseñado, es muy confiable ya que maneja un error relativamente bajo; tomando en cuenta que este valor no se ve afectado por el ruido y movimiento generado por la cinta transportadora.

- El módulo, al tener una pantalla táctil, permite un mejor desempeño del operador encargado del sistema, ya que éste puede realizar la tarea de control y visualización en un mismo dispositivo.

- La implementación del sistema de pesaje dinámico, se la realizó de forma modular para la facilidad del mantenimiento del sistema, o con la finalidad de futuras expansiones encaminada al acoplamiento con otros procesos previos o posteriores al S.P.D.

- Uno de los factores más importantes del sistema implementado, es que se diseñó un Interface Hombre Máquina libre de licencias por medio del software Visual Basic 6.0., que permite el control remoto desde el computador, con la facilidad del ingreso de distintos parámetros como: tipo de fruta, precio por kilogramo, rango de peso y para el respaldo de datos a través de históricos de producción.

- El sistema cuenta con todos los diagramas de conexión, planos del sistema y manual de operación para el correcto funcionamiento del sistema.

CAPÍTULO 6

CAPÍTULO 6
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

- El modulo didáctico de pesaje dinámico, tiene la capacidad de pesar e imprimir el peso de cajas en movimiento, a través de una línea de transporte, con selección y clasificación automática de acuerdo a rangos de peso preestablecidos por el operador; cumpliendo así con el objetivo general planteado en la realización del proyecto.

- Para cumplir con los objetivos propuestos se realizó un estudio previo de los distintos métodos de transportación de productos en la industria, adaptando el más óptimo al sistema de pesaje propuesto.

- El módulo de pesaje dinámico tiene la capacidad de clasificar las cajas de acuerdo al peso, mediante un sistema de clasificación de pesos variable, de acuerdo a la demanda del consumidor, y diseñado dentro de un rango de tolerancia de peso con el fin de evitar pérdidas de producción.

- El tablero de control está provisto con un sistema de visualización en pantalla LCD (Touchscreen) de todos los factores inmersos en el proceso, con la posibilidad de cambio de precios, productos, nombres, códigos, claves, información a ser impresa, entre otros, previa sincronización a PC e ingreso de claves.

- El mecanismo de control del sistema de pesaje dinámico está realizado en base a una red serial de microcontroladores, que se comunican usando Transmisor/Receptor Universal Asíncrono, que es un dispositivo altamente flexible para comunicación serial. Permitiendo así la expansión del sistema sin reducción de la velocidad de procesamiento, ya que al delegar acciones como control de GLCD, este resulta más eficiente.

- La manipulación del sistema se hace mediante pantalla táctil o HMI, con el fin de presentar una maquinaria moderna y amigable al usuario. Esta primera al ser de tipo resistiva ofrece la posibilidad de manipularla con cualquier objeto, un dedo, un lápiz, un dedo con guantes, etc., siendo apta para la utilización industrial.

- El HMI desarrollado en su totalidad con Visual Basic 6.0 ofrece un fácil manejo por medio de ventanas, muy típico de la mayoría de programas de la plataforma Windows, sin perder dato alguno y con la velocidad óptima para un sistema de este tipo.

- La programación de todos los microcontroladores, está realizada en Bascom AVR, y el traslado del programa desde PC hasta su memoria flash mediante progISP, ya que estos dos, ofrecen la facilidad y recursos necesarios y suficientes para la realización del presente proyecto.

- Para la detección de cajas se utiliza sensores de distancia Sharp GP2Y0A21YK0F, cuya respuesta es en voltaje, por lo que el acondicionamiento previo a la entrada del microcontrolador principal, se lo hace con los conversores análogo digital de un atmega48, entregando así una respuesta digital.

- La impresora utilizada en el sistema es una Zebra LP2844, de tipo térmica, ya que la impresión se la realiza en etiquetas, sin embargo se puede utilizar cualquier otra, de no poseer esta en particular.

6.2 RECOMENDACIONES

- El sistema de pesaje dinámico utiliza sensores de distancia Sharp GP2Y0A21YK0F, que pueden detectar cualquier objeto en su línea de sensado, por lo que es importante que, antes de empezar el proceso, se

verifique la ausencia de obstáculos, que podrían causar un mal funcionamiento del sistema.

- Es importante que el sistema se encuentre totalmente horizontal, para evitar un incorrecto dato de peso, por lo que es recomendable verificar que la burbuja de aire de la balanza se encuentre en medio de su receptáculo.

- Las rampas de clasificación de cajas no son fijas, pudiendo causar inconvenientes en el proceso, al no ser colocadas correctamente, de tal manera que es importante verificar que no se encuentren haciendo contacto con partes móviles del sistema.

- El HMI del sistema trabaja con la impresora predeterminada por el usuario, dentro del sistema operativo, por lo que se recomienda que de trabajar con varias impresoras, fijar como predeterminada a aquella que realizará la impresión de etiquetas, y en caso de requerir impresión de la base de datos de productos pesados, primero fijar como predeterminada una de tipo tinta continua o laser.

- El sistema está diseñado para imprimir etiquetas de manera continua y automática, sin embargo necesita de un operador para adherirlas a las cajas, por lo que se recomienda como un proyecto de mejora, implementar un mecanismo de impresión directa a las cajas que prescinda de personal.

- El sistema cuenta con HMI desde el cual se puede realizar un control total del sistema, este puede ser colocado a una distancia de 15 metros debido a la limitación de la transmisión serial, por lo que se recomienda desarrollar una interfase inalámbrica, que evite la molestia del cableado y las limitaciones de la mencionada distancia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

LIBROS Y MANUALES

- FLOYD Thomas L, “Dispositivos Electrónicos”, 8va Edición, Editorial Prentice Hall Pearson, 2008.
- COOPER William D., “Instrumentación Electrónica Moderna y Técnicas de Medición”, 1era Edición, Editorial Prentice Hall Hispanoamericana S.A.,1971.
- CISNEROS Jiménez L., “Manual de Neumática”, 3era Edición, Editorial Blum.
- CARNICER Enrique, “Aire Comprimido”, Editorial Paraninfo, España, Madrid 1999.
- DEPPERT W. Stoll, “Dispositivos Neumáticos”, 2da Edición, España, Barcelona 2000.
- CREUS SOLE Antonio, “Control de Procesos Industriales”, Editorial Marcombo, España, Barcelona1998.

DIRECCIONES ELECTRÓNICAS

- http://www.covery.cl/dinamicoficha.html
- http://www.digit-data.com.ar/PesajeDinam.html
- http://www.mailmail.com/curso-municipal
- http://www.atmel.com/dyn/rsource/prod_documents/doc8001.pdf
- http://www.manualespdf.es/manual-visual-basic-6-0/
- http://www.grifo.it/MANUAL/uk_Bascavr.pdf
- http://www.esi2.us.es/~fabio/cintas.pdf
- http://www.natureduca.com/fis_fuerequi_equipeso02.php

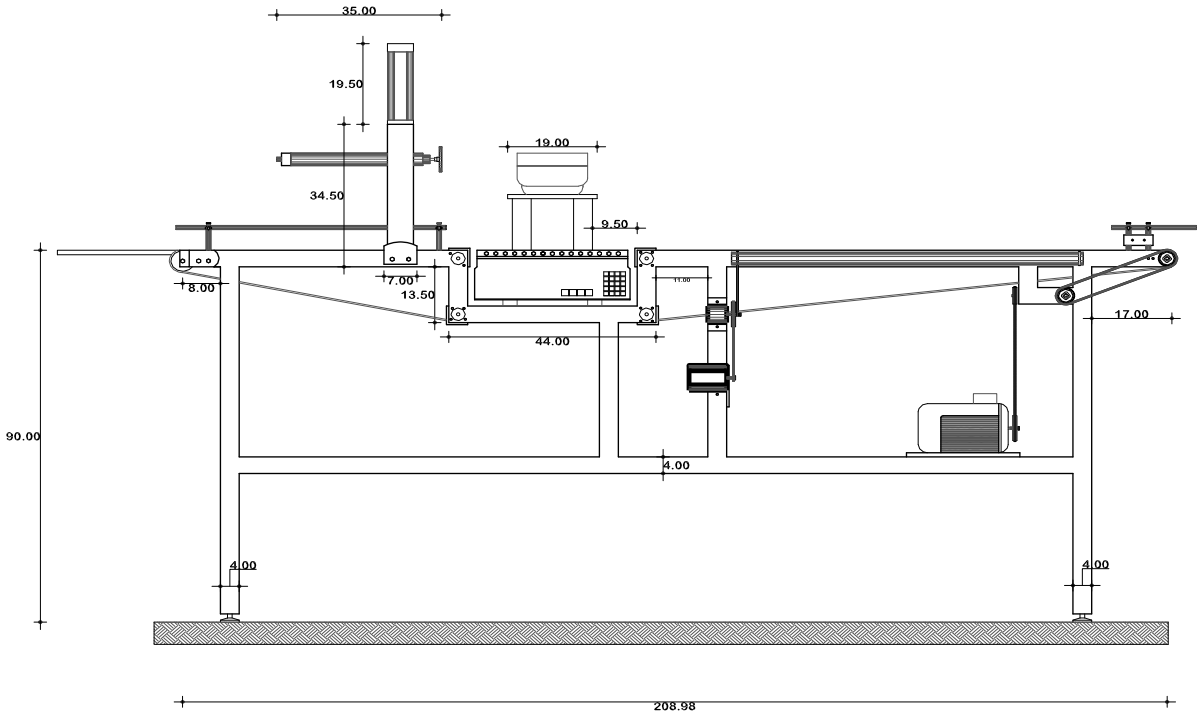
ANEXOS

ANEXO A

PLANOS DEL SISTEMA DE PESAJE DINÁMICO

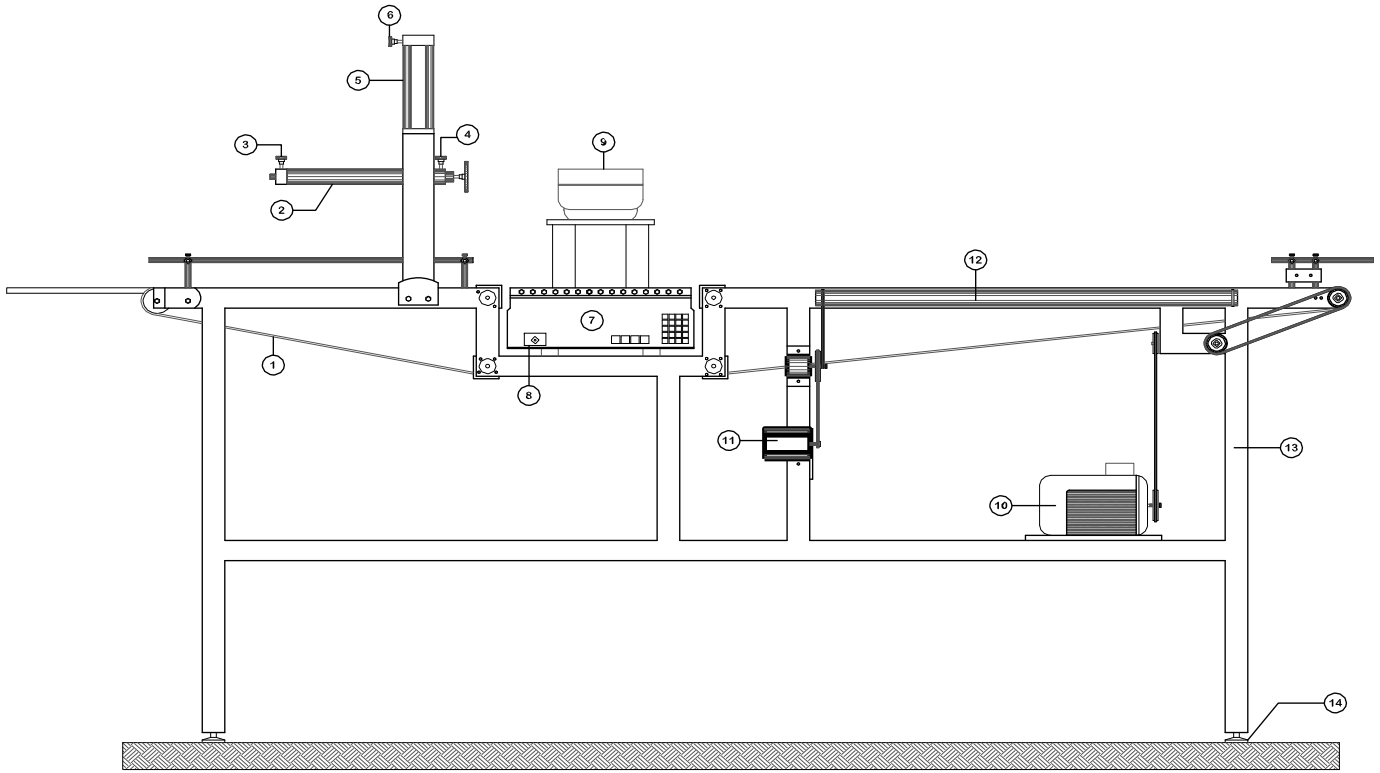
- **Plano vista lateral derecha (medidas)**
- **Plano vista lateral derecha (componentes)**
- **Plano vista lateral izquierda (medidas)**
- **Plano vista lateral izquierda (componentes)**
- **Plano vista frontal y posterior (medidas)**
- **Plano vista frontal rampas de selección y Panel de control (medidas)**
- **Plano vista frontal rampas de selección y Panel de control (componentes)**

DESCRIPCIÓN	VISTA LATERAL DERECHA BANDA TRANSPORTADORA (medidas)																																								
SECCIÓN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL		VISTA LATERAL DERECHA BANDA TRANSPORTADORA		
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y CONTROL				
PROYECTO DE TITULACIÓN	Fecha	DISEÑO	CÓDIGO	Lámina N° de

DESCRIPCIÓN	VISTA LATERAL DERECHA BANDA TRANSPORTADORA (componentes)
SECCIÓN	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41

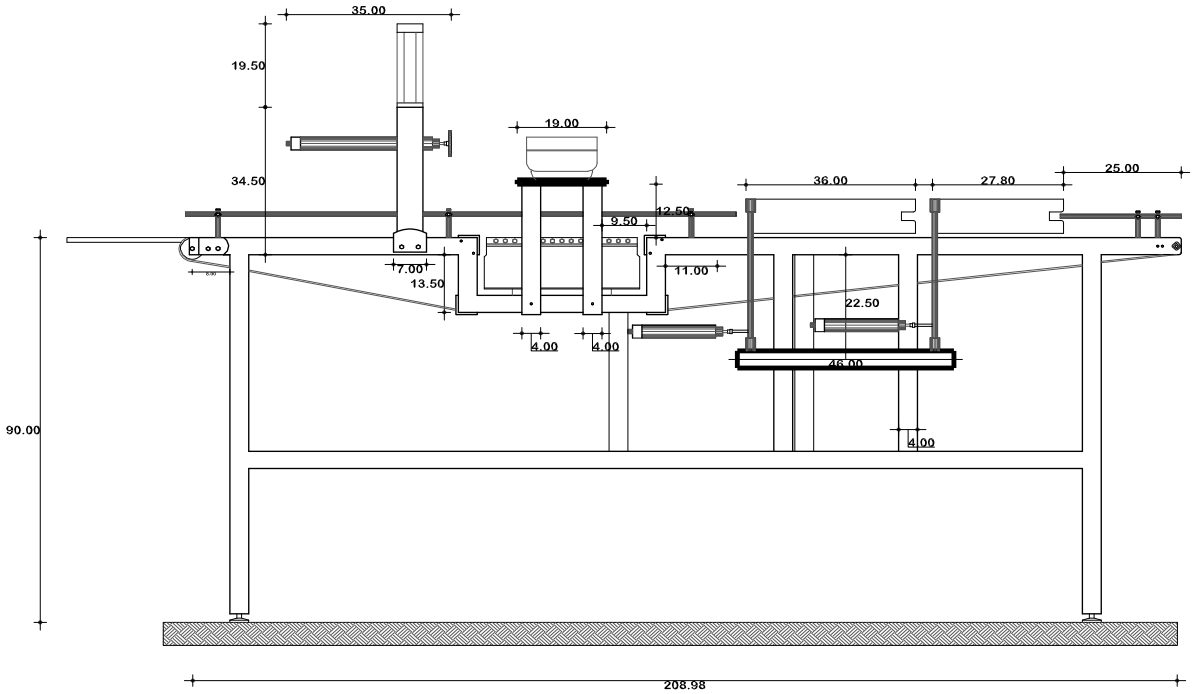


1. BANDA TRANSPORTADORA
2. CILINDRO NEUMÁTICO 1
3. REG. DE VELOCIDAD AVANCE CIL 1
4. REG. DE VELOCIDAD RETROCESO CIL 1
5. CILINDRO 2
6. REG. DE VELOCIDAD AVANCE CIL2
7. BALANZA ELECTRÓNICA
8. NIVEL BALANZA ELECTRÓNICA
9. IMPRESORA DE ETIQUETAS
10. MOTOR 1 (POTENCIA 1/2 HP)
11. MOTOR 2 (POTENCIA 100W)
12. CILINDRO EVACUACIÓN DE CAJAS
13. BASTIDOR PRINCIPAL
14. NIVELADOR DE LABANDA

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL		VISTA LATERAL DERECHA BANDA TRANSPORTADORA		
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y CONTROL				
PROYECTO DE TITULACIÓN	Fecha	DISEÑO	CÓDIGO	Lámina N° de

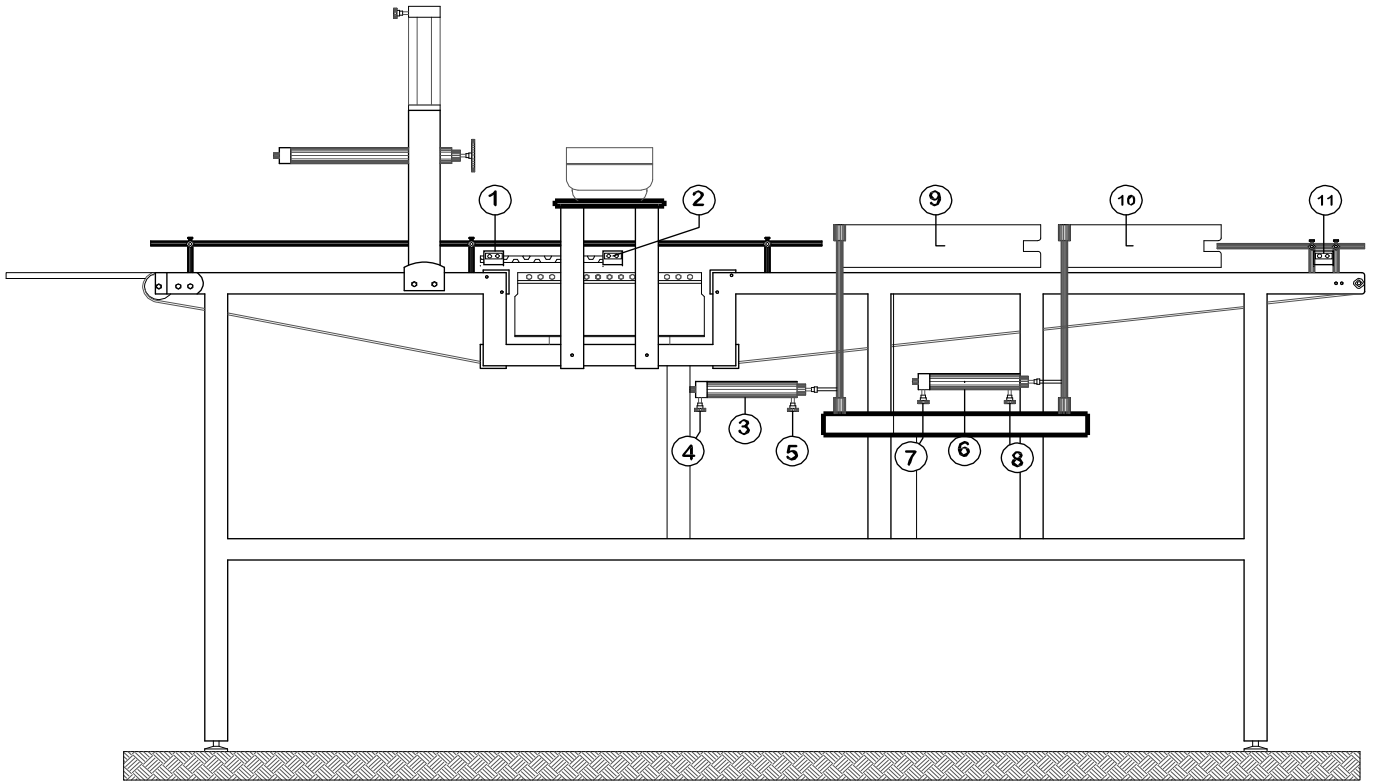
DESCRIPCIÓN	VISTA LATERAL IZQUIERDA BANDA TRANSPORTADORA (medidas)

SECCIÓN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL		VISTA LATERAL IZQUIERDA BANDA TRANSPORTADORA		
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y CONTROL				
PROYECTO DE TITULACIÓN	Fecha	DISEÑO	CÓDIGO	Lámina N° de

DESCRIPCIÓN	VISTA LATERAL IZQUIERDA BANDA TRANSPORTADORA (componentes)
SECCIÓN	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41

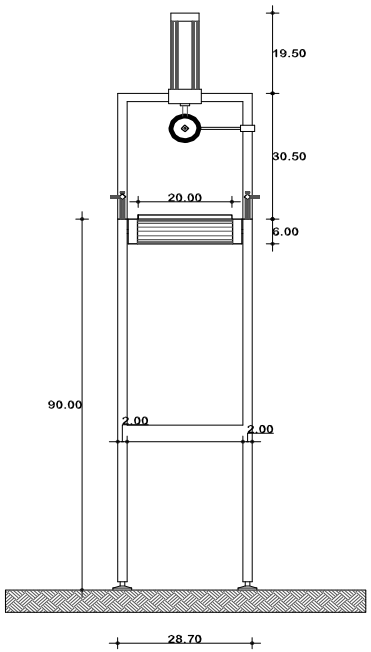


1. SENSOR DE ENTRADA
2. SENSOR BALANZA
3. CILINDRO 3
4. REG. DE VELOCIDAD AVANCE CIL 3
5. REG. DE VELOCIDAD RETROCESO CIL 3
6. CILINDRO 4
7. REG. DE VELOCIDAD AVANCE CIL 4
8. REG. DE VELOCIDAD RETROCESO CIL 4
9. BANDERA 1 (selección 1)
10. BANDERA 2 (selección 2)
11. SENSOR CLASIFICACIÓN 3

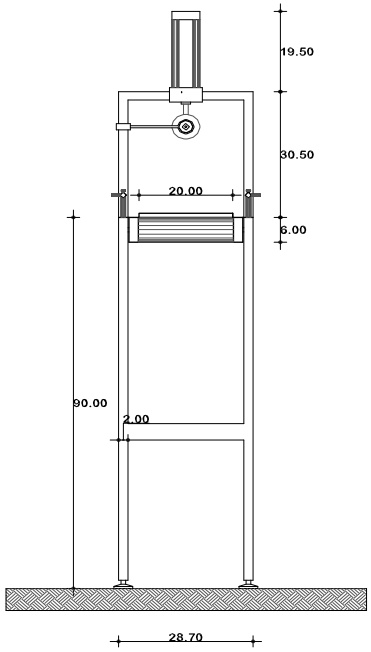
ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL		VISTA LATERAL IZQUIERDA BANDA TRANSPORTADORA		
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y CONTROL				
PROYECTO DE TITULACIÓN	Fecha	DISEÑO	CÓDIGO	Lámina N° de

DESCRIPCIÓN	VISTA FRONTAL Y POSTERIOR BANDA TRANSPORTADORA (medidas)

SECCIÓN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41



VISTA FRONTAL



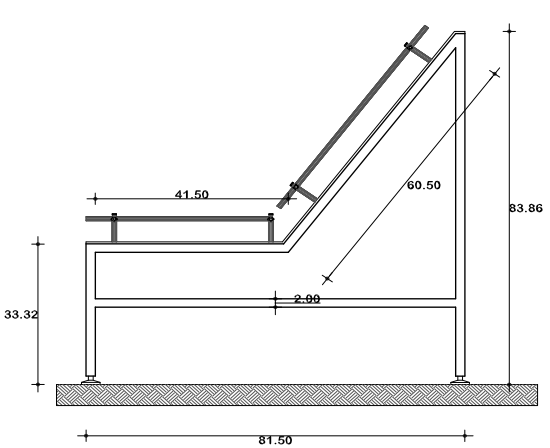
VISTA POSTERIOR

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL		VISTA FRONTAL Y POSTERIOR BANDA TRANSPORTADORA		
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y CONTROL				
PROYECTO DE TITULACIÓN	Fecha	DISEÑO	CÓDIGO	Lámina N° de

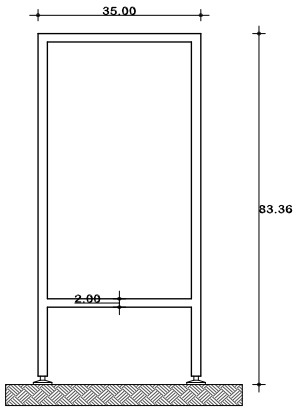
DESCRIPCIÓN	VISTA RAMPAS DE SELECCIÓN Y PANELES DE CONTROL(medidas)
SECCIÓN	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41

VISTA TABLEROS DE CONTROL

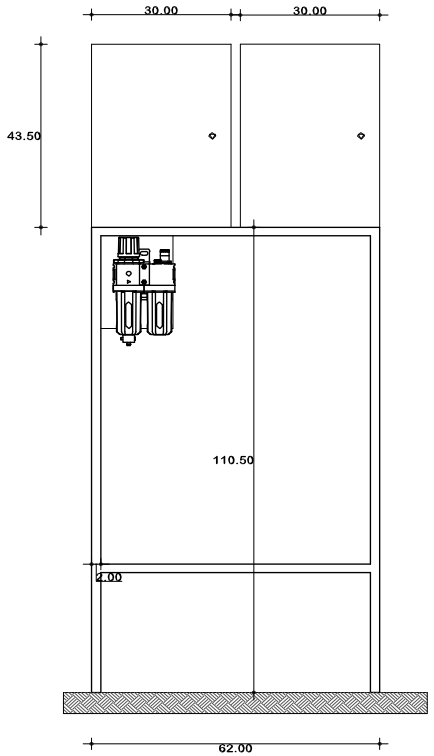
VISTA RAMPAS DE SELECCIÓN



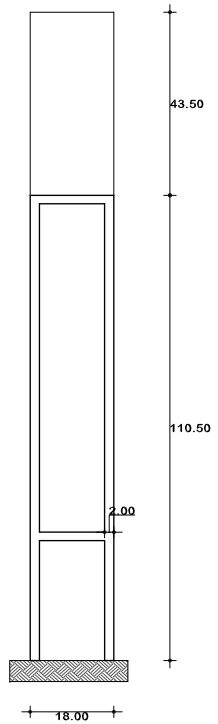
VISTA LATERAL



VISTA POSTERIOR



VISTA FRONTRAL

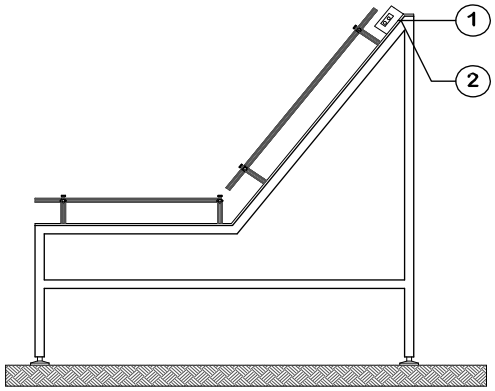


VISTA LATERAL

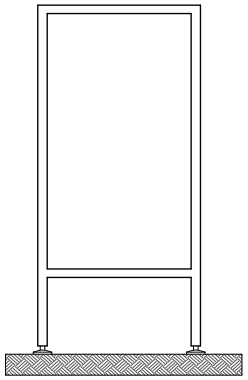
ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL		VISTA RAMPAS DE SELECCIÓN Y PANELES DE CONTROL		
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y CONTROL				
PROYECTO DE TITULACIÓN	Fecha	DISEÑO	CÓDIGO	Lámina N° de

DESCRIPCIÓN	VISTA RAMPAS DE SELECCIÓN Y PANELES DE CONTROL(componentes)
SECCIÓN	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41

VISTA RAMPAS DE SELECCIÓN

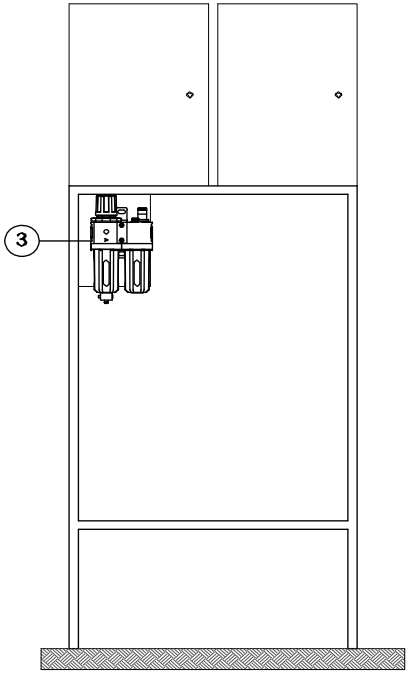


VISTA LATERAL

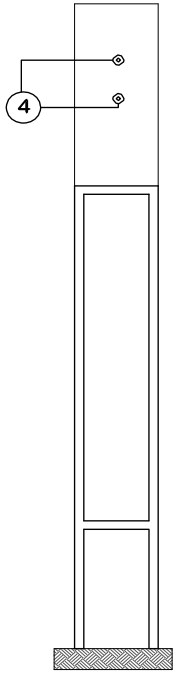


VISTA POSTERIOR

VISTA TABLEROS DE CONTROL



VISTA FRONTRAL



VISTA LATERAL

1. SENSOR CLASIFICACIÓN 1
2. SENSOR CLASIFICACIÓN 2
3. UNIDAD DE MANTENIMIENTO
4. SILENCIADORES DE COBRE

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y CONTROL		VISTA RAMPAS DE SELECCIÓN Y PANELES DE CONTROL		
PROYECTO DE TITULACIÓN	Fecha	DISEÑO	CÓDIGO	Lámina N° de

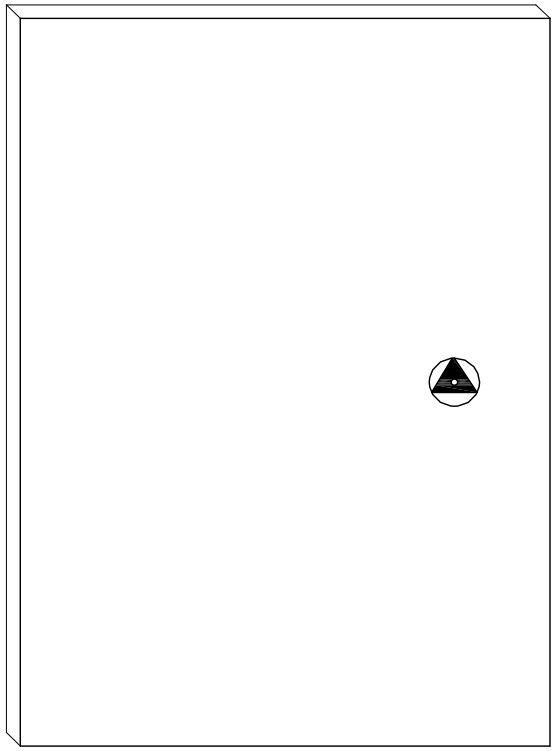
ANEXO B

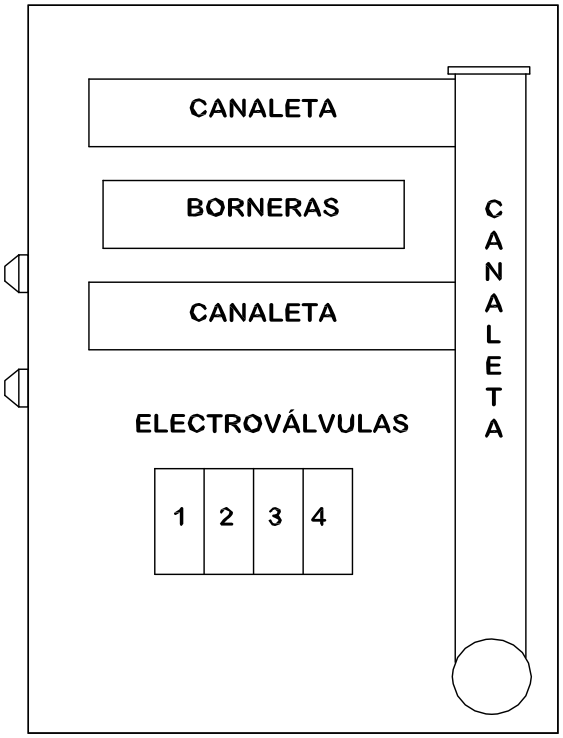
DIAGRAMAS DE CONEXIÓN

- **Conexión de los elementos de control del sistema de Pesaje Dinámico.**
- **Conexión de Buses de Tarjetas Electrónicas.**
- **Diagrama de fuerza y control Banda Transportadora.**
- **Conexión de los elementos de control del sistema de Pesaje Dinámico.**
- **Diagrama de electroválvulas.**
- **Diagrama del sistema neumático.**

DESCRIPCION:	CONEXIÓN DE ELEMENTOS NEUMÁTICOS

SECCION	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41

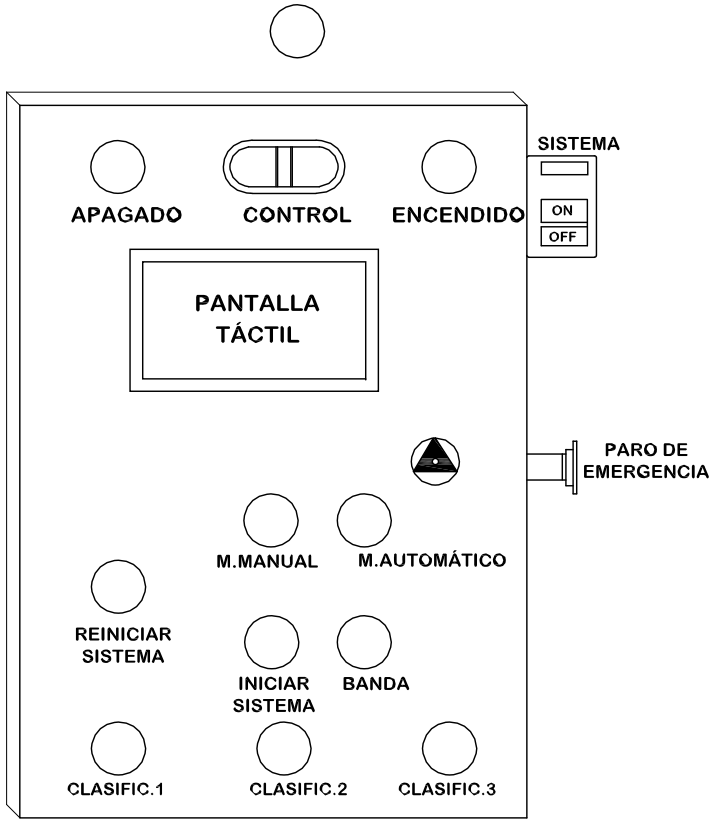


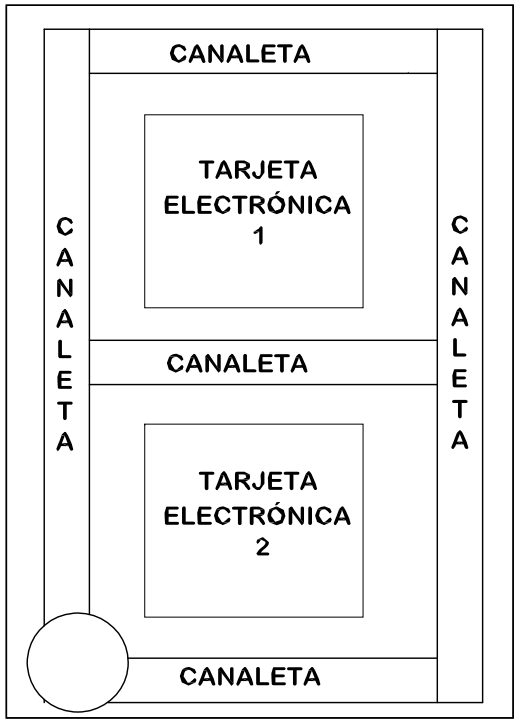


ESCUELA POLITECNICA NACIONAL		CONEXIÓN DE ELEMENTOS NEMÁTICOS		
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y CONTROL				
PROYECTO DE TITULACIÓN	FECHA:	DISEÑO:	CODIGO:	Lamina No de

DESCRIPCION:	CONEXIÓN DE ELEMENTOS TABLERO DE CONTROL PRINCIPAL

SECCION	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41

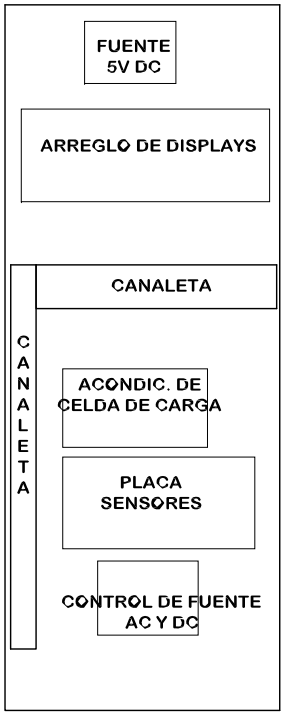




ESCUELA POLITECNICA NACIONAL		CONEXIÓN DE ELEMENTOS TABLERO DE CONTROL PRINCIPAL		
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y CONTROL				
PROYECTO DE TITULACIÓN	FECHA:	DISEÑO:	CODIGO:	Lamina No de

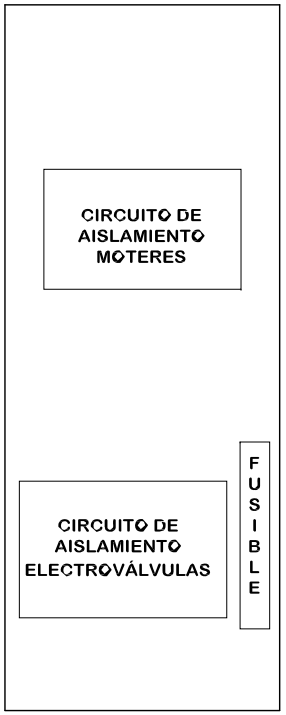
DESCRIPCION:	CONEXIÓN DE ELEMENTOS TABLERO DE CONTROL PRINCIPAL

SECCION	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41



CONEXIÓN INTERIOR
IZQUIERDA

CONEXIÓN INTERIOR
INFERIOR

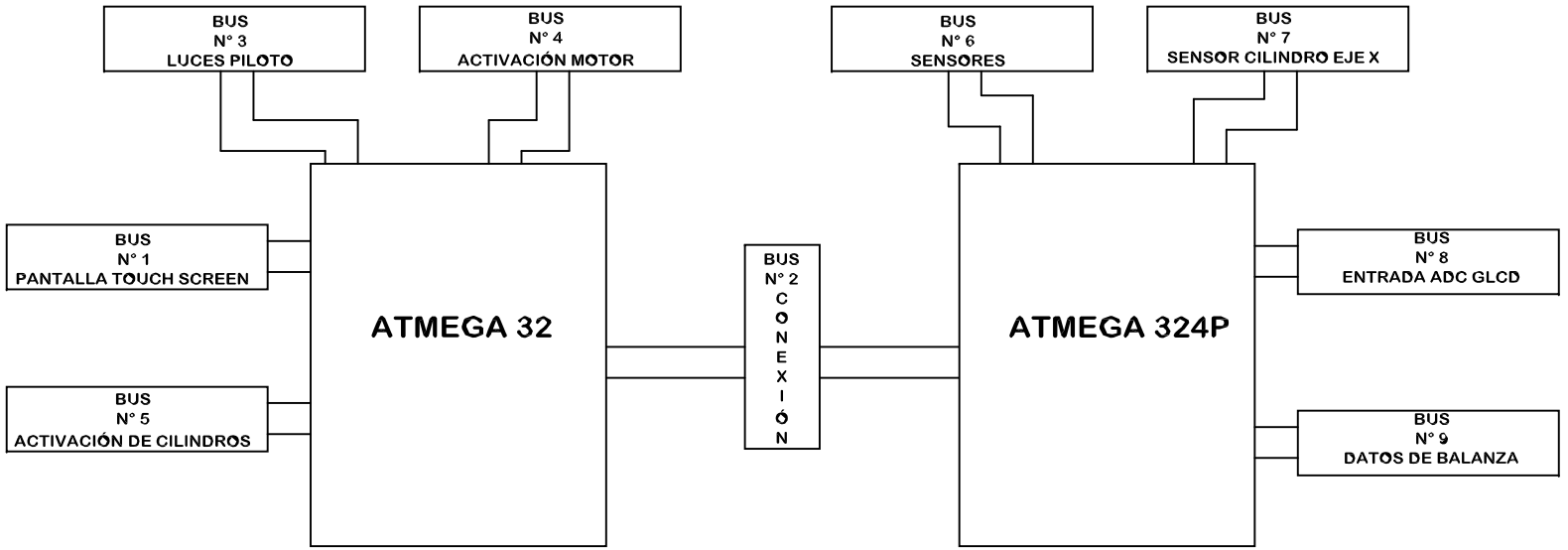


CONEXIÓN INTERIOR
DERECHA

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL		CONEXIÓN DE ELEMENTOS TABLERO DE CONTROL PRINCIPAL		
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y CONTROL				
PROYECTO DE TITULACIÓN	FECHA:	DISEÑO:	CODIGO:	Lamina No de

DESCRIPCION:	CONEXIÓN BUSES DE TARJETAS ELECTRÓNICAS

SECCION	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41

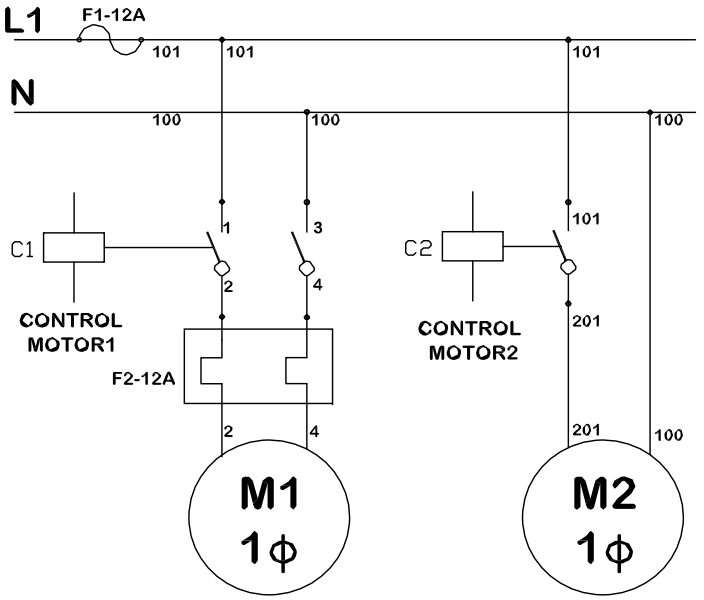


ESCUELA POLITECNICA NACIONAL		CONEXIÓN BUSES DE TARJETAS ELECTRÓNICAS		
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y CONTROL				
PROYECTO DE TITULACIÓN	FECHA:	DISEÑO:	CODIGO:	Lamina No de

DESCRIPCION:	DIAGRAMA DE FUERZA Y CONTROL DE LA BANDA TRANSPORTADORA Y CILINDRO DE EVACUACIÓN DE CAJAS

SECCION	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41

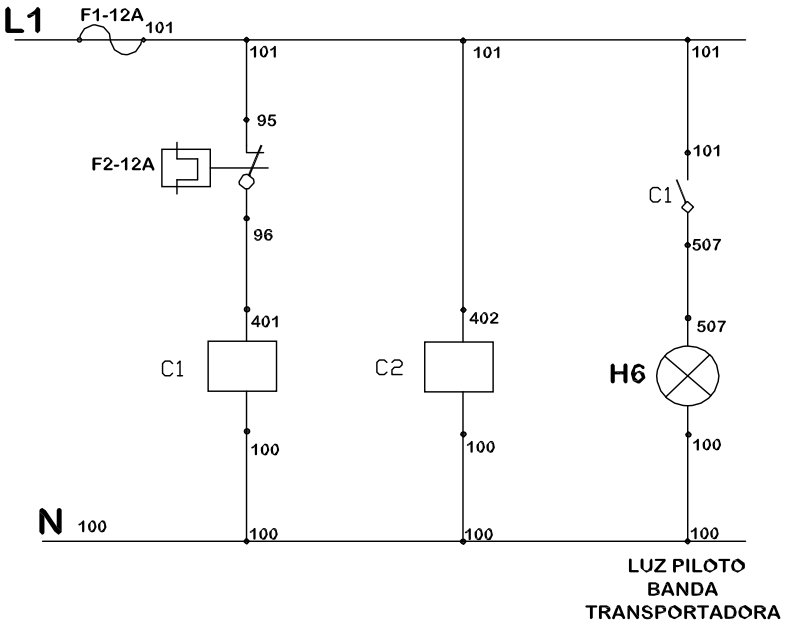
DIAGRAMA DE FUERZA



1/2 HP
110 / 220 Voltios
8.6 / 4.3 Amperios
60 Hz
1680 rmp

100 W
110 Voltios
1.0 Amperios
60 Hz
6000 / 7000 rmp

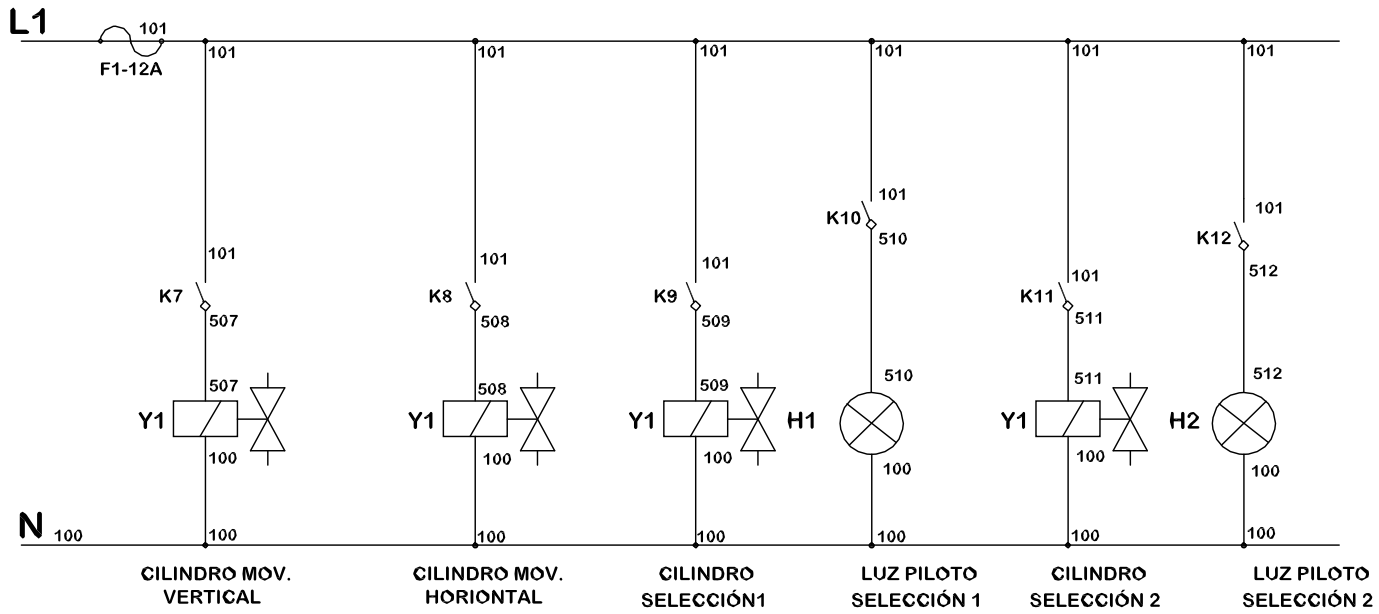
DIAGRAMA DE CONTROL



ESCUELA POLITECNICA NACIONAL		DIAGRAMA DE FUERZA Y CONTROL BANDA TRANSPORTADORA Y CILINDRO EVACUACIÓN DE CAJAS		
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y CONTROL				
PROYECTO DE TITULACIÓN	FECHA:	DISEÑO:	CODIGO:	Lamina No de

DESCRIPCION:	DIAGRAMA DE ELECTROVÁLVULAS

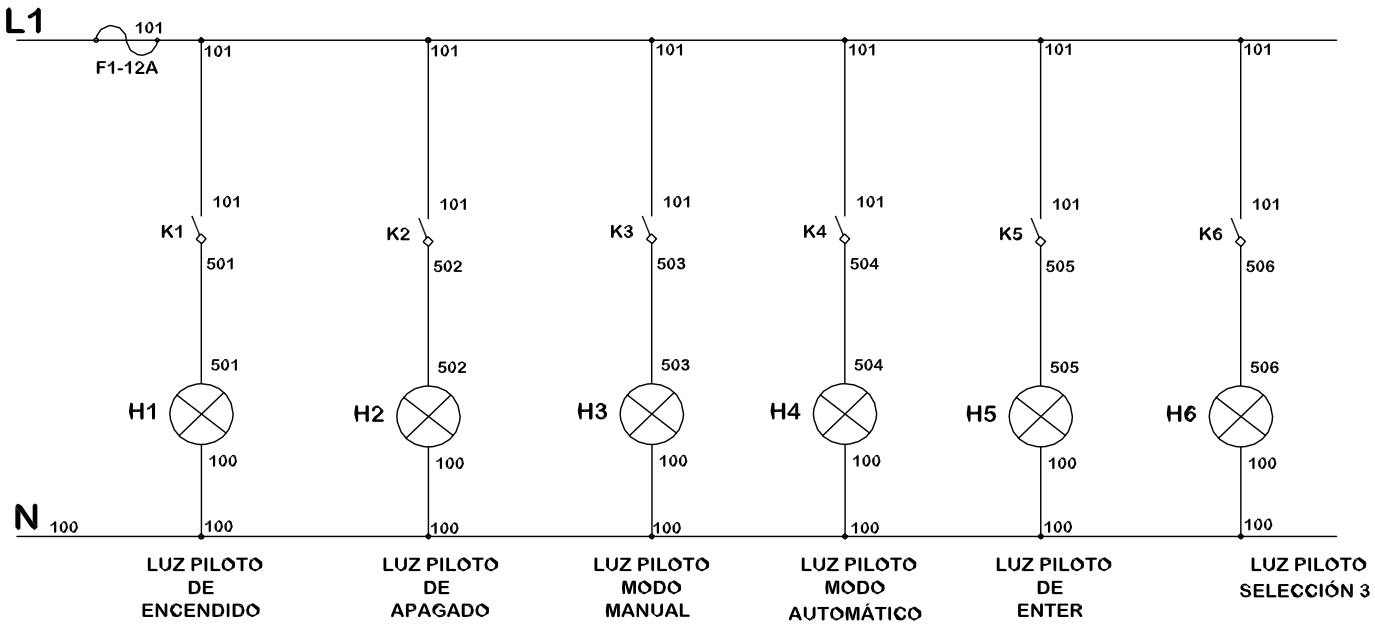
SECCION	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41



ESCUELA POLITECNICA NACIONAL		DIAGRAMA DE ELECTROVÁLVULAS		
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y CONTROL				
PROYECTO DE TITULACIÓN	FECHA:	DISEÑO:	CODIGO:	Lamina No de

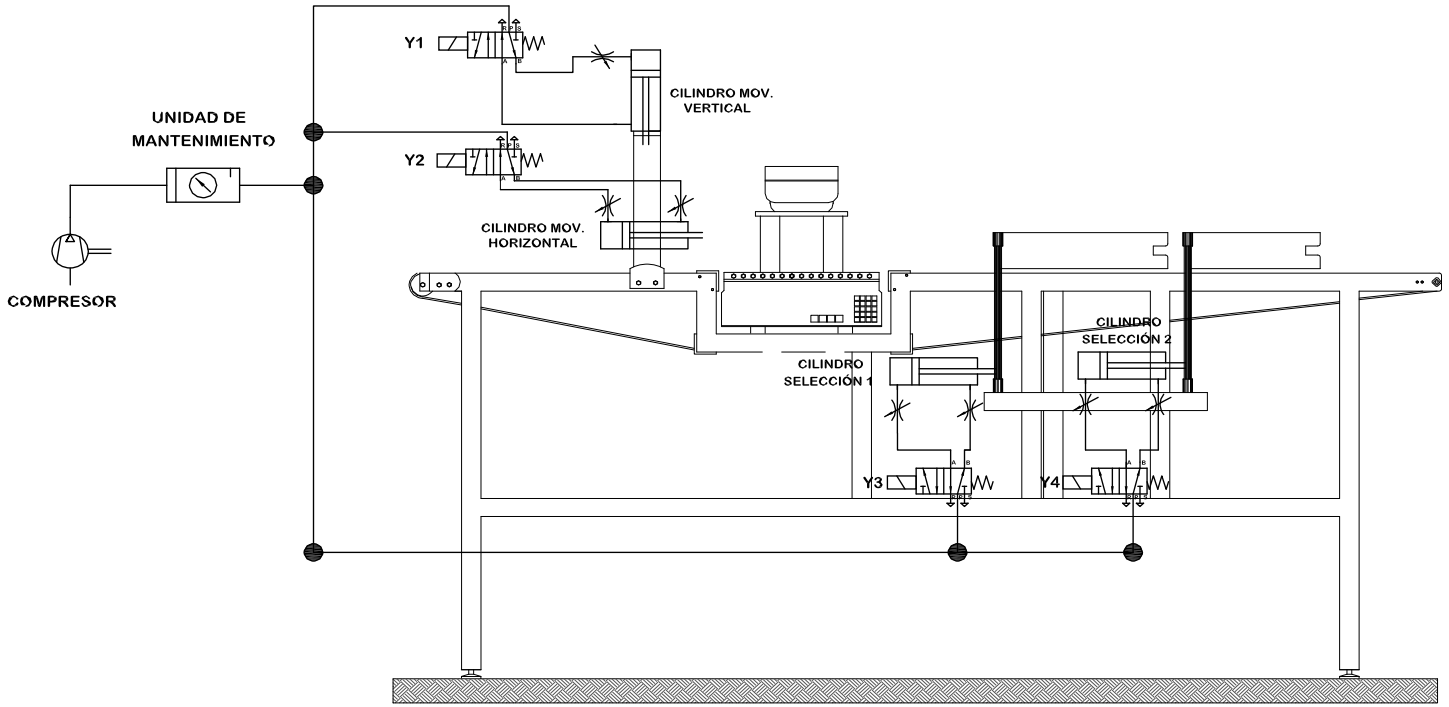
DESCRIPCION:	DIAGRAMA DE LUCES PILOTO DE VISUALIZACIÓN

SECCION	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41



ESCUELA POLITECNICA NACIONAL		DIAGRAMA DE CONTROL DE LUCES PILOTO DE VISUALIZACIÓN		
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y CONTROL				
PROYECTO DE TITULACIÓN	FECHA:	DISEÑO:	CODIGO:	Lamina No de

DESCRIPCIÓN	DIAGRAMA SISTEMA NEUMÁTICO
SECCIÓN	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL		DIAGRAMA SISTEMA NEUMÁTICO		
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y CONTROL				
PROYECTO DE TITULACIÓN	Fecha	DISEÑO	CÓDIGO	Lámina N° de

ANEXO C

DIAGRAMAS DE CONEXIÓN

- **Datasheet opto transistor 4N25**
- **Datasheet MOC3042M**
- **Datasheet Triac BT136**
- **Datasheet Tiristor 2P4M**
- **Datasheet MAX232**
- **Datasheet ULN2803**
- **Datasheet ATmega48**
- **Datasheet Atmega 32**
- **Datasheet MODULE LCD 240x128**
- **Datasheet Sensor GP2Y0A21YK0F**
- **Datasheet Cilindro Neumático de la Serie MCQI**
- **Datasheet Cilindro Neumático de la Serie MCMI**
- **Datasheet Electroválvulas MVSC 220**
- **Datasheet Sensor Neumático RCM**
- **Datasheet Reguladores de velocidad Neumáticos**
- **Datasheet Unidad de Mantenimiento Neumático modelo MACP300**
- **Datasheet Válvula Colizante MVHS**

Agilent 4N25
Phototransistor Optocoupler
General Purpose Type
Data Sheet

Description
The 4N25 is an optocoupler for general purpose applications. It contains a light emitting diode optically coupled to a phototransistor. It is packaged in a 6-pin DIP package and available in wide-lead spacing option and lead bend SMD option. Response time, t_r, is typically 3 μs and minimum CTR is 20% at input current of 10 mA.

Ordering Information
Specify part number followed by Option Number (if desired).

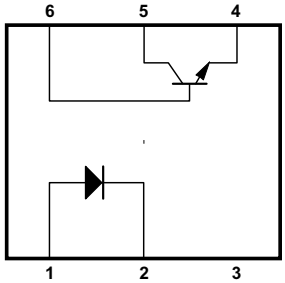
4N25-XXXE
- Lead Free
- Option Number

000 = No Options
060 = IEC/EN/DIN EN 60747-5-2 Option
W00 = 0.4" Lead Spacing Option
300 = Lead Bend SMD Option
500 = Tape and Reel Packaging Option

Features
- **Response time (t_r: typ., 3 μs at V_{CE} = 10 V, I_C = 2 mA, R_L = 100 Ω)**
- **Current Transfer Ratio (CTR: min. 20% at I_F = 10 mA, V_{CE} = 10 V)**
- **Input-output isolation voltage (V_{iso} = 2500 Vrms)**
- **Dual-in-line package**
- **UL approved**
- **CSA approved**
- **IEC/EN/DIN EN 60747-5-2 approved**
- **Options available:**
  - **Leads with 0.4" (10.16 mm) spacing (W00)**
  - **Leads bends for surface mounting (300)**
  - **Tape and reel for SMD (500)**
  - **IEC/EN/DIN EN 60747-5-2 approvals (060)**

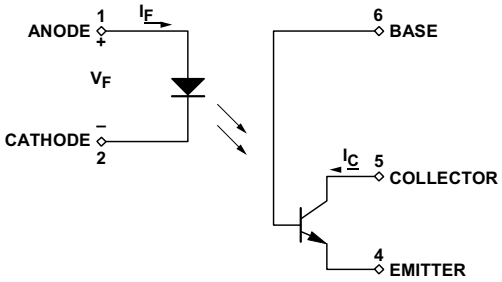
Functional Diagram

PIN NO. AND INTERNAL CONNECTION DIAGRAM



1. ANODE
2. CATHODE
3. NC
4. EMITTER
5. COLLECTOR
6. BASE

Schematic



Applications
- **I/O interfaces for computers**
- **System appliances, measuring instruments**
- **Signal transmission between circuits of different potentials and impedances**

CAUTION: It is advised that normal static precautions be taken in handling and assembly of this component to prevent damage and/or degradation which may be induced by ESD.

Agilent Technologies

Absolute Maximum Ratings

Storage Temperature, T_S	–55˚C to +150˚C
Operating Temperature, T_A	–55˚C to +100˚C
Lead Solder Temperature, max. (1.6 mm below seating plane)	260˚C for 10 s
Average Forward Current, I_F	80 mA
Reverse Input Voltage, V_R	6 V
Input Power Dissipation, P_I	150 mW
Collector Current, I_C	100 mA
Collector-Emitter Voltage, V_{CEO}	30 V
Emitter-Collector Voltage, V_{ECO}	7 V
Collector-Base Voltage, V_{CBO}	70 V
Collector Power Dissipation	150 mW
Total Power Dissipation	250 mW
Isolation Voltage, V_{iso} (AC for 1 minute, R.H. = 40 ~ 60%)	2500 Vrms

Electrical Specifications (T_A = 25˚C)

Parameter	Symbol	Min.	Typ.	Max.	Units	Test Conditions
Forward Voltage	V_F	–	1.2	1.5	V	I_F = 10 mA
Reverse Current	I_R	–	–	10	μA	V_R = 4 V
Terminal Capacitance	C_t	–	50	–	pF	V = 0, f = 1 KHz
Collector Dark Current	I_{CEO}	–	–	50	nA	V_{CE} = 10 V, I_F = 0
Collector-Emitter Breakdown Voltage	BV_{CEO}	30	–	–	V	I_C = 0.1 mA, I_F = 0
Emitter-Collector Breakdown Voltage	BV_{ECO}	7	–	–	V	I_E = 10 μA, I_F = 0
Collector-Base Breakdown Voltage	BV_{CBO}	70	–	–	V	I_C = 0.1 mA, I_F = 0
Collector Current	I_C	2	–	–	mA	I_F = 10 mA
*Current Transfer Ratio	CTR	20	–	–	%	V_{CE} = 10 V
Collector-Emitter Saturation Voltage	$V_{CE(sat)}$	–	0.1	0.5	V	I_F = 50 mA, I_C = 2 mA
Response Time (Rise)	t_r	–	3	–	μs	V_{CE} = 10 V, I_C = 2 mA
Response Time (Fall)	t_f	–	3	–	μs	R_L = 100 Ω
Isolation Resistance	R_{iso}	5×10^{10}	1×10^{11}	–	Ω	DC 500 V 40 ~ 60% R.H.
Floating Capacitance	C_f	–	1	–	pF	V = 0, f = 1 MHz

* CTR = $\frac{I_C}{I_F}$ x 100%

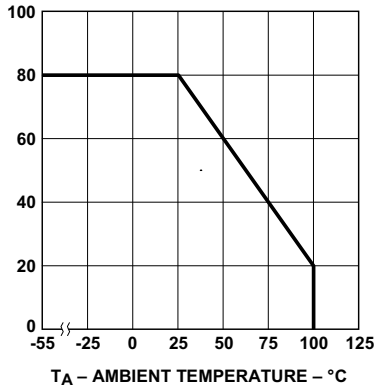


Figure 1. Forward current vs. temperature.

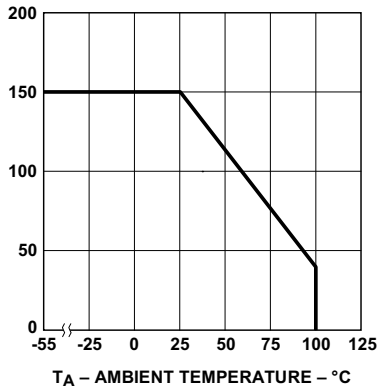


Figure 2. Collector power dissipation vs. temperature.

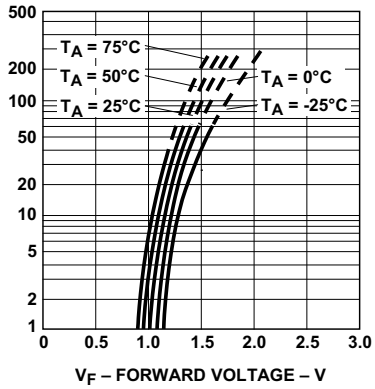


Figure 3. Forward current vs. forward voltage.

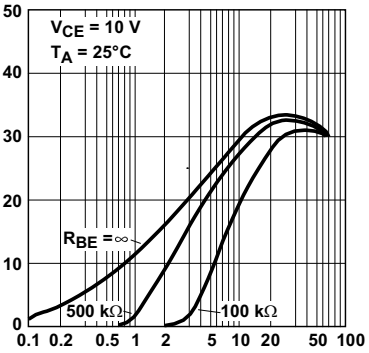


Figure 4. Current transfer ratio vs. forward current.

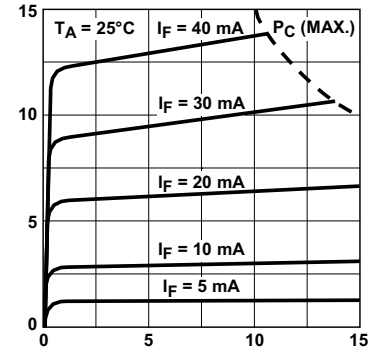


Figure 5. Collector current vs. collector-emitter voltage.

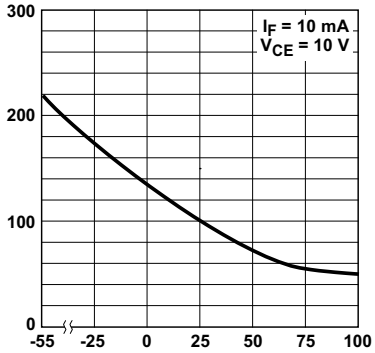


Figure 6. Relative current transfer ratio vs. temperature.

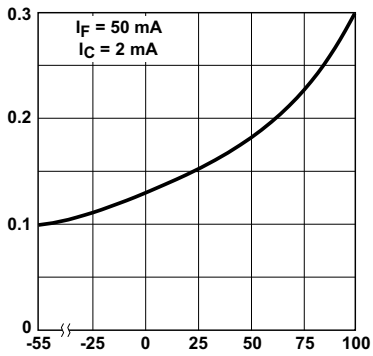


Figure 7. Collector-emitter saturation voltage vs. temperature.

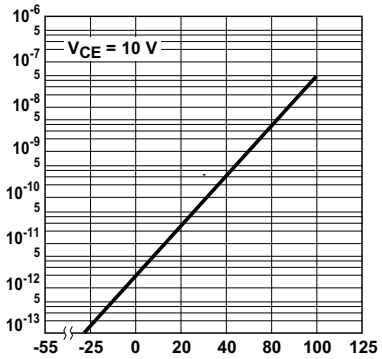


Figure 8. Collector dark current vs. temperature.

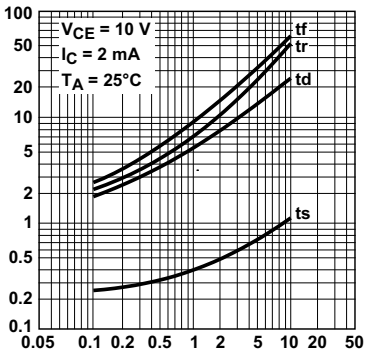


Figure 9. Response time vs. load resistance.

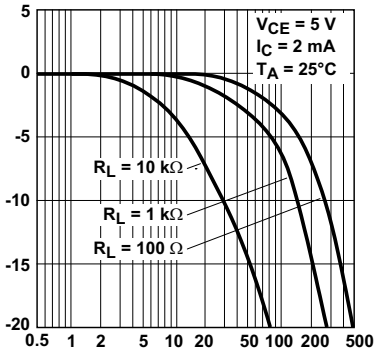


Figure 10. Frequency response.

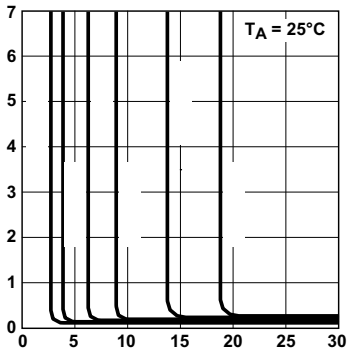
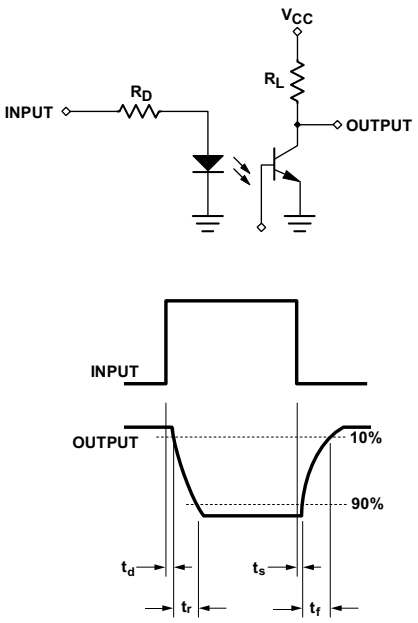
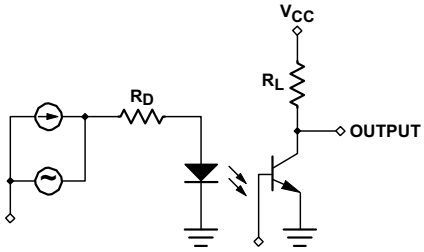


Figure 11. Collector-emitter saturation voltage vs. forward current.

Test Circuit for Response Time



Test Circuit for Frequency Response



www.agilent.com/semiconductors
For product information and a complete list of distributors, please go to our web site.

For technical assistance call:

Americas/Canada: +1 (800) 235-0312 or (916) 788-6763

Europe: +49 (0) 6441 92460

China: 10800 650 0017

Hong Kong: (+65) 6756 2394

India, Australia, New Zealand: (+65) 6755 1939

Japan: (+81 3) 3335-8152 (Domestic/International), or 0120-61-1280 (Domestic Only)

Korea: (+65) 6755 1989

Singapore, Malaysia, Vietnam, Thailand, Philippines, Indonesia: (+65) 6755 2044

Taiwan: (+65) 6755 1843

Data subject to change.
Copyright © 2004 Agilent Technologies, Inc.
Obsoletes 5989-0292EN
November 3, 2004
5989-1733EN

This datasheet has been download from:

www.datasheetcatalog.com

Datasheets for electronics components.

FAIRCHILD
SEMICONDUCTOR®

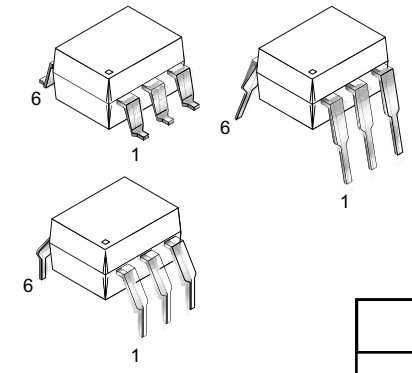
6-PIN DIP ZERO-CROSS OPTOISOLATORS TRIAC DRIVER OUTPUT (250/400 VOLT PEAK)

MOC3031M MOC3032M MOC3033M MOC3041M MOC3042M MOC3043M

DESCRIPTION

The MOC303XM and MOC304XM devices consist of a AlGaAs infrared emitting diode optically coupled to a monolithic silicon detector performing the function of a zero voltage crossing bilateral triac driver.

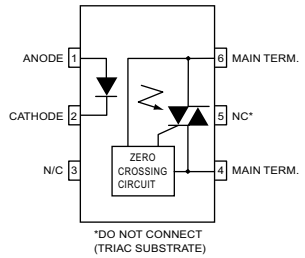
They are designed for use with a triac in the interface of logic systems to equipment powered from 115 VAC lines, such as teletypewriters, CRTs, solid-state relays, industrial controls, printers, motors, solenoids and consumer appliances, etc.



FEATURES

- Simplifies logic control of 115 VAC power
- Zero voltage crossing
- dv/dt of 2000 V/μs typical, 1000 V/μs guaranteed
- VDE recognized (File # 94766)
  -ordering option V (e.g., MOC3043VM)

SCHEMATIC



APPLICATIONS

- Solenoid/valve controls
- Static power switches
- Temperature controls
- AC motor starters
- Lighting controls
- AC motor drives
- E.M. contactors
- Solid state relays

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS (T_A = 25°C unless otherwise noted)

Parameters	Symbol	Device	Value	Units
TOTAL DEVICE Storage Temperature	T_{STG}	All	-40 to +150	°C
Operating Temperature	T_{OPR}	All	-40 to +85	°C
Lead Solder Temperature	T_{SOL}	All	260 for 10 sec	°C
Junction Temperature Range	T_J	All	-40 to +100	°C
Isolation Surge Voltage(1) (peak AC voltage, 60Hz, 1 sec duration)	V_{ISO}	All	7500	Vac(pk)
Total Device Power Dissipation @ 25°C	P_D	All	250	mW
Derate above 25°C			2.94	mW/°C
EMITTER Continuous Forward Current	I_F	All	60	mA
Reverse Voltage	V_R	All	6	V
Total Power Dissipation 25°C Ambient	P_D	All	120	mW
Derate above 25°C			1.41	mW/°C
DETECTOR Off-State Output Terminal Voltage	V_{DRM}	MOC3031M/2M/3M	250	V
		MOC3041M/2M/3M	400	
Peak Repetitive Surge Current (PW = 100 μs, 120 pps)	I_{TSM}	All	1	A
Total Power Dissipation @ 25°C Ambient	P_D	All	150	mW
Derate above 25°C		All	1.76	mW/°C

Note

1. Isolation surge voltage, V_{ISO}, is an internal device dielectric breakdown rating. For this test, Pins 1 and 2 are common, and Pins 4, 5 and 6 are common.

© 2001 Fairchild Semiconductor Corporation

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (T_A = 25°C Unless otherwise specified)

INDIVIDUAL COMPONENT CHARACTERISTICS

Parameters	Test Conditions	Symbol	Device	Min	Typ	Max	Units
EMITTER							
Input Forward Voltage	I_F = 30 mA	V_F	All		1.25	1.5	V
Reverse Leakage Current	V_R = 6 V	I_R	All		0.01	100	µA
DETECTOR							
Peak Blocking Current,Either Direction	Rated V_{DRM}, I_F = 0 (note 1)	I_{DRM1}	All			100	nA
Peak On-State Voltage,Either Direction	I_{TM} = 100 mA peak, I_F = 0	V_{TM}	All		1.8	3	V
Critical Rate of Rise of Off-State Voltage	I_F = 0 (figure 9, note 3)	dv/dt	All	1000			V/µs

TRANSFER CHARACTERISTICS (T_A = 25°C Unless otherwise specified.)

DC Characteristics	Test Conditions	Symbol	Device	Min	Typ	Max	Units
LED Trigger Current	Main terminal voltage = 3V (note 2)	I_{FT}	MOC3031M/MOC3041M			15	mA
			MOC3032M/MOC3042M			10	
			MOC3033M/MOC3043M			5	
Holding Current, Either Direction		I_H	All		400		µA

ZERO CROSSING CHARACTERISTICS (T_A = 25°C Unless otherwise specified.)

Characteristics	Test Conditions	Symbol	Device	Min	Typ	Max	Units
Inhibit Voltage	I_F = rated I_{FT}, MT1-MT2 voltage above which device will not trigger off-state	V_{IH}	All			20	V
Leakage in Inhibited State	I_F = rated I_F, rated V_{DRM}, off-state	I_{DRM2}	All			500	µA

Note

1. Test voltage must be applied within dv/dt rating.
2. All devices are guaranteed to trigger at an I_F value less than or equal to max I_{FT}. Therefore, recommended operating I_F lies between max I_{FT} (15 mA for MOC3031M & MOC3041M, 10 mA for MOC3032M & MOC3042M, 5 mA for MOC3033M & MOC3043M) and absolute max I_F (60 mA).
3. This is static dv/dt. See Figure 9 for test circuit. Commutating dv/dt is a function of the load-driving thyristor(s) only.

Figure 1. LED Forward Voltage vs. Forward Current

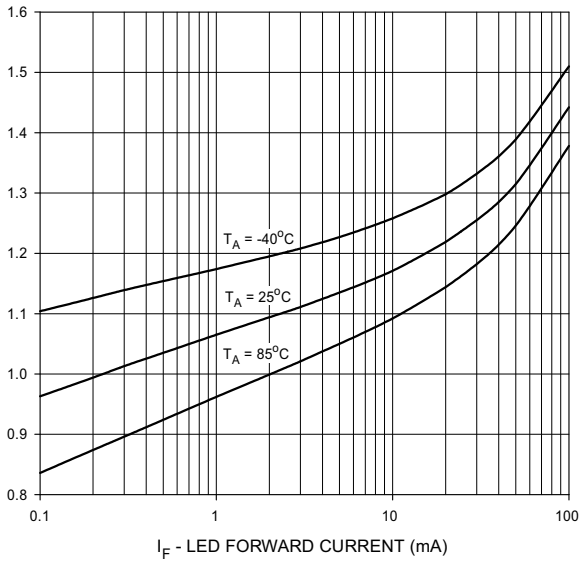


Figure 2. On-State Characteristics

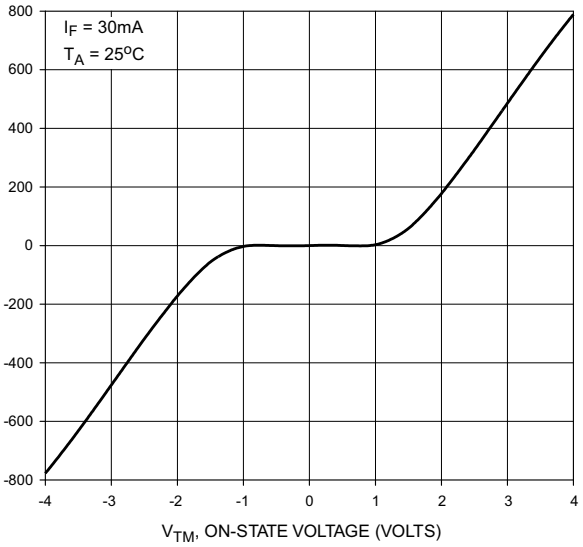


Figure 3. Trigger Current vs. Temperature

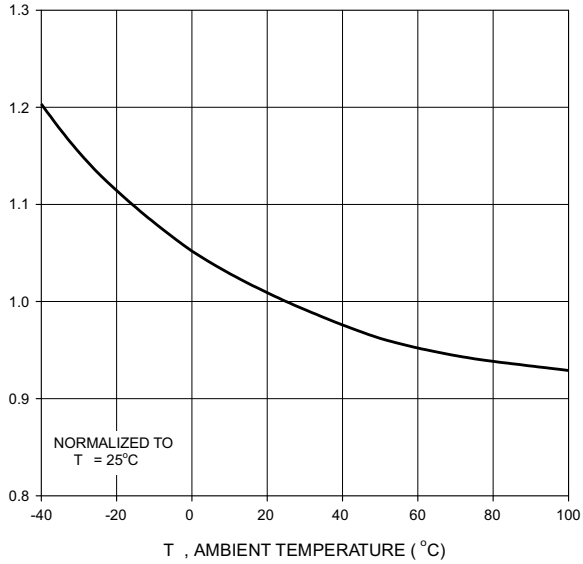


Figure 4. Leakage Current, I_{DRM} vs. Temperature

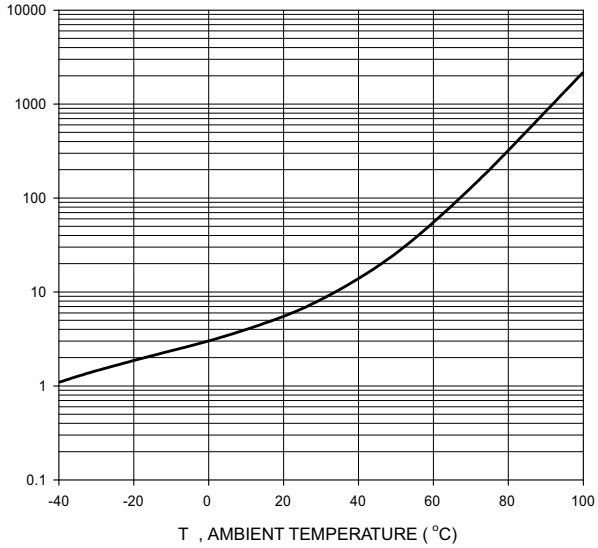


Figure 5. I_{DRM2} - Leakage in Inhibit State vs. Temperature

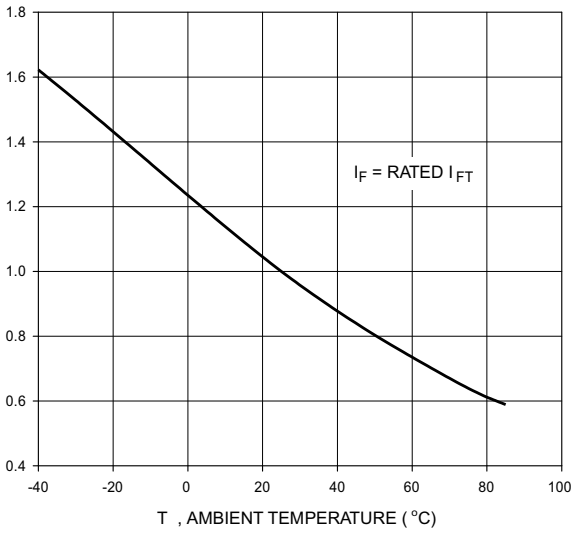


Figure 6. LED Current Required to Trigger vs. LED Pulse Width

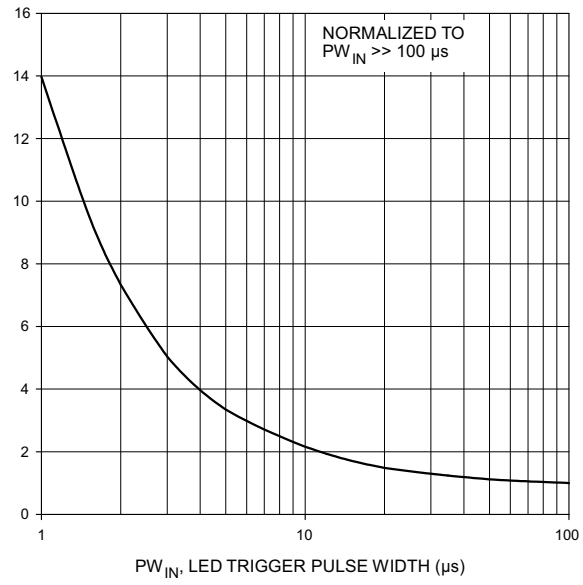


Figure 7. Holding Current, I_H vs. Temperature

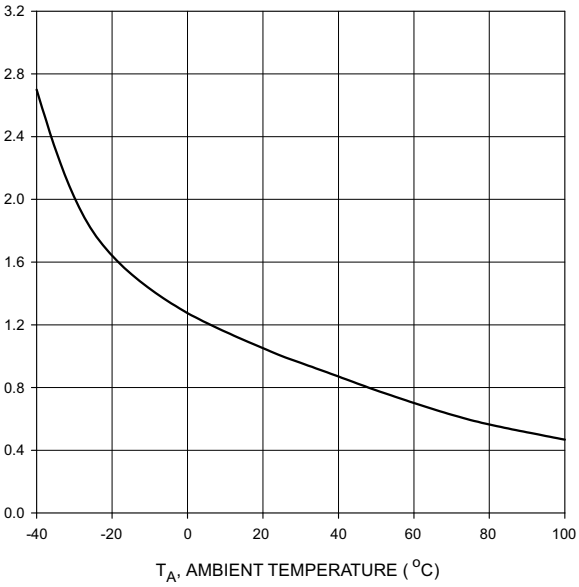
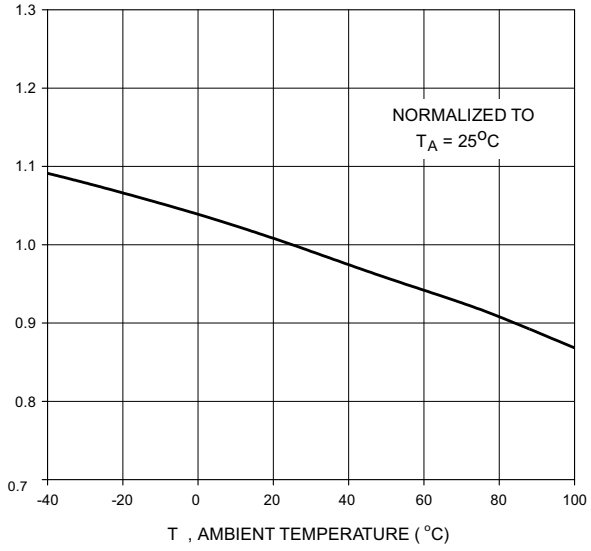


Figure 8. Inhibit Voltage vs. Temperature



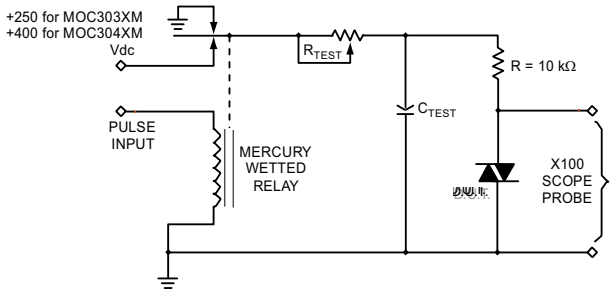


Figure 9. Static dv/dt Test Circuit

1. The mercury wetted relay provides a high speed repeated pulse to the D.U.T.
2. 100x scope probes are used, to allow high speeds and voltages.
3. The worst-case condition for static dv/dt is established by triggering the D.U.T. with a normal LED input current, then removing the current. The variable R_{TEST} allows the dv/dt to be gradually increased until the D.U.T. continues to trigger in response to the applied voltage pulse, even after the LED current has been removed. The dv/dt is then decreased until the D.U.T. stops triggering. τRC is measured at this point and recorded.

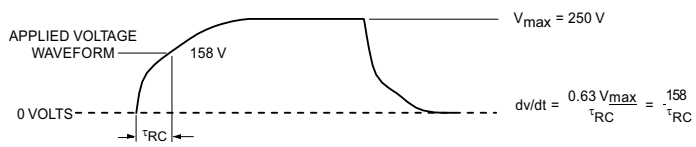


Figure 10. Static dv/dt Test Waveform (MOC3031M, MOC3032M, MOC3033M)

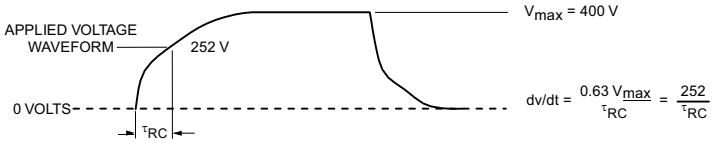
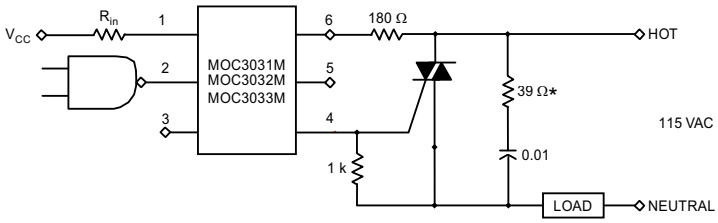


Figure 11. Static dv/dt Test Waveform (MOC3041M, MOC3042M, MOC3043M)

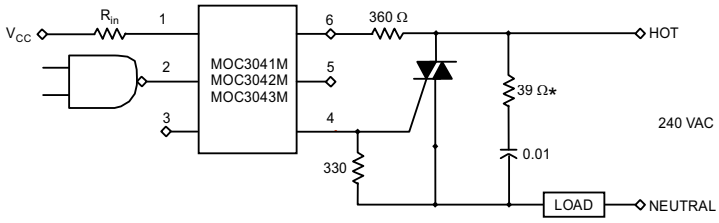
Typical circuit (Fig 12, 13) for use when hot line switching is required. In this circuit the “hot” side of the line is switched and the load connected to the cold or neutral side. The load may be connected to either the neutral or hot line.

R_{in} is calculated so that I_F is equal to the rated I_{FT} of the part, 5 mA for the MOC3033M and MOC3043M, 10 mA for the MOC3032M and MOC3042M, or 15 mA for the MOC3031M and MOC3041M. The 39 ohm resistor and 0.01 μF capacitor are for snubbing of the triac and may or may not be necessary depending upon the particular triac and load used.



*For highly inductive loads (power factor < 0.5), change this value to 360 ohms.

Figure 12. Hot-Line Switching Application Circuit (MOC3031M, MOC3032M, MOC3033M)



*For highly inductive loads (power factor < 0.5), change this value to 360 ohms.

Figure 13. Hot-Line Switching Application Circuit (MOC3041M, MOC3042M, MOC3043M)

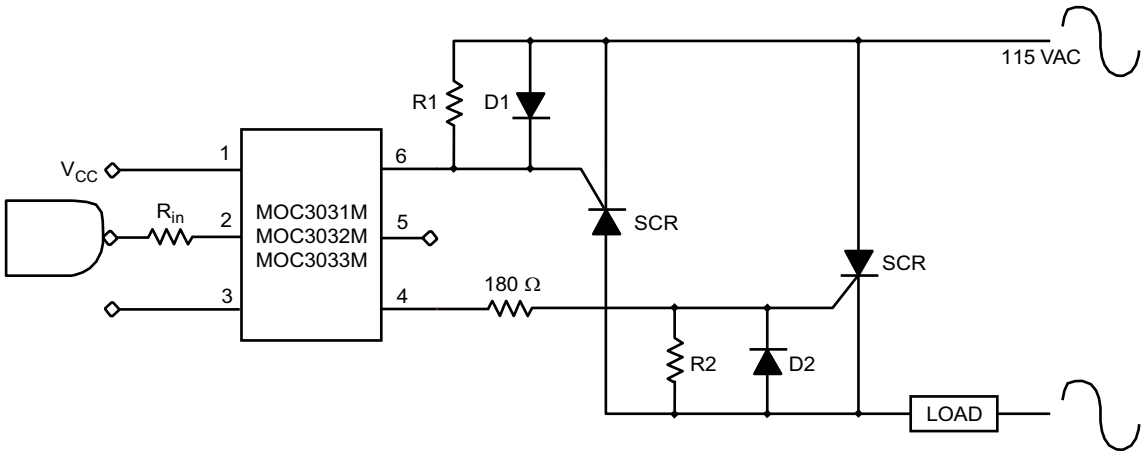


Figure 14. Inverse-Parallel SCR Driver Circuit (MOC3031M, MOC3032M, MOC3033M)

Suggested method of firing two, back-to-back SCR's with a Fairchild triac driver. Diodes can be 1N4001; resistors, R1 and R2, are optional 1 k ohm.

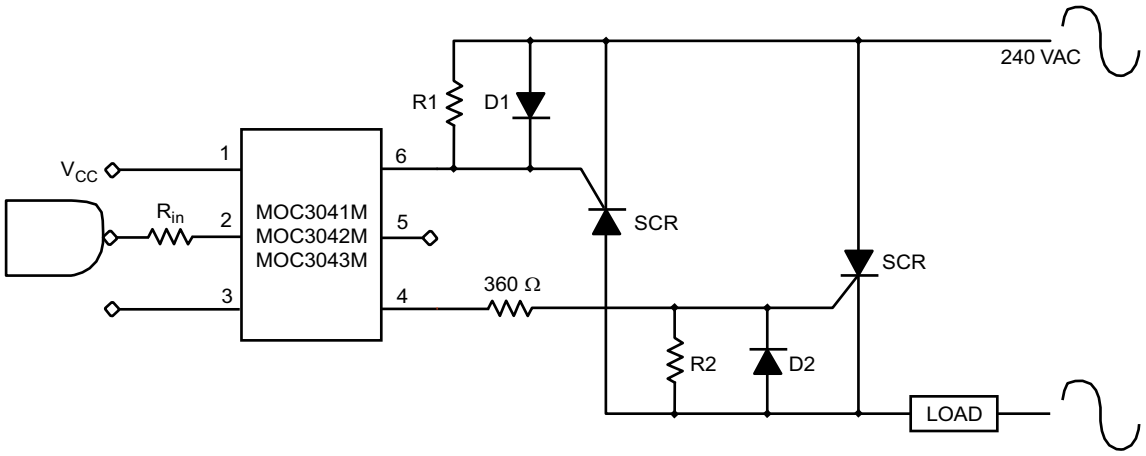


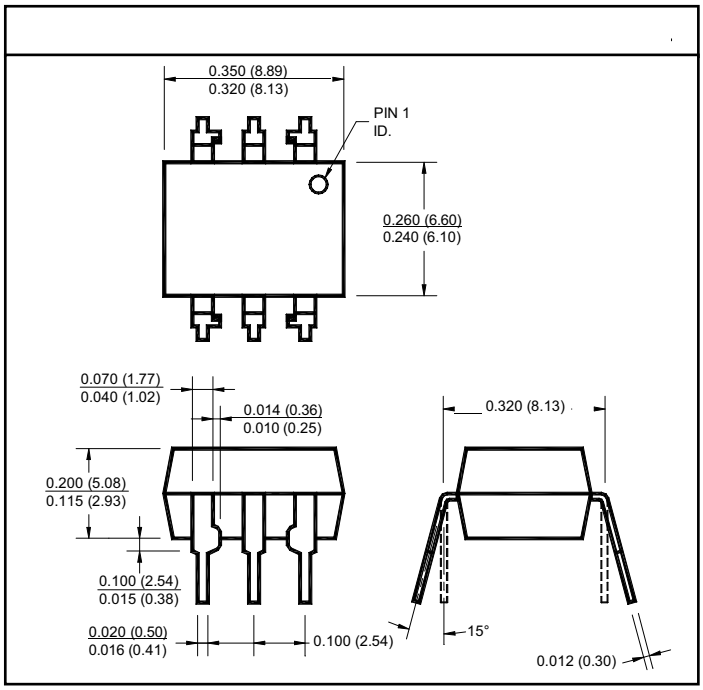
Figure 15. Inverse-Parallel SCR Driver Circuit (MOC3041M, MOC3042M, MOC3043M)

Suggested method of firing two, back-to-back SCR's with a Fairchild triac driver. Diodes can be 1N4001; resistors, R1 and R2, are optional 330 ohm.

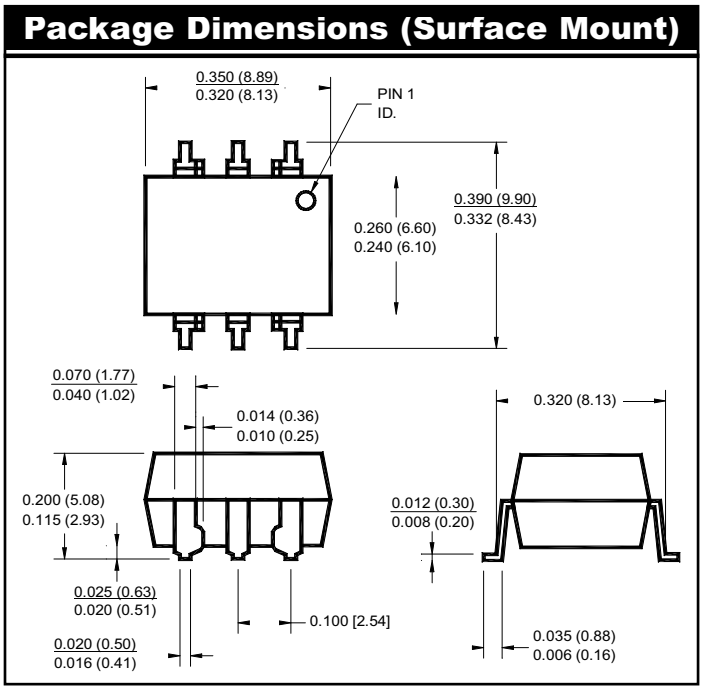
Note: This optoisolator should not be used to drive a load directly. It is intended to be a trigger device only.

6-PIN DIP ZERO-CROSS OPTOISOLATORS TRIAC DRIVER OUTPUT (250/400 VOLT PEAK)

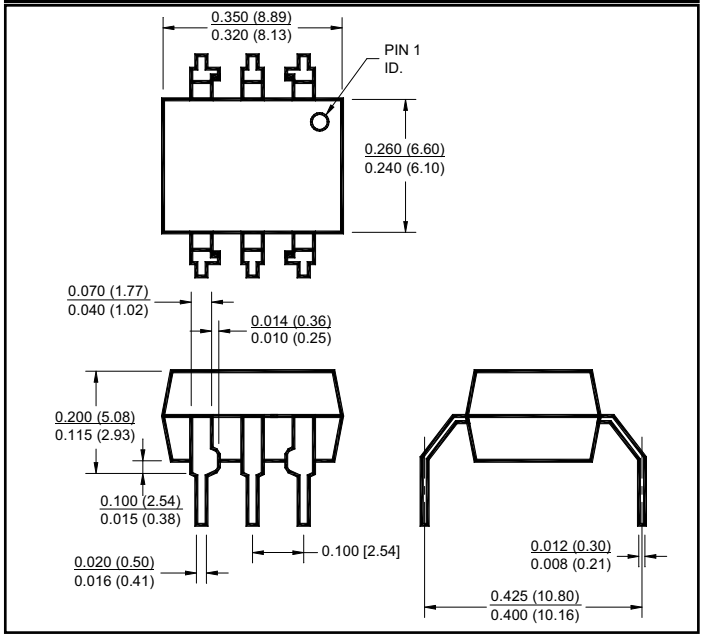
MOC3031M MOC3032M MOC3033M MOC3041M MOC3042M MOC3043M

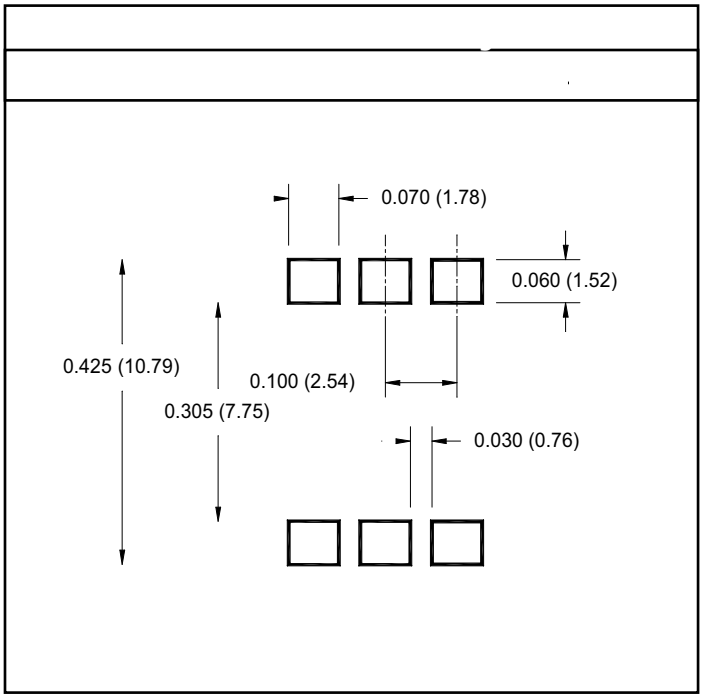


Package Dimensions (Surface Mount)



Package Dimensions (0.4”Lead Spacing)





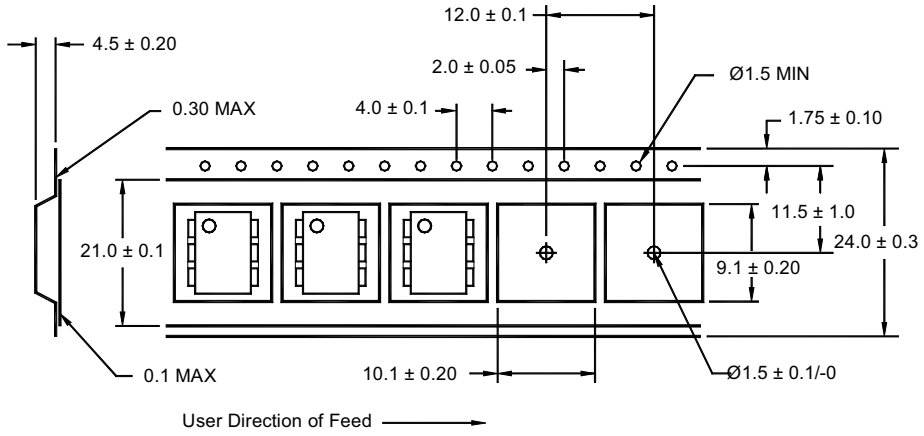
NOTE

All dimensions are in inches (millimeters)

ORDERING INFORMATION

Option	Order Entry Identifier	Description
S	S	Surface Mount Lead Bend
SR2	SR2	Surface Mount; Tape and reel
T	T	0.4” Lead Spacing
V	V	VDE 0884
TV	TV	VDE 0884, 0.4” Lead Spacing
SV	SV	VDE 0884, Surface Mount
SR2V	SR2V	VDE 0884, Surface Mount, Tape & Reel

Carrier Tape Specifications (“D” Taping Orientation)



NOTE

All dimensions are in inches (millimeters)

DISCLAIMER

FAIRCHILD SEMICONDUCTOR RESERVES THE 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 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

Datasheets for electronics components.

GENERAL DESCRIPTION

Glass passivated triacs in a plastic envelope, intended for use in applications requiring high bidirectional transient and blocking voltage capability and high thermal cycling performance. Typical applications include motor control, industrial and domestic lighting, heating and static switching.

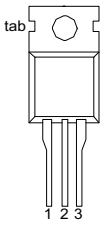
QUICK REFERENCE DATA

SYMBOL	PARAMETER	MAX.	MAX.	MAX.	UNIT
	BT136-	**500**	**600**	**800**	
	BT136-	**500F**	**600F**	**800F**	
	BT136-	**500G**	**600G**	**800G**	
V_{DRM}	Repetitive peak off-state voltages	500	600	800	V
$I_{T(RMS)}$	RMS on-state current	4	4	4	A
I_{TSM}	Non-repetitive peak on-state current	25	25	25	A

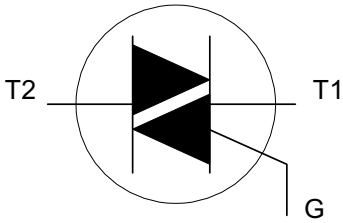
PINNING - TO220AB

PIN	DESCRIPTION
1	main terminal 1
2	main terminal 2
3	gate
tab	main terminal 2

PIN CONFIGURATION



SYMBOL



LIMITING VALUES

Limiting values in accordance with the Absolute Maximum System (IEC 134).

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	MAX.			UNIT
				-500	**-600**	**-800**	
V	Repetitive peak off-state voltages		-	500[1]	600[1]	800	V
$I_{T(RMS)}$	RMS on-state current	full sine wave; $T_{mb} \leq 107$ ˚C	-	4			A
I_{TSM}	Non-repetitive peak on-state current	full sine wave; T_j = 25 ˚C prior to surge					
		t = 20 ms	-	25			A
		t = 16.7 ms	-	27			A
I^2t	I^2t for fusing	t = 10 ms	-	3.1			A^2s
dI_T/dt	Repetitive rate of rise of on-state current after triggering	I_{TM} = 6 A; I_G = 0.2 A; dI_G/dt = 0.2 A/μs					
		T2+ G+	-	50			A/μs
		T2+ G-	-	50			A/μs
		T2- G-	-	50			A/μs
		T2- G+	-	10			A/μs
I_{GM}	Peak gate current		-	2			A
V_{GM}	Peak gate voltage		-	5			V
P_{GM}	Peak gate power		-	5			W
$P_{G(AV)}$	Average gate power	over any 20 ms period	-	0.5			W
T_{stg}	Storage temperature		-40	150			˚C
T_j	Operating junction temperature		-	125			˚C

1 Although not recommended, off-state voltages up to 800V may be applied without damage, but the triac may switch to the on-state. The rate of rise of current should not exceed 3 A/μs.

THERMAL RESISTANCES

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
$R_{th\ j\text{-}mb}$	Thermal resistance junction to mounting base	full cycle	-	-	3.0	K/W
		half cycle	-	-	3.7	K/W
$R_{th\ j\text{-}a}$	Thermal resistance junction to ambient	in free air	-	60	-	K/W

STATIC CHARACTERISTICS

T_j = 25 ˚C unless otherwise stated

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	TYP.	MAX.			UNIT
		BT136-			**...**	**...F**	**...G**	
I_{GT}	Gate trigger current	V_D = 12 V; I_T = 0.1 A						
		T2+ G+	-	5	35	25	50	mA
		T2+ G-	-	8	35	25	50	mA
		T2- G-	-	11	35	25	50	mA
		T2- G+	-	30	70	70	100	mA
I_L	Latching current	V_D = 12 V; I_{GT} = 0.1 A						
		T2+ G+	-	7	20	20	30	mA
		T2+ G-	-	16	30	30	45	mA
		T2- G-	-	5	20	20	30	mA
		T2- G+	-	7	30	30	45	mA
I_H	Holding current	V_D = 12 V; I_{GT} = 0.1 A	-	5	15	15	30	mA
V_T	On-state voltage	I_T = 5 A	-	1.4	1.70			V
V_{GT}	Gate trigger voltage	V_D = 12 V; I_T = 0.1 A	-	0.7	1.5			V
		V_D = 400 V; I_T = 0.1 A; T_j = 125 ˚C	0.25	0.4	-			V
I_D	Off-state leakage current	V_D = $V_{DRM(max)}$; T_j = 125 ˚C	-	0.1	0.5			mA

DYNAMIC CHARACTERISTICS

T_j = 25 ˚C unless otherwise stated

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.			TYP.	MAX.	UNIT
		BT136-	**...**	**...F**	**...G**			
dV_D/dt	Critical rate of rise of off-state voltage	V_{DM} = 67% $V_{DRM(max)}$; T_j = 125 ˚C; exponential waveform; gate open circuit	100	50	200	250	-	V/µs
dV_{com}/dt	Critical rate of change of commutating voltage	V_{DM} = 400 V; T_j = 95 ˚C; $I_{T(RMS)}$ = 4 A; dI_{com}/dt = 1.8 A/ms; gate open circuit	-	-	10	50	-	V/µs
t_{gt}	Gate controlled turn-on time	I_{TM} = 6 A; V_D = $V_{DRM(max)}$; I_G = 0.1 A; dI_G/dt = 5 A/µs	-	-	-	2	-	µs

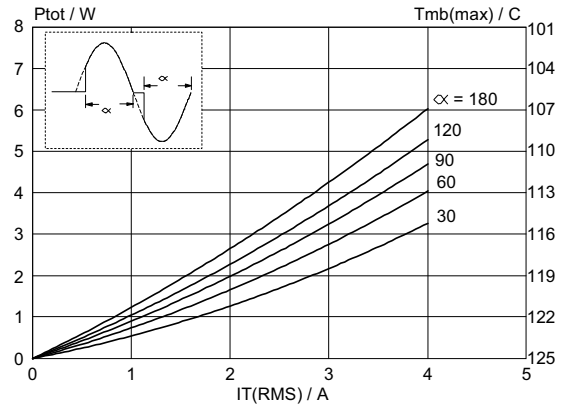


Fig.1. Maximum on-state dissipation, P_{tot}, versus rms on-state current, $I_{T(RMS)}$, where α = conduction angle.

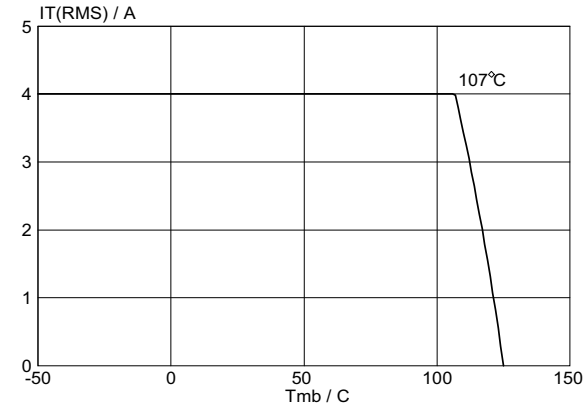


Fig.4. Maximum permissible rms current $I_{T(RMS)}$, versus mounting base temperature T_{mb}.

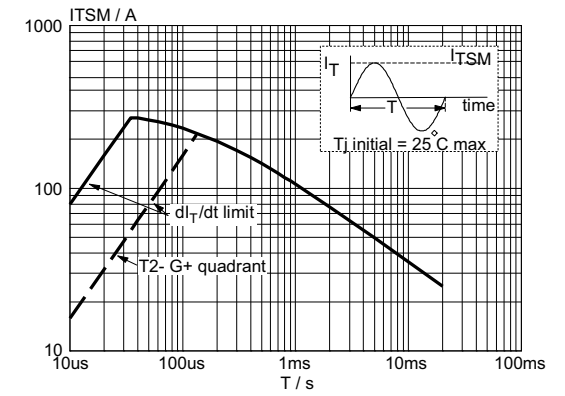


Fig.2. Maximum permissible non-repetitive peak on-state current I_{TSM}, versus pulse width t_p, for sinusoidal currents, $t_p \leq 20$ms.

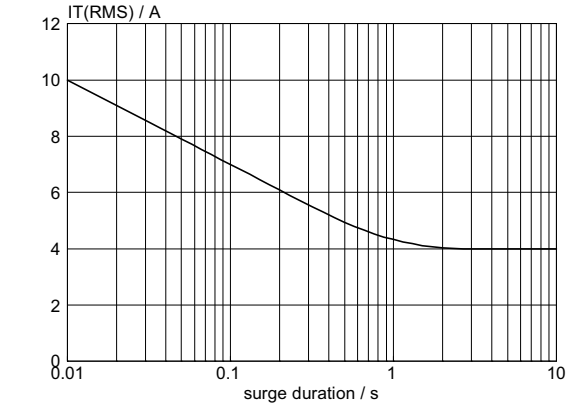


Fig.5. Maximum permissible repetitive rms on-state current $I_{T(RMS)}$, versus surge duration, for sinusoidal currents, f = 50 Hz; $T_{mb} \leq 107$˚C.

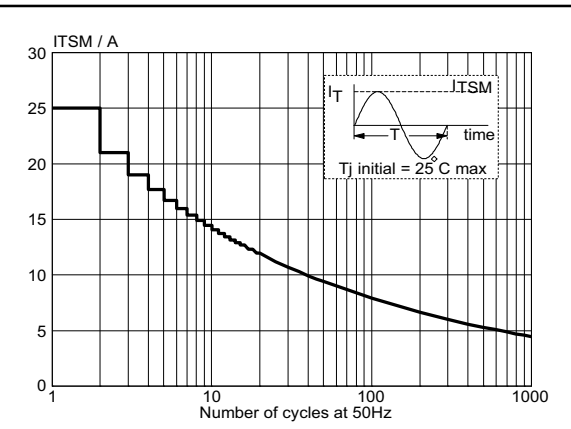


Fig.3. Maximum permissible non-repetitive peak on-state current I_{TSM}, versus number of cycles, for sinusoidal currents, f = 50 Hz.

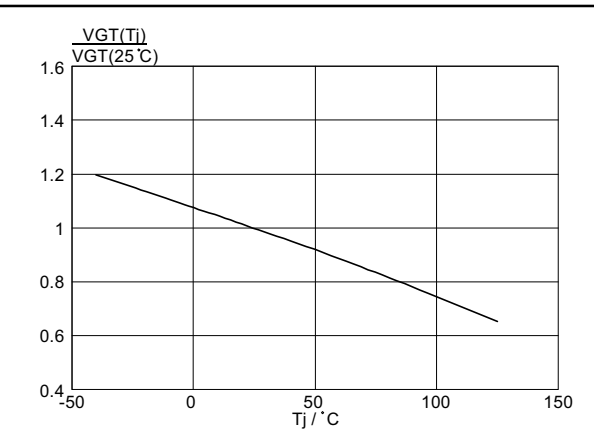


Fig.6. Normalised gate trigger voltage $V_{GT}(T_j)$/ $V_{GT}(25$˚C), versus junction temperature T_j.

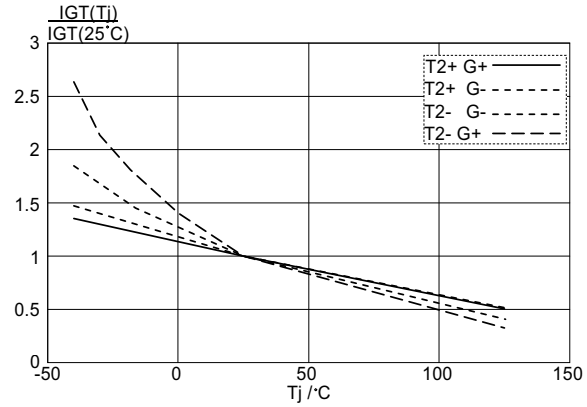


Fig.7. Normalised gate trigger current $I_{GT}(T_j)/ I_{GT}(25^{\circ}C)$, versus junction temperature T_j.

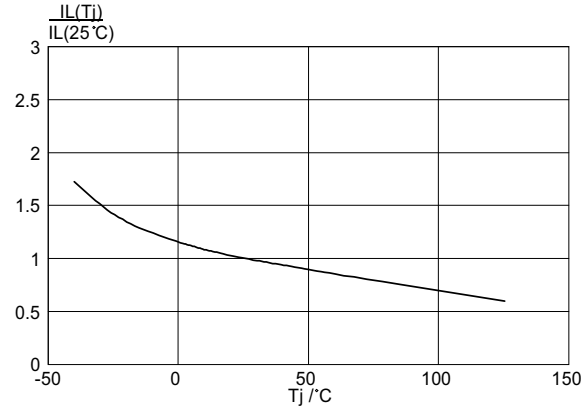


Fig.8. Normalised latching current $I_L(T_j)/ I_L(25^{\circ}C)$, versus junction temperature T_j.

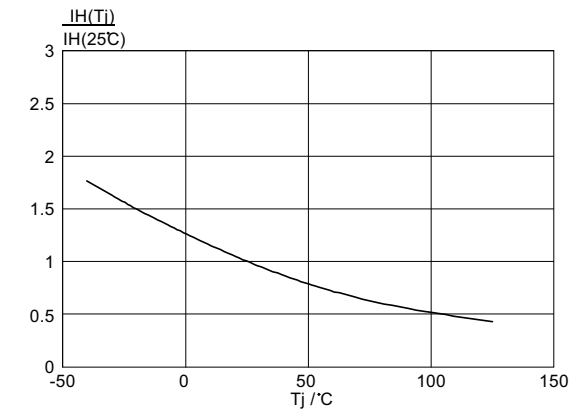


Fig.9. Normalised holding current $I_H(T_j)/ I_H(25^{\circ}C)$, versus junction temperature T_j.

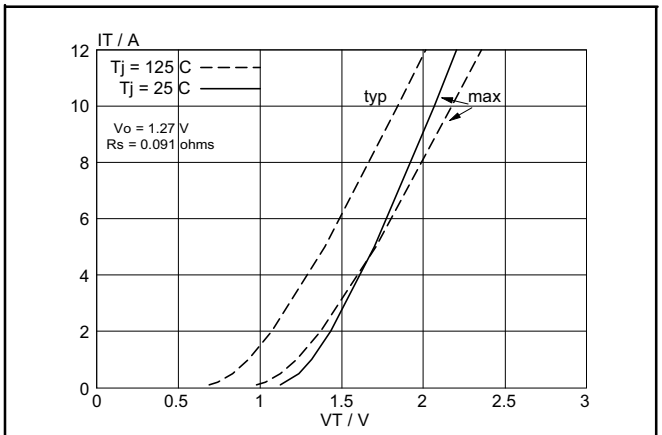


Fig.10. Typical and maximum on-state characteristic.

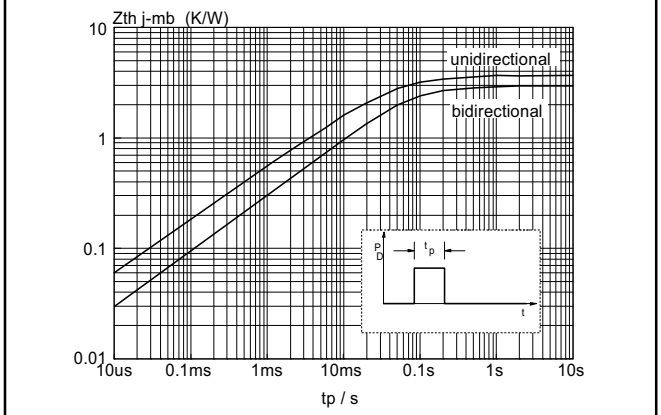


Fig.11. Transient thermal impedance $Z_{th\ j\text{-}mb}$, versus pulse width t_p.

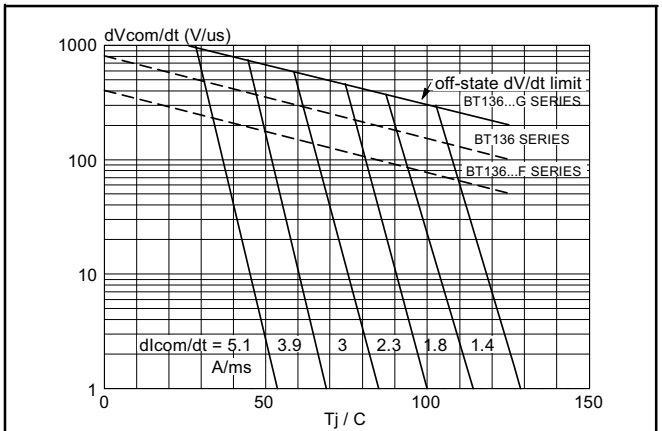


Fig.12. Typical commutation dV/dt versus junction temperature, parameter commutation dI_T/dt. The triac should commutate when the dV/dt is below the value on the appropriate curve for pre-commutation dI_T/dt.

MECHANICAL DATA

Dimensions in mm

Net Mass: 2 g

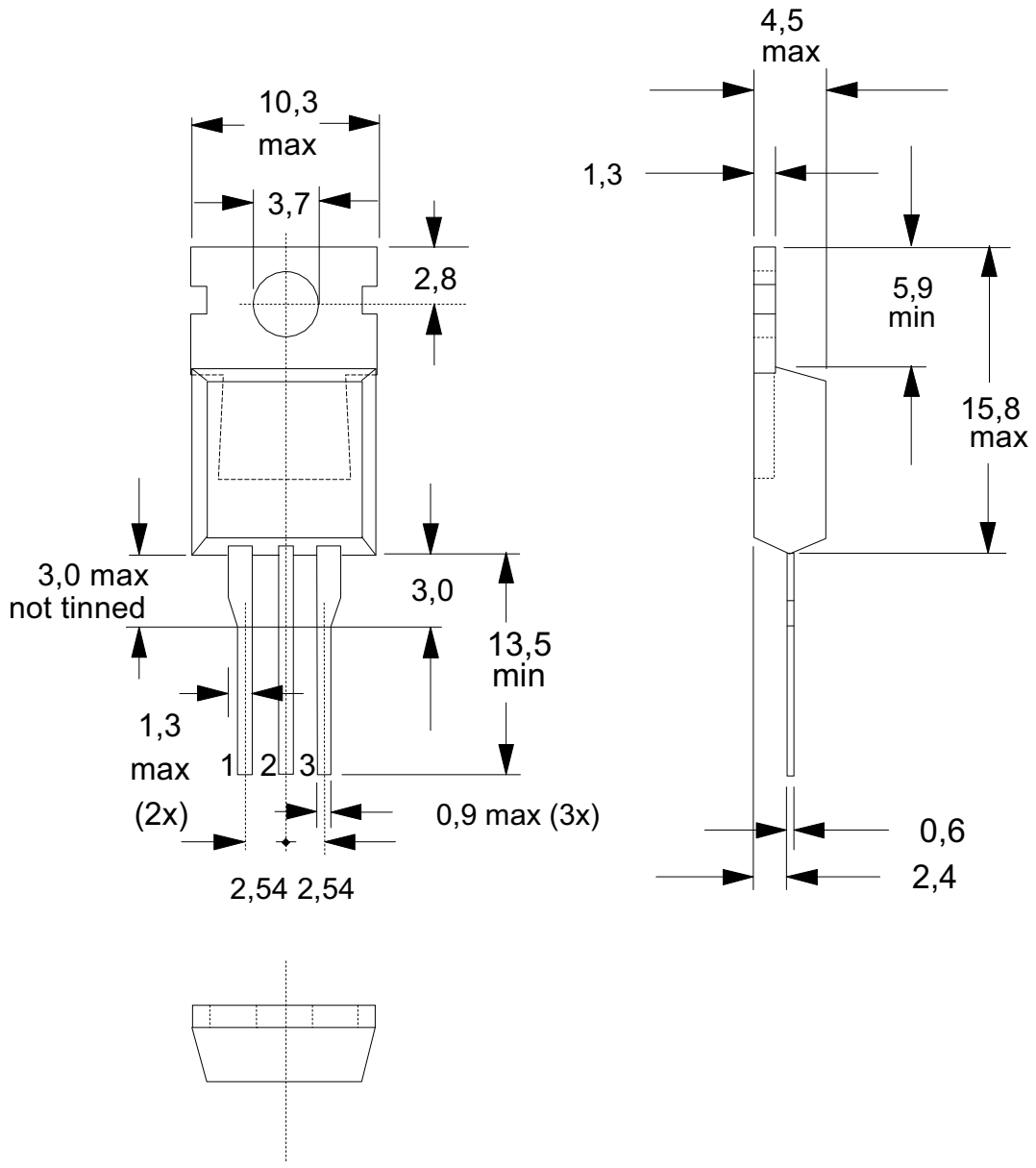


Fig.13. TO220AB; pin 2 connected to mounting base.

Notes
1. Refer to mounting instructions for TO220 envelopes.
2. Epoxy meets UL94 V0 at 1/8".

NEC

THYRISTORS

2P4M, 2P5M, 2P6M

2 A(4 $A_{r.m.s.}$) PLASTIC MOLDED THYRISTOR

DESCRIPTION

The 2P4M to 2P6M are P-gate all diffused plastic molded type SCR granted average on-state current 2 Amps (T_C = 77 °C), with rated voltages up to 600 volts.

FEATURES

- Easy installation by its miniature size and thin electrode leads.
- Less holding current distribution provides free application design.
- Low cost because of mass-production.

QUALITY GRADE

Standard

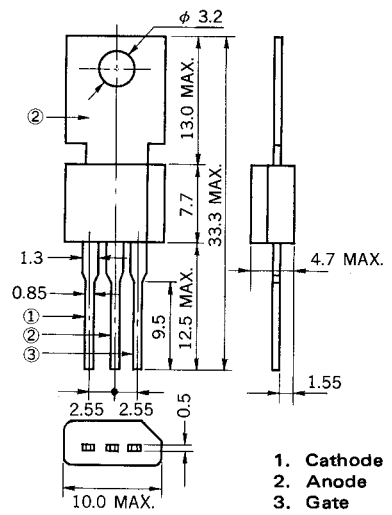
Please refer to "Quality grade on NEC Semiconductor Devices" (Document number IEI-1209) published by NEC Corporation to know the specification of quality grade on the devices and its recommended applications.

APPLICATIONS

Electric blanket, Electronic jar, Various temperature control.
Electric sewing machine, Speed control of miniature type motor.
Light display equipment, Lamp dimmer such as a display for entertainment.
Automatic gas lighter, Battery charger.
Solid state static switches etc.

PACKAGE DIMENSIONS

(in millimeters)



Document No. SC-1031B
(O.D.No. SC-7523)
Date Published February 1994 M
Printed in Japan

© NEC Corporation 1985

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS (T_a = 25 °C)

CHARACTERISTIC	SYMBOL	2P4M	2P5M	2P6M	UNIT	NOTE
Non-Repetitive Peak Reverse Voltage*	V_{RSM}	500	600	700	V	R_{GK} = 1 kΩ
Non-Repetitive Peak Off-state Voltage*	V_{DSM}	500	600	700	V	R_{GK} = 1 kΩ
Repetitive Peak Reverse Voltage*	V_{RRM}	400	500	600	V	R_{GK} = 1 kΩ
Repetitive Peak Off-state Voltage*	V_{DRM}	400	500	600	V	R_{GK} = 1 kΩ
On-state Current	$I_{T(AV)}$	2 (T_c = 77 °C, θ = 180 ° Single phase (1/2 wave)			A	See Fig.3, Fig.4
Surge Non-Repetitive On-state Current	I_{TSM}	20			A	See Fig. 10
Peak Gate Power Dissipation	P_{GM}	0.5 (f ≧ 50 Hz, Duty ≦ 10 %)			W	
Average Gate Power Dissipation	$P_{G(AV)}$	0.1			W	
Peak Gate Forward Current	I_{FGM}	0.2 (f ≧ 50 Hz, Duty ≦ 10 %)			A	
Peak Gate Reverse Voltage	V_{RGM}	6			V	
Junction Temperature	T_j	−40 to + 125			°C	
Storage Temperature	T_{stg}	−55 to + 150			°C	
Weight		1.4			g	

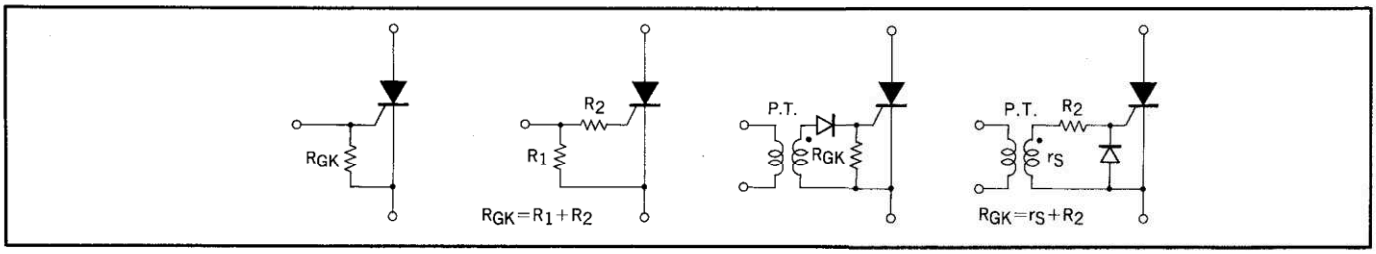
T_c: Case Temperature is measured at 1.5 mm from the neck of Tablet.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (T_a = 25 °C)

CHARACTERISTIC	SYMBOL	TEST CONDITIONS	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT	NOTE
Repetitive Peak Reverse Current*	I_{RRM}	V_{RM} = V_{RRM}, T_j = 125 °C R_{GK} = 1 kΩ	–	–	100	μA	
Repetitive Peak Off-state Current*	I_{DRM}	V_{DM} = V_{DRM}, T_j = 125 °C R_{GK} = 1 kΩ	–	–	100	μA	
On-state Voltage	V_{TM}	I_{TM} = 4 A	–	–	2.2	V	See Fig. 1
Gate-Trigger Current*	I_{GT}	V_{DM} = 6 V, R_L = 100 Ω R_{GK} = 1 kΩ	–	–	200	μA	See Fig. 5 Fig. 7
Gate-Trigger Voltage*	V_{GT}	V_{DM} = 6 V, R_L = 100 Ω R_{GK} = 1 kΩ	–	–	0.8	V	See Fig. 6, Fig. 8
Gate Non-Trigger Voltage*	V_{GD}	V_{DM} = 1/2 V_{DRM}, T_j = 125 °C R_{GK} = 1 kΩ	0.2	–	–	V	
Critical Rate-of-Rise of Off-state Voltage	dv/dt	V_{DM} = 2/3 V_{DRM}, T_j = 125 °C R_{GK} = 1 kΩ	10	10**	–	V/μS	** 2P5M, 2P6M
Holding Current*	I_H	V_D = 24 V, R_{GK} = 1 kΩ I_{TM} = 4 A	–	1	3	mA	See Fig. 9
Thermal Resistance	$R_{th\ (j-c)}$	Junction to Case	–	–	10	°C/W	See Fig. 11
	$R_{th\ (j-a)}$	Junction to Ambient	–	–	75		See Fig. 11

** Note: Insert a resistance less than 1 kΩ between gate and cathode, because the items indicated are guaranteed by connecting short resistance between gate and cathode (R_{GK} = 1 kΩ).

EXAMPLE OF R_{GK} INSERTION



TYPICAL CHARACTERISTICS (T_a = 25 °C)

Fig. 1 I_{TM}-V_{TM} CHARACTERISTICS

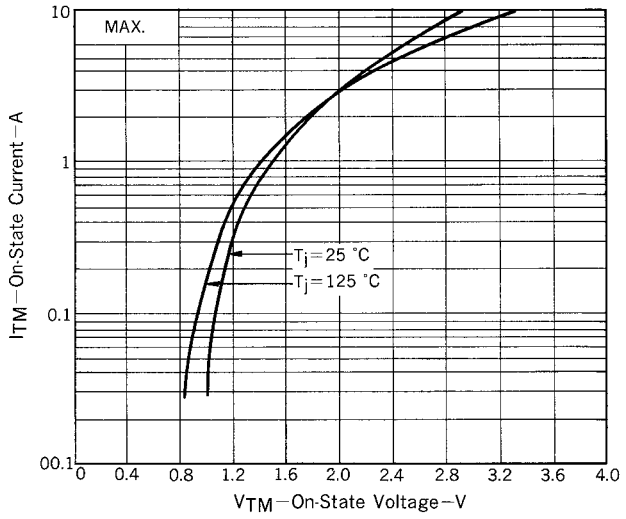


Fig. 2 $P_{T(AV)}$-$I_{T(AV)}$ CHARACTERISTICS

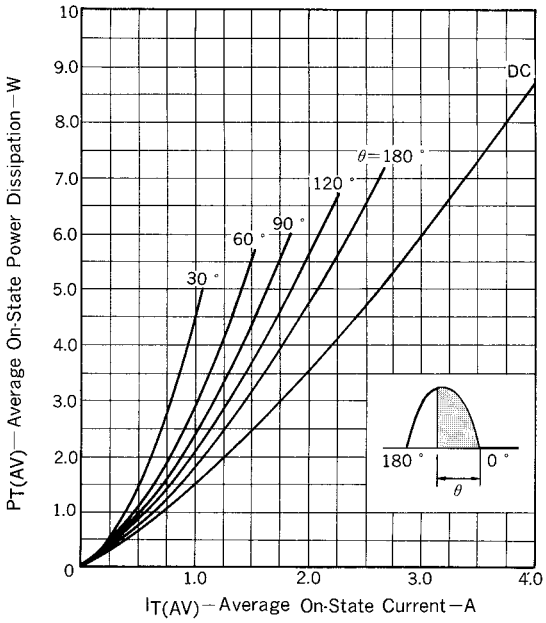


Fig. 3 $I_{T(AV)}$-T_C RATINGS

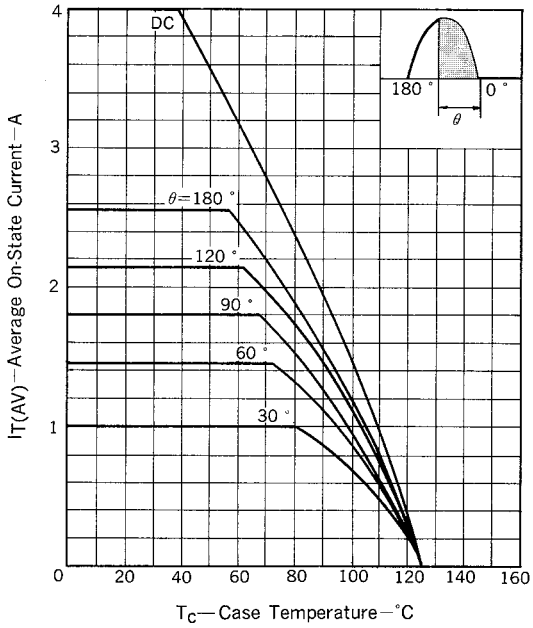


Fig. 4 T_a-$I_{T(AV)}$ RATINGS

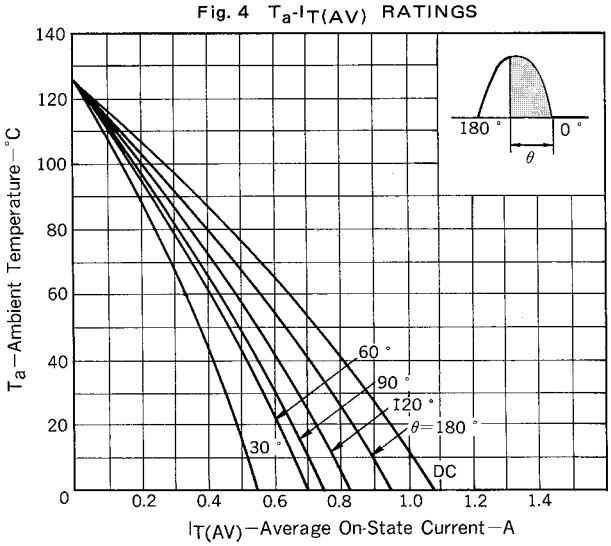


Fig. 5 I_{GT}-T_a TYPICAL DISTRIBUTION

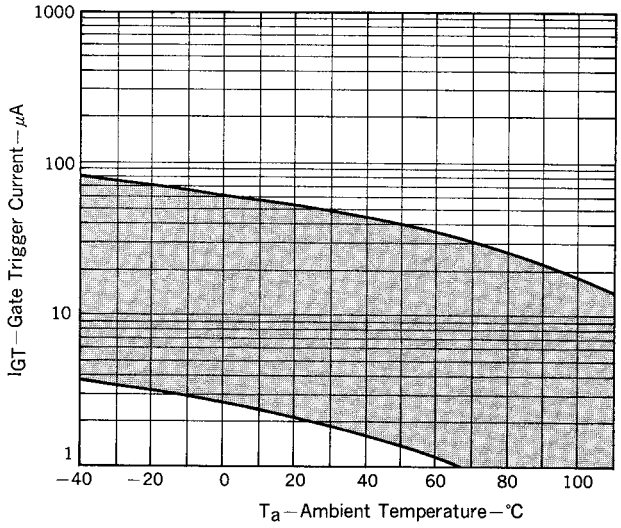


Fig. 6 V_{GT}-T_a TYPICAL DISTRIBUTION

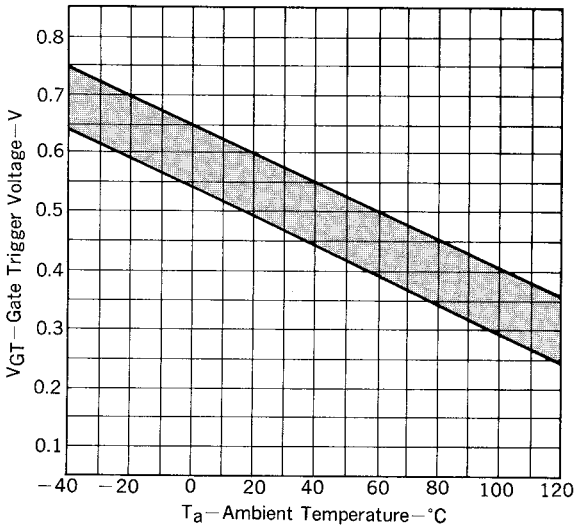


Fig. 7 I_{GT}-τ_G TYPICAL DISTRIBUTION

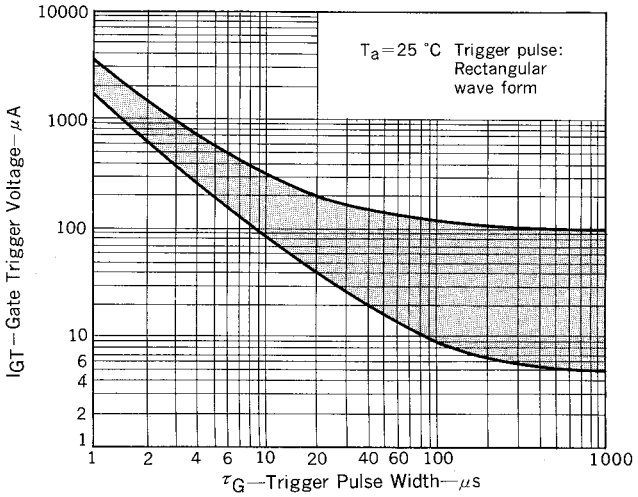


Fig. 8 V_{GT}-τ_G TYPICAL DISTRIBUTION

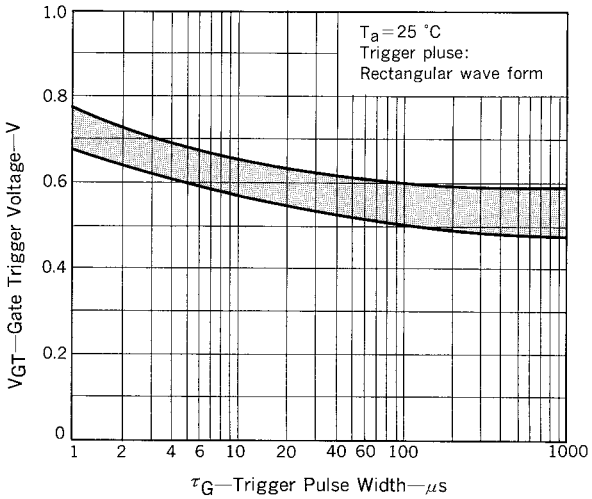


Fig. 9 I_H-T_a TYPICAL DISTRIBUTION

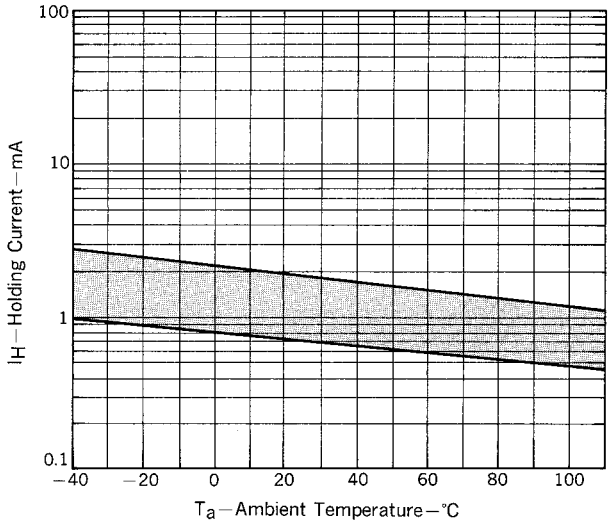


Fig. 10 I_{TSM} RATINGS

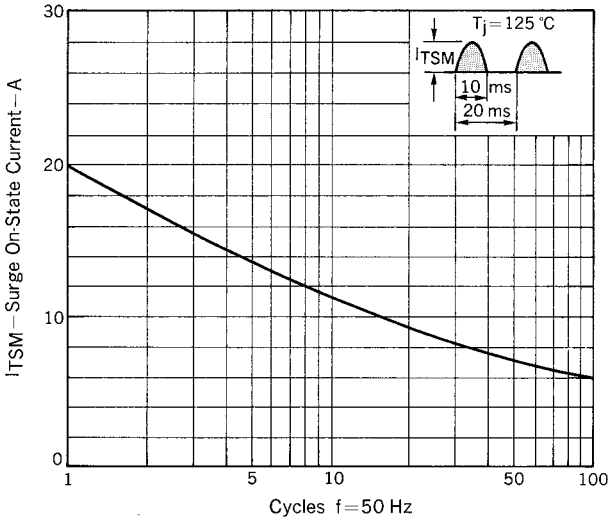
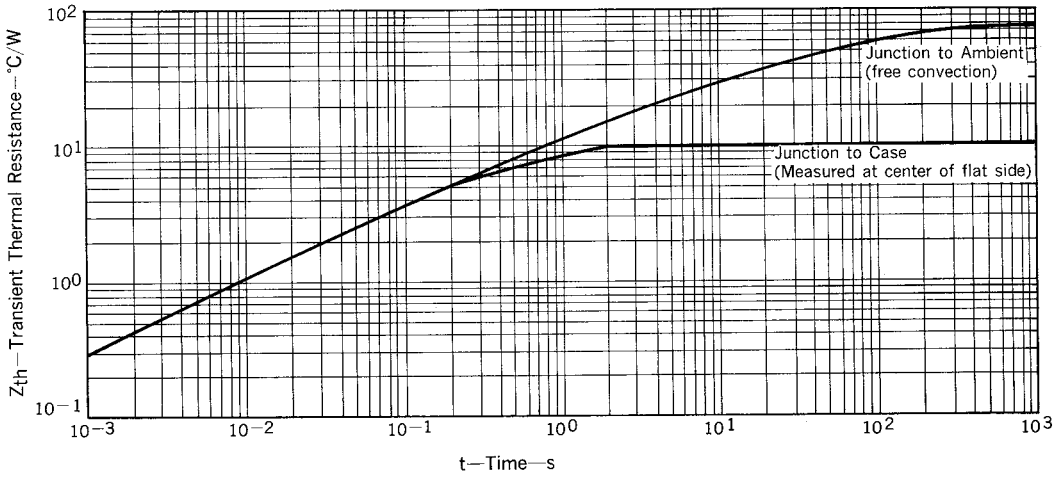
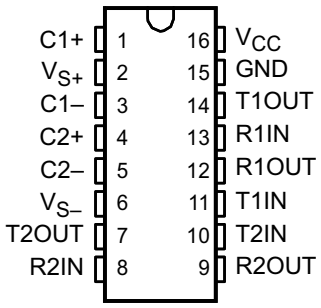


Fig. 11 Z_{th} CHARACTERISTICS



- **Meet or Exceed TIA/EIA-232-F and ITU Recommendation V.28**
- **Operate With Single 5-V Power Supply**
- **Operate Up to 120 kbit/s**
- **Two Drivers and Two Receivers**
- **±30-V Input Levels**
- **Low Supply Current . . . 8 mA Typical**
- **Designed to be Interchangeable With Maxim MAX232**
- **ESD Protection Exceeds JESD 22 – 2000-V Human-Body Model (A114-A)**
- **Applications**
  - **TIA/EIA-232-F**
  - **Battery-Powered Systems**
  - **Terminals**
  - **Modems**
  - **Computers**

MAX232 . . . D, DW, N, OR NS PACKAGE
MAX232I . . . D, DW, OR N PACKAGE
(TOP VIEW)



description/ordering information

The MAX232 is a dual driver/receiver that includes a capacitive voltage generator to supply EIA-232 voltage levels from a single 5-V supply. Each receiver converts EIA-232 inputs to 5-V TTL/CMOS levels. These receivers have a typical threshold of 1.3 V and a typical hysteresis of 0.5 V, and can accept ±30-V inputs. Each driver converts TTL/CMOS input levels into EIA-232 levels. The driver, receiver, and voltage-generator functions are available as cells in the Texas Instruments LinASIC□ library.

ORDERING INFORMATION

T	PACKAGE†		ORDERABLE PART NUMBER	TOP-SIDE MARKING
0°C to 70°C	PDIP (N)	Tube	MAX232N	MAX232N
	SOIC (D)	Tube	MAX232D	MAX232
		Tape and reel	MAX232DR	
	SOIC (DW)	Tube	MAX232DW	MAX232
		Tape and reel	MAX232DWR	
	SOP (NS)	Tape and reel	MAX232NSR	MAX232
–40°C to 85°C	PDIP (N)	Tube	MAX232IN	MAX232IN
	SOIC (D)	Tube	MAX232ID	MAX232I
		Tape and reel	MAX232IDR	
	SOIC (DW)	Tube	MAX232IDW	MAX232I
		Tape and reel	MAX232IDWR	

† Package drawings, standard packing quantities, thermal data, symbolization, and PCB design guidelines are available at www.ti.com/sc/package.

Please be aware that an important notice concerning availability, standard warranty, and use in critical applications of Texas Instruments semiconductor products and disclaimers thereto appears at the end of this data sheet.

Copyright ♥ 2002, Texas Instruments Incorporated

LinASIC is a trademark of Texas Instruments.

PRODUCTION DATA information is current as of publication date. Products conform to specifications per the terms of Texas Instruments standard warranty. Production processing does not necessarily include testing of all parameters.

Function Tables

EACH DRIVER

INPUT TIN	OUTPUT TOUT
L	H
H	L

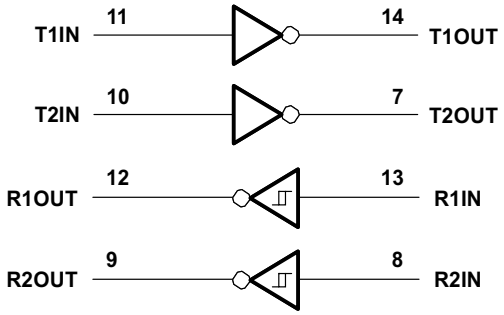
H = high level, L = low level

EACH RECEIVER

INPUT RIN	OUTPUT ROUT
L	H
H	L

H = high level, L = low level

logic diagram (positive logic)



absolute maximum ratings over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)†

Input supply voltage range, V_{CC} (see Note 1) . . . . . –0.3 V to 6 V
Positive output supply voltage range, V_{S+} . . . . . V_{CC} – 0.3 V to 15 V
Negative output supply voltage range, $V_{S–}$ . . . . . –0.3 V to –15 V
Input voltage range, V_I: Driver . . . . . –0.3 V to V_{CC} + 0.3 V
Receiver . . . . . ±30 V
Output voltage range, V_O: T1OUT, T2OUT . . . . . $V_{S–}$ – 0.3 V to V_{S+} + 0.3 V
R1OUT, R2OUT . . . . . –0.3 V to V_{CC} + 0.3 V
Short-circuit duration: T1OUT, T2OUT . . . . . Unlimited
Package thermal impedance, θ_{JA} (see Note 2): D package . . . . . 73°C/W
DW package . . . . . 57°C/W
N package . . . . . 67°C/W
NS package . . . . . 64°C/W
Lead temperature 1,6 mm (1/16 inch) from case for 10 seconds . . . . . 260°C
Storage temperature range, T_{stg} . . . . . –65°C to 150°C

† Stresses beyond those listed under “absolute maximum ratings” may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated under “recommended operating conditions” is not implied. Exposure to absolute-maximum-rated conditions for extended periods may affect device reliability.

NOTE 1: All voltage values are with respect to network ground terminal.
2. The package thermal impedance is calculated in accordance with JESD 51-7.

recommended operating conditions

			MIN	NOM	MAX	UNIT
V_{CC}	Supply voltage		4.5	5	5.5	V
V_{IH}	High-level input voltage (T1IN,T2IN)		2			V
V_{IL}	Low-level input voltage (T1IN, T2IN)				0.8	V
R1IN, R2IN	Receiver input voltage				±30	V
T_A	Operating free-air temperature	MAX232	0		70	°C
		MAX232I	–40		85	

electrical characteristics over recommended ranges of supply voltage and operating free-air temperature (unless otherwise noted) (see Note 3 and Figure 4)

PARAMETER		TEST CONDITIONS	MIN	TYP‡	MAX	UNIT
I_{CC}	Supply current	V_{CC} = 5.5 V, All outputs open, T_A = 25°C		8	10	mA

‡ All typical values are at V_{CC} = 5 V and T_A = 25°C.
NOTE 3: Test conditions are C1–C4 = 1 μF at V_{CC} = 5 V ± 0.5 V.

DRIVER SECTION

electrical characteristics over recommended ranges of supply voltage and operating free-air temperature range (see Note 3)

PARAMETER			TEST CONDITIONS	MIN	TYP†	MAX	UNIT
V_{OH}	High-level output voltage	T1OUT, T2OUT	R_L = 3 kΩ to GND	5	7		V
V_{OL}	Low-level output voltage‡	T1OUT, T2OUT	R_L = 3 kΩ to GND		–7	–5	V
r_o	Output resistance	T1OUT, T2OUT	V_{S+} = V_{S-} = 0, V_O = ±2 V	300			Ω
I_{OS}§	Short-circuit output current	T1OUT, T2OUT	V_{CC} = 5.5 V, V_O = 0		±10		mA
I_{IS}	Short-circuit input current	T1IN, T2IN	V_I = 0			200	µA

† All typical values are at V_{CC} = 5 V, T_A = 25°C.
‡ The algebraic convention, in which the least positive (most negative) value is designated minimum, is used in this data sheet for logic voltage levels only.
§ Not more than one output should be shorted at a time.
NOTE 3: Test conditions are C1–C4 = 1 µF at V_{CC} = 5 V ± 0.5 V.

switching characteristics, V_{CC} = 5 V, T_A = 25°C (see Note 3)

PARAMETER		TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
SR	Driver slew rate	R_L = 3 kΩ to 7 kΩ, See Figure 2			30	V/µs
SR(t)	Driver transition region slew rate	See Figure 3		3		V/µs
	Data rate	One TOUT switching		120		kbit/s

NOTE 3: Test conditions are C1–C4 = 1 µF at V_{CC} = 5 V ± 0.5 V.

RECEIVER SECTION

electrical characteristics over recommended ranges of supply voltage and operating free-air temperature range (see Note 3)

PARAMETER			TEST CONDITIONS	MIN	TYP†	MAX	UNIT
V_{OH}	High-level output voltage	R1OUT, R2OUT	I_{OH} = –1 mA	3.5			V
	V_{OL}	Low-level output voltage‡		R1OUT, R2OUT I_{OL} = 3.2 mA			0.4 V
V_{IT+}	threshold voltage	R1IN, R2IN	V_{CC} = 5 V, T_A = 25°C		1.7	2.4	V
V_{IT-}	Receiver negative-going input threshold voltage	R1IN, R2IN	V_{CC} = 5 V, T_A = 25°C	0.8	1.2		V
V_{hys}	Input hysteresis voltage	R1IN, R2IN	V_{CC} = 5 V	0.2	0.5	1	V
r_i	Receiver input resistance	R1IN, R2IN	V_{CC} = 5, T_A = 25°C	3	5	7	kΩ

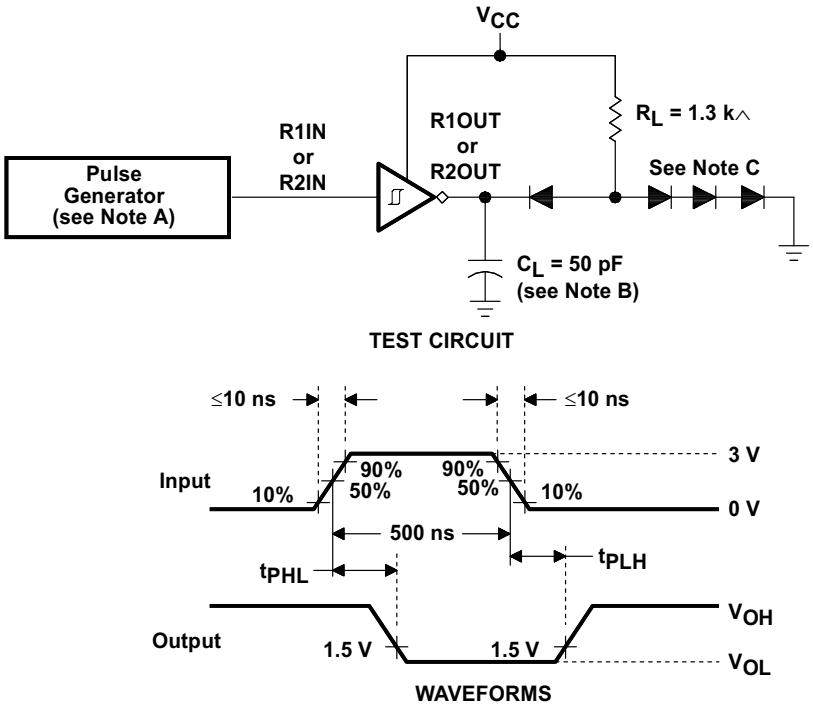
† All typical values are at V_{CC} = 5 V, T_A = 25°C.
‡ The algebraic convention, in which the least positive (most negative) value is designated minimum, is used in this data sheet for logic voltage levels only.
NOTE 3: Test conditions are C1–C4 = 1 µF at V_{CC} = 5 V ± 0.5 V.

switching characteristics, V_{CC} = 5 V, T_A = 25°C (see Note 3 and Figure 1)

PARAMETER		TYP	UNIT
$t_{PLH(R)}$	Receiver propagation delay time, low- to high-level output	500	ns
$t_{PHL(R)}$	Receiver propagation delay time, high- to low-level output	500	ns

NOTE 3: Test conditions are C1–C4 = 1 µF at V_{CC} = 5 V ± 0.5 V.

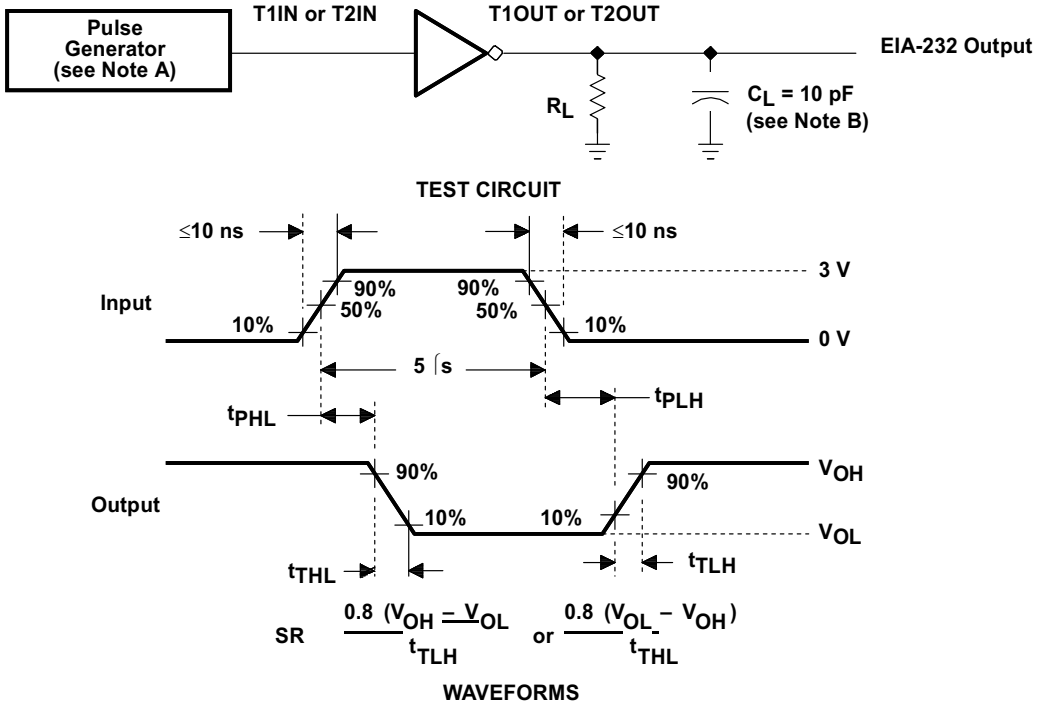
PARAMETER MEASUREMENT INFORMATION



NOTES: A. The pulse generator has the following characteristics: Z_O = 50 Ω, duty cycle ≤ 50%.
B. C_L includes probe and jig capacitance.
C. All diodes are 1N3064 or equivalent.

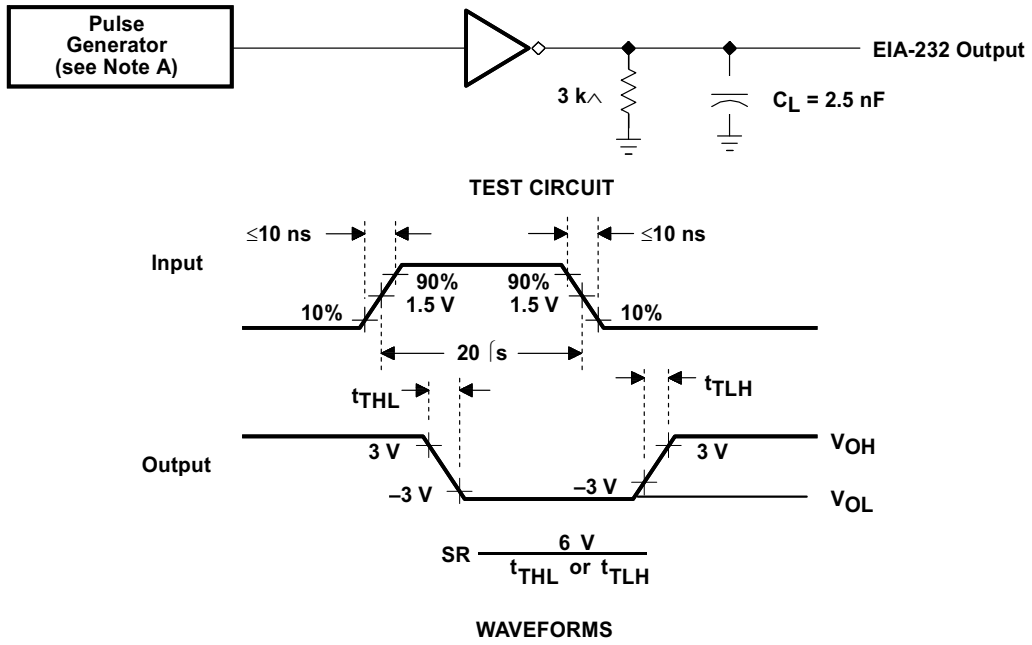
Figure 1. Receiver Test Circuit and Waveforms for t_{PHL} and t_{PLH} Measurements

PARAMETER MEASUREMENT INFORMATION



NOTES: A. The pulse generator has the following characteristics: Z_O = 50 ∧, duty cycle ≤ 50%.
B. C_L includes probe and jig capacitance.

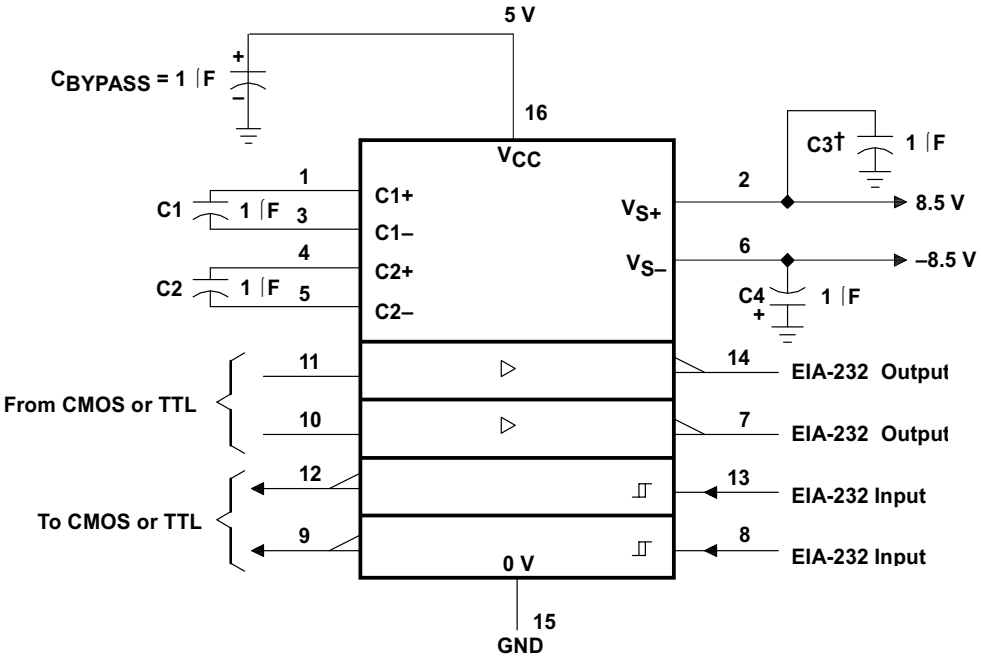
Figure 2. Driver Test Circuit and Waveforms for t_{PHL} and t_{PLH} Measurements (5-⌠s Input)



NOTE A: The pulse generator has the following characteristics: Z_O = 50 ∧, duty cycle ≤ 50%.

Figure 3. Test Circuit and Waveforms for t_{THL} and t_{TLH} Measurements (20-⌠s Input)

APPLICATION INFORMATION



† C3 can be connected to V_{CC} or GND.

Figure 4. Typical Operating Circuit

This datasheet has been download from:

www.datasheetcatalog.com

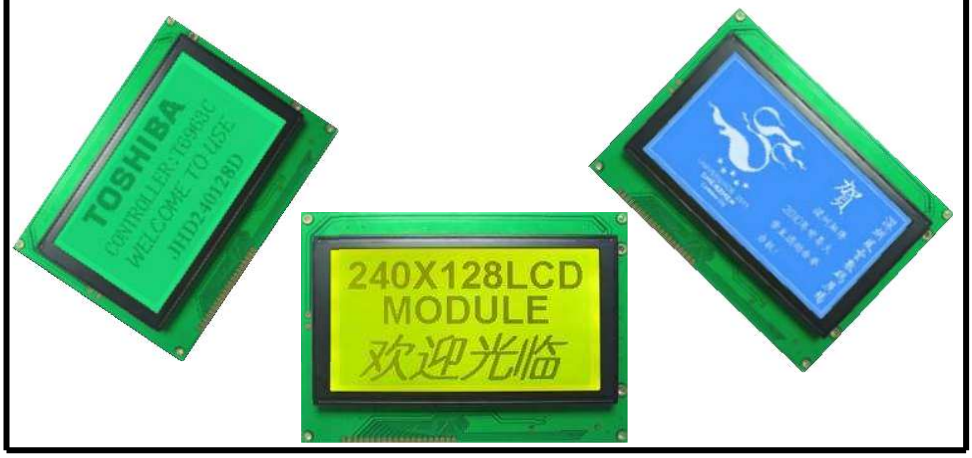
Datasheets for electronics components.

PRODUCTS TYPE
产品内容

CUSTOMER 客户名称	
PART NO. 产品型号	**JHD240128D/SHZJ2058 LED**
PRODUCTS TYPE 产品内容	**DRIVER IC: KS0086** **CONTROLER IC: T6963C**
REMARKS 备注	
SIGNATURE BY CUSTOMER 客户签署：	

APPROVED BY 李伟浩 FYDS	CHECKED BY 王国选 FYDS	ORGANIZED BY 郝黎明 FYDS

EXHIBITION（产品展示）
说明：图片仅供参考，请以实物为准



1. FEATURES

- Display construction..... 240*128 DOTS
- Display mode ..... STN OR FSTN(Y/G)
- Display type ..... Positive Transflective
- Backlight..... W/G/B/5.0V
- Viewing direction..... 6 o'clock
- Operating temperature..... Indoor
- Driving voltage..... Single power
- Driving method..... 1/128 duty, 1/12 bias
- Type..... COB (Chip On Board)
- Number of data line..... 8-bit parallel
- Connector..... Pin

2. MECHANICAL DATA

ITEM		WIDTH	HEIGHT	THICKNESS	UNIT
Module size		144	104.0	14.0(MAX)	mm
Viewing area		114	61.0	-	mm
Dot	Size	0.4	0.4	-	mm
	Pitch	0.44	0.44	-	mm
Diameter of mounting hole		3.0			mm
Weight		About 50			g

3. ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Parameter	Applicable pins	Condition	Rate value	Unit
Power supply voltage	VDD	Ta=25℃	-0.3 ~ 7.0	V
Power supply voltage	VIN	Ta=25℃	-0.3 ~ VDD+0.3	V
Operating temperature range	Topr		-20 ~ 70	℃
Storage temperature range	Tstg		-55 ~ 125	℃

4. ELECTRICAL CHARACTERISTICS

Parameter	Applicable pins	Condition	MIN	TYP	MAX	Unit
Power supply voltage	VDD		4.5	5.0	5.5	V
“H” input voltage	VIH		VDD-0.2	-	VDD	V
“L”input voltage	VIL		0	-	0.8	V
“H” input voltage	VOH		VDD-0.3	-	VDD	V
“L” input voltage	VOL		0	-	0.3	V
“H”output resistor	ROH	VOUT= VDD-0.5	-	-	400	Ω
“L”output resistor	ROL	VOUT=0. 5V	-	-	400	Ω
Input pull-up resistor	RPU		50	100	200	KΩ
Frequency	Fosc		0.4	-	5.5	MHz
Operating current	IDD(1)	VDD=5.0v f=3.0MHz	-	3.3	6.0	MA
Static current	IDD(2)	VDD=5.0 V	-	-	3.0	UA

5. RELIABILITY

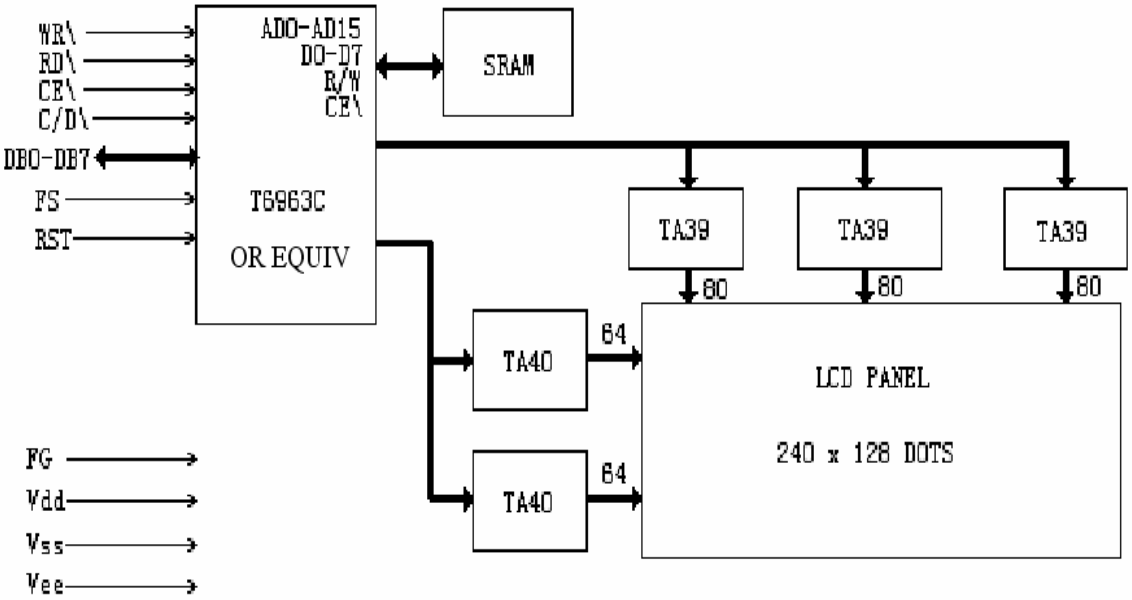
•Operating life time:

Longer than 50000 hours (at room temperature without direct irradiation of sunlight)

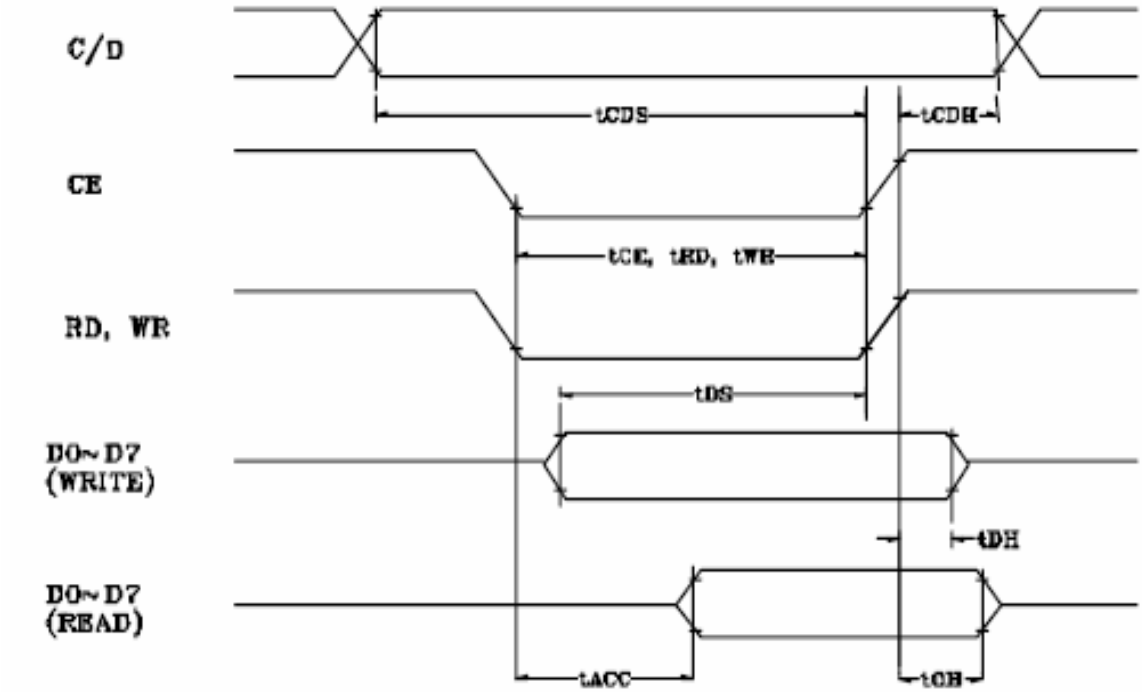
•Reliability Characteristics:

Item	Test	Criterion
High temp	70℃ / 200 Hrs	④Total current consumption should be below double of initial value ④Contrast ratio should be within initial value±50% ④No defect in cosmetic and operational function is allowable
Low temp.	-20℃ / 200 Hrs	
High humidity	40℃ * 90%RH / 200 Hrs	
Thermal shock	-20℃→25℃→70℃→25℃ /5 Cycles (30min) (5min) (30min) (5min)	
Vibration	1.Operating time: Thirty minutes exposure in each direction (x, y, z) 2.Sweep Frequency (1min):10Hz→ 55Hz →10Hz 3.Amplitude: 0.75mm double amplitude	

6. BLOCK DIAGRAM



7. TIMING DIAGRAM

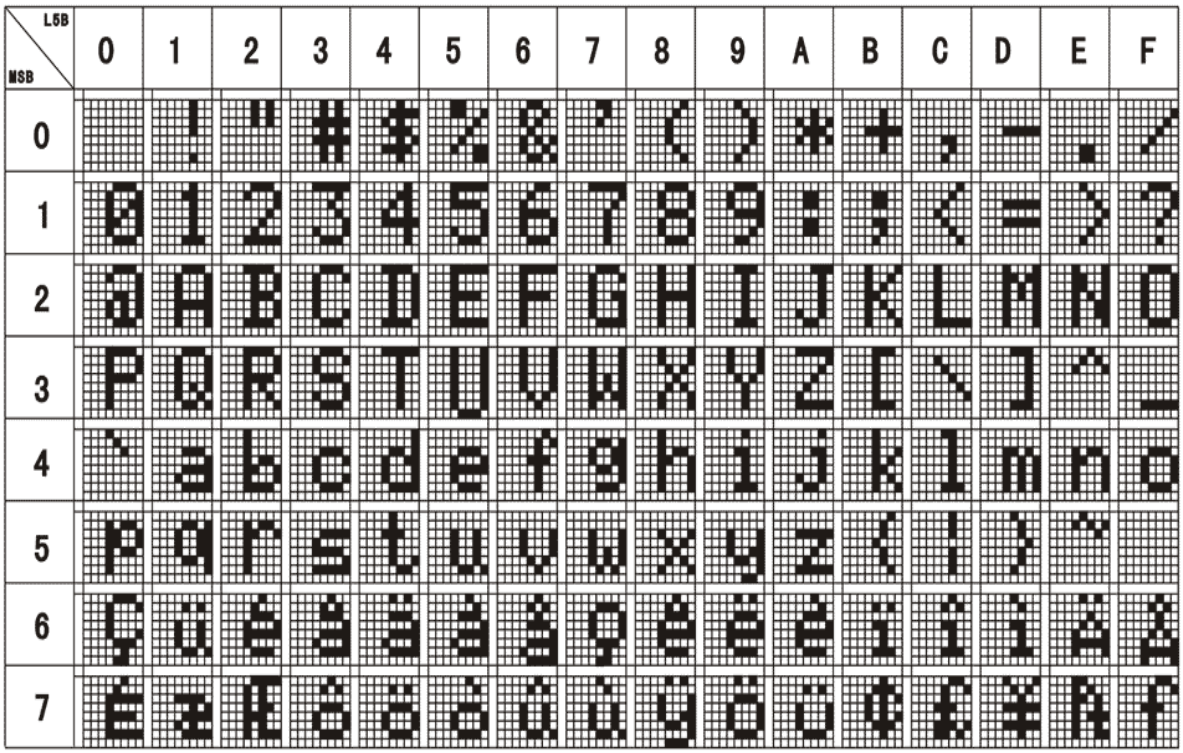


8. AC characteristics

Signal	Symbol	Test Condition	Min.	Max.	Unit
C/D Set Up Time	Tcds		100	--	ns
C/D Hold Time	Tcdh		10	--	
CE, RD, WR Pulse Width	Tce, Trd, Twr		80	--	
Data Set Up Time	Tds		80	--	
Data Hold Time	Tdh		40	--	
Access Time	Tacc		--	150	
Output Hold Time	Toh		10	50	

9. Standard Character Code Table

CHARACTER CODE MAP
The relation between character codes and character pattern(CG TYPE 0101)

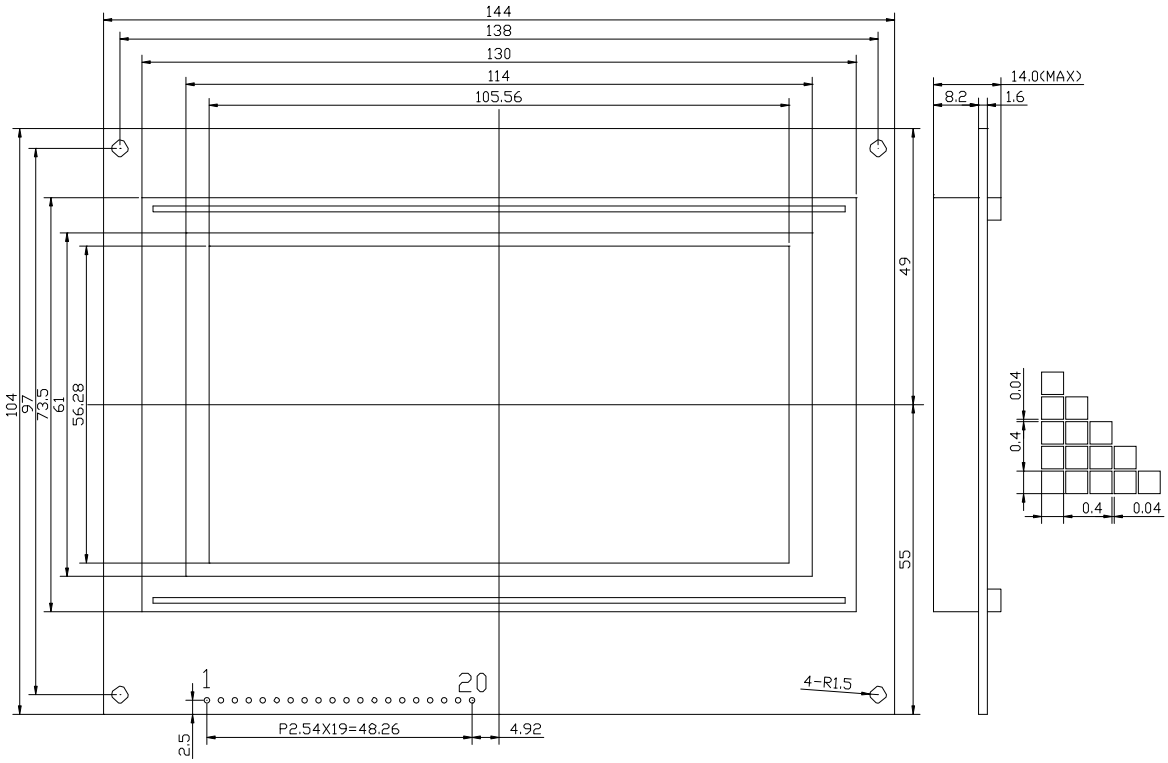


10. INSTRUCTION SET

COMMAND	CODE	D1	D2	FUNCTION
REGISTER SET	00100001	X address	Y address	Cursor pointer set
	00100010	Data	00H	offset register set
	00100100	Low address	High address	Address pointer set
CONTROL WORD SET	01000000	Low address	High address	Text home address set
	01000001	Columns	Columns	Text area set
	01000010	Low address	High address	Graphic home address set
	01000011	Columns	Columns	Graphic area set
MODE SET	1000x000	--	--	"OR" mode
	1000x001	--	--	"EXOR" mode
	1000x011	--	--	"AND" mode
	1000x100	--	--	"Text attribute" mode
	10000xxx	--	--	Internal CG ROM mode
	10001xxx	--	--	External CG RAM mode
DISPLAY MODE	10010000	--	--	Display off
	1001xx10	--	--	Cursor on, blink off
	1001xx11	--	--	Cursor on, blink on
	100101xx	--	--	Text on, graphic off
	100110xx	--	--	Text off, graphic on
	100111xx	--	--	Text on, graphic on
CURSOR PATTERN SELECT	10100000	--	--	1 line cursor
	10100001	--	--	2 line cursor
	10100010	--	--	3 line cursor
	10100011	--	--	4 line cursor
	10100100	--	--	5 line cursor
	10100101	--	--	6 line cursor
	10100110	--	--	7 line cursor
	10100111	--	--	8 line cursor
DATA AUTO READ/WRITE	10110000	--	--	Data auto write set
	10110001	--	--	Data auto read set
	10110010	--	--	Auto reset
DATA READ/WRITE	11000000	Data	--	Data write and ADP increment
	11000001	--	--	Data read and ADP increment
	11000010	Data	--	Data write and ADP decrement
	11000011	--	--	Data read and ADP decrement
	11000100	Data	--	Data write and ADP nonvariable
	11000101	--	--	Data read and ADP nonvariable
SCREEN PEEK	11100000	--	--	Screen peek
SCREEN COPY	11101000	--	--	Screen copy

COMMAND	CODE	D1	D2	FUNCTION
BIT SET/RESET	11110xxx	--	--	bit reset
	11111xxx	--	--	bit set
	1111x000	--	--	bit0(LSB)
	1111x001	--	--	bit1
	1111x010	--	--	bit2
	1111x011	--	--	bit3
	1111x100	--	--	bit4
	1111x101	--	--	bit5
	1111x110	--	--	bit6
	1111x111	--	--	bit7(MSB)

11. EXTERNAL DIMENSION



12.INTERFACE

PIN	SYMBOL	LEVEL	INSTRUCTION
1	FG	0V	Surface contact GND
2	GND	0V	Ground contact（GND）
3	V_{DD}	5.0V	Power Supply Voltage
4	V_0	LCD Drive Voltage	Adjust Contrast
5	WR	L	Write signal
6	RD	L	Read signal
7	CE	L	IC select signal
8	C/D	H/L	H: COMMAND； L: DATA
9	RST	L	Reset signal, low is effective
10	DB0	H/L	DATA 0
11	DB1	H/L	DATA 1
12	DB2	H/L	DATA 2
13	DB3	H/L	DATA 3
14	DB4	H/L	DATA 4
15	DB5	H/L	DATA 5
16	DB6	H/L	DATA 6
17	DB7	H/L	DATA 7
18	FS	H/L	Char style select(L:8x8,H:6x8)
19	VEE	-15.0V	Negative voltage
20	LED+	5.0V	Back LED Anode