

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

## **ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS**

### **CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO PARA EL CONTROL DE TURNOS ELECTRÓNICO CON 6 PUESTOS DIFERENTES DE LLAMADA Y 99 TURNOS**

#### **PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES**

**WILSON GEOVANNY YÁNEZ QUISHPE**  
**wil\_gvny@hotmail.com**

**DIRECTOR: ING. PABLO LOPEZ**  
**pablo.lopez@epn.edu.ec**

**Quito, Octubre de 2012**

## DECLARACIÓN

Yo, WILSON GEOVANNY YÁNEZ QUISHPE declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis 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.

---

WILSON GEOVANNY YÁNEZ QUISHPE

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por WILSON GEOVANNY YÁNEZ QUISHPE bajo mi supervisión.

---

**Ing. PABLO LÓPEZ**

**DIRECTOR DE PROYECTO**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por darme la fuerza necesaria para seguir adelante y la sabiduría para concluir las metas deseadas.

A mis padres por su apoyo incondicional en toda mi vida de estudiante.

A la Escuela Politécnica Nacional y en especial a la Escuela de Formación de Tecnólogos, por brindarme la oportunidad de capacitarme y ser un profesional.

A todos mis profesores que me permitieron adquirir todos los conocimientos para culminar la carrera.

## CONTENIDO

PRESENTACIÓN.....	X
RESUMEN.....	XIII
<b>CAPÍTULO 1 .....</b>	<b>1</b>
MARCO TEÓRICO REFERENCIAL .....	1
1.1 PULSADOR .....	1
1.1.1 DEFINICIÓN.....	1
1.1.2 CLASES DE PULSADORES .....	1
1.1.2.1 Contacto Normalmente Abierto (NA) .....	1
1.1.2.2 Contacto Normalmente Cerrado (NC).....	1
1.2 RESISTENCIA .....	1
1.2.1 DEFINICIÓN.....	1
1.2.2 VALORES DE LAS RESISTENCIAS.....	2
1.2.3 RESISTENCIAS FIJAS .....	2
1.2.4 RESISTENCIAS VARIABLES.....	2
1.3 CONDENSADOR .....	3
1.3.1 DEFINICIÓN.....	3
1.4 DIODO .....	3
1.4.1 DEFINICIÓN.....	3
1.4.1.1 Diodo Emisor de Luz (LED).....	4
1.5 DISPLAY DE SIETE SEGMENTOS .....	4
1.5.1 COMPOSICIÓN INTERNA .....	5
1.5.2 TIPOS DE DISPLAY.....	5
1.5.2.1 Ánodo Común .....	5
1.5.2.2 Cátodo Común .....	6
1.6 PARLANTE.....	7
1.6.1 DEFINICIÓN.....	7
1.6.2 FUNCIONAMIENTO.....	7
1.6.3 PROPIEDADES DE LOS PARLANTES.....	7
1.7 TRANSISTOR BIPOLAR (BJT) .....	8
1.7.1 DEFINICIÓN.....	8
1.7.2 TRANSISTOR BIPOLAR NPN .....	8
1.7.3 TRANSISTOR BIPOLAR PNP.....	9
1.7.4 ZONAS DE FUNCIONAMIENTO DEL TRANSISTOR .....	10
1.7.4.1 Zona de saturación .....	10
1.7.4.2 Zona activa o lineal .....	10
1.7.4.3 Zona de corte.....	10
1.7.4.4 Zona de ruptura .....	10
1.7.5 CONFIGURACIONES CON TRANSISTORES.....	11
1.8 TRANSISTOR DARLINGTON .....	11

1.8.1 DEFINICIÓN.....	11
1.8.2 FUNCIONAMIENTO.....	12
1.9 CIRCUITO INTEGRADO ULN2803 .....	13
1.9.1 DESCRIPCIÓN DE PINES DEL DRIVER ULN2803.....	13
1.9.2 CARACTERÍSTICAS DEL DRIVER ULN2803 .....	14
1.9.3 CIRCUITOS DE APLICACIÓN.....	14
1.10 MICROCONTROLADOR .....	15
1.10.1 DEFINICIÓN.....	15
1.10.2 PARTES DE UN MICROCONTROLADOR.....	15
1.10.2.1 Unidad central de proceso (c p u) .....	15
1.10.2.2 Memorias.....	15
1.10.2.3 Periféricos de entrada y salida .....	16
1.10.2.4 Buses de comunicación .....	16
1.10.3 ARQUITECTURA DE LOS MICROCONTROLADORES .....	16
1.10.3.1 Arquitectura Harvard.....	16
1.10.3.2 Arquitectura Von Neuman .....	17
1.10.4 APLICACIONES DE LOS MICROCONTROLADORES.....	17
1.10.5 RECURSOS ESPECIALES DE LOS MICROCONTROLADORES .....	17
1.10.5.1 Principales recursos específicos que incorporan los microcontroladores....	18
1.10.5.1.1 Temporizadores o "Timers" .....	18
1.10.5.1.2 Perro guardián o "Watchdog" .....	18
1.10.5.1.3 Protección ante fallo de alimentación o "Brownout" .....	19
1.10.5.1.4 Estado de reposo o de bajo consumo.....	19
1.10.5.1.5 Conversor A/D (CAD) .....	19
1.10.5.1.6 Conversor D/A (CDA) .....	19
1.10.5.1.7 Comparador analógico.....	20
1.10.5.1.8 Modulador de anchura de impulsos o PWM .....	20
1.10.5.1.9 Puertos de E/S digitales.....	20
1.10.5.1.10 Puertos de comunicación.....	20
1.10.6 MICROCONTROLADOR PIC .....	21
1.10.6.1 Arquitectura del procesador .....	21
1.10.6.2 Recursos mínimos de los PIC.....	22
1.10.6.3 Partes del microcontrolador PIC .....	22
1.10.6.4 Formas de clasificar a los PIC .....	23
1.11 REGULADORES DE VOLTAJES FIJOS .....	24
1.11.1 FAMILIA LM78XX.....	24
1.11.2 REGULADOR LM7805 .....	25
1.11.3 CONFIGURACIÓN BÁSICA DEL LM78XX.....	26
1.12 LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN PARA EL MICROCONTROLADOR.....	26
1.12.1 LENGUAJE BASIC.....	26

<b>CAPÍTULO 2 .....</b>	<b>27</b>
DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL EQUIPO.....	27
2.1 ANTECEDENTES GENERALES .....	27
2.2 DISEÑO .....	27
2.3 DISEÑO DEL DIAGRAMA DE BLOQUES.....	28
2.3.1 DESCRIPCIÓN DE LOS BLOQUES .....	29
2.3.1.1 Bloque de alimentación.....	29
2.3.1.1.1 Características eléctricas del adaptador.....	29
2.3.1.2 Bloque de mando .....	30
2.3.1.3 Bloque de proceso de datos y programación.....	30
2.3.1.3.1 Microcontrolador PIC 16F877A .....	30
2.3.1.3.2 Descripción de los puertos del PIC16F877A .....	31
2.3.1.3.3 Límites de Corrientes para los puertos .....	32
2.3.1.3.4 Oscilador externo .....	33
2.3.1.3.5 Características principales del PIC 16F877A.....	34
2.3.1.3.6 Configuración y descripción de los pines.....	35
2.3.1.4 Bloque de potencia.....	38
2.3.1.4.1 Funcionamiento de la etapa de potencia.....	39
2.3.1.5 Bloque de visualización .....	40
2.3.1.5.1 Cálculo del valor de la resistencia para protección de los segmentos ....	40
2.3.1.5.2 Display de 7 segmentos FYS-40011BUHR.....	41
2.3.1.5.3 Características eléctricas del display FYS-40011BUHR .....	41
2.3.1.6 Bloque transductor.....	42
2.3.2 FUNCIONAMIENTO TOTAL DEL CIRCUITO.....	44
2.4 DISEÑO DEL PROGRAMA PARA EL MICROCONTROLADOR.....	46
2.4.1 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE PROGRAMACIÓN.....	46
2.4.2 EDICIÓN DEL PROGRAMA FUENTE PARA EL MICROCONTROLADOR .....	48
2.4.3 SIMULACIÓN.....	49
2.4.3.1 Isis .....	49
2.4.3.1.1 El módulo VSM .....	50
2.5 GRABACIÓN DEL MICROCONTORLADOR .....	51
2.6 DISEÑO DEL CIRCUITO IMPRESO .....	52
2.6.1 ELABORACIÓN DE LAS PLACAS .....	53
2.7 MONTAJE DEL PROTOTIPO .....	57
<b>CAPÍTULO 3 .....</b>	<b>59</b>
RESULTADOS, ANÁLISIS TÉCNICO Y DE COSTOS .....	59
3.1 RESULTADOS .....	59
3.2 ANÁLISIS TÉCNICO .....	59
3.3 ANÁLISIS DE COSTOS .....	60

<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>62</b>
CONCLUSIONES .....	62
RECOMENDACIONES.....	63
 BIBLIOGRAFÍA.....	 65
ANEXOS	

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Voltaje umbral.....	4
Tabla 1.2 Características eléctricas del ULN2803.....	14
Tabla 1.3 Tipos de reguladores LM78XX.....	25
Tabla 2.1 Características del PIC 16F877A.....	35
Tabla 2.2 Descripción de pines del PIC 16F877A.....	36
Tabla 2.3 Características eléctricas del display.....	42
Tabla 3.1 Costos de los materiales y dispositivos utilizados.....	61

## ÍNDICE DE FIGURAS

### CAPÍTULO 1

Figura 1.1 Símbolo del pulsador.....	1
Figura 1.2 Símbolo general de la resistencia.....	2
Figura 1.3 Símbolo del condensador.....	3
Figura 1.4 Símbolo del diodo emisor de luz (LED).....	4
Figura 1.5 Display de siete segmentos.....	5
Figura 1.6 Display de ánodo común.....	6
Figura 1.7 Display de cátodo común.....	6
Figura 1.8 Esquema constructivo del altavoz.....	7
Figura 1.9 Transistor NPN.....	9
Figura 1.10 Transistor PNP .....	9
Figura 1.11 Zonas de funcionamiento del transistor.....	11
Figura 1.12 Configuraciones con transistores.....	11
Figura 1.13 Estructura interna de un transistor Darlington.....	12
Figura 1.14 Distribución de pines del ULN2803.....	13
Figura 1.15 Configuración Darlington.....	14
Figura 1.16 Diagrama de componentes del microcontrolador.....	15
Figura 1.17 Diagrama de bloques de la Arquitectura Harvard.....	17
Figura 1.18 Diagrama de bloques de la Arquitectura Von Neumann.....	17
Figura 1.19 Arquitectura del microcontrolador PIC.....	21
Figura 1.20 Distribución de pines del regulador de voltaje LM7805.....	25

Figura 1.21 Configuración del LM78XX.....	26
---	----

## CAPÍTULO 2

Figura 2.1 Diagrama de bloques de funcionamiento.....	28
Figura 2.2 Circuito regulador de 12VDC a 5VDC.....	29
Figura 2.3 Diagrama esquemático del bloque de mando (pulsadores).....	30
Figura 2.4 Microcontrolador PIC 16F877A.....	31
Figura 2.5 Distribución gráfica de los puertos del PIC 16F877A.....	32
Figura 2.6 Capacidad de corriente de los pines y puertos del PIC 16F877A.....	33
Figura 2.7 Conexión de un oscilador XT.....	34
Figura 2.8 Especificación de los pines del microcontrolador PIC 16F877A.....	35
Figura 2.9 Diagrama esquemático de la etapa de potencia entre el PIC y los displays de 7 segmentos .....	38
Figura 2.10 Diagrama de bloques de la etapa de potencia.....	39
Figura 2.11 Diagrama esquemático del bloque de visualización.....	40
Figura 2.12 Dimensión y distribución de pines del display.....	41
Figura 2.13 Diagrama esquemático del bloque transductor.....	43
Figura 2.14 Elementos utilizados en el bloque transductor.....	43
Figura 2.15 Diagrama circuital completo.....	44
Figura 2.16 Diagrama de flujo del proceso de programación.....	48
Figura 2.17 Pantalla principal de MicroCode Studio Plus.....	49
Figura 2.18 Simulación en Proteus (ISIS) del turnero electrónico.....	51
Figura 2.19 Pantalla principal de IC-Prog.....	52
Figura 2.20 Pantalla principal de ARES.....	53
Figura 2.21 Circuito impreso de las pistas para la placa principal.....	54
Figura 2.22 Diagrama de posicionamiento de los elementos en la placa.....	55
Figura 2.23 Circuito impreso de las pistas para los displays de 7 segmentos.....	56
Figura 2.24 Diagrama de posicionamiento para los displays de 7 segmentos.....	57

## CAPÍTULO 3

Figura 3.1 Diagrama de bloques en una instalación real del bloque de mando.....	60
---	----

## **PRESENTACIÓN**

El prototipo electrónico diseñado y construido tiene por objetivo, ayudar y mantener un orden mediante turnos en lugares donde se atienden al público.

Con este equipo electrónico los usuarios pueden observar y saber el turno que les corresponde sin necesidad de hacer filas, para ser atendidas. Logrando agilizar la atención a los usuarios, manteniendo un orden.

Para lograr el objetivo se desarrolla el proyecto con los siguientes capítulos:

El primer capítulo presenta el marco teórico referencial, donde se detallan definiciones y características de los elementos electrónicos utilizados en el prototipo cómo: pulsadores, displays de 7 segmentos, driver ULN2803, microcontrolador PIC 16F877A.

El segundo capítulo detalla el diseño y construcción del prototipo, elaborando y describiendo los bloques de funcionamiento del circuito los cuales son: bloque de alimentación, bloque de mando, bloque de proceso de datos y programación, bloque de potencia y bloque transductor. Continuando con la programación del microcontrolador, en esta parte se da a conocer el software que se utiliza tanto para compilar el programa, simular el circuito y grabar el programa al microcontrolador PIC. Finalmente se diseñan los circuitos impresos, se elaboran las placas, y se realiza el montaje de todos los elementos en la placa y en la caja de madera.

El tercer capítulo presenta los resultados obtenidos en este trabajo, se muestra también el análisis técnico y el análisis de costos para tener una idea de la inversión realizada.

A continuación se proporcionan las conclusiones a las que se han llegado en el diseño del proyecto y las recomendaciones para su buen funcionamiento y que en el futuro pueda ser mejorado.

Finalmente se adjunta la bibliografía y anexos.

## **INTRODUCCIÓN**

En la actualidad las actividades que se realizan en lugares donde se atienden al público y se desea un orden por medio de turnos, han crecido en forma muy acelerada. Las ventajas de un sistema de control de turnos son varias.

Por empezar, al usar turnos en lugar de filas, el público puede esperar sentado y moverse libremente por el lugar. Permite al personal de servicio permanecer en su lugar de trabajo y concentrarse en la atención.

Los turneros electrónicos informan al público en forma constante y clara, ocupándose de organizar la secuencia de los turnos, para las personas que van a ser atendidas en los distintos lugares. Es por eso que los turneros electrónicos se han convertido en herramientas indispensables para una buena organización.

Se los utilizan en áreas públicas de espera como: hospitales, bancos, consultorios médicos, cooperativas, instituciones financieras, pagos de servicios, restaurantes para llamar a la gente, ordenar y agilizar el proceso de atención al cliente.

## **JUSTIFICACIÓN**

Debido a que estos equipos están siendo muy utilizados en centros de atención al público y que en el mercado se los pueden encontrar a precios un poco caros, se pensó en diseñar un modelo de control de turnos básico, formado por tres dígitos, con las mismas prestaciones, a un precio mucho más económico.

Lo que pretende este proyecto es facilitar y mantener un orden en cualquier lugar donde se atiende al público, mediante un turnero electrónico, formado por un bloque de pulsadores y tres displays de 7 segmentos, en el cual se puede visualizar el número del turno y desde qué puesto fue llamado ese número. Esto hace que el ambiente sea mucho más confortable para los clientes y para los propios empleados.

En la actualidad cualquier centro de atención al público debe contar con un sistema de control de turnos electrónico para una mejor atención a sus usuarios.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Construir un prototipo para el control de turnos, con 6 puestos diferentes de llamada y 99 turnos mediante un microcontrolador PIC.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Conocer los diferentes dispositivos electrónicos que se van a emplear en el sistema, sus características y funcionamiento, para optimizar el diseño y fabricación del circuito.
- Seleccionar el tamaño apropiado de los displays.
- Estudiar los diferentes tipos de microcontroladores PIC, para de esta manera, establecer cuál se acomoda mejor a la aplicación del proyecto.
- Programar el microcontrolador PIC, para que se pueda visualizar en los displays el número del turno y el puesto de atención.

## **HIPÓTESIS**

El diseño e implementación del control de turnos, estará basado en la aplicación de la electrónica y permitirá ofrecer una alternativa para mejorar y mantener un orden, en cualquier lugar donde se atienda al público.

## RESUMEN

Un control de turnos es fundamental en todo lugar donde se atiende al público y se desee mantener un orden por medio de turnos. En la actualidad el avance de la tecnología permite implementar una gran variedad de estos equipos donde se puede ver el número atendido y desde que puesto fue llamado. Los hay de formas y prestaciones muy variadas. Desde simples equipos, hasta modernas pantallas inteligentes.

El modelo que se está proyectando es un prototipo de buenas prestaciones, donde se muestra en dos displays de 7 segmentos los turnos del (1 al 99) y en un tercer display se observa los 6 diferentes puestos que atienden a los turnos.

La primera etapa consta de un bloque de mando formado por pulsadores para su manipulación, la segunda etapa consta de un microcontrolador PIC, que interpreta estas pulsaciones como información, para convertirla en un código útil para la siguiente etapa, la tercera etapa está constituida por un bloque de potencia conformado por drivers de corriente ULN2803 que controlan el funcionamiento de los display de 7 segmentos de ánodo común, en los cuales se pueden visualizar el turno actual y el puesto que atiende al turno.

Con este prototipo se espera contribuir al mejoramiento del servicio en los lugares donde se atienden al público, por medio de un control de turnos electrónico.

# CAPÍTULO 1

---

## MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

### 1.1 PULSADOR

#### 1.1.1 DEFINICIÓN

Es un elemento de paso o de interrupción de corriente eléctrica. Tiene dos posiciones estables, que variarán cuando se ejerce un movimiento mecánico.

Las dos posiciones estables son: apertura y cierre.

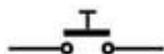


Figura 1.1 Símbolo del pulsador

#### 1.1.2 CLASES DE PULSADORES

##### 1.1.2.1 Contacto Normalmente Abierto (NA)

Al mantener presionado el botón pulsador se cierran los contactos dejando pasar la corriente eléctrica.

##### 1.1.2.2 Contacto Normalmente Cerrado (NC)

Al mantener presionado el botón pulsador se abren los contactos, y no permite el paso de la corriente eléctrica.

### 1.2 RESISTENCIA

#### 1.2.1 DEFINICIÓN

Se denomina resistencia a la dificultad que presenta un material al paso de la corriente eléctrica ya sea alterna o continua. Un material será menos resistente que otro cuando existiendo una diferencia de potencial igual entre los extremos de los dos materiales, en uno habrá más corriente que lo atraviese que en el otro. La resistencia eléctrica se representa con la letra R, y tiene como unidad el ohmio que a su vez se representa como  $\Omega$ .



Figura 1.2 Símbolo general de la resistencia

### 1.2.2 VALORES DE LAS RESISTENCIAS

Normalmente se especifican tres valores fundamentales en una resistencia, éstos son: el valor resistivo, la tolerancia, y la potencia.

**Valor resistivo:** Indica la cantidad de resistencia que tiene. Su valor viene dado en ohmios ( $\Omega$ ). Evidentemente esta oposición reduce la cantidad de corriente al circuito.

**Tolerancia:** Viene determinado por porcentajes y significa el valor óhmico máximo y mínimo que puede tener la resistencia a partir del valor que nos aporta el fabricante.

Ejemplo:

1000 $\Omega$  con una tolerancia del 10%

1000 $\Omega$  + 10% = 1100 $\Omega$

1000 $\Omega$  - 10% = 900 $\Omega$

**Potencia:** Determina el valor máximo de la potencia que podrá soportar la resistencia sin que se destruya. Tiene como valores más comunes: 1/8w, 1/4w, 1/2W, 1W, 2W, 5W, 10W, 20W, 30W, 50W, etc.

### 1.2.3 RESISTENCIAS FIJAS

Las resistencias fijas están formadas con un valor óhmico que no podrá variar, existen varios tipos como las resistencias de carbón, resistencias cerámicas, resistencias bobinadas.

### 1.2.4 RESISTENCIAS VARIABLES

Una resistencia variable es un componente que tiene tres terminales en vez de dos como tienen las resistencias fijas. Dos de los terminales son fijos y van

unidos a los extremos del cuerpo resistivo, proporcionando valores de resistencia variable entre el terminal móvil y cualquiera de los otros dos.

## 1.3 CONDENSADOR

### 1.3.1 DEFINICIÓN

Un condensador es un componente pasivo que presenta la cualidad de almacenar energía eléctrica. Está formado por dos láminas de material conductor (metal) que se encuentran separados por un material dieléctrico (material aislante). En un condensador simple, cualquiera que sea su aspecto exterior, dispondrá de dos terminales, los cuales a su vez están conectados a las dos láminas conductoras. La unidad de capacidad es el faradio, pero como esta unidad es demasiado grande se usan los submúltiplos como el micro faradio, nano faradio, y pico faradio.

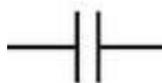


Figura 1.3 Símbolo del condensador

## 1.4 DIODO

### 1.4.1 DEFINICIÓN

Es un dispositivo semiconductor que permite el paso de la corriente eléctrica en una dirección y la bloquea en la opuesta.

Está formado por dos cristales semiconductores, uno con pocos electrones denominado tipo P, y el segundo con exceso de electrones, o tipo N y que disponen de unos terminales conductores para su conexión con otros componentes. El terminal conectado al semiconductor tipo P recibe el nombre de ánodo, y el terminal semiconductor conectado al tipo N recibe el nombre de cátodo.

Cuando el ánodo de un diodo está polarizado a mayor voltaje que el cátodo, circula una corriente, en caso contrario si el cátodo está polarizado a mayor voltaje que el ánodo, no circula corriente por el diodo. Esta descripción corresponde a un diodo de propósito general, existen diodos contruidos para

aprovechar alguna característica especial entre los que se destacan los diodos emisores de luz ( LED).

#### 1.4.1.1 Diodo Emisor de Luz (LED)

Son un tipo de diodos que emiten luz, su composición interior es de arseniuro de galio. Dependiendo de esta proporción de arseniuro de galio que tengan, pueden tener cinco frecuencias de radiación que corresponden a los colores rojo, naranja, amarillo, verde y azul. La intensidad que emite la luz depende de la intensidad de corriente que le atraviese, la mínima que tiene que tener para que se encienda es de 10mA, y la máxima corriente que puede atravesar es de 30mA.

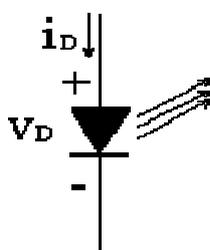


Figura 1.4 Símbolo del diodo emisor de luz (LED)

Vienen encapsulados en un material transparente para ver la luminosidad. Dependiendo del color de cada led, tiene una caída de voltaje umbral que vemos a continuación en la tabla 1.1.

COLOR	CAÍDA DE VOLTAJE
ROJO	1,6 V
NARANJA	1,7 V
VERDE	2,4 V
AMARILLO	2,4 V
AZUL	2,5 V

Tabla 1.1 Voltaje umbral

## 1.5 DISPLAY DE SIETE SEGMENTOS

El display de 7 segmentos es un dispositivo que se utiliza para la representación de números y algunas letras, son utilizados en muchos equipos electrónicos, para

proporcionar información al usuario mediante señales luminosas.

En la figura 1.5 se puede observar un display de siete segmentos.

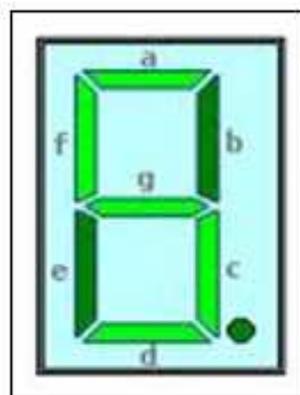


Figura 1.5 Display de siete segmentos.

### 1.5.1 COMPOSICIÓN INTERNA

Internamente está constituido por una serie de diodos LED, con unas determinadas conexiones internas, estratégicamente ubicados de tal manera que forme un número 8.

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

### 1.5.2 TIPOS DE DISPLAY

#### 1.5.2.1 Ánodo Común

En este tipo de display, todos los ánodos de los diodos leds o segmentos están unidos internamente a un punto común que debe ser conectada a potencial positivo (nivel "1"). El encendido de cada segmento individual se realiza aplicando potencial negativo (nivel "0") por el pin correspondiente a través de una resistencia que limite el paso de la corriente.

En la figura 1.6 se puede observar la conexión interna de los ánodos en un punto común, en un display de siete segmentos.

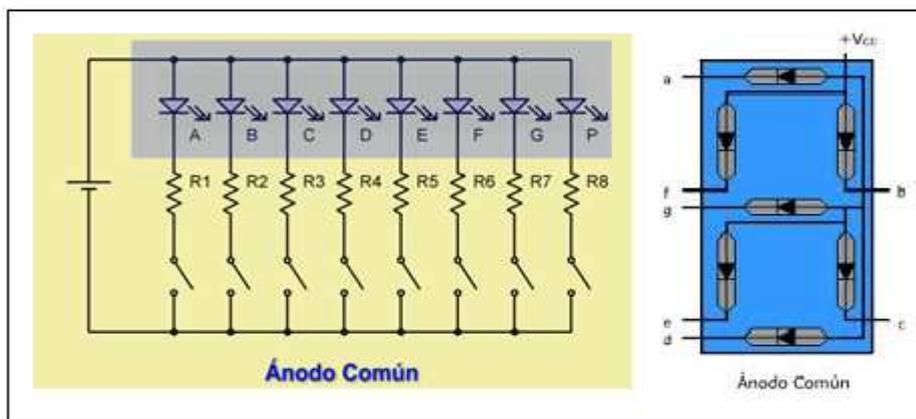


Figura 1.6 Display de ánodo común

### 1.5.2.2 Cátodo Común

En los de tipo de cátodo común, todos los cátodos de los diodos 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 el pin correspondiente a través de una resistencia que limite el paso de la corriente.

En la siguiente figura 1.7 se puede observar la conexión interna de los cátodos en un punto común, en un display de siete segmentos.

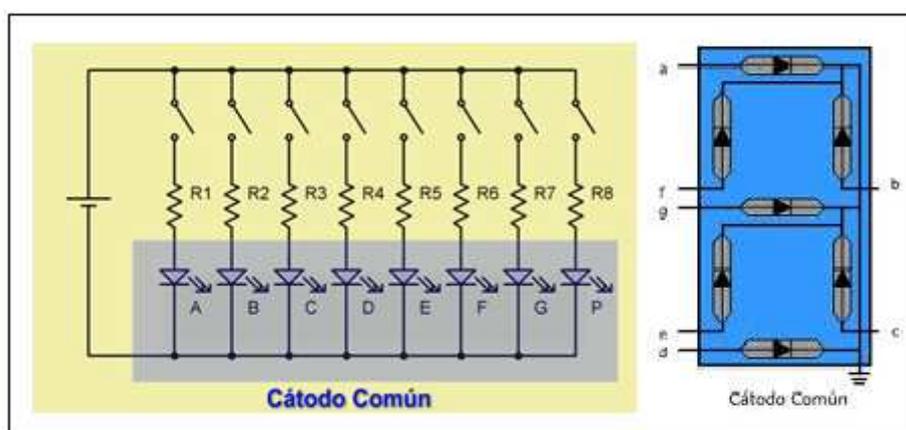


Figura 1.7 Display de cátodo común

## 1.6 PARLANTE

### 1.6.1 DEFINICIÓN

El parlante es un transductor, electro acústico, en el que la transducción sigue un doble procedimiento: eléctrico-mecánico-acústico

En la primera etapa convierte las ondas eléctricas en energía mecánica, y en la segunda etapa convierte la energía mecánica en energía acústica. Es por tanto la puerta por donde sale el sonido al exterior.

### 1.6.2 FUNCIONAMIENTO

La finalidad de un parlante es producir un movimiento del aire que lo envuelve. Este movimiento en caso teórico deberá ser igual a la señal eléctrica aplicada al parlante. Al aplicar una corriente eléctrica a la bobina, se genera en ésta un campo magnético que puede estar en atracción o repulsión con el campo magnético del imán permanente produciendo un movimiento mecánico del cono. La magnitud de desplazamiento estará de acorde a la magnitud del sonido y el rendimiento estará directamente relacionado al diseño físico de la bobina.

El parlante está compuesto principalmente por una bobina y un imán permanente, como se indica en la figura 1.8.

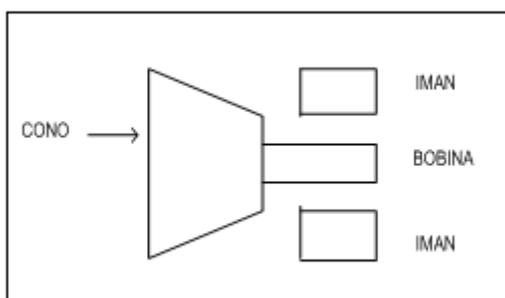


Figura 1.8 Esquema constructivo del altavoz

### 1.6.3 PROPIEDADES DE LOS PARLANTES

- Respuesta en frecuencia.
- Impedancia.
- Potencia.

- Sensibilidad.
- Rendimiento.

## **1.7 TRANSISTOR BIPOLAR (BJT) <sup>[1]</sup>**

### **1.7.1 DEFINICIÓN**

El transistor bipolar es un dispositivo electrónico de tres terminales, con los siguientes nombres, emisor, base, y colector.

Emisor (Su nombre se debe a que esta terminal funciona como emisor de portadores de carga, emite electrones), base (modula el paso de dichos electrones) y colector (recibe o recolecta electrones).

Existen 2 tipos de transistores bipolares, los denominados NPN y PNP.

### **1.7.2 TRANSISTOR BIPOLAR NPN <sup>[2]</sup>**

Está formado por una capa fina de material tipo P entre dos capas de material tipo N, contenidas en un mismo cristal semiconductor de germanio o silicio. El material tipo N representa el elemento emisor del transistor, que constituye la fuente de electrones.

- El emisor emite portadores de carga hacia el interior de la base.
- En la base se gobiernan dichos portadores.
- En el colector se recogen los portadores que no puede acaparar la base.
- Unión emisor: es la unión PN entre la base y el emisor.
- Unión colector: es la unión PN entre la base y colector.
- Cada una de las zonas están dopadas en mayor o menor grado.
- La base tiene menor tamaño.

La flecha en el símbolo del transistor NPN está en la terminal del emisor y apunta en la dirección en la que la corriente convencional circula cuando el dispositivo está en funcionamiento activo, como se muestra en la figura 1.9.

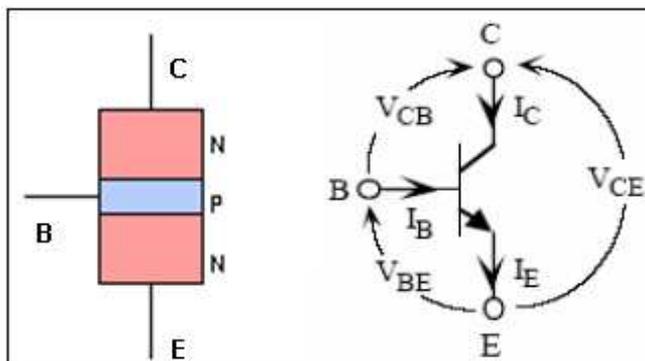


Figura 1.9 Transistor NPN

### 1.7.3 TRANSISTOR BIPOLAR PNP

La estructura del transistor tipo PNP, está formado por una capa fina de material tipo N entre dos capas de material tipo P.

- En cuanto a su funcionamiento es similar al transistor NPN.
- El emisor tiene un voltaje positivo con respecto a la capa tipo N, o componente base.
- Las corrientes fluyen en sentido contrario a las del transistor NPN.
- El material tipo P sirve como elemento colector y tiene un voltaje negativo con respecto a la base.

La flecha en el símbolo del transistor PNP está en la terminal del emisor y apunta en la dirección en la que la corriente convencional circula cuando el dispositivo está en funcionamiento activo, observar la figura 1.10.

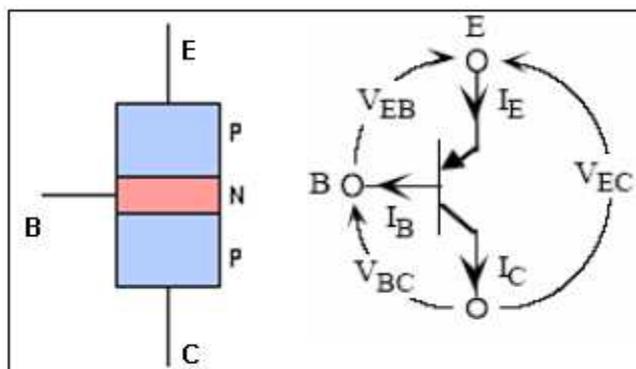


Figura 1.10 Transistor PNP

## 1.7.4 ZONAS DE FUNCIONAMIENTO DEL TRANSISTOR <sup>[3]</sup>

### 1.7.4.1 Zona de saturación

Si la corriente de base de un transistor es muy grande la corriente de colector también es muy grande y mientras más grande es la corriente de colector es más pequeño el voltaje entre colector-emisor de tal manera que si la corriente de colector se incrementa demasiado el  $V_{C-E}$  es 0, en estas condiciones el transistor está saturado y se asemeja a un interruptor cerrado.

### 1.7.4.2 Zona activa o lineal

En este intervalo el transistor se comporta como una fuente de corriente, determinada por la corriente de base. A pequeños aumentos de la corriente de base, corresponden grandes aumentos de la corriente de colector, de forma casi independiente del voltaje entre emisor-colector  $V_{E-C}$ . Esta región es la más importante si lo que se desea es utilizar al transistor como un amplificador.

### 1.7.4.3 Zona de corte

La corriente de base es la que controla el funcionamiento del transistor, si la corriente de base es = 0, la corriente de colector también es 0, lo cual significa que el transistor funciona como un interruptor abierto.

### 1.7.4.4 Zona de ruptura

Los voltajes máximos que pueden soportar las uniones son los voltajes de ruptura. Cuando alcanzan estos voltajes existe peligro de ruptura del transistor, esto se da por los fenómenos que son: ruptura por avalancha, ruptura por perforación.

En la figura 1.11 se puede apreciar las curvas características de cada una de las zonas de funcionamiento del transistor.

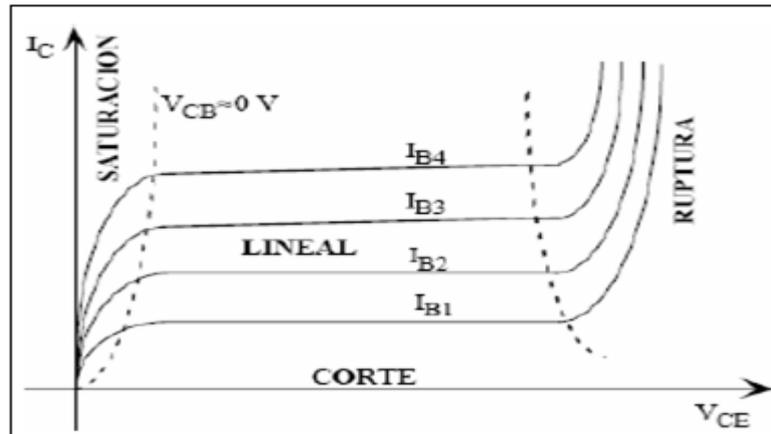


Figura 1.11 Zonas de funcionamiento del transistor

### 1.7.5 CONFIGURACIONES CON TRANSISTORES

Según las conexiones de sus terminales tenemos tres tipos de configuraciones, y siempre un terminal del transistor va a ser común tanto a la entrada como a la salida, como se puede apreciar en la figura 1.12.

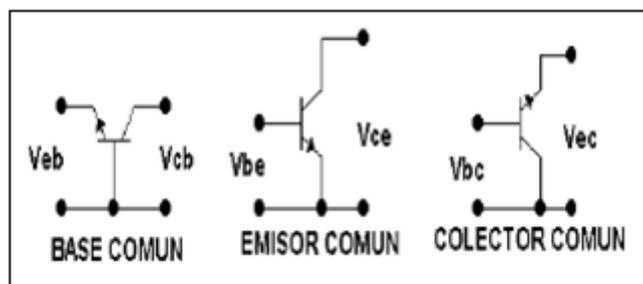


Figura 1.12 Configuraciones con transistores

## 1.8 TRANSISTOR DARLINGTON <sup>[4]</sup>

### 1.8.1 DEFINICIÓN

Es un transistor que tiene una alta ganancia de corriente. Está compuesto internamente por dos transistores que se conectan en cascada. El dispositivo proporciona tres terminales (base, colector y emisor). La figura 1.13 muestra la estructura interna de un transistor Darlington.

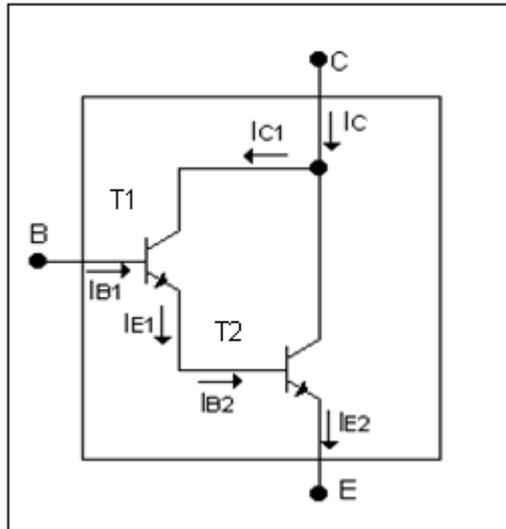


Figura 1.13 Estructura interna de un transistor Darlington

### 1.8.2 FUNCIONAMIENTO <sup>[5]</sup>

El transistor T1 entrega la corriente que sale por su emisor a la base del transistor T2 (ver la figura 1.13). Esto hace que este amplificador tenga una ganancia mucho mayor que la de un transistor normal, ya que aprovecha la ganancia de los dos transistores, de hecho es el producto de las ganancias de corrientes individuales de los dos transistores que forman el par y la corriente que soporta en el emisor-colector es mayor.

En el primer transistor tenemos la ecuación  $I_{E1} = \beta_1 \times I_{B1}$  (1) en el segundo transistor la ecuación  $I_{E2} = \beta_2 \times I_{B2}$  (2).

La corriente de emisor del transistor T1 es la misma que la corriente de base del transistor T2. Entonces  $I_{E1} = I_{B2}$  (3).

Reemplazando la ecuación (3) en (1) y reemplazando en (2) se obtiene la ecuación final de ganancia del transistor Darlington,  $I_{E2} = \beta_1 \beta_2 \times I_{B1}$ .

En la ecuación final vemos que las ganancias de los dos transistores se multiplican.

La caída de voltaje entre la base-emisor del transistor Darlington es 1,4 voltios que resulta al sumar la caída de voltaje entre base-emisor del primer transistor (0,7 voltios) y base-emisor del segundo transistor (0,7 voltios).

## 1.9 CIRCUITO INTEGRADO ULN2803 <sup>[6]</sup>

Es un driver de corriente que tiene 8 transistores Darlington NPN en su interior, ideal para ser empleado como interfaz entre las salidas de un PIC o cualquier integrante de las familias TTL o CMOS, que tienen señales o pulsos de baja intensidad. De tal manera que puedan controlar componentes que necesitan mayores voltajes o corrientes para funcionar.

En la figura 1.14 se puede observar la distribución de pines del chip con la simbología interna de los transistores Darlington que lo conforman, así como también sus entradas, salidas, y pines de polarización.

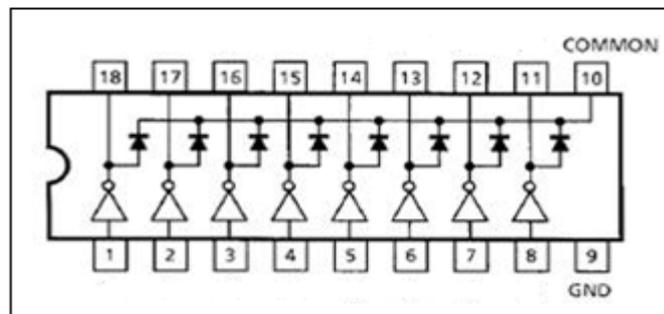


Figura 1.14 Distribución de pines del ULN2803

### 1.9.1 DESCRIPCIÓN DE PINES DEL DRIVER ULN2803

El dispositivo electrónico proporciona 18 pines, que se muestran a continuación.

- GND (pin 9) es tierra común a la alimentación utilizada para la carga.
- COMMON (pin 10) permite el acceso a los diodos incluidos en el chip, cuya tarea es proteger los transistores del mismo frente de picos de sobre voltajes generados por cargas de tipo inductivo, como motores o bobinas.
- Cada transistor Darlington tiene una entrada IN pines de 1 a 8 y una salida OUT pines de 11 a 18.

En la figura 1.15 se observa cada una de las 8 secciones que componen al driver ULN2803.

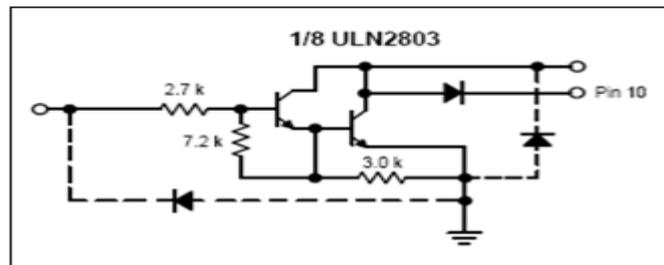


Figura 1.15 Configuración Darlington

### 1.9.2 CARACTERÍSTICAS DEL DRIVER ULN2803 <sup>[7]</sup>

En la siguiente tabla 1.2 se observa que el modelo ULN2803 está especialmente diseñado para ser compatible con entradas TTL<sup>I</sup> y CMOS.<sup>II</sup> Puede controlar 500 mA por cada pin de salida, aplicando voltajes a la carga de hasta 50V.

ORDERING INFORMATION			
Device	Characteristics		
	Input Compatibility	$V_{CE(Max)}$ / $I_C(Max)$	Operating Temperature Range
ULN2803A	TTL, 5 V CMOS	50 V/500 mA	$T_A = 0$ to $+70^\circ\text{C}$

Tabla 1.2 Características eléctricas del ULN2803

### 1.9.3 CIRCUITOS DE APLICACIÓN

Tenemos algunos circuitos electrónicos donde se puede emplear el driver ULN2803.

- Módulo de potencia con relés
- Driver para motores paso a paso
- Para controlar displays de 7 segmentos

<sup>I</sup> TTL (Trasistor Transistor Logic) el voltaje de alimentación está comprendido entre 4,75V y 5,25V.

<sup>II</sup> CMOS (Metal Oxid Silicon Complementary) el voltaje de alimentación está comprendido entre 4V y 18V.

## 1.10 MICROCONTROLADOR <sup>[8]</sup>

### 1.10.1 DEFINICIÓN

Un microcontrolador es un circuito integrado programable el cual contiene todas las unidades funcionales de una computadora. Una unidad central de procesamiento (CPU), unidades de memoria RAM Y ROM, puertos de entrada y salida y periféricos. Estas partes están interconectadas dentro del microcontrolador.

Es un computador completo de limitadas prestaciones, que está contenido en un único chip.

### 1.10.2 PARTES DE UN MICROCONTROLADOR

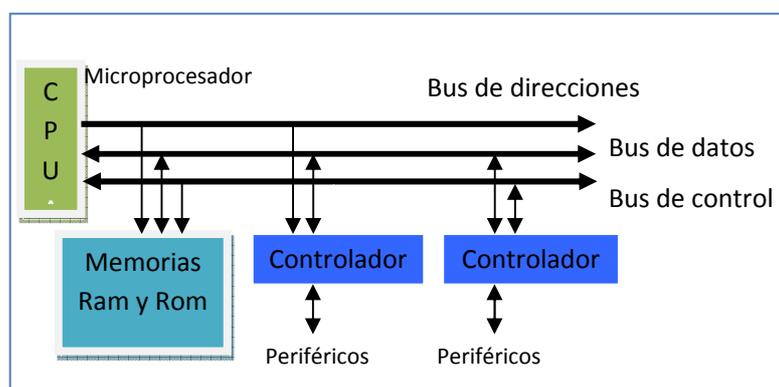


Figura 1.16 Diagrama de componentes del microcontrolador

#### 1.10.2.1 Unidad central de proceso (c p u)

Es el núcleo del microcontrolador, se encarga de ejecutar las instrucciones almacenadas en la memoria. Es lo que habitualmente llamamos procesador o microprocesador.

#### 1.10.2.2 Memorias

En los microcontroladores la memoria de instrucciones y datos está integrada en el propio chip. La memoria ROM está destinada a contener el programa de instrucciones que gobierna la aplicación. Otra parte de memoria es de tipo RAM volátil, y se destina a guardar las variables y los datos.

### **1.10.2.3 Periféricos de entrada y salida**

Estas líneas son los pines del microcontrolador que sirven para comunicarse con los periféricos conectados al sistema.

Pueden enviar o recibir datos digitales, al o desde los periféricos.

Manejan la información en paralelo y se agrupan en conjuntos que reciben el nombre de puertas o pórtricos. Los pines de las puertas pueden configurarse independientemente cada una, como entrada o salida.

### **1.10.2.4 Buses de comunicación**

Son el medio de comunicación que utilizan los diferentes componentes del procesador para intercambiar información.

- Bus de Dirección, es unidireccional y es empleado por la CPU para seleccionar la dirección de memoria o el dispositivo de E/S con el cual va a intercambiar información.
- Bus de Datos, es bidireccional y es el conjunto de conductores a través del cual el microprocesador intercambia información con la unidad de memoria o E/S seleccionada mediante el bus de direcciones.
- Bus de Control, está formado por un conjunto de líneas por las que circulan las señales auxiliares de gobierno y sincronización del sistema por ejemplo la señal de reloj de sincronización, la señal de reset.

## **1.10.3 ARQUITECTURA DE LOS MICROCONTROLADORES <sup>[9]</sup>**

### **1.10.3.1 Arquitectura Harvard**

Esta arquitectura es la de los microcontroladores PIC, los datos y programas están almacenados en dos memorias físicamente separadas, cada una de ellas con un bus de comunicaciones propio, tal como se muestra en el diagrama de bloques de la figura 1.17.

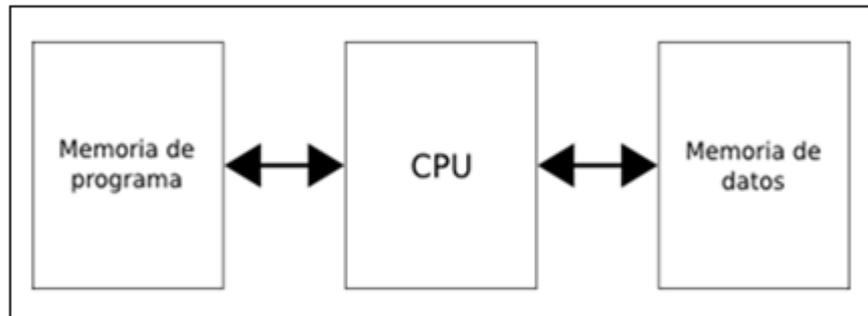


Figura 1.17 Diagrama de bloques de la Arquitectura Harvard

### 1.10.3.2 Arquitectura Von Neumann

Es la arquitectura tradicional usada por los primeros microcontroladores. Los datos y programa se encuentran en el mismo dispositivo de memoria, por lo que comparten un mismo bus de comunicaciones para comunicarse con la CPU.

Los microcontroladores de Intel 8751 usan esta arquitectura.

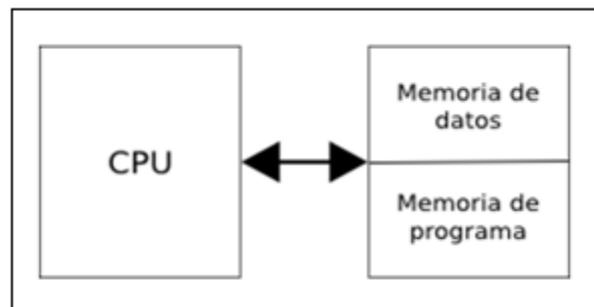


Figura 1.18 Diagrama de bloques de la Arquitectura Von Neumann

### 1.10.4 APLICACIONES DE LOS MICROCONTROLADORES

Cada vez existen más productos que incorporan un microcontrolador con el fin de aumentar sustancialmente sus prestaciones, reducir su tamaño y costo, mejorar su fiabilidad. Los microcontroladores están presentes en el campo de las telecomunicaciones, en el sector automotriz, en la robótica, en instrumentación electrónica, en aplicaciones militares, etc.

### 1.10.5 RECURSOS ESPECIALES DE LOS MICROCONTROLADORES

Cada microcontrolador incorpora características diferentes a los demás. Estas características dependen del fabricante y versión del microcontrolador,

simplemente estos recursos deben representar alguna ventaja o facilidad a la hora de hacer un diseño. La labor del diseñador es encontrar el modelo mínimo que satisfaga todos los requerimientos de su aplicación.

#### **1.10.5.1 Principales recursos específicos que incorporan los microcontroladores**

- Temporizadores o "Timers"
- Perro guardián o "Watchdog"
- Protección ante fallo de alimentación o "Brownout"
- Estado de reposo o de bajo consumo
- Conversor A/D
- Conversor D/A
- Comparador analógico.
- Modulador de anchura de impulsos o PWM
- Puertas de E/S digitales
- Puertas de comunicación

##### *1.10.5.1.1 Temporizadores o "Timers"*

Se emplean para controlar períodos de tiempo (temporizadores) y para llevar la cuenta de acontecimientos que suceden en el exterior (contadores).

Para la medida de tiempos se carga un registro con el valor adecuado y a continuación dicho valor se va incrementando o decrementando al ritmo de los impulsos de reloj o algún múltiplo hasta que se desborde y llegue a 0, momento en el que se produce un aviso.

Cuando se desean contar acontecimientos que se materializan por cambios de nivel o flancos en alguna de las patitas del microcontrolador, el mencionado registro se va incrementando o disminuyendo al ritmo de dichos impulsos.

##### *1.10.5.1.2 Perro guardián o "Watchdog"*

Un microcontrolador funciona sin el control de un supervisor y de forma continuada las 24 horas del día. El Perro guardián consiste en un temporizador que, cuando se desborda y pasa por 0, provoca un reset automáticamente en el sistema.

Se debe diseñar el programa de trabajo que controla la tarea de forma que refresque o inicialice al Perro guardián antes de que provoque el reset. Si falla el programa o se bloquea, no se refrescará al Perro guardián y al completar su temporización, "ladrará y ladrará" hasta provocar el reset.

#### *1.10.5.1.3 Protección ante fallo de alimentación o "Brownout"*

Se trata de un circuito que resetea al microcontrolador cuando el voltaje de alimentación (Vcc) es inferior a un voltaje mínimo ("brownout"). Mientras el voltaje de alimentación sea inferior al de brownout, el dispositivo se mantiene reseteado, comenzando a funcionar normalmente cuando sobrepasa dicho valor.

#### *1.10.5.1.4 Estado de reposo o de bajo consumo*

Son abundantes las situaciones reales de trabajo en que el microcontrolador debe esperar, sin hacer nada, a que se produzca algún acontecimiento externo que le ponga de nuevo en funcionamiento. Para ahorrar energía, (factor clave en los aparatos portátiles), los microcontroladores disponen de una instrucción especial (SLEEP en los PIC), que les pasa al estado de reposo o de bajo consumo, en el cual los requerimientos de potencia son mínimos. En dicho estado se detiene el reloj principal y se "congelan" sus circuitos asociados, quedando sumido en un profundo "sueño" el microcontrolador. Al activarse una interrupción ocasionada por el acontecimiento esperado, el microcontrolador reanuda su trabajo.

#### *1.10.5.1.5 Conversor A/D (CAD)*

Los microcontroladores que incorporan un Conversor A/D (Analógico/Digital) pueden procesar señales analógicas, tan abundantes en las aplicaciones. Suelen disponer de un multiplexor que permite aplicar a la entrada del CAD diversas señales analógicas desde las patitas del circuito integrado.

#### *1.10.5.1.6 Conversor D/A (CDA)*

Transforma los datos digitales obtenidos del procesamiento del computador en su correspondiente señal analógica que saca al exterior por una de las patitas de la cápsula.

#### *1.10.5.1.7 Comparador analógico*

Algunos modelos de microcontroladores disponen internamente de un Amplificador Operacional que actúa como comparador entre una señal fija de referencia y otra variable que se aplica por una de las patitas de la cápsula. La salida del comparador proporciona un nivel lógico 1 ó 0 según una señal sea mayor o menor que la otra.

#### *1.10.5.1.8 Modulador de anchura de impulsos o PWM*

Son circuitos que proporcionan en su salida impulsos de anchura variable, que se ofrecen al exterior a través de las patitas del encapsulado.

#### *1.10.5.1.9 Puertos de E/S digitales*

Todos los microcontroladores destinan algunas de sus patitas a soportar líneas de E/S digitales. Por lo general, estas líneas se agrupan de ocho en ocho formando puertos.

Las líneas digitales de los puertos pueden configurarse como entrada o como salida, cargando un nivel lógico 1 ó un 0 en el bit correspondiente de un registro destinado a su configuración.

#### *1.10.5.1.10 Puertos de comunicación*

Con objeto de dotar al microcontrolador de la posibilidad de comunicarse con otros dispositivos externos, otros buses de microprocesadores, buses de sistemas, buses de redes y poder adaptarlos con otros elementos bajo otras normas y protocolos. Algunos modelos disponen de recursos que permiten directamente esta tarea, entre los que destacan:

- UART, adaptador de comunicación serie asíncrona.
- USART, adaptador de comunicación serie síncrona y asíncrona.
- Puerta paralela esclava para poder conectarse con los buses de otros microprocesadores.
- USB (Universal Serial Bus), que es un moderno bus serie para los PC.
- Bus I2C, que es un interfaz serie de dos hilos desarrollado por Philips.

### 1.10.6 MICROCONTROLADOR PIC <sup>[10]</sup>

El PIC (Peripheral Interface Controller) pertenece a una familia de microcontroladores fabricados por Microchip Technology Inc. Capaz de ejecutar las órdenes grabadas en su memoria. Se emplea para controlar el funcionamiento de una única labor, una vez programado el microcontrolador PIC solo sirve para atender la tarea para la que ha sido programado.

#### 1.10.6.1 Arquitectura del procesador

La repercusión más importante del empleo de la arquitectura Harvard en los microcontroladores PIC, se manifiesta en la organización de la memoria del sistema. La memoria de programa o instrucciones es independiente de la de los datos, teniendo tamaños y longitudes de palabra diferentes, como se indica en la figura 1.19.

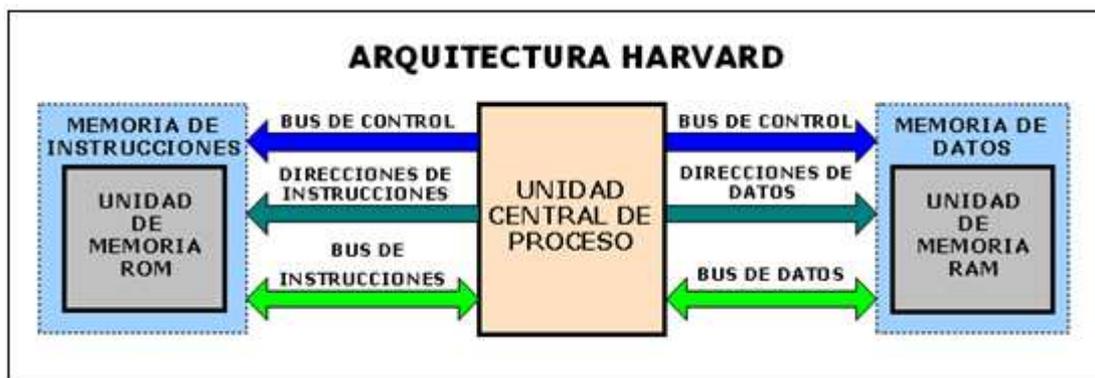


Figura 1.19 Arquitectura del microcontrolador PIC

La arquitectura Harvard permite a la CPU acceder simultáneamente a las dos memorias. Además, favorece numerosas ventajas al funcionamiento del sistema.

En los microcontroladores PIC, el formato de las instrucciones es de 12 bits, 14 bits o 16 bits según el modelo y en consecuencia la longitud de las palabras de la memoria de instrucciones o programa corresponde con esa longitud. Este tamaño permite codificar en una palabra el código de operación de la instrucción junto al operando o su dirección.

Para adaptarse a las necesidades de las aplicaciones del usuario hay modelos con 512 posiciones para la memoria de instrucciones y otros que tienen 1KB, 2KB y hasta 64KB posiciones de memoria.

#### 1.10.6.2 Recursos mínimos de los PIC

- Sistema POR (POWER ON RESET). Todos los PIC tienen la facultad de generar una autoreinicialización o autoreset al conectarles la alimentación.
- Perro guardián, (Watchdog). Existe un temporizador que produce un reset automáticamente si no es recargado antes de que pase un tiempo prefijado. Así se evita que el sistema se quede "colgado" puesto que dada esa situación el programa no recargaría dicho temporizador y se generaría un reset.
- Código de protección. Cuando se procede a realizar la grabación del programa, puede protegerse para evitar su lectura. También dispone de posiciones reservadas para registrar números de serie, códigos de identificación, prueba, etc.
- Modo de reposo (bajo consumo o SLEEP). Ejecutando una instrucción (SLEEP), el CPU y el oscilador principal se detienen y se reduce notablemente el consumo.

#### 1.10.6.3 Partes del microcontrolador PIC <sup>[11]</sup>

**Procesador:** se caracteriza por tener dos memorias independientes, una para instrucciones y otra para datos.

Procesador de tipo RISC (Computadores de Juego de Instrucciones Reducido) el repertorio de instrucciones es muy reducido y sencillo, generalmente se ejecutan en un ciclo de máquina.

**Memoria de programa:** es una memoria de almacenamiento no volátil tipo ROM, EPROM, OTP, EEPROM, FLASH).

**Memoria de datos:** las memorias para almacenar datos debe ser de lectura y escritura, por lo que en general se usa memoria SRAM.

**Líneas de entradas y salidas:** se conectan a sensores y actuadores para automatizar el control de algún dispositivo.

#### 1.10.6.4 Formas de clasificar a los PIC <sup>[12]</sup>

A continuación se presentan distintas formas de clasificar a los PIC, según diversos aspectos:

Familias de productos

- PIC10
- PIC12
- PIC14
- PIC16
- PIC17
- PIC18

Tipo de memoria

- FLASH
- OTP
- ROM

Número de patillas E/S

- 4 - 17 patillas
- 18 - 27 patillas
- 28 - 44 patillas
- 45 - 80 patillas

Tamaño de memoria (Bytes)

- 0,5K - 1K
- 2K - 4K
- 8K - 16K
- 24K -32K
- 48K - 64K
- 96K - 128K

En la clasificación por familias las principales diferencias radican en, el número de instrucciones y su longitud, el número de puertos y funciones, lo cual se refleja en el encapsulado, la complejidad interna y de programación, y en el número de aplicaciones.

## **1.11 REGULADORES DE VOLTAJES FIJOS**

### **1.11.1 FAMILIA LM78XX**

Dentro de los reguladores de voltaje con salida fija, se encuentran los pertenecientes a la familia LM78XX, donde “XX” es el voltaje de salida. Además poseen protección contra sobrecargas térmicas y un limitador de corriente contra cortocircuitos, que desconectan el regulador en caso de que su temperatura de juntura supere los 125°C.

Estos integrados son fabricados por numerosas compañías, entre las que se encuentran National Semiconductor, Fairchild Semiconductor y STMicroelectronics.

En la tabla 1.3 se puede observar los diferentes tipos de reguladores con voltajes de salidas positivos, el rango de voltajes de entrada mínima y máxima y la corriente máxima de salida.<sup>[13]</sup>

Designación	Voltaje de salida (V)	Rango de voltajes de entrada (V)	$I_{max}$ de salida (A)
LM7805	5	7 - 25	1
LM7806	6	8 - 25	1
LM7808	8	11 - 25	1
LM7809	9	12 - 25	1
LM7812	12	15 - 30	1
LM7815	15	17 - 30	1
LM7818	18	21 - 33	1
LM7824	24	27 - 38	1

Tabla 1.3 Tipos de reguladores LM78XX

Para el proyecto se utiliza el regulador de voltaje fijo LM7805.

### 1.11.2 REGULADOR LM7805 <sup>[14]</sup>

Es un integrado regulador de voltaje que provee 5V de corriente continua, lo que lo hace sumamente útil para alimentar dispositivos TTL. El encapsulado en el que usualmente se lo utiliza es el TO220, aunque también se lo encuentra en encapsulados pequeños de montaje superficial y en encapsulados grandes y metálicos (TO3).

Este dispositivo posee tres terminales, el pin 1 corresponde a la entrada de voltaje no regulada, pin 3 es el voltaje de salida regulada y pin 2 la masa común a ambas. Generalmente se los suele encontrar en el encapsulado del tipo TO-220 (vertical). La distribución de pines se puede observar en la figura 1.20.

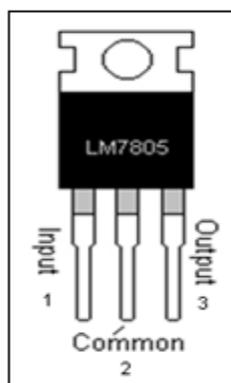


Figura 1.20 Distribución de pines del regulador de voltaje LM7805

### 1.11.3 CONFIGURACIÓN BÁSICA DEL LM78XX

En la figura 1.21 muestra la configuración del regulador LM78XX, con los respectivos valores de los condensadores, que sirven para eliminar posibles ruidos.

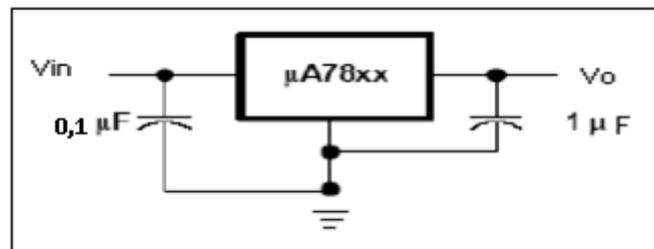


Figura 1.21 Configuración del LM78XX

## 1.12 LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN PARA EL MICROCONTROLADOR

Consiste en un conjunto de reglas sintácticas y semánticas, que definen su estructura y el significado de sus elementos, respectivamente. Puede ser utilizado para controlar el comportamiento de una máquina.

Existen varios lenguajes de programación aplicados a microcontroladores, en este proyecto la programación del microcontrolador se lo realizó en lenguaje BASIC debido a su simplicidad.

### 1.12.1 LENGUAJE BASIC

BASIC es un lenguaje de programación de alto nivel, de propósito general que ofrece economía sintáctica, control de flujo, estructuras sencillas y un buen conjunto de operadores. Es un lenguaje que no está especializado en ningún tipo de aplicación. Esto lo hace un lenguaje versátil y potente, con un campo de aplicación ilimitado, es ideal para programar microcontroladores PIC.

## CAPÍTULO 2

---

### DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL EQUIPO

#### 2.1 ANTECEDENTES GENERALES

El modelo del prototipo que se va a construir es un control de turnos o también llamado turnero y de acuerdo a las aplicaciones y usos se han podido determinar los requerimientos indispensables del sistema.

Esto ha servido como base para el diseño del prototipo y se han considerado los siguientes aspectos:

- Al accionar los pulsadores el prototipo debe ser capaz de procesar los pulsos por medio de un microcontrolador y visualizarlos en los displays de 7 segmentos, y mediante un control adicional de pulsadores debe adelantar y retroceder los turnos.
- Por medio de los displays, indicar el turno actual y el puesto de atención.
- Por cada pulsación del bloque de mando el prototipo debe emitir un sonido.
- Ante un corte de energía debe retener en la memoria del microcontrolador PIC el turno actual y el puesto de atención.

#### 2.2 DISEÑO

El diseño del prototipo se lo realizó tomando en cuenta todas las recomendaciones dadas por los fabricantes, como la teoría y funcionamiento, esto con respecto a los componentes y dispositivos utilizados.

## 2.3 DISEÑO DEL DIAGRAMA DE BLOQUES

En esta fase inicial de diseño se plantea una idea de cómo va a estar conformado el sistema, el diagrama representado en la figura 2.1 muestra los diferentes bloques de funcionamiento que facilita la comprensión y el diseño del hardware.

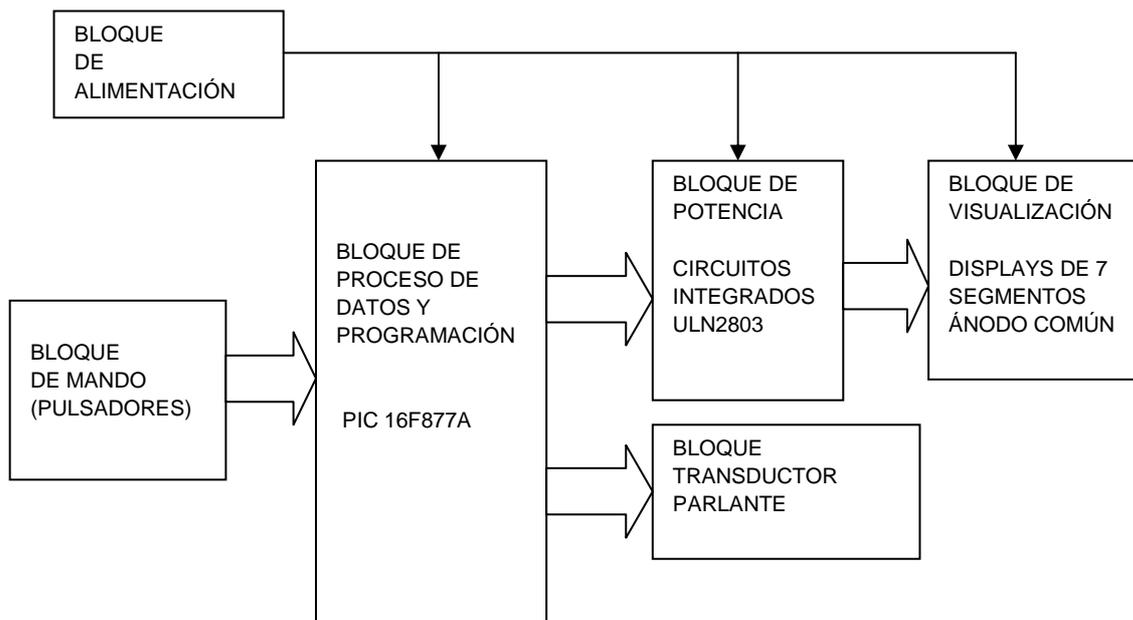


Figura 2.1 Diagrama de bloques de funcionamiento

La adquisición de datos es generada por pulsos que ingresan a un microcontrolador PIC 16F877A como elemento principal.

Para la visualización de los datos posee tres displays de 7 segmentos de ánodo común de 9x12cm, además de un circuito interfaz entre el PIC y los displays, conformado por tres circuitos integrados ULN2803.

El bloque transductor está formado por un parlante, un transistor, y un potenciómetro.

## 2.3.1 DESCRIPCIÓN DE LOS BLOQUES

### 2.3.1.1 Bloque de alimentación

Es la etapa más importante, este bloque se encarga de suministrar la energía a todo el circuito electrónico.

El voltaje se obtendrá de un adaptador de 12V de 3A de corriente continua, para suministrar el voltaje a los display de 7 segmentos de ánodo común, y a los drivers ULN2803. También se utilizó un regulador de voltaje fijo de 12V a 5V (LM7805)<sup>1</sup>, para la polarización del microcontrolador PIC.

En la figura 2.2 se puede observar el circuito, con la respectiva conexión del regulador de voltaje fijo LM7805. Por el primer pin ingresan 12V el segundo pin es tierra común tanto a la entrada como a la salida, y por el tercero tenemos el voltaje de salida de 5V, el condensador 1 a la entrada del regulador filtra el voltaje de posibles transitorios, picos indeseables, ruidos, mientras que el condensador 2 disminuye el posible voltaje de rizado, a la vez evita oscilaciones indeseables a la salida del regulador.

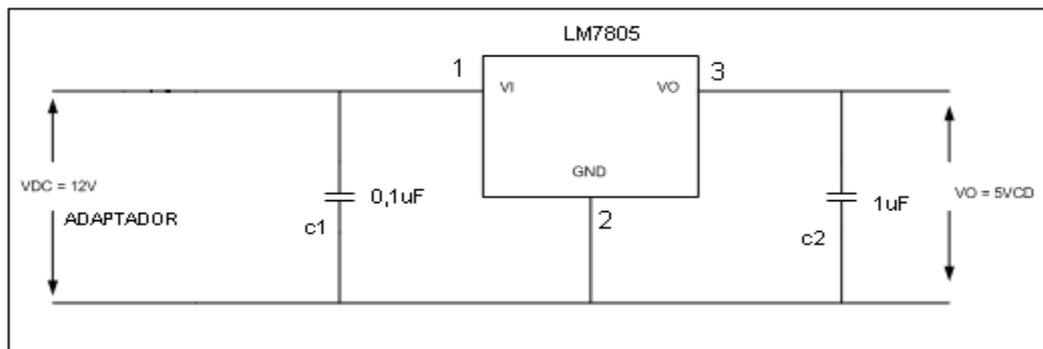


Figura 2.2 Circuito regulador de 12VDC a 5VDC

#### 2.3.1.1.1 Características eléctricas del adaptador

- a. Modelo: PPP009S
- b. Entrada (Input): 100 – 240V – 2,5 A, 50/60HZ
- c. Salida (Output): 12V DC - 3 A, 60W

<sup>1</sup> Para consultar características adicionales del regulador LM7805, revisar el Anexo 9.

### 2.3.1.2 Bloque de mando

En este bloque es donde se originan los datos. El módulo está integrado por 9 pulsadores, de los cuales 6 son para el control de los puestos de atención, y los tres pulsadores restantes sirven para el control adicional del circuito como retroceder, adelantar y poner en cero los displays de 7 segmentos que muestran los turnos. Los pulsadores están conectados al microcontrolador a través de resistencias de 5,6K $\Omega$  y estas resistencias van conectadas a Vcc (5V). Los pulsadores generan un (0L) cuando son presionados.

En la figura 2.3 se puede observar el diagrama del bloque de mando.

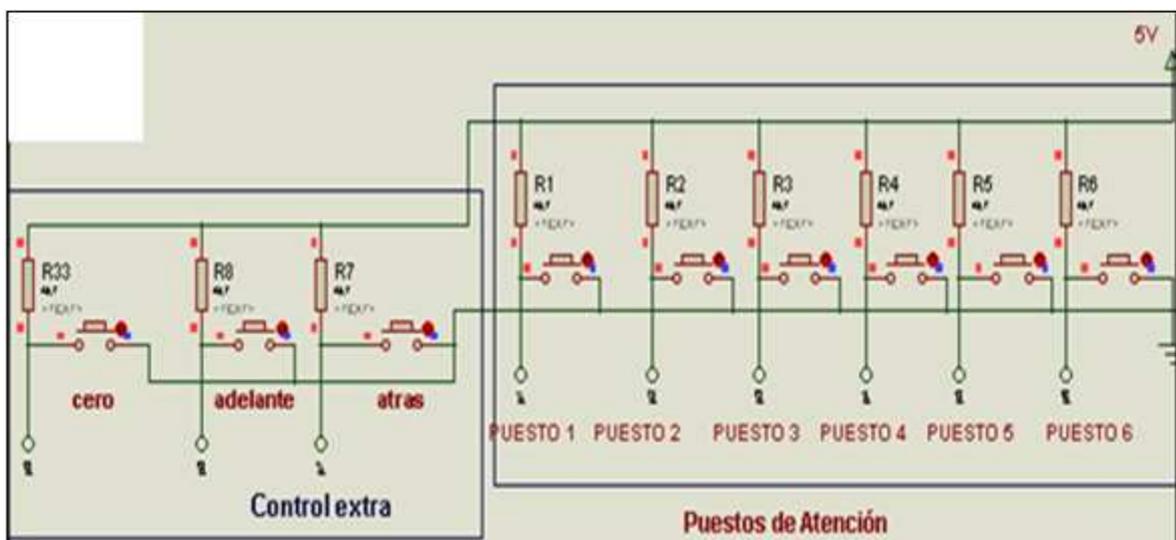


Figura 2.3 Diagrama esquemático del bloque de mando (pulsadores)

### 2.3.1.3 Bloque de proceso de datos y programación

Esta etapa puede ejecutar control de todo el circuito, este es el cerebro del proyecto. Al microcontrolador llegan las señales de información de los pulsadores, las cuales son procesadas, para poder visualizarlas en los displays de 7 segmentos. Como elemento principal se tiene al PIC 16F877A.

#### 2.3.1.3.1 Microcontrolador PIC 16F877A <sup>[15]</sup>

Es un microcontrolador con memoria de programa tipo FLASH<sup>1</sup>, este tipo de memoria se puede borrar eléctricamente esto corresponde a la letra F en el PIC,

<sup>1</sup> FLASH memoria no volátil de bajo consumo de energía, puede grabarse y borrarse eléctricamente, es más rápida, tiene mayor densidad y tolera más ciclos de escritura y borrado. En ella se graba o almacena el programa o códigos que el microcontrolador debe ejecutar.

es fabricado en tecnología CMOS, su consumo de potencia es muy bajo. Pertenece a la familia de microcontroladores de 8 bits (bus de datos).

El encapsulado más común para este microcontrolador es el DIP (Dual In-line Pin) de 40 pines. La figura 2.4 muestra un microcontrolador PIC 16F877A.



Figura 2.4 Microcontrolador PIC 16F877A<sup>1</sup>

#### 2.3.1.3.2 Descripción de los puertos del PIC16F877A

Puerto A:

- Puerto de E/S de 6 pines RA0 - RA5 que tienen funciones digitales y analógicas.
- RA4 puede actuar como línea de E/S o como pin donde recibe los impulsos del TMR0 (Timer 0).

Puerto B:

- Puerto de E/S de 8 pines RB0 - RB7.
- RB0/INT puede actuar como línea de E/S, también sirve como pin por la que recibe impulsos externos que provoca una interrupción.

Puerto C:

- Puerto de E/S de 8 pines RC0 - RC7, con funciones multiplexadas para la transmisión serial y otras funciones especiales.

Puerto D:

- Puerto de E/S de 8 pines RD0 - RD7.

Puerto E:

- Puerto de E/S de 3 pines RE0 - RE2 las cuales tienen funciones analógicas de igual modo que el puerto A.

---

<sup>1</sup> <http://www.microchip.com>

En la figura 2.5 se puede apreciar gráficamente la descripción de los puertos del microcontrolador PIC16F877A.

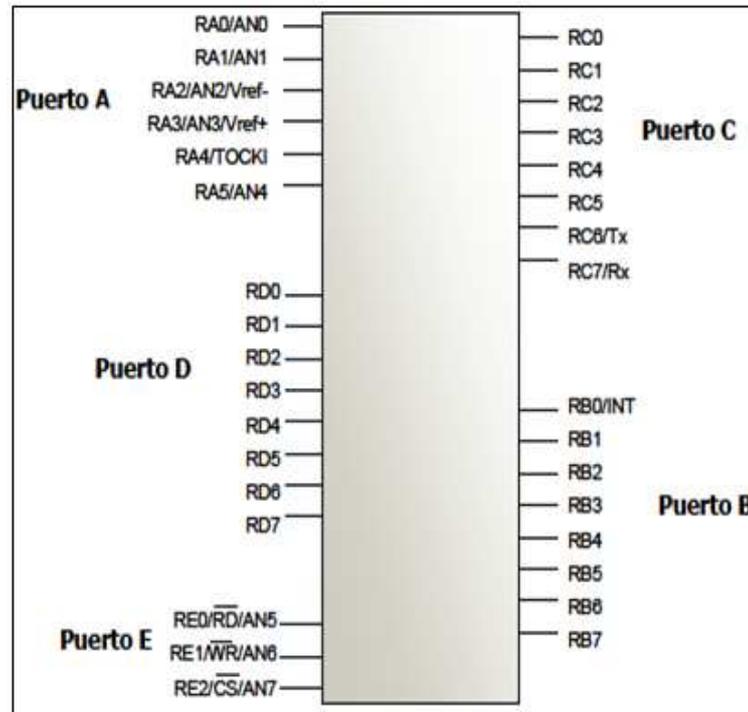


Figura 2.5 Distribución gráfica de los puertos del PIC 16F877A

### 2.3.1.3.3 Límites de Corrientes para los puertos <sup>[16]</sup>

Los puertos del microcontrolador podrán ser programados como entradas ó salidas indiferentemente. Para el caso de que sean programados como salidas se denominan "Modo Fuente" por que suministran corriente y cuando son programados como entradas se denominan "Modo Sumidero" porque reciben corriente.

La máxima capacidad de corriente de cada uno de los pines de los puertos en modo sumidero (sink) o en modo fuente (source) es de 25mA. La máxima capacidad de corriente total de los puertos es:

	<b>PUERTO A</b>	<b>PUERTO B</b>	<b>PUERTO C</b>	<b>PUERTO D</b>
Modo sumidero	150mA	200mA	200mA	200mA
Modo fuente	150mA	200mA	200mA	200mA

El consumo de corriente del microcontrolador para su funcionamiento depende del voltaje de operación, la frecuencia y de las cargas que tengan sus pines.

En la figura 2.6 vemos de una manera más esquematizada las corrientes que soportan los pines y puertos.

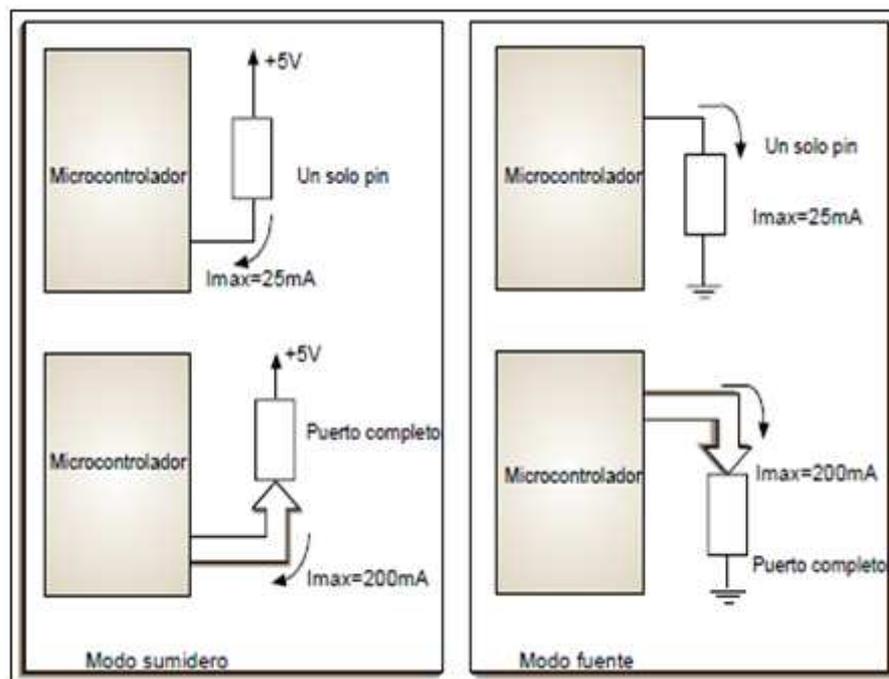


Figura 2.6 Capacidad de corriente de los pines y puertos del PIC 16F877A

#### 2.3.1.3.4 Oscilador externo

Todo microcontrolador requiere un circuito externo que le indique la velocidad a la que debe trabajar. Este circuito se conoce como oscilador o reloj es muy simple pero de vital importancia para el buen funcionamiento del sistema. El PIC 16F877A puede utilizar cuatro tipos de osciladores diferentes. Estos tipos son:

- **RC.** Oscilador con resistencia y condensador.
- **XT.** Cristal (por ejemplo de 1 a 4 MHz).
- **HS.** Cristal de alta frecuencia (por ejemplo 10 a 20 MHz).
- **LP.** Cristal para baja frecuencia y bajo consumo de potencia.

El tipo de oscilador que se sugiere es el XT, con un cristal de 4MHz porque garantiza precisión y es muy comercial. Internamente esta frecuencia es dividida

para cuatro, lo que hace que la frecuencia efectiva de trabajo sea de 1 MHz en este caso, por lo que cada instrucción se ejecuta en un microsegundo. El cristal debe ir acompañado de dos condensadores que se conectan, como se muestra en la figura 2.7.

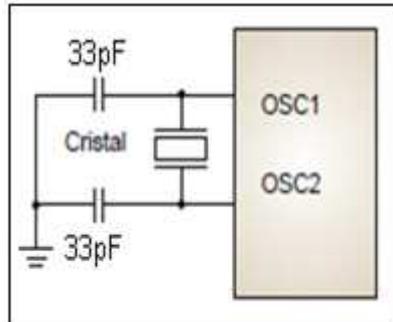


Figura 2.7 Conexión de un oscilador XT

#### 2.3.1.3.5 Características principales del PIC 16F877A

La tabla 2.1 presenta las principales características en forma más detallada.

CARACTERÍSTICAS	PIC 16F877A
Frecuencia máxima	DX-20MHz
Memoria de programa tipo flash palabra de 14 bits	8KB
Posiciones RAM de datos	368 Bytes
Posiciones EEPROM de datos	256 Bytes
Puertos E/S	A, B, C, D, E
Número de pines	40
Interrupciones	14
Timers	3
Módulos CCP	2
Comunicaciones serie	MSSP, USART
Comunicaciones paralelo	P S P

Líneas de entrada de CAD de 10 bits	8
Juego de instrucciones	35 Instrucciones
Longitud de la instrucción	14 bits
Arquitectura	Harvard
CPU	Risc
Canales Pwm	2
Pila Harware	-
Ejecución en 1 ciclo de máquina	-

Tabla 2.1 Características del PIC 16F877A<sup>1</sup>

### 2.3.1.3.6 Configuración y descripción de los pines

En la figura 2.8 se puede observar cómo están distribuidos sus pines, y a continuación se muestra la tabla 2.2 en donde se especifica cada uno de ellos.

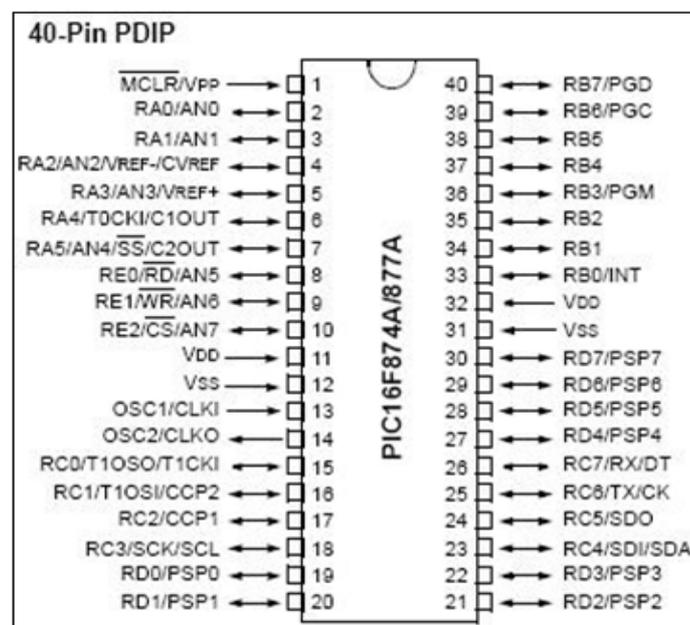


Figura 2.8 Especificación de los pines del microcontrolador

<sup>1</sup> Para consultar características adicionales del PIC 16F877A, revisar el Anexo 12.

Tabla 2.2 Descripción de pines del PIC 16F877A

NOMBRE DEL PIN	PIN	TIPO	TIPO DE BUFFER	DESCRIPCIÓN
<b>OSC1/CLKIN</b>	13	I	ST/MOS	Entrada del oscilador de cristal / Entrada de señal de reloj externa
<b>OSC2/CLKOUT</b>	14	O	-	Salida del oscilador de cristal
<b>MCLR/Vpp/THV</b>	1	I/P	ST	Entrada del Máster clear (Reset) o entrada de voltaje de programación o modo de control high voltaje test
<b>RA0/AN0</b>				PORTA es un puerto I/O bidireccional
<b>RA1/AN1</b>	2	I/O	TTL	RA0: puede ser salida analógica 0
<b>RA2/AN2/ Vref-</b>	3	I/O	TTL	RA1: puede ser salida analógica 1
<b>RA3/AN3/Vref+</b>	4	I/O	TTL	RA2: puede ser salida analógica 2 o referencia negativa de voltaje
<b>RA4/T0CKI</b>	5	I/O	TTL	RA3: puede ser salida analógica 3 o referencia positiva de voltaje
<b>RA5/SS/AN4</b>	6	I/O	ST	RA4: puede ser entrada de reloj el timer0
	7	I/O	TTL	RA5: puede ser salida analógica 4 o el esclavo seleccionado por el puerto serial síncrono
<b>RBO/INT</b>	33	I/O	TTL/ST	PORTB es un puerto I/O bidireccional. Puede ser programado todo como entradas
<b>RB1</b>	34	I/O	TTL	
<b>RB2</b>	35	I/O	TTL	RB0 puede ser pin de interrupción externo
<b>RB3/PGM</b>	36	I/O	TTL	
<b>RB4</b>	37	I/O	TTL	RB3: puede ser la entrada de programación de bajo voltaje
<b>RB5</b>	38	I/O	TTL	
<b>RB6/PGC</b>	39	I/O	TTL/ST	Pin de interrupción
<b>RB7/PGD</b>	40	I/O	TTL/ST	Pin de interrupción
				Pin de interrupción. Reloj de programación serial
<b>RCO/T1OSO/T1CKI</b>	15	I/O	ST	PORTC es un puerto I/O bidireccional

<b>RC1/T1OS1/CCP2</b>	16	I/O	ST	RCO puede ser la salida del oscilador timer1 o la entrada de reloj del timer1  RC1 puede ser la entrada del oscilador timer1 o salida PWM 2  RC2 puede ser una entrada de captura y comparación o salida PWN  RC3 puede ser la entrada o salida serial de reloj síncrono para modos SPI e I2C  RC4 puede ser la entrada de datos SPI y modo I2C  RC5 puede ser la salida de datos SPI  RC6 puede ser el transmisor asíncrono USART o el reloj síncrono  RC7 puede ser el receptor asíncrono USART o datos síncronos
<b>RC2/CCP1</b>	17	I/O	ST	
<b>RC3/SCK/SCL</b>				
<b>RC4/SD1/SDA</b>	18	I/O	ST	
<b>RC5/SD0</b>				
<b>RC6/Tx/CK</b>	23	I/O	ST	
<b>RC7/RX/DT</b>	24	I/O	ST	
	25	I/O	ST	
	26	I/O	ST	
<b>RD0/PSP0</b>				PORTD es un puerto bidireccional paralelo
<b>RD1/PSP1</b>	19	I/O	ST/TTL	
<b>RD2/PSP2</b>	20	I/O	ST/TTL	
<b>RD3/PSP3</b>	21	I/O	ST/TTL	
<b>RD4/PSP4</b>	22	I/O	ST/TTL	
<b>RD5/PSP5</b>	27	I/O	ST/TTL	
<b>RD6/PSP6</b>	28	I/O	ST/TTL	
<b>RD7/PSP7</b>	29		ST/TTL	
	30		ST/TTL	
<b>RE0/RD/AN5</b>	8	I/O	ST/TTL	PORTE es un puerto I/O bidireccional  RE0: puede ser control de lectura para el puerto esclavo paralelo o entrada analógica 5  RE1: puede ser escritura de control para el puerto paralelo esclavo o entrada analógica 6  RE2: puede ser el selector de control para el puerto paralelo esclavo o la entrada analógica 7
<b>RE1/WR/AN</b>				
<b>RE2/CS/AN7</b>	9	I/O	ST/TTL	
	10	I/O	ST/TTL	

<b>Vss</b>	12.31	P	-	Referencia de tierra para los pines lógicos y de I/O
<b>Vdd</b>	11.32	P	-	Fuente positiva para los pines lógicos y de I/O
<b>NC</b>	-	-	-	No está conectado internamente

### 2.3.1.4 Bloque de potencia

Es una etapa separadora de corriente entre el PIC y los displays de 7 segmentos. El objetivo de este bloque es acoplar los pulsos de baja intensidad que tiene el PIC a través de sus pines, mediante drivers ULN2803<sup>1</sup>, para poder encender los segmentos de los displays, debido a que estos necesitan una mayor corriente para su funcionamiento.

Para este propósito se utilizan circuitos integrados ULN2803, que son drivers de corriente, como se indica en la figura 2.9.

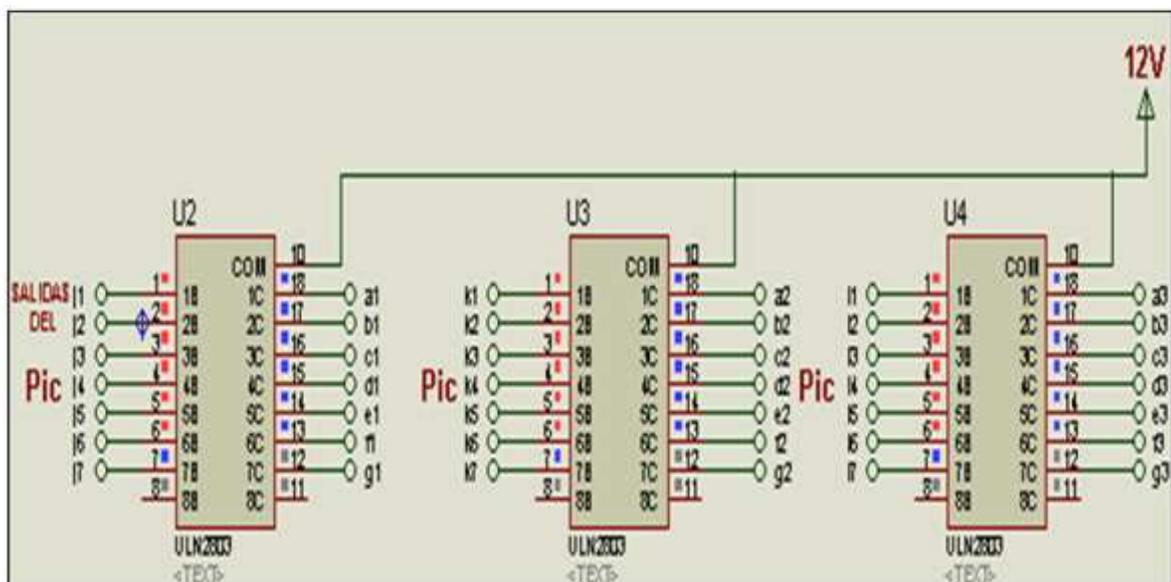


Figura 2.9 Diagrama esquemático de la etapa de potencia entre el PIC y los displays de 7 segmentos

<sup>1</sup> Referirse al capítulo 1, subcapítulo 1.9 y subcapítulo 1.9.1 (C.I. ULN2803).

#### 2.3.1.4.1 Funcionamiento de la etapa de potencia

Las líneas de salidas del microcontrolador PIC están conectadas directamente a las entradas de los drivers ULN2803 (pines de 1 a 7) y las salidas de estos integrados (pines de 12 a 18) van conectadas a los segmentos de los displays de ánodo común. Cada pin de salida del driver controla un segmento del display. (Ver la figura 2.9).

El consumo de corriente por cada segmento del display es de 30mA por lo que resulta conveniente utilizar el driver ULN2803 que permite extraer 500mA por cada pin de salida, debido a sus transistores Darlington internos<sup>1</sup>, aportando potencia al circuito.

En el diagrama de bloques de la figura 2.10 se puede observar la interfaz del bloque de potencia y que cada uno de los drivers ULN2803 maneja un display de 7 segmentos.

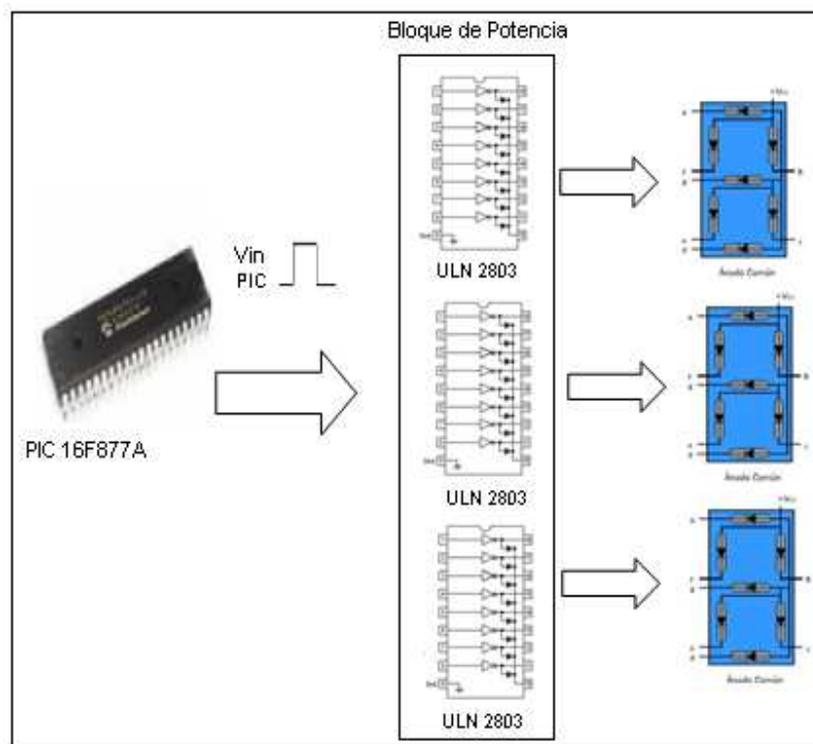


Figura 2.10 Diagrama de bloques de la etapa de potencia

<sup>1</sup> En el Anexo 11 se puede consultar con más detalles las características del C.I. ULN2803.

### 2.3.1.5 Bloque de visualización

A este bloque le corresponde la visualización de datos, a través de los displays de 7 segmentos de ánodo común<sup>1</sup>, donde se podrán observar las señales procesadas por el microcontrolador PIC y la acción que está llevando a cabo el prototipo. Para el presente proyecto se utilizaron tres displays de 7 segmentos de ánodo común.

En la figura 2.11 se puede observar que las salidas de los drivers ULN2803 están conectadas a los displays, mediante resistencias de protección para los segmentos.

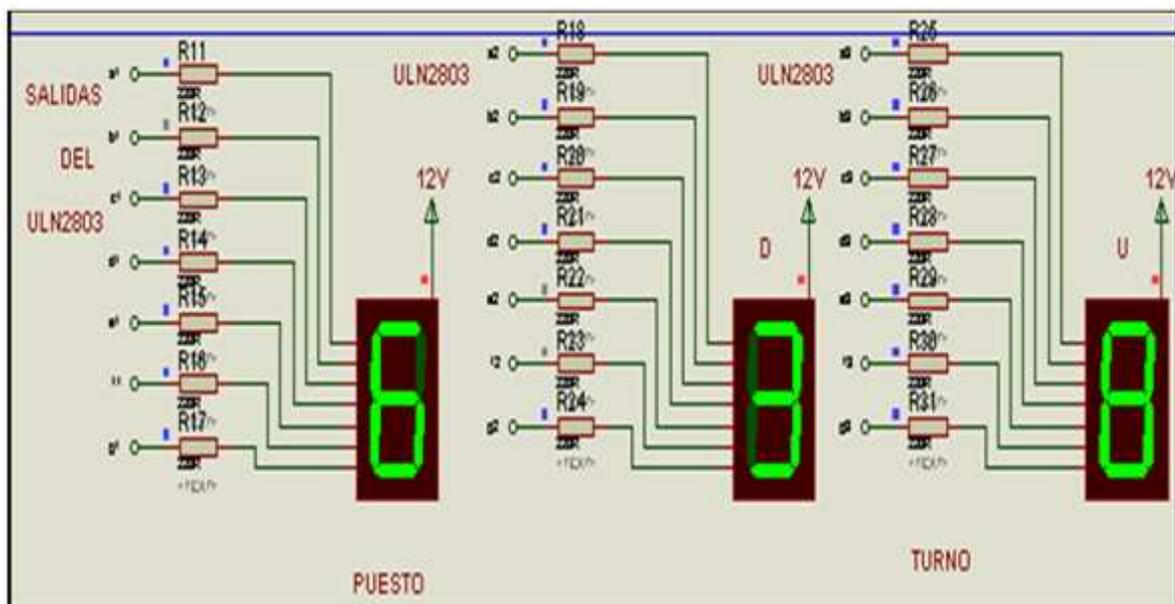


Figura 2.11 Diagrama esquemático del bloque de visualización

#### 2.3.1.5.1 Cálculo del valor de la resistencia para protección de los segmentos

Cada segmento del display está compuesto por 5 diodos leds de color rojo.

La caída de voltaje o voltaje de umbral en cada diodo es de 1,6V, la corriente máxima que circula por cada uno de los segmentos es de 30mA. Con todos los datos mencionados, a continuación se procede a calcular la resistencia limitadora ( $R_{lim}$ ).

$$R_{(lim)} = \frac{V_{cc} - V(\text{umbral})}{I(\text{segmento})} = \frac{12V - 5(1,6V)}{30mA} = 133,333\Omega$$

<sup>1</sup> Revisar capítulo 1, subcapítulo 1.5.2.1 (Display de 7 segmentos de Ánodo Común).

Se escogió una resistencia de  $220\Omega$ , para una mayor protección de los segmentos.

### 2.3.1.5.2 Display de 7 segmentos FYS-40011BUHR

En la figura 2.12 se puede apreciar la distribución de pines y las dimensiones en centímetros del display de 7 segmentos de ánodo común, utilizados en el prototipo.

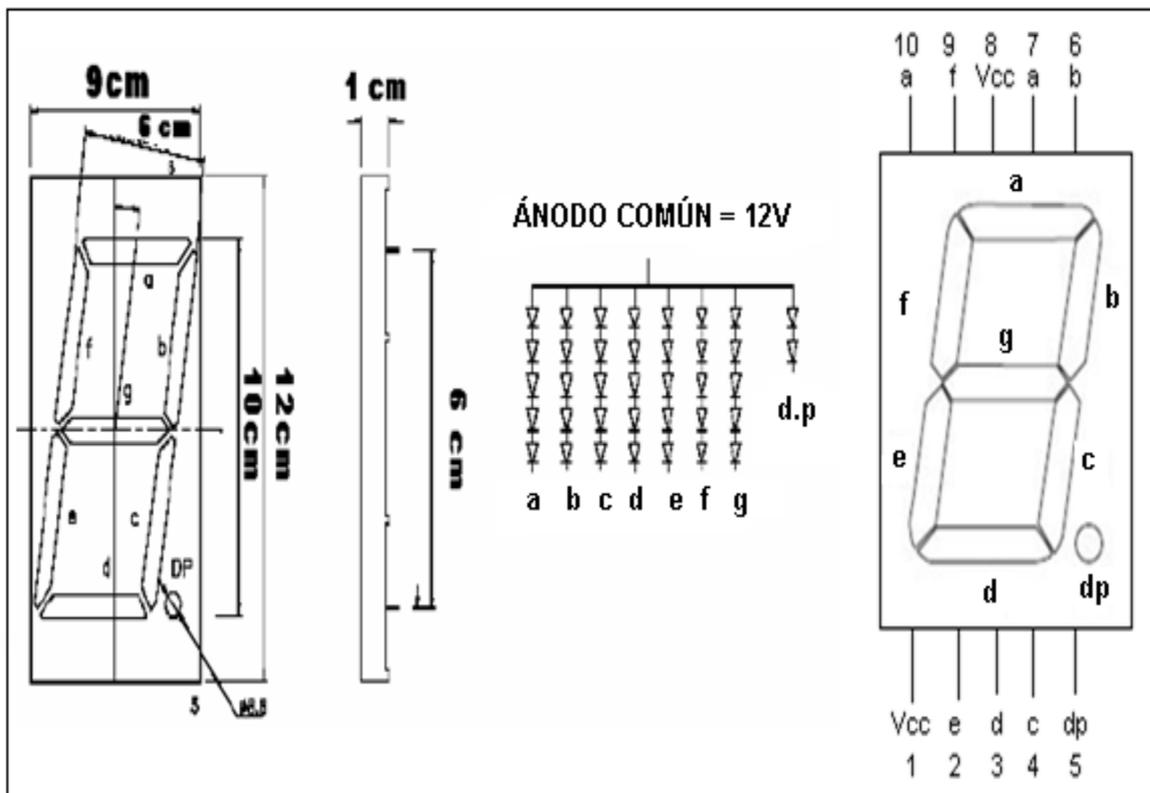


Figura 2.12 Dimensión y distribución de pines del display

### 2.3.1.5.3 Características eléctricas del display FYS-40011BUHR<sup>[17]</sup>

En la tabla 2.3 se observan las características eléctricas del display de 7 segmentos.

Parameter	High Efficiency Red	Units
Power dissipation	105	mW
DC Forward Current	30	mA
Peak Forward Current [1]	160	mA
Reverse Voltage	12	V
Operating/Storage Temperature	-40°C To +85°C	
Lead Solder Temperature [2]	260°C For 5 Seconds	

Tabla 2.3 Características eléctricas del display FYS-40011BUHR

### 2.3.1.6 Bloque transductor

El bloque transductor está constituido por un transistor NPN 2N3904<sup>1</sup> el cual funciona como un amplificador de corriente, un parlante de 8Ω, una resistencia de 1KΩ, y un potenciómetro de 10KΩ.

Por cada pulsación del bloque de mando el microcontrolador PIC envía una señal por el pin RE1 a la base del transistor 2N3904, la base controlara la cantidad de corriente que pasa del colector al emisor, produciendo un pequeño sonido por el parlante, a mayor corriente de base mayor es la corriente en el colector.

El sonido se puede escuchar por cada pulsación del bloque de mando.

La resistencia de 1KΩ limita la corriente que envía el PIC a través del pin RE1.

Con el potenciómetro de 10KΩ se puede variar la intensidad de corriente que entra a la base del transistor, esto a su vez produce un aumento o disminución del sonido que emite el parlante.

En la siguiente figura 2.13 se observa el diagrama esquemático del bloque transductor. El emisor del transistor está conectado a GND, la base va conectada

<sup>1</sup> Para consultar características eléctricas y distribución de pines del transistor NPN 2N3904, revisar el Anexo 10.

al terminal móvil del potenciómetro, y entre colector y VCC (5V) está conectado el parlante.

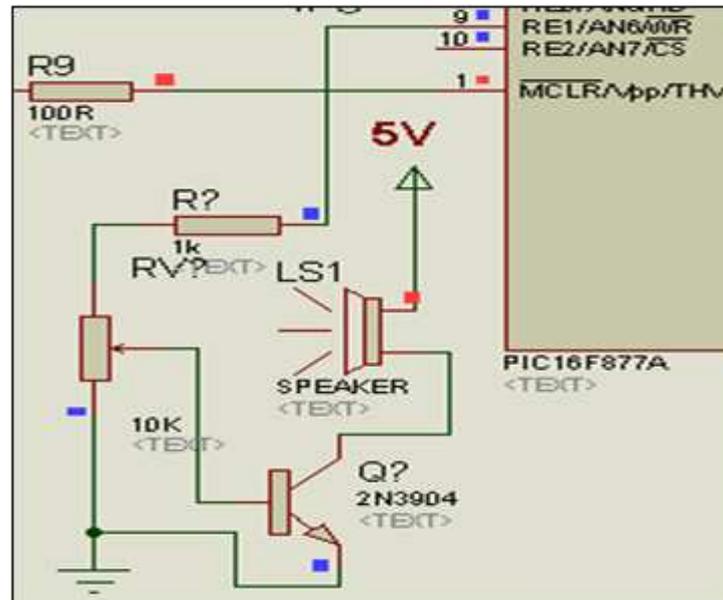


Figura 2.13 Diagrama esquemático del bloque transductor

En la siguiente figura 2.14 se pueden observar gráficamente, los dispositivos utilizados en el bloque transductor.



Figura 2.14 Elementos utilizados en el bloque transductor

### 2.3.2 FUNCIONAMIENTO TOTAL DEL CIRCUITO

El diagrama circuital total, se puede observar en la siguiente figura 2.15.

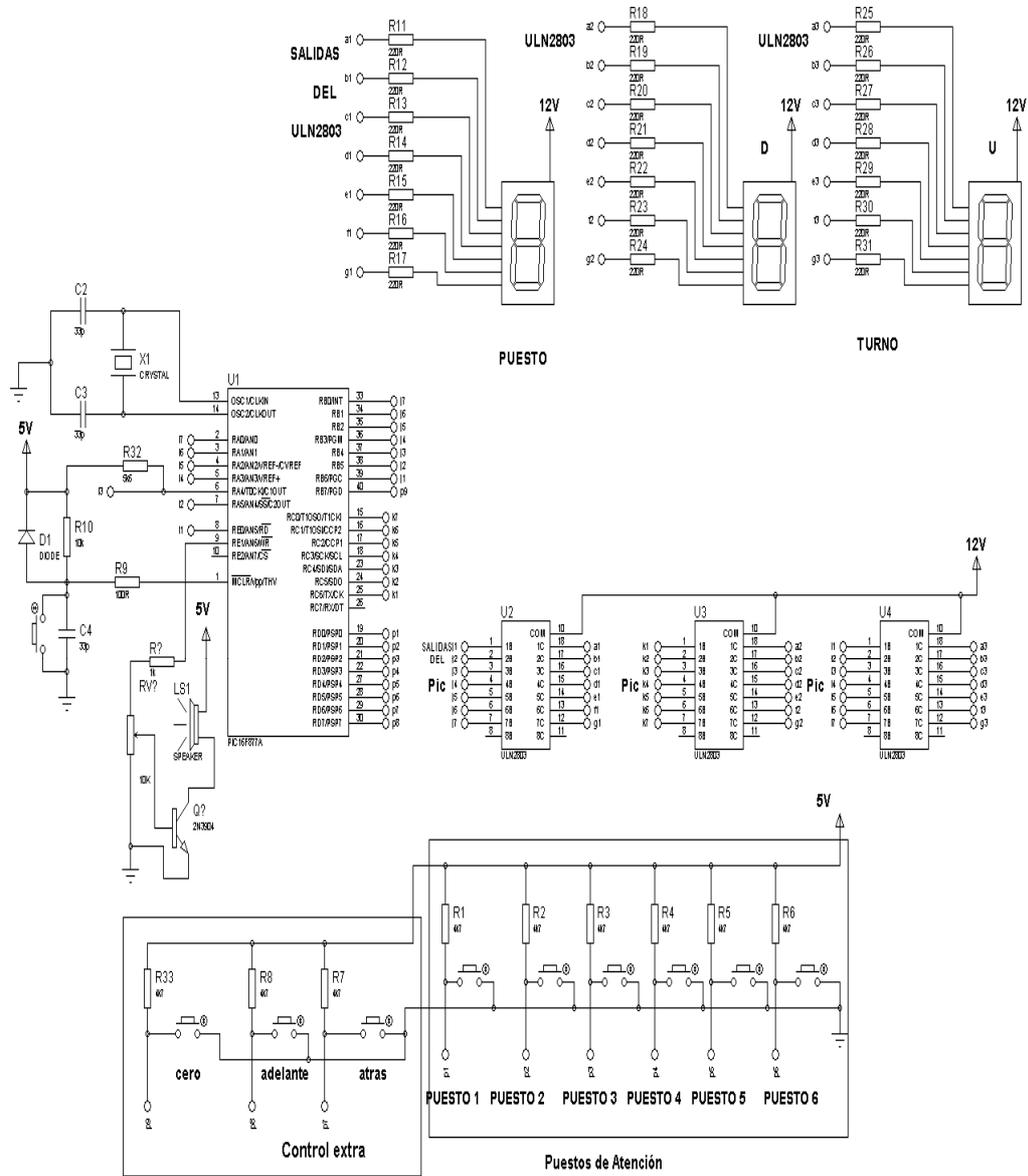


Figura 2.15 Diagrama circuital completo

El microcontrolador PIC 16F877A para el proyecto está definido de la siguiente manera: El puerto RA con 6 líneas y una línea del puerto RE (RE0) están

configurados como salidas de datos. Estas líneas están destinadas a controlar el primer display de 7 segmentos de ánodo común correspondiente a las unidades.

El puerto RC con 8 líneas, está configurado como salida de datos y está destinada a controlar el segundo display de 7 segmentos correspondiente a las decenas.

Cabe señalar que estos dos displays nos indican el número de turnos de (1 a 99).

El puerto RB con 8 líneas, de las cuales 7 líneas están configuradas como salidas de datos de (RB0 a RB6) van a controlar el tercer display de 7 segmentos, que nos indica el puesto de atención de (1 a 6) puestos diferentes.

El puerto RD con 8 líneas más una línea (RB7), están configuradas como entradas. A estos pines van conectados los pulsadores que están distribuidos de la siguiente manera:

RD0, RD1, RD2, RD3, RD4, RD5 corresponden a los pulsadores o puestos de atención P1, P2, P3, P4, P5, P6 respectivamente.

Los pines RD6 y RD7 corresponden a los pulsadores P7 y P8 sirven para el control adicional del circuito de los cuales:

P7 disminuye los turnos de uno en uno.

P8 incrementa los turnos de uno en uno.

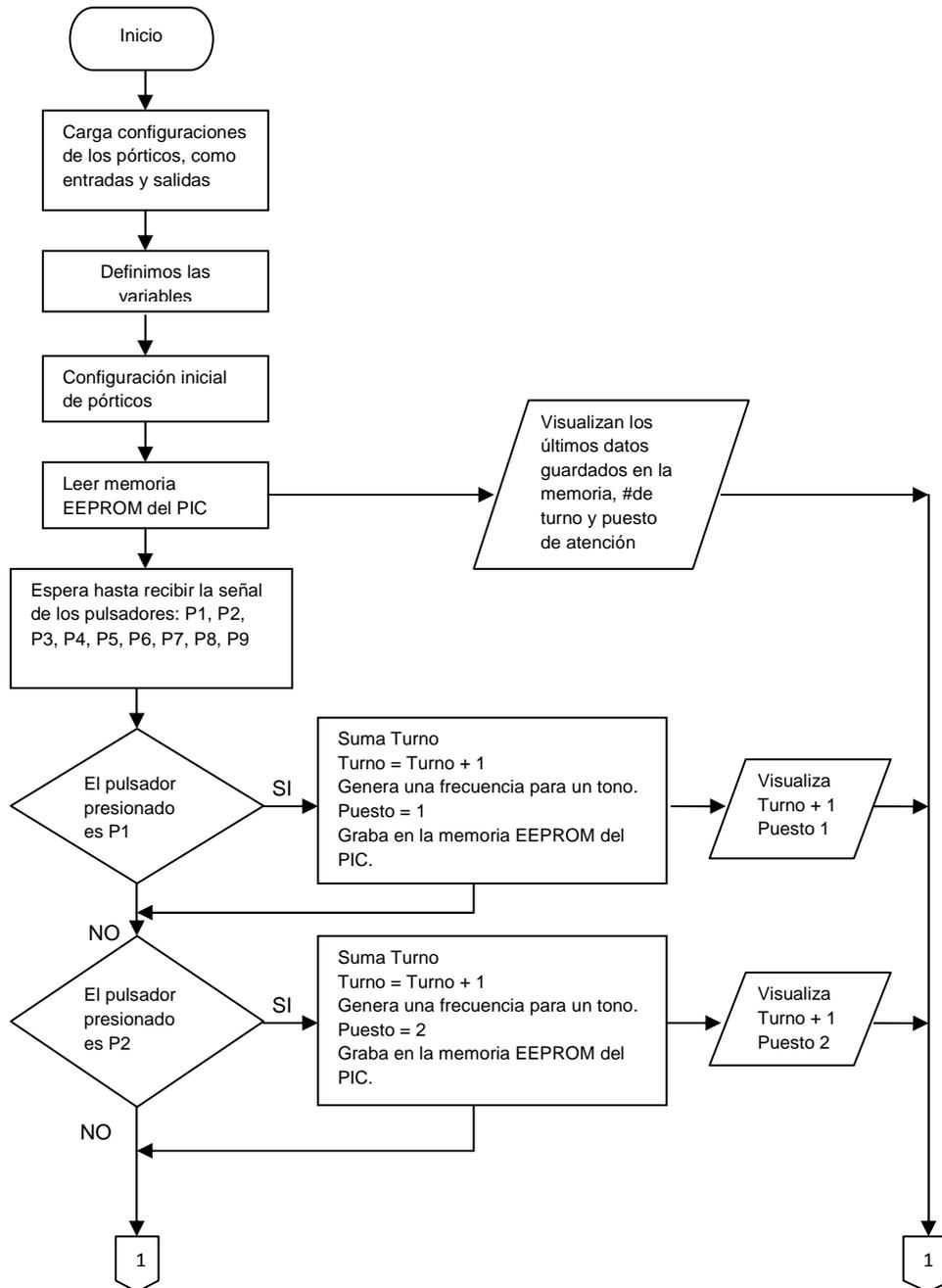
El pulsador P9 está conectado al pin RB7, su función es de poner en cero los displays que muestran los turnos.

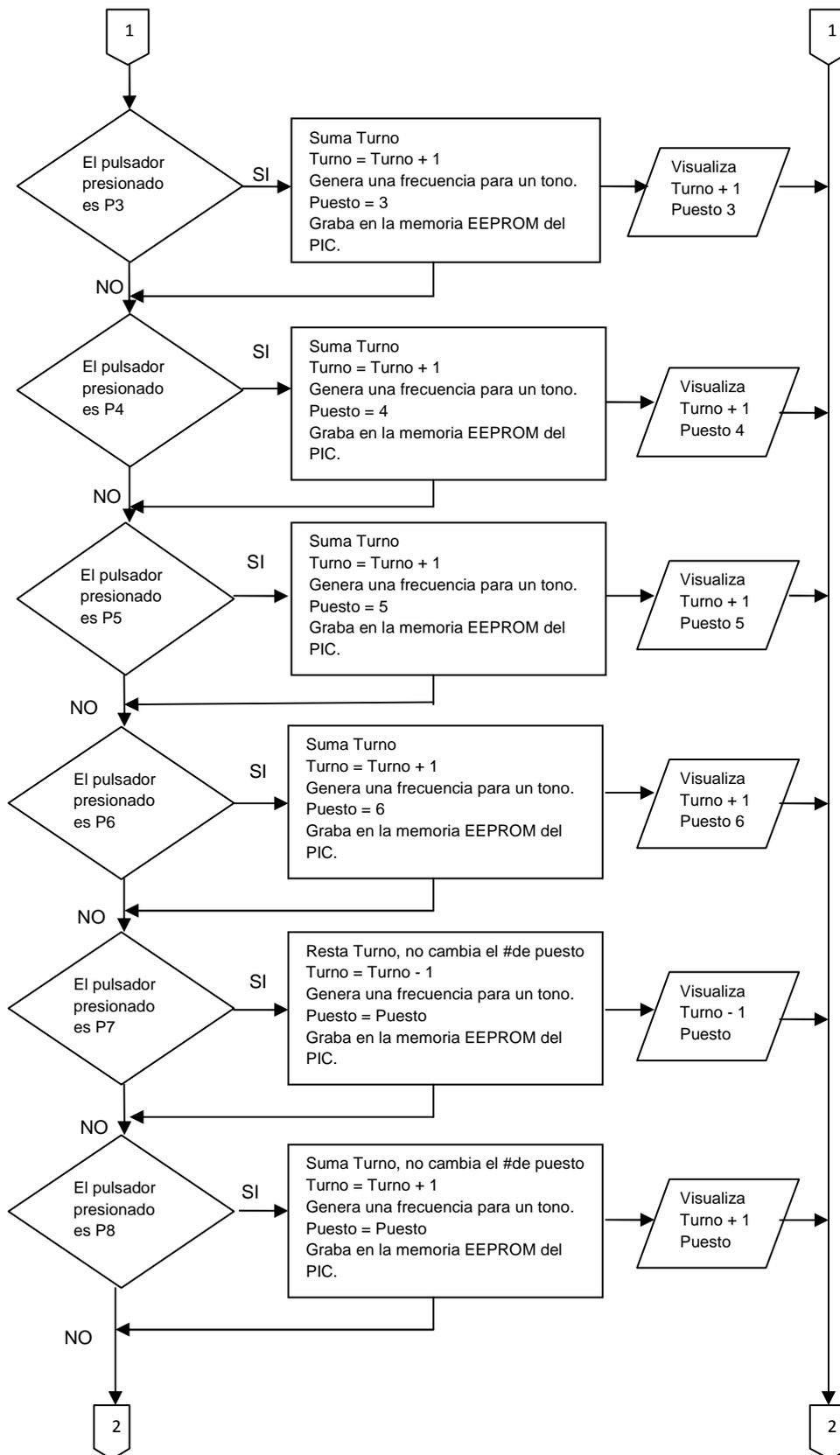
Cada vez que presionamos un pulsador de atención (P1, P2, P3, P4, P5, P6), del bloque de mando, envía un nivel lógico bajo (0L) al PIC incrementando de uno en uno el número de turnos hasta llegar al valor máximo que es (99) luego se resetea y continúa de nuevo la cuenta desde 0. Este conteo lo observamos en dos displays de 7 segmentos de ánodo común, al mismo tiempo en un tercer display indica de cual puesto fue presionado el pulsador de atención.

## 2.4 DISEÑO DEL PROGRAMA PARA EL MICROCONTROLADOR

### 2.4.1 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE PROGRAMACIÓN

El diagrama de flujo de la figura 2.16 muestra el funcionamiento lógico que debe tener el programa.





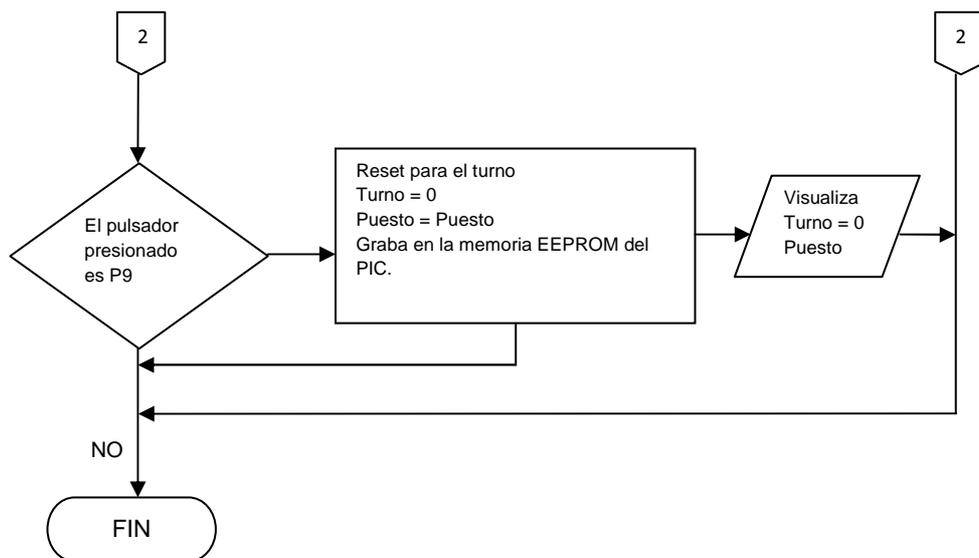


Figura 2.16 Diagrama de flujo del proceso de programación

El diagrama de flujo de la figura 2.16 empieza configurando los puertos del microcontrolador, puerto A, puerto B, puerto C, puerto D, puerto E, como entradas y salidas de datos. Luego se definen las variables: a, x, num, turno, puesto, para almacenar los datos. Se asigna también nombres a cada una de las líneas del puerto D, P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9.

A continuación el microcontrolador pone las configuraciones iniciales en los pódicos y carga los últimos datos guardados en la memoria EEPROM, para que se visualicen en los displays.

El microcontrolador espera la señal de los pulsadores para tomar decisiones. Según el pulsador que haya sido presionado, visualiza en los displays de 7 segmentos el puesto y el turno que le corresponde.

#### 2.4.2 EDICIÓN DEL PROGRAMA FUENTE PARA EL MICROCONTROLADOR<sup>1</sup>

Para la realización del proyecto se ha requerido la utilización de MicroCode Studio Plus. Es un software que se emplea para la programación del microcontrolador utilizando el lenguaje Basic. Es donde se puede escribir el código del programa permitiendo realizar las correcciones de errores de sintaxis.

<sup>1</sup> En el Anexo 1 se encuentra el programa redactado en su totalidad.

En la figura 2.17 se puede apreciar la pantalla principal de MicroCode Studio Plus donde se puede escribir el programa para el microcontrolador PIC.

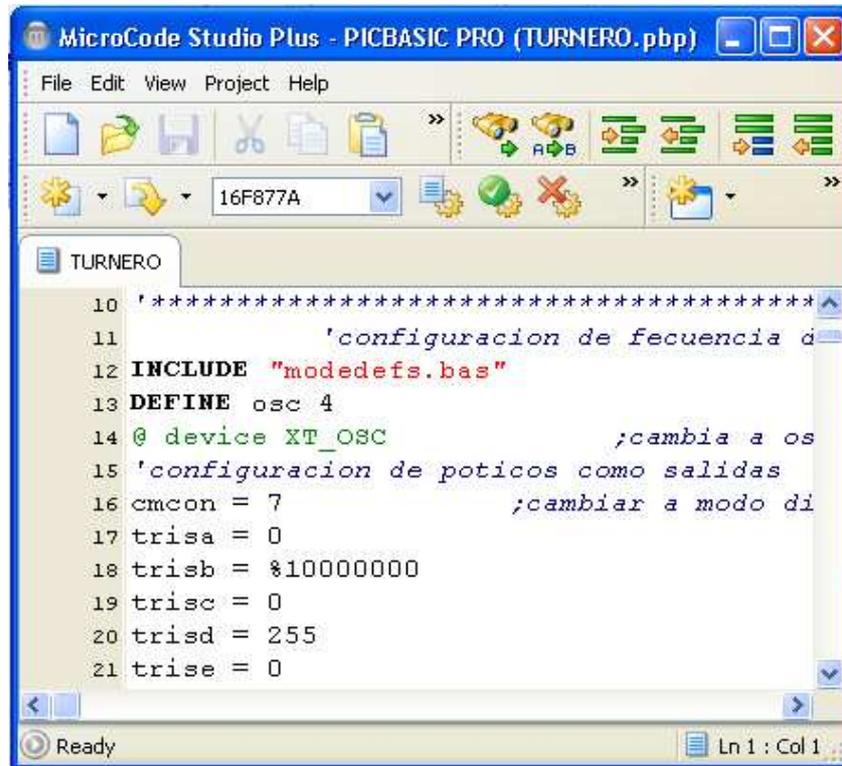


Figura 2.17 Pantalla principal de MicroCode Studio Plus

Al finalizar el programa, se compila, creando un archivo (.Hex) para poder ser grabado en el microcontrolador PIC 16F877A.

### 2.4.3 SIMULACIÓN

Una herramienta importante para la simulación del circuito es el Proteus.<sup>[18]</sup>

Este software es una compilación de programas de diseño y simulación electrónica, se especializa en la simulación de microcontroladores previamente programados. Consta de dos programas principales ARES e ISIS y los módulos VSM y electra.

#### 2.4.3.1 Isis

El Programa ISIS, (*Sistema de Enrutado de Esquemas Inteligente*) permite diseñar el plano eléctrico del circuito que se desea realizar con componentes muy variados, desde simples resistencias, hasta un microprocesador o

microcontrolador, incluyendo fuentes de alimentación, generadores de señales y muchos otros componentes con prestaciones diferentes. Los diseños realizados en ISIS pueden ser simulados en tiempo real, mediante el módulo VSM, asociado directamente con ISIS.

#### *2.4.3.1.1 El módulo VSM*

Una de las prestaciones de Proteus, integrada con ISIS, es VSM, el (*Sistema Virtual de Modelado*), una extensión integrada con ISIS, con la cual se puede simular, en tiempo real, con posibilidad de más rapidez, todas las características de varias familias de microcontroladores, introduciendo nosotros mismos el programa que controlará el microcontrolador y cada una de sus salidas, y a la vez, simulando las tareas que queramos que lleve a cabo con el programa.

Se pueden simular circuitos con microcontroladores conectados a distintos dispositivos, como motores, lcd's, teclados en matriz, display's, etc. Incluye, entre otras, las familias de PIC's, PIC10, PIC12, PIC16, PIC18, PIC24 y PIC33. ISIS es el corazón del entorno integrado Proteus.

En el siguiente diagrama de la figura 2.18 se puede observar la pantalla principal de ISIS donde se simuló el control de turnos electrónico.

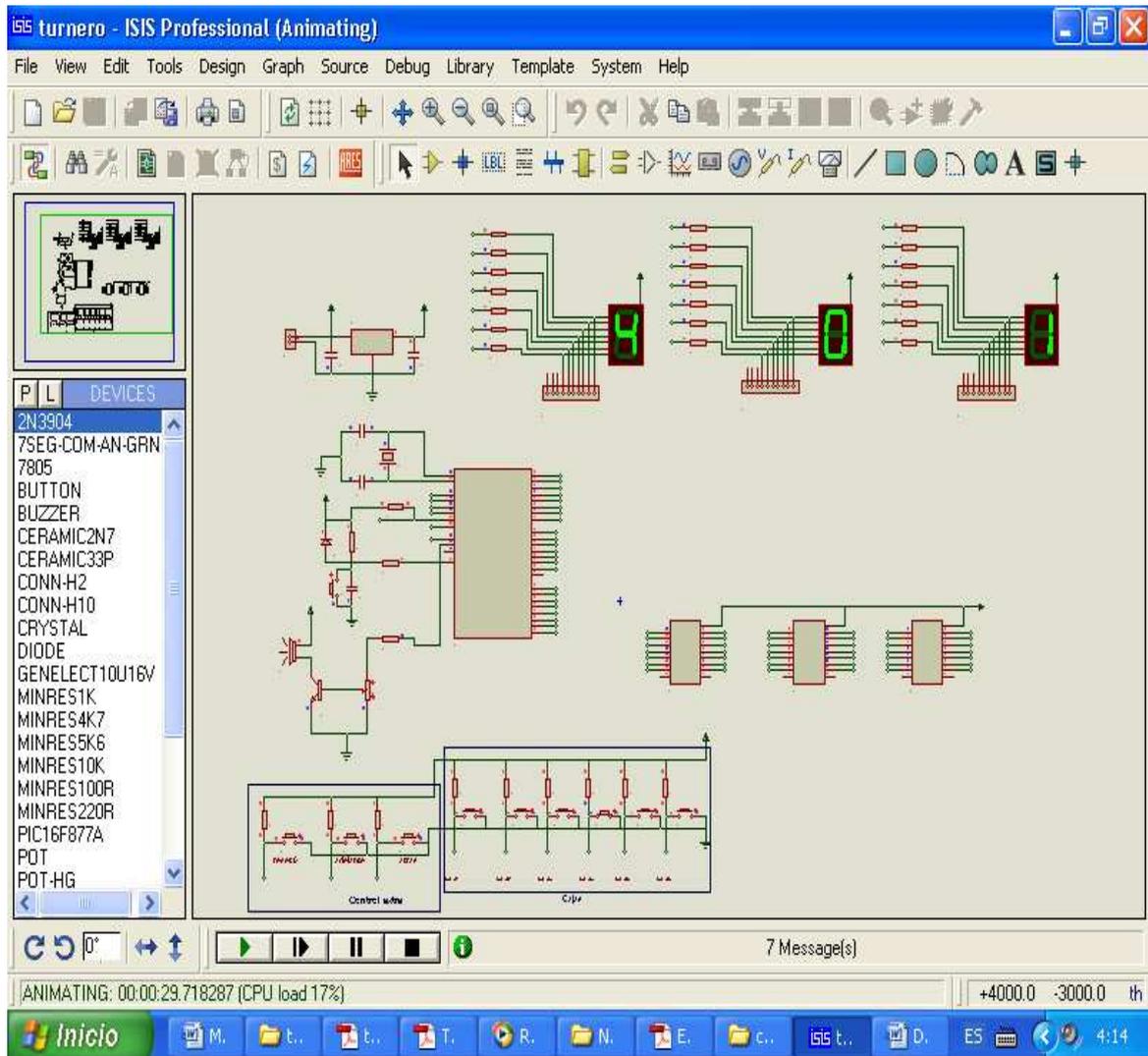


Figura 2.18 Simulación en Proteus (ISIS) del turnero electrónico

## 2.5 GRABACIÓN DEL MICROCONTROLADOR

La grabación nos permite trasladar el archivo (.Hex) a un medio físico como es el microcontrolador, lo que permite comprobar su funcionamiento en tiempo real, y evaluar también el correcto funcionamiento del circuito electrónico en conjunto con el programa desarrollado. Para la grabación del microcontrolador se establece una comunicación entre PC y el PIC, para este propósito se utiliza el software IC-Prog y un grabador de PIC<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> En el Anexo 3 se puede apreciar, el grabador de PIC y el proyecto armado en proto boards funcionando.

En la figura 2.19 se puede observar la pantalla principal del programador de PIC IC-Prog, con el archivo (.Hex) que va a ser grabado en el microcontrolador.

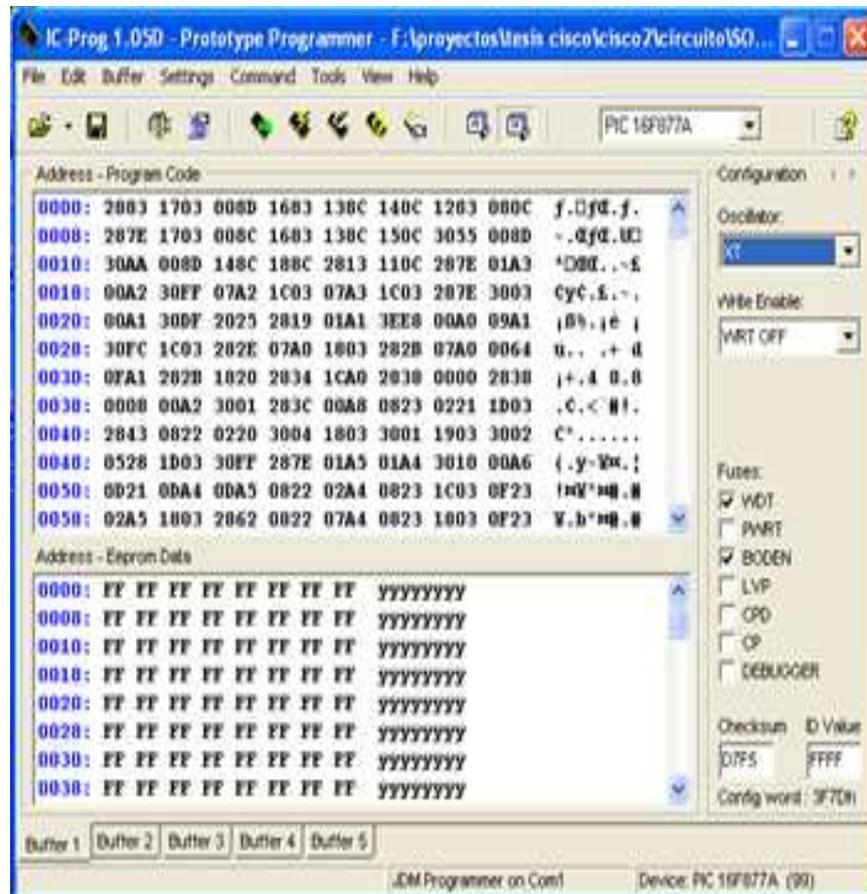


Figura 2.19 Pantalla principal de IC-Prog

## 2.6 DISEÑO DEL CIRCUITO IMPRESO

Para el diseño del circuito impreso se utilizó el ARES, (*Software de Edición y Ruteo Avanzado*); es la herramienta de enrutado, ubicación y edición de componentes, se utiliza para la fabricación de placas de circuitos impresos, permitiendo editar generalmente, las capas superficiales (Top Copper), y de soldadura (Bottom Copper).

En la figura 2.20 se puede observar la pantalla principal de ARES donde se graficaron las pistas para los circuitos impresos.

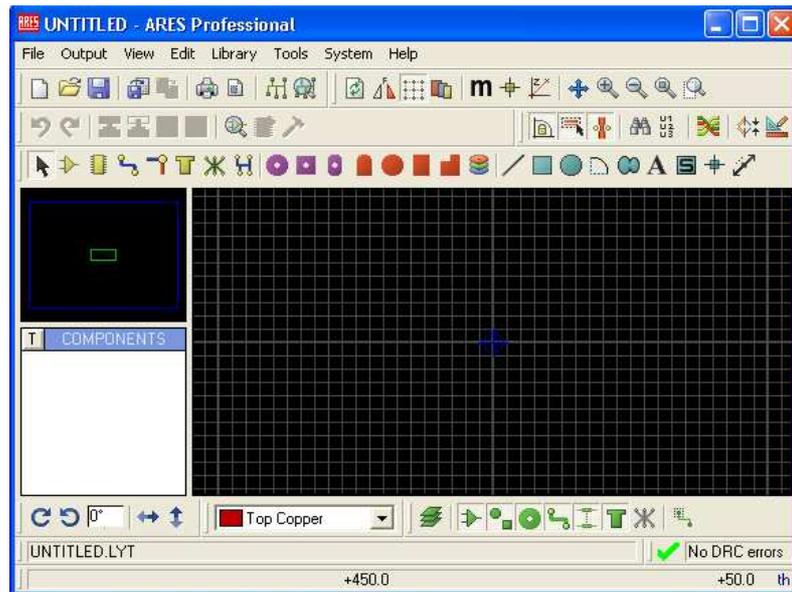


Figura 2.20 Pantalla principal de ARES

### 2.6.1 ELABORACIÓN DE LAS PLACAS <sup>[19]</sup>

Una vez realizado el diseño del circuito con las pistas, se imprimen en una lámina de acetato, en una impresora a láser o fotocopiadora que tengan los cartuchos toner de polvo en color negro. Con esta lámina se puede transferir en forma fácil y rápida el diseño de las pistas que se hizo en ARES, a la baquelita.

El siguiente paso es colocar la lámina con el lado de la tinta sobre el lado del cobre de la baquelita y aplicarle calor con una plancha, por alrededor de 30 segundos, para luego retirar la lámina cuidadosamente, esto hace que las pistas se transfieran a la placa de cobre.

Una vez que las pistas del circuito estén adheridas al cobre, se introduce en un recipiente no metálico que contenga agua y cloruro férrico para que se disuelva el cobre y solo queden las pistas que estén cubiertas de tinta, cuando ya esté listo se lava la placa para que no queden residuos de cobre ni cloruro férrico<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> En el Anexo 4 y Anexo 5, se pueden observar las placas ya terminadas del circuito principal y de los displays de 7 segmentos.

A continuación se procede a la elaboración de los agujeros, finalmente soldamos los elementos a la placa, con estaño y un cautín de baja potencia, para no causar daños a las pistas de cobre, luego se limpian las placas para que no queden residuos de estaño<sup>1</sup>.

En la figura 2.21 se puede apreciar el circuito impreso de las pistas, que se utiliza para la construcción de la placa principal del proyecto.

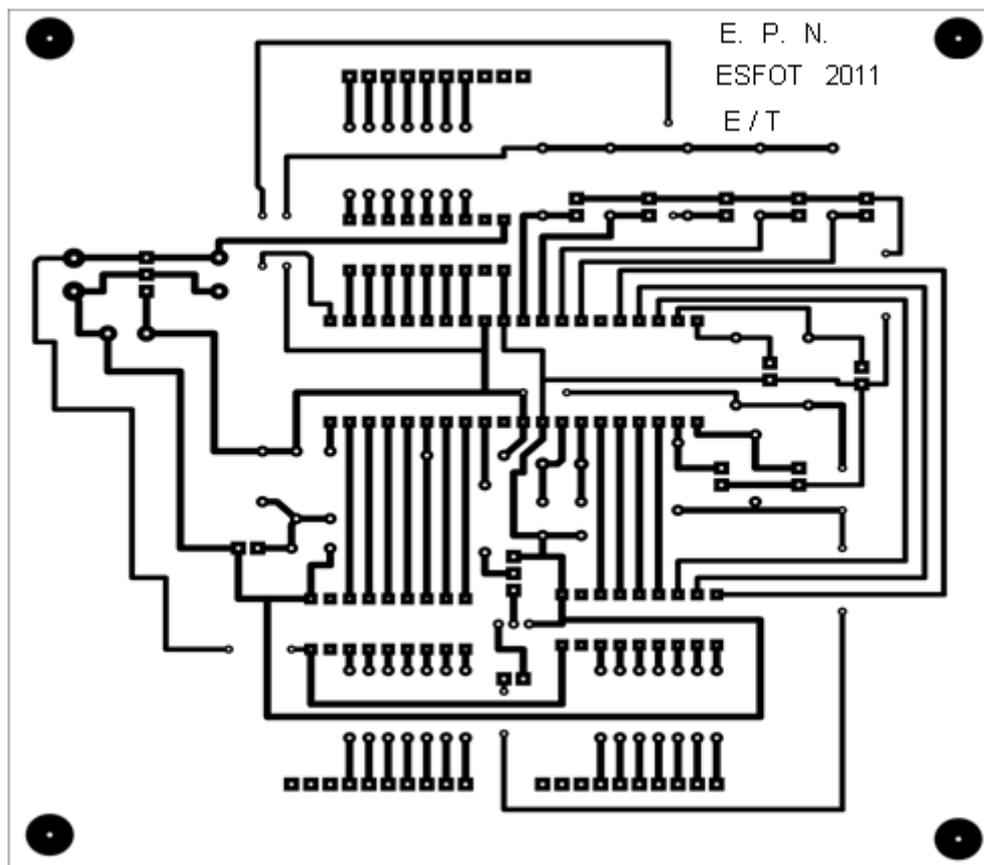


Figura 2.21 Circuito impreso de las pistas para la placa principal

<sup>1</sup> En el Anexo 6 se pueden observar, los elementos y zócalos soldados a la placa principal del circuito.

En diagrama de posicionamiento de la figura 2.22 muestra el lugar y la forma de colocar a los elementos en la placa.

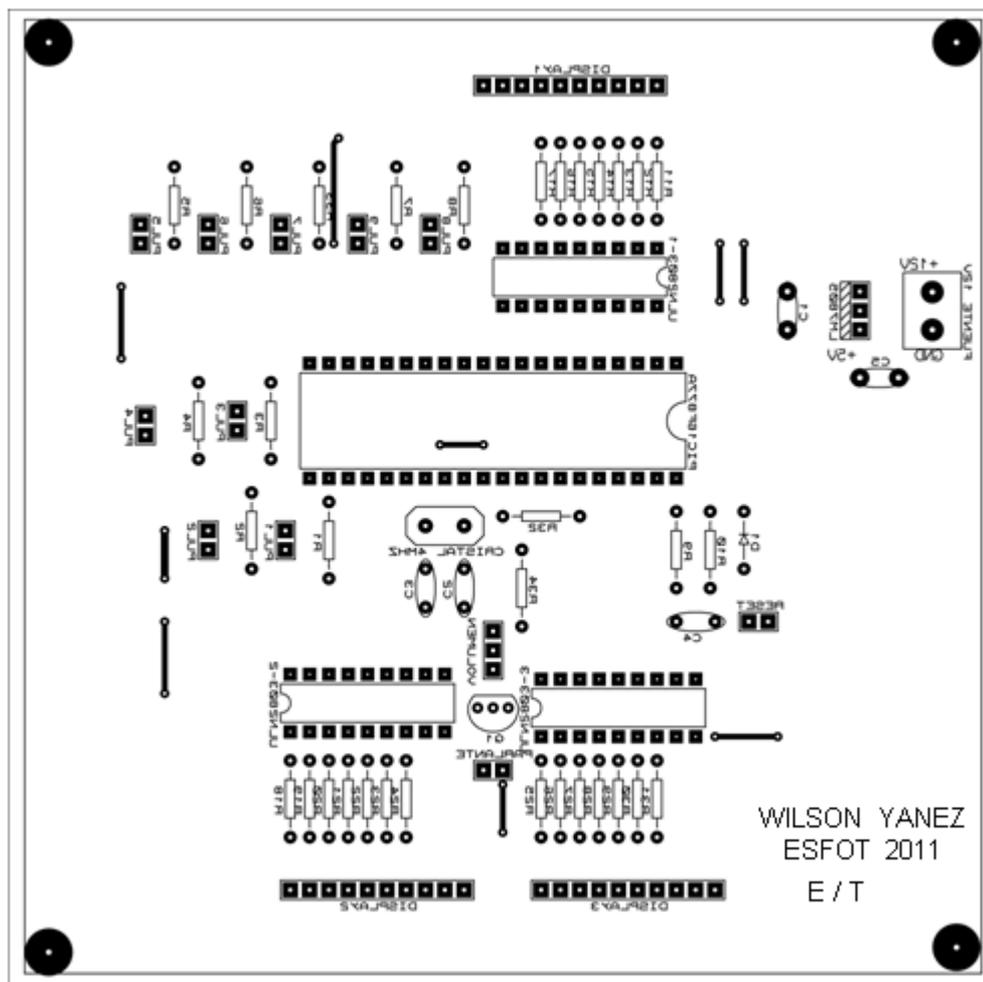


Figura 2.22 Diagrama de posicionamiento de los elementos en la placa

En la figura 2.23 se puede apreciar el circuito impreso con las pistas, para la elaboración de las tres placas de los displays de 7 segmentos.

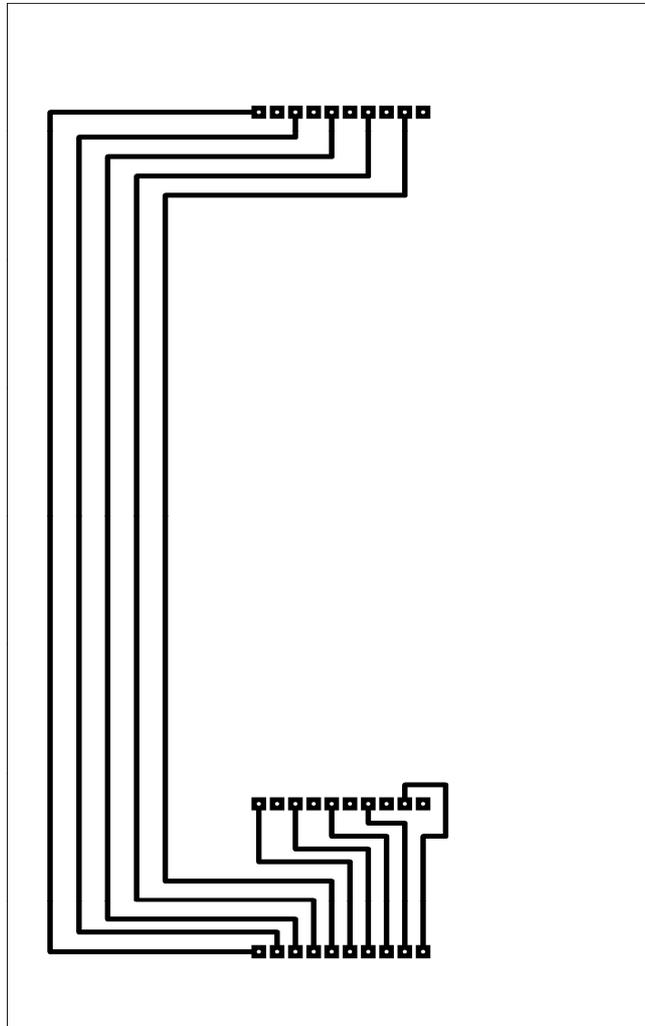


Figura 2.23 Circuito impreso de las pistas para los displays de 7 segmentos

El diagrama de posicionamiento de la figura 2.24 muestra con letras, los pines correspondientes a los segmentos del display de ánodo común.

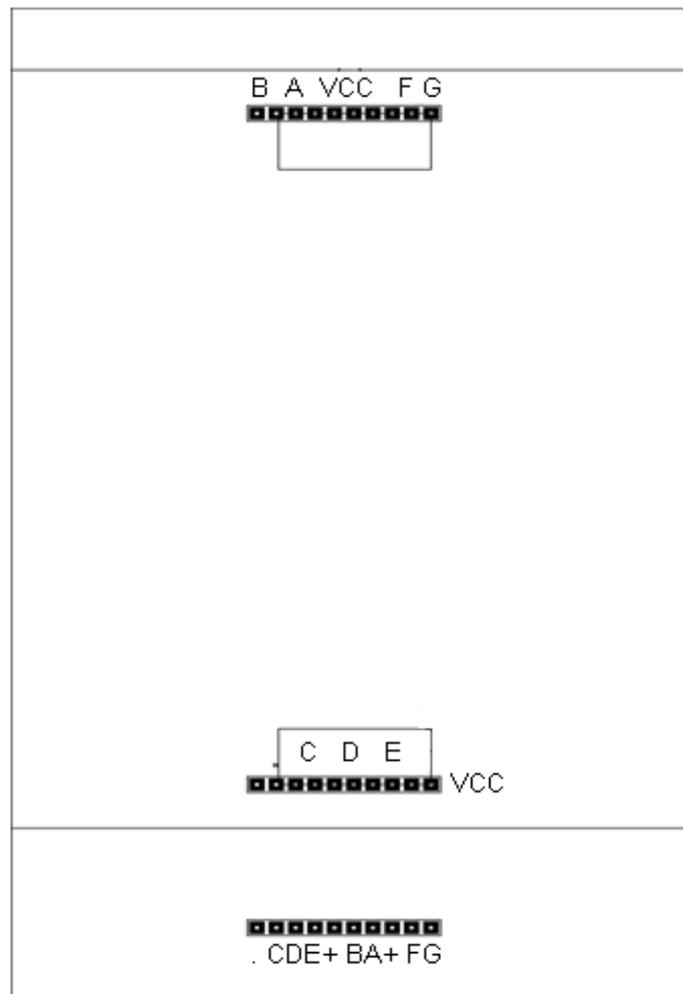


Figura 2.24 Diagrama de posicionamiento para los displays de 7 segmentos

## 2.7 MONTAJE DEL PROTOTIPO<sup>1</sup>

El montaje del prototipo se lo realiza en una caja de madera de 50cm de ancho x 30cm de largo, debido a que ofrece mucha facilidad a la hora de perforar y manipular. El prototipo tendrá acceso en la parte frontal, al bloque de mando (pulsadores), y para la visualización los displays de 7 segmentos. En la parte

<sup>1</sup> En el Anexo 7 y Anexo 8 se pueden observar el montaje del circuito en la caja de madera, y la maqueta terminada en su totalidad.

lateral izquierda del prototipo se encuentra un fusible de protección, un interruptor general para encendido y apagado del prototipo, un diodo led de color verde para comprobar si la fuente está suministrando energía al circuito, y un potenciómetro.

El control de turnos está diseñado para conectarse a una fuente de alimentación de 110V-120V AC.

## CAPÍTULO 3

---

### RESULTADOS, ANÁLISIS TÉCNICO Y DE COSTOS

#### 3.1 RESULTADOS

El prototipo se puede utilizar en lugares cerrados y en una área de aproximadamente 75m<sup>2</sup>. En lugares abiertos se dificulta la visibilidad de los displays, debido a la claridad de los rayos del sol.

La luminosidad y el tamaño de los displays son los adecuados para el proyecto, pudiendo ser visualizados desde una distancia de 10 metros a una altura de 2,5 metros.

El funcionamiento del prototipo es correcto, al accionar el bloque de mando (pulsadores de 1 a 6) se visualiza en los displays el número correspondiente al turno de (1 a 99) y el número de puesto que fue presionado (1 a 6).

Se comprueba el control extra para un ajuste rápido del prototipo pulsadores de (7 a 9). Estos pulsadores sirven para aumentar los turnos, disminuir los turnos y poner en cero los turnos.

#### 3.2 ANÁLISIS TÉCNICO

El proyecto que está desarrollado como prototipo, consta básicamente de tres displays de 7 segmentos, 9 pulsadores, un parlante y un microcontrolador PIC. Todos se encuentran ligados para su buen funcionamiento.

El proyecto puede ser aplicable en una instalación real, donde se quiera atender al público por medio de turnos. Para esto deben trasladarse los pulsadores del bloque de mando a los lugares donde van a ser presionados, ya que en el prototipo los pulsadores se encuentran en la misma maqueta. Una opción para

reubicar los pulsadores puede ser, mediante cable UTP categoría 5e. Observar el diagrama de bloques de la figura 3.1.

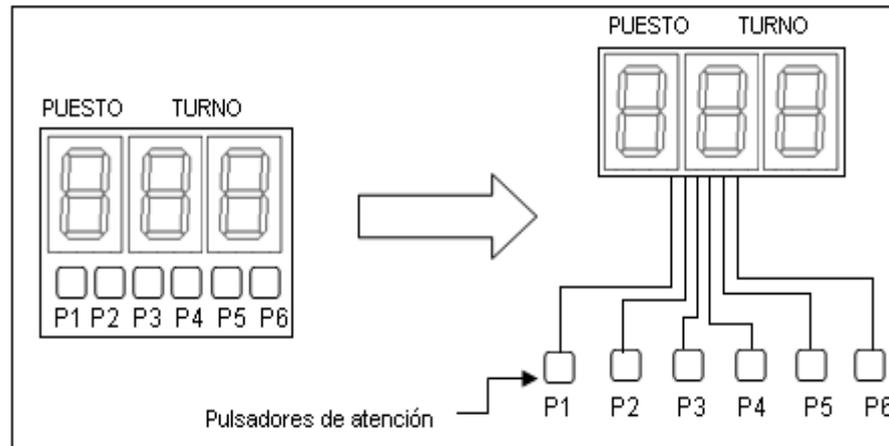


Figura 3.1 Diagrama de bloques en una instalación real del bloque de mando

### 3.3 ANÁLISIS DE COSTOS

Analizan los costos de los materiales utilizados en el proyecto en términos de dinero. La disponibilidad de los materiales y dispositivos que se utilizan en el prototipo, pueden encontrarse en cualquier tienda electrónica, a precios muy cómodos.

En cuanto al costo del control de turnos electrónico, se puede abaratarlo implementando displays más pequeños a los utilizados en el prototipo. Con respecto a la tarjeta electrónica del circuito impreso, puede ser menos costosa producida en mayor cantidad.

En el mercado nacional se pueden encontrar muchos tipos de turneros electrónicos con diferentes características<sup>1</sup>, pero a precios más caros que el costo del presente proyecto.

En la tabla 3.1 se obtendrá un detalle económico de todos los elementos y materiales utilizados para la construcción del prototipo, y su costo total.

<sup>1</sup> En el Anexo 13 se pueden apreciar algunos tipos de turneros electrónicos de venta.

### Costos de materiales y dispositivos utilizados en el proyecto

Cantidad	Elemento	Valor unitario \$	Valor total
3	Display de 7 segmentos de 9x12cm	18	54
1	Microcontrolador PIC 16F877A	7,5	7,5
1	Adaptador de 12V, 3 A	19,5	19,5
3	C.I. ULN2803	0,80	2,4
9	Pulsadores	0,40	3,6
1	Parlante 8Ω de 5W	2,25	2,25
28	Resistencias 1KΩ	0,10	2,80
10	Resistencias 5,6KΩ	0,10	1
2	Resistencias 10KΩ	0,10	0,20
2	Resistencias 100Ω	0,10	0,20
1	Resistencia 10Ω	0,10	0,10
3	Condensadores de 33pF	0,08	0,24
1	Condensador de 1μF	0,08	0,16
1	Condensador de 0,1μF	0,08	0,08
1	Cristal de 4MHz	0,90	0,90
3	Leds	0,15	0,45
1	Potenciómetro de 10K	0,25	0,25
1	Regulador de voltaje LM7805	0,45	0,45
4	Zócalos	0,60	2,40
1	Caja de madera	15	15
4	Baquelitas	1,5	6
20	Conectores	0,43	8,6
1	Transistor NPN 2N3904	0,40	0,40
3	Cloruro Férrico	0,40	1,20
3 m	Cable utp cat 5	0,50	1,50
TOTAL			\$ 131,18

Tabla 3.1 Costos de los materiales y dispositivos utilizados

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### CONCLUSIONES

- Se logró a satisfacción el objetivo principal planteado en este proyecto que fue la de construir un prototipo para el control de turnos electrónico con 6 puestos diferentes de llamadas y 99 turnos, en base a un microcontrolador PIC. Con esto se consigue visualizar de forma constante y clara el número del turno atendido y el puesto que atiende al turno.
- La finalidad de este prototipo de control de turnos es ayudar a mantener un orden en todo lugar donde se atiende al público, mediante tres displays de 7 segmentos, facilitando a los usuarios moverse libremente por el lugar, mientras esperan su turno.
- El uso de microcontroladores PIC, tiene que ser extendido en todo el campo de la electrónica ya que nos permite realizar tareas sencillas, hasta las más complejas.
- La decisión de utilizar el microcontrolador PIC 16F877A fue acertada, debido a su gran capacidad, fácil manejo y programación, además porque se utilizan todos sus puertos.
- En el bloque de mando se utilizan pulsadores normales que se activan presionándolos en cualquier dirección.
- Para el control de los displays de 7 segmentos, se conectaron a las salidas del microcontrolador PIC, drivers de corriente ULN 2803, estos dispositivos permiten controlar cargas que funcionan con voltajes y corrientes mayores a las de la tecnología TTL 5V. Además protegen al PIC de las corrientes altas que pueden generar estas cargas.
- Los displays de 7 segmentos utilizados son de 12x9cm y funcionan con un voltaje de 12V se prefirió estos displays debido a que ofrecen una buena

luminosidad y mejor visibilidad, lo que es fundamental para el proyecto, las resistencias que se utilizan para las protecciones de los segmentos son de  $220\Omega$ .

- Retiene en la memoria del microcontrolador PIC el último número y puesto seleccionado ante un corte de energía eléctrica.
- El programa para el microcontrolador fue desarrollado en lenguaje Basic en el software MicroCode Studio Plus.

## **RECOMENDACIONES**

- Es recomendable saber las características técnicas de los elementos que se van a utilizar como voltajes, corrientes, la información se puede encontrar en el datasheet de cada dispositivo.
- Para un mejor sonido por cada pulsación del bloque de mando, se recomienda que el circuito active un timbre. También se puede utilizar una memoria que reproduzca sonidos ya grabados con un parlante de mayor potencia.
- El manejo de dispositivos electrónicos exige mucho cuidado, por su fragilidad, susceptibilidad a daños ocasionados por la incorrecta instalación.
- Debido a que los pulsadores de atención están siendo manipulados constantemente, pueden dañarse, si esto sucede reemplazarlos por unos nuevos de similares características.
- En el caso de que se quiera utilizar el control de turnos en lugares abiertos, se recomienda, cambiar los displays de 7 segmentos por displays formados por diodos leds de alta luminosidad.

- El prototipo realizado en el presente proyecto, da la posibilidad de mejorar el diseño efectuado. Por ejemplo añadir un cuarto display de 7 segmentos para que se pueda también informar la hora. Así mismo se puede pensar en un control de mando totalmente inalámbrico.
- En el caso de que no se haya usado el prototipo durante un tiempo considerable, revisar los contactos de los diferentes elementos electrónicos y utilizar un limpiador para remover las posibles oxidaciones en los contactos, esto puede ser el motivo para que el circuito no funcione.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] [http://www.unicrom.com/Tut\\_transistor\\_bipolar.asp](http://www.unicrom.com/Tut_transistor_bipolar.asp)
- [2] <http://ocw.um.es/ingenierias/tecnologia-y-sistemas-electronicos/material-de-clase-1/tema-3.-transistores-de-union-bipolar-bit.pdf>
- [3] <https://www.itescam.edu.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/r39426.PDF>
- [4] [http://quegrande.org/apuntes/grado/1G/TEG/teoria/10-11/tema\\_7\\_-\\_transistores\\_bipolares.pdf](http://quegrande.org/apuntes/grado/1G/TEG/teoria/10-11/tema_7_-_transistores_bipolares.pdf)
- [5] [http://www.unicrom.com/tut\\_darlington.asp](http://www.unicrom.com/tut_darlington.asp)
- [6] <http://www.ucontrol.com.ar/wiki/index.php?title=ULN2803>
- [7] <http://www.datasheetarchive.com/>
- [8] Santiago Corrales V. 2006, Electrónica Práctica con microcontroladores PIC, primera Edición, Quito-Ecuador.
- [9] <http://www.monografias.com/trabajos12/microco/microco.shtml>
- [10] Ing. Costales Alcívar, Apuntes control con microprocesadores
- [11] Ing. Costales Alcívar, Apuntes curso avanzado de microcontroladores PIC's
- [12] <http://perso.wanadoo.es/pictob/micropic.htm>
- [13] <http://electronico.wordpress.com/2008/02/28/hola-mundo/>
- [14] <http://www.ucontrol.com.ar/wiki/index.php?title=LM78xx>
- [15] <http://www.microchip.pic16F877A.pdf.com>
- [16] Hardware of the PIC16F877, [http://www.interq.or.jp/japan/se-inoue/e\\_pic877.htm](http://www.interq.or.jp/japan/se-inoue/e_pic877.htm)
- [17] <http://www.ucontrol.com.ar/Articulo20/Display4x7seq/4x7seq.htm>
- [18] [http://es.wikipedia.org/wiki/Proteus\\_%28electr%C3%B3nica%29](http://es.wikipedia.org/wiki/Proteus_%28electr%C3%B3nica%29)
- [19] AUTOR: Carlos A. Reyes, Aprenda a programar rápidamente Microcontroladores PIC.

**ANEXOS**

## PROGRAMA UTILIZADO

```

*****
!* Name   : TURNERO ELECTRONICO.BAS      *
!* Author : [WILSON YANEZ]               *
!* Notice : Copyright (c) 2011 [WILSON YANEZ] *
!*        : All Rights Reserved          *
!* Date   : 26/03/2011                   *
!* Version : 1.0                          *
!* Notes  :                               *
!*        :                               *
*****

'configuracion de frecuencia del reloj
INCLUDE "modedefs.bas"
define osc 4
@ device XT_OSC          ;cambia a oscilador XT en el IC prog
'configuracion de porticos como salidas
cmcon = 7                ;cambiar a modo digital todo el puerto A
trisa = 0
trisb = %10000000
trisc = 0
trisd = 255
trise = 0

'declaracion de variables
a var byte
x var word
num   var byte
numero var byte
nota  var byte
caja  var byte
unidad var byte
decena var byte
'declaracion de alias
p1 var portd.0
p2 var portd.1
p3 var portd.2
p4 var portd.3
p5 var portd.4
p6 var portd.5
P7 VAR portd.6
P8 VAR portd.7

```

P9 var portb.7

```

puesto    var portb
decenas   var portc
unidades  var porta

```

'estado inicial de variables

```

portb = 0
portc = 0
porta = 0
read 0,caja
read 1,num
if num = 255 then
write 0,1
write 1,1
endif

```

```

'caja = 0
'num = 1
porte = 0
gosub sacar
inicio:

```

!\*\*\*\*\*

'INICIO DE RUTINAS PARA BARRIDO

'RUTINA PUESTO 1

'-----

```

if p1 = 0 then
  read 1,num
  num = num + 1
  caja = 1
  write 0, caja
  write 1, num
  for x = 0 to 20
    porte = %00000010
    pauseus 440
    porte = %00000000
    pauseus 440
  next x

  for x = 0 to 15

```

```
porte = %00000010
    pauseus 400
    porte = %00000000
    pauseus 400
    next x
gosub sacar
pul1:
if p1 = 0 then
pause 25
goto pul1
endif
endif
```

```
'RUTINA PUESTO 2
```

```
'-----
```

```
if p2 = 0 then
read 1,num
    num = num + 1
    caja = 2
    write 0, caja
    write 1, num
    for x = 0 to 10
        porte = %00000010
        pauseus 540
        porte = %00000000
        pauseus 540
    next x

    for x = 0 to 20
        porte = %00000010
        pauseus 940
        porte = %00000000
        pauseus 940
    next x
gosub sacar
pul2:
if p2 = 0 then
pause 25
goto pul2
endif
endif
'RUTINA PUESTO 3
```

```

'-----
if p3 = 0 then
read 1,num
  num = num + 1
  caja = 3
  write 0, caja
  write 1, num
  for x = 0 to 20
    porte = %00000010
    pauseus 640
    porte = %00000000
    pauseus 640
  next x

  for x = 0 to 10
    porte = %00000010
    pauseus 200
    porte = %00000000
    pauseus 200
  next x
  gosub sacar
pul3:
if p3 = 0 then
  pause 25
  goto pul3
endif
endif

```

```

'RUTINA PUESTO 4

```

```

'-----
if p4 = 0 then
read 1,num
  num = num + 1
  caja = 4
  write 0, caja
  write 1, num
  for x = 0 to 20
    porte = %00000010
    pauseus 740
    porte = %00000000
    pauseus 740
  next x

```

```
    for x = 0 to 10
        porte = %00000010
        pauseus 500
        porte = %00000000
        pauseus 500
    next x
    gosub sacar
    pul4:
    if p4 = 0 then
        pause 25
        goto pul4
    endif
endif
```

```
'RUTINA PUESTO 5
```

```
'-----
```

```
read 1,num
if p5 = 0 then
    num = num + 1
    caja = 5
    write 0, caja
    write 1, num
    for x = 0 to 20
        porte = %00000010
        pauseus 840
        porte = %00000000
        pauseus 840
    next x

    for x = 0 to 10
        porte = %00000010
        pauseus 440
        porte = %00000000
        pauseus 440
    next x
    gosub sacar
    pul5:
    if p5 = 0 then
        pause 25
        goto pul5
    endif
endif
```

'RUTINA PUESTO 6

'-----

```

if p6 = 0 then
read 1,num
  num = num + 1
  caja = 6
  write 0, caja
  write 1, num
  for x = 0 to 20
    porte = %00000010
    pauseus 940
    porte = %00000000
    pauseus 940
  next x

  for x = 0 to 10
    porte = %00000010
    pauseus 1200
    porte = %00000000
    pauseus 1200
  next x
  gosub sacar
  pul6:
  if p6 = 0 then
  pause 25
  goto pul6
  endif
endif

```

'RUTINA PARA REGRESAR UN NUMERO

'-----

```

if p7 = 0 then
read 1,num
  num = num - 1
  if num < 1 then
  num = 99
  endif
  write 0, caja
  write 1, num
  for x = 0 to 30
    porte = %00000010
    pauseus 340
  next x

```

```

porte = %00000000
    pauseus 340
    next x
    for x = 0 to 40
        porte = %00000010
        pauseus 240
        porte = %00000000
        pauseus 240
    next x
    gosub sacar
    pul7:
    if p7 = 0 then
        pause 25
        goto pul7
    endif
endif

```

'RUTINA ADELANTAR UN NUMERO

```

'-----
if p8 = 0 then
read 1,num
    num = num + 1
    write 0, caja
    write 1, num
    for x = 0 to 30
        porte = %00000010
        pauseus 1040
        porte = %00000000
        pauseus 1040
    next x
    gosub sacar
    pul8:
    if p8 = 0 then
        pause 25
        goto pul8
    endif
endif

```

'RUTINA PARA RESET EL CONTADOR A CERO

```

'-----
if p9 = 0 then
    num = 1

```

```

write 0, caja
  write 1, num
  for x = 0 to 10
    porte = %00000010
    pauseus 1500
    porte = %00000000
    pauseus 1500
  next x
  gosub sacar
  pul9:
  if p9 = 0 then
    pause 25
    goto pul9
  endif
endif

goto inicio
!*****
end
!***** SUBRUTINAS*****
sacar:

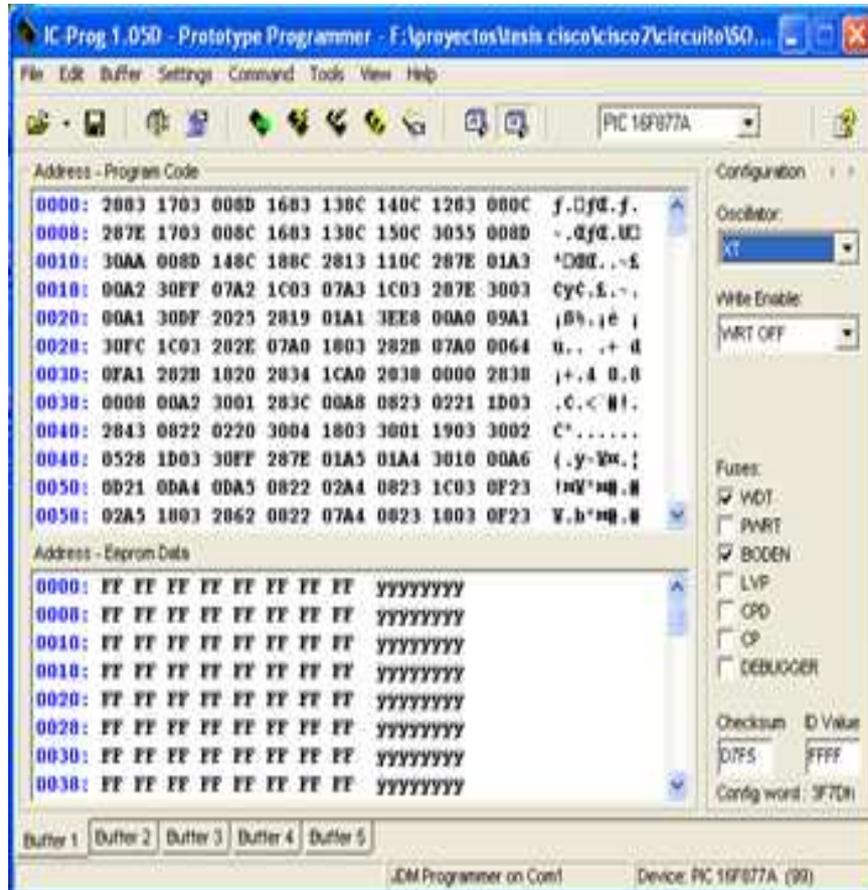
if num > 99 then
  num = 0
endif

write 1, num
decena = num/10
unidad = num - decena*10

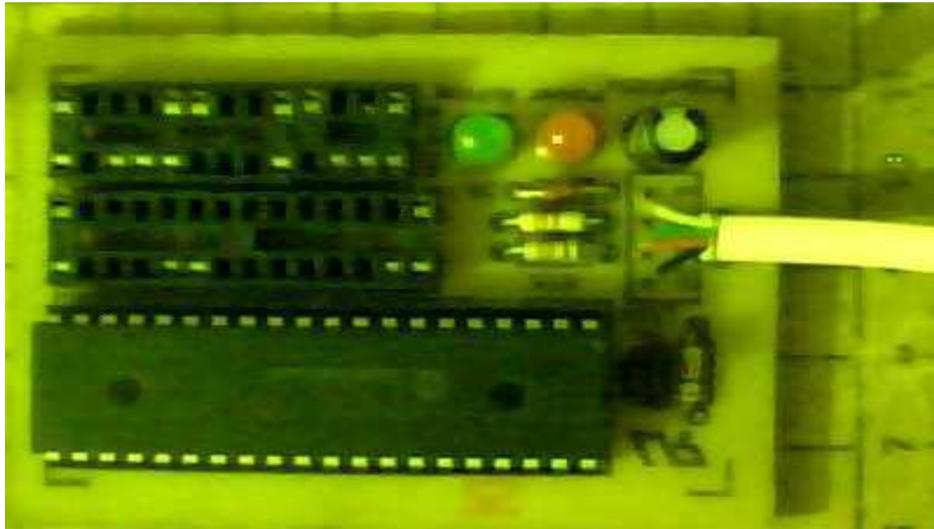
  puesto = 0
  unidades = 0
  decenas = 0
  porte.0 = 0
  pause 200
  lookup caja,[126, 48, 109, 121,51,91,95,112,127,123],puesto
lookup decena,[126, 48, 109, 121,51,91,95,112,127,123],decenas
  lookup unidad,[126, 48, 109, 121,51,91,95,112,127,123],unidades
  lookup unidad,[1,0,1,1,0,1,1,1,1,1],porte.0
return

```

PROGRAMADOR DE PIC's, IC-Prog



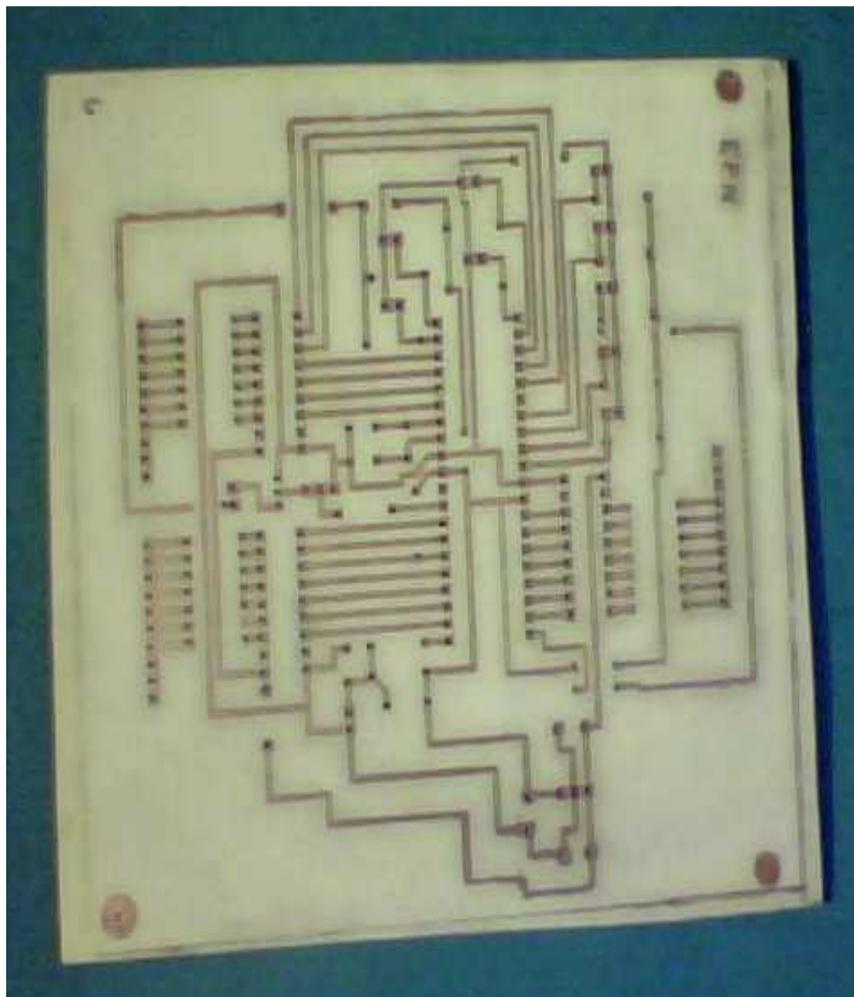
GRABADOR DE PIC



PROYECTO ARMADO EN PROTO BOARDS, FUNCIONANDO



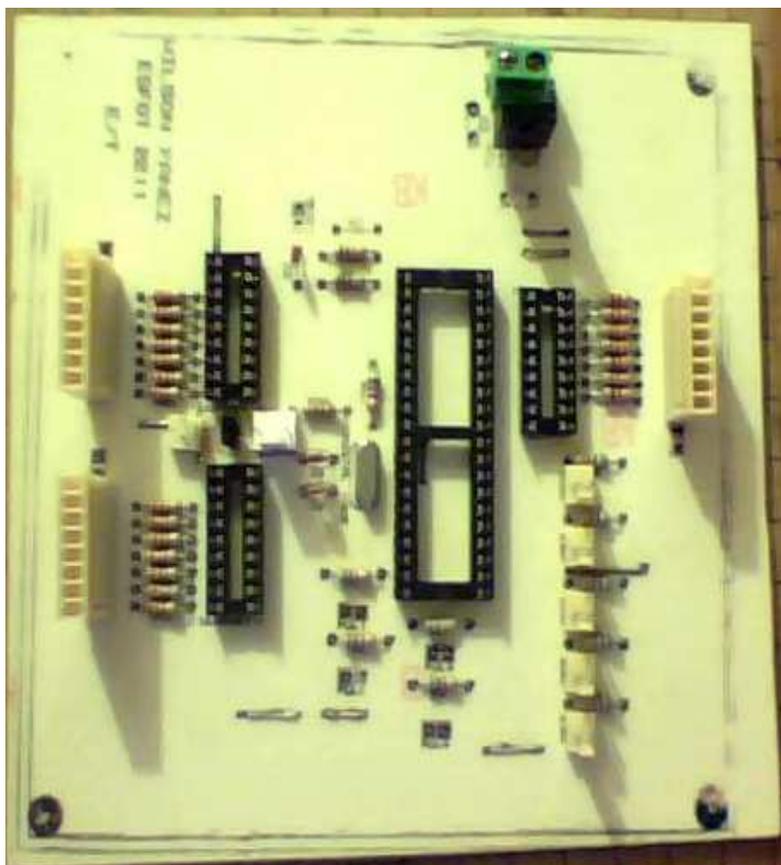
PLACA PRINCIPAL



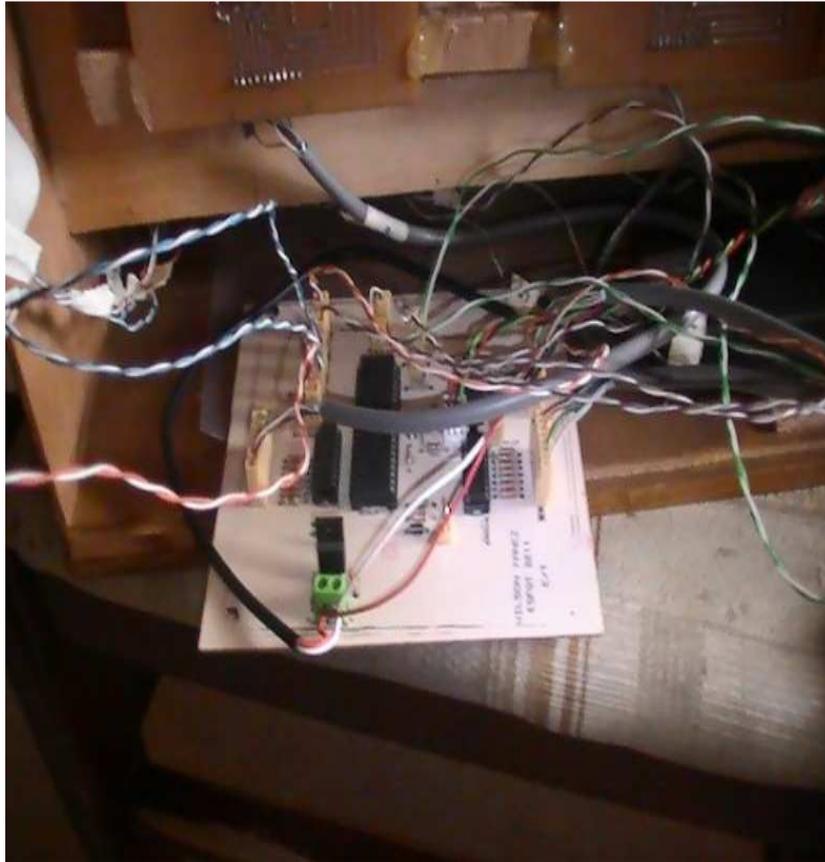
**PLACA PARA LOS DISPLAYS DE 7 SEGMENTOS**



PUESTA DE ELEMENTOS EN LA PLACA

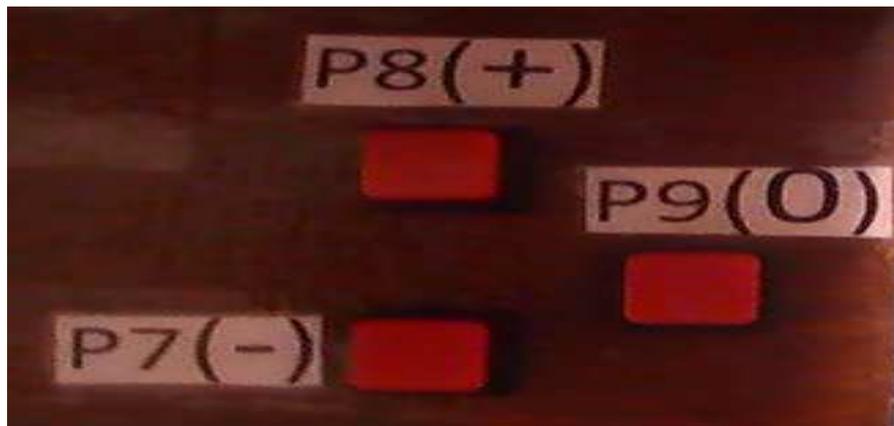


MONTAJE DEL CIRCUITO EN LA CAJA DE MADERA



**BLOQUE DE MANDO****PUESTOS DE ATENCIÓN**

CONSTA DE 6 PULSADORES, POR CADA PULSACIÓN, SE VISUALIZA EL NÚMERO DEL PUESTO DE ATENCIÓN Y EL NÚMERO DE TURNO QUE LE CORRESPONDE.

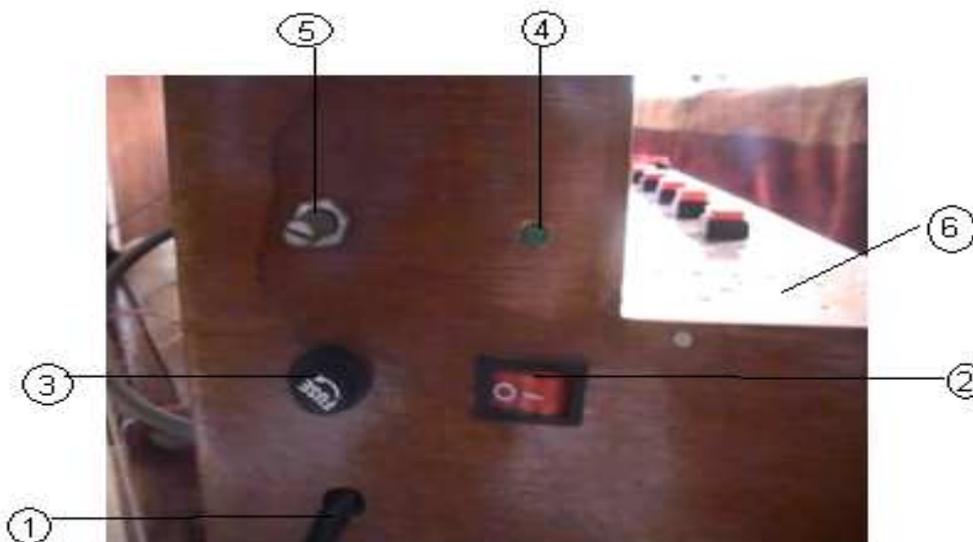
**PULSADORES PARA UN AJUSTE RÁPIDO DEL EQUIPO**

P7 (-) DISMINUYE EL TURNO DE UNO EN UNO, CONSERVANDO EL PUESTO DE ATENCIÓN.

P8(+) AUMENTA EL TURNO DE UNO EN UNO, CONSERVANDO EL PUESTO DE ATENCIÓN.

P9(0) BOTÓN RESET PARA LOS DISPLAYS QUE MUESTRAN LOS TURNOS.

### PARTE LATERAL DE LA MAQUETA



- 1) CABLE DE ALIMENTACIÓN DE 110V.
- 2) INTERRUPTOR DE ENCENDIDO Y APAGADO DEL PROYECTO.
- 3) FUSIBLE DE PROTECCIÓN CONTRA DESCARGAS ELÉCTRICAS.
- 4) DIODO DE POLARIZACIÓN DEL CIRCUITO.
- 5) PERILLA PARA CONTROL DE VOLUMEN DEL PARLANTE.
- 6) PARLANTE.

### MAQUETA TERMINADA



## REGULADOR DE VOLTAJE LM78XX



April 1999  
Revised December 2005

**LM7805 • LM7806 • LM7808 • LM7809 •  
LM7810 • LM7812 • LM7815 • LM7818 • LM7824 •  
LM7805A • LM7806A • LM7808A • LM7809A •  
LM7810A • LM7812A • LM7815A • LM7818A • LM7824A**

### 3-Terminal 1A Positive Voltage Regulator

#### General Description

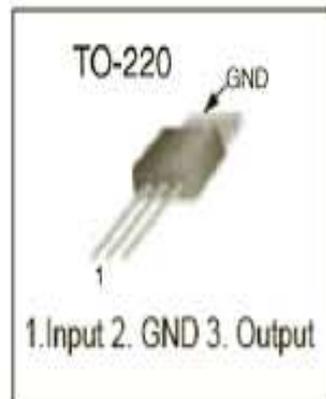
The LM78XX series of three terminal positive regulators are available in the TO-220 package and with several fixed output voltages, making them useful in a wide range of applications. Each type employs internal current limiting, thermal shut down and safe operating area protection, making it essentially indestructible. If adequate heat sinking is provided, they can deliver over 1A output current. Although designed primarily as fixed voltage regulators, these devices can be used with external components to obtain adjustable voltages and currents.

#### Features

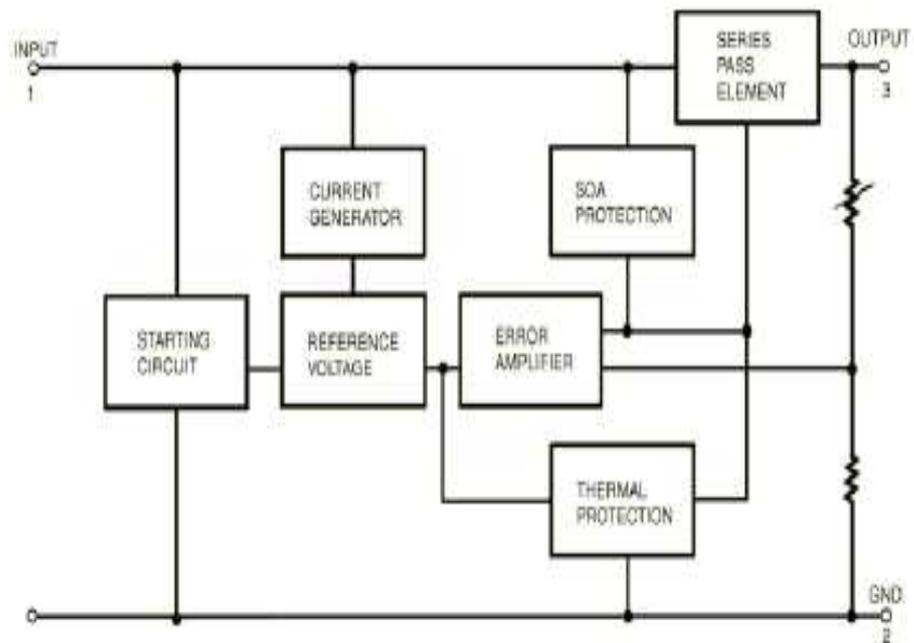
- Output Current up to 1A
- Output Voltages of 5, 6, 8, 9, 12, 15, 18, 24
- Thermal Overload Protection
- Short Circuit Protection
- Output Transistor Safe Operating Area Protection

#### Ordering Code:

Product Number	Output Voltage Tolerance	Package	Operating Temperature
LM7805CT	±4%	TO-220	-40°C - +125°C
LM7806CT			
LM7808CT			
LM7809CT			
LM7810CT			
LM7812CT			
LM7815CT			
LM7818CT			
LM7824CT			
LM7805ACT			
LM7806ACT			
LM7808ACT			
LM7809ACT			
LM7810ACT			
LM7812ACT			
LM7815ACT			
LM7818ACT			
LM7824ACT			



### Internal Block Diagram



**Electrical Characteristics (LM7805)**(Refer to the test circuits.  $-40^{\circ}\text{C} < T_J < 125^{\circ}\text{C}$ ,  $I_O = 500\text{mA}$ ,  $V_I = 10\text{V}$ ,  $C_I = 0.1\mu\text{F}$ , unless otherwise specified)

Parameter	Symbol	Conditions	Min	Typ	Max	Unit	
Output Voltage	$V_O$	$T_J = -25^{\circ}\text{C}$	4.8	5.0	5.2	V	
		$5\text{mA} \leq I_O \leq 1\text{A}$ , $P_O \leq 15\text{W}$ , $V_I = 7\text{V to } 20\text{V}$	4.75	5.0	5.25		
Line Regulation (Note 2)	Regline	$T_J = -25^{\circ}\text{C}$	$V_O = 7\text{V to } 25\text{V}$	-	4.0	100	mV
			$V_I = 8\text{V to } 12\text{V}$	-	1.6	50.0	
Load Regulation	Regload	$T_J = -25^{\circ}\text{C}$	$I_O = 5\text{mA to } 1.5\text{mA}$	-	9.0	100	mV
			$I_O = 250\text{mA to } 750\text{mA}$	-	4.0	50.0	
Quiescent Current	$I_Q$	$T_J = -25^{\circ}\text{C}$	-	5.0	8.0	mA	
Quiescent Current Change	$\Delta I_Q$	$I_O = 5\text{mA to } 1\text{A}$ $V_I = 7\text{V to } 25\text{V}$	-	0.03	0.5	mA	
			-	0.3	1.3		
Output Voltage Drift (Note 3)	$\Delta V_O/\Delta T$	$I_O = 5\text{mA}$	-	-0.8	-	mV/°C	
Output Noise Voltage	$V_N$	$f = 10\text{Hz to } 100\text{kHz}$ , $T_A = -25^{\circ}\text{C}$	-	42.0	-	$\mu\text{VV}_O$	
Ripple Rejection (Note 3)	RR	$f = 120\text{Hz}$ , $V_O = 8\text{V to } 18\text{V}$	62.0	73.0	-	dB	
Dropout Voltage	$V_{DROPP}$	$I_O = 1\text{A}$ , $T_J = -25^{\circ}\text{C}$	-	2.0	-	V	
Output Resistance (Note 3)	rO	$f = 1\text{kHz}$	-	15.0	-	m $\Omega$	
Short Circuit Current	$I_{SC}$	$V_I = 35\text{V}$ , $T_A = -25^{\circ}\text{C}$	-	230	-	mA	
Peak Current (Note 3)	$I_{PK}$	$T_J = -25^{\circ}\text{C}$	-	2.2	-	A	

Note 2: Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in  $V_O$  due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty is used.

Note 3: These parameters, although guaranteed, are not 100% tested in production.

**Absolute Maximum Ratings (Note 1)**

Parameter	Symbol	Value	Unit
Input Voltage (for $V_O = 5\text{V to } 18\text{V}$ )	$V_I$	35	V
(for $V_O = 24\text{V}$ )	$V_I$	40	V
Thermal Resistance Junction-Cases (TO-220)	$R_{\theta JC}$	5	°C/W
Thermal Resistance Junction-Air (TO-220)	$R_{\theta JA}$	65	°C/W
Operating Temperature Range	$T_{OPR}$	0 - +125	°C
LM78xx		-40 - +125	°C
LM78xxA		0 - +125	°C
Storage Temperature Range	$T_{STG}$	-65 - +150	°C

Note 1: Absolute maximum ratings are those values beyond which damage to the device may occur. The datasheet specifications should be met, without exception, to ensure that the system design is reliable over its power supply, temperature, and output/input loading variables. Fairchild does not recommend operation outside datasheet specifications.

## TRANSISTOR NPN 2N3904


2N3904

---

SMALL SIGNAL NPN TRANSISTOR

PRELIMINARY DATA

Ordering Code	Marking	Package / Shipment
2N3904	2N3904	TO-92 / Bulk
2N3904-AP	2N3904	TO-92 / Ammopack

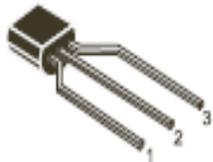
- SILICON EPITAXIAL PLANAR NPN TRANSISTOR
- TO-92 PACKAGE SUITABLE FOR THROUGH-HOLE PCB ASSEMBLY
- THE PNP COMPLEMENTARY TYPE IS 2N3906

**APPLICATIONS**

- WELL SUITABLE FOR TV AND HOME APPLIANCE EQUIPMENT
- SMALL LOAD SWITCH TRANSISTOR WITH HIGH GAIN AND LOW SATURATION VOLTAGE

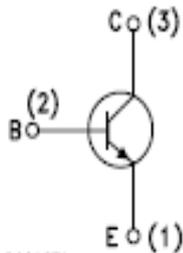


**TO-92  
Bulk**



**TO-92  
Ammopack**

**INTERNAL SCHEMATIC DIAGRAM**



DS10130

## ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Symbol	Parameter	Value	Unit
$V_{CBO}$	Collector-Base Voltage ( $I_E = 0$ )	60	V
$V_{CEO}$	Collector-Emitter Voltage ( $I_B = 0$ )	40	V
$V_{EBO}$	Emitter-Base Voltage ( $I_C = 0$ )	6	V
$I_C$	Collector Current	200	mA
$P_{tot}$	Total Dissipation at $T_C = 25\text{ }^\circ\text{C}$	625	mW
$T_{stg}$	Storage Temperature	-65 to 150	$^\circ\text{C}$
$T_j$	Max. Operating Junction Temperature	150	$^\circ\text{C}$

2N3904						
<b>THERMAL DATA</b>						
$R_{thj-amb}$ •	Thermal Resistance Junction-Ambient	Max	200	°C/W		
$R_{thj-case}$ •	Thermal Resistance Junction-Case	Max	83.3	°C/W		

**ELECTRICAL CHARACTERISTICS** ( $T_{case} = 25^{\circ}C$  unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
$I_{CEX}$	Collector Cut-off Current ( $V_{BE} = -3 V$ )	$V_{CE} = 30 V$			50	nA
$I_{BEX}$	Base Cut-off Current ( $V_{BE} = -3 V$ )	$V_{CE} = 30 V$			50	nA
$V_{(BR)CEO}^*$	Collector-Emitter Breakdown Voltage ( $I_B = 0$ )	$I_C = 1 mA$	40			V
$V_{(BR)CBO}$	Collector-Base Breakdown Voltage ( $I_E = 0$ )	$I_C = 10 \mu A$	60			V
$V_{(BR)EBO}$	Emitter-Base Breakdown Voltage ( $I_C = 0$ )	$I_E = 10 \mu A$	6			V
$V_{CE(sat)}^*$	Collector-Emitter Saturation Voltage	$I_C = 10 mA$ $I_B = 1 mA$			0.2	V
		$I_C = 50 mA$ $I_B = 5 mA$			0.2	V
$V_{BE(sat)}^*$	Base-Emitter Saturation Voltage	$I_C = 10 mA$ $I_B = 1 mA$			0.85	V
		$I_C = 50 mA$ $I_B = 5 mA$	0.65		0.95	V

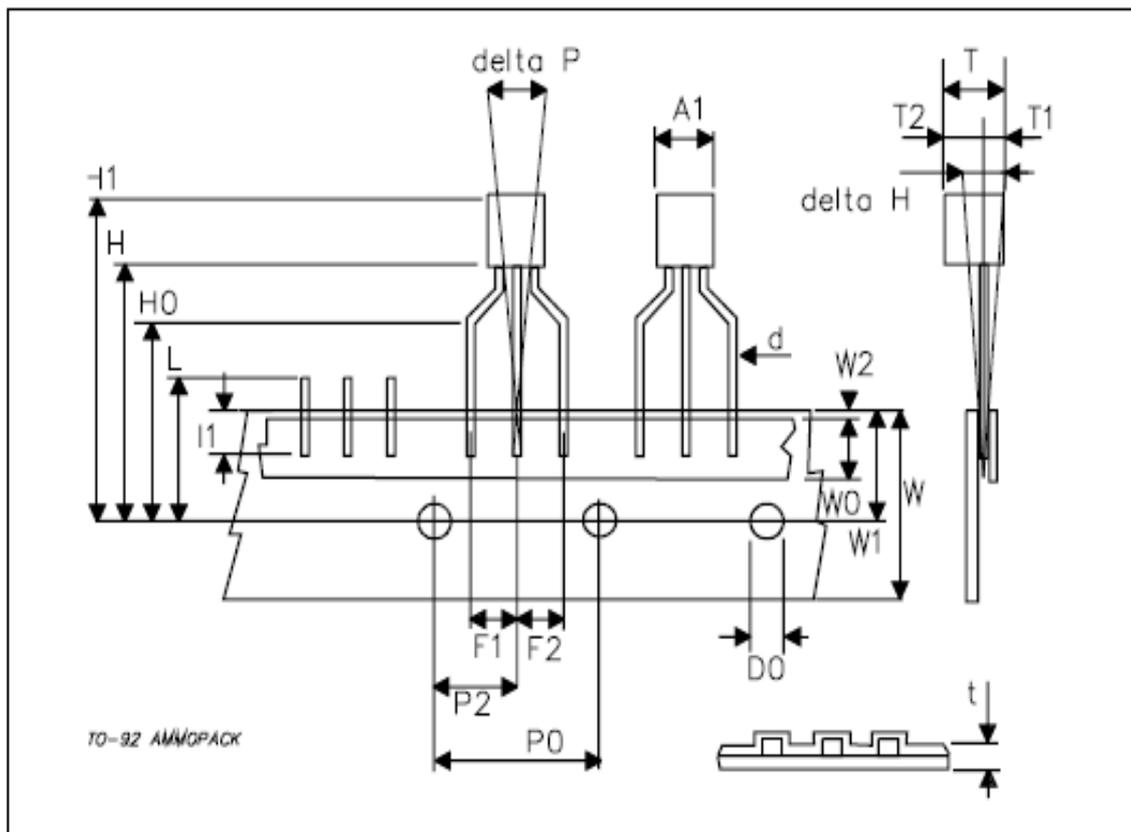
$h_{FE}^*$	DC Current Gain	$I_C = 0.1 mA$ $V_{CE} = 1 V$	60		300	
		$I_C = 1 mA$ $V_{CE} = 1 V$	80			
		$I_C = 10 mA$ $V_{CE} = 1 V$	100			
		$I_C = 50 mA$ $V_{CE} = 1 V$	60			
		$I_C = 100 mA$ $V_{CE} = 1 V$	30			
$f_T$	Transition Frequency	$I_C = 10 mA$ $V_{CE} = 20 V$ $f = 100 MHz$	250	270		MHz
$C_{cbo}$	Collector-Base Capacitance	$I_E = 0$ $V_{CB} = 10 V$ $f = 1 MHz$		4		pF
$C_{ebo}$	Emitter-Base Capacitance	$I_C = 0$ $V_{EB} = 0.5 V$ $f = 1 MHz$		18		pF
NF	Noise Figure	$V_{CE} = 5 V$ $I_C = 0.1 mA$ $f = 10 Hz$ to 15.7 KHz $R_G = 1 K\Omega$		5		dB
$t_d$	Delay Time	$I_C = 10 mA$ $I_B = 1 mA$			35	ns
$t_r$	Rise Time	$V_{CC} = 30 V$			35	ns
$t_s$	Storage Time	$I_C = 10 mA$ $I_{B1} = -I_{B2} = 1 mA$			200	ns
			$V_{CC} = 30 V$			50

\* Pulsed: Pulse duration = 300  $\mu s$ , duty cycle  $\leq 2\%$

2N3904

## TO-92 AMMOPACK SHIPMENT (Suffix"-AP") MECHANICAL DATA

DIM.	mm			inch		
	MIN.	TYP.	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
A1			4.80			0.189
T			3.80			0.150
T1			1.60			0.063
T2			2.30			0.091
d			0.48			0.019
P0	12.50	12.70	12.90	0.492	0.500	0.508
P2	5.65	6.35	7.05	0.222	0.250	0.278
F1,F2	2.44	2.54	2.94	0.096	0.100	0.118
delta H	-2.00		2.00	-0.079		0.079
W	17.50	18.00	19.00	0.689	0.709	0.748
W0	5.70	6.00	6.30	0.224	0.236	0.248
W1	8.50	9.00	9.25	0.335	0.354	0.364
W2			0.50			0.020
H	18.50		20.50	0.728		0.807
H0	15.50	16.00	16.50	0.610	0.630	0.650
H1			25.00			0.984
D0	3.80	4.00	4.20	0.150	0.157	0.165
t			0.90			0.035
L			11.00			0.433
l1	3.00			0.118		
delta P	-1.00		1.00	-0.039		0.039



DRIVER ULN2803



**Octal High Voltage,  
High Current Darlington  
Transistor Arrays**

The eight NPN Darlington connected transistors in this family of arrays are ideally suited for interfacing between low logic level digital circuitry (such as TTL, CMOS or PMOS/NMOS) and the higher current/voltage requirements of lamps, relays, printer hammers or other similar loads for a broad range of computer, industrial, and consumer applications. All devices feature open-collector outputs and free wheeling clamp diodes for transient suppression.

The ULN2803 is designed to be compatible with standard TTL families while the ULN2804 is optimized for 6 to 15 volt high level CMOS or PMOS.

Order this document by ULN2803/D

**ULN2803  
ULN2804**

**OCTAL PERIPHERAL  
DRIVER ARRAYS**

SEMICONDUCTOR  
TECHNICAL DATA

**MAXIMUM RATINGS** ( $T_A = 25^\circ\text{C}$  and rating apply to any one device in the package, unless otherwise noted.)

Rating	Symbol	Value	Unit
Output Voltage	$V_O$	50	V
Input Voltage (Except ULN2801)	$V_I$	30	V
Collector Current – Continuous	$I_C$	500	mA
Base Current – Continuous	$I_B$	25	mA
Operating Ambient Temperature Range	$T_A$	0 to +70	$^\circ\text{C}$
Storage Temperature Range	$T_{stg}$	-55 to +150	$^\circ\text{C}$
Junction Temperature	$T_J$	125	$^\circ\text{C}$

$R_{\theta JA} = 55^\circ\text{C/W}$   
Do not exceed maximum current limit per driver.

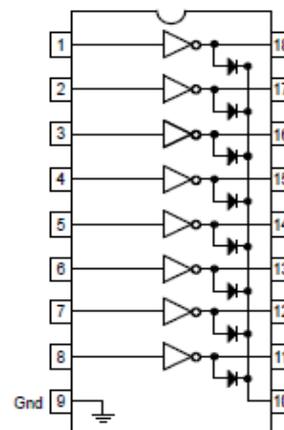


**A SUFFIX**  
PLASTIC PACKAGE  
CASE 707

**ORDERING INFORMATION**

Device	Characteristics		
	Input Compatibility	$V_{CE(\text{Max})}/I_C(\text{Max})$	Operating Temperature Range
ULN2803A	TTL, 5.0 V CMOS	50 V/500 mA	$T_A = 0$ to $+70^\circ\text{C}$
ULN2804A	6 to 15 V CMOS, PMOS		

**PIN CONNECTIONS**



## ULN2803 ULN2804

ELECTRICAL CHARACTERISTICS ( $T_A = 25^\circ\text{C}$ , unless otherwise noted)

Characteristic		Symbol	Min	Typ	Max	Unit
Output Leakage Current (Figure 1)		$I_{CEX}$				$\mu\text{A}$
( $V_O = 50\text{ V}$ , $T_A = +70^\circ\text{C}$ )	All Types		-	-	100	
( $V_O = 50\text{ V}$ , $T_A = +25^\circ\text{C}$ )	All Types		-	-	50	
( $V_O = 50\text{ V}$ , $T_A = +70^\circ\text{C}$ , $V_I = 6.0\text{ V}$ )	ULN2802		-	-	500	
( $V_O = 50\text{ V}$ , $T_A = +70^\circ\text{C}$ , $V_I = 1.0\text{ V}$ )	ULN2804		-	-	500	
Collector-Emitter Saturation Voltage (Figure 2)		$V_{CE(sat)}$				V
( $I_C = 350\text{ mA}$ , $I_B = 500\text{ }\mu\text{A}$ )	All Types		-	1.1	1.6	
( $I_C = 200\text{ mA}$ , $I_B = 350\text{ }\mu\text{A}$ )	All Types		-	0.95	1.3	
( $I_C = 100\text{ mA}$ , $I_B = 250\text{ }\mu\text{A}$ )	All Types		-	0.85	1.1	
Input Current – On Condition (Figure 4)		$I_{I(on)}$				mA
( $V_I = 17\text{ V}$ )	ULN2802		-	0.82	1.25	
( $V_I = 3.85\text{ V}$ )	ULN2803		-	0.93	1.35	
( $V_I = 5.0\text{ V}$ )	ULN2804		-	0.35	0.5	
( $V_I = 12\text{ V}$ )	ULN2804		-	1.0	1.45	
Input Voltage – On Condition (Figure 5)		$V_{I(on)}$				V
( $V_{CE} = 2.0\text{ V}$ , $I_C = 300\text{ mA}$ )	ULN2802		-	-	13	
( $V_{CE} = 2.0\text{ V}$ , $I_C = 200\text{ mA}$ )	ULN2803		-	-	2.4	
( $V_{CE} = 2.0\text{ V}$ , $I_C = 250\text{ mA}$ )	ULN2803		-	-	2.7	
( $V_{CE} = 2.0\text{ V}$ , $I_C = 300\text{ mA}$ )	ULN2803		-	-	3.0	
( $V_{CE} = 2.0\text{ V}$ , $I_C = 125\text{ mA}$ )	ULN2804		-	-	5.0	
( $V_{CE} = 2.0\text{ V}$ , $I_C = 200\text{ mA}$ )	ULN2804		-	-	6.0	
( $V_{CE} = 2.0\text{ V}$ , $I_C = 275\text{ mA}$ )	ULN2804		-	-	7.0	
( $V_{CE} = 2.0\text{ V}$ , $I_C = 350\text{ mA}$ )	ULN2804		-	-	8.0	
Input Current – Off Condition (Figure 3)	All Types	$I_{I(off)}$	50	100	-	$\mu\text{A}$
( $I_C = 500\text{ }\mu\text{A}$ , $T_A = +70^\circ\text{C}$ )						
DC Current Gain (Figure 2)	ULN2801	$\eta_{FE}$	1000	-	-	-
( $V_{CE} = 2.0\text{ V}$ , $I_C = 350\text{ mA}$ )						
Input Capacitance		$C_i$	-	15	25	pF
Turn-On Delay Time (50% $E_I$ to 50% $E_O$ )		$t_{on}$	-	0.25	1.0	$\mu\text{s}$
Turn-Off Delay Time (50% $E_I$ to 50% $E_O$ )		$t_{off}$	-	0.25	1.0	$\mu\text{s}$
Clamp Diode Leakage Current (Figure 6)	$T_A = +25^\circ\text{C}$ $T_A = +70^\circ\text{C}$	$I_R$	-	-	50 100	$\mu\text{A}$
( $V_R = 50\text{ V}$ )						
Clamp Diode Forward Voltage (Figure 7)		$V_F$	-	1.5	2.0	V
( $I_F = 350\text{ mA}$ )						

ULN2803 ULN2804

TYPICAL CHARACTERISTIC CURVES –  $T_A = 25^\circ\text{C}$ , unless otherwise noted  
Output Characteristics

Figure 8. Output Current versus Saturation Voltage

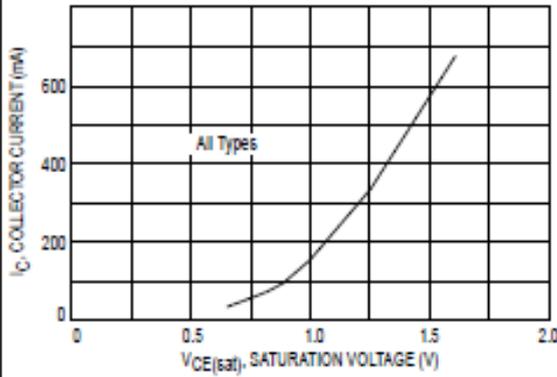
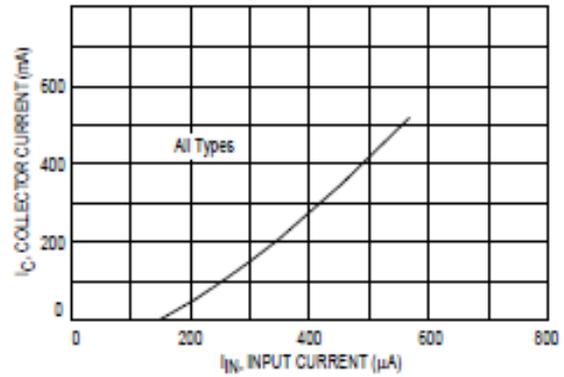


Figure 9. Output Current versus Input Current



Input Characteristics

Figure 10. ULN2803 Input Current versus Input Voltage

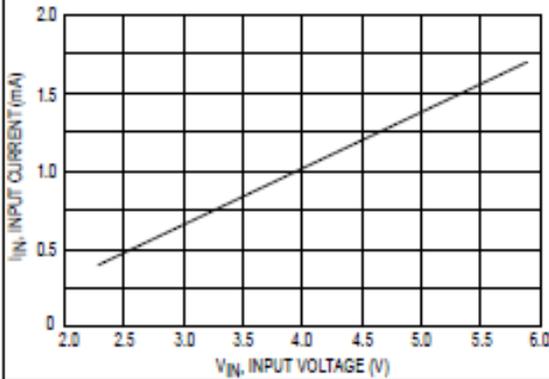


Figure 11. ULN2804 Input Current versus Input Voltage

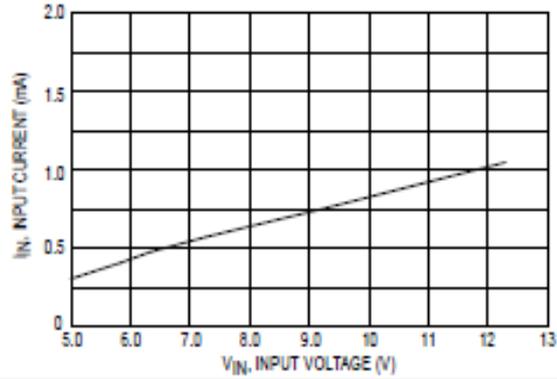
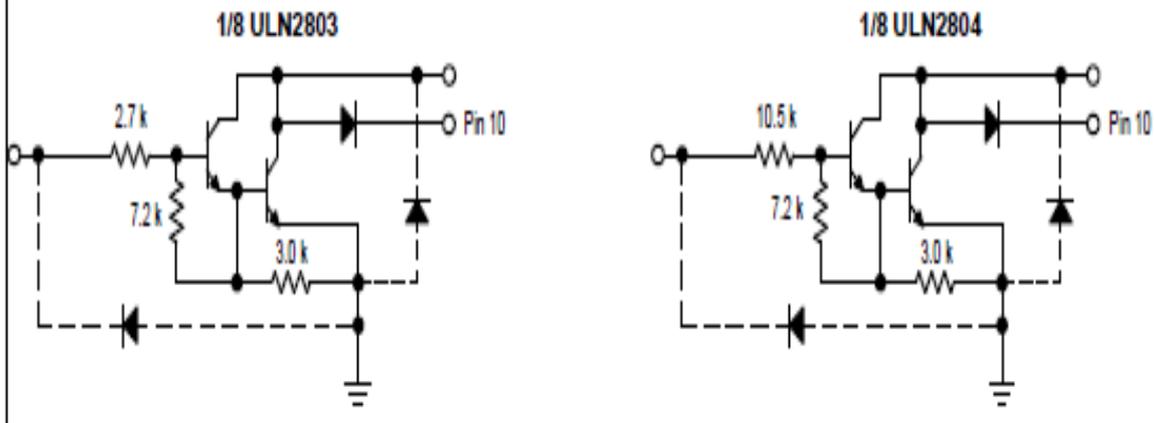


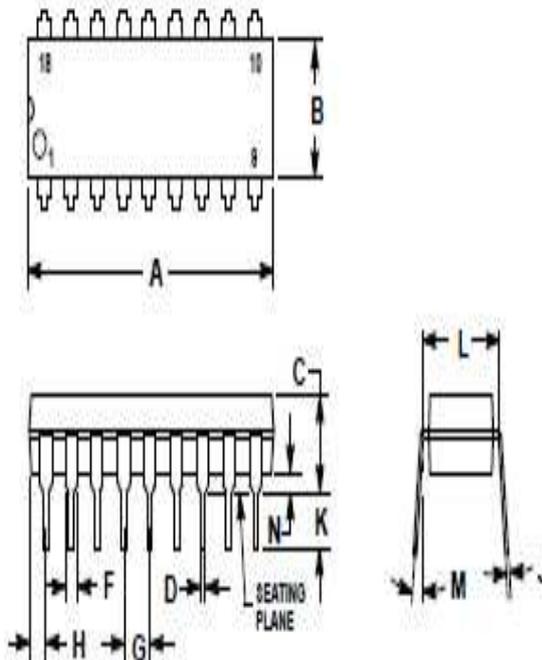
Figure 12. Representative Schematic Diagrams



# ULN2803 ULN2804

## OUTLINE DIMENSIONS

A SUFFIX  
 PLASTIC PACKAGE  
 CASE 707-02  
 ISSUE C



NOTES:

1. POSITIONAL TOLERANCE OF LEADS (D), SHALL BE WITHIN 0.25 (0.010) AT MAXIMUM MATERIAL CONDITION, IN RELATION TO SEATING PLANE AND EACH OTHER.
2. DIMENSION L TO CENTER OF LEADS WHEN FORMED PARALLEL.
3. DIMENSION B DOES NOT INCLUDE MOLO FLASH.

DIM	MILLIMETERS		INCHES	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	22.22	23.24	0.875	0.915
B	6.10	6.60	0.240	0.260
C	3.56	4.57	0.140	0.180
D	0.36	0.56	0.014	0.022
F	1.27	1.75	0.050	0.070
G	2.54 B0C		0.100 B0C	
H	1.02	1.52	0.040	0.060
J	0.20	0.30	0.008	0.012
K	2.92	3.43	0.115	0.135
L	7.62 B0C		0.300 B0C	
M	0°	15°	0°	15°
N	0.51	1.02	0.020	0.040

## PIC 16F87XA

Device		Program Memory		Data SRAM (Bytes)	EEPROM (Bytes)	I/O	10-bit A/D (ch)	CCP (PWM)	MSSP		USART	Timers 8/16-bit	Comparators
		Bytes	# Single Word Instructions						SPI	Master I <sup>2</sup> C			
PIC16F873A		7.2K	4096	192	128	22	5	2	Yes	Yes	Yes	2/1	2
PIC16F874A		7.2K	4096	192	128	33	8	2	Yes	Yes	Yes	2/1	2
PIC16F876A		14.3K	8192	368	256	22	5	2	Yes	Yes	Yes	2/1	2
PIC16F877A		14.3K	8192	368	256	33	8	2	Yes	Yes	Yes	2/1	2



# PIC16F87XA

## 28/40/44-Pin Enhanced Flash Microcontrollers

### Devices Included in this Data Sheet:

- PIC16F873A
- PIC16F876A
- PIC16F874A
- PIC16F877A

### High-Performance RISC CPU:

- Only 35 single-word instructions to learn
- All single-cycle instructions except for program branches, which are two-cycle
- Operating speed: DC – 20 MHz clock input  
DC – 200 ns instruction cycle
- Up to 8K x 14 words of Flash Program Memory, Up to 368 x 8 bytes of Data Memory (RAM), Up to 256 x 8 bytes of EEPROM Data Memory
- Pinout compatible to other 28-pin or 40/44-pin PIC16CXXX and PIC16FXXX microcontrollers

### Analog Features:

- 10-bit, up to 8-channel Analog-to-Digital Converter (A/D)
- Brown-out Reset (BOR)
- Analog Comparator module with:
  - Two analog comparators
  - Programmable on-chip voltage reference (VREF) module
  - Programmable input multiplexing from device inputs and internal voltage reference
  - Comparator outputs are externally accessible

### Peripheral Features:

- Timer0: 8-bit timer/counter with 8-bit prescaler
- Timer1: 16-bit timer/counter with prescaler, can be incremented during Sleep via external crystal/clock
- Timer2: 8-bit timer/counter with 8-bit period register, prescaler and postscaler
- Two Capture, Compare, PWM modules
  - Capture is 16-bit, max. resolution is 12.5 ns
  - Compare is 16-bit, max. resolution is 200 ns
  - PWM max. resolution is 10-bit
- Synchronous Serial Port (SSP) with SPI™ (Master mode) and I<sup>2</sup>C™ (Master/Slave)
- Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter (USART/SCI) with 9-bit address detection
- Parallel Slave Port (PSP) – 8 bits wide with external RD, WR and CS controls (40/44-pin only)
- Brown-out detection circuitry for Brown-out Reset (BOR)

### Special Microcontroller Features:

- 100,000 erase/write cycle Enhanced Flash program memory typical
- 1,000,000 erase/write cycle Data EEPROM memory typical
- Data EEPROM Retention > 40 years
- Self-reprogrammable under software control
- In-Circuit Serial Programming™ (ICSP™) via two pins
- Single-supply 5V In-Circuit Serial Programming
- Watchdog Timer (WDT) with its own on-chip RC oscillator for reliable operation
- Programmable code protection
- Power saving Sleep mode
- Selectable oscillator options
- In-Circuit Debug (ICD) via two pins

### CMOS Technology:

- Low-power, high-speed Flash/EEPROM technology
- Fully static design
- Wide operating voltage range (2.0V to 5.5V)
- Commercial and Industrial temperature ranges
- Low-power consumption

TABLE 1-1: PIC16F87XA DEVICE FEATURES

Key Features	PIC16F873A	PIC16F874A	PIC16F876A	PIC16F877A
Operating Frequency	DC – 20 MHz			
Resets (and Delays)	POR, BOR (PWRT, OST)	POR, BOR (PWRT, OST)	POR, BOR (PWRT, OST)	POR, BOR (PWRT, OST)
Flash Program Memory (14-bit words)	4K	4K	8K	8K
Data Memory (bytes)	192	192	368	368
EEPROM Data Memory (bytes)	128	128	256	256
Interrupts	14	15	14	15
I/O Ports	Ports A, B, C	Ports A, B, C, D, E	Ports A, B, C	Ports A, B, C, D, E
Timers	3	3	3	3
Capture/Compare/PWM modules	2	2	2	2
Serial Communications	MSSP, USART	MSSP, USART	MSSP, USART	MSSP, USART
Parallel Communications	—	PSP	—	PSP
10-bit Analog-to-Digital Module	5 input channels	8 input channels	5 input channels	8 input channels
Analog Comparators	2	2	2	2
Instruction Set	35 Instructions	35 Instructions	35 Instructions	35 Instructions
Packages	28-pin PDIP 28-pin SOIC 28-pin SSOP 28-pin QFN	40-pin PDIP 44-pin PLCC 44-pin TQFP 44-pin QFN	28-pin PDIP 28-pin SOIC 28-pin SSOP 28-pin QFN	40-pin PDIP 44-pin PLCC 44-pin TQFP 44-pin QFN



La figura A muestra la arquitectura general del PIC16F877A, en ella se pueden apreciar los diferentes bloques que lo componen y la forma en que se conectan. Se muestra la conexión de los puertos, las memorias de datos y de programa, los bloques especiales como el watchdog, los temporizadores de arranque, el oscilador, etc. Todos los elementos se conectan entre sí por medio de buses.

El PIC16F877A se basa en la arquitectura Harvard, en la cual el programa y los datos se pueden trabajar con buses y memorias separadas, lo que posibilita que las instrucciones y los datos posean longitudes diferentes. Esta misma estructura es la que permite la superposición de los ciclos de búsqueda y ejecución de las instrucciones, lo cual se ve reflejado en una mayor velocidad del microcontrolador.

### **Memoria de programa (FLASH)**

Es una memoria de 8KB de longitud con datos de 14 bits en cada posición. Como es del tipo FLASH se puede programar y borrar eléctricamente, lo que facilita el desarrollo de los programas y la experimentación. En ella se graba o almacena el programa o códigos que el microcontrolador debe ejecutar.

La memoria de programa está dividida en cuatro bancos o páginas de 2KB cada uno. El primero va de la posición de memoria 0000h a la 07FFh, el segundo va de la 0800h a la 0FFFh, el tercero de la 1000h a la 17FFh y el cuarto de la 1800h a la 1FFFh.

En la figura B, se muestra el mapa de la memoria de programa.

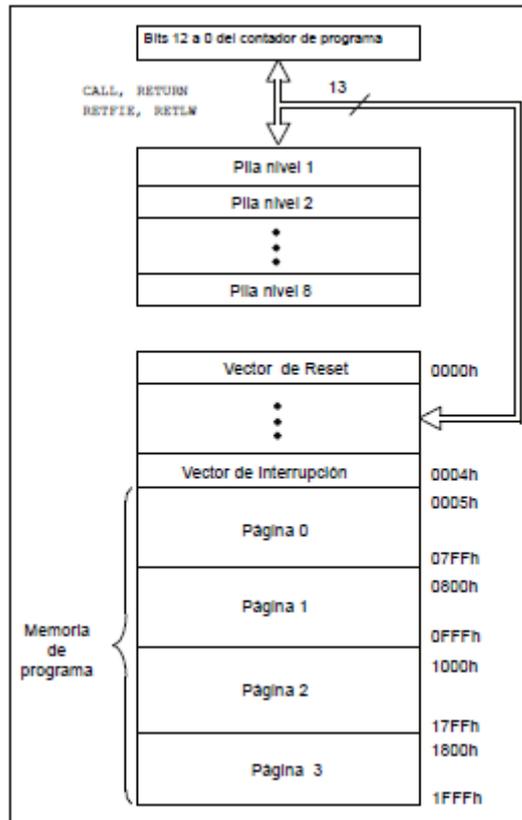


Figura B Memoria de programa del PIC 16F877A

### Memoria de datos (RAM)

El PIC16F877A posee cuatro bancos de memoria RAM, cada banco posee 128 bytes. De estos 128 los primeros 32 (hasta el 1Fh) son registros que cumplen un propósito especial en el control del microcontrolador y en su configuración. Los 96 siguientes son registros de uso general que se pueden usar para guardar los datos temporales de la tarea que se está ejecutando. (Ver la Figura C).

INDF	00h	INDF	80h	INDF	100h	INDF	180h
TMR0	01h	OPTION_REG	81h	TMR0	101h	OPTION_REG	181h
PCL	02h	PCL	82h	PCL	102h	PCL	182h
STATUS	03h	STATUS	83h	STATUS	103h	STATUS	183h
FSR	04h	FSR TRISA	84h	FSR	104h	FSR	184h
PORTA	05h	TRISA	85h		105h		185h
PORTB	06h	TRISB	86h	PORTB	106h	TRISB	186h
PORTC	07h	TRISC	87h		107h		187h
PORTD	08h	TRISD	88h		108h		188h
PORTE	09h	TRISE	89h		109h		189h
PCLATH	0Ah	PCLATH	8Ah	PCLATH	10Ah	PCLATH	18Ah
INTCON	0Bh	INTCON	8Bh	INTCON	10Bh	INTCON	18Bh
PIR1	0Ch	PIE1	8Ch	EEDATA	10Ch	EECON1	18Ch
PIR2	0Dh	PIE2	8Dh	EEADR	10Dh	EECON2	18Dh
TMR1L	0Eh	PCON	8Eh	EEDATH	10Eh	Reservado	18Eh
TMR1H	0Fh		8Fh	EEADRH	10Fh	Reservado	18Fh
T1CON	10h		90h		110h		190h
TMR2	11h	SSPCON2	91h	Registros de Propósito General 16 Bytes		Registros de Propósito General 16 Bytes	
T2CON	12h	PR2	92h				
SSPBUF	13h	SSPAD0	93h				
SSPCON	14h	SSPSTAT	94h				
CCPR1L	15h		95h				
CCPR1H	16h		96h				
CCP1CON	17h		97h				
RCSTA	18h	TXSTA	98h				
TXREG	19h	SPBRG	99h				
RCREG	1Ah		9Ah				
CCPR2L	1Bh		9Bh				
CCPR2H	1Ch		9Ch				
CCP2CON	1Dh		9Dh				
ADRESL	1Eh	ADRESL	9Eh				
ADCON0	1Fh	ADCON1	9Fh				
	20h		A0h				
			DEFh				1EFh
			DF0h				1F0h
			FFh				1FFh
Banco 0		Banco 1		Banco 2		Banco 3	

Figura C Organización de la memoria RAM

## CARACTERÍSTICAS DE TURNEROS DE VENTA

# Llamadores de Turno

Fabricados y distribuidos por Galvan Electrónica

[Click sobre las fotos para ver todos los tamaños y modos de control de cada familia.](#)



TU 21...



TU 22...



TU 01...



TU 30...



TU 31...



TU 32...



TU 20...

Llamadores de Turno de varios dígitos,  
 Con origen de llamado -CAJA, BOX, o Consultorio en 1 o 2 dígitos.  
 Numéricos y Alfanuméricos. Independientes o esclavos de PC.  
 Dígitos y letras de 57 a 250 mm (57-80-100-140-180-200-250)  
 Dígitos LED - Dígitos LED integrados - Uso interior  
 Comando alámbrico, inalámbrico o PC. Auto apagado - Memoria  
 Sonido: Zumbador o Ding Dong con control de nivel. Rótulos a elección.  
 Gabinetes de chapa de hierro pintada, plástico o acero inoxidable,  
 de perfil bajo (fuente externa) o ancho (fuente interna)  
 Bajo pedido, especiales para uso exterior, otras medidas, otros modos.  
 Repetidores para empleado.



Llamado de mozos desde la cocina.



Aviso de pedido listo en patios de comida.

[Ver todas las variantes de tamaños, cantidad de dígitos, caras y modos de control](#)



Variada gama de dígitos

## TURNEROS



\$ 350 Dólares

Digiturno o Turnero\_

Visualización 7 Segmentos - Dos Dígitos Con Teclado



\$150 Dolares

Turnero Electrónico con voz - Sistema Control turnos



\$220 Dolares

Turnero Electrónico Ordenador Ingetronik



\$180 Dolares

<http://listado.mercadolibre.com.co/turneros-tomturno-electronico-organizador-turnos>