



ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO SEDE LATACUNGA

CARRERA DE TECNOLOGÍA ELECTRÓNICA

“ANÁLISIS Y DISEÑO DE UN TABLERO ELECTRÓNICO UTILIZANDO LA TECNOLOGÍA DE LEDS PARA LA ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO SEDE LATACUNGA”

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

LUIS BRAULIO CHICAIZA PERDOMO

CARLOS ORLANDO QUISHPE CAJAMARCA

LATACUNGA, MARZO 2009

CERTIFICACIÓN

Se certifica que el presente trabajo fue desarrollado en su totalidad por los Sres. Luis Braulio Chicaiza Perdomo y Carlos Orlando Quishpe Cajamarca, bajo nuestra supervisión.

ING. EDDIE GALARZA
DIRECTOR DE PROYECTO

ING. JOSÈ BUCHELI
CODIRECTOR DE PROYECTO

RESUMEN:

El presente trabajo que se detalla a continuación se refiere al análisis y diseño de un tablero electrónico, para lo cual se utiliza leds de última tecnología aprovechando las grandes ventajas y prestaciones que brindan los mismos en la actualidad. Este trabajo se complementa con la utilización de un sensor de temperatura, un reloj de tiempo real, las señales obtenidas de estos elementos son acopladas a través de interfaces a un microcontrolador.

El programa para controlar los mensajes que se visualizan en el tablero electrónico es desarrollado en lenguaje Basic en el Microcode.

AGRADECIMIENTO

De manera especial a la noble Fuerza Terrestre que una vez ingresado a sus filas me dieron la oportunidad de cumplir una de mis metas anheladas.

A la ESPE Sede Latacunga, ya que en sus aulas adquirí todo el conocimiento y la sabiduría.

Al notable cuerpo docente que ayudaron a mi formación estudiantil, muchas gracias por haberme inculcado valores y virtudes humanas que me ayudaran a ser a mas de un profesional una mejor persona.

Un especial agradecimiento a los Ingenieros Eddie Galarza y José Bucheli por su acertada dirección, por las palabras de ánimo y por toda la confianza brindada durante el desarrollo del proyecto.

Luis

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO I: FUNDAMENTOS

Pag.

1.1.-	ÓPTICA.....	- 12 -
1.1.1.-	REFLEXIÓN.....	- 12 -
1.1.2.-	REFRACCIÓN.....	- 12 -
1.1.3.-	DIFRACCIÓN	- 12 -
1.1.4.-	INTERFERENCIA	- 13 -
1.2.-	LED.....	- 13 -
1.2.1.-	EVOLUCIÓN DEL LED	- 13 -
1.2.2.-	DEFINICIÓN	- 14 -
1.2.3.-	SIMBOLOGÍA	- 14 -
1.2.4.-	CARACTERÍSTICAS DE LOS LED	- 15 -
1.2.5.-	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.....	- 15 -
1.2.6.-	ENCAPSULADO Y PARTES DE UN LED.....	- 15 -
1.2.6.1.-	TRANSPARENTE O CLEAR WATER	- 17 -
1.2.6.2.-	COLOREADOS O TINTED.....	- 17 -
1.2.6.3.-	DIFUSO O DIFUSED.....	- 17 -
1.2.6.4.-	LECHOSOS O MILKY	- 17 -
1.2.7.-	COMPUESTOS EMPLEADOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE LED.....	- 18 -
1.2.8.-	FUNCIONAMIENTO.....	- 19 -
1.2.9.-	POLARIZACIÓN	- 19 -
1.3.-	MICROCONTROLADORES	- 20 -
1.3.1.-	INTRODUCCIÓN.....	- 20 -
1.3.2.-	DEFINICIÓN	- 21 -

1.3.3.-	CARACTERÍSTICAS RELEVANTES	- 21 -
1.3.4.-	ARQUITECTURA	- 22 -
1.3.4.1.-	ARQUITECTURA VON NEUMANN.....	- 23 -
1.3.4.2.-	ARQUITECTURA HARVARD	- 23 -
1.3.4.3.-	ARQUITECTURA INTERNA	- 24 -
1.3.5.-	FAMILIAS DE MICROCONTROLADORES.....	- 26 -
1.3.6.-	GAMA DE LOS PICS.....	- 27 -
1.3.6.1.-	GAMA MEDIA	- 27 -
1.3.7.-	MICROCONTROLADOR MICROCHIP 16F877A.....	- 28 -
1.3.7.1.-	DESCRIPCIÓN DE LOS PUERTOS:	- 28 -
1.3.7.2.-	DESCRIPCIÓN DE PINES DEL PIC 16F877A.....	- 30 -
1.4.-	TABLEROS ELECTRÓNICOS	- 30 -
1.4.1.-	INTRODUCCIÓN	- 30 -
1.4.2.-	UTILIDAD DE UN TABLERO DE LEDS	- 31 -
1.4.3.-	EL HARDWARE.....	- 31 -
1.4.4.-	ENCENDIENDO UN LED	- 32 -
1.4.5.-	MULTIPLEXADO	- 32 -
1.4.6.-	FUNCIONAMIENTO DE LA MATRIZ.....	- 33 -
1.4.7.-	BRILLO DE LOS LEDS	- 34 -
1.4.8.-	CIRCUITO CONTROLADOR.....	- 34 -
1.4.9.-	EL DISPLAY.....	- 35 -
1.4.10.-	EL SOFTWARE	- 36 -
1.5.-	SENSOR.....	- 37 -
1.5.1.-	INTRODUCCIÓN	- 37 -
1.5.2.-	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.....	- 38 -
1.5.3.-	RESOLUCIÓN Y PRECISIÓN	- 39 -
1.5.4.-	SENSOR DE TEMPERATURA LM-35	- 39 -

1.6.-	ELEMENTOS ACOPLADORES.....	- 41 -
1.6.1.-	ULN2803.....	- 41 -
1.7.-	DS1307 RELOJ DE TIEMPO REAL	- 43 -
1.7.1.-	DESCRIPCIÓN.....	- 43 -
1.7.2.-	CARACTERÍSTICAS ADICIONALES.....	- 43 -
CAPÍTULO II.....		- 45 -
2.1.-	REQUISITOS DEL SISTEMA	- 45 -
2.1.1.-	PROTEUS.....	- 45 -
2.1.2.-	MICROCODE	- 46 -
2.1.3.-	LED.....	- 46 -
2.1.4.-	ULN-2803.....	- 46 -
2.1.5.-	PIC 16F877A	- 47 -
2.2.-	CARACTERÍSTICAS DEL TABLERO ELECTRÓNICO	- 47 -
2.3.-	DISEÑO DEL HARDWARE	- 48 -
2.3.1.-	DIAGRAMA DEL TABLERO ELECTRÓNICO.....	- 48 -
2.3.2.-	DIAGRAMA DE SIMULACIÓN.....	- 49 -
2.3.3.-	DIAGRAMA DEL CIRCUITO DEL RELOJ DS 1307	- 49 -
2.3.4.-	DIAGRAMA DEL CIRCUITO DEL SENSOR DE TEMPERATURA LM-35	- 50 -
2.4.-	DISEÑO DEL PROGRAMA.....	- 51 -
CAPÍTULO III.....		- 52 -
3.1.-	CONCLUSIONES.....	- 52 -
3.2.-	RECOMENDACIONES.....	- 54 -

BIBLIOGRAFIA Y ENLACES

ANEXOS

ANEXO A: GLOSARIO.....	
------------------------	--

ANEXO B: ESQUEMAS.....

ANEXO C: HOJAS DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.....

ANEXO D: DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PIC 16F877A.....

ANEXO E: DESCRIPCIÓN DE PINES DEL PIC 16F877A.....

ANEXO F: DISEÑO DEL SOFTWARE.....

INTRODUCCIÓN

En la actualidad las instalaciones de la ESPE-L disponen únicamente de un rótulo metálico antiguo en el cual se identifica el nombre de la ESPEL, la misma que se encuentra en la entrada principal del edificio restaurado.

Siendo la ESPE-L una de las universidades más prestigiosas del centro del país y disponiendo de carreras técnicas, como la carrera de Ingeniería y tecnología en electrónica no se ha tratado de mejorar la infraestructura de la sede, como es la colocación de un tablero electrónico en lugar del rotulo antiguo, el mismo que a mas de identificar el nombre de la institución prestaría muchos servicios, Gtales como: carreras disponibles en la institución, Maestrías y diplomados, cursos de capacitación, periodo académico y más servicios disponibles. Al momento estas ofertas se las viene realizando en varios medios de comunicación las mismas que son transmitidas en horarios limitados y con costos muy elevados. En vista de esta realidad; la investigación surge justamente para suplir estas necesidades, capaz de adaptarse a distintas situaciones, y en el futuro tener la posibilidad de incrementar su funcionalidad. Es así, que la principal motivación del proyecto de investigación consiste en realizar el estudio y diseño de un tablero electrónico programable con leds de última tecnología en el cual será posible visualizar el nombre de la institución, la temperatura ambiente y el tiempo.

El presente proyecto es un paso para modernizar la infraestructura de la ESPE-L, sin que exista un gran impacto económico. Además que permite vincular tecnología nueva y de punta, brindando así a la Escuela un sistema sofisticado, eficiente y acorde a las necesidades y requerimientos del caso.

El constante desarrollo de la tecnología, permite crear actualmente elementos nuevos, novedosos y de utilización que facilitan la automatización parcial o total de equipos y aparatos modernos. Gracias al avance de la ciencia y la tecnología se han incrementado formas de hacer publicidad es así que hoy en día se utiliza

tableros y marcadores electrónicos, gigantografías etc., también se lo realiza mediante los medios de comunicación radio y TV.

Diversos tipos de deportes incluyendo el atletismo, el fútbol, la bici de montaña, la natación, sincronizada, el salto, los deportes de motor y el basquetbol son algunas de las áreas para donde la cuenta electrónica sube a las soluciones perfectas de los ajustes. Adoptando las tecnologías actuales estos tableros proporcionan pantallas planas del alto brillo y son una ventaja agregada.

Los tableros electrónicos utilizan leds de alto brillo para la visibilidad máxima y la definición con un espectro a todo color, un brillo creciente y una gran opción de diseños. Los tableros electrónicos son un modo eficaz de transportar la información. Por lo tanto, éstos se aceptan hoy en día extensamente por todo el mundo. Por otra parte la claridad y el brillo, son las características que hace a los lectores más atractivos y llamativos.¹

El objetivo de este trabajo es diseñar un tablero electrónico utilizando leds de última tecnología y un microcontrolador mediante el cual se va a controlar el funcionamiento total de los elementos que conforman el hardware, que una vez programado controla al tablero.

Para llegar al diseño y a la construcción del sistema se tomó en cuenta el estudio teórico en donde se establecen las bases y fundamentos requeridos para este diseño. Para el desarrollo de este tema, la secuencia seguida se tratará en forma ordenada en los capítulos siguientes.

En el capítulo I se analizan los leds, el pic 16f877A que es el elemento primordial de este trabajo, el ULN2803 que es el elemento acoplador de interfaces, LM-35 que es el sensor de temperatura y el DS 1307 reloj en tiempo real, especificando las partes de hardware y software, así como también los elementos utilizados como interfaces.

¹ <http://electronicosonline.com>

Una vez estudiado los principios básicos, el hardware y el software de todos los componentes se está en capacidad de diseñar y construir el tablero electrónico lo cual se realiza en el capítulo II de este trabajo.

En el capítulo III se trata de las conclusiones y recomendaciones, finalmente se incluyen los anexos y bibliografía utilizada.

CAPÍTULO I

FUNDAMENTOS

En este capítulo se analizan los conceptos de cada uno de los elementos que utilizaremos en la construcción del tablero electrónico, especificando las partes de hardware y software, además analizaremos las características técnicas de cada elemento.

1.1.- ÓPTICA

La Óptica es la rama de la física que estudia el comportamiento de la luz, sus características y sus manifestaciones. Abarca el estudio de la reflexión, la refracción, las interferencias, la difracción, la formación de imágenes y la interacción de la luz con la materia.

1.2.1.- REFLEXIÓN

Es el cambio de dirección de un rayo o una onda que ocurre en la superficie de separación entre dos medios, de tal forma que regresa al medio inicial.

1.2.2.- REFRACCIÓN

Es el cambio brusco de dirección que sufre la luz al cambiar de medio. Este fenómeno se debe al hecho de que la luz se propaga a diferentes velocidades según el medio por el que viaja.

1.2.3.- DIFRACCIÓN

Cuándo la luz atraviesa un obstáculo puntiagudo o una abertura estrecha, el rayo se curva ligeramente. Este fenómeno, denominado difracción, es el responsable

de que al mirar a través de un agujero muy pequeño todo se vea distorsionado o de que los telescopios y microscopios tengan un número de aumentos máximo.

1.2.4.- INTERFERENCIA

La interferencia es cualquier proceso que altera, modifica o destruye una señal durante su trayecto en el canal existente entre el emisor y el receptor.²

1.2.- LED

1.3.6.1.- EVOLUCIÓN DEL LED

El primer led comercialmente utilizable fue desarrollado en el año 1962, combinando Galio, Arsénico y Fósforo con lo cual se consiguió un led rojo con una frecuencia de emisión de unos 650 nm con una intensidad relativamente baja, aproximadamente 10mcd ca de los leds.

En la década de los 70, introdujeron nuevos colores al espectro. Distinta proporción de materiales produjo distintos colores. Así se consiguieron colores verde y rojo utilizando Ga, P y ámbar, naranja y rojo de 630nm (el cual es muy visible) utilizando Ga, As, P. También se desarrollaron leds infrarrojos, los cuales se hicieron rápidamente populares en los controles remotos de los televisores y otros artefactos del hogar.

En la década del 80 entraron tres nuevos materiales en escena, combinando el Galio, Aluminio y Arsénico. Con la introducción de estos materiales el mercado de los leds empezó a despegar ya que proveía una mayor performance sobre los leds desarrollados previamente.

² Folleto líneas de transmisión (N.G)

En los 90 apareció en el mercado tal vez la más exitosa combinación de materiales para producir leds hasta la fecha, el Aluminio, Indio, Galio y Fósforo. Las principales virtudes de este compuesto son que se puede conseguir una gama de colores desde el rojo al amarillo cambiando la proporción de los materiales que lo componen y segundo, su vida útil es sensiblemente mayor, a la de sus predecesores, mientras que los primeros leds tenían una vida promedio efectiva de 40.000 horas los leds de Al, In, Ga, P podían más de 100.000 horas aun en ambientes de elevada temperatura y humedad.

Casi todos estamos familiarizados con los leds, los conocemos al verlos en el frente de muchos equipos de uso cotidiano, como radios, televisores, teléfonos celulares y display de relojes digitales. Sin embargo con la introducción de nuevos materiales han permitido crear leds de todo color dentro del espectro visible y ofreciendo al mismo tiempo una eficiencia lumínica que supera a la de las lámparas incandescentes.

1.3.6.2.- DEFINICIÓN

Un diodo led, Light-Emitting Diode (diodo emisor de luz) es un dispositivo semiconductor que emite luz poli cromática, es decir, con diferentes longitudes de onda, cuando se polariza en directa y es atravesado por la corriente eléctrica. El color depende del material semiconductor empleado en la construcción del diodo, pudiendo variar desde el ultravioleta, pasando por el espectro de luz visible, hasta el infrarrojo, recibiendo éstos últimos la denominación de diodos IRED (Infra-Red Emitting Diode).

1.3.6.3.- SIMBOLOGÍA

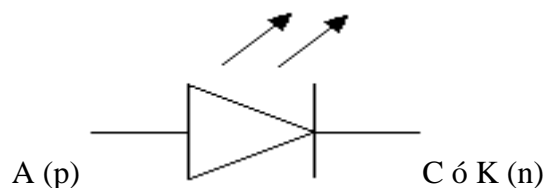


Fig. 1.1 Representación simbólica del diodo LED

1.3.6.4.- CARACTERÍSTICAS DE LOS LED

1. Tienen una vida útil de 100.000 horas.
2. En caso de utilización interrumpida los LED tienen una vida útil de unos 11 años, por lo que ya no son necesarios los repuestos.
3. Con el LED, la totalidad de la energía se transforma en luz.
4. Ofrece una mejor visión y percepción de la profundidad y los detalles.

1.3.6.5.- CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

5. Voltaje de operación 1,5 hasta 3,6 V, dependiendo del color.
6. Intensidad 10 hasta 20 mA en los diodos de color rojo,
7. 20 a 40 mA para los otros Led's.
8. LEDs de potencia (1 W, 3 W, 5 W, etc.), pueden ser usados a 150 mA, 350 mA, 750 mA o incluso a 1000 mA.

1.3.6.6.- ENCAPSULADO Y PARTES DE UN LED

Partes constitutivas de un led se presentan en la figura 1.2, la cual representa el encapsulado más popular de los leds que es el T1 (3/4 de 5mm. de diámetro).

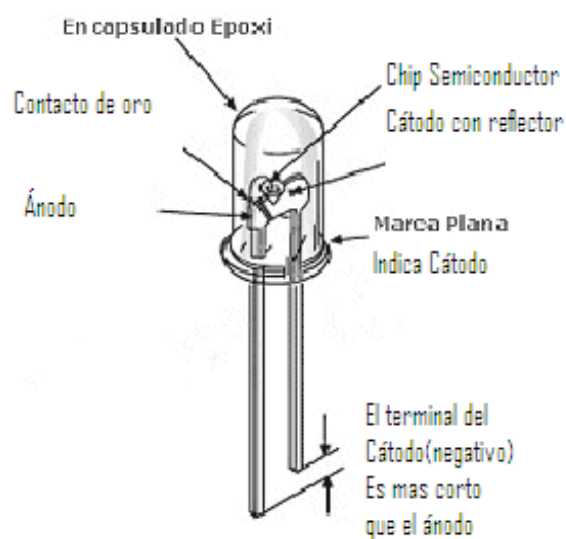


Fig1.2 Estructura y partes de un led

El led viene provisto de dos terminales correspondientes que tienen aproximadamente 2 a 2,5 cm de largo y sección generalmente de forma cuadrada. En el esquema se observa que la parte interna del terminal del cátodo es más grande que el ánodo, esto es porque el cátodo está encargado de sujetar al sustrato de silicio, por lo tanto será este terminal el encargado de disipar el calor generado hacia el exterior ya que el terminal del ánodo se conecta al chip por un delgado hilo de oro, el cual prácticamente no conduce calor.

Existen dos formas más convenientes para identificar el cátodo y el ánodo, la primera y más segura es ver cuál es el terminal más corto, ese es siempre el cátodo no importa de qué tecnología sea el led. La otra es observar la marca plana que también indica el cátodo, dicha marca plana es una muesca o rebaje en un reborde que tiene los leds. El terminal que sostiene el sustrato cumple otra misión muy importante, la de reflector, ya que posee una forma parabólica o su aproximación semicircular, éste es un punto muy crítico en la fabricación y concepción del led ya que un mal enfoque puede ocasionar una pérdida considerable de energía.

Dentro de las características ópticas del led, aparte de su luminosidad, está la del ángulo de visión, se define generalmente el ángulo de visión como el desplazamiento angular desde la perpendicular donde la potencia de emisión disminuye a la mitad. Según la aplicación que se le dará al led se necesitará distintos ángulos de visión así son típicos leds con 4, 6, 8, 16, 24, 30, 45,60 y hasta 90 grados de visión. Generalmente el ángulo de visión está determinado por el radio de curvatura del reflector del led y principalmente por el radio de curvatura del encapsulado. Por supuesto mientras más chico sea el ángulo, y a igual sustrato semiconductor, se tendrá una mayor potencia de emisión y viceversa.

Por último cuenta el encapsulado epoxi que es el encargado de proteger al semiconductor de las inclemencias ambientales y ayuda a formar el haz de emisión.

Existen básicamente 4 tipos de encapsulado si lo catalogamos por su color.

1.2.6.1.- TRANSPARENTE O CLEAR WATER

Es el utilizado en leds de alta potencia de emisión, ya que el propósito de estos leds es fundamentalmente iluminar, es importante que estos encapsulados no absorban de ninguna manera la luz emitida.

1.2.6.2.- COLOREADOS O TINTED

Similar al anterior pero coloreado con el color de emisión de sustrato similar al vidrio de algunas botellas, se usa principalmente en leds de mediana potencia y/o donde sea necesario identificar el color del led aun apagado.

1.2.6.3.- DIFUSO O DIFUSED

Estos leds tiene un aspecto más opaco que el anterior y están coloreados con el color de emisión, poseen pequeñas partículas en suspensión de tamaño microscópicos que son las encargadas de desviar la luz, este tipo de encapsulado le quita mucho brillo al led pero le agrega mucho ángulo de visión ya que los múltiples rebotes de la luz dentro del encapsulado le otorgan un brillo muy parejo sobre casi todos los ángulos prácticos de visión.

1.2.6.4.- LECHOSOS O MILKY

Este tipo de encapsulado es un tipo difuso pero sin colorear, estos encapsulados son muy utilizados en leds bicolors o multicolors. El led bicolor es en realidad un led doble con un cátodo común y dos ánodos (3 terminales) o dos led colocados en contraposición (2 terminales). Generalmente el primer caso con leds rojo y verde es el más común aunque existen otras combinaciones incluso con más colores.

1.3.6.7.- COMPUESTOS EMPLEADOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE LED

TABLA 1.1 Compuestos empleados en la construcción de led

Compuesto	Color	Long. de onda
Arseniuro de galio (GaAs)	Infrarrojo	940nm
Arseniuro de galio y aluminio (AlGaAs)	Rojo e infrarrojo	890nm
Arseniuro fosfuro de galio (GaAsP)	Rojo, naranja y amarillo	630nm
Fosfuro de galio (GaP)	Verde	555nm
Nitruro de galio (GaN)	Verde	525nm
Seleniuro de zinc (ZnSe)	Azul	
Nitruro de galio e indio (InGaN)	Azul	450nm
Carburo de silicio (SiC)	Azul	480nm
Diamante (C)	Ultravioleta	
Silicio (Si)	En desarrollo	

1.3.6.8.- FUNCIONAMIENTO

El funcionamiento físico consiste en que, un electrón pasa de la banda de conducción a la de valencia, perdiendo energía. Esta energía se manifiesta en forma de fotón, con una amplitud, una dirección y una fase aleatoria. El dispositivo semiconductor está comúnmente encapsulado en una cubierta de plástico de mayor resistencia que las de vidrio que usualmente se emplean en las lámparas incandescentes. En general, los Leds suelen tener mejor eficiencia cuanto menor es la corriente que circula por ellos.

1.3.6.9.- POLARIZACIÓN

Los led's para que iluminen de forma continua, deben estar polarizados directamente, es decir, con el polo positivo de la fuente de alimentación conectada al ánodo y el polo negativo conectado al cátodo. Además, la fuente de alimentación debe suministrarle una tensión o diferencia de potencial superior a su tensión umbral. Por otro lado, se debe garantizar que la corriente que circula por ellos no excede los límites admisibles. En términos generales, pueden considerarse de forma aproximada los siguientes valores de diferencia de potencial:

1.3.7.1.-Rojo = 1,8 V a 2,2 V

1.3.7.2.-Naranja = 2,1 V a 2,2 V

1.3.7.3.-Amarillo = 2,1 V a 2,4 V

1.3.7.4.-Verde = 2 V a 3,5 V

1.3.7.5.-Azul = 3,5 V a 3,8 V

1.3.7.6.-Blanco = 3,6 V

Luego mediante la ley de Ohm, puede calcularse la resistencia R adecuada para la tensión de la fuente V Fuente que se utilice.

$$R = \frac{V_{\text{fuente}} - (V_{d1} + V_{d2} + \dots)}{I} \quad \text{Eq. 1.1}$$

El término I , en la fórmula, se refiere al valor de corriente para la intensidad luminosa que se necesita. Lo común es de 10 mA para Leds de baja luminosidad y 20 mA para Leds de alta luminosidad; un valor superior puede inhabilitar el LED o reducir de manera considerable su tiempo de vida.

Otros Leds de una mayor capacidad de corriente conocidos como Leds de potencia (1 W, 3 W, 5 W, etc.), pueden ser usados a 150 mA, 350 mA, 750 mA o incluso a 1000 mA dependiendo de las características opto-eléctricas dadas por el fabricante.

Cabe recordar que también pueden conectarse varios en serie, sumándose las diferencias de potencial en cada uno. También se pueden hacer configuraciones en paralelo, aunque este tipo de configuraciones no son muy recomendadas para diseños de circuitos con Leds eficientes³.

1.3.- MICROCONTROLADORES

1. INTRODUCCIÓN

Los microcontroladores están siendo empleados en multitud de sistemas presentes en nuestra vida diaria, como pueden ser juguetes, horno microondas, frigoríficos, televisores, computadoras, impresoras, módems, el sistema de arranque de nuestro coche, etc. Y otras aplicaciones con las que seguramente no estaremos tan familiarizados como instrumentación electrónica, control de sistemas en una nave espacial, etc. Una aplicación típica podría emplear varios microcontroladores para controlar pequeñas partes del sistema. Estos pequeños controladores podrían comunicarse entre ellos y con un procesador central, probablemente más potente, para compartir la información y coordinar sus acciones, como de hecho, ocurre ya habitualmente en cualquier PC⁴.

³ Diodo emisor de luz-wikipedia, la enciclopedia libre

⁴ Electrónica práctica con microcontroladores pic de Santiago Corrales

Pero la invasión acaba de comenzar y el nacimiento del siglo XXI será testigo de la conquista masiva de estos diminutos computadores, que gobernarán la mayor parte de los aparatos que fabricaremos y usamos los humanos.

2. DEFINICIÓN

Un microcontrolador es un circuito integrado o chip que incluye en su interior las tres unidades funcionales de una computadora: CPU, Memoria y Unidades de E/S, es decir, se trata de un computador completo en un solo circuito integrado⁵.

3. CARACTERÍSTICAS RELEVANTES

Se puede decir que los PIC's son utilizados por la velocidad, el precio, la facilidad de uso, la información, las herramientas de apoyo, dando todo este conjunto una imagen de sencillez y utilidad.

Para las aplicaciones más habituales (casi un 90%) la elección de una versión adecuada de PIC es la mejor solución; sin embargo, dado su carácter general, otras familias de microcontroladores son más eficaces en aplicaciones específicas, especialmente si en ellas predomina una característica concreta, que puede estar muy desarrollada en otra familia.

Un microcontrolador difiere de una CPU normal, debido a que es más fácil convertirla en una computadora en funcionamiento, con un mínimo de chips externos de apoyo. Un microcontrolador típico tendrá un generador de reloj integrado y una pequeña cantidad de memoria RAM y ROM/EPROM/EEPROM/FLASH, significando que para hacerlo funcionar, todo lo que se necesita son unos pocos programas de control y un cristal de sincronización.

Los microcontroladores disponen generalmente también de una gran variedad de dispositivos de entrada/salida, como convertidores de analógico a digital,

⁵ Electrónica práctica con microcontroladores pic de Santiago Corrales

temporizadores, UARTs y buses de interfaz serie especializados, como I2C y CAN. Frecuentemente, estos dispositivos integrados pueden ser controlados por instrucciones de procesadores especializados. Los modernos microcontroladores frecuentemente incluyen un lenguaje de programación integrado, como el BASIC que se utiliza bastante con este propósito.

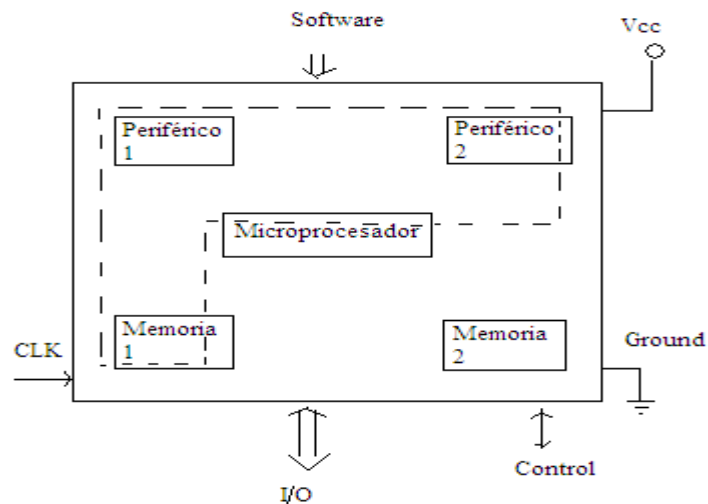


Fig.1.3 Diagrama de bloques de un microcontrolador

4. ARQUITECTURA

La arquitectura del procesador sigue el modelo de Harvard. En esta arquitectura, la CPU se conecta de forma independiente y con buses distintos con la memoria de instrucciones y con la de datos. La arquitectura Harvard permite a la CPU acceder simultáneamente a las dos memorias. Además, propicia numerosas ventajas al funcionamiento del sistema como se irán describiendo.

En ambas arquitecturas observamos bloques de memoria, cada bloque tiene posiciones y cada posición un valor. Para recoger o dejar un valor en una determinada posición es necesario primero indicar cual es la dirección a leer o escribir de la memoria, en consecuencia hay un grupo de líneas que nos permiten hacer esa función conocida como el bus de direcciones, también existe un bus de datos que son líneas paralelas por donde discurren los valores de cada dirección

1.3.4.1.- ARQUITECTURA VON NEUMANN

Dispone de una sola memoria principal donde se almacenan datos e instrucciones de forma indistinta. A dicha memoria se accede a través de un sistema de buses único (direcciones, datos y control).

Las principales limitaciones que se tiene con la arquitectura Von Neumann son:

- 1) La limitación de la longitud de las instrucciones por el bus de datos, que hace que el microprocesador tenga que realizar varios accesos a memoria para buscar instrucciones complejas.
- 2) La limitación de la velocidad de operación a causa del bus único para datos e instrucciones que no deja acceder simultáneamente a unos y otras, lo cual impide superponer ambos tiempos de acceso.

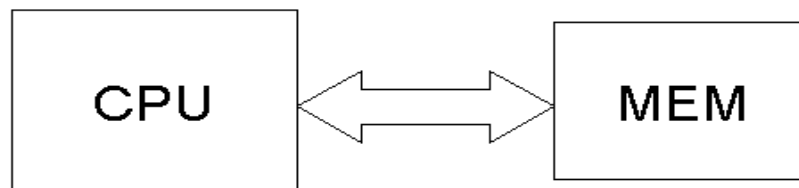


Figura1.4. Arquitectura Von Neumann

1.3.4.2.-ARQUITECTURA HARVARD

Dispone de dos memorias independientes, una que contiene sólo instrucciones, y otra que contiene sólo datos. Ambas disponen de sus respectivos sistemas de buses de acceso y es posible realizar operaciones de acceso (lectura o escritura) simultáneamente en ambas memorias, ésta es la estructura para los PIC's.

Existen dos buses independientes de direcciones y el bus de instrucciones solo tiene una dirección, a diferencia del bus de datos que es de naturaleza bidireccional.

Ventajas de esta arquitectura:

- 1) El tamaño de las instrucciones no está relacionado con el de los datos, y por lo tanto puede ser optimizado para que cualquier instrucción ocupe una sola posición de memoria de programa, logrando así mayor velocidad y menor longitud de programa.
- 2) El tiempo de acceso a las instrucciones puede superponerse con el de los datos, logrando una mayor velocidad en cada operación.

Una pequeña desventaja de los procesadores con arquitectura Harvard, es que deben poseer instrucciones especiales para acceder a tablas de valores constantes que pueda ser necesario incluir en los programas, ya que estas tablas se encontrarán físicamente en la memoria de programa (por ejemplo en la EPROM de un microprocesador)⁶.

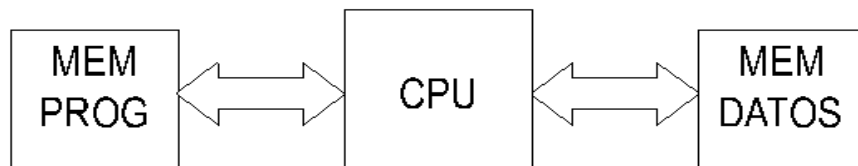


Fig. 1.5 Arquitectura Harvard

1.3.4.3.-ARQUITECTURA INTERNA

El microcontrolador posee varios elementos en forma interna: el procesador, memoria de programa, memoria de datos, periféricos, contadores.

Tiene 8K posiciones por 14 bits, también la memoria de datos (RAM) de 368 posiciones por 8 bits. La memoria EEPROM 256 posiciones x 8 bits. El procesador propiamente dicho está formado por la ALU (unidad aritmética lógica) el registro de trabajo W. cuenta con los periféricos I/O puertos A, B, C, O, E el TMRO (temporizador contador de eventos), TMR1 y TMR2 entre otros módulos.

⁶Introducción al Microcontrolador.htm

También contamos con un registro de instrucción que se carga cada vez que la ALU solicita una nueva instrucción a procesar. En la parte intermedia se encuentran algunos bloques como son el Status Reg. que es el registro de estado encargado de anotar el estado actual del sistema, cada vez que se ejecuta una instrucción se llevan a cabo cambios dentro del microcontrolador como desborde, acarreo, etc. Cada uno de esos eventos está asociado a un bit de este registro. Existe un registro de vital importancia que se llama el Program Counter o contador de programa este registro indica la dirección de la instrucción a ejecutar.

El registro en cuestión no es necesariamente secuencial, esto es no se incrementa necesariamente de uno en uno ya que puede darse el caso en el que salte dependiendo si hay una instrucción de bifurcación de por medio o puede haber alguna instrucción de llamada a función y/o procedimiento. También observamos el bloque de la pila, la función de la pila es ser un buffer temporal en el que se guarda el contador de programa cada vez que se suscita una llamada a un procedimiento y/o función (incluyendo interrupciones). Por tanto el nivel de anidamiento es de hasta 8 llamadas. También está presente el FSR reg que es el registro que cumple una función similar a la del contador de programa direccionando en este caso la RAM. La aparición de multiplexores se debe a que los datos pueden tener diferentes fuentes.

Cuando se programa un microcontrolador se debe siempre tener en mente que es lo que se hace. Cuando lo prendemos asume un valor por defecto, el contador del programa asume la posición cero por tanto el microcontrolador toma la instrucción que se encuentra en esa posición en la memoria de programa y la ejecuta. Al momento de ejecutarla procede a informar si se ha llevado a cabo alguna operación en particular registrado en el registro de estado (status). Si la instrucción es de salto evaluará las condiciones para saber si continúa o no con la siguiente instrucción, en caso que no sea así saltará a otra posición de memoria. En caso que el programa haga un llamado a una función guardará en la pila el valor del contador de programa, ejecutará la rutina y al momento que termina restituirá el valor correspondiente para seguir con la siguiente instrucción.

El diagrama de bloques del PIC 16F877A se muestra en el **ANEXO D**.

5. FAMILIAS DE MICROCONTROLADORES⁷

Tabla 1.2 Familias de Microcontroladores

Empresa	8 bits	12 bits	14 bits	16 bits	32 bits	64 bits	Obs.
Atmel	ATmega8						
AVR							
Freescale (antes Motorola)	68HC05, 68HC08, 68HC11, HCS08	X	X	68HC12, 68HCS12, 68HCSX12, 68HC16	683xx, PowerPC Architecture	X	X
Hitachi, Ltd	H8	X	X	X	X	X	X
Holtek	HT8						
Intel	MCS-48 (familia 8048)						
	MCS51 (familia 8051)	X	X	MCS96, MXS296	X	X	X
	8xC251						
Microchip	10f2xx Familia 12Cxx 12Fxx, 16Cxx y 16Fxx 18Cxx y 18Fxx			dsPIC30FXX y dsPIC33F de 16 bits	PIC32	X	X
NEC	78K						
Parallax							
ST	ST 62,ST 7						
Texas Instruments	TMS370, MSP430						
Zilog	Z8, Z86E02						
Silabs	C8051						

⁷ Microcontrolador - Wikipedia, la enciclopedia libre.htm

6. GAMA DE LOS PICS

Para resolver aplicaciones sencillas se precisan pocos recursos, en cambio, las aplicaciones grandes requieren numerosos y potentes. Debido a esto, diversos fabricantes construyen diferentes modelos de microcontroladores orientados a cubrir, de forma óptima, las necesidades de cada proyecto. Así, hay disponibles microcontroladores sencillos y baratos para atender las aplicaciones simples y otros complejos y más costosos para las de mucha envergadura.

Se ha escogido los PIC's de la gama media debido a que son muy apreciados en las aplicaciones de control, en sistema de seguridad y en dispositivos de bajo consumo que gestionan receptores y transmisores de señales. Su pequeño tamaño lo hace ideales en muchos proyectos donde esta cualidad es fundamental.

1.4.1.-GAMA MEDIA

Es la gama más variada y completa de los PIC. Abarca modelos con encapsulado desde 18 pines hasta 68, cubriendo varias opciones que integran abundantes periféricos.

En esta gama sus componentes añaden nuevas prestaciones haciéndoles más adecuados en las aplicaciones complejas. Admiten interrupciones, poseen comparadores de magnitudes analógicas, convertidores AD, puertos serie y diversos temporizadores.

El repertorio de instrucciones es de 35, de 14 bits cada una sus distintos modelos contienen todos los recursos que se precisan en las aplicaciones de los microcontroladores de 8 bits. También dispone de interrupciones y una Pila de 8 niveles que permite el anidamiento de subrutinas.

7. MICROCONTROLADOR MICROCHIP 16F877A

Este microcontrolador, es de sencillo manejo y contiene un buen promedio elevado en los parámetros (velocidad, consumo, tamaño, alimentación). Las principales características con que cuenta el 16F877A son:

1. Procesador de arquitectura RISC avanzada
2. Juego de 35 instrucciones con 14 bits de longitud. Todas ellas se ejecutan en un ciclo de instrucción menos las de salto que tardan 2.
3. Frecuencia de 20 Mhz
4. Hasta 8K palabras de 14 bits para la memoria de código, tipo flash.
5. Hasta 368 bytes de memoria de datos RAM
6. Hasta 256 bytes de memoria de datos EEPROM
7. Hasta 14 fuentes de interrupción internas y externas
8. Pila con 8 niveles
9. Modos de direccionamiento directo, indirecto y relativo
10. Perro guardián (WDT)
11. Código de protección programable
12. Modo Sleep de bajo consumo
13. Programación serie en circuito con 2 patitas
14. Voltaje de alimentación comprendido entre 2 y 5.5 voltios.
15. Bajo consumo (menos de 2 mA a 5V y 5 Mhz)
- 16. Lectura/escritura de la CPU a la memoria flash de programa**

1. DESCRIPCIÓN DE LOS PUERTOS:

Puerto A:

1. Puerto de e/s de 6 pines
2. RA0 y AN0
3. RA1 y AN1
4. RA2 , AN2 y Vref-
5. RA3 , AN3 y Vref+

6. RA4 (Salida en colector abierto) y T0CKI(Entrada de reloj del módulo Timer 0)
7. RA5 , AN4 y SS (Selección esclavo para el puerto serie síncrono)
8. Puerto B:
9. Puerto e/s 8 pines
10. Resistencias pull-up programables
11. RB0 Interrupción externa
12. RB4-7 Interrupción por cambio de flanco
13. RB5-RB7 y RB3 programación y debugger in circuit

Puerto C:

1. Puerto e/s de 8 pines
2. RC0, T1OSO (Timer1 salida oscilador) y T1CKI (Entrada de reloj del módulo Timer1).
3. RC1, RC2, PWM/COMP/CAPT
4. RC1, T1OSI (entrada osc timer1)
5. RC3-4, IIC
6. RC3-5, SPI
7. RC6-7, USART

Puerto D:

1. Puerto e/s de 8 pines
2. Bus de datos en PPS (Puerto paralelo esclavo)

Puerto E:

3. Puerto de e/s de 3 pines
4. RE0 y AN5 y Read de PPS
5. RE1 y AN6 y Write de PPS
6. RE2 y AN7 y CS de PPS

El siguiente diagrama da cuenta de los pines del PIC16F877A:

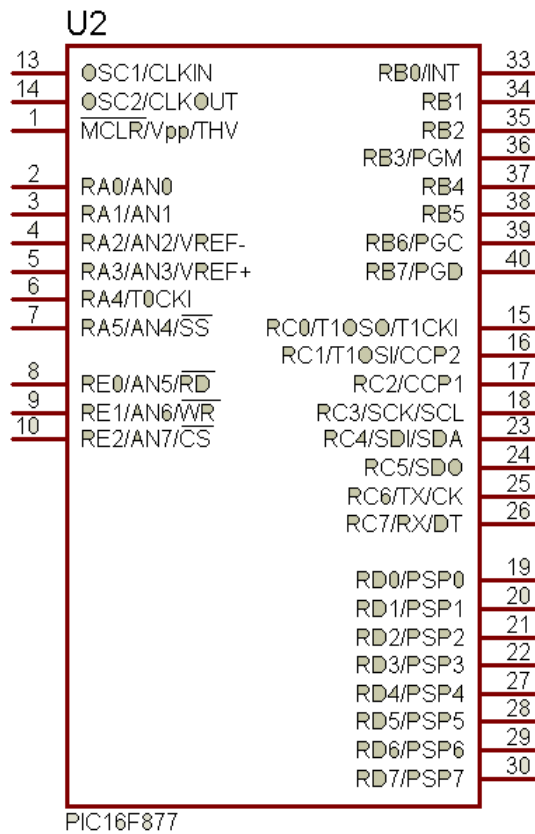


Fig. 1.6 Pines del Pic 16F877A

7. DESCRIPCIÓN DE PINES DEL PIC 16F877A

La descripción de cada pin del PIC 16F877A se muestra en el **Anexo E**

1.4.- TABLEROS ELECTRÓNICOS

1.5.1.-INTRODUCCIÓN

Gracias al avance de la tecnología el hombre puede conseguir múltiples beneficios basándonos en los parámetros y características de cada uno de los elementos que serán utilizados para la construcción de este trabajo. En la actualidad este tipo de tableros son utilizados en actividades deportivas tales como el fútbol, básquet, natación, etc. Y también en la difusión anuncios publicitarios en diversos campos para lo cual está encaminado este proyecto y será desarrollado en beneficio de la ESPE-L.

1.5.2.-UTILIDAD DE UN TABLERO DE LEDS

Un tablero formado por varias filas y columnas de leds, convenientemente programado, puede servir para pasar mensajes publicitarios, decorar nuestra habitación o con fines informativos.

En nuestro trabajo utilizaremos esta tecnología con el fin de diseñar un tablero electrónico para beneficio de la ESPE-L.

1.5.3.-EL HARDWARE

Desde el punto de vista del hardware, básicamente consiste en una matriz de píxeles similar a los de la pantalla de un ordenador, generalmente de un solo color (la mayoría de las veces rojos), aunque con el descenso de los precios de los leds individuales o en paneles, es cada vez más frecuentes ver tableros “bicolores” o incluso “multicolores”, aprovechando la ventaja del los leds, que pueden mostrar cualquier color. En este trabajo utilizaremos leds de color naranja de alta resolución.

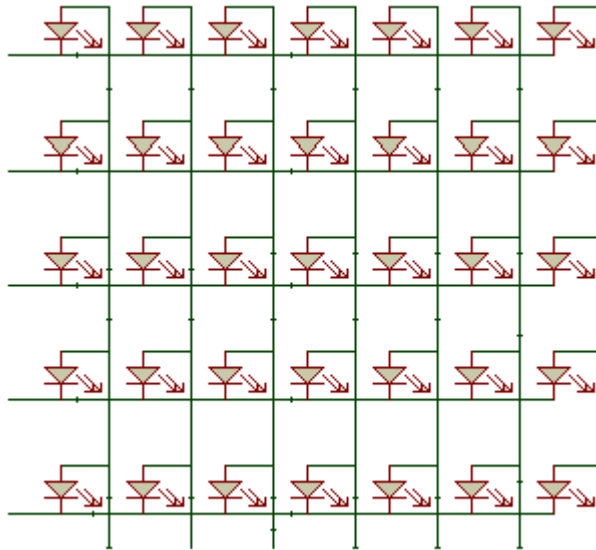


Fig. 1.7 Matriz de Leds de 7x5 puntos.

Como es de suponer, el desarrollo, construcción y programación de un tablero de este tipo es una tarea bastante compleja, pero perfectamente posible para cualquiera que tenga conocimientos básicos de electrónica y programación.

1.5.4.- ENCENDIENDO UN LED

Conectamos el ánodo del led al PIC, el cátodo a un resistor y el extremo de este a tierra. Cuando el pin del microcontrolador está en "1", el LED enciende. Pero lamentablemente este esquema no sirve para la construcción de un tablero matricial como este, ya que al utilizar cientos de leds necesitaríamos tener un microcontrolador que tenga como mínimo ese número de pines de salida.

1.5.5.- MULTIPLEXADO

Esta técnica permite utilizar unos pocos pines de E/S del microcontrolador para manejar una serie de circuitos integrados que se encarguen de excitar los leds. Hay varias maneras, y muchos modelos diferentes de circuitos para hacer esto.

La multiplexación es muy sencilla y se ejecuta dentro de la rutina de interrupción del timer 2, se realiza de la siguiente manera:

1. Espera interrupción
2. Se deshabilitan las columnas
3. Se escribe el valor de las filas
4. Se habilita la primer columna
5. Espera interrupción
6. Se deshabilitan las columnas
7. Se escribe el valor de las filas
8. Se habilita la siguiente columna
9. Espera interrupción

Así se repite hasta llegar a la quinta columna, entonces la ejecución de la multiplexación vuelve al principio y se vuelve a repetir⁸.

1.5.6.- FUNCIONAMIENTO DE LA MATRIZ

La pantalla está formada por una serie de filas y columnas. La intersección entre ambas contiene un led. Para que este encienda, tiene que recibir simultáneamente un "0" en la fila, y un "1" en la columna (dependiendo de la conexión de la matriz). Cuando se dan estas condiciones, la electrónica de la placa se encarga del encendido del led en cuestión.

La forma de generar un mensaje sobre el display es relativamente sencilla, si se considera el siguiente algoritmo:

1. Apagar todas las filas.
2. Escribir los valores correspondientes a la primer fila en el registro de desplazamiento, teniendo en cuenta que el primer dígito binario colocado corresponde al último led de la fila, y el último en poner al de la primer columna.

⁸ matriz de leds.htm

3. Encender la primera fila, esperar un tiempo, y volver a apagarla.
4. Repetir los pasos 2 y 3 para las filas restantes.

El tiempo de la demora debe ser tal manera que permita una visualización correcta, sin molestos parpadeos y con los leds de alta resolución. Hay que tener en cuenta que si utilizamos tiempos mayores para el encendido de cada fila, el brillo de los leds será mayor, pero también aumentará el parpadeo.

1.5.7.- BRILLO DE LOS LEDS

Un punto a tener en cuenta es la intensidad del brillo que puede proporcionar el tipo de led que utilizemos. Un led, utilizado en aplicaciones “normales”, se alimenta con unos 3V y requiere unos 15mA (varía ligeramente de un modelo a otro) para brillar con una buena intensidad. En caso de un típico tablero de 7 filas, a pesar de que las veremos encendidas al mismo tiempo, cada LED solo estará encendido la séptima parte del tiempo, por lo que su brillo será siete veces inferior al normal y el tablero apenas será visible.

Afortunadamente esto también tiene solución: dado que los tiempos que permanecerá encendido cada led no superará los 20 o 30 milisegundos, se puede circular una corriente mayor a la nominal sin que lleguen a dañarse, con lo que brillarán mucho más intensamente, dando como resultado un cartel perfectamente visible⁹.

1.5.8.-CIRCUITO CONTROLADOR

Este es el cerebro del tablero. Será el encargado de gestionar el encendido de cada led mediante órdenes enviadas a las columnas. Como una fila tendrá muchos leds y existe la posibilidad que en algún momento puedan estar todos encendidos, no podemos conectarlas directamente a pines de E/S del PIC, porque la corriente que demandarían haría que el puerto del microcontrolador

⁹ matriz de leds.htm

pase a mejor vida. Para evitar esto, se utiliza en medio un transistor capaz de manejar la corriente requerida.

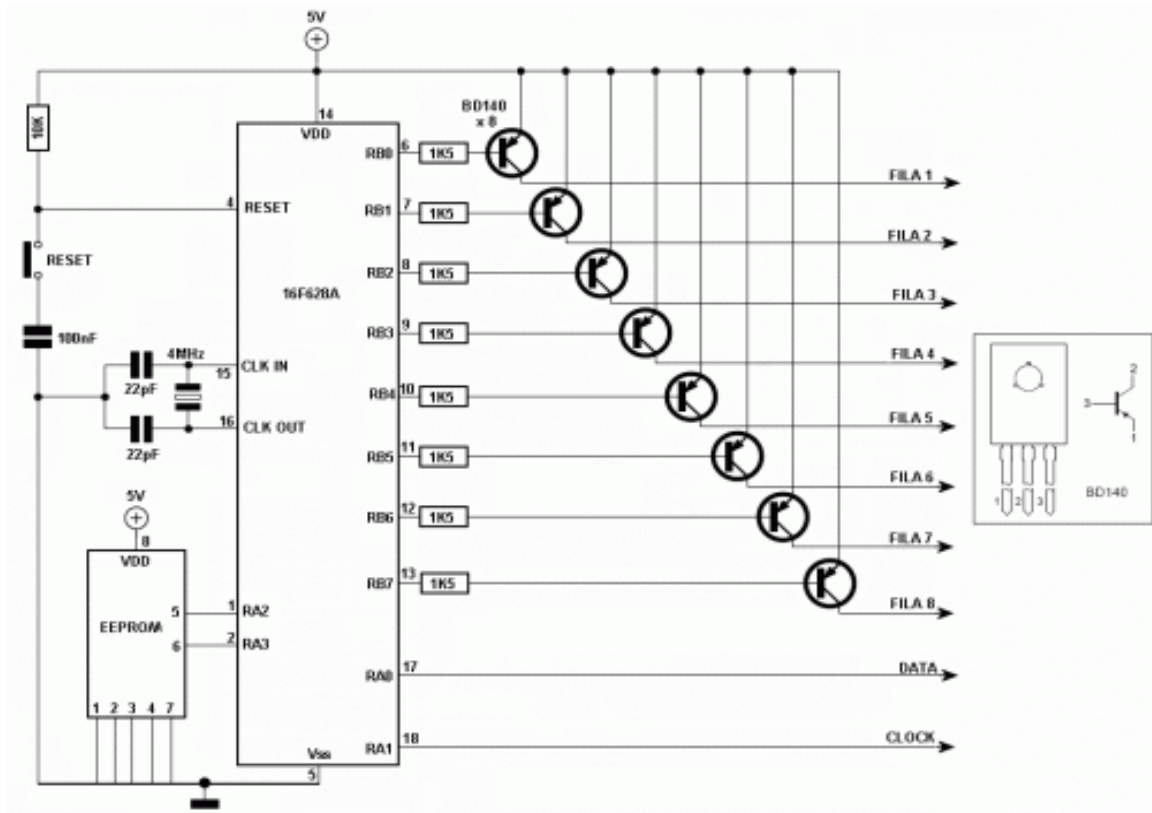


Fig. 1.8 Controlador de tablero.

El centro de todo es el microcontrolador PIC16F877A que tiene su pin de RESET conectado a un pulsador y un resistor de 10K. Este pulsador permite reiniciar el tablero cuando lo necesitemos. También se ha implementado un circuito de reloj externo, basado en un cristal de 4 MHz y dos condensadores de 22 nf. Esto le permite al PIC ejecutar un millón de instrucciones por segundo, más que suficientes para este proyecto.

1.5.9.-EL DISPLAY

El esquema eléctrico se presenta en la siguiente figura.

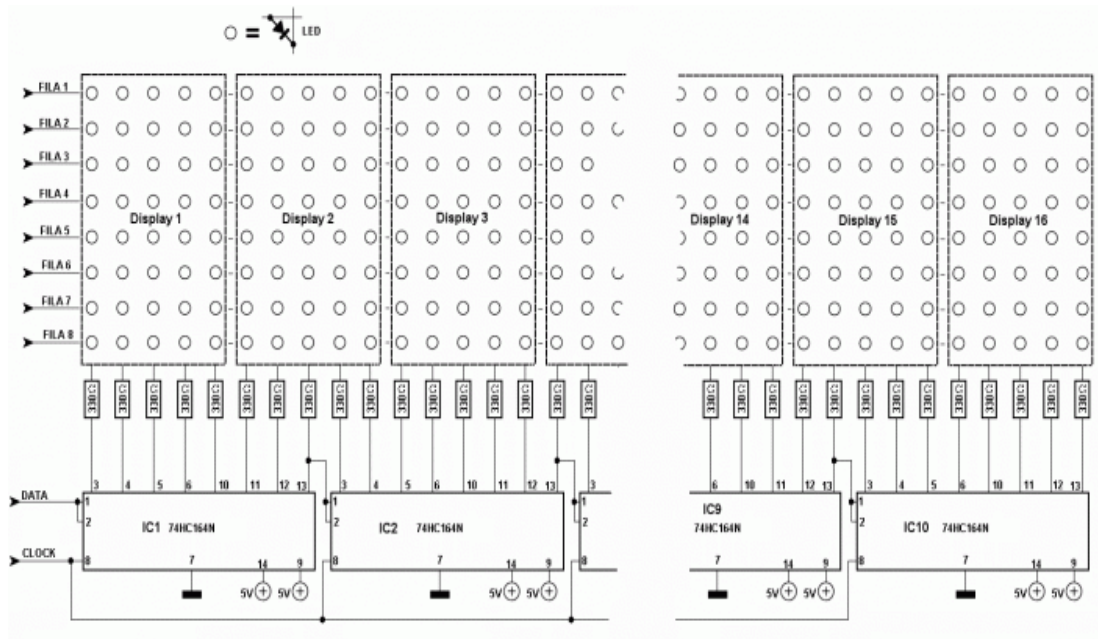


Fig. 1.9 Conexión de leds en filas y columnas.

En el esquema del display, en la parte superior se muestra como está conectado cada LED dentro de la matriz de 7x5.

Cada display también difiere en la función de cada terminal, por lo que se debe estar atento a la hoja de datos para diseñar el circuito impreso apropiado, y conectarlos como corresponda.

1.5.10.- EL SOFTWARE

El tablero del leds que estamos construyendo puede adoptar diferentes tamaños de acuerdo a las necesidades o componentes que cada uno consiga.

Lo primero que necesitamos saber es que el “barrido” del tablero debe hacerse por filas. Es decir, mostraremos el contenido de la primera fila, esperamos un tiempo determinado (unos pocos milisegundos), mostramos el de la segunda fila, esperamos nuevamente, y así hasta llegar a la última fila.

El motivo de no emplear las columnas para realizar el barrido es que como son más numerosas, el tiempo total que se necesita para “escribir” por filas es mucho menor que el necesario para escribir por columnas, y en la práctica eso significa que el brillo del tablero será mucho mayor si lo hacemos por filas, ya que cada led permanecerá encendido $1/7$ del tiempo. Si lo hiciésemos por columnas, cada LED estaría encendido solo $1/80$ del tiempo, por lo que su brillo sería unas 10 veces menor.

Para escribir los datos de una fila del tablero, solo debemos introducir la información necesaria para que los leds que queremos estén encendidos en esa fila tengan +V en sus ánodos. Por supuesto, mientras hacemos esto todos los pines del microcontrolador que controlan las filas deberán estar apagadas, para que no se perciba una débil luminosidad en todos los leds de la fila.

El primer valor que se debe “ingresar” en el registro de desplazamiento es el que corresponderá a la última columna. A medida que vamos ingresando los siguientes, se van desplazando hacia el final del tablero. Cuando hayamos introducido el último valor (que corresponderá a la primera columna) el primer valor que metimos habrá llegado a su posición. En ese momento tenemos todo el registro escrito, y ya podemos activar la salida del PIC que corresponde a esa fila en particular¹⁰.

1.5.- SENSOR

1.6.1.- INTRODUCCIÓN

Un sensor es un dispositivo que convierte una forma de energía en otra. Las variables de instrumentación dependen del tipo de sensor y pueden ser por ejemplo temperatura, intensidad luminosa, distancia, aceleración, inclinación, desplazamiento, presión, fuerza, torsión, humedad, pH, etc. Una magnitud eléctrica obtenida puede ser una resistencia eléctrica (como en una RTD), una

¹⁰ Matriz de leds.htm

capacidad eléctrica (como en un sensor de humedad), una tensión eléctrica (como en un termopar), una corriente eléctrica (como un fototransistor), etc.

Un sensor se diferencia de un transductor en que el sensor está siempre en contacto con la variable a medir o a controlar. Hay sensores que no solo sirven para medir la variable, sino también para convertirla mediante circuitos electrónicos en una señal estándar (4 a 20 mA, o 1 a 5VDC) para tener una relación lineal con los cambios de la variable sensada dentro de un rango (span), para fines de control de dicha variable en un proceso.

Áreas de aplicación de los sensores: Industria automotriz, Industria aeroespacial, Medicina, Industria de manufactura, Robótica, etc.

1.6.2.- CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Entre las características técnicas de un sensor destacan las siguientes:

1. Rango de medida: dominio en la magnitud medida en el que puede aplicarse el sensor.
2. Precisión: es el error de medida máximo esperado.
3. Offset o desviación de cero: valor de la variable de salida cuando la variable de entrada es nula. Si el rango de medida no llega a valores nulos de la variable de entrada, habitualmente se establece otro punto de referencia para definir el offset.
4. Linealidad o correlación lineal.
5. Sensibilidad de un sensor: relación entre la variación de la magnitud de salida y la variación de la magnitud de entrada.
6. Resolución: mínima variación de la magnitud de entrada que puede apreciarse a la salida.
7. Rapidez de respuesta: puede ser un tiempo fijo o depender de cuánto varíe la magnitud a medir. Depende de la capacidad del sistema para seguir las variaciones de la magnitud de entrada.

8. Derivas: son otras magnitudes, aparte de la medida como magnitud de entrada, que influyen en la variable de salida. Por ejemplo, pueden ser condiciones ambientales, como la humedad, la temperatura u otras como el envejecimiento (oxidación, desgaste, etc.) del sensor.
9. Repetitividad: error esperado al repetir varias veces la misma medida.

1.6.3.- RESOLUCIÓN Y PRECISIÓN

La resolución de un sensor es el menor cambio en la magnitud de entrada que se aprecia en la magnitud de salida. Sin embargo, la precisión es el máximo error esperado en la medida.

La resolución puede ser de menor valor que la precisión. Por ejemplo, si al medir una distancia la resolución es de 0,01 mm, pero la precisión es de 1 mm, entonces pueden apreciarse variaciones en la distancia medida de 0,01 mm, pero no puede asegurarse que haya un error de medición menor a 1 mm¹¹.

1.6.4.- SENSOR DE TEMPERATURA LM-35

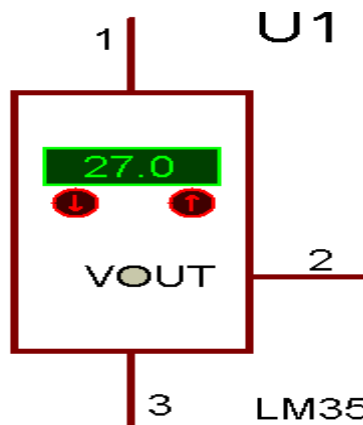


Figura 1.10 Sensor de Temperatura LM-35

¹¹ Sensor-wikipedia,la enciclopedia libre.htm

El LM-35 es un sensor de temperatura con una precisión calibrada de 1°C. Puede medir temperaturas en el rango que abarca desde -55° a + 150°C. La salida es muy lineal y cada grado centígrado equivale a 10 mV en la salida.

Sus características más relevantes son:

1. Precisión de ~1,5°C (peor caso), 0.5°C garantizados a 25°C.
2. No linealidad de ~0,5°C (peor caso).
3. Baja corriente de alimentación (60uA).
4. Baja impedancia de salida
5. Amplio rango de funcionamiento (desde -55° a + 150°C).
6. Bajo costo.

Su tensión de salida es proporcional a la temperatura, en la escala Celsius. No necesita calibración externa y es de bajo costo. Funciona en el rango de alimentación comprendido entre 4 y 30 voltios.

Como ventaja adicional, el LM35 no requiere de circuitos adicionales para su calibración externa cuando se desea obtener una precisión del orden de ± 0.25 °C a temperatura ambiente, y ± 0.75 °C en un rango de temperatura desde 55 a 150 °C.

La baja impedancia de salida, su salida lineal y su precisa calibración inherente hace posible una fácil instalación en un circuito de control.

Debido a su baja corriente de alimentación (60uA), se produce un efecto de auto calentamiento reducido, menos de 0.1 °C en situación de aire estacionario¹².

¹² Microcontroladores Pic diseño práctico de aplicaciones segunda parte :pic 16f87x de José M. Angulo U.

1.6.- ELEMENTOS ACOPLADORES

1.7.1.- ULN2803

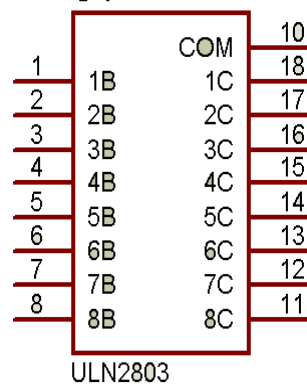


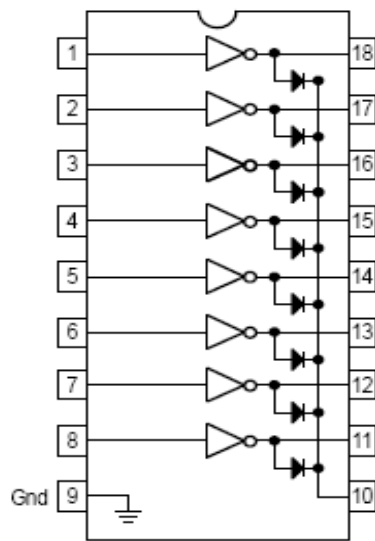
Fig. 1.11 ULN 2803

El ULN 2803 es un integrado driver que empaqueta 8 transistores de arreglo Darlington y sus respectivos diodos damper, y se utiliza principalmente como interfase para acondicionar pulsos o señales digitales de baja intensidad (como en las puertas lógicas CMOS, TTL, etc.) de tal manera que puedan mover componentes que requieren altas corrientes o voltajes, como relevadores, focos, cabezales de impresoras. Lo que en realidad hace es tomar la señal eléctrica generada por los elementos digitales y aumentar su tensión y corriente por medio de transistores de potencia. Los diodos sirven como amortiguadores para reducir los pulsos transitorios y las variaciones de pulso.

Su misión en el circuito es aportar la potencia a las salidas del puerto. La intensidad de corriente que puede proporcionar directamente éste, es suficiente para encender un LED, pero no para mover un motor o actuar la bobina de un relé. Por eso se aumenta la cargabilidad mediante este circuito integrado, que permite extraer 500 mA por pin de salida, aplicando tensiones a la carga de hasta 50 V.

Tiene 18 pines, GND es la masa común a la alimentación utilizada para la carga y al puerto. La patilla 10 (Common) permite el acceso a los diodos incluidos en el

chip, cuya misión es proteger los transistores del mismo frente a picos de sobretensión generados por cargas de tipo inductivo, como motores o bobinas. En caso de ser necesaria esta protección, puede mejorarse usando un diodo Zener para limitar la tensión que se le aplica al diodo. Cada Darlington tiene una entrada IN y una salida OUT, que se encuentran enfrentadas en filas de pines opuestas en el chip.



Pin out del integrado.

Figura 1.12 Estructura interna ULN2803

Cada una de las 8 secciones que componen al ULN2803 puede verse en el diagrama siguiente¹³.

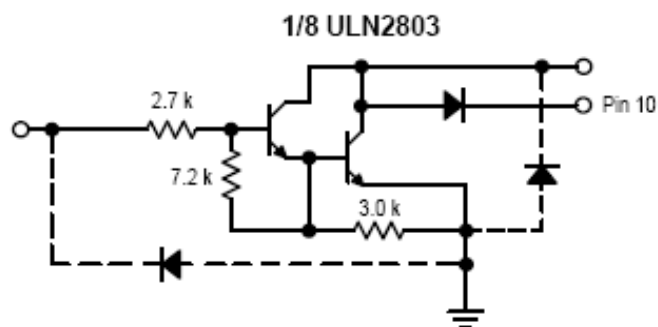


Figura 1.13 Circuito interno del ULN2803

¹³ www.micropik.com/pagdiodos.htm

1.7.- DS1307 RELOJ DE TIEMPO REAL

•DESCRIPCIÓN

El semiconductor Maxim/Dallas DS1307 es un reloj de tiempo real exacto, Es un reloj de aplicación muy fácil, se maneja mediante el bus I2C de cualquier microcontrolador de una manera muy sencilla. Podemos leer valores tales como horas, minutos, segundos, día, mes y año. Dispone también de una memoria interna programable de 56 Bytes para guardar alarmas no volátiles.

•CARACTERÍSTICAS ADICIONALES

DS1307 es un reloj de tiempo real exacto, el cual automáticamente, mantiene el tiempo y la fecha actual, incluyendo compensación para meses con menos de 31 días y saltos de año. El DS1307 es un dispositivo de 8 pines al que se le conecta un cristal de cuarzo estándar, de bajo costo, a 32.768kHz entre los pines 1 y 2 para proveer tiempo base exacto. Opcionalmente se le puede conectar al pin3, baterías de respaldo de 3 volt, asegurando que se mantendrá el tiempo a la fecha aunque esté desconectada la fuente de tensión del circuito principal. El circuito integrado automáticamente detecta que se ha removido la energía en el circuito principal y se conectan las baterías de respaldo cuando es requerido.

La batería de respaldo puede durar hasta 10 años y se coloca en la misma base de circuito impreso, tal como muestra la figura 1.14.

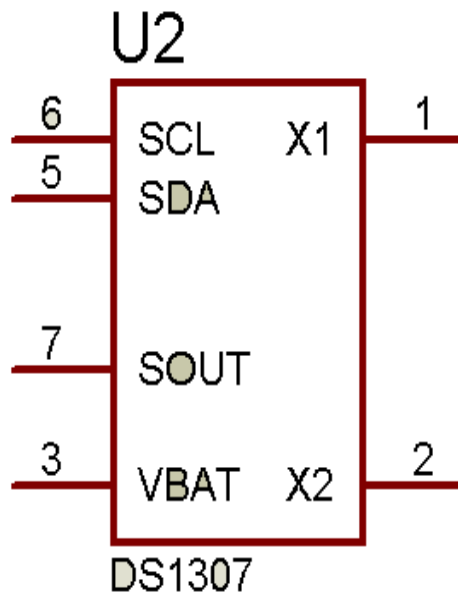


Figura 1.14 DS1307

Adicionalmente el circuito integrado DS1307 tiene dos características interesantes. El pin 7 es una salida de colector abierto, que puede ser programada para hacer “flash” cada 1Hz. Esto permite la colocación de un led como indicador de segundos en aplicaciones de reloj¹⁴.

¹⁴ www.webelectronica.com.ar

CAPÍTULO II

DISEÑO, SIMULACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO

En este capítulo describimos el diseño y la simulación del tablero electrónico con todos sus componentes, así como de los circuitos de acoplamiento de la señal del sensor de temperatura y del reloj DS1307 al Pic 16F877A, también realizaremos el diseño del programa para el microcontrolador.

1. REQUISITOS DEL SISTEMA

1.PROTEUS

Herramienta informática que permite diseñar y simular circuitos electrónicos utilizando materiales que dispone el sistema Proteus.

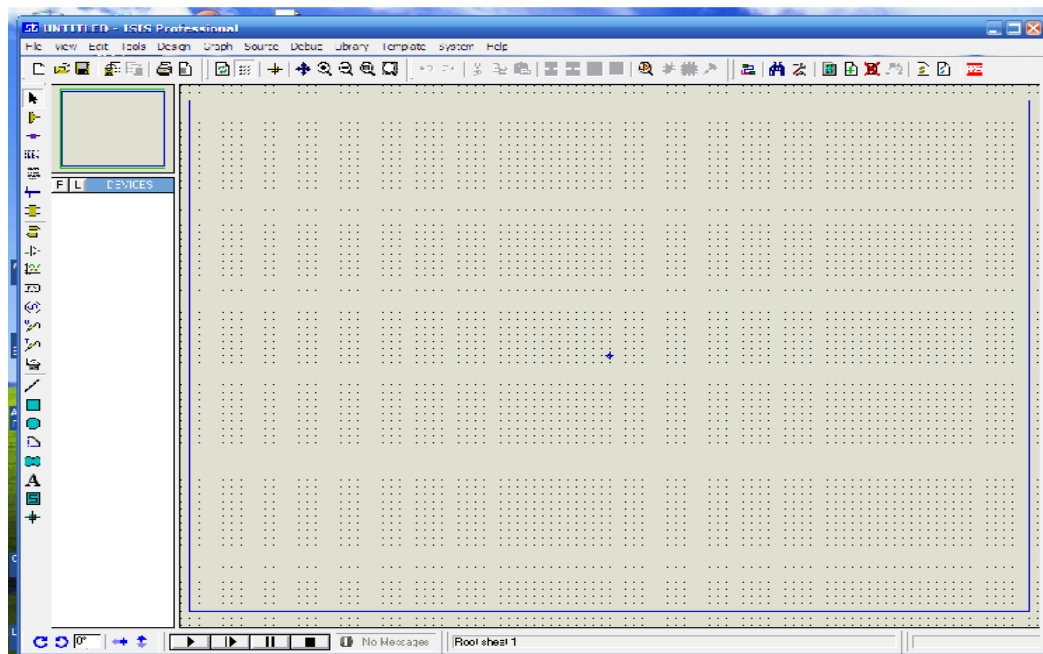


Fig.2.1 Pantalla principal del simulador

2.MICROCODE

Es un programa editor de texto, está hecho para facilitar la programación de los microcontroladores pics.

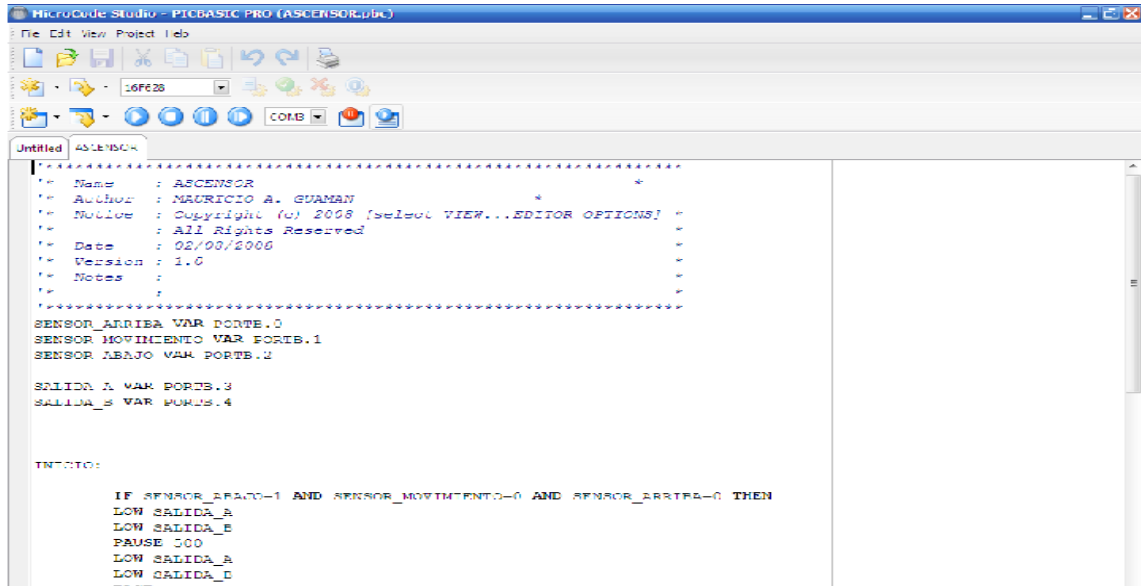


Fig.2.2 pantalla principal microcode

3.LED

Es un dispositivo semiconductor que emite luz poli cromática, es decir, con diferentes longitudes de onda.

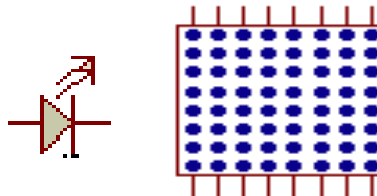


Fig.2.3 Matriz de leds

4.ULN-2803

Su misión es aportar la potencia a las salidas del puerto. La intensidad de corriente que puede proporcionar directamente éste, es suficiente para encender

un led, permite extraer 500 mA por pin de salida, aplicando tensiones a la carga de hasta 50 V.

5. PIC 16F877A

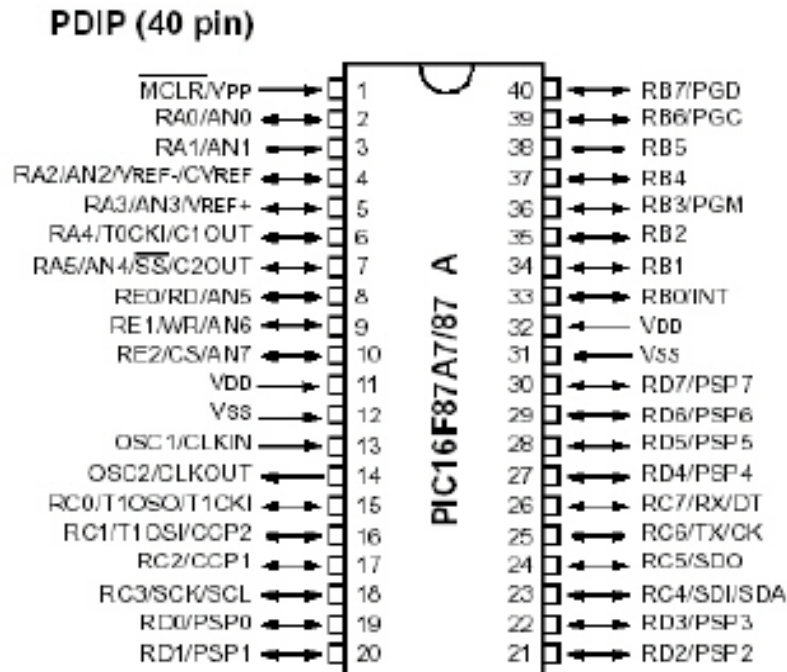


Fig.2.4 pines del pic 16f877A

Es un Microcontrolador de la fábrica Microchip de sencillo manejo contiene un buen promedio, elevados en los parámetros (velocidad, consumo, tamaño, alimentación).

6. CARACTERÍSTICAS DEL TABLERO ELECTRÓNICO

Una vez estudiado los elementos que serán utilizados en el diseño de un tablero electrónico también es primordial mencionar las características que debería tener el tablero electrónico.

1. Programación en lenguaje Basic

2. Ángulo de visualización 30 grados
3. Leds de alto brillo
4. Configuración matriz 7x5

5. DISEÑO DEL HARDWARE

1. DIAGRAMA DEL TABLERO ELECTRÓNICO

Utilizando el programa Proteus realizamos el diseño del diagrama principal del tablero electrónico.

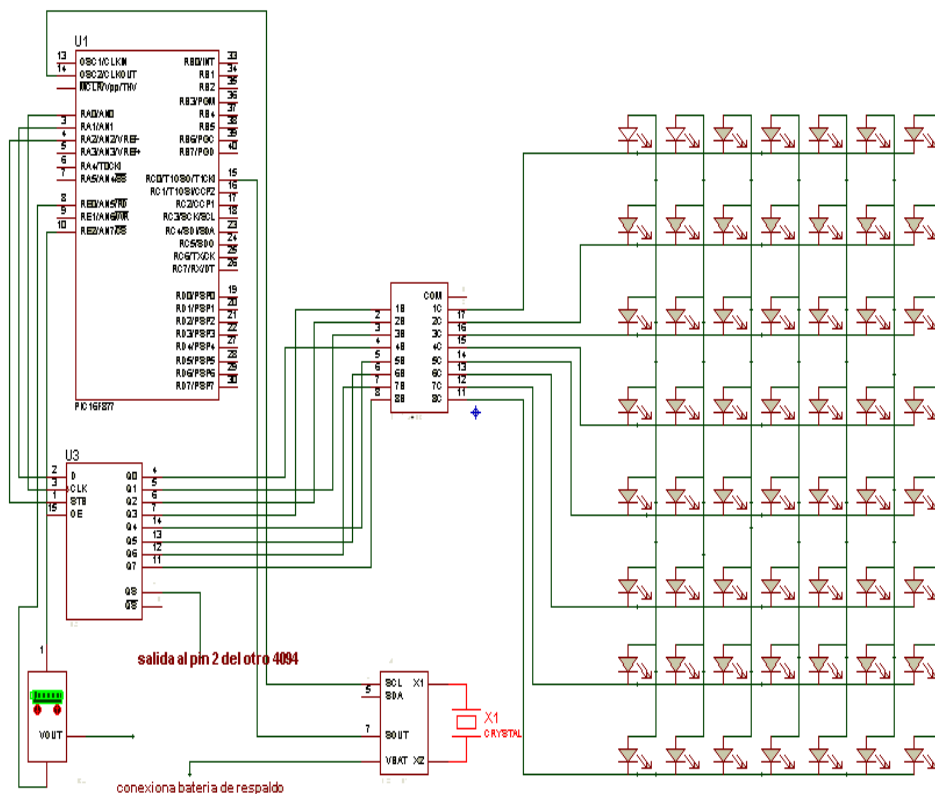


Fig.2.5 Diagrama principal del tablero electrónico

2. DIAGRAMA DE SIMULACIÓN

En el siguiente diagrama mostramos la simulación del tablero electrónico en el Proteus.

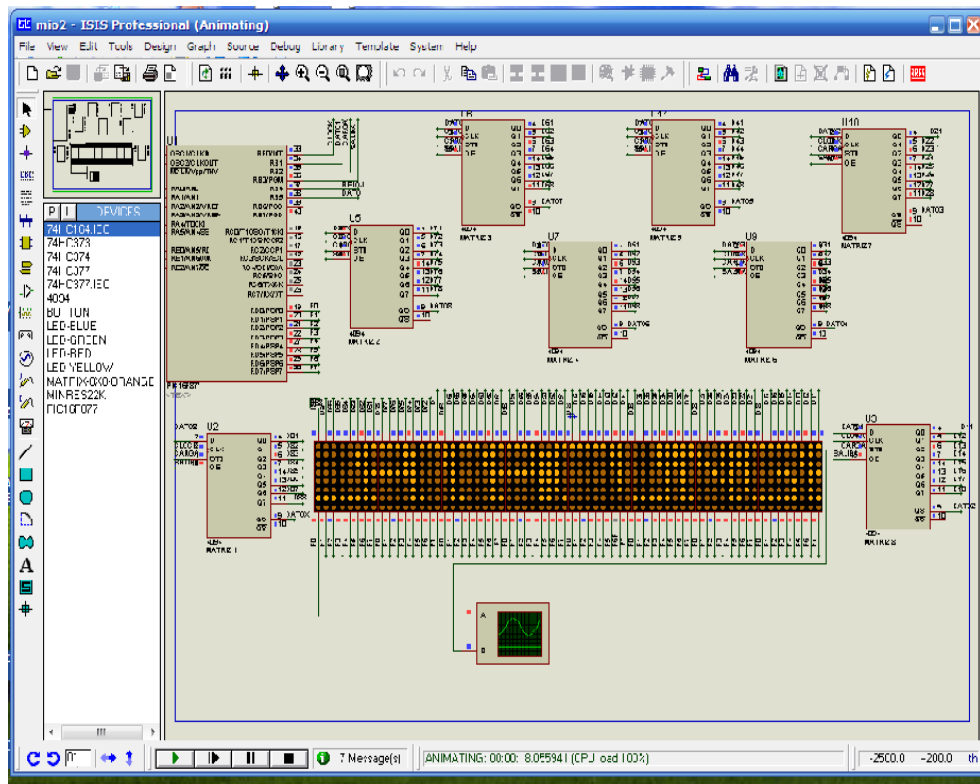


Fig. 2.6 Simulación en Proteus del tablero electrónico

3. DIAGRAMA DEL CIRCUITO DEL RELOJ DS 1307 ACOPLADO AL TABLERO ELECTRÓNICO

En el siguiente circuito se muestra el acoplamiento de la señal del reloj Ds 1307 al pic 16f877A.

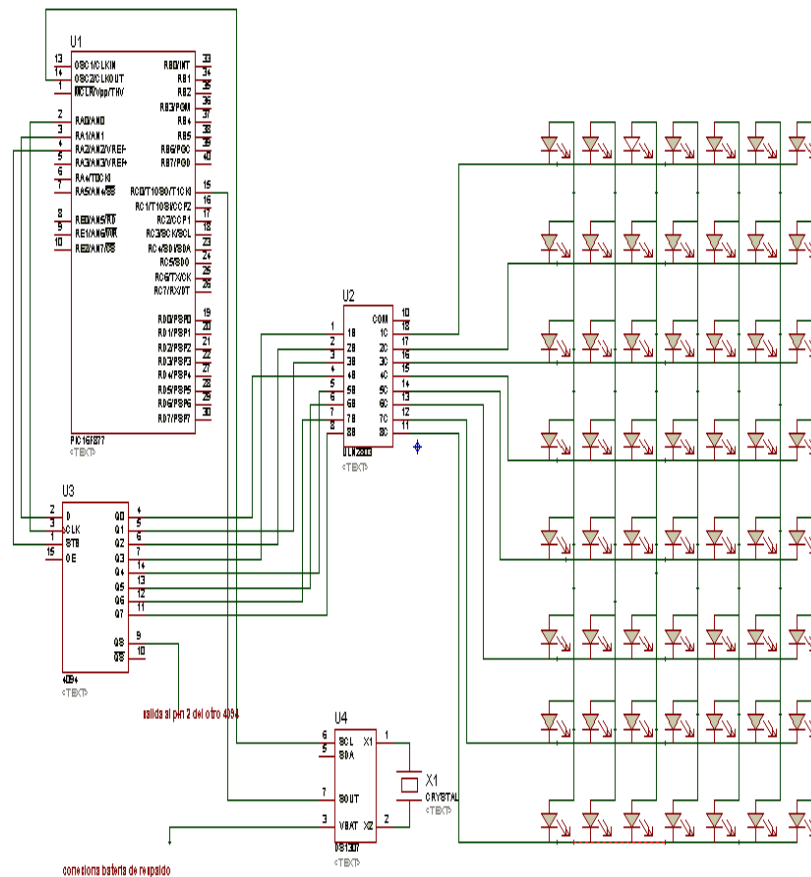


Fig. 2.7 Acoplamiento del reloj ds 1307 al tablero electrónico

4. DIAGRAMA DEL CIRCUITO DEL SENSOR DE TEMPERATURA LM-35 ACOPLADO AL TABLERO ELECTRÓNICO

En el siguiente circuito se muestra el acoplamiento de la señal del sensor LM-35 al pic 16f877A

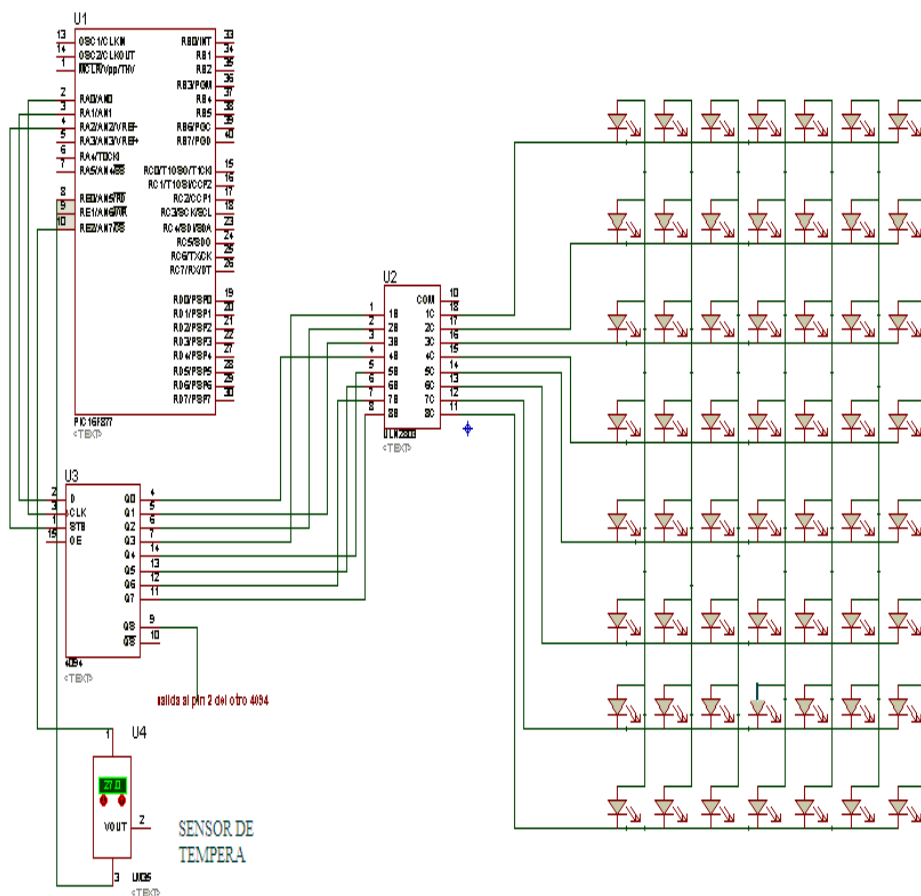


Fig.2.8 Circuito de acoplamiento del sensor LM-35 al tablero.

5. DISEÑO DEL PROGRAMA

Diseñamos el software para ser grabado en el Pic 16f877A, en el programa MICROCODE.

El diseño de este programa se encuentra en el **ANEXO F**

CAPÍTULO III

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. CONCLUSIONES

Previo al desarrollo del tema fue necesario familiarizarse completamente con todos y cada uno de los elementos que se iban a utilizar en el diseño del tablero electrónico, con ello pudimos tener una idea global de lo que se requería, es así que durante el desarrollo del trabajo hemos obtenido las siguientes conclusiones:

1. Para la construcción de las matrices se utilizaron leds de alto brillo gracias a las múltiples ventajas que presentan tales como, fiabilidad, mayor eficiencia energética, mayor resistencia a las vibraciones, mejor visión ante diversas circunstancias de iluminación, menor disipación de energía, menor riesgo para el medio ambiente, capacidad para operar de forma intermitente de modo continuo, respuesta rápida, etc. Así mismo, con leds pueden producirse luces de diferentes colores con un rendimiento luminoso elevado.
2. En la actualidad se dispone de tecnología que consume un 92% menos que las bombillas incandescentes de uso doméstico común y un 30% menos que la mayoría de los sistemas de iluminación fluorescentes; además, estos leds pueden durar hasta 100.000 horas de trabajo continuo y suponer un 200% menos de costos totales de propiedad si se comparan con las bombillas o tubos fluorescentes convencionales. Estas características convierten a los leds de última tecnología en una alternativa muy prometedora para la iluminación y construcción de tableros electrónicos.

3. Para el control y diseño del programa principal utilizamos el microprocesador 16F877A, el mismo que es la parte primordial del sistema en el cual grabamos el software diseñado en el microcode, además a este circuito integrado acoplamos la señal del sensor de temperatura y la del reloj.
4. Para poder activar las matrices de leds fue necesario colocar drivers a la salida de los pines del microprocesador debido a que la corriente emitida por el microprocesador no era la suficiente para activar las matrices, para este trabajo utilizamos el driver ULN 2803, el mismo que es un interface para acondicionar pulsos o señales digitales de baja intensidad de tal manera que puedan manejar componentes que requieren altas corrientes o voltajes.
5. Utilizamos el sensor de temperatura LM-35 el mismo que nos proporciona una señal análoga la misma que es acoplada al microcontrolador gracias a que este dispone de 8 conversores análogo a digital.
6. Para la medida de tiempo utilizamos el integrado DS 1307 que es un reloj de tiempo real exacto que nos permite sacar los valores del tiempo actualizado y será visualizado en el tablero electrónico.
7. Tanto la señal del sensor de temperatura como la del reloj son acopladas al microcontrolador principal Pic 16F877A.
8. El programa para el microcontrolador fue desarrollado en lenguaje Basic en el microcode, el cual brinda facilidades para programar de una manera sencilla.
9. Debido a que las variables que se deseaban visualizar en las matrices se mantenían estáticas tuvimos que acoplar un registro de desplazamiento

4094, el mismo que permite que la variables se desplacen por todas las filas de las matrices.

10. La distancia de visualización del tablero electrónico depende del ángulo de los leds, para el prototipo realizado utilizamos leds de alto brillo con ángulo de 30 grados.
11. Para poder verificar el funcionamiento del circuito completo del tablero electrónico fue necesario implementar el circuito diseñado.

12. RECOMENDACIONES

1. Analizar las características técnicas de cada uno de los elementos que se va a emplear en el diseño del circuito, en especial rangos máximos y mínimos de consumo de voltaje y corriente.
2. Implementar un prototipo de tablero electrónico con todos los elementos ya que el Proteus no se puede visualizar el funcionamiento con todos sus elementos.
3. Se debe utilizar leds de alta resolución para una mejor recepción y visualización del contenido en el tablero electrónico y de esta manera se observa a mayor distancia y de varios ángulos.
4. Para asegurar la conducción de las pistas del circuito impreso es importante verificar la continuidad entre ellas y posteriormente empezar el montaje de los elementos.
5. Todos los elementos que son sensibles se deben soldar en sócalos para evitar daños al ser recalentados con el cautín.

6. Si se requiere cambiar el texto de visualización del tablero electrónico es necesario reprogramar el Pic retirándolo de la placa principal.
7. De presentar algún tipo de daño revisar en primer lugar la colocación correcta del Pic ya que este estará colocado en un zócalo y éste es el elemento primordial del tablero.
8. Para mejorar este trabajo se debe implementar un software que permita cambiar el contenido del tablero desde un punto remoto sin necesidad de sacar el Pic.
9. Es recomendable antes de realizar el montaje de cualquier circuito, realizar pruebas etapa por etapa en un protoboard para verificar el funcionamiento.
10. Al culminar este trabajo recomendamos a las autoridades de la ESPE-L, dar facilidades a los alumnos interesados en implementar este trabajo con las dimensiones reales, proporcionando la ayuda económica, ya que de este modo conllevaría a materializar este proyecto.

ANEXOS

ANEXO A

GLOSARIO

B

Brillo: Es el resultado de la reflexión y la refracción de la luz en la en la superficie de un mineral.

Baquelita: Es la primera sustancia plástica totalmente sintética, creada en [1909](#) y nombrada así en honor a su creador, el [belga Leo Baekeland](#)

C

CMOS: Del inglés Complementary Metal Oxide Semiconductor, "Metal Óxido Semiconductor Complementario") es una de las [familias lógicas](#) empleadas en la fabricación de [circuitos integrados](#) (chips). Su principal característica consiste en la utilización conjunta de transistores de tipo [pMOS](#) y tipo [nMOS](#) configurados de tal forma que, en estado de reposo, el consumo de energía es únicamente el debido a las corrientes parásitas.

D

Derivas: son otras magnitudes, aparte de la medida como magnitud de entrada, que influyen en la variable de salida.

E

Encapsulado: en una cubierta de plástico de mayor resistencia que las de vidrio que usualmente se emplean en las lámparas incandescentes.

Eficiencia: La palabra eficiencia proviene del latín *efficientia* que en español quiere decir, acción, fuerza, producción.

F

Fluorescencia: es la propiedad de una sustancia para emitir [luz](#) cuando es expuesta a radiaciones del tipo [ultravioleta](#), [rayos catódicos](#) o [rayos X](#)

G

Gama.- Serie de cosas de la misma clase pero distintas en alguno de sus elementos constitutivos.

Ganancia: en electrónica a la [relación de transferencia entre la salida y la entrada de un sistema electrónico](#).

H

Hardware: Corresponde a todas las partes físicas y tangibles de una [computadora](#), sus componentes eléctricos, electrónicos, electromecánicos y mecánicos.

I

Intensidad: Se denomina intensidad al grado de fuerza con que se manifiesta un agente natural, una magnitud física, una cualidad, una expresión, etc.

Intensidad luminosa: Es la magnitud física que expresa el flujo luminoso emitido por una fuente puntual en una dirección determinada, por unidad de ángulo sólido.

L

Led: Es un dispositivo [semiconductor](#) ([diodo](#)) que emite luz incoherente de espectro reducido cuando se polariza de forma directa.

M

Matriz: Es un conjunto de variables del mismo tipo cuyo acceso se realiza por índices.

Multiplexado: Proceso consistente en recibir mensajes de diferentes fuentes y enviarlas a un destino común.

N

NO Contacto normalmente abierto

NC Contacto normalmente cerrado

O

Offset o desviación de cero: valor de la variable de salida cuando la variable de entrada es nula. Si el rango de medida no llega a valores nulos de la variable de entrada, habitualmente se establece otro punto de referencia para definir el offset.

P

Polarización: Es el proceso por el cual en un conjunto originariamente indiferenciado se establecen características o rasgos distintivos que determinan la aparición en él de dos o más zonas mutuamente excluyentes, llamadas polos.

Pic: Circuito integrado programable.

Precisión: es el error de medida máximo esperado

R

Resolución: mínima variación de la magnitud de entrada que puede apreciarse a la salida.

Rapidez de respuesta: puede ser un tiempo fijo o depender de cuánto varíe la magnitud a medir. Depende de la capacidad del sistema para seguir las variaciones de la magnitud de entrada.

Repetitividad: error esperado al repetir varias veces la misma medida.

S

Sensibilidad: relación entre la variación de la magnitud de salida y la variación de la magnitud de entrada.

Software: se refiere al equipamiento lógico o soporte lógico de un computador digital, y comprende el conjunto de los componentes lógicos necesarios para hacer posible la realización de una tarea específica

T

TTL: Es la [sigla](#) en [inglés](#) de Transistor-Transistor Logic o "Lógica Transistor a Transistor". Es una [familia lógica](#) o lo que es lo mismo, una tecnología de construcción de circuitos electrónicos [digitales](#)

Temporizador: Así como su nombre lo dice son mecanismos que funcionan o hacen una operación por cierto tiempo donde el tiempo es ajustado de acuerdo del uso dado.

U

Usuario: Es la persona que utiliza un sistema.

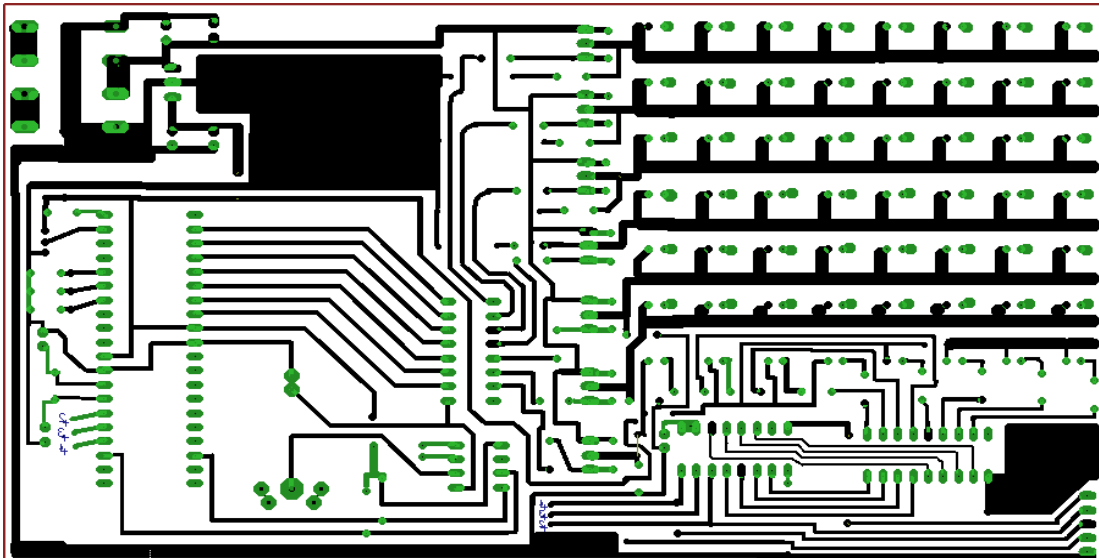
V

Visibilidad: Es la capacidad de ver objetos a una determinada distancia.

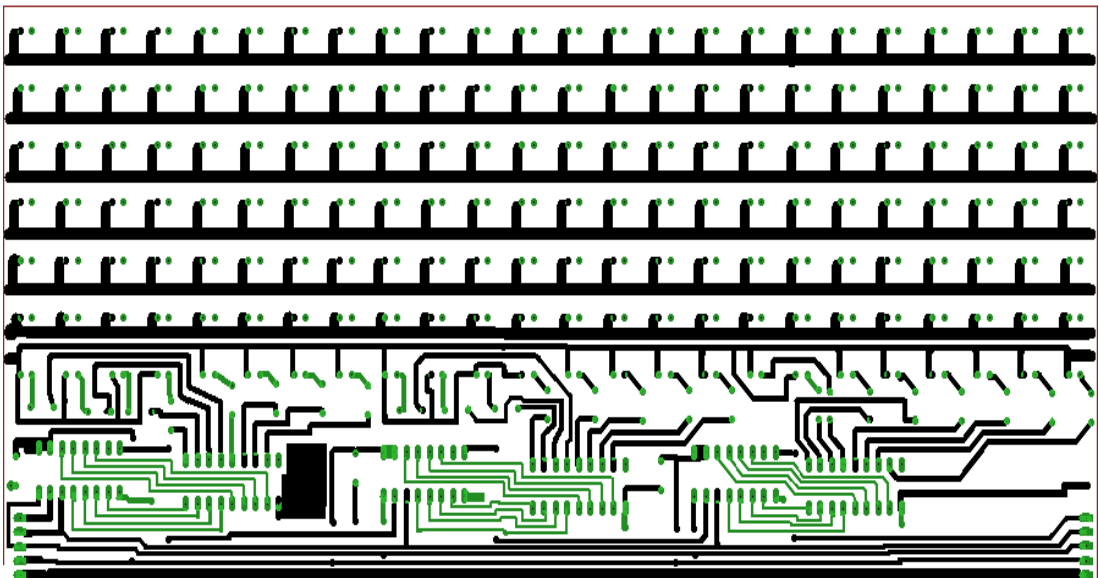
ANEXO B

ESQUEMAS

CIRCUITO IMPRESO DEL TABLERO ELECTRONICO




MATRICES



B-1

ANEXO C

DISTRIBUCIÓN DE PINES Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL REGISTRO DE DESPLAZAMIENTO CD4094.



October 1987
Revised January 1989

CD4094BC

8-Bit Shift Register/Latch with 3-STATE Outputs

General Description

The CD4094BC consists of an 8-bit shift register and a 3-STATE 8-bit latch. Data is shifted serially through the shift register on the positive transition of the clock. The output of the last stage (Q_8) can be used to cascade several devices. Data on the Q_8 output is transferred to a second output, Q'_8 , on the following negative clock edge.

The output of each stage of the shift register feeds a latch, which latches data on the negative edge of the STROBE input. When STROBE is HIGH, data propagates through

the latch to 3-STATE output gates. These gates are enabled when OUTPUT ENABLE is taken HIGH.

Features

- Wide supply voltage range: 3.0V to 18V
- High noise immunity: 0.45 Vpp (typ.)
- Low power TTL compatibility:
 - Fan out of 2 driving 74L or 1 driving 74LS
- 3-STATE outputs

Ordering Code:

Order Number	Package Number	Package Description
CD4094BCWM	M16B	16-Lead Small Outline Integrated Circuit (SOIC), JEDEC MS-013, 0.300" Wide
CD4094BCN	N16E	16-Lead Plastic Dual-In-Line Package (PDIP), JEDEC MS-001, 0.300" Wide

Devices also available in Tape and Reel. Specify by appending the suffix letter "X" to the ordering code.

Connection Diagram

Pin Assignments for DIP and SOIC

STROBE	1	16	V_{DD}
DATA	2	15	OUTPUT ENABLE
CLOCK	3	14	Q8
Q1	4	13	Q6
Q2	5	12	Q7
Q3	6	11	Q8
Q4	7	10	Q5
V_{SS}	8	9	Q3

Top View

Truth Table

Clock	Output Enable	Strobe	Data	Parallel Outputs		Serial Outputs	
				Q1	Q _N	Q ₅ (Note 1)	Q' ₅
↔	0	X	X	Hi-Z	Hi-Z	Q7	No Change
↔	0	X	X	Hi-Z	Hi-Z	No Change	Q7
↔	1	0	X	No Change	No Change	Q7	No Change
↔	1	1	0	0	Q _N -1	Q7	No Change
↔	1	1	1	1	Q _N -1	Q7	No Change
↔	1	1	1	No Change	No Change	No Change	Q7

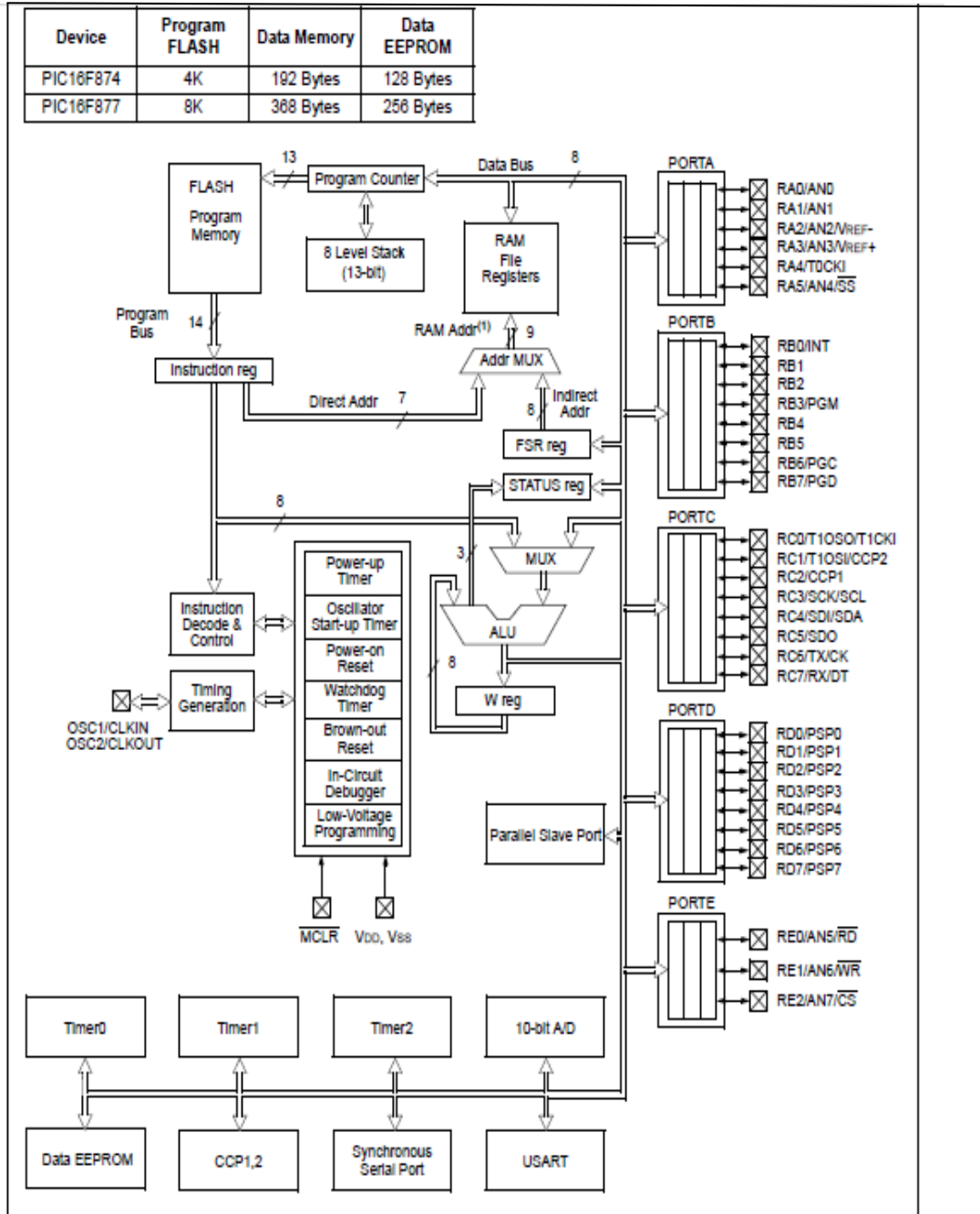
X = Don't Care
 ↔ = HIGH-to-LOW
 ↗ = LOW-to-HIGH

Note 1: At the positive clock edge, information in the 7th shift register stage is transferred to Q6 and Q₅.

Absolute Maximum Ratings ^(Note 2)		Recommended Operating Conditions ^(Note 3)							
^(Note 3)									
Supply Voltage (V_{DD})	-0.5 to +18 V_{DD}	DC Supply Voltage (V_{DD})	+3.0 to +15 V_{DD}						
Input Voltage (V_{IH})	-0.5 to V_{DD} +0.5 V_{DD}	Input Voltage (V_{IH})	0 to V_{DD} V_{DD}						
Storage Temperature Range (T_S)	-65°C to +150°C	Operating Temperature Range (T_A)	-40°C to +85°C						
Power Dissipation (P_D)		Note 2: "Absolute Maximum Ratings" are those values beyond which the safety of the device cannot be guaranteed, they are not meant to imply that the devices should be operated at these limits. The tables of "Recommended Operating Conditions" and "Electrical Characteristics" provide conditions for actual device operation. Note 3: $V_{IH} = 0V$ unless otherwise specified.							
Dual-In-Line	700 mW								
Small Outline	500 mW								
Lead Temperature (T_L)									
(Soldering, 10 seconds)	260°C								
DC Electrical Characteristics ^(Note 3)									
Symbol	Parameter	Conditions	-40°C		+25°C		+85°C		Units
			Min	Max	Min	Typ	Max	Min	
I_{DD}	Quiescent	$V_{DD} = 5.0V$		20		20		150	μA
	Device Current	$V_{DD} = 10V$		40		40		300	μA
		$V_{DD} = 15V$		80		80		800	μA
V_{OL}	LOW Level Output Voltage	$V_{DD} = 5.0V$		0.05		0	0.05	0.05	V
		$V_{DD} = 10V$	$ I_O \leq 1.0 \mu A$	0.05		0	0.05	0.05	V
		$V_{DD} = 15V$		0.05		0	0.05	0.05	V
V_{OH}	HIGH Level Output Voltage	$V_{DD} = 5.0V$	4.95		4.95	5.0	4.95		V
		$V_{DD} = 10V$	9.95		9.95	10.0	9.95		V
		$V_{DD} = 15V$	14.95		14.95	15.0	14.95		V
V_{IL}	LOW Level Input Voltage	$V_{DD} = 5.0V, V_O = 0.5V$ or $4.5V$		1.5		1.5		1.5	V
		$V_{DD} = 10V, V_O = 1.0V$ or $9.0V$		3.0		3.0		3.0	V
		$V_{DD} = 15V, V_O = 1.5V$ or $13.5V$		4.0		4.0		4.0	V
V_{IH}	HIGH Level Input Voltage	$V_{DD} = 5.0V, V_O = 0.5V$ or $4.5V$	3.5		3.5		3.5		V
		$V_{DD} = 10V, V_O = 1.0V$ or $9.0V$	7.0		7.0		7.0		V
		$V_{DD} = 15V, V_O = 1.5V$ or $13.5V$	11.0		11.0		11.0		V
I_{OL}	LOW Level Output Current ^(Note 4)	$V_{DD} = 5.0V, V_O = 0.4V$	0.52		0.44	0.88	0.36		mA
		$V_{DD} = 10V, V_O = 0.5V$	1.3		1.1	2.25	0.9		mA
		$V_{DD} = 15V, V_O = 1.5V$	3.8		3.0	8.8	2.4		mA
I_{OH}	HIGH Level Output Current ^(Note 4)	$V_{DD} = 5.0V, V_O = 4.8V$	-0.52		-0.44	0.88	-0.36		mA
		$V_{DD} = 10V, V_O = 9.5V$	-1.3		-1.1	2.25	-0.9		mA
		$V_{DD} = 15V, V_O = 13.5V$	-3.8		-3.0	8.8	-2.4		mA
I_{BI}	Input Current	$V_{DD} = 15V, V_{BI} = 0V$		-0.3		-0.3		-1.0	μA
		$V_{DD} = 15V, V_{BI} = 15V$		0.3		0.3		1.0	μA
I_{OZ}	S-STATE Output Leakage Current	$V_{DD} = 15V, V_{BI} = 0V$ or $15V$		1		1		10	μA
Note 4: I_{OH} and I_{OL} are tested one output at a time.									

ANEXO D

DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PIC 16F877A



D-1

ANEXO E

DESCRIPCIÓN DE PINES DEL PIC 16F877 A

PIN	DESCRIPCIÓN
OSC1/CLKIN(9)	Entrada para el oscilador o cristal externo.
OSC2/CLKOUT (10)	Salida del oscilador. Este pin debe conectarse al cristal o Resonador. En caso de usar una red RC este pin se puede usar como tren de pulsos o reloj cuya frecuencia es 1/4 de OSC1
MCLR/NPP/ THV(1)	Este pin es el reset del microcontrolador, también se usa como entrada o pulso de grabación al momento de programar el dispositivo.
RA0/AN0(2)	Puede actuar como línea digital de E/S o como entrada analógica del conversor AD (canal 0)
RA1/AN1(3)	Similar a RA0/AN0
RA2/AN2NREF-(4)	Puede actuar como línea digital de E/S o como entrada analógica del conversor AD (canal 2) o entrada negativa de voltaje de referencia de voltaje de referencia
RA3/AN3NREF+(5)	Puede actuar como línea digital de E/S o como entrada analógica del conversor AD (canal 3) o entrada positiva de

	voltaje de referencia
PIN	DESCRIPCIÓN
RA4fTOCKI (6)	Línea digital de E/S o entrada del reloj del timer 0. Salida con colector abierto
RA5/SS#/AN4(7)	Línea digital de E/S, entrada analógica o selección como esclavo de la puerta serie síncrona.
RB0/INT(21)	Puerto B pin 0, bidireccional. Este pin puede ser la entrada para solicitar una interrupción.
RB1(22)	Puerto B pin 1, bidireccional.
RB2(23)	Puerto B pin 2, bidireccional.
RB3/PGM(24)	Puerto B pin 3, bidireccional o entrada del voltaje bajo para programación
RB4(25)	Puerto B pin 4, bidireccional. Puede programarse como petición de interrupción cuando el pin cambia de estado.
RB5(26)	Puerto B pin 5, bidireccional. Puede programarse como petición de interrupción cuando el pin cambia de estado.
RB6/PGC(27)	Puerto B pin 6, bidireccional. Puede programarse como petición de interrupción cuando el pin cambio de estado. En la programación serie recibe las señales de reloj.

PIN	DESCRIPCIÓN
RB7/PGD(28)	Puerto B pin 7, bidireccional. Puede programarse como petición de interrupción cuando el pin cambia de estado. En la programación serie actúa como entrada de datos
RC0/T10S0 T1CKI(11)	Línea digital de E/S o salida del oscilador del timer 1 o como entrada de reloj del timer 1
RC1/T10SI/ CCP2(12)	Línea digital de E/S o entrada al oscilador del timer 1 o entrada al módulo captura 2/salida comparación 2/ salida del PWM2.
RC2/CCP1 (13)	E/S digital. También puede actuar como entrada captura 1 ,/salida comparación 1/ salida de PWM 1
RC3/SCK/SCL (14)	E/S digital o entrada de reloj serie síncrona /salida de los Módulos SP1 e I2C.
RC4/SDI/SDA (15)	E/S digital o entrada de datos en modo SPI o I/O datos en modo I2C
RC5/SDO(16)	E/S digital o salida digital en modo SPI
RC6/TX/CK(17)	E/S digital o patita de transmisión de USART asíncrono o como reloj del síncrono.

PIN	DESCRIPCIÓN
RC7/RX/DT(18)	E/S digital o receptor del USART asíncrono o como datos en el síncrono
RDO/PSPO- RD7/ PSP7(19-22,27-30)	Las ocho patitas de esta puerta pueden actuar como E/S digitales o como líneas para la transferencia de información en la comunicación de la puerta paralela esclava. Solo están disponibles en los PIC 16F87417.
RE0/RD#/AN5 (8)	E/S digital o señal de lectura para la puerta paralela esclava o entrada analógica canal 5.
RE1/WR#/AN6 (9)	E/S digital o señal de escritura para la puerta paralela esclava o entrada analógica canal 6.
RE2/CS#/AN7	E/S digital o señal de activación/desactivación de la puerta paralela esclava o entrada analógica canal 7.
VSS(12,31)	Tierra.
VDD(11,32)	Fuente (5V).

ANEXO F

DISEÑO DEL SOFTWARE

```
define osc 20

adcon1=7(digitalizamos los puertos A)

trisd=0

trisb=0

DEFINE SHIFT_PAUSEUS 1

clock  var portb.0 'reloj columnas

dato1  var portb.1 'dato columnas

carga  var portb.2 'carga columnas

salida var portb.3 'activa columnas

reloj  var portb.4 'reloj filas

dato   var portb.5 'dato filas

long   var byte

desp   var byte

ii     var byte

jj     var byte

kk     var byte

fila1  var byte[20]

fila2  var byte[20]
```

```
fila3  var byte[20]

fila4  var byte[20]

fila5  var byte[20]

fila6  var byte[20]

fila7  var byte[20]

fila1a var byte [20]

fila2a var byte [20]

fila3a var byte [20]

fila4a var byte [20]

fila5a var byte [20]

fila6a var byte [20]

fila7a var byte [20]

col    var byte

ii=0

kk=0

eeprom 0,["E","S","P","E"," ","L","A","T","A","C","U","N","G","A"," "]

pause 100

low carga

high salida

long=14

for ii=0 to long
```

```
pause 100

select case jj

case " "

fila1[ii]=0

fila2[ii]=0

fila3[ii]=0

fila4[ii]=0

fila5[ii]=0

fila6[ii]=0

fila7[ii]=0

case "a"

fila1[ii]=%00111110

fila2[ii]=%01000001

fila3[ii]=%01000001

fila4[ii]=%01111111

fila5[ii]=%01000001

fila6[ii]=%01000001

fila7[ii]=%01000001

case "b"

fila1[ii]=%00111111

fila2[ii]=%01000001
```

F-3

fila3[ii]=%01000001

fila4[ii]=%00111111

fila5[ii]=%01000001

fila6[ii]=%01000001

fila7[ii]=%00111111

case "c"

fila1[ii]=%01111110

fila2[ii]=%00000001

fila3[ii]=%00000001

fila4[ii]=%00000001

fila5[ii]=%00000001

fila6[ii]=%00000001

fila7[ii]=%01111110

case "d"

fila1[ii]=%00111111

fila2[ii]=%01000001

fila3[ii]=%01000001

fila4[ii]=%01000001

fila5[ii]=%01000001

fila6[ii]=%01000001

fila7[ii]=%00111111

case "e"

fila1[ii]=%01111111

fila2[ii]=%00000001

fila3[ii]=%00000001

fila4[ii]=%01111111

fila5[ii]=%00000001

fila6[ii]=%00000001

fila7[ii]=%01111111

case "f"

fila1[ii]=0

fila2[ii]=%01111111

fila3[ii]=%01000000

fila4[ii]=%01111100

fila5[ii]=%01000000

fila6[ii]=%01000000

fila7[ii]=%01000000

case "g"

fila1[ii]=%01111110

fila2[ii]=%00000001

fila3[ii]=%00000001

fila4[ii]=%00110001

F-5

fila5[ii]=%01000001

fila6[ii]=%01000001

fila7[ii]=%00111110

case "h"

fila1[ii]=%01000001

fila2[ii]=%01000001

fila3[ii]=%01000001

fila4[ii]=%01111111

fila5[ii]=%01000001

fila6[ii]=%01000001

fila7[ii]=%01000001

case "i"

fila1[ii]=%01111111

fila2[ii]=%00001000

fila3[ii]=%00001000

fila4[ii]=%00001000

fila5[ii]=%00001000

fila6[ii]=%00001000

fila7[ii]=%01111111

case "j"

fila1[ii]=%01111111

F-6

fila2[ii]=%00000100

fila3[ii]=%00000100

fila4[ii]=%00000100

fila5[ii]=%01000100

fila6[ii]=%01000100

fila7[ii]=%00111000

case "k"

fila1[ii]=%01000001

fila2[ii]=%01000010

fila3[ii]=%01000100

fila4[ii]=%01111000

fila5[ii]=%01000100

fila6[ii]=%01000010

fila7[ii]=%01000001

case "l"

fila1[ii]=%00000001

fila2[ii]=%00000001

fila3[ii]=%00000001

fila4[ii]=%00000001

fila5[ii]=%00000001

fila6[ii]=%00000001

F-7

fila7[ii]=%01111111

case "m"

fila1[ii]=%01100011

fila2[ii]=%01010101

fila3[ii]=%01001001

fila4[ii]=%01000001

fila5[ii]=%01000001

fila6[ii]=%01000001

fila7[ii]=%01000001

case "n"

fila1[ii]=%01000011

fila2[ii]=%01000101

fila3[ii]=%01001001

fila4[ii]=%01010001

fila5[ii]=%01100001

fila6[ii]=%01000001

fila7[ii]=%01000001

case "1"

fila1[ii]=%00111110

fila2[ii]=%00000000

fila3[ii]=%01100001

fila4[ii]=%01010001

fila5[ii]=%01001001

fila6[ii]=%01000101

fila7[ii]=%01000011

case "o"

fila1[ii]=%00111100

fila2[ii]=%01000001

fila3[ii]=%01000001

fila4[ii]=%01000001

fila5[ii]=%01000001

fila6[ii]=%01000001

fila7[ii]=%00111110

case "p"

fila1[ii]=%00111111

fila2[ii]=%01000001

fila3[ii]=%01000001

fila4[ii]=%00111111

fila5[ii]=%00000001

fila6[ii]=%00000001

fila7[ii]=%00000001

case "q"

fila1[ii]=%00111110

fila2[ii]=%01000001

fila3[ii]=%01000001

fila4[ii]=%01000001

fila5[ii]=%01000101

fila6[ii]=%01000010

fila7[ii]=%00111101

case "r"

fila1[ii]=%01111110

fila2[ii]=%01000001

fila3[ii]=%01000001

fila4[ii]=%01111100

fila5[ii]=%01000100

fila6[ii]=%01000010

fila7[ii]=%01000001

case "s"

fila1[ii]=%01111110

fila2[ii]=%00000001

fila3[ii]=%00000001

fila4[ii]=%00111110

F-10

fila5[ii]=%01000000

fila6[ii]=%01000000

fila7[ii]=%00111111

case "t"

fila1[ii]=%01111111

fila2[ii]=%00001000

fila3[ii]=%00001000

fila4[ii]=%00001000

fila5[ii]=%00001000

fila6[ii]=%00001000

fila7[ii]=%00001000

case "u"

fila1[ii]=%01000001

fila2[ii]=%01000001

fila3[ii]=%01000001

fila4[ii]=%01000001

fila5[ii]=%01000001

fila6[ii]=%01000001

fila7[ii]=%00111110

case "v"

fila1[ii]=%01000001

F-11

fila2[ii]=%01000001

fila3[ii]=%01000001

fila4[ii]=%01000001

fila5[ii]=%00100010

fila6[ii]=%00010100

fila7[ii]=%00001000

case "w"

fila1[ii]=%01000001

fila2[ii]=%01000001

fila3[ii]=%01000001

fila4[ii]=%01000001

fila5[ii]=%01000001

fila6[ii]=%01010101

fila7[ii]=%00101010

case "x"

fila1[ii]=%01000001

fila2[ii]=%00100010

fila3[ii]=%00010100

fila4[ii]=%00001000

fila5[ii]=%00010100

fila6[ii]=%00100010

fila7[ii]=%01000001

case "y"

fila1[ii]=%01000001

fila2[ii]=%00100010

fila3[ii]=%00010100

fila4[ii]=%00001000

fila5[ii]=%00001000

fila6[ii]=%00001000

fila7[ii]=%00001000

case "z"

fila1[ii]=%01111111

fila2[ii]=%00000010

fila3[ii]=%00000100

fila4[ii]=%01001000

fila5[ii]=%00010000

fila6[ii]=%00100000

fila7[ii]=%01111111

BIBLIOGRAFÍA Y ENLACES

- 1.FOLLETO APRENDA A PROGRAMAR MICROCONTROLADORES PICS/Carlos A. Reyes
- 2.ELECTRONICA PRÁCTICA MICROCONTROLADORES PIC/Santiago Corrales
- 3.FOLLETO LINEAS DE TRANSMISION / N G
- 4.MICROCONTRLADORES DISEÑO PRACTICO / José M. Angulo U.
- 5.ELECTRONICA DIGITAL CON CIRCUITOS INTEGRADOS/M.C.G
- 6.NTE- SEMICONDUCTORS MASTER REPLACEMENT GUIDE.
- 7.ELECTRÒNICA DIGITAL Y MICROPROGRAMABLE/Antonio J Jil.
8. MANUAL DE PRACTICAS DE ELECTRÒNICA/Enrique Maldonado

1. WWW.ELECTRONICOSONLINE .COM
2. WWW.INTRODUCCION AL MICROCONTROLADOR
3. WWW.MICROPIK.COM/PAGDIODOS.
4. WIKIPEDIA, LA ENCICLOPEDIA LIBRE.
5. WWW.WEBELECTRONICA.COM.AR
6. WWW.DATASHEET.COM
7. WWW.WEBELECTRÒNICA .AR

Latacunga, marzo del 2009

ELABORADO POR:

Luis Braulio Chicaiza Perdomo

Carlos Orlando Quishpe Cajamarca

APROBADO POR:

ING. Armando Álvarez

DIRECTOR DE LA CARRERA DE TECNOLOGÍA EN
ELECTRÓNICA

CERTIFICADO POR:

DR. Eduardo Vásquez
SECRETARIO ACADÉMICO

RESUMEN

ANÁLISIS Y DISEÑO DE UN TABLERO ELECTRÓNICO UTILIZANDO LA TECNOLOGÍA DE LEDS

CAPITULO I

En el capítulo tratamos de todo lo referente a los fundamentos teóricos y técnicos de cada uno de los elementos que serán utilizados en el desarrollo del proyecto los mismos que detallamos a continuación:

LED

Un diodo led, Light-Emitting Diode (diodo emisor de luz) es un dispositivo semiconductor que emite luz poli cromática, es decir, con diferentes longitudes de onda, cuando se polariza en directa y es atravesado por la corriente eléctrica. El color depende del material semiconductor empleado en la construcción del diodo. Los led's para que iluminen de forma continua, deben estar polarizados directamente, es decir, con el polo positivo de la fuente de alimentación conectada al ánodo y el polo negativo conectado al cátodo.

MICROCONTROLADOR MICROCHIP 16F877A

Este microcontrolador, es de sencillo manejo y contiene un buen promedio elevado en los parámetros (velocidad, consumo, tamaño, alimentación).

Las principales características con que cuenta el 16F877A son:

1. Procesador de arquitectura RISC avanzada
2. Frecuencia de 20 Mhz
3. Hasta 368 bytes de memoria de datos RAM

4. Hasta 256 bytes de memoria de datos EEPROM
5. Perro guardián (WDT)
6. Programación serie en circuito con 2 patitas
7. Voltaje de alimentación comprendido entre 2 y 5.5 voltios.
8. Bajo consumo (menos de 2 mA a 5V y 5 Mhz)

1.8.-TABLEROS ELECTRÓNICOS

Un tablero formado por varias filas y columnas de leds, convenientemente programado, puede servir para pasar mensajes publicitarios, decorar nuestra habitación o con fines informativos.

En nuestro trabajo utilizaremos esta tecnología con el fin de diseñar un tablero electrónico para beneficio de la ESPE-L.

ENCENDIENDO UN LED

Conectamos el ánodo del led al PIC, el cátodo a un resistor y el extremo de este a tierra. Cuando el pin del microcontrolador está en "1", el LED enciende.

MULTIPLEXADO

Esta técnica permite utilizar unos pocos pines de E/S del microcontrolador para manejar una serie de circuitos integrados que se encarguen de excitar los leds.

La multiplexación es muy sencilla y se ejecuta dentro de la rutina de interrupción del timer 2, se realiza de la siguiente manera:

1. Espera interrupción
2. Se deshabilitan las columnas
3. Se escribe el valor de las filas
4. Se habilita la primer columna

5. Espera interrupción
6. Se deshabilitan las columnas
7. Se escribe el valor de las filas
8. Se habilita la siguiente columna
9. Espera interrupción

Así se repite hasta llegar a la quinta columna, entonces la ejecución de la multiplexación vuelve al principio y se vuelve a repetir

FUNCIONAMIENTO DE LA MATRIZ

Para que encienda un led, tiene que recibir simultáneamente un “0” en la fila, y un “1” en la columna (dependiendo de la conexión de la matriz). Cuando se dan estas condiciones, la electrónica de la placa se encarga del encendido del led en cuestión.

La forma de generar un mensaje sobre el display se considera el siguiente algoritmo:

1. Apagar todas las filas.
2. Escribir los valores correspondientes a la primer fila en el registro de desplazamiento, teniendo en cuenta que el primer dígito binario colocado corresponde al último led de la fila, y el último en poner al de la primer columna.
3. Encender la primera fila, esperar un tiempo, y volver a apagarla.
4. Repetir los pasos 2 y 3 para las filas restantes.

CIRCUITO CONTROLADOR

Este es el cerebro del tablero. Será el encargado de gestionar el encendido de cada led mediante órdenes enviadas a las columnas. Como una fila tendrá muchos leds y existe la posibilidad que en algún momento puedan estar todos

encendidos, no podemos conectarlas directamente a pines de E/S del PIC, porque la corriente que demandarían haría que el puerto del microcontrolador reduzca la vida útil.

Lo primero que necesitamos saber es que el “barrido” del tablero debe hacerse por filas. Es decir, mostraremos el contenido de la primera fila, esperamos un tiempo determinado (unos pocos milisegundos), mostramos el de la segunda fila, esperamos nuevamente, y así hasta llegar a la última fila.

El motivo de no emplear las columnas para realizar el barrido es que como son más numerosas, el tiempo total que se necesita para “escribir” por filas es mucho menor que el necesario para escribir por columnas.

Para escribir los datos de una fila del tablero, solo debemos introducir la información necesaria para que los leds que queremos estén encendidos en esa fila tengan +V en sus ánodos.

El primer valor que se debe “ingresar” en el registro de desplazamiento es el que corresponderá a la última columna. A medida que vamos ingresando los siguientes, se van desplazando hacia el final del tablero. Cuando hayamos introducido el último valor el primer valor que metimos habrá llegado a su posición. En ese momento tenemos todo el registro escrito, y ya podemos activar la salida del PIC que corresponde a esa fila en particular

SENSOR DE TEMPERATURA LM-35

El LM-35 es un sensor de temperatura con una precisión calibrada de 1°C. Puede medir temperaturas en el rango que abarca desde -55° a + 150°C. La salida es muy lineal y cada grado centígrado equivale a 10 mV en la salida.

Sus características más relevantes son:

1. Precisión de ~1,5°C (peor caso), 0.5°C garantizados a 25°C.

2. Baja corriente de alimentación (60uA).

Su tensión de salida es proporcional a la temperatura, en la escala Celsius. No necesita calibración externa y es de bajo costo. Funciona en el rango de alimentación comprendido entre 4 y 30 voltios.

Como ventaja adicional, el LM35 no requiere de circuitos adicionales para su calibración externa cuando se desea obtener una precisión del orden de ± 0.25 °C a temperatura ambiente, y ± 0.75 °C en un rango de temperatura desde 55 a 150 °C.

ULN2803

El ULN 2803 es un integrado driver que se utiliza principalmente como interfase para acondicionar pulsos o señales digitales de baja intensidad de tal manera que puedan mover componentes que requieren altas corrientes o voltajes. Su misión en el circuito es aportar la potencia a las salidas del puerto. La intensidad de corriente que puede proporcionar directamente éste, es suficiente para encender un LED. Por eso se aumenta la cargabilidad mediante este circuito integrado, que permite extraer 500 mA por pin de salida, aplicando tensiones a la carga de hasta 50 V.

DS1307 RELOJ DE TIEMPO REAL

El semiconductor Maxim/Dallas DS1307 es un reloj de tiempo real exacto, se maneja mediante el bus I2C de cualquier microcontrolador de una manera muy sencilla. Podemos leer valores tales como horas, minutos, segundos, día, mes y año. Dispone también de una memoria interna programable de 56 Bytes para guardar alarmas no volátiles.

La batería de respaldo puede durar hasta 10 años y se coloca en la misma base de circuito impreso.

CAPITULO II

En el capítulo II nos referimos al diseño del hardware y software del tablero electrónico, en este capítulo desarrollaremos los circuitos de acoplamiento del sensor de temperatura y del reloj DS1307 al pic 16f877A.

Para el diseño del hardware y la simulación utilizamos el Proteus:

3. DIAGRAMA DEL TABLERO ELECTRÓNICO

Utilizando el programa Proteus realizamos el diseño del diagrama principal del tablero electrónico.

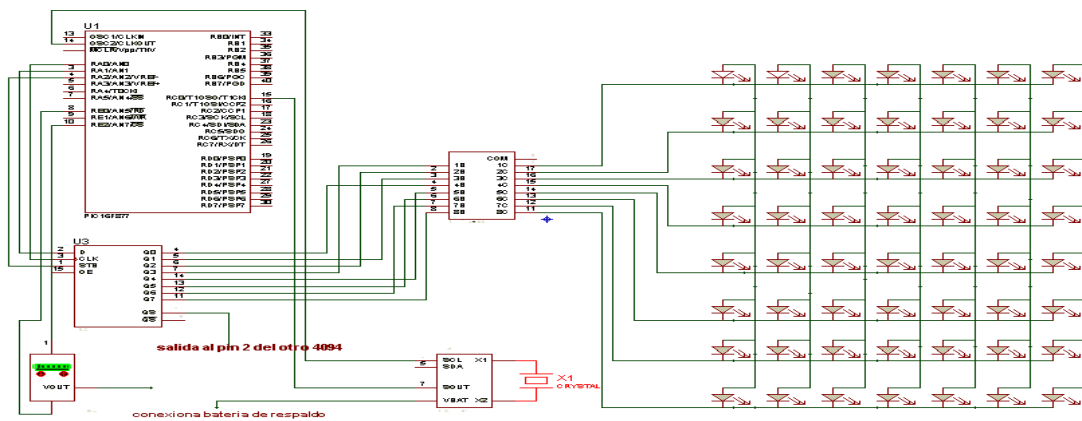


Fig.2.5 Diagrama principal del tablero electrónico

4. DIAGRAMA DE SIMULACIÓN

En el siguiente diagrama mostramos la simulación del tablero electrónico en el Proteus.

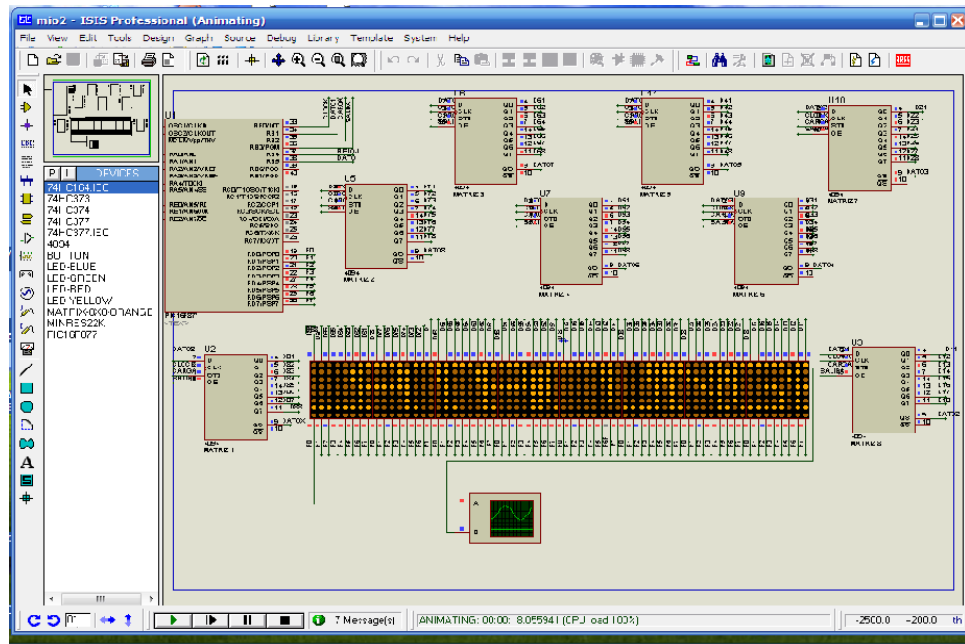


Fig. 2.6 Simulación en Proteus del tablero electrónico.

5. DIAGRAMA DEL CIRCUITO DEL RELOJ DS 1307 ACOPLADO AL TABLERO ELECTRÓNICO

En el siguiente circuito se muestra el acoplamiento de la señal del reloj Ds 1307 al pic 16f877A.

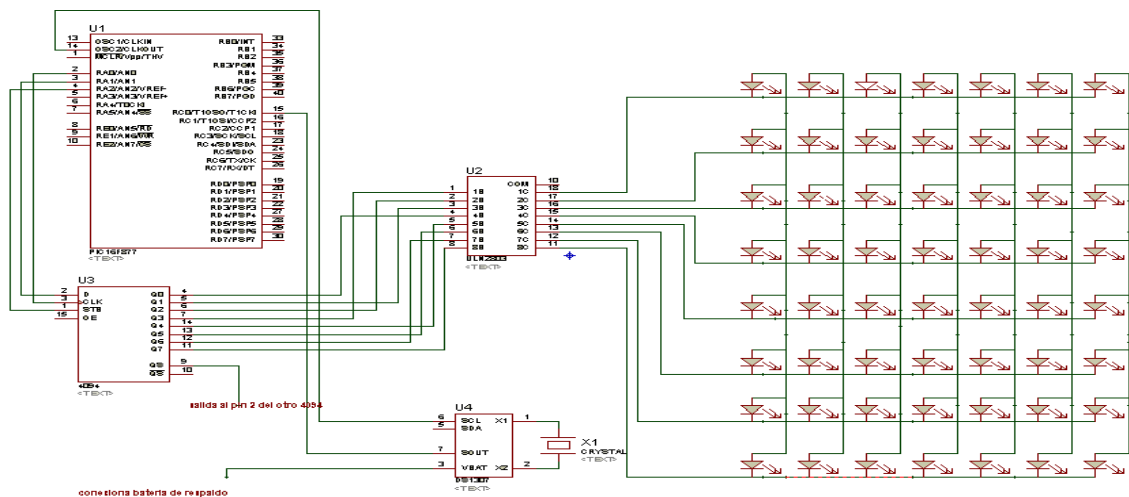


Fig. 2.7 Acoplamiento del reloj ds 1307 al tablero electrónico

6. DIAGRAMA DEL CIRCUITO DEL SENSOR DE TEMPERATURA LM-35 ACOPLADO AL TABLERO ELECTRÓNICO

En el siguiente circuito se muestra el acoplamiento de la señal del sensor LM-35 al pic 16f877A

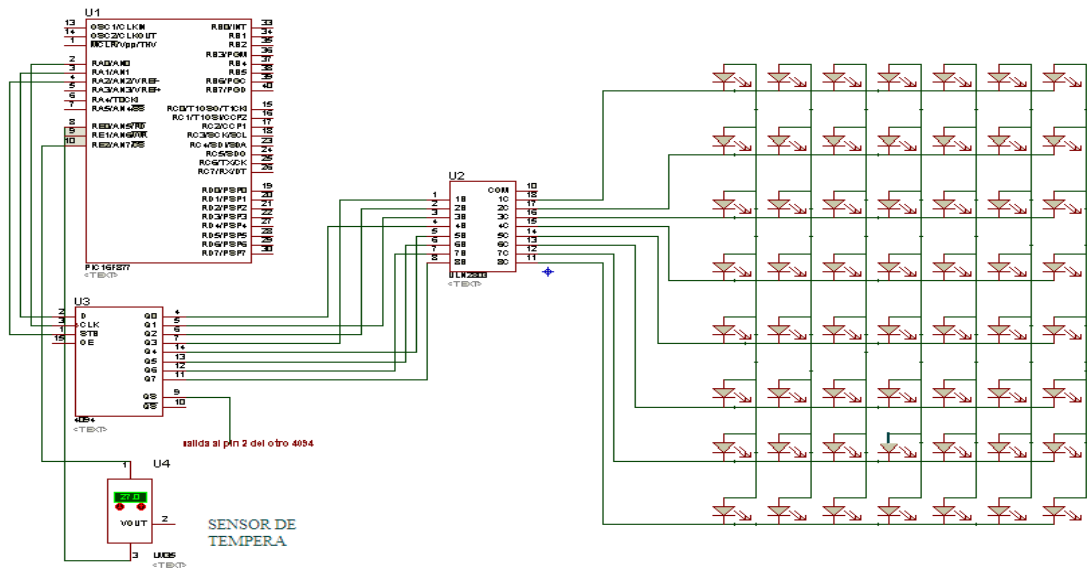


Fig.2.8 Circuito de acoplamiento del sensor LM-35 al tablero.

El diseño de software fue elaborado en el programa microcode en lenguaje Basic. Se crearon variables y formamos números y letras en los bytes para cada fila, como vemos a continuación:

```
define osc 20
```

```
adcon1=7(digitalizamos los puertos A)
```

```
trisd=0
```

```
trisb=0
```

```
DEFINE SHIFT_PAUSEUS 1
```

```
clock var portb.0 'reloj columnas
```

```
dato1 var portb.1 'dato columnas
```

carga var portb.2 'carga columnas

salida var portb.3 'activa filas

Forma De Letra

Letra A:

fila1[ii]=%00111110

fila2[ii]=%01000001

fila3[ii]=%01000001

fila4[ii]=%01111111

fila5[ii]=%01000001

fila6[ii]=%01000001

fila7[ii]=%01000001

De esta manera formamos los números y las letras que se desean visualizar en el tablero electrónico.

CAPITULO III

En el capítulo tres se encuentran las conclusiones y recomendaciones entre las más importantes vamos a señalar las siguientes:

CONCLUSIONES

1. Para la construcción de las matrices se utilizaron leds de alto brillo gracias a las múltiples ventajas que presentan tales como, fiabilidad, mayor eficiencia energética, mayor resistencia a las vibraciones, mejor visión ante diversas circunstancias de iluminación, menor disipación de energía, menor

riesgo para el medio ambiente, capacidad para operar de forma intermitente de modo continuo, respuesta rápida

2. Para el control y diseño del programa principal utilizamos el microprocesador 16F877A, el mismo que es la parte primordial del sistema en el cual grabamos el software diseñado en el microcode, además a este circuito integrado acoplamos la señal del sensor de temperatura y la del reloj.
3. Para poder activar las matrices de leds fue necesario colocar drivers a la salida de los pines del microprocesador debido a que la corriente emitida por el microprocesador no era la suficiente para activar las matrices, para este trabajo utilizamos el driver ULN 2803
4. Utilizamos el sensor de temperatura LM-35 el mismo que nos proporciona una.
5. El programa para el microcontrolador fue desarrollado en lenguaje Basic en el microcode, el cual brinda facilidades para programar de una manera sencilla.
6. Debido a que las variables que se deseaban visualizar en las matrices se mantenían estáticas tuvimos que acoplar un registro de desplazamiento 4094, el mismo que permite que la variables se desplacen por todas las filas de las matrices.
7. La distancia de visualización del tablero electrónico depende del ángulo de los leds, para el prototipo realizado utilizamos leds de alto brillo con ángulo de 30 grados.
8. Para poder verificar el funcionamiento del circuito completo del tablero electrónico fue necesario implementar el circuito diseñado.

RECOMENDACIONES

9. Analizar las características técnicas de cada uno de los elementos que se va a emplear en el diseño del circuito, en especial rangos máximos y mínimos de consumo de voltaje y corriente.
10. Implementar un prototipo de tablero electrónico con todos los elementos ya que el Proteus no se puede visualizar el funcionamiento con todos sus elementos.
11. Se debe utilizar leds de alta resolución para una mejor recepción y visualización del contenido en el tablero electrónico y de esta manera se observa a mayor distancia y de varios ángulos.
12. Para asegurar la conducción de las pistas del circuito impreso es importante verificar la continuidad entre ellas y posteriormente empezar el montaje de los elementos.
13. Todos los elementos que son sensibles se deben soldar en sócalos para evitar daños al ser recalentados con el cautín.
14. Si se requiere cambiar el texto de visualización del tablero electrónico es necesario reprogramar el Pic retirándolo de la placa principal.
15. De presentar algún tipo de daño revisar en primer lugar la colocación correcta del Pic ya que este estará colocado en un zócalo y éste es el elemento primordial del tablero.

16. Para mejorar este trabajo se debe implementar un software que permita cambiar el contenido del tablero desde un punto remoto sin necesidad de sacar el Pic.
17. Es recomendable antes de realizar el montaje de cualquier circuito, realizar pruebas etapa por etapa en un protoboard para verificar el funcionamiento.
18. Al culminar este trabajo recomendamos a las autoridades de la ESPE-L, dar facilidades a los alumnos interesados en implementar este trabajo con las dimensiones reales, proporcionando la ayuda económica, ya que de este modo conllevaría a materializar este proyecto.

Al final de este trabajo se adjuntan los siguientes anexos:

- A.- Glosario
- B.- Esquemas
- C.- Datos técnicos del registro de desplazamiento CD4094
- D.- Diagrama de bloques del Pic 16f877A
- E.- Descripción de pines del Pic 16f877A