



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO
DE HIDALGO

INSTITUTO DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍAS
INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MARCADOR
ELECTRÓNICO DIGITAL DEPORTIVO

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIATURA EN ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

P R E S E N T A
OLIVER REYNALDO SANTA MARÍA ARROYO

ASESOR: M. EN C. ELIAS VARELA PAZ
CO-ASESOR: ING. SALVADOR ÁVILA FLORES

PACHUCA DE SOTO, HIDALGO. ABRIL DE 2007

Agradecimientos

A mis padres y mi hermano que me apoyaron incondicionalmente en todo momento; al M. en C. Elías Varela Paz y al Ingeniero Miguel Rosas Yacotú que estuvieron conmigo cada vez que lo necesité; y por último a Israel Hernández Campero que gracias a él estoy vivo.

Índice general

1. Presentación	1
1.1. Introducción	1
1.2. Planteamiento del problema	1
1.3. Objetivos	2
1.3.1. Objetivo general	2
1.3.2. Objetivos particulares	2
1.4. Justificación	2
1.5. Descripción del documento	3
1.5.1. Capítulo 2	3
1.5.2. Capítulo 3	3
1.5.3. Capítulo 4	3
2. Análisis y construcción de la parte mecánica	5
3. Análisis y diseño electrónico	13
3.1. Diagrama a bloques	13
3.2. Proceso de control	14
3.3. Proceso lógico	26
3.3.1. Comparador	26
3.3.2. Monoflop	29
3.3.3. 74LS90	32
3.3.4. 74LS247	33
3.4. Proceso de conteo	35
3.4.1. Optoacoplador	35
3.4.2. Displays.	40
3.4.3. Relevador.	41
3.4.4. Jaula de Faraday.	44
. Bibliografía	73

Índice de figuras

2.1. Lámpara fluorescente.	5
2.2. LED tipo E5/ROJ-SUPER.	6
2.3. LED Lamp de alta luminosidad.	7
2.4. Foco de 20 W.	8
2.5. Lámparas fluorescentes tipo bombilla.	9
2.6. Colocación de los Displays 7-segmentos.	10
3.1. Procesos independientes.	13
3.2. Caja de control.	14
3.3. Par óptico.	15
3.4. Interruptor de palanca (on-off).	15
3.5. Jacks RJ-45.	16
3.6. Conector RJ-45.	17
3.7. Código de colores del cable UTP.	17
3.8. Configuración de pines del regulador L7805.	18
3.9. Diseño del par óptico.	19
3.10. Tipos de transistores bipolares.	20
3.11. Funcionamiento.	20
3.12. Modo de polarización de un transistor.	21
3.13. Zonas de trabajo de un transistor.	21
3.14. Tabla de polarización de un transistor.	22
3.15. Fototransistor normal.	23
3.16. Configuración de pines del transistor C337.	25
3.17. Proceso lógico.	26
3.18. Diseño del comparador.	27
3.19. Comparador cuádruple.	28
3.20. Comparador doble.	28
3.21. Entrada y salida de un temporizador monoestable.	30
3.22. Circuito integrado 74LS123N.	31
3.23. Tabla de verdad del 74LS123N.	31
3.24. Circuito integrado 74LS90.	32
3.25. Circuito integrado 74LS247.	34

3.26. Proceso de conteo.	36
3.27. Diseño del optoacoplador.	37
3.28. <i>SCR</i> (a) Estructura. (b) Estructura equivalente. (c) Circuito equivalente. (d) Símbolo convencional.	38
3.29. <i>Triac</i> (a) Es equivalente a dos <i>SCR</i> conectados en oposición. (b) Circuito equivalente. (c) Símbolo convencional.	39
3.30. Configuración de pines del triac.	40
3.31. Conexión del 74LS247 con el display.	40
3.32. Diagrama del tablero completo.	41
3.33. Diagrama de un relevador.	42
3.34. Conexión del relevador.	43
3.35. Conexiones en el interior del tablero.	44
3.36. Conexiones cubiertas por una jaula de Faraday.	45
3.37. Número uno indicado en el display de las decenas del equipo visitante. .	68
3.38. Número siete indicado en el display de las decenas del equipo visitante.	69
3.39. Número cuatro.	70
3.40. Número cero.	71

Capítulo 1

Presentación

1.1. Introducción

La Liga Municipal de Básquetbol de la ciudad de Pachuca Hgo. cuenta con más de 7 canchas y gimnasios deportivos, los cuales son utilizados cada fin de semana con aproximadamente cuarenta encuentros que son repartidos equitativamente en las áreas correspondientes.

Sin embargo, cada vez hay más demanda de equipos que quieren ingresar a la liga debido al nivel deportivo que se ha logrado con el tiempo y el esfuerzo de los representantes de la misma; por tal motivo es indispensable tener un mantenimiento apropiado, así como implementar o equipar los lugares deportivos con marcadores lo suficientemente visibles de acuerdo a las exigencias del reglamento de la Federación Internacional de Básquetbol Amateur (FIBA).

El nivel deportivo en el estado está creciendo considerablemente y es por eso que los gimnasios deben estar en perfectas condiciones, además, es motivante para los equipos participantes, el llegar a un gimnasio totalmente equipado para llevar a cabo un encuentro.

1.2. Planteamiento del problema

Es preocupante que no existan marcadores digitales deportivos fáciles de instalar, manipular y controlar; actualmente se fabrican muy modernos pero desgraciadamente son muy costosos y forzosamente se necesita de un curso de capacitación para poderlos manipular correctamente, o de una persona que se contrata para operar dichos marcadores.

También los marcadores actuales requieren de una instalación costosa y elaborada que por lo consiguiente no la puede hacer cualquier persona; se necesitaría contratar a un especialista para instalarlos correctamente.

Otro problema son los dispositivos electrónicos con los que cuenta un marcador

actual, éstos son muy caros y escasos, no se consiguen fácilmente, por lo tanto si llegara a sufrir un desperfecto, no se podría arreglar de inmediato y el tiempo que estaría en desuso sería considerable.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

El presente trabajo tiene por objetivo el diseño y construcción de un marcador electrónico digital que sea lo suficientemente económico y fácil de instalar en cualquier lugar y por cualquier persona, el cual lleve el control de un evento deportivo mediante una interfaz amigable para el usuario.

1.3.2. Objetivos particulares

- Poner en práctica los conocimientos adquiridos durante la carrera de Ingeniería, a través de aplicaciones de función profesional.
- Otorgar a la comunidad universitaria mis conocimientos y experiencias adquiridas durante la elaboración de éste proyecto, lo cual permita un avance significativo para que haya una evolución constante en esta rama de de la tecnología.

1.4. Justificación

Debido a la exigencia de la calidad en el deporte mexicano, se requieren cada vez mejores instalaciones para obtener un desempeño óptimo de las actividades realizadas en los gimnasios deportivos. Es por eso que entre más crece el nivel deportivo, mejores instalaciones se requieren.

Ahora bien, si se cuenta con un marcador electrónico digital en el cual se visualice el control de un juego (puntos y faltas) y se pueda situar de manera adecuada para que cualquier persona dentro del gimnasio pueda enterarse del desempeño del partido en cuestión, es mucho mas fácil para el cuerpo arbitral llevarlo a cabo, ya que se evitarían malentendidos tanto con las faltas acumuladas como con el puntaje de cada equipo.

El uso de marcadores electrónicos digitales en gimnasios deportivos beneficiará considerablemente a la liga, ya que con esto se logrará una mejor eficiencia en cada partido programado, así como el incremento de equipos inscritos y el nivel deportivo, ya que se podrán llevar a cabo partidos tanto nacionales como internacionales.

1.5. Descripción del documento

1.5.1. Capítulo 2

En éste capítulo se mencionará el análisis y construcción que se tiene que hacer para la fabricación de la parte mecánica de un marcador electrónico digital deportivo, tomando en cuenta varios aspectos como el material, la calidad, el costo, vida útil, características, ventajas y desventajas de todos y cada uno de los materiales que se ocuparán en éste proyecto.

Por lo tanto, en éste capítulo se explicará el proceso de selección de todos y cada uno de los materiales que se utilizaron, así como las razones por las cuales se eligieron dichos materiales tomando en cuenta principalmente el costo y la utilidad de los mismos, ya que se cuenta con poco capital para la elaboración del proyecto.

1.5.2. Capítulo 3

El análisis y diseño electrónico es la parte más importante del proyecto, ya que sin un análisis electrónico y eléctrico adecuado, se desarrollarían problemas tan significativos que afectarían de manera determinante el funcionamiento y la calidad de todo el sistema; es por eso que en éste capítulo se explican brevemente las razones por las cuales se decidió utilizar cada diagrama mencionado. Por otra parte, se mencionan las especificaciones y características de todos los dispositivos que se ocuparon, así como también se ilustran los diagramas a bloques, unifilares y las tablas de verdad que se consideraron para la elaboración del proyecto. Asimismo se citan algunas complicaciones que se tuvieron a lo largo del diseño.

Por lo tanto, en éste apartado se dará la respectiva continuidad al análisis y diseño que se realizó para lograr un proyecto exitoso.

1.5.3. Capítulo 4

En éste capítulo se mencionan las pruebas que se realizaron a lo largo de la construcción de éste proyecto, los problemas y errores que se tuvieron en cada uno de los diseños y diagramas, así como las conclusiones y propuestas que se tienen en mente para la mejora de ésta obra y de los siguientes proyectos. Se encuentran también en éste capítulo algunos anexos que muestran las características de algunos dispositivos que se utilizaron para el funcionamiento del proyecto.

Capítulo 2

Análisis y construcción de la parte mecánica

Es importante que como ingenieros se analice primeramente la parte mecánica del marcador porque éste debe de contar con las medidas y materiales adecuados para su construcción; por lo tanto lo primero en tomar en cuenta es la parte luminosa ya que se deben construir cuatro displays 7-segmentos indicando las unidades y decenas de los dos equipos contrincantes, y dos segmentos independientes que indicarán las centenas, todo esto tomando en cuenta que deben tener suficiente luminosidad, consumir poca potencia y generar el menor calor posible, por lo consiguiente se analizaron las siguientes opciones:

- *Lámparas fluorescentes.*



Figura 2.1: Lámpara fluorescente.

Estas lámparas son generalmente de luz blanca, tienen mucha intensidad luminosa, consumen poca potencia, su forma es tubular y hay de varios tamaños; el

problema es que se necesitaría un balastro por cada lámpara y además de que son costosos, los balastros generarían mucho calor dentro del cajón y probablemente con el tiempo afectarían algunos circuitos; otra desventaja es que las lámparas fluorescentes tienen retardo, es decir, no encienden inmediatamente sino que tardan un tiempo considerable en encender completamente a partir de que se les suministra la energía, y como cada balastro tiene su propio retardo, los números indicados en los displays sufrirían de errores visibles, tanto que sería antiestético porque habría que esperar a que se indique un número completo, por lo tanto, ésta es una mala opción para construir los displays del marcador.

- *LED's de tipo E5/ROJ-SUPER de alta luminosidad.*

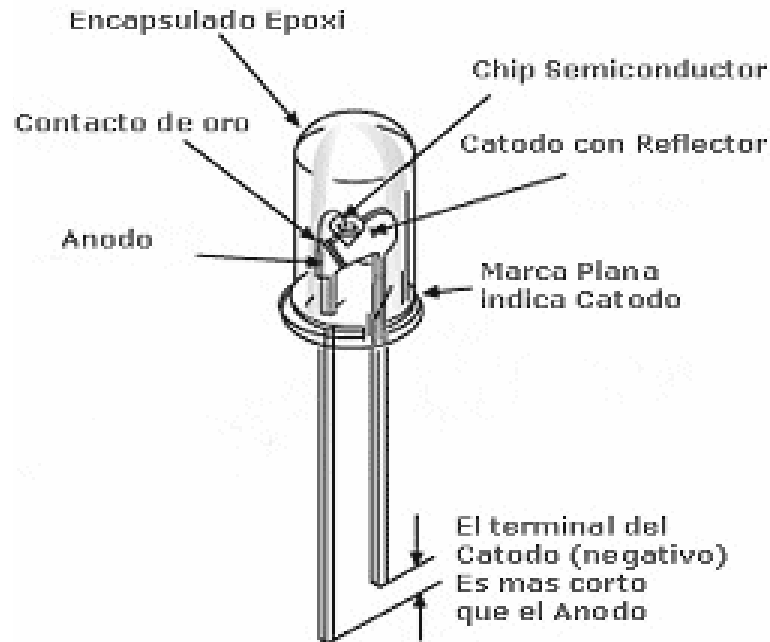


Figura 2.2: LED tipo E5/ROJ-SUPER.

Estos LEDs tienen 5 mm de diámetro, no producen calor, su intensidad luminosa es de 500 mcd, soporta una corriente de 15 mA y el voltaje de alimentación es de 2.1 V; sin embargo, producirán suficiente luz sólo si se conectan varios por segmento, pero tomando en cuenta que se necesitan construir exactamente 32 segmentos para tener un marcador completo, resultaría laboriosa y costosa la construcción. Por ejemplo, para que un dígito sea lo suficientemente visible a cien metros de distancia tanto en el día como en la noche, es necesario que su tamaño sea de 40 cm aproximadamente, por lo tanto cada segmento del display debe ser de 20 cm de longitud y 1.5 cm de ancho, esto nos lleva a que cada segmento debe tener 75 LEDs como mínimo, pero como se requiere de 28 segmentos para

conformar los 4 displays mas 4 segmentos para las centenas de cada equipo, nos daría un total de 2,400 LEDs conectados como mínimo, y considerando que el costo de cada LED es aproximadamente de \$5.00, nos daría un total de \$12,000, por lo tanto, ésta también es una mala opción ya que únicamente se cuenta con \$10,000 para la elaboración del proyecto.

Otra forma sería introduciendo 3 o 4 LEDs dentro de una barra de acrílico para conformar un segmento, ya que éste tiene la propiedad de repartir uniformemente la luz sin tener una pérdida significativa; la desventaja que se tiene es que se necesitaría un acrílico 1.5 cm de grosor y éste no se consigue fácilmente además de que es costoso.

- *LED's Lamps de alta luminosidad.*



Figura 2.3: LED Lamp de alta luminosidad.

Existen varios tipos de LEDs Lamps, tanto de corriente alterna como de corriente directa, pero los de corriente alterna requieren una tensión de 220-240 V y considerando que la alimentación es de 127 V, conviene más utilizar los de corriente directa. Por ejemplo, el LED/MR16 es un LED Lamp que, además de ser de corriente directa, se alimenta con 12 V, consume una potencia de 1 W, su vida media es de 20,000 horas, no produce calor excesivo, tiene la suficiente intensidad luminosa para que se ilumine un segmento con un solo LED Lamp, pero desgraciadamente son difíciles de conseguir y además costosos, ya que se necesitarían 32 LEDs Lamps para completar el tablero; entonces, ésta opción también es descartada.

- *Focos de baja potencia.*



Figura 2.4: Foco de 20 W.

Los focos de baja potencia son fáciles de conseguir, pueden ser hasta de 15 W, son relativamente baratos, los hay de varios colores y tamaños, se alimentan con 127 V, no tienen retardo, pero su intensidad luminosa es tan baja que se necesitarían 3 focos por segmento, otro inconveniente es que su vida media es relativamente corta y por lo tanto resultaría costoso a largo plazo, además el calor que se generaría sería un aspecto muy importante a considerar. Tal vez ésta opción puede ser considerada para la elaboración del proyecto, pero aun existe la siguiente opción.

- *Lámparas fluorescentes tipo bombilla.*

Este tipo de lámparas aunque su precio es más alto que los focos de baja potencia, tienen la ventaja que su vida media es mucho mayor por lo que a largo plazo resultaría más barato usarlas; por otra parte, la potencia que consumen es de menos de 15 W y su intensidad luminosa es equivalente a la de un foco de 75 W, además, estas lámparas poseen su propio balastro y no requieren de conexión especial. La única desventaja sería que, al igual que las lámparas fluorescentes tubulares, éstas también tienen retardo pero se consideraría despreciable comparado con el de las otras; el calor que generan es mínimo y, si se logra aislar correctamente la luz que de ellas emana, se podrían utilizar dos de éstas por segmento o quizá hasta una; ésta sería la opción más conveniente, ya que cuenta con las características adecuadas y sus desventajas son relativamente pocas.

Ahora bien, valorando las opciones que se tienen, se llegó a la conclusión que las lámparas fluorescentes tipo bombilla son las adecuadas para el proyecto, se procede



Figura 2.5: Lámparas fluorescentes tipo bombilla.

a construir los displays 7-segmentos; para esta etapa se eligieron sockets de material cerámico colocados en madera de 1 cm de grosor. Los sockets cerámicos son para aislar todo el calor que se genere y se eligió la madera porque es un material dieléctrico, o sea que no es conductor del calor ni la electricidad.

Como se muestra en la figura 2.6, se colocaron los sockets en bloques de tres formando cada uno de los displays, incluyendo 4 segmentos para las centenas de cada equipo y 2 sockets más para indicar si alguno tiene faltas acumuladas.

Es necesario que la madera utilizada para sostener los sockets no se instale de manera fija, ya que para facilitar la conexión se debe instalar en dos partes, una parte sería la del equipo local (lado izquierdo) y la otra la del equipo visitante (lado derecho); por lo tanto se fijarán con dos bisagras reforzadas por cada lado, unidas por el centro; de éste modo se podrán manipular las dos tablas de madera para hacer las conexiones adecuadas en el reverso de las mismas.

Las bisagras deben ser de hierro reforzado debido al peso que generan los sockets cerámicos colocados en la madera. Para que las tablas queden parcialmente fijas, se añadieron a su alrededor pñjas que se podrán remover en el momento que se necesite.

Para la construcción del cajón que contiene tanto los displays como los diversos circuitos que se ocupan para el funcionamiento de los mismos, se elaboró un esqueleto de un material llamado "tubular de zintro", éste material está formado por una aleación de hierro, aluminio y estaño además de estar galvanizado para evitar la corrosión generada por oxidación; el esqueleto es forrado con una lámina galvanizada hecha con los mismos



Figura 2.6: Colocación de los Displays 7-segmentos.

materiales que el tubular de zintro, pero en diferentes proporciones.

Es importante que además de funcional, el tablero sea lo suficientemente estético, por lo que se pintó de color negro y se le añadieron molduras de aluminio grises de tipo "pecho paloma" que se ubican en cada una de las aristas del cajón.

Debido al tamaño de las lámparas y a que los displays deben estar bien separados y al mismo tiempo lo suficientemente juntos para tener una perspectiva apropiada, las dimensiones del cajón se determinaron de la siguiente forma:

Alto: 1.07 m.

Ancho: 2.11 m.

Grosor: 0.28 m.

Para la altura de todo el tablero se tomó en cuenta el tamaño de cada uno de los displays ubicados de tal manera que haya el suficiente espacio para instalar cómodamente los dispositivos utilizados en el proyecto.

Para el cálculo de la anchura hubo la necesidad de medir cuidadosamente el espacio que se determinó entre los cuatro displays y los segmentos diseñados para las centenas, asimismo se contempló un espacio considerable para separar los displays que se ocuparán

en el conteo de cada equipo.

Determinar el grosor del tablero fue muy importante, ya que se necesitó asignar un espacio para las lámparas, otro para los sockets, para la madera y un espacio adicional para todas las conexiones y dispositivos electrónicos que logran el funcionamiento del proyecto.

Es importante mencionar que se utilizó lámina de aluminio galvanizada para rodear cada segmento de los displays, de éste modo, la luz producida por las lámparas se aísla en forma adecuada y se asegura que se proyecte hacia la dirección correcta.

Para cuidar la estética del tablero, es necesario que las lámparas fluorescentes no estén a la vista, por lo que se utilizará vidrio o acrílico oscuro colocado enfrente de ellas, de ésta manera se logra combinar la luz de dos o tres lámparas para iluminar cada segmento uniformemente.

Capítulo 3

Análisis y diseño electrónico

3.1. Diagrama a bloques

Este proyecto se divide básicamente en tres bloques que son los principales procesos independientes con los cuales trabaja y que primeramente se diseñaron por separado para que al final se unieran y trabajaran en conjunto.



Figura 3.1: Procesos independientes.

- *Proceso de control.*

En éste proceso, como su nombre lo indica, se lleva a cabo todo el control del tablero y es la única parte que se encuentra separada del mismo, ya que es la que va a ser operada por una persona que se ubicará a la mitad de una de las líneas laterales de la cancha. Por lo tanto, para el diseño de éste proceso se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones:

1. Debe ser portátil, ya que únicamente se utilizará en eventos que pertenecen a la liga municipal.
2. Debe ser ligero para que se pueda transportar con facilidad.
3. Debe ser lo más pequeño posible porque el espacio en el que va a estar es reducido.
4. Debe ser lo suficientemente resistente, ya que su tiempo de vida depende de eso.

- *Proceso lógico.*

Este bloque se refiere a todo el proceso por el cual pasan las señales, desde que son enviadas por el proceso de control hasta su última conversión; es decir, todos los pulsos eléctricos que son generados por el proceso anterior, pasan por una serie de circuitos integrados conectados entre sí para lograr el objetivo deseado, que básicamente es convertir un pulso en siete señales que actuarán en conjunto para formar los números y proyectarlos en cada uno de los displays.

- *Proceso de conteo.*

El proceso de conteo es aquel en el que las señales se transforman de corriente directa a corriente alterna por medio de circuitos integrados llamados optoacopladores y finalmente, estas señales se conjugan para conectarse adecuadamente a las lámparas fluorescentes y desplegar los dígitos que el operador desee.

3.2. Proceso de control



Figura 3.2: Caja de control.

Haciendo énfasis en que todos los procesos se deben construir con materiales económicos, funcionales y fáciles de conseguir, se analizaron cuidadosamente las partes que debe tener el control del proyecto. Dichas partes deben controlar con precisión los procesos posteriores con el mínimo de señales posibles para utilizar un número reducido de cable.

Las partes que componen el control son las siguientes:

- Cuatro dispositivos que puedan emitir pulsos para cada uno de los displays; éstos se controlarán de manera independiente, ya que de ésta manera se facilita su uso. Los dispositivos que se utilizaron para éste fin fueron cuatro pares ópticos donde cada uno contiene internamente un fotodiodo y un fototransistor perfectamente

alineados que actúan como emisores de pulsos, de ésta manera se evita algún tipo de desgaste con el uso constante de estos; si se hubiesen utilizado botones normales, sufrirían con el tiempo un deterioro considerable, tal que se tendría que dar un mantenimiento continuo a los mismos.

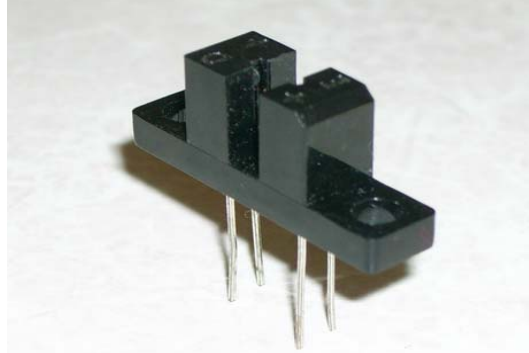


Figura 3.3: Par óptico.

- Dos interruptores de palanca (on-off) dedicados específicamente para indicar las centenas de cada equipo; éstos pueden ser normales, ya que difícilmente los equipos alcanzan cien o más puntos y básicamente no se utilizarían.



Figura 3.4: Interruptor de palanca (on-off).

- Dos interruptores asignados para indicar cuando cada equipo sobrepasa un cierto límite de faltas llamadas "faltas acumuladas"; estos interruptores se utilizan con poca frecuencia en cada juego por lo tanto también pueden ser de tipo palanca (on-off), ya que su vida útil es de 30,000 operaciones eléctricas y 100,000 mecánicas, soportan hasta 5 Amperes y 120 V.
 - Se añadieron dos interruptores extras (uno para cada equipo) para cumplir con la función de activar y desactivar las lámparas fluorescentes en los displays que ocu-
-

pan el lugar de las decenas únicamente cuando se indica el número cero, es decir, el display desplegará los números normalmente pero cuando tenga que indicar un cero, las lámparas se apagarán con el objeto de ahorrar energía. No tiene caso que el display de las decenas indique un cero cuando se encuentra del lado izquierdo, a menos que cualquier equipo alcance cien o más puntos; cuando esto sucede, es necesario que se despliegue el cero normalmente y esto se logra activando las lámparas con el interruptor asignado al equipo en cuestión.

- Un interruptor llamado swich de balancín, que como se muestra en la figura 3.2, está ubicado en la cara lateral izquierda de la caja de control y está diseñado para encender y apagar por completo el funcionamiento del tercer proceso, es decir, puede suministrar ó impedir el paso de corriente alterna por el proceso de conteo ya que se pretende que el tablero esté siempre conectado pero no completamente encendido por lo que se puede apagar parcialmente utilizando éste interruptor.
- En la cara lateral derecha de la caja de control se ubican dos jacks RJ-45 con el motivo de enviar y recibir todas las señales que se pretenden transferir, en donde uno de ellos se marcó con una franja roja para identificarlos correctamente, ya que si el operador coloca los conectores de manera inversa, el control no funcionaría adecuadamente.



Figura 3.5: Jacks RJ-45.

Para la transferencia de señales se utilizó cable UTP con conectores RJ-45 debido a que es un cable fácil de manipular y está diseñado para instalaciones inteligentes de voz y de datos, para uso de interiores de edificios, la mejor opción para redes de transmisión de datos de alta velocidad, cobre desnudo recocido y cubierta de PVC de color blanco, aislamiento de polielefina, cableado para homogeneizar el ambiente de transmisión y proveer una impedancia plana, es ideal para transmitir voltajes y ya que en éste proyecto se transmitirán voltajes de 5 y 12 VCD es el mejor cable que se puede ocupar que está dentro del presupuesto.

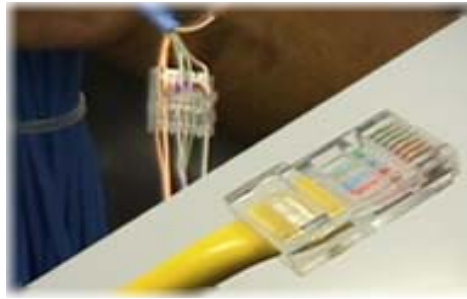


Figura 3.6: Conector RJ-45.

Por otra parte, se decidió ocupar el más económico de tres tipos de cable UTP que existen porque no tiene caso que se utilice un cable con un aislamiento antifiama ya que la instalación se hará en un lugar estratégico y protegido de cualquier accidente térmico; tampoco tendría caso utilizar un cable que incluye un blindaje contra interferencias magnéticas o de radiofrecuencia ya que éste cable se protege solo debido a que los hilos se encuentran torcidos en pares y éstos a su vez, están torcidos entre sí.

Si se van a utilizar dos cables UTP y cada uno consta de 8 hilos, el proyecto se limita a ocupar únicamente 16 hilos para hacer toda la transferencia de voltajes y de este modo hacer que el proyecto funcione adecuadamente. Para armar los cables UTP con sus conectores correspondientes en cada extremo, se necesita un código de colores que lleve cierto orden y pueda evitar errores en el momento de conectarlos, por lo que se utilizó la normativa 568-A que es la convencional y que a continuación se muestra en la siguiente tabla:

Normativa 568-A	
Conector 1	Conector 2
1- Blanco Verde	1- Blanco Verde
2- Verde	2- Verde
3- Blanco Naranja	3- Blanco Naranja
4- Azul	4- Azul
5- Blanco Azul	5- Blanco Azul
6- Naranja	6- Naranja
7- Blanco Café	7- Blanco Café
8- Café	8- Café

Figura 3.7: Código de colores del cable UTP.

Es importante mencionar que la caja de control debe ser lo mas ligera posible, por lo que se decidió no instalar ninguna fuente de voltaje dentro de ella, por lo tanto, el voltaje con el que se alimenta también se transmitirá por el cable UTP y de esta manera se eliminó mucho peso de la caja de control.

Tomando en cuenta que todos los dispositivos de la caja de control se alimentan con 5 VCD a excepción del swich de balancín que será alimentado con 12 VCD y que la longitud del cable UTP es aproximadamente de 40m, probablemente habría una pérdida considerable si se envían 5 VCD desde esa distancia hasta la caja de control, así que en vez de enviar 5 V, se envían 12 V instalando un regulador de voltaje (L7805) en la caja de control con el objeto recibir ese voltaje y reducirlo al deseado.

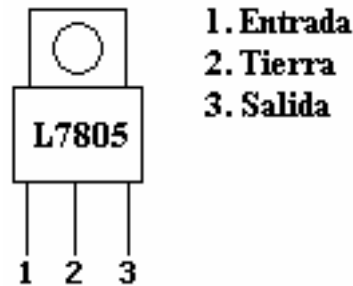


Figura 3.8: Configuración de pines del regulador L7805.

Debido a que casi todos los dispositivos que se encuentran en la caja de control son interruptores que no requieren de un diseño complejo, lo más difícil de diseñar fueron los cuatro pares ópticos que son las partes más importantes del proyecto. Cabe mencionar que para el diseño de éstos dispositivos se invirtieron varias horas en el laboratorio tratando de perfeccionar continuamente los resultados que desplegaban y que finalmente se llegó al siguiente diagrama:

Para comprender con facilidad el funcionamiento de éste diseño, primero debemos entender que es y como funciona básicamente un transistor, por lo que a continuación se presenta una breve explicación:

- *Concepto.*

El transistor es un dispositivo semiconductor que permite el control y la regulación de una corriente grande mediante una señal muy pequeña. Existe una gran variedad de transistores. En principio, se explicarán los bipolares. Los símbolos que corresponden a este tipo de transistor son los de la figura 3.10 [1].

- *Funcionamiento básico.*

Cuando el interruptor SW1 está abierto no circula intensidad por la Base del transistor por lo que la lámpara no se encenderá, ya que, toda la tensión se encuentra entre Colector y Emisor.

Cuando se cierra el interruptor SW1, una intensidad muy pequeña circulará por la Base. Así el transistor disminuirá su resistencia entre Colector y Emisor por lo que pasará una intensidad muy grande, haciendo que se encienda la lámpara [1].

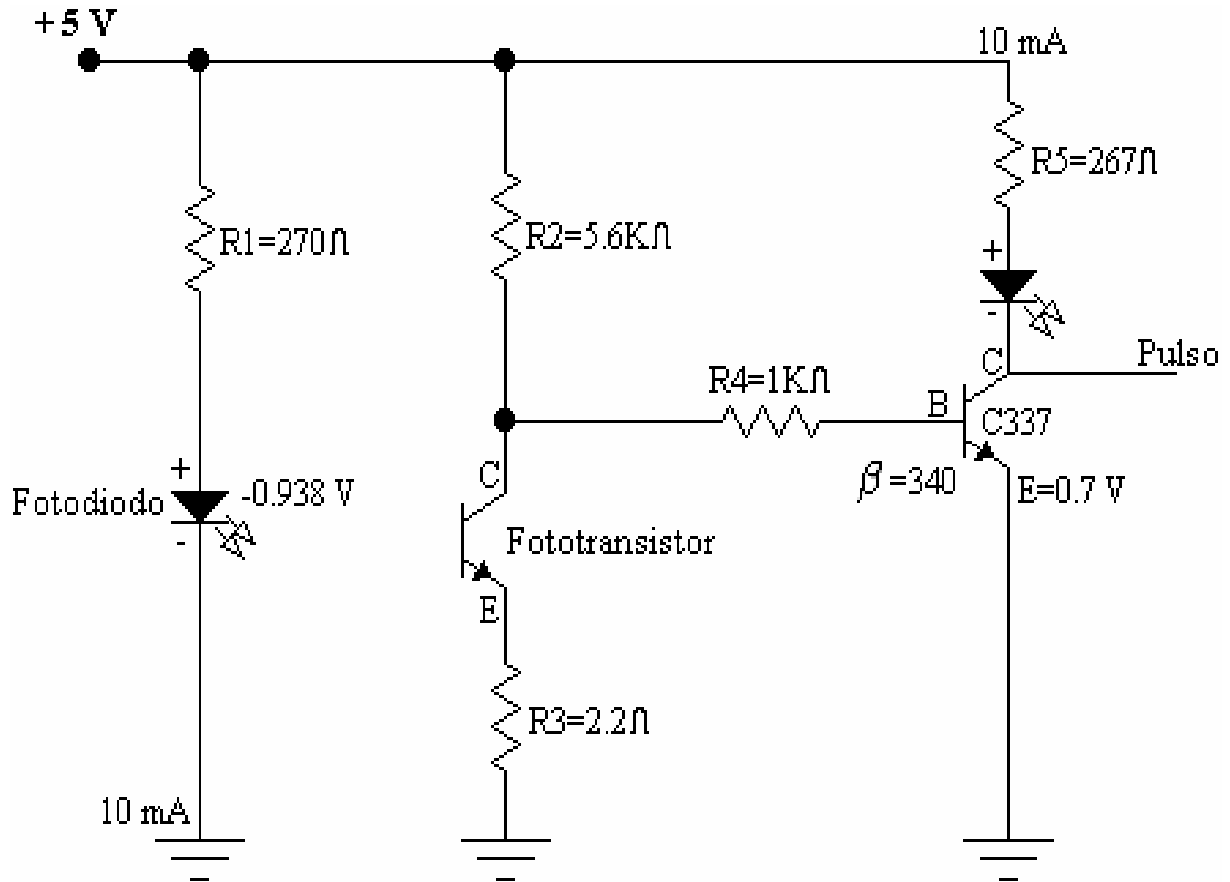


Figura 3.9: Diseño del par óptico.

En general:

$$I_E > I_C > I_B; I_E = I_B + I_C; V_{CE} = V_{BC} + V_{BE} \quad (3.1)$$

- *Polarización de un transistor.*

Una polarización correcta permite el funcionamiento de este componente. No es lo mismo polarizar un transistor NPN que PNP.

Generalmente podemos decir que la unión base - emisor se polariza directamente y la unión base - colector inversamente.

- *Zonas de trabajo.*

1. **Corte:**

No circula intensidad por la Base, por lo que, la intensidad de Colector y Emisor también es nula. La tensión entre Colector y Emisor es la de la

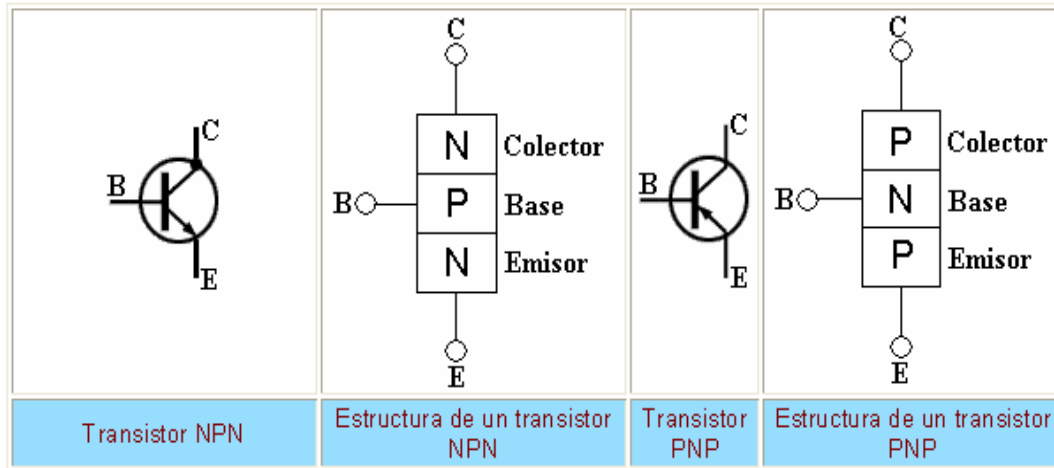


Figura 3.10: Tipos de transistores bipolares.

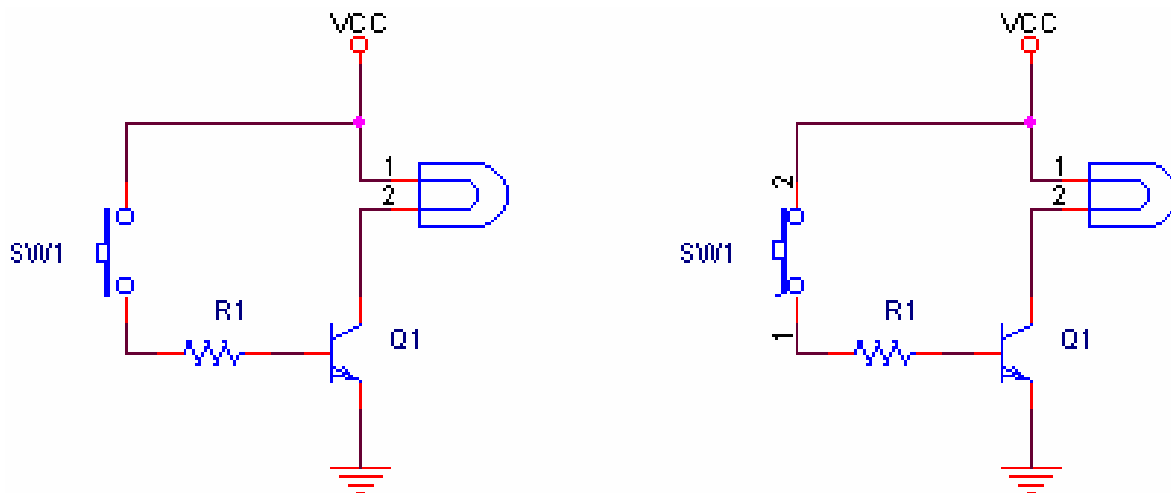


Figura 3.11: Funcionamiento.

batería. El transistor, entre Colector y Emisor se comporta como un interruptor abierto.

$$I_B = I_C = I_E = 0; V_{CE} = V_{bat} \quad (3.2)$$

2. Saturación:

Cuando por la Base circula una intensidad, se aprecia un incremento de la corriente de colector considerable. En este caso el transistor entre Colector y Emisor se comporta como un interruptor cerrado. De esta forma, se puede

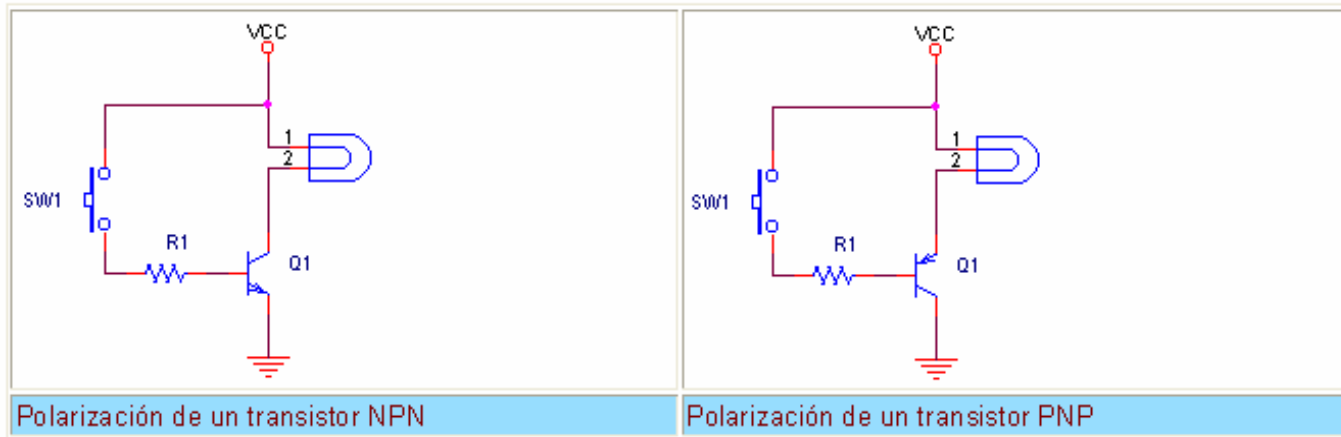


Figura 3.12: Modo de polarización de un transistor.

decir que la tensión de la batería se encuentra en la carga conectada en el Colector.

$$\uparrow I_B \Rightarrow \uparrow I_C ; V_{bat} = R_C \cdot I_c \quad (3.3)$$

3. Activa:

Actúa como amplificador. Puede dejar pasar más o menos corriente. Cuando trabaja en la zona de corte y la de saturación se dice que trabaja en conmutación. En definitiva, como si fuera un interruptor.

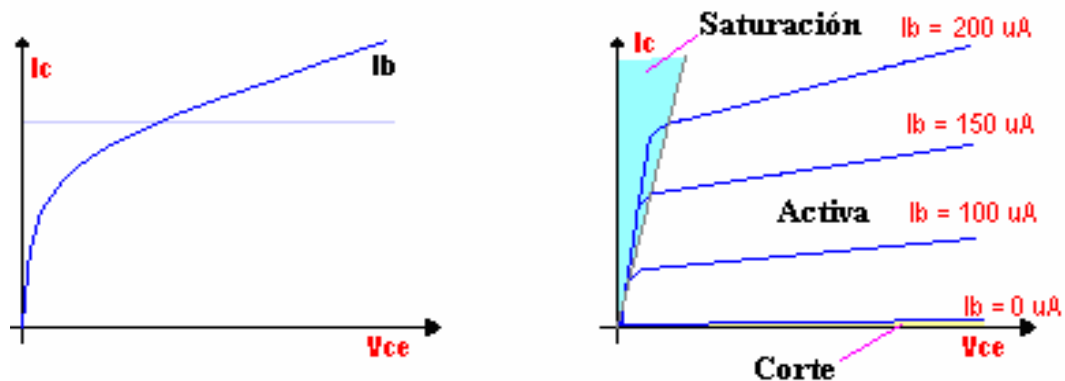


Figura 3.13: Zonas de trabajo de un transistor.

La ganancia de corriente es un parámetro también importante para los transistores ya que relaciona la variación que sufre la corriente de colector para una variación de la corriente de base. Los fabricantes suelen especificarlo en sus hojas

de características, también aparece con la denominación h_{FE} . Se expresa de la siguiente manera:

$$\beta = I_C/I_B \quad (3.4)$$

- *En resumen.*

	Saturación	Corte	Activa
V_{CE}	≈ 0	$\approx V_{CC}$	Variable
V_{RC}	$\approx V_{CC}$	≈ 0	Variable
I_C	Máxima	$= I_{CEO} \approx 0$	Variable
I_B	Variable	$= 0$	Variable
V_{BE}	$\approx 0,8v$	$< 0,7v$	$\approx 0,7v$

Figura 3.14: Tabla de polarización de un transistor.

Los encapsulados en los transistores dependen de la función que realicen y la potencia que disipen, así nos encontramos con que los transistores de pequeña señal tienen un encapsulado de plástico, normalmente son los más pequeños; los de mediana potencia, son algo mayores y tienen en la parte trasera una chapa metálica que sirve para evacuar el calor disipado convenientemente refrigerado mediante radiador; los de gran potencia, son los que poseen una mayor dimensión siendo el encapsulado enteramente metálico. Esto, favorece, en gran medida, la evacuación del calor a través del mismo y un radiador.

- *Fototransistor.*

Es, en esencia, lo mismo que un transistor normal, solo que puede trabajar de 2 maneras diferentes:

1. Como un transistor normal con la corriente de base (I_B) (modo común)
2. Como fototransistor, cuando la luz que incide en este elemento hace las veces de corriente de base. (IP) (modo de iluminación).

Nota: β es la ganancia de corriente del fototransistor.

Se pueden utilizar las dos en forma simultánea, aunque el fototransistor se utiliza principalmente con la terminal de la base sin conectar, $I_B = 0$. Si se desea aumentar la sensibilidad del transistor, debido a la baja iluminación, se puede incrementar la corriente de base (I_B), con ayuda de polarización externa.

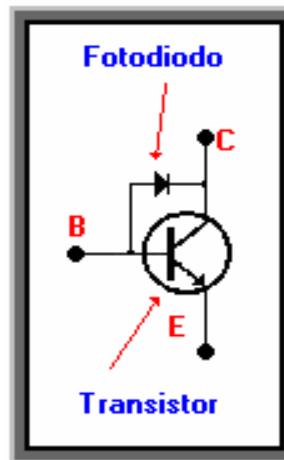


Figura 3.15: Fototransistor normal.

El circuito equivalente de un fototransistor, es un transistor común con un fotodiodo conectado entre la base y el colector, con el cátodo del fotodiodo conectado al colector del transistor y el ánodo a la base. El fototransistor es muy utilizado para aplicaciones donde la detección de iluminación es muy importante. El fotodiodo tiene un tiempo de respuesta muy corto pero su entrega de corriente eléctrica es mucho mayor.

En la figura 3.14 se puede ver el circuito equivalente de un fototransistor. Se observa que está compuesto por un fotodiodo y un transistor. La corriente que entrega el fotodiodo (circula hacia la base del transistor) se amplifica β veces, y es la corriente que puede entregar el fototransistor [4].

■ *Configuraciones.*

Hay tres tipos de configuraciones típicas en los amplificadores con transistores, cada una de ellas con características especiales que las hacen mejor para cierto tipo de aplicación.

- Emisor común.
- Colector común.
- Base común.

Nota: La corriente de colector y corriente de emisor no son exactamente iguales, pero se toman como tal, debido a la pequeña diferencia que existe entre ellas, y que no afectan en casi nada a los circuitos hechos con transistores [4].

Tomando en cuenta lo anterior, vemos que en el diseño de la figura 3.9 se utilizó un fotodiodo junto con un fototransistor que, aunque se encuentran perfectamente alineados, funcionan independientemente uno del otro, es decir, tanto el ánodo como el

cátodo del fotodiodo no se encuentran directamente conectados con la base y colector del fototransistor; esto nos da la oportunidad de controlar en forma separada la intensidad luminosa del fotodiodo y la sensibilidad que se desea utilizar en el fototransistor.

R_1 se calcula proponiendo la corriente que se desea que circule por el circuito, en este caso se optó por proponer $10mA$, con ésta corriente la luz infrarroja del fotodiodo es lo suficientemente potente para polarizar el fototransistor.

También hay que tomar en cuenta que, como todo el circuito se va a alimentar con $5V$, el fotodiodo hace que halla una caída de voltaje de $-0.938V$, así que para mantener los $10mA$ que se propusieron se realiza una resta entre el voltaje de alimentación y la caída de voltaje del fotodiodo, y después se calcula el valor de R_1 con la ley de Ohm.

$$5V - 0.938V = 4.062V \quad (3.5)$$

$$V = R_1 \cdot I \quad (3.6)$$

$$4.062V = R_1 \cdot 10mA \quad (3.7)$$

$$R_1 = 4.062V/10mA \quad (3.8)$$

$$R_1 = 406.2\Omega \quad (3.9)$$

De acuerdo con el cálculo anterior $R_1 = 406.2\Omega$, pero éste resultado causó algunos problemas en el laboratorio con el fototransistor, es decir, la luz infrarroja no era lo suficientemente potente y por consiguiente el fototransistor se comportaba de manera errónea; así que se decidió disminuir un poco el valor de R_1 de 406.2Ω a 270Ω tomando en cuenta que no hay mucha diferencia entre $10mA$ y $15mA$ de corriente.

R_2 y R_3 se calcularon por medio de prácticas en el laboratorio, usando una tabla que se va llenando conforme se prueba la mejor manera de combinar las resistencias para que el fototransistor pueda dar una respuesta adecuada considerando únicamente que el voltaje de la base (V_B) debe ser de $0.5V$ a $0.7V$ más positivo que que el voltaje del emisor (V_E) ya que el fototransistor es NPN; si fuera PNP, entonces la regla sería lo contrario.

De la misma manera R_4 se calculó de forma práctica, ya que dentro del fototransistor existe una ganancia (β) que no se puede calcular debido a que únicamente cuenta con dos terminales que pertenecen al colector y al emisor, la terminal de la base no existe físicamente porque está formada por un receptor de luz interno llamado fotocensor. Por lo tanto, el valor de las resistencias calculadas en el laboratorio quedó de la siguiente manera:

$$R_1 = 270\Omega ; R_2 = 5.6K\Omega ; R_3 = 2.2\Omega ; R_4 = 1K\Omega \quad (3.10)$$

Para calcular el valor de R_5 hay que considerar la caída de voltaje que ocasiona el LED cuando se encuentra encendido y la caída de voltaje del emisor del transistor C337; El LED tiene un consumo $1.63V$ y el emisor del transistor de $0.7V$, por lo tanto, como las dos cantidades indican una caída de voltaje, se suman para tener una sola cantidad.

$$1.63V + 0.7V = 2.33V \quad (3.11)$$

Como el voltaje de alimentación sigue siendo de $5V$ y la caída de voltaje sumada en el paso anterior es de $2.33V$, podemos utilizar el voltaje restante para calcular el valor de R_5 con la ley de Ohm.

$$5V - 2.33V = 2.67V \quad (3.12)$$

$$V = R_5 \cdot I \quad (3.13)$$

$$2.67V = R_5 \cdot 10mA \quad (3.14)$$

$$R_5 = 2.67V/10mA \quad (3.15)$$

$$R_5 = 267\Omega \quad (3.16)$$

El transistor C337 es también de tipo NPN y como se muestra en la figura 3.9, su ganancia β es de 340.

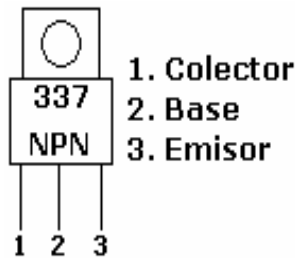


Figura 3.16: Configuración de pines del transistor C337.

De ésta manera, el fototransistor siempre estará polarizado por el fotodiodo, por lo que la base de el transistor C337 no recibe ningún voltaje y el LED no se encenderá; por otra parte, en el momento que se interrumpe la luz que polariza al fototransistor, la corriente del colector entrará por la base del transistor C337, de tal manera que el emisor enviará el "zero" que el LED necesita para encender. Por lo tanto, cuando la luz del fotodiodo es interrumpida, el LED se encenderá. Se usarán estos pulsos para enviarlos a cada uno de los dispositivos del proceso lógico.

3.3. Proceso lógico

Este bloque se divide en cuatro partes que son básicamente cuatro circuitos integrados los cuales tienen por objetivo operar y manipular los pulsos que les son enviados por el proceso de control.

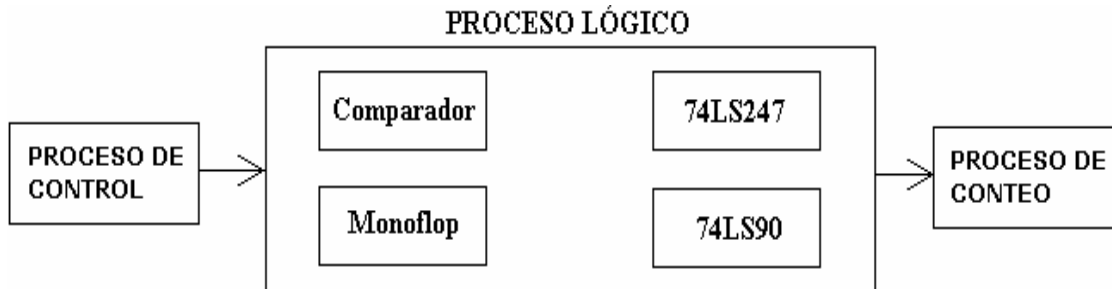


Figura 3.17: Proceso lógico.

3.3.1. Comparador

En un circuito electrónico, se llama comparador a un amplificador operacional en lazo abierto (sin retroalimentación entre su salida y su entrada) y suele usarse para comparar una tensión variable con otra tensión fija que se utiliza como referencia. Como todo amplificador operacional, un comparador estará alimentado por dos fuentes de corriente continua ($+V_{cc}$ y $-V_{cc}$).

El comparador hace que, si la tensión de entrada en el pin positivo es mayor que la tensión conectada al pin negativo, la salida será igual a $+V_{cc}$. En caso contrario, la salida tendrá una tensión $-V_{cc}$ [13].

El uso de un comparador en este proyecto surgió de la necesidad de solucionar el problema de la distancia que existe entre el proceso de control y el proceso lógico; es decir, debido a que la distancia que hay entre los dos procesos es considerable y que los pulsos que se emiten desde el control tienen un voltaje de $5V$, la tensión que recibe el proceso de conteo es ligeramente mayor de $3V$, por lo tanto se concluye que existe una pérdida de tensión en la transmisión de pulsos y por lo consiguiente puede originar problemas en el funcionamiento del proceso de conteo. Para evitar esto, se tiene que lograr que el proceso de conteo reciba los mismos $5V$ que el proceso de control envió, por lo tanto; con ayuda de un comparador y aprovechando que la fuente de voltaje está situada cerca del proceso de conteo, el problema quedará solucionado con el siguiente diagrama:

Considerando el diseño de la figura 3.18, vemos que en el pin positivo está conectado el voltaje variable, que es el pulso enviado desde el proceso de control, y en el pin negativo se conectó el voltaje fijo junto con un arreglo de dos resistencias $R_1 = 150K\Omega$ y $R_2 = 100K\Omega$.

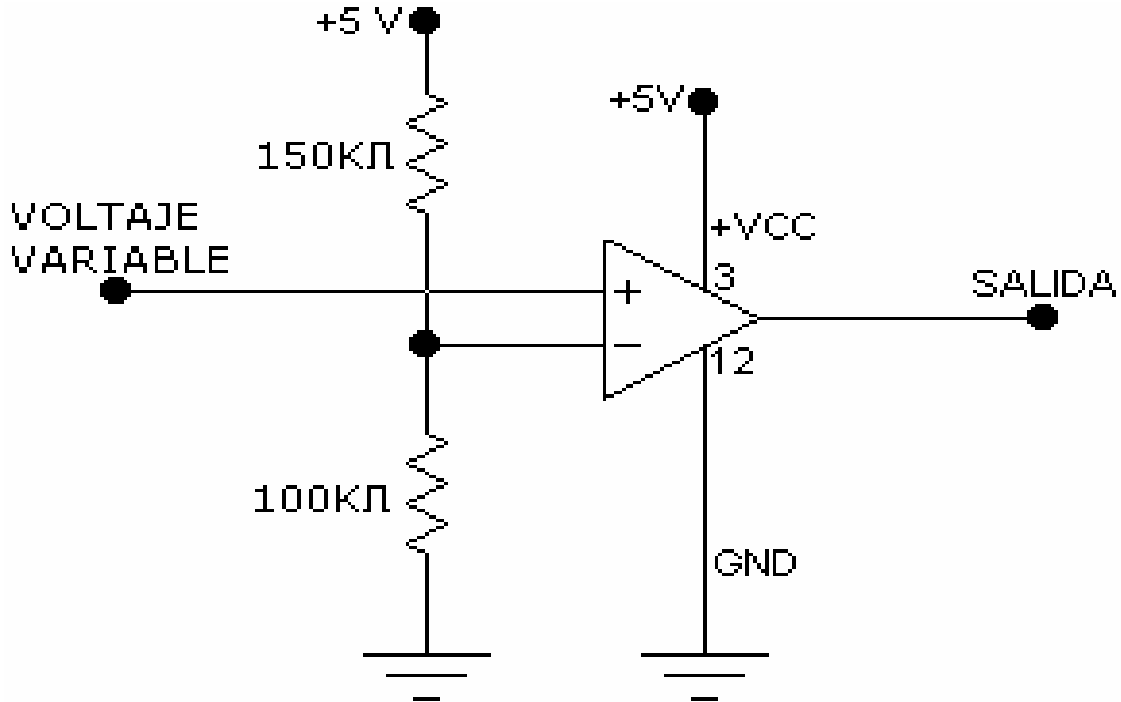


Figura 3.18: Diseño del comparador.

R_1 hace que en el voltaje fijo halla una caída de $3V$, por lo que el pin negativo recibirá $2V$ de los $5V$ que se le suministran; R_2 sirve para completar la diferencia de potencial que existe entre V_{cc} y $Cero$.

Nota: R_1 y R_2 pudieron haber sido de 15Ω y 10Ω respectivamente, pero la desventaja es que la corriente generada sería mucho mayor y los comparadores funcionan con baja corriente (nA).

Todo este diseño se logró tomando en cuenta dos simples reglas del funcionamiento del comparador:

- Si el voltaje del pin positivo es mayor que el del pin negativo, la salida será igual al voltaje positivo ($+V_{cc}$).
- Si el voltaje del pin positivo es menor que el del pin negativo, la salida será igual al voltaje negativo ($-V_{cc}$ ó $Cero$).

De esta manera se logra que el proceso de conteo reciba exactamente $5V$ en el momento que un pulso es enviado desde el proceso de control.

Ahora bien, si contamos con cuatro pares ópticos en el proceso de control, mismos que enviarán pulsos independientes, entonces debemos contar con cuatro comparadores para que reciban esos pulsos y amplifiquen sus voltajes; por lo tanto, lo más adecua-

do sería utilizar un circuito integrado llamado *LM339*, que tiene básicamente cuatro comparadores ubicados en su interior como se muestra en la figura 3.19.

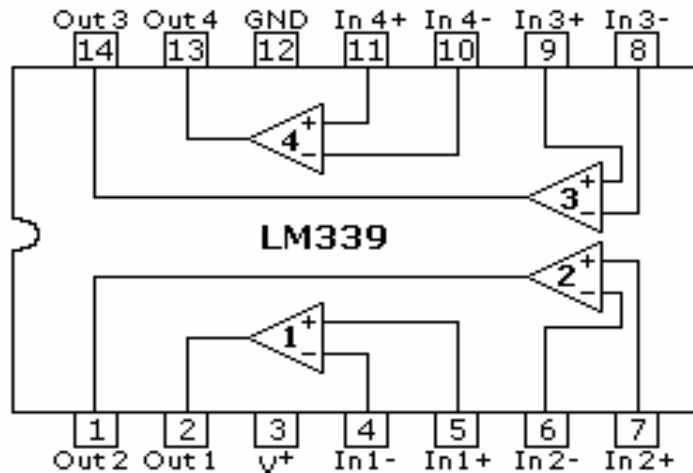


Figura 3.19: Comparador cuádruple.

Sin embargo, el uso de este integrado generaría un problema; debido a que los cuatro pares ópticos controlarán el conteo de los cuatro displays y, estos displays están separados en pares, es decir, dos del lado izquierdo (equipo local) y dos del lado derecho (equipo visitante), sería conveniente utilizar dos integrados llamados *LM393N* que, a diferencia del *LM339*, este tienen en su interior dos comparadores en vez de cuatro y de este modo se pueden hacer las conexiones que corresponden a cada equipo por separado.

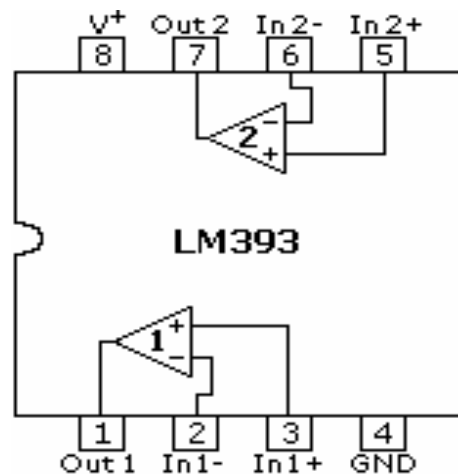


Figura 3.20: Comparador doble.

Por lo tanto, en el diseño del comparador que se muestra en la figura 3.18, se indican los pines que alimentan el circuito integrado que son: el pin 3 para $+V_{cc}$ y el pin 12 para GND ; pero como se cambió el $LM339$ (comparador cuádruple) por dos $LM393N$ (comparador doble), entonces los pines de alimentación son los que corresponden con la configuración del circuito integrado $LM393N$ (figura 3.20), el pin 8 para $+V_{cc}$ y el pin 4 para GND .

3.3.2. Monoflop

El monoflop es un circuito integrado que actúa como temporizador monoestable. El temporizador es un elemento que permite programar cuentas de tiempo con el fin de activar bobinas pasado un cierto tiempo desde la activación. El esquema básico de un temporizador varía de un autómatas a otro, pero siempre podemos encontrar una serie de señales fundamentales, aunque con nomenclaturas totalmente distintas.

El monoestable es un elemento capaz de mantener activada una salida durante el tiempo con el que se haya programado, desactivándola automáticamente una vez concluido dicho tiempo. Una de sus principales ventajas es su sencillez ya que sólo posee una entrada y una salida [13].

- *Entrada STAR*: Cuando se activa o se le proporciona un impulso comienza la cuenta que tiene programada.
- *Salida RUNNING*: Se mantiene activada mientras dura la cuenta y se desactiva al finalizarla. Al igual que con el temporizador, para programar la cuenta hay que introducir los valores de R y C .

Este monoflop se utilizó para solucionar el siguiente problema:

Las pruebas de laboratorio que se realizaron para diseñar el circuito del par óptico de la figura 3.9 resultaron satisfactorias, pero al efectuar las conexiones en el proyecto, se detectó que el diseño del par óptico es demasiado sensible generando tres o cuatro pulsos cada vez que la luz del fotodiodo es interrumpida, provocando con esto, un conteo anormal en los displays.

Por lo tanto, se tomaron en cuenta dos caminos para solucionar este problema; uno de ellos era simplemente aumentar el valor de R_1 en el diseño de la figura 3.9, provocando de este modo, que la luz del fotodiodo sea un poco más débil y haciendo que la sensibilidad del par óptico sea menor; el inconveniente era que la caja de control ya se había armado y todos sus componentes estaban soldados, por lo que resultaba muy riesgoso aplicar calor para extraer las cuatro resistencias pertenecientes a cada uno de los pares ópticos y después aplicar calor nuevamente para colocar otras resistencias de mayor valor.

Analizando lo anterior, se decidió que la mejor manera de solucionar el problema era implementando un monoflop y de esta manera hacer que los tres o cuatro pulsos que transmite cada par óptico se conviertan en uno solo.

En este caso el circuito entrega a su salida un solo pulso de un ancho establecido por el diseñador (tiempo de duración).

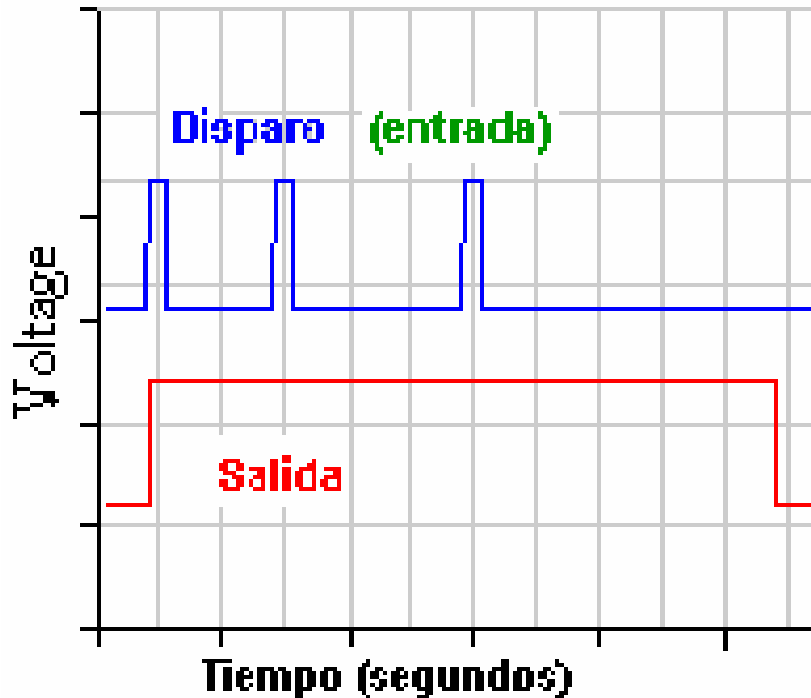


Figura 3.21: Entrada y salida de un temporizador monoestable.

Ahora bien, el circuito integrado mas usado para construir un temporizador monoestable es el *NE555* que tiene la ventaja de que es bastante comercial y económico; pero la desventaja es que este circuito integrado está diseñado para trabajar con $9V$, $12V$ o hasta con $15V$ y la tensión que el proyecto maneja es de $5V$; por tal motivo, se decidió utilizar el circuito integrado *74LS123N*, que tiene la ventaja de que con él, se pueden construir dos temporizadores en el mismo integrado y está diseñado para trabajar con $5V$.

Para armar o construir un temporizador monoestable con este integrado, es necesario consultar la tabla de verdad que indica el funcionamiento del mismo.

En éste caso, los tres o cuatro pulsos que envía cada par óptico son recibidos por la entrada *B*, la entrada *A* se conecta a *Cero* y el \overline{CLEAR} a $5V$; por otro lado, la salida que se desea ocupar es *Q* porque se necesita un pulso positivo, por lo tanto \overline{Q} no se conecta porque no se necesita.

Para definir la duración del pulso de salida, se necesita calcular los valores de *R* y *C* que se ubican en los pines 6 y 7 para un temporizador y en los pines 14 y 15 para el otro; esos valores se calculan con la siguiente fórmula:

$$t = 0.32C \cdot (R + 700\Omega) \quad (3.17)$$

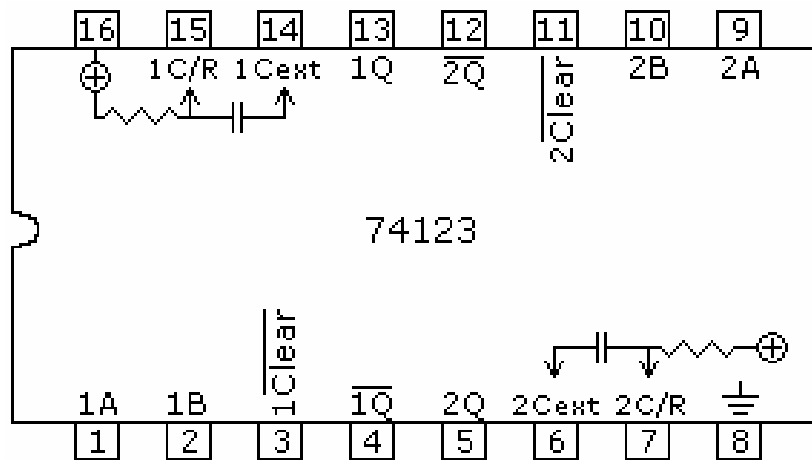


Figura 3.22: Circuito integrado 74LS123N.

ENTRADA			SALIDA	
$\overline{\text{CLEAR}}$	A	B	Q	\overline{Q}
L	X	X	L	H
X	H	X	L	H
X	X	L	L	H
H	L	H	H	L
H	L	H	H	L
H	H	L	H	L

Figura 3.23: Tabla de verdad del 74LS123N.

En las especificaciones del circuito integrado 74LS123N se indica que el valor de R debe ser entre $5K\Omega$ y $25K\Omega$, por lo tanto se decidió proponer un valor de $22K\Omega$; de esta manera podemos calcular el valor de C para que el tiempo sea de $1.5ms$ aproximadamente.

$$1.5ms = 0.32C \cdot (22K\Omega + 700\Omega) \quad (3.18)$$

$$0.0015s = 0.32C \cdot (22700\Omega) \quad (3.19)$$

$$C = \frac{0.0015}{(0.32) \cdot (22700)} \quad (3.20)$$

$$C = 0.22\mu F \quad (3.21)$$

Entonces, con $R = 22K\Omega$ y $C = 0.22\mu F$ logramos una duración del pulso de salida de $1.5ms$. Aparentemente este tiempo es muy pequeño pero es lo suficientemente grande como para lograr el objetivo propuesto.

3.3.3. 74LS90

El circuito integrado $74LS90$ no es mas que un contador digital que comúnmente es llamado contador *BCD*. Los contadores son una clase de circuitos lógicos secuenciales que llevan la cuenta de una serie de pulsos de entrada; los pulsos de entrada pueden ser irregulares o regulares.

El contador es parte fundamental de muchas aplicaciones lógicas digitales. Se utilizan para:

- Contar eventos como números de pulsos del reloj en un tiempo dado.
- Como divisores de frecuencia para almacenar datos como por ejemplo en un reloj digital, para direccionamiento.

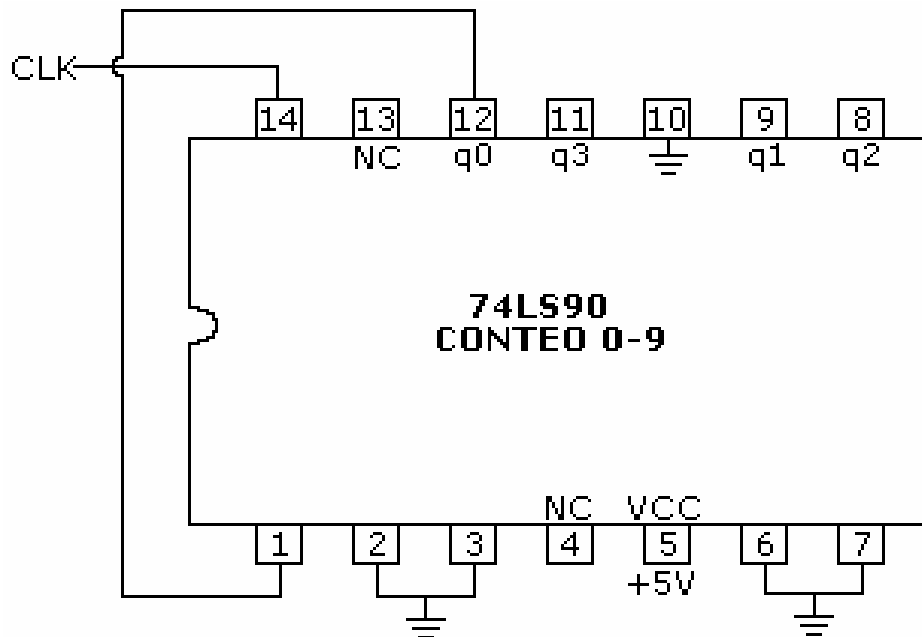


Figura 3.24: Circuito integrado $74LS90$.

Un contador digital, básicamente consta de una entrada de impulsos que se encarga de conformar (escuadrar) las señales, de manera que el conteo de los pulsos no sea

alterado por señales no deseadas, las cuales pueden falsear el resultado final. Estos impulsos son acumulados en un contador propiamente dicho cuyo resultado, se presenta mediante un visor que puede estar constituido por una serie de sencillos dígitos de siete segmentos o en su caso mediante una sofisticada pantalla de plasma.

Un contador *BCD* cuenta en código decimal binario desde 0000 a 1001 y da vuelta a 0000. Debido al retorno a 0 después de una cuenta de 9, un contador *BCD* no tiene un patrón regular como una cuenta binaria directa. Los contadores *BCD* pueden configurarse en cascada para formar un contador para números decimales en cualquier longitud.

BCD son las iniciales de unas palabras inglesas que traducidas vendrían a significar Código Decimal codificado en Binario. Es decir cada cifra decimal se codifica según una serie de bits binarios ¿Cuántos?, como existen diez cifras del 0 al 9 necesitamos 4 bits por cifra. (Con 3 nos quedaríamos cortos ya que como máximo podríamos codificar 8 cifras). Ahora resulta que con 4 bits podríamos codificar hasta 16 cifras, luego vemos que hay 6 combinaciones (de 1010 a 1111) que nunca se utilizan en el código *BCD*; de ahí que este código sea menos compacto que el binario puro.

Como se muestra en la figura 3.24, los pulsos que son enviados desde el proceso de control y procesados por el comparador y el monoflop, son finalmente recibidos por el pin 14 del contador *BCD*, los pines 8, 9, 11 y 12 del mismo contador son las cuatro salidas que, como se mencionó anteriormente, son las necesarias para completar los diez dígitos que corresponden al sistema decimal [2].

3.3.4. 74LS247

El circuito integrado *74LS247* es un decodificador *BCD* a 7 segmentos que tiene cuatro entradas y siete salidas. Para entender el funcionamiento de éste circuito integrado, primero se deben entender algunos conceptos básicos que ayudarán a comprender la razón por la cual se decidió implementar éste circuito integrado.

- *Codificadores.*

Poseen N salidas y 2^N entradas de tal forma que al accionarse una de sus entradas, en la salida aparece la combinación binaria correspondiente al número decimal asignado a dicha entrada [2].

- *Decodificadores.*

Un decodificador es un circuito lógico combinacional, que convierte un código de entrada binario de N bits en M líneas de salida (N puede ser cualquier entero y M es un entero menor o igual a 2^N), tales que cada línea de salida será activada para una sola de las combinaciones posibles de entrada. Puesto que cada una de las entradas puede ser 1 o 0, hay 2^N combinaciones o códigos de entrada. Para cada una de estas combinaciones de entrada sólo una de las M salidas estará activada 1, para lógica positiva; todas las otras salidas estarán en 0. Muchos

decodificadores se diseñan para producir salidas 0 activas, lógica negativa, donde la salida seleccionada es 0 mientras que las otras son 1 [2].

- *Decodificador BCD a 7 segmentos.*

Activa varias salidas para una determinada combinación de entrada y permite, según las salidas activas, leer el número decimal al que corresponde la mencionada combinación [2].

El decodificador 74LS247 es un circuito lógico que acepta un conjunto de entradas que representan números binarios en código *BCD* y que activa solamente la salida que corresponde a dicho dato de entrada. En un decodificador, dependiendo de la combinación en sus entradas se determina qué número binario (combinación) se presenta con la salida correspondiente a dicho número, mientras tanto todas las otras salidas permanecerán inactivas. Este decodificador sirve para mostrar salidas decimales a entradas en código *BCD*. Las entradas pueden estar dadas por cualquier dispositivo que tenga cuatro salidas digitales como la computadora, un micro o simplemente utilizando switches para conmutar los unos y ceros.

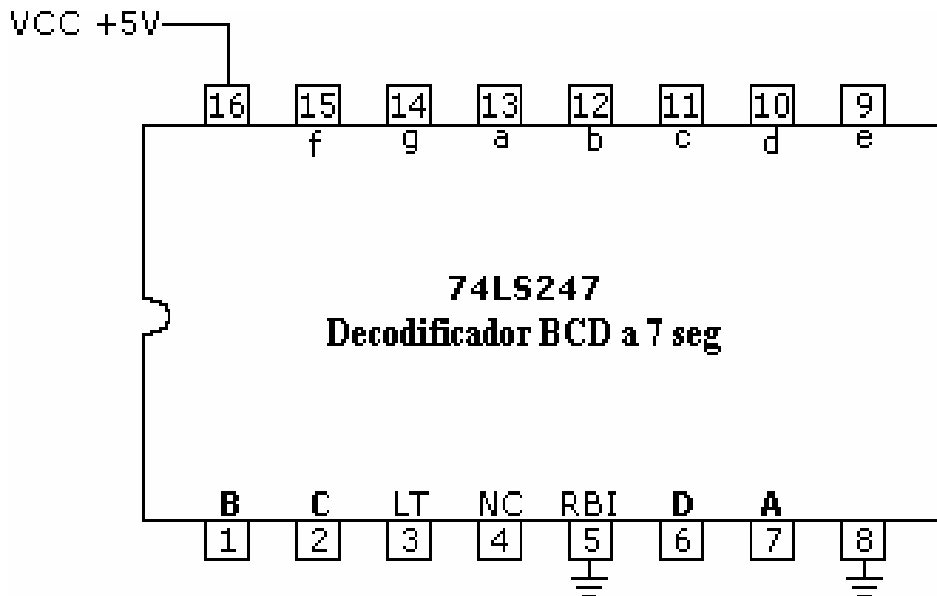


Figura 3.25: Circuito integrado 74LS247.

Este decodificador no usa todos los 2^N códigos posibles de entrada, sino sólo algunos de ellos porque estamos hablando de un decodificador *BCD* a decimal que tiene un código de entrada de 4 bits, el cual sólo usa diez grupos codificados *BCD*, de 0000 hasta 1001. Algunos de estos decodificadores se diseñan de tal manera, que si cualquiera de los códigos no usados se aplican a la entrada, ninguna de las salidas se activará.

Se utiliza este decodificador a 7 segmentos para tomar una entrada *BCD* de 4 bits y dar salidas que pasarán corriente a través de los segmentos indicados para presentar el dígito decimal [2].

Tabla de verdad del decodificador *BCD* a 7 segmentos

A	B	C	D	a	b	c	d	e	f	g
0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0
0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0
0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1
0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1
0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1
0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1
0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1
0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1
1	0	1	0	x	x	x	x	x	x	x
1	0	1	1	x	x	x	x	x	x	x
1	1	0	0	x	x	x	x	x	x	x
1	1	0	1	x	x	x	x	x	x	x
1	1	1	0	x	x	x	x	x	x	x
1	1	1	1	x	x	x	x	x	x	x

La tabla de verdad del decodificador tiene cuatro entradas (para indicar los números del 0 al 9) y siete salidas que corresponden a los siete segmentos del display que podrán o no encenderse para permitir la lectura del número que corresponda según la combinación de entrada.

3.4. Proceso de conteo

Este proceso es el último del proyecto y como el anterior, también se divide en cuatro bloques los cuales funcionan de manera independiente y al mismo tiempo operan conjuntamente para alcanzar un mismo fin que es lograr que los displays trabajen de manera adecuada.

3.4.1. Optoacoplador

Existen muchas aplicaciones en las que la información debe ser transmitida entre dos circuitos eléctricamente aislados uno de otro. Este aislamiento puede ser conseguido mediante relés, transformadores de aislamiento y receptores de línea.

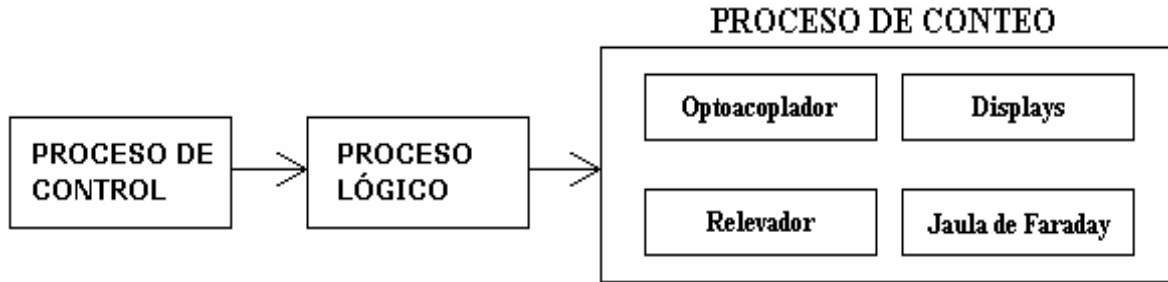


Figura 3.26: Proceso de conteo.

Existe, no obstante, otro dispositivo que puede ser utilizado de manera igualmente efectiva para resolver estos problemas. Este dispositivo es el optoacoplador. Su empleo es muy importante en aplicaciones en las que el aislamiento de ruido y de alta tensión y el tamaño son características determinantes.

Un optoacoplador es un dispositivo que contiene una fuente de luz y un detector fotosensible separados a una cierta distancia y sin contacto eléctrico entre ellos. La clave del funcionamiento de un optoacoplador está en el emisor, un LED que generalmente es un IRED cuya energía radiante está dentro de la región de los infrarrojos, y en el detector fotosensible a la salida el cual puede ser un fototransistor, en este caso se empleó un fototriac en lugar del fototransistor, debido a que se pretende aislar y controlar corriente alterna por medio de pulsos generados con corriente directa [5].

Dichos componentes se encapsulan conjuntamente y de tal forma que las radiaciones emitidas por el diodo incidan sobre el fototriac.

Características de un optoacoplador

Para utilizar completamente las características ofrecidas por un optoacoplador es necesario que el diseñador tenga conocimiento de las mismas. Las diferentes características entre las familias son atribuidas principalmente a la diferencia en la construcción.

Las características más usadas por los diseñadores son las siguientes:

- *Aislamiento de alto voltaje.* El aislamiento de alto voltaje entre las entradas y las salidas son obtenidos por el separador físico entre el emisor y el sensor. Este aislamiento es posiblemente el más importante avance de los optoacopladores. Estos dispositivos pueden resistir grandes diferencias de potencial, dependiendo del tipo de alcance medio y la construcción del empaquetado.
- *Aislamiento de ruido.* El ruido eléctrico en señales digitales recibidas en la entrada de el optoacoplador es aislado desde la salida por el acople medio, desde el diodo de entrada el ruido de modo común es rechazado.

- *Tamaño.* Las dimensiones de estos dispositivos permiten ser usados en tarjetas impresas estándares. Los empaquetados de los optoacopladores son, por lo general, del tamaño del que tienen los transistores [5].

El optoacoplador que se utilizó para lograr aislar la corriente alterna que fluye por los displays de los pulsos de corriente directa generados en el bloque anterior es el circuito integrado *MOC3011* que tiene dentro de su encapsulado una fuente de luz y un fototriac como se muestra en la figura 3.27.

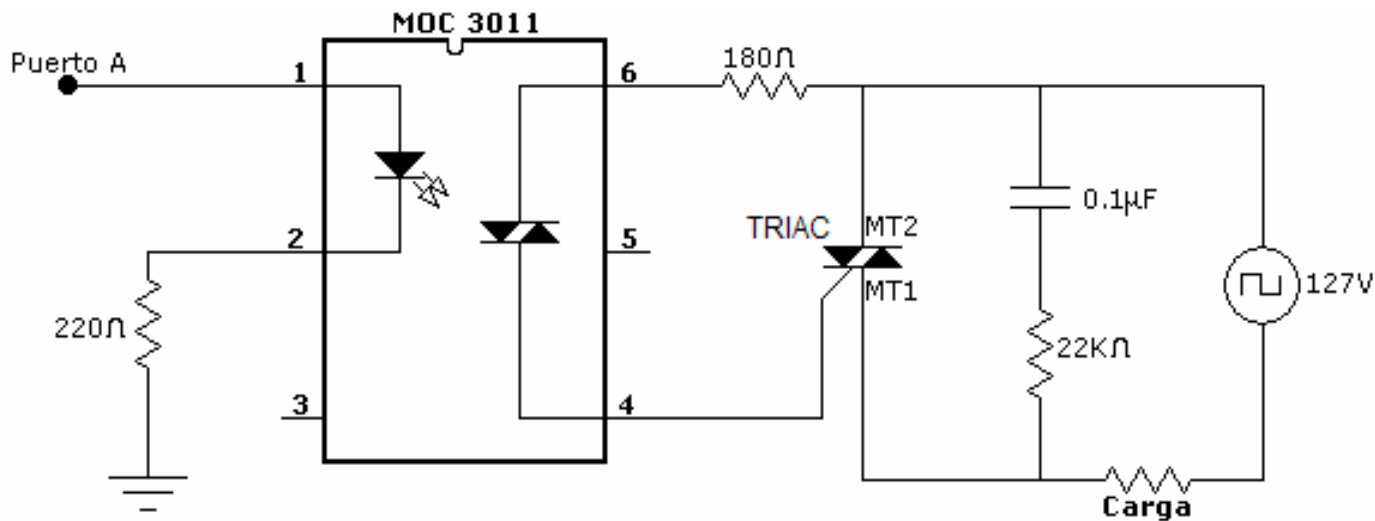


Figura 3.27: Diseño del optoacoplador.

El funcionamiento de un triac es muy sencillo, pero para explicarlo es necesario tener en cuenta algunos conceptos básicos:

- *Rectificador controlado de silicio.* Un rectificador controlado de silicio (en inglés *silicon controlled rectifier, SCR*) es más útil que un diodo de cuatro capas porque cuenta con una terminal extra conectada a la base de la sección *npn*, como se muestra en la figura 3.28a. De nuevo, se pueden visualizar la cuatro regiones contaminadas separadas en dos transistores, como se muestra en la figura 3.28b. Por lo tanto, el *SCR* es equivalente a un candado con una entrada de disparo (véase figura 3.28c). En los diagramas se utiliza el símbolo de la figura 3.28d. Cada vez que se vea este símbolo, debe recordarse que se trata de un candado con una entrada de disparo [1].
- *Disparo por compuerta.* La compuerta de un *SCR* es muy similar a un diodo (ver figura 3.28c). Por tal motivo, se necesita por lo menos $0.7V$ para disparar a un *SCR*. Además, para iniciar la regeneración se requiere una cierta corriente de entrada mínima. Las hojas técnicas de datos indican los valores del *voltaje de*

disparo y de la *corriente de disparo* del *SCR*. Por ejemplo, la hoja técnica de datos de un 2N4441 proporciona un voltaje típico de disparo de $0.7V$ y una corriente de disparo de $10mA$. Por lo tanto, la fuente encargada de excitar la compuerta de este *SCR* deberá suministrar por lo menos $10mA$ a $0.7V$; de otra manera el *SCR* no se disparará.

- *Voltaje de bloqueo*. Los *SCR* no están diseñados para operación en ruptura. Dependiendo del tipo de *SCR*, los voltajes de ruptura varían entre $50V$ y $2500V$. La mayor parte de los *SCR* están diseñados para cerrarse por disparo y para abrirse con poca corriente. En otras palabras, un *SCR* permanece abierto hasta que un pulso de disparo excita la compuerta (figura 3.28d). Entonces, el *SCR* conmuta de estado y permanece conduciendo, aun cuando desaparezca el pulso de disparo. La única forma de abrir un *SCR*, (para la conducción) es por medio de una apertura por baja corriente.

Muchos técnicos piensan en el *SCR* como un dispositivo que bloquea un voltaje hasta que es disparado. Por esta razón, voltaje de ruptura es conocido también en las hojas técnicas de datos como el *voltaje de bloqueo directo*. Así por ejemplo, un 2N4441 tiene un voltaje de bloqueo directo de $50V$. Mientras el voltaje de alimentación sea menor que $50V$, el *SCR* no podrá sufrir la ruptura. La única manera de dispararlo es por medio de un pulso en la compuerta.

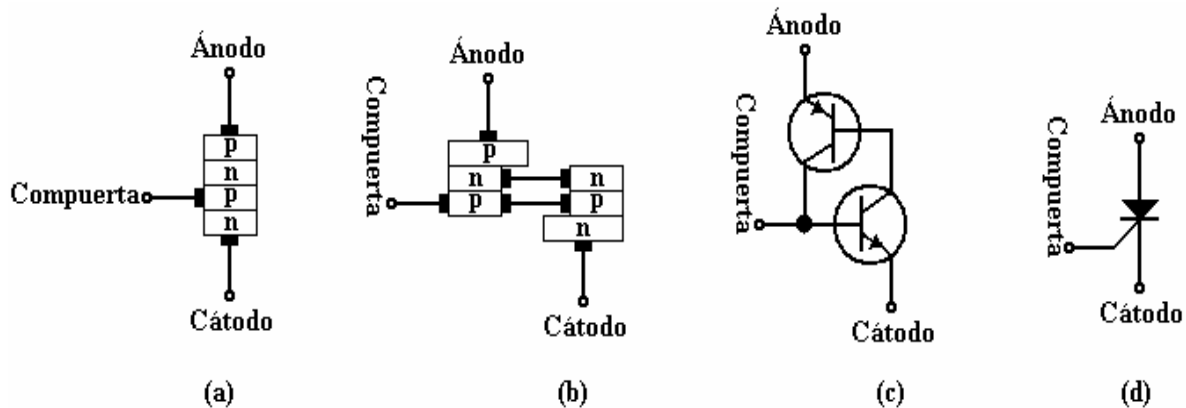


Figura 3.28: *SCR* (a) Estructura. (b) Estructura equivalente. (c) Circuito equivalente. (d) Símbolo convencional.

- *Corrientes altas*. Casi todos los *SCR* son dispositivos industriales capaces de manejar grandes corrientes que van desde $1A$ hasta más de $2500A$, dependiendo del dispositivo. Por ser componentes para corrientes altas, poseen corrientes de disparo y de mantenimiento relativamente grandes. Un 2N4441 pueden conducir continuamente hasta $8A$; su corriente de disparo es de $10mA$, así como su corriente de mantenimiento. Esto significa que deben aplicarse por lo menos $10mA$ a la

compuerta para controlar hasta $8A$ de corriente de ánodo. (El ánodo y el cátodo se muestran en la figura 3.28d). Como otro ejemplo está el caso del $C701$, que es un SCR que puede conducir hasta $1250A$ con una corriente de $500mA$ y una corriente de mantenimiento también de $500mA$.

- *Triac*. Un *triac* se comporta como dos SCR en paralelo (figura 3.29a), de forma equivalente a los candados de la figura 3.29b. Por esta razón, un triac puede controlar la corriente en cualquier dirección. Usualmente, el voltaje de ruptura es alto, de tal manera que el procedimiento normal de hacer entrar en conducción a un triac es por medio de un pulso de disparo de polarización directa. Las hojas de datos proporcionan los valores del voltaje y corriente de disparo necesarios para hacer conducir al triac. Si V posee la polaridad indicada en la figura 3.29a, se tiene que aplicar un pulso positivo, lo cual cierra el candado izquierdo. Cuando V tiene la polaridad opuesta, se necesita un pulso de disparo negativo; con eso se cierra el candado derecho. La figura 3.29c muestra el símbolo esquemático para el triac [1].

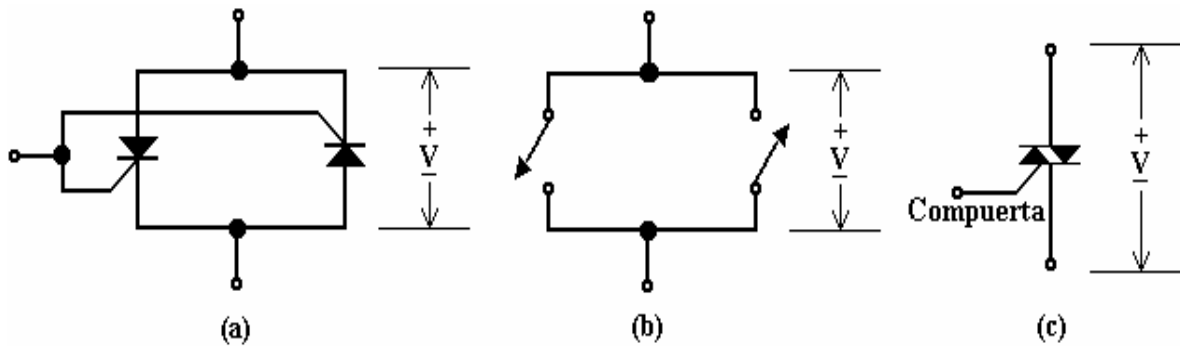


Figura 3.29: *Triac* (a) Es equivalente a dos SCR conectados en oposición. (b) Circuito equivalente. (c) Símbolo convencional.

Tomando en cuenta los conceptos anteriores, se puede comprender fácilmente el funcionamiento del circuito de la figura 3.27. Los pulsos generados en el bloque anterior por el decodificador BCD a 7 segmentos $74LS247$ (figura 3.25) son recibidos por el puerto A del optoacoplador $MOC3011$ (figura 3.27), entonces éste envía el disparo necesario para que el triac externo pueda conducir y alimentar la carga.

Tanto la resistencia de $22K\Omega$ como el capacitor de $0.1\mu F$ actúan como un amortiguador RC para evitar los transitorios que pudieran llegar a dañar el triac; es decir que al triac no le gustan los voltajes no lineales.

La carga simboliza cada segmento de cada uno de los displays que se ocupan en el tablero, por lo tanto se necesitó armar y montar 32 circuitos optoacopladores. De esta manera, los segmentos de cada display funcionarán independientemente en sincronía con las órdenes que mande el integrado $74LS247$ (figura 3.25).

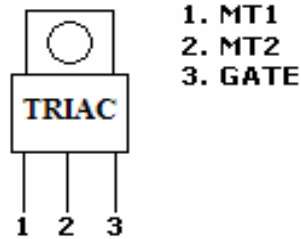


Figura 3.30: Configuración de pines del triac.

3.4.2. Displays.

Como se mencionó anteriormente, los displays están formados por 7 segmentos ordenados de tal manera que forman entre ellos un número 8 y donde a cada segmento le corresponde una letra que coincide con cada una de las salidas del integrado *74LS247* (figura 3.25).

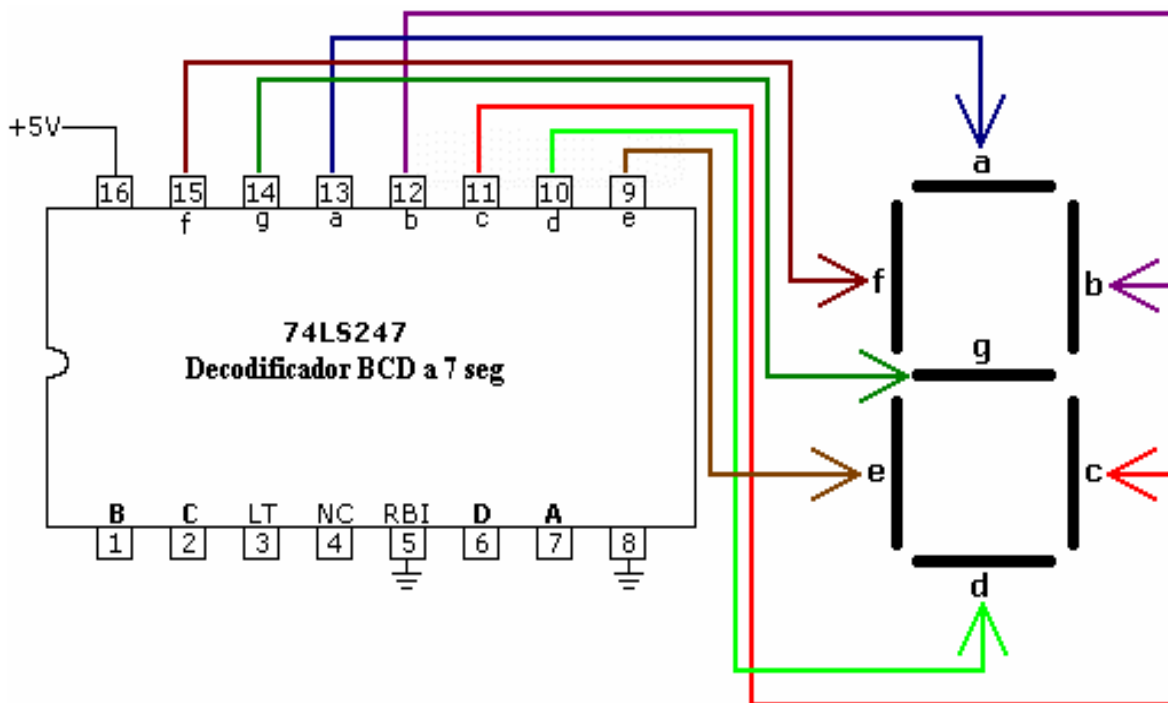


Figura 3.31: Conexión del *74LS247* con el display.

Cabe mencionar que el circuito integrado *74LS247* funciona únicamente con corriente directa y los displays son alimentados con corriente alterna, por lo tanto, entre éstos dos elementos es necesario ubicar un optoacoplador (figura 3.27) en cada una de las

líneas iluminadas de la figura anterior para poder aislar los dos tipos de corrientes y controlar los displays adecuadamente.

Tomando en cuenta lo anterior, podemos decir que, como son cuatro displays en total (dos para el equipo local y dos para el equipo visitante), se necesitaron cuatro circuitos contadores $74LS90$, cuatro circuitos decodificadores $74LS247$ y 32 optoacopladores repartidos de la siguiente manera: 7 en cada display, 1 ubicado en los segmentos que indican las centenas de cada equipo y 1 conectado en el indicador de faltas acumuladas de cada equipo.

En el capítulo anterior se señaló que cada uno de los segmentos del tablero tiene tres sockets conectados en paralelo, esto significa que se necesitarán 98 lámparas fluorescentes tipo bombilla para que el tablero esté armado completamente; sin embargo, es conveniente rodear cada segmento con láminas de aluminio reflejante, de ésta manera, se podrá aislar e intensificar la luz con el objeto de crear una mayor luminosidad para utilizar dos o hasta una lámpara fluorescente en cada segmento y con esto reducir significativamente el presupuesto contemplado, así como el consumo de energía eléctrica.

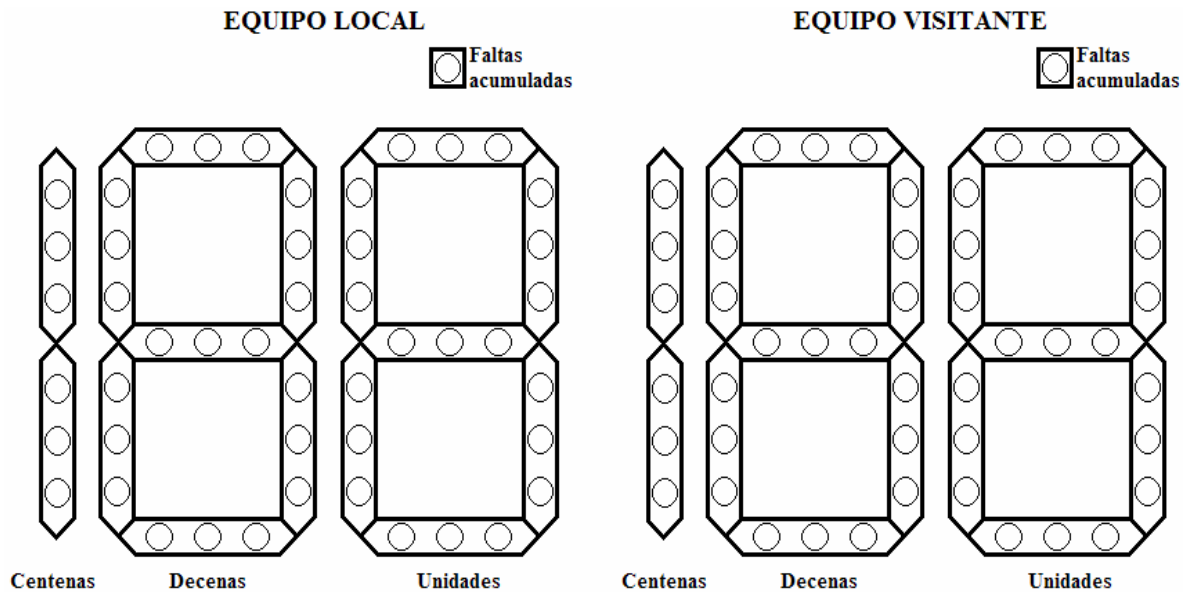


Figura 3.32: Diagrama del tablero completo.

3.4.3. Relevador.

El Relé es un interruptor operado magnéticamente. Este se activa o desactiva (dependiendo de la conexión) cuando el electroimán (que forma parte del Relé) es energizado (le damos tensión para que funcione). Esta operación causa que exista conexión o no,

entre dos o más terminales del dispositivo. Esta conexión se logra con la atracción o repulsión de un pequeño brazo, llamado armadura, por el electroimán. Este pequeño brazo conecta o desconecta las terminales antes mencionadas.

Ejemplo: En la figura 3.33 observamos que si el electroimán está activo jala el brazo (armadura) y conecta los puntos *C* y *D*. Si el electroimán se desactiva, conecta los puntos *D* y *E*. De esta manera se puede tener algo conectado, cuando el electroimán está activo, y otra cosa conectada, cuando está inactivo. Es importante saber cual es la resistencia del embobinado del electroimán (lo que esta entre las terminales *A* y *B*) que activa el relé y con cuanto voltaje este se activa. El voltaje y la resistencia nos informan que magnitud debe de tener la señal que activará el relé y cuanta corriente se debe suministrar a éste [3].

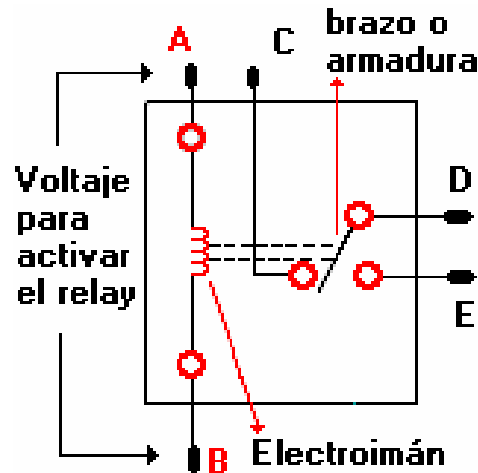


Figura 3.33: Diagrama de un relevador.

La corriente se obtiene con ayuda de la Ley de Ohm:

$$I = \frac{V}{R} \quad (3.22)$$

Donde:

- *I* es la corriente necesaria para activar el relé.
- *V* es el voltaje para activar el relé.
- *R* es la resistencia del embobinado del relé.

Ventajas del relé.

- Permite el control de un dispositivo a distancia. No se necesita estar junto al dispositivo para hacerlo funcionar.

- El Relé es activado con poca corriente, sin embargo puede activar grandes máquinas que consumen gran cantidad de corriente.
- Con una sola señal de control, puedo controlar varios Relés a la vez.

Conexión del relevador.

Debido a que el tablero se ubicará en la parte superior de un gimnasio de baloncesto, es conveniente que la corriente alterna siempre esté conectada a él, pero esto no significa que esté encendido todo el tiempo, ya que con ayuda del relevador podremos apagarlo y encenderlo por completo con el interruptor llamado swich de balancín situado en la cara lateral izquierda de la caja de control (figura 3.2).

La explicación de cómo se conectó el relevador es muy sencilla, el modelo que se utilizó para éste diseño es el *RAS – 1210* porque se alimenta con *12VCD* que son suficientes para energizar la bobina y pasar del estado normalmente abierto (*NA*) al normalmente cerrado (*NC*), como se muestra en la figura 3.34, la corriente alterna está conectada a *NA* para que ésta no fluya a través del tablero hasta que la bobina esté energizada. La carga en ésta figura simboliza el tablero en su totalidad [2].

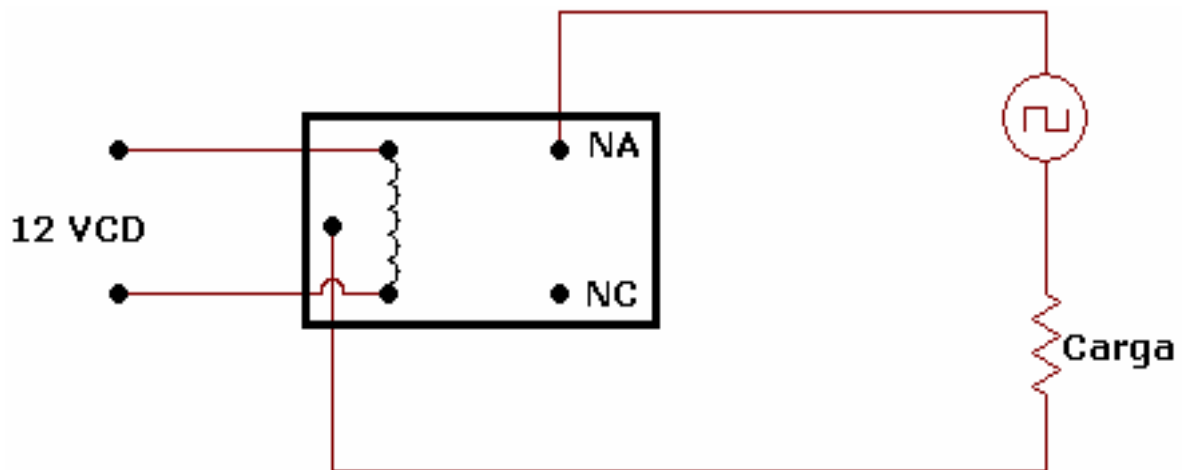


Figura 3.34: Conexión del relevador.

ventajas de utilizar un relevador.

Las ventajas más importantes en la utilización de éste relevador son: que únicamente se podrá utilizar el tablero cuando la caja de control esté conectada al mismo, por lo tanto, como la caja de control es portátil, el tablero sólo se usará para encuentros aprobados por la Liga Municipal de básquetbol y no por personal ajeno a la misma debido a que solamente existe una caja de control donde el propietario es el presidente de la Liga.

3.4.4. Jaula de Faraday.

El efecto jaula de Faraday provoca que el campo electromagnético en el interior de un conductor en equilibrio sea nulo, anulando el efecto de los campos externos. Se pone de manifiesto en numerosas situaciones cotidianas, por ejemplo, el mal funcionamiento de los teléfonos móviles en el interior de ascensores o edificios con estructura de rejilla de acero. Una manera de comprobarlo es con una radio sintonizada en una emisora en onda media. Al rodearla con un periódico, el sonido se escucha correctamente. Sin embargo, si se sustituye el periódico con un papel de aluminio la radio deja de emitir sonidos: el aluminio es un conductor eléctrico y provoca el efecto *jaula de Faraday*. Este fenómeno, descubierto por Michael Faraday, tiene una aplicación importante en protección de equipos electrónicos delicados, tales como repetidores de radio y televisión situados en cumbres de montañas y expuestos a las perturbaciones electromagnéticas causadas por las tormentas. Este fenómeno también es el que protege a los aviones comerciales de la caída de un rayo [3].

Se decidió utilizar esta jaula en el tablero para solucionar el siguiente problema:

Debido a que tanto las conexiones de corriente alterna como las de corriente directa se realizaron en el interior del tablero, resultó que los cables que se encargan de conectar todo el sistema de corriente alterna generan un campo electromagnético que es capaz de dañar e interferir con el funcionamiento de los integrados (contadores, decodificadores y optoacopladores).

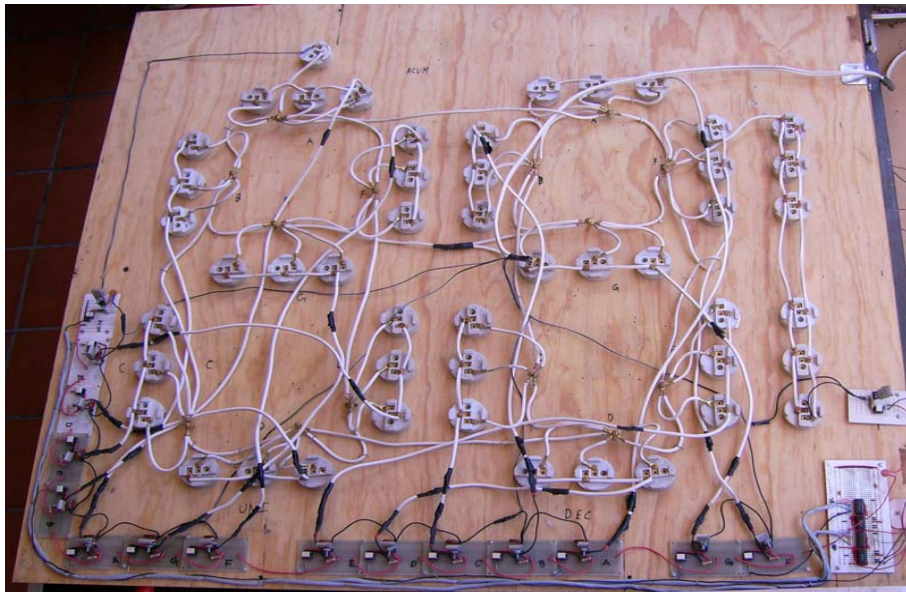


Figura 3.35: Conexiones en el interior del tablero.

Por este motivo, se decidió implementar una jaula de Faraday con el objeto de encajorar el campo magnético generado y de esta manera proteger a los circuitos integrados

que se encuentran cerca de las conexiones de corriente alterna.

Es por eso que muchos de los aparatos electrónicos están contruidos de tal manera que una caja metálica los rodea y evita que los dispositivos que los componen se encuentren en peligro de ser dañados o alterados por campos electromagnéticos externos.

Un ejemplo de esto, es la fuente de voltaje que se utilizó en éste proyecto porque tiene una armadura metálica que la protege completamente, lo mismo sucede con artefactos similares como televisores, nobrakes, etc.

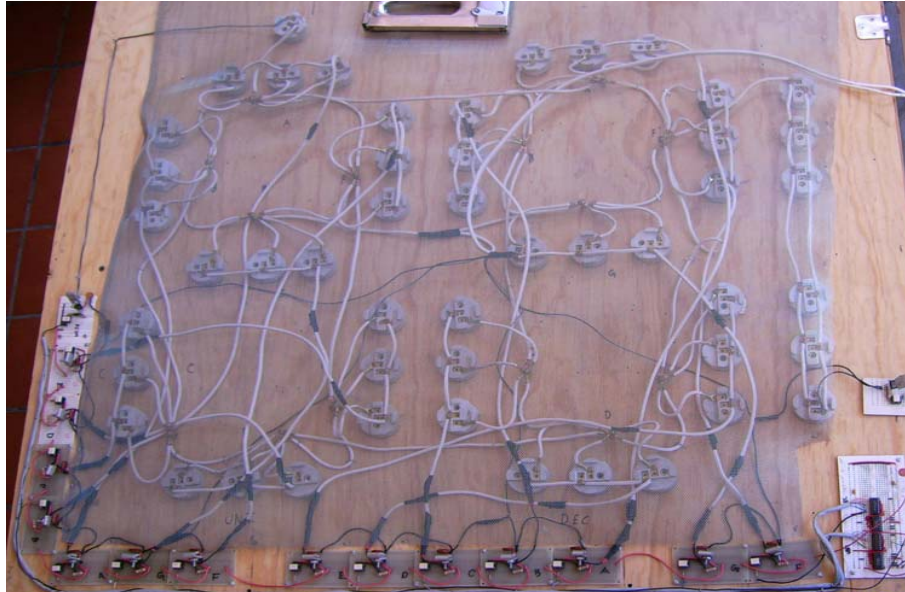


Figura 3.36: Conexiones cubiertas por una jaula de Faraday.

En éste caso, la jaula de Faraday es utilizada de forma inversa, es decir, en lugar que se impida la entrada de campos electromagnéticos externos, se trata de encerrar los campos generados dentro de la jaula para que no dañen a los dispositivos que se encuentran fuera de la misma.

No es necesario que los aparatos electrónicos estén blindados con un material metálico liso, un material poroso es igualmente efectivo, tal como sucede con los hornos de microondas; se sabe que las microondas son dañinas para el ser humano, por esta razón los alimentos se calientan dentro de una jaula metálica donde 5 de sus paredes están hechas de un material liso y la sexta cara (que es la de la puerta) aparentemente está hecha de cristal o plástico transparente; no obstante, dentro de éste plástico se encuentra una rejilla metálica porosa que tiene por misión la de no dejar pasar las microondas al exterior del horno y se diseñó con un material poroso para tener la facilidad de que el usuario pueda ver el alimento que está calentando.

Conclusiones

Al término de éste proyecto se vio con gran satisfacción que todos los objetivos mencionados en el capítulo 1 se cumplieron; la Liga Municipal de basquetbol quedó satisfecha con lo logrado en éste trabajo.

Las principales metas que se lograron fueron las siguientes:

- El costo del proyecto fue relativamente bajo comparándolo con otros tableros electrónicos.
- El ahorro de energía eléctrica es considerable.
- La caja de control es ligera, pequeña, funcional y portátil.
- La instalación del tablero es sencilla y se puede realizar en cualquier lugar y por cualquier persona.
- Cualquier persona puede operar el tablero.
- El proyecto no requiere de mantenimiento constante.
- El ahorro en el número de cables para la transmisión de pulsos es considerable.

No obstante, en el transcurso de la elaboración del proyecto se pensó en tantas cosas que se podrían hacer en un tablero electrónico para que sea aun más práctico, sencillo y novedoso que sería imposible saber con precisión cuando se terminaría de construir el tablero más moderno; inclusive se podrían hacer tableros electrónicos en función del capital que dispone el demandante; es decir, dependiendo del presupuesto con el que se cuenta se realizaría el tablero más adecuado.

Pero aun hay un problema en éste proyecto, se necesita que el tablero sea agradable a la vista, es decir, que se vea lo suficientemente estético y elegante para que de ésta forma se incremente el número de demandantes.

Por lo tanto, se debe pensar en terminar completamente éste proyecto para despues empezar con otros.

Sin embargo, se tienen en mente dos cosas en los próximos diseños, la primera es realizar un tablero que funcione únicamente con corriente directa, con el objeto de que todo el tablero sea portátil y que los tres procesos estén juntos en un solo cajón; la segunda es diseñar un tablero en el cual el envío de pulsos sea completamente inalámbrico, esto se puede lograr utilizando señales de *RF* (radiofrecuencia) o tal vez se pueda hacer con señales de tipo infrarojas, pero habría que investigar la manera de conseguirlo.

Pruebas

Las diversas pruebas que se realizaron fueron primeramente en el laboratorio de electrónica con ayuda de un diseño a escala menor y con supervisión del asesor. Después se procedió con la compra del material necesario para la elaboración del proyecto analizando y probando de forma individual todos los dispositivos adquiridos. En el transcurso del proyecto se probaron las partes de cada uno de los tres procesos que conforman la obra de manera individual y finalmente se realizaron varias pruebas al término del proyecto con los procesos conectados conjuntamente.

Problemas y errores

Se aceptó realizar éste proyecto debido a que se pensó que iba a ser muy sencillo de construir; el primer bosquejo del diseño que se hizo fue realmente sencillo, inclusive resultó muy fácil y rápida la simulación y armado del proyecto porque utilizando solamente corriente directa y con la ayuda de 2 tablas proto-boards sólo se necesitó de una hora para que funcionara perfectamente; por lo tanto la única preocupación en ese momento fue la construcción del cajón y el armado de los displays de corriente alterna.

Caja de control

Sin embargo, los problemas empezaron desde el momento que se inició con la construcción de la caja de control, ¿Cómo se iba a alimentar?, ¿Qué interruptores se debían utilizar para mandar los pulsos a los contadores?, ¿Qué cable será el adecuado para la transmisión de pulsos?, ¿Cuántos cables y de cuántos hilos se necesitaban?, ¿De qué longitud debían ser? Etc. Todas esas preguntas no tenían respuestas, y se convirtieron en problemas que se debían solucionar. Por lo tanto, antes de tomar las decisiones convenientes se tomaron en cuenta las opiniones y consejos del asesor y otros puntos de vista de ingenieros del instituto, los cuales nos llevaron a resultados óptimos.

Envío de pulsos

Otro problema que surgió en el transcurso de la elaboración del proyecto fue la caída de voltaje que se originó en el traslado de los pulsos que se envían desde el proceso de control hasta el proceso lógico debido a que la distancia entre los dos procesos es algo que

no debió pasarse por alto. Este problema nos llevó a pensar en diversas soluciones donde finalmente se eligió la más fácil de construir que fue la adaptación de dos comparadores dobles *LM393* con el objeto de amplificar los voltajes de los pulsos y de esta manera puedan funcionar correctamente los contadores. Del mismo modo ocurrió con el ruido generado durante el mismo traslado de pulsos, ya que en vez de que llegara un pulso a los contadores, llegaban tres o cuatro juntos y hacía que los displays funcionaran de manera incorrecta; sin embargo, fue complicado detectar con exactitud cuál era el problema y al principio se pensó que los contadores no funcionaban adecuadamente, después se pensó que los comparadores estaban mal diseñados y por último que los optoacopladores estaban conectados en forma desordenada y nunca se especuló que el problema también era originado desde el proceso de control debido a que cuando la caja de control fue terminada, se probó varias veces en las tablas proto-boards y los resultados fueron óptimos. Finalmente, cuando el error fue detectado se tuvo que investigar la manera de remediarlo y se optó por implementar un monoflop (*74LS123N*) para lograr el objetivo y por lo consiguiente hubo un pequeño retraso en la fecha de entrega del proyecto.

Interferencia electromagnética

El último error importante y probablemente el que retrasó por más tiempo la entrega del proyecto fue la interferencia electromagnética que producían los cables de corriente alterna y que podían dañar los circuitos integrados que operan cerca de ellos. Como nunca se tomó en cuenta esta interferencia, primeramente se conectaron los optoacopladores en el interior de los displays; es decir, cada optoacoplador junto a cada segmento de los displays, de tal forma que había cables y dispositivos alimentados con corriente directa ubicados en lugares donde también pasaban cables de corriente alterna; esto producía un descontrol en casi todos los dispositivos y hacía que los circuitos integrados sufrieran alteraciones que repercutían en el funcionamiento adecuado de toda la obra, por lo que se tuvieron que deshacer todas las conexiones del último proceso y armarlo nuevamente ubicando los optoacopladores en los extremos del tablero haciendo que las conexiones, cables y dispositivos de corriente directa estén alejados de los de corriente alterna, además de implementar una jaula de Faraday para encerrar el campo electromagnético que generan los cables de corriente alterna; de esta manera los circuitos integrados podrán funcionar adecuadamente y sin interferencias externas.

Glosario de términos

- **Ampere:** Es la unidad de medida del flujo de electrones o corriente eléctrica. Es igual al flujo de un culombio en un segundo. Generalmente se representa con la letra A.
 - **Balastro:** Dispositivo utilizado para controlar el voltaje de una lámpara fluorescente.
 - **Base Común:** Configuración de un amplificador con transistor en que la entrada es aplicada al emisor y la salida se obtiene en el colector. La ganancia de tensión es grande y la ganancia de corriente es aproximadamente 1.
 - **Bit:** Unidad mínima de información en un sistema binario.
 - **Bobina:** Dispositivo o elemento (componente electrónico) que almacena energía en forma de campo magnético, constituido generalmente por una espiral de alambre galvanizado. Se representa con la letra L. Existen varios tipos dependiendo de su forma y construcción.
 - **Campo electromagnético:** Los campos eléctricos y magnéticos que se originan por la presencia o circulación de electricidad en un conductor eléctrico o en un equipo o motor eléctrico.
 - **Capacitor (condensador):** Dispositivo o elemento (componente electrónico) que almacena energía en forma de campo eléctrico, compuesto por dos superficies conductoras separadas por un material dieléctrico. Generalmente se representa con la letra C. Existen varios tipos dependiendo de su funcionamiento (fijos y variables) o del material con el que son fabricados (electrolíticos, cerámicos, poliéster).
 - **Colector común:** También llamado seguidor emisor. La entrada de señal se hace en la base y la salida se obtiene en el emisor. Tiene una alta ganancia de corriente y una ganancia de tensión ligeramente menor a 1.
 - **Corriente alterna:** Tipo de corriente eléctrica cuyo sentido se invierte a intervalos o ciclos regulares; en Estados Unidos, el parámetro es 120 inversiones o 60 ciclos por segundo. Su abreviatura común es CA.
 - **Corriente continua:** Tipo de transmisión y distribución de electricidad en que la electricidad circula en un solo sentido por el conductor; suele ser un voltaje relativamente bajo y una corriente alta; se abrevia cc.
-

- **Coulomb:** Es la unidad de medida que representa el flujo de electrones por segundo, equivale a 6.25×10^{18} electrones.
 - **Dieléctrico:** Material aislante que impide el libre flujo de electrones, por ejemplo: el aire, la cerámica, el papel o el vidrio.
 - **Diodo:** Dispositivo electrónico que permite la circulación de corriente en un solo sentido.
 - **Emisor común:** Configuración de un amplificador a transistor en donde la entrada de la señal se aplica a la base y la salida se obtiene del colector. Las ganancias de tensión y corrientes son muy altas, obteniéndose una alta ganancia de potencia.
 - **Farad (Faradio):** Unidad de medida de la capacitancia, equivalente a almacenar una carga eléctrica de un culombio cuando hay una diferencia de potencial de un volt entre las placas de un capacitor.
 - **Intensidad luminosa:** La intensidad luminosa es el cociente entre el flujo luminoso que emite una fuente de luz en una dirección dada.
 - **Lámpara fluorescente:** La lámpara fluorescente es la fuente de iluminación eléctrica de mayor eficiencia lumínica.
 - **LED:** Un LED, acrónimo inglés de Light-Emitting Diode (diodo emisor de luz) es un dispositivo semiconductor (diodo) que emite luz policromática, es decir, con diferentes longitudes de onda, cuando se polariza en directa y es atravesado por la corriente eléctrica.
 - **Ley de Ohm:** En un circuito eléctrico dado, la cantidad de corriente en amperes (i) es igual a la presión en volts (V) dividida entre la resistencia en ohms (R).
 - **Luz fluorescente:** La conversión de energía eléctrica en luz visible mediante la utilización de una carga eléctrica para excitar átomos gaseosos en un tubo de vidrio. Estos átomos emiten radiación ultravioleta, que es absorbida por un revestimiento fosfórico aplicado a las paredes del tubo de la lámpara. El revestimiento fosfórico produce luz visible.
 - **Ohm:** Medida de resistencia eléctrica de un material equivalente a la resistencia de un circuito en el cual la diferencia potencial de 1 volt produce una corriente de 1 ampere.
 - **Potencia:** Es la cantidad de trabajo realizado en un tiempo determinado. Existen varias unidades de medida de la potencia como el Hp, Watt y Cv.
-

- **Radiofrecuencia:** El término radiofrecuencia, también denominado espectro de radiofrecuencia o RF, se aplica a la porción del espectro electromagnético en el que se pueden generar ondas electromagnéticas aplicando corriente alterna a una antena.
 - **Reactancia capacitiva:** Resistencia que presenta una capacitancia (capacitor) al flujo de corriente alterna. Si la frecuencia baja, la reactancia capacitiva aumenta (impide el paso de corriente continua).
 - **Reactancia inductiva:** Resistencia que presenta una inductancia (bobina) al flujo de corriente alterna. Si la frecuencia baja, la reactancia disminuye.
 - **Reactancia:** Es la oposición que ofrece una carga inductiva o capacitiva, al flujo de corriente alterna, en relación a la frecuencia.
 - **Relevador:** Interruptor operado magnéticamente. Este se activa o desactiva (dependiendo de la conexión) cuando el electroimán (que forma parte del Relé) es energizado (le damos tensión para que funcione). Esta operación causa que exista conexión o no, entre dos o más terminales del dispositivo (el Relé). Esta conexión se logra con la atracción o repulsión de un pequeño brazo, llamado armadura, por el electroimán. Este pequeño brazo conecta o desconecta los terminales antes mencionados.
 - **Resistencia:** Fuerza que se opone al flujo de electrones (corriente eléctrica) de un punto a otro. Su unidad de medida es el ohm.
 - **Resistor (resistencia):** Dispositivo o elemento (componente electrónico) se opone al flujo de corriente eléctrica, construido con diferentes tipos de material como alambre o carbón. Generalmente se representa con la letra R. Existen varios tipos dependiendo de su funcionamiento (fijos o variables (lineales y logarítmicos)) o del material con el que son fabricados. Se usa prácticamente en todos los circuitos.
 - **Voltaje de corriente alterna (Vca):** Es la diferencia de potencia entre dos conductores, cuando el valor de corriente no es constante en el tiempo. Se representa por una onda senoidal.
 - **Voltaje de corriente directa o continua (Vcd o Vcc):** Es la diferencia de potencia entre dos conductores, cuando el valor de corriente es constante en el tiempo. Se representa con una línea continua sobre tres pequeñas líneas.
 - **Voltaje:** Unidad de medida de diferencia de potencial eléctrico entre dos conductores, también se le conoce como tensión eléctrica. Su unidad es el Volt o Voltio y se representa con la letra V.
 - **Watts:** Unidad de potencia eléctrica en un circuito, generalmente resistivo.
-

Apéndice A

LM237, LM337 3-TERMINAL ADJUSTABLE REGULATORS

SLVS047D – NOVEMBER 1981 – REVISED MAY 2002

- Output Voltage Range Adjustable From -1.2 V to -37 V
- Output Current Capability of 1.5 A Max
- Input Regulation Typically 0.01% Per Input-Voltage Change
- Output Regulation Typically 0.3%
- Peak Output Current Constant Over Temperature Range of Regulator
- Ripple Rejection Typically 77 dB
- Direct Replacement for National Semiconductor LM237 and LM337

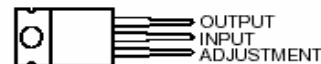
description

The LM237 and LM337 are adjustable 3-terminal negative-voltage regulators capable of supplying in excess of -1.5 A over an output voltage range of -1.2 V to -37 V . They are exceptionally easy to use, requiring only two external resistors to set the output voltage and one output capacitor for frequency compensation. The current design has been optimized for excellent regulation and low thermal transients. In addition, the LM237 and LM337 feature internal current limiting, thermal shutdown, and safe-area compensation, making them virtually immune to failure by overloads.

The LM237 and LM337 serve a wide variety of applications, including local on-card regulation, programmable output-voltage regulation, and precision current regulation.

The LM237 is characterized for operation over the virtual junction temperature range of -25°C to 150°C . The LM337 is characterized for operation over the virtual junction temperature range of 0°C to 125°C .

KC PACKAGE
(TOP VIEW)

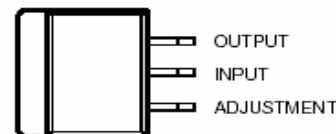


The INPUT terminal is in electrical contact with the mounting base.

TO-220AB



KTE PACKAGE
(TOP VIEW)



The INPUT terminal is in electrical contact with the mounting base.



AVAILABLE OPTIONS

T _J	PACKAGED DEVICES	
	HEAT-SINK MOUNTED (KC)	PLASTIC FLANGE MOUNTED (KTE)
-25°C to 150°C	LM237KC	—
0°C to 125°C	LM337KC	LM337KTE

The KTE package is only available taped and reeled. Add the R suffix to the device type (e.g., LM337KTER).



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

LM237, LM337 3-TERMINAL ADJUSTABLE REGULATORS

SLVS047D – NOVEMBER 1981 – REVISED MAY 2002

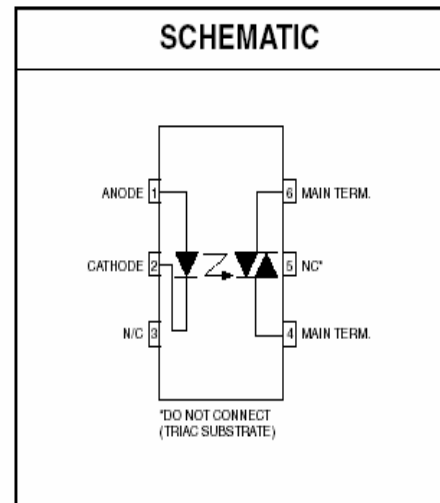
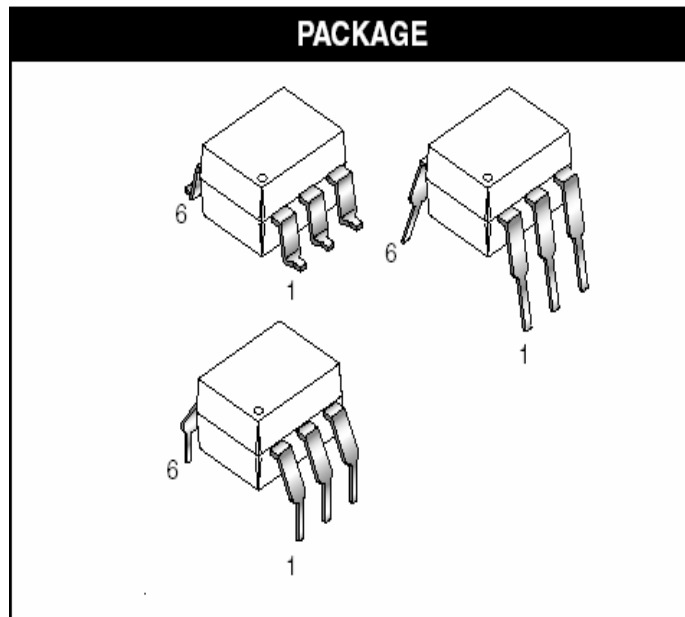
electrical characteristics over recommended ranges of operating virtual junction temperature (unless otherwise noted)

PARAMETER	TEST CONDITIONS†		LM237			LM337			UNIT
			MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
Input regulation‡	$V_I - V_O = -3\text{ V to } -40\text{ V}$	$T_J = 25^\circ\text{C}$	0.01	0.02		0.01	0.04	% / V	
		$T_J = \text{MIN to MAX}$	0.02	0.05		0.02	0.07		
Ripple rejection	$V_O = -10\text{ V},$	$f = 120\text{ Hz}$	60			60			dB
	$V_O = -10\text{ V},$	$f = 120\text{ Hz}, C_{\text{ADJ}} = 10\ \mu\text{F}$	66	77		66	77		
Output regulation	$I_O = 10\text{ mA to } 1.5\text{ A},$ $T_J = 25^\circ\text{C}$	$ V_O \leq 5\text{ V}$	25			50			mV
		$ V_O \geq 5\text{ V}$	0.3%	0.5%		0.3%	1%		
	$I_O = 10\text{ mA to } 1.5\text{ A}$	$ V_O \leq 5\text{ V}$	50			70			mV
		$ V_O \geq 5\text{ V}$	1%			1.5%			
Output-voltage change with temperature	$T_J = \text{MIN to MAX}$		0.6%			0.6%			
Output-voltage long-term drift	After 1000 h at $T_J = \text{MAX}$ and $V_I - V_O = -40\text{ V}$		0.3%	1%		0.3%	1%		
Output noise voltage	$f = 10\text{ Hz to } 10\text{ kHz},$	$T_J = 25^\circ\text{C}$	0.003%			0.003%			
Minimum output current to maintain regulation	$ V_I - V_O \leq 40\text{ V}$		2.5	5		2.5	10	mA	
	$ V_I - V_O \leq 10\text{ V}$		1.2	3		1.5	6		
Peak output current	$ V_I - V_O \leq 15\text{ V}$		1.5	2.2		1.5	2.2	A	
	$ V_I - V_O \leq 40\text{ V},$	$T_J = 25^\circ\text{C}$	0.24	0.4		0.15	0.4		
Adjustment-terminal current			65	100		65	100	μA	
Change in adjustment-terminal current	$V_I - V_O = -2.5\text{ V to } -40\text{ V},$	$T_J = 25^\circ\text{C},$ $I_O = 10\text{ mA to MAX}$	2	5		2	5	μA	
Reference voltage (output to ADJ)	$V_I - V_O = -3\text{ V to } -40\text{ V},$ $I_O = 10\text{ mA to } 1.5\text{ A},$ $P \leq \text{rated dissipation}$	$T_J = 25^\circ\text{C}$	-1.225	-1.25	-1.275	-1.213	-1.25	-1.287	V
		$T_J = \text{MIN to MAX}$	-1.2	-1.25	-1.3	-1.2	-1.25	-1.3	
Thermal regulation	Initial $T_J = 25^\circ\text{C},$	10-ms pulse	0.002	0.02		0.003	0.04	% / W	



6-PIN DIP RANDOM-PHASE OPTOISOLATORS TRIAC DRIVER OUTPUT (250/400 VOLT PEAK)

MOC3010M MOC3011M MOC3012M MOC3020M MOC3021M MOC3022M MOC3023M



DESCRIPTION

The MOC301XM and MOC302XM series are optically isolated triac driver devices. These devices contain a GaAs infrared emitting diode and a light activated silicon bilateral switch, which functions like a triac. They are designed for interfacing between electronic controls and power triacs to control resistive and inductive loads for 115/240 VAC operations.

FEATURES

- Excellent I_{FT} stability—IR emitting diode has low degradation
- High isolation voltage—minimum 5300 VAC RMS
- Underwriters Laboratory (UL) recognized—File #E90700
- Peak blocking voltage
 - 250V-MOC301XM
 - 400V-MOC302XM
- VDE recognized (File #94766)
 - Ordering option V (e.g. MOC3023VM)

APPLICATIONS

- Industrial controls
- Traffic lights
- Vending machines
- Solid state relay
- Lamp ballasts
- Solenoid/valve controls
- Static AC power switch
- Incandescent lamp dimmers
- Motor control



**6-PIN DIP RANDOM-PHASE
OPTOISOLATORS TRIAC DRIVER OUTPUT
(250/400 VOLT PEAK)**

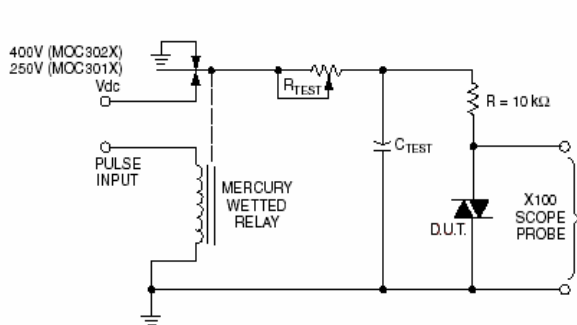
MOC3010M MOC3011M MOC3012M MOC3020M MOC3021M MOC3022M MOC3023M

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS ($T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted)				
Parameters	Symbol	Device	Value	Units
TOTAL DEVICE				
Storage Temperature	T_{STG}	All	-40 to +150	$^\circ\text{C}$
Operating Temperature	T_{OPR}	All	-40 to +85	$^\circ\text{C}$
Lead Solder Temperature	T_{SOL}	All	260 for 10 sec	$^\circ\text{C}$
Junction Temperature Range	T_J	All	-40 to +100	$^\circ\text{C}$
Isolation Surge Voltage ⁽¹⁾ (peak AC voltage, 60Hz, 1 sec duration)	V_{ISO}	All	7500	Vac(pk)
Total Device Power Dissipation @ 25 $^\circ\text{C}$ Derate above 25 $^\circ\text{C}$	P_D	All	330	mW
			4.4	mW/ $^\circ\text{C}$
EMITTER				
Continuous Forward Current	I_F	All	60	mA
Reverse Voltage	V_R	All	3	V
Total Power Dissipation 25 $^\circ\text{C}$ Ambient Derate above 25 $^\circ\text{C}$	P_D	All	100	mW
			1.33	mW/ $^\circ\text{C}$
DETECTOR				
Off-State Output Terminal Voltage	V_{DRM}	MOC3010M/1M/2M MOC3020M/1M/2M/3M	250 400	V
Peak Repetitive Surge Current (PW = 1 ms, 120 pps)	I_{TSM}	All	1	V
Total Power Dissipation @ 25 $^\circ\text{C}$ Ambient Derate above 25 $^\circ\text{C}$	P_D	All	300	mW
			4	mW/ $^\circ\text{C}$



6-PIN DIP RANDOM-PHASE OPTOISOLATORS TRIAC DRIVER OUTPUT (250/400 VOLT PEAK)

MOC3010M MOC3011M MOC3012M MOC3020M MOC3021M MOC3022M MOC3023M



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

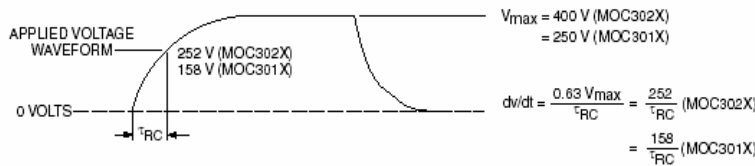


Figure 5. Static dv/dt Test Circuit

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

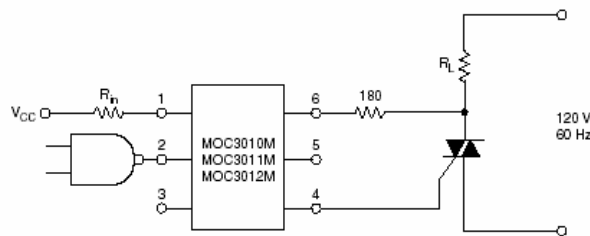


Figure 6. Resistive Load

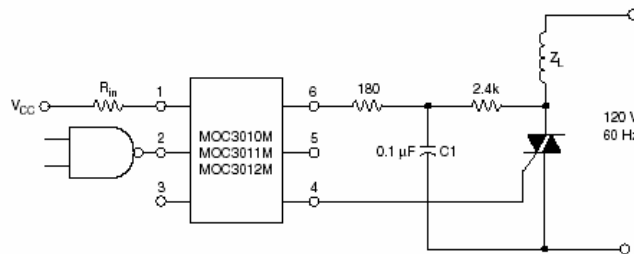


Figure 7. Inductive Load with Sensitive Gate Triac ($I_{GT} \leq 15 \text{ mA}$)



6-PIN DIP RANDOM-PHASE OPTOISOLATORS TRIAC DRIVER OUTPUT (250/400 VOLT PEAK)

MOC3010M MOC3011M MOC3012M MOC3020M MOC3021M MOC3022M MOC3023M

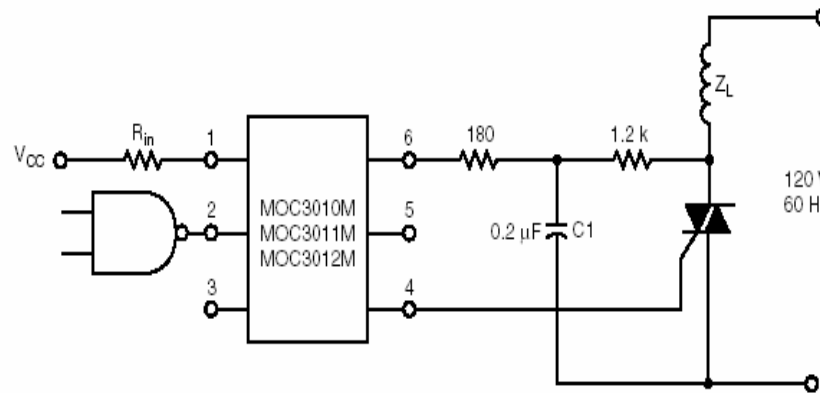
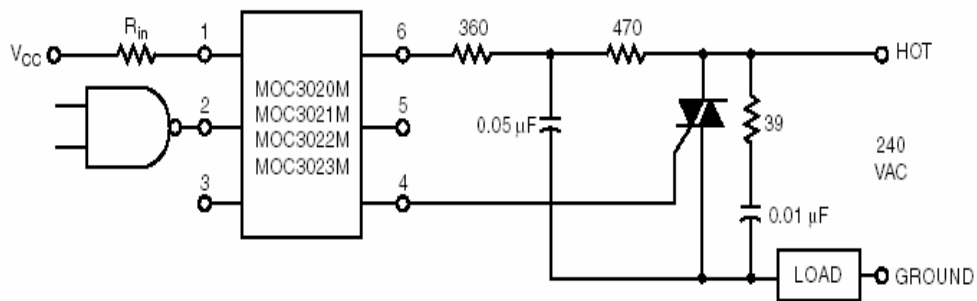


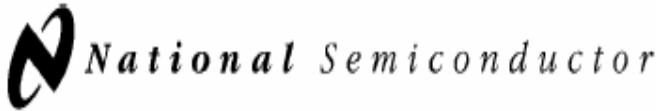
Figure 8. Inductive Load with Sensitive Gate Triac ($I_{GT} \leq 15 \text{ mA}$)



In this circuit the "hot" side of the line is switched and the load connected to the cold or ground side.

The 39 ohm resistor and 0.01 μF capacitor are for snubbing of the triac, and the 470 ohm resistor and 0.05 μF capacitor are for snubbing the coupler. These components may or may not be necessary depending upon the particular and load used.

Figure 9. Typical Application Circuit



June 1989

DM74LS90/DM74LS93 Decade and Binary Counters

General Description

Each of these monolithic counters contains four master-slave flip-flops and additional gating to provide a divide-by-two counter and a three-stage binary counter for which the count cycle length is divide-by-five for the 'LS90 and divide-by-eight for the 'LS93.

All of these counters have a gated zero reset and the LS90 also has gated set-to-nine inputs for use in BCD nine's complement applications.

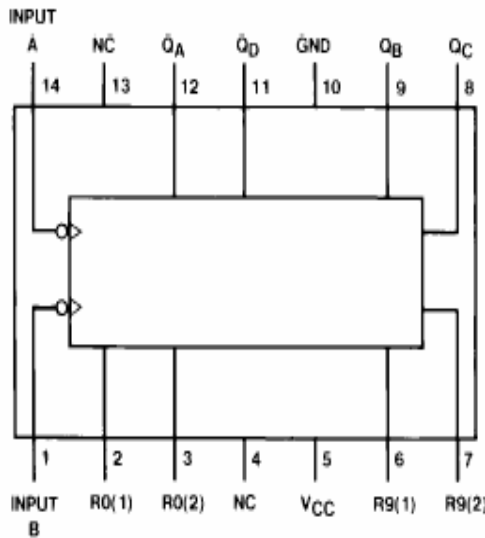
To use their maximum count length (decade or four bit binary), the B input is connected to the Q_A output. The input

count pulses are applied to input A and the outputs are as described in the appropriate truth table. A symmetrical divide-by-ten count can be obtained from the 'LS90 counters by connecting the Q_D output to the A input and applying the input count to the B input which gives a divide-by-ten square wave at output Q_A.

Features

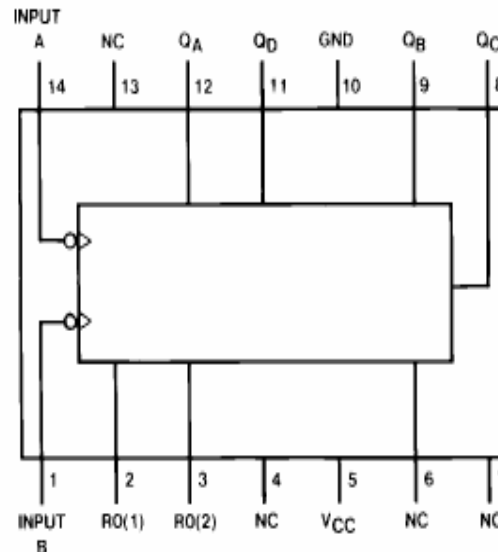
- Typical power dissipation 45 mW
- Count frequency 42 MHz

Connection Diagrams (Dual-In-Line Packages)



TL/F/6381-1

Order Number DM74LS90M or DM74LS90N
See NS Package Number M14A or N14A



TL/F/6381-2

Order Number DM74LS93M or DM74LS93N
See NS Package Number M14A or N14A

Absolute Maximum Ratings (Note)

If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the National Semiconductor Sales Office/Distributors for availability and specifications.

Supply Voltage	7V
Input Voltage (Reset)	7V
Input Voltage (A or B)	5.5V
Operating Free Air Temperature Range	
DM74LS	0°C to +70°C
Storage Temperature Range	-65°C to +150°C

Note: The "Absolute Maximum Ratings" are those values beyond which the safety of the device cannot be guaranteed. The device should not be operated at these limits. The parametric values defined in the "Electrical Characteristics" table are not guaranteed at the absolute maximum ratings. The "Recommended Operating Conditions" table will define the conditions for actual device operation.

Recommended Operating Conditions

Symbol	Parameter	DM74LS90			Units
		Min	Nom	Max	
V _{CC}	Supply Voltage	4.75	5	5.25	V
V _{IH}	High Level Input Voltage	2			V
V _{IL}	Low Level Input Voltage			0.8	V
I _{OH}	High Level Output Current			-0.4	mA
I _{OL}	Low Level Output Current			8	mA
f _{CLK}	Clock Frequency (Note 1)	A to Q _A	0	32	MHz
		B to Q _B	0	16	
f _{CLK}	Clock Frequency (Note 2)	A to Q _A	0	20	MHz
		B to Q _B	0	10	
t _w	Pulse Width (Note 1)	A	15		ns
		B	30		
		Reset	15		
t _w	Pulse Width (Note 2)	A	25		ns
		B	50		
		Reset	25		
t _{REL}	Reset Release Time (Note 1)	25			ns
t _{REL}	Reset Release Time (Note 2)	35			ns
T _A	Free Air Operating Temperature	0		70	°C

Note 1: C_L = 15 pF, R_L = 2 kΩ, T_A = 25°C and V_{CC} = 5V.

Note 2: C_L = 50 pF, R_L = 2 kΩ, T_A = 25°C and V_{CC} = 5V.

'LS90 Electrical Characteristics

over recommended operating free air temperature range (unless otherwise noted)

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ (Note 1)	Max	Units
V _I	Input Clamp Voltage	V _{CC} = Min, I _I = -18 mA			-1.5	V
V _{OH}	High Level Output Voltage	V _{CC} = Min, I _{OH} = Max V _{IL} = Max, V _{IH} = Min	2.7	3.4		V
V _{OL}	Low Level Output Voltage	V _{CC} = Min, I _{OL} = Max V _{IL} = Max, V _{IH} = Min (Note 4)		0.35	0.5	V
		I _{OL} = 4 mA, V _{CC} = Min		0.25	0.4	
I _I	Input Current @ Max Input Voltage	V _{CC} = Max, V _I = 7V	Reset		0.1	mA
		V _{CC} = Max V _I = 5.5V	A		0.2	
			B		0.4	

Function Tables

LS90
BCD Count Sequence
(See Note A)

Count	Output			
	Q _D	Q _C	Q _B	Q _A
0	L	L	L	L
1	L	L	L	H
2	L	L	H	L
3	L	L	H	H
4	L	H	L	L
5	L	H	L	H
6	L	H	H	L
7	L	H	H	H
8	H	L	L	L
9	H	L	L	H

LS90
Bi-Quinary (5-2)
(See Note B)

Count	Output			
	Q _A	Q _D	Q _C	Q _B
0	L	L	L	L
1	L	L	L	H
2	L	L	H	L
3	L	L	H	H
4	L	H	L	L
5	H	L	L	L
6	H	L	L	H
7	H	L	H	L
8	H	L	H	H
9	H	H	L	L

LS93
Count Sequence
(See Note C)

Count	Output			
	Q _D	Q _C	Q _B	Q _A
0	L	L	L	L
1	L	L	L	H
2	L	L	H	L
3	L	L	H	H
4	L	H	L	L
5	L	H	L	H
6	L	H	H	L
7	L	H	H	H
8	H	L	L	L
9	H	L	L	H
10	H	L	H	L
11	H	L	H	H
12	H	H	L	L
13	H	H	L	H
14	H	H	H	L
15	H	H	H	H

LS90
Reset/Count Truth Table

Reset Inputs				Output			
R0(1)	R0(2)	R9(1)	R9(2)	Q _D	Q _C	Q _B	Q _A
H	H	L	X	L	L	L	L
H	H	X	L	L	L	L	L
X	X	H	H	H	L	L	H
X	L	X	L				COUNT
L	X	L	X				COUNT
L	X	X	L				COUNT
X	L	L	X				COUNT

LS93
Reset/Count Truth Table

Reset Inputs		Output			
R0(1)	R0(2)	Q _D	Q _C	Q _B	Q _A
H	H	L	L	L	L
L	X				COUNT
X	L				COUNT

Note A: Output Q_A is connected to input B for BCD count.

Note B: Output Q_D is connected to input A for bi-quinary count.

Note C: Output Q_A is connected to input B.

Note D: H – High Level, L – Low Level, X – Don't Care.

SN74LS247

BCD-to-Seven-Segment Decoders/Drivers

The SN74LS247 is a BCD-to-Seven-Segment Decoder/Drivers.

The LS247 composes the **6** and **9** with the tails. The LS247 has active-low outputs for direct drive of indicators.

The LS247 features a lamp test input and have full ripple-blanking input/output controls. An automatic leading and/or trailing-edge zero-blanking control (RBI and RBO) is incorporated and an overriding blanking input (BI) is contained which may be used to control the lamp intensity by pulsing or to inhibit the output's lamp test may be performed at any time when the BI/RBO node is at high level. Segment identification and resultant displays are shown below. Display pattern for BCD input counts above 9 are unique symbols to authenticate input conditions.

- Open-Collector Outputs Drive Indicators Directly
- Lamp-Test Provision
- Leading/Trailing Zero Suppression

GUARANTEED OPERATING RANGES

Symbol	Parameter	Min	Typ	Max	Unit
V _{CC}	Supply Voltage	4.75	5.0	5.25	V
T _A	Operating Ambient Temperature Range	0	25	70	°C
I _{OH}	Output Current – High BI/RBO			-50	µA
I _{OL}	Output Current – Low BI/RBO			3.2	mA
V _{O(off)}	Off-State Output Voltage a – g			15	V
I _{O(on)}	On-State Output Current a – g			24	mA

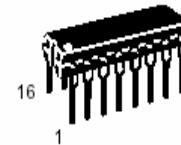


ON Semiconductor

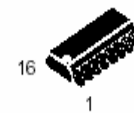
Formerly a Division of Motorola

<http://onsemi.com>

**LOW
POWER
SCHOTTKY**



PLASTIC
N SUFFIX
CASE 648



SOIC
D SUFFIX
CASE 751B

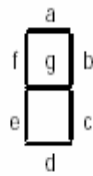
ORDERING INFORMATION

Device	Package	Shipping
SN74LS247N	16 Pin DIP	2000 Units/Box
SN74LS247D	16 Pin	2500/Tape & Reel

SN74LS247

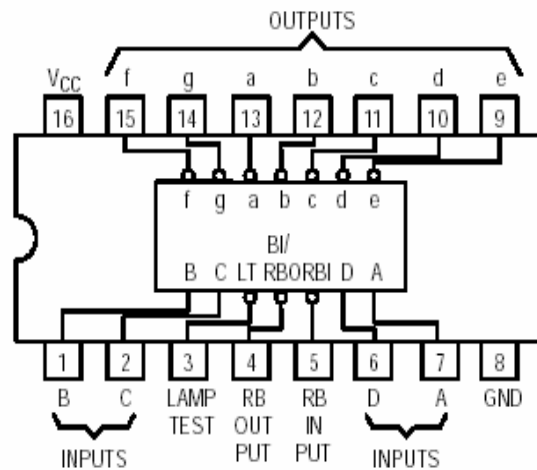


NUMERICAL DESIGNATIONS AND RESULTANT DISPLAYS



SEGMENT IDENTIFICATION

SN74LS247 (TOP VIEW)



CIRCUIT FEATURES LAMP INTENSITY MODULATION CAPABILITY

TYPE	DRIVER OUTPUTS				TYPICAL POWER DISSIPATION
	ACTIVE LEVEL	OUTPUT CONFIGURATION	SINK CURRENT	MAX VOLTAGE	
SN74LS247	low	open-collector	24 mA	15 V	35 mW

SN74LS247

LS247
FUNCTION TABLE

DECIMAL OR FUNCTION	INPUTS						BI/RBO†	OUTPUTS							NOTE
	LT	RBI	D	C	B	A		a	b	c	d	e	f	g	
0	H	H	L	L	L	L	H	ON	ON	ON	ON	ON	ON	OFF	1
1	H	X	L	L	L	H	H	OFF	ON	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	
2	H	X	L	L	H	L	H	ON	ON	OFF	ON	ON	OFF	ON	
3	H	X	L	L	H	H	H	ON	ON	ON	ON	OFF	OFF	ON	
4	H	X	L	H	L	L	H	OFF	ON	ON	OFF	OFF	ON	ON	
5	H	X	L	H	L	H	H	ON	OFF	ON	ON	OFF	ON	ON	
6	H	X	L	H	H	L	H	ON	OFF	ON	ON	ON	ON	ON	
7	H	X	L	H	H	H	H	ON	ON	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	
8	H	X	H	L	L	L	H	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	
9	H	X	H	L	L	H	H	ON	ON	ON	ON	OFF	ON	ON	
10	H	X	H	L	H	L	H	OFF	OFF	OFF	ON	ON	OFF	ON	
11	H	X	H	L	H	H	H	OFF	OFF	ON	ON	OFF	OFF	ON	
12	H	X	H	H	L	L	H	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	ON	ON	
13	H	X	H	H	L	H	H	ON	OFF	OFF	ON	OFF	ON	ON	
14	H	X	H	H	H	L	H	OFF	OFF	OFF	ON	ON	ON	ON	
15	H	X	H	H	H	H	H	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	
BI	X	X	X	X	X	X	L	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	2
RBI	H	L	L	L	L	L	L	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	3
LT	L	X	X	X	X	X	H	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	4

H = HIGH Level, L = LOW Level, X = Irrelevant

NOTES: 1. The blanking input (BI) must be open or held at a high logic level when output functions 0 through 15 are desired. The ripple-blanking input (RBI) must be open or high if blanking of a decimal zero is not desired.

2. When a low logic level is applied directly to the blanking input (BI), all segment outputs are off regardless of the level of any other input.

3. When ripple-blanking input (RBI) and inputs A, B, C, and D are at a low level with the lamp test input high, all segment outputs go off and the ripple-blanking output (RBO) goes to a low level (response condition).

4. When the blanking input/ripple blanking output (BI/RBO) is open or held high and a low is applied to the lamp-test input, all segment outputs are on.

† BI/RBO is wire-AND logic serving as blanking input (BI) and/or ripple-blanking output (RBO).



August 1986
Revised April 2000

DM74LS123 Dual Retriggerable One-Shot with Clear and Complementary Outputs

General Description

The DM74LS123 is a dual retriggerable monostable multivibrator capable of generating output pulses from a few nano-seconds to extremely long duration up to 100% duty cycle. Each device has three inputs permitting the choice of either leading edge or trailing edge triggering. Pin (A) is an active-LOW transition trigger input and pin (B) is an active-HIGH transition trigger input. The clear (CLR) input terminates the output pulse at a predetermined time independent of the timing components. The clear input also serves as a trigger input when it is pulsed with a low level pulse transition (\neg). To obtain the best trouble free operation from this device please read the operating rules as well as the Fairchild Semiconductor one-shot application notes carefully and observe recommendations.

Features

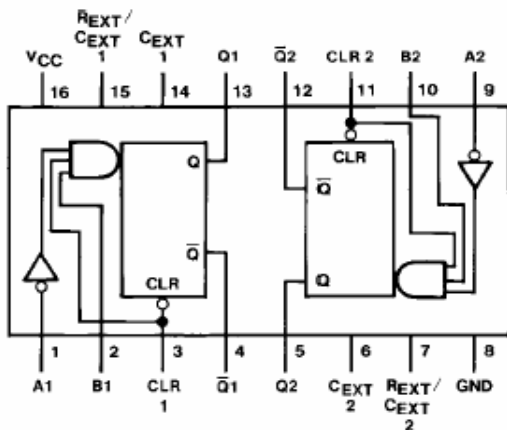
- DC triggered from active-HIGH transition or active-LOW transition inputs
- Retriggerable to 100% duty cycle
- Compensated for V_{CC} and temperature variations
- Triggerable from CLEAR input
- DTL, TTL compatible
- Input clamp diodes

Ordering Code:

Order Number	Package Number	Package Description
DM74LS123M	M16A	16-Lead Small Outline Integrated Circuit (SOIC), JEDEC MS-012, 0.150 Narrow
DM74LS123SJ	M16D	16-Lead Small Outline Package (SOP), EIAJ TYPE II, 5.3mm Wide
DM74LS123N	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



Function Table

Inputs			Outputs	
CLEAR	A	B	Q	\bar{Q}
L	X	X	L	H
X	H	X	L	H
X	X	L	L	H
H	L	\uparrow	\neg	\neg
H	\downarrow	H	\neg	\neg
\uparrow	L	H	\neg	\neg

H = HIGH Logic Level
L = LOW Logic Level
X = Can Be Either LOW or HIGH
 \uparrow = Positive Going Transition
 \downarrow = Negative Going Transition
 \neg = A Positive Pulse
 \neg = A Negative Pulse

Low power dual voltage comparator

LM193/A/293/A/393/A/2903

DESCRIPTION

The LM193 series consists of two independent precision voltage comparators with an offset voltage specification as low as 2.0mV max. for two comparators which were designed specifically to operate from a single power supply over a wide range of voltages. Operation from split power supplies is also possible and the low power supply current drain is independent of the magnitude of the power supply voltage. These comparators also have a unique characteristic in that the input common-mode voltage range includes ground, even though operated from a single power supply voltage.

The LM193 series was designed to directly interface with TTL and CMOS. When operated from both plus and minus power supplies, the LM193 series will directly interface with MOS logic where their low power drain is a distinct advantage over standard comparators.

FEATURES

- Wide single supply voltage range 2.0VDC to 36VDC or dual supplies ± 1.0 VDC, to ± 18 VDC
- Very low supply current drain (0.8mA) independent of supply voltage (2.0mW/comparator at 5.0VDC)
- Low input biasing current 25nA
- Low input offset current ± 5 nA and offset voltage ± 2 mV
- Input common-mode voltage range includes ground
- Differential input voltage range equal to the power supply voltage
- Low output 250mV at 4mA saturation voltage
- Output voltage compatible with TTL, DTL, ECL, MOS and CMOS logic systems

APPLICATIONS

- A/D converters
- Wide range VCO
- MOS clock generator
- High voltage logic gate
- Multivibrators

PIN CONFIGURATION

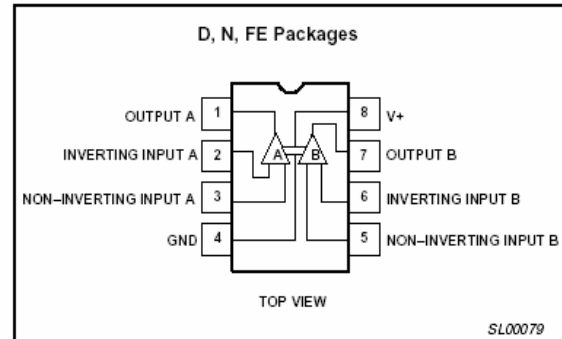


Figure 1. Pin Configuration

EQUIVALENT CIRCUIT

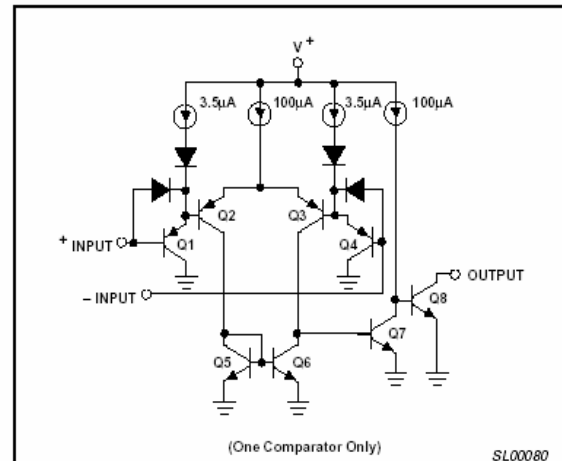


Figure 2. Equivalent Circuit

ORDERING INFORMATION

DESCRIPTION	TEMPERATURE RANGE	ORDER CODE	DWG #
8-Pin Ceramic Dual In-Line Package (Cerdip)	-55°C to +125°C	LM193FE	0580A
8-Pin Ceramic Dual In-Line Package (Cerdip)	-25°C to +85°C	LM293FE	0580A
8-Pin Plastic Dual In-Line Package (DIP)	-25°C to +85°C	LM293N	SOT97-1
8-Pin Plastic Small Outline (SO) Package	-25°C to +85°C	LM293D	SOT96-1
8-Pin Plastic Dual In-Line Package (DIP)	-25°C to +85°C	LM293AN	SOT97-1
8-Pin Ceramic Dual In-Line Package (Cerdip)	0 to +70°C	LM393AFE	0580A
8-Pin Ceramic Dual In-Line Package (Cerdip)	0 to +70°C	LM393FE	0580A
8-Pin Plastic Small Outline (SO) Package	0 to +70°C	LM393D	SOT96-1
8-Pin Plastic Dual In-Line Package (DIP)	0 to +70°C	LM393N	SOT97-1
8-Pin Plastic Dual In-Line Package (DIP)	0 to +70°C	LM393AN	SOT97-1
8-Pin Plastic Dual In-Line Package (DIP)	-40°C to +125°C	LM2903N	SOT97-1
8-Pin Plastic Dual In-Line Package (DIP)	-40°C to +125°C	LM2903D	SOT97-1

Low power dual voltage comparator

LM193/A/293/A/393/A/2903

DC AND AC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

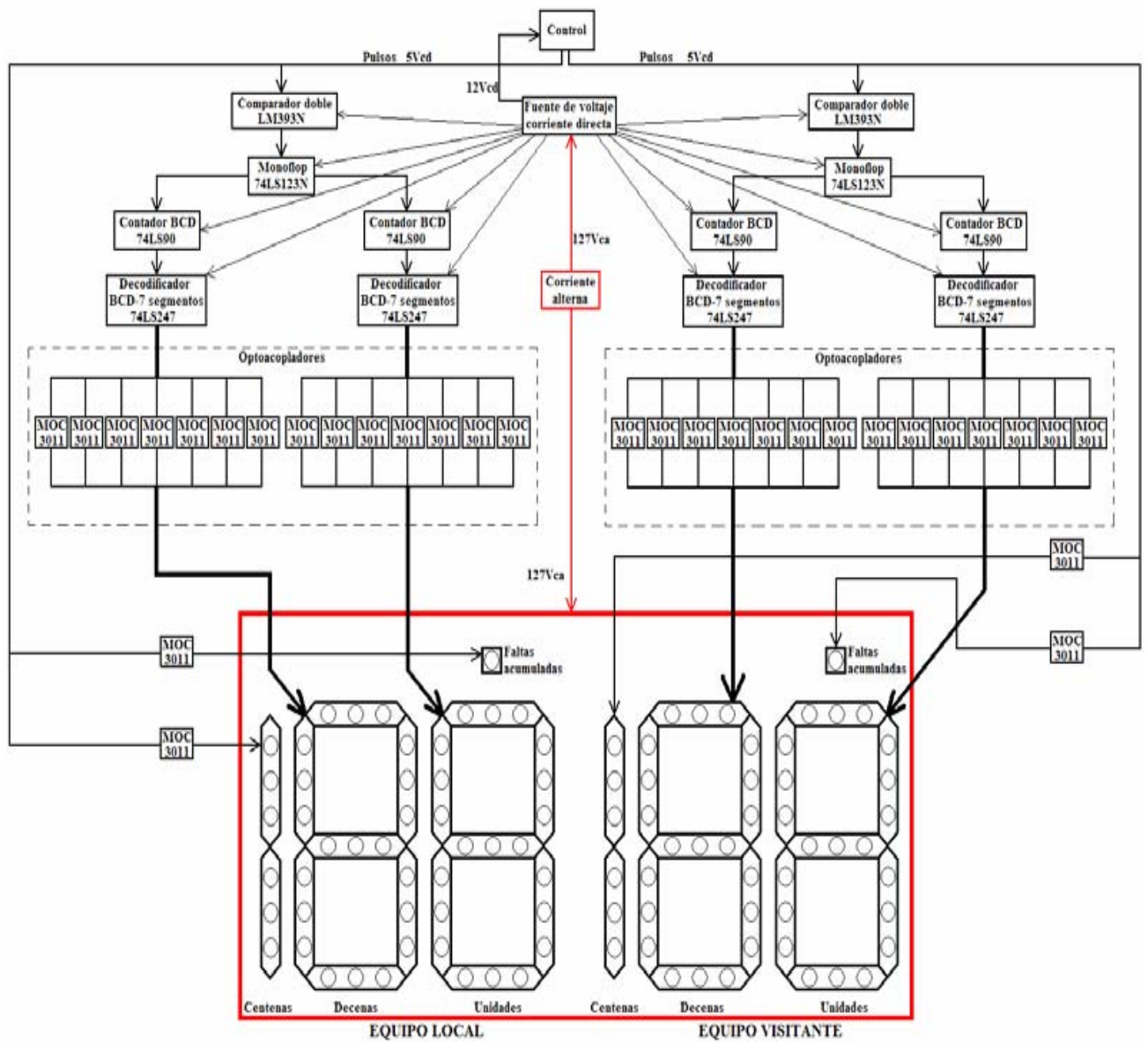
V+=5V_{DC}, LM193/193A: -55°C T_A ≤ +125°C, unless otherwise specified. LM293/293A: -25°C T_A ≤ +85°C, unless otherwise specified.

LM393/393A: 0°C T_A ≤ +70°C, unless otherwise specified. LM2903: -40°C T_A ≤ +125°C, unless otherwise specified.

SYMBOL	PARAMETER	TEST CONDITIONS	LM193A			LM293A/393A			LM2903			UNIT
			Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
V _{OS}	Input offset voltage ²	T _A =25°C Over temp.		±1.0	±2.0 ±4.0		±1.0	±2.0 ±4.0		±2.0 ±9	±7.0 ±15	mV mV
V _{CM}	Input common-mode voltage range ^{3, 6}	T _A =25°C Over temp.	0 0		V+ -1.5 V+ -2.0	0 0		V+ -1.5 V+ -2.0	0 0		V+ -1.5 V+ -2.0	V V
V _{IDR}	Differential input voltage ¹	Keep all V _{IN} s ≥ 0V _{DC} (or V- if need)			V+			V+			V+	V
I _{BIAS}	Input bias current ⁴	I _{IN(+)} or I _{IN(-)} with output in linear range T _A =25°C Over temp.		25	100 300		25	250 400		25 200	250 500	nA nA
I _{OS}	Input offset current	I _{IN(+)} - I _{IN(-)} T _A =25°C Over temp.		±3.0	±25 ±100		±5.0	±50 ±150		±5 ±50	±50 ±200	nA nA
I _{OL}	Output sink current	V _{IN(-)} ≥ 1V _{DC} , V _{IN(+)} = 0, V _O ≤ 1.5V _{DC} T _A =25°C	6.0	16		6.0	16		6.0	16		mA
	Output leakage current	V _O = 5V _{DC} , T _A = 25°C V _{IN(+)} ≥ 1V _{DC} , V _{IN(-)} = 0 V _O = 30V _{DC} Over temp.		0.1	1.0		0.1	1.0		0.1	1.0	nA µA
I _{CC}	Supply current	R _L = ∞ on both comparators, T _A = 25°C		0.8	1		0.8	1		0.8	1	mA
		R _L = ∞ on both comparators, V+ = 30V		1	2.5		1	2.5		1	2.5	mA
A _V	Voltage gain	R _L ≥ 15kΩ, V+ = 15V _{DC} , T _A = 25°C	50	200		50	200		25	100		V/mV
V _{OL}	Saturation voltage	V _{IN(-)} ≥ 1V _{DC} , V _{IN(+)} = 0, I _{SINK} ≤ 4mA T _A = 25°C Over temp.		250	400 700		250	400 700		400	400 700	mV mV
t _{LSR}	Large-signal response time	V _{IN} = TTL logic swing, V _{REF} = 1.4V _{DC} V _{RL} = 5V _{DC} , R _L = 5.1kΩ, T _A = 25°C		300			300			300		ns
t _R	Response time ⁵	V _{RL} = 5V _{DC} , R _L = 5.1kΩ T _A = 25°C		1.3			1.3			1.3		µs

Apéndice B

Diagrama General



Apéndice C

Últimas pruebas del proyecto



Figura 3.37: Número uno indicado en el display de las decenas del equipo visitante.



Figura 3.38: Número siete indicado en el display de las decenas del equipo visitante.



Figura 3.39: Número cuatro.



Figura 3.40: Número cero.

Bibliografía

- [1] Albert Paul Malvino, “Electricidad y electrónica (aplicaciones prácticas)”, Mc Graw Hill, México, 2005.
- [2] Varios autores, “Enciclopedia práctica de electrónica”, Cedit, México, 2003.
- [3] Robert Resnick, “Física (Cuarta edición)”, Cecsca, México, 2003.
- [4] Thomas L. Floyd, “Dispositivos electrónicos”, Limusa, México, 2005.
- [5] Muhammad H. Rashid, “Electrónica de potencia (Circuitos, dispositivos y aplicaciones)”, Prentice Hall, México, 2005.
- [6] Robert L. Boylestad, “Electrónica (Teoría de circuitos y dispositivos electrónicos)”, Prentice Hall, México, 2003
- [7] Ronald J. Tocci, “Sistemas digitales (Principios y aplicaciones)”, Prentice Hall, México, 2003
- [8] Juan Angel Garza Garza, “Sistemas digitales y Electrónica digital”, Prentice Hall, México, 2006
- [9] Robert L. Boylestad, “Introducción al análisis de circuitos”, Prentice Hall, México, 2004
- [10] C. J. Savant Jr., “Diseño electrónico (Circuitos y Sistemas)”, Prentice Hall, México, 2000
- [11] Richard C. Dorf, “Circuitos Eléctricos”, Alfaomega, México, 2003
- [12] Norbert R. Malik, “Circuitos electrónicos (Análisis, simulación y diseño)”, Prentice Hall, España, 1996
- [13] Muhammad H. Rashid, “Microelectronic Circuits (Analysis and Design)”, PWS Publishing Company, Boston, 1998.