

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNOLOGOS

**“IMPLEMENTACION DE UN ACCESO VEHICULAR DE
PROFESORES Y TRABAJADORES PARA EL
PARQUEADERO DE LA E.S.F.O.T.”**

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

**DAVID ESTEBAN GUAMAN SIMBAÑA
davico_champion@hotmail.com**

**DIRECTOR: ING: PABLO LOPEZ
twlopezm@hotmail.com**

Quito, Junio 2010

DECLARACIÓN

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

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

David Esteban Guamán Simbaña

CERTIFICACIÓN

Certificó que el presente trabajo fue desarrollado por David Esteban Guamán Simbaña, bajo mi supervisión.

ING. PABLO LÓPEZ
DIRECTOR DE PROYECTO

AGRADECIMIENTO

Mi gratitud para todos y cada uno de las personas que influyeron de una u otra manera en la culminación de este objetivo, a mis profesores quienes supieron guiarme en el desarrollo de mi profesión impartiendo sus conocimientos e inculcando los mejores valores, entre ellos Pablo López, Luis Tapia, Alcívar Costales, Gorki Barba, Patricio Carrasco y más.

Logrando alcanzar mi meta deseada y convertirme en un ser útil para la sociedad, a mis compañeros testigos fieles de mis triunfos y fracasos, a mi querida “poli”, de la cual me llevo los mejores conocimientos.

DEDICATORIA

Es satisfactorio agradecer al final de esta etapa estudiantil a Dios por darme salud y vida, a mis padres; en especial a mi madre, quien ha sido fuente de inspiración y perseverancia a lo largo de mi vida.

Gracias de todo corazón por sus consejos y anhelos, prometo siempre seguir adelante alcanzando triunfos en mi carrera profesional.

Gracias totales.

CONTENIDO

DECLARACIÓN	ii
CERTIFICACIÓN	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
DEDICATORIA.....	v
CONTENIDO.....	vi
PRESENTACION	x
RESUMEN	¡Error! Marcador no definido.
CAPÍTULO 1.	1
1. ELEMENTOS.....	1
1.1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.1.1 MEDIANTE TARJETAS MAGNÉTICAS (DE PROXIMIDAD).....	2
1.1.2 MEDIANTE MASA METÁLICA	2
1.2 MOTORES	3
1.2.1 MOTOR DE CORRIENTE CONTINUA.....	4
1.2.2 MOTOR DE CORRIENTE ALTERNA	8
1.2.2.1 Motor monofásico de inducción	8
1.2.2.2 Motor monofásico con ramal auxiliar de resistencia	11
1.2.2.3 Motor de condensador	11
1.2.2.4 Motor universal	13
1.2.2.5 Motor paso a paso	14
1.3 ACOPLAMIENTO DE MOTORES.....	19
1.3.1 REDUCTORES Y MOTORREDUCTORES	19
1.3.1.1 Características del reductor o motorreductor - tamaño	20
1.3.1.2 Características del trabajo a realizar.....	20
1.3.1.3 Selección de potencia de los reductores.....	21
1.3.1.4 Selección del reductor de velocidad	21
1.3.2 MECANISMOS DE TRANSMISIÓN DEL MOVIMIENTO.....	22
1.3.2.1 Transmisión lineal	22
1.3.2.2 Transmisión circular	23

1.3.2.3	Transmisión por cadena.....	25
1.3.2.4	Tornillo sin fin - corona.....	26
1.3.2.5	Conjunto manivela - torno.....	26
1.3.2.6	Piñón - cremallera.....	27
1.3.2.7	Biela - manivela	27
1.4	SENSORES.....	28
1.4.1	INTRODUCCIÓN	28
1.4.2	MAGNITUDES FÍSICAS QUE SE DESEA MEDIR	28
1.4.3	ELEMENTOS MÁS USUALES EN UN SISTEMA DE CONTROL	29
1.4.4	TIPO DE SENSORES.....	30
1.4.5	SENSORES UTILIZADOS	32
1.4.5.1	Sensores fotoelectrónicos.....	32
1.4.5.2	Sensores de proximidad	36
1.4.5.3	Sensores neumáticos	37
1.5	LOS TIRISTORES.....	38
1.5.1	TRIAC	39
1.6	COMUNICACIONES INALÁMBRICAS.....	41
1.6.1	INTRODUCCIÓN	41
1.6.2	TIPOS DE COMUNICACIONES INALAMBRICAS	41
1.6.3	BANDA INDUSTRIAL, MEDICA, CIENTIFICA (Industrial, Scientific and Medical Bands)	42
1.6.4	TIPOS DE MODULACIÓN DIGITAL	43
1.6.4.1	Modulación por desplazamiento de amplitud, ASK (Amplitude Shift Keying y On/Off.Keying).....	43
1.6.4.2	Modulación por desplazamiento de frecuencia, FSK (Frecuency Shift Keying) 44	
1.6.4.3	Modulación por desplazamiento de fase, PSK (Pashe Shift Keying) ...	45
1.6.5	MODULOS HIBRIDOS PARA RADIO CONTROL	46
1.6.5.1	Trasmisor TLP434(A).....	46
1.6.5.2	Receptor RLP434(A) RF, Modulación ASK.....	47
1.7	MICROCONTROLADOR APROPIADO PARA LA APLICACIÓN	48
1.7.1	INTRODUCCION	48
1.7.2	¿QUÉ MICROCONTROLADOR EMPLEAR?	49

1.7.3	LA FAMILIA DE LOS PIC'S COMO ELECCIÓN.....	51
1.7.4	CARACTERÍSTICAS RELEVANTES.....	52
1.7.5	LAS GAMA DE PIC.....	54
1.8	PERIFÉRICOS INTELIGENTES: MODULO LCD.....	57
1.9	TECLADO MATRICIAL 4*4.....	58
CAPÍTULO 2		60
2.	DISEÑO DEL SISTEMA DE ACCESO VEHICULAR.....	60
2.1	INTRODUCCION.....	60
2.2	MOTOR, REDUCTOR Y BRAZO METÁLICO	60
2.2.1	MOTOR.....	60
2.2.2	REDUCTOR.....	62
2.2.3	BRAZO.....	64
2.3	TARJETA DE CONTROL	64
2.3.1	FUENTE DE ALIMENTACIÓN.....	64
2.3.2	CIRCUITO DE CONTROL	67
2.3.3	FINES DE CARRERA.....	69
2.3.4	TECLADO	69
2.3.5	MODULACION LCD	71
2.4	MODULO DE RADIOFRECUENCIA	72
2.4.1	MÓDULO DE TRASMISIÓN.....	72
2.4.2	MÓDULO DE RECEPCIÓN	75
2.5	SENSORES INFRAROJOS.....	77
2.5.1	MÓDULO TRASMISOR INFRARROJO.....	78
2.5.2	MÓDULO RECEPTOR INFRARROJO	80
2.6	CIRCUITO DE POTENCIA.....	83
2.7	PROGRAMA.....	84
CAPÍTULO 3		89
3.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	89
3.1	CONCLUSIONES.....	89

3.2 RECOMENDACIONES	90
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	91
ANEXOS	92
ANEXO A: DATASHEET	92
ANEXO A1: DISTRIBUCIÓN DE PINES PIC16F877A.....	92
ANEXO A2: MÓDULOS DE RADIOFRECUENCIA TLP434/RLP434	93
ANEXO A3: HOJA DE DATOS CODIFICADOR HT12E	94
ANEXO A4: HOJA DE DATOS DECODIFICADOR HT12D	97
ANEXO A5: TRIAC BT138	100
ANEXO A6: OPTOACOPLADOR MOC3041.....	102
ANEXO A7: PISTAS.....	104
ANEXO A8: FOTOS DEL PROYECTO	105
ANEXO B: PRESUPUESTO REAL	108
ANEXO C: CÓDIGO FUENTE	109

PRESENTACIÓN

Actualmente en la Escuela de Formación de Tecnólogos existe la necesidad de controlar el acceso del parqueaderos disponibles para los profesores y trabajadores, ya que hoy en día son de libre uso de cualquier persona, privando el uso exclusivo a quienes corresponde. Se podría efectuar de forma adecuada restringiendo el acceso libre mediante un control de parking o barrera vehicular automática, que controlaría de manera eficaz la entrada y salida de vehículos a los establecimientos asignados para el uso exclusivo de los profesores y trabajadores de la E.S.F.O.T

El proyecto planteado se trata de una barrera de acceso vehicular controlada gracias con tecnología inalámbrica, usando radio frecuencia mediante control remoto. Y, paralelamente con un teclado alámbrico. Dicha barrera consta de toda la parte mecánica (motor y brazo), circuito de control del motor (tarjeta de potencia y acoplamiento), parte electrónica (tarjeta inteligente, utilizando los conocidos PIC`s) y circuito de control remoto: (transmisor y receptor) y mecanismo manual de respaldo.

Se preveé la implementación apropiada de cada elemento y/o dispositivo en conjunto para lograr un funcionamiento eficaz, capaz de garantizar un máximo rendimiento del proyecto en cuestión. Así como su ensamblaje, montaje y puesta en marcha, en el lugar más idóneo para su funcionamiento.

RESUMEN

En el capítulo 1 se describe en forma detallada todo el marco teórico referencial requerido, es decir, conceptos, principios y funcionamiento, características importantes, ventajas y desventajas, etc., tratando temas importantes como: control de acceso vehicular, motores y acoplamientos existentes, sensores, micro controladores apropiados para esta aplicación, modulación digital y más.

En el capítulo 2, se presenta toda la implementación, sus características más relevantes, como su interconexión unos con otros componentes.

Parte mecánica, el motor utilizado y el brazo apropiado con su acoplamiento adaptado.

El circuito de control con su tarjeta de potencia diseñada para aislar las partes mecánicas que controla el motor con la tarjeta electrónica. Siendo ésta quien se comunica con un teclado matricial, y una interface gráfica amigable con el usuario LCD (Display de Cristal Liquido). Además se expone los diferentes resultados obtenidos en las fases de funcionamiento, tablas, cuantitativas, gráficos comparativos, simulación computarizada través de software adecuado.

El control remoto activa la tarjeta de control, a través del módulo RF (Radio Frecuencia) y a su vez acciona el motor.

Adicional se incluye un circuito de respaldo manual en caso de bloqueo de la parte electrónica previniendo posibles fallas.

Como último se ofrece una guía bibliográfica referencial, anexos más importantes, apéndices citados, manuales utilizados.

.

CAPÍTULO 1.

1. ELEMENTOS

1.1 INTRODUCCIÓN

El control de estacionamiento o parking y la circulación de automotores en determinadas áreas a proteger, es muy importante. Una forma es la existencia de una garita o punto de control a la entrada que permita monitorizar los vehículos que entran o salen.

En algunas empresas se requiere la inspección previa a la entrada o a la salida de los vehículos. Una correcta señal o cartel de anuncio a la entrada evita muchos inconvenientes en la gestión del sistema. La señalización de vehículos de visitantes o de comerciales mediante tarjetas de fijación interior ayuda y facilita el control de acceso.

Las barreras de restricción lateral ayudan a la reducción de la velocidad de desplazamiento en determinadas zonas, en especial a la entrada o salida de las áreas de aparcamiento. Cuando las circunstancias lo requieren es necesario prohibir, limitar o restringir el acceso a determinadas áreas de estacionamiento o circulación mediante técnicas de mayor rigor, por ejemplo:

- Tarjetas magnéticas o infrarrojas
- Detectores de masa metálica.

De igual manera, el sistema de control vehicular se complementa eficazmente con cámaras de CCTV que graban en forma sincronizada la patente de todos los ingresos y egresos de vehículos.

1.1.1 MEDIANTE TARJETAS MAGNÉTICAS (DE PROXIMIDAD)

A través de las barreras automáticas de ingreso y egreso a un establecimiento, aquellas personas autorizadas podrán accionar el levantamiento automático, con solo presentar la tarjeta o credencial al lector electrónico, quedando registrados todos los eventos en el programa que controla el sistema. (Figura 1.1)

Adicional estas barreras disponen de un sistema preventivo, que ante la presencia de un vehículo en las proximidades, envía una señal que impide que la barrera baje y dañe al vehículo.



Figura 1.1 Acceso vehicular mediante tarjetas magnéticas

1.1.2 MEDIANTE MASA METÁLICA

El principio de funcionamiento del equipo consiste en la detección de una masa metálica por medio de la medición de la inductancia de una espira detectora.

La espira es parte de un circuito oscilador que genera un campo magnético. Al ser atravesado por el vehículo se produce un cambio en la frecuencia del oscilador. Esta variación es detectada por un circuito con microprocesador que determina, en base a la configuración del equipo, si debe producir o no la señal de salida.(figura1.2)

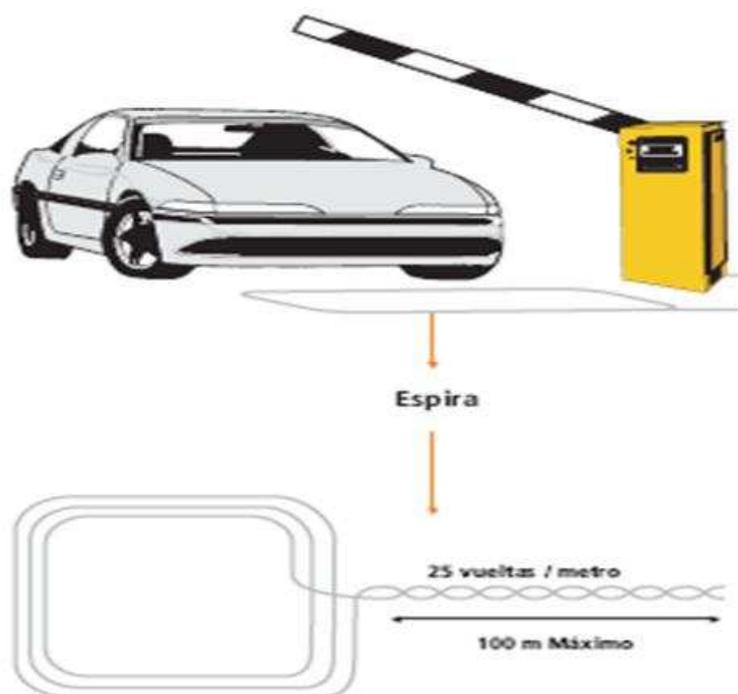


Figura 1.2 Acceso vehicular mediante masa metálica

1.2 MOTORES

Un motor eléctrico es un sistema que convierte la energía eléctrica en mecánica. Todos los motores disponen de un eje de salida para acoplar un engranaje, polea o mecanismo capaz de transmitir el movimiento creado por el motor.

El primer detalle que se debe de tener en cuenta de un motor eléctrico es que su movimiento es consecuencia de fuerzas que se producen por campos magnéticos que se crean en su interior. Estos campos son creados por corrientes eléctricas a las que se hace circular a través de bobinas. En los motores pequeños utilizados, por ejemplo, para el enfoque de máquinas de fotos, juguetes, etc., se combinan los campos creados por la corriente eléctrica y los que ofrecen imanes permanentes.

Los motores eléctricos se clasifican en dos grandes grupos, estos son de corriente continua y corriente alterna.

1.2.1 MOTOR DE CORRIENTE CONTINUA

El movimiento giratorio de los motores de C.C. se basa en el empuje derivado de la repulsión y atracción entre polos magnéticos. Creando campos constantes convenientemente orientados en estator y rotor, se origina un par de fuerzas que obliga a que la armadura (también llamada rotor) gire buscando la posición de equilibrio.

Gracias a un juego de conexiones entre unos conductores estáticos, llamados escobillas, y las bobinas que lleva el rotor, los campos magnéticos que produce la armadura cambian a medida que ésta gira, para que el par de fuerzas que la mueve se mantenga siempre vivo.

Accionar un motor DC es muy simple y solo es necesario aplicar la tensión de alimentación entre sus bornes. Para invertir el sentido de giro basta con invertir la alimentación y el motor comenzará a girar en sentido opuesto.

Los motores DC no pueden ser posicionados y/o enclavados en una posición específica. Estos simplemente giran a la máxima velocidad y en el sentido que la alimentación aplicada se los permite.

El motor de corriente continua (figura1.3), está compuesto de 2 piezas fundamentales:

- a) Rotor
- b) Estator

Dentro de éstas se ubican los demás componentes como:

Escobillas y portaescobillas

Colector

Eje

Núcleo y devanado del rotor

Imán Permanente
 Armazón o carcasa
 Tapas o campanas



Figura 1.3 Partes fundamentales de un motor de corriente continua

a) Rotor

Constituye la parte móvil del motor, proporciona el torque para mover a la carga.

Está formado por:(figura1.4)

Eje: Formado por una barra de acero fresada. Imparte la rotación al núcleo, devanado y al colector.

Núcleo: Se localiza sobre el eje. Fabricado con capas laminadas de acero, su función es proporcionar un trayecto magnético entre los polos para que el flujo magnético del devanado circule.

Las laminaciones tienen por objeto reducir las corrientes parásitas en el núcleo. El acero del núcleo debe ser capaz de mantener bajas las pérdidas por histéresis. Este núcleo laminado contiene ranuras a lo largo de su superficie para albergar al devanado de la armadura (bobinado).



Figura 1.4 Detalle del rotor

Devanado: Consta de bobinas aisladas entre sí y entre el núcleo de la armadura. Estas bobinas están alojadas en las ranuras, y están conectadas eléctricamente con el colector, el cual debido a su movimiento rotatorio, proporciona un camino de conducción conmutado.

Colector: Denominado también conmutador, está constituido de láminas de material conductor (delgas), separadas entre sí y del centro del eje por un material aislante, para evitar cortocircuito con dichos elementos. El colector se encuentra sobre uno de los extremos del eje del rotor, de modo que gira con éste y está en contacto con las escobillas.

La función del colector es recoger la tensión producida por el devanado inducido, transmitiéndola al circuito por medio de las escobillas (llamadas también cepillos).

b) Estator

Constituye la parte fija de la máquina. Su función es suministrar el flujo magnético que será usado por el bobinado del rotor para realizar su movimiento giratorio. Está formado por:(figura1.5).

Carcasa: Denominado también yugo, tiene dos funciones primordiales: servir como soporte y proporcionar una trayectoria de retorno al flujo magnético del rotor y del imán permanente, para completar el circuito magnético.



Figura 1.5 Detalle del estator

Imán permanente: Compuesto de material ferromagnético altamente remanente, se encuentra fijado al armazón o carcasa del estator. Su función es proporcionar un campo magnético uniforme al devanado del rotor o armadura, de modo que interactúe con el campo formado por el bobinado, y se origine el movimiento del rotor como resultado de la interacción de estos campos.

Escobillas: Las escobillas están fabricadas de carbón, y poseen una dureza menor que la del colector, para evitar que éste se desgaste rápidamente. Se encuentran albergadas por los portaescobillas. Ambos, escobillas y portaescobillas, se encuentran en una de las tapas del estator.

La función de las escobillas es transmitir la tensión y corriente de la fuente de alimentación hacia el colector, mientras la función del porta escobillas es mantener a las escobillas en su posición de contacto firme con los segmentos del colector. Esta función la realiza por medio de resortes, los cuales hacen una presión moderada sobre las escobillas contra el colector. Esta presión debe mantenerse en un nivel intermedio pues, de ser excesiva, la fricción desgastaría

tanto a las escobillas como al colector; por otro lado, de ser mínima esta presión, se produciría lo que se denomina chisporroteo, debido a que no existe un buen contacto.

1.2.2 MOTOR DE CORRIENTE ALTERNA

Están alimentados con corriente alterna, la velocidad del rotor está supeditada a la frecuencia de la tensión que lo alimenta, la transmisión de energía al rotor se puede resolver por inducción, como en un transformador, sin necesidad de entablar contacto físico entre éste y su entorno inmóvil. Esta es la razón por la que a estos motores se les llama también de inducción. En ellos, las piezas **Estator y Rotor**, pueden tomar aquí también los nombres de **Inductor e Inducido**.

Los motores de inducción son monofásicos y trifásicos, también se los clasifica como sincrónicos y asincrónicos.

1.2.2.1 Motor monofásico de inducción

El campo magnético producido por una corriente monofásica en una bobina está siempre sobre el eje de la misma (es decir no se produce un campo magnético giratorio), si bien variará su valor y sentido. (figura1.6)

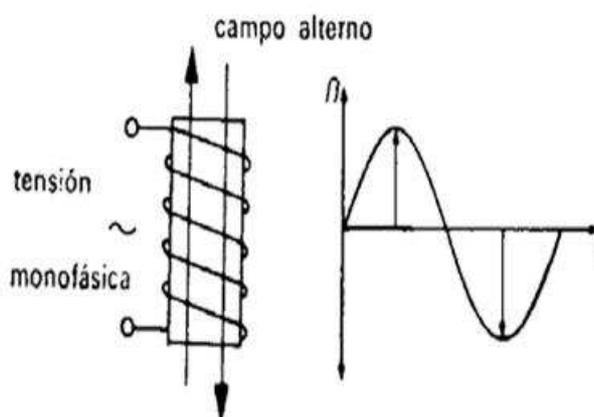


Figura 1.6 Campo magnético de la bobina

Para que se produzca un campo alterno giratorio tienen que haber por lo menos dos bobinas desfasadas entre sí 90° . Los motores de inducción monofásicos llevan un estator en cuyo paquete de chapas van alojados dos bobinados. Para el rotor se utilizan rotores de jaula.

El bobinado principal, que suele denominarse arrollamiento principal, va colocado en $2/3$ de las ranuras del estator y sus conexiones llevan las designaciones U1, U2.

El arrollamiento auxiliar (bobinado auxiliar) Z1, Z2 va alojado en el tercio restante de ranuras, desfasado en el espacio 90° . (figura 1.7)

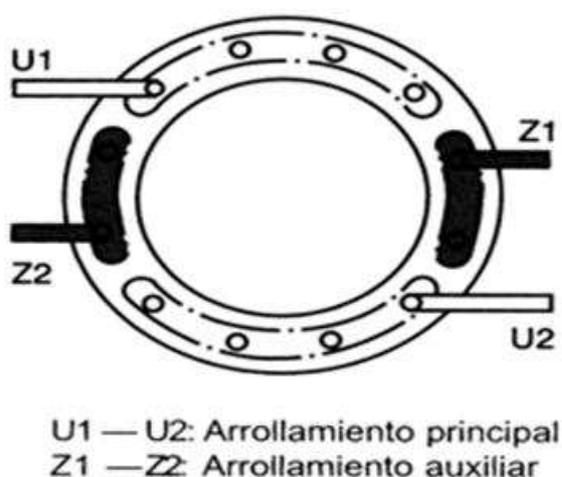


Figura. 1.7 Bobinado principal y auxiliar

Para que se produzca un campo giratorio en el estator es condición necesaria que haya un desfase en el tiempo entre la corriente del arrollamiento auxiliar y la corriente del arrollamiento principal.

Los campos alternos que se producen en el arrollamiento principal y en el arrollamiento secundario están entonces desfasados entre sí en el espacio y en el tiempo, y forman un campo giratorio común.(figura 1.8) Ese campo giratorio permite el autoarranque.

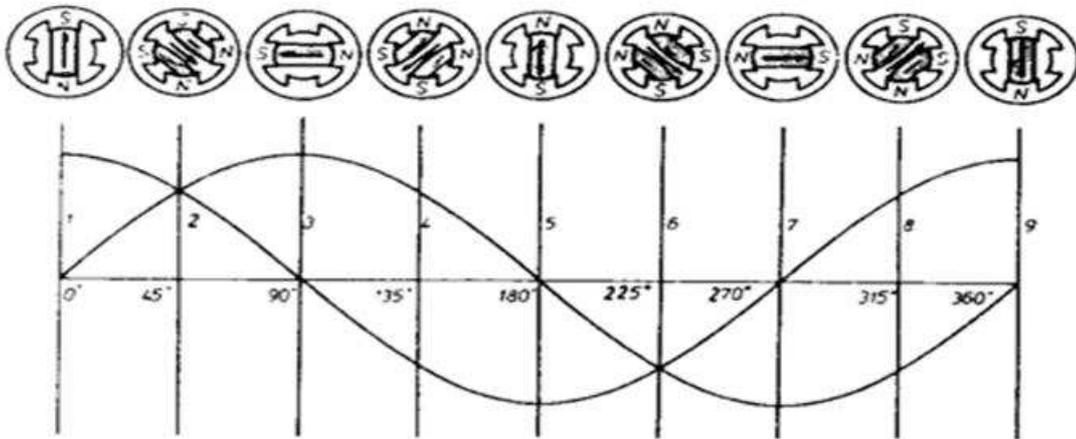


Figura 1.8 Desfasaje de bobinas en el tiempo

Los motores de inducción monofásicos pueden arrancar solos.

La velocidad del campo giratorio viene dada, igual que en los motores trifásicos, por el número de polos y por la frecuencia de la red. La gráfica (figura 1.9) muestra la formación del campo giratorio en los instantes 1 y 2 para unas corrientes de arrollamiento

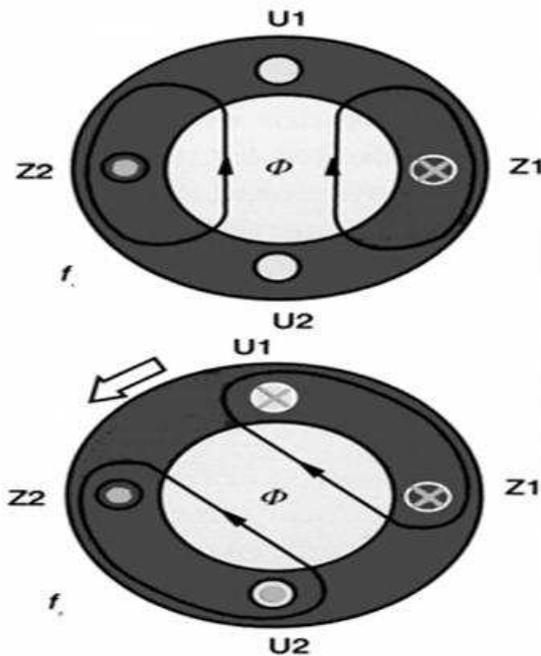


Figura 1.9 Formación del campo giratorio en el tiempo

1.2.2.2 Motor monofásico con ramal auxiliar de resistencia

El campo giratorio se forma si se conecta una resistencia activa en serie con el bobinado auxiliar. Para ello se enrolla un tercio del número de espiras de la bobina en sentido contrario a las espiras restantes.

En el arrollamiento auxiliar bifilar se anula en parte el efecto inductivo, pero se mantiene su resistencia activa.

El bobinado auxiliar de resistencia hay que desconectarlo una vez que se ha acelerado el motor, con el fin de evitar la sobrecarga térmica. Esto se puede hacer, por ejemplo, mediante un interruptor centrífugo. Una vez que se haya desconectado este bobinado, el motor trabaja como un motor de lanzamiento.

Los motores con bobinado auxiliar de resistencia se construyen con una potencia nominal de hasta unos 300 W. Su par de arranque corresponde aproximadamente al par nominal. Se utilizan en el caso de escasa frecuencia de arranque, por ejemplo para compresores de frigoríficos o como motores para quemadores de fuel.

1.2.2.3 Motor de condensador

En el motor de condensador se obtiene el desfase necesario para que se forme el campo giratorio entre las corrientes del arrollamiento principal y del arrollamiento auxiliar conectando un condensador en serie al arrollamiento auxiliar.(figura 1.10)

El condensador suele ir montado en la carcasa del motor. Si el arrollamiento auxiliar no es de tipo dividido, el condensador se conecta antes del arrollamiento auxiliar, y en el caso de arrollamiento auxiliar partido, va situado entre sus bobinas parciales.

Para cambiar el sentido de giro del motor, es necesario invertir la polaridad de la corriente del arrollamiento auxiliar. Esto se hace cambiando la conexión del condensador en la placa de bornes.

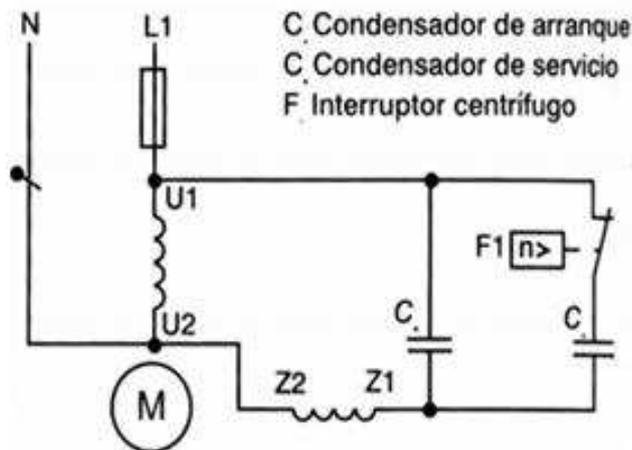


Figura 1.10 Conexión del condensador

El motor produce un par de arranque elevado si se utiliza un condensador de arranque CA y un condensador de servicio CB. Mediante la capacidad de ambos condensadores se puede incrementar el arranque hasta un valor que sea 2 a 3 veces superior al par nominal. Por este motivo el motor puede arrancar en carga. Una vez que se haya acelerado, se desconecta el condensador de arranque quedando sólo el condensador de servicio. (figura 1.11)

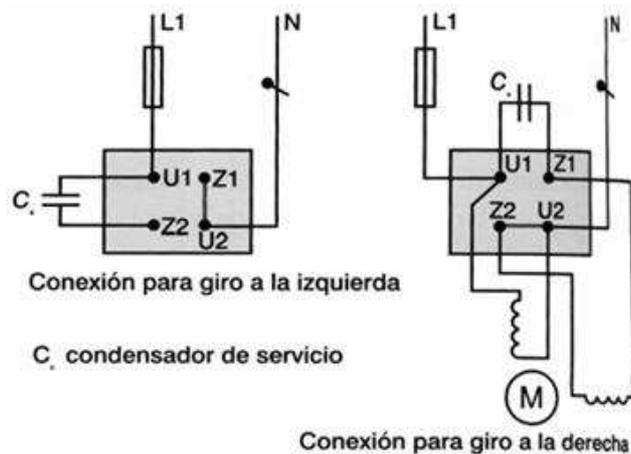


Figura 1.11 Conexión de cambio de giro

Es necesario efectuar esta desconexión ya que, debido a la elevada capacidad total del condensador de arranque y del condensador de servicio, pasa gran intensidad a través del arrollamiento auxiliar. En régimen permanente, esto daría lugar a sobrecalentamiento. La desconexión se realiza mediante relés térmicos o por un interruptor centrífugo.

1.2.2.4 Motor universal

Los motores serie para corriente alterna (motor serie monofásico) llevan estator y rotor de chapa debido a las pérdidas con corrientes parásitas. El estator lleva polos pronunciados en los que se aloja el arrollamiento de excitación.

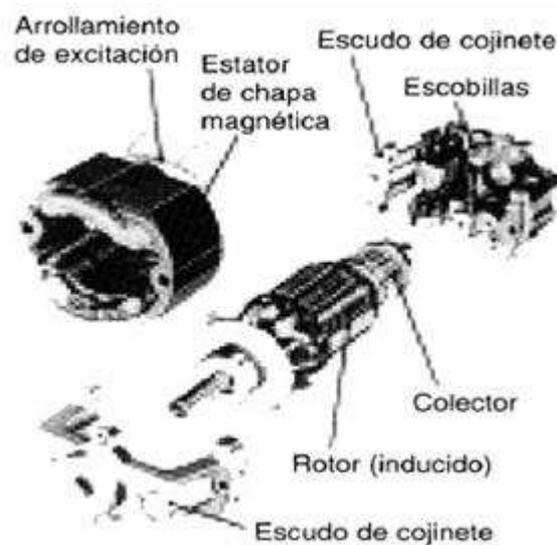


Figura 1.12 Partes de un motor Universal

La figura 1.12, muestra la construcción del motor universal es semejante a la del motor de corriente continua Cuando el motor universal se conecta a tensión alterna, cambian al mismo tiempo el sentido de la corriente de excitación y del inducido. De esta manera, el par de giro que se produce actúa siempre en el mismo sentido.

Los motores universales tienen un comportamiento en servicio semejante a los motores de corriente continua de excitación derivación.

La corriente alterna provoca en el arrollamiento de excitación una resistencia reactiva inductiva que reduce la intensidad de corriente y la potencia del motor. Con el fin de limitar la resistencia reactiva, los motores universales conectados a la corriente alterna trabajan con un número reducido de espiras de excitación.

Los motores universales son los motores pequeños más utilizados. Alcanzan velocidades superiores a los motores asíncronos monofásicos, y de esta manera se obtiene una potencia de accionamiento grande para un tamaño pequeño. Como su inducido generalmente va unido fijo al ventilador y al reductor, apenas existe peligro de que se embale.

Las interferencias de radio debidas al chisporroteo de las escobillas se eliminan mediante condensadores antiparasitarios. Los motores universales se utilizan, por ejemplo, para accionamiento de electrodomésticos y pequeñas herramientas eléctricas.

1.2.2.5 Motor paso a paso

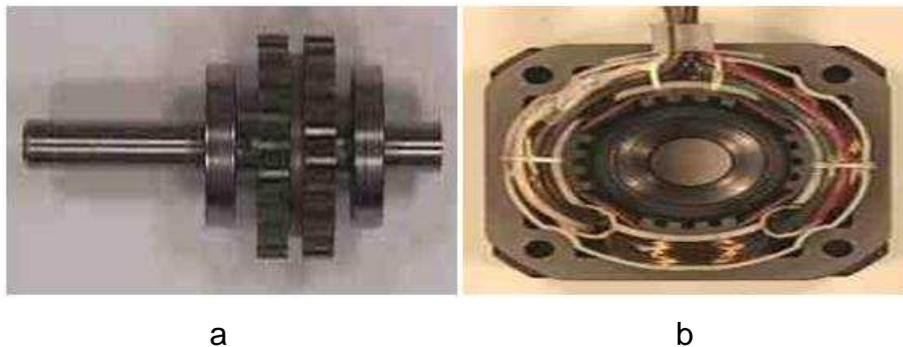


Figura 1.13 a) Imagen del rotor b) Imagen de un estator de 4 bobinas

Los motores paso a paso tienen la capacidad de transformar pulsos eléctricos en movimientos rotacionales discretos, pudiendo girar en el sentido deseado y con un ángulo preciso llamado paso. Básicamente estos motores están constituidos normalmente por un rotor sobre el que van aplicados distintos imanes

permanentes y por un cierto número de bobinas excitadoras bobinadas en su estator. (Figura 1.13)

Las bobinas son parte del estator y el rotor es un imán permanente. Toda la conmutación (o excitación de las bobinas) deber ser externamente manejada por un controlador.

CARACTERÍSTICAS

- a) Grados por paso ó resolución:** especifica el número de grados que el rotor girará por cada paso. Hay motores de 0.72°,1.8°,3.6 °, 7.5°, 15°, y hasta 90° por paso. El ángulo de paso en grados para cualquier motor imán permanente o de reluctancia variable es:

$$\alpha = 360 / nP$$

n: número de fases o grupo fase del estator

P: número de polos o dientes del rotor

- b) Frecuencia de funcionamiento:** los motores son fabricados para trabajar en un rango de frecuencias determinado por el fabricante y rebasado dicho rango, el rotor no es capaz de seguir las variaciones del campo magnético, provocando una pérdida de sincronización y quedando frenado en estado de vibración. La máxima frecuencia admisible está alrededor de los 625 Hz.
- c) Voltaje:** va indicado en el mismo motor o en las hojas de datos. A veces es necesario exceder el rango de voltaje para obtener el torque deseado de un motor dado, pero esto puede sobrecalentar y/o disminuir el tiempo de vida del motor.
- d) Resistencia por bobina:** determinará la corriente que pase por el motor, también la curva de *torque* del motor y la máxima velocidad de operación.

e) **Resonancia:** a ciertas frecuencias de funcionamiento el motor sufre una pérdida de pasos, por lo que deben evitadas.

Los motores de imán permanente son menos inestables que los de reluctancia variable, pues tienen mayor inercia en el rotor y un *torque* de arranque más elevado. Existen una serie de fórmulas básicas que nos ayudarán a calcular las características que puede ofrecernos cada motor. (Tabla1).

FÓRMULAS BÁSICAS					
Velocidad angular	Aceleración angular	Torque de fricción	Momento de inercia		Torque para acelerar una carga inercial
$w = \frac{\text{pasos/segundo}}{\text{pasos/revolución}} \times 2$	$\alpha = \frac{w_2 - w_1}{t}$	$T = F \cdot r$	disco $I = \frac{W \cdot r^2}{2}$	cilindro $I = \frac{W}{2}(r_1^2 + r_2^2)$	$T = I \cdot \alpha$
[pasos/segundo]	[pasos/segundo ²]	[mN m]	[g m ²]		[N m]
F: fuerza en miliNewtons para mover la carga estática r: radio en metros W: peso en gramos					

Tabla1. Fórmulas básicas

TIPOS DE MOTORES PASO A PASO

Existen dos tipos: los de imán permanente y los de reluctancia variable. Los primeros muestran resistencia cuando intentamos girar el eje con los dedos, mientras que los de reluctancia variable casi siempre giran libremente o con menor dificultad.

a) Motores de reluctancia variable

Para la fabricación del rotor se emplea una aleación de hierro dulce o suave. El par del rotor se desarrolla como resultado de que éste se mueve hacia aquella posición en la cual se reduce al mínimo la reluctancia. Son los más simples de controlar. La secuencia de control que mueve el motor se reduce al alimentar las bobinas secuencialmente.

Tiene un cable por cada bobina y uno más que es común a uno de los extremos de cada bobina y va a la fuente de alimentación positiva.

b) Motores de imán permanente

El rotor de estos motores tiene un número par de polos y está fabricado en aleación de acero de alta resistividad.

Según la construcción de las bobinas del estator, podemos diferenciar entre motores bipolares y motores unipolares. En los primeros las bobinas están formadas por un arrollamiento único, mientras que en los segundos las bobinas están compuestas por dos arrollamientos separados por un *tap* central, a cada bobina del estator los motores unipolares tendrán menos vueltas y se producirá una disminución de la relación de amperios/vuelta. Es por esto que a igualdad de tamaño los motores bipolares ofrecen un mayor par.

Motores Unipolares

Los *tap* centrales se conectan a la fuente de alimentación positiva, y los extremos de cada bobinado son alternativamente puestos a tierra para invertir la dirección del campo entregado por el bobinado. El número de fases es el doble al número de bobinas, ya que cada bobina es dividida en dos por medio del *tap* central. (figura 1.14)

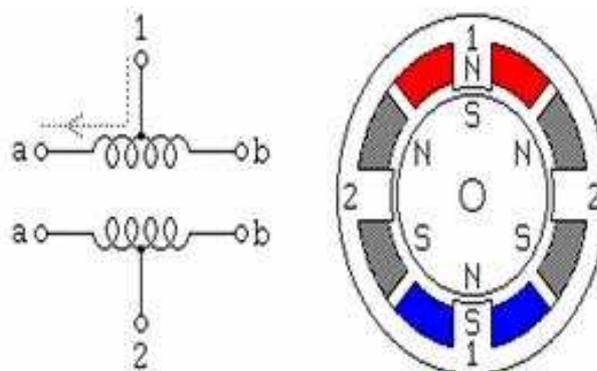


Figura 1.14 Motor paso a paso unipolar

El motor mostrado es de un paso de 30° . El bobinado 1 esta distribuido entre la parte superior e inferior del estator y el bobinado 2 entre la izquierda y derecha del estator.

El rotor es un imán permanente de 6 polos, 3 norte y 3 sur, distribuidos alrededor de su circunferencia. Para altas resoluciones el rotor debe tener más polos. Si fluye corriente por un lado de bobina 1, la parte de arriba del estator esta en N y la de abajo en S.

Esto atrae el rotor a la posición de partida. Si ahora se deja de alimentar la bobina 1 y se alimenta un lado de la bobina 2, el rotor dará un paso de 30° en sentido anti horario. De forma sucesiva, se alimentan los lados oportunos de las bobinas para conseguir el campo magnético circular en el estator.

Motores bipolares

Están diseñados de la misma forma que un motor unipolar, la única diferencia es que ya no tienen un *tap* central: cada bobina del estator se encuentra dividida en dos mediante una derivación central conectada a un terminal de alimentación. (figura1.15)

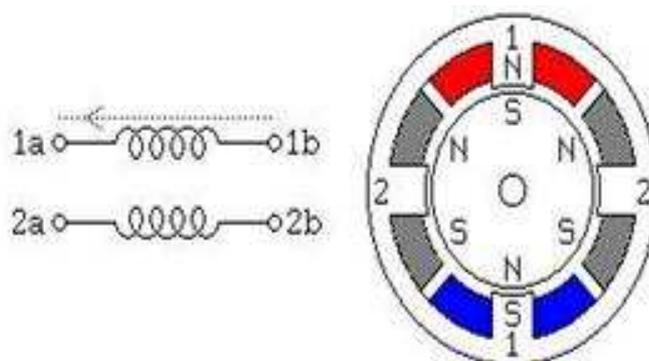


Figura 1.15 Motor paso a paso Bipolar

De este modo, el sentido de la corriente que circula a través de la bobina y por consiguiente la polaridad magnética del estator viene determinada, a través de un dispositivo de conmutación. En vez de invertir la polaridad de la corriente como se

hacia en los M.P.P. bipolares se conmuta la bobina por donde circula dicha corriente.

Encontramos aplicaciones de este motor en las impresoras de ordenador, escáner, y casi todos los sistemas domésticos en donde es necesario controlar con exactitud y a buen precio la posición y evolución de un cabezal. Dentro del campo industrial, han jugado el papel principal en la robótica.(figura 1.14)



Figura 1.16.Ejemplo de motor paso a paso

1.3 ACOPLAMIENTO DE MOTORES

1.3.1 REDUCTORES Y MOTORREDUCTORES

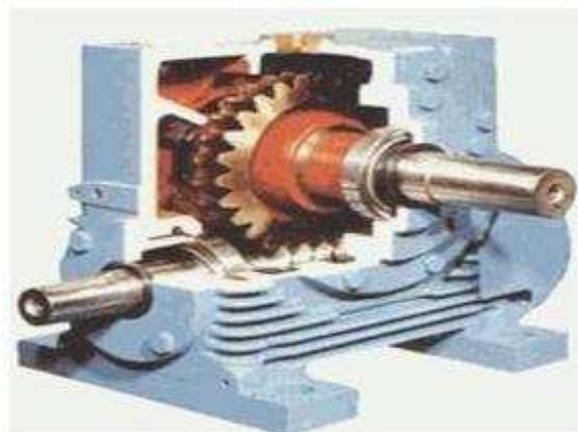


Figura 1.17 Ejemplos de motorreductores

Los reductores son elementos mecánicos muy adecuados para el accionamiento de todo tipo de máquinas y aparatos de uso industrial, que se necesiten reducir su velocidad de una forma eficiente, constante y segura, por medio de engranajes.

Los motorreductores se forman normalmente acoplando al mecanismo reductor un motor eléctrico normalizado, cerrado y refrigerado por autoventilador. Además, a este motor se suele incluir como protección, un guarda motor, que regula su intensidad y un relé térmico de sobrecarga.

Las ventajas de usar reductores y/o motorreductores son:

- Alta eficiencia de la transmisión de potencia del motor.
- Alta regularidad en cuanto a potencia y par transmitidos.
- Poco espacio para el mecanismo.
- Poco tiempo de instalación y mantenimiento.
- Elemento seguro en todos los aspectos, muy protegido.

1.3.1.1 Características del reductor o motorreductor - tamaño

1. Potencia, en HP, de entrada y de salida.
2. Velocidad, en RPM, de entrada y de salida.
3. PAR (o torque), a la salida del mismo, en KG/m.
4. Relación de reducción: índice que detalla la relación entre las RPM de entrada y salida.

1.3.1.2 Características del trabajo a realizar

1. - Tipo de máquina motriz.
2. - Tipos de acoplamiento entre máquina motriz, reductor y salida de carga.
3. - Carga: uniforme, discontinua, con choque, con embrague, etc.
4. - Duración de servicio: horas/día.

1.3.1.3 Selección de potencia de los reductores

Para calcular la potencia que debe tener un Reductor al acoplar a una determinada Carga, la potencia requerida por la máquina se debe multiplicar por el **FACTOR DE SERVICIO**; el resultado se llamará Potencia de Elección. En algunos casos es más importante el PAR que puede dar un Reductor que la Potencia, por lo que en la Elección se tendrá más en cuenta este PAR.

1.3.1.4 Selección del reductor de velocidad

Para escoger correctamente el reductor más adecuado es necesario conocer la potencia a transmitir, las rotaciones por minuto de los ejes de entrada y de salida del reductor, el tipo de máquina a ser operada y el ciclo operativo de la máquina.

		HORAS DIA		TIPOS DE CARGA	
		2	10	UNIFORME	MEDIA
TIPO DE MOTOR QUE ACCIONA EL REDUCTOR	MOTOR ELECTRICO ENTRADA CTE	2	0.9	1.1	1.5
		10	1.0	1.25	1.75
		24	1.25	1.5	2.00
	MOTOR DE COMBUSTION DE VARIOS CILINDROS MEDIANAMENTE IMPULSIVA	2	1.0	1.35	1.75
		10	1.25	1.50	2.00
		24	1.50	1.75	2.50

Tabla 2. Datos de los diferentes tipos de carga

Factor de servicio (F.S.) Los reductores son calculados a para un factor de servicio igual a 1; es decir, con un funcionamiento libre de choques y un tiempo de funcionamiento de 8 horas a temperatura de ambiente de 30°C El factor de servicio F.S, cuantifica la influencia de las condiciones externas sobre el funcionamiento del reductor. En primera instancia, F.S. depende del tipo de servicio de la máquina a ser accionada.

En la tabla 2 se indican los diferentes tipos de carga, U (uniforme), M (moderada) y P (pesada) para las aplicaciones más comunes. Localizado el tipo de carga, con el tipo de motor y el número de horas/día de funcionamiento, se determina el F.S. correspondiente en la tabla 2.

1.3.2 MECANISMOS DE TRANSMISIÓN DEL MOVIMIENTO

Un mecanismo transforma un movimiento y una fuerza de entrada en un movimiento y una fuerza de salida. La misión del mecanismo es transmitir el movimiento, transformarlo o ambas cosas al mismo tiempo.

En la transformación de movimiento intervienen varios elementos como: árboles o ejes, poleas, ruedas, piñones, engranajes, correas, cadenas, bielas, etc.

Los movimientos pueden ser:

1.3.2.1 Transmisión lineal

a) Polea

Es una rueda ranurada que gira alrededor de un eje, estando éste sujeto a una superficie fija. Por la ranura de la polea se hace pasar una cuerda, cadena o correa, que permite vencer una resistencia R , aplicando una fuerza F . (figura 1.18)

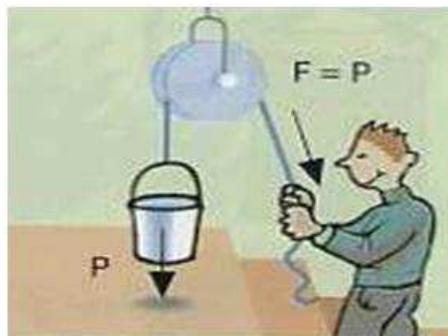


Figura 1.18 Ejemplo de polea

- b) **Palancas** una palanca en la que el punto de apoyo estaba situado entre el peso que se quería mover y el punto de aplicación de la fuerza. (figura 1.19)

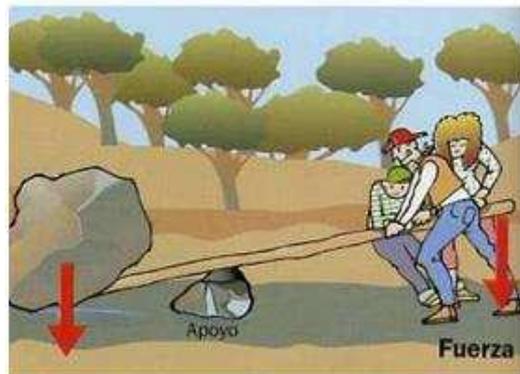


Figura1.19 Ejemplo palanca

1.3.2.2 Transmisión circular

a) Ruedas o poleas:

Son sistemas de dos o más ruedas que se encuentran en contacto directo o a través de correas. **Las ruedas de fricción** son que se encuentran en contacto directo. Una de la ruedas se llama **motriz o de entrada** y al girar provoca el movimiento de la **rueda conducida o de salida**, en sentido contrario. (figura 1.20).

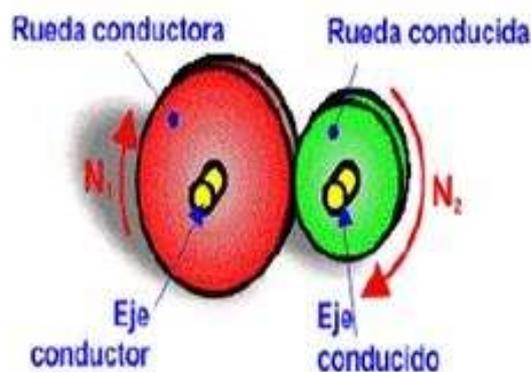


Figura1.20: ejemplo de transmisión circular, ruedas y poleas

b) Sistemas de poleas con correas:

Son conjuntos de poleas o ruedas situadas a cierta distancia, que giran simultáneamente por efecto de una correa. Si tenemos una rueda motriz con un diámetro $D1$ que gira a una velocidad $N1$ y una rueda conducida con un diámetro $D2$ que gira a una velocidad $N2$, se cumple que:

$D1 \cdot N1 = D2 \cdot N2$ o lo que es lo mismo: $i = D1/D2 = N2/N1$ (relación de transmisión)

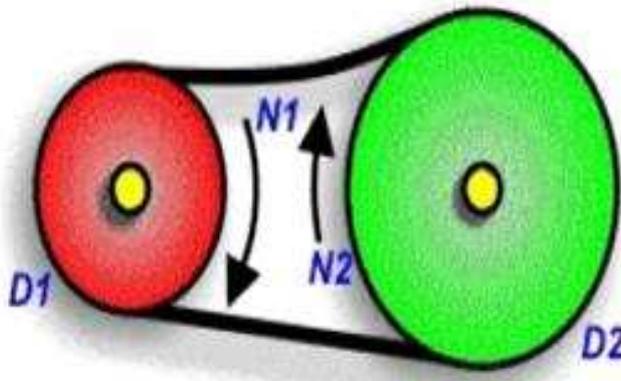


Figura 1.21 ejemplo de sistemas de correas con poleas

Si la rueda motriz es más pequeña que la conducida, la segunda rueda gira más despacio que la primera. Se dice entonces que el mecanismo es **reductor**. Si la rueda motriz es más grande que la conducida, la segunda rueda gira más rápido que la primera.

Se dice entonces que el mecanismo es **multiplicador**

c) Engranajes

Son juegos de ruedas que poseen salientes denominados dientes, que encajan entre sí, de modo que unas ruedas arrastran a las otras. Todos los dientes han de tener la misma forma y tamaño. (figura1.22)

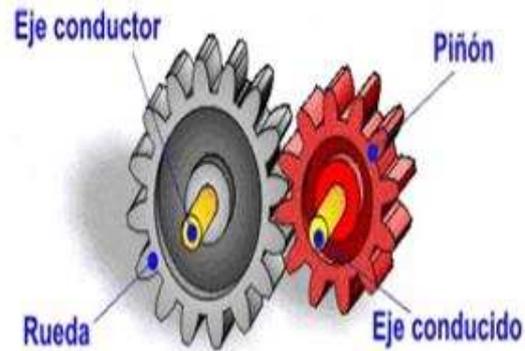


Figura1.22 Detalle de engranaje

El movimiento del eje motriz se transmite al eje conducido a través de los engranajes.

En este caso, la relación de transmisión i , depende del número de dientes de cada rueda, al que denominamos con la letra Z . Así, se cumple siempre que:

$$Z_1/Z_2 = N_2/N_1$$

1.3.2.3 Transmisión por cadena

Es una mezcla de la transmisión por correa y los engranajes. Permite transmitir movimiento entre ejes que están separados entre sí. Evita los resbalamientos de las correas, por lo que permite más potencia. (figura 1.23)

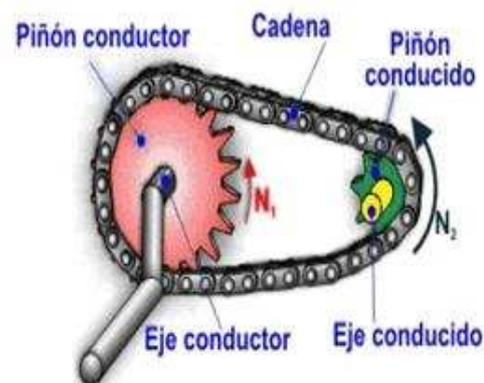


Figura 1.23 detalle de transmisión por cadena

1.3.2.4 Tornillo sin fin - corona

Es un mecanismo que sirve para transmitir un movimiento circular entre dos ejes que se cruzan perpendicularmente. (figura 1.24)

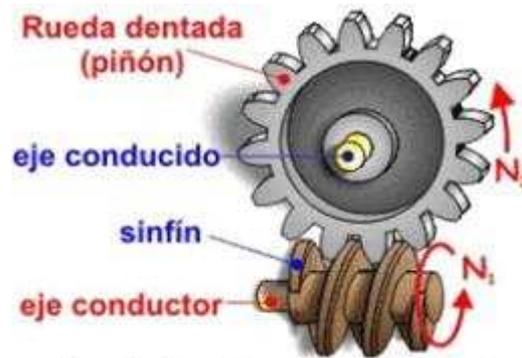


Figura 1.24 Detalle tornillo sin Fin

1.3.2.5 Conjunto manivela - torno

Una manivela es una barra que está unida a un eje al que hace girar. La fuerza necesaria para que el eje gire es menor que la que habría que aplicarle directamente.

El mecanismo que se basa en este dispositivo es el torno, que consta de un tambor que gira alrededor de su eje a fin de arrastrar un objeto. Con él, transformamos un movimiento circular en rectilíneo. (figura 1.25)

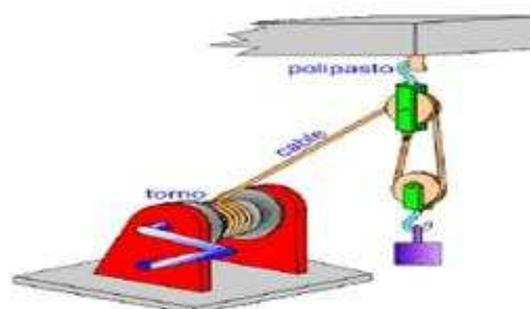


Figura 1.25 Conjunto manila- torno

Un torno está en equilibrio cuando se cumple la igualdad que se puede ver en la grafica. De esta forma, cuanto más larga sea la manivela y menor el diámetro del tambor, mayor será la fuerza que podremos vencer.

1.3.2.6 Piñón - cremallera

Se trata de un mecanismo en el que hay una rueda dentada enganchada a una cremallera, es decir una barra recta dentada, Cuando la rueda dentada gira, la cremallera se desplaza con un movimiento rectilíneo. Este mecanismo es reversible, es decir, que si se desplaza la cremallera, hacemos girar el piñón, con lo que se transforma un movimiento rectilíneo en circular. Se utiliza en direcciones de automóviles, sacacorchos, puertas de corredera, taladradoras, etc.

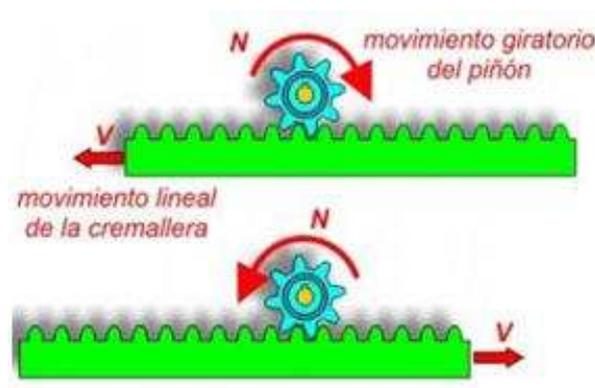


Figura1.26 Detalle piñón cremallera

1.3.2.7 Biela - manivela



Figura 1.27 conjunto biela- manivela

Está formado por una manivela y una barra denominada biela. Ésta se encuentra articulada por un extremo con dicha manivela y, por el otro, con un elemento que describe un movimiento alternativo. Al girar la rueda, la manivela transmite un movimiento circular a la biela que experimenta un movimiento de vaivén.

1.4 SENSORES

1.4.1 INTRODUCCIÓN

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

Los sensores posibilitan la comunicación entre el mundo físico y los sistemas de medición y/o de control, tanto eléctricos como electrónicos, utilizándose extensivamente en todo tipo de procesos industriales y no industriales para propósitos de monitoreo, medición, control y procesamiento.

1.4.2 MAGNITUDES FÍSICAS QUE SE DESEA MEDIR

Existe una amplia variedad de dispositivos diseñados para percibir la información externa de una magnitud física y transformarla en un valor electrónico que sea posible introducir al circuito de control.

A continuación se describe las siguientes:

Luz (con su gama de espectro: visible, infrarroja, ultravioleta)

Sonido y ultrasonido

Gravedad (inclinación, posición)

Temperatura

Humedad

Presión y/o fuerza

Velocidad

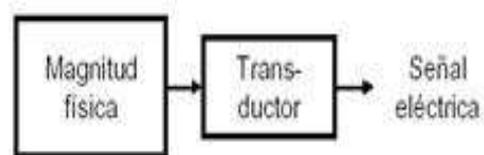
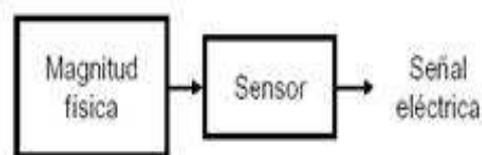
Magnetismo

Ubicación (Proximidad)

1.4.3 ELEMENTOS MÁS USUALES EN UN SISTEMA DE CONTROL

Sensores: Elemento primario que a partir de la energía del medio proporciona una señal de salida que es función de la magnitud que pretende medir.

Transductor: (del latín *transducere*= convertir). Dispositivo que transforma una magnitud física (mecánica, térmica, magnética, eléctrica, óptica, etc.) en otra magnitud, normalmente eléctrica. En la realidad es un dispositivo más complejo, ya que puede incluir amplificadores, acondicionadores de señal, conversores A/D, etc.



Ej.: Medida de la corriente por una línea utilizando una resistencia de bajo valor.



Ej.: Medida de temperatura utilizando una RTD (Detector de Temperatura Resistivo).

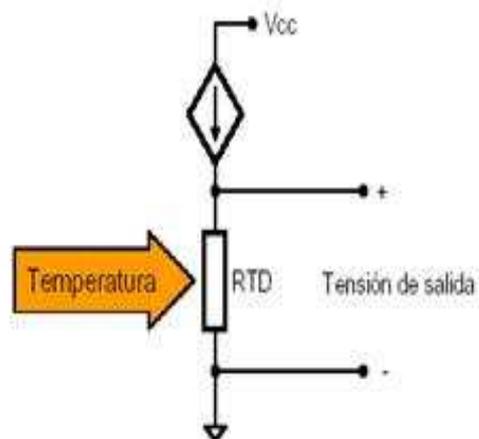


Figura 1.28 Relación entre sensor y transductor

Como muestra la figura 1.28, la diferencia entre sensor y transductor: En un transductor se produce una conversión del tipo de energía

1.4.4 TIPO DE SENSORES

Existe una amplia variedad de dispositivos diseñados para percibir la información externa de una magnitud física y transformarla en un valor electrónico que sea posible introducir al circuito de control.

Sensores de luz

- Elementos sensibles
 - LDRs o Fotorresistores (resistores variables por la incidencia de la luz)
 - Fotoceldas o celdas fotovoltaicas
 - Fotodiodos
 - Fototransistores
 - Optoacopladores
- Módulos integrados
 - Reflectivo
 - De ranura

Sensores de presión y fuerza

- Elementos sensibles
 - Microinterruptores
 - Sensores de presión
 - Sensores piezoeléctricos de tensión y torsión

Sensores de sonido

- Elementos sensibles
 - Micrófonos
 - Captadores piezoeléctricos
- Módulos integrados
 - Rangars (medidores de distancia) ultrasónicos

Sensores de gravedad (posición)

- Acelerómetros, sensores de vibración
- Sensores pendulares (Inclinómetros)
- Contactos de mercurio
- Giróscopos

Sensores de temperatura

- Termistores
- RTDs (Termorresistencias)
- Termopares, Termocuplas
- Diodos
- Circuitos integrados
- Piro sensores (a distancia)

Sensores de humedad

- Sensores capacitivos
- Sensores resistivos
- Módulos integrados

Sensores de velocidad

- Tacómetros
- Codificadores (encoders)

Sensores de magnetismo

- Efecto Hall
- Brújulas electrónicas
- Interruptores magnéticos

Sensores de ubicación geográfica

- GPS
- Receptores de radiobalizas

Sensores de proximidad

- Sensores capacitivos
- Sensores inductivos

1.4.5 SENSORES UTILIZADOS

El estudio de este escrito se enfocara en los sensores sensibles a la luz o llamados también Fotoelectrónicos, sensores de proximidad y los sensores neumáticos.

1.4.5.1 Sensores fotoelectrónicos

Atendiendo a su Longitud de onda, la Radiación electromagnética recibe diferentes nombres. Desde los energéticos rayos gamma (con una longitud de onda del orden de picometros) hasta las ondas de radio (longitudes de onda del orden de varios kilómetros) pasando por la Luz visible cuya Longitud de onda está en el rango de las décimas de micra. El rango completo de longitudes de onda forma el espectro electromagnético, del cual la luz visible no es más que un minúsculo intervalo que va desde la longitud de onda correspondiente al violeta (380 nm) hasta la longitud de onda del rojo (780 nm). Los colores del espectro se ordenan como en el arco iris, formando el llamado espectro visible.

La ***luminiscencia***, se produce como resultado de la circulación de una corriente en sentido directo a baja tensión a través de un cristal dopado apropiadamente, que contiene una unión pn. Ésta es la base del diodo de luz o LED.

DISPOSITIVOS DETECTORES DE LUZ.

Los detectores de luz, dispositivos basados en la tecnología de semiconductores de silicio, producidos en gran escala, convierten las señales de luz en señales eléctricas, son otra parte importante de la moderna imagen de la optoelectrónica del semiconductor.

El fotodiodo.

El fotodiodo de unión pn polarizada en sentido inverso es un elemento básico para comprender los dispositivos fotosensibles de silicio. Cuando la luz de longitud de onda apropiada es dirigida hacia la unión, se crean pares hueco-electrón que se desplazan a través de la unión debido al campo generado en la región deprimida.

El resultado es un flujo de corriente, denominado fotocorriente, en el circuito externo, que es proporcional a la irradiación efectiva en el dispositivo.

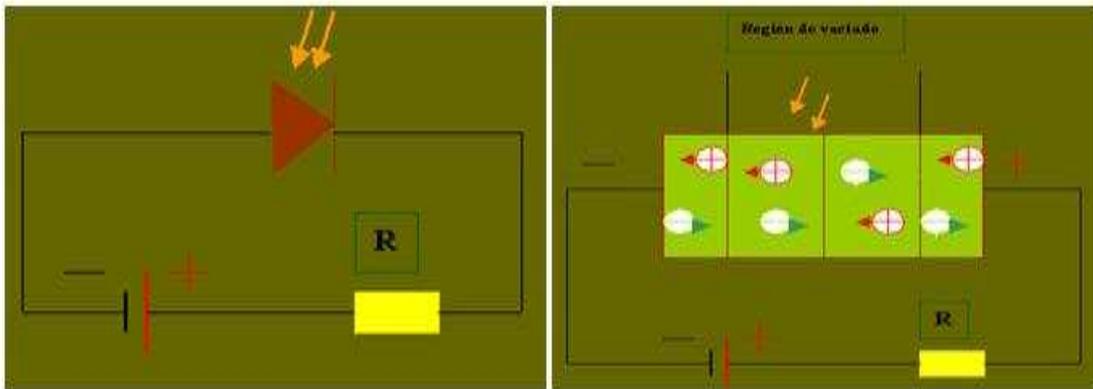


Figura 1.29 Fotodiodo sensible a la luz con unión pn polarizada inversamente

El fotodiodo se comporta básicamente como un generador de corriente constante hasta que se alcanza la tensión de avalancha. (figura 1.29)

El fotodiodo exhibe un pico de respuesta en una longitud de onda radiante determinada. Para esta longitud de onda, se produce la máxima cantidad de pares huecos-electrón en la proximidad de la unión.

La incidencia de la luz es a través de una cobertura cristalina y a veces en forma de lente, por su construcción y diseño será especialmente sensible a la luz visible e infrarroja. Todos los semiconductores tienen esta sensibilidad a la luz, aunque en el caso de los fotodiodos, esta es máxima.

Fototransistor.

El transistor sensible a la luz es una de las combinaciones fotodiodo amplificador más simples. Dirigiendo una fuente de luz hacia la unión pn polarizada en sentido inverso (colector-base), se genera una corriente de base, que es amplificada por la ganancia de corriente del transistor. (figura 1.30)

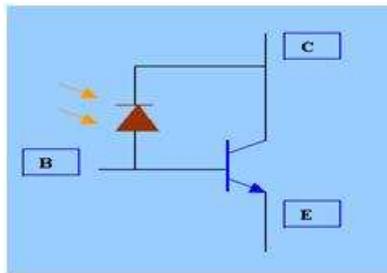


Figura1.30 Circuito equivalente Fototransistor

Los fototransistores trabajan como los transistores ordinarios pero la corriente de base es producida por luz incidente en la unión base colector. Los fototransistores son más lentos, que los fotodiodos pero mucho más sensibles.

Se requiere un cuidadoso proceso de elaboración de la pastilla del transistor para hacer compatible la máxima reducción de la corriente en la oscuridad del fototransistor, con la obtención de una alta sensibilidad a la luz. Las corrientes de este tipo, típicas del fototransistor para una tensión inversa de 10v, son del orden de 1 nA a temperatura ambiente y aumentan en un factor de 2 para cada 10 °C de aumento de temperatura. Las especificaciones del fototransistor garantizan normalmente unos límites de corriente en la oscuridad mucho más altos, por ejemplo 50 a 100 nA, debido a las limitaciones del equipo automático de prueba.

Foto SCR.

El circuito equivalente con dos transistores del rectificador controlado de silicio mostrado en la figura ilustra el mecanismo de conmutación de este dispositivo.

La corriente debida a los fotones, generada en la unión pn polarizada en sentido inverso, alcanza la región de puerta y polariza en sentido directo el transistor npn, iniciando la conmutación.(figura 1.31)

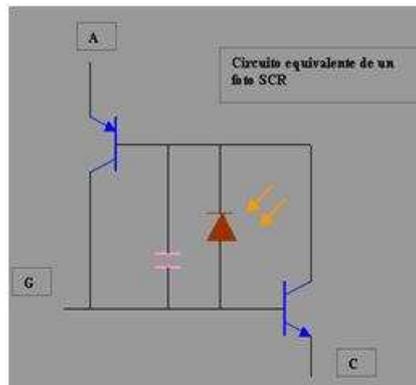


Figura 1.31 Circuito equivalente de un foto SCR

Otros amplificadores foto detectores.

La tecnología de los circuitos integrados permite múltiples combinaciones de dispositivos fotosensibles con elementos activos y pasivos, en una pastilla de silicio única. Ejemplos específicos de estos dispositivos son el fotodarlington con resistencia base-emisor integral, el fotodetector a FET bilateral analógico, los dispositivos de activación de SCR's y TRIACS (*Ujt, Put, Diac, Diodo De 4 Capas, Scs, Timer555*) y el disparador de Schmitt con entrada óptica

Optoacopladores.

Los fotodiodos y los fototransistores, en combinación con un LED, forman la base de los optoacopladores.

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. Concepto: Un optoacoplador es un dispositivo que contiene una fuente de luz y un detector fotosensible separados una cierta distancia y sin contacto eléctrico entre

ellos. La clave del funcionamiento de un optoacoplador está en el emisor, un LED, y en el detector fotosensible a la salida.

La energía de luz proporcionada por el emisor está situada generalmente en la región de los infrarrojos o muy cercana a ella.

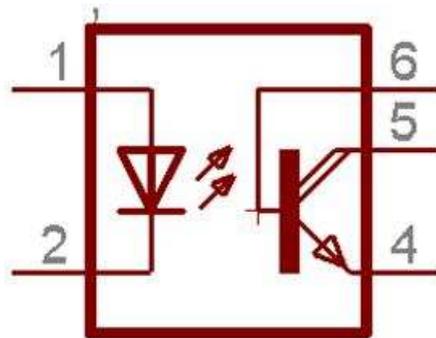


Figura 1.32 Circuito equivalente optoacoplador

1.4.5.2 Sensores de proximidad

- a. **Sensores de barrera.** Cuando existe un receptor y un emisor apuntados uno al otro. Tiene este método el más alto rango de detección (hasta unos 60m) (figura 1.33)

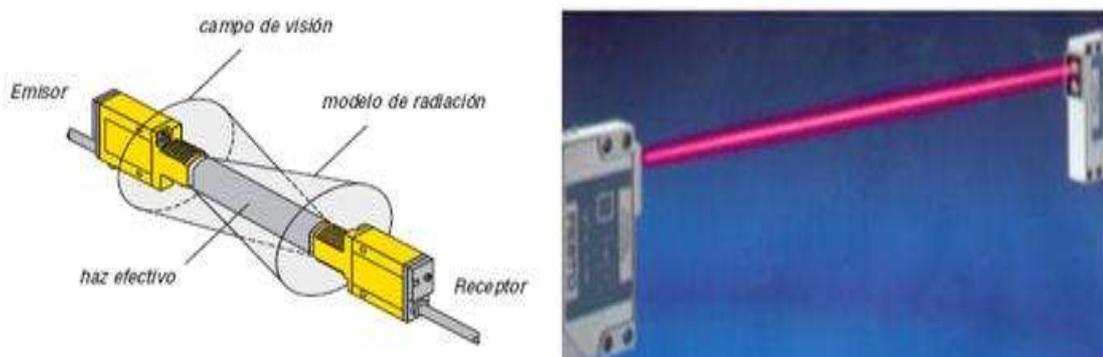


Figura 1.33 Esquema sensor de barrera

- b. **Sensores Reflex.** Cuando la luz es reflejada por reflector especial cuya particularidad es que devuelve la luz en el mismo ángulo que la recibe (9m de alcance). (figura 1.34)



Figura 1.34 Sensor réflex

- c. **Sensores Auto Reflex.** Son prácticamente iguales a los del tipo anterior, excepto que el emisor tiene un lente que polariza la luz en un sentido y el receptor otro que la recibe mediante un lente con polarización a 90 del primero. Con esto, el control no responde a objetos muy brillantes que pueden reflejar la señal emitida (5m de alcance).(figura 1.35)

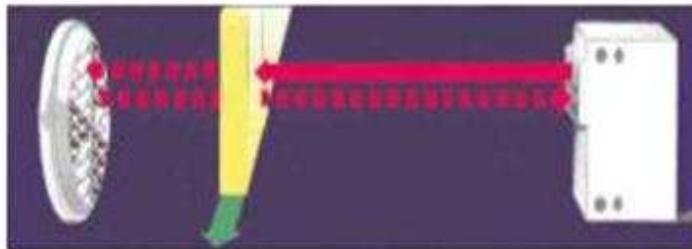


Figura 1.35 sensor autoreflex

1.4.5.3 Sensores neumáticos

Interruptor fin de carrera (Limit Switches)



Figura 1.36 Interruptor fin de carrera

También conocidos como fines de carrera, son sensores neumáticos que se utilizan para medir la presencia, ausencia, paso y posicionamiento de un objeto. Transformado en un movimiento mecánico en una señal electrónica. En un comienzo se los utiliza para definir el final del recorrido de un objeto.(figura 1.3.6).

Principio de funcionamiento

El movimiento mecánico en forma de leva o empujador actúa sobre la palanca o pistón de accionamiento del interruptor de posición haciendo abrir o cerrar un contacto eléctrico del interruptor. Esta señal eléctrica se utiliza para posicionar, contar, parar o iniciar una secuencia operativa al actuar sobre los elementos de control de la máquina.

Ventajas y desventajas de los fines de carrera

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> • Facilidad de uso. • Operación sencilla y visible. • Carcasa durable. • Cierres herméticos para una operación confiable. • Elevada resistencia a las distintas condiciones ambientales. • Alta repetibilidad. • Pérdida de voltaje mínimas. • Ausencia de corriente de fuga. 	<ul style="list-style-type: none"> • Vida de los contactos mas breve que en la tecnología de estado sólido. • Los componentes mecánicos móviles se desgastan, por lo que requieren mayor mantenimiento. • No se pueden utilizar en todas las aplicaciones.

1.5 LOS TIRISTORES

Un tiristor es uno de los tipos más importantes de los dispositivos semiconductores de potencia. Los tiristores se utilizan en forma extensa en los circuitos electrónicos de potencia. Se operan como conmutadores biestables, pasando de un estado no conductor a un estado conductor.

Para muchas aplicaciones se puede suponer que los Tiristores son interruptores o conmutadores ideales, aunque los tiristores prácticos exhiben ciertas características y limitaciones.

Entre los tiristores se pueden encontrar diferentes categorías atendiendo a sus distintos procedimientos de fabricación y constitución propios. Pueden destacar: Los tiristores sensibles, los tiristores rápidos, el complementario, el de doble puerta, el tiristor bloqueable, los fototiristores, el triac, etc.

1.5.1 TRIAC

Es un elemento de potencia, tiene tres terminales denominados: Terminal principal 1 (MT1), Terminal principal 2 (MT2) y compuerta (Gate). Es un elemento bidireccional es decir permite la circulación de corriente en cualquiera de sus dos sentidos.

En su estructura interna está se puede decir que está formado por dos SCR's en antiparalelo, es decir, que un SCR esta en un sentido y el otro SCR esta sentido contrario.

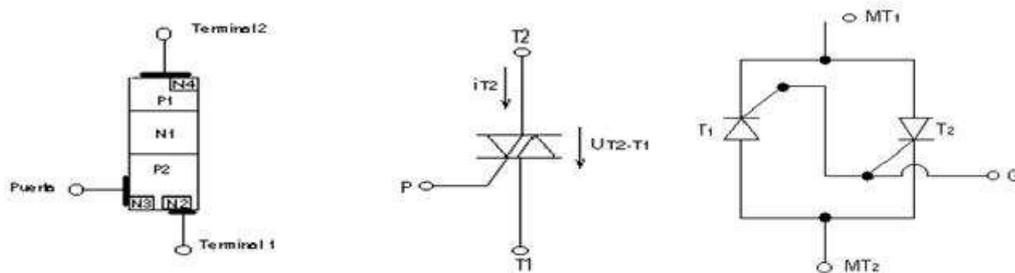


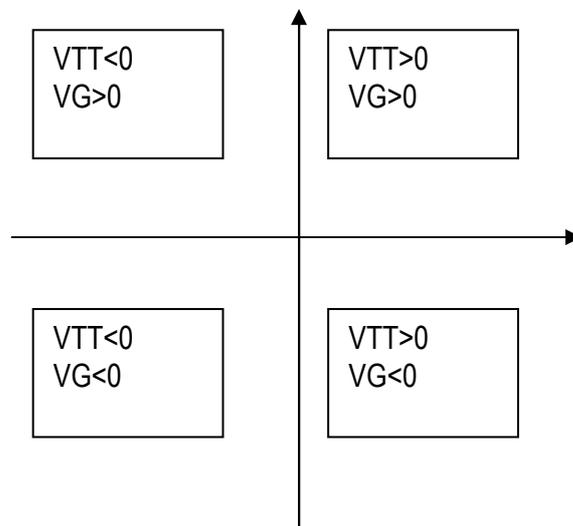
Figura 1.38 Estructura, símbolo y Circuito equivalente

El Triac funciona de manera muy similar a un SCR con la única diferencia que el Triac es bidireccional y el SCR es unidireccional. Para que el Triac entre en conducción es necesario que esté polarizado en cualquiera de sus dos sentidos y además tenga un pulso en su compuerta. Para que el Triac deje de conducir es

necesario que la corriente entre sus dos terminales principales sea mayor que la corriente de mantenimiento.

El Triac funciona en cualquiera de sus dos polarizaciones tanto entre el voltaje de sus dos terminales, como en los pulsos de la compuerta; es decir que el voltaje entre los terminales principales puede ser positivo o negativo, y los pulsos en la compuerta también pueden ser positivos o negativos.

Se dice que el Triac funciona en los cuatro cuadrantes, cuando se dibuja un eje de coordenadas de la siguiente manera.



Modo I + : Terminal T2 positiva con respecto a T1.

Intensidad de puerta entrante.

Modo III + : Terminal T2 negativo respecto a T1.

Intensidad de puerta entrante.

Los cuatro modos de disparo descritos tienen diferente sensibilidad. Siendo los modos I + y III - los más sensibles, seguidos de cerca por el I -. El modo III + es el disparo más difícil y debe evitarse su empleo en lo posible.

1.6 COMUNICACIONES INALÁMBRICAS

1.6.1 INTRODUCCIÓN

Una comunicación inalámbrica es cuando los medios de unión entre sistemas no son con cables. Sus principales ventajas son que permiten una facilidad de emplazamiento y reubicación, evitando la necesidad de establecer un cableado y rapidez en la instalación.

Las técnicas utilizadas son: por Infrarrojos (IR), y por radiofrecuencia (RF).

- a. **Infrarrojos:** Sólo permiten comunicaciones para pequeñas distancias, los puntos de conexión deben ser siempre visibles, el campo de aplicación es limitado, su uso aún es muy extendido.
- b. **Radio Frecuencia:** Permite comunicaciones de corto y medio alcance, puede atravesar obstáculos y paredes, el campo de aplicación es muy grande.

1.6.2 TIPOS DE COMUNICACIONES INALAMBRICAS

Primero se usaron módulos de RF con componentes discretos unidireccionales y precisamente para no tener que depender del diseño de una circuitería en RF.

Posteriormente con la aparición de circuitos transmisores completamente integrados con las funciones de emisor y receptor, en diferentes bandas de frecuencia que se fueron estandarizando en las diferentes zonas (Europa y USA), han permitido poderlos utilizar en los diferentes campos de aplicación industrial, comercial, y medico, como: control remoto, transmisión de datos en sensores o sistemas de adquisición de datos, en monitorización médica o de la salud, etc.

Las transmisiones de datos entre equipos electrónicos sin cables se están aplicando cada vez más debido a los medios tecnológicos actuales, que son los circuitos integrados que permiten hacer un diseño sin tener demasiados

conocimientos de RF, ni disponer de cara instrumentación para RF, ya que estos dispositivos requieren pocos componentes externos y ningún tipo de ajuste en RF. Las comunicaciones inalámbricas por RF se pueden dividir en las que no cumplen ningún protocolo estándar y las que cumplen un protocolo estándar, y en las normativas sobre sus distintas frecuencias de trabajo, que a la vez definen velocidad de transmisión o ancho de banda y campo de aplicación.

1.6.3 BANDA INDUSTRIAL, MEDICA, CIENTIFICA (Industrial, Scientific and Medical Bands)

Las bandas ISM (figura1.39) para sistemas de comunicaciones digitales inalámbricas empleando la radiofrecuencia, son las que no necesitan licencia (siempre que no se pasen los límites de potencia) y que además son gratuitas. Las frecuencias de trabajo estandarizadas son: 314 MHz en USA (potencia máxima +30 dBm), 434 MHz (+10 dBm) y 868 MHz (+14 dBm) en Europa en AM o FM.

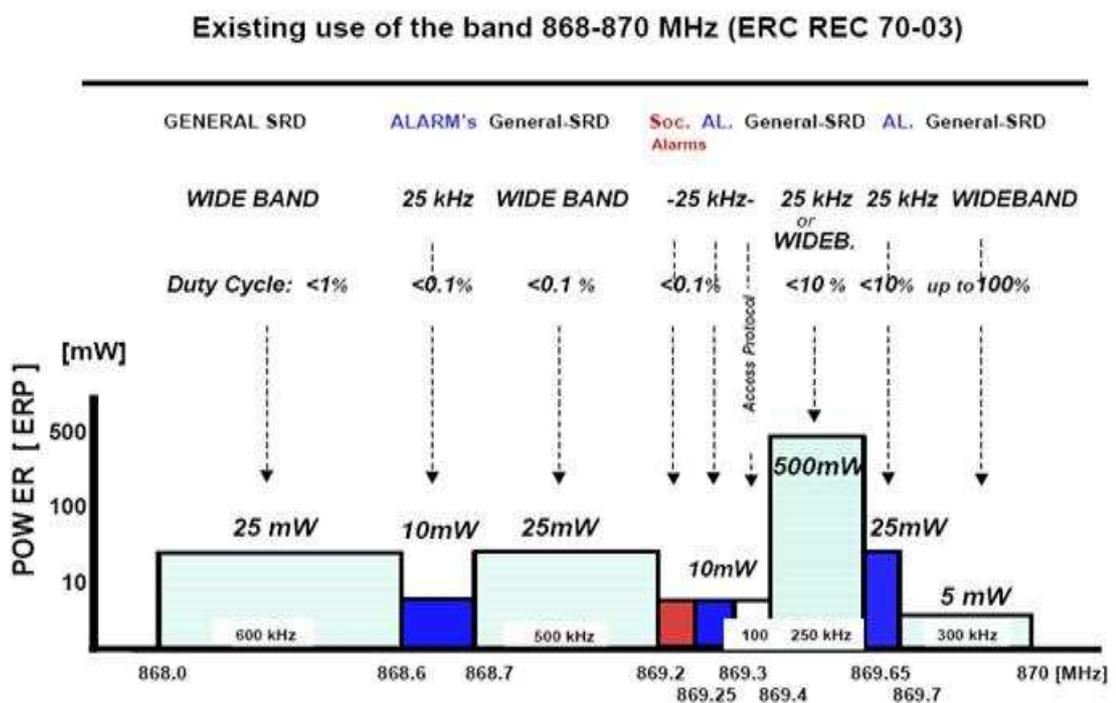
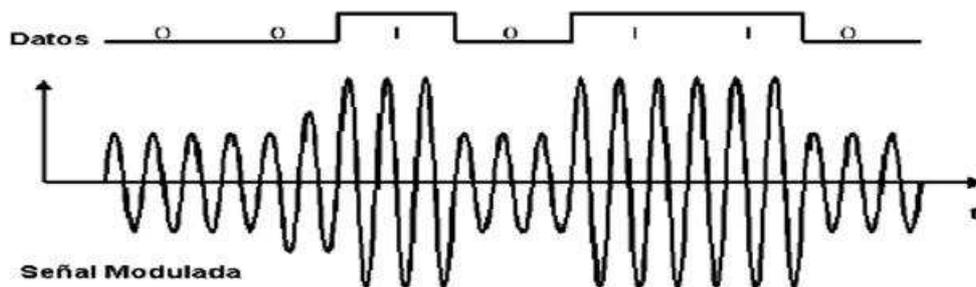


Figura1.39 Frecuencia vs potencia

1.6.4 TIPOS DE MODULACIÓN DIGITAL

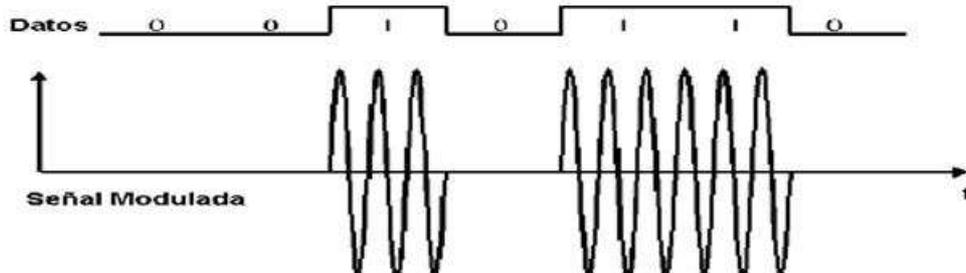
Las formas básicas de modulación digital son ASK, FSK, PSK.

1.6.4.1 Modulación por desplazamiento de amplitud, ASK (Amplitude Shift Keying y On/Off.Keying)



Las ventajas de este tipo de modulación son el sencillo diseño (menor costo) y el bajo consumo, especialmente si se utiliza el método o modulación **OOK (On/Off Keying)**

Modulación On/off, donde un 0 digital no hay potencia de salida y un 1 digital se entrega toda la señal portadora. La desventaja es la fragilidad en presencia de interferencias por ruido eléctrico, que pueden provocar errores en los datos recibidos.



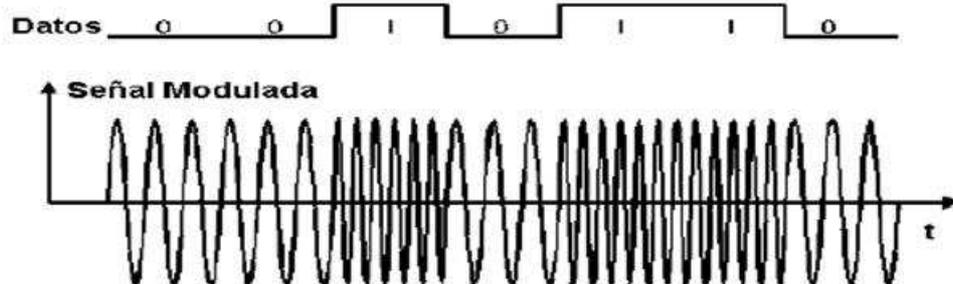
Esta modulación consiste en establecer una variación de la amplitud de la frecuencia portadora según los estados significativos de la señal de datos. Sin embargo este método no se emplea en las técnicas de construcción de los

módems, puesto que no permiten implementar técnicas que permitan elevar la velocidad de transmisión.

1.6.4.2 Modulación por desplazamiento de frecuencia, FSK (Frequency Shift Keying)

La modulación por desplazamiento de frecuencia (FSK), con un 0 digital se transmite una portadora a una frecuencia y con un 1 digital se transmite la portadora a otra frecuencia distinta, con la misma amplitud. La ventaja de este tipo de modulación es la mejor robustez ante la presencia de interferencias. La desventaja es la complejidad del sistema (mayor coste) y el consumo que permanece siempre presente durante la transmisión.

Se utiliza en los módems de baja velocidad. Se emplea separando el ancho de banda total en dos bandas, los módems pueden transmitir y recibir datos por el mismo canal simultáneamente. El módem al que se “llama” se pone en el modo de llamada y el módem que “responde” pasa al modo de respuesta gracias a un conmutador que hay en cada módem.



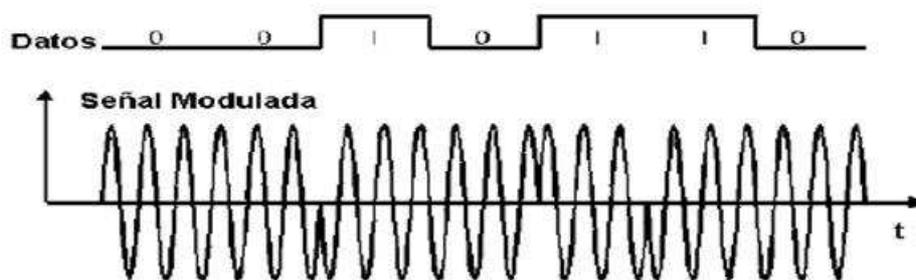
Este tipo de modulación consiste en asignar una frecuencia diferente a cada estado significativo de la señal de datos. Para ello existen dos tipos de modulación FSK:

FSK Coherente: Esta se refiere cuando en el instante de asignar la frecuencia se mantiene la fase de la señal.

FSK No Coherente: Aquí la fase no se mantiene al momento de asignar la frecuencia.

La razón de una modulación FSK no coherente ocurre cuando se emplean osciladores independientes para la generación de las distintas frecuencias. La modulación FSK se emplea en los módem en forma general hasta velocidades de 2400 baudios. Sobre velocidades mayores se emplea la modulación PSK.

1.6.4.3 Modulación por desplazamiento de fase, PSK (Phase Shift Keying)



Se codifican los valores binarios como cambios de fase de la señal portadora. Dentro del contexto PSK se distinguen dos tipos de modulación de fase:

Modulación PSK. La modulación PSK consiste en cada estado de modulación está dado por la fase que lleva la señal respecto de la original.

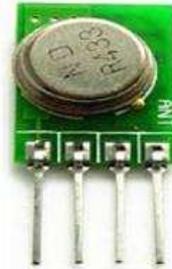
Modulación Diferencial de Fase DPSK (Diferential PSK) cada estado de modulación es codificada por un salto respecto a la fase que tenía la señal anterior.

Empleando este sistema se garantizan las transiciones o cambios de fase en cada bit, lo que facilita la sincronización del reloj en recepción.

Técnicamente utilizando el concepto de modulación PSK, es posible aumentar la velocidad de transmisión a pesar de los límites impuestos por el canal telefónico.

1.6.5 MODULOS HIBRIDOS PARA RADIO CONTROL

1.6.5.1 Trasmisor TLP434(A)

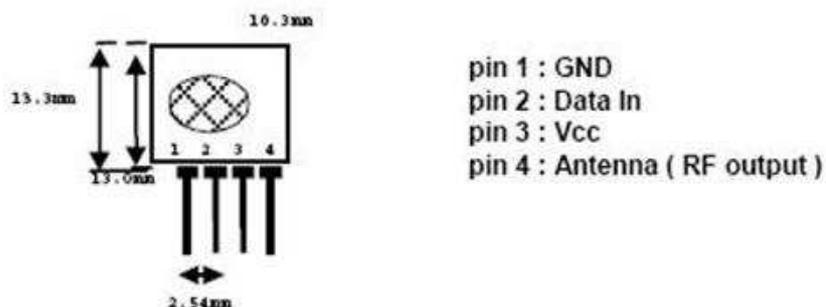


El TLP434(A), es el módulo transmisor, con únicamente 4 pines, y el tamaño de 13.3x10.3mm, la forma de transmitir es por **Amplitude Shift Keyink (ASK)** que en español sería Modulación por desplazamiento de amplitud, de esta forma los datos digitales se transmiten variando la amplitud de la portadora.

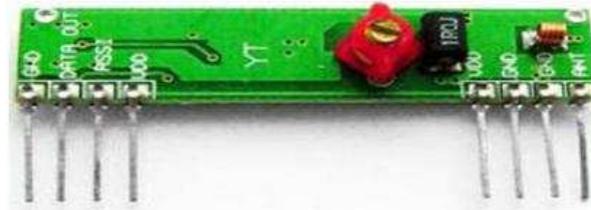
Características Técnicas Básicas.-

- Frecuencia de oscilación: 433.92 MHz
- Modulación: ASK
- Voltaje de alimentación: 3 – 12V
- Corriente: 8.4mA

Para una aplicación sencilla no hace falta conocer más sobre estos sensores, toda la información técnica que se muestra, es extraída de la hoja de datos del TLP434(A), la distribución de pines es la que se muestra en la siguiente figura:



1.6.5.2 Receptor RLP434(A) RF, Modulación ASK



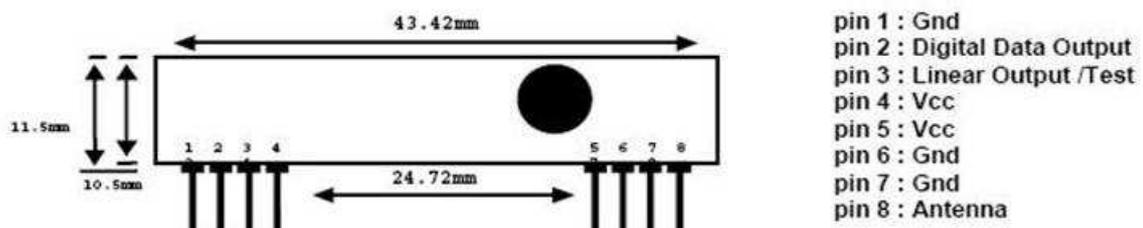
El RLP434(A), es el módulo receptor, tiene 8 pines, y el tamaño de 11.5x43.42mm, la forma de recibir es la misma que en el caso del emisor **Amplitude Shift Keyink (ASK)**, es un poco más grande que el emisor, pero sigue siendo un tamaño pequeño que puede caber sin ningún problema en cualquier circuito que se desee realizar. Una de las aplicaciones para estos dispositivos, puede ser el control de robots, sistemas de alarma, control remoto de puertas, luces, etc.

Características Técnicas Básicas.-

- Frecuencia oscilación: 433.92 MHz
- Modulación: ASK
- Voltaje de alimentación; 5V

A diferencia de la serie A, este receptor sólo puede usarse a un nivel de tensión, en tanto que los otros se los puede alimentar con un rango desde 3 - 12V.

La distribución de pines para el RLP434, es la misma que la del RLP434A, normalmente, el RLP434 tiene una pequeña bobina, para distinguir bien los pines, esa bobina debe estar al frente, dicha bobina se representa con el círculo negro en el siguiente gráfico:



1.7 MICROCONTROLADOR APROPIADO PARA LA APLICACIÓN

1.7.1 INTRODUCCION

Los microcontroladores están conquistando el mundo. Están presentes en nuestro trabajo, en nuestra casa y en nuestra vida, en general. Se pueden encontrar controlando el funcionamiento de los ratones y teclados de los computadores, en los teléfonos, en los hornos microondas y los televisores de nuestro hogar. Pero la invasión acaba de comenzar y el nacimiento del siglo XXI será testigo de la conquista masiva de estos diminutos computadores, que gobernarán la mayor parte de los aparatos que fabricaremos y usamos los humanos.

Un microcontrolador es un circuito integrado de alta escala de integración (VLSI) que incorpora en su interior toda la arquitectura de un computador, esto es:

- a. Procesador o UCP (Unidad Central de Proceso), también llamada procesador.
- b. Memoria RAM para Contener los datos.
- c. Memoria para el programa tipo ROM/PROM/EPROM.
- d. Líneas de E/S para comunicarse con el exterior.
- e. Diversos módulos para el control de periféricos (temporizadores, Puertas Serie y Paralelo, CAD: Conversores Analógico/Digital, CDA: Conversores Digital/Analógico, etc.).
- f. Generador de impulsos de reloj que sincronizan el funcionamiento de todo el sistema.

El microcontrolador por sí solo, no realiza tarea alguna, este debe ser programado, para que realice desde un simple parpadeo de un led hasta un sofisticado control de un robot.

Las patitas o pines del microcontrolador son el medio de comunicación entre él y el mundo que lo rodea, es decir sacan al exterior las líneas de los buses de direcciones, datos y control, para permitir conectarse con la Memoria y los

Módulos E/S y configurar así un computador completo, implementado por varios circuitos integrados.

Se dice que un microprocesador es un **sistema abierto** porque su configuración es variable de acuerdo con la aplicación a la que se destine. O de **propósito General** ya que puede ejecutar una gran cantidad de programas diferentes, cargándolos en la memoria RAM principal.

1.7.2 ¿QUÉ MICROCONTROLADOR EMPLEAR?

A la hora de escoger el microcontrolador a emplear en un diseño concreto hay que tener en cuenta multitud de factores, como la documentación y herramientas de desarrollo disponibles y su precio, la cantidad de fabricantes que lo producen y por supuesto las características del microcontrolador (tipo de memoria de programa, número de temporizadores, interrupciones, etc.).

Antes de seleccionar un microcontrolador es imprescindible analizar los requisitos de la aplicación:

1. Procesamiento de datos: puede ser necesario que el microcontrolador realice cálculos críticos en un tiempo limitado. En ese caso debemos asegurarnos de seleccionar un dispositivo suficientemente rápido para ello. Por otro lado, habrá que tener en cuenta la precisión de los datos a manejar: si no es suficiente con un microcontrolador de 8 bits, puede ser necesario acudir a microcontroladores de 16 ó 32 bits, o incluso a hardware de coma flotante. Una alternativa más barata y quizá suficiente es usar librerías para manejar los datos de alta precisión.
2. Entrada Salida: para determinar las necesidades de Entrada/Salida del sistema es conveniente dibujar un diagrama de bloques del mismo, de tal forma que sea sencillo identificar la cantidad y tipo de señales a controlar. Una vez realizado este análisis puede ser necesario añadir periféricos hardware externos o cambiar a otro microcontrolador más adecuado a ese sistema.

3. Consumo: algunos productos que incorporan microcontroladores están alimentados con baterías y su funcionamiento puede ser tan vital como activar una alarma antirrobo. Lo más conveniente en un caso como éste puede ser que el microcontrolador esté en estado de bajo consumo pero que despierte ante la activación de una señal (una interrupción) y ejecute el programa adecuado para procesarla.
4. Memoria: para detectar las necesidades de memoria de nuestra aplicación debemos separarla en memoria volátil (RAM), memoria no volátil (ROM, EPROM, etc.) y memoria no volátil modificable (EEPROM). Este último tipo de memoria puede ser útil para incluir información específica de la aplicación como un número de serie o parámetros de calibración.

El tipo de memoria a emplear vendrá determinado por el volumen de ventas previsto del producto: de menor a mayor volumen será conveniente emplear EPROM, OTP y ROM. En cuanto a la cantidad de memoria necesaria puede ser imprescindible realizar una versión preliminar, aunque sea en pseudocódigo, de la aplicación y a partir de ella hacer una estimación de cuánta memoria volátil y no volátil es necesaria y si es conveniente disponer de memoria no volátil modificable.

5. Ancho de palabra: el criterio de diseño debe ser seleccionar el microcontrolador de menor ancho de palabra que satisfaga los requerimientos de la aplicación. Usar un microcontrolador de 4 bits supondrá una reducción en los costes importante, mientras que uno de 8 bits puede ser el más adecuado si el ancho de los datos es de un byte. Los microcontroladores de 16 y 32 bits, debido a su elevado coste, deben reservarse para aplicaciones que requieran sus altas prestaciones (Entrada/Salida potente o espacio de direccionamiento muy elevado).
6. Diseño de la placa: la selección de un microcontrolador concreto condicionará el diseño de la placa de circuitos. Debe tenerse en cuenta que quizá usar un microcontrolador barato encarezca el resto de componentes del diseño.

Es preciso resaltar en este punto que existen innumerables familias de microcontroladores, cada una de las cuales posee un gran número de variantes.

1.7.3 LA FAMILIA DE LOS PIC'S COMO ELECCIÓN

Los PIC tienen algo que fascina a los diseñadores, puede ser la velocidad, el precio, la facilidad de uso, la información, las herramientas de apoyo. Quizás un poco de todo eso es lo que produce esa imagen de sencillez y utilidad. Es probable que en un futuro próximo otra familia de microcontroladores le arrebatase ese algo.

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

Los detalles más importantes que vuelven "locos" a los profesionales de la microelectrónica y microinformática y las razones de la excelente acogida que tienen los PIC son los siguientes:

1. Sencillez de manejo: Tienen un juego de instrucciones reducido; 35 en la gama media.
2. Buena información, fácil de conseguir y económica.
3. Precio: Su coste es comparativamente inferior al de sus competidores.
4. Poseen una elevada velocidad de funcionamiento. Buen promedio de parámetros: velocidad, consumo, tamaño, alimentación, código compacto, etc.
5. Herramientas de desarrollo fáciles y baratas. Muchas herramientas software se pueden recoger libremente a través de Internet desde Microchip.
6. Existe una gran variedad de herramientas hardware que permiten grabar, depurar, borrar y comprobar el comportamiento de los PIC.
7. Diseño rápido.

8. La gran variedad de modelos de PIC permite elegir el que mejor responde a los requerimientos de la aplicación.

Una de las razones del éxito de los PIC se basa en su utilización. Cuando se aprende a manejar uno de ellos, conociendo su arquitectura y su repertorio de instrucciones, es muy fácil emplear otro modelo.

1.7.4 CARACTERÍSTICAS RELEVANTES

Descripción de las características más representativas de los PIC:

✓ **Arquitectura**

La arquitectura del procesador sigue el modelo Harvard. En esta arquitectura, la CPU se conecta de forma independiente y con buses distintos con la memoria de instrucciones y con la de datos.

La arquitectura Harvard permite a la CPU acceder simultáneamente a las dos memorias. Además, propicia numerosas ventajas al funcionamiento del sistema como se irán describiendo.

✓ **Segmentación.**

Se aplica la técnica de segmentación (“pipe-line”) en la ejecución de las instrucciones.

La segmentación permite al procesador realizar al mismo tiempo la ejecución de una instrucción y la búsqueda del código de la siguiente. De esta forma se puede ejecutar cada instrucción en un ciclo (un ciclo de instrucción equivale a cuatro ciclos de reloj).

Las instrucciones de salto ocupan dos ciclos al no conocer la dirección de la siguiente instrucción hasta que no se haya completado la de bifurcación.

✓ **Formato de las instrucciones.**

El formato de todas las instrucciones es de la misma longitud. Todas las instrucciones de los microcontroladores de la gama baja tienen una longitud de 12 bits. Las de la gama media tienen 14 bits y más las de la gama alta. Esta característica es muy ventajosa en la optimización de la memoria de instrucciones y facilita enormemente la construcción de ensambladores y compiladores.

✓ **Juego de instrucciones.**

Procesador RISC (Computador de Juego de Instrucciones Reducido). Los modelos de la gama baja disponen de un repertorio de 33 instrucciones, 35 los de la gama media y casi 60 los de la alta.

✓ **Todas las instrucciones son ortogonales.**

Cualquier instrucción puede manejar cualquier elemento de la arquitectura como fuente o como destino.

✓ **Arquitectura basada en un “banco de registros”.**

Esto significa que todos los objetos del sistema (puertas de E/S, temporizadores, posiciones de memoria, etc.) están implementados físicamente como registros.

✓ **Diversidad de modelos de microcontroladores con prestaciones y recursos diferentes.**

La gran variedad de modelos de microcontroladores PIC permite que el usuario pueda seleccionar el más conveniente para su proyecto.

✓ ***Herramientas de soporte potentes y económicas.***

La empresa Microchip y otras que utilizan los PIC ponen a disposición de los usuarios numerosas herramientas para desarrollar hardware y software. Son muy abundantes los programadores, los simuladores software, los emuladores en tiempo real, Ensambladores, Compiladores C, Intérpretes y Compiladores BASIC, etc.

✓ La arquitectura Harvard y la técnica de segmentación son los principales recursos en los que se apoya el elevado rendimiento que caracteriza estos dispositivos programables, mejorando dos características esenciales:

Velocidad de ejecución.

Eficiencia en la compactación del código.

1.7.5 LAS GAMA DE PIC

Una de las labores más importantes del diseño es la elección del microcontrolador que mejor satisfaga las necesidades del proyecto con el mínimo presupuesto.

Para resolver aplicaciones sencillas se precisan pocos recursos, en cambio, las aplicaciones grandes requieren numerosos y potentes. Siguiendo esta filosofía Microchip construye diversos modelos de micro-controladores orientados a cubrir, de forma óptima, las necesidades de cada proyecto. Así, hay disponibles microcontroladores sencillos y baratos para atender las aplicaciones simples y otros complejos y más costosos para las de mucha envergadura.

Microchip dispone de cuatro familias de microcontroladores de 8 bits para adaptarse a las necesidades de la mayoría de los clientes potenciales.

En la mayor parte de la bibliografía encontrareis tan solo tres familias de microcontroladores, con lo que habrán despreciado la llamada gama enana, que es en realidad una subfamilia formada por componentes pertenecientes a las otras gamas. En nuestro caso hemos preferido comentarla dado que los PIC enanos son muy apreciados en las aplicaciones de control de personal, en

sistemas de seguridad y en dispositivos de bajo consumo que gestionan receptores y transmisores de señales. Su pequeño tamaño los hace ideales en muchos proyectos donde esta cualidad es fundamental.

a) La gama enana: PIC12FXXX de 8 patitas.

Se trata de un grupo de PIC de reciente aparición que ha acaparado la atención del mercado. Su principal característica es su reducido tamaño, al disponer todos sus componentes de 8 patitas. Se alimentan con un voltaje de corriente continua comprendido entre 2,5 V y 5,5 V, y consumen menos de 2 mA cuando trabajan a 5 V y 4 MHz. El formato de sus instrucciones puede ser de 12 o de 14 bits y su repertorio es de 33 o 35 instrucciones, respectivamente.

Aunque los PIC enanos sólo tienen 8 patitas, pueden destinar hasta 6 como líneas de E/S para los periféricos porque disponen de un oscilador interno R-C.

b) Gama baja o básica: PIC16FX con instrucciones de 12 bits.

Se trata de una serie de PIC de recursos limitados, pero con una de las mejores relaciones coste/prestaciones. Sus versiones están encapsuladas con 18 y 28 patitas y pueden alimentarse a partir de una tensión de 2,5 V, lo que les hace ideales en las aplicaciones que funcionan con pilas teniendo en cuenta su bajo consumo (menos de 2 mA a 5 V y 4 MHz). Tienen un repertorio de 33 instrucciones cuyo formato consta de 12 bits. No admiten ningún tipo de interrupción y la Pila sólo dispone de dos niveles.

c) Gama media. PIC16FXXX con instrucciones de 14 bits.

Es la gama más variada y completa de los PIC. Abarca modelos con encapsulado desde 18 patitas hasta 68, cubriendo varias opciones que integran abundantes periféricos. Dentro de esta gama se halla el «fabuloso PIC16X84» y sus variantes.

En esta gama sus componentes añaden nuevas prestaciones a las que poseían los de la gama baja, haciéndoles más adecuados en las aplicaciones complejas. Admiten interrupciones, poseen comparadores de magnitudes analógicas, convertidores A/D, puertos serie y diversos temporizadores.

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

Encuadrado en la gama media también se halla la versión PIC14C000, que soporta el diseño de controladores inteligentes para cargadores de baterías, pilas pequeñas, cualquier sistema de adquisición y procesamiento de señales que requiera gestión de la energía de alimentación. Los PIC 14C000 admiten cualquier tecnología de las baterías como Li-Ion, NiMH, NiCd, Ph y Zinc.

El temporizador TMR1 que hay en esta gama tiene un circuito oscilador que puede trabajar asincrónicamente y que puede incrementarse aunque el microcontrolador se halle en el modo de reposo ("sleep"), posibilitando la implementación de un reloj en tiempo real.

Las líneas de E/S presentan una carga "pull-up" activada por software.

d) Gama alta: PIC17FXXX con instrucciones de 16 bits.

Se alcanzan las 58 instrucciones de 16 bits en el repertorio y sus modelos disponen de un sistema de gestión de interrupciones vectorizadas muy potente. También incluyen variados controladores de periféricos, puertas de comunicación serie y paralelo con elementos externos, un multiplicador hardware de gran velocidad y mayores capacidades de memoria, que

alcanza los 8 k palabras en la memoria de instrucciones y 454 bytes en la memoria de datos.

Quizás la característica más destacable de los componentes de esta gama es su arquitectura abierta, que consiste en la posibilidad de ampliación del microcontrolador con elementos externos. Para este fin, las patitas sacan al exterior las líneas de los buses de datos, direcciones y control, a las que se conectan memorias o controladores de periféricos. Esta facultad obliga a estos componentes a tener un elevado número de patitas comprendido entre 40 y 44.

1.8 PERIFÉRICOS INTELIGENTES: MÓDULO LCD

Los módulos LCD están compuestos básicamente por una pantalla de cristal líquido y un circuito microcontrolador especializado el cual posee los circuitos y memorias de control necesarias para desplegar el conjunto de caracteres **ASCII**, un conjunto básico de caracteres japoneses, griegos y algunos símbolos matemáticos por medio de un circuito denominado generador de caracteres.

La lógica de control se encarga de mantener la información en la pantalla hasta que sea sobrescrita o borrada en la memoria RAM de datos. La pantalla de cristal líquido está conformada por una ó dos líneas de 8, 16, 20, 24 ó 40 caracteres de 5x7 píxeles c/u. Estos módulos poseen a través de estos CI's una interface paralela para ser comandada desde un microcontrolador, microprocesador ó inclusive se puede realizar el control de este desde el puerto paralelo de un PC.

El microcontrolador y la pantalla de cristal líquido están colocados sobre un circuito impreso (PCB) y se interconectan con el mundo exterior (μ C, μ P o PP del PC) a través de un conector de 14 pines, el cual puede obtenerse en dos presentaciones: una línea y dos líneas teniendo **la siguiente distribución**:



Conector de 1 línea por 14



Conector de 2 líneas por 7

Asignación de Pines Tabla 3

Pin No.	Symbol	Level	Function	
1	V_{SS}	—	Power Supply	OV (GND)
2	V_{CC}	—		+5V
3	V_{EE}	—		for LGD Drive
4	RS	H/L	Register Select Signal Register H: Data Input Select L: Instruction Input	
5	R/W	H/L	H: Data Read (Module→MPU) L: Data Write (Module→MPU)	
6	E	H, H→L	Enable Signal (No pull-up Resistor)	
7	DB0	H/L	Data Bus Line	
8	DB1	H/L		
9	DB2	H/L		
10	DB3	H/L		
11	DB4	H/L		
12	DB5	H/L		
13	DB6	H/L		
14	DB7	H/L		

1.9 TECLADO MATRICIAL 4*4

Un **teclado matricial** es un simple **arreglo de botones conectados en filas y columnas**, de modo que se pueden leer varios botones con el mínimo número de pines requeridos. Un teclado matricial 4x4 solamente ocupa 4 líneas de un puerto para las filas y otras 4 líneas para las columnas, de este modo se pueden leer 16 teclas utilizando solamente 8 líneas de un microcontrolador. Si asumimos que todas las columnas y filas inicialmente están en alto (1 lógico), la pulsación de un botón se puede detectar al poner cada fila a en bajo (0 lógico) y chequear cada

columna en busca de un cero, si ninguna columna está en bajo entonces el 0 de las filas se recorre hacia la siguiente y así secuencialmente.

Un modo simple de detectar la tecla presionada es incrementar una variable con la cuenta de las teclas revisadas, de este modo al detectar una pulsación el valor de la cuenta será el valor de la tecla presionada. Si al final no se presionó ninguna tecla la variable se pone a cero y la cuenta vuelve a comenzar. *El puerto B del microcontrolador 16f628 por ejemplo (así como en el 16f877) viene preparado especialmente para el control de un teclado matricial 4x4.* Para tener siempre un valor de 1 lógico en las columnas del teclado (parte alta del puerto B del pic) es necesario conectar resistencias de pull-up, sin embargo el puerto B cuenta con resistencias de pull-up integradas, de ese modo es posible trabajar con un teclado matricial sin necesidad de ningún componente externo.

Las resistencias de pull-up del puerto B se habilitan poniendo en 0 el bit NOT_RBPU del registro OPTION_REG. Al método aquí expuesto para detectar la pulsación de una tecla en un teclado matricial se le conoce como muestreo secuencial. Existen otros, sin embargo éste es tal vez el más sencillo. (Figura 1.41)

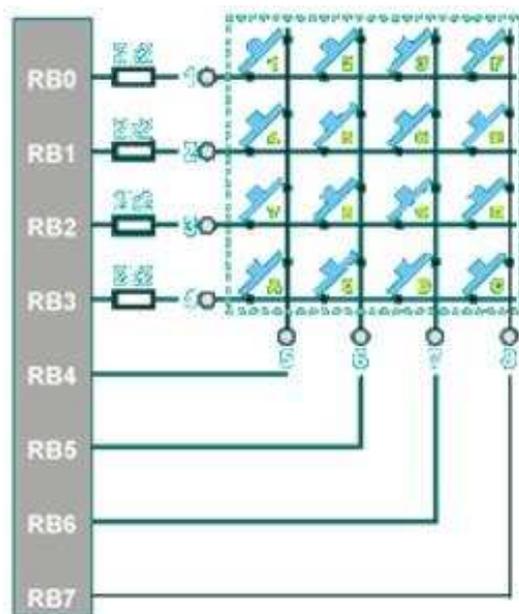


Figura 1.41 conexión interna del teclado matricial al pórtilo de un Uc

CAPÍTULO 2

2. DISEÑO DEL SISTEMA DE ACCESO VEHICULAR

2.1 INTRODUCCION

En este capítulo se describen las diferentes etapas que forman parte del sistema de acceso vehicular como son: motor, brazo, control remoto de radiofrecuencia, sensores fotoeléctricos, tarjeta de control, entre otros.

2.2 MOTOR, REDUCTOR Y BRAZO METÁLICO

2.2.1 MOTOR

El sistema de barrera automática utiliza un motor monofásico de inducción de una velocidad, de arranque instantáneo (sin escobillas ni contactos de arranque) de inversión instantánea. El motor tiene las siguientes características:

- Voltaje: 120 V
- Corriente: 5 A
- Frecuencia: 60 Hz
- Potencia: ½ HP

El cable blanco se conecta directamente a la línea de alimentación conexasión típico del motor de inducción de una velocidad que suele tener 3 terminales. Los terminales están marcados como 1, 2 y 3. En su interior se encuentran las bobinas L1 y L2. Del motor salen 3 cables (figura 2.2) que se corresponden con los terminales de la figura 2.1 de la siguiente manera:

Terminal 1	Cable Azul
Terminal 2	Cable Rojo
Terminal 3	Cable Blanco

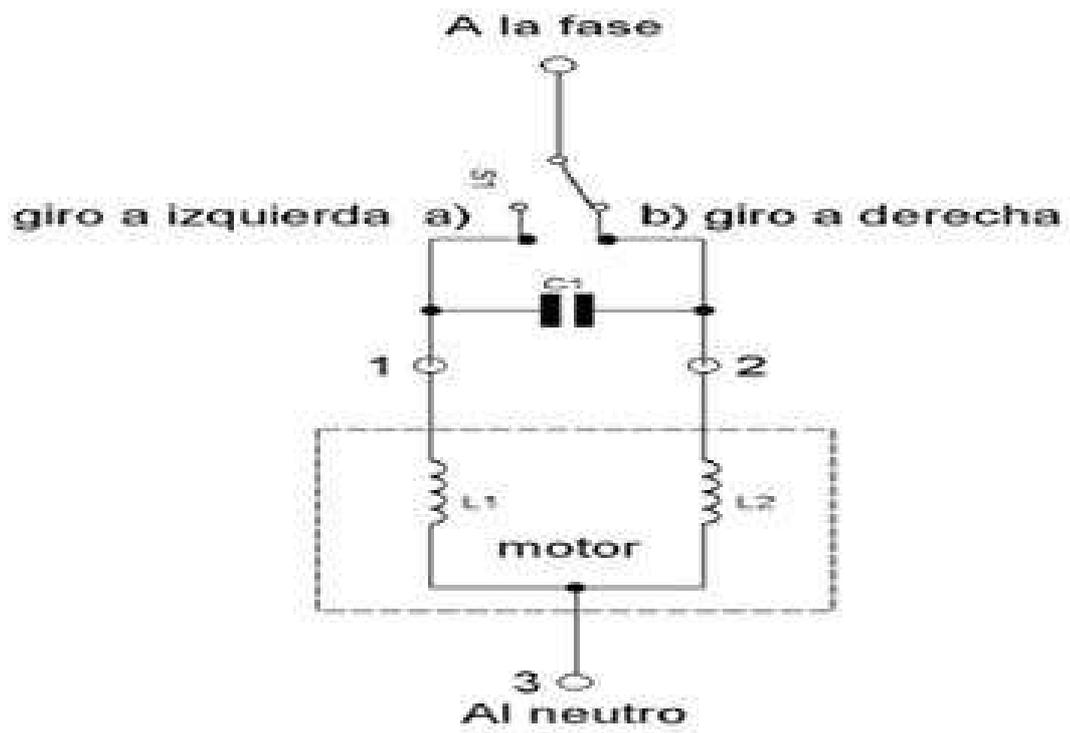


Figura 2.1 Conexión de un motor monofásico de inducción de una velocidad.

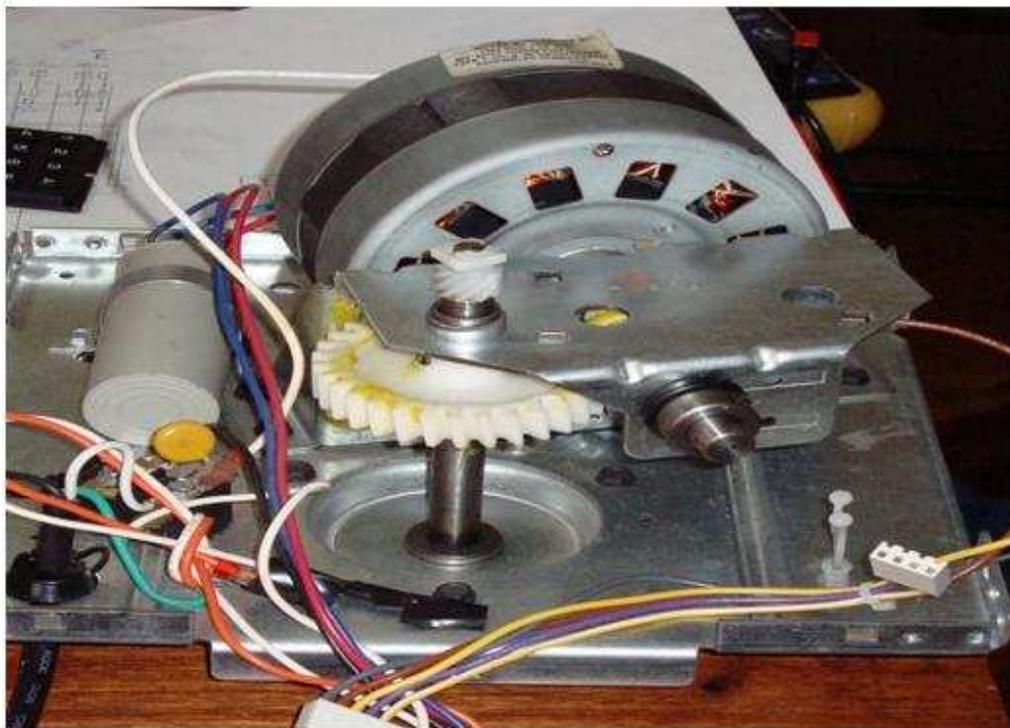


Figura 2.2 Fotografía del motor de inducción,

El capacitor de arranque C1 (Figura 2.3) tiene las siguientes características:

Capacidad:	56 μ F
Voltaje:	250 V~
Frecuencia:	50/60 Hz



Figura 2.3 Capacitor de arranque del motor

El funcionamiento del motor es muy sencillo, el conmutador S1 tiene dos posiciones (a y b).

- La corriente fluye de la fase por la bobina L1 al neutro y por el condensador C1 y L2 al neutro, en este caso L2 está desfasada respecto a L1 y el motor gira a la izquierda.
- La corriente fluye de la fase por la bobina L2 al neutro y por el condensador C1 y L1 al neutro, en este caso L1 está desfasada respecto a L2 y el motor gira a la derecha.

El conmutador S1 es en realidad un TRIAC como se observa en el circuito de potencia más adelante.

2.2.2 REDUCTOR

Los reductores son acoplamiento mecánicos que se utilizan para reducir la velocidad del motor en una forma segura y eficiente.

El reductor está formado de los siguientes elementos:

- Tornillo sinfín acoplado al eje del motor.
- Eje perpendicular (Figura 2.4) que tiene un engranaje que se acopla al tornillo sin fin, en uno de sus extremos un pequeño engranaje para acoplarse al conjunto de limit switch y en el otro extremo un engranaje metálico para acoplarse al brazo de la barrera.

El dispositivo reductor debe estar lubricado para que no se caliente durante el funcionamiento del motor y de esta forma alargar el tiempo de vida útil. En caso de deteriorarse se debe adquirir el repuesto adecuado y proceder a cambiarlo.

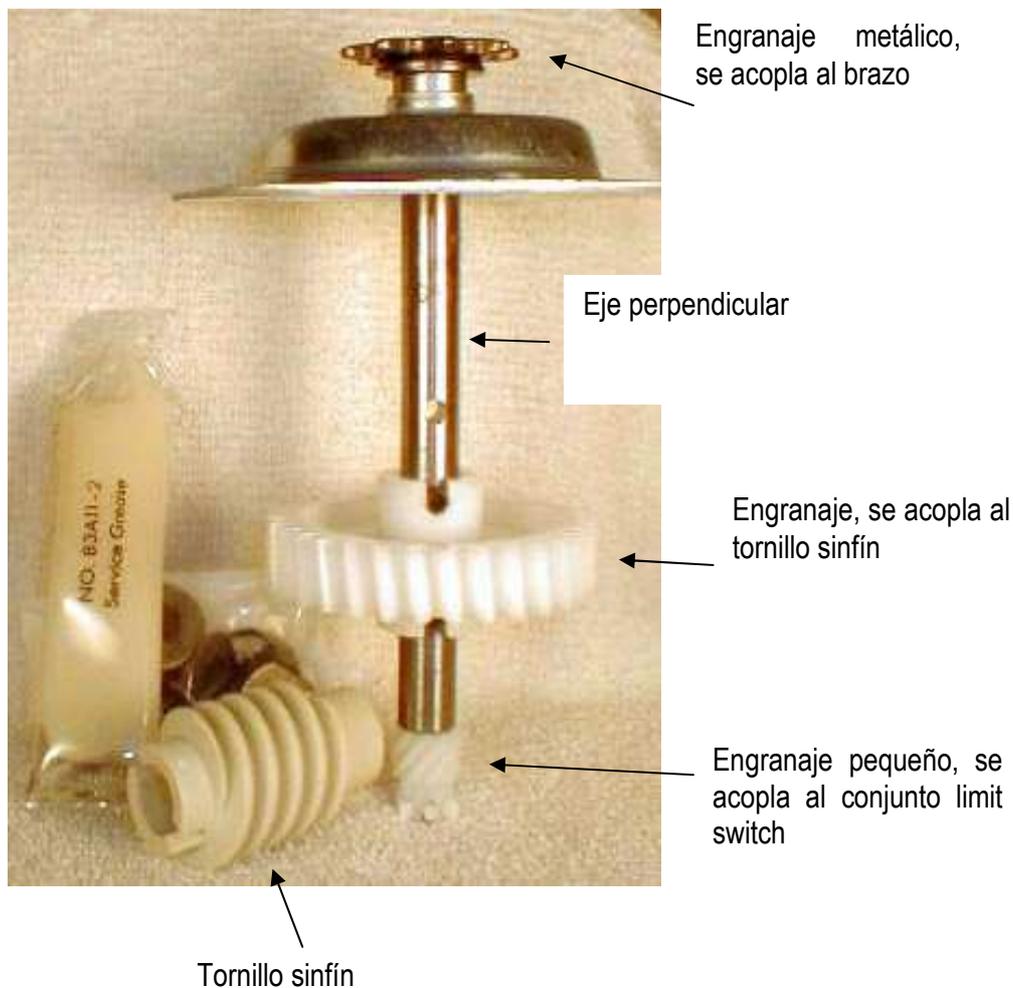


Figura 2.4 Elementos del reductor: eje perpendicular y tornillo sinfín.

2.2.3 BRAZO

El brazo de la barrera tiene una longitud 2.5 m y su material puede ser madera o aluminio, pintado con pintura reflectante para que se pueda distinguir durante la noche. (Figura 2.5).



Figura 2.5 Brazo de barrera de acceso vehicular

2.3 TARJETA DE CONTROL

La tarjeta de control permite controlar la apertura y cierre de la barrera de acceso vehicular y puede activarse a través del control remoto de radiofrecuencia o del teclado una vez que se ha ingresado la contraseña de seguridad.

La tarjeta de control consta de los siguientes elementos:

- Fuente de alimentación
- Circuito de control
- Módulo de recepción de RF
- Teclado
- LCD

2.3.1 FUENTE DE ALIMENTACIÓN

La fuente de alimentación (figura 2.6) está diseñada para voltajes variables y voltaje fijo de 5V para alimentar a los elementos que lo requieran. La alimentación

de 5 V se utiliza para proporcionar corriente al circuito de control (PIC, LCD, receptor de RF, decodificador, teclado, entre otros).

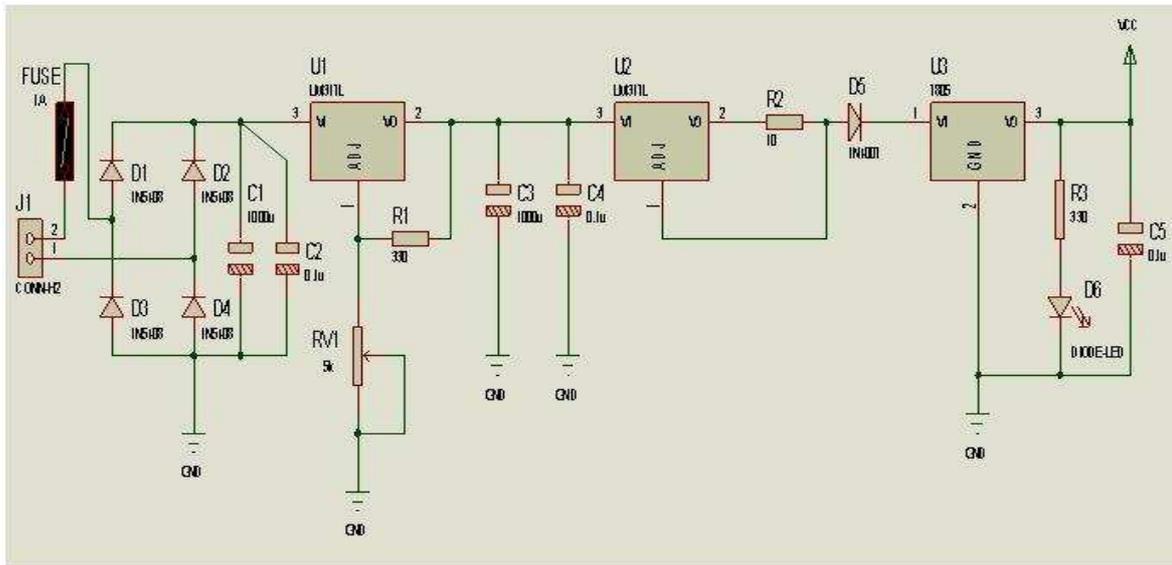


Figura 2.6 Fuente de alimentación

El transformador utilizado tiene las siguientes características:

Voltaje de entrada: 110 V

Voltaje de salida: 12 V y 24 V

Corriente máx. de salida: 500 mA

Se utiliza el regulador variable LM317T que proporciona salidas desde 1.25 V a 37 V. En el regulador LM317T el voltaje de entrada menos el voltaje de salida no debe ser menor a 3V ($V_{in} - V_{out} \geq 3V$) para que trabaje adecuadamente.

El voltaje de entrada (V_{in}) está dado por el secundario del transformador; el voltaje de salida (V_{out}) está dado por la siguiente fórmula:

$$V_{out} = 1.25 V (1 + R2 / R1) V.$$

donde R2 es un potenciómetro de 5K Ω y R1 es una resistencia de 330 Ω como se indica en la figura 2.7

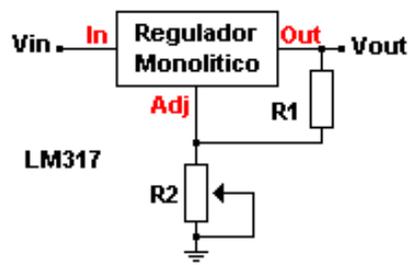


Figura 2.7 Regulador LM317T

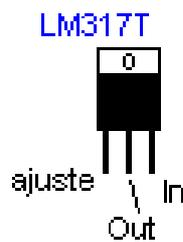


Figura 2.8 Distribución de pines LM317T

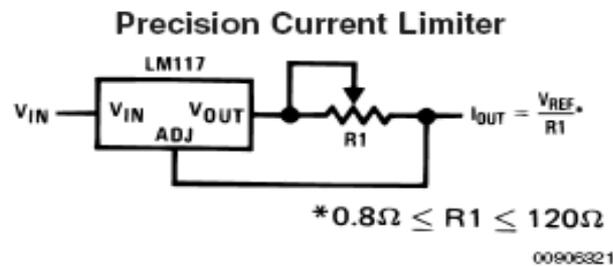


Figura 2.9 Limitación de corriente con LM317T

El segundo regulador LM317T se conecta como indica la figura 2.9, se utiliza para limitar la corriente y está dado por la siguiente fórmula:

$$I_{out} = V_{in}/R_1$$

donde $R_1 = 10 \Omega$

El regulador 7805 proporciona un voltaje constante de 5 V para alimentar los diferentes elementos de la tarjeta que trabajan a ese voltaje.

2.3.2 CIRCUITO DE CONTROL

El circuito de control está formado por los siguientes elementos:

- PIC 16F877A
- Teclado matricial de 16 teclas
- Módulo LCD 2x16
- Módulo de radiofrecuencia
- Sensores fotoeléctricos

Los módulos de radiofrecuencia y los sensores fotoeléctricos se detallan en los siguientes apartados.

El PIC 16F877A se encarga de controlar la apertura y cierre de la barrera automática. Maneja dos interrupciones.

- La interrupción del puerto B.0 (Pin RBO) se activa cuando se presiona el control de RF
- La interrupción del puerto B.4 al B.7 (Pines RB4 a RB7) se activa cuando se presiona cualquier tecla del teclado.

La interrupción del puerto B.0 recibe la señal del módulo de recepción de radiofrecuencia y activa el motor en un sentido, la barrera se abre hasta alcanzar el limit switch correspondiente (Up contact); en ese instante el motor se desconecta de la alimentación y permanece apagado mientras el vehículo ingresa o sale.

El PIC16F877A recibe la señal de la fotocélula (barrera infrarroja) y mientras el vehículo esté obstruyendo el camino entre el emisor y receptor de la fotocélula, el motor permanece apagado. Una vez que la señal entre el emisor y receptor de la fotocélula es restaurado, el PIC espera 30 segundos para bajar la barrera; el motor gira en sentido contrario hasta que la barrera alcance el limit switch correspondiente (Down contact) y apaga el motor; el programa sale de la interrupción y espera hasta que se genere una nueva interrupción.

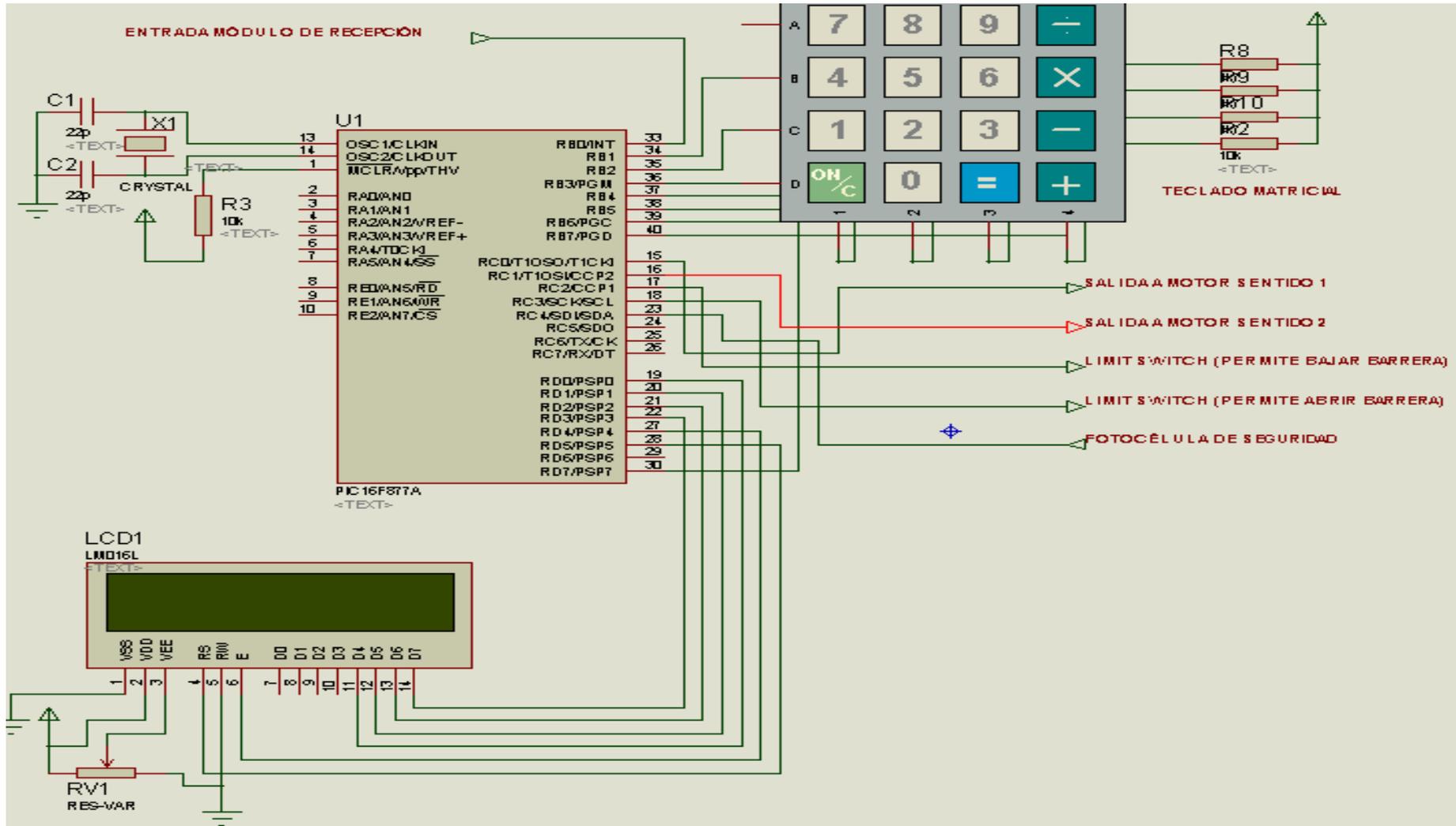


Figura 2.10 Circuito de control.

2.3.3 FINES DE CARRERA

En la figura 2.11 se indican las conexiones del ensamblaje LIMIT SWITCH que se encuentra montado en el motor al circuito de control.

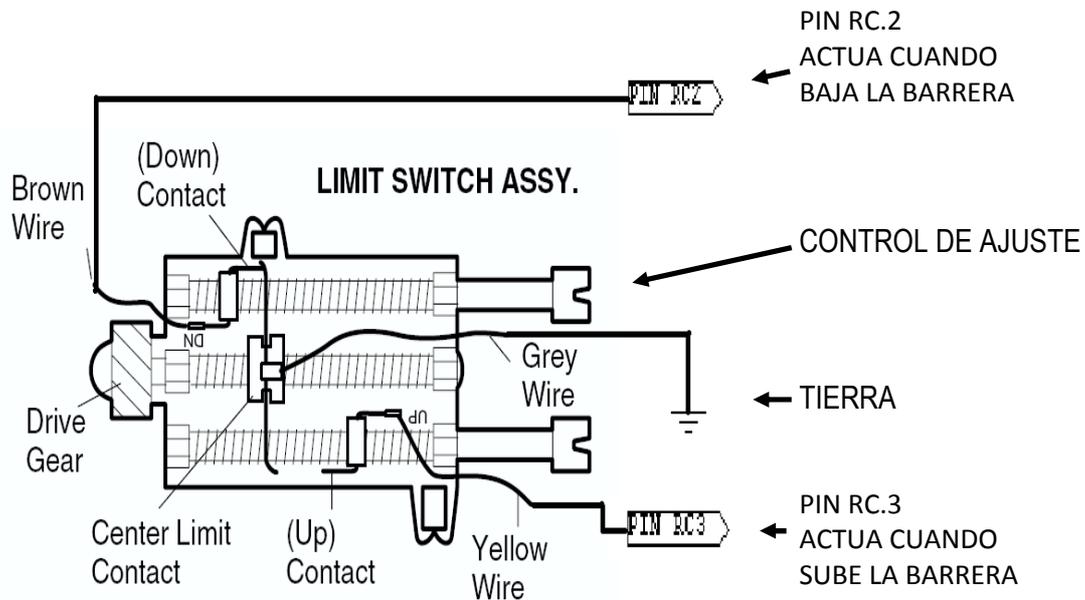


Figura 2.11 Conjunto de LIMIT SWITCH utilizado

Los controles de ajuste permiten regular el desplazamiento del brazo de la barrera y se manipulan manualmente. En la figura 2.11 se tiene una gráfica del conjunto LIMIT SWITCH.

2.3.4 TECLADO

El teclado se conecta al puerto B como se indica a continuación.

FILAS:

FILA A = PIN D.7

FILA B = PIN B.1

FILA C = PIN B.2

FILA D = PIN B.3

COLUMNAS:

COLUMNA 1 = PIN B.4

COLUMNA 2 = PIN B.5

COLUMNA 3 = PIN B.6

COLUMNA 4 = PIN B.7

La interrupción por teclado se produce a través de los pines B.4 a B.7 cuando se presiona cualquier tecla, se debe ingresar la clave de acceso de 4 dígitos que esta almacenada en la memoria EEPROM del PIC16F877A para que el motor se active y se desarrolle todo el proceso explicado para la interrupción del puerto B.0

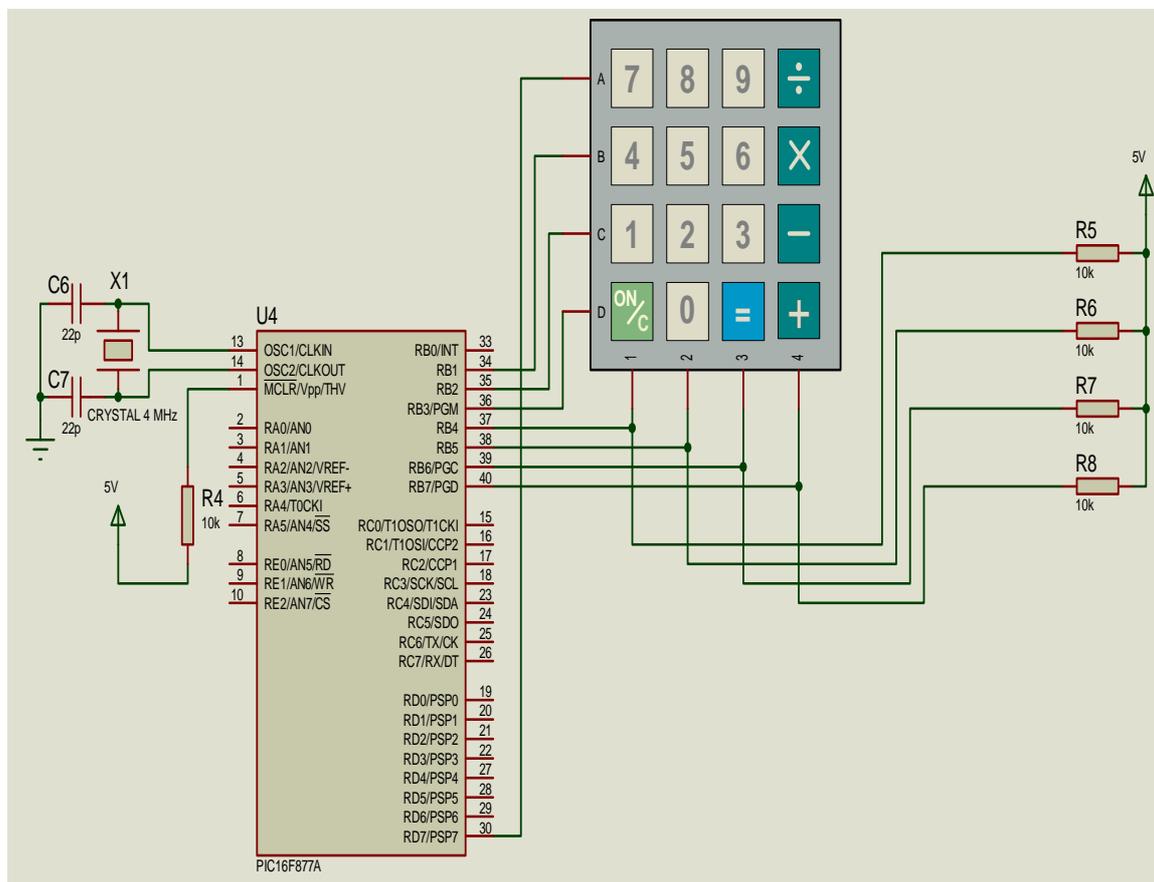


Figura 2.12 Conexión del teclado al PIC

Se tiene 3 oportunidades para ingresar la clave correcta, caso contrario se sale de la interrupción y el programa se encuentra a la espera de una nueva interrupción para realizar el proceso indicado.

Para cambiar la clave de acceso se debe presionar la tecla "A", el sistema requiere el ingreso de la clave anterior para ingresar la nueva clave. Se debe recordar que la clave tiene 4 dígitos y una vez que el cambio es aceptado el sistema sale de la interrupción. Si la clave anterior es incorrecta, el sistema le indica al usuario mediante un mensaje en el LCD, se tiene 3 oportunidades luego de la cual se sale de la interrupción.

2.3.5 MODULACION LCD

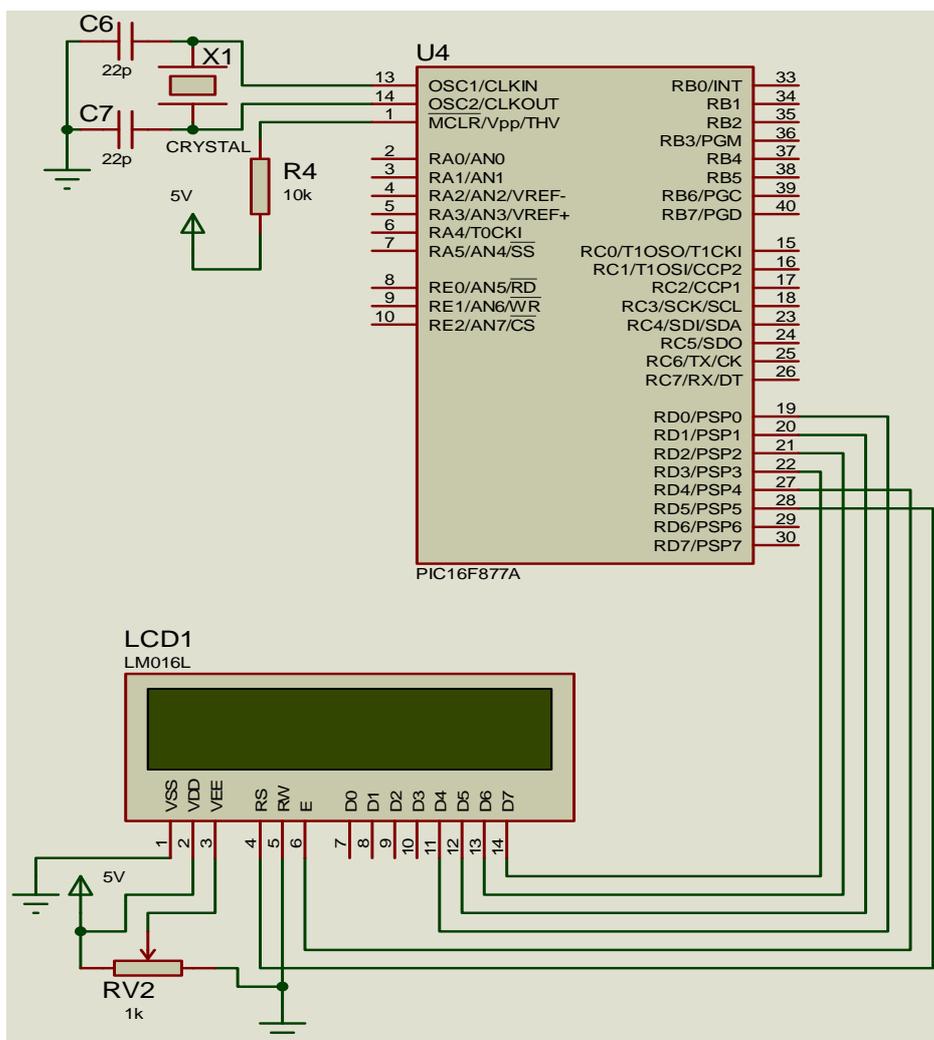


Figura 2.12 Conexión del módulo LCD al PIC 16F877A

El módulo LCD está conectado en el puerto D (Figura 2.12) y despliega los diferentes mensajes que indican el estado de la barrera. El módulo LCD es de 2 líneas * 16 caracteres (2x16) con back light. La configuración para que el LCD trabaje en el puerto D del Pic se realiza en la programación.

2.4 MODULO DE 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.

Los dispositivos seleccionados para transmitir datos por RF son los pequeños módulos de Laipac. Son dispositivos de precio accesible, y destaca su facilidad para usarlos, sólo se deben enviar y recibir los datos de forma serial.

Los sensores se los conoce como TLP434(A) y RLP434(A), la "A" que está entre los paréntesis son modelos mejorados, pero la distribución de pines en los dos casos es la misma. Se pueden trabajar con cualquiera de los dos tipos, no es necesario que los dos sean "A", es decir, se puede enviar datos con el TLP434A y recibirlos con el RLP434 sin ningún problema, con los respectivos codificador HT12E y decodificador HT12D.

2.4.1 MÓDULO DE TRASMISIÓN

El circuito de transmisión de RF (Figura 2.13) está formado por el transmisor de RF TLP434A y el codificador HT12E

Las características principales del transmisor del módulo TLP434A se indican en la siguiente tabla y las características del codificador HT12E se detallan en el anexo A3

	Modulación	ASK
	Voltaje de operación	2-12 VDC
	Frecuencia de sintonización	433.92 Mhz
	Alcance promedio	100mts
	Rata de datos	200Kbps
	Dimensiones	Ancho(10.3mm),Alto(13.3mm)

Los pines de entrada A0-A7 del codificador HT12E indican la dirección a utilizarse para la transmisión, estos pines se deben conectar a tierra o dejarse sin conexión, en el circuito de la figura se tiene la siguiente configuración.

A1 conexión a tierra

A2 conexión a tierra

A3 conexión a tierra

A6 conexión a tierra

A7 conexión a tierra

Los pines restantes se dejan sin conexión

AD8 – AD11 corresponden a los bit de datos, estos pines se deben conectar a tierra para indicar el dato que se va a transmitir o dejarse sin conectar. En el circuito de la figura 2.13 se utiliza AD11.

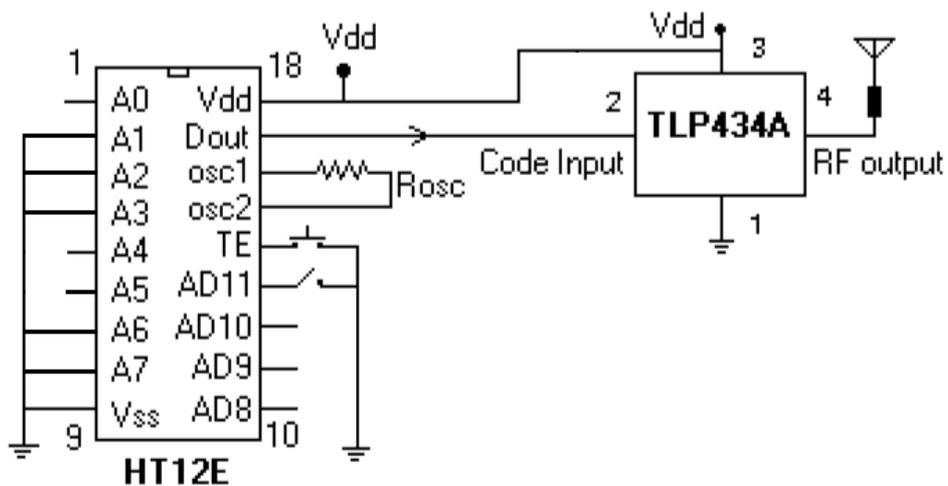


Figura 2.13 Módulo de transmisión de radiofrecuencia

TE es la habilitación para transmitir, cada vez que se conecta a tierra transmite el dato correspondiente con la respectiva dirección en modulación ASK.

El codificador HT12E utiliza un oscilador RC, de la hoja de datos se tiene que para una frecuencia de oscilación 3 KHz la $R_{osc} = 1 \text{ M}\Omega$ (Figura 2.16)

El pin Dout se conecta al pin 2 (Data In) del transmisor de RF.

Una batería de litio de 3 V proporciona la alimentación al circuito de transmisión de RF, además garantiza un alcance adecuado de control remoto. Si es necesario un mayor alcance se debe utilizar una batería de mayor voltaje.

Oscillator Frequency vs. Supply Voltage

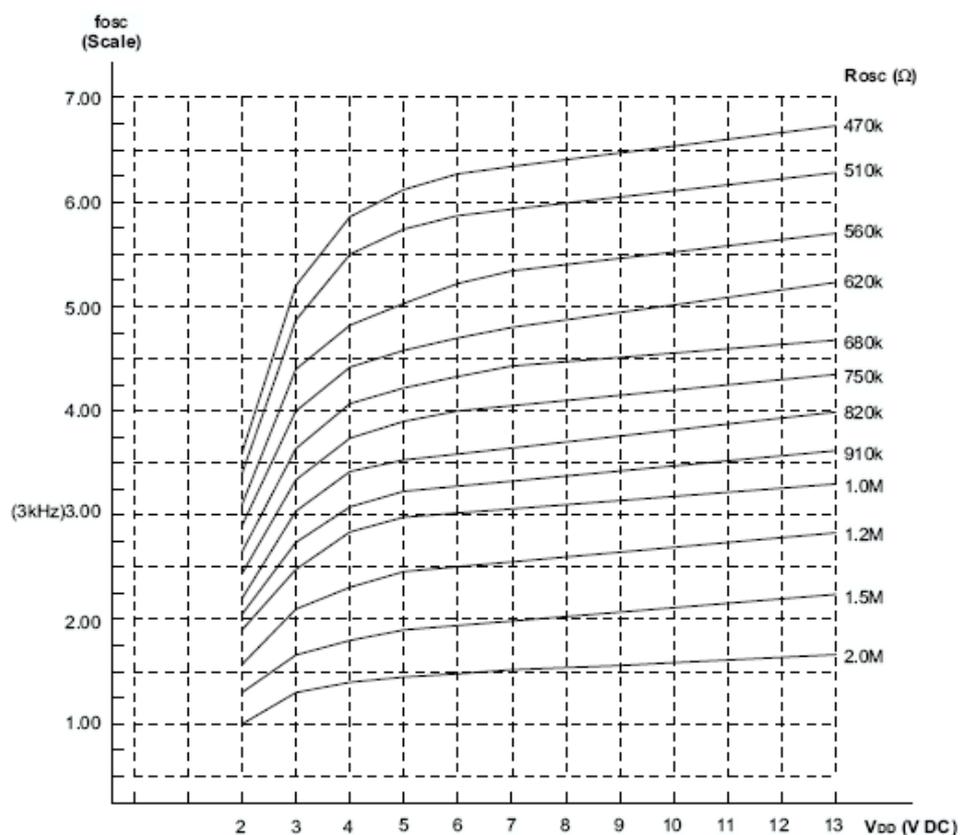


Figura 2.16 Gráfica f_{osc} vs voltaje alimentación del codificador HT12E

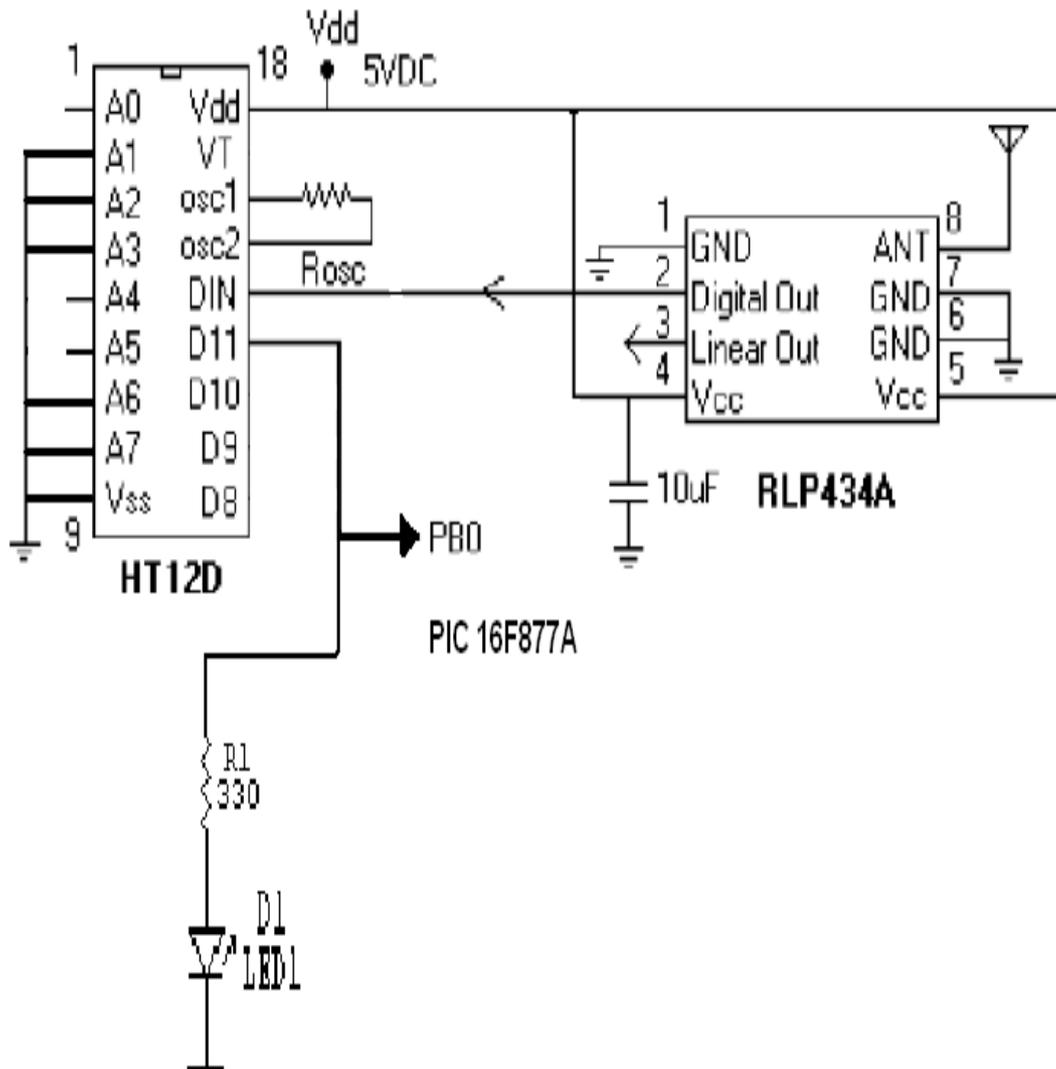


Figura 2.17 Módulo de recepción de radiofrecuencia

Este módulo se alimenta con 5 V y utiliza la misma fuente de alimentación del circuito de control. El decodificador HT12D utiliza un oscilador RC, de la gráfica f_{osc} vs voltaje de alimentación se obtiene el valor de la resistencia de oscilación.

Se debe considerar que la frecuencia de oscilación del decodificador debe ser aproximadamente 50 veces la f_{osc} del codificador, por tanto para una frecuencia de 150 KHz la resistencia $R_{osc} = 51 \text{ K}\Omega$ (Figura 2.18)

$$f_{osc_D} (\text{decoder}) \approx 50 f_{osc_E} (\text{encoder})$$

Oscillator frequency vs supply voltage

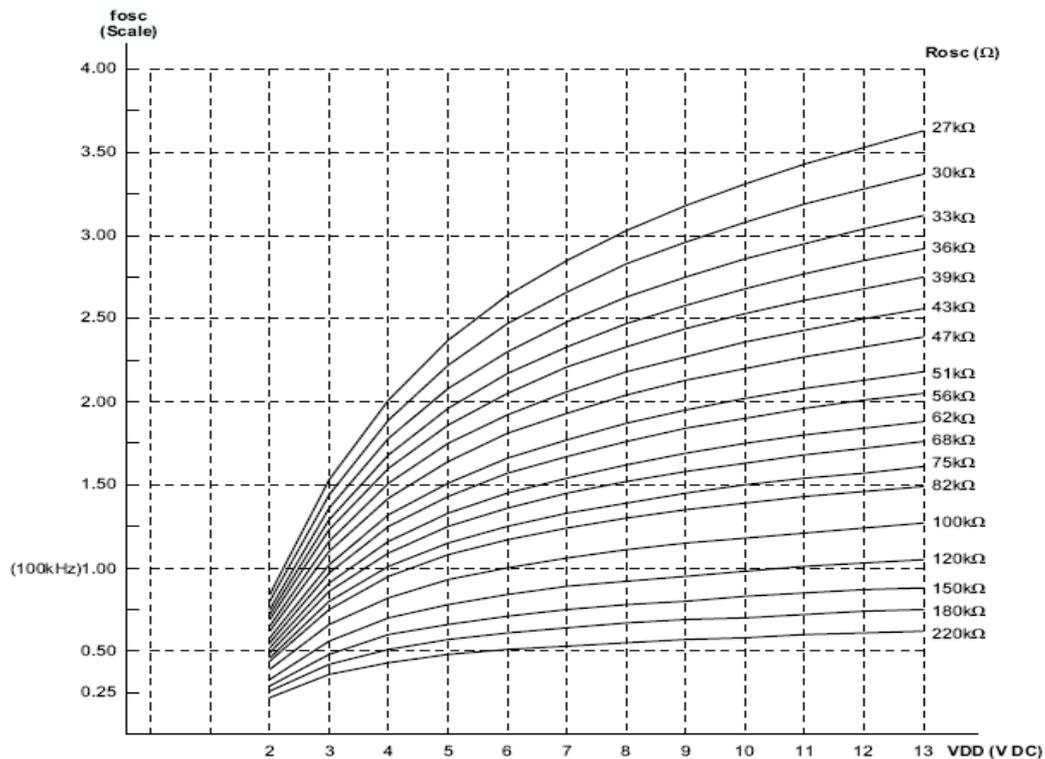


Figura 2.18 Gráfica fosc vs voltaje alimentación del decodificador HT12D

2.5 SENSORES INFRAROJOS

El sistema de barrera automática tiene dos pares de módulos de infrarrojos IR, denominados PAR1 y PAR2. Estos sensores trabajan en modo barrera y cada módulo consta de un transmisor y un receptor alineado uno enfrente al otro. Estos sensores están basados en la generación de un haz luminoso por parte de un diodo emisor IR que se proyecta sobre un detector IR.

Estos sensores se utilizan para detectar el ingreso o salida de los vehículos, el microcontrolador PIC 16F877A detecta si el haz luminoso ha sido interrumpido por medio de un cambio de voltaje en el pin correspondiente y realiza las tareas correspondientes de acuerdo a la lógica de trabajo definida en la programación del PIC.

En modo barrera los sensores tienen un alcance de 10 m., no es recomendable trabajar a distancias mayores por cuanto se dificulta apuntar el transmisor al

receptor. La alimentación de 5 V se toma de la fuente de alimentación de la tarjeta de control.

2.5.1 MÓDULO TRASMISOR INFRARROJO

En la figura 2.19 se distinguen tres bloques que forman el circuito transmisor de IR: bloque codificador, bloque modulador y bloque impulsor.

El bloque codificador está formado por el integrado HT12E y genera una palabra de 12 bits, compuesta por una dirección de 8 bits y una sección de datos o comandos de 4 bits.

Las direcciones de dispositivo para cada uno de los pares de módulos de infrarrojos se indican a continuación.

PAR 1

A0 conexión a tierra

A1 conexión a tierra

A2 conexión a tierra

Los pines restantes se dejan sin conexión

PAR 2

A0 conexión a tierra

A6 conexión a tierra

A1 conexión a tierra

A7 conexión a tierra

A2 conexión a tierra

A4 conexión a tierra

Los pines restantes se dejan sin conexión

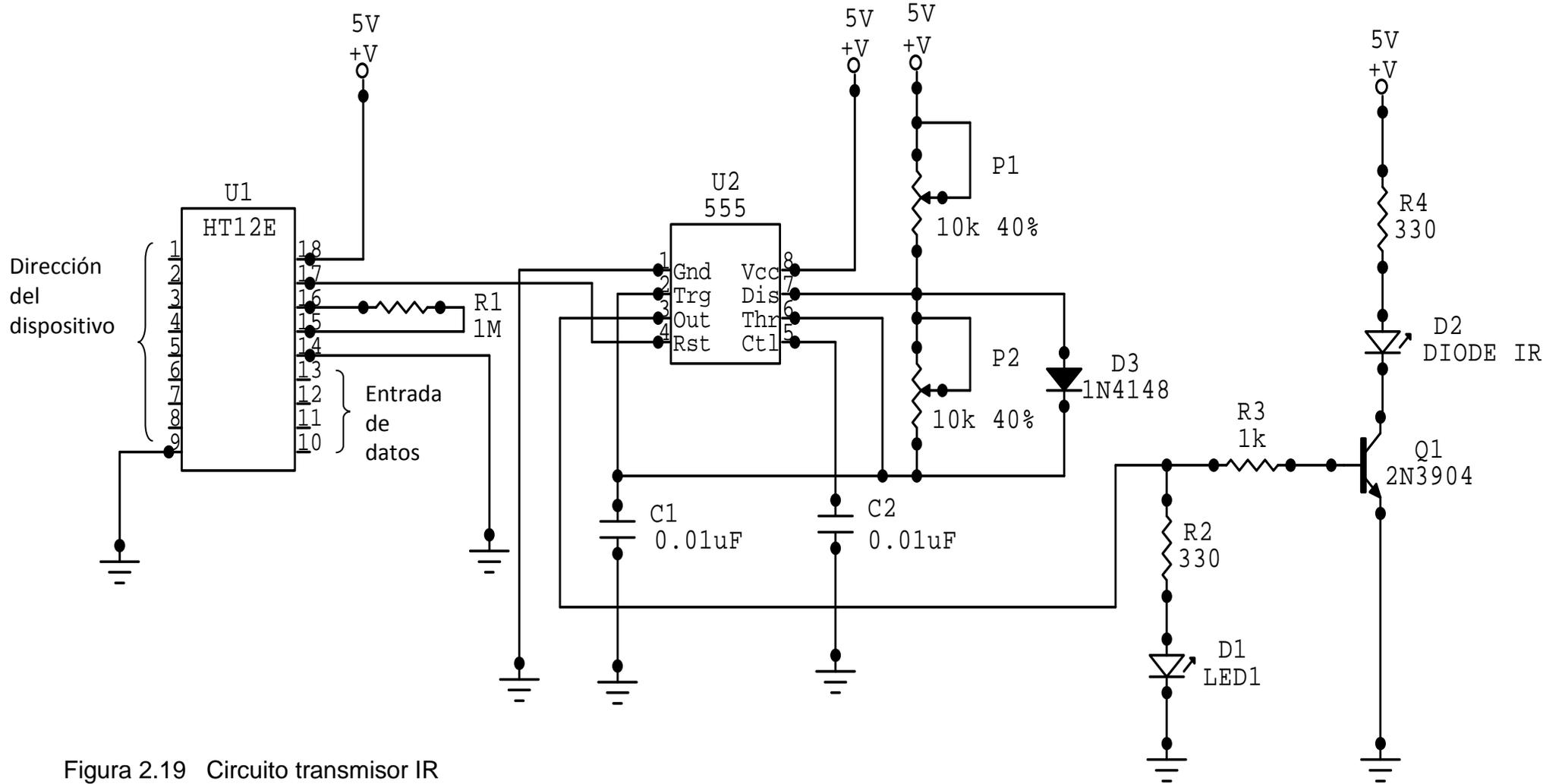


Figura 2.19 Circuito transmisor IR

La resistencia de oscilación R1 tiene un valor de 1 MΩ, la salida de datos DOUT se conecta al pin 4 del integrado temporizador 555.

El bloque modulador se encarga de generar la frecuencia central de transmisión con una tolerancia aproximada del 10 %, la cual modula la emisión de luz del diodo infrarrojo (D2). Esto se logra utilizando un circuito integrado temporizador 555 configurado como astable simétrico (multivibrador de oscilación libre) y ajustado a la frecuencia central de 38 KHz mediante una red formada por los potenciómetros P1, P2, el condensador C1 y el diodo de acción rápida D3 (Figura 2.19)

La frecuencia de oscilación se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$f = \frac{1.44}{(P1 + P2)C1}$$

Los potenciómetros P1 y P2 se fijan a un valor 1893 Ω y el capacitor C1 tiene una valor de 0.01 μF.

El bloque impulsor se encarga de generar la corriente necesaria a través del diodo emisor infrarrojo D2 para que pueda emitir su radiación utilizando al máximo la potencia y así obtener su máxima eficiencia. Para tal propósito se utiliza un transistor NPN 2N3904 que impulsa, a través de su colector, el diodo D2, cuya corriente se encuentra limitada por R4. Adicionalmente se tiene un diodo LED (D1) con el propósito de monitorear el buen funcionamiento del circuito modulador y verificar la salida correcta de frecuencia. (Figura 2.19)

2.5.2 MÓDULO RECEPTOR INFRARROJO

En la figura 2.20 se distinguen dos bloques que forman el circuito receptor infrarrojo.

El módulo receptor infrarrojo es elemento principal del circuito. Este dispositivo es un sensor activo que detecta la radiación IR por medio de un fotodiodo y

mantiene su salida en un nivel activo alto (5 V) mientras no esté recibiendo la radiación modulada de frecuencia de enganche. Sin embargo, cuando una radiación infrarroja con frecuencia de 38 KHz alcanza su diodo receptor la salida se coloca a nivel bajo luego de un pequeño retraso de algunos microsegundos.

El bloque impulsor se encarga de recibir la salida del módulo receptor IR y amplificar su corriente para que la señal sea decodificada. Esto se logra mediante el transistor NPN 2N3904 (Q1) y las resistencias R2, R3 y R4.

El bloque decodificar está formado por el integrado HT12D, del pin VT se toma la salida a sensor que se conecta a los pines RC0 y RC1 del PIC 16F877A (el PAR1 se conecta al pin RC0 y el PAR2 se conecta al pin RC!). La dirección del dispositivo es la misma que en el caso del circuito transmisor IR y se indica a continuación.

PAR 1

A0 conexión a tierra

A1 conexión a tierra

A2 conexión a tierra

Los pines restantes se dejan sin conexión

PAR 2

A0 conexión a tierra

A1 conexión a tierra

A2 conexión a tierra

A4 conexión a tierra

A6 conexión a tierra

A7 conexión a tierra

Los pines restantes se dejan sin conexión

Adicionalmente, se dispone de un diodo LED (D1) que permite monitorear la salida y que la frecuencia de llegada sea la correcta (figura 2.20).

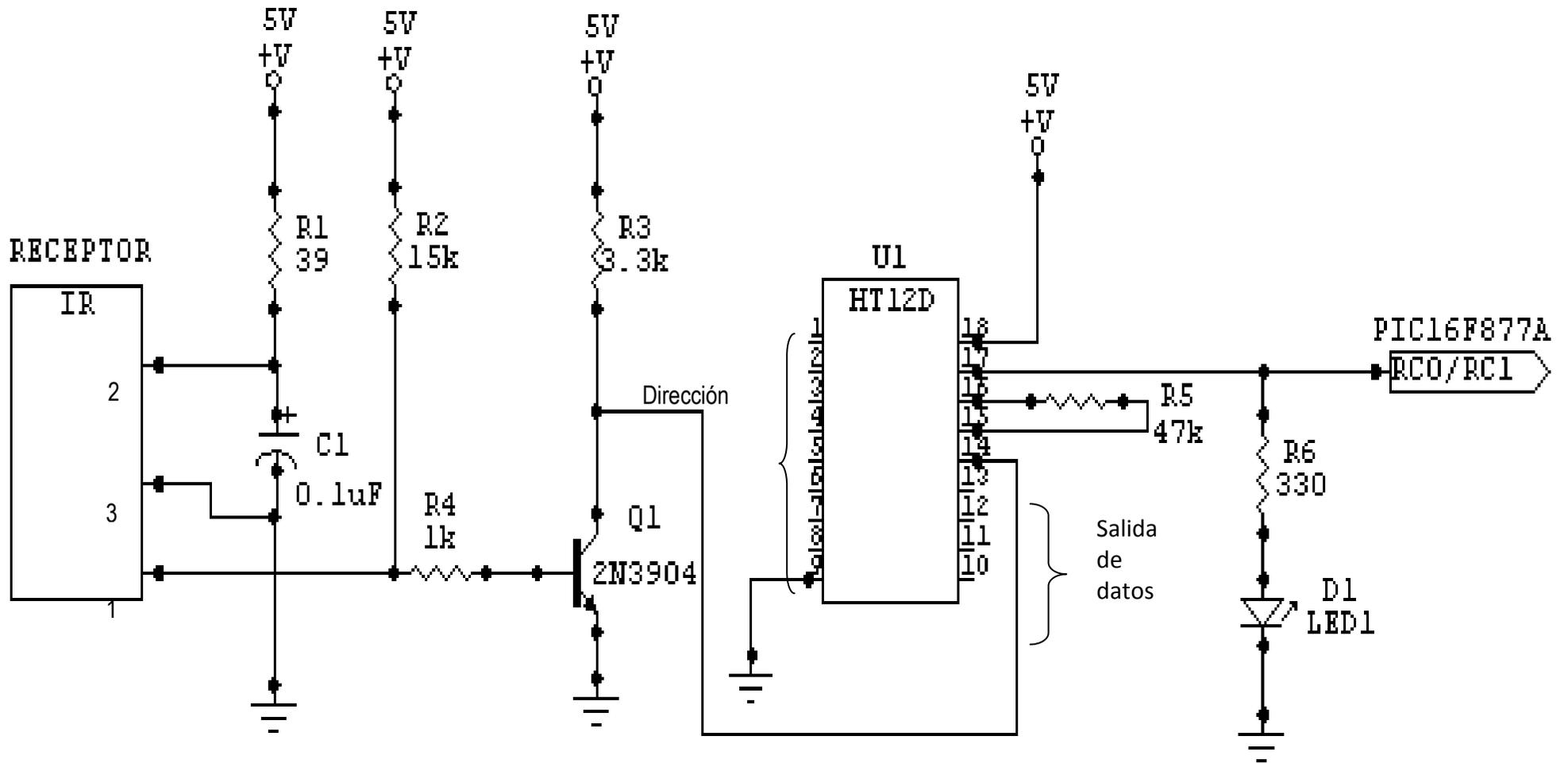


Figura 2.20 Circuito receptor IR

2.6 CIRCUITO DE POTENCIA

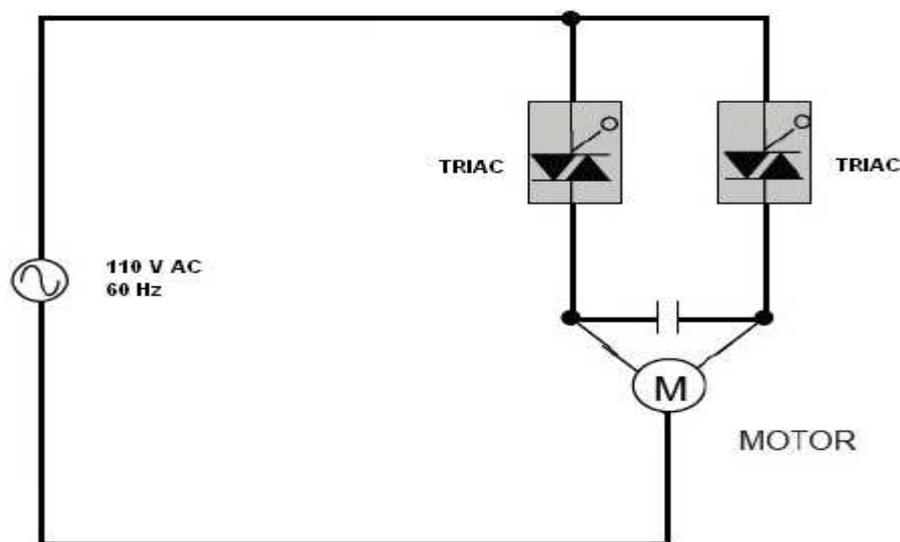


Figura 2.21 Diagrama simplificado de potencia

En la figura 2.21 se indica el diagrama simplificado de potencia del motor. El motor se controla por medio de triac. En la figura 2.22 se tiene el circuito completo de potencia con todos los componentes auxiliares. El disparo de los TRIAC se realiza por medio de optoacopladores para dar el aislamiento necesario al microcontrolador PIC. Los TRIAC funcionan en modo binario (Todo/Nada), es decir, como simples interruptores electrónicos, pues este tipo de motor no admite la regulación de voltaje por control de retardo de fase como se hace con los motores universales. Los motores de inducción solo permiten regulaciones del 5% de su velocidad (inapreciable), fuera de este margen, el motor se desengancha del campo magnético giratorio, y deja de moverse, quedando en posición de bloqueo con un importante calentamiento que lo termina quemando.

El triac utilizado es el integrado BT138 que soporta un voltaje de 600 V y una corriente de 12 A. Los optoacopladores que forman parte de este circuito son MOC3041 que permiten aislar el circuito de control del circuito de potencia. Otras características de estos elementos se indican en los anexos correspondientes.

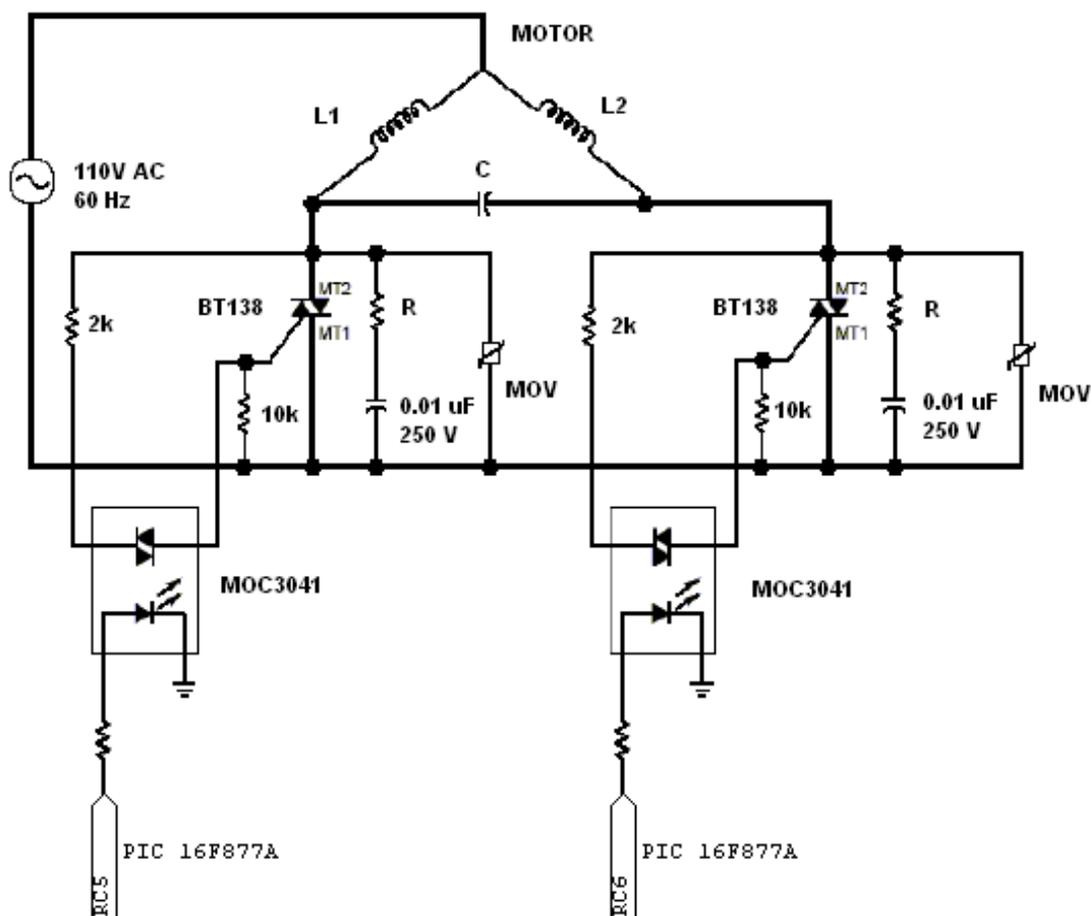


Figura 2.22 Circuito completo de potencia

El control del motor por medio del PIC se realiza a través de los pines RC0 y RC1 que permiten girar el motor en un sentido u otro.

2.7 PROGRAMA

El programa fuente se realiza utilizando el programa MicroCode Studio, versión 3.0.0.5, compilador PICBASIC PRO 2.46.

El software para grabar el programa en el PIC es el WinPIC 800, versión 3.62

A continuación se detalla algunas características del programa, el código completo se encuentra en el anexo B.

En la sección de declaración de variables, se define el puerto en el cual va a trabajar el módulo LCD 2x16, también los pines para los bits de selección y habilitación del LCD; las variables para las filas y columnas del teclado, variables para almacenar la clave, entre otros.

```
DEFINE LCD_DREG PORTD
DEFINE LCD_DBIT 0
DEFINE LCD_RSREG PORTD
DEFINE LCD_RSBIT 5
DEFINE LCD_EREG PORTD
DEFINE LCD_EBIT 4
```

```
X VAR BYTE
INC VAR BYTE
BANDERA VAR BYTE
BANDERA1 VAR BYTE
PULSO VAR BYTE
```

```
NUMERO VAR BYTE ; almacena número de la tecla pulsada
```

```
A VAR PORTD.7 ; nombre de los pines de las filas del teclado
B VAR PORTB.1
C VAR PORTB.2
D VAR PORTB.3
UNO VAR PORTB.4 ; nombre de los pines de las columnas del teclado
DOS VAR PORTB.5
TRES VAR PORTB.6
CUATRO VAR PORTB.7
```

```
CLAVE1 VAR BYTE ; variables para almacenar la clave
CLAVE2 VAR BYTE
CLAVE3 VAR BYTE
CLAVE4 VAR BYTE
```

Mientras no se produzcan interrupciones se ejecuta el bloque INICIO. En el LCD se despliegan algunos mensajes para el usuario. A continuación se tiene el código correspondiente.

INICIO:

TRISB=%11110001 ; configuración de pines: 1= entrada, 0=salida

TRISD.7=0

INTCON=%10011000 ; habilitación de interrupciones

EEPROM 8, [7,5,3,1] ; clave almacenada en memoria EEPROM

BANDERA=0 ; bandera para contar número de veces que

BANDERA1=0 ; se ingresa la clave en forma incorrecta

LOW A ; filas en estado bajo permiten

LOW B ; la detección de teclas cuando son

LOW C ; presionadas

LOW D

PAUSE 200

LCDOUT \$FE,1

LCDOUT \$FE,\$80,"ESCUELA POLITECNICA"

LCDOUT \$FE,\$C4,"NACIONAL"

FOR X=0 TO 25 ; lazo para pausar 2.5 segundos

PAUSE 100

NEXT

LOW A ; filas en estado bajo

LOW B

LOW C

LOW D

LCDOUT \$FE,1

LCDOUT \$FE,\$82,"INSTITUTO DE"

LCDOUT \$FE,\$C3,"TECNOLOGOS"

FOR X=0 TO 25 ; lazo para pausar 2.5 segundos

PAUSE 100

```

NEXT
LOW A           ; filas en estado bajo
LOW B
LOW C
LOW D
LCDOUT $FE,1
LCDOUT $FE,$80,"ACCESO VEHICULAR"
LCDOUT $FE,$C1,"DE PROFESORES"

FOR X=0 TO 25   ; lazo para pausar 2.5 segundos
  PAUSE 100
NEXT
LOW A           ; filas en estado bajo
LOW B
LOW C
LOW D
LCDOUT $FE,1
LCDOUT $FE,$81,"** PRESIONE **"
LCDOUT $FE,$C0,"CUALQUIER TECLA"
FOR X=0 TO 25
  PAUSE 100
NEXT

```

GOTO INICIO

Para el llamado a interrupciones se tiene la siguiente instrucción.

ON INTERRUPT GOTO DETECTA

Y para saltar al código de las interrupciones se utilizan las siguientes instrucciones.

DETECTA:

```

IF INTCON.1=1 THEN MOTOR           ; interrupción por control RF

```

```
IF PORTB.4=0 THEN TECLADO ; interrupción por teclado
IF PORTB.5=0 THEN TECLADO ; cambio de estado pines B4 a B7
IF PORTB.6=0 THEN TECLADO ; cambio de estado pines B4 a B7
IF PORTB.7=0 THEN TECLADO ; cambio de estado pines B4 a B7
RESUME
```

CAPÍTULO 3

3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.1 CONCLUSIONES

- Las unidades deben mantenerse sobre base firme para eliminar vibraciones y desalineamientos en los ejes.
- Para controlar el torque del motor es necesario reducir su velocidad, por medio del reductor, el cual debe ser calculado adecuadamente para solo recorrer un cuarto de vuelta es decir 90 grados.
- El brazo no se detiene instantáneamente luego de unirse los fines de carrera con el neutro, debido a la inercia propia del motor.
- Se logra aplicar los conocimientos adquiridos a lo largo de la educación en el instituto y ponerlos en práctica a beneficio de una necesidad general.
- Se desarrollo la tarjeta de control automatizada en base a microcontroladores PIC , con una etapa de potencia, su interfaz de radio frecuencia e infrarrojo y periféricos (teclado y modulo LCD) necesarios para usuario
- Se desarrollo un sistema de manejo inalámbrico en base a radio frecuencia por medio de un control remoto.
- Se ha podido comprobar el alcance del control remoto, con línea de vista es de 10 metros aproximadamente.

- Se logro incorporar un sistema de acceso manual, en base a un teclado matricial. Así también se añadió un control manual por medio de un pulsador.
- No se logró el objetivo de implementar el acceso vehicular (barrera vehicular) ya que quedo montada sobre una base didáctica” maqueta” por motivos de fuerza mayor, queda su instalación definitiva a segunda orden.

3.2 RECOMENDACIONES

- La tecnología desarrollada se podría utilizar en otras aplicaciones como son: Apertura y cierre de puertas, sistema de cinta transportadora, conteo y detección de piezas, maquinas de transferencia, taladros, entre otros.
- Utilizando la Tecnología inalámbrica se podría accionar por medio de un celular, vía infrarrojo obviamente haciendo las respectivas adaptaciones necesarias en software y hardware.
- Se podría usar la barrera de acceso vehicular como sistema de conteo y tarifación muy utilizado en los centros comerciales, cines, conjuntos habitacionales y donde se requiera de esta utilidad.
- Se podría complementar la barrera de acceso vehicular con sistemas de CCTV (Circuito Cerrado de Televisión) muy usados en el medio, de igual manera sistemas de autenticación de acceso ya sea por huella y tarjeta magnética, voz, y más.
- Se podría añadir a la barrera de acceso vehicular sistemas de señalización como luces, tipo balistas o licuadoras, alarmas sonoras, etc.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOYLESTAD, Robert. NASHELSKY, Louis. *“Electrónica: Teoría de Circuitos”*. Editorial Prentice Hall. Sexta Edición. 1997.
- REYES, Carlos. *“Microcontroladores PIC, Programación en BASIC”*. Editorial Rispergraf. Segunda Edición. 2006.
- RASHID, Muhammad H. GONZÁLEZ Y POZO, Virgilio. *“Electrónica de Potencia”*. Editorial Pearson Educación, Tercera Edición.
- MALVIVO, Principios de Electrónica
- LÓPEZ, Pablo, Ing. Cuaderno de Electrónica II
- IBARS, María. MIRALLES, José J. Motores monofásicos I.E.S. 2
- IBARS, María. MIRALLES, José J. Motores monofásicos I.E.S. 3
- www.microchip.com
- www.unicrom.com
- <http://voltio.ujaen.es/jagUILar/temarioEP/>
- <http://www.winpic800.com/>
- <http://platea.pntic.mec.es/~lmarti2/proyecto.htm>
- www.bannerengineering.com
- <http://electromatica.cl/conceptos/convergente.gif>
- http://robots-argentina.com.ar/Sensores_general.htm#prox
- <http://www.victoryvictor.net/electricidad.htm>

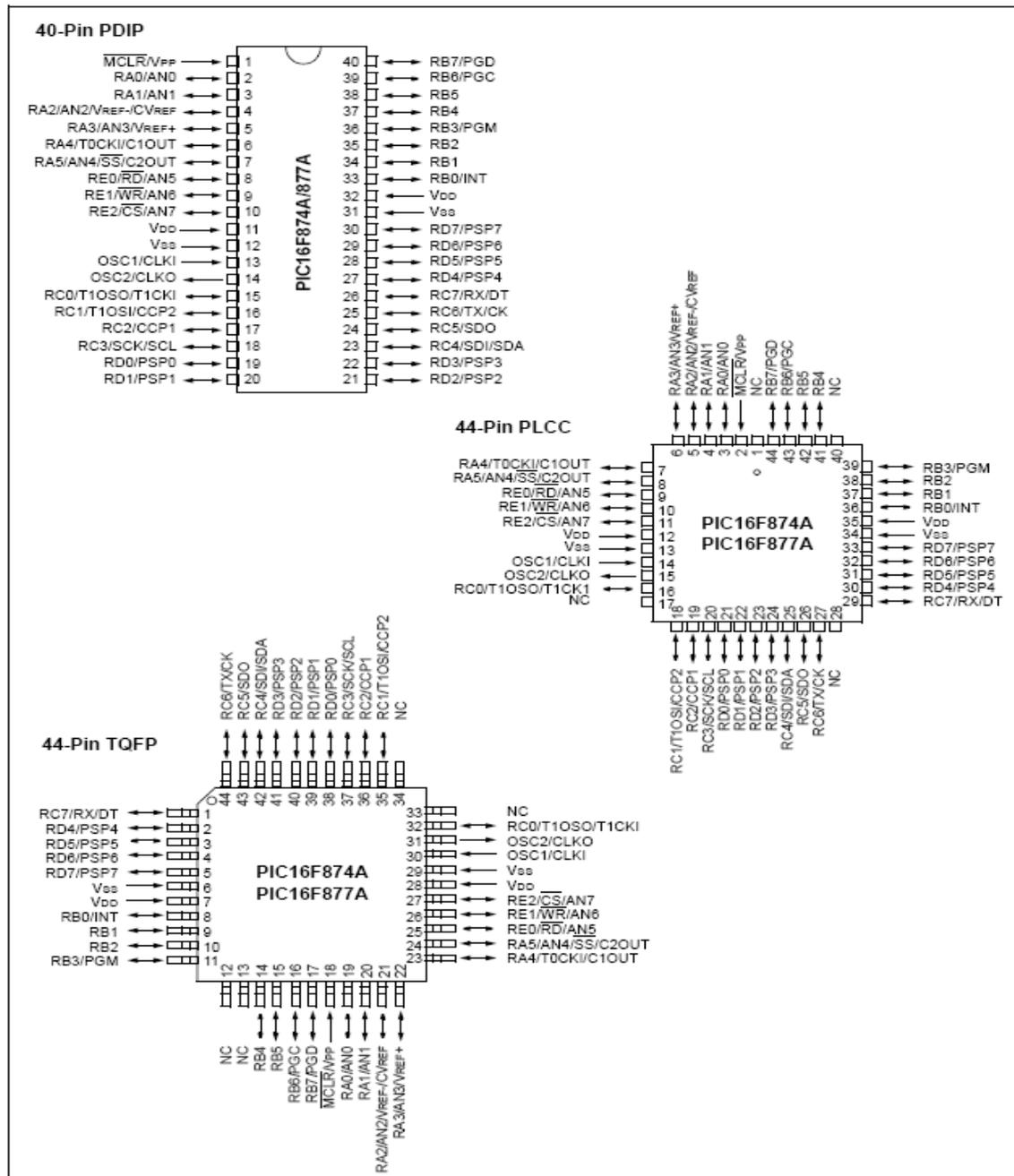
ANEXOS

ANEXO A: DATASHEET

ANEXO A1: DISTRIBUCIÓN DE PINES PIC16F877A

PIC16F87XA

Pin Diagrams (Continued)



ANEXO A3: HOJA DE DATOS CODIFICADOR HT12E



HT12A/HT12E 2¹² Series of Encoders

Features

- Operating voltage
 - 2.4V~5V for the HT12A
 - 2.4V~12V for the HT12E
- Low power and high noise immunity CMOS technology
- Low standby current: 0.1μA (typ.) at V_{DD}=5V
- HT12A with a 38kHz carrier for infrared transmission medium
- Minimum transmission word
 - Four words for the HT12E
 - One word for the HT12A
- Built-in oscillator needs only 5% resistor
- Data code has positive polarity
- Minimal external components
- Pair with Holtek's 2¹² series of decoders
- 18-pin DIP, 20-pin SOP package

Applications

- Burglar alarm system
- Smoke and fire alarm system
- Garage door controllers
- Car door controllers
- Car alarm system
- Security system
- Cordless telephones
- Other remote control systems

General Description

The 2¹² encoders are a series of CMOS LSIs for remote control system applications. They are capable of encoding information which consists of N address bits and 12-N data bits. Each address/data input can be set to one of the two logic states. The programmed addresses/data are transmitted together with the header

bits via an RF or an infrared transmission medium upon receipt of a trigger signal. The capability to select a \overline{TE} trigger on the HT12E or a DATA trigger on the HT12A further enhances the application flexibility of the 2¹² series of encoders. The HT12A additionally provides a 38kHz carrier for infrared systems.

Selection Table

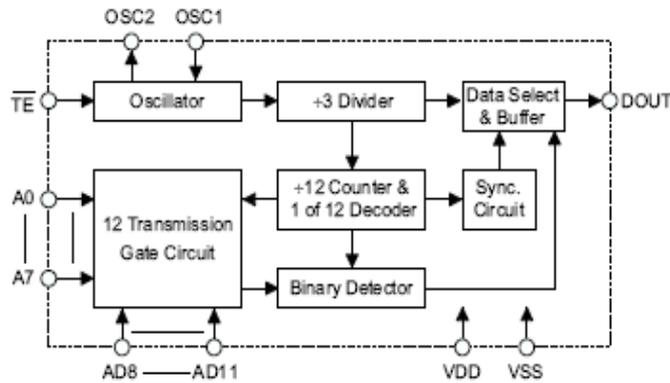
Function Part No.	Address No.	Address/ Data No.	Data No.	Oscillator	Trigger	Carrier Output	Negative Polarity	Package
HT12A	8	0	4	455kHz resonator	D8-D11	38kHz	No	18DIP, 20SOP
HT12E	8	4	0	RC oscillator	\overline{TE}	No	No	18DIP, 20SOP

Note: Address/Data represents pins that can be either address or data according to the application requirement.

Block Diagram

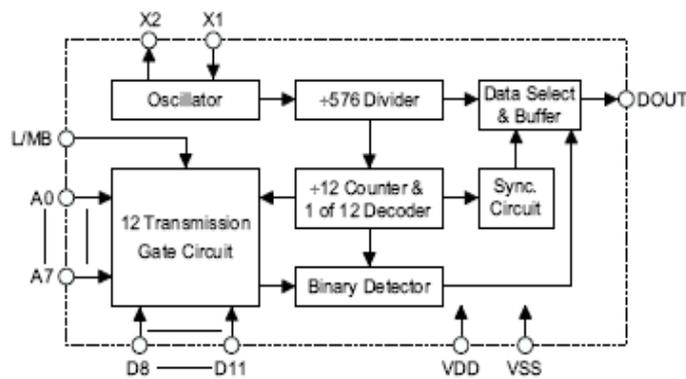
TE Trigger

HT12E



DATA Trigger

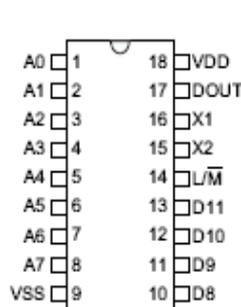
HT12A



Note: The address data pins are available in various combinations (refer to the address/data table).

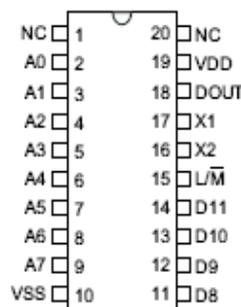
Pin Assignment

**8-Address
4-Data**



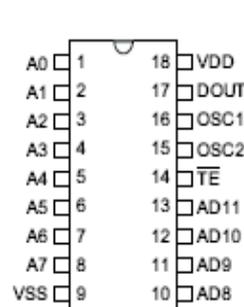
HT12A
-18 DIP-A

**8-Address
4-Data**



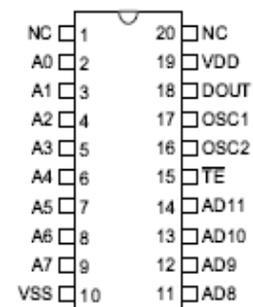
HT12A
-20 SOP-A

**8-Address
4-Address/Data**



HT12E
-18 DIP-A

**8-Address
4-Address/Data**



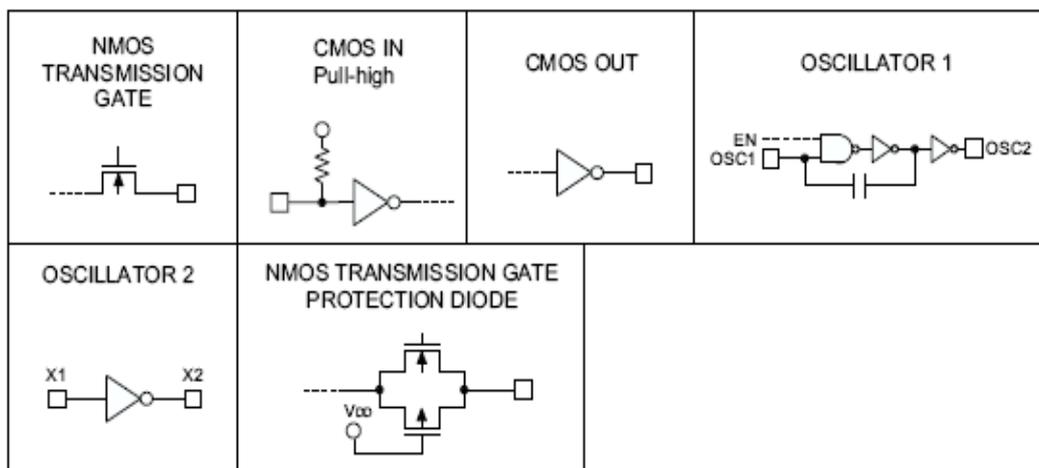
HT12E
-20 SOP-A

Pin Description

Pin Name	I/O	Internal Connection	Description
A0~A7	I	CMOS IN Pull-high (HT12A)	Input pins for address A0~A7 setting These pins can be externally set to VSS or left open
		NMOS TRANSMISSION GATE PROTECTION DIODE (HT12E)	
AD8~AD11	I	NMOS TRANSMISSION GATE PROTECTION DIODE (HT12E)	Input pins for address/data AD8~AD11 setting These pins can be externally set to VSS or left open
D8~D11	I	CMOS IN Pull-high	Input pins for data D8~D11 setting and transmission enable, active low These pins should be externally set to VSS or left open (see Note)
DOUT	O	CMOS OUT	Encoder data serial transmission output
$\overline{L/M}$	I	CMOS IN Pull-high	Latch/Momentary transmission format selection pin: Latch: Floating or VDD Momentary: VSS
\overline{TE}	I	CMOS IN Pull-high	Transmission enable, active low (see Note)
OSC1	I	OSCILLATOR 1	Oscillator input pin
OSC2	O	OSCILLATOR 1	Oscillator output pin
X1	I	OSCILLATOR 2	455kHz resonator oscillator input
X2	O	OSCILLATOR 2	455kHz resonator oscillator output
VSS	I	—	Negative power supply, ground
VDD	I	—	Positive power supply

Note: D8~D11 are all data input and transmission enable pins of the HT12A.

\overline{TE} is a transmission enable pin of the HT12E.

Approximate Internal Connections


ANEXO A4: HOJA DE DATOS DECODIFICADOR HT12D



HT12D/HT12F 2¹² Series of Decoders

Features

- Operating voltage: 2.4V~12V
- Low power and high noise immunity CMOS technology
- Low standby current
- Capable of decoding 12 bits of information
- Binary address setting
- Received codes are checked 3 times
- Address/Data number combination
 - HT12D: 8 address bits and 4 data bits
 - HT12F: 12 address bits only
- Built-in oscillator needs only 5% resistor
- Valid transmission indicator
- Easy interface with an RF or an infrared transmission medium
- Minimal external components
- Pair with Holtek's 2¹² series of encoders
- 18-pin DIP, 20-pin SOP package

Applications

- Burglar alarm system
- Smoke and fire alarm system
- Garage door controllers
- Car door controllers
- Car alarm system
- Security system
- Cordless telephones
- Other remote control systems

General Description

The 2¹² decoders are a series of CMOS LSIs for remote control system applications. They are paired with Holtek's 2¹² series of encoders (refer to the encoder/decoder cross reference table). For proper operation, a pair of encoder/decoder with the same number of addresses and data format should be chosen.

The decoders receive serial addresses and data from a programmed 2¹² series of encoders that are transmitted by a carrier using an RF or an IR transmission medium. They compare the serial input data three times continu-

ously with their local addresses. If no error or unmatched codes are found, the input data codes are decoded and then transferred to the output pins. The VT pin also goes high to indicate a valid transmission.

The 2¹² series of decoders are capable of decoding informations that consist of N bits of address and 12-N bits of data. Of this series, the HT12D is arranged to provide 8 address bits and 4 data bits, and HT12F is used to decode 12 bits of address information.

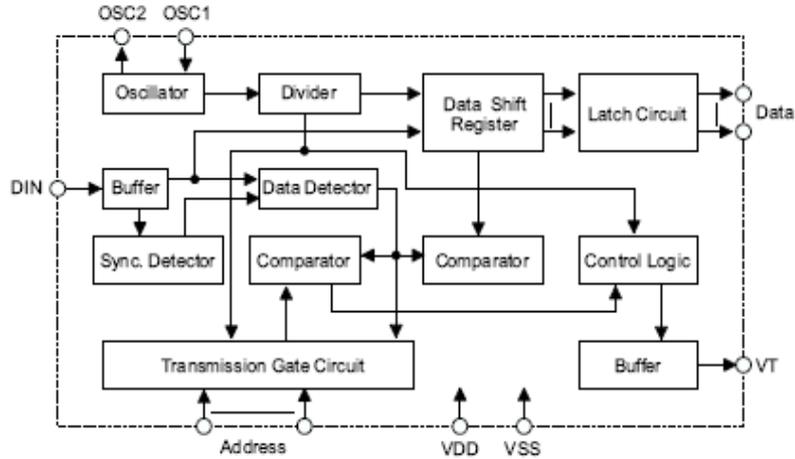
Selection Table

Function Part No.	Address No.	Data		VT	Oscillator	Trigger	Package
		No.	Type				
HT12D	8	4	L	√	RC oscillator	DIN active "Hi"	18DIP, 20SOP
HT12F	12	0	—	√	RC oscillator	DIN active "Hi"	18DIP, 20SOP

Notes: Data type: L stands for latch type data output.

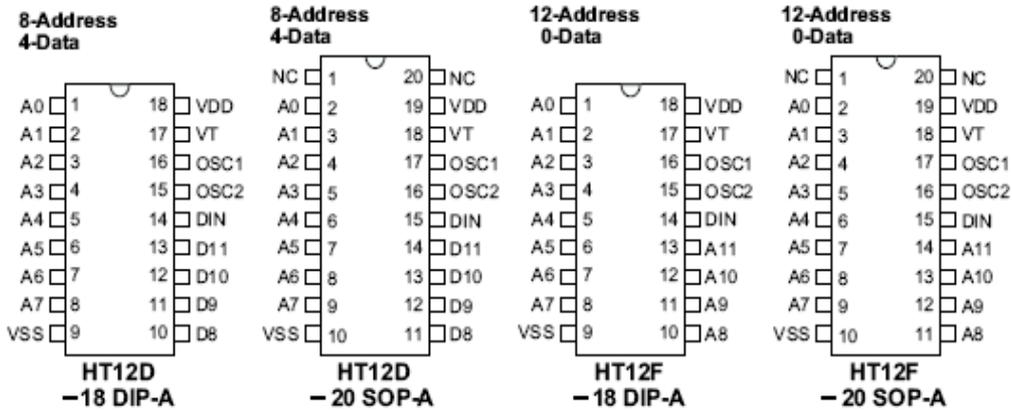
VT can be used as a momentary data output.

Block Diagram



Note: The address/data pins are available in various combinations (see the address/data table).

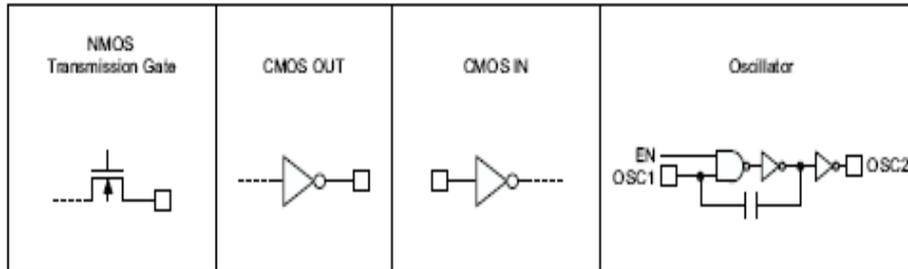
Pin Assignment



Pin Description

Pin Name	I/O	Internal Connection	Description
A0~A11 (HT12F)	I	NMOS Transmission Gate	Input pins for address A0~A11 setting These pins can be externally set to VSS or left open.
A0~A7 (HT12D)			Input pins for address A0~A7 setting These pins can be externally set to VSS or left open.
D8~D11 (HT12D)	O	CMOS OUT	Output data pins, power-on state is low.
DIN	I	CMOS IN	Serial data input pin
VT	O	CMOS OUT	Valid transmission, active high
OSC1	I	Oscillator	Oscillator input pin
OSC2	O	Oscillator	Oscillator output pin
VSS	—	—	Negative power supply, ground
VDD	—	—	Positive power supply

Approximate internal connection circuits



Absolute Maximum Ratings

Supply Voltage	-0.3V to 13V	Storage Temperature	-50°C to 125°C
Input Voltage	$V_{SS}-0.3$ to $V_{DD}+0.3V$	Operating Temperature	-20°C to 75°C

Note: These are stress ratings only. Stresses exceeding the range specified under "Absolute Maximum Ratings" may cause substantial damage to the device. Functional operation of this device at other conditions beyond those listed in the specification is not implied and prolonged exposure to extreme conditions may affect device reliability.

Electrical Characteristics

Ta=25°C

Symbol	Parameter	Test Conditions		Min.	Typ.	Max.	Unit
		V _{DD}	Conditions				
V _{DD}	Operating Voltage	—	—	2.4	5	12	V
I _{STB}	Standby Current	5V	Oscillator stops	—	0.1	1	μA
		12V		—	2	4	μA
I _{DD}	Operating Current	5V	No load, f _{OSC} =150kHz	—	200	400	μA
I _O	Data Output Source Current (D8~D11)	5V	V _{OH} =4.5V	-1	-1.6	—	mA
	Data Output Sink Current (D8~D11)	5V	V _{OL} =0.5V	1	1.6	—	mA
I _{VT}	VT Output Source Current	5V	V _{OH} =4.5V	-1	-1.6	—	mA
	VT Output Sink Current		V _{OL} =0.5V	1	1.6	—	mA
V _{IH}	"H" Input Voltage	5V	—	3.5	—	5	V
V _{IL}	"L" Input Voltage	5V	—	0	—	1	V
f _{OSC}	Oscillator Frequency	5V	R _{OSC} =51kΩ	—	150	—	kHz

ANEXO A5: TRIAC BT138

Triacs sensitive gate

BT138 series E

GENERAL DESCRIPTION

Glass passivated, sensitive gate triacs in a plastic envelope, intended for use in general purpose bidirectional switching and phase control applications, where high sensitivity is required in all four quadrants.

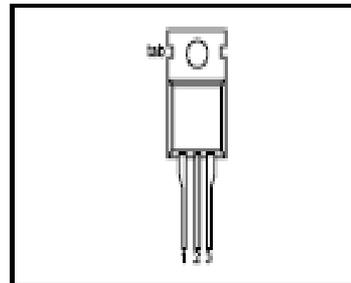
QUICK REFERENCE DATA

SYMBOL	PARAMETER	MAX.	MAX.	MAX.	UNIT
V_{DRM}	Repetitive peak off-state voltages	500E 500	600E 600	800E 800	V
$I_{TRM(RMS)}$	RMS on-state current	12	12	12	A
I_{TSM}	Non-repetitive peak on-state current	95	95	95	A

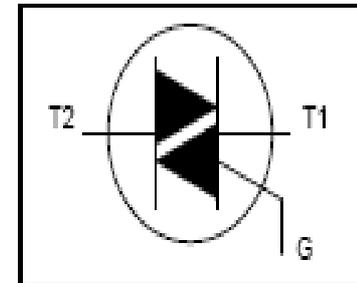
PINNING - TO220AB

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

PIN CONFIGURATION



SYMBOL



LIMITING VALUES

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

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	MAX.			UNIT
				-500 500 ¹	-600 600 ¹	-800 800	
V_{DRM}	Repetitive peak off-state voltages		-				V
$I_{TRM(RMS)}$	RMS on-state current	full sine wave; $T_{mb} \leq 99\text{ }^{\circ}\text{C}$	-	12			A
I_{TSM}	Non-repetitive peak on-state current	full sine wave; $T_1 = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ prior to surge $t = 20\text{ ms}$	-	95			A
		$t = 18.7\text{ ms}$	-	105			A
I^2t	I^2t for fusing	$t = 10\text{ ms}$	-	45			A ² s
dI_T/dt	Repetitive rate of rise of on-state current after triggering	$I_{TSM} = 20\text{ A}$; $I_G = 0.2\text{ A}$; $dI_G/dt = 0.2\text{ A}/\mu\text{s}$	-	50			A/ μs
		T2+ G+	-	50			A/ μs
		T2+ G-	-	50			A/ μs
		T2- G-	-	50			A/ μs
		T2- G+	-	10			A/ μs
I_{GM}	Peak gate current		-	2			A
V_{GM}	Peak gate voltage		-	5			V
P_{GM}	Peak gate power		-	5			W
$P_{GM(AV)}$	Average gate power	over any 20 ms period	-	0.5			W
T_{stg}	Storage temperature		-40	150			$^{\circ}\text{C}$
T_J	Operating junction temperature		-	125			$^{\circ}\text{C}$

THERMAL RESISTANCES

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
$R_{th,mb}$	Thermal resistance junction to mounting base	full cycle half cycle	-	-	1.5	K/W
$R_{th,ja}$	Thermal resistance junction to ambient	in free air	-	80	2.0	K/W

STATIC CHARACTERISTICS

$T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$ unless otherwise stated

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
I_{GT}	Gate trigger current	$V_D = 12\text{ V}; I_T = 0.1\text{ A}$				
		T2+ G+	-	2.5	10	mA
		T2+ G-	-	4.0	10	mA
		T2- G-	-	5.0	10	mA
		T2- G+	-	11	25	mA
I_L	Latching current	$V_D = 12\text{ V}; I_{GT} = 0.1\text{ A}$				
		T2+ G+	-	3.2	30	mA
		T2+ G-	-	16	40	mA
		T2- G-	-	4.0	30	mA
		T2- G+	-	5.5	40	mA
I_H	Holding current	$V_D = 12\text{ V}; I_{GT} = 0.1\text{ A}$	-	4.0	30	mA
V_T	On-state voltage	$I_T = 15\text{ A}$	-	1.4	1.65	V
V_{GT}	Gate trigger voltage	$V_D = 12\text{ V}; I_T = 0.1\text{ A}$	-	0.7	1.5	V
		$V_D = 400\text{ V}; I_T = 0.1\text{ A}; T_j = 125\text{ }^\circ\text{C}$	0.25	0.4	-	V
I_D	Off-state leakage current	$V_D = V_{DRM(max)}; T_j = 125\text{ }^\circ\text{C}$	-	0.1	0.5	mA

DYNAMIC CHARACTERISTICS

$T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$ unless otherwise stated

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
dV_D/dt	Critical rate of rise of off-state voltage	$V_{DM} = 67\% V_{DRM(max)}; T_j = 125\text{ }^\circ\text{C};$ exponential waveform; gate open circuit	-	50	-	V/ μs
t_{vj}	Gate controlled turn-on time	$I_{Tj} = 16\text{ A}; V_D = V_{DRM(max)}; I_G = 0.1\text{ A};$ $dI_G/dt = 5\text{ A}/\mu\text{s}$	-	2	-	μs

ANEXO A6: OPTOACOPLADOR MOC3041

FAIRCHILD
SEMICONDUCTOR®

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

MOC3031M MOC3032M MOC3033M MOC3041M MOC3042M MOC3043M

DESCRIPTION

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

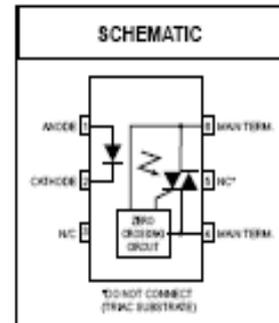
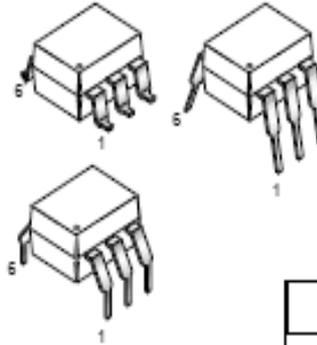
They are designed for use with a triac in the interface of logic systems to equipment powered from 115 VAC lines, such as teletypewriters, CRTs, solid-state relays, industrial controls, printers, motors, solenoids and consumer appliances, etc.

FEATURES

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

APPLICATIONS

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



ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS ($T_A = 25^\circ\text{C}$ 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	250	mW
			2.94	mW/ $^\circ\text{C}$
EMITTER				
Continuous Forward Current	I_F	All	60	mA
Reverse Voltage	V_R	All	6	V
Total Power Dissipation 25 $^\circ\text{C}$ Ambient Derate above 25 $^\circ\text{C}$	P_D	All	120	mW
			1.41	mW/ $^\circ\text{C}$
DETECTOR				
Off-State Output Terminal Voltage	V_{DRM}	MOC3031M/2M/3M	250	V
		MOC3041M/2M/3M	400	
Peak Repetitive Surge Current (PW = 100 μ s, 120 pps)	I_{TSM}	All	1	A
Total Power Dissipation @ 25 $^\circ\text{C}$ Ambient Derate above 25 $^\circ\text{C}$	P_D	All	150	mW
		All	1.76	mW/ $^\circ\text{C}$

Note

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

MOC3031M MOC3032M MOC3033M MOC3041M MOC3042M MOC3043M
ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($T_A = 25^\circ\text{C}$ Unless otherwise specified)

INDIVIDUAL COMPONENT CHARACTERISTICS

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

TRANSFER CHARACTERISTICS ($T_A = 25^\circ\text{C}$ Unless otherwise specified.)

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

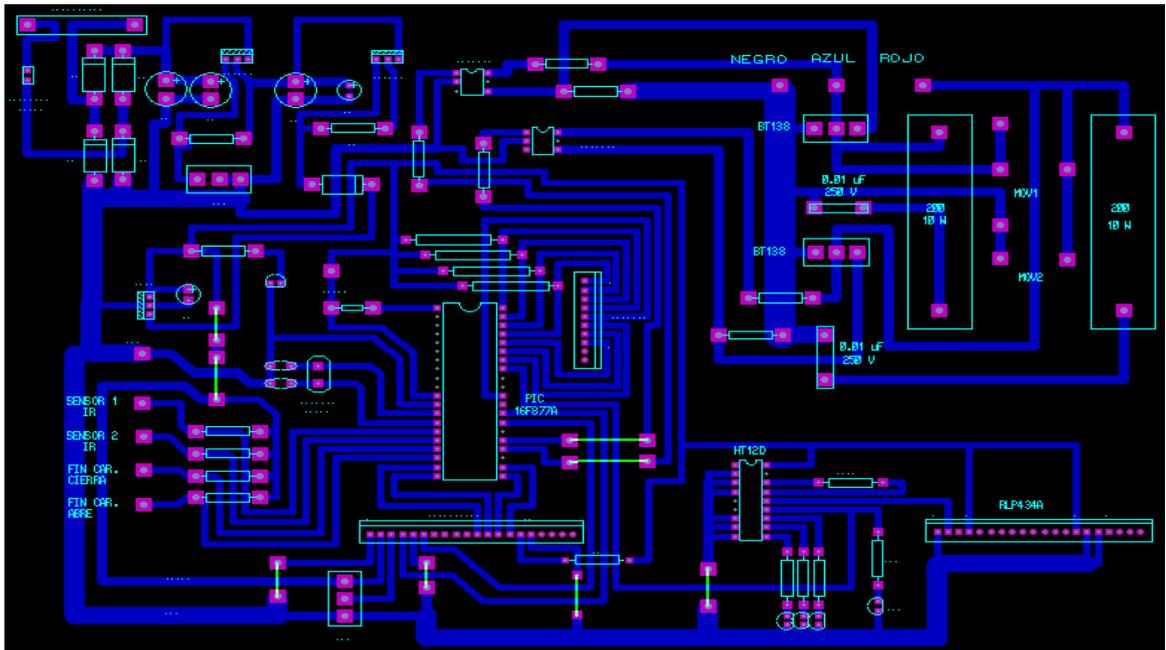
ZERO CROSSING CHARACTERISTICS ($T_A = 25^\circ\text{C}$ Unless otherwise specified.)

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

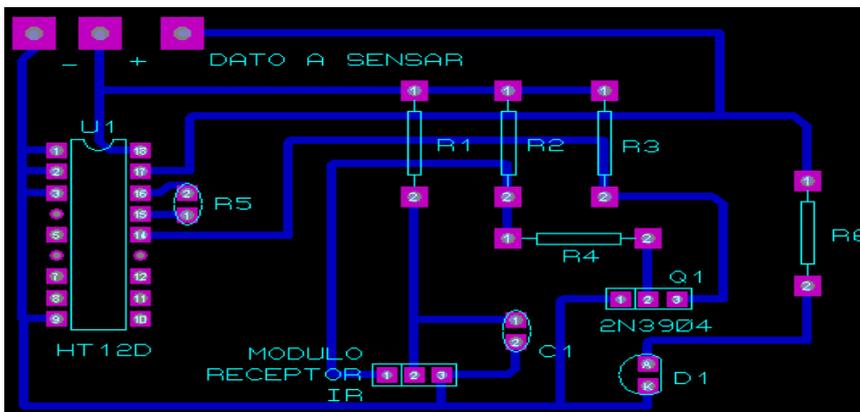
Note

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

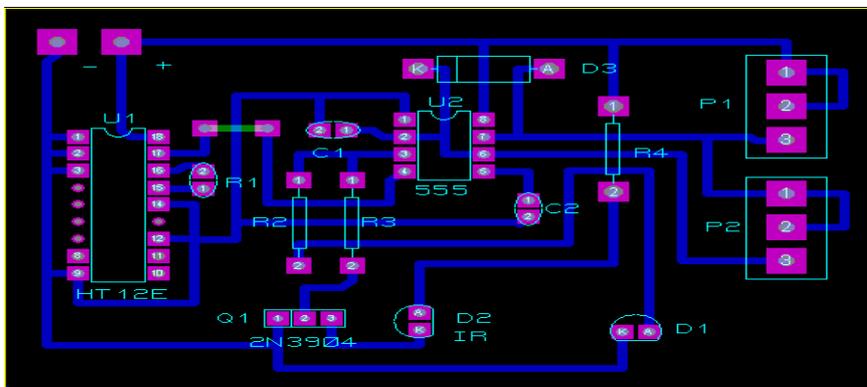
ANEXO A7: PISTAS



Tarjeta de control y potencia (ruteado completo)

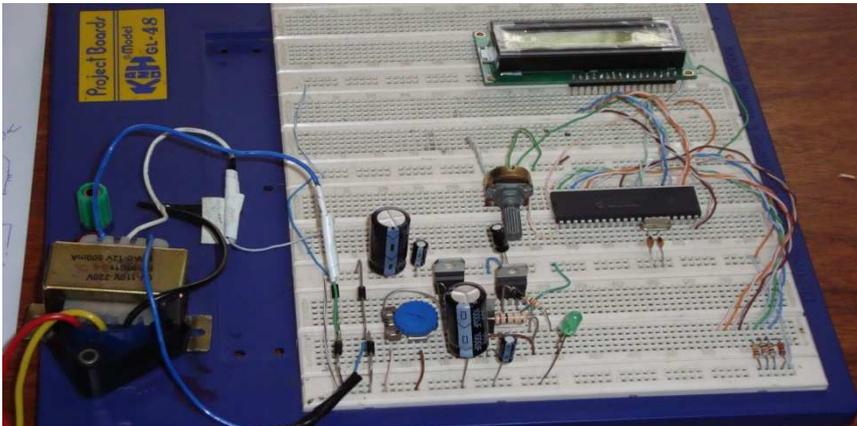


Modulo receptor



Módulo transmisor

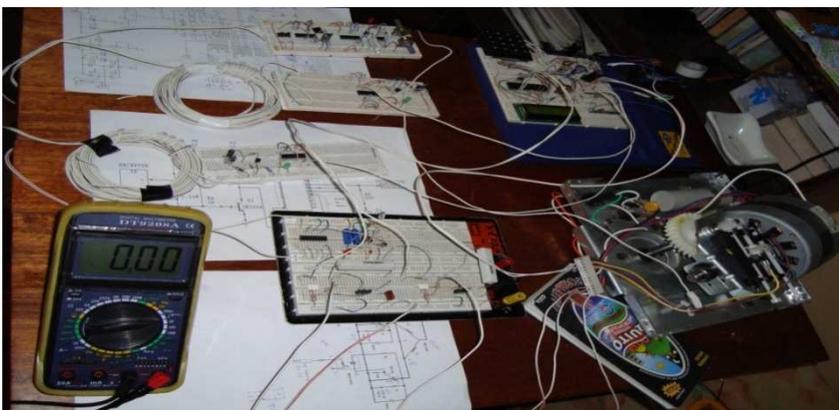
ANEXO A8: FOTOS DEL PROYECTO



Armando el proyecto en protoboard



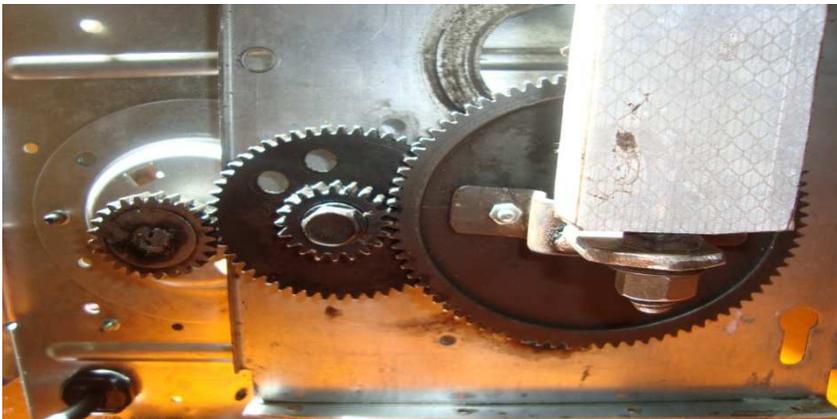
El motor al desnudo (sin carcasa)



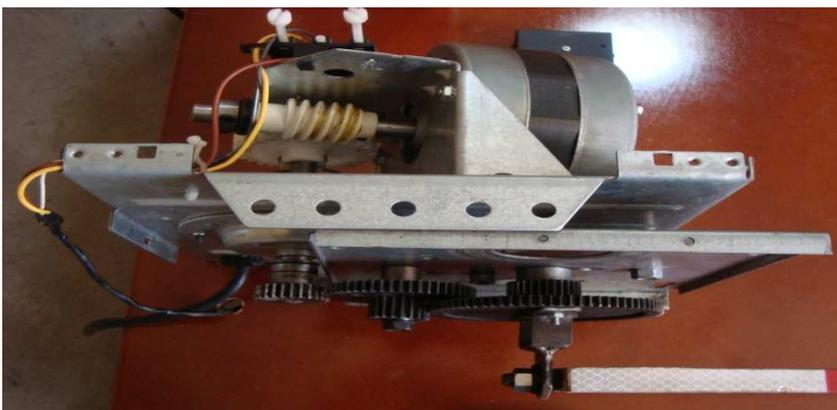
Uniendo las diferentes interfaces proyecto



Circuito impreso de la tarjeta de control



Reductor del motor mediante un juego de piñones (vista frontal)



Reductor del motor (vista superior)



Proyecto montado sobre una base didáctica (maqueta)



Proyecto completamente armado

ANEXO B: PRESUPUESTO REAL

c) Presupuesto y Fuentes de Financiamiento

El proyecto es auspiciado en un 100% por el estudiante, luego de haber terminado el proyecto, se puede hacer un cálculo real de la construcción total del proyecto que se detalla a continuación:

Presupuesto	\$Valor
PARTE ELECTRÓNICA	
4 Pic 16F877A	40
2 LCD	30
1 Teclado	10
4 baquelita	40
4 Receptor/transmisor RF	30
4 Sensores RF	10
5 Pulsadores	10
Elaboración de Pistas	70
PARTE ELECTRICA	
4 TRIAC	20
4 optoacopladores	20
1 Fuente 24 VDC, 5A	25
1 Breaker	3
3 Fusibles	6
PARTE MECANICA	
1 Motor ¼ HP	250
Acoplamiento Mecánico (juego de piñones)	90
Brazo metálico de madera	5
Caja y base de tarjeta de madera de control	100
Cinta reflectiva y montaje	10
PARTE INVESTIGATIVA	
Internet	20
copias	5
Impresiones y anillados	20
TOTAL (en dólares)	\$ 814

ANEXO C: CÓDIGO FUENTE

'* Name : ACCESO VEHICULAR PARA PROFESORES.BAS
'* Author : DAVID GUAMAN
'* Notice : Copyright (c) 2008 [select VIEW...EDITOR OPTIONS]
'* : All Rights Reserved
'* Date : 24/02/2008
'* Version : 1.1
'* Notes : PROYECTO DE TITULACIÓN

; ***** declaración de variables *****

INCLUDE "modedefs.bas"

define LCD_DREG PORTD ; asignación del puerto D al LCD

DEFINE LCD_DBIT 0 ; bus LCD: PORT D0, PORT D1, PORT D2, PORT
D3

DEFINE LCD_RSREG PORTD

DEFINE LCD_RSBIT 5 ; RS al pin D5

DEFINE LCD_EREG PORTD

DEFINE LCD_EBIT 4 ; E al pin D4

X VAR BYTE

INC VAR BYTE

BANDERA VAR BYTE

BANDERA1 VAR BYTE

PULSO VAR BYTE

NUMERO VAR BYTE ; almacena número de la tecla pulsada

A VAR PORTD.7 ; nombre de los pines de las filas del teclado

B VAR PORTB.1

C VAR PORTB.2

D VAR PORTB.3

UNO VAR PORTB.4 ; nombre de los pines de las columnas del teclado

DOS VAR PORTB.5

TRES VAR PORTB.6

CUATRO VAR PORTB.7

CLAVE1 VAR BYTE ; variables para almacenar la clave

CLAVE2 VAR BYTE

CLAVE3 VAR BYTE

CLAVE4 VAR BYTE

; *****

; llamado a interrupciones

ON INTERRUPT GOTO DETECTA

; *****

; *** programa principal *******

INICIO:

TRISB=%11110001 ; configuración de pines: 1= entrada, 0=salida

TRISD.7=0

INTCON=%10011000 ; habilitación de interrupciones

EEPROM 8,[7,5,3,1] ; clave almacenada en memoria EEPROM

bandera=0 ; bandera para contar número de veces que

BANDERA1=0 ; se ingresa la clave en forma incorrecta

low a ; filas en estado bajo permiten

low b ; la detección de teclas cuando son

low c ; presionadas

low d

PAUSE 200

LCDOUT \$FE,1

LCDOUT \$FE,\$80,"ESCUELA POLITECNICA"

LCDOUT \$FE,\$C4,"NACIONAL"

FOR X=0 TO 25 ; lazo para pausar 2.5 segundos

PAUSE 100

NEXT

low a ; filas en estado bajo

low b

low c

low d

```
LCDOUT $FE,1
LCDOUT $FE,$82,"INSTITUTO DE"
LCDOUT $FE,$C3,"TECNOLOGOS"
  FOR X=0 TO 25      ; lazo para pausar 2.5 segundos
  PAUSE 100
```

```
NEXT
low a      ; filas en estado bajo
low b
low c
low d
```

```
LCDOUT $FE,1
LCDOUT $FE,$80,"ACCESO VEHICULAR"
LCDOUT $FE,$C1,"DE PROFESORES"
  FOR X=0 TO 25      ; lazo para pausar 2.5 segundos
  PAUSE 100
```

```
NEXT
low a      ; filas en estado bajo
low b
low c
low d
```

```
LCDOUT $FE,1
LCDOUT $FE,$81,"** PRESIONE **"
LCDOUT $FE,$C0,"CUALQUIER TECLA"
  FOR X=0 TO 25
  PAUSE 100
```

```
NEXT
GOTO INICIO
```

```
; *****
; ***** RUTINA DE INTERRUPCIÓN *****
```

```
DISABLE      ; deshabilita interrupciones
```

```
DETECTA:
```

```
  IF INTCON.1=1 THEN MOTOR      ; interrupción por control RF
  IF PORTB.4=0 THEN TECLADO     ; interrupción por teclado
```

```
IF PORTB.5=0 THEN TECLADO      ; cambio de estado pines B4 a B7
IF PORTB.6=0 THEN TECLADO      ; cambio de estado pines B4 a B7
IF PORTB.7=0 THEN TECLADO      ; cambio de estado pines B4 a B7
```

resume

```
; *****
; ***** interrupción para el motor por control RF *****
```

MOTOR:

```
TRISC=%00011100
LOW PORTC.0
LOW PORTC.1
LOW PORTC.5
LOW PORTC.6
LCDOUT $FE,1
LCDOUT $FE,$80,"BARRERA ACTIVADA"
LCDOUT $FE,$C1,"POR CONTROL RF"
PAUSE 2000
LCDOUT $FE,1
```

; instrucciones para subir la barrera

```
; PULSO=150
LCDOUT $FE,$80,"BARRERA SUBIENDO"
```

```
; FOR X=1 TO 3
```

```
;   pwm PORTC.0,PULSO,5
```

```
;   PULSO=PULSO+50
```

```
; NEXT
```

```
pwm PORTC.0,150,5      ; arranca el motor a baja velocidad
```

```
PWM PORTC.0,200,5
```

```
PWM PORTC.0,255,5
```

SUBE:

```
FOR X=1 TO 10
```

```
  PWM PORTC.0,255,10
```

```
  IF PORTC.3=0 AND PORTC.2=1 THEN ; detiene el motor
```

```
    LOW PORTC.0
```

```
    LOW PORTC.1
```

```

        high PORTC.5      ; activa relé 1
        high PORTC.6      ; activa relé 2
        GOTO INGRESAR
    ENDIF
NEXT
GOTO SUBE
; instrucciones para permitir el ingreso de un vehículo
INGRESAR:
    LCDOUT $FE,1
ESPERAR:
    if PORTC.4=0 THEN      ; sensor de seguridad activado
        LCDOUT $FE,$84,"VEHICULO"
        LCDOUT $FE,$C3,"INGRESANDO"
        HIGH PORTC.5
        HIGH PORTC.6
        IF PORTC.3 =0 AND PORTC.2=1 THEN      ; motor detenido
            LOW PORTC.0
            LOW PORTC.1
        ENDIF
        GOTO ESPERAR
    ENDIF
; instrucciones para bajar la barrera
    IF PORTC.4=1 THEN      ; sensor de seguridad desactivado
        LOW PORTC.0
        LCDOUT $FE,1
;    PULSO=100
        LCDOUT $FE,$80,"BARRERA BAJANDO"
        pwm PORTC.1,150,5      ; arranca el motor a baja velocidad
        PWM PORTC.1,200,5
        PWM PORTC.1,255,5
;    FOR X=1 TO 3
;        PWM PORTC.1,PULSO,5
;        PULSO=PULSO+50

```

```
; NEXT
ENDIF
```

```
;*** SE COMPLETA AQUI CONDICIÓN DEL SENSOR ****
```

```
BAJA1
```

```
FOR X=1 TO 10
```

```
PWM PORTC.1,255,10
```

```
IF PORTC.3=1 AND PORTC.2=0 THEN ; detiene el motor
```

```
LOW PORTC.0
```

```
LOW PORTC.1
```

```
LOW PORTC.5
```

```
LOW PORTC.6
```

```
GOTO REGRESA
```

```
ENDIF
```

```
NEXT
```

```
GOTO BAJA1
```

```
REGRESA:
```

```
GOTO SALIR
```

```
; *****
```

```
; ***** interrupción para el teclado *****
```

```
TECLADO:
```

```
SIGUE:
```

```
LCDOUT $FE,1
```

```
LCDOUT $FE,$81,"INGRESE CLAVE"
```

```
LCDOUT $FE,$C3,"4 DIGITOS"
```

```
PAUSE 1000
```

```
LCDOUT $FE,1,"CLAVE:"
```

```
GOSUB ANTITECLAS
```

```
READ 8,CLAVE1 ; lee datos de la EEPROM y almacena
```

```
READ 9,CLAVE2 ; en CLAVE1, CLAVE2, CLAVE3, CLAVE4
```

```
READ 10,CLAVE3
```

```
READ 11,CLAVE4
```

```
TECLAUNO: ; compara 1er digito de la clave con la
```

GOSUB BARRIDO ; tecla presionada

GOSUB ANTITECLAS

LCDOUT \$FE,\$87,HEX NUMERO

IF NUMERO=10 THEN CAMBIAR ; cambiar de clave

IF NUMERO=CLAVE1 THEN TECLADOS

GOTO FALSO1

TECLADOS: ; compara 2do digito de la clave con la

GOSUB BARRIDO ; tecla presionada

GOSUB ANTITECLAS

LCDOUT \$FE,\$88,HEX NUMERO

IF NUMERO=CLAVE2 THEN TECLATRES

GOTO FALSO2

TECLATRES: ; compara 3er digito de la clave con la

GOSUB BARRIDO ; tecla presionada

GOSUB ANTITECLAS

LCDOUT \$FE,\$89,HEX NUMERO

IF NUMERO=CLAVE3 THEN TECLACUATRO

GOTO FALSO3

TECLACUATRO: ; compara 4to digito de la clave con la

GOSUB BARRIDO ; tecla presionada

GOSUB ANTITECLAS

LCDOUT \$FE,\$8A,HEX NUMERO

IF NUMERO=CLAVE4 THEN MOTOR1

GOTO FALSO4

MOTOR1: ; activa el motor

TRISC=%00011100

LOW PORTC.0

LOW PORTC.1

LOW PORTC.5

LOW PORTC.6

PAUSE 1000

LCDOUT \$FE,1

LCDOUT \$FE,\$80,"BARRERA ACTIVADA"

LCDOUT \$FE,\$C2,"POR TECLADO"

PAUSE 2000

LCDOUT \$FE,1

instrucciones para subir la barrera

; PULSO=100

LCDOUT \$FE,\$80,"BARRERA SUBIENDO"

; FOR X=1 TO 3

; pwm PORTC.0,PULSO,5

; PULSO=PULSO+50

; NEXT

pwm PORTC.0,150,5 ; arranca el motor a baja velocidad

PWM PORTC.0,200,5

PWM PORTC.0,255,5

SUBET:

FOR X=1 TO 10

PWM PORTC.0,255,10

IF PORTC.3=0 AND PORTC.2=1 THEN ; detiene el motor

LOW PORTC.0

LOW PORTC.1

high PORTC.5 ; activa relé 1

high PORTC.6 ; activa relé 2

GOTO INGRESART

ENDIF

NEXT

GOTO SUBET

; instrucciones para permitir el ingreso de un vehículo

INGRESART:

LCDOUT \$FE,1

ESPERART:

if PORTC.4=0 THEN ; sensor seguridad activado

LCDOUT \$FE,\$84,"VEHICULO"

LCDOUT \$FE,\$C3,"INGRESANDO"

```

HIGH PORTC.5
HIGH PORTC.6
IF PORTC.3 =0 AND PORTC.2=1 THEN ; motor detenido
    LOW PORTC.0
    LOW PORTC.1
ENDIF
GOTO ESPERART
ENDIF
; instrucciones para bajar la barrera
IF PORTC.4=1 THEN ; sensor seguridad dasactivado
    LOW PORTC.0
    LCDOUT $FE,1
; PULSO=100
    LCDOUT $FE,$80,"BARRERA BAJANDO"
; FOR X=1 TO 3
;     pwm PORTC.1,PULSO,5
;     PULSO=PULSO+50
; NEXT
    pwm PORTC.1,150,5 ; arranca el motor a baja velocidad
    PWM PORTC.1,200,5
    PWM PORTC.1,255,5
ENDIF
;*** COMPLETAR AQUI CONDICIÓN DEL SENSOR ****
BAJA1T
FOR X=1 TO 10
    PWM PORTC.1,255,10
    IF PORTC.3=1 AND PORTC.2=0 THEN ; detiene el motor
        LOW PORTC.0
        LOW PORTC.1
        LOW PORTC.5
        LOW PORTC.6
        GOTO REGRESAT
    ENDIF

```

NEXT

GOTO BAJA1T

REGRESAT:

GOTO SALIR

; *****

; *** instrucciones para cambiar clave *******

CAMBIAR:

GOTO SIGUEC

GRABAUNO:

PAUSE 500

LCDOUT \$FE,1

LCDOUT \$FE,\$81,"INGRESE NUEVA"

LCDOUT \$FE,\$C1,"CLAVE:"

PAUSE 1000

GOSUB BARRIDO

GOSUB ANTITECLAS

LCDOUT \$FE,\$C8,HEX NUMERO

WRITE 8, NUMERO

GRABADOS:

GOSUB BARRIDO

GOSUB ANTITECLAS

LCDOUT \$FE,\$C9,HEX NUMERO

WRITE 9,NUMERO

GRABATRES:

GOSUB BARRIDO

GOSUB ANTITECLAS

LCDOUT \$FE,\$CA,HEX NUMERO

WRITE 10,NUMERO

GRABACUATRO:

GOSUB BARRIDO

GOSUB ANTITECLAS

LCDOUT \$FE,\$CB,HEX NUMERO

WRITE 11,NUMERO

```
PAUSE 500
LCDOUT $FE,1
LCDOUT $FE,$81,"CLAVE CAMBIADA"
LCDOUT $FE,$C3,"*****"
PAUSE 2000
GOTO SALIR
```

```
; *****
; ***** barrido del teclado *****
```

BARRIDO:

```
LOW A ; sensor fila A
if UNO=0 THEN
  NUMERO=1
  RETURN
ENDIF
if DOS=0 THEN
  NUMERO=2
  RETURN
ENDIF
if TRES=0 THEN
  NUMERO=3
  RETURN
ENDIF
if CUATRO=0 THEN
  NUMERO=10
  RETURN
ENDIF
HIGH A
LOW B ; sensor fila B
if UNO=0 THEN
  NUMERO=4
  RETURN
ENDIF
if DOS=0 THEN
```

```
    NUMERO=5
    RETURN
ENDIF
if TRES=0 THEN
    NUMERO=6
    RETURN
ENDIF
if CUATRO=0 THEN
    NUMERO=11
    RETURN
ENDIF
HIGH B
LOW C                ; sensar fila C
if UNO=0 THEN
    NUMERO=7
    RETURN
ENDIF
if DOS=0 THEN
    NUMERO=8
    RETURN
ENDIF
if TRES=0 THEN
    NUMERO=9
    RETURN
ENDIF
if CUATRO=0 THEN
    NUMERO=12
    RETURN
ENDIF
HIGH C
LOW D                ; sensar fila D
if UNO=0 THEN
    NUMERO=14
```

```

    RETURN
ENDIF
if DOS=0 THEN
    NUMERO=0
    RETURN
ENDIF
if TRES=0 THEN
    NUMERO=15
    RETURN
ENDIF
if CUATRO=0 THEN
    NUMERO=13
    RETURN
ENDIF
HIGH D
PAUSE 10
GOTO BARRIDO
; antirebote de teclas
; si la tecla sigue pulsada va a espacio
ANTITECLAS:
    ESPACIO:
    IF UNO=0 THEN ESPACIO
    IF DOS=0 THEN ESPACIO
    IF TRES=0 THEN ESPACIO
    IF CUATRO=0 THEN ESPACIO
    PAUSE 25
    RETURN
; lazos falsos por presionar teclas incorrectas
FALSO1:
    GOSUB BARRIDO : GOSUB ANTITECLAS
    LCDOUT $FE,$88,HEX NUMERO
FALSO2:
    GOSUB BARRIDO : GOSUB ANTITECLAS

```

LCDOUT \$FE,\$89,HEX NUMERO

FALSO3:

GOSUB BARRIDO : GOSUB ANTITECLAS

LCDOUT \$FE,\$8A,HEX NUMERO

FALSO4:

PAUSE 500

LCDOUT \$FE,1,"CLAVE INCORRECTA"

BANDERA=BANDERA+1

IF BANDERA=3 THEN

LCDOUT \$FE,\$C4,"3 VECES"

PAUSE 1000

LCDOUT \$FE,1

LCDOUT \$FE,\$83,"SALIR DEL "

LCDOUT \$FE,\$C4,"SISTEMA"

pause 2000

GOTO SALIR

ENDIF

PAUSE 1000

LCDOUT \$FE,1

LCDOUT \$FE,\$81,"CAMBIAR CLAVE"

LCDOUT \$FE,\$C3,"PRESIONE A"

PAUSE 1000

; LCDOUT \$FE,1

; LCDOUT \$FE,\$81,"RESET SISTEMA"

; LCDOUT \$FE,\$C0,"PRESIONE 4,5 Y B"

; PAUSE 2000

goto SIGUE

SIGUEC:

LCDOUT \$FE,1

LCDOUT \$FE,\$81,"SE DISPONE A"

LCDOUT \$FE,\$C1,"CAMBIAR CLAVE"

PAUSE 2000

LCDOUT \$FE,1

```

LCDOUT $FE,$81,"INGRESE CLAVE"
LCDOUT $FE,$C1,"ANTERIOR:"
PAUSE 200
GOSUB ANTITECLAS
READ 8,CLAVE1      ; lee datos de la EEPROM y almacena
READ 9,CLAVE2      ; en CLAVE1, CLAVE2, CLAVE3, CLAVE4
READ 10,CLAVE3
READ 11,CLAVE4
TECLAUNOC:
  GOSUB BARRIDO
  GOSUB ANTITECLAS
; LCDOUT $FE,1,"CLAVE:"
  LCDOUT $FE,$CB,HEX NUMERO
  IF NUMERO=CLAVE1 THEN TECLADOSC
  GOTO FALSO1C
TECLADOSC:
  GOSUB BARRIDO
  GOSUB ANTITECLAS
  LCDOUT $FE,$CC,HEX NUMERO
  IF NUMERO=CLAVE2 THEN TECLATRESC
  GOTO FALSO2C
TECLATRESC:
  GOSUB BARRIDO
  GOSUB ANTITECLAS
  LCDOUT $FE,$CD,HEX NUMERO
  IF NUMERO=CLAVE3 THEN TECLACUATROC
  GOTO FALSO3C
TECLACUATROC:
  GOSUB BARRIDO
  GOSUB ANTITECLAS
  LCDOUT $FE,$CE,HEX NUMERO
  IF NUMERO=CLAVE4 THEN GRABAUNO
  GOTO FALSO4C

```

FALSO1C:

**GOSUB BARRIDO : GOSUB ANTITECLAS
LCDOUT \$FE,\$CC,HEX NUMERO**

FALSO2C:

**GOSUB BARRIDO : GOSUB ANTITECLAS
LCDOUT \$FE,\$CD,HEX NUMERO**

FALSO3C:

**GOSUB BARRIDO : GOSUB ANTITECLAS
LCDOUT \$FE,\$CE,HEX NUMERO**

FALSO4C:

**PAUSE 500
LCDOUT \$FE,1,"CLAVE INCORRECTA"
BANDERA1=BANDERA1+1
IF BANDERA1=3 THEN
LCDOUT \$FE,\$C4,"3 VECES"
PAUSE 1000
LCDOUT \$FE,1
LCDOUT \$FE,\$83,"SALIR DEL"
LCDOUT \$FE,\$C4,"SISTEMA"
pause 2000
GOTO SALIR
ENDIF
PAUSE 2000**

goto SIGUEC

SALIR: ; salir de interrupciones