

300617



UNIVERSIDAD LA SAL

42

ESCUELA DE INGENIERIA
INCORPORADA A LA U.N.A.M.

24

**"SISTEMA DIGITAL DE ACCESO
AUTOMOTRIZ POR
MEDIO DE UN CONTROL REMOTO"**

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
CON ESPECIALIDAD EN INGENIERIA ELECTRONICA

P R E S E N T A

JUAN HIRATA YAMAMURO

Director de Tesis:

ING. PATRICIA VASQUEZ AGUILERA

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

México, D.F.

1992



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE

INDICE

INTRODUCCION	i
1. GENERALIDADES	
1.1 LA ELECTRONICA EN LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ	2
1.1.1 LOS SISTEMAS DIGITALES	4
1.2 SELECCION DEL MICROCONTROLADOR	7
1.3 SENSORES Y TRANSMISORES INFRARROJOS	9
1.3.1 DISPOSITIVOS DETECTORES	10
1.3.2 DISPOSITIVOS EMISORES	10
2. TEORIA DE MICROCONTROLADORES	
2.1 INTRODUCCION	13
2.2 ARQUITECTURA	16
2.2.1 MEMORIA RAM	17
2.2.2 MEMORIA ROM	17
2.2.3 APUNTADOR DE PILA ("STACK POINTER")	19
2.2.4 LA UNIDAD LOGICA ARITMETICA (ALU)	19
2.2.5 PUERTOS DE ENTRADA/SALIDA	19
2.2.5.1 Entradas	19
2.2.5.2 Líneas bidireccionales con tercer estado	20
2.2.5.3 Líneas bidireccionales	20
2.2.5.4 Salidas	20
2.2.5.5 Puerto serial	21
2.2.6 EL REGISTRO HABILITADOR (EN)	22
2.2.7 CONTADOR DE TIEMPO INTERNO	23
2.3 EL OSCILADOR Y LA BASE DE TIEMPO	24
2.3.1 EL GENERADOR DE RELOJ	24
2.3.2 OPCIONES DE LA TERMINAL CKO	24
2.3.3 EL CICLO DE INSTRUCCION	25
2.4 INTERRUPTIONES	26
2.5 INICIALIZACION	27
2.6 CONFIGURACIONES ELECTRICAS DE ENTRADA/SALIDA	28

3. EL SISTEMA DE ACCESO	
3.1 CARACTERISTICAS DEL SISTEMA	32
3.2 DESARROLLO DEL SISTEMA	33
3.2.1 DESCRIPCION FUNCIONAL	34
3.2.2 SELECCION DEL COP A UTILIZAR	37
4. DESARROLLO DEL PROTOTIPO	
4.1 PARTE LOGICA	44
4.1.1 EL MICROCONTROLADOR	44
4.1.1.1 Transmisor	44
4.1.1.2 Receptor	46
4.1.2 MEMORIA EEPROM	48
4.1.3 RELOJ OSCILADOR	52
4.1.4 CIRCUITO DE INICIALIZACION	53
4.1.5 LISTA DE OPCIONES DEL COP	54
4.2 PARTE INFRARROJA	56
4.2.1 TRANSMISOR IR	56
4.2.2 RECEPTOR IR	57
4.3 PARTE DE POTENCIA	59
4.3.1 LAS SALIDAS Y ENTRADAS	59
4.3.1.1 Las entradas	59
4.3.1.2 Las salidas	60
4.3.2 EL CIRCUITO DE ALIMENTACION AL SISTEMA	61
4.4 DIAGRAMA FINAL DEL PROTOTIPO	62
CONCLUSIONES	64
APENDICE. CARACTERISTICAS ELECTRICAS	69
GLOSARIO	74
BIBLIOGRAFIA	78

INTRODUCCION

INTRODUCCION

La presente tesis tiene por objeto el desarrollo del prototipo de un sistema digital de acceso automotriz por medio de un control remoto infrarrojo. Este sistema se pretende realizar en base a un microcontrolador.

El constante desarrollo tecnológico en el mundo, nos obliga a que nuestro país no se aleje demasiado en el aspecto técnico con respecto a los países industrializados. Para poder tener competitividad mundial, es necesario el desarrollo de productos que tengan la más alta calidad y al menor costo posible. Una de las opciones nos la proporciona el uso de microcontroladores, los cuales son dispositivos de alta tecnología, que, en una producción masiva, resultan de un costo muy bajo.

Un microcontrolador está basado en el principio de los microprocesadores, con la ventaja de que su aplicación es específicamente el control automatizado. Esto da una mayor facilidad al diseño y proporciona un tamaño reducido. El microcontrolador es programado por el diseñador con las características deseadas, para ser enviado a la compañía fabricante, la cual proporciona el microcontrolador programado en forma particular y con las características deseadas.

El desarrollo de sistemas de protección para el acceso a automóviles que provean de una mayor comodidad al usuario, ha creado la necesidad del diseño de circuitos de buena calidad, a un bajo costo y que tengan confiabilidad en su funcionamiento. Adicionalmente se requiere que los sistemas ocupen poco espacio y que cumplan con los requisitos que deben tener los circuitos automotrices. Los microcontroladores ofrecen el poder desarrollar estos sistemas, con todas las características requeridas.

Debido a la alta competitividad que existe actualmente, es necesario reducir costos, sin afectar el tener una alta calidad en los productos, por lo que los microcontroladores

representan una excelente opción. Por ello, nos dan la oportunidad de realizar sistemas de control, con una gran versatilidad de funciones, adaptables a cada necesidad; esto es debido a que la tecnología de fabricación y diseño de los microcontroladores está dentro de las más avanzadas en la actualidad.

El sistema, además de controlar la apertura de los seguros de las puertas del automóvil (asegurar/desasegurar), controla la alarma antirrobo, la luz de cortesía (luz del interior del automóvil) y abre la cajuela porta-equipajes. Todo ello mediante un control remoto infrarrojo que emite la clave de acceso al ser accionado. Para ello se utiliza un microcontrolador en el control remoto, el cual transmite la clave de acceso, y otro microcontrolador en el automóvil, el cual recibe la señal, la identifica y efectúa las funciones correspondientes. El diseño de los programas de los microcontroladores garantizan la seguridad del sistema (que el automóvil no sea abierto por medio de sistemas que prueben claves o por interferencias externas).

Como se puede observar, el sistema elimina el uso de la llave convencional tanto en la chapa de la puerta, como la llave para la alarma. Para el caso de la última, ésta se elimina físicamente, lo que proporciona una mayor seguridad. La llave de la puerta convencional no se elimina, dejando libre la opción al usuario de abrir el automóvil en la forma convencional.

El trabajo se limita al diseño e implantación del prototipo, tanto en su parte digital, como en los circuitos de protección y alimentación. No se contempla el diseño de la parte analógica de la recepción de la señal infrarroja (amplificación, demodulación y filtrado); simplemente éstas se tratan como bloques, y se describen como tales. En la parte de potencia, se realiza el diseño con el fin proporcionar señales con la potencia suficiente para activar relevadores que controlen los distintos dispositivos del automóvil; no se contempla la selección de ninguno de estos relevadores (se asume que se utilizan los mismos relevadores que controlan originalmente a los distintos dispositivos).

Se pretende que el prototipo diseñado tenga competitividad a nivel mundial, ya que el uso de microcontroladores en este tipo de sistemas aún se encuentra en pleno desarrollo. Muchos de los sistemas que existen en la actualidad tienen un menor desarrollo tecnológico o un alto costo.

Para poder describir las características, el desarrollo y diseño del prototipo del sistema de acceso, la presente tesis consta de 4 capítulos, los cuales están organizados de la siguiente manera:

En el capítulo 1 se tocan, en forma general, el tema de la industria automotriz y el uso creciente de los sistemas digitales en la misma, particularmente de los microcontroladores. En base a ello, se proporciona un criterio de selección, dependiendo de la aplicación en particular, de un microcontrolador dentro de todos los disponibles en el mercado. Finalmente se describe el funcionamiento y las características generales de los dispositivos electrónicos que se utilizan para la transmisión y recepción infrarroja.

En el capítulo 2 se explica, en forma detallada, el funcionamiento, arquitectura y características generales de la familia de microcontroladores de 4 bits de la compañía National Semiconductor (COPS), la cual fue seleccionada para el desarrollo del sistema de acceso.

En el capítulo 3 se plantean las características y requerimientos que debe tener el sistema de acceso. Posteriormente se describe el funcionamiento de cada una de las partes de los programas y subprogramas principales que controlan a los microcontroladores de los sistemas receptor y transmisor (por razones de seguridad, no se proporciona el listado de los mismos). Definido ello, se procede a una selección de los microcontroladores (receptor y transmisor) a utilizar, que se ajusten mejor a la aplicación.

En el capítulo 4 se describe, en forma detallada, el desarrollo del prototipo del sistema. Este capítulo se divide en tres partes principales: la parte lógica (microcontrolador, memoria externa, reloj del sistema, etc.), la parte infrarroja (los circuitos de transmisión y recepción infrarroja) y la parte de potencia (etapas de protección, de alimentación al circuito y los circuitos para aumentar la potencia de la señales procedentes del microcontrolador).

Finalmente, dentro del capítulo 4, se proporcionan los diagramas eléctricos finales de los circuitos transmisor y receptor del prototipo del sistema. Estos diagramas integran cada una de las partes descritas durante el capítulo.

1. GENERALIDADES

1.1 LA ELECTRONICA EN LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ

Los automóviles modernos surgen por la necesidad de transportarse eliminando el uso del caballo. El surgimiento, en forma comercial, data de principios del siglo XX. Casi todas las mejoras más relevantes que se han realizado al automóvil se hicieron durante los primeros años de su desarrollo, como son las transmisiones automáticas y los frenos de disco.

Los avances más recientes en los automóviles se han hecho debido a la introducción de la electrónica en los mismos. Estos avances son básicamente mejoras a los sistemas convencionales; en realidad, no ha habido cambios sustanciales en el motor de combustión interna, sino que las partes que más se modifican, mejoran o cambian son las aledañas al mismo (el sistema de encendido del las bujías, la forma de suministro del combustible a los pistones de motor, etc.). Igualmente se han diseñado transmisiones automáticas (e incluso manuales) controladas electrónicamente (que operan en forma más eficiente que el sistema convencional) y sistemas electrónicos de frenos, los cuales evitan que las llantas del automóvil se traben, en el caso de tener un frenaje brusco. Debido a la creciente preocupación por el uso del combustible, la contaminación producida, la necesidad de darle mayor seguridad al automóvil y el ofrecer un mayor atractivo a los clientes, ha obligado a los fabricantes de automóviles a realizar estas y otras mejoras en los últimos tiempos, con el fin de tener una mayor competitividad en el mercado y poder cumplir con las disposiciones legales.

Actualmente se utilizan, en forma muy amplia, computadoras para el diseño de automóviles, desde sus sistemas internos (mecánicos y eléctrico-electrónicos), hasta en su aerodinámica y estética exterior. Igualmente se utilizan en su fabricación y ensamble mediante robots industriales controlados por las mismas.

Debido a la mayor complejidad que tienen actualmente los circuitos eléctrico-electrónicos en los automóviles, también los sistemas que se utilizan para interconectar estos circuitos son más complicados. Para evitar posibles errores de conexión, y para facilitar reparaciones o implantaciones, se utilizan conectores especiales con cables de distintos colores y con distintas designaciones, como se muestra en la figura 1-1.

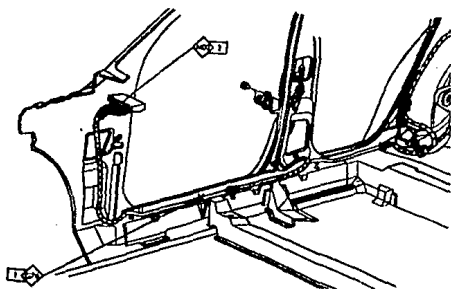


Figura 1-1. Sistema de conexión eléctrica en automóviles

En la figura 1-2 se muestran una serie de tres conectores (correspondientes a la conexión de una parte de un tablero de instrumentos) junto con sus respectivos cables, cada conector tiene uno que le corresponde en el automóvil; el cable adicional corresponde a la tierra (gnd) y se conecta al chasis del automóvil (esto último para ahorrar cable y simplificar conexiones). Los cables y los conectores en conjunto forman lo que se conoce como un "arnés". En la actualidad éstos se utilizan para conectar cualquier sistema eléctrico o electrónico en el automóvil.

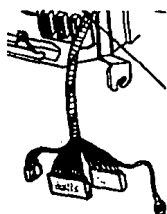


Figura 1-2. Arnés

1.1.1 LOS SISTEMAS DIGITALES

El uso de sistemas digitales es cada vez mayor, debido a que tiene ciertas ventajas generales sobre los sistemas analógicos:

- Mayor inmunidad al ruido
- Menor costo
- Facilidad de multiplexaje
- Menor consumo de potencia
- Menor espacio del circuito
- Más sencillez (para instalar, mantener y operar) y mayor confiabilidad
- Mayor facilidad y precisión en el procesamiento de datos (permite la compresión de voz y la encriptación de información, entre otras cosas) y su almacenamiento

Cabe mencionar que los sistemas digitales han sustituido a muchos sistemas analógicos, pero probablemente nunca los sustituyan en su totalidad. La tendencia actual es a utilizar sistemas analógico-digitales en combinación, con lo que se obtiene un desempeño óptimo del sistema en conjunto. Generalmente el sistema digital cubre la parte del procesamiento, almacenamiento y/o control de las señales que afectan al sistema.

En la industria automovilística, para lograr mejoras en el desempeño, seguridad, e inclusive, la comodidad del automóvil, y debido al gran auge de la electrónica digital, actualmente se utilizan, en forma cada vez más amplia, las microcomputadoras, que controlan algunos sistemas del mismo, entre los cuales se tienen:

- La inyección del combustible al motor.
- El encendido electrónico y el tiempo (el avance) para evitar el "golpeteo" (explosiones fuera de tiempo).
- La información al usuario sobre las condiciones del automóvil y su desempeño (el panel de instrumentos, las computadoras de viaje, etc).
- El funcionamiento del motor dependiendo de las condiciones ambientales, lo que proporciona una mayor eficiencia en el uso del combustible y una mejor respuesta del automóvil.
- El sistema de acceso al interior del automóvil.
- El sistema de alarma de seguridad contra robo.
- El sistema antibloqueo de frenos.
- El par óptimo para cada una de las ruedas de tracción.
- La suspensión, dependiendo de las condiciones de aceleración lateral en curvas.
- El árbol de levas de admisión variable (depende de las revoluciones del motor).
- El sistema de control de emisiones (ECS) del motor.
- El clima artificial (aire acondicionado).
- La posición del asiento del conductor (inclinación, distancia al tablero, altura, etc.) que le sea más cómoda (incluso hasta para varios usuarios).
- El sintonizador digital del radio.

El uso de muchos de estos sistemas, por su mayor costo, se limita actualmente a los modelos de lujo, pero cada vez su aplicación es mayor, y menos limitada, conforme los avances de la tecnología lo permiten. Se espera que estos sistemas, en un futuro, tengan un costo menor que los sistemas convencionales además de superarlos en el desempeño de sus funciones (en algunos casos esto ya está sucediendo). Para ciertas aplicaciones el beneficio que se obtiene justifica el costo.

Los microcontroladores son un tipo de microcomputadoras diseñadas especialmente para el control de sistemas, y nos proporcionan la oportunidad de realizar sistemas de control a un costo muy bajo, con una gran versatilidad de funciones, adaptables a cada necesidad y en un espacio muy reducido. La explicación detallada de los microcontroladores y de sus diferencias con los microprocesadores (el otro tipo de microcomputadoras) se detalla en el próximo capítulo.

El uso de microcontroladores tiene gran aplicación en sistemas de seguridad para el control de acceso a áreas, por lo que es posible el desarrollo de tal sistema para un automóvil, en donde el circuito que controla el sistema dentro del mismo adicionalmente se encuentra sometido a condiciones adversas, como son: altas temperaturas, humedad, suciedad, alta vibración, espacio reducido, variaciones en el voltaje de alimentación e interferencias creadas por el automóvil mismo. Es posible crear un circuito con un microcontrolador que soporte estas condiciones, si se utilizan los dispositivos de protección adecuados (reguladores de voltaje, pastas protectoras para proteger del medio ambiente al circuito, fusibles, etc.) y los circuitos que soporten este medio.

Esto permite diseñar el sistema de acceso, de una manera confiable y comercialmente factible, por medio de microcontroladores. Esto último es debido a su bajo costo, características y poco espacio físico que requiere el circuito. El uso de un control remoto implica el manejo de una señal, lo cual es muy accesible para el microcontrolador.

Para comenzar el diseño del prototipo, es necesario definir el tipo de microcontrolador a utilizar, en particular, dependiendo de los requerimientos del sistema. Existen diversas compañías que desarrollan este tipo de dispositivos; entre las más importantes tenemos a: Intel Corp., National Semiconductor Corp., Motorola Inc. y Texas Instruments Inc. Todos estos microcontroladores poseen muchas características básicas en común, pero cada uno en particular ofrece diversas opciones. Según la aplicación se decide cuál de ellos utilizar en particular, en base a cierto criterio. A continuación se describe el método de selección.

1.2 SELECCION DEL MICROCONTROLADOR

Para poder determinar el tipo de microcontrolador a utilizar, para el diseño de un sistema, se siguen los siguientes pasos básicos:

A) Definir las características básicas que requiere el sistema, para, de esta forma, obtener los parámetros de evaluación aplicables a cada candidato:

1.- Constantes del sistema:

- Costo mínimo, para tener competitividad en el mercado (esto es sumamente importante)
- Consumo de corriente bajo (no mayor a 5mA de 9 a 18V, cuando el sistema esté esperando a recibir)
- Rango de temperatura de -40°C a $+83^{\circ}\text{C}$.

2.- Parámetros de desempeño: No es necesario tener una alta velocidad de procesamiento ni gran precisión.

3.- Puertos de Entrada/Salida (E/S): Se manejan únicamente señales digitales tanto de entrada como de salida, por lo que no es necesario manejar convertidores analógico-digitales ni interfaces especiales. Se manejan 6 salidas y 3 entradas.

4.- Cantidad aproximada de memoria de programa (ROM): El programa no requiere de realizar operaciones muy largas o complejas, por lo que es suficiente con 1 Kbyte de memoria.

5.- Cantidad de memoria de datos (RAM): No se maneja una gran cantidad de datos en un mismo momento, por lo que una RAM de tamaño mínimo (16 x 4 bits, por lo menos) es suficiente.

6.- Dispositivos periféricos: Es necesario un dispositivo de memoria que permita almacenar la clave de acceso sin que se pierdan los datos cuando no exista alimentación al circuito en forma indefinida. Esta clave debe poder programarse en forma externa sin necesidad de modificar o cambiar físicamente el microcontrolador. En su caso, la memoria puede estar dentro del microcontrolador, en caso de cumplir con las condiciones.

7.- Disponibilidad de elementos para el desarrollo del sistema con el microcontrolador: Emuladores, ensambladores, depuradores, etc.

B) Se evalúan todos los candidatos, tomando en cuenta los parámetros de evaluación.

C) Se reduce el grupo de candidatos, en base al cumplimiento de los requisitos establecidos y según el grado de importancia que se tenga de que se cumpla cada uno.

D) Se selecciona el microcontrolador óptimo a utilizar.

En base a todo lo anterior, se deduce que es suficiente un microcontrolador de 4 bits, ya que no es necesario procesar 8 bits o más, además que no se maneja ningún dispositivo externo de este tipo. Analizando microcontroladores de diversas

compañías, solamente existen dispositivos de 4 bits en National Semiconductor Corp., los cuales tienen el menor costo para grandes volúmenes (esto resulta de gran importancia, para un producto comercial), cumplen con los requerimientos de RAM, ROM y puertos de E/S, así como con las necesidades de temperatura y consumo de potencia. Para poder almacenar la clave de acceso que se envía o recibe, se cuenta con dispositivos externos de memoria EEPROM (Memoria programable de sólo lectura borrable eléctricamente) de acceso serial, totalmente compatibles con los microcontroladores, y que cumplen con todas las características requeridas.

Adicionalmente se tienen disponibles los elementos para el desarrollo del sistema (ensamblador, emulador, circuitos para realizar prototipos, manuales e información sobre su funcionamiento) de estos microcontroladores.

Más adelante se detalla cuál microcontrolador de National Semiconductor, en particular, se utiliza en forma específica en el sistema, de acuerdo a las necesidades de puertos de E/S y a la cantidad de RAM y ROM necesarios, principalmente.

1.3 SENSORES Y TRANSMISORES INFRARROJOS

La optoelectrónica se basa en la habilidad de ciertos materiales semiconductores de cambiar el tipo de energía. En el caso de fotodiodos o fototransistores, la energía electromagnética (en forma de luz) provoca la liberación de electrones en la unión p-n, lo que constituye una corriente producida por el dispositivo. La parte complementaria a estos dispositivos es el diodo emisor de luz (LED, "Light Emitting Diode"); cuando una corriente eléctrica es aplicada en él, libera energía en forma de fotones.

Dependiendo de diferentes materiales semiconductores, se tienen distintas características de emisión o absorción. Los dispositivos que emiten luz dentro del espectro infrarrojo, normalmente se fabrican mediante la difusión de un elemento, como el zinc (Zn), en un compuesto de arsenato de galio (GaAs). La luz infrarroja es

una forma de energía radiante que posee una longitud de onda dentro de la región de $0.78 \mu\text{m}$ a $100 \mu\text{m}$.

1.3.1 DISPOSITIVOS DETECTORES

Para un dispositivo receptor infrarrojo, una luz que tenga la longitud de onda adecuada (dentro del espectro infrarrojo), genera pares de electrones-huecos, y un voltaje aplicado al mismo provoca el flujo de electrones. La intensidad de la luz aplicada determina la magnitud de la corriente resultante.

Un fototransistor puede considerarse como un diodo fotosensible en paralelo con la unión base-colector de un transistor npn; mientras que la corriente aumenta, el voltaje de colector disminuye.

El fototransistor puede ser usado como un fotodiodo, si se utilizan las terminales del colector y la base, y se deja abierta la terminal correspondiente al emisor. Esto reduce la sensibilidad y la eficiencia, pero aumenta la velocidad. Normalmente los fotodiodos se utilizan para aplicaciones digitales; de la misma manera, los fototransistores son usados para circuitos analógicos.

1.3.2 DISPOSITIVOS EMISORES

Un LED infrarrojo es idéntico a un LED común, con la diferencia en el material y la construcción antes mencionados.

La unión p-n de un LED infrarrojo emite una luz con una longitud de onda del orden de 890 nm . Esta luz es invisible para el ojo humano, pero es ideal para la respuesta espectral de los fotodetectores de silicón.

Los LED's infrarrojos, utilizados en conjunto con fotodetectores infrarrojos (fotodiodos o fototransistores), permiten la realización, entre otras aplicaciones, de

sistemas de transmisión de datos sin necesidad de cables, los cuales poseen las siguientes características:

- Bajo costo
- Bajo consumo de potencia
- Tamaño pequeño
- Alta confiabilidad
- Velocidad de transmisión de datos en un rango de frecuencias desde DC hasta MHz
- Compatibilidad con circuitos integrados

Ya que la transmisión se realiza por medio de luz, por sus características intrínsecas, se tienen ciertas limitantes:

- Distancia de transmisión limitada
- Es necesaria una "línea de vista" entre el receptor y el emisor

La magnitud de estas limitantes (principalmente la primera) está determinada por las características de los dispositivos utilizados (ya que, si se utilizan dispositivos muy sensibles, el sistema se puede afectar más fácilmente por interferencias externas, como luz solar), y por la configuración eléctrica utilizada para el funcionamiento de dichos dispositivos.

2. TEORIA DE MICROCONTROLADORES

2.1 INTRODUCCION

En general, las microcomputadoras pueden ser divididas en dos categorías: microcontroladores y microprocesadores. Los microcontroladores siempre están contenidos en un solo circuito integrado, en cambio, los microprocesadores, generalmente, constan de varios circuitos integrados (unidad central de proceso, memoria, puertos, unidades de control, etc.). Para aplicaciones de control, generalmente los microcontroladores son más eficientes que los microprocesadores. Esto es debido a que la naturaleza de las instrucciones de los microcontroladores está enfocada a aplicaciones de control.

Los microcontroladores evolucionan de los microprocesadores, dada la necesidad de obtener un dispositivo que realizara operaciones de control en una forma más eficiente que los primeros y en un dispositivo de tamaño reducido.

Los microcontroladores, en general, contienen una lógica interna, un control de tiempos, memoria de sólo lectura (ROM), memoria de acceso aleatorio de lectura-escritura (RAM) y puertos de entrada y/o salida, necesarios para realizar operaciones de control para muy diversas aplicaciones.

Existen diversas empresas de dispositivos electrónicos que desarrollan microcontroladores, entre ellas, Intel Corp., desarrolla los microcontroladores a partir del microprocesador 8088, como son el 8048, el 8051 y el 8096. Motorola Inc., del microprocesador 6800, desarrolla el microcontrolador 6805. National Semiconductor Corp. toma la idea el microcontrolador, creando sus versiones de 4 bits (COP400), 8 bits (COP800) y 16 bits (HPC: "High Performance Controllers" o Controladores de alto desempeño), principalmente.

Los microcontroladores de National Semiconductor no evolucionan directamente de un microprocesador, sino que fueron creados específicamente para realizar funciones de control. Para aplicaciones donde se realicen producciones a gran escala, resultan de muy bajo costo por unidad, con una gran versatilidad de funciones. Los COPS ("Control Oriented Processor" o Procesador orientado a control) de 4 bits conforman una gran familia de microcontroladores que permiten al usuario escoger el más adecuado para sus necesidades, obteniendo un funcionamiento eficiente, un costo mínimo y una gran flexibilidad. Los COPS de 8 bits y de 16 bits (HPC) son diseñados para realizar operaciones de control más complejas y con mayor velocidad, utilizando comparadores, convertidores analógico-digitales (A/D) o interfaces de comunicación de datos en un mismo circuito integrado con el microcontrolador.

Los COPS de 4 bits, además de su bajo costo y alto desempeño, ofrecen las siguientes características:

- Ciclo de instrucción de $4 \mu s$ a $16 \mu s$
- ROM de 0,5kB a 2kB
- RAM de 32×4 a 160×4
- Rango de operación de voltaje de +2.4V a +6.3V
- Disponible en tecnologías NMOS y CMOS
- Disponible con rango de temperatura militar de $-55^{\circ}C$ a $+125^{\circ}C$
- Menor tiempo para producción de prototipos (2 Semanas aproximadamente)

Dentro de sus principales aplicaciones se tienen:

- Sistemas para automóviles
- Sistemas de seguridad
- Control Industrial
- Teléfonos
- Aparatos domésticos
- Juguetes

Para efectos de desarrollo y depuración de programas, y para producciones a un bajo volumen, existen versiones de COP que están diseñados para funcionar con la memoria que contiene al programa (ROM) en forma externa al COP. Estos son funcionalmente iguales a los COPS contenidos en un solo circuito integrado, con la ventaja que pueden ser programados por el usuario (de otra forma se deben programar en fábrica y el programa no puede ser cambiado o modificado), pero con un mayor costo. A estos microcontroladores se les conoce como "ROMless COPS" (COPS sin ROM).

Para los COPS contenidos en un solo circuito integrado, existe una gran variedad de dispositivos. Todos los COPS de 40, 28 y 24 patas tienen la misma asignación de terminales, lo que permite emigrar a un circuito del mismo tamaño, pero con un programa con instrucciones más completas, sin necesidad de modificar el circuito impreso o alambreado. Esto no ocurre para los COPS de 20 patas, en donde la asignación de terminales está definida de acuerdo a los puertos disponibles (para los COPS más pequeños no todos los puertos están disponibles).

Para facilitar la descripción de los COPS, es posible agruparlos de la siguiente forma:

Grupo 1: COP401L, COP410L, COP411L, COP413L, COP410C, COP411C

Grupo 2: COP402, COP402M, COP404L, COP404C, COP420, COP421, COP422, COP420L, COP421L, COP422L, COP424C, COP425C, COP444L, COP445L, COP444C, COP445C

Grupo 3: COP404, COP440, COP441, COP442, COP2404, COP2440, COP2442

Grupo 4: COP408, COP484, COP485, COP409

2.2 ARQUITECTURA

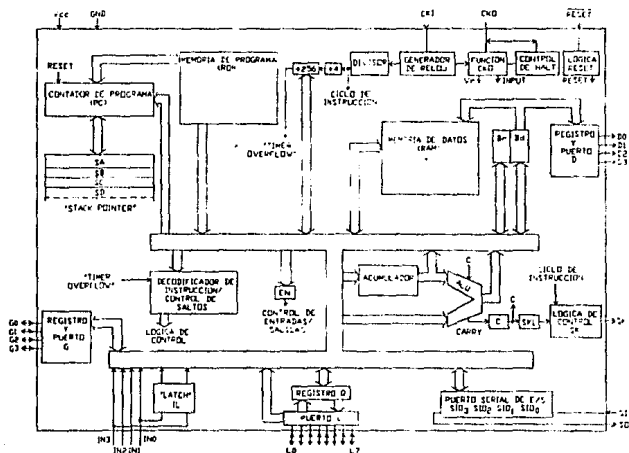


Figura 2-1. Arquitectura interna de los COPS

En la figura 2-1 se muestra la arquitectura general de los COPS de 4 bits. El COP, básicamente, está constituido por una parte de memoria (RAM y ROM), una Unidad Lógica Aritmética (ALU), puertos de Entrada/Salida, registros y una base de tiempos.

2.2.1 MEMORIA RAM

Para poder acceder y sacar datos, existe en el COP una memoria RAM, la cual se encuentra organizada como una matriz. Cada localidad es de 4 bits. El direccionamiento de la memoria se realiza por medio de renglones y columnas; para una RAM de 32 localidades se tienen 4 renglones por 8 columnas; para 64 localidades se tienen 4 renglones por 16 columnas; para tamaños mayores, se conserva el número de columnas y se incrementa el número de renglones únicamente. El juego de instrucciones está encaminado para un aprovechamiento eficiente de este arreglo.

Para direccionar las localidades de la RAM existe el registro B, el cual está dividido en dos partes: El registro Br, para direccionar el renglón, y el registro Bd, para direccionar la columna. El registro Bd es siempre de 4 bits; en cambio la longitud del registro Br varía entre 2 y 5 bits, según el tamaño de la RAM del microcontrolador.

2.2.2 MEMORIA ROM

El programa que es ejecutado por el COP está contenido en una memoria de sólo lectura (ROM) de 8 bits. Dependiendo de la capacidad del microcontrolador la memoria puede ser desde 512 hasta 2 Kbytes.

En los COPS, la ROM está dividida en páginas, bloques y capítulos; cada página se compone de 64 localidades, cada bloque se compone de 4 páginas continuas y cada capítulo se compone de 8 bloques. En la tabla 2-1 se muestra esta división (en la cual no se considera la división por capítulos). Esto es importante para diferenciar entre saltos largos y cortos, saltos indirectos y saltos a subrutina. El no considerar estas divisiones solamente genera un programa que ocupa más memoria.

TABLA 2-1. Organización de la memoria ROM

DIRECCION	PAGINA	BLOQUE
000 - 03F	0	
040 - 07F	1	
080 - 0BF	2	
0C0 - 0FF	3	
100 - 13F	4	1
140 - 17F	5	
180 - 1BF	6	
1C0 - 1FF	7	
200 - 23F	8	2
240 - 27F	9	
:	:	

Para direccionar la localidad de memoria ROM, que contiene la instrucción que será ejecutada, existe un registro llamado Contador de Programa, el cual almacena la localidad de la siguiente instrucción a ser ejecutada. Este registro comienza en cero y, siempre y cuando no sea modificado (por saltos o subrutinas), se va incrementando hasta el máximo valor posible que permite el dispositivo para comenzar otra vez desde cero.

2.2.3 APUNTADOR DE PILA ("STACK POINTER")

Los COPS contienen un apuntador de pila para subrutinas con 2, 3 o 4 registros de pila. Estos registros se utilizan al llamar subrutinas o regresar de las mismas. Excepto para los dispositivos del grupo 3, no es posible tener un acceso directo a estos registros por parte del usuario, por lo que no pueden ser leídos o modificados directamente.

2.2.4 LA UNIDAD LOGICA ARITMETICA (ALU)

La unidad lógica aritmética realiza todas las operaciones aritméticas y lógicas en los COPS. Una de las entradas de datos es siempre el acumulador; otra de las entradas puede ser un operador inmediato o un dato contenido en la RAM; una tercera entrada puede ser el registro de "carry" (registro C), el cual ocupa un solo bit. El resultado de la operación realizada siempre es almacenado en el acumulador; en su caso, el registro C también puede ser afectado.

2.2.5 PUERTOS DE ENTRADA/SALIDA

2.2.5.1 ENTRADAS

Solamente existe un puerto de entrada en los COPS: el puerto IN, el cual consta de 4 bits y puede ser leído directamente al acumulador. Además el primer y último bit del puerto (IN3 e IN0), tienen un registro de retención "latch". Estos "latches" capturan una transición de alto a bajo en la línea en particular. De esta manera, el puerto IN puede ser leído directamente o se puede leer el estado de los "latches" de IN0 e IN3.

La entrada IN1 puede servir, además, como una entrada de interrupción. Esto es totalmente controlable por el usuario por medio del programa. Para los dispositivos del grupo 3, esta entrada puede ser utilizada como un detector de cruce por cero.

2.2.5.2 LINEAS BIDIRECCIONALES CON TERCER ESTADO

Existe en los COPS, un puerto con una longitud de 8 bits bidireccional, el cual es el puerto L. Para operaciones de salida, el puerto L saca el contenido del registro Q. La entrada se puede leer mediante el acumulador y la memoria (4 bits de cada uno). El puerto puede colocarse en estado de alta impedancia, o en modo de tercer estado, para no interferir con otros dispositivos conectados en las mismas líneas. Para los dispositivos del grupo 3, existe el puerto R, el cual posee características similares al puerto L.

Para operaciones de lectura del puerto, las líneas pueden ponerse en estado de alta impedancia, de tal manera que una señal externa determine el estado lógico de la línea. Igualmente, se pueden colocar unos en todas las líneas y habilitar el puerto. En este caso, la señal externa solamente debe bajar la línea a un nivel lógico bajo, en su caso.

2.2.5.3 LINEAS BIDIRECCIONALES

El puerto G tiene 4 líneas bidireccionales. Las salidas tienen "latches", lo que permite retener datos en él. La entrada es leída por medio del acumulador. Adicionalmente, el puerto G, puede ser verificado en forma individual cada una de sus líneas, o sus 4 bits en forma simultánea. Existe otro puerto similar, el puerto H, el cual sólo está disponible en los COPS del grupo 3.

No existe una restricción en cuanto a cuáles líneas del puerto son utilizadas como entradas y cuáles como salidas. Esto puede ser decidido libremente por el usuario.

2.2.5.4 SALIDAS

El puerto D, es un puerto de salida de 4 bits con "latch" en el COP. La salida permanece en el estado en el que fue determinada hasta que no es redefinida. El puerto D únicamente puede ser modificado por medio del registro Bd, el apuntador de memoria RAM, cada vez que se requiera.

2.2.5.5 PUERTO SERIAL

El registro serial (SIO) tiene 4 bits, los cuales pueden ser modificados o leídos por el usuario. Dependiendo del registro EN (habilitador o "Enable"), el registro SIO puede funcionar como un contador binario descendente, o como un registro de corrimiento de 4 bits.

Cuando se utiliza como un contador, el registro se decrementa por una transición de estado alto a bajo de la entrada SI ("Serial Input"); el pulso debe permanecer en estado bajo al menos 2 ciclos de instrucción. SO y SK funcionan como señales lógicas controlables por el programa (SK saca el valor de SKL y SO el valor del cuarto bit del registro EN, EN3).

Cuando funciona como un registro de corrimiento, SI es la entrada al registro de corrimiento y SO ("Serial Output") es la salida del mismo. SK ("Serial Clock") funciona como el reloj serial, el cual tiene la velocidad del ciclo de instrucción (sólo si el registro SKL está en "1", de lo contrario SK permanece en estado bajo). De esta manera, todo lo que entre por SI aparecerá por SO 4 ciclos de instrucción después, siempre y cuando el programa no altere el contenido del registro SIO. Dependiendo del registro EN, cuando el registro SIO funciona como un registro de corrimiento, es posible deshabilitar SO o SK.

Existen diversos periféricos que pueden ser conectados al puerto serial de los COPS. A esta interfaz serial de uso sencillo, se le conoce como "Microwire". Los dispositivos periféricos requieren de las líneas: DI ("Data Input"), entrada de datos que se conecta al SO del COP; SK, reloj serial conectado al SK del COP; CS ("Chip Select"), el cual sirve para seleccionar un dispositivo en particular, para el caso de utilizar múltiples periféricos; DO ("Data Output"), salida de datos que se conecta al SI del COP. Las dos últimas terminales en ocasiones no son necesarias, dependiendo de las características y función del dispositivo periférico.

Existe un concepto similar al "Microwire" en los COPS, para tener una interfaz paralela, el cual es el "Microbus". Al contrario del primero, la interfaz "Microbus" es opcional y está disponible solamente para los COPS de los grupos 2 y 3.

2.2.6 EL REGISTRO HABILITADOR (EN)

El registro habilitador EN ("Enable") tiene 4 o 8 bits de longitud, que puede ser modificado directamente por el programa. El estado de cada uno de sus bits en forma individual selecciona o deshabilita ciertas características en el COP. Sus funciones son las siguientes:

EN0: Controla el estado del registro SIO. Cuando tiene un "1" lógico, el registro funciona como un contador asíncrono descendente. Cuando EN0 tiene un estado bajo, el registro SIO funciona como un registro de corrimiento.

EN1: Controla la interrupción. Cuando es puesto en "1", la interrupción está habilitada. Cuando una señal es encontrada en la entrada de interrupción es encontrada, será reconocida una interrupción. En caso de que EN1 esté en estado bajo, esta señal es ignorada.

EN2: Controla el puerto L. Cuando está en estado alto, los datos contenidos en el registro Q son sacados por el puerto L. En caso de que esté en estado bajo, las líneas del puerto L son puestas en estado de alta impedancia. Este bit no afecta a los COPS que tengan implantada la opción "Microbus".

EN3: Controla, junto con EN0, la salida SO. El funcionamiento de EN3, junto con EN0, se ilustra en la tabla 2-2.

Los bits restantes (EN4 a EN7) sólo existen en los COPS del grupo 3 y son utilizados para habilitar interrupciones, para el control del contador de tiempo interno y configurar el puerto R.

TABLA 2-2. Funcionamiento de EN3 y EN0

EN3	EN0	SIC	SC
0	0	Reg. de corrimiento	0
0	1	Reg. de corrimiento	Salida Serial
1	0	Contador binario	0
1	1	Contador binario	1

2.2.7 CONTADOR DE TIEMPO INTERNO

Todos los COPS, excepto los dispositivos del grupo 1, tienen un contador interno de la base de tiempo, el registro T ("Timer"), el cual tiene 10 bits de longitud y tiene la velocidad del ciclo de instrucción. De ello podemos definir que el contador se satura cada 1024 ciclos de instrucción. Cada vez que el contador de tiempo se satura ("Timer Overflow"), un registro con "latch" es puesto en estado alto, el cual puede ser verificado y reestablecido en estado bajo. Cada vez que el contador se satura, éste reinicia desde cero.

Para algunos COPS, es posible modificar y leer los 8 bits menos significativos del registro T, estos son el COP424C, COP425C, COP426C, COP444C/445C, COP440/441/442, COP2440/2441/2442 y el COP484/485. Esto permite controlar, por parte del usuario, el tiempo de saturación del registro.

El COP424C, COP444C, COP440/441, COP2440/2441 y el COP484, permiten desconectar el reloj de instrucción, del registro T y conectarlo a la entrada IN2. De ésta forma, el registro T cuenta pulsos externos y funciona de la misma manera que un contador interno.

2.3 EL OSCILADOR Y LA BASE DE TIEMPO

2.3.1 EL GENERADOR DE RELOJ

El generador de reloj en los COPS puede ser un oscilador de cristal, un oscilador externo, un circuito RC (controlando un "Schmitt Trigger") o una red más compleja RC, RLC o LC. Esto proporciona una gran flexibilidad al usuario para seleccionar la frecuencia de oscilación. Las configuraciones básicas del oscilador se muestran en la figura 2-2.

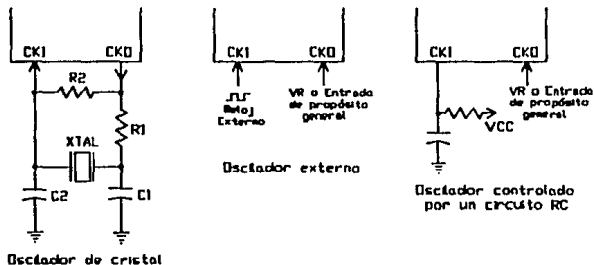


Figura 2-2. Tipos de oscilador

2.3.2 OPCIONES DE LA TERMINAL CKO

Para el caso de que la terminal CKO no sea utilizada, puede utilizarse como una terminal de entrada adicional o para conectar una fuente de poder adicional para la RAM (VR). Esto último permite desconectar la fuente de poder del CO (VCC) y mantener datos en la RAM. Para asegurar la integridad de los datos, se deben tener las siguientes condiciones:

a) Al momento de desconectar VCC, la terminal RESET deberá estar en estado bajo previamente. Al momento de reconectar, VCC deberá estar presente antes que la terminal de RESET llegue a un estado alto.

b) El valor de VR deberá estar dentro del rango normal de operación del COP y, durante la operación normal, debe ser igual a VCC 1V.

c) VR debe ser de por lo menos 3.3V, con VCC apagado.

2.3.3 EL CICLO DE INSTRUCCION

La frecuencia del ciclo de instrucción es la frecuencia obtenida del oscilador después de pasar por un divisor. El período de esta frecuencia es la base de tiempo para el COP. El mayor grado de resolución, que el COP puede leer, para pulsos de entrada es el tiempo del ciclo de instrucción.

El diagrama de tiempos de los puertos de Entrada/Salida con respecto al reloj CKI, así como el ciclo de instrucción, se muestra en la figura 2-3.

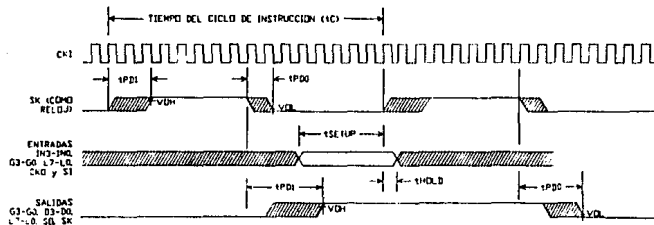


Figura 2-3. Diagrama de tiempos de los puertos

2.4 INTERRUPCIONES

La interrupción se habilita cuando existe un "1" en el bit EN1, y la terminal IN1 funciona como entrada para la señal de interrupción. La interrupción nos permite saltar a una subrutina cada vez que exista un pulso externo en la terminal IN1; para terminar, se utiliza la instrucción de regreso de una subrutina. Las siguientes condiciones deben ser tomadas en cuenta:

- a) La interrupción, carga el valor de la siguiente instrucción a ejecutarse (PC + 1) al primer nivel del "stack". El contador de programa es puesto en la dirección 0FF (la última localidad de la página 3) y el bit EN1 es puesto en cero.
- b) La interrupción solamente se ejecutará si existen las siguientes condiciones:
 - 1. El bit EN1 está en estado alto.
 - 2. Ocorre un pulso de "1" a "0", de por lo menos 2 ciclos de instrucción, en la entrada IN1.
 - 3. Se ha completado de ejecutar la instrucción actual.
 - 4. Cuando se hayan completado todas las transferencias de control sucesivas (saltos), así como los direccionamientos de memoria directos (LBI) sucesivos.
- c) Se conserva el estado de la lógica de control de saltos, lo que permite la realización de saltos lógicos (como es el caso de saltos por la generación de un "carry") después de regresar de la rutina de la interrupción.
- d) La primera instrucción de la subrutina de interrupción debe ser un NOP ("No Operation", es decir, no realiza operación).

e) Puede rehabilitarse la interrupción inmediatamente antes de regresar de la subrutina de interrupción.

2.5 INICIALIZACION

La inicialización o "Reset" se realiza cuando se suministra voltaje al COP o cuando se aplica un "0" lógico en la terminal de "RESET" por lo menos durante 3 ciclos de instrucción. Para el COP 484 y el COP424C/COP444C es suficiente este tiempo para borrar el registro T; para los demás COPS, son necesarios por lo menos 10 ciclos de instrucción.

La condición para los COPS, en el caso del "reset" es:

- El contador de programa PC, es puesto en 0.
- El Acumulador A, es puesto en 0.
- El registro apuntador B, es puesto en 0,0.
- El carry C, es puesto en 0.
- El registro y el puerto D son borrados (puestos en ceros).
- El registro EN es puesto en 0 y SKL en 1.
- El puerto de salida G es puesto en 0.

Para los dispositivos del grupo 3:

- El registro Q es puesto en 0.
- El registro y puerto H son puestos en 0.

- El registro R es puesto en 0.
- El registro T es borrado y conectado a la base de tiempo.
- El registro IL es puesto en 0.
- Los registros IL y Q son borrados en las familias COP464/COP484

En la figura 2-4 se muestra el circuito de "reset" automático al aplicar voltaje al COP (durante el encendido del mismo).

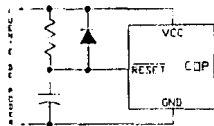


Figura 2-4. "Reset" automático

2.6 CONFIGURACIONES ELECTRICAS DE ENTRADA/SALIDA

Las configuraciones eléctricas de entrada/salida principales, que se muestran en la figura 2-5, son:

- Estándar. Es una combinación en serie de un dispositivo en modo de ensanchamiento a tierra, junto con otro dispositivo en modo de agotamiento a VCC. Esta configuración está disponible para SO, SK y las salidas de los puertos D y G.

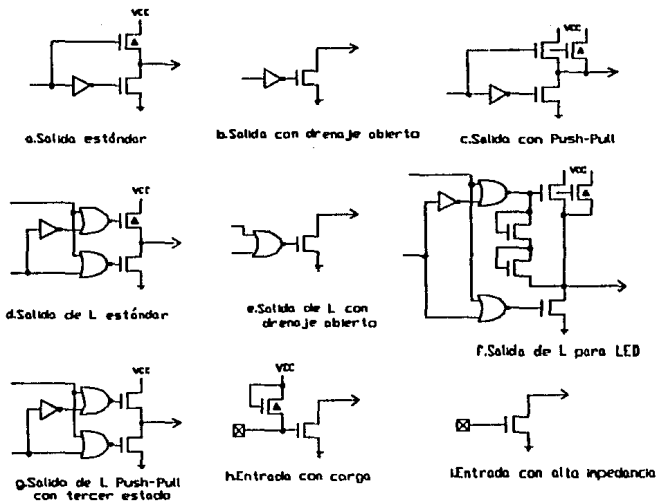


Figura 2-5. Configuraciones eléctricas disponibles

b) Drenaje abierto. Consta de un dispositivo hacia tierra, necesitando el "pull-up" externo que sea requerido para la aplicación del usuario. Disponible para SO, SK y las salidas de los puertos D y G.

c) "Push-Pull". Es una combinación en serie de un dispositivo en modo de ensanchamiento a tierra, junto con otro dispositivo en modo de agotamiento en paralelo con un dispositivo en modo de ensanchamiento a VCC. Esta configuración permite conmutaciones rápidas cuando se manejan cargas capacitivas. Solamente está disponible para las salidas SO y SK.

d) Estándar (puerto L). Es el mismo que (a), pero con la capacidad de ser deshabilitado.

e) Drenaje abierto (puerto L). Es el mismo que (b), pero puede ser deshabilitado.

f) LED. Consta de dispositivos en modo de ensanchamiento a tierra y a VCC, con lo que se obtiene la corriente suficiente para los segmentos de un "display" de LEDs. Tiene la capacidad de ponerse en estado de alta impedancia.

g) "Push-Pull" con tercer estado. Tiene dispositivos en modo de ensanchamiento a tierra y a VCC. Tiene la capacidad de ponerse en estado de alta impedancia.

h) Entrada con carga. Tiene como carga interna un dispositivo en modo de agotamiento a VCC.

i) Entrada de alta impedancia. Este tipo de entrada debe ser conducido a un estado lógico válido ("1" ó "0") por un componente externo.

Es importante mencionar que, cuando se necesita leer un valor por medio del puerto G, es necesario poner todas sus salidas en "1". También, cuando el puerto L es usado en las configuraciones (d) o (f) y es deshabilitado, el dispositivo en modo de agotamiento proporciona una pequeña corriente; sin embargo, cuando el puerto L es utilizado como entrada, esta corriente no es suficiente para forzar a una entrada a un estado lógico alto.

Debido a la naturaleza de una instrucción para sacar datos por el puerto L (CAMQ, Copia Acumulador y Memoria al registro Q), no se debe utilizar este puerto para manejar dispositivos sensibles a cambios de estado lógico, tal como flip-flops, contadores y registros de corrimiento. Esto es debido a que se generan estados transitorios falsos (durante menos de 2 s) hasta que la instrucción es completamente ejecutada. Esto solamente ocurre para la instrucción CAMQ y el puerto L.

3. EL SISTEMA DE ACCESO

3.1 CARACTERISTICAS DEL SISTEMA

El sistema de acceso automotriz, deberá contar con ciertas características mínimas para poder lograr un desempeño óptimo en el automóvil:

- Rango de temperatura: de -40°C a $+83^{\circ}\text{C}$
- Rango de voltaje: de 9.0 a 18.0V D.C.
- Corriente máxima: 5mA, dentro del rango de voltaje @ -40°C a $+83^{\circ}\text{C}$ cuando el circuito se encuentre esperando y con sus salidas desactivadas.
- Voltaje máximo: 24V D.C., aplicados a la batería y a la terminal de ignición, durante 15 min. (La terminal de ignición presenta un voltaje si se activa el interruptor de ignición).
- Voltaje inverso: -14V D.C., aplicados a la batería y a la terminal de ignición, durante 15 min. @ 25°C , con una corriente máxima de 700mA.
- Debe re-inicializarse en forma automática, después de no tener voltaje de alimentación.
- El circuito no debe dañarse y no caer en un ciclo del que no le sea posible salir.
- En caso de existir condiciones anormales, el circuito no deberá activar sus las salidas en forma indeterminada y deberá reestablecer su funcionamiento normal una vez que las condiciones se normalicen.

3.2 DESARROLLO DEL SISTEMA

Un sistema de acceso por medio de un control remoto infrarrojo (IR) proporciona mayor comodidad, ya que elimina el uso de la llave convencional. Esto, adicionalmente, proporciona mayor rapidez de acceso al automóvil para el caso de condiciones adversas (lluvia, posibilidad de asalto, etc.) y elimina físicamente la chapa de la alarma, la cual es más fácil de ser violada por intrusos y es más propensa a tener fallas. La chapa convencional de la puerta no es eliminada, lo que permite tener acceso al automóvil con la llave, de manera convencional, en caso de no contar con el control remoto; sin embargo, para desactivar la alarma únicamente se puede hacer mediante este.

El sistema de acceso automatizado controla, por medio de un control IR, los siguientes dispositivos del automóvil:

1. **Alarma (Activa/Desactiva).** Por medio de la presencia o ausencia de esta señal, de 12V (normalmente), activa o desactiva la alarma antirrobo, en sustitución del "switch" de alarma convencional (En su lugar se tiene un control remoto de uso múltiple).
2. **Luz de cortesía.** Es la señal de salida que alimenta las lámparas de iluminación del interior del automóvil.
3. **Seguro eléctrico del conductor** (desasegurar la puerta del conductor únicamente).
4. **Seguros eléctricos de todas las puertas en general** (asegurar y desasegurar simultáneamente todas las puertas).
5. **Cajuela eléctrica.** Activada por un solenoide que la libera.

Las entradas que afectan al sistema son:

1. **Sensor de la terminal de ignición.** Es una entrada de voltaje entre 9.0 y 18 V, que se presenta siempre que la llave esté en el interruptor de ignición del automóvil.
2. **Sensor de la terminal de velocidad.** Esta señal se detecta como un voltaje entre 9.0 y 18.0 V siempre que la palanca de velocidades esté en la posición R (reversa) o pase por ésta.
3. **Señal infrarroja.** Proveniente del control remoto.

Para ello se utiliza un microcontrolador en el control remoto, el cual transmite la clave de acceso, y otro microcontrolador en el automóvil, el cual recibe la señal, la identifica y efectúa las funciones correspondientes.

3.2.1 DESCRIPCION FUNCIONAL

Básicamente el receptor funciona de la siguiente manera:

- 1- Se encuentra el *automóvil cerrado con la alarma puesta*. Permanece así hasta recibir la clave IR.
- 2- *Desasegura la puerta de conductor*, prende luz de cortesía y espera hasta recibir la clave IR. Si pasan 30s y no recibe, salta al paso 5.
- 3- *Desasegura todas las puertas*, luz de cortesía prendida y espera hasta recibir la clave IR. Si pasan 30s y no recibe, salta al paso 5.
- 4- *Abre cajuela*, apaga luz de cortesía.
- 5- *Condición de uso normal*, luz de cortesía apagada. Espera recibir la clave para asegurar todas las puertas, pone alarma y regresar al paso 1.

En la figura 3-1 se muestra el funcionamiento básico del sistema antes descrito, por medio de un diagrama de flujos.

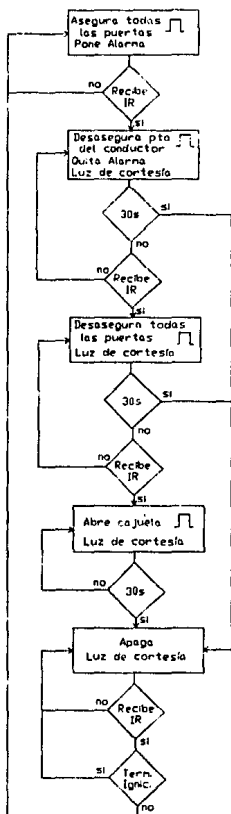


Figura 3-1. Diagrama de flujos del sistema

Adicionalmente se tiene que:

- Para los estados del 2 al 4, en caso de que se detecte que la terminal de velocidad pase por la reversa, cierra todos los seguros y pasa al estado 5. Este caso se aplica para automóviles equipados con transmisión automática (en caso contrario, esto no ocurre).
- En caso de tener la llave de encendido en la terminal de ignición, no cierra las puertas ni pone la alarma. Esto es con el fin de evitar que la llave de encendido se quede, por descuido, en la terminal de ignición, con el automóvil cerrado y la alarma puesta.
- La tolerancia máxima, para el retardo de 30s para la luz de cortesía, es de 1s. Aunque se remueva la batería, no se pierde la clave de acceso grabada; esto mismo es válido para el transmisor.

En el *círculo transmisor*, el microcontrolador lee una clave de una memoria externa (lo que permite cambiar la clave que envía con sólo programar este circuito o cambiarlo) y modula la señal en ASK para enviarla a un transmisor IR (un transistor con un LED IR). La modulación de la señal se hace con la intención de poder discriminar entre distintas señales recibidas, de manera que sólo se tome en cuenta lo enviado por el transmisor del sistema. Esta modulación no debe entenderse como una modulación de la onda electromagnética, sino como una modulación realizada en base a prender y apagar una luz infrarroja a cierta frecuencia para obtener una señal "portadora". El tipo de modulación a utilizar (ASK, FSK o PSK) no afecta las características de transmisión; por lo que, por su mayor sencillez, se escogió una modulación ASK. La clave enviada por el transmisor siempre es la misma, por lo que las distintas funciones a realizar las determina el circuito receptor.

El *círculo receptor* amplifica la señal recibida por un fotodiodo IR, se pasa por un filtro paso-bandas y se demodula en ASK (por medio de un diodo y un capacitor), para recibir esta señal por medio del microcontrolador, el cual controla las salidas del sistema dependiendo del estado en que se encuentre y de las entradas.

3.2.2 SELECCION DEL COP A UTILIZAR

Inicialmente, se deben definir las entradas y salidas que se van a necesitar, para asignar cada una al puerto que más le convenga. Hecho ésto, se define el COP más pequeño que puede soportar la asignación. La cantidad de memoria de programa (ROM) y de memoria de datos (RAM) utilizados definirá si es necesario utilizar un COP de mayor capacidad.

RECEPTOR

Para el receptor, tenemos las siguientes entradas:

1. Entrada de la terminal de ignición.
2. Entrada de la terminal de velocidad.
3. Entrada de la señal del circuito receptor infrarrojo.

Total de entradas: 3

Las salidas son:

1. Desasegurar puerta del conductor.
2. Desasegurar todas las puertas.
3. Asegurar todas las puertas.
4. Desasegurar cajuela.
5. Luz de cortesía.
6. Poner/Quitar alarma.
7. Seleccionador de dispositivo (CS) para la EEPROM.

Total de salidas: 7

Las entradas/salidas seriales son:

1. Entrada, salida y reloj serial para el EEPROM.

Total de entradas/salidas: 13

En la figura 3-2 se muestra la asignación de terminales del COP para el receptor.

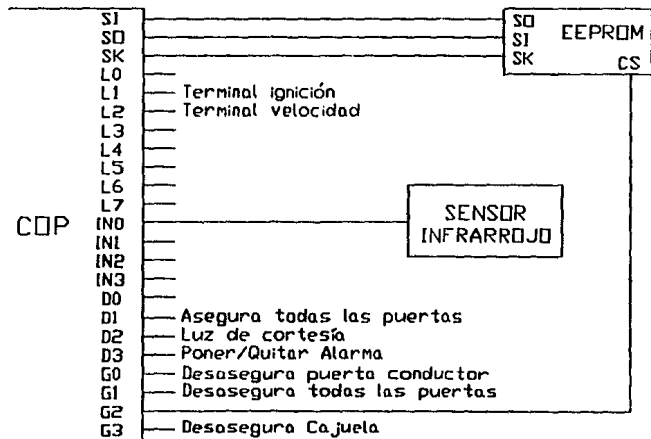


Figura 3-2. Asignación de terminales del receptor

TRANSMISOR

Para el transmisor, las entradas son:

1. Entrada "switch" que activa el control remoto (botón).

Total de entradas: 1

Las salidas son:

1. Señal para el circuito transmisor infrarrojo.
2. Indicador de "transmisor operando".
3. Seleccionador de dispositivo (CS) para la EEPROM.

Total de salidas: 3

Las entradas/salidas seriales son:

1. Entrada, salida y reloj serial para el EEPROM.

Total de entradas/salidas: 7

En la figura 3-3 se muestra la asignación de terminales del COP para el transmisor.

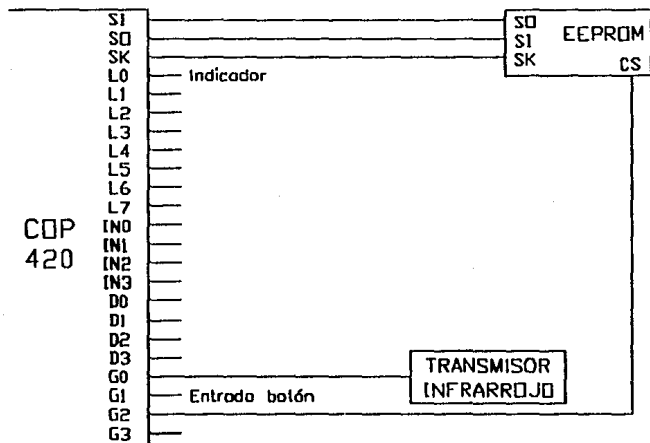


Figura 3-3. Asignación de terminales del transmisor

Una vez realizada la asignación, se procede a realizar el programa que realice las funciones necesarias. En base a la cantidad de memoria de programa utilizado para cada caso, es fácil definir el COP en específico que se va a utilizar.

Para poder realizar una mejor comparación de los COPS disponibles, se muestra una relación comparativa en la tabla 3-1.

Como se puede observar en la tabla, la única diferencia entre los COPS con un mismo número de designación, pero con distinta literal (p.ej. COP410L y COP410C), es la tecnología de fabricación, lo que sólo afecta en la velocidad del microcontrolador y en las características eléctricas del mismo.

Realizando una comparación de puertos disponibles de cada COP disponible en la tabla, con los puertos necesarios para cada uno de los circuitos, y tomando en cuenta la cantidad de RAM y ROM requeridos, se utiliza para:

Receptor: COP324C

Transmisor: COP310C

La tipografía que se utiliza para designar los COPS es la siguiente:

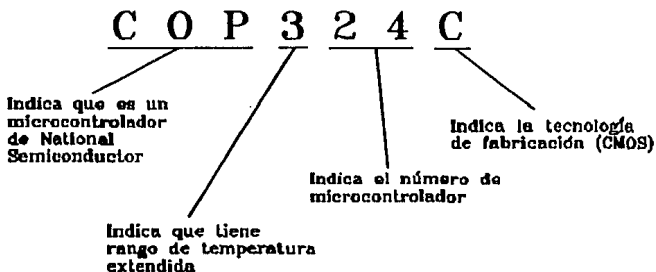


TABLA 3-1. Familia de microcontroladores CDP400

CDP	410L	410C	411L	411C	413L	420	420L	424C	421	421L	425C	422	422L	426C	444L	444C	445L	445C	440	441	442	2440	2441	2412
ROM X 8	512				1024								2048											
RAM X 4	32				64								128		160									
ENTRADAS	0				4		0						4	0	4		0	4		0				
I/O TERCER ESTADO BIDIRECCIONAL	0				0								0		16	0	16		0					
I/O BIDIRECCIONAL	4	3		4	4		4		2		4	0	8	4	0	4								
SALIDAS	4	2		4		4		2		4	4													
I/O SERIALES Y CONTADOR DE EVENTOS EXTERNOS	SI				SI								SI		SI									
CONTADOR DE BASE DE TIEMPO INTERNO	NO				SI								SI		SI									
CONTADOR DE BASE DE TIEMPO PROGRAMABLE	NO				NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	SI							
INTERRUPCION	NO				SI		NO						SI	NO	SI	(4)	SI	(2)	SI	(4)	SI	(2)		
NIVELES DE "STACK"	2				3								3		4		4 POR CPU							
OPCION DE "MICROBUS"	NO				SI	NO	SI	NO						NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO		
CICLO DE INSTRUCCION (60) MIN-MAX	16-40	4-DC	16-40	4-DC	16-40	4-10	16-40	4-DC	4-10	16-40	4-DC	4-10	16-40	4-DC	16-40	4-DC	16-40	4-DC	4-10					
NO. DE TERMINALES	24		20			28			24			20			28		24		40	28	24	40	28	24

Los COPS seleccionados cumplen con todas las características funcionales requeridas (RAM, ROM y puertos de E/S). Tienen tecnología CMOS, por lo que su consumo de potencia es muy bajo ($50\mu W$ típico). Son la versión con rango de temperatura extendida (de $-40^{\circ}C$ a $+85^{\circ}C$) y cumplen con todas las características requeridas.

La asignación de terminales ("pins") final queda como anteriormente se definió en las figuras 3-2 y 3-3.

Para lograr un muy bajo consumo de potencia en el circuito transmisor (el cual se encuentra alimentado por una batería pequeña), el microcontrolador tiene la capacidad de colocarse en modo de "Halt", en el cual se encuentra esperando una señal, en modo de consumo de potencia mínimo ($30\mu A @ 5V$), y totalmente detenido. Para efectos del diseño del prototipo no es considerada esta opción. Para ello habría que cambiar la "entrada botón" de manera que provoque una reinicialización ("reset") en el COP, y modificar ligeramente el programa del mismo. De esta manera se garantiza una vida útil de la batería mucho mayor. En la figura 3-4 se muestra la configuración eléctrica de la opción "Halt".

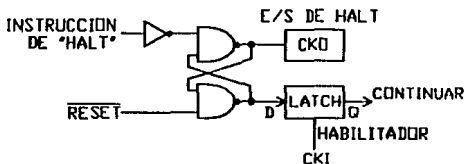


Figura 3-4. El circuito de "Halt"

Nótese que la señal de "continuar" saca del modo de "Halt" al COP cuando existe un estado bajo en RESET o si CKO es forzado a un "0" lógico. La activación de este modo se realiza forzando CKO a un estado alto, o por medio de la instrucción "HALT".

4. DESARROLLO DEL PROTOTIPO

4.1 PARTE LOGICA

La parte lógica del sistema de acceso, se encuentra constituida básicamente por el microcontrolador (del transmisor y del receptor) y las partes aledañas al mismo (memoria EEPROM, circuito generador de reloj y el circuito de inicialización automática) con sus respectivas señales de entrada/salida.

4.1.1 EL MICROCONTROLADOR

En el capítulo anterior se definió el microcontrolador a utilizar en particular. También es necesario definir las características de los puertos que se requieren, así como la descripción del programa que utiliza para su funcionamiento.

4.1.1.1 TRANSMISOR

El programa del microcontrolador del circuito transmisor consta de una parte principal, la cual va llamando distintas subrutinas (subprogramas ejecutados dentro de un programa principal), las cuales son, en orden sucesivo:

- **Espera Inicial:** El sistema se encuentra esperando a que sea oprimido el "switch" (botón) del transmisor. Hasta que no sea oprimido, permanece en este estado.
- **Lectura de la EEPROM:** Esta parte del programa lee la clave a enviar de la memoria (EEPROM) destinada para ello. Esto lo realiza con el puerto serial, por medio de la instrucción XAS ("Exchange Accumulator with Serial register", intercambia acumulador con el registro serial); la clave leída es almacenada en la memoria RAM. Esta operación se realiza cada vez que es activado el transmisor para asegurar la integridad de la clave a enviar.

- **Envía señal al circuito infrarrojo:** Esta parte toma la clave de la memoria RAM, y la convierte, bit por bit, en una señal para ser enviada, modulada en ASK ("Amplitude Shift Key"), al circuito infrarrojo. Esta parte también introduce una señal de sincronía y determina los tiempos para la transmisión (frecuencia de modulación, ancho de los pulsos, etc.) de la señal infrarroja. Todo ello se realiza por medio de un bit del puerto G con la instrucción OGI ("Output G port Immediate", saca por el puerto G, inmediato).
- **Espera final:** En este estado, el sistema se encuentra esperando a que el usuario deje de apretar el botón del transmisor, para regresar al estado de espera inicial. Esto es con el objeto de que el transmisor envíe solamente una vez la clave de acceso, no importando el tiempo que permanezca oprimido el botón. Normalmente el tiempo en que se envía la clave es menor que el tiempo en que el usuario acciona el botón transmisor; con este estado se evita el envío de señales en forma innecesaria que puedan provocar duplicidad de funciones en el receptor.

El uso de la memoria RAM para este programa, se encuentra en la figura 4-1. Los contadores de bit y número (CONT NUM y CONT BIT), se utilizan al generar la señal infrarroja. Todo el renglón 0 se utiliza para crear los retardos y definir el ancho de la señal infrarroja. La clave enviada es leída directamente de la EEPROM.

	F	E	D	C	B	A	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
0																
1																
2																
3																

Figura 4-1. Uso de la memoria RAM en el transmisor

4.1.1.2 RECEPTOR

El programa principal del circuito receptor comienza con la lectura de la memoria EEPROM donde se encuentra la clave de acceso que activa al sistema. Esta parte del programa es igual que la parte correspondiente en el transmisor. Posteriormente pasa a distintas etapas del programa que definen cada uno de los estados del sistema receptor (definidos en el capítulo 3, figura 3-1). Cada parte tiene definidas sus salidas a los puertos D y G, por medio de las instrucciones OBD ("Output Bd to D", saca el contenido del registro Bd al puerto D) y OGI, respectivamente y las condiciones a las que va a responder en particular en cada estado el sistema (señal infrarroja, terminal de ignición, etc.). Las subrutinas que se manejan a través de el programa principal, sin orden de ejecución, son:

- **Recepción de señal del circuito infrarrojo:** Toma la señal recibida por el circuito infrarrojo, y reconstruye, uniendo bits, la clave de acceso enviada por el receptor. La clave recibida es almacenada en memoria RAM. La lectura de la señal se hace por medio del puerto IN, con la instrucción ININ ("Input IN", lee al acumulador el puerto IN).
- **Verificación de clave:** Esta subrutina verifica que la clave recibida por medio de la señal infrarroja coincida con la leída desde la memoria EEPROM. En caso de no coincidir, se regresa al estado de recepción de señal del circuito infrarrojo; de lo contrario se continúa con el flujo del programa, con el consiguiente cambio de estado. La instrucción principal utilizada es SKE ("Skip If Equal"), la cual salta la ejecución de la siguiente instrucción, en el caso de que la RAM y el acumulador sean iguales.
- **Temporizador:** Genera un contador de tiempo en la memoria RAM, con el propósito de contabilizar los 30s que permanece el circuito receptor con la luz de cortesía encendida. Para ello se utiliza la instrucción SKT ("Skip if Timer

overflow"), la cual verifica la bandera indicadora de si ha ocurrido un sobreflujo en el contador de tiempo interno desde la última verificación.

- **Accionador:** Proporciona el tiempo necesario para accionar físicamente los seguros de las puertas y el liberador de la cajuela. Al igual que el temporizador, utiliza la instrucción SKT.

Para crear tiempos de espera más cortos (menores a 30ms), se utilizan retardos por medio de sumas de ciclos de instrucción (el tiempo que tarda en ser ejecutada una instrucción).

El uso de la memoria RAM en este programa, se define en la figura 4-2. El uso de las localidades similares a las utilizadas para el transmisor, tienen una función análoga para este caso. La parte marcada como "timer" tiene el propósito de crear retardos de tiempo largos (como los 30s para la luz de cortesía), su límite se define en las localidades inmediatas superiores. La clave recibida (por IR) se verifica con la clave a comparar (leída del EEPROM); para ello, el bit de sincronía (BITSINC) no es tomado en cuenta.

F	E	D	C	B	A	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	1
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	2
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	3

Figura 4-2. Uso de la memoria RAM en el receptor

Las tres últimas localidades para la recepción IR (D, E y F) también se utilizan para almacenar el protocolo de comunicación con la EEPROM, esto tanto en el receptor como en el transmisor.

La tabla 4-1 muestra el contenido de los puertos G y D, según los distintos estados del receptor.

Tabla 4-1. Puertos D y G en cada estado

ESTADO	D	G
Abre la puerta conductor	1100	0001*
Abre todas las puertas	1100	0010*
Libera cajuela	1100	1000*
Apaga luz de cortesía	1000	0000
Cierra todas las puertas	1010*	0000

*En estos casos, los bits permanecen en "1" sólo durante un pulso para activar seguros.

4.1.2 MEMORIA EEPROM

La EEPROM ("Electrically Erasable and Programmable ROM", ROM programable y borrable eléctricamente) utilizada, la NMC93C06, es una memoria de 256 bits (16 localidades de 16 bits cada una) de acceso secuencial. Es totalmente compatible con el puerto serial de la familia COP400 y está diseñada para el almacenamiento de información. Cada uno de sus 16 registros puede ser escrito o leído en forma eléctrica. La información almacenada se mantiene sin cambios en, por lo menos, 10 años, pudiendo ser actualizada fácilmente.

Necesita solamente un voltaje de alimentación de 5V, ya que genera internamente el voltaje de programación que necesita. Su consumo de corriente es de 400 μ A en forma activa, y de 25 μ A cuando se encuentra esperando. Puede escribirse 40,000 veces en forma típica. El dispositivo escogido es el NMC93C06EN, el cual es la versión con rango de temperatura extendida y tiene todas las características mencionadas.

La asignación de terminales de la memoria, se muestra en la figura 4-3. La terminal marcada como CS ("Chip Select") se utiliza para indicar al dispositivo que se está realizando una operación de lectura, borrado o escritura en la memoria; las terminales DI, DO y SK son la entrada, salida y reloj seriales, respectivamente, los cuales se utilizan para efectuar la comunicación con el COP.

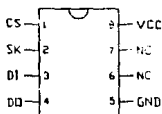


Figura 4-3. EEPROM NMC9306

La memoria EEPROM tiene 7 instrucciones. Para cualquier instrucción, se tiene un bit de inicio (SB), el cual es siempre un "1". Los 8 bits restantes indican el código de operación (OpC) y la dirección en la cual se va a efectuar la instrucción. Esto se ilustra en la tabla 4-2.

Tabla 4-2. Instrucciones de la EEPROM

Instrucción	SB	OpC	Dirección	Dato	Comentarios
READ	01	10xx	A ₃ A ₂ A ₁ A ₀		Lee el registro especificado
WRITE	01	01xx	A ₃ A ₂ A ₁ A ₀	D ₁₅ -D ₀	Escribe en el registro especificado
ERASE	01	11xx	A ₃ A ₂ A ₁ A ₀		Borra el registro especificado
EWEN	01	0011	XXXX		Habilita modo de lectura/escritura
EWDS	01	0000	XXXX		Deshabilita modo de lectura/escritura
ERAL	01	0010	XXXX		Borra todos los registros
WRAL	01	0001	XXXX	D ₁₅ -D ₀	Escribe en todos los registros

Las instrucciones disponibles son las siguientes:

- **Lectura (READ):** Es la única instrucción que provoca que salgan datos por la terminal DO. Los datos de salida (16 bits) son precedidos por un "0" lógico. Los datos cambian con cada transición de un estado bajo a alto del reloj SK.
- **Habilitación del modo de lectura/escritura (EWEN, "Erase-Write Enable"):** Todos los modos de programación (operaciones de lectura o escritura) deben ser precedidos por esta instrucción. La habilitación se mantiene hasta que no se ejecute una instrucción EWDS o se retire el voltaje de alimentación a la memoria.
- **Borrado (ERASE):** Esta instrucción programa todos los bits de la localidad especificada en un estado lógico "1". CS debe ponerse en estado bajo una vez que se ha recibido el último bit de dirección. La terminal DO indica el estado (listo o ocupado) en que se encuentra la memoria; un "0" lógico indica que la programación aún se encuentra en proceso, un "1" lógico indica que el registro ha sido borrado, y es posible efectuar otra instrucción.
- **Escritura (WRITE):** Se programa la dirección especificada con los datos indicados. En este caso, el CS debe ponerse en estado bajo después de que el último bit de datos sea accesado y antes de la siguiente transición del reloj SK; esto inicia el ciclo de programación. La terminal DO funciona de manera similar a la instrucción ERASE.
- **Borra todo (ERAL, "Erase All"):** Esta instrucción coloca, en forma simultánea, todos los bits de la memoria en un estado lógico "1". Funciona básicamente igual que la instrucción ERASE.

- **Escribe en todo (WRAL, "Write All"):** Coloca, en forma simultánea, en todos los registros, el dato especificado en la instrucción. Funciona fundamentalmente de la misma manera que la instrucción WRITE.
- **Deshabilitación del modo de lectura/escritura (EWDS, "Erase- Write Disable"):** Se utiliza para proteger los datos de la memoria, ya que deshabilita el modo de programación. De esta forma un borrado o escritura no puede ser efectuado, hasta no ejecutar una instrucción de habilitación (EWEN).

En las figuras 4-4 y 4-5, se muestran los diagramas de tiempos de dos de las instrucciones más representativas (READ y WRITE). Para los bits simbolizados como A5 y A4, su estado lógico no tiene importancia para la memoria utilizada (en la tabla 4-2 se simbolizan con "X"). El tiempo t_{CS} es el lapso que tarda la memoria en programar los datos enviados, por lo que se encuentra en estado ocupado y no recibe instrucción alguna; t_{CS} es el tiempo mínimo que debe ser puesto en estado bajo CS (un ciclo de SK) entre instrucción e instrucción. Todo esto puede extenderse fácilmente para las instrucciones restantes.

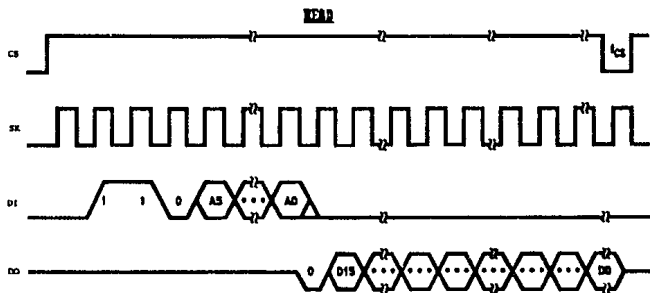


Figura 4-4. Diagrama de tiempos de la instrucción READ

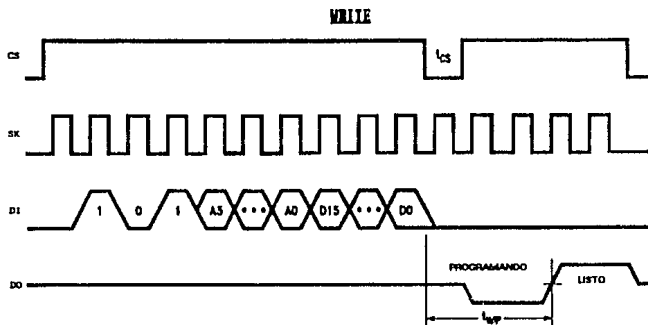


Figura 4-5. Diagrama de tiempos de la instrucción WRITE

4.1.3 RELOJ OSCILADOR

Debido a la necesidad de sincronizar la transmisión entre el transmisor y el receptor, el tipo de oscilador a utilizar es el oscilador controlado por cristal. Los programas están diseñados para tener un ciclo de instrucción de $4\mu\text{s}$. Entonces el oscilador queda como se muestra en la figura 4-6. Los valores de los componentes serían:

cristal oscilador de 4.0 MHz, $R_1 = 1\text{K}\Omega$, $R_2 = 1\text{M}\Omega$, $C_1 = 30\text{pF}$ y $C_2 = 6-36\text{pF}$. El ciclo de instrucción se obtiene dividiendo la frecuencia de oscilación del cristal entre 16.

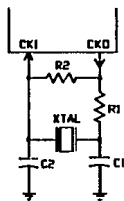


Figura 4-6. Oscilador

Con esta configuración se tiene exactitud en la frecuencia del reloj principal y un menor consumo de corriente (que utilizar una red RC solamente).

4.1.4 CIRCUITO DE INICIALIZACION

Este circuito, proporciona una inicialización ("reset") automática del microcontrolador en el momento de aplicar voltaje al circuito. Las características de operación del "reset" se describen en el capítulo 2. El circuito que realiza esta operación se muestra en la figura 4-7.

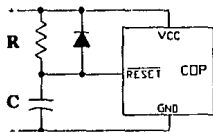


Figura 4-7. Circuito de "reset" final

Los valores de la resistencia y del capacitor se calculan considerando que la señal de $\overline{\text{RESET}}$ debe darse después de que el voltaje nominal de alimentación al circuito se encuentra presente. Entonces estos se determinan en base a una constante de tiempo (RC); un tiempo de "reset" aceptable, para la presente aplicación, es de 20ms. En base a ello podemos determinar que $R = 2.2\text{K}\Omega$ y $C = 1.0\mu\text{F}$. El diodo tiene la función de descargar al capacitor (atrás del COP), en forma casi instantánea, en caso que se interrumpa el voltaje de alimentación; de esta manera, el circuito de inicialización está listo para cuando sea reconectado el sistema.

Básicamente, lo que el circuito realiza es un retardo en la terminal de $\overline{\text{RESET}}$. Mientras el capacitor se carga, através de la resistencia, el estado lógico de la terminal permanece en "0", lo que activa el "reset"; una vez que el voltaje en el capacitor rebasa el voltaje de umbral entre los estados lógicos, se desactiva la señal de inicialización en forma automática. La señal de $\overline{\text{RESET}}$ debe existir después de que el microcontrolador se encuentre totalmente energizado, y desactivarse durante la operación normal.

4.1.5 LISTA DE OPCIONES DEL COP

Como se trató en el capítulo 2, el COP tiene diversas opciones de configuración. Por ello, es necesario definir que opciones se van a utilizar en la aplicación en forma específica. A continuación se describen las distintas opciones disponibles, en la forma que deben indicarse al fabricante, para el COP324C (para el COP310C es similar, pero un poco más limitado y con distinta asignación de terminales). Las opciones elegidas, tanto para el transmisor como para el receptor, se encuentran indicadas.

Opción 1: Terminal de tierra

- =0: No existen opciones disponibles

Opción 2: Terminal CKO

- =0: Salida para el generador de reloj
- =1: Entrada/salida de "Halt" (Modo de bajo consumo)
- =2: Entrada de propósito general con dispositivo de carga a Vcc
- =3: Entrada de propósito general con alta impedancia

Opción 3: Entrada CKI

- =0: Oscilador controlado por cristal dividido por 4
- =1: Oscilador controlado por cristal dividido por 8
- =2: Oscilador controlado por cristal dividido por 16
- =4: Oscilador controlado por red RC dividido por 4
- =5: Oscilador externo dividido por 4
- =6: Oscilador externo dividido por 8
- =7: Oscilador externo dividido por 16

Opción 4: Entrada de RESET

- =0: Con dispositivo de carga a Vcc
- =1: Entrada de alta impedancia

Opción 5-8: Puerto L7-LA (en forma respectiva)

- =0: Estándar, con salida "push-pull" con tercer estado
- =1: De baja corriente, con salida "push-pull" con tercer estado
- =2: Drenaje abierto, con salida con tercer estado

Opción 9 y 10: Entradas IN1 e IN2

- =0: Con dispositivo de carga a Vcc
- =1: Entrada de alta impedancia

Opción 11: Terminal de Vcc

- = 0: No existen opciones disponibles

Opción 12-15: Puerto L3-L0 (igual que la opción 5)

Opción 16: Entrada SI (igual que la opción 9)

Opción 17 y 18: Salidas SO y SK

- = 0: Salida estándar "push-pull"
- = 1: Salida "push-pull" de baja corriente
- = 2: Salida con drenaje abierto

Opción 19 y 20: Entradas IN0 e IN3 (igual que la opción 9)

Opción 21-24: Puerto G0-G3 (igual que la opción 17)

Opción 25-28: Puerto D3-D0 (igual que la opción 17)

Opción 29: Lógica de inicialización interna

- = 0: Operación normal
- = 1: Sin lógica de inicialización interna

Opción 30: Reloj dual

- = 0: Normal
- = 1: Reloj dual, D0 con oscilador RC (la opción 28 debe ser 2)
- = 2: Reloj dual, D0 como entrada de oscilador externo (la opción 28 debe ser 2)

Opción 31: Timer

- = 0: Contador de la base de tiempo
- = 1: Contador de eventos externos

Opción 32: Microbus

- = 0: Normal, sin microbus
- = 1: Microbus (la opción 31 debe ser 0)

Esta lista de opciones, debe enviarse al fabricante junto con el programa que va a contener el COP. De esta forma se fabrica el COP con el programa y las opciones que se desean en forma específica. Una vez programado, el microcontrolador no puede ser reprogramado o modificado en su programa o en alguna de estas opciones; para hacerlo es necesario fabricar otro, con el costo adicional que esto implica.

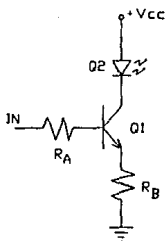
4.2 PARTE INFRARROJA

La parte infrarroja del sistema de acceso está constituida por dos partes: el transmisor y el receptor infrarrojo (IR). El transmisor IR recibe la señal del microcontrolador, y la convierte en un haz infrarrojo, el cual se transmite a través del medio ambiente. El receptor IR capta este haz de luz, y lo convierte en una señal eléctrica para ser recibida por el microcontrolador del sistema receptor.

4.2.1 TRANSMISOR IR

El circuito transmisor IR consta básicamente de un transistor, resistencias y un LED ("Light Emitting Diode", o diodo emisor de luz) infrarrojo. Este último es el que se encarga de convertir la señal eléctrica en una luz IR. Una descripción más detallada de esto se proporciona en el capítulo 1.

El transistor se utiliza para aumentar la corriente de la señal proveniente del COP, necesaria para activar al LED IR. Las resistencias se utilizan para limitar esta corriente. El circuito básico se muestra en la figura 4-8.



La señal proveniente del COP entra al circuito en la terminal marcada como "IN". Considerando una corriente de 100mA por Q2 (LED infrarrojo), una corriente de base de 1mA y una ganancia β del transistor de, aproximadamente, 100 veces, tenemos que: $R_A = 120\Omega$ y $R_B = 2,2\Omega$. El transistor Q1 puede ser un 2N2222 o equivalente.

Figura 4-8. Transmisor IR

4.2.2 RECEPTOR IR

El circuito receptor infrarrojo consta, básicamente, de un fotodiodo infrarrojo, un circuito de amplificación de señal y un comparador. El diagrama a bloques del circuito receptor IR, se muestra en la figura 4-9.

El fotodiodo (Q) recibe el haz infrarrojo y lo convierte, en un flujo de corriente eléctrica. Esta señal debe ser amplificada, ya que los cambios recibidos, si la distancia entre el receptor y el emisor es grande, son muy pequeños. Entonces se pasa por un filtro paso-bandas, el cual limita el paso a señales con portadora de 40 KHz (con un 10% de tolerancia). Esta señal es pasada por un demodulador, el cual le suprime la señal portadora. Finalmente, se pasa por un comparador, el cual regenera los pulsos digitales originales (que fueron enviados por el circuito emisor) y les proporciona un nivel de voltaje apropiado. Esta señal se encuentra lista para ser recibida por el microcontrolador del sistema receptor.

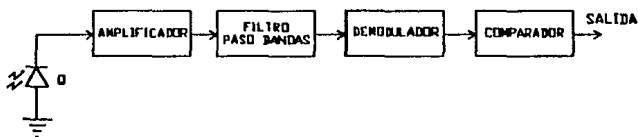


Figura 4-9. Receptor IR

El filtro paso-bandas y el demodulador pueden eliminarse si no se modula la señal para enviarla (en el transmisor la modulación la realiza el COP directamente). Pero el modular la señal nos proporciona la ventaja de poder rechazar señales recibidas que no posean la frecuencia requerida, lo que resulta en un mejor funcionamiento del sistema.

El tipo de señal que es recibida por el fotodiodo, se muestra en la figura 4-10. En ella se muestra la señal portadora (de 40 KHz) y la señal moduladora, la cual es la

envolvente de la portadora. Los unos y ceros lógicos se envían como se muestra, a una frecuencia de, aproximadamente, 1 KHz; en este caso esta es la señal moduladora (los conceptos de señal "moduladora" y "portadora" se aplican cuando se manejan señales moduladas). Las proporciones entre las frecuencias representadas no corresponden a las mencionadas; el diagrama es solamente representativo.

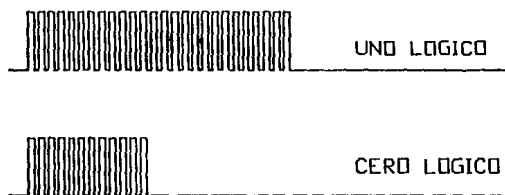


Figura 4-10. Señal recibida

Básicamente, la forma de modulación es ASK ("Amplitude Shift Key"), la cual es equivalente al AM (Amplitud Modulada), pero aplicada a una señal digital. La codificación de unos y ceros se hace con dos distintos periodos (el "uno" lógico tiene el doble de periodo que el "cero" lógico), como se puede observar en la señal demodulada de la figura 4-11. Aquí se aprecia más fácilmente la señal moduladora.

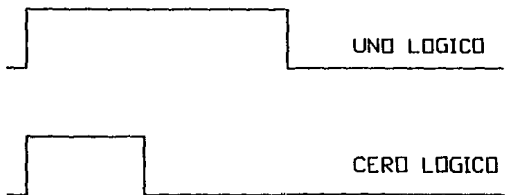


Figura 4-11. Señal demodulada

4.3 PARTE DE POTENCIA

La parte de potencia del sistema de acceso, lo constituyen la parte que mueve a los relevadores (que controlan los seguros y elevadores eléctricos, luces, etc.), el sistema de alimentación al circuito (el regulador de voltaje y supresores de interferencias o picos por la alimentación) y los circuitos de protección al sistema.

4.3.1 LAS SALIDAS Y ENTRADAS

4.3.1.1 LAS ENTRADAS

Para asegurar que el voltaje en las entradas del microcontrolador no tengan un voltaje mayor a 5 V (voltaje de alimentación al circuito), se les coloca a cada una combinación de una resistencia con un diodo Zener a 5V, como se muestra en la figura 4-12. Incluso este dispositivo protege a la entrada del COP en caso de que se conecte un voltaje negativo en la misma (toda la corriente es absorbida por el diodo Zener, el cual se encontraría en polarización directa).

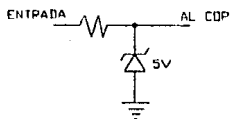


Figura 4-12. Protección para los puertos de entrada

En condiciones de operación normal, el voltaje a la entrada del microcontrolador no excede los 5V. Considerando la corriente para polarizar en inversa al Zener, podemos escoger a la resistencia con un valor cercano a 2.2 K Ω . Para el diodo Zener, lo podemos escoger con un voltaje de ruptura de 4.7 V y una tolerancia del 5%, como el 1N750A. Esta protección sólo es necesaria para el circuito receptor.

4.3.1.2 LAS SALIDAS

Para proteger las salidas del microcontrolador, y para asegurar el tener la corriente suficiente para activar los relevadores, es necesario aumentar la corriente que proporciona el COP (del orden de 1 mA) en sus salidas, por medio de un "driver".

Para ello se utiliza el "driver" DS3656, el cual está diseñado especialmente para aplicaciones automotrices, para conectarse a relevadores, lámparas o solenoides y, por su alta impedancia de entrada, puede ser dirigido por un dispositivo con tecnología CMOS (como el COP). Proporciona una alta corriente de salida (600 mA por salida), tiene salidas con colector abierto y tiene un regulador de voltaje interno, con protección contra altos voltajes transitorios y contra conexión inversa de la batería.

Cada DS3656 posee 4 "drivers"; se utiliza un "driver" para cada una de las salidas del microcontrolador, por lo que son necesarios dos de estos dispositivos. La configuración de terminales de este circuito se muestra en la figura 4-13.

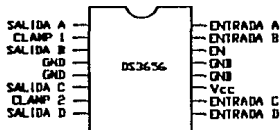


Figura 4-13. "Driver" DS3658

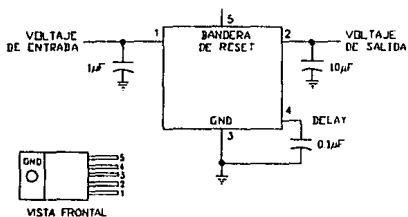
A cada entrada le corresponde su salida correspondiente simbolizada con la misma literal. La terminal EN sirve para habilitar las salidas; para ello esta debe estar en estado alto, de lo contrario las salidas permanecen en estado de alta impedancia. Las terminales marcadas como CLAMP 1 y CLAMP 2 se utilizan para "amarrar" las salidas a un voltaje, de manera que no presenten picos debidos al manejo de cargas inductivas, como es el caso de los relevadores; estas terminales se conectan al voltaje de alimentación de los relevadores en el sistema. Para efectos de protección del circuito, se conecta una resistencia de 100Ω en serie con Vcc.

4.3.2 EL CIRCUITO DE ALIMENTACION AL SISTEMA

Todos los circuitos del sistema de acceso (no se consideran los relevadores como parte de él) requieren de un voltaje constante de 5V para su buen funcionamiento. Para ello es necesario un circuito regulador de voltaje que garantice los requerimientos del sistema. Existe un regulador de voltaje diseñado principalmente para aplicaciones automotrices, el cual es el LM2925T, que tiene las siguientes características:

- Salida de corriente de 750 mA
- Retardo para la reinicialización del circuito ajustable
- Protección contra conexión de la batería al revés
- Protección contra corto-circuitos
- Protección contra sobrevoltajes debidos a transitorios en la línea
- Protección contra transitorios de -50V
- Protección contra sobrecalentamiento interno
- Voltaje de salida de 5V con un error del 5% @ 500mA

El diagrama de conexión del regulador se muestra en la figura 4-14. El capacitor a la entrada se utiliza como un filtro para eliminar interferencias procedentes de la línea; el capacitor de la salida se utiliza para mantener la estabilidad y debe tener, por lo menos, un valor de $10\ \mu\text{F}$. El capacitor en la terminal de retardo de "reset" determina



el tiempo de reinicialización después de que alguna condición anormal se presente; con $0.1\ \mu\text{F}$ presenta un retardo de 3 ms. La terminal de salida "BANDERA DE RESET" no se utiliza.

Figura 4-14. Regulador de voltaje LM2925

4.4 DIAGRAMA FINAL DEL PROTOTIPO

Los diagramas finales, que combinan la parte l3gica, con la parte infrarroja y la parte de potencia, se muestran en la figura 4-15, para el circuito receptor, y en la figura 4-16 para el circuito transmisor. En estos diagramas se muestran todas la conexiones como quedan finalmente; los valores, especificaciones y caracterfsticas de los elementos y dispositivos utilizados son los que se describen a lo largo del presente capitulo. Estos diagramas pretenden describir la constituci3n final del prototipo, integrando cada una las partes que lo conforman.

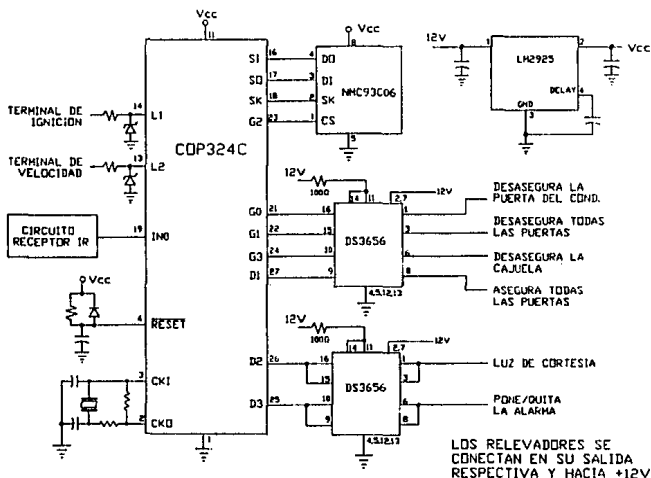


Figura 4-15. Circuito final receptor

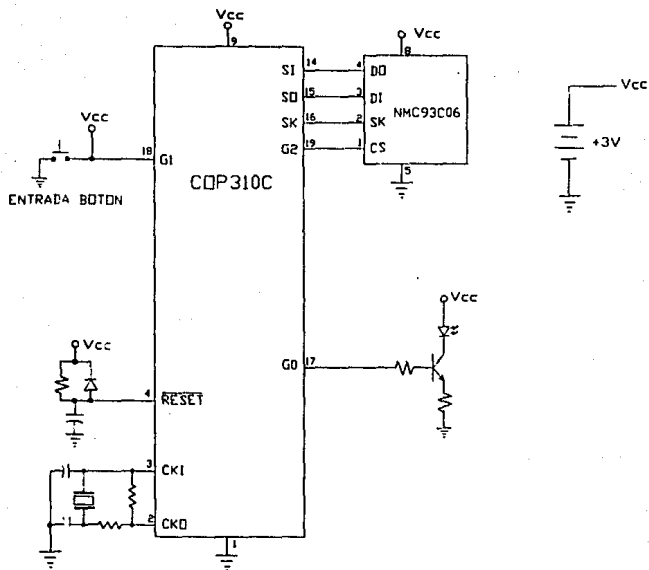


Figura 4-16. Circuito final transmisor

Todos los componentes utilizados en el prototipo se encuentran disponibles en México, con los distribuidores respectivos. Las especificaciones eléctricas de los dispositivos se muestran en el apéndice B.

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

Con el presente trabajo podemos concluir que es posible el desarrollo en México, de circuitos con tecnología de vanguardia que tengan una alta calidad y un bajo costo, de manera que tengan competitividad a nivel mundial. Esto resulta de gran importancia en el caso de existir una apertura comercial con países industrializados, lo cual nos obliga a mejorar los productos nacionales.

Gran parte de los diseños hechos en México han perdido la competencia en el mercado debido a su ineficiencia, alto costo o tecnología atrasada (lo que implica un mayor tamaño de la tarjeta, mayor complejidad en la conexiones externas, mayor necesidad de mantenimiento, etc.), siendo sustituidos por productos extranjeros que los superan.

Existen equipos de uso común que pueden ser, en una forma relativamente fácil, automatizados y mejorados, lo que aumenta la demanda del producto, su calidad y duración, siendo una excelente opción para los fabricantes, ya que su producto mejora, con una inversión inicial alta, pero con la consecuente disminución del costo por producto, en una forma posterior.

Los sistemas diseñados en base a tecnología de punta, como los microcontroladores, no pretenden la sustitución de importación de este tipo de tecnologías. No se trata de desarrollar o tratar de mejorar una tecnología ya existente, sino de aprovechar la existencia de la misma. Simplemente nos abre la opción de sustituir la importación de sistemas, los cuales pueden llegar a ser sumamente caros, no por el material o tecnología que utilicen, sino por el costo del diseño intrínseco del sistema mismo.

Es importante considerar que, para que el diseño de un sistema sea factible y confiable, no sólo hay que tomar en cuenta las garantías que el fabricante de cada uno

de los circuitos nos ofrece, sino que se deben considerar las protecciones y dispositivos necesarios que superen las condiciones adversas que pudiesen presentarse. Por ello es importante la prueba del circuito diseñado, tratando de prever los problemas que se pudiesen presentar, y poder evitar que causen eventos o condiciones no deseadas que afectasen al sistema.

Con el diseño del prototipo de la presente tesis se logró, entre otras cosas:

- El implantar y mejorar las funciones de un sistema de acceso automotriz por medio de un control remoto infrarrojo (el sistema análogo ya existente básicamente cierra y abre los seguros de las puertas en secuencia y sin distinción alguna, y controla la alarma antirrobo).
- El tener un sistema que ocupa el mínimo espacio físico. Esto es especialmente importante para el caso del transmisor, ya que no debe ser incómodo el tamaño para el usuario; para este caso, un solo circuito integrado (el microcontrolador), realiza todas las funciones principales (control del botón, la clave enviada, modulación, etc.), excepto la parte de potencia.
- El reducir el costo del sistema de acceso, lo que proporciona una accesibilidad de adquisición a un mayor número de usuarios o a fabricantes de automóviles.
- La facilidad de poder implantar el sistema en cualquier automóvil equipado con el control eléctrico de seguros de las puertas. Esto es debido a que el diseño del sistema no está especialmente hecho para un tipo o marca específica de automóvil. Inclusive puede ser utilizado para controlar únicamente la alarma antirrobo por medio del control remoto.
- La factibilidad de fabricar el sistema a gran escala en México, ya que todos los dispositivos electrónicos utilizados pueden ser adquiridos acudiendo al distribuidor respectivo (la compañía National Semiconductor provee de todos ellos). La fabricación del circuito del sistema no requiere de ningún proceso

especial (de la fabricación del circuito integrado del microcontrolador programado se encarga directamente la compañía fabricante).

Proporcionar protección al fabricante y/o al diseñador, según sea el caso, contra la copia del diseño del sistema. Esto es debido a que el circuito del microcontrolador programado es único (el circuito integrado es fabricado programado especialmente y no es posible leer o modificar el programa del mismo), y fabricante del sistema controla la producción de los circuitos integrados que va a utilizar, pudiendo controlar, a su vez, su distribución. Adicionalmente, por esta misma característica, el fabricante puede evitar que el sistema sea reparado por personal no autorizado que pudiera dañar seriamente al circuito.

El sistema de acceso automatizado por medio de un control remoto infrarrojo, puede ser mejorado utilizando, en lugar de un sistema infrarrojo, un sistema de transmisión por medio de radio frecuencia. Esto daría más alcance al control remoto y no sería necesaria una línea de vista entre el transmisor y el receptor, pero el costo sería mayor. En este caso pueden manejarse nuevas funciones para el sistema, como es el encender el automóvil o el control de clima artificial a distancia. Por la distancia manejada por los sistemas infrarrojos, estas funciones no tienen mucho sentido para los sistemas que los utilizan. Sin embargo, para las funciones que se pretendían lograr, el sistema infrarrojo se ajustó perfectamente a nuestras necesidades.

Uno de los problemas encontrados durante el diseño e implantación del sistema, fue la parte de la transmisión infrarroja. Inicialmente, como los datos para la clave son enviados en forma serial, la pérdida de sincronía ocasionaba errores en el reconocimiento; esto se solucionó mediante la adición de un bit de sincronía. Debido a que el microcontrolador debe realizar otras funciones además de verificar si se ha recibido una señal infrarroja, se presentaba una pérdida de datos; esto se solucionó bajando la velocidad de transmisión y mediante el bit de sincronía (el cual posee que los pulsos normales).

Otra dificultad que se presentó fue el adecuar la clave leída de la memoria para la transmisión. El realizar la modulación de los pulsos y la codificación de los mismos de una manera eficiente y de manera que se pudiese controlar la frecuencia de la portadora fue una de las partes que requirió de mayor tiempo en el diseño.

Cabe mencionar que, el establecer una comunicación adecuada con la memoria serial, también presentó ciertos problemas, ya que ésta no responde correctamente si no se presentan ciertas condiciones o si el protocolo de comunicación es rigurosamente incorrecto. La estructura del programa de lectura o escritura en la memoria serial debe estar sincronizada con los datos recibidos o enviados a la misma.

El desarrollo de otras partes de los programas de los microcontroladores no presentó grandes dificultades, esto debido, principalmente, al conocimiento y a la experiencia previa en la programación y manejo de estos dispositivos.

**APENDICE.
CARACTERISTICAS
ELECTRICAS**

Características eléctricas del microcontrolador COP310C

Parámetro	Condiciones	Min	Max	Unid.
Voltaje de operación		3.0	5.5	V
Consumo de corriente	$V_{cc} = 3.0V, t_c = 125\mu s$		100	μA
	$V_{cc} = 5.0V, t_c = 16\mu s$		600	μA
	$V_{cc} = 5.0V, t_c = 4\mu s$		2500	μA
Corriente en modo "Halt"	$V_{cc} = 5.0V$		50	μA
	$V_{cc} = 3.0V$		20	μA
Niveles de voltaje de salida	Salidas estándares			
	$I_{OH} = -25\mu A$	2.7		V
	$I_{OL} = 400\mu A$		0.4	V
Niveles de corriente de salida	$V_{cc} = 4.5V, V_{sal} = V_{cc}$	1.2		mA
	$V_{cc} = 2.4V, V_{sal} = V_{cc}$	0.2		mA
Ciclo de instrucción (t_c)	$V_{cc} > = 4.5V$	4	DC	μs
	$V_{cc} < 4.5V$	16	DC	μs
Ciclo de trabajo	4MHz	40	60	%
Tiempo de rizo	4MHz, Reloj externo		60	ns
Tiempo de caída	4MHz, Reloj externo		40	ns
Entradas:				
	t_{SETUP}		1.7	μs
	t_{HOLD}	$V_{cc} > = 4.5V$	0.25	μs
	$V_{cc} < 4.5V$	1.0	μs	
Retardo en la propagación de la salida	$V_{sal} = 1.5V, C_L = 100pF, R_L = 5K$			
	$V_{cc} > = 4.5V$		1.0	μs
	$V_{cc} < 4.5V$		4.0	μs

Todas las especificaciones a un rango de temperatura de $-40^{\circ}C$ a $+85^{\circ}C$

Características eléctricas del microcontrolador COP324C

Parámetro	Condiciones	Min	Max	Unid.
Voltaje de operación		3.0	5.5	V
Consumo de corriente	$V_{CC} = 3.0V, t_c = 64\mu s$		180	μA
	$V_{CC} = 5.0V, t_c = 16\mu s$		800	μA
	$V_{CC} = 5.0V, t_c = 4\mu s$		3600	μA
Corriente en modo "Halt"	$V_{CC} = 5.0V$		60	μA
	$V_{CC} = 3.0V$		30	μA
Niveles de voltaje de salida	Salidas estándares			
	$I_{OH} = -100\mu A$	2.7		V
	$I_{OL} = 400\mu A$		0.4	V
Niveles de corriente de salida	$V_{CC} = 4.5V, V_{sal} = V_{CC}$	1.2		mA
	$V_{CC} = 2.4V, V_{sal} = V_{CC}$	0.2		mA
Ciclo de instrucción (t_c)	$V_{CC} > 4.5V$	4	DC	μs
	$V_{CC} < 4.5V$	16	DC	μs
Ciclo de trabajo	4MHz	40	60	%
Tiempo de rizo	4MHz, Reloj externo		60	ns
Tiempo de caída	4MHz, Reloj externo		40	ns
Entradas:				
	t_{SETUP}		1.7	μs
	t_{HOLD}	$V_{CC} > 4.5V$	0.25	μs
	$V_{CC} < 4.5V$	1.0	μs	
Retardo en la propagación de la salida	$V_{sal} = 1.5V, C_L = 100pF, R_L = 5K$			
	t_{PD1}, t_{PD0}	$V_{CC} > 4.5V$	1.0	μs
	t_{PD1}, t_{PD0}	$V_{CC} < 4.5V$	4.0	μs

Todas las especificaciones a un rango de temperatura de $-40^{\circ}C$ a $+85^{\circ}C$

Características eléctricas de la memoria NMC93C06E

Parámetro	Condiciones	Min	Max	Unid.
Voltaje de operación		4.5	5.5	V
Corriente de operación	CS="1"		2	mA
Corriente de "Standby"	CS="0"		100	μ A
Voltaje de entrada, estado bajo		-0.1	0.8	V
Voltaje de entrada, estado alto		2	V _{cc} + 1	V
Frecuencia de SK		0	0.5	MHz
Tiempo en alto de SK (tSKH)		500		ns
Tiempo en bajo de SK (tSKL)		500		ns
Tiempo CS en estado bajo (tCS)		500		ns
Tiempo de "setup" (tCSS)		100		ns
Retardo de salida a "1" (tPD1)	Prueba en AC		1000	ns
Retardo de salida a "0" (tPD0)	Prueba en AC		1000	ns
Tiempo, ciclo de escritura (tWP)			10	ms
Duración	Número de cambios de datos por bit	Típico 40,000		Ciclos

Todas las especificaciones a un rango de temperatura de -40°C a +85°C

Características eléctricas del "driver" DS3656

Parámetro	Condiciones	Min	Max	Unid.
Voltaje de operación		10.5	17	V
Voltaje de entrada, edo. bajo			0.8	V
Voltaje de entrada, edo. alto		2		V
Corriente de entrada, edo. bajo	$V_{IN} = 0.4V$		-360	μA
Corriente de entrada, edo. alto	$V_{IN} = 2.7V$		20	μA
Voltaje de salida en edo. bajo	$I_L = 600mA, V_{CC} = 10.5V$		1.5	V
Corriente de salida continua			1.2	A
Voltaje en directa del diodo	$I_F = 800mA$		2.5	V
Consumo de corriente (I_{CC})			65	mA
Retardo en el encendido (t_{HL})	$R_L = 30\Omega, V_L = 30V,$	10	μs	
Retardo en el apagado (t_{LH})	$C_L = 15pF, V_{CC} = 13.2V$		10	μs

Todas las especificaciones a un rango de temperatura de $-40^{\circ}C$ a $+105^{\circ}C$, excepto los retardos (especificados a $25^{\circ}C$).

GLOSARIO

GLOSARIO

ALU: Unidad lógica aritmética, la cual es la parte del microcontrolador que realiza todas las operaciones lógicas y aritméticas.

AM: Amplitud modulada. Es una forma de modulación de señal basada en la variación de la amplitud de una señal de frecuencia fija (portadora) en función de otra señal (moduladora) la cual contiene información o un mensaje.

ASK: "Amplitude Shift Key". Forma análoga de la modulación AM, en la cual la señal moduladora es digital. (Véase AM)

Bidireccional: Referente a los puertos de comunicación, lo que indica que el puerto puede tanto recibir como enviar señales.

Bit: Unidad de medición de información digital, la cual únicamente puede tener un valor de un "1" o un "0" lógico.

Chip: Circuito integrado; circuito contenido en un solo paquete.

Ciclo de instrucción: Es el tiempo en que el microcontrolador ejecuta una instrucción de 1 byte de longitud.

COP: "Control Oriented Processor". Nombre que se aplica a la familia de microcontroladores de *National Semiconductor Corp.*

Demodulación: Proceso contrario a la modulación de señales, el cual consiste en separar la señal portadora, de la señal modulada, para obtener la señal moduladora. (Véase AM)

EEPROM: Memoria de sólo lectura programable y borrrable en forma eléctrica.

EPROM: Memoria programable de sólo lectura, borrrable por medio de rayos ultravioleta.

Flujo, diagrama de: Diagrama que muestra la consecución en la ejecución de un programa.

Halt, modo de: Modo de operación de algunos dispositivos electrónicos, en el cual se tiene un bajo consumo de potencia, no se pierde el contenido de sus registros, y únicamente esperan a recibir determinada señal para continuar su operación normal.

Kbyte (KB): Unidad de medida de información equivalente a 1024 bytes. A su vez, 1 byte es igual a 8 bits. (*Véase Bit*)

Latch: Dispositivo electrónico que mantiene un estado lógico.

Línea de vista: Término utilizado en la transmisión de una señal, el cual indica que, entre el transmisor y el receptor, no debe existir objeto alguno que refleje u obstruya el paso de una luz.

Microcontrolador: Microcomputadora diseñada específicamente para realizar funciones de control.

Overflow: *Véase sobreflujo.*

Paso-bandas, filtro: Circuito que sólo permite el paso de señales dentro de un rango de frecuencias definido.

Pull-up: Dispositivo utilizado para elevar, a un estado lógico alto, cierto punto de un circuito.

Push-Pull: Modo en el cual se tienen dos dispositivos, de los cuales, mientras uno se mantiene activo, el otro se desactiva y viceversa.

RAM: Memoria de acceso aleatorio. Permite leer y/o escribir datos en ella, sin restricción alguna y en la localidad deseada. Normalmente se utiliza para almacenar datos, los cuales pueden ser leídos y modificados tantas veces se requiera.

RESET: Proceso de reinicialización de un circuito.

ROM: Memoria de sólo lectura. Solamente permite que sean leídos datos previamente escritos en ella, sin tener la posibilidad de modificarlos o cambiarlos. Se utiliza normalmente para almacenar programas o datos que se mantienen fijos.

Sobreflujo ("Overflow"): Condición en la que un registro que es incrementado, sobrepasa su valor máximo.

VCC o Vcc: Notación utilizada para simbolizar al voltaje de alimentación de un circuito.

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

- National Semiconductor
MICROCONTROLLER DATABOOK
Manual técnico
National Semiconductor Corp.
California, USA. 1989
- National Semiconductor
THE COPS PROGRAMMING MANUAL (4 BITS)
Manual técnico
National Semiconductor Corp.
California, USA. Feb. 1985
No. Publicación: 424410284-001A
- IEEE
SPECTRUM
Revista técnica mensual
The Institute of Electrical and Electronics Engineers
USA. Nov. 1990
Pags.106-109
- National Semiconductor
MEMORY DATABOOK
Manual técnico
National Semiconductor Corp.
California, USA. 1988
- Fairchild
OPTOELECTRONICS DATABOOK
Manual técnico
Fairchild Camera and Instrument Corp.
California, USA. 1978
- National Semiconductor
DISCRETE SEMICONDUCTOR PRODUCTS DATABOOK
Manual técnico
National Semiconductor Corp.
California, USA. 1989

- National Semiconductor
INTERFACE DATABOOK
Manual técnico
National Semiconductor Corp.
California, USA. 1988
- Vase, Ken
AUTOMOVIL, PASADO Y PRESENTE
Libro de consulta
Editors, S.A..
España, 1990