

300617



UNIVERSIDAD LA SALLE 50

ESCUELA DE INGENIERIA

2ej

INCORPORADA A LA U. N. A. M.

**"SISTEMA DE ALARMA AUTOMOTRIZ
BASADO EN UN MICROCONTROLADOR"**

TESIS PROFESIONAL

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

P R E S E N T A :
VICTOR RAUL MARURI SANCHEZ

DIRECTORA DE TESIS: ING. MA. ENNA CARVAJAL CANTILLO

MEXICO, D. F.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1992



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

INTRODUCCION	iv
CAPITULO I: ANTECEDENTES NECESARIOS PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA DE ALARMA.	
1.1 Tipos de automóviles.	2
1.1.1 Vehículos equipados y vehículos no equipados.	2
1.1.2 Protección en vehículos.	3
1.2 Definiciones de sistemas.	5
1.2.1 Luces interiores (luces de cortesía).	6
1.2.2 Luces de posición.	8
1.2.3 Sistema de Ignición.	11
1.2.4 Sistema de seguros eléctricos.	16
1.2.5 Sistema de bocinas (claxon).	19
CAPITULO II: SISTEMAS DE GENERACION Y DISTRIBUCION DE ENERGIA ELECTRICA EN UN AUTOMOVIL.	
2.1 Sistema de alimentación.	22
2.1.1 Batería.	22
2.1.2 Sistema de carga (Alternador).	25
2.2 Arneses y sistema de tierra.	34
2.2.1 Tipos de circuitos automotrices.	34
2.2.2 Redes de tierra.	39
CAPITULO III: FUNDAMENTOS DE OPERACION DEL MODULO DE ALARMA.	
3.1 Comunicaciones.	44
3.1.1 Definición de comunicación.	44
3.1.2 Mensajes analógicos y digitales.	46

3.1.3 Inmunidad al ruido de las señales digitales.	48
3.1.4 RSR, ancho de banda e índice de comunicación.	48
3.1.5 Modulación.	50
3.2 Comunicaciones en infrarrojo (IR).	56
3.2.1 Naturaleza de la energía luminosa.	56
3.2.2 Clasificación de los dispositivos optoelectrónicos.	57
3.2.3 Diagrama de bloques de una comunicación IR.	57
3.3 Microcontroladores.	60
3.3.1 Intel Corporation.	63
3.3.2 Motorola.	65
3.3.3 National Semiconductor.	67

CAPITULO IV: DISEÑO DEL CIRCUITO.

4.1 Funcionamiento del módulo.	71
4.1.1 Definiciones.	71
4.1.2 Operación.	71
4.1.2.1 Armado.	71
4.1.2.2 Disparo.	72
4.1.2.3 Desarmado.	72
4.1.3 Características.	73
4.1.3.1 Protección por sección.	73
4.1.3.2 Cruce por reversa.	74
4.1.3.3 Aviso de robo.	74
4.1.3.4 Diagnóstico.	74
4.1.4 Diagramas de flujo.	75
4.2. Diagrama de bloques.	75
4.3 Diseño del circuito del Módulo de Alarma (Receptor).	80
4.3.1 Diseño de la etapa lógica.	80
4.3.1.1 Selección del microcontrolador.	80
4.3.1.2 Características del COP321L.	81
4.3.1.3 Descripción funcional del COP321L.	82
4.3.1.4 Asignación de pines.	87
4.3.1.5 Memoria EEPROM.	89
4.3.1.6 Lista de opciones.	90

4.3.2	Diseño de las etapas de potencia.	91
4.3.3	Circuitos de protección.	98
4.3.4	Etapas de alimentación.	100
4.3.5	Diagrama final del módulo de alarma.	100
4.4	Diseño del Control Remoto (Transmisor).	102
4.4.1	Etapas lógicas (microcontrolador).	102
4.4.1.1	Selección del microcontrolador.	102
4.4.1.2	Asignación de pines.	102
4.4.2	Circuito de reset al microcontrolador.	104
4.4.3	Memoria de almacenamiento de la clave.	104
4.4.4	Circuito emisor de luz infrarroja.	105
4.4.5	Circuito de advertencia de batería baja.	106
4.4.6	Diagrama del transmisor.	106
4.5	Análisis de costo.	108
	CONCLUSIONES.	109
	APENDICE A	111
	APENDICE B	115
	APENDICE C	117
	APENDICE D	118
	GLOSARIO.	120
	BIBLIOGRAFIA	123

INTRODUCCION.

Debido a la fuerte crisis económica que ha sufrido el país en los últimos años el número de automoviles robados se ha incrementado considerablemente. Antes, los sistemas de alarma se consideraban como un lujo, mientras que ahora son una necesidad.

En el mercado mexicano existen modelos de alarmas que van desde los 200,000 hasta los 2,500,000 pesos, dependiendo de la complejidad del sistema. Algunas de estos son de muy baja calidad, ya que no se atienen a las normas automotrices. Este es el caso de la mayoría de las alarmas que cubren cofre, cajuela puertas y corta encendido. Generalmente, dejan insatisfecho al consumidor y crean un sinnúmero de problemas, como oxidación, falsos disparos y cortocircuitos en el sistema eléctrico del automóvil. Además, el 50% de los autos robados cuentan con este sistema.

Por otra parte, los sistemas de alarma más complejos incluyen desde el activar los seguros eléctricos para cerrar o abrir puertas y cajuela, hasta el poder arrancar el auto a control remoto desde una distancia de 50 metros. Estos sistemas son sumamente confiables, pero su costo se eleva desde 1,500,000 hasta 2,500,000 de pesos.

El objetivo del presente trabajo es diseñar y construir el prototipo de un sistema de alarma automotriz que proporcione una alta seguridad contra el robo total del

automóvil y que a la vez su operación brinde mayor comodidad al usuario. Asimismo, comparando con otras alarmas parecidas, su costo debe ser menor.

Por lo tanto se requiere diseñar un módulo altamente confiable, que sea muy eficiente y que a la vez que su costo sea bajo.

La mejor alternativa es el uso de un microcontrolador. Un microcontrolador es un dispositivo orientado a una aplicación en específico. Invariablemente es un solo circuito integrado y cuando se produce en gran cantidad, su costo es sumamente bajo. Con una programación adecuada, estos dispositivos suelen ser muy potentes.

El desarrollo de este proyecto se presenta en cuatro capítulos.

En el primer capítulo se establece el tipo de vehículo al que se va a enfocar el diseño de la alarma. Se da una explicación de los diferentes sistemas que componen el automóvil y su relación con el módulo de alarma.

En el segundo capítulo se habla de los dos sistemas vitales para el funcionamiento de cualquier componente eléctrico en un automóvil: el de carga y el de tierra.

En el tercer capítulo se explica los principios de operación del módulo: las comunicaciones y los microcontroladores. Primero, se hace una distinción entre las comunicaciones analógicas y digitales y, después, se expone las diferentes maneras de modular una señal digital. Por último, se da una visión general de la utilidad de

los microcontroladores y se hace una comparación entre las familias más importantes de éstos en el mercado.

En el cuarto capítulo se explica en forma detallada el diseño del módulo de alarma y del control remoto. Este diseño se divide en tres partes: operación del módulo, diagrama de bloques y diseño de los circuitos. Así mismo, se habla sobre el costo del módulo. Este es un punto muy importante, ya que en un diseño no sólo es relevante la innovación tecnológica, sino que también la reducción del costo del mismo.

CAPITULO I

ANTECEDENTES NECESARIOS PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA DE ALARMA

En este capítulo se da una visión general de las protecciones contra robo que tiene un automóvil y se justifica el diseño del módulo de alarma. Se explica también el funcionamiento de todos los sistemas que interactúan con el de alarma y se obtiene, según sea el caso, los amperes de carga que tendrá que manejar el módulo.

CAPITULO I: ANTECEDENTES NECESARIOS PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA DE ALARMA.

1.1 Tipos de automóviles.

1.1.1 Vehículos equipados y vehículos no equipados.

En la actualidad, existe en el mercado una gran cantidad de marcas y de modelos de autos. Cada empresa maneja 5 o 6 modelos diferentes y por cada modelo hay otras tantas variantes. Para hacer un sistema de alarma que cubra todos estos autos simplemente se tomaría como base el auto más sencillo, se obtendrían los requerimientos del sistema y se diseñaría. La pregunta es: ¿cual es el auto más sencillo? ¿en qué nos basaríamos para elegirlo? El parametro a seguir es qué tan equipado está el coche.

Por equipado se entiende qué tantos accesorios tiene el automóvil además de los necesarios para que funcione y cumpla con las normas de seguridad mínimas. Es lo que se conoce como un coche austero, típico, de lujo, deportivo, etc. Se parte de un auto base y luego se le van agregando los equipos opcionales que el cliente quiera. Estos equipos pueden ser el aire acondicionado, espejos movidos eléctricamente, seguros de puertas y elevadores de cristales eléctricos, radio AM/FM con tocantinas, compact disc, motor turbocargado, vestiduras de piel, transmisión automática, etc.

Podemos entonces utilizar el potencial de un microcontrolador para desarrollar un sistema de alarma con base en los equipos opcionales de un automóvil. Por lo tanto,

esta alarma está destinada para autos que tengan cierto equipo. El mínimo requerido es: seguros eléctricos de puertas, luces de cortesía o luz de domo y una señal de que la llave de ignición está en el interruptor. Opcionalmente debe contar con una señal de cruce por reversa de la palanca de velocidades (esto en carros con transmisión automática).

1.1.2 Protección en vehículos.

Todo coche cuenta con un mínimo de dispositivos de seguridad para evitar su robo.

Estos son:

- Un seguro por cada puerta, el cual evita que ésta pueda abrirse desde el exterior del coche. En las puertas delanteras existe una chapa que controla la posición del seguro. Por lo tanto, sólo con la llave de esa chapa puede abrirse la puerta. Para las puertas traseras es necesario desactivar los seguros desde el interior del auto.
- Un interruptor de ignición para arrancar el motor. Sin la llave, se necesita "puentear" algunos cables para poner en marcha el automóvil.
- Un seguro que bloquea el volante. Este sólo se desactiva al girar la llave de ignición, por lo que sin ella es necesario romperlo.
- Un seguro para el cofre, el cual se puede activar por medio de un chicote desde el interior del carro.

- Una chapa para la cajuela. Esta puede ser abierta con la llave o eléctricamente desde el interior del coche.
- Aunque su función principal no es la de evitar el robo del vehículo, se puede incluir los cristales en puertas, frente y parte posterior del auto.

Además, comercialmente se pueden conseguir algunos dispositivos para la protección del automóvil, tales como los bastones. Estos bloquean mecánicamente el freno y el volante al mismo tiempo, aunque pueden ser cortados y en algunos casos hasta doblados. En el mismo caso están las cadenas para amarrar el volante.

El siguiente dispositivo de seguridad es la alarma. Por lo general, ésta sólo cubre la apertura de cofre, cajuela, puertas y un cortaencendido. Al principio fueron efectivas, pero después el ladrón entraba al coche rompiendo un cristal y entonces le era fácil desconectar la alarma desde adentro del automóvil. Otra forma de desconectar el sistema es atacando directamente la chapa de la alarma. De hecho hay datos que indican que la mitad de los autos robados tiene este sistema de seguridad. Fue cuando surgieron las alarmas de ultrasonido, las cuales detectan cualquier intromisión en el coche, ya sea por la puerta o por una ventana. Estos sistemas son bastante confiables y cada día tienen más demanda.

Posteriormente, aparecieron las alarmas a control remoto, las cuales ya brindan mayores ventajas y comodidades al usuario. Son de uso fácil y permiten el manejo de otras opciones, como abrir y cerrar los seguros eléctricos de las puertas, abrir la cajuela, disparar la alarma o arrancar el motor del auto, todo a control remoto y desde distancias

que llegan hasta los 50 metros. En combinación con la alarma de ultrasonido o con sensores de movimiento, son los sistemas más seguros. Su único inconveniente es que son importadas y su precio puede alcanzar los 2,500,000 pesos.

En algunas empresas fabricantes de automóviles, la alarma ya es una parte base. La gran mayoría de las que utilizan es del tipo de chapa bancaria, protegiendo puertas, cajuela, cofre y un cortaencendido.

El propósito de este proyecto es diseñar un sistema de alarma a control remoto que pueda competir en cuanto a funciones con los que actualmente se venden (alarmas de importación) y cuyo costo sea mucho menor. Así mismo, este sistema podrá complementarse con alguno que proteja el interior del automóvil, como el de ultrasonido. De esta manera, las empresas automotrices podrían mejorar los sistemas de alarma que instalan de fábrica.

1.2 Definiciones de sistemas.

A continuación se dará una breve explicación de los diferentes sistemas que se relacionan con el de alarma en un automóvil. El objetivo de esto es conocer los principios de operación de cada uno de ellos y, en su caso, obtener los amperes de carga de cada circuito para el diseño del módulo.

Como se dijo, existe una gran variedad de autos en el mercado nacional. Para hacer las pruebas y mediciones requeridas para el desarrollo del prototipo, se escogió un auto familiar de cuatro puertas con equipos eléctricos opcionales. Por lo tanto, la

descripción de sistemas que se hace a continuación es referida a este automóvil, sin que con esto se pierda generalidad, ya que son muy parecidos a los de los demás modelos.

1.2.1 Luces interiores (luces de cortesía).

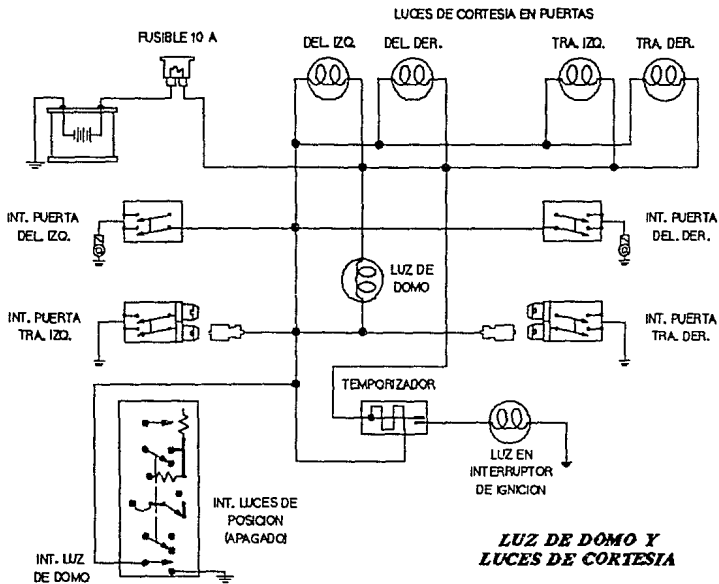
Al abrir alguna de las puertas del coche, se prende una lámpara interior situada en el toldo del automóvil. Esta es conocida como lámpara de domo. Así mismo, se enciende una lámpara en la columna de dirección que ilumina un aro que rodea al interruptor de ignición. Adicionalmente, en algunos modelos, hay lámparas montadas en cada una de las portezuelas que también se encienden al abrir la puerta. Estas son las lámparas de cortesía. El diagrama eléctrico se muestra en la figura 1.1.

Todas estas lámparas tienen la finalidad de facilitar al conductor y a los pasajeros el acceso y puesta en marcha del automóvil.

Carga para luces de cortesía.

Lámpara	Cantidad	Carga/Foco (Amperes)	Carga Máxima (Amperes)
Domo	01	0.95 ± 0.076	1.03
Cortesía	04	0.69	2.76
Total			<hr/> 3.79

Figura 1.1 Diagrama de Luz de Domo y Luces de Cortesia.



Mediciones.

	Luz de domo (Amperes)
Auto 1	1.0
Auto 2	1.0
Auto 3	1.0
Auto 4	1.2

Relación con el módulo.

Estas lámparas deberán encenderse cuando se activen los seguros eléctricos hacia la posición de abierto por medio del control remoto.

1.2.2 Luces de posición.

Las regulaciones para vehículos automotores exigen que los automóviles estén dotados de luces de posición tanto en la parte delantera como en la trasera, de una luz que ilumine la placa posterior de matrícula y de luces rojas posteriores que se enciendan al aplicar los frenos. También, los automóviles deben tener luces intermitentes de dirección tanto en la parte delantera como en la trasera. Algunos montan incluso luces de posición e intermitentes en las partes laterales. El diagrama eléctrico se muestra en la figura 1.2.

En la mayoría de los coches, las luces de posición delanteras o son independientes o están montadas en el mismo foco de las luces direccionales (focos de doble filamento). Del mismo modo, las luces de posición traseras y las luces de freno pueden ser independientes, aunque suelen integrarse en un solo foco.

El filamento correspondiente a la luz de posición es de escasa potencia (5 watts), mientras que el filamento de la luz de freno tiene más potencia (21 watts). Ambas luces pueden ocupar el mismo alojamiento que los indicadores de dirección. Este alojamiento es conocido como "calavera".

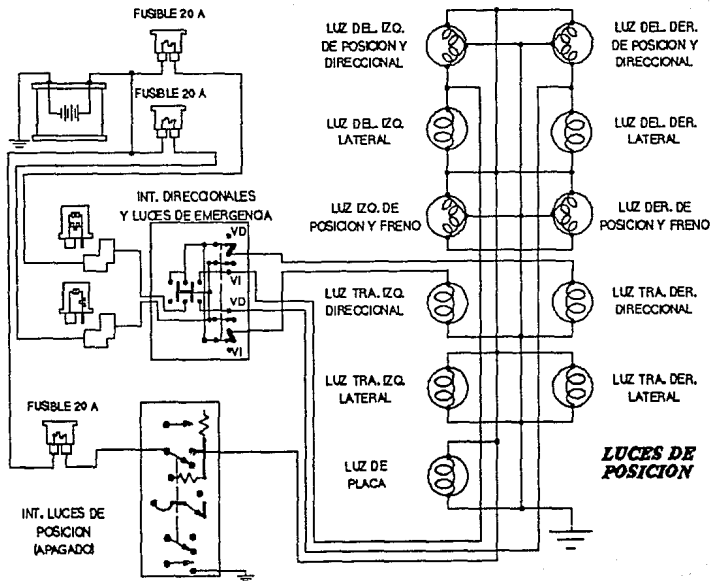
Los focos traseros de posición y freno tienen cubiertas (micas) de color rojo. Aunque estén apagados, reflejan la luz emitida por los faros del automóvil que se aproxime por detrás.

Los indicadores de dirección suelen estar cubiertos por micas ámbar, tanto en la parte delantera como en la trasera, debiendo encenderse alrededor de 60 veces por minuto.

Carga para luces de posición.

Lámpara	Cantidad	Carga/Foco (Amperes)	Carga Máxima (Amperes)
Posición delantera	02	0.59 ± 0.047	1.28
Esquina delantera	02	0.35 ± 0.035	0.77
Posición trasera	02	0.48 ± 0.038	1.04
Esquina trasera	02	0.54 ± 0.054	1.20
Placa	01	0.35 ± 0.035	0.39
Total			4.68

Figura 1.2 Luces de posición.



Mediciones.

	Luces de posición (Amperes)
Auto 1	4,8
Auto 2	4,8
Auto 3	5,0
Auto 4	4,5

Para hacer estas mediciones, se desconectaron los fusibles que alimentan las luces interiores del coche (iluminación de panel de instrumentos, palanca de velocidades, radio, cenicero, cajueta de guantes, interruptor de ignición).

Relación con el módulo.

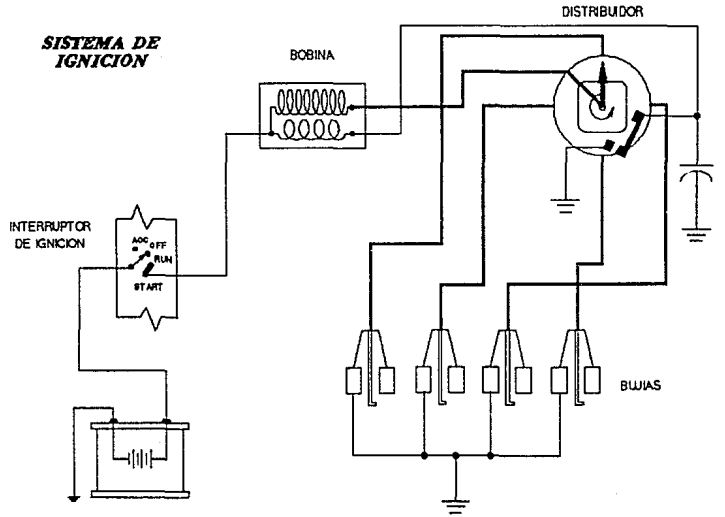
Cuando el sistema de alarma se dispare, las luces de posición del automóvil se deberán encender en forma intermitente.

1.2.3 Sistema de Ignición.

La tensión que puede dar la batería del automóvil es de 12.6 volts. Aún cuando el motor está girando, la tensión en el sistema de carga es de 13.8 volts. Para inflamar la mezcla de aire y combustible que entra en la cámara de combustión, se necesitan tensiones del orden de los 25,000 volts. La función del sistema de encendido es proporcionar ese voltaje (figura 1.3).

Este sistema cuenta con dos partes principalmente: una bobina y un distribuidor. La bobina eleva la baja tensión proveniente de la batería para entregarla a las bujías

Figura 1.3 Sistema de Ignición.



por medio del distribuidor. Su funcionamiento se basa en el principio de que al pasar corriente por una bobina se produce un campo magnético; si dicha corriente se interrumpe, el campo disminuye su intensidad y en cualquier otra bobina que se encuentre en sus líneas de fuerza se genera un voltaje en sus extremos. Para elevar una tensión determinada basta con disponer dos bobinas, una con más espiras que otra.

Los dos enrollamientos de la bobina rodean un núcleo de hierro dulce que concentra el campo magnético. El enrollamiento primario consta de varios cientos de hilo relativamente grueso. Esta es la parte correspondiente a la baja tensión y se alimenta de la batería. El enrollamiento secundario está formado por miles de vueltas de hilo fino. Esta es la parte de la bobina correspondiente a alta tensión. Al cerrar el interruptor de ignición, pasa corriente de la batería hasta una terminal de la bobina, atraviesa el enrollamiento primario y por la otra terminal llega a los contactos (platinos) del distribuidor.

Si los contactos están cerrados, la corriente los atraviesa, convirtiendo al enrollamiento primario y al núcleo de hierro en un electroimán que, como tal, producirá un campo magnético. La corriente completa su circuito a través de la carrocería del coche y vuelve a la batería.

Al abrirse los contactos del interruptor, deja de pasar corriente por el primario y se interrumpe el campo magnético que atraviesa los miles de vueltas del secundario. Esto produce una tensión muy elevada en el enrollamiento secundario. Cuanto mayor

sea el número de vueltas del hilo que lo forma y más rápidamente se interrumpa el campo magnético, más alta será la tensión eléctrica que se genera.

El arrollamiento secundario alimenta a las bujías. Estas últimas producen la chispa que inflama la mezcla de aire y gasolina. Cada una de ellas consiste de una varilla de metal -electrodo central- cubierta por un aislador de cerámica. El extremo inferior del aislador está encajado en un cuerpo de metal roscado que se atornilla en la cabeza del motor. Hay otro electrodo soldado al cuerpo y separado del central por un pequeño espacio. La corriente de alto voltaje fluye del distribuidor al electrodo central y brinca este espacio en forma de chispa, volviendo a la bobina a través de la carrocería y de la batería del coche.

El distribuidor es la conexión mecánica móvil entre los componentes eléctricos del equipo de encendido y el motor. Interrumpe y reanuda el paso de corriente eléctrica por el enrollamiento primario de la bobina mediante un interruptor (platinos) y distribuye la corriente de alto voltaje a las bujías en el orden adecuado de encendido.

Encendido Electrónico.

El sistema de encendido electrónico, que a partir de 1975 se instala en la mayoría de los automóviles estadounidenses, funciona de manera muy similar al de platinos, salvo el modo en que pasa y se interrumpe la corriente en el embobinado primario. Este sistema funciona en base a transistores. El transistor usa una corriente muy débil para interrumpir el paso de una corriente muy elevada. Los diversos sistemas de encendido electrónico difieren en la manera de generar esta débil corriente.

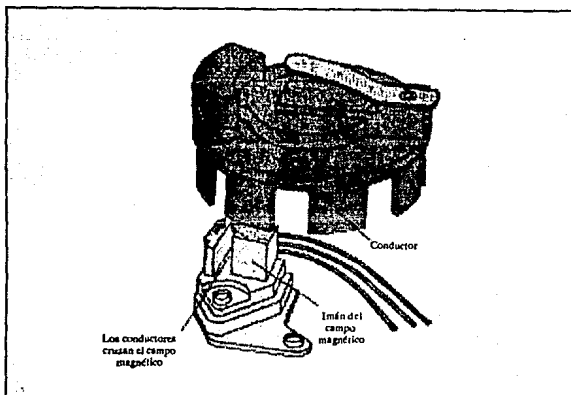


Figura 1.4 El Efecto Hall en un Distribuidor.

En los modelos Chrysler, se utiliza el efecto Hall para poner en corte el transistor (figura 1.4). Este efecto es un cambio de voltaje que se produce en un conductor rectangular que lleva corriente y que se encuentra bajo la acción de un campo magnético perpendicular. Cuando se interpone un conductor rectangular entre la placa y el imán, se "bloquea" el campo magnético y se produce una diferencia de potencial en los extremos opuestos de la placa que no están conectados a los cables que le suministran la corriente. Este cambio de voltaje conecta el transistor. Puesto que la velocidad a la que se suspende el campo no tiene ningún efecto en el cambio de voltaje, la eficacia del distribuidor de efecto Hall es constante a cualquier velocidad del motor.

Relación con el módulo.

Para evitar que el motor arranque, el pequeño voltaje que aparece en el conductor rectangular es mandado a tierra. De esta manera, el transistor nunca cambia de estado, la corriente en el primario de la bobina no cambia y el motor no puede ser puesto en marcha.

1.2.4 Sistema de seguros eléctricos.

Como ya se mencionó, cada puerta tiene un seguro que evita que ésta pueda abrirse desde el exterior del coche. Hay varias maneras de mover estos seguros:

- **Desde el exterior:** cada puerta delantera tiene una chapa que al accionarse con la llave correspondiente, mueve el seguro a la posición de abierto o a la posición de cerrado, según se quiera.
- **Desde el interior:** en cada puerta hay una palanca o un vástago que puede moverse manualmente para accionar los seguros. En algunos automóviles, al jalar la palanca para abrir la puerta, automáticamente el seguro es puesto en la posición de abierto. También, hay carros equipados con seguros eléctricos en los cuales, por medio de un interruptor, se pueden accionar los seguros.

Este interruptor es de tres posiciones: una neutra, una para abrir y otra para cerrar. Después de ser activado, el interruptor regresa automáticamente a la posición de neutro. Hay uno en cada puerta delantera y al accionar cualquiera de los dos se mueven todos los seguros del coche.

El mecanismo es muy sencillo. Hay un sistema de varillas que "conectan" o "desconectan" la manija externa de la puerta para que ésta pueda ser abierta o no. Cuando el coche está equipado con los seguros eléctricos, un pequeño motor se encarga de realizar esta función. Al desplazar el interruptor a la posición de cerrar, el motor es polarizado para que desconecte el sistema de varillas de la manija externa. Por el contrario, si se acciona el interruptor a la posición de abierto, el motor es polarizado en forma inversa y entonces se conecta el sistema de varillas. El diagrama eléctrico se muestra en la figura 1.5.

Mediciones.

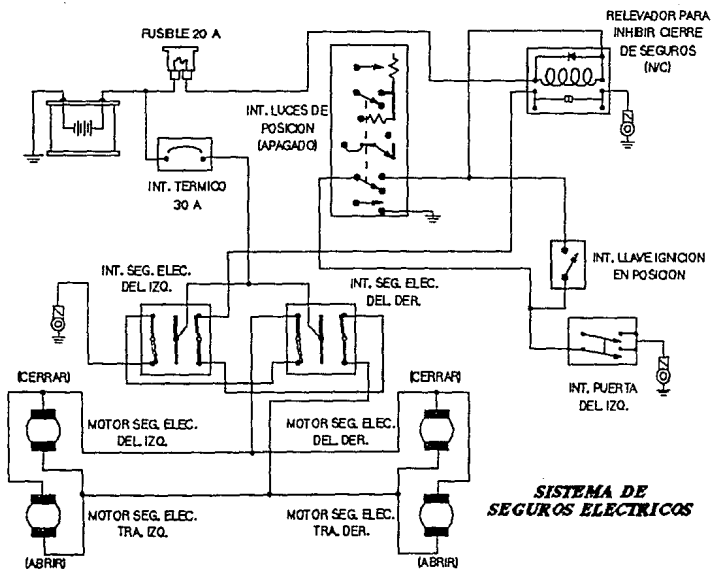
Seguros eléctricos (Amperes)

Auto 1	12.0
Auto 2	14.5
Auto 3	14.5
Auto 4	14.5

Debido a que la acción de los motores es casi instantánea, si mantenemos activado el interruptor después de que se movieron los seguros, la corriente demandada por los motores tiende a la de bloqueo. Esta es la que se muestra en la tabla anterior.

Si el motor quedara bloqueado por mucho tiempo, hay dos medidas de precaución para evitar un sobrecalentamiento: cuando hay corriente de bloqueo, el motor tiende a aumentar su resistencia por medio de un termistor, con lo cual la corriente disminuye; por otro lado, existe un interruptor térmico de 30 amperes en el circuito.

Figura 1.5 Diagrama del Sistema de Seguros Eléctricos.



Relación con el módulo.

Por medio del control remoto de la alarma se podrán activar los seguros hacia la posición de abierto o cerrado.

1.2.5 Sistema de bocinas (claxon).

El claxon suena cuando un electroimán hace vibrar un diafragma. Al oprimir el interruptor del claxon, circula corriente en un electroimán que atrae a un vástago conectado a un diafragma, el cual al moverse separa un contacto que desconecta la corriente y el electroimán y, por lo tanto, el vástago regresa a su posición original. Este ciclo se repite cientos de veces por minuto y produce un sonido fuerte, el cual en algunas bocinas se puede modificar con un tornillo de ajuste que aumenta o reduce el recorrido del vástago. La mayoría de los automóviles trae 2 bocinas de diferente tono. El diagrama eléctrico se muestra en la figura 1.6.

Carga para sistema de bocinas.

Bocina	Cantidad	Carga/Bocina (Amperes)	Carga Máxima (Amperes)
Bocina Grave	01	5.5 ± 0.5	6.0
Bocina Aguda	01	5.5 ± 0.5	6.0
Total			<hr/> 12.0

Mediciones.

	Bocinas Claxon (Amperes)
Auto 1	11.0
Auto 2	11.5
Auto 3	11.5
Auto 4	11.0

Relación con el módulo.

Cuando el sistema de alarma se dispare, el claxon sonará intermitentemente.

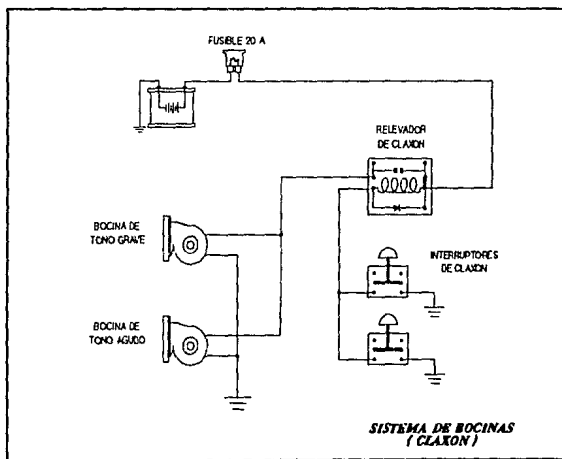


Figura 1.6 Diagrama del Sistema de Bocinas (Claxon).

CAPITULO II

SISTEMAS DE GENERACION Y DISTRIBUCION DE ENERGIA ELECTRICA EN UN AUTOMOVIL

En este capítulo se tratan los sistemas de generación y distribución de energía de un automóvil. Estos son de gran importancia, ya que son los encargados de suministrar el voltaje y la corriente necesarios a todas las cargas del automóvil que así lo requieran. El sistema de generación consta de dos elementos: la batería y el alternador. El sistema de distribución se compone de los arneses y del sistema de tierras; este último incluye la carrocería y las demás partes metálicas del coche.

CAPITULO II: SISTEMAS DE GENERACION Y DISTRIBUCION DE ENERGIA ELECTRICA EN UN AUTOMOVIL.

2.1 Sistema de alimentación.

2.1.1 Batería.

Una batería es un dispositivo electroquímico. Guarda energía química que puede ser liberada como energía eléctrica. Cuando la batería es conectada a una carga como la marcha, la energía química es convertida en energía eléctrica y entonces una corriente fluye por el circuito.

Las funciones principales de una batería en un coche son:

- a) Proveer de energía a la marcha y al sistema de ignición para que la máquina pueda ser arrancada.
- b) Suministrar la energía extra cuando los requerimientos de la carga del coche exceden la que el alternador puede entregar. Esto sucede, por ejemplo, cuando el coche se encuentra en ralentí (revoluciones de giro del motor en marcha mínima). Entonces la batería entrega una porción de energía a la carga.
- c) Actuar como un estabilizador en el sistema eléctrico del coche. La batería suaviza y reduce los altos voltajes temporales (transitorios de voltaje) que ocurren en el sistema. Estos voltajes excesivos dañan algunos componentes si no fuera por la protección que da la batería.

Cómo opera la batería.

Cuando dos metales diferentes se usan como placa positiva y placa negativa, y son sumergidos en ácido sulfúrico (electrolito), se crea una batería. Entonces aparece un voltaje entre las placas. Este voltaje depende del tipo de metales y del tipo de electrolito usado. Aproximadamente es de 2.1 volts por cada celda en una batería común de plomo.

Los elementos utilizados para la fabricación de las baterías son:

- Dióxido de plomo (PbO_2). Material de la placa positiva.
- Plomo (Pb). Material en la placa negativa.
- Acido sulfúrico (H_2SO_4). Electrolito.

Ciclo de descarga.

Si una batería es conectada a una carga, empieza a fluir corriente y por lo tanto se descarga. Cuando esto sucede, el plomo del material activo en la placa positiva se combina con el sulfato del electrolito, formando sulfato de plomo ($PbSO_4$). El oxígeno del dióxido de plomo (PbO_2) se combina entonces con el hidrógeno del electrolito, formándose agua (H_2O), la cual reduce la concentración del ácido sulfúrico.

Una reacción similar se lleva a cabo en la placa negativa, depositándose también en ella el sulfato de plomo ($PbSO_4$).

A medida que la descarga ocurre, el acido sulfúrico va diluyéndose con el agua

creada, por lo que su densidad específica va disminuyendo. Entonces, midiendo la densidad específica con un hidrómetro obtenemos una medida bastante buena de la carga de una batería.

Este proceso es reversible. Una batería puede ser recargada si se hace pasar una corriente en sentido contrario al de descarga. Tanto el sulfato de plomo (PbSO_4) de las dos placas como el agua (H_2O) se descompondrán. El oxígeno libre del agua se combinará con el plomo de la placa positiva y el sulfato de las placas lo hará con el hidrógeno.

Los principales parámetros de una batería son:

Arranque en frío: número de amperes que una batería puede entregar durante 30 segundos a una temperatura de 0°F (-17.8°C), manteniendo un voltaje mínimo de 1.2V por celda.

Capacidad de reserva: tiempo en minutos en que la batería puede entregar 25 amperes a 80°F . Esto representa el tiempo que la batería puede mantener operando los principales sistemas del coche en una noche de mal clima si el alternador falla.

Capacidad: Es la facultad de una batería totalmente cargada para entregar una determinada cantidad de energía en cierto tiempo. Por ejemplo una batería que tenga una capacidad de 100 Amp-Hr podrá entregar 10 amperes durante diez horas o 5 amperes durante 20 horas.

Datos técnicos de la batería usada en los autos con equipo eléctrico opcional:

Arranque en frío	Capacidad de reserva	Temperatura mínima	Capacidad Amp-Hr
600 A	120 min.	-20°F	60 A-H

2.1.2 Sistema de carga (Alternador).

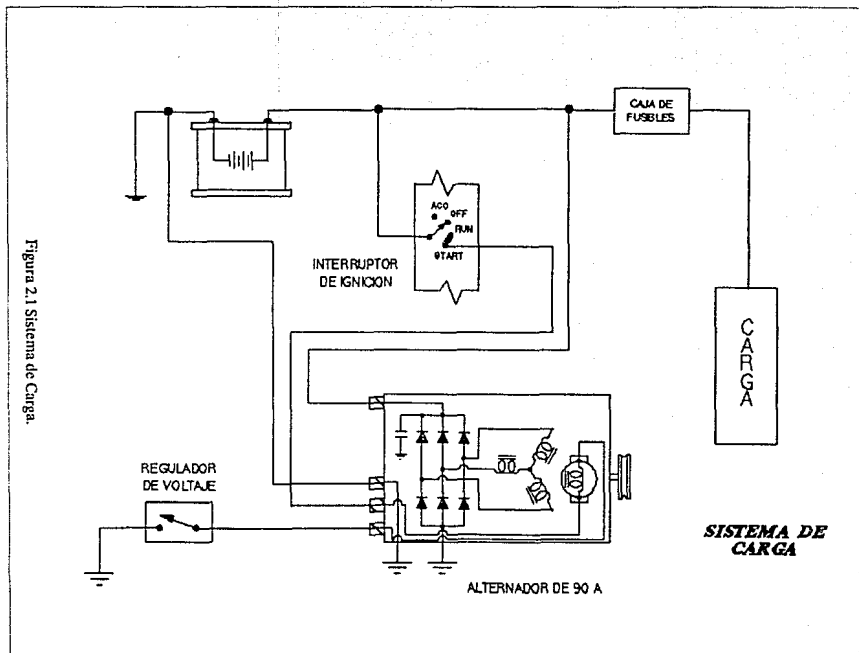
Recordemos que cuando se activa la marcha del automóvil, la batería sufre un gran desgaste. Una vez puesto en marcha, la demanda de energía eléctrica puede ser considerable, dependiendo de los sistemas que estén conectados. Es más, hay sistemas como el de la alarma que siempre están consumiendo energía. Si el automóvil no estuviera equipado con un sistema de carga, la batería quedaría inservible en poco tiempo. El alternador está diseñado para generar electricidad cuando el motor esté en marcha. El diagrama eléctrico del circuito de carga se muestra en la figura 2.1.

Principio electromecánico.

Si un conductor eléctrico corta las líneas de fuerza de un campo magnético, se induce en dicho conductor una tensión eléctrica, careciendo de importancia si es el conductor o el campo el que está en movimiento. En caso de un giro uniforme del conductor (o del campo), la curva de tensión es senoidal, apareciendo los valores máximos después de cada media vuelta.

Si el circuito es cerrado, fluye por él una "corriente alterna". La tensión eléctrica

Figura 2.1 Sistema de Carga.



inducida es mayor cuanto más intenso es el campo magnético y cuanto más elevada es la velocidad con que se cortan dichas líneas de fuerza.

El campo magnético puede ser producido por imanes permanentes o por electroimanes (cualquier conductor por el que fluye una corriente está rodeado por un campo magnético). Estos últimos son los más usados en el caso de los alternadores, ya que permiten potencias notablemente superiores y al aumentar o reducir la corriente de excitación en el devanado puede reforzarse o debilitarse el campo magnético y, con ello, el valor de la tensión inducida. Esto es muy importante para la regulación del voltaje.

Generación de corriente trifásica.

En un alternador elemental existen tres arrollamientos iguales, independientes entre sí, dispuestos de modo que se encuentren geométricamente desplazados 120° uno de otro. Según el principio de la inducción, al moverse estos devanados dentro de un campo magnético, se inducen en ellos tensiones alternas senoidales de la misma magnitud y de igual frecuencia, sólo que defasadas 120° en el tiempo.

En el caso de los alternadores para vehículos motorizados, el sistema trifásico de devanados con conexión en estrella o en delta está alojado en la parte fija de la carcasa (estator). En la parte giratoria (rotor), se alojan los polos magnéticos con el devanado de excitación. En cuanto circula corriente por este último, se forma el campo magnético del rotor. Cuando gira el rotor, dicho campo magnético induce en los devanados

estatóricos una tensión alterna trifásica, que en caso de que exista carga proporciona una corriente trifásica alterna.

Rectificación.

En este momento ya tenemos la manera de producir una corriente alterna. Sin embargo, hay dos inconvenientes: una corriente alterna no puede ser acumulada por una batería y tampoco es adecuada para la alimentación de componentes electrónicos. Por ello primero debe ser rectificada.

El elemento que lleva a cabo la rectificación es el diodo. Este es un dispositivo semiconductor que permite el paso de la corriente en un sentido, pero no en el otro. Por lo tanto, un diodo permite que pase la semionda positiva de una onda senoidal, suprimiendo la negativa, o viceversa. A fin de aprovechar todas las semiondas para la rectificación, incluso las negativas, se dispone por cada fase de dos diodos, uno en el lado positivo y otro en el lado negativo. En este caso, estamos utilizando un rectificador de onda completa con una conexión puente de seis diodos (2 por cada devanado). La rectificación de onda completa conduce finalmente a la adición de las envolventes positivas y negativas de estas semiondas, obteniéndose así en el alternador una tensión levemente ondulada.

Esta tensión "ondulada" no es muy propia para el sistema eléctrico del coche. Hay dos posibilidades para reducir la ondulación de la corriente:

- Hacer girar el rotor más rápidamente.
- Aumentar el número de embobinados.

En la primera opción estaríamos limitados en las marchas lentas del motor. En la segunda, el límite lo pone el tamaño del alternador. Examinemos esta última.

Hasta ahora se ha hablado de un devanado para el rotor y de tres para el estator. Si se colocan seis bobinas en el estator, agrupadas de dos en dos, en serie, la frecuencia del ondulado aumentará al doble, ya que ahora cada bobina está separada de su adyacente 60° mecánicos. Como se dijo, el número de bobinas permitido está en función del tamaño del alternador. La mayoría de éstos tienen 6 bobinas en el rotor y 36 bobinas en el estator. Los embobinados están en tres grupos: cada uno dispone de 12 bobinas en serie. Cada embobinado está enrollado en sentido inverso al de sus vecinos con el fin de que sus corrientes se sumen, ya que si uno está bajo la influencia de un polo norte, los otros dos están bajo la influencia de un polo sur.

El conjunto de los devanados está encerrado en una cubierta de hierro dulce laminada y se encuentra permanentemente bajo la influencia de los campos magnéticos de los polos. Cada embobinado tiene varias vueltas de alambre enrollado sobre la cubierta y está defasado 10° mecánicos con respecto a sus vecinos.

Una segunda función de los diodos rectificadores es evitar que la batería se descargue a través del devanado trifásico en el estator. Si el motor está parado o funciona a una velocidad de rotación tan pequeña (p. ej. durante el arranque) que el alternador aún no esté autoexcitado, la corriente de la batería pasará a través del devanado estático.

Existen otros tres diodos en el alternador: los de autoexcitación. Estos diodos

rectifican parte de la tensión alterna de los devanados para alimentar las bobinas del rotor.

La regulación y el circuito de carga.

La tensión generada en el alternador es tanto más elevada cuanto mayor sea la velocidad de rotación y cuanto mayor sea la intensidad de la corriente de excitación. Si se utiliza un alternador con excitación total, sin consumidores ni batería, la tensión aumentaría linealmente en función de la velocidad de rotación y, p. ej. a 10,000 rpm, sería aproximadamente 140 V.

El principio de la regulación de voltaje, entonces, consiste en gobernar la corriente de excitación (y, con ella, el campo de excitación en el rotor del alternador) en función de la misma tensión de salida del alternador. Las redes de los vehículos con voltaje de batería de 12.6 volts se regulan en el margen de tolerancia de 13.8 volts.

Cuando la tensión generada sobrepasa el valor nominal del margen de tolerancia de regulación, el regulador provoca una interrupción en la corriente de excitación. La intensidad del campo magnético disminuye también y por lo tanto la tensión en los bornes decrece. Cuando la tensión cae por debajo del valor nominal prescrito, la excitación del rotor vuelve a aumentar, así como también la tensión de salida, hasta que ésta vuelva a sobrepasar el valor nominal. Entonces se reinicia el ciclo.

Estos procesos se suceden en milisegundos: es decir, con tanta rapidez, que la tensión del alternador es regulada en el valor medio deseado.

Los reguladores que más se emplean son los electrónicos. Su funcionamiento se basa en un diodo Zener que es utilizado para controlar dos transistores: uno de mando (Q1) y uno de potencia (Q2). Además, hay un par de resistencias, R1 y R2, las cuales definen la tensión que hace funcionar el regulador (figura 2.2). Considérense dos casos de funcionamiento:

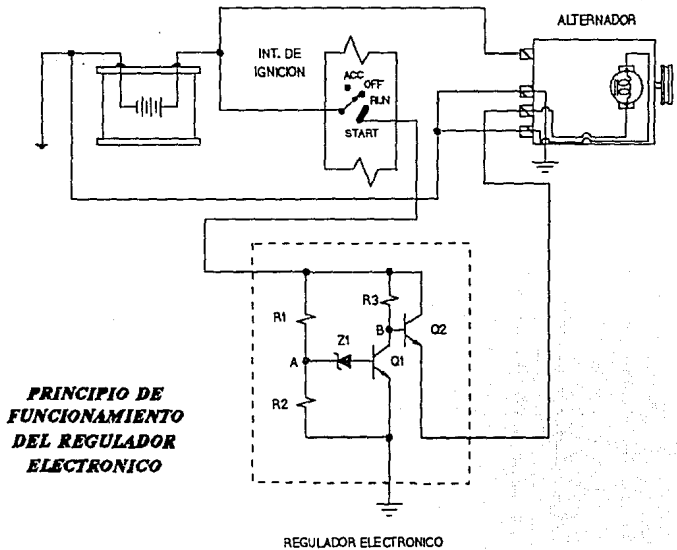
Tensión de batería muy baja.

- La tensión en el punto A es muy débil y no pasa el diodo DZ (voltaje Zener)
- La tensión en la base del transistor Q1 es nula y, por lo tanto, está en corte.
- Por lo mismo, el punto B tiene una tensión suficiente para saturar al transistor Q2.
- La excitación es entonces máxima y el alternador carga la batería.

Tensión de batería muy alta.

- En el punto A, la tensión límite del diodo DZ es sobrepasada.
- La tensión en la base de Q1 es suficiente para poner al transistor en saturación.
- El voltaje en B cae virtualmente a tierra, lo que provoca que el transistor Q2 entre en corte.
- La excitación se encuentra, por lo tanto, bloqueada y el alternador ya no carga la batería.

Figura 2.2 Principio del Regulador Electrónico.



Como se puede observar el funcionamiento de un alternador es muy sencillo y a la vez de gran importancia. Debemos asegurarnos de que, en condiciones críticas, el alternador en conjunto con la batería sean capaces de satisfacer completamente las necesidades de carga del automóvil y que además la batería sea capaz de volver a poner en marcha el motor.

Cuando el módulo esté en modo de vigilancia, su consumo interno será de aproximadamente 30 mA. Sin embargo, cuando el sistema de alarma sea disparado, el consumo se elevará grandemente, ya que las luces y claxon serán activados por medio de relevadores. Más adelante se hará el cálculo de los amperes-hora que consumirá el sistema una vez disparado y el tiempo que la batería tardará en descargarse (se considera que la batería está descargada cuando el voltaje en sus terminales es inferior a 10.8 V).

A continuación se muestran las cargas típicas para un automóvil de pasajeros (en amperes):

Luces de freno	8.0
Ignición	6.0
Radio	0.5
Limpiaparabrisas	7.5
Luces (Bajas)	9.0
(Altas)	13.0
Luces de posición	7.0
Luces interiores	2.0
Calefacción	6.0
Aire acondicionado (verano)	24.0
Desempañador trasero	22.0
Marcha (verano)	150-250
Marcha (invierno)	250-350

Un automóvil que circule en una noche fría con lluvia, puede llegar a consumir hasta 70 amperes en un momento dado. Los alternadores para carros no equipados son de 70 amperes, mientras que los equipados lo tienen de 90 amperes.

2.2 Arnés y sistema de tierra.

2.2.1 Tipos de circuitos automotrices.

Un arnés es el conjunto de cables, terminales, conectores, protecciones, tubos corrugados, cintas, seguros y clips destinados a distribuir la energía eléctrica a todas las cargas que la requieran en el vehículo.

Para facilidad en el manejo e instalación de un arnés en automóvil, se subdivide en diversos módulos o subsistemas que se interconectan entre sí. Visto físicamente, el arnés tiene un cuerpo principal del que se desprenden ramales, los cuales tienen al final conectores y terminales que van a las diferentes cargas o puntos de tierra.

Un arnés no solo es de vital importancia para el buen funcionamiento del automóvil, sino también para su seguridad.

Puede ser tanto del tipo de dos cables como de uno solamente. En el primer caso, uno de los dos cables aislados es usado como retorno de corriente para el circuito; en el sistema de un solo cable, el chasis del automóvil es utilizado como el retorno para el circuito.

Todos los arneses eléctricos deberán estar constituidos por cables aislados,

preferentemente del tipo termoplástico. Deberán ser instalados de tal manera que sean mecánica y eléctricamente seguros. Cualquier parte que requiera servicio deberá tener fácil acceso. Todas sus partes deben estar protegidas contra la corrosión y la abrasión. Cuando el arnés o un cable pase sobre un objeto cortante, deberá estar protegido por una grapa o un "grommet" apropiado. El arnés debe estar sujeto con clip en áreas donde la abrasión pueda producirse a causa del movimiento.

La longitud de los cables debe ser la adecuada para evitar confusiones en el ensamble, así como los conectores deben ser de una sola posición.

Calibre del conductor.

La siguiente tabla indica la máxima corriente permitida para un cable con aislamiento del tipo termoplástico en un arnés eléctrico que tiene múltiples conductores, con sólo uno conduciendo su máxima corriente:

Calibre	Amperes Máximos
18	7
16	10
14	15
12	30
10	40
8	50

Nota: Si todos los conductores en el arnés están dando paso a su máxima corriente, hay que reducir los valores anteriores a un 60%.

Cafda de voltaje.

La cafd de voltaje dentro del arnés debe ser mantenida en su mnimo para permitir que los componentes elctricos operen a su voltaje de diseo. Esto implica que todas las conexiones deben presentar la mnima resistencia posible y que los cables tengan el adecuado calibre para la corriente que deben de manejar.

Proteccin al circuito.

El propsito de una proteccin de circuito es preservarlo bajo condiciones de sobrecarga. Una sobrecarga es definida como una corriente ms alta que la especificada. Esta sobrecarga puede ser por un corto circuito o por el mal funcionamiento de algn componente.

Los dispositivos de proteccin de circuito slo protegen el arnés elctrico y no a las cargas que se encuentren conectadas en su extremo final. Los ms comunes son: el fusible, los interruptores de circuito y los cables fusible.

Fusibles.

Es el ms comn de los dispositivos de proteccin. Es un componente sensible a la temperatura cuyo elemento protector se funde cuando se presenta una corriente excesiva, con lo que el circuito elctrico queda abierto. Como esta accin no es reversible, el fusible deber ser cambiado.

Los rangos de operación del fusible están calculados a una temperatura de 25°C , a temperaturas más altas abrirá más rápidamente en una sobrecarga.

Los fusibles deben operar al 110% de su corriente nominal durante un mínimo de 100 horas; deberán abrir en no menos de 0.75 segundos o más de 1800 segundos al 135%; deberán abrir en no menos de 150 milisegundos y no más de 5 segundos a 200%; por último, deberán abrir en no menos de 80 milisegundos a 350%. Estas pruebas deben hacerse a una temperatura ambiente de $23.9 \pm 0.4^{\circ}\text{C}$.

Interruptor de circuito.

Un interruptor de circuito es usado para proteger aquellos circuitos que presentan sobrecargas intermitentes, tales como los elevadores de cristales o los seguros eléctricos cuando se bloquean. Hay dos tipos de estos interruptores: los cíclicos y los no cíclicos. Los primeros se reestablecen automáticamente después de cierto tiempo, mientras que los no cíclicos se reestablecen hasta que la condición de sobrecarga desaparece.

Los rangos típicos de este interruptor son de 10, 20, 30 y 40 amperes.

Los cíclicos deben operar al 100% de su corriente nominal durante un mínimo de una hora; deberán abrir en un máximo de 30 minutos al 135%; deberán abrir en un máximo de un minuto a 200%; deberán permanecer abiertos mientras esté presente la sobrecarga y deberán cerrar en 35 segundos después de que la sobrecarga desaparezca. Estas pruebas deben hacerse a una temperatura ambiente de $23.9 \pm 0.4^{\circ}\text{C}$.

Los no cíclicos deben operar al 100% de su corriente nominal durante un mínimo de una hora; deberán abrir en no menos de 25 segundos o más de 800 segundos al 150%; deberán abrir en no menos de 16 segundos y no más de 37 segundos a 200%; Estas pruebas deben hacerse a una temperatura ambiente de $23.9 \pm 0.4^{\circ}\text{C}$.

Línea fusible.

Una línea fusible es una protección en el sistema eléctrico que abre el circuito cuando es sometida a un exceso de corriente. El cable es diseñado para que abra lo suficientemente rápido para evitar alguna degradación en el resto del arnés. Es aislado con material termoestable y debe medir entre 150 y 225 mm.

Debe mantenerse una diferencia de por lo menos 4 unidades entre la línea fusible y la línea que protege; por lo tanto para una línea de calibre 14, debe seleccionarse un calibre de 18 para el cable fusible.

Por la diferencia de tamaños, la resistencia por unidad de longitud del cable fusible será mayor que en cualquier otra sección del alambrado. El calor generado por un corto circuito comenzará a derretir el núcleo del cable fusible. Cuando esto sucede, el fenómeno de capilaridad ocasionará que el cobre se retire del punto caliente causando una reducción de área. Esta acción continuará hasta que el núcleo esté completamente separado. Durante una sobrecarga no debe quemarse el aislamiento antes de 5 segundos y no debe producirse arco después de que el conductor se haya separado.

2.2.2 Redes de tierra.

Las redes de tierra son parte fundamental en un arnés eléctrico, dado que representan el retorno de la corriente al negativo de la batería para cualquier circuito. Un mal diseño en ellas puede ocasionar desde un mal funcionamiento de los componentes hasta un corto circuito de consecuencias graves. Debido a esto, es necesario que el diseño de una red de tierra tenga una distribución adecuada al tipo de vehículo y a las características de las cargas eléctricas que manejará (niveles de voltaje, corriente, ruido eléctrico, distancias, etc).

Estas redes pueden ser clasificadas por su nivel de ruido eléctrico y por su localización.

Por su nivel de ruido, se clasifican en:

- **Limpias:** tienen un bajo nivel de ruido, ya que van conectadas directamente a la terminal negativa de la batería. Se utilizan para sistemas delicados y sensibles a la interferencia electromagnética, como son las computadoras y algunos controles y sensores.
- **Sucias:** se utilizan en sistemas que no son sensibles al ruido eléctrico y se conectan a la lámina de la carrocería mediante un tornillo o a cualquier punto metálico del motor. Algunos sistemas de éstos son las luces, los seguros eléctricos, el claxon, etc.

Por su localización se clasifican en:

- **Puntuales:** Se conectan todas las cargas eléctricas a un circuito de retorno a tierra y a su vez este circuito se conecta al negativo de la batería.
- **Locales:** Se ponen a tierra todos los componentes, directamente a la lámina del coche.
- **Regionales:** Es una combinación de las dos anteriores. En la figura 2.3 se puede observar que la red "cubre" todas las partes metálicas del automóvil. El borne negativo de la batería está conectado a las cuatro salpicaderas por al menos un cable. En la división Z01 hay cables que cubren el alternador y las tierras de panel. Las dos salpicaderas traseras están unidas por un cable. Este tipo de distribución tiene por objeto lograr que en todo el coche el nivel de voltaje de la lámina con respecto al negativo de la batería sea lo más cercano a cero.

Las siguientes mediciones son para comprobar el nivel de tierra que existe en cada parte de la carrocería del coche. Los voltajes de ruido son pico a pico y fueron medidos con osciloscopio, mientras que los voltajes de de fueron con multímetro digital.

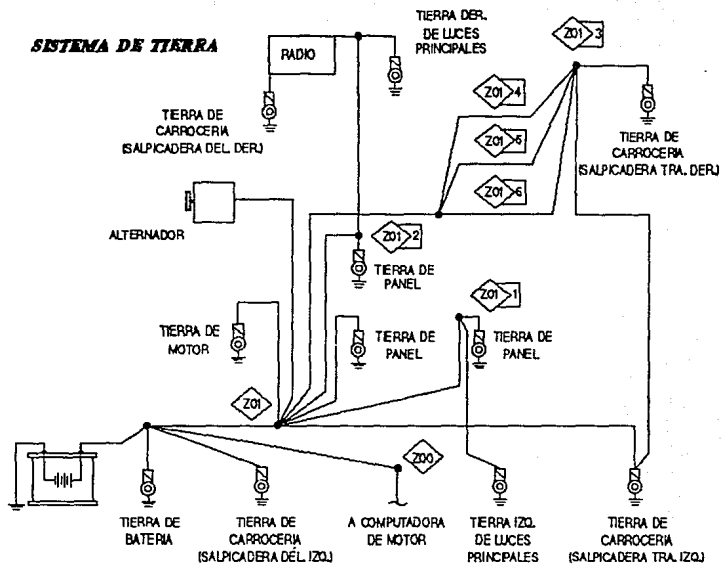
SISTEMA DE TIERRA

Figura 2.3 Sistema de Tierras.

	Nivel de ruido máximo	Nivel de Vdc
Borne negativo de batería a:		
Salpicadera Del. Izq.	30 mV _{pp}	2.5 mV
	30 mV _{pp}	5.8 mV
Salpicadera Del. Der.	30 mV _{pp}	3.2 mV
	30 mV _{pp}	6.2 mV
Alternador	40 mV _{pp}	0.6 mV
	50 mV _{pp}	-50 mV
Poste Izq. Com. Pasajeros	70 mV _{pp}	3.6 mV
	80 mV _{pp}	7.7 mV
Salpicadera Tra. Izq.	50 mV _{pp}	2.2 mV
	60 mV _{pp}	7.0 mV
Salpicadera Tra. Der.	40 mV _{pp}	2.1 mV
	50 mV _{pp}	8.0 mV

Las segundas mediciones se realizaron con el motor del vehículo encendido. Como se puede ver, el máximo nivel de ruido pico es de 40 mV, mientras que para el voltaje de es de apenas 8 mV. Cuando el motor está apagado, los voltaje de tierra y de ruido disminuyen aún más, por lo que podemos asegurar que el nivel de tierra que ofrece el vehículo es suficiente para el buen funcionamiento del módulo de alarma (notese que el funcionamiento de un módulo de alarma ocurre cuando el motor está apagado).

CAPITULO III

FUNDAMENTOS DE OPERACION DEL MODULO DE ALARMA

El sistema de alarma está constituido de dos partes principales: el transmisor y el receptor. En este capítulo se dan las bases de diseño de cada una. Primero se habla acerca de los componentes de un sistema de comunicaciones, las ventajas y desventajas de una comunicación digital a una analógica, los tipos de modulación digital y las comunicaciones mediante luz infrarroja. En la segunda parte, se da una breve explicación de los sistemas que se basan en un microcontrolador y, por último, se listan los principales micros disponibles en el mercado.

CAPITULO III: FUNDAMENTOS DE OPERACION DEL MODULO DE ALARMA.

3.1 Comunicaciones.

3.1.1 Definición de comunicación.

Los componentes de un sistema de comunicación son los siguientes (figura 3.1):

- **La fuente:** origina el mensaje, tal como una voz humana, una imagen de televisión, un teletipo o simplemente datos. Si los datos no son eléctricos, éstos deben convertirse mediante un transductor de entrada en una forma de onda eléctrica que se conoce como señal de banda base o señal de mensaje.
- **El transmisor:** modifica la señal de banda base para una eficiente transmisión.
- **El canal:** es el medio por el que se realiza la transmisión. Puede ser un alambre, un cable coaxial, una guía de ondas, una fibra óptica o simplemente el espacio.

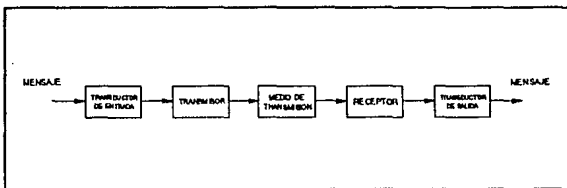


Figura 3.1 Componentes de un Sistema de Comunicaciones.

- **El receptor:** reprocessa la señal proveniente del canal al deshacer las modificaciones introducidas por el transmisor y el canal; alimenta al transductor de salida, el cual convierte la señal eléctrica a su forma original, el mensaje.
- **El destinatario:** es la unidad a la que se le comunica el mensaje.

Un canal actúa en parte como un filtro, ya que distorsiona la forma de onda debido a las diferentes cantidades de atenuación y de corrimiento de fase que experimentan las componentes de frecuencia de la señal. Por ejemplo, un pulso cuadrado es redondeado durante el proceso de transmisión. La longitud del canal incrementa la atenuación. Esta distorsión es del tipo lineal.

Por otra parte, la señal no sólo es distorsionada por el canal, sino que también es contaminada a lo largo de la trayectoria por señales indeseables. Estas son agrupadas bajo el término genérico de ruido. Su característica principal es que son aleatorias y no predecibles.

Hay dos tipos de ruido: el externo y el interno. El primero incluye la interferencia proveniente de señales transmitidas en canales vecinos, fallas en los contactos del equipo eléctrico, interferencia de la ignición de los automoviles, luces fluorescentes y el natural de los relámpagos, tormentas eléctricas, radiación solar, etc. Con cuidado apropiado, este ruido puede minimizarse.

El ruido interno resulta del movimiento térmico de los electrones dentro de los

conductores y de la emisión aleatoria y difusión o recombinación de los portadores de carga en los dispositivos electrónicos. El ruido es uno de los factores básicos que establecen un límite sobre el índice de comunicación.

La relación de señal a ruido (RSR) se define como el cociente de la potencia de la señal a la potencia del ruido. El canal distorsiona la señal y el ruido se acumula durante la trayectoria. Peor aún, la intensidad de la señal decrece mientras que el nivel de ruido aumenta junto con la distancia desde el transmisor. Por consiguiente la RSR va decreciendo en forma continua a lo largo del canal. La amplificación de la señal recibida para compensar la atenuación no es útil debido a que el ruido se amplificará en la misma proporción y la RSR se conserva en el mejor de los casos.

3.1.2 Mensajes analógicos y digitales.

Los mensajes pueden ser analógicos o digitales; estos últimos se construyen con un número finito de símbolos. Por ejemplo, el lenguaje escrito consta de 28 letras, 10 números, un espacio y varios signos de puntuación. De esta manera, un texto es un mensaje digital construido con cerca de 50 símbolos. Un mensaje digital constituido por M símbolos se llama mensaje *M-ario*.

Por otra parte, los mensajes analógicos se caracterizan por contener datos cuyo valor varía en un rango continuo. Por ejemplo, la temperatura o la presión atmosférica de cierta localidad puede variar dentro de un rango continuo y puede tomar un número infinito de valores posibles.

Los mensajes digitales se transmiten utilizando un conjunto finito de formas de onda eléctrica; por ejemplo, en el código Morse, una raya puede transmitirse mediante un pulso de amplitud $A/2$ y un punto mediante un pulso de amplitud $-A/2$. Para un mensaje M -ario, se utilizan M pulsos distintos.

La tarea del receptor consiste en extraer un mensaje de la señal distorsionada y afectada por el ruido a la salida del canal. La extracción del mensaje es más fácil en las señales digitales que en las señales analógicas. Consideremos el caso binario de la clave Morse: la única decisión en el receptor será la selección entre dos pulsos recibidos posibles, no entre los detalles de la forma del pulso; la decisión se toma rápidamente con razonable certidumbre, aún si los pulsos se encuentran distorsionados y afectados por el ruido (figura 3.2). En consecuencia, un sistema de comunicación digital puede

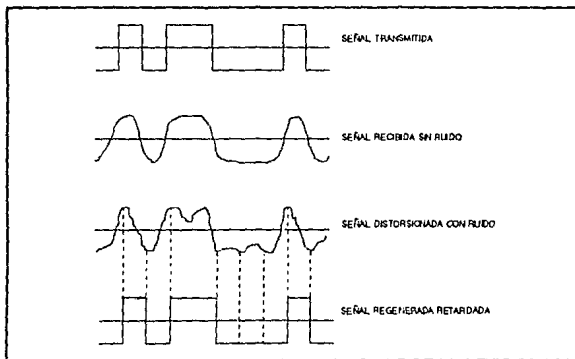


Figura 3.2 Señal Digital con Ruido Regenerada.

transmitir mensajes con mayor exactitud que un sistema analógico en presencia de distorsión y ruido.

En contraste con los mensajes digitales, la forma de onda de los mensajes analógicos es importante y aún una leve interferencia o distorsión en la forma de la onda ocasionará un error en la señal recibida.

3.1.3 Inmunidad al ruido de las señales digitales.

En la figura 3.2 se muestra una señal binaria típica distorsionada por ruido adquirido a través de un canal. Si A es suficientemente grande en comparación con las amplitudes del ruido, el receptor aún puede distinguir correctamente entre los dos pulsos. La amplitud de pulso es típicamente de 5 a 10 veces la amplitud rms del ruido. Para tan alta RSR, la probabilidad de error en el receptor es menor que 10^{-6} ; en otras palabras, en promedio el receptor cometerá menos de un error por millón de pulsos.

3.1.4 RSR, ancho de banda e índice de comunicación.

Los factores fundamentales que controlan el índice y la calidad de la transmisión de información son el ancho de banda B del canal y la potencia S de la señal.

El ancho de banda de un canal es el rango de frecuencias que éste puede transmitir con razonable fidelidad; si un canal puede transmitir sin distorsionar gravemente una señal cuya frecuencia va desde 0 a 1000 Hz, el ancho de banda B es igual a 1000 Hz.

Consideremos la posibilidad de aumentar la velocidad de transmisión de la

información mediante la compresión en el tiempo de la señal, digamos en un factor de dos; esto es, la información se podrá transmitir en la mitad de tiempo. Sin embargo esto implica que la señal se mueva dos veces más rápido, lo que significa que las frecuencias de sus componentes se duplican. Para transmitir sin distorsión esta señal comprimida, el ancho de banda del canal debe también duplicarse. De esta forma, el índice de información es directamente proporcional a B . Con más generalidad, si un canal con ancho de banda B puede transmitir n pulsos por segundo, entonces para transmitir kn pulsos se necesita un canal con ancho de banda kB .

La potencia S de la señal desempeña un papel dual en la transmisión de información. Primero, al incrementarse S se reduce el efecto del ruido del canal y la información se recibe con mayor exactitud. Por lo tanto, una mayor RSR permite la transmisión a través de mayores distancias.

El segundo papel es que el ancho de banda y la potencia son intercambiables. Si por ejemplo se reduce B , se debe aumentar S , o viceversa. Ya que la RSR es proporcional a la potencia S , se puede decir que la RSR y el ancho de banda son intercambiables. De esta forma, si un índice dado de transmisión de información requiere de un ancho de banda de canal B_1 y una relación de señal a ruido RSR_1 , entonces es posible transmitir la misma información a través de un ancho de banda de canal B_2 y una relación de señal a ruido RSR_2 en donde

$$RSR_2 = RSR_1^{B_1/B_2}$$

Así, si se duplica el ancho de banda de canal, la RSR que se requiere será entonces

la raíz cuadrada de la RSR original; al triplicar el ancho de banda, la RSR será tan sólo la raíz cúbica. Por consiguiente, un incremento relativamente pequeño en el ancho de banda de canal significa una gran ventaja en términos de una potencia de transmisión reducida. Esto es de gran importancia para el desarrollo del transmisor que activa el módulo de alarma, ya que tomando en cuenta que el ancho de banda del aire se considera infinito, la potencia requerida de transmisión debe quedar en el orden de los miliwatts y por lo tanto el tamaño del transmisor puede ser pequeño.

Por otra parte, la limitación que imponen el ancho de banda del canal y la RSR sobre la comunicación, se manifiesta en la *ecuación de Shannon*:

$$C = B \log_2 (1 + RSR) \text{ bits/segundo}$$

donde C (Capacidad del canal) es el índice de transmisión de información por segundo. Este índice C es el número máximo de símbolos binarios (bits) que pueden transmitirse por segundo con una probabilidad de error cercana a cero. Notese que si no hubiera ruido, $RSR = \infty$, $C = \infty$ y la comunicación dejaría de ser un problema. Esta ecuación representa el límite superior del índice de comunicación a través de un canal, por lo que para un sistema práctico se debe escoger un valor inferior.

3.1.5 Modulación.

Las señales de banda base producidas por las distintas fuentes de información que hay no son siempre adecuadas para la transmisión directa a través de un canal dado, por lo que deben ser procesadas de alguna manera antes de transmitirse. Esto se logra

al modificar la amplitud, frecuencia o fase (o una combinación de ellas) de una onda senoidal de alta frecuencia, llamada portadora, en forma proporcional a la información. Este proceso se llama modulación.

El uso de altas frecuencias proporciona una radiación más eficiente de la energía electromagnética y hace posible el uso de anchos de banda más amplios. Una antena emisora debe tener idealmente al menos $1/4$ de la longitud de onda de la señal que se radia. Para muchas señales de banda base, las longitudes de onda son demasiado largas para las dimensiones razonables de la antena. Por ejemplo, la potencia de una señal de voz se concentra dentro del rango de 100 a 3000 Hz. La longitud de onda correspondiente es de 25 a 750 Km, lo que implica que se necesita una antena gigantesca. En vez de esto, se modula una portadora de alta frecuencia. Así, como una portadora de 10MHz tiene una longitud de onda de sólo 30 metros, se requiere de una antena que tenga un cuarto de esta magnitud. Viendolo de otra manera, la modulación permite que la señal de banda base viaje sobre una portadora de alta frecuencia.

A continuación se presentan los tipos de modulación digital más utilizados, ya que en el caso del control remoto de la alarma, sólo se requiere transmitir datos en forma binaria.

ASK (Amplitude Shift Keying) o OOK (On-Off-Keyed).

Asímase una secuencia de pulsos binarios, como se muestra en la figura 3.3. Los unos lógicos "prenden" la portadora de amplitud A, mientras que los ceros la "apagan".

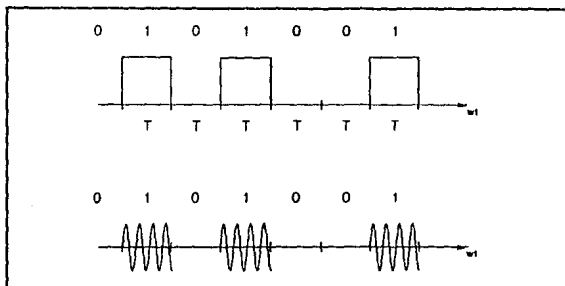


Figura 3.3 Secuencia de Pulsos Binarios.

En apariencia, el espectro del ASK dependerá de la secuencia binaria que se transmita. Llamemos a una secuencia particular de unos y ceros $f(t)$. Entonces la señal modulada será:

$$f_c(t) = Af(t)\cos\omega_c t$$

Tomando la transformada de Fourier

$$F_c(\omega) = A/2 [F(\omega - \omega_c) + F(\omega + \omega_c)]$$

El efecto de multiplicar la señal base por un $\cos(\omega_c t)$ es simplemente para correr la señal binaria original hasta una frecuencia ω_c . Esta es la forma general de una señal de Amplitud Modulada. Contiene dos bandas laterales, una superior y una inferior. Hay que hacer notar la importancia de que el ancho de banda de la señal original es de

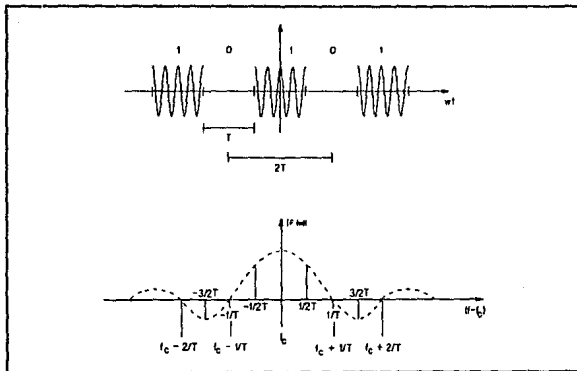


Figura 3.4 Espectro de Frecuencias de una Señal ASK.

2B rad/s (B Hertz), mientras que el de la señal modulada es del doble (2B alrededor de la frecuencia de la portadora). Esto se muestra en la figura 3.4

FSK (Frequency Shift Keying).

Consideremos la siguiente función:

$$f_c(t) = A \cos w_1 t$$

$$f_c(t) = A \cos w_2 t$$

$$-T/2 \leq t \leq T/2$$

Un uno corresponde a una frecuencia w_1 , mientras que un cero corresponde a una frecuencia w_2 (figura 3.5) (Generalmente, f_1 y f_2 son $> 1/T$). Una representación alternativa de la señal FSK consiste en denominar $f_1 = f_c - \Delta f$, $f_2 = f_c + \Delta f$. Las dos frecuencias difieren en $2\Delta f$ hertz. Entonces

$$f_c(t) = A \cos(w_c \pm \Delta w)t$$

$$-T/2 \leq t \leq T/2$$

El espectro de la señal FSK es generalmente difícil de obtener. Para obtener el ancho de banda tenemos dos posibilidades:

1. Si $\Delta f > B$, el ancho de banda se aproxima a $2\Delta B$. Entonces, si se usa una amplia

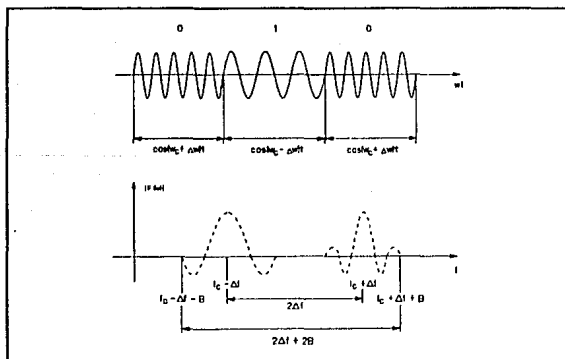


Figura 3.5 Espectro de Frecuencia de una Señal FSK.

separación de frecuencias, el ancho de banda es precisamente esa separación.

Virtualmente, es independiente del ancho de banda de la señal digital.

2. Si $\Delta f < B$, el ancho de banda se aproxima a $2B$. En este caso, aun con las frecuencias muy juntas, el mínimo ancho de banda es el requerido para transmitir en ASK ($2B$), es decir, está determinado por la señal banda base.

Para una señal compleja modulada en FM, un ancho de banda de $2\Delta f + 2B$ es una buena aproximación. En particular, si se trata de una señal banda base constituida por una cadena arbitraria de pulsos, cada uno de éstos con un factor de redondeo r , el ancho de banda aproximado es $2\Delta f + 2B$, donde $B = (1/2T)(1 + r)$ y T es el ancho del pulso.

Nótese que el ancho de banda en una transmisión de FM es generalmente mucho mayor que la de una AM. Es precisamente esta característica la que da a la FM un rendimiento mucho mayor que a la AM en ambiente ruidosos.

PSK (Phase Shift Keying)

En este caso tenemos que la señal modulada en fase está dada por:

$$f_c(t) = \pm \cos \omega_c t$$

$$-T/2 \leq t \leq T/2$$

si se asume un pulso rectangular. Un uno corresponde a $+\cos \omega_c t$, mientras que el cero corresponde a $-\cos \omega_c t$. El signo contrario significa que cada señal está defasada con respecto a la otra en 180° . La discontinuidad mostrada al principio y al final de cada

intervalo de *bits*, en la transición de un uno a un cero o viceversa, ha sido muy suavizada por la redondez que se le da a los pulsos. Sin embargo, la información está contenida en el centro de cada intervalo, por lo que el receptor está sincronizado para leerla en el centro del *bit*. Esto último también es cierto para ASK y FSK. La señal PSK tiene las mismas características de doble banda que la ASK. Introduciendo un redondeo en los pulsos resulta un espectro centrado en f_c , con un ancho de banda del doble del de la señal binaria.

3.2 Comunicaciones en Infrarrojo (IR).

3.2.1 Naturaleza de la energía luminosa.

En los últimos años, los campos de la óptica y la electrónica se han combinado para formar uno nuevo denominado optoelectrónica. En ésta, se estudian los sistemas cuyas propiedades electrónicas se ven afectadas por la energía luminosa. El término luz se usará en el sentido más amplio para incluir las regiones visible, ultravioleta e infrarroja del espectro de frecuencias.

La energía luminosa, al igual que toda la energía electromagnética, se propaga a través del vacío a la misma velocidad (aproximadamente 3×10^8 metros por segundo). Esto conduce a una relación matemática básica, válida para todas las ondas electromagnéticas:

$$\lambda = c/f$$

donde c es la velocidad de la luz en m/s, f es la frecuencia en Hz y λ es la longitud

de onda en metros. Esta última representa la distancia que una onda electromagnética recorrerá en un ciclo de frecuencia en el vacío.

3.2.2 Clasificación de los dispositivos optoelectrónicos.

Los dispositivos optoelectrónicos pueden clasificarse en emisores de luz y en fotodetectores. Los primeros convierten la energía eléctrica en energía luminosa. Los láser de unión y los diodos emisores de luz son un ejemplo de éstos. Los fotodetectores convierten la energía luminosa incidente en energía eléctrica.

Los fotodetectores se dividen a su vez en:

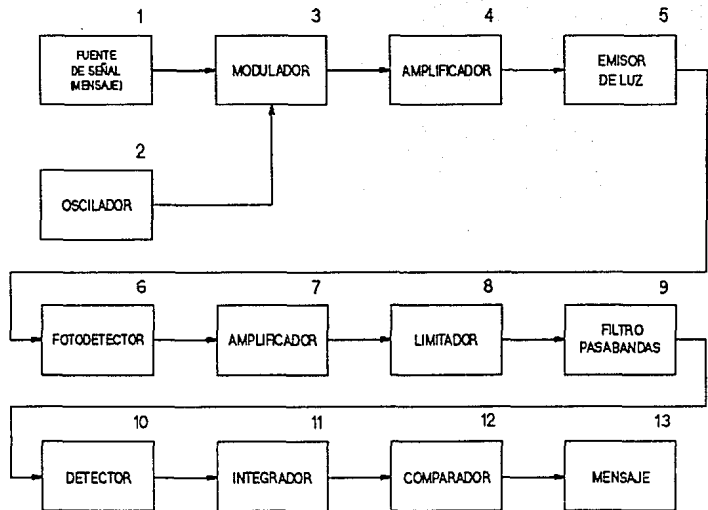
- a) **Dispositivos fotoconductores base**, en los que la conductividad del material cambia en función de la luz incidente.
- b) **Dispositivos de fotounión**, los cuales contienen una unión P-N que se expone a la energía luminosa. Los fotodiodos, celdas solares, fototransistores, fototransistores de efecto de campo (fotoFET) y los fototristores se incluyen en este grupo.

3.2.3 Diagrama de bloques de una comunicación IR.

En la figura 3.6 se representa el diagrama de bloques de un transmisor-receptor que utiliza dispositivos IR. La explicación de cada bloque se da a continuación:

1. Debido a la no linealidad de los dispositivos optoelectrónicos, los mensajes transmitidos deben ser del tipo binario.

Figura 3.6 Diagrama de Bloques de una Comunicación IR.



**DIAGRAMA DE BLOQUES
COMUNICACION IR**

- 2. El oscilador establece la frecuencia portadora o algún submúltiplo de ella. Si se requiere una buena estabilidad para mantener el transmisor en la frecuencia asignada, el oscilador se controla generalmente por un cristal de cuarzo.**
- 3. El modulador combina las componentes de frecuencia de señal y portadora para producir una de las variedades de ondas moduladas que se presentaron en el inciso 3.1.5**
- 4. La señal es amplificada. En esta etapa se suministra la suficiente corriente para manejar el elemento emisor de luz.**
- 5. El diodo transmite la información por medio de luz. Se puede decir que en este momento estamos realizando una segunda modulación, pues ahora la información, ya modulada, va ser transmitida en la frecuencia de la luz que emita el diodo.**
- 6. El fotodiodo recibe la luz proveniente del diodo y realiza la primera demodulación, pues está "sintonizado" para trabajar únicamente en la frecuencia de luz del diodo emisor. El fotodiodo entrega una señal modulada por el mensaje al siguiente bloque.**
- 7. Se realiza una amplificación para alcanzar un nivel adecuado para las demás etapas del circuito.**
- 8. El limitador establece una altura máxima a los pulsos. Recuérdese que, como**

se está transmitiendo en forma binaria, sólo nos interesan dos alturas de pulso: un nivel A y un nivel cero.

9. El filtro pasabandas elimina todas las señales que no tengan la frecuencia de la portadora generada en el el bloque 2.
10. El detector recupera el mensaje a partir de la señal que le entrega el filtro pasabandas.
11. El integrador redondea los pulsos para que éstos sean más cuadrados y así facilitar la labor del comparador.
12. Hasta el demodulador, la forma de los pulsos no es completamente cuadrada. Por medio del comparador se les quita el redondeo que adquirieron durante la transmisión y se entrega a la siguiente etapa el mensaje original.

3.3 Microcontroladores.

Desde la introducción de los circuitos integrados (CIs) en los primeros años de la década de los sesenta, han tenido lugar grandes cambios en la forma de diseñar y fabricar sistemas digitales. Las continuas mejoras en la tecnología de los CIs han incrementado enormemente el rango y la complejidad de las funciones que se pueden incorporar en la diminuta y barata pastilla de material semiconductor que forma un CI típico.

La gran categoría de microcomputadoras puede ser dividida en dos áreas: microcontroladores y microprocesadores. Esta distinción es hecha porque realmente son dos tipos diferentes de dispositivos. Los microcontroladores generalmente tienen una arquitectura dual en lugar de la arquitectura de *Von Neumann* (mapa de memoria) común en los microprocesadores. Para aplicaciones de control, los microcontroladores son generalmente más eficientes en cuanto a memoria que los microprocesadores. La naturaleza del set de instrucciones de los microcontroladores es muy diferente a la de los microprocesadores. Los primeros son invariablemente dispositivos de un sólo chip, mientras que los segundos son multichips.

Los microprocesadores, los microcontroladores y otros productos de alta escala de integración han cambiado drásticamente la economía en el diseño de sistemas digitales. También han modificado profundamente el propio proceso de diseño, añadiendo diseño de *software* (o programación) al diseño *hardware* (lógico) tradicional. El bajo costo, el pequeño tamaño y la capacidad de programación los hacen adecuados para un gran número de aplicaciones, que van desde juegos electrónicos manuales hasta robots industriales.

Los sistemas de computación pueden ser caracterizados como "reprogramables" o como "integrados". Los sistemas reprogramables son aquéllos que parecen y se comportan como computadoras para el último usuario. Un ejemplo obvio de esto es la computadora personal. Contienen algún dispositivo que almacena diferentes programas que pueden ser llamados y usados cuando se requieran. Los dispositivos de entrada-salida están dispuestos para comunicarse con el usuario.

Los sistemas integrados, como su nombre lo dice, están contenidos en un producto que no parece o no se siente como computadora para el usuario final. Un ejemplo es la computadora que controla una fotocopiadora: no tiene algún dispositivo para almacenar o manejar datos, los programas son escritos en memorias tipo *ROM (Read Only Memory, Memoria de Solo Lectura)* o tipo *EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory, Memoria Programable- Borrable de Sólo Lectura)* y los dispositivos de entrada salida no están limitados a la comunicación con el usuario (p. ej. el panel de control), sino que también monitorean y controlan los mecanismos y procesos internos (p. ej. la alimentación de papel).

Las aplicaciones de control en sistemas "integrados" pueden dividirse en tres grandes categorías: control secuencial, control cerrado y control de datos. El control secuencial se relaciona con el control y monitoreo de un sistema como una secuencia de pasos; p. ej., activar el rodillo de alimentación de papel, esperar el indicador de alimentación de papel terminada y luego activar el mecanismo del cilindro en la fotocopiadora. El control cerrado involucra el monitoreo atento de las salidas de un proceso o dispositivo para alterar sus entradas y así obtener las salidas deseadas; p. ej., si el motor de alimentación de papel está girando muy lento, entonces se incrementa la velocidad del mismo. Estas dos categorías requieren de programas fijos que interactúan directamente con el mundo externo. Las estructuras de datos son sumamente sencillas y simples. El control de datos sigue corriendo con programas fijos, aunque la interfase con el mundo exterior es más indirecta y las estructuras de datos son mucho más complejas y largas. Por ejemplo, una fotocopiadora puede digitalizar

la imagen y luego utilizar técnicas de procesamiento de imágenes para realzar el contraste, rotar la figura y dar la escala apropiada para el papel que se está usando.

A continuación se presentan las características principales de algunos microcontroladores de diferentes fabricantes con objeto de poder seleccionar el más apropiado para el diseño del módulo. En el apéndice A se detallan las especificaciones y características de cada familia.

3.3.1 Intel Corporation.

Intel ha consolidado cuatro de sus familias de microcontroladores para aplicaciones de sistemas "integrados":

MCS-48: diseñada para aplicaciones generales de 8 *bits* de control secuencial. Hay versiones disponibles de estas partes con memoria de programa en tarjeta de hasta 256 *bytes*. El máximo tamaño de programa es de 4 *Kbytes*.

Esta familia de microcontroladores ha alcanzado un nivel estándar en el mundo y ha sido producida por 10 años. Están disponibles en varias versiones: con memoria interna tipo *ROM*, con memoria interna tipo *EPROM* o únicamente el *CPU*, para lograr el mejor ajuste según requiera la aplicación. Los productos MCS-48 son fabricados con tecnología *HMOS*, ofreciendo gran rendimiento y confiabilidad con un consumo bajo de potencia.

MCS-51: diseñada para aplicaciones avanzadas de 8 *bits* de control secuencial. Estas partes son similares a la familia MCS-48 pero operan de 2 a 5 veces más

rápidamente y tienen más periféricos. Característica única de la familia MCS-51 es que tiene un procesador integrado *Booleano* que puede realizar operaciones de un *bit*. El máximo tamaño de programa es de 64 *Kbytes*.

Esta familia es sumamente utilizada en la industria. Su arquitectura está optimizada para secuencias de control en tiempo real. Están disponibles en varias versiones: con memoria interna tipo *ROM*, con memoria interna tipo *EPROM* o únicamente el *CPU*, para lograr el mejor ajuste según requiera la aplicación. Los MCS-51 son producidos con tecnología *HMOS* y *CHMOS*.

MCS-96. Diseñada para aplicaciones avanzadas de 16 *bits* de control cerrado. Estas partes incluyen un procesador capaz de un alto rendimiento aritmético integral y registro de propósito general de 232 *bytes* que pueden ser usados para operaciones de un *byte*, una palabra o de doble palabra. Hay versiones disponibles con convertidor Analógico/Digital (*A/D*) y 8 *Kbytes* de memoria de programa. Característica única de los nuevos dispositivos de esta familia (*BH*) es el tamaño dinámico del *bus*, el cual permite que operen tanto en 8 como en 16 *bits*. Ambos dispositivos operan internamente en 16 *bits*.

La familia MCS-96 de microcontroladores fue diseñada para aplicaciones que combinan alto rendimiento en aritmética de punto fijo de 16 *bits* con una interfase inmediata de eventos y dispositivos reales. La arquitectura está basada en un sólo espacio de dirección de 64 *Kbytes*. En adición a ser utilizados como memoria, los primeros 256 *bytes* de este espacio pueden servir también como registros. Estas

locaciones son internas en el micro y pueden ser tratadas como *byte*, palabra o doble palabra. Veinticuatro *bytes* de estos registros son usados para el control de los periféricos internos del micro, los demás 232 son usados por el programador como registros de propósito general. La combinación de un archivo de registro, puertos E/S internos y un *CPU* de alto rendimiento de 16 *bits* hacen a la familia MCS-96 ideal para aplicaciones de control cerrado.

80186/80188: Estas partes son versiones altamente integradas del microprocesador 8086, diseñadas para control de datos. Combinan de 15 a 20 de los sistemas más comunes del 8086 en un solo dispositivo. El generador de reloj, el control de interrupciones, los temporizadores, los canales *DMA* y la lógica de selección de chip están incluidos en el *CPU*. El 80186 opera con un *bus* de 16 bits y el 80188 opera con un bus de 8 bits. Ambos operan en un bus de 16 bits interno.

Las características más importantes del 80186 y del 80188 son:

- 2 canales *DMA* (*Direct Memory Access*).
- 3 temporizadores/contadores de 16 *bits*.

3.3.2 Motorola.

Los microcontroladores de Motorola han sido muy populares en la industria desde que introdujo la familia M6800 en 1974. Cuatro familias han sido desarrolladas desde la familia M6800 para satisfacer todas las necesidades de sus clientes. Estas familias son la M6801, M6804, M6805 y la M68HC11.

Los rangos que se van a dar a continuación son los representativos de cada familia, por lo que algún dispositivo en particular puede tener un rango distinto.

Familia M6801

Esta familia está diseñada para aplicaciones de propósito general de 8 bits. Fabricada con la tecnología *HMOS*, tiene hasta un máximo de 4 *Kbytes* de memoria *ROM* o *EPROM*, según sea el caso. Internamente tiene 128 *bytes* de memoria *RAM* y, externamente, tiene capacidad para manejar hasta 64 *Kbytes*. Cuenta con un temporizador de 16 *bits* y un *SCI* (*Serial Communication Interface*). El número de líneas de entrada/salida es de 13 ó 29.

Familia M6804

Esta familia está diseñada para aplicaciones de propósito general de 8 bits. Fabricada con tecnologías tanto *HMOS* como *HCMOS*, tiene hasta un máximo de 3700 *bytes* de memoria *ROM* o *EPROM*, según sea el caso. Internamente, tiene hasta 172 *bytes* de memoria *RAM*. Cuenta con un temporizador de 8 *bits*. Tiene 12 ó 20 líneas de entrada/salida.

Familia M6805

Esta familia está diseñada para aplicaciones de propósito general de 8 bits. Tiene hasta 7700 *bytes* de memoria *ROM*, 8000 *bytes* de *EPROM* o 6208 *bytes* de *EEPROM*, dependiendo del dispositivo. Tiene con un máximo de 304 *bytes* de memoria *RAM*.

Cuenta con un temporizador de 8 o 16 bits, un *SCI*, un *SPI* (*Serial Peripheral Interface*) y un convertidor analógico digital. El número de líneas de entrada/salida es de 16 a 32.

Familia M68HC11

La familia M68HC11 ofrece alto rendimiento en un chip con una *EEPROM*, temporizador de 16 bits, un *SCI*, una *SPI* y un convertidor Analógico/Digital de 8 bits. Internamente, tiene hasta 512 bytes de memoria *RAM* y, externamente, hasta 64 *Kbytes*. Este circuito tiene hasta 38 líneas de entrada/salida.

3.3.3 National Semiconductor.

National Semiconductor ha desarrollado tres familias de microcontroladores: *COPs 400*, *COPs 800* y *HPC*.

Familia *COPs 400*

La familia de *COPs 400* de National Semiconductor ofrece el más amplio rango de de microcontroladores a un menor costo en el mercado.

Lejos de ser una vieja tecnología, los microcontroladores de 4 bits están encontrando significantes necesidades de mercado en mas aplicaciones de las que nunca había tenido. La razón de su mayor demanda es su versatilidad y los productos innovadores que ofrecen:

- El primer microcontrolador por debajo de un dolar, lo cual lo llevó a un amplio rango de aplicaciones automotrices y de enseres electrónicos.

- El primer microcontrolador *CMOS* de alta velocidad y de bajo consumo de potencia con 0.5 Kb de memoria *ROM*.
- El primer microcontrolador en implementar el *MICROWIRE/PLUS*, permitiendo comunicación en dos sentidos con sólo tres líneas.
- El primer microcontrolador de alto rendimiento con un costo de \$0.50 dolares,
- El primer microcontrolador en implementar la programación *post-metal (PPM)* para rápida producción de prototipos y de producción.

PPM es un proceso de implantación de alta energía que permite programar el nivel de *ROM* en un microcontrolador después de metalizarlo. Esto significa que cuando se fabrica un chip, cada uno de sus niveles es completamente terminado, excepto el de la *ROM*. Estos chips son almacenados en inventario hasta que se requiere programar la memoria *ROM*. Entonces la máscara de *ROM* es generada y luego trasladada a su nivel respectivo en el micro por medio de un rayo de iones. Esto da la ventaja de que los prototipos pueden ser desarrollados en un término de dos semanas, mientras que para producción se necesitará un tiempo de 4 semanas.

Familia COPs 800

La familia de COPs 800 provee soluciones efectivas de bajo costo para aplicaciones de microcontroladores de 8 bits. Esta familia combina un poderoso set de instrucciones multifunción de un *byte* con una arquitectura de mapa de memoria semejante a la de

HPC. Así mismo, proporciona una amplia variedad de funciones de *ROM*, *RAM*, puertos de entrada/salida y periféricos.

Familia HPC (High Performance Controller).

La familia *HPC* es un microcontrolador de aplicación específica. Basado en un *CPU* de alto rendimiento, cada elemento de la familia *HPC* puede ser conformado para cumplir exactamente con la aplicación para la cual fue pensado. Operando normalmente a una velocidad de 30 MHz, la familia *HPC* está diseñada para aplicaciones de alto rendimiento. Con sus 67 ns de ciclo de instrucción y multiplicación de 16 X 16 bits o división de 32 X 16, la *HPC* es apropiada para trabajar en ambientes de intenso trabajo de cómputo, ambientes que hasta el momento han sido dominados por los microprocesadores.

CAPITULO IV

DISEÑO DEL CIRCUITO

En este capítulo se explica detalladamente el diseño de los circuitos, tanto del receptor como del transmisor. Primero, se fijan los parámetros de operación del sistema de alarma y se definen los diagramas de flujo y de bloques; luego, se obtienen las entradas y salidas, se escoge el microcontrolador y por último se diseñan todas las etapas del circuito: protección, regulación, inicialización, reloj, circuito transreceptor y todas las de potencia.

CAPITULO IV: DISEÑO DEL CIRCUITO.

4.1 Funcionamiento del módulo.

4.1.1 Definiciones.

Sistema armado. El módulo está alerta y esperando a que alguno de los sensores envíe la señal de que el carro ha sido abierto para encender la alarma. También vigila si hay alguna transmisión del control remoto para saber si pasa al estado de sistema desarmado.

Sistema desarmado. El módulo espera la transmisión del control remoto para pasar al estado de sistema armado o al de diagnóstico.

Disparo. Cualquier señal de tierra que provenga de los sensores que active la alarma.

Monitoreo. El módulo revisa cada una de las señales provenientes de los sensores para ver si alguna indica que el automovil ha sido abierto.

4.1.2 Operación.

4.1.2.1 Armado.

Si el sistema está desarmado, la llave de ignición no está en su interruptor y las puertas están cerradas, al accionar el boton del Control Remoto (CR), el claxón sonará una vez durante 0.25 segundos y los seguros eléctricos se activarán en la dirección de

cerrado. El sistema de alarma queda armado. Si se activan los seguros eléctricos manualmente para cerrar la puerta, el sistema no quedará armado.

4.1.2.2 Disparo.

Una vez armado el sistema, la alarma se disparará si se opera una puerta, el cofre, la cajuela, la ignición o si alguien se introduce al automóvil (esto último en caso de existir sensor interno). Al disparo, las luces de posición y el claxon encenderán a una frecuencia de 1 Hz (50% de ciclo de trabajo) y el motor no podrá ser puesto en marcha. Después de 3 minutos del disparo y durante los 15 minutos siguientes sólo encenderán las luces. El motor no arrancará hasta desarmar el sistema. Si la cajuela y/o el cofre están abiertos en el momento de armar el sistema, no habrá disparo. Al cerrarse la cajuela y/o el cofre, el MA comenzará a monitorearlo(s). Si alguna puerta se encuentra abierta, el módulo esperará a que se cierre para que se arme el sistema. Si después de un minuto no se ha cerrado la puerta o las puertas, la alarma se disparará. Esto implica que un malfuncionamiento en alguno de los interruptores de las puertas disparará la alarma un minuto después de que fue armada. Tanto en el caso en el que no se cerró la puerta después de un minuto como en el de que exista un interruptor dañado, el claxon sonará tres veces durante 0.25 segundos con intervalos de 0.25 segundos cuando se desarme el sistema. Si la luz de domo se deja encendida, el módulo lo considerará como un interruptor defectuoso.

4.1.2.3 Desarmado.

Si el sistema está armado, al accionar el botón del CR se activarán los seguros en

la dirección de abierto. La luz de domo y las luces de cortesía (en caso de existir) permanecerán encendidas durante 15 segundos o hasta que la llave de ignición esté en su interruptor. El claxon sonará 2 veces durante 0.25 segundos con un intervalo de 0.25 segundos para indicar que el sistema ha sido desarmado.

Al conectar por primera vez el MA a la alimentación, entrará en una rutina de protección en la cual las luces prenderán y apagarán durante tres minutos a la frecuencia mencionada y el motor no podrá ser arrancado hasta que el sistema sea desarmado.

Si la alimentación es suspendida al MA cuando ha sido disparada la alarma, el claxon y las luces se apagarán. Al reconectar la alimentación, el MA entrará en la rutina de protección.

4.1.3 Características.

4.1.3.1 Protección por sección.

Los interruptores para el disparo de la alarma están divididos en tres secciones: compartimiento delantero, trasero y el de pasajeros. Un malfuncionamiento en el interruptor delantero (cofre) o en el trasero (cajuela) no impide al MA pasar al estado de armado. Si el interruptor comienza a funcionar en el estado armado, el MA lo reconoce y lo monitorea normalmente. Cualquier problema en los interruptores del compartimiento de pasajeros impide que el sistema sea armado, disparándose la alarma.

4.1.3.2 Cruce por reversa.

Si la llave de ignición está en su interruptor y las puertas cerradas, los seguros eléctricos se moverán a la posición de cerrado cuando la palanca de velocidades pase por la posición de reversa por primera vez después de que el sistema haya sido desarmado (sólo válido para unidades con transmisión automática).

4.1.3.3 Aviso de robo.

El MA notificará al conductor si es que ha habido un intento de robo al carro y la luces ya se han apagado (más de 18 minutos desde el disparo). Al desarmar el sistema, el claxon sonará tres veces a la frecuencia mencionada.

4.1.3.4 Diagnostico.

Para entrar a este modo se debe tener la llave de ignición en su interruptor y apretar el botón del CR. En este momento el claxon sonará a la frecuencia mencionada durante 5 segundos y las luces de posición prenderán y apagarán a la frecuencia mencionada. Al retirar la llave de ignición del interruptor, las luces se apagarán y cualquier movimiento de abrir/cerrar una puerta, cajuela o cofre hará que el claxon suene una vez durante 0.25 segundos. También sonará una vez cuando los seguros eléctricos se activen en cualquier dirección. Para salir del modo de diagnóstico, se debe apretar el botón del CR, quedando el sistema desarmado.

4.1.4 Diagramas de flujo.

Los diagramas de flujo del funcionamiento del módulo de alarma y del disparo del mismo se muestran en las figuras 4.1 y 4.2 respectivamente.

4.2. Diagrama de bloques.

El diagrama de bloques del módulo se muestra en la figura 4.3. La función de cada bloque se explica a continuación:

- 1. Protección.** El ambiente en un automóvil es muy hostil para cualquier módulo electrónico. Esta etapa debe brindar la suficiente protección contra los transitorios de voltaje en la línea, contra el ruido que pueda introducirse por ahí y aún contra una conexión equivocada del módulo o de la batería.
- 2. Regulación.** Como se mencionó en el capítulo 2, el voltaje el sistema eléctrico puede variar desde los 7.2 V en el momento de arranque hasta los 13.8 V, sin contar los picos de voltaje. El regulador debe proporcionar un voltaje estable al microcontrolador para evitar que éste tenga un funcionamiento erróneo.
- 3. Microcontrolador.** Este es el cerebro del módulo. Esta etapa es la que se encarga de "pensar" y realizar todas las funciones del módulo.
- 4. Reloj.** Es quien marca la velocidad con la que funciona el microcontrolador. Si se requiere de gran estabilidad, se utiliza un cristal de cuarzo.
- 5. Transmisor.** Se encarga de enviar un código numérico por medio de una señal

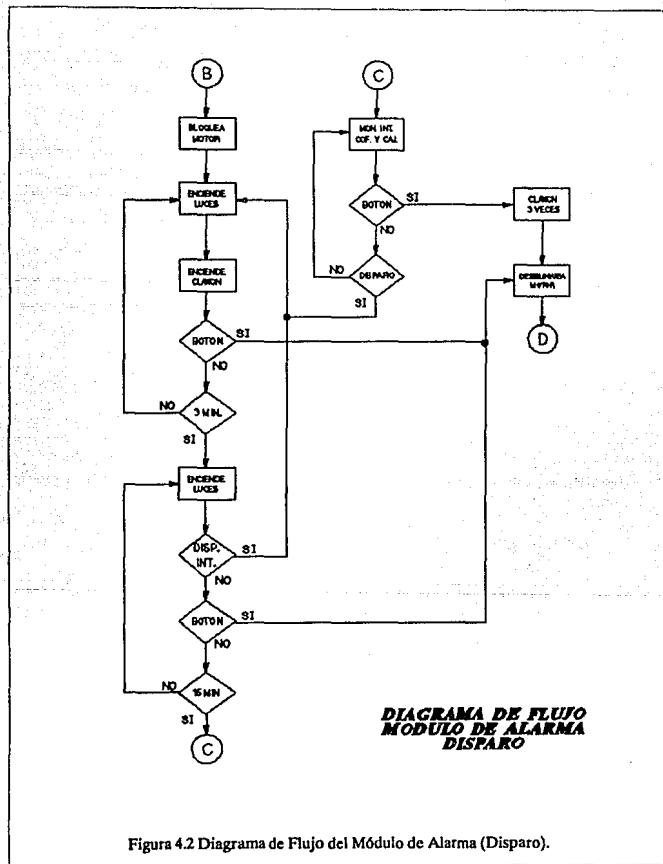
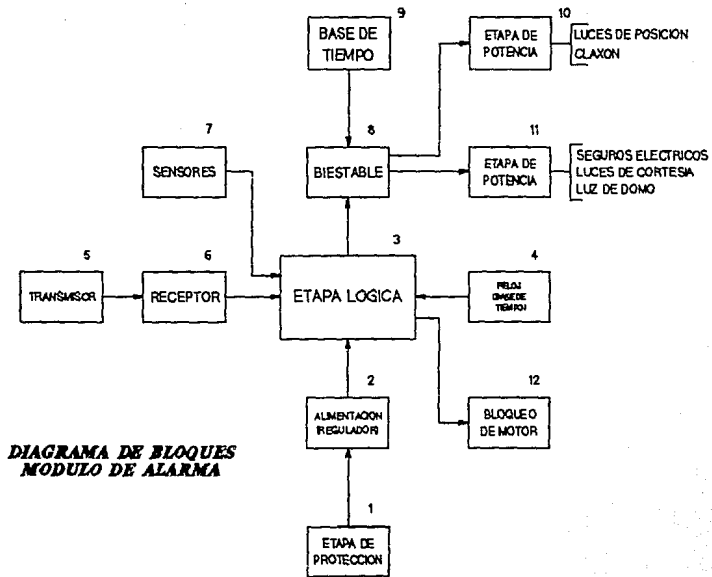


Figura 4.2 Diagrama de Flujo del Módulo de Alarma (Disparo).

Figura 4.3 Diagrama de Bloques del Módulo de Alarma.



modulada. Si el código transmitido es igual al que tiene en memoria el microcontrolador, el módulo se activa.

6. Receptor. Se encarga de demodular la señal y entrega el código numérico al microcontrolador.

7. Sensores de disparo. Están colocados en las partes que se quiere proteger. Si alguna de estas es violada, el sensor afectado manda una señal de tierra al micro para que se dispare la alarma.

8, 9. Base de tiempo y biestable. Estos bloques se encargan de decir durante cuanto tiempo y a que frecuencia prenderán el claxon y las luces.

10. Etapa de potencia. Las salidas del microcontrolador son muy bajas para activar el claxon y las luces, por lo que se intercala una etapa de potencia entre ellos.

11. Esta etapa cumple la misma función que la anterior, sólo que para los seguros eléctricos y luces interiores.

12. Bloqueo de motor. Si el sistema de alarma es disparado, el motor debe quedar bloqueado.

4.3 Diseño del circuito del Módulo de Alarma (Receptor).

4.3.1 Diseño de la etapa lógica.

4.3.1.1 Selección del microcontrolador.

En base a la operación del módulo, podemos obtener fácilmente las entradas y salidas que se requieren para su funcionamiento:

Entradas:

- Llave en interruptor de ignición.
- Interruptores de cajuela y cofre.
- Interruptores de puertas.
- Disparo interior.
- Señal del transmisor
- Seguros eléctricos (abierto).
- Seguros eléctricos (cerrado).
- Indicador de cruce por reversa de la palanca de velocidades (sólo en carros automáticos).

Salidas:

- Luz de domo y de cortesía.
- Luces de posición.
- Claxon.
- Distribuidor.
- Seguros eléctricos (abierto)
- Seguros eléctricos (cerrado)

El microcontrolador que se seleccione debe tener las siguientes características:

- Voltaje de operación nominal: 5V.
- Rango de temperatura: -29 a $80^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$.
- Un mínimo de $1/2\text{ Kb}$ de memoria de programa.
- Un mínimo de 8 líneas de entrada.
- Un mínimo de 6 líneas de salida.
- El menor costo posible.
- Facilidad de implementación en México.

En el capítulo 3 se presentó una lista de los microcontroladores más utilizados. De la familia Intel, únicamente la MCS-51 cumple con el rango de temperaturas. Tanto Motorola como National tienen una amplia gama de microcontroladores que pueden ser elegidos.

Sin embargo, National es la única compañía que fabrica microcontroladores de 4 bits; esto le da una verdadera ventaja sobre los demás, ya que además que de cumplir con los requerimientos anteriores, el precio de un *chip* de estos puede ser de hasta 3 dólares si la producción es de más de 7000 piezas.

De acuerdo a los requerimientos antes mencionados, el microcontrolador elegido es el *COP321L* de National Semiconductor.

4.3.1.2 Características del COP321L.

Este microcontrolador de canal N, está fabricado con tecnología "silicon-gate-MOS". Estos procesadores, orientados a control, son microcomputadoras completas; cuentan con un sistema de tiempo, lógica interna, memoria ROM, memoria

RAM y los puertos de entrada/salida necesarios para implementar una gran variedad de aplicaciones. Su bajo costo, su poderoso set de instrucciones, la baja corriente de drenaje que presenta y el amplio rango de temperaturas de funcionamiento, lo hacen ideal para aplicaciones automotrices. Para mayor detalle de las características de este microcontrolador, referirse al apéndice B.

4.3.1.3 Descripción funcional del COP321L.

Diagrama de bloques.

El diagrama de bloques del *COP321L* se muestra en la figura 4.4. Los caminos para los datos están ilustrados en forma simplificada para describir cómo los diferentes elementos lógicos se comunican entre sí para implementar el *set* de instrucciones. Lógica positiva es usada. Cuando un *bit* es puesto, estamos hablando de un uno lógico (voltaje mayor a 2 V). Un *bit* reestablecido corresponde al cero lógico (voltaje menor a 0.8 V).

Memoria de programa.

Consiste de 1024 *bytes* de *ROM*. Como puede verse, al examinar el set de instrucciones, estas palabras pueden ser instrucciones de programa, datos de programa o datos de dirección de *ROM*.

Los direccionamientos de la memoria *ROM* se realizan por medio de un registro *PC* (*Program Counter*) de 10 *bits*. Su valor binario selecciona una de las 1024 direcciones posibles. Una dirección nueva es cargada en el registro *PC* durante cada

DIAGRAMA DE BLOQUES COP321L

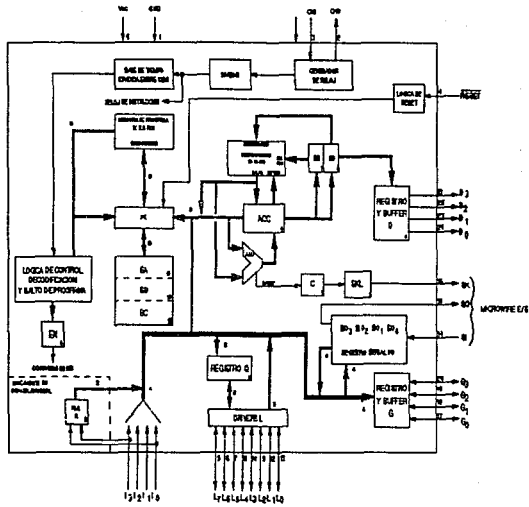


Figura 4.4 Diagrama de Bloques del COP321L.

ciclo de instrucción con el siguiente valor secuencial del contador, a menos que una instrucción de programa cargue directamente el registro.

Hay tres registros *SA*, *SB* y *SC* de 10 bits que funcionan como niveles de almacenamiento para subrutinas, proveyendo una lógica de última entrada primera salida (*LIFO, Last-In First-Out*).

Memoria de datos.

Consiste de 256 bits de memoria *RAM*, organizada en 4 renglones de datos por 16 columnas de 4 bits cada una. Los renglones son llamados registros y las columnas dígitos. El modo de dirección está implementado por medio de un registro *B* de 6 bits. Los 2 más significativos (*Br*) seleccionan uno de los cuatro registros de datos, mientras que los 4 bits menos significativos (*Bd*) seleccionan uno de los 16 dígitos de 4 bits. El contenido del dígito seleccionado (*M*) puede ser cargado desde, hacia o intercambiado con el registro *A*. Así mismo puede ser cargado hacia o desde el puerto *Q* o cargado desde el puerto *L*. El registro *Bd* sirve también para cargar las salidas del puerto *D*.

Lógica interna.

El registro *A* de 4 bits (*Acumulador*) es la fuente y el destino de la mayoría de las operaciones aritméticas, lógicas, de acceso a memoria de datos y de E/S. Puede también usarse para cargar las 2 porciones *BR* y *Bd* del registro *B*, para cargar o leer 4 bits del registro *Q*, para cargar 4 bits del puerto *L* y para realizar operaciones de intercambio con el registro *SIO*.

Un sumador de 4 bits realiza las funciones lógicas y aritméticas, guardando los resultados en *A*. También prende el registro *C* (*Carry*) cuando se genera un *carry*.

El registro *D* provee 4 salidas de propósito general y es usado como el destino de los 4 bits de *Bd*.

El registro *G* consta de 4 líneas bidireccionales de entrada/salida.

El registro *Q* de 8 bits es interno, tiene *latch* y es usado para mantener los datos cargados de o hacia *MyA*, así como los 8 bits de datos de la memoria *ROM*. Su contenido es transferido al puerto *L* cuando los *drivers* de *L* han sido activados bajo control de programa.

El registro *SIO* funciona como un registro de corrimiento *SISO* (*Serial-In Serial-Out*) de 4 bits o como un contador binario, dependiendo del contenido del registro *EN*. Su contenido puede ser intercambiado con *A*, convirtiéndolo en un puerto de entrada salida para comunicación serial.

El registro de 4 bits *EN* es interno y se carga mediante control de programa. El estado de cada bit establece el modo de funcionamiento de los parámetros asociados con el.

1. El bit menos significativo, EN_0 activa el registro *SIO* como un registro de corrimiento o como un contador binario de 4 bits. Con EN_0 en alto, *SIO* es un contador binario asíncrono que decreuenta su valor en uno cuando hay una transición de alto a bajo en la entrada *SI*. Cada pulso debe tener al menos un

ancho de dos veces el del ciclo de instrucciones. La salida *SO* es igual al valor de *EN₃*. Con *EN₀* en estado bajo, *SIO* es un registro de corrimiento serial. El dato presente en *SIV* a al bit menos significativo de *SIO*. *SO* puede ser habilitado para sacar el *bit* más significativo de *SIO* cada ciclo de reloj. La terminal *SK* es un reloj lógicamente controlado.

2. Con *EN₁* en alto, la entrada *IN₁* es utilizada para interrupciones. En estado bajo, deshabilita esta opción.
3. Con *EN₂* en alto, los *drivers* del puerto *L* son habilitados para que los datos en el registro *Q* pasen a la líneas de E/S de *L*. En estado bajo, las líneas de E/S del puerto están en alta impedancia (Tercer Estado).
4. En conjunto con *EN₀*, *EN₄* afecta la salida *SO*. Con *EN₀* en estado bajo y *EN₃* en alto, *SO* es la salida del registro de corrimiento.

Inicialización.

Al conectar el microcontrolador a la alimentación, si el tiempo de subida del voltaje es mayor a 1 ms, se debe proporcionar una red RC externa con un diodo (ver figura 4.8). El pin de *RESET* está configurado como un *disparador Schmitt*. Si no se usa, debe estar conectado a *Vcc*. La inicialización ocurrirá cuando un cero lógico sea aplicado al pin de *RESET* al menos durante tres ciclos del reloj.

Después de la inicialización, el registro *PC* es puesto en cero (dirección cero de la memoria *ROM*) y los registros *A*, *B*, *C*, *D*, *EN* y *G* son borrados. La salida *SK* es

habilitada como una salida sincrona, dando un pulso cada ciclo de instrucción. La memoria *RAM* no se limpia después de una inicialización, por lo que la primera instrucción en la dirección cero debe ser *CLRA*.

Oscilador.

Existen tres configuraciones posibles para el reloj.

Oscilador controlado por reloj. *CKI* y *CKO* son conectados a un cristal. El ciclo de instrucción es igual a la frecuencia del reloj entre 32 (opcional entre 16 u 8).

Oscilador externo. *CKI* es una entrada para un reloj externo. La frecuencia externa es dividida entre 32 (opcional entre 16 u 8). *CKO* esta disponible ahora para alimentar la memoria *RAM* o como una entrada de propósito general.

Oscilador controlado por RC. *CKI* es configurado como un oscilador que controla a un *disparador Schmitt*. El ciclo de instrucción es igual a la frecuencia de oscilación dividida entre cuatro. *CKO* está disponible ahora para alimentar la memoria *RAM* o como una entrada de propósito general.

4.3.1.4 Asignación de pines.

En la figura 4.8 muestra el diagrama de conexión para el *COP321L*. El *chip* es del tipo *DIP (Dual-In-Line-Package)*.

Descripción de los pines.

<i>L7-L0</i>	8 líneas bidireccionales de E/S con tercer estado.
<i>G3-G0</i>	4 líneas bidireccionales de E/S.
<i>D3-D0</i>	4 líneas de salida de propósito general.
<i>SI</i>	Serial Input.
<i>SO</i>	Serial Output.
<i>SK</i>	Reloj lógicamente controlado.
<i>CKI</i>	Entrada del sistema de oscilador.
<i>CKO</i>	Salida del sistema de oscilador (entrada de propósito general, alimentación de respaldo para memoria RAM o entrada de sincronía).
<i>RESET</i>	Entrada de reestablecimiento.
<i>Vcc</i>	Alimentación de voltaje.
<i>GND</i>	Tierra.

De acuerdo a las señales de entrada/salida que se definieron en las sección 3.1.1, la asignación de pines es la siguiente:

Puerto D.

<i>D0</i>	Salida de Seguros Eléctricos (Abierto).
<i>D1</i>	Salida de Seguros Eléctricos (Cerrado).
<i>D2</i>	Chip Select memoria <i>EEPROM</i> .
<i>D3</i>	Chip Select driver <i>DS3656</i> .

Puerto G.

<i>G0</i>	Señal del transmisor.
<i>G1</i>	Llave en interruptor de ignición.
<i>G2</i>	Señal de la palanca de velocidades.
<i>G3</i>	Disparo interior.

Puerto L.

<i>L0</i>	Luz de domo.
<i>L1</i>	Luces de posición.
<i>L2</i>	Claxon.
<i>L3</i>	Distribuidor.
<i>L4</i>	Interruptores de Cajuela y Cofre.
<i>L5</i>	Interruptores de puertas.
<i>L6</i>	Entrada de Seguros Eléctricos (Abrir).
<i>L7</i>	Entrada de Seguros Eléctricos (Cerrar).

Puerto Serial.

<i>SK</i>	Pin <i>SK</i> de la memoria <i>EEPROM</i> .
<i>SO</i>	Pin <i>SI</i> de la memoria <i>EEPROM</i> .
<i>SI</i>	Pin <i>SO</i> de la memoria <i>EEPROM</i> .

Sistema de oscilador.

<i>CKI</i>	Círculo RC.
<i>CKO</i>	No usado.

Alimentación, tierra y reset.

<i>Vcc</i>	Alimentación regulada de 5V.
<i>GND</i>	Tierra (0 V).
<i>RESET</i>	Círculo RC.

4.3.1.5 Memoria EEPROM.

Tanto en el transmisor como en el receptor debe existir una memoria no volátil que almacene el código de seguridad con el cuál se pueda activar o desactivar el sistema de alarma.

La capacidad de la memoria debe ser pequeña, pues sólo se necesita almacenar un código de 20 *bits*. Así mismo, el consumo de potencia debe ser el mínimo posible, pues tanto en el receptor como en el transmisor el voltaje lo suministra una batería.

Como se vió en el inciso anterior, sólo queda una línea de entrada/salida disponible, por lo que pensar en un memoria de acceso paralelo no es factible. La *EEPROM* que se ajusta a estos requerimientos es la *NMC93C06EN*.

Es una memoria no volátil de acceso secuencial por medio del puerto serial *MICROWIRE*. El dispositivo contiene 256 *bits* de memoria de escritura/lectura divididos en 16 registros de 16 *bits* cada uno. Cada registro puede ser escrito o leído serialmente por cualquiera de los miembros de la familia *COP400*. La información escrita es almacenada en una celda de compuerta flotante al menos durante 10 años y puede ser actualizada con un ciclo de borrado/escritura. En el modo de espera, la potencia consumida se reduce en un 70%. El diagrama de conexiones se muestra en la figura 4.8.

4.3.1.6 Lista de opciones.

Para el desarrollo del circuito integrado, es necesario mandarle al fabricante una copia del programa y una lista de opciones propia del microcontrolador. En esta lista se definen aspectos tales como niveles de voltaje, tipo de salidas y entradas, etc. La lista del *COP321L* para esta aplicación se muestra en el apéndice D.

4.3.2 Diseño de las etapas de potencia.

De acuerdo al capítulo 1 y a la asignación de líneas de E/S, las cargas que tiene que controlar el *COP321L* son las siguientes:

D ₀	Salida de seguros eléctricos (abierto).....	15.0 A
D ₁	Salida de seguros eléctricos (cerrado).....	15.0 A
L ₀	Luz de domo.....	4.0 A
L ₁	Luces de posición.....	5.0 A
L ₂	Claxon.....	160 mA
L ₃	Distribuidor.....	50 mA

Es evidente que el microcontrolador no puede manejar directamente estas cargas, sino que tiene que hacerlo a través de una etapa de potencia. Para las primeras cuatro salidas, dicha etapa se divide en dos partes. La primera está dada por el *driver DS3656* y la segunda de acuerdo a cada carga. A continuación se describe el *driver DS3656* y después los circuitos utilizados para cada una de las salidas.

Driver DS3656.

El circuito *DS3656* es un *driver* cuádruple diseñado para aplicaciones automotrices. Lógicamente es una compuerta *NAND* con todas sus entradas compatibles con la serie *TTL/LS* y *CMOS*. Tiene una entrada de habilitación común a todos los *drivers* que cuando es llevada a un cero lógico apaga las salidas. Lo mismo sucede si se detecta un sobrevoltaje. El diagrama de conexiones internas se muestra en la figura 4.5.

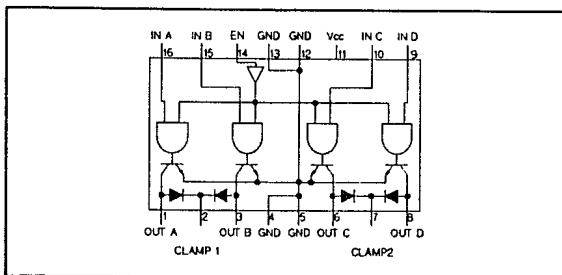


Figura 4.5 Diagrama Interno del Driver DS3656.

Cada salida puede entregar 600 mA y tiene un circuito sujetador capaz de manejar 800 mA en el caso de que la carga sea inductiva.

El DS3656 es destinado para operar con una batería de 12 volts. Internamente el dispositivo tiene un regulador de voltaje que le permite funcionar en el amplio rango de voltajes que se presentan en el ambiente automotriz. Un circuito de sobrevoltaje desconecta las salidas cuando la alimentación es superior a 30 V. Está también diseñado para soportar los transitorios voltaje y contra una conexión inversa de la batería. En este tipo de ambiente se debe conectar un resistor de 100 Ω en serie con la alimentación.

D₀ y D₁: Salidas de los seguros eléctricos.

Para el diseño de esta etapa hay que tomar en cuenta dos consideraciones muy importantes: la alta corriente que hay que suministrar a los motores y el cambio de polaridad que debe hacerse para que estos últimos funcionen en ambos sentidos.

Para esto se utilizan cuatro transistores de potencia en configuración H. El diagrama se muestra en la figura 4.6.

El funcionamiento de este circuito es muy sencillo. Cuando se aplica V_{cc} a la terminal de control A y tierra a la terminal B, los transistores Q1 y Q4 entran en saturación y el motor comienza a funcionar. Notese que Q2 y Q3 no pueden conducir, pues el diodo base-emisor se encuentra polarizado inversamente. Si por el contrario se aplica V_{cc} a B y tierra a A, Q2 y Q3 conducen y el motor se polariza inversamente, cambiando su sentido de giro.

Los transistores utilizados son de alta potencia: *TIP35C* (NPN) y *TIP36C* (PNP). Estos transistores son de propósito general para amplificación de potencia y aplicaciones de conmutación. Soportan una corriente continua de colector de 25 A, una corriente de pico de 40 A y su rango de temperatura de operación es de -65 a 150°C . En el apéndice B se muestra las principales características de estos transistores.

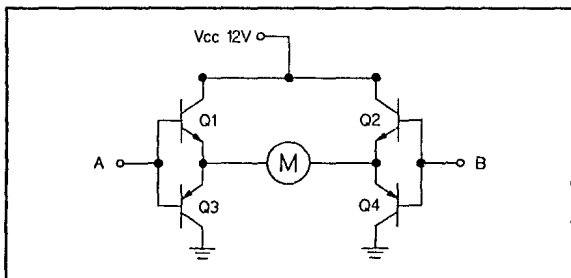


Figura 4.6 Transistores en Configuración H.

Cuando los transistores están conduciendo, el voltaje colector-emisor es aproximadamente de 3V. Considerando una corriente total de 15 A, la potencia disipada es de 45 W. Suponiendo la máxima temperatura ambiente a la que puede estar funcionando el transistor dentro del auto (82°C) y sabiendo que hay que restar un watt por cada grado centígrado después de los 25°C, la máxima potencia permitida para el transistor es de

$$P = 125 - (1)(82 - 25) = 68W$$

lo cual indica que está dentro del límite máximo.

Por otra parte, la temperatura de la unión no debe ser mayor a 150°C. Por la alta corriente, es necesario un disipador de calor. La resistencia térmica del disipador debe de ser:

$$T_{JA} = (T_J - T_A)/(P_D) = (150 - 82)/(45) = 1.50 \text{ C/W}$$

donde

T _{JA}	Resistencia térmica total (unión al ambiente)
T _J	Temperatura de la unión.
T _A	Temperatura ambiente.
P _D	Potencia disipada.

Como la resistencia térmica de la unión a la envoltura es de 1°C/W, el disipador debe tener como máximo una T_{SA} = 0.5°C/W.

Todos estos valores han sido calculados para el caso crítico de máxima temperatura

ambiente y suponiendo que el transistor esta conduciendo continuamente los 15 A. Esto último no es cierto, ya que al apretar el botón de los seguros eléctricos y aunque así se deje, el microcontrolador únicamente activará el circuito de potencia durante 0.5s, para evitar que los transistores puedan sufrir daño. De esta manera se asegura que los transistores siempre funcionen por debajo de los límites máximos y por lo tanto que tengan un periodo de vida mayor.

Analicemos ahora la corriente de base. Si la $h_{FE} = 40$ cuando $I_C = 15$ A, entonces $I_B = 375$ mA. Esta corriente es aún muy grande para que el microcontrolador la pueda manejar directamente. Por otra parte, para lograr el mayor voltaje posible en los motores, el voltaje aplicado a la base de los *TIP35/TIP36* debe ser lo más cercano posible a V_{CC} . El circuito final se muestra en la figura 4.8.

Los transistores *TIP112/TIP117* sirven para suministrar la corriente necesaria a la base de los *TIP35/TIP36*, mientras que el *driver DS3656*, al tener la salidas con colector abierto, sirve para que haya cerca de 12 V en la base de los *TIP112/TIP117*.

La razón por la que se usaron *TIP112/TIP117* es que su corriente máxima es de 2A. Al conducir únicamente 375 mA y en estado de saturación ($V_{CE} = 1.5$ V), la potencia que disipan es de 560 mW aproximadamente, con lo que se evita el uso de un disipador de calor.

Notese que cada transistor *TIP36* tiene en paralelo un diodo 1N4007 y que cada transistor *TIP35* tiene en paralelo un capacitor. La función de estos diodos y capacitores es evitar que los picos de voltaje producidos por los motores puedan dañar a los TIP.

L₀: Luz de domo.

Si el automóvil cuenta con luz de domo y luces de cortesía, la corriente demandada será de 4.0 A, mientras que si sólo cuenta con la primera será de 1.0 A. De acuerdo al diagrama eléctrico de las luces de domo y cortesía, las lámparas están conectadas a la batería por un lado y por el otro se mandan a tierra por medio de los interruptores en las puertas. Por lo tanto, el circuito de potencia para L₀ tiene que mandar a tierra uno de los extremos de las lámparas. El diagrama se muestra en la figura 4.8.

El transistor TIP42C es PNP de potencia. Cuando el driver DS3656 conmuta a estado bajo, la base del transistor queda aproximadamente en 0 V y entonces conduce, encendiendo las lámparas.

Como el transistor está en saturación, el voltaje colector-emisor es de 1.5 V. Si la corriente es de 4 A, entonces la potencia disipada es de 6 W. Suponiendo la máxima temperatura ambiente a la que puede estar funcionando el transistor dentro del auto (82°C) y sabiendo que hay que restar 0.52 watts por cada grado centígrado después de los 25°C, la máxima potencia permitida para el transistor es de :

$$P = 65 - (0.52)(82 - 25) = 35W$$

Lo cual indica que esta dentro del límite máximo.

Por otra parte, la temperatura de la unión no debe ser mayor a 150°C. La resistencia térmica máxima del disipador debe de ser:

$$T_{JA} = (T_J - T_A)/(P_D) = (150 - 82)/(6) = 11.3 \text{ }^\circ\text{C/W}$$

Como la resistencia térmica de la unión a la envoltura es de $1.92 \text{ }^\circ\text{C/W}$, el disipador de calor debe tener como máximo una $T_{SA} = 9.38 \text{ }^\circ\text{C/W}$.

L1: Luces de posición.

Como se puede observar en el diagrama eléctrico (capítulo 1), en este caso las lámparas tienen un lado permanentemente conectado a tierra y el otro está conectado al interruptor de luces de posición, el cual, al ser activado, proporciona el voltaje de alimentación a las lámparas.

El circuito de potencia para L_1 consta de un relevador de 12V activado por el *driver* DS3656. Cuando la entrada al *driver* es baja, la bobina del relevador está conectada a 12.6 V por los dos lados y por lo tanto no conduce. Cuando el *driver* conmuta su salida al estado bajo, el relevador es activado y las luces de posición se encienden. El relevador es el MR 301-12HS 8L4 de la compañía NEC. En la figura 4.8 se observa el diagrama para la salida L_1 .

L2: Claxon

Este esquema es igual al anterior, sólo que en este caso el relevador ya es parte del sistema de claxon, por lo que únicamente se necesitan un par de transistores 2N2222A, una resistencia y un diodo de protección. El diagrama de conexión se muestra en la figura 4.8.

L3: Distribuidor.

Como se explicó en el capítulo 1, al distribuidor llegan tres cables: uno de alimentación, uno de tierra y el que recoge los pulsos del conductor rectangular. Estos pulsos varían entre 0 y 5 V. La función del circuito mostrado en la figura 4.8 es la de mantener el cable que lleva la señal de los pulsos en un nivel bajo (0 V) al aplicarse 5 volts en la resistencia de 1200 Ω . De esta manera, la computadora no sensa ningún cambio de voltaje y por lo tanto no manda las señales respectivas a la bobina y a los inyectores de combustible para que funcionen, con lo que el motor no puede ser puesto en marcha.

4.3.3 Circuitos de protección.

Un automóvil presenta un ambiente extremadamente hostil para un circuito electrónico. Principalmente, los problemas se deben a:

- a) Temperaturas extremas desde -40 °C a 125 °C para el compartimiento del motor o a 85 °C para el compartimiento de pasajeros.
- b) Pulsos electromagnéticos provenientes del sistema de ignición.
- c) Transitorios en la línea de alimentación.

El mayor problema es éste último. Tal como se vió en el Capítulo 2, el sistema de

carga es la fuente de poder mientras el carro está funcionando. Esta alimentación no es precisamente limpia como se puede ver en los siguientes ejemplos:

- Una abrupta reducción en la carga del alternador causa un transitorio positivo de voltaje. En este transitorio, el voltaje de la línea alcanza entre 20 y 30 V en unos cuantos μs para luego decaer exponencialmente con una constante de tiempo aproximada de 100 μs .
- Cuando el circuito de ignición es apagado y, por lo tanto, el campo de excitación decae, la línea de voltaje puede ir entre -40 y -100 V durante 100 μs o más.
- Transitorios por la conmutación de diversos solenoides, los cuales pueden ir desde +200 o -200 V hasta 400 V durante algunos μs .
- El acoplamiento mutuo entre cables no blindados en arneses muy largos puede inducir transitorios de 100 a 200 V en circuitos no protegidos.

Es evidente que el microcontrolador no se puede conectar directamente al circuito de carga. Para evitar que el microcontrolador pueda sufrir algún daño por algún transitorio de voltaje, todas las líneas de entrada están protegidas por un resistencia de 3K3 y un diodo zener de 4.7 V.

4.3.4 Etapa de alimentación.

Esta etapa se diseñó con un regulador de voltaje para aplicaciones automotrices.

Las principales características del circuito *LM2925* son:

- Salida de 5V y 750 mA.
- Retardo externo de reestablecimiento.
- Voltaje diferencial de entrada/salida menor de 0.6V a 0.5A
- Protección contra conexión inversa de batería.
- Protección contra transitorios de carga de 60V.
- Protección contra transitorios de -50 V.
- Protección contra corto circuito.

El diagrama de conexión del regulador se muestra en la figura 4.7.

4.3.5 Diagrama final del módulo de alarma.

El diagrama de conexiones del módulo de alarma se muestra en la figura 4.8

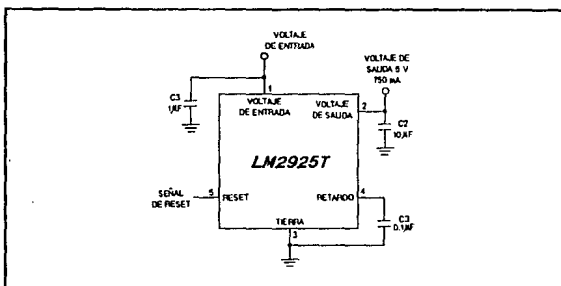
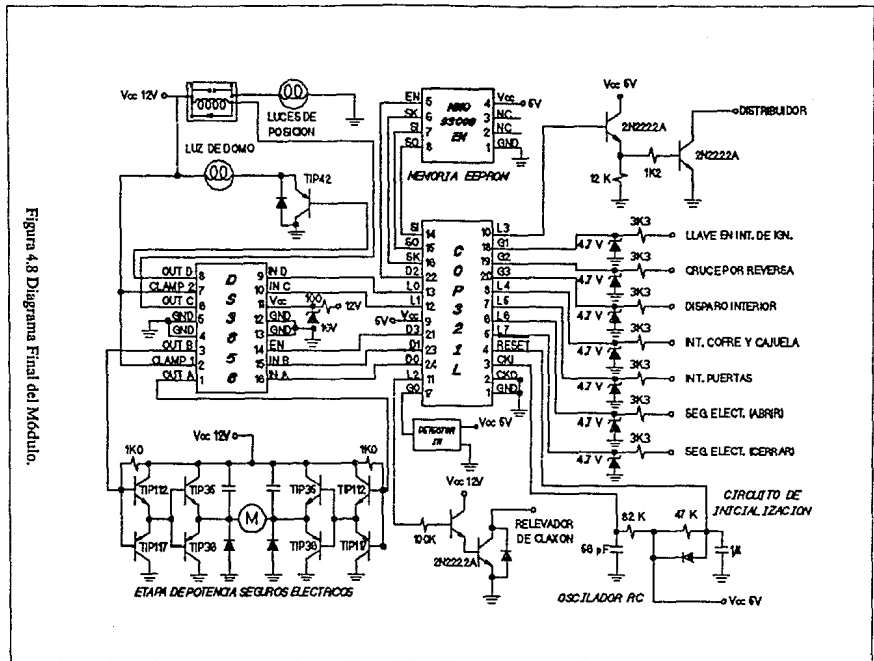


Figura 4.7 Diagrama de conexión del Regulador LM2925T.



4.4 Diseño del Control Remoto (Transmisor).

El sistema transmisor se compone de los siguientes circuitos:

- Parte lógica (microcontrolador).
- Circuito de reset al microcontrolador.
- Memoria de almacenamiento de la clave.
- Circuito de emisión de luz infrarroja.
- Circuito de advertencia de batería baja.

Cada una de estas etapas se describe a continuación.

4.4.1 Etapa lógica (microcontrolador).

4.4.1.1 Selección del microcontrolador.

El circuito elegido es el *COP313CH*. Este circuito cumple con los mismos parámetros que el utilizado para el receptor. Su estructura interna es muy parecida al *COP321L*. El consumo de potencia del *COP313CH* es sumamente bajo, lo cual es indispensable para el sistema del transmisor, ya que la alimentación necesariamente tendrá que ser por medio de una batería. Las principales características de este microcontrolador se encuentran en el apéndice B.

4.4.1.2 Asignación de pines.

En la figura 4.10 se muestra el diagrama de conexión para el *COP313CH*. El chip es del tipo *DIP (Dual-In-Line-Package)*.

Puerto G.

<i>G₀</i>	<i>Chip Select</i> para la memoria.
<i>G₁</i>	Interruptor activado.
<i>G₂</i>	No usado.
<i>G₃</i>	No usado.

Puerto L.

<i>L₀</i>	No usado.
<i>L₁</i>	No usado.
<i>L₂</i>	No usado.
<i>L₃</i>	No usado.
<i>L₄</i>	Señal para transmitir.
<i>L₅</i>	No usado.
<i>L₆</i>	No usado.
<i>L₇</i>	No usado.

Puerto Serial.

<i>SK</i>	Pin <i>SK</i> de la memoria <i>EEPROM</i> .
<i>SO</i>	Pin <i>SI</i> de la memoria <i>EEPROM</i> .
<i>SI</i>	Pin <i>SO</i> de la memoria <i>EEPROM</i> .

Sistema de oscilador.

<i>CKO</i>	Cristal.
<i>CKI</i>	Cristal.

Alimentación, tierra y reset.

<i>V_{cc}</i>	Alimentación regulada de 5V.
<i>GND</i>	Tierra (0 V).
<i>RESET</i>	Circuito de <i>Reset</i> .

4.4.2 Circuito de reset al microcontrolador.

El *COP313CH* es un circuito completamente "estático"; esto quiere decir que el usuario puede detener el oscilador en cualquier momento para ponerlo en el estado de mínimo consumo de corriente (*modo Halt*). Cuando es ejecutada la instrucción *HALT*, los circuitos internos no reciben más la señal del reloj y el *COP* es "congelado" exactamente en el estado en que se encontraba antes de la instrucción *HALT*. Únicamente puede ser reactivado por la función de *reset*. Esta ocurre cuando un cero lógico es aplicado a la entrada de *RESET* durante un mínimo de tres ciclos de instrucción.

El circuito mostrado en la figura 4.10 consta de dos circuitos RC. Cuando el botón del transmisor es apretado, aparece un voltaje de *Vcc* en la base de *Q1* el tiempo suficiente para que el capacitor *C2* se descarge a través de *D1* y *Q1*. Cuando *C1* se carga, *Q1* entra en corte y *C2* se carga a través de *R2* y *R4*. Con los valores calculados, el tiempo en que permanece en estado bajo la entrada de *RESET* es de aproximadamente 300 μ s.

4.4.3 Memoria de almacenamiento de la clave.

La memoria utilizada es la misma que se seleccionó para el módulo receptor (*NMC93C06EN*). Esta memoria contiene una clave 20 bits más los bits de sincronía. Cuando el botón del transmisor es apretado, el circuito de reset inicializa el *COP*, el cual lee de la memoria la clave y luego la transmite al receptor por medio de un diodo emisor de luz infrarroja (IR).

4.4.4 Circuito emisor de luz infrarroja.

Este circuito se encarga de enviar el código de 20 bits al receptor por medio de luz infrarroja. El circuito se muestra en la figura 4.10.

Cuando L_A está en estado bajo, el transistor conduce y entonces circula una corriente de aproximadamente 20 mA a través del diodo infrarrojo. Después de que el COP realiza la lectura de la memoria, modula una señal portadora de 40 KHz con los datos de la siguiente manera: un uno es mandado como una señal moduladora de 1 Hz con un ciclo de 66%, mientras que para un cero se utiliza un ciclo de trabajo de 33%. Esto se representa en la figura 4.9a (las escalas no son representativas).

Una vez que el receptor ha demodulado la señal transmitida, los datos recogidos se ven como los de la figura 4.9b.

De esta manera el COP321L puede identificar fácilmente el código recibido.

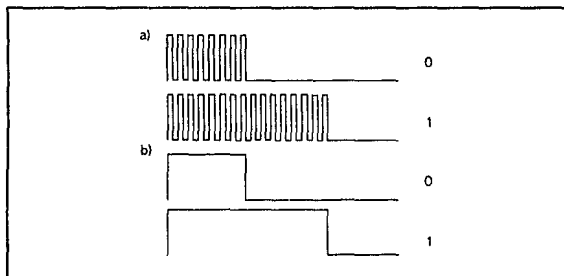


Figura 4.9 Modulación de la señal transmitida.

El diodo utilizado es el *SY-IR53L*. Es un diodo de arsénico de aluminio de alta salida. Produce energía IR no coherente en una longitud de onda de 880 nanómetros.

Sus características eléctricas son:

- Potencia de salida radiante (mín): 3.4 mW/cm
- Voltaje en directa: 1.3V
- Corriente en directa: 20 mA
- Angulo de dispersión: 20°

El transistor utilizado es el PN2907. Este transistor tiene los siguientes valores máximos:

- Frecuencia: 200 MHz.
- Corriente: 600 mA.
- Potencia disipada: 400 mW.

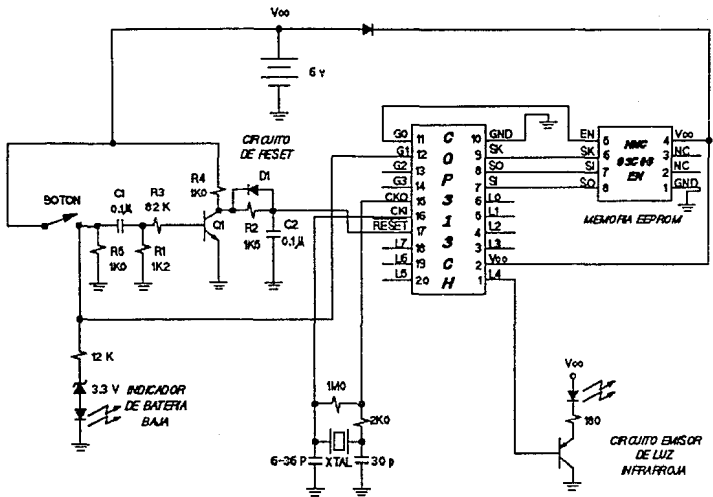
4.4.5 Circuito de advertencia de batería baja.

Este circuito consta de una resistencia, un diodo zener de 3.3 V y un diodo emisor de luz. Cuando el voltaje de la batería sea inferior a 4.8 volts, el LED ya no encenderá. Esto da el tiempo suficiente al usuario para reemplazar la batería antes de que el transmisor comience a fallar (recuérdese que el voltaje mínimo requerido es de 4.5 V).

4.4.6 Diagrama del transmisor.

El diagrama final para el transmisor se muestra en la figura 4.10.

Figura 4.10 Diagrama Final del Transmisor.



4.5 Analisis de costo.

Como se puede ver en el apéndice C, el costo total de los componentes del prototipo del módulo de alarma es de aproximadamente \$250,000 pesos. Este costo aún es muy elevado, ya que todos los componentes fueron comprados en bajas cantidades. Por otra parte, el costo de los microcontroladores se eleva todavía más al tener que usarse una versión *ROMLess* (es decir, sin memoria *ROM*).

Si pensáramos en una producción a gran escala, digamos para una empresa automotriz, el costo se reduce considerablemente, pues, por ejemplo, el precio de cada relevador disminuiría de \$25,000 a \$10,000 aproximadamente y el de cada microcontrolador de \$33,500 a \$11,000. Como se puede observar, aunque no se están considerando los costos de producción y se considere únicamente el valor del prototipo, la reducción de costo en comparación con los módulos que se venden actualmente es bastante significativa.

CONCLUSIONES.

El desarrollo de un proyecto no implica necesariamente el inventar algo nuevo; implica otras consideraciones como el mejorar un producto ya terminado, reducir su costo o una combinación de estos dos puntos.

Este fue el caso del Módulo de Alarma. Como se planteó al inicio de este trabajo, el objetivo es diseñar un sistema de alarma cuyas funciones sean al menos iguales a las de los sistemas existentes en el mercado y que al mismo tiempo su costo sea inferior al de éstos.

En el primer aspecto, el M.A. ofrece una alta seguridad contra el robo del automóvil y a la vez brinda una mayor comodidad al usuario, ya que los pasos de desconectar la alarma y quitar los seguros de las puertas se reduce a uno por medio del control remoto. Además, esto elimina por completo el uso de una o dos llaves para cerrar/abrir las puertas y conectar/desconectar la alarma, lo cual representa mayor facilidad de operación y menor tiempo de acceso al automóvil.

Por otra parte, la calidad del diseño es muy buena, pues se basó en las normas automotrices actuales (en este desarrollo sólo se consideraron las normas de funcionamiento, eléctricas y de temperatura, ya que las de vibración, humedad y cámara salina se realizan en los prototipos de producción). Esto implica que, técnicamente, el módulo puede ser instalado por cualquier compañía de autos en sus unidades.

El diseño y construcción del prototipo demuestra que se puede desarrollar un proyecto competitivo en México a un bajo costo y con la mejor tecnología que existe. Aunque el costo es aún muy elevado para que se instale de fabrica (hay que recordar que también hay que modificar los arneses del carro), el precio del módulo para venderlo en agencias es significativamente menor al de otros sistemas de alarma semejantes.

Hay un segundo punto muy importante que resaltar: los microcontroladores. Su uso en la industria automotriz es cada vez mayor, desde las computadoras de viaje hasta los controladores de la posición de los asientos. Esto se debe al gran potencial que tienen estos dispositivos y a la vez de la gran versatilidad que ofrecen. Aunado a esto, el costo por circuito para altas cantidades de producción es sumamente bajo. Como se ve, se puede utilizar la gran capacidad de desarrollo que tienen estos circuitos para implementar dispositivos que den al automovilista una mayor comodidad y seguridad al manejar sus vehículos.

En cuanto a conseguir los circuitos necesarios, hay un poco de problema cuando se necesitan pocos para desarrollo, pero para producción, es decir, en grandes cantidades, las distribuidoras consiguen cualquier circuito que venga en catálogo en un tiempo razonable.

En conclusión, el desarrollo de proyectos en México de alta calidad y a un bajo costo es factible.

Apéndice A Características y especificaciones de los microcontroladores de Intel Corporation y Motorola.

A.1 Intel Corporation.

Familia MCS-48

Características.

- CPU de 8 bits con 1.36 microsegundos de ciclo de instrucción.
- 27 líneas de entrada/salida.
- Temporizador/contador de 8 bits.
- 2 interrupciones.
- 4 Kbytes máximos de programa.
- 256 bytes de memoria interna RAM máximos.
- 256 bytes de memoria externa RAM máximos.

Rangos absolutos máximos de operación.

Temperatura ambiente con polarización	0 a +70°C
Temperatura de almacenamiento	-65 a +150°C
Voltaje en cualquier pin con respecto a tierra.....	-0.5 a 7 V
Vcc	5 V \pm 10%
Potencia disipada	1 a 1.5 W

Familia MCS-51.

Características.

- CPU de 8 bits optimizado para control.
- 27 líneas bidireccionables e individualmente direccionables de entrada/salida.
- Proceso extensivo *Booleano* (lógica de un sólo bit).
- UART full-duplex.
- 5 fuentes de interrupción con dos niveles de prioridad (6 fuentes en dispositivos con 3 temporizadores/contadores)
- 64 Kbytes máximos de programa.
- 256 bytes de memoria interna RAM máximos.
- 64 Kbytes de memoria externa RAM máximos.
- Estado de consumo mínimo de potencia para las partes CHMOS

Rangos absolutos máximos de operación.

Temperatura ambiente con polarización*	.....0 a 70°C
Temperatura de almacenamiento	.....-65 a +150°C
Voltaje en cualquier <i>pin</i> con respecto a tierra	.....-0.5 a 7 V
Vcc	.....5 V \pm 10%
Potencia disipada	.....1 a 1.5 W

* Algunos pueden trabajar en el rango de -40 a +85°C

Familia MCS-96.

Características.

- Temporizador de 16 *bits* (T1).
- Contador de 16 *bits* (T2).
- *UART full-duplex* con generador independiente de *baud-rate*.
- Modulador de ancho de pulso (*PWM*) de 8 *bits* de resolución.
- 48 líneas de entrada/salida (33 para dispositivos de 48 pines).
- Unidad *HSIO (High Speed Input/Output)*.

En adición a una versión con *EPROM*

- Selección dinámica de 8/16 *bits* para la operación del *bus*.
- Lógica programable *READY*.
- Entrada "*Sample and Hold*" en el convertidor *A/D*.

Rangos absolutos máximos de operación.

Temperatura ambiente con polarización	.....0 a 70°C
Temperatura de almacenamiento	.....-65 a +150°C
Voltaje en cualquier <i>pin</i> con respecto a tierra	.....-0.5 a 7 V
Vcc	.....5 V \pm 10%
Potencia disipada	.....1 a 1.5 W

A.2 Motorola.

Familia M6801

Características.

- Tecnología *HMOS*.
- 128 bytes de memoria *RAM* interna.
- 2048 ó 4096 bytes de *ROM* (solo en algunos).
- 2048 ó 4096 bytes de *EPR0M* (solo en algunos).
- 13 o 29 líneas de entrada/salida.
- Temporizador de 16 bits.
- 64 Kbytes de memoria externa *RAM* máximos.
- *SCI*.

Rangos absolutos máximos de operación.

Temperatura ambiente con polarización*	.....0 a 70°C
Temperatura de almacenamiento	.....-55 a + 150°C
Voltaje en cualquier <i>pin</i> con respecto a tierra	.....-0.3 a 7 V
<i>Vcc</i>	.....5 V ± 10%
Potencia disipada	.....1.2 a 1.5 W

* Algunos pueden trabajar en el rango de -40 a +85°C

Familia M6804

Características.

- Tecnología *HMOS* o *HCMOS*
- 30, 122 ó 172 bytes de memoria *RAM* interna
- 512 a 3700 bytes de *ROM* (dependiendo del dispositivo)
- 1020 ó 3700 bytes de *EPR0M* (dependiendo del dispositivo)
- 12 o 20 líneas de entrada/salida
- Temporizador de 8 bits

Rangos absolutos máximos de operación.

Temperatura ambiente con polarización*	.....0 a 70°C
Temperatura de almacenamiento	.....-55 a + 150°C
Voltaje en cualquier <i>pin</i> con respecto a tierra	.....-0.3 a 7 V
<i>Vcc</i>	.....5 V ± 10%
Potencia disipada	.....120 a 690 mW

* Algunos pueden trabajar en el rango de -40 a +85°C

Familia M6805

Características.

- Tecnología *HMOS, HCMOS o CMOS*.
- 64 a 304 bytes de memoria *RAM* interna (dependiendo del dispositivo)
- 1089 a 7700 bytes de *ROM* (dependiendo del dispositivo).
- 1804 a 8000 bytes de *EPROM* (dependiendo del dispositivo).
- 256 a 6208 bytes de *EEPROM* (dependiendo del dispositivo).
- 16 a 32 líneas de entrada/salida .
- Temporizador de 8 o 16 bits.
- Convertidor *A/D* (en algunos).
- *SPI* y *SCI* (en algunos).

Rangos absolutos máximos de operación.

Temperatura ambiente con polarización*	.....0 a 70°C
Temperatura de almacenamiento	-55 a +150°C
Voltaje en cualquier <i>pin</i> con respecto a tierra.....	-0.3 a 7 V
Vcc	5 V \pm 10%
Potencia disipada	420 a 800 mW

* Algunos pueden trabajar en el rango de -40 a +85°C o de -40 a +105°C

Familia M68HC11

Características.

- Tecnología *HCMOS*.
- 192,256 ó 512 bytes de memoria *RAM* interna
- 4, 8 ó 12 Kbytes de *ROM*
- 512 o 2048 bytes de *EEPROM*
- 38 líneas de entrada/salida
- Temporizador de 16 bits
- 64 Kbytes de memoria externa *RAM* máximos
- *A/D, SPI* y *SCI* (con excepción del 68HC11F1)

Rangos absolutos máximos de operación.

Temperatura ambiente con polarización*	.....0 a 70°C
Temperatura de almacenamiento	-55 a +150°C
Voltaje en cualquier <i>pin</i> con respecto a tierra.....	-0.3 a 7 V
Vcc	5 V \pm 10%
Potencia disipada	420 a 800 mW

* Algunos pueden trabajar en el rango de -40 a +85°C o de -40 a +105°C

Apéndice B Características y especificaciones de los diversos componentes del módulo de alarma.

B.1. COP321L

Las principales características del COP321L son:

- Bajo costo.
- Poderoso set de instrucciones.
- Memoria *ROM* de 1k x 8, memoria *RAM* de 64 x 4.
- 19 líneas de E/S.
- Stack de subrutinas de tres niveles.
- Tiempo de instrucción de 16 μ s.
- Operación con fuente sencilla (4.5V-6.3V).
- Baja corriente de drenaje (9 mA máximo).
- Base interna de tiempo para procesos en tiempo real.
- Registro contador binario interno compatible con el puerto de entrada/salida serial *MICROWIRE*.
- Salidas de propósito general de tercer estado (estado de alta impedancia).
- Entradas y salidas compatibles con tecnologías *LSTTL/CMOS*.
- Capacidad para encender LEDs.
- Software y Hardware compatibles con los demás miembros de la familia *COP400*.
- Dispositivo con rango de temperatura extendida: -40 a +85°C.

B.2. COP313CH

Las principales características del COP313CH son:

- Muy bajo consumo de potencia (típicamente 40 μ W).
- Bajo costo.
- Modo de operación *HALT*.
- *ROM* de 512 X 8, *RAM* de 32 X 4.
- 15 líneas de E/S.
- Dos niveles de *stack* para subrutina.
- Ciclo de instrucción desde *DC* hasta 4 μ s.
- Salidas de propósito general y de tercer estado.
- Registro de contador binario interno.
- Puerto serial *MICROWIRE*.
- Alimentación máxima: 6 V.

B.3. Transistores TIP35C y TIP36C

Las principales características de los transistores *TIP35C* y *TIP36C* son:

- Corriente continua de colector: 25 A.
- Corriente de pico: 40 Adc.
- Baja corriente de fuga $-I_{CEO} = 1 \text{ mA @ } 30 \text{ y } 60 \text{ V}$
- Excelente ganancia de DC $-h_{FE} = 40 \text{ t\acute{p. @ } } 15 \text{ A}$
- Alto voltaje de ruptura $V_{CEO} = 100 \text{ V}$.
- Potencia total disipada: 125 W @ 25C Tam.
- Degradaci3n de potencia: 1.0 °C/W
- Resistencia t3rmica de la uni3n a la envoltura: 1 °C/W
- Rango de temperatura de operaci3n: -65 a 150°C.
- Envoltura del tipo TO-218AC.

Apéndice C Listado y costo de los componentes del Módulo de Alarma

C.1 Modulo Receptor

1 Microcontrolador COP321L	33,500
1 Memoria NMC93C06EN	9,200
1 Driver DS3656	9,300
1 Relevador MR 301-12HS 8L4	25,000
1 Detector de IR	14,500
1 Regulador de voltaje LM2925T	8,900
2 Transistores TIP35C	17,000
2 Transistores TIP36C	17,800
2 Transistores TIP112	4,400
2 Transistores TIP117	4,400
4 Transistores 2N2222A	5,600
1 Transistor TIP42C	2,300
5 Diodos 1N4007	1,000
7 Diodos Zener 4.7 V	2,100
1 Diodo Zener 16 V	500
7 Capacitores diferentes valores	6,900
5 Disipadores de calor	14,000
15 Resistencias 1/2 W dif. valores	3,000
Total	179,400

C.2 Transmisor.

1 Microcontrolador COP313CH	33,500
1 Memoria NMC93C06EN	9,200
1 Diodo Emisor de Luz Infrarroja	6,600
1 Diodo Emisor de Luz	1,500
1 Diodo Zener 3.3 V	200
2 Diodos Germanio Pequeña Señal	400
2 Baterías 3V	8,500
1 Interruptor	900
1 Transistor 2907	1,400
1 Cristal 4 MHz	4,500
9 Resistencias 1/4 W dif. valores	1,350
3 Capacitores diferentes valores	4,500
Total	72,550

Costo total de los componentes de la alarma para el desarrollo del prototipo:
251,950.00 pesos.

Apéndice D Lista de Opciones COP321L.

Opción 1 = 0: Terminal de tierra. No hay opción disponible

Opción 2: Salida *CKO*

= 0: salida para el generador del reloj.

= 1: pin para alimentación de memoria *RAM*.

= 2: entrada de propósito general con carga conectada a *Vcc*.

* = 3: entrada de propósito general con tercer estado.

Opción 3: Entrada *CKI*

= 0: entrada del oscilador dividida entre 32.

= 1: entrada del oscilador dividida entre 16.

= 2: entrada del oscilador dividida entre 8.

* = 3: oscilador controlado por circuito *RC* (4).

= 4: entrada para disparador Schmitt (4).

Opción 4: Entrada de *RESET*

= 0: dispositivo a *Vcc*.

* = 1: entrada de alta impedancia.

Opciones 5-8: Puerto *L7-L4*

* = 0: salida estandar.

= 1: salida con drenaje abierto.

= 2: salida de alta corriente para manejar segmentos de *LED*.

= 3: salida de baja corriente con push-pull de tercer estado.

= 4: salida de baja corriente para manejar segmentos de *LED*.

= 5: salida de alta corriente con push-pull de tercer estado.

Opciones 9-10 = 0: Entradas *In*, no hay opción disponible

Opción 11 = 0: *Vcc pin*

Opciones 12-15: Puerto *L3-L0* Igual a opciones 5-8

Opción 16: Entrada *SI*

= 0: dispositivo de carga a *Vcc*.

* = 1: entrada de alta impedancia.

Opción 17: Driver *SO*

* = 0: salida estandar.

= 1: salida con drenaje abierto.

= 2: salida *push-pull*.

Opción 18: Driver *SK*

misma que opción 17

Opciones 19-20 = 0: Entradas *In*, no hay opción disponible.

Opciones 21-24: Puerto de *E/S G0-G4*

= 0: salida estandar de muy alta corriente.

= 1: salida con drenaje abierto de muy alta corriente.

= 2: salida estandar de alta corriente.

= 3: salida con drenaje abierto de muy alta corriente.

* = 4: salida estandar *LSTTL*.

= 5: salida con drenaje abierto *LSTTL*.

Opciones 25-28: Puerto de salida *D3-Do*

mismas que opciones 21-24

Opción 29: Niveles del puerto *L*

= 0: niveles de entrada estandar *TTL* ("0" = 0.8 V, "1" = 2.0 V).

▪ = 1: niveles de entrada altos ("0" = 1.2 V, "1" = 3.6 V).

Opción 30: Niveles del puerto *I*

misma que opción 29 (opción 0 en este caso)

Opción 31: Niveles del puerto *G*

misma que opción 29

Opción 32: Niveles de la entrada *SI*

misma que opción 29 (opción 0 en este caso)

Opción 33: entrada de *RESET*

• = 0: entrada para *disparador Schmitt*.

= 1: niveles estandar *TTL*.

= 2: niveles de voltaje altos.

Opción 34: Niveles de *CKO*

(*CKO* = *input*; opción 2 = 2,3)

misma que opción 29 (opción 0 en este caso)

Opción 35: Envoltura del *COP*

= 0: *COP420L* (28 pins).

• = 1: *COP421L* (24 pins).

= 2: versiones de 24 y 28 pins.

= 3: *COP422L* (20 pins).

= 4: versiones de 28 y 20 pins.

= 5: versiones de 24 y 20 pins.

= 6: versiones de 28, 24 y 20 pins.

Opción 36: Lógica interna de inicialización

• = 0: operación normal.

= 1: sin lógica interna de inicialización.

• Opción elegida.

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) que contiene información.

ASK: "*Amplitud Shift Key*", forma análoga de la modulación AM, en la cual la señal moduladora es digital. (Vease AM).

Bidireccional: Es cuando un puerto de comunicaciones puede funcionar como receptor o transmisor de señales.

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

Cabeza de motor: parte del motor donde van montadas las bujías, valvulas y árbol de levas.

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

Ciclo de instrucción: Es el tiempo en el 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 o mensaje. (Vease AM)

EPROM: "*Erasable and Programmable ROM*", memoria programable de sólo lectura, borrable por medio de rayos ultravioleta.

EEPROM: "*Electrically Erasable and Programmable ROM*", memoria de sólo lectura programable y borrable en forma eléctrica.

Flujo, diagrama de: Diagrama que muestra los pasos consecutivos en la ejecución de un programa.

Halt, modo de: Modo de operación de algunos dispositivos electrónicos, en el cual se tiene el mínimo consumo de potencia; durante el mismo, no se pierde el contenido de los registros y únicamente se espera recibir una determinada señal para continuar con la operación normal.

Kbyte (Kb): Unidad de medida de información equivalente a 1024 bytes. A su vez, un byte es igual a 8 bits. (Vease 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 un objeto que refleje u obstruya el paso de la misma.

Microcontrolador: Microcomputadora diseñada específicamente para realizar funciones de control.

Paso-Bandas, filtro: circuito que sólo permite el paso de señales comprendidas en un rango determinado de frecuencia.

RAM: "*Random Acces Memory*", 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.

RESET: Proceso de reinicialización de un circuito.

ROM: "*Read Only Memory*", memoria de sólo lectura. Solamente permite que los datos almacenados en ellas sean leídos, sin tener la posibilidad de modificarlos. Se utilizan normalmente para guardar programas o datos que son fijos.

Vec: Notación utilizada para simbolizar el voltaje de alimentación a un circuito.

BIBLIOGRAFIA.

- García Carpio, Lilia
DISEÑO DE ARNESES ELECTRICOS AUTOMOTRICES.
Tesis.
México, D.F., 1991.
- Hirata Yamamuro, Juan
**SISTEMA DIGITAL DE ACCESO AUTOMOTRIZ
POR MEDIO DE UN CONTROL REMOTO.**
Tesis.
México, D.F., 1992.
- Intel Corporation
EMBEDDED CONTROL APLICACIONES HANDBOOK
Manual técnico.
Intel Literature Sales.
California, 1989.
- 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 Febrero 1985.
No. Publicación: 424410284-001A.

- **National Semiconductor**
MEMORY DATABOOK.
Manual técnico.
National Semiconductor Corp.
California, USA 1988.

- **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 1989.

- **Millman, Jacob & Grabel, Arvin**
MICROELECTRONICS.
Libro de consulta.
McGraw-Hill International Editions.
Singapoure, 1989.

- **Motorola**
MICROPROCESSOR, MICROCONTROLLER AND PERIPHERAL
DATA, VOLUME I Y II.
Manual Técnico.
MOTOROLA INC.
California, 1988.