



300617
54
2ej

UNIVERSIDAD LA SALLE

ESCUELA DE INGENIERIA

INCORPORADA A LA U.N.A.M.

"SISTEMA DE PRUEBA PARA UN PANEL DE
INSTRUMENTOS AUTOMOTRIZ POR MEDIO
DE 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

AIDA RAQUEL SILVA SALGADO

ASESOR DE TESIS:
ING. GUILLERMO ARANDA PEREZ

MEXICO, D.F.

1993

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



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	1
1. EL AUTOMOVIL	1
1.1 GENERALIDADES	2
1.2 HISTORIA	3
1.3 INSTALACION ELECTRICA EN EL AUTOMOVIL	4
1.4 TABLERO DE INSTRUMENTOS	6
2. MICROCONTROLADORES	8
2.1 INTRODUCCION	9
2.2 MICROCONTROLADORES DE LA FAMILIA NATIONAL	10
2.3 COP420	13
3. TRANSDUCTORES	23
3.1 INTRODUCCION	24
3.2 TRANSDUCTORES DE PRESION	28
3.3 TRANSDUCTORES DE TEMPERATURA	36
3.4 TRANSDUCTORES DE NIVEL	44
4. PANEL DE INSTRUMENTOS	52
4.1 GENERALIDADES	53
4.2 PANEL DE INSTRUMENTOS	54
5. DESARROLLO DEL SISTEMA	65
5.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES	66
5.2 REQUERIMIENTOS	66
5.3 PARTES DEL SISTEMA	68
5.4 DIAGRAMA FINAL DEL PROTOTIPO Y CALCULOS	78
CONCLUSIONES	81
BIBLIOGRAFIA	85

INTRODUCCION

INTRODUCCION

El automóvil es la unión entre fenómenos técnicos industriales y fenómenos humanos que ha provocado uno de los cambios más radicales que han afectado a la humanidad.

El automóvil se considera símbolo de la civilización del siglo veinte, al ser un instrumento de bienestar y de progreso.

El objetivo de este proyecto es la creación de un equipo de prueba para realizar mejoras en los sistemas de instrumentación para así, mejorar la calidad del sistema.

El desarrollo de sistemas de instrumentación del automóvil, cada vez más complejos, ha creado la necesidad de utilizar microprocesadores y microcontroladores para el desarrollo de los mismos.

Con la creciente comercialización de estos sistemas, se hace necesaria la creación de un equipo efectivo, rápido y económico, que pruebe dichos sistemas de instrumentación, facilitando la labor del técnico, ahorrando tiempo y dinero; y asegurando la calidad.

Para la realización de este proyecto en el capítulo uno se mencionan las generalidades del automóvil hablando un poco de historia, instalación eléctrica y se da una breve introducción del panel de instrumentos.

En el segundo capítulo se trata el tema de los microcontroladores, hablando más específicamente de la familia National Semiconductor del COP 400 ya que dentro de esta categoría está el microcontrolador utilizado en el proyecto.

En el capítulo tres se habla sobre transductores ya que son estos los que mandan la información al panel de instrumentos, habiéndola transformado de algún tipo de señal

(presión, temperatura, nivel, etc) a señales que manejan distintos niveles de voltaje o frecuencia.

El capítulo cuatro trata más profundamente de lo que es un panel de instrumentos el cual tiene la función de desplegar información acerca de algunas condiciones prevalentes de un automóvil. La información que es tomada de los transductores se convierte y procesa para que el sistema de instrumentos la pueda desplegar.

El quinto capítulo habla sobre el desarrollo del sistema, características principales y desarrollo.

Este sistema es importante ya que es un poco problemático el probar dichos instrumentos, además de que tendrían que ser enviados a su lugar de ensamble para realizar dichas pruebas.

CAPITULO 1

EL AUTOMOVIL

1. EL AUTOMOVIL

1.1 GENERALIDADES

Al igual que la humanidad, el automóvil, es el resultado de un proceso evolutivo. Sus antecesores fueron el coche de caballos al que se montó un motor de vapor. Con el paso de los años el automóvil fue perdiendo el aspecto del primitivo coche de caballos.

En la forma del automóvil han influido un sin fin de factores. En ella han intervenido ingenieros, artistas y políticos movidos por las matemáticas, la estética o el deber. Pocos de los que intervinieron en el nacimiento del automóvil hubieran imaginado lo que sus esfuerzos conseguirían al cabo de algunos años.

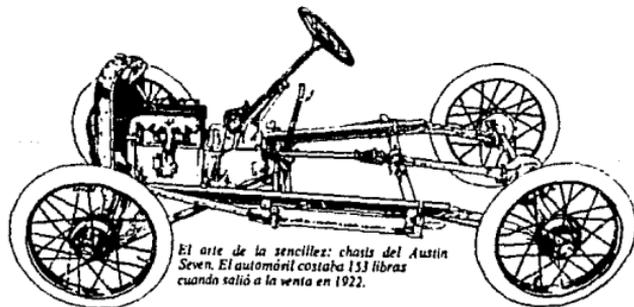


FIG. 1.1 EL AUTOMOVIL

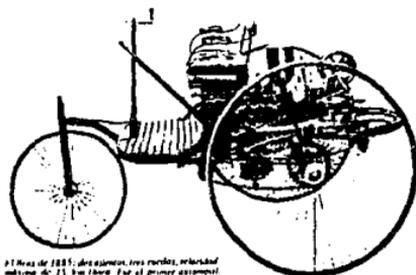
Desde los tiempos de los experimentos desorganizados de un grupo reducido de inventores hasta nuestros días, el automóvil ha dado nueva forma a la sociedad. De ser un lujoso capricho, sólo al alcance de los potentados, se ha convertido en una necesidad fundamental para millones de personas.

Los conductores que antes se sentaban sobre un artefacto mecánico tembloroso, que los agitaba al desplazarse a la vertiginosa velocidad del peatón, ocupan hoy un cómodo compartimiento con calefacción, ventilación, aislado al máximo de cualquier sensación de movimiento.

La actividad automotriz ocupa un lugar central entre los sectores productivos de México y de otros países altamente desarrollados. Su tamaño y peso económico actual son causa de innumerables conexiones y ramificaciones con otros sectores, de ahí su importancia como indicador líder de la economía. El crecimiento complejo automotor se ha extendido a varios países a través de diversos mecanismos y en varias circunstancias. México figura entre las naciones en vías de desarrollo que poseen un sector automotriz creciente.

1.2 HISTORIA

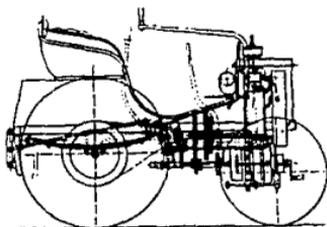
La primera máquina construida y probada con éxito fue la de Carl Benz. Terminó su primer vehículo de tres ruedas en 1885 y empezó a venderlo comercialmente en 1888. El ingeniero alemán, Gottlie Daimler, finalizó el primer coche de cuatro ruedas sin caballos en 1886. Movidado por motor de un solo cilindro y 1.1 caballos de vapor, fue capaz de alcanzar la velocidad de más de 15 kph.



El Benz de 1885: dos ejes, tres ruedas, velocidad máxima de 25 km/hora. Fue el primer automóvil

FIG. 1.2 EL PRIMER AUTOMOVIL

En 1896 un joven mecánico de Michigan construyó un cuatriciclo movido por un motor de dos cilindros y cuatro caballos de vapor. Aquel vehículo fue el primero de otros millones que ostentaron el nombre de su inventor: Henry Ford.



El Panhard-Lenaxer de 1891, primer vehículo de características modernas.

En 1914, el automóvil ya había sustituido completamente al caballo en la existencia cotidiana.

FIG.1.3 VEHICULO MODERNO DE 1891

Una economía de combustible más alta, los requerimientos de seguridad y control de emisión, ordenados por todos los gobiernos, han dado como resultado unos coches mejores, más seguros y más eficientes. Pero el costo de dichos cambios ha sido tremendo.

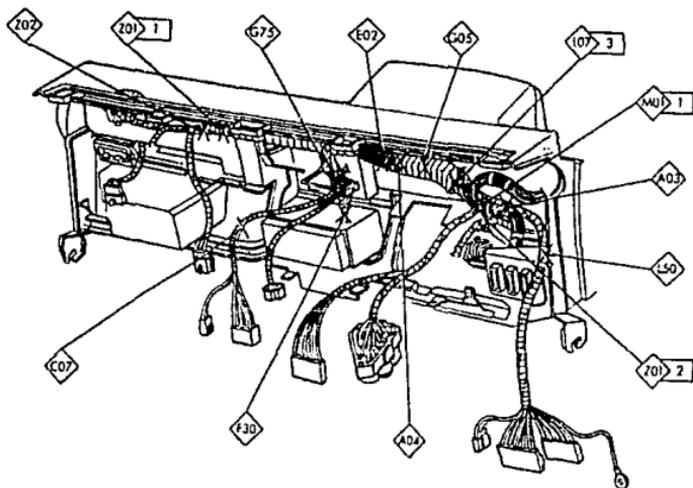
Los coches actuales se diseñan con ayuda de ordenadores, se construyen con ayuda de robots industriales y se estilizan en un túnel de viento. Son más rápidos, se detienen más de prisa y duran más, pero todos son semejantes, sea cual sea su marca o el país de origen.

1.3 INSTALACION ELECTRICA EN EL AUTOMOVIL

La corriente destinada al sistema eléctrico del automóvil se toma de la batería y/o del alternador. La tensión nominal que se maneja es normalmente de 12V en todos los dispositivos, excepto en las bujías en donde la tensión se eleva hasta 30,000V por medio del sistema de encendido. Dos de las funciones más importantes del equipo eléctrico

son: producir la chispa que encienda la mezcla de aire y gasolina en los cilindros del motor y la otra es el arranque del motor.

La instalación eléctrica del automóvil se divide en circuitos, cada uno con funciones específicas. Estos circuitos son los siguientes: el circuito de encendido, el de arranque, el de carga, el de alumbrado y el de los *accesorios*. En la mayoría de los casos los sistemas se hallan protegidos por un fusible; una falla en este último implica una sobrecarga del circuito que protege.



918w-122

FIG. 1.4 INSTALACION ELECTRICA EN UN PANEL DE INSTRUMENTOS

Los componentes eléctricos del coche están conectados a un borne de la batería. En estas conexiones se interponen los correspondientes interruptores. El otro borne de la batería se conecta a la carrocería o al chasis. De esta forma el circuito de cualquier

componente se cierra a través de la carrocería. Con ello no solamente se ahorra cable sino que también se reduce la posibilidad de desconexiones y simplifica por consiguiente la localización de averías y la colocación de *accesorios*.

Los cables que se utilizan son de distinto calibre, dependiendo de la cantidad de carga que manejen, con el fin de evitar que éstos se calienten. Los colores de los cables suelen indicar el tipo de señal que manejan y en los planos se indican generalmente con letras para poderlos indentificar más fácilmente.

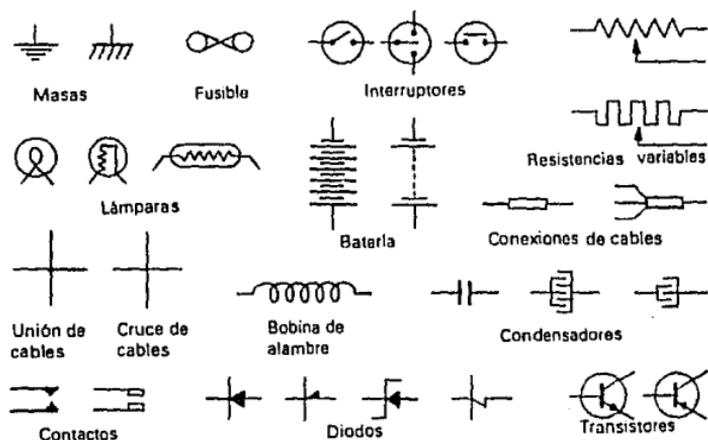


FIG.1.5.SIMBOLOGIA ELECTRICA

1.4 TABLERO DE INSTRUMENTOS

Los instrumentos principales, que deben consultarse con mayor frecuencia, se hallan delante del conductor, de modo que la vista se aparte de la carretera el menor tiempo posible. A este conjunto de instrumentos se le llama tablero de instrumentos.

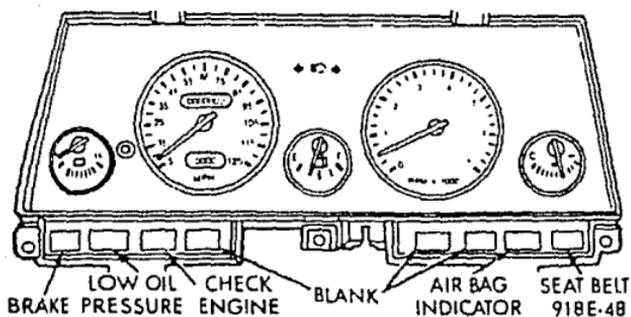


FIG. 1.6 PANEL DE INSTRUMENTOS

El tablero de instrumentos es un elemento muy importante en el automóvil ya que se puede considerar como un dispositivo de seguridad. En el se encuentran los instrumentos que dan a conocer las condiciones más importantes del automóvil.

CAPITULO 2

MICROCONTROLADORES

2. MICROCONTROLADORES

2.1 INTRODUCCION

Los microcontroladores fueron desarrollados en un principio como circuitos de control para calculadoras. Hoy en día son la solución perfecta para simplificar un rango amplio de diseños, con una gran ventaja en competitividad en el mercado.

Es por esto que se utiliza un microcontrolador para el diseño del "Probador de panel de instrumentos".

Para entender que es un microcontrolador en este capítulo se hablará de él y sus características principales.

Las microcomputadoras se dividen en dos categorías principalmente: microprocesadores y *microcontroladores*. Se hace una distinción ya que son dispositivos distintos. Los microcontroladores son unidades inteligentes, formadas por circuitos electrónicos, que ejecutan un programa o una secuencia de instrucciones grabadas dentro de ellos, y está formado por memoria, unidad lógica aritmética y puertos de entrada y salida, que son los que se encargan de la comunicación con los dispositivos a controlar. El juego de instrucciones es distinto, además, para funcionar los microcontroladores constan de un solo circuito integrado (CI) y los microprocesadores están constituidos por varios circuitos integrados. Es importante conocer estas diferencias ya que es por ello que tienen aplicaciones diferentes. En cuanto a aplicaciones de control, la eficiencia en uso de memoria de los microcontroladores es mayor en comparación con los microprocesadores.

Los microcontroladores pueden utilizarse como simples reemplazos lógicos o ser una parte integral de un sistema electrónico complejo de alto funcionamiento, puede, además, reducir costos en sistemas, reducir el espacio del sistema y reducir el tiempo

de diseño de dichos sistemas, y mejor aún dar un funcionamiento más eficiente a las soluciones tradicionales de diseño con circuitos lógicos.

Estos dispositivos se utilizan generalmente para sistemas de control, por lo que se pueden encontrar en:

- Sistemas de control para motores
- Sistemas de antibloqueo de frenos
- Automatización de fábricas
- Impresoras láser
- Sistemas de telecomunicaciones
- Sistemas de aviación
- Radios de automóvil
- Equipo médico
- Sistemas de seguridad
- Juguetes inteligentes.

2.2 MICROCONTROLADORES DE LA FAMILIA NATIONAL

Las siglas en inglés COPS son la representación de Procesador Orientado a Control. Los COPS son dispositivos microcontroladores de propósito general formado por un solo circuito integrado. Los microcontroladores son microcomputadoras que contienen una memoria ROM, una memoria RAM, un sistema de tiempos, lógica interna y dispositivos de entrada y salida necesarios para implantar funciones de control para diversas aplicaciones.

La familia de COP400 consta de un gran número de microcontroladores que permite al usuario utilizar el dispositivo más adecuado para sus necesidades. Están diseñados con un juego de instrucciones común, y el "software" es totalmente compatible, por lo que los programas escritos para un microcontrolador pueden ser transferidos a otro (con el mismo número de "bits"), incluyendo un pequeño cambio, o sin realizar ninguna modificación. Todo esto se debe a que tienen una misma arquitectura básica.

La familia COP400 está optimizada para tener un alto código de eficiencia, y aunque la mayoría de las instrucciones son únicamente de un byte, cada instrucción puede efectuar muchas funciones, lo que se llama "código de densidad de funciones", que provee un incremento sustancial en la eficiencia de la memoria y en la velocidad de procesamiento.

Entre la variedad de COPS que existen, hay varias opciones de características de entrada y salida disponibles para el usuario en el momento de programar los dispositivos. De esta forma el usuario optimiza el microcontrolador para el sistema, logrando la máxima capacidad al menor costo.

Los microcontroladores COPS pueden utilizarse para reemplazar lógica discreta en productos de consumo de alto volumen y productos de bajo volumen industrial, lo que permite agregar otras características, miniaturizar y reducir componentes.

Algunas características importantes de los COP400 son las siguientes:

- Microcontrolador de 4 bits de alto desempeño
- Ciclos de instrucción de 4 a 16 μ s
- ROM-paquete de instrucciones eficiente
- ROM de 0.5k a 2k bytes

- RAM de 32 X 4 a 160 X 4
- Más de 60 componentes compatibles en familia
- Voltaje de operación de +2.4 V a +6.3 V

2.2.1 COPS SIN ROM

Para cada tipo de COP existe uno equivalente sin memoria ROM, que es la memoria que contiene al programa que se va a ejecutar. A estos dispositivos se les han agregado los elementos necesarios para conectarles una memoria externa que puede ser un EPROM (ROM programable eléctricamente por el usuario), esto es con el fin de realizar pruebas y una vez que el sistema funciona adecuadamente, hacer la programación interna en el COP con ROM.

Otra aplicación del COP sin ROM es cuando se tiene un bajo volúmen, ya que el precio de programar internamente la ROM es alto y solo se justifica con un gran volúmen de producción.

2.2.2 ENCAPSULADO DE LOS COPS

Los COPS vienen en configuraciones de 20, 24, 28, 40 y 48 terminales. Una de las diferencias entre un COP y otro puede ser esta configuración, pero todos los dispositivos COPS con el mismo encapsulado tienen la misma configuración de terminales, excepto para los de 20.

2.2.3 JUSTIFICACION DEL MICROCONTROLADOR DE 4 BITS

Existen varios factores que se deben considerar al elegir un microcontrolador, siendo el factor decisivo la relación funcionamiento-costo.

Se utilizará el microcontrolador COP420 de la compañía National Semiconductor Corp. debido a que en la actualidad es la única que tiene una línea de

microcontroladores de 4 bits, no se utiliza un microcontrolador de 8 bits ya que no es necesario conectarlo a ninguna memoria o "bus" de datos de 8 bits, como son microprocesadores, convertidores analógicos-digitales, etc; además de que su costo es mayor.

Se eligió un microcontrolador de 4 bits, ya que cumple con los requerimientos del sistema, como son la cantidad de memoria ROM y RAM, los puertos de E/S, etc; además de que el precio es muy bajo.

2.3 COP420

El COP420 es un microcontrolador contenido en un solo circuito integrado fabricado en base a la tecnología MOS, además de poseer todas las características de todo microcontrolador de National, como son memoria ROM, RAM, sistema de tiempo, lógica interna y unidades de E/S, requiere una fuente de alimentación sencilla, un conjunto de instrucciones, una arquitectura interna, un esquema de E/S que permite el manejo de una entrada de teclado y manipulación en BCD (Código de decimal a binario).

Posee 23 líneas de E/S y un rango de temperatura de 0°C a 70°C.

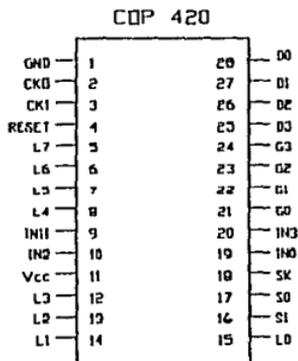


FIG.2.1 TERMINALES DEL COP 420

2.3.2 LOGICA INTERNA

El registro *acumulador* (A) de 4 bits es la fuente y destino de casi todas las operaciones de E/S, aritméticas, lógicas y de acceso de datos de memoria. También se puede utilizar para cargar las porciones de Br y Bd del registro B, para cargar las entradas de 4 bits de los 8 bits de datos del registro Q, para meter 4 bits de los 8 bits de los puertos de datos de E/S de L y realizar intercambios de datos con el registro SIO.

Un sumador de cuatro bits realiza las funciones lógicas y aritméticas almacenando los resultados en A, y también establece el bit de "carry" al *registro C*, que la mayoría de las veces sirve para indicar un sobre flujo aritmético. El registro C junto con la instrucción XAS y el registro de habilitación EN también sirve para controlar la salida de reloj serial SK.

Como entradas de propósito general se tienen las *líneas IN3-IN0*. Es posible seleccionar IN1, IN2 e IN3 por medio de opciones programables por mascarilla (opciones programadas de fábrica) como entradas para pulsos de lectura, selector de CI y pulsos de escritura.

El *registro D* provee cuatro salidas de propósito general y se utiliza como el registro de destino de los cuatro bits del registro Bd.

El *registro G* es un puerto bidireccional de E/S de cuatro bits de propósito general. G0 puede ser programado por mascarilla como una salida para las aplicaciones de "Microbus" (comunicaciones paralelas).

El *registro Q* es un registro de 8 bits internos con "latch", se utiliza para mantener los datos cargados desde el acumulador y la memoria, así como datos de ocho bits extraídos de memoria ROM. Su contenido se envía al puerto E/S L, siempre y cuando las líneas del puerto L están habilitados bajo control de programa.

Las 8 líneas de este puerto, cuando están habilitadas, mandan el contenido del registro Q al puerto de entrada-salida L. También el contenido de L puede ser leído directamente y ser colocado en memoria y acumulador.

El registro SIO funciona como un registro de corrimiento (SISO, entrada serial-salida serial) de cuatro bits o como un contador binario, dependiendo del contenido en el registro EN. Su contenido puede ser intercambiado con el acumulador, permitiendo meter o sacar datos seriales continuos. El registro SIO también se utiliza para proveer E/S adicionales paralelas.

La instrucción XAS copia el contenido del registro C en el registro SKL. En el modo de contador SK es la salida de SKL; en el modo de registro de corrimiento SK saca el resultado de una compuerta AND entre SKL y el reloj.

El registro EN es un registro interno de cuatro bits cargado por la instrucción LEI. El estado de cada bit de este registro selecciona o deshabilita una característica particular asociada con cada bit del registro EN:

El bit menos significativo del registro de habilitación, EN0, selecciona el registro SIO, ya sea como registro de corrimiento de cuatro bits o como contador binario de cuatro bits. Con EN0 establecido (1), SIO es un contador binario asíncrono, decrementando su valor cada vez que se presenta una transición negativa (de "1" a "0") en la entrada SI. Cada pulso debe ser, de al menos, dos ciclos de reloj de ancho. SK saca el valor de SKL. La salida SO serial es el bit EN3. Con EN0 reestablecido SIO es un registro de corrimiento hacia la izquierda rotando un bit cada vez que se produce un ciclo de instrucción. El dato presente en SI entra al bit menos significativo de SIO. SO puede ser habilitado para sacar el bit más significativo de SIO con cada ciclo de instrucción. SK saca la salida de la compuerta AND entre las entradas SKL y el reloj del ciclo de instrucción.

Las funciones de EN0 junto con EN3 se muestran en la siguiente tabla:

TABLA 2.1 FUNCIONES DE EN0 CON EN3

EN0	EN3	SIO	SI	SO
0	0	Registro de corrimiento	Entrada al registro	0
1	0	Registro de corrimiento	Entrada al registro	Salida serial
0	1	Contador binario	Entrada al contador	0
1	1	Contador binario	Entrada al contador	1

- Con EN1 establecido, se habilitan las interrupciones. Inmediatamente siguiendo una interrupción, EN1 es borrado para deshabilitar otras interrupciones.
- Con EN2 habilitado, las líneas del puerto L son habilitados para sacar los datos de Q al puerto de E/S L. Reestableciendo EN2 se deshabilitan las líneas de L, colocándolo en un estado de alta impedancia.

2.3.3 MEMORIA DE PROGRAMA

La memoria de programa consiste en 1024 bytes de ROM, los cuales forman palabras (de longitud de un byte), estas palabras pueden ser instrucciones de programa, datos de programa o direcciones de datos de ROM. Por las características especiales relacionadas con las instrucciones de salto, la ROM está organizada en 16 páginas de 64 palabras cada una.

La dirección de ROM está acompañada por un registro de 10 bits llamado "Program Counter" (PC). Sus valores binarios seleccionan una de las 1024 palabras de 8 bits contenidas en la ROM. La nueva dirección se carga en el registro PC durante cada ciclo

de instrucción. A menos que la instrucción sea una transferencia de una instrucción de control, el registro PC se carga con la siguiente secuencia de 10 bits del valor binario de conteo. Tres niveles de subrutina internos son posibles mediante 3 registros de "pila": SA, SB, y SC. ("stack pointer"). Estos registros se utilizan al llamar subrutinas o al regresar de ellas.

- Las instrucciones de ROM son llamadas, decodificadas y ejecutadas por el Decodificador de Instrucciones, el cual es un circuito de control de secuencia y saltos de instrucción.

2.3.4 MEMORIA DE DATOS

La memoria de datos consta de 256 bits de RAM organizados en 4 renglones por 16 columnas de datos de 4 bits. El direccionamiento de RAM se realiza con un registro B, de 6 bits de longitud, en el que los dos bits superiores (Br) seleccionan 1 de los 4 renglones de datos y los cuatro bits inferiores (Bd) seleccionan una de las 16 columnas de cuatro bits en el registro de datos seleccionado. El contenido de cuatro bits de la columna seleccionada de RAM (M) se carga intercambiándolo con el registro acumulador (A), o también, puede ser cargado en el registro Q, o en los puertos L. El direccionamiento de RAM puede ser realizado directamente por las instrucciones LDD y XAD, las cuales tienen un campo de operando inmediato para acceder a la localidad de RAM deseada.

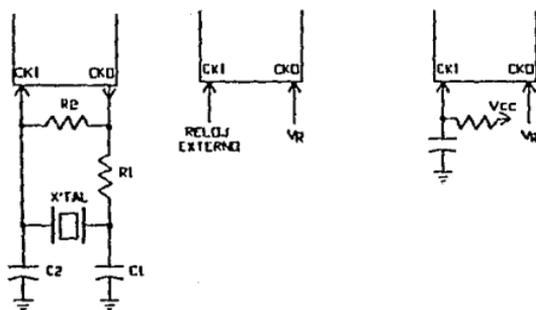


FIG. 2.3 CONFIGURACIONES DE RELOJ

2.3.5 OSCILADOR

Existen tres configuraciones básicas de reloj, como se muestran en la figura.

- Oscilador controlado por cristal. CKI y CKO son conectadas a un cristal externo. El tiempo de ciclo de instrucción es igual a la frecuencia de reloj dividida en 16 (opcionalmente 8).
- Oscilador externo. CKI es una señal de entrada externa de reloj. La frecuencia externa es dividida en 16, opcionalmente en 8, para dar el ciclo de instrucción. CKO está disponible para ser utilizada como la fuente de poder de la RAM (pila), o como una entrada de propósito general.
- Oscilador controlado por RC. CKI está configurado como un oscilador "Schmitt trigger" controlado por una red RC. La frecuencia de reloj es igual a la frecuencia de oscilación dividida entre cuatro. CKO está disponible para funciones de otro tipo.

2.3.6 OPCIONES DEL "PIN" CKO

En un sistema oscilador controlado por cristal, CKO es utilizado como una salida a la red del cristal. Como una opción CKO puede ser una entrada de propósito general, leída en el bit 2 del acumulador, con la ejecución de una instrucción INIL.

2.3.7 INTERRUPCIONES

Las siguientes características están asociadas con el procedimiento y protocolo de interrupción, y deben ser consideradas por el programador en cuanto se utilicen las interrupciones.

La interrupción almacena el valor de la siguiente dirección del contador del programa (PC + 1) en la pila de almacenamiento llamada "stack". Cualquier contenido

previo del "stack" es desechado. El contador de programa es cargado con la dirección hexadecimal 0FF y EN1 es reestablecido.

Una interrupción será reconocida sólo con las siguientes condiciones:

- 1.- EN1 esté en estado alto.
- 2.- Ocurra un pulso de transición negativa ("1" a "0"), de por lo menos dos ciclos de instrucción, en la entrada IN1.
- 3.- Se complete la ejecución de la instrucción que se presente en ese momento.
- 4.- Todas las instrucciones sucesivas de transferencia de control sucesivas y todas las instrucciones LBI's sucesivas estén completas.

Durante el reconocimiento de una interrupción, el estado de la lógica de salto es salvado y posteriormente restaurado cuando se recupera el valor del "stack".

La instrucción en la dirección 0FF debe ser NOP.

Debe colocarse una instrucción LEI inmediatamente antes de la instrucción RET para que se rehabiliten las interrupciones.

2.3.8 INICIALIZACION

La lógica de "reset" interna inicializa el dispositivo en cuanto se conecta el voltaje de alimentación y si el tiempo de subida de voltaje de la fuente es menor de 1 ms y mayor a 1/ μ s. Si es mayor a 1 ms, debe conectarse una red externa RC, como se muestra en la figura, a la pata de /RESET (las condiciones de la figura deben ser satisfechas). La entrada de /RESET está configurada como la entrada a un "Schmitt trigger". Si no es utilizada, esta pata debe conectarse a Vcc. La iniciación ocurrirá siempre y cuando se aplique un "0" lógico a la entrada de /RESET, de tal forma que se encuentre en estado bajo por lo menos durante el tiempo de tres ciclos de reloj.

Durante la inicialización el registro contador de programa es puesto en ceros (dirección de memoria ROM 0) al igual que los registros A, B, C, EN y G. La salida SK es habilitada como una salida SYNC.

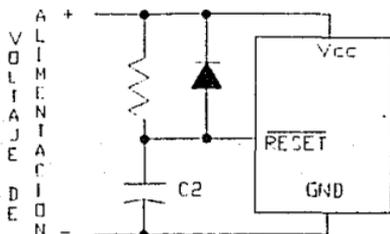


FIG. 2.4 LOGICA DE "RESET"

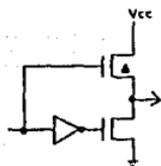
2.3.9 OPCIONES DE ENTRADA/SALIDA

Las salidas del COP420 tienen las siguientes configuraciones opcionales, que se muestran en las figuras:

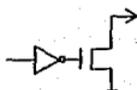
- a- *Estándar*: Es un dispositivo de enlace a tierra en conjunto con un FET de estrechamiento a Vcc, compatible con los requerimientos de entrada de TTL y CMOS.
- b- *Drenaje abierto*: Es un dispositivo de canal N conectado a tierra únicamente, permitiendo conectar una resistencia externa de acuerdo a lo que requiera el usuario.
- c- *"Push-Pull"*: Es un dispositivo de enlace a tierra en conjunto con un dispositivo de modo de estrechamiento en paralelo con un dispositivo de enlace a Vcc.
- d- *Estándar L*: Es igual a (a), pero puede estar deshabilitado. Disponible únicamente para salidas del puerto L.
- e- *Drenaje Abierto L*: Es igual a (b), pero puede estar deshabilitado. Disponible únicamente para salidas del puerto L.

f- **LED**: Dispositivo de enlace a tierra y V_{cc} , cumpliendo con los requerimientos típicos de la fuente de corriente para los segmentos de un "display" de Leds. La fuente del dispositivo está amarrada a un flujo limitado de corriente.

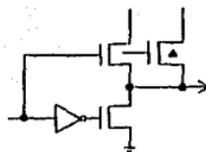
g- "**Push-Pull**" con Tercer Estado: Dispositivo de enlace a tierra y V_{cc} . Estas salidas son de tres estados, pudiendose conectar a un canal de datos.



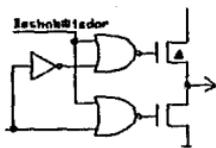
a. Salida estandar



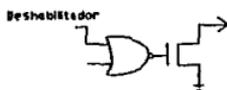
b. Salida drenaje abierto



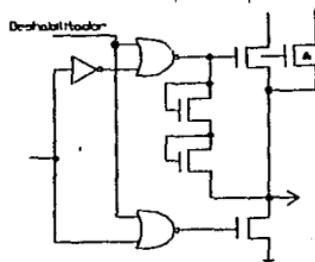
c. Salida "push-pull"



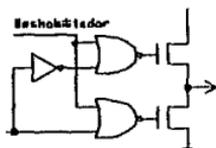
d. Salida estandar L



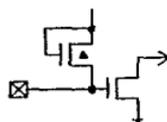
e. Salida drenaje abierto L



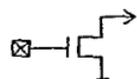
f. Salida LED



g. "push-pull" con tercer estado



h. Entrada con carga



i. Entrada de alta impedancia

FIG. 2.5 CONFIGURACIONES ELECTRICAS DE ENTRADA Y SALIDA

CAPITULO 3

TRANSDUCTORES

3 TRANSDUCTORES

3.1 INTRODUCCION

Un transductor se define como un dispositivo que recibe energía de un sistema, y la retransmite, frecuentemente en forma distinta, hacia otro sistema. Los transductores son parte importante de un automóvil, ya que por ellos existe una comunicación adecuada entre los sistemas del automóvil y el panel de instrumentos.

La naturaleza de la señal eléctrica de salida del transductor depende del principio básico involucrado en el diseño. Dicha salida puede ser analógica, digital o modulada en frecuencia. Además el transductor debe ser compatible con su función, y para ello existen los siguientes parámetros importantes a tomar en consideración:

- Los principios de operación a usar.
- El voltaje y/o corriente aplicada al transductor para hacerlo operar.
- La salida eléctrica del transductor.
- Repetitividad del transductor para reproducir lecturas bajo toda condición ambiental.
- Estabilidad del transductor durante su operación.
- Fiabilidad; por ejemplo si el transductor sufre una caída, aún deberá de conservar sus características para seguir operando.
- El rango del transductor deberá ser lo suficientemente capaz para no alterar sus características de operación.

Algunos de los factores que influyen en el tipo de transductor a usar y en la calidad de las mediciones que se tomen del mismo, se mencionan a continuación:

- Efectos no lineales
- Efectos de histéresis
- Efectos de temperatura
- Efectos de cargas
- Calibración
- Limitaciones de componentes
- Dimensiones

En el caso del panel de instrumentos se utiliza el transductor de desplazamientos lineales, que es el que se tratará; este puede ser de tres tipos dependiendo de los márgenes de distancia y medida a cubrir, estos son:

- **Transductores de medida de grandes distancias (100m en adelante):**
 - Radar
 - Ultrasonido
 - Laser
- **Transductores de medida de distancias medias (hasta 10m):**
 - Potenciómetros
- **Transductores de medida de cortas distancias:**
 - Bandas extensométricas

- Reglas ópticas
- Transformador diferencial
- Transductores capacitivos

La medida de grandes distancias se efectúa midiendo el tiempo empleado por una señal emitida desde un punto, en alcanzar un objeto y llegar la señal, por el reflejada, conociendo la velocidad de propagación de las ondas utilizadas.

Cuando la distancia a medir es a lo sumo de algunos metros, se utiliza en algunos casos el potenciómetro como transductor. Su principal ventaja es la de no precisar de circuitos adicionales.

Para ello, el potenciómetro puede instalarse acoplado sobre un eje roscado, cuyo movimiento de rotación determina la posición del elemento móvil, cuya posición se mide. En otros casos se utiliza un conjunto de piñón y cremallera para el accionamiento del potenciómetro. La precisión en la medida que puede alcanzarse con un potenciómetro viene limitada por las corrientes de fuga y su falta de linealidad. Con todo ello, puede alcanzarse una precisión de 0.1% o incluso mejor.

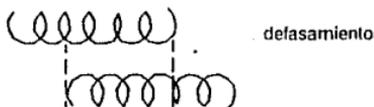
Para la medida de muy pequeños desplazamientos existen muy diversos procedimientos que se pueden clasificar según el transductor utilizado en cada caso puede ser:

- Transductor resistivo
- Transductor inductivo
- Transductor capacitivo

Existen resistencias de hilo metálico o también de material semiconductor, denominadas bandas extensométricas, construidas para variar su resistencia al ser

deformadas. Las bandas extensométricas se adhieren sobre el soporte adecuado para medir su deformación y se conectan a un puente de medida.

El principio de los transductores inductivos es el de la inductancia que se tenga entre un devanado fijo y otro móvil del mismo transductor. Es decir si el devanado fijo, que cubre todo el campo de medida, es alimentado con una tensión alterna, se inducirá sobre el devanado secundario una señal cuya amplitud dependerá del defasamiento en que se encuentren ambos devanados.



Los transductores capacitivos se utilizan casi exclusivamente en la medida de muy pequeños desplazamientos, su esquema básico de funcionamiento estriba en la expresión que da la capacidad de un condensador:

$$C = 0,225 \epsilon A/d$$

Donde se desprende que puede variar la capacidad de un condensador variando la distancia entre placas o variando la superficie de estas.

Para las mediciones realizadas por el panel de instrumentos se utilizan los transductores resistivos o potenciométricos, sobre todo en aplicaciones que no requieren alta precisión. A continuación se enlistan las ventajas y desventajas que tienen estos transductores:

VENTAJAS

- Permite señales altas de salida
- No son costosos
- Fácil instalación y funcionamiento

- Puede ser alimentado con DC o AC
- No requiere acoplamiento de impedancia

DESVENTAJAS

- Resolución finita
- Alta fricción
- Vida útil limitada
- Sensible a vibraciones
- Se requieren desplazamientos grandes para cambios de nivel significativos.

El principio de operación de estos transductores se basa en la variación del voltaje debido a la variación de la resistencia, es decir un divisor de voltaje, en el que se aplica en los extremos del transductor el voltaje de excitación y en la terminal intermedia se tendrá el valor del voltaje representativo de la posición que el transductor este sensando en ese momento.

3.2 TRANSDUCTORES DE PRESION

La presión es una fuerza por unidad de área y puede expresarse en unidades tales como kg/cm^2 , psi (libras por pulgada cuadrada) bar y atmósferas, también se normalizó en Pascal (Newton por metro cuadrado) de símbolo Pa.

La presión puede medirse en valores absolutos o diferenciales. En la figura 3.1 se indican las clases de presión que los instrumentos miden comúnmente en la industria.

La presión absoluta se mide con relación al cero absoluto de presión (puntos A y A' de la figura 3.1).

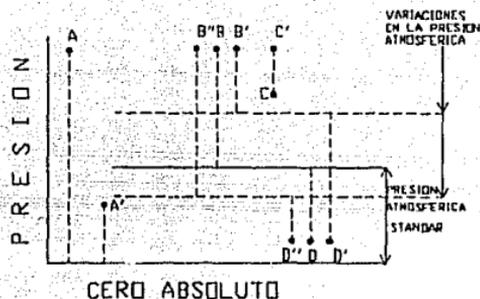


FIG. 3.1 DIFERENTES CLASES DE PRESION

La presión atmosférica es la presión ejercida por la atmósfera terrestre medida mediante un barómetro. A nivel del mar esta presión es próxima a 760 mm (29.9 pulgadas) de mercurio absoluto o 14.7 psia. (Libras por pulgada cuadrada absolutas) y estos valores definen la presión ejercida por la atmósfera estándar.

La presión relativa es la determinada por un elemento que mide la diferencia entre la presión absoluta y la atmosférica del lugar donde se efectúa la medición (punto B de la figura). Hay que señalar que al aumentar o disminuir la presión atmosférica, disminuye o aumenta respectivamente la presión leída (puntos B' y B''), si bien ello es despreciable al medir presiones elevadas.

La presión diferencial es la diferencia entre dos presiones, puntos C y C'.

El vacío es la diferencia de presiones entre la presión atmosférica existente y la presión absoluta, es decir, es la presión medida por debajo de la atmosférica (puntos D, D' y D''). Viene expresado en mm columna de mercurio, mm columna de agua o pulgadas de columna de agua. Las variaciones de la presión atmosférica influyen considerablemente en las lecturas del vacío.

El campo de aplicación de los transductores de presión es amplio y abarca desde valores muy bajos (vacío) hasta presiones de miles de kg/cm^2 .

Los instrumentos de presión se clasifican en tres grupos: mecánicos, electromecánicos y electrónicos.

Los transductores que se tratarán son los electromecánicos.

3.2.1 ELEMENTOS ELECTROMECHANICOS

Los elementos electromecánicos de presión utilizan un elemento mecánico elástico combinado con un transductor eléctrico que genera la señal eléctrica correspondiente. El elemento mecánico consiste en un tubo Bourdon, espiral, hélice, diafragma, fuelle o una combinación de los mismos que, a través de un sistema de palancas convierte la presión en una fuerza o en un desplazamiento mecánico.

Los elementos electromecánicos de presión se clasifican según el principio de funcionamiento en los siguientes tipos:

- a) Transmisores eléctricos de equilibrio de fuerzas.
- b) Resistivos
- c) Magnéticos
- d) Capacitivo
- e) Piezoeléctricos

a) TRANSMISORES ELECTRICOS DE EQUILIBRIO DE FUERZA

Consisten en su forma más sencilla en una barra rígida apoyada en un punto sobre la que actúan dos fuerzas en equilibrio.

1. La fuerza ejercida por el elemento mecánico de medición (tubo Bourdon, espiral, fuelle, etc).

2. La fuerza electromagnética de una unidad magnética.

El desequilibrio entre estas dos fuerzas dá lugar una variación de posición relativa de la barra, excitando un transductor de desplazamiento tal como un detector de inductancia, un transformador diferencial o bien un detector fotoeléctrico. Un circuito oscilador asociado con cualquiera de estos detectores alimenta una unidad magnética y la fuerza generada reposiciona la barra de equilibrio de fuerzas. Se completa así un circuito realimentado variando la corriente de salida en forma proporcional al intervalo de presiones del proceso.

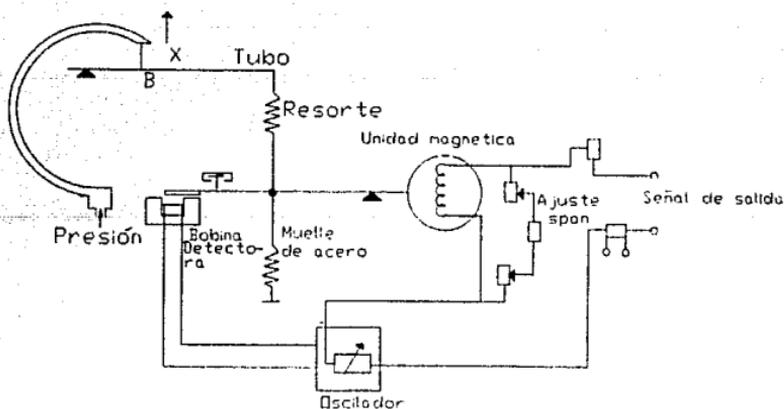


FIG.3.2 DETECTOR DE INDUCTANCIAS

Los transductores eléctricos de equilibrio de fuerzas se caracterizan por tener un movimiento muy pequeño de la barra de equilibrio, poseer realimentación, una elasticidad muy buena y un nivel alto en la señal de salida.

b) TRANSDUCTORES RESISTIVOS

Constituyen sin duda uno de los transductores eléctricos más sencillos. Consisten en un elemento elástico (tubo Bourdon o cápsula) que varía la resistencia óhmica de un potenciómetro en función de la presión. El potenciómetro puede adoptar la forma de un solo hilo continuo o bien estar arrollado a una bobina siguiendo un valor lineal o no de resistencia. Existen varios tipos de potenciómetros según sea el elemento de resistencia: potenciómetros de grafito, de resistencia bobinada, de película metálica y de plástico moldeado. En la figura 3.3 puede verse un transductor resistivo representativo que consta de un muelle de referencia, el elemento de presión y un potenciómetro de precisión. El muelle de referencia es el corazón del transductor ya que al comprimirse su desviación debe ser únicamente una función de la presión y además debe ser independiente de la temperatura, de la aceleración y de otros factores ambientes externos.

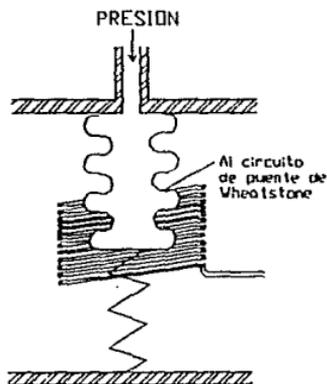


FIGURA 3.3 TRANSDUCTOR RESISTIVO

El movimiento del elemento de presión se transmite a un brazo móvil aislado que se apoya sobre el potenciómetro de precisión. Este está conectado a un circuito de puente de Wheatstone.

Los transductores resistivos son simples y su señal de salida es bastante potente como para proporcionar una corriente de salida suficiente para el funcionamiento de los instrumentos de indicación sin necesidad de amplificación. Sin embargo, son insensibles a pequeños movimientos del contacto del cursor, muy sensibles a vibraciones y presentan una estabilidad pobre en el tiempo.

El intervalo de medida de estos transmisores corresponde al elemento de presión que utilizan (tubo Bourdon, fuelle, etc.) y varía en general de 0-0,1 a 0-300 kg/cm^2 . La precisión es del orden de 1-2%.

c) TRANSDUCTORES MAGNETICOS DE PRESION.

Se clasifican en dos grupos según el principio de funcionamiento.

1) Transductores de inductancia variable: en los que el desplazamiento de un núcleo móvil dentro de una bobina aumenta la inductancia de ésta en forma casi proporcional a la porción metálica del núcleo contenida dentro de la bobina.

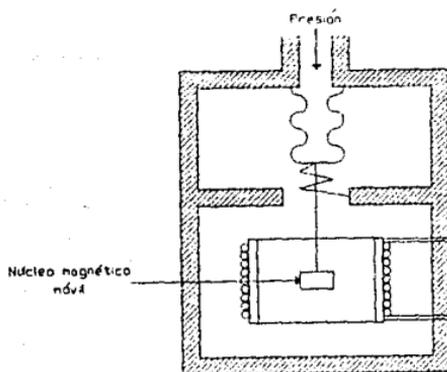


FIG. 3.4 TRANSDUCTOR DE INDUCTANCIA VARIABLE

Los transductores de inductancia variable tienen las siguientes ventajas: no producen rozamiento en la medición, tienen una respuesta lineal, son pequeños y de construcción robusta y no precisan ajustes críticos en el montaje. Su precisión es del orden de 1%.

2) Los transductores de reluctancia variable: consiste en un imán permanente o un electroimán que crea un campo magnético dentro del cual se mueve una armadura de material magnético.

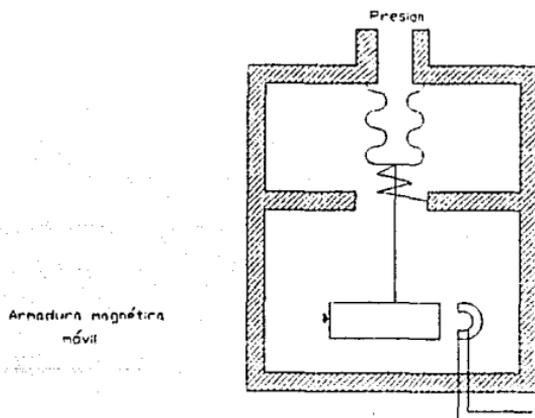


FIGURA 3.5 TRANSDUCTOR DE RELUCTANCIA VARIABLE

El circuito magnético se alimenta con una fuerza magnetomotriz constante con lo cual al cambiar la posición de la armadura varía la reluctancia y por lo tanto el flujo magnético. Esta variación del flujo da lugar a una corriente inducida en la bobina que es proporcional al grado de desplazamiento de la armadura móvil.

Los transductores de reluctancia variable presentan una alta sensibilidad a las vibraciones, un estabilidad media en el tiempo y son sensibles a la temperatura. Su precisión es del orden de 0.5%.

d) TRANSDUCTORES CAPACITIVOS

Se basan en la variación de capacidad que se produce en un condensador al desplazarse una de sus placas por la aplicación de presión; se caracterizan por su pequeño tamaño y su construcción robusta, tienen un pequeño desplazamiento volumétrico y son adecuados para medidas estáticas y dinámicas. Su señal de salida es débil por lo que precisan de amplificadores, son sensibles a la variaciones de temperatura y a las aceleraciones transversales.

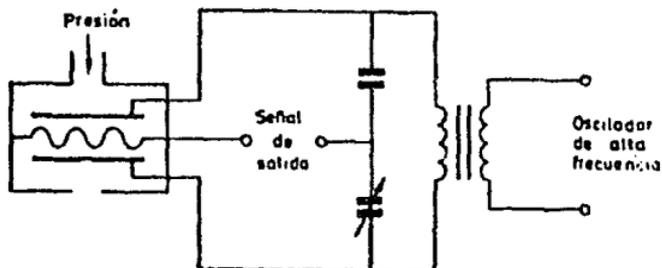


FIGURA 3.6 TRANSDUCTOR CAPACITIVO

e) TRANSDUCTORES PIEZOELECTRICOS

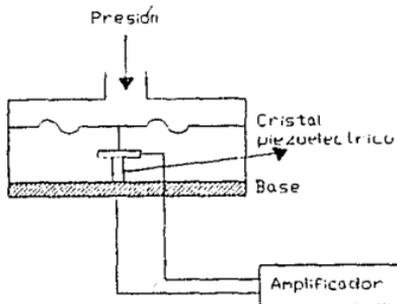


FIG. 3.7 TRANSDUCTOR PIEZOELECTRICO

Son de material cristalino que, al deformarse físicamente por la acción de una presión generan una señal eléctrica.

Tienen la desventaja de ser sensibles a los cambios en la temperatura, su señal de salida es relativamente débil por lo que precisan de amplificadores y acondicionadores de señal que pueden introducir errores en la medición.

3.3 TRANSDUCTORES DE TEMPERATURA

La medida de temperatura constituye una de las mediciones más comunes y más importantes que se efectúan en los procesos industriales. Las limitaciones del sistema de medida quedan definidas en cada tipo de aplicación por la precisión, por la velocidad de captación de la temperatura, por la distancia entre el elemento de medida y el aparato receptor y por el tipo de instrumento indicador, registrador o controlador necesario. Es importante señalar que es esencial una comprensión clara de los distintos métodos de medida con sus ventajas y desventajas propias para lograr una selección óptima del sistema más adecuado.

Los transductores eléctricos de temperatura utilizan diversos fenómenos que son influidos por la temperatura y entre los cuales figuran:

- Variación de resistencia de un conductor (sondas de resistencia)
- Variación de resistencia de un semiconductor (termistores)
- f.e.m. creada en la unión de dos metales distintos (termopares)
- Intensidad de la radiación total emitida por el cuerpo (pirómetros de radiación)
- Otros fenómenos utilizados en laboratorio (velocidad del sonido en un gas, frecuencia de resonancia de un cristal, etc)

En la figura 3.8 pueden verse los transductores eléctricos y electrónicos de temperatura con su intervalo de medida.

**CAMPO DE APLICACION DE LOS TRANSDUCTORES
ELECTRICOS DE TEMPERATURA**

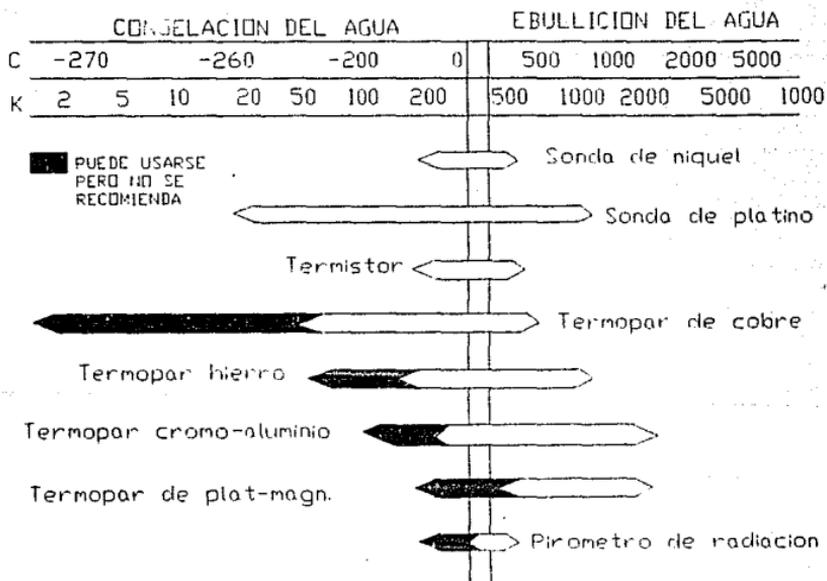


FIGURA 3.8 TRANSDUCTORES ELECTRICO Y ELECTRONICOS

3.3.1 TERMOMETROS DE RESISTENCIA

La medida de temperatura utilizando sondas de resistencia depende de las características de resistencia en función de la temperatura que son propias del elemento de detección.

El elemento consiste usualmente en un arrollamiento de hilo muy fino del conductor adecuado bobinado entre capas de material aislante y protegido con un revestimiento de vidrio o de cerámica.

El material que forma el conductor se caracteriza por el llamado "coeficiente de temperatura de resistencia" que expresa, a una temperatura específica, la variación de la resistencia en ohms del conductor por cada grado que cambia su temperatura.

La relación entre estos factores puede verse en la expresión lineal siguiente:

$$R_t = R_0 (1 + \alpha t)$$

en la que:

R_0 = resistencia en ohms a 0°C

R_t = resistencia en ohms a $t^\circ\text{C}$

α = coeficiente de temperatura de la resistencia

Si la relación resistencia-temperatura no es lineal, la ecuación general es:

$$R_t = R_0 (1 + \alpha t + \beta t^2 + \delta t^3 + \dots)$$

y en la que α , β , δ , ... son coeficientes de temperatura de la resistencia.

En la figura 3.9 pueden verse las curvas de resistencia relativa de varios metales en función de la temperatura.

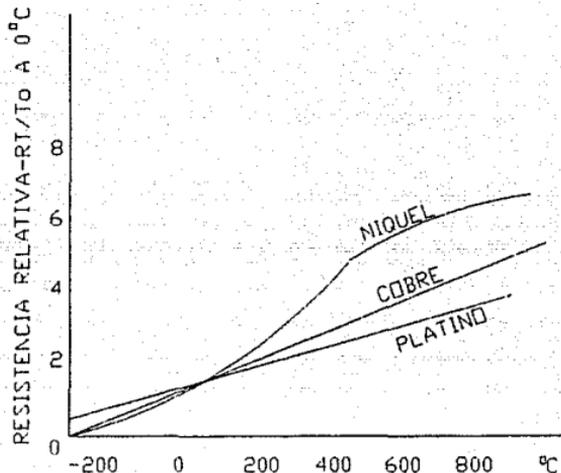


FIGURA 39 CURVAS DE RESISTENCIA RELATIVA DE VARIOS MATERIALES

Los materiales que forman el conductor de la resistencia deben poseer las siguientes características:

- 1) Alto coeficiente de temperatura de la resistencia ya que de este modo el instrumento de medida será muy sensible.
- 2) Alta resistividad ya que cuanto mayor sea la resistencia a una temperatura dada tanto mayor será la variación por grado (mayor sensibilidad).
- 3) Relación lineal resistencia-temperatura.
- 4) Rigidez y ductilidad lo que permite realizar los procesos de fabricación de estirado y arrollamiento del conductor en las bobinas de la sonda, a fin de obtener tamaños pequeños (rapidez de respuesta)
- 5) Estabilidad de las características durante la vida útil del material.

Los materiales que se utilizan normalmente en las sondas de resistencia son el platino y el níquel.

El platino es el material más adecuado desde el punto de vista de precisión y de estabilidad pero presenta el inconveniente de su costo. En general la sonda de resistencia de platino utilizada en la industria tiene una resistencia de 100 ohms a 0C.

El níquel es más barato que el platino y posee una resistencia más elevada con una mayor variación por grado, sin embargo, tiene como desventaja la falta de linealidad en su relación resistencia-temperatura y las variaciones que experimenta su coeficiente de resistencia según los lotes fabricados.

El cobre tiene una variación de resistencia uniforme, es estable y barato pero tiene el inconveniente de su baja resistividad.

Las bobinas que llevan enrollado el hilo de resistencia están encapsuladas y situadas dentro de un tubo de protección o vaina de material adecuado al fluido del proceso.

La variación de resistencia de las sondas es medida con un puente de Wheaston dispuesto en montajes denominados de dos hilos, de tres hilos o de cuatro hilos según sean los hilos de conexión de la sonda de resistencia al puente. En la figura 3.10 pueden verse los distintos tipos de montaje.

En el montaje de dos hilos (fig. 3.10 a) la sonda de resistencia se conecta a uno de los brazos del puente. Es el montaje más sencillo, pero presenta el inconveniente de que la resistencia de los hilos a y b de conexión de la sonda al puente varía cuando cambia la temperatura y esta variación falsea, por lo tanto, la indicación de temperatura. Aunque estos hilos son de baja resistencia (gran diámetro) y ésta sea conocida, las longitudes que puede haber en campo entre la sonda y el panel donde esté el instrumento receptor, añaden una gran resistencia al brazo de la sonda.

El montaje de tres hilos (fig. 3.10 b) es el más utilizado en la práctica. En este circuito la sonda está conectada mediante tres hilos al puente. De este modo, la medida no es afectada por la longitud de los conductores ni por la temperatura ya que ésta

influye a la vez en dos brazos adyacentes del puente, siendo la única condición que la resistencia de los hilos a y b sea exactamente la misma.

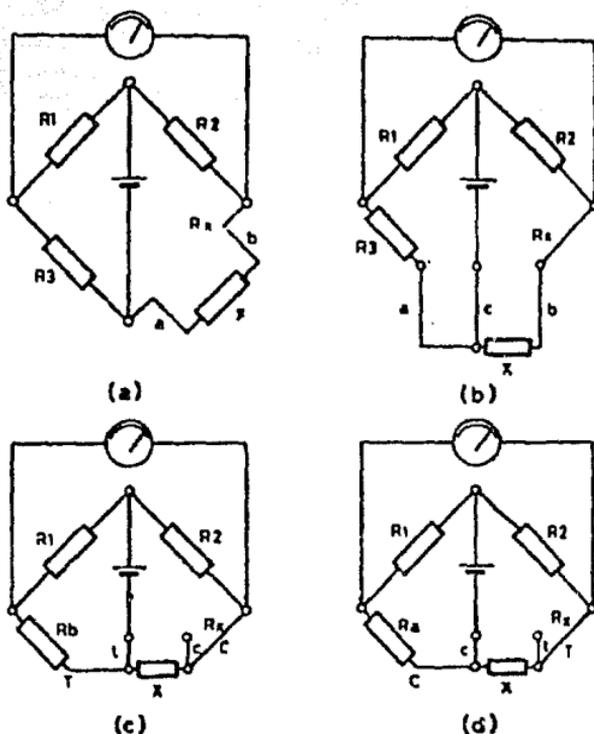


FIG. 3.10 MONTAJE DE SONDAS

El montaje de cuatro hilos (fig. 3.10 c y d) se utiliza para obtener la mayor precisión posible en la medida como es el caso de calibración de patrones de resistencia en laboratorio. Se basa en efectuar dos mediciones de la resistencia de la sonda combinando las conexiones de modo tal que la sonda pase de un brazo del puente al

adyacente. De este modo se compensan las resistencias desiguales de los hilos de conexión la medición automática de la resistencia y por lo tanto de la temperatura se lleva a cabo mediante instrumentos autoequilibrados que utilizan un circuito de puente de Wheatstone.

3.3.2 TERMISTORES

Los termistores son semiconductores electrónicos con un coeficiente de temperatura de resistencia negativo de valor elevado y que presentan una curva característica lineal tensión-corriente siempre que la temperatura se mantenga constante.

Los termistores encuentran su principal aplicación en la compensación de temperatura, como temporizadores y como elementos sensibles en vacuómetros.

3.3.3 EL TERMOPAR

El termopar se basa en el efecto de la circulación de corriente en un circuito formado por dos metales diferentes (uno de medida y otro de referencia) cuya unión se encuentra a distinta temperatura. Básicamente esta circulación de corriente se debe a dos efectos combinados:

El efecto Peltier, el cual provoca la liberación o absorción de calor en la unión de dos metales distintos cuando circula una corriente a través de la unión.

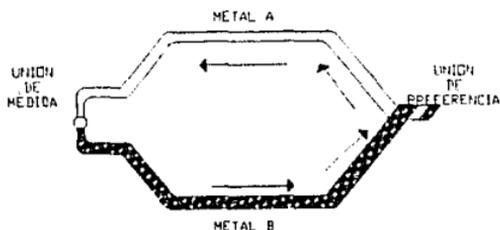


FIG. 3.11 EL TERMOPAR

El efecto Thomson, el cual consiste en la liberación o absorción de calor cuando una corriente circula a través de un metal homogéneo en el que existe un gradiente de temperaturas.

En el circuito del termopar se desarrolla una pequeña tensión continua proporcional a la temperatura de la unión medida siempre que haya una diferencia de temperaturas con la unión de referencia.

La selección del material para los termopares se realiza tomando en cuenta que tengan una resistencia a la corrosión, la oxidación, la reducción, etc., que desarrollen una f.e.m. relativamente alta y que esta última tenga un aumento aproximadamente proporcional al aumento de temperatura.

3.3.4 CIRCUITO GALVANOMETRICO

El circuito galvanométrico se basa en la desviación de una bobina móvil que se encuentra dentro del campo magnético de un imán permanente, al pasar por ella una corriente.

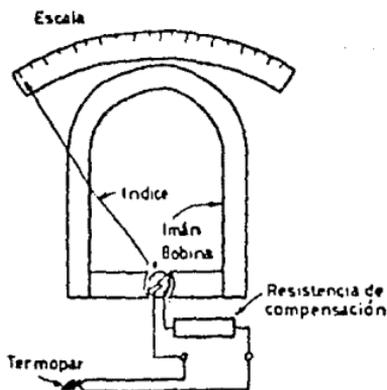


FIG.3.12 CIRCUITO GALVANOMETRICO

Esto se debe a que la corriente que circula por la bobina produce un campo magnético que se opone al campo del imán permanente, por lo que se produce un par que es equilibrado por un muelle unido a la bobina.

Unido a esta última se tiene una aguja indicadora, la cual se desplaza a lo largo de una escala calibrada de acuerdo a ciertas unidades de medición.

3.3.5 CIRCUITO POTENCIOMETRICO

El circuito potenciométrico consta de una fuente de tensión constante V que alimenta los dos brazos del circuito con corrientes I_1 e I_2 . En la figura 3.13a el termopar T está conectado al brazo inferior E y, a través de un miliamperímetro, al reóstato R . La posición R del cursor del reóstato R indica la temperatura del proceso cuando no pasa corriente por el miliamperímetro, es decir cuando el punto 'C' del cursor del reóstato R y el punto E están a la misma tensión. Por consiguiente, graduando el reóstato se dispondría de un instrumento de temperatura. Sin embargo, este método es poco práctico, por lo que se incorpora al circuito un dispositivo de autoequilibrio que sustituye al miliamperímetro por un amplificador. Mientras exista una diferencia de potencial entre la f.e.m. desarrollada por el termopar y la tensión dada por el cursor del reóstato R , el circuito amplificador excitará el motor de equilibrio hasta que la posición del cursor sea la correcta para la temperatura del proceso captada por el termopar. Así pues, la posición del cursor representa mecánicamente la f.e.m. generada por el termopar, por lo tanto, su temperatura. El circuito está representado en la figura c.

3.4 TRANSDUCTORES DE NIVEL

La medida de líquidos en un tanque puede realizarse por varios métodos según sea el material almacenado, el tipo de tanque y la presión deseada.

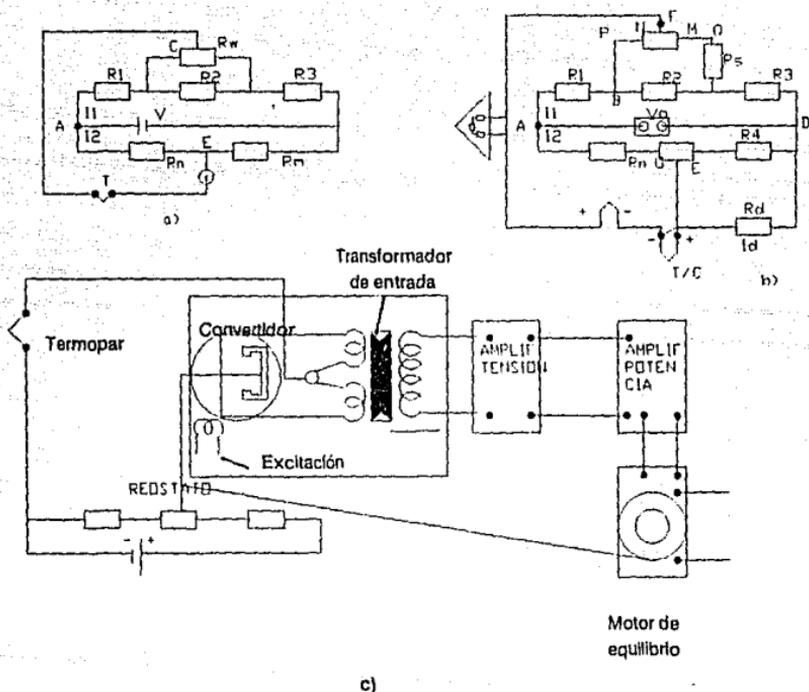


FIG.3.13 CIRCUITO POTENCIOMETRICO

Los transductores eléctricos de nivel más importantes son:

- Flotador resistivo
- Flotador magnético
- De desplazamiento
- Presion diferencial

- Conductivo
- Capacitivo

3.4.1 MEDIDOR DE NIVEL DE FLOTADOR MAGNETICO

Consiste en un flotador que se desliza a lo largo de un tubo guía colocado verticalmente en el interior del tanque como se muestra en la figura 3.14, el flotador contiene un imán y en su movimiento arrastra magnéticamente otro más pequeño situado dentro del tubo guía. Este segundo imán está unido a un cable el cual mueve un índice en una escala exterior o bien actúa al mismo tiempo sobre un transductor eléctrico.

El transductor eléctrico de tipo potenciométrico convierte el movimiento angular de la polea de apoyo del cable de arrastre del flotador en una señal eléctrica.

Es adecuado en la medida de niveles de tanques abiertos y cerrados a presión o al vacío, es muy preciso en tanques profundos y es independiente del peso específico del líquido.

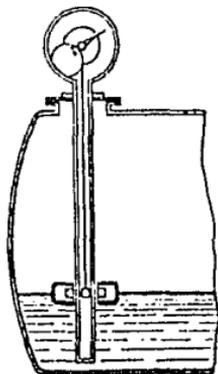


FIG.3.14 DETECTOR DE NIVEL DE FLOTADOR MAGNETICO

3.4.2 MEDIDOR DE NIVEL DE TIPO DESPLAZAMIENTO

Consiste en un flotador parcialmente sumergido en un líquido y conectado mediante un brazo a un tubo de torsión unido rigidamente al tanque. El movimiento del flotador se transmite por un varilla unida al extremo libre del tubo de torsión y situada en su interior.

Al aumentar el nivel, el líquido ejerce un empuje sobre el flotador igual al volumen de la parte sumergida multiplicada por el peso específico del líquido, tendiendo a neutralizar su peso propio, así que el esfuerzo medido por el tubo de torsión será muy pequeño, por el contrario, al bajar el nivel, menor parte del flotador queda sumergida, y la fuerza de empuje hacia arriba disminuye, resultando una mayor torsión.

El instrumento puede utilizarse en tanques abiertos y cerrados, tiene buena sensibilidad, pero corre el riesgo de tener crecimiento de cristales en el flotador, es apto para la medida de pequeñas diferencias de nivel (2000 mm máximo) (fig. 3.15).

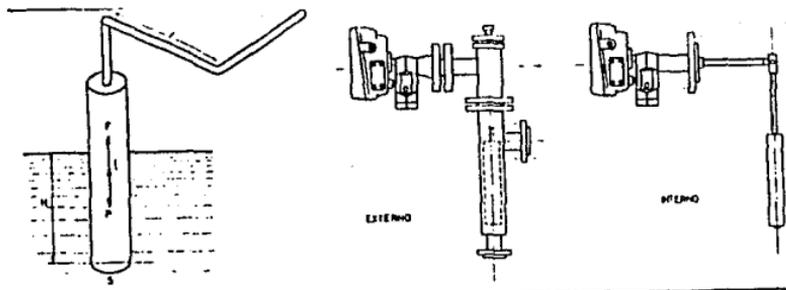


FIG.3.15 MEDIDOR DE NIVEL TIPO DESPLAZAMIENTO

3.4.3 MEDIDOR DE PRESION DIFERENCIAL

Consiste en un diafragma en contacto con el líquido del tanque, que mide la presión hidrostática en un punto del fondo del tanque, como se muestra en la figura 3.16.

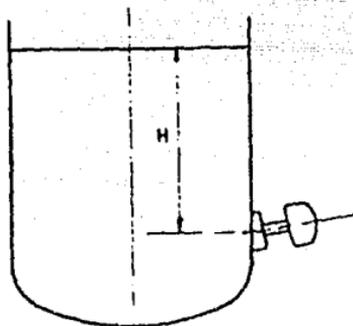


FIG. 3.16 MEDIDOR DE NIVEL TIPO DIAFRAGMA

3.4.4 MEDIDOR DE NIVEL CONDUCTIVO

Consiste en uno o varios electrodos y un relevador electrónico que es excitado cuando el líquido moja a dichos electrodos (figura 3.17). El líquido debe ser lo suficientemente conductor como para excitar el circuito eléctrico.

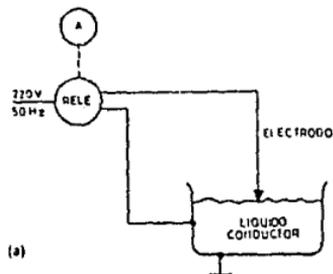


FIG.3.17 MEDIDOR DE NIVEL CONDUCTIVO

Cuando el líquido moja los electrodos se cierra el circuito eléctrico y circula una corriente segura del orden de los 2 mA. El relevador dispone de un temporizador de retardo que impide su enclavamiento ante una ola del nivel del líquido.

3.4.5 MEDIDOR DE CAPACIDAD

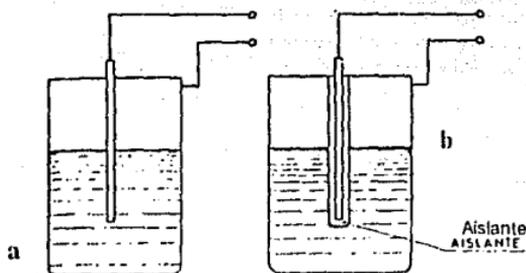


FIG. 3.18 MEDIDOR DE CAPACIDAD.

Mide la capacidad del condensador formado por el electrodo sumergido en el líquido y las paredes del tanque (figura 3.18). La capacidad del conjunto depende linealmente del nivel del líquido.

En fluidos no conductores se emplea un electrodo normal (figura 3.18 a).

En fluidos conductores (figura 3.18 b) con una conductividad mínima de $100\mu\Omega / \text{cm}^2$ el electrodo está aislado interviniendo las capacidades adicionales entre el material aislante y el electrodo en la zona del líquido y del gas.

El sistema es sencillo y apto para muchas clases de líquidos.

El circuito electrónico alimenta el electrodo a una frecuencia elevada, lo cual disminuye la reactancia capacitiva del conjunto y permite aliviar, en parte, el inconveniente de que el electrodo sea recubierto, ya que esto representa un error en la medición.

En la figura 3.19 puede verse un diagrama de bloques del circuito.

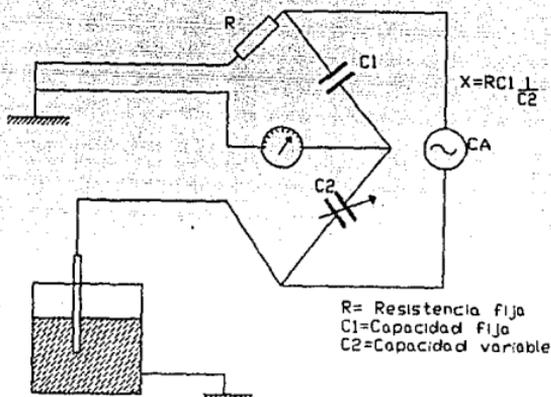


FIG. 3.19 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL MEDIDOR POR PUENTE DE CAPACIDADES

Este circuito se caracteriza por no tener partes móviles, son ligeros, presentan una buena resistencia a la corrosión y son de fácil limpieza.

Tiene el inconveniente de que la temperatura puede afectar constantes dieléctricas y de que los posibles contaminantes contenidos en el líquido pueden adherirse al electrodo variando su capacidad y falseando la lectura.

3.4.6 FLOTADOR RESISTIVO

El medidor de nivel de flotador resistivo consiste en un elemento que varía la resistencia óhmica de un potenciómetro en función del nivel del líquido que se tenga en un recipiente. El potenciómetro puede adoptar la forma de un solo hilo continuo, o bien estar enrollado, siguiendo un valor lineal o no, de resistencia. Existen varios tipos de potenciómetros según sea el elemento de resistencia: potenciómetros de grafito, de resistencia bobinada de película metálica y de plástico moldeado.

Los transductores resistivos son simples y su señal de salida es bastante potente como para proporcionar una corriente de salida suficiente para el funcionamiento de los instrumentos de indicación sin necesidad de amplificación.

Mediante el uso de un ensamble de flotador y brazo conectado al "cursor" del potenciómetro se obtiene una señal a la salida del potenciómetro, proporcional al nivel al cual el flotador está situado.

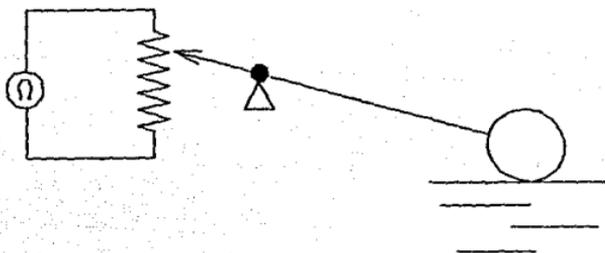


FIG. 3.21 MEDIDOR DE NIVEL DE FLOTADOR RESISTIVO

CAPITULO 4

PANEL DE INSTRUMENTOS

4 PANEL DE INSTRUMENTOS

4.1 GENERALIDADES

Dadas las condiciones de diseño y construcción de los vehículos automotores en la actualidad, se requiere el empleo de instrumentos de medición en los que se pueden indicar de manera visual y/o auditiva, las condiciones prevaletientes más importantes que se presentan en el vehículo. Estos instrumentos han adquirido vital importancia a través del desarrollo de los motores y de la electrónica en función de las necesidades de las normas que se deben tomar en cuenta para el mejor funcionamiento y la máxima comodidad para el usuario. Así, se puede establecer que el principal objetivo del panel de instrumentos es el de entablar una retroalimentación al usuario del vehículo automotor en cuanto a los parámetros de mayor importancia concierne, para el correcto funcionamiento del vehículo. De manera general dichos parámetros son los siguientes:

- Velocidad del vehículo
- Revoluciones por minuto del motor
- Nivel de combustible en el tanque
- Voltaje en la batería
- Temperatura del motor
- Kilómetros recorridos (odómetro)
- Indicadores de activación de luces de cuartos, luces altas, etc.

La forma de adquirir estos parámetros por parte del panel de instrumentos ha variado casi a la par con el avance de los diversos dispositivos electrónicos con los cuales

se efectúa esta tarea. Básicamente lo anterior se logra a través de transductores eléctricos.

4.2 PANEL DE INSTRUMENTOS

Habiendo hablado ya un poco sobre qué son los transductores, se puede decir en pocas palabras que son los encargados de interpretar las condiciones de un fenómeno en una variación de algún parámetro eléctrico, para ser captado por otro sistema para procesar esta variación y reflejarlo en alguna forma deseada.

De manera esquemática se establece la retroalimentación mencionada como objetivo del panel de instrumentos, pero para definir cada paso que lleva el logro de éste objetivo, se describirán los dos tipos de señales que se maneja en la actualidad para tener el enlace entre el transductor y el sistema para procesar dichas señales comúnmente llamado medidor. La primera señal eléctrica empleada es un voltaje de DC que variará según las condiciones captadas por el transductor. Así por ejemplo para el caso de medición de temperatura del motor se puede emplear la figura mostrada a continuación:

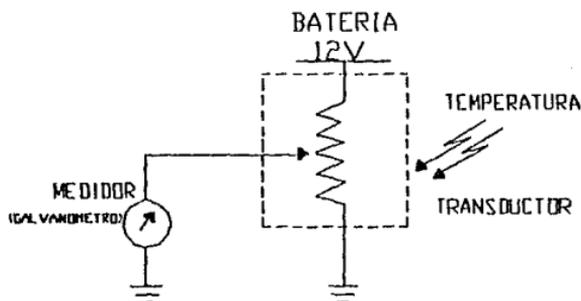


FIG. 4.1 TRANSDUCTOR DE TIPO RESISTIVO

en el que se puede apreciar que un transductor del tipo resistivo variará su valor de resistencia en función de la temperatura captada, y esto provocará una variación de

voltaje y corriente que es detectado por el medidor que la mayor de las veces es un galvanómetro. Esta forma tan sencilla de conexión es también empleada para obtener las mediciones de nivel de presión de aceite en el motor en el que se utiliza un transductor de presión, también el nivel de combustible en el tanque es medido en esta forma solo que utiliza un transductor de nivel.

La segunda señal eléctrica, comúnmente empleada para establecer los parámetros de velocidad del vehículo y las revoluciones por minuto del motor, es aquella que se compone de pulsos cuadrados, cuya variación en frecuencia será interpretado como una variación del parámetro que represente. Para el caso de la medición de la velocidad del vehículo se tiene un sensor cuyo funcionamiento es el de un conjunto de escobillas y contactos, que harán la labor de tener un estado alto o bajo (conectado - desconectado) según la disposición de los dientes del engrane de transmisión, y así llevar esta señal a un dispositivo electrónico montado en el tablero de instrumentos que se encargará de interpretar esta señal para un galvanómetro que indicará el valor presente de velocidad.

Para el caso de medición de revoluciones por minuto del motor, se puede efectuar a través del sensado de la chispa que va desde la bobina de ignición hacia las bujías o mediante un sensor de tipo magnético que de pulsos a cada paso de cresta de los dientes del engrane del cigüeñal. Para ambos casos, al igual que la señal de velocidad, la variación en frecuencia de esta señal será procesada por un dispositivo que interpretará dicha variación en algún valor presente de revoluciones por minuto en un galvanómetro.

Los esquemas planteados anteriormente describen de manera general, el funcionamiento del tablero de instrumentos en su interacción con los elementos que utiliza para obtener la información que deseamos. Pero a partir de este punto se tiene que para desplegar dicha información en forma entendible para el usuario, existen dos tipos de tableros de instrumentos que desde el punto de vista de construcción y componentes se pueden clasificar como:

- Electromecánicos

- Electrónicos

La principal diferencia entre estos dos tipos de panel de instrumentos radica en que el primero utiliza galvanómetros con aguja y carátula graduada para este propósito, y el segundo utiliza circuitos opto-electrónicos tales como led's, pantallas de cristal líquido, etc. para el mismo efecto.

Esto lleva a hablar de las partes que componen un panel de instrumentos de tipo analógico.

4.2.1 VELOCIMETRO Y TACOMETRO

a) INDICADOR DE DISTANCIA

La distancia recorrida de un automóvil es indicada por un juego de coronas móviles, llamada odómetro, normalmente localizado en una ranura en el indicador de velocidad. Estas coronas móviles se incorporan en engranes junto con un piñon entre cada juego de coronas móviles. El odómetro entonces puede interpretarse como un juego de engranes con corona móvil en las cuales hay números en su superficie. El odómetro es manejado por un sistema de reducción de engranaje en conjunto con el velocímetro.

En los velocímetros dependientes del giro de la rueda, el número de revoluciones por kilómetro causará una indicación de 1 kilómetro en el odómetro. Debido al buen diseño del mecanismo de los engranes no existe posibilidad de error en el odómetro.

b) FACTORES QUE AFECTAN LA EXACTITUD DEL ODOMETRO

Hay factores que afectan la exactitud del odómetro como son: el diseño de los engranes; el tamaño de las llantas, ya sea por temperatura, presión de la llanta, a que velocidad se maneje o peso del vehículo, material de ésta, etc.

En la figura 4.2 se observa la magnitud del error en las lecturas del odómetro debido a los factores antes mencionados.

Existen factores que no pueden ser reducidos debido a cuestiones económicas, pero algunos de ellos pueden ser controlados poniendo la presión adecuada de las llantas o reemplazando las que estén defectuosas e instalando los engranes correctos.

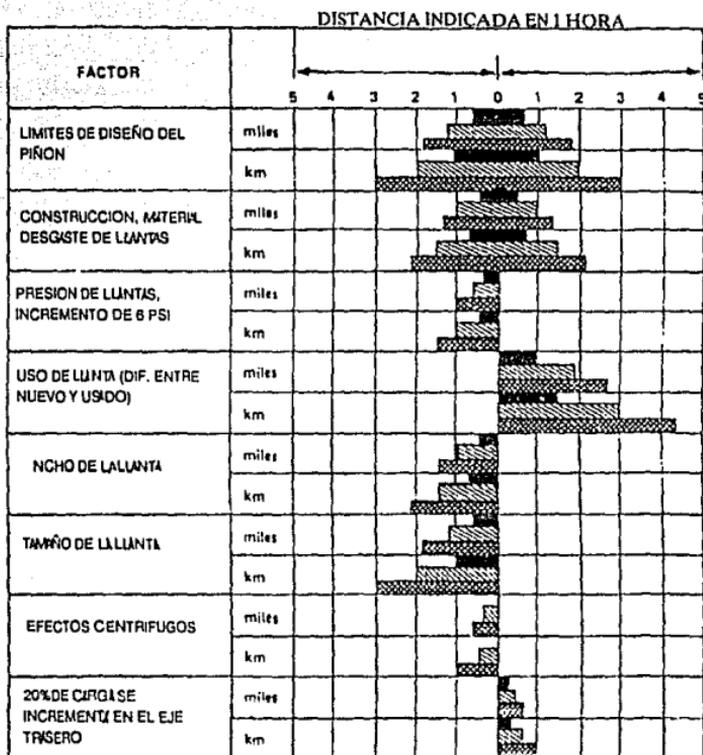
c) INDICADOR DE VELOCIDAD

La indicación de la velocidad en un velocímetro de automóvil se realiza por medio de la medición del número de revoluciones por minuto a la que gira la rueda del mismo, en algunos casos, en otros se realiza a través del sistema de transmisión. Para el primer caso se realiza por medio de un transductor, el cual envía una señal con una frecuencia proporcional al giro de la rueda, en el segundo se emplea el mismo principio solo que acoplado al disco de la transmisión.

En la actualidad se emplea el sistema de transductor acoplado a la transmisión y medidor del tipo galvánico en el que la variación en frecuencia de la señal enviada por el transductor pasa a un circuito que la traduce a una variación de corriente proporcional a la velocidad del vehículo y será mostrada mediante el movimiento de una aguja sobre una carátula graduada, ya sea en kilómetros o en millas.

d) TACOMETRO

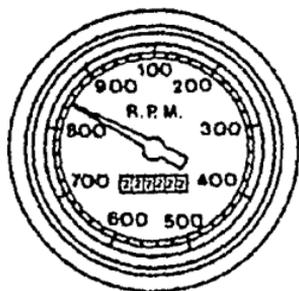
De manera similar al sistema de indicación de velocidad, el sistema de tacómetro emplea una señal que varía en frecuencia para traducirla en un movimiento de una aguja que marcará las revoluciones por minuto del motor.



VELOCIDAD DEL VEHICULO

30 mph/48 km/h  60 mph/96.5 km/h  90 mph/145 km/h 

FIG. 4.2 ERRORES EN MEDICIONES DEL ODOMETRO



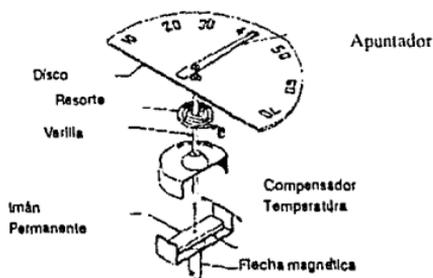
TACOMETRO CON O SIN
ODOMETRO



VELOCIMETRO CON O SIN
ODOMETRO

FIG.4.3 TACOMETRO Y VELOCIMETRO EN MILLAS

A diferencia del sistema de indicación de velocidad la señal será tomada a partir del transductor que normalmente se instala en la periferia del engrane del cigüeñal. Este transductor es del tipo magnético cuya variación de frecuencia dependerá de la velocidad a la que gire el motor y del número de dientes que tiene el cigüeñal. Así el procesamiento de la señal que varía en frecuencia será interpretada por un dispositivo externo o interno al indicador de revoluciones para que pueda ser desplegada sobre una carátula graduada. Este sistema es el más comúnmente empleado en los sistemas actuales automotrices debido a su bajo costo y su facilidad de instalación.



4.4 TACOMETRO

4.2.2 MEDIDORES DIVERSOS Y LAMPARAS DE AVISO

Además de los medidores antes mencionados existen otros de tipo secundario que proveen información, también importante, de las condiciones prevalcientes en el vehículo, tales como:

- Medidor de presión de aceite
- Medidor de temperatura
- Medidor de voltaje
- Medidor de nivel de combustible

Estos medidores tienen la característica de que tienen el mismo principio de funcionamiento que consiste en recibir una señal eléctrica que varía en voltaje dependiendo del parámetro que se esté sensando, por ejemplo para el caso del medidor de presión de aceite se emplea un transductor de tipo presión, para el de combustible uno de nivel, etc. Dicha variación de voltaje será interpretado por el movimiento de una aguja sobre una carátula graduada que a diferencia de los medidores de velocidad y de revoluciones no es tan preciso ya que solo se indica información de operación normal o crítica.

En cuanto a las lámparas de aviso indican estados críticos de operación de algunos sistemas del automóvil, y también sirven para indicar el funcionamiento de algunos accesorios del automóvil. Para los primeros normalmente se tienen las siguientes lámparas:

- Baja presión de aceite
- Bajo nivel de combustible
- Mal funcionamiento del motor

- Mal funcionamiento del sistema de frenos

cuya operación está ligada directamente con el medidor correspondiente, esto es si el medidor sensa una operación anormal activará la lámpara correspondiente para que el usuario se de cuenta de dicha operación.

El segundo tipo de lámparas está compuesto comúnmente por:

- Direccionales
- Luces altas
- Cinturón de seguridad
- Bolsas de aire
- Freno de estacionamiento

4.2.3 LOCALIZACION Y DISTRIBUCION DEL PANEL DE INSTRUMENTOS

Según normas internacionales (SAE) se recomienda utilizar una localización y distribución de los componentes o medidores del panel de instrumentos, con el objeto de distraer lo menos posible al operador y mantenerlo al tanto de los parámetros que en el panel se señalan.

No existe una norma como tal que establezca una determinada posición para determinado medidor o componente ya que cada fabricante tiene sus propios diseños para cada vehículo. Las normas SAE sugieren la siguiente distribución para este objetivo.

Además se debe tomar en cuenta que la distribución debe ser consistente y lógica; esto quiere decir que el tamaño, color, sistema de indicación deberán seguir cierta estructura que permita al usuario su fácil entendimiento.

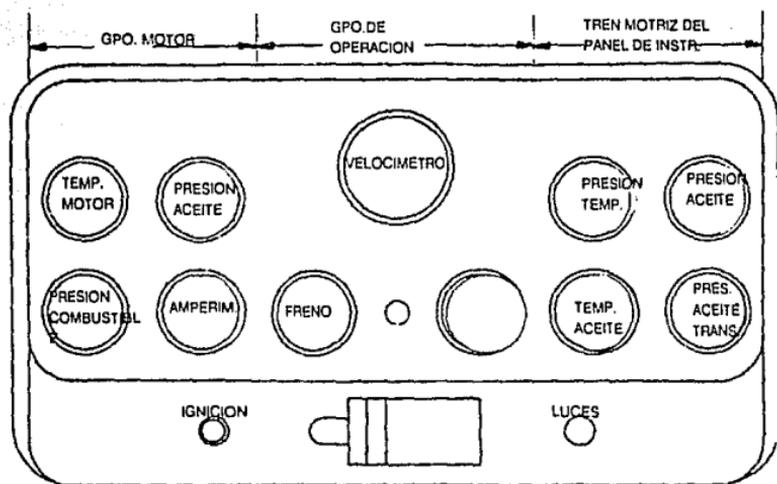


FIG. 4.5 DISTRIBUCION DEL PANEL DE INSTRUMENTOS

En lo que se refiere a la localización del conjunto de instrumentos medidores, se deben tomar en consideración factores tales como:

- Distancia al operario
- Interferencia
- Estructura

Las normas internacionales SAE sugieren que para tener una buena visibilidad por parte del usuario en una forma rápida, la distancia óptima es de 28 in. (72 cm) desde los ojos del operador.

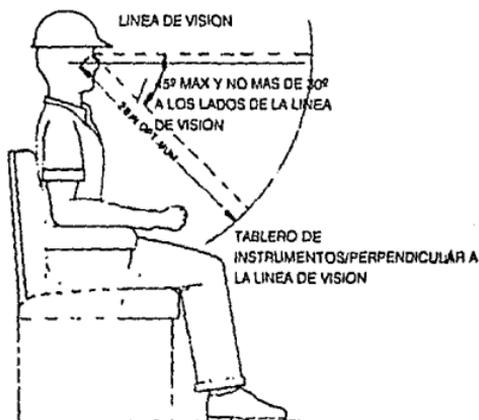


FIG. 4.6 LOCALIZACION DEL TABLERO CON RESPECTO AL OPERADOR

Los instrumentos deberán ser colocados de tal modo que los controles del vehículo no obstruyan su visibilidad. Además para este efecto se recomienda que no se sobrepase de un rango de 45° a partir de la línea de horizonte de los ojos del operador.

Por último se debe tomar en cuenta también la reflexión de la luz sobre los instrumentos, ya que impide la visibilidad tanto de los instrumentos como posiblemente del camino.

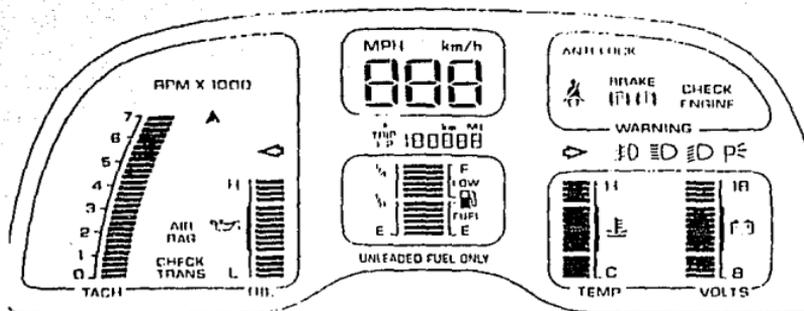


FIG. 4.7 TABLERO DE INSTRUMENTOS DIGITAL

CAPITULO 5

DESARROLLO DEL SISTEMA

5. DESARROLLO DEL SISTEMA

5.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES.

Como se mencionó anteriormente un panel de instrumentos es un sistema de información y seguridad para el usuario ya que indica algunas condiciones del vehículo importantes de conocer. Esto se logra en base a la recolección de señales por medio de sensores, los cuales manejan diversos niveles de voltaje y frecuencia para mover los galvanómetros de cada uno de los indicadores.

La finalidad del sistema de prueba para un panel de instrumentos, es establecer las condiciones necesarias para simular estos niveles de frecuencia y voltaje requeridos, y así poder realizar pruebas con mayor sencillez en dicho panel de instrumentos.

El usuario conecta el panel de instrumentos al sistema de prueba y escoge el instrumento a medir por medio del teclado, el cual está conectado al microcontrolador que es el que manda la señal adecuada para verificar visualmente si el panel de instrumentos funciona correctamente.

Este sistema consta de varias partes y para su programación y desarrollo son necesarios ciertos requerimientos.

5.2 REQUERIMIENTOS

Las condiciones necesarias que se deben simular con el sistema de prueba (tales como niveles de voltaje y frecuencia) deben obedecer a ciertos valores preestablecidos para poder así controlar las lecturas a obtener en el panel de instrumentos.

Los valores para cada indicador se muestran a continuación:

BATERIA

VOLTAJE DE IGNICIÓN	NIVEL	TOLERANCIA
8	BAJO	5
11	MEDIO INFERIOR	3
13	CALIBRACION	3
16	MEDIO SUPERIOR	4
18	ALTO	6

PRESION DE ACEITE

RESISTENCIA (Ω)	NIVEL	TOLERANCIA
100	BAJO	3
63	MEDIO INFERIOR	4
23.5	MEDIO SUPERIOR	5
12	ALTO	4

TEMPERATURA

RESISTENCIA (Ω)	NIVEL	TOLERANCIA
655	FRIO	4
288	NORMAL-FRIO	5
76	NORMAL-CALIENTE	4
64	CALIENTE	3

NIVEL DE COMBUSTIBLE

RESISTENCIA (Ω)	NIVEL	TOLERANCIA
90	VACIO	2.5
59	1/4 TANQUE	REFERENCIA
42	1/2 TANQUE	4
28.5	3/4 TANQUE	REFERENCIA
12	LLENO	3

TACOMETRO

FRECUENCIA (Hz)	RPM INDICADO	TOLERANCIA (rpm)
0	0	100
33.3	1000	150
100	3000	250
200	6000	250

VELOCIMETRO

FRECUENCIA(Hz)	VELOCIDAD EN KM/H
37.3	25-35
120.1	86-94
161.5	116-124

5.3 PARTES DEL SISTEMA

El sistema está constituido por un teclado, una parte lógica, una parte analógica de potencia y otra de alimentación de voltaje. Cada parte se explica posteriormente.

El funcionamiento básico del sistema se explica por medio del siguiente diagrama de flujo:

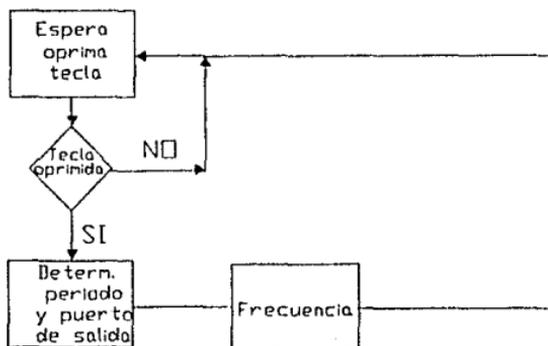


FIG. 5.1 DIAGRAMA DE FLUJO DEL SISTEMA

El sistema espera hasta que alguna tecla sea oprimida, habiendo sucedido esto el sistema verificará si la tecla oprimida se encuentra entre la primera y la quinta tecla o entre la sexta y séptima, en el primer caso significa que el indicador que deseamos probar funciona mediante diferentes niveles de voltaje por lo tanto pondrá el valor determinado y mandará esta señal al puerto adecuado pasando primeramente por la etapa de frecuencia, en caso contrario se refiere a que es un indicador que funciona mediante frecuencia en tal caso el sistema mandará la señal al programa para comenzar con los diferentes niveles de frecuencia necesarios para hacer funcionar dicho indicador.

5.3.1 TECLADO

El teclado se utiliza para dar mayor facilidad de manejo al sistema. En este caso se utiliza un teclado de tipo matricial.

1	2	3
4	5	6
7	8	9
*	0	#

FIG.5.2 TECLADO MATRICIAL.

La asignación de teclas es la siguiente:

TECLA	INDICADOR
1	ACEITE
2	TEMPERATURA
3	VOLTAJE
4	GASOLINA
5	LUCES
6	VELOCIMETRO
7	TACOMETRO

Al presionar una tecla, ésta manda una señal al microcontrolador, el cual al ya saber de que indicador se trata (por medio de un programa), manda los niveles adecuados de voltaje o frecuencia (dependiendo de que indicador se trate), a los cuales debe funcionar dicho indicador.

5.3.2 PARTE LOGICA

Básicamente consta de un microcontrolador del cual se habló en el capítulo 2.

Inicialmente se deben definir las entradas y salidas que se necesitan y así poder asignarlas a cada uno de los indicadores (opciones) y al teclado (lectura y barrido) como mejor convenga.

En la figura se muestra la asignación de terminales del microcontrolador:

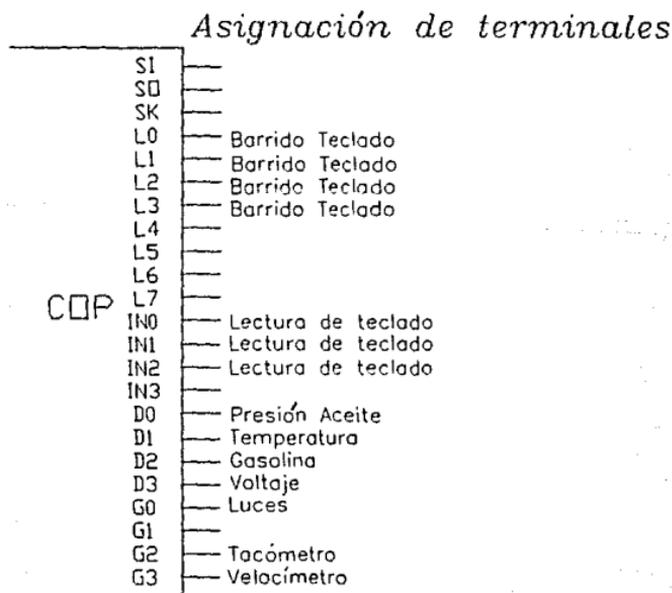


FIG. 5.3 ASIGNACION DE TERMINALES

Como se mencionó anteriormente el teclado manda la señal al microcontrolador para saber que indicador es el que se desea probar; se realiza un programa compuesto de instrucciones y subrutinas para que el microcontrolador sepa exactamente a que indicador se refiere o si fue o no apretada una tecla.

Para realizar el programa es necesario asignar a cada tecla una localidad de memoria y sus respectivos puertos de barrido y lectura de teclado:

TECLA	PUERTO IN	PUERTO L
1	IN0	L0
2	IN1	L0
3	IN2	L0
4	IN0	L1
5	IN1	L1
6	IN2	L1
7	IN0	L2
8	IN1	L2
9	IN2	L2
0	IN0	L3
X	IN1	L3
#	IN2	L3

Estos datos facilitan la realización del programa el cual, cuando una tecla no esta oprimida hace una revisión de los registros de memoria por medio de las instrucciones X ("exchange", intercambia memoria con acumulador) y XIS ("exchange increment skip", intercambia memoria con acumulador e incrementa la localidad de memoria), en dichos registros se encuentran las 12 teclas, al checar que ninguna tecla fue oprimida, manda la salida de esta señal (estado bajo) al puerto Q, por medio de la instrucción CAMQ ("copy A and M to Q", copia acumulador y memoria al puerto Q), mientras no se active ninguna de ellas permanecerá en este ciclo; cuando una tecla es oprimida, el programa checa, por medio de la localidad de memoria y los puertos de barrido (habilitandose el puerto L) y lectura, cual de las teclas fue oprimida, ésto se realiza por

medio de la instrucción ININ ("Input IN", lee al acumulador el puerto IN), sabiendo esto mandará la señal adecuada al puerto de salida correspondiente.

En el caso de los medidores que funcionan mediante frecuencia, se hace también un programa, ya que el microcontrolador es el que genera la frecuencia necesaria que el sistema de pruebas proporcionará para los niveles más importantes tanto en el tacómetro como en el velocímetro.

Para poder realizar de una forma más sencilla el programa es necesario contar con los siguientes datos:

VELOCIMETRO

FRECUENCIA (Hz)	T (seg)	T/16 μ s
37.3	0.0134	837
120	0.0042	260
161.5	0.0031	193

TACOMETRO

FRECUENCIA (Hz)	T (seg)	T/16 μ s
33.3	0.015	938
100	0.005	312
200	0.0025	156

El periodo se divide entre 16 μ s ya que el "timer" interno del microcontrolador utiliza esta base de tiempo (unidad mínima de tiempo disponible) para funcionar, cuando externamente se utiliza un oscilador de 4MHz.

El "timer" interno del microcontrolador es utilizado como un contador de tiempo base; la frecuencia de un ciclo de instrucción de memoria generada por el reloj interno del microcontrolador pasa a través de un pre-escalador el cual incrementa el contador de 8 bits proviendo un "timer" de 10 bits. El preescalador es borrado al utilizar la instrucción CAMT (change A&M to timer, cambia acumulador y memoria al timer).

Utilizando el cristal de 4MHz con la opción de dividir la frecuencia entre 16, la frecuencia del ciclo de instrucción de 250KHz incrementa el "timer" de 10 bit cada $4\mu s$. Accionando el contador y detectando los "overflows", se logran tiempos entre $16\mu s$ y $4.096ms$. Tiempos más largos se logran acumulando, por medio de programa, muchos "overflows".

El siguiente diagrama de flujo muestra como funciona esta etapa:

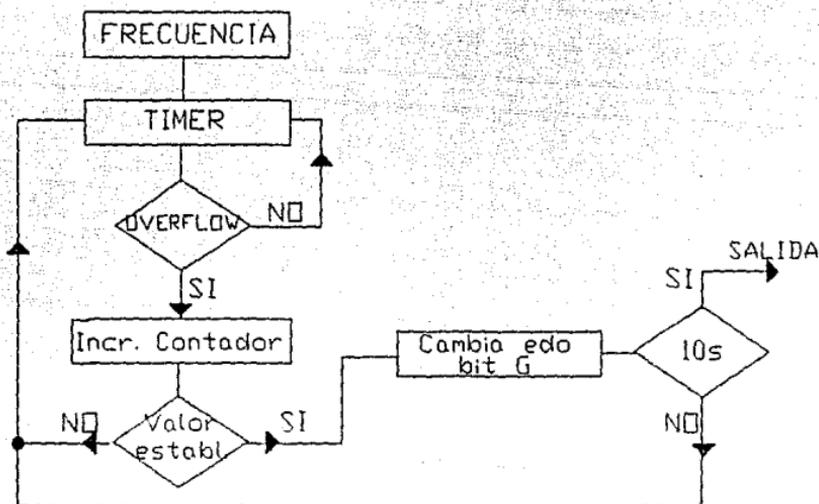


FIG.5.4 DIAGRAMA DE FLUJO DE LA ETAPA DE FRECUENCIA

En el caso de los indicadores que funcionan por medio de voltaje, se pretendía utilizar un convertidor digital analógico, pero es más complicado y caro, ya que se necesitaría un convertidor por cada salida del instrumento, por lo que se decidió utilizar un convertidor de frecuencia a voltaje, de esta forma el programa a utilizar para los indicadores que funcionan mediante diferentes niveles de voltaje es similar al de frecuencia, pero en vez de cambiar de estado en "G" esta salida será por el puerto D mediante la instrucción OBD ("output Bd to D", saca lo que hay en Bd al puerto D).

Para el caso de las luces de advertencia, como únicamente se necesita un solo nivel de voltaje, se dá el valor requerido, el cual saldrá por el puerto G0 mediante la instrucción OGI ("output G immediately", saca el valor "y" inmediatamente por el puerto G).

5.3.3 PARTE ANALÓGICA

Esta etapa consiste en un convertidor de frecuencia a voltaje, el cual, como se mencionó anteriormente, facilitará la programación de los indicadores que funcionan por voltaje y una etapa de potencia.

El diseño de esta sección es sumamente sencilla ya que se utiliza el LM 2907 que es un convertidor de frecuencia a voltaje. La primera etapa de este convertidor consta de un amplificador diferencial con una retroalimentación positiva a un circuito flip-flop. Inmediatamente después de esta etapa se encuentra la bomba de carga, que es en donde la frecuencia de entrada es convertida a voltaje de dc. Para hacer esto es necesario un capacitor de tiempo, una resistencia a la salida y un filtro capacitivo. Cuando el estado de entrada cambia (1 o 0) el capacitor de tiempo es cargado, o descargado, linealmente entre dos voltajes cuya diferencia es $V_{cc}/2$. Luego a medio ciclo de la entrada de frecuencia o un tiempo igual a $1/2 f(in)$, el cambio en la carga en el capacitor de tiempo es igual a $(V_{cc}/2)C1$. El promedio de la corriente bombeada dentro o fuera del capacitor es:

$$i_c = V_{cc} \cdot f_{in} \cdot C1$$

El circuito externo que hace que esta corriente de espejo pase por la resistencia de carga $R1$, conectada a tierra, y con los pulsos integrados con el filtro capacitivo, se tenga $V_o = i_c R1$, y la ecuación total de conversión será:

$$V_o = V_{cc} \cdot f_{in} \cdot C1 \cdot R1 \cdot K$$

En donde K es la constante de la ganancia (típicamente 1)

El valor de C2 depende únicamente del voltaje de rizo y de la respuesta en tiempo requerida.

Para el cálculo del circuito se utilizan las siguiente expresiones:

$$V_{rizo} = \frac{V_{cc}}{2} * \frac{C1}{C2} * \left(1 - \frac{V_{cc} * f_{in} * C1}{I2}\right)$$

$$f_{max} = \frac{I2}{C1 * V_{cc}}$$

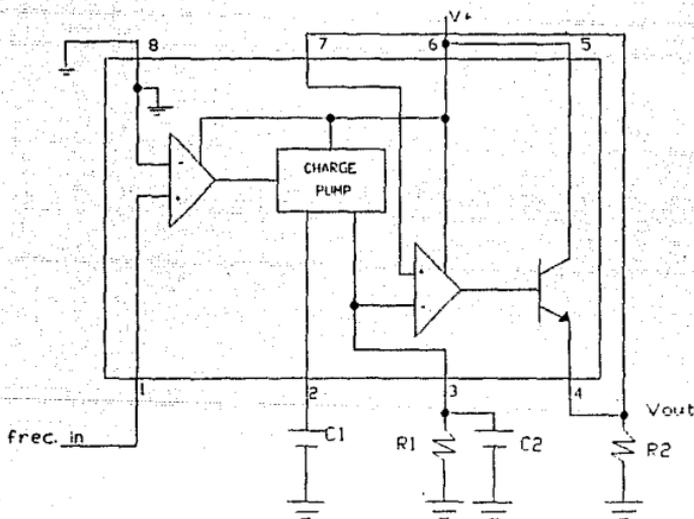


FIG. 5.5 CONVERTIDOR FRECUENCIA-VOLTAJE

Puesto que el panel de instrumentos requiere más potencia que lo que dá el convertidor y el microcontrolador, es necesario utilizar un transistor de potencia. Se utiliza un transistor en configuración colector común, que proporciona la entrada por la base y la salida por el emisor. Es un circuito muy sencillo, para el cual se utiliza un transistor 2N1711 por contar con las características necesarias para la corriente que circula por el circuito.

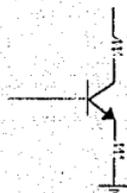


FIG. 5.6 TRANSISTOR DE POTENCIA/CONFIGURACION COLECTOR COMUN

5.3.4 FUENTE DE VOLTAJE

Una fuente de alimentación transforma la potencia de entrada de ca en potencia de salida de cc.

La función de la fuente de alimentación regulada es mantener un voltaje constante en sus terminales de salida.

Para la alimentación del probador de panel de instrumentos es necesario convertir el voltaje de suministro de 120V a 18V cc regulados. Se utiliza un transformador para convertir el voltaje a un nivel de c.a. deseado, dos diodos para rectificar la señal de c.a. y un capacitor (filtro). Este voltaje no regulado entra a un regulador de voltaje, este regulador puede ser un circuito integrado o estar formado por un transistor, que absorberá la diferencia entre el voltaje de entrada y el de salida y un diodo zener, que absorbiendo la corriente de base proporciona un voltaje constante, obteniéndose, de esta forma la salida de 18V regulados.

Para el diseño se utiliza el regulador de voltaje LM 150, ya que para nuestro panel de instrumentos el máximo voltaje requerido es de 18V y en algunos casos es necesario llegar hasta 2 amperes, con este integrado es posible lograr este voltaje. Este regulador es sumamente sencillo de utilizar ya que sólo requiere dos resistencias externas para dar el voltaje que se requiera.

Existe un voltaje de referencia entre la terminal de salida del integrado (2) y la terminal de ajuste (3), este voltaje pasa por la resistencia R1, y como este voltaje es

constante, existe una corriente constante (I_1) que pasa por la resistencia R_2 dando un voltaje de salida:

$$V_{out} = V_{ref} \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right) + I_{adj} * R_2$$

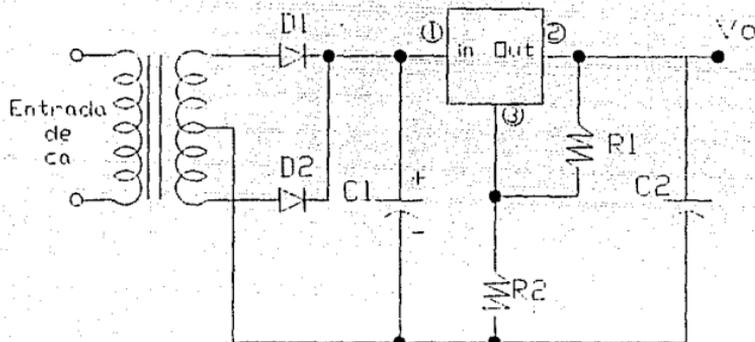


FIG. 5.7 FUENTE DE ALIMENTACION REGULADA EN SERIE.

Es recomendable utilizar un filtro capacitor a la entrada del circuito para rectificar el voltaje que sale del transformador. Este capacitor (C_1), se puede calcular con las siguientes expresiones.

$$V_{rizo} = \frac{X_c}{X_c + R} V_{rizo}(rms)$$

$$V_{rizo}(rms) = \frac{V_{rpp}}{\sqrt{3+2}}$$

$$V_{dc} = V_p - \frac{V_{rpp}}{2}$$

El capacitor C_2 es un filtro que sirve para mejorar la estabilidad del circuito.

Para la alimentación del microcontrolador se utiliza el mismo transformador pero en este caso utilizaremos un LM 7805 como se ve en la figura anterior.

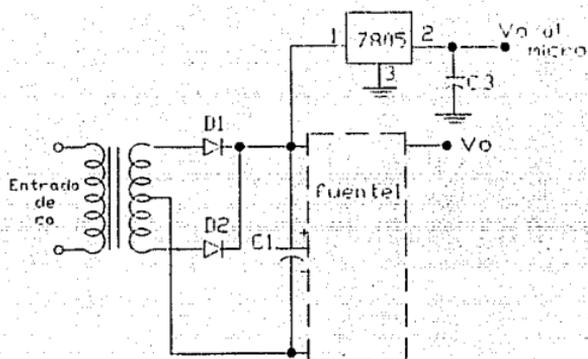
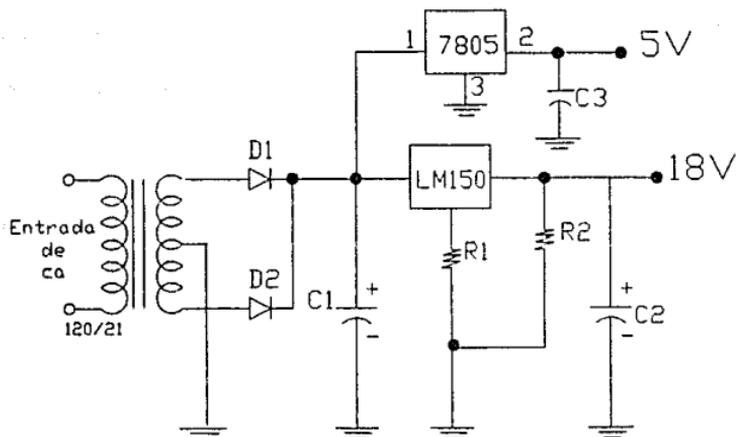


FIG. 5.8 ALIMENTACION AL MICROCONTROLADOR.

5.4 DIAGRAMA FINAL DEL PROTOTIPO Y CALCULOS



Se elige un transformador 120/21 para lograr 18V a la salida.

Utilizando las fórmulas vistas anteriormente y teniendo que:

$$X_C = \frac{1}{2(\pi)fC}$$

tenemos que:

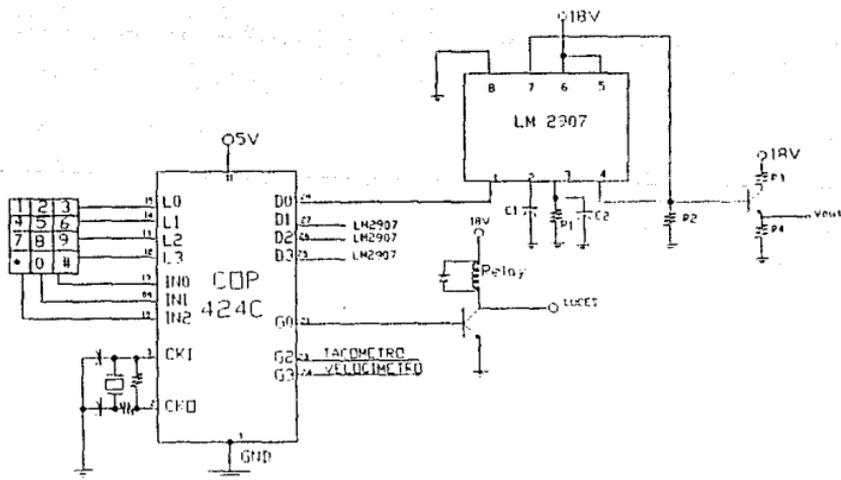
$$C1 = 470\mu\text{F}$$

El voltaje de referencia del LM150 es de 1.25V entre la salida (2) y la terminal de ajuste (3) por lo que el manual recomienda que:

$$R1 = 240\Omega \quad \text{por lo que:}$$

$$R2 = 3\text{K}2\Omega$$

Los capacitores C2 y C3 de salida sirven para mantener la estabilidad y son de por lo menos $10\mu\text{F}$.



ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

Para tener exactitud y un menor consumo de corriente, en el reloj oscilador, es necesario utilizar un cristal oscilador de 4MHz, $R1 = 1K\Omega$, $R2 = 1M\Omega$, $C1 = 30pF$ y $C2 = 30pF$.

Para el cálculo de convertidor, se utilizan las fórmulas vistas anteriormente en la sección de la parte analógica y siguiendo las recomendaciones de los manuales tenemos que:

$$C1 = 0.01\mu F, C2 = 1\mu F, R1 = 100K\Omega, R2 = 10K\Omega.$$

Para la etapa de potencia se utiliza un transistor 2N1711 para cada medidor. La resistencia de emisor ($R4$) es la resistencia comercial más baja de cada medidor, es decir que en el caso del medidor de nivel de presión de aceite, y conforme a las tablas de requerimientos $R4 = 10\Omega$, por mediciones antes realizadas se sabe el voltaje que requiere cada medidor para su funcionamiento en cada nivel, tomando el voltaje más alto y por medio de las leyes de Kirchoff se calcula la resistencia del colector $R3$ que en este caso será: $R3 = 15\Omega$. Para los demás medidores el cálculo de $R3$ es similar.

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

La industria automotriz ocupa un lugar muy importante entre los sectores productivos de México.

Esta industria se esta desarrollando rápidamente y el desarrollo de los sistemas de instrumentación se hacen cada vez mas complejos por lo que es necesario un equipo que pruebe dichos sistemas.

Para la realización de este sistema de prueba se trataron varios temas importantes.

Se eligió un microcontrolador de 4 bits, ya que es el más adecuado para este proyecto, en un principio se decidió utilizar el COP 420, pero al ir avanzando en el proyecto y para mayor facilidad del mismo se vió que era mejor utilizar el COP 420 C, que es de la misma familia y en lo único que difiere es en que este último es CMOS y tiene acceso al "timer" interno, lo que es útil para una mayor facilidad de programación, sobre todo para el manejo de señales de información, ya que, resulta mucho más fácil el manejo de dichas señales por medio de software que por hardware.

El hecho de utilizar más programación que circuitos también se debe a que no todos los paneles de instrumentos tienen los mismos medidores o son diferentes, por lo que resulta más sencillo el cambiar la programación dentro del microcontrolador que hacer todo un nuevo diseño para cada panel, además resulta mucho más fácil tener un solo sistema de prueba dentro de una planta de ensamble, y tener los diferentes microcontroladores programados para diferentes tipos de paneles. Otra ventaja de utilizar más software que hardware es que si se tiene que hacer algun ajuste al sistema de prueba es mucho más sencillo realizarlo por medio de programa.

Se trató el tema de los transductores ya que son éstos los que reciben la información y la transforman para que el panel de instrumentos pueda desplegarla.

Se mencionaron las principales características de un panel de instrumentos ya que es necesario conocerlas y sus especificaciones para saber que es lo que se va a medir para realizar un buen diseño.

Dentro del sistema de prueba se utiliza un convertidor de frecuencia a voltaje para cambiar las señales de voltaje a frecuencia ya que resulta mucho más sencillo una programación por frecuencia, para ello, se pensó en varias opciones, como fue la de utilizar un capacitor que por medio de cargas y descargas obtubiese una señal cuyo nivel representara el valor deseado; otra idea fue la de utilizar un convertidor digital-analógico, pero resulta más costoso y da el mismo resultado que utilizar un convertidor de frecuencia a voltaje, ya con esta idea, se pensó en hacer el convertidor de forma analógica por medio de un transistor, pero es inestable, además resulta mucho más sencillo y estable utilizar un convertidor de frecuencia a voltaje como circuito integrado.

Dentro del diseño de la fuente de alimentación también surgió otra alternativa, la de realizar el regulador de manera analógica, pero para reducir cálculos y hacer más estable el circuito también se utiliza un circuito integrado.

Ya que estamos realizando un prototipo existe la posibilidad de mejorar el diseño. Una de las mejoras podría ser la de utilizar un solo convertidor de frecuencia a voltaje; de esta manera cambiaría un poco la programación, ya que todos los datos de los indicadores que funcionan variando los niveles de voltaje saldrían por un solo puerto (D) y utilizando la salida de otro puerto se habilitan las etapas de potencia de cada indicador.

Pero como se dijo anteriormente, al tratarse de un prototipo, y con el motivo de tratar cada indicador lo más aisladamente posible, se dejará un convertidor por cada salida.

Este proyecto cumplió con los objetivos requeridos en un principio, además de reafirmar conocimientos de la carrera y adquirir nuevos. Este es un prototipo altamente aplicable y de gran uso para la industria de automóviles.

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

- Mompín Poblet José
TRANSDUCTORES Y MEDIDORES ELECTRONICOS
Serie: Mundo Electrónico
BOIXAREU Editores.
Barcelona
- Vase, Ken
AUTOMOVIL, PASADO Y PRESENTE
Editores, S.A..
España, 1990
- Kaufman, Milton & Seidman, Arthur
ELECTRONICA PRACTICA
Tomo 1 y 2
McGraw-Hill
México, 1986
- **MICROCONTROLLER DATABOOK**
National Semiconductor.
California, USA. 1989
- **THE COPS PROGRAMMING MANUAL (4 BITS)**
National Semiconductor.
California, USA. Feb. 1985
Publ. Number.: 424410284-001A
- **LINEAR DATABOOK**
National semiconductor Corp.
California, USA.1978.
- **ENGINEERING STANDARD'S**
Chrysler Motors Corp.
(Información Confidencial)
Detroit, Mich. USA. 1987