

117  
2 Ecu.



**Universidad Nacional Autónoma de México**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN TABLERO DE  
MEDICION DIGITAL AUTOMOTRIZ**

**TESIS PROFESIONAL**

Que para obtener el título de:  
**INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA**

**P r e s e n t a n :**

**JESUS REYNOSO BLADINIERES  
JESUS GUTIERREZ ALBORES  
EDUARDO MARTIN NUÑEZ HUERTA**

**Director: M. en ING. JOSE MIGUEL MARTINEZ ALCARAZ**

**México, D. F.**

**1985**





Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

	<b>INTRODUCCION</b>	<b>1</b>
<b>1.</b>	<b>ASPECTOS GENERALES DE UN TABLERO AUTOMOTRIZ</b>	<b>3</b>
	1.1 Información presentada (Estructura general)	
	1.2 Especificaciones básicas	
<b>2.</b>	<b>DEFINICION DEL PROYECTO</b>	<b>10</b>
	2.1 Elección de la información a desplegar	
<b>3.</b>	<b>CONSTRUCCION DEL PROTOTIPO</b>	<b>15</b>
	3.1 Descripción general de los circuitos que componen el sistema.	
	3.2 Estructura del programa	
	3.3 Indicaciones funcionales para la operación	
<b>4.</b>	<b>CONCLUSIONES, COMENTARIOS Y BIBLIOGRAFIA</b>	<b>30</b>
<b>5.</b>	<b>APENDICES</b>	<b>33</b>

## INTRODUCCION

Con el advenimiento de las microcomputadoras contenidas en un sólo circuito integrado, así como los sistemas de desarrollo que se han creado alrededor de cada una de ellas, facilitando con ello la labor de diseño, han permitido al ingeniero tener una mayor flexibilidad en la creación de pequeños sistemas en focados a una aplicación específica.

Las ventajas obtenidas en el procesamiento de información utilizando este tipo de elementos están siendo aprovechadas por numerosas industrias, entre ellas, la automotriz, cuyos objetivos inmediatos se han enfocado a la introducción de componentes electrónicas en los principales sistemas del automóvil, entre ellos, los de medición.

El diseño y construcción de este sistema automotriz (tablero de instrumentos) basados en una microcomputadora es el objetivo de esta tesis. El modelo deberá cumplir además, con las especificaciones básicas requeridas por la industria automotriz.

La estructura del presente trabajo comienza proporcionando un panorama general de los tableros automotrices, en lo que respecta a la información contenida en ellos, así como la descripción de las principales especificaciones a las que están sujetos. Estos aspectos son tratados en el primer capítulo. En el segundo capítulo se detallan las variables elegidas para el prototipo, así como la forma en que serán desplegadas y la distribución de estas en el tablero.

En el tercer capítulo se plantea la construcción del tablero, -

ilustrando los circuitos que lo componen, exponiendo además - la estructura del programa y explicando los puntos principales de éste apoyados en el diagrama de flujo que se incluye en el apéndice B. Este capítulo concluye presentando las indicaciones funcionales de operación.

Finalmente, el capítulo cuatro incluye una serie de conclusiones y comentarios acerca del proyecto, así como la bibliografía utilizadas.

En los apéndices se muestran los diagramas del prototipo, así como el listado del programa.

## 1. ASPECTOS GENERALES DE UN TABLERO AUTOMOTRIZ

### 1.1 Estructura general.-

La información que se presenta normalmente en un tablero automotriz, contiene datos que le permiten al usuario tener un conocimiento general del funcionamiento del automóvil y cuya finalidad es la de evitar daños mayores en los sistemas principales de éste.

La selección de los datos que se muestran en cada tablero, así como su distribución, depende de cada fabricante, sin embargo, existen un conjunto de datos básicos que se presentan en la mayoría de los tableros, los cuales están contenidos en la Tabla N° 1 (Ref. 1).

Para presentar la información descrita anteriormente se utilizan en forma convencional, instrumentos electromecánicos, sin embargo, gracias al desarrollo de dispositivos electrónicos se está creando otra manera de mostrar esta información con elementos totalmente electrónicos.

La utilización de este tipo de elementos presenta algunas ventajas con respecto a los instrumentos electromecánicos como son: mayor precisión, facilidad de lectura, fácil mantenimiento y permite incluir mayor número de variables.

La principal desventaja que presenta actualmente este tipo de instrumentación automotriz, es el precio, pero, como se ha observado a través de los años, los elementos electrónicos abaten con facilidad sus costos por lo que se pretende

TIPO DE INDICADOR	INFORMACION
CUANTITATIVO	VELOCIDAD NIVEL DE COMBUSTIBLE ODOMETRO TEMPERATURA DEL FLUIDO PARA ENFRIAMIENTO DEL MOTOR
INDICATIVO	PILOTOS PARA DIRECCIONALES INDICADOR LUCES DE EMERGENCIA INDICADOR DE LUCES ALTAS INDICADOR FRENO DE ESTACIONAMIENTO INDICADOR AHOGADOR (En su caso)
AVISO MAL FUNCIONAMIENTO (LUZ - PILOTO)	FALLA DE FRENOS BAJA PRESION DE ACEITE FALLA EN EL SISTEMA DE CARGA

TABLA 1

en un plazo corto integrar este sistema en los modelos automotrices de producción en serie.

Se mencionó como una ventaja el incremento de los datos presentados permitiendo al conductor obtener información más específica, la elección de éstas variables depende de cada fabricante, entre las más comunes se encuentran

(Ref 1)

- Velocidad del motor (RPM)
- Distancia recorrida
- Velocidad promedio
- Combustible utilizado
- Rendimiento de combustible
- Reloj

- Tiempo estimado de llegada

Para presentar la información, los fabricantes de este tipo de tableros utilizan comúnmente las siguientes tecnologías:

- Despliegue con diodos emisores de luz (LEDS)
- Despliegue con fluorescencia en vacío (Vacuum Fluorescent)
- Despliegue con cristal líquido (LCD)

Las características y funcionamiento de cada una de estas tecnologías, son demasiado extensas y salen del propósito del presente trabajo, sin embargo, a manera de información comparativa se mencionan algunas de las más importantes de cada una de ellas en la Tabla N° 2 (Ref. 2).



	LED	V F	L C D
TEMPERATURA AMBIENTE DE OPERACION.	- 40 °C + 80 °C	- 40 °C + 80 °C	- 25 °C + 95 °C
EFICACIA	ROJO .15 a .23 lm/W AMARILLO .21 a .52 VERDE .36 a 2	1 a 2 lm/W	10 a 100 uw/cm <sup>2</sup>
HORAS VIDA	100,000	20,000	50,000
RESPUESTA EN EL TIEMPO	0.2 us	50 us	.05 a 1 s según temperatura.
VOLTAJE TIPICO	2.5 Vdc	12 a 50Vdc	3 Vrms
TECNOLOGIA PARA MANEJAR EL DESPLIEGUE	BIPOLAR	BIPOLAR	CMOS. SOBRE EL DESPLIEGUE
POSIBILIDAD DE MULTIPLEXAJE	SI	SI	NO
LUMINISCENCIA	2000 cd/m <sup>2</sup>	1400 cd/m <sup>2</sup>	-----

TABLA 2

## 1.2 Especificaciones básicas.-

Es importante en el diseño de un sistema definir las principales características funcionales que debe observar y que guiarán de manera definitiva el desarrollo del mismo. En el caso de este tablero automotriz, dichas características están enfocadas a obtener el buen funcionamiento del tablero bajo cualquier circunstancia normal que se presente en el automóvil, además, se deben tomar en cuenta algunos factores del medio ambiente al cual estará expuesto el tablero de instrumentos, como son:

- Rango de temperatura.- La zona de instalación del tablero de instrumentos está expuesta según las condiciones climatológicas de la zona, a temperaturas que varían entre los  $-40^{\circ}\text{C}$  y  $80^{\circ}\text{C}$ , por lo que todos los componentes y materiales del tablero deberán soportar estas condiciones de operación.
- Condiciones eléctricas.- Básicamente las características eléctricas que afectarán directamente el comportamiento de un tablero electrónico son (Ref. 1):
  - (a) Variaciones en el voltaje de alimentación.- Estas variaciones se deben a las diversas condiciones a las que se somete el sistema de carga de un vehículo. En condiciones normales, el voltaje de alimentación varía entre 11 y 16 volts, sin embargo existirán situaciones "anormales" de operación, como son los arranques de emergencia con baterías

de mayor voltaje y hasta inversiones de polaridad accidentales.

(b) Transitorios eléctricos.- Existen diversos elementos en el automóvil que producen transitorios eléctricos que pueden ocasionar daños permanentes a cualquier equipo electrónico que se instale. Estos transitorios producidos principalmente por fenómenos electromagnéticos, pueden alcanzar amplitudes hasta de 120 V pico con duración de unos cuantos  $\mu$ s, que aún así, pueden dañar seriamente los elementos electrónicos de un tablero digital. (Ref 1).

- Cambios de intensidad luminosa.- Debido a las condiciones variables del ambiente luminoso al que será expuesto el tablero, éste deberá poseer una intensidad luminosa uniforme bajo cualquier circunstancia, sin parpadeos que demeriten su visualización además de poseer un control de brillo eficaz. Asimismo se sugieren (Ref. 2) ciertos ángulos de visibilidad dentro de los cuales los datos se deban apreciar claramente (Fig. 2.1)

Estas son las principales condiciones que tienen ingerencia directa en el funcionamiento de un tablero electrónico, el cual deberá ser acondicionado para funcionar satisfactoriamente bajo estas exigencias.

En cuanto al porcentaje de error que deben presentar las lecturas proporcionadas por un tablero, no existe una norma específica para todos los instrumentos que lo componen

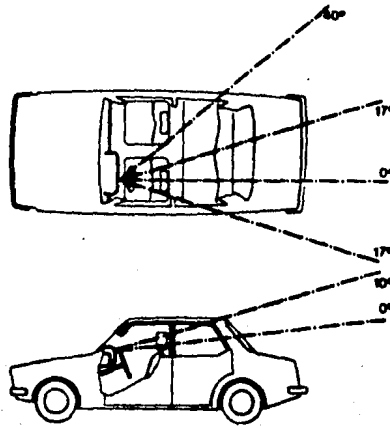


Fig. 2.1

sin embargo, la SAE (Society of Automotive Engineering), recomienda para los velocímetros, tacómetros y odómetros electromecánicos, los siguientes porcentajes de error.

- Odómetro: -1%, +3.75%
- Velocímetro:  $\pm 4$  Km/h
- Tacómetro:  $\pm 2\%$  de la escala total.

Con respecto a los datos restantes cada fabricante adopta su propio margen de error, ya que se consideran datos indicativos.

Aunque estos datos de exactitud se refieren como se menciona anteriormente a instrumentos electromecánicos, se pueden tomar como base para los tableros de tipo electrónico.

## 2. DEFINICION DEL PROYECTO

### 2.1 Elección de la información a desplegar.-

En el capítulo anterior fueron mencionados los diferentes datos que aparecen en los tableros automotrices así como las diferentes tecnologías utilizadas para realizar el despliegue de esta información.

Para el desarrollo del prototipo realizado en la presente tesis, las variables a desplegar fueron elegidas en base a la utilidad que representan para el conductor así como la óptima utilización de una microcomputadora, de esta manera, el tablero realizado contará con las variables básicas mostradas en la tabla 1, además de los siguientes parámetros:

- Velocidad del motor (tacómetro)
- Distancia recorrida
- Rendimiento de combustible (instantáneo y promedio)
- Reloj

En cuanto al despliegue de esta información se realizará por medio de diodos emisores de luz debido a que son componentes a los que se tiene fácil acceso en el mercado nacional y cumplen con los requisitos indispensables en el diseño de un tablero de este tipo.

Estos requisitos indispensables se refieren a los siguientes aspectos (Ref. 1)

1. Temperatura de operación de -40°C a 80°C

2. Fuente de alimentación simple
3. Duración mínima de 10 000 horas
4. Luminosidad mínima de 300 cd/m<sup>2</sup>
5. Diversidad de colores
6. Angulo de visión aceptable
7. El despliegue deberá ser visible bajo cualquier condición de luz ambiente.

Anteriormente fueron mencionadas las funciones que serán desplegadas en el tablero prototipo. A continuación se describe cada una de estas funciones detalladamente.

1. Velocidad instantánea.- Esta función será desplegada en km/hr y será calculada cada segundo. El intervalo de tiempo fue elegido para facilitar el cálculo así como para evitar que los cambios de datos sean excesivamente rápidos, dificultándose su lectura.
2. Velocidad del motor.- La lectura se proporcionará en RPM (revoluciones por minuto). El despliegue se realizará por medio de un arreglo de 30 diodos emisores de luz (leds), con una resolución de 200 rpm/led.
3. Temperatura del refrigerante.- Se presentará con un arreglo de 8 diodos emisores de luz.
4. Presión del aceite del motor.- Será presentada en forma similar al punto anterior.
5. Distancia recorrida parcial.- Su lectura se desplegará en km y la capacidad máxima del despliegue será de 999.9 km. Este dato corresponderá a la distancia recorrida por el vehículo una vez que se oprimió la función

"Limpiar".

6. Distancia recorrida total.- Este despliegue se realiza en forma tradicional (elementos mecánicos) debido a que su realización electrónica resulta excesivamente costosa en este momento. El dato representa km recorridos por el vehículo.

Las funciones que se definen a continuación se mostrarán en un mismo despliegue de 4 dígitos y se seleccionarán por medio de un teclado.

7. Nivel de combustible.- Será desplegado en Lt.
8. Reloj.- Esta variable se mostrará desplegando horas y minutos. El ajuste tanto de horas como minutos se logra oprimiendo la tecla correspondiente.
9. Rendimiento de combustible instantáneo.- El cálculo de esta variable se realiza en un intervalo de 3 seg. El valor se proporciona en km/lit.
10. Rendimiento de combustible promedio.- También se muestra en km/lit y representa el rendimiento de combustible obtenido desde el instante en que se oprime la tecla "limpiar". Su cálculo se realiza cada vez que se consume un litro de combustible.

Además de esta información, se presentan en el prototipo varias luces "piloto" de aviso que cubren las siguientes funciones:

- a) Indicador luz alta
- b) Indicador luz de posición
- c) Indicador direccional izquierda

- d) Indicador direccional derecha
- e) Indicador de falla de sistemas de freno ó accionamiento de freno de estacionamiento
- f) Indicador de falla en el sistema de carga
- g) Indicador tecla nivel de combustible
- h) Indicador tecla reloj
- i) Indicador tecla rendimiento instantáneo
- j) Indicador tecla rendimiento promedio

La distribución de estas variables dentro del tablero se debe realizar de tal forma que no dé lugar a confusiones. El arreglo seleccionado para el prototipo se muestra en la figura 2.2.

Estas serán las principales características que serán presentadas en el prototipo, las cuales superan a las que poseen los tableros convencionales. Asimismo el diseño del sistema contemplará la factibilidad de ser utilizado en cualquier tipo de automóvil.



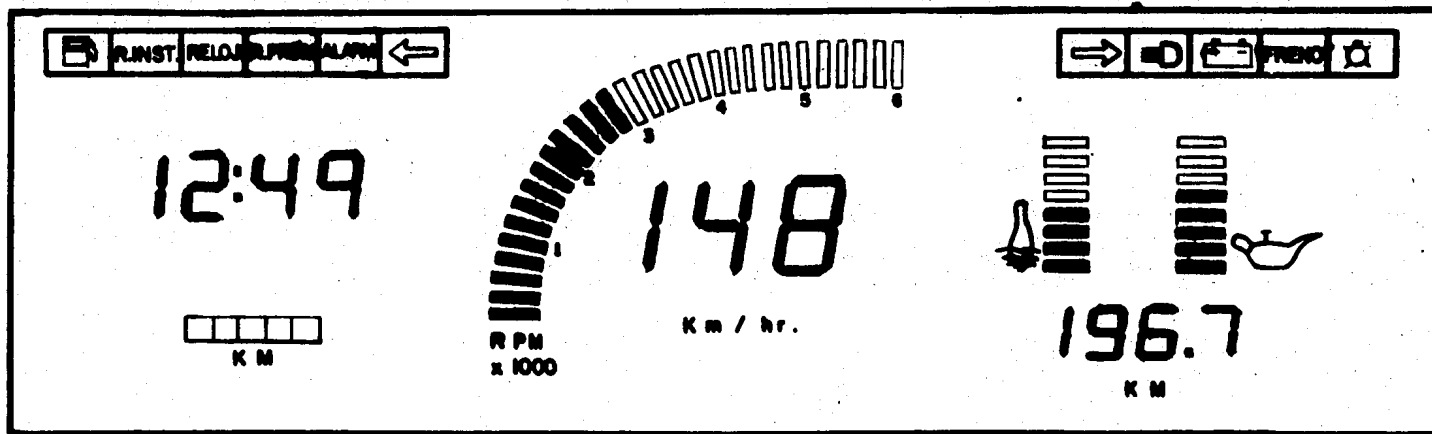


Fig. 2.2. Distribución de las variables del tablero.

...14...

### 3. CONSTRUCCION DEL PROTOTIPO

#### 3.1 Descripción general de los circuitos que componen el sistema.-

El tablero fué diseñado en base a una microcomputadora de la familia Intel MCS-48, la 8748. Las principales características que presenta son las siguientes:

- Fuente de alimentación única (5 V)
- 1K x 8 EPROM
- 64 x 8 RAM
- 27 líneas de entrada-salida.
- Interrupción de simple nivel
- Temporizador-contador de eventos interno

La programación de la memoria de la microcomputadora se realizó utilizando un programador PROMPT-48. El programa abarcó únicamente la capacidad de memoria propia de la microcomputadora con lo que se obtuvo un mínimo de componentes.

En la fig. 3.1 se muestra un diagrama de bloques que esquematiza los circuitos del tablero y al final de este capítulo se presenta el diagrama detallado del sistema.

- Obtención de datos analógicos.

Los datos que necesita la microcomputadora para procesar la información requerida se dividen en analógicos y digitales. Los datos analógicos provienen de los transductores de temperatura del refrigerante, presión

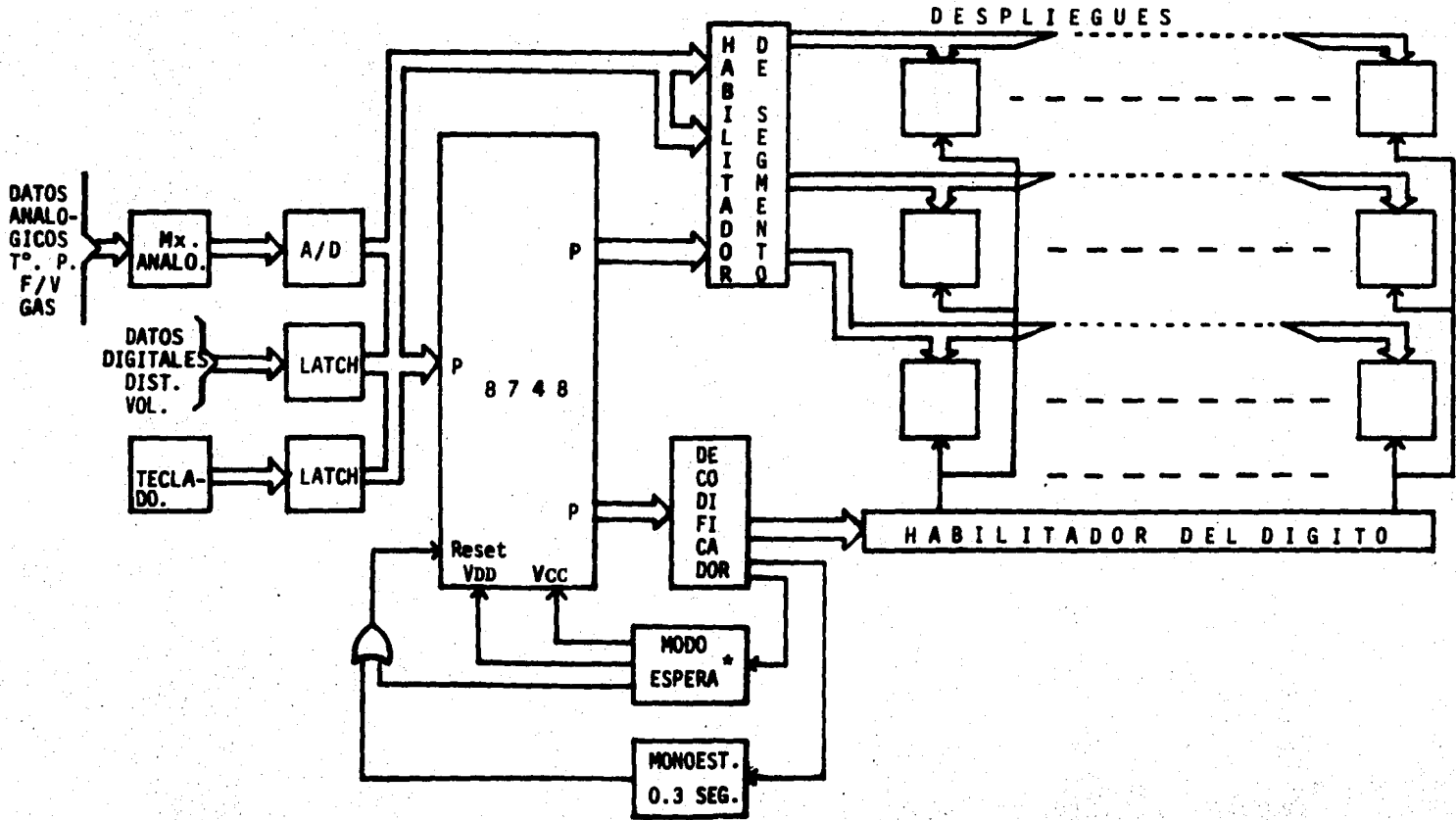


Fig. 3.1 DIAGRAMA DE BLOQUES

\* Aplicable solo a la microcomputadora 8048

de aceite, nivel de combustible y del convertidor de frecuencia-voltaje utilizado para la obtención de las RPM del motor.

Estas variables son elegidas por la microcomputadora por medio de un multiplexor analógico y transformadas en datos digitales a través del convertidor analógico-digital, controlado también por la microcomputadora.

Cabe hacer notar que éstos dos circuitos funcionan con un mismo rango de voltaje (0V-10 V), el cual es proporcionado por los transductores mencionados por medio del arreglo mostrado en la figura 3.2.

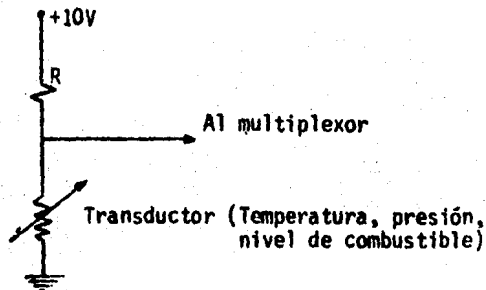


Fig. 3.2

Con este arreglo se puede utilizar el transductor de cualquier automóvil y para ajustar el rango deseado solamente se calcula el valor de R.

La linealización de la respuesta del transductor se realiza por medio del programa.

En cuanto al transductor de RPM del motor (Convertidor F/V) puede adaptarse a cualquier tipo de vehiculo (4, 6 ó 8 cilindros) modificando valores de sus componentes discretas. Estos circuitos se pueden apreciar en el diagrama general.

- Obtención de datos digitales.

Los datos digitales provienen de los transductores de distancia y de volumen.

El transductor que permite conocer la distancia recorrida debe proporcionar un pulso cada 0.25 m.

Para medir el consumo de combustible, en este diseño se consideró la existencia de un dispositivo capaz de enviar un pulso por cada 0.1 cm<sup>3</sup> de combustible entregado al carburador; la salida de tal dispositivo debe conectarse directamente a la terminal del tablero destinada para ello.

Estas entradas están conectadas a través de registros de tres estados al BUS de la microcomputadora. Asimismo la activación de cualquiera de estos registros (Q=1) activa la entrada de interrupción externa de la microcomputadora. El estado de esta entrada es probado por el programa cada milisegundo, en caso de estar activada, se toma el estado de los registros y se envía un pulso de limpiar (reset) al registro que provocó la activación de la entrada interrupción.

Con ésto se eliminó la probabilidad de perder algún pulso de cualquiera de los sensores.

- Teclado

En la sección anterior se mencionaron las variables que serían desplegadas en un mismo conjunto de 4 dígitos. Estas variables serán seleccionadas por un teclado el cual se comunicará con la microcomputadora a través del BUS de la misma.

El arreglo lógico que se muestra en el diagrama general para el teclado permite que en el momento de accionar una tecla se desactiven los registros de las otras evitando con esto la posibilidad de tener más de una tecla oprimida.

La microcomputadora detecta el estado de las teclas cada 0.25 seg.

- Circuitos para verificar la continuidad del Sistema.

La entrada de inicialización (reset) de la microcomputadora, es activada por dos circuitos.

El primero funciona cuando la ignición del automóvil está en operación. Este circuito es un multivibrador monoestable que proporciona un pulso de inicialización cada 0.3 seg. El objetivo de este circuito es evitar que el programa se pierda en alguna malla indeseable.

En condiciones normales, la microcomputadora mandará un pulso de inicialización a este circuito cada 0.25 seg., indicando con esto que el programa corre normalmente.

El segundo circuito que acciona la entrada de inicialización de la microcomputadora se activa cuando no está funcionando la ignición del vehículo. Este circuito

produce un pulso de inicialización cada segundo. En cuanto el sistema de ignición deja de funcionar entra en operación el modo "espera" de la microcomputadora\*\* el cual desactiva la alimentación del sistema, exceptuando la de la RAM que posee alimentación propia. En estas condiciones, el pulso producido por el circuito mencionado activa la alimentación de la microcomputadora, el programa incrementa el segundero y si la ignición permanece desactivada se renueva el modo "espera".

- Despliegue de datos.

Una vez obtenidos los datos necesarios, la microcomputadora calculará las variables que serán mostradas por medio de un despliegue de diodos emisores de luz. Este despliegue consiste en un arreglo matricial formado por tres renglones y seis columnas (Fig. 3.1). Los dos primeros renglones desplegarán datos en forma numérica (dígitos) de las siguientes variables:

-Velocidad (tres dígitos)

-Odómetro parcial (cuatro dígitos)

-Nivel de combustible, reloj, rendimiento instantáneo y rendimiento promedio (cuatro dígitos comunes).

En el tercer renglón se despliegan, por medio de arreglos de LED'S, los datos de temperatura del refrigerante, presión de aceite y revoluciones del motor.

El despliegue se realiza en forma multiplexada, cada columna permanece activada un milisegundo y desactivada cinco milisegundos, evitando con esto la posibilidad

\*\*NOTA: Esta característica no está contenida en la microcomputadora 8748.

de parpadeo en el despliegue.

Todos los elementos utilizados en el despliegue tienen como característica principal funcionar con altas co rrientes de pico, proporcionando con ello una luminosi dad satisfactoria aún en ambientes con alta intensidad luminosa.

En cuanto al control de luminosidad del despliegue en general, éste se logra por medio de un regulador de vol taje variable, el cual es la fuente de alimentación del despliegue únicamente.

El voltaje del regulador varía en forma automática me diante una fotoresistencia integrada en el tablero y, en forma manual por medio de un potenciómetro. El cir cuito utilizado en el prototipo se muestra en la figura 3.3.

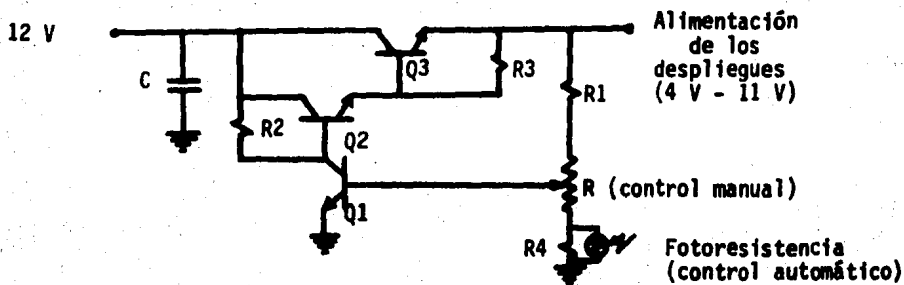


Fig. 3.3



### 3.2 Estructura del programa.-

En el quinto capítulo se presenta el diagrama de flujo que muestra la configuración del programa.

El programa se compone de una rutina principal y de un conjunto de subrutinas que son utilizadas constantemente por la rutina central. Esta característica, además de haber facilitado la realización y revisión del proyecto, permite incluir otras funciones desarrollando sus subrutinas, aprovechando las ya incluidas en el presente programa.

El desarrollo del programa es el siguiente:

Una vez que la microcomputadora ha recibido un pulso de inicialización, la primera función del programa es incrementar un segundo al reloj, verificará que la ignición del automóvil esté activada, en cuyo caso comienza a realizar la rutina central, en caso contrario, la microcomputadora envía un pulso para activar el modo " espera ".

- Rutina Central.- Esta rutina inicia limpiando las localidades de la memoria de datos que se utilizarán para el cálculo de las variables requeridas. Se activa la interrupción interna la cual será provocada por el desbordamiento del contador de la microcomputadora, el cual se programa para que ocurra cada milisegundo. Existe una subrutina encargada de atender esta interrupción que nos permite desplegar la información permanentemente en el tablero.

A continuación se realiza el cálculo del nivel de combusti

ble, tomando la lectura del sensor de nivel del automóvil como base para el cálculo. Este sensor resistivo entrega un voltaje que será proporcional al nivel de combustible. Las características del sensor se deben analizar para determinar el factor de proporción, en el presente proyecto se supuso una respuesta lineal entre el nivel de combustible y el voltaje obtenido del sensor, la ecuación utilizada es la siguiente:

$$N = N_{\max} - KV_1$$

donde:

$N$  = Nivel de combustible (Litros)

$N_{\max}$  = Nivel máximo (tanque lleno en litros)

$K$  = Factor de proporción (l/V)

$V_1$  = Voltaje obtenido del sensor (Volts)

Dentro del programa se consideró un tanque con nivel máximo de 70l y se tomaron las características de un sensor comercial con lo que la ecuación resultó:

$$N = 70 - 11V_1$$

Esta situación es poco probable de encontrar en la mayoría de los sensores de nivel debido a que la forma de los tanques de combustible normalmente no es uniforme, sin embargo, la curva de respuesta (voltaje-nivel de combustible) se descompone en un número determinado de rectas, se determina la recta que corresponde al valor de voltaje obtenido y resolviendo esta ecuación se obtiene el nivel de combustible correspondiente.

Una vez calculado este dato, es decrementado en un litro

basándose en los datos obtenidos del sensor de volumen. El dato inicial se obtiene de esta forma, debido a que cuando el automóvil está en marcha las vibraciones y movimientos continuos del mismo proporcionarían datos erróneos en el nivel de combustible, por tanto, el dato proveniente del sensor (flotador) se toma inmediatamente después de activar la ignición del vehículo, ya que en este momento se encuentra más estable y el dato obtenido será más preciso.

La rutina central continúa, introduciendo una malla hasta completar 250 milisegundos, después de lo cual se incrementa el reloj, se prueba el estado del teclado y se calcula y despliega el dato de las RPM del motor. Esta parte se realiza cuatro veces con el objeto de completar un segundo.

Ocurrido lo anterior se revisa el estado de la ignición del vehículo. Si está encendido se continúa con la rutina, en caso contrario la microcomputadora activa el modo "espera" explicado anteriormente.

En caso de continuar, la microcomputadora calcula la velocidad desplegándola inmediatamente.

El cálculo se realiza de la siguiente manera:

Se reciben  $N$  pulsos, provenientes del sensor, por segundo; cada pulso equivale a  $1/4$  m. La velocidad será proporcionada en km/h por lo que se requiere un factor de conversión de m/s a km/h siendo éste de 3.6. La ecuación resultante fué:

$$V = \frac{N}{4} \times 3.6 = 0.9 N$$

donde:

V = Velocidad (km/h)

N = Número de pulsos recibidos por segundo.

A continuación se obtienen datos que serán calculados cada tres segundos, éstos se distribuyen de la siguiente manera:

- Primer segundo: Obtención y despliegue de los datos de presión de aceite y temperatura del refrigerante.
- Segundo segundo: Verificar el combustible consumido, si llegó a un litro, se decrementa el dato de nivel de combustible y, si el teclado lo solicita se desplegará en el lugar correspondiente. Asimismo, se calculará el rendimiento promedio desplegándolo si se requiere. En caso de que el nivel de combustible llegue a la reserva se desplegará el dato de combustible en forma automática en el momento de decrementar un litro.
- Tercer segundo: Se calcula el rendimiento instantáneo y se despliega si se solicita.

Al finalizar cualquiera de estas tareas, el programa regresa a la malla de espera hasta completar nuevamente 250 milisegundos.

- SUBROUTINA DE INTERRUPCION ENCARGADA DEL DESPLIEGUE DEL TABLERO.- La subrutina coloca los datos a desplegar en uno de los puertos de salida y en el BUS de la microcomputadora, el cual es utilizado en este momento como salida, para colocar los datos en la matriz de desplie

que anteriormente mencionada activando una columna diferente cada milisegundo, lo que nos permite evitar el parpadeo.

Esta subrutina también atiende la entrada de interrupción externa la cual es generada cuando se consumió 0.1 cm<sup>3</sup> de combustible y/o se ha recorrido 0.25 m de distancia incrementando los registros correspondientes y limpia los "matches" que provocaron la interrupción de jándolos disponibles para la siguiente toma de datos y programa la siguiente interrupción interna.

### 3.3 Indicaciones funcionales para la operación.-

A continuación se dan una serie de observaciones que son importantes para la instalación y uso adecuado del tablero.

El tablero cuenta con una sola fuente de alimentación, a saber, la batería del automóvil (12V); además cuenta con un conjunto de terminales, las cuales permiten introducir los datos que vienen de los transductores. En el caso del nivel de combustible, presión de aceite y temperatura de agua, las terminales correspondientes del tablero se conectan directamente a los transductores convencionales. La terminal correspondiente a las RPM se conecta directamente a la bobina de ignición, el transductor para este caso es un convertidor de frecuencia/voltaje el cual está integrado en el circuito del tablero. Asimismo, se cuenta con las terminales que se conectan a los transductores de distancia recorrida y volumen de combustible consumido, mencionados anteriormente.

El teclado que forma parte del tablero puede instalarse en el lugar más adecuado para el conductor.

Otros Controles con que cuenta el tablero son los que permiten el control manual de brillo de los despliegues y el interruptor que desactiva la señal audible de alarma, transfiriéndola a una señal luminosa, la cual se explica posteriormente.

A continuación se hacen algunas observaciones en cuanto

a la operación del tablero:

- Una vez que el auto se encuentra encendido, el table  
ro despliega todos los datos que indican las condicio  
nes de operación del mismo. Los despliegues del te  
clado mostrarán el nivel de combustible, el odómetro  
parcial indicará la distancia recorrida desde la ulti  
ma vez que se oprimió la tecla "limpiar", el velocíme  
tro 0 km/h; los leds de las RPM, de la presión del  
aceite del motor y de la temperatura del refrigerante  
indicarán una lectura normal si no se tiene algún pro  
blema.

- Con el teclado se puede cambiar el dato de gasolina,  
ya sea por el de rendimiento promedio ó instantáneo,  
ó por el de reloj, siendo estas teclas mutuamente ex  
cluyentes.

Las teclas de ajuste de horas y de minutos sólo fun  
cionarán cuando se haya oprimido la tecla de reloj.  
La tecla de "limpiar" sirve para iniciar el conteo  
del odómetro parcial y a partir de ese momento se ob  
tendrá el rendimiento promedio cuando éste se solic  
te oprimiendo la tecla correspondiente.

- Para saber qué función es la que se está mostrando de  
las cuatro asociadas al teclado, se cuenta con indica  
dores luminosos en la parte superior de los desplie  
gues correspondientes.

- En el momento que el nivel de combustible llega a la  
reserva, los despliegues del teclado automáticamente

indicarán el dato de combustible a la vez que se activará la alarma sonora ó luminosa intermitentemente, avisando al conductor que sólo cuenta con la reserva. La señal audible de la alarma puede desactivarse con el interruptor mencionado en los párrafos anteriores, quedando sólo la señal luminosa para que el conductor no olvide que cuenta únicamente con la reserva.

- La alarma se activará también cuando la temperatura del agua del motor esté arriba de lo normal, ó bien, cuando la presión del aceite se encuentre abajo de lo normal. Bajo estas condiciones también se encenderán los leds de color rojo en el arreglo correspondiente a cada variable, al igual que para el indicador de R. P.M. del motor, en este último caso la alarma no es activada.
- Otro detalle que conviene mencionar es lo que ocurre cuando falla un transductor correspondiente a las variables de temperatura, presión y nivel de combustible.

En el momento que ocurre una falla en alguno de estos transductores la microcomputadora del tablero lo detecta y lo indica desactivando los despliegues en el caso de Temperatura y Presión y colocando el número 255 en el despliegue de Nivel de combustible.



#### 4. CONCLUSIONES, COMENTARIOS Y BIBLIOGRAFIA

Como fué mencionado al principio del presente trabajo, el objetivo primordial del mismo ha sido el diseño de un sistema de adquisición de datos utilizando la versatilidad que ofrecen las microcomputadoras contenidas en un sólo circuito integrado. Existen varios aspectos que no fueron contemplados, ya sea por ser temas relacionados con otras áreas ó por la dificultad de obtener algunos elementos. Podemos mencionar, por ejemplo, el diseño y construcción de los transductores requeridos para el funcionamiento del tablero, así como la realización de un estudio económico, para obtener la factibilidad de su introducción en el mercado.

Asimismo, en cuanto a las especificaciones básicas mencionadas en el capítulo uno, requeridas para el óptimo funcionamiento del tablero, se mencionan los rangos de temperatura del medio ambiente al que será sometido el tablero. Esto hace necesario el uso de componentes de aplicación industrial, las cuales no fueron utilizadas en el prototipo, por lo que el rango de temperatura de trabajo está debajo del requerido.

La configuración elegida para el despliegue se realizó considerando la facilidad para obtener las lecturas así como para evitar confusiones, a causa de la variedad de datos desplegados. En cuanto a la posible utilización de este tablero en diferentes tipos de automóviles, se puede decir que los cambios necesarios para su adaptación son elementales, ya que se reducen a modificaciones en los valores de algunas componentes pasivas

dentro del circuito y algunas constantes del programa, como son las que sirven para obtener el nivel de combustible, la velocidad, etc.

La distribución del despliegue se puede modificar, según las necesidades, redistribuyendo la localización de los componentes del mismo en su circuito impreso.

Por otra parte la estructura general de este sistema de adquisición de datos se puede utilizar en otro tipo de aplicaciones, aprovechando la versatilidad que ofrecen las microcomputadoras, característica que fué evidente en el sistema desarrollado en este trabajo.

## B I B L I O G R A F I A

1. Automotive Electronics  
S.A.E., 1981
2. Electronics Display, Information System and Board Electronics  
S.A.E., 1982
3. Prompt-48 User's Manual  
Intel
4. The TTL Data Book for design Engineers.  
Second Edition Texas Instruments, 1981.
5. Linear Integrated Circuits  
Fairchild Semiconductor, 1976
6. Optoelectronics  
Hewlett Packard
7. Manual de Semiconductores de Silicio.  
Texas Instruments.

## 5. APENDICES

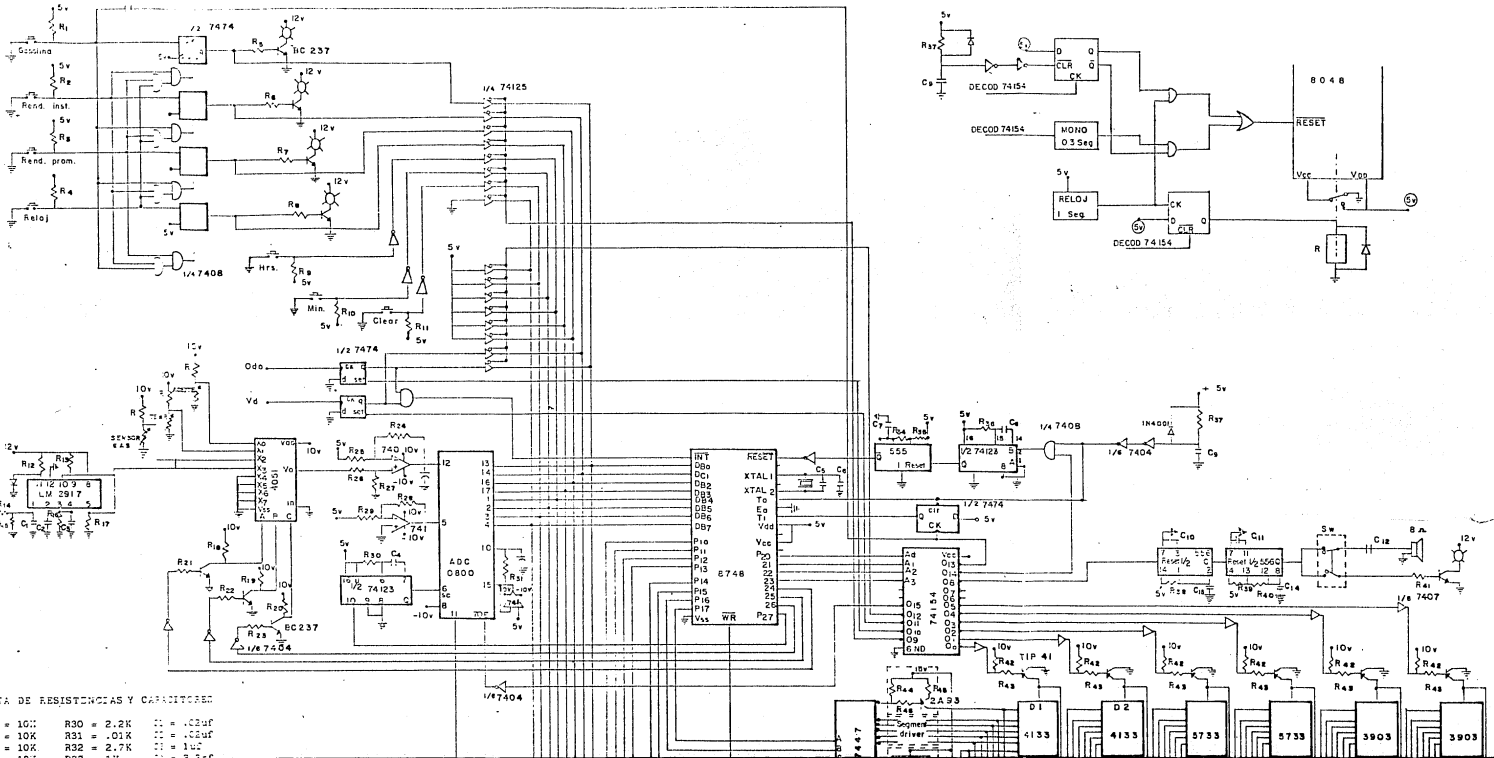
A continuación se presenta el diagrama detallado de los circuitos electrónicos que forman el tablero descritos en la primera parte del capítulo 3.

Se presenta además el diagrama de flujo del programa así como también el listado de éste. La descripción del programa se realiza en la segunda parte del capítulo 3.

**A P E N D I C E A**

- **DIAGRAMA DETALLADO DE LOS  
CIRCUITOS ELECTRONICOS.**

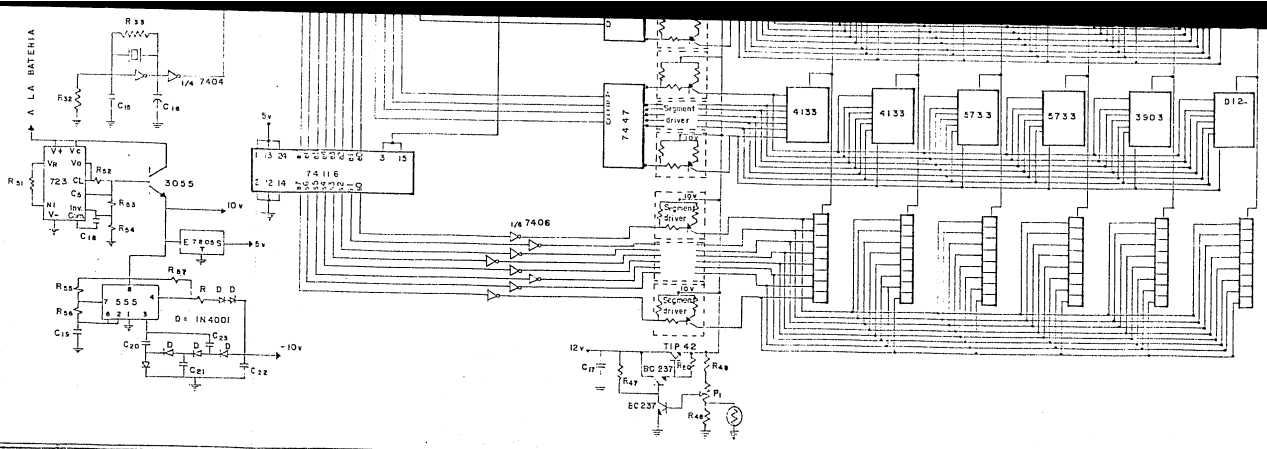
SISTEMA "STAND BY"



LISTA DE RESISTENCIAS Y CAPACITORES

- |          |            |         |
|----------|------------|---------|
| R1 = 10K | R30 = 2.2K | = .02uf |
| R2 = 10K | R31 = .01K | = .02uf |
| R3 = 10K | R32 = 2.7K | = 1uc   |
| R4 = 10K | R33 = 2.2K | = .02uf |

R5 = 1K	R24 = .53K	R1 = 100K
R6 = 1K	R35 = .1K	R2 = 700K
R7 = 1K	R36 = 100K	R3 = 10K
R8 = 1K	R37 = 1.2K	R4 = 10K
R9 = 10K	R38 = 35K	R5 = 100K
R10 = 10K	R39 = .65K	R6 = 100K
R11 = 10K	R40 = .65K	R7 = 100K
R12 = 30K	R41 = 1K	R8 = 100K
R13 = 10K	R42 = 10K	R9 = 100K
R14 = 15K	R43 = 1K	R10 = 100K
R15 = 10K	R44 = 10K	R11 = 100K
R16 = 100K	R45 = .65K	R12 = 100K
R17 = .65K	R46 = 10K	R13 = 100K
R18 = 1K	R47 = 10K	R14 = 100K
R19 = 1K	R48 = 4.7K	R15 = 100K
R20 = 1K	R49 = 4.7K	R16 = 100K
R21 = 6.2K	R50 = .22K	R17 = 100K
R22 = 6.2K	R51 = 3.3K	R18 = 100K
R23 = 3.1K	R52 = .1047K	R19 = 100K
R24 = 10K	R53 = 5.1K	R20 = 100K
R25 = 10K	R54 = 6.2K	R21 = 100K
R26 = 10K	R55 = 1K	R22 = 100K
R27 = 10K	R56 = 22K	R23 = 100K
R28 = 4.7K	R57 = 55K	R24 = 100K
R29 = 4.7K	P1 = 500	

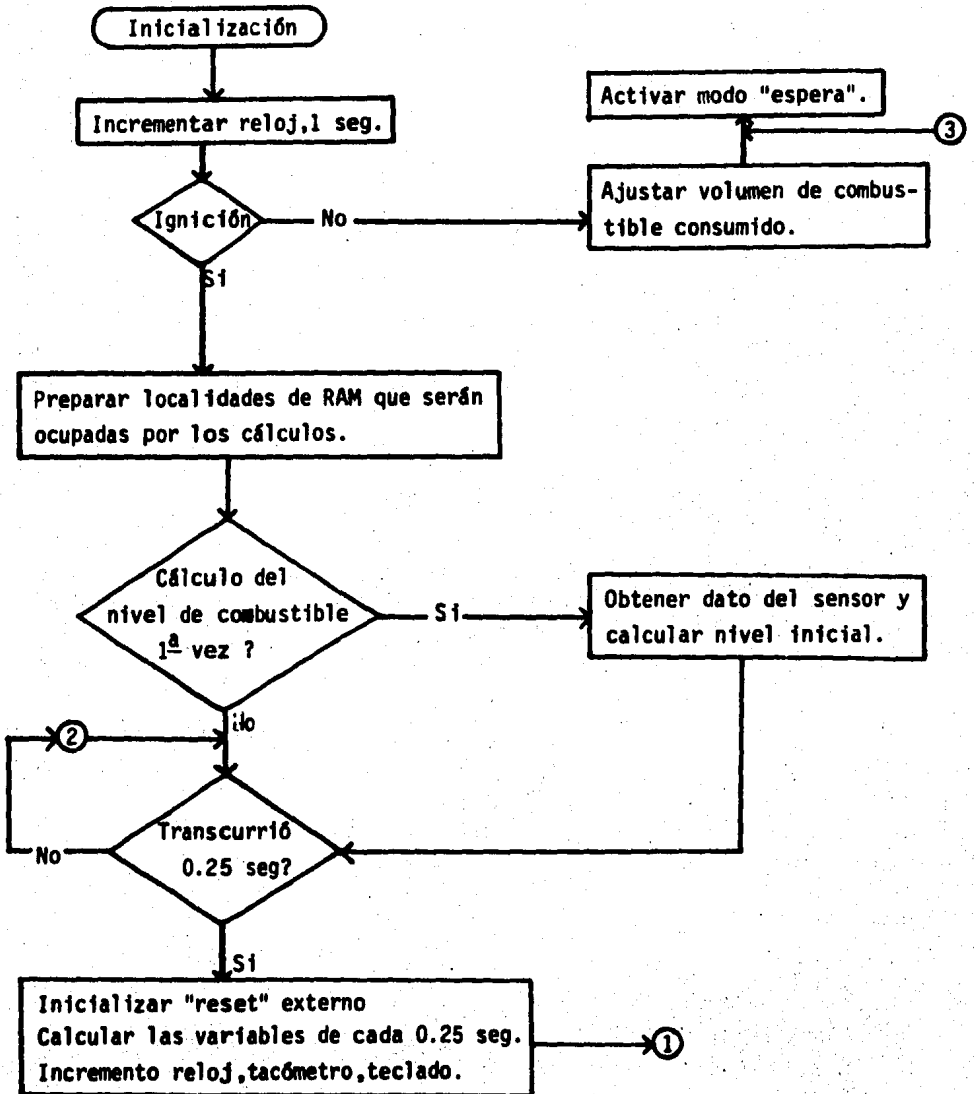


**A P E N D I C E B**

- **DIAGRAMA DE FLUJO**
- **LISTADO DEL PROGRAMA**



DIAGRAMA DE FLUJO



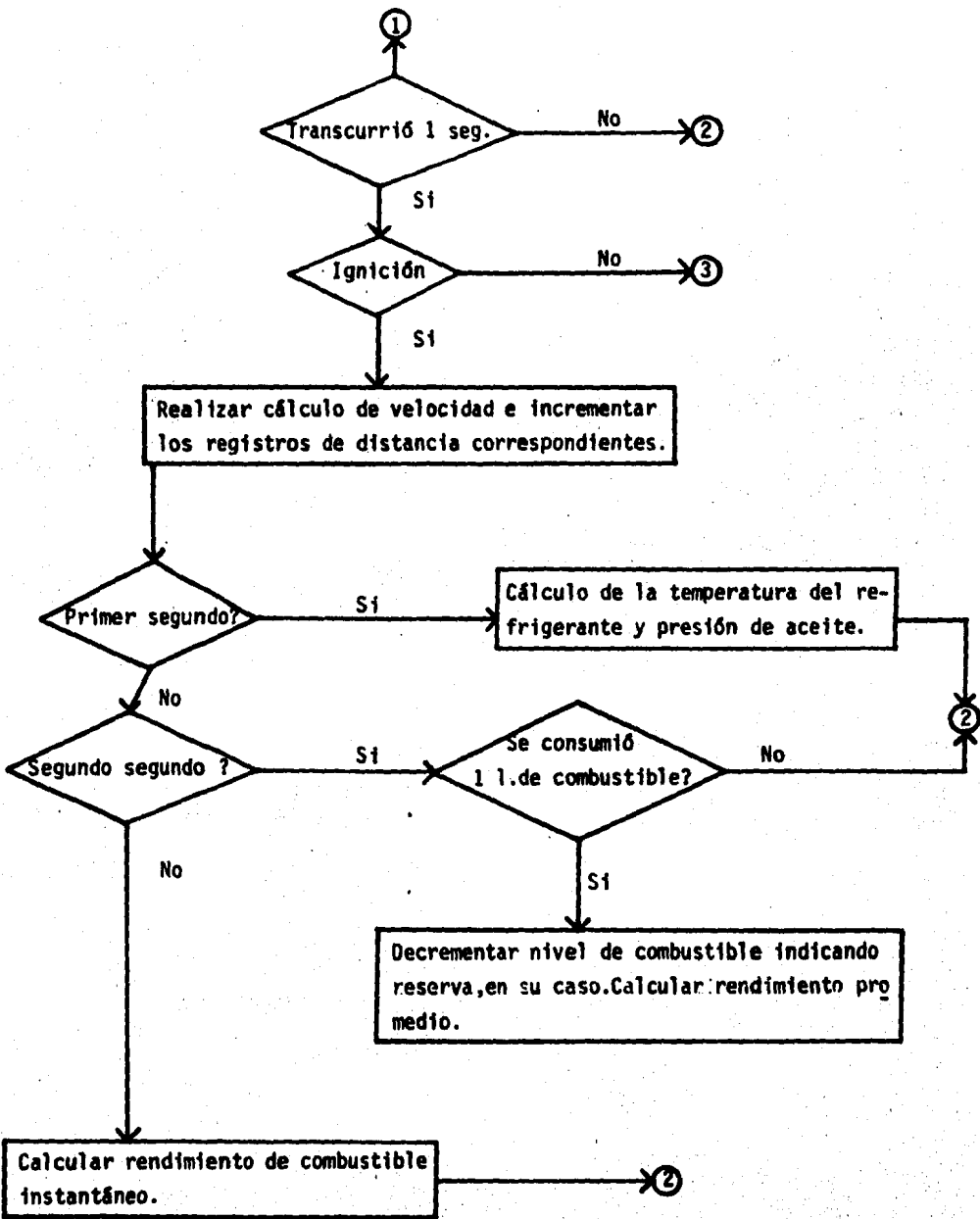
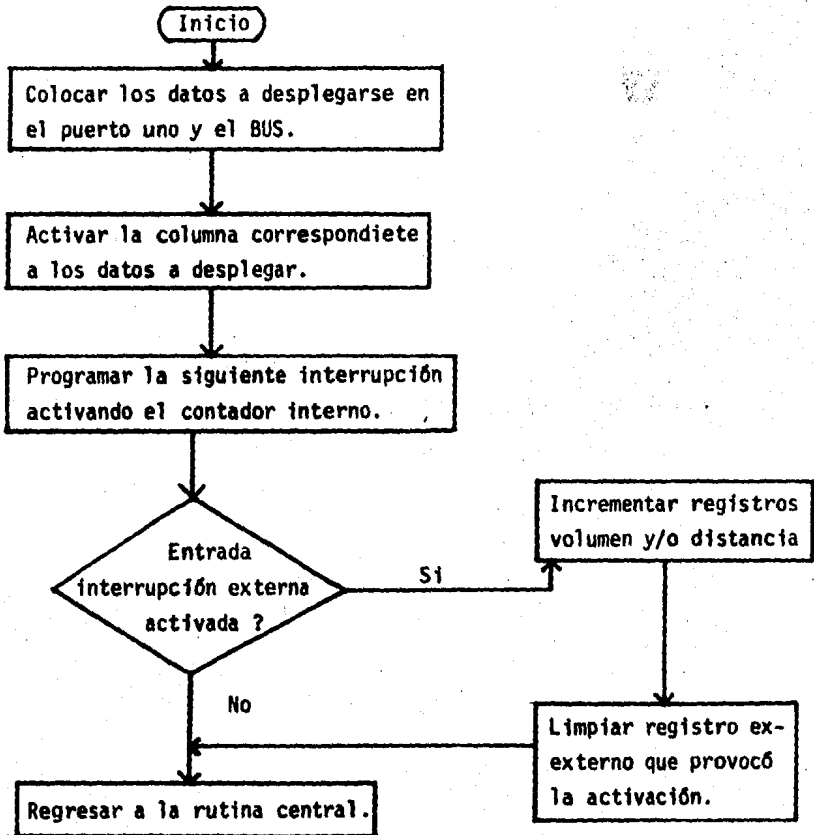


DIAGRAMA DE FLUJO DE LA SUBROUTINA  
PARA LA INTERRUPCION INTERNA.



LISTADO DEL PROGRAMA

LOC	ETIQ.	ENSAMBL.	MNEMÓNICO	COMENTARIOS
				RUTINA PRINCIPAL
000		B8 24	MOV R0,#24	-INCREMENTAR UN SEGUNDO AL RELOJ
002		F0	MOV A,&R0 **	
003		03 03	ADD A,#03	
005		04 09	JMP PRO	
007		64 50	CALL SUB TIMER	-INICIALIZAR SUBROUTINA PARA ATENDER INTERRUPCION DEL TIMER.
009	PRO	A0	MOV &R0,A	
00A		54 CF	CALL SUB +1SEG	
00C		36 1D	JT0 ET.1	-VERIFICAR BANDERA IGNICION SI "1" CONTINUAR RUTINA. SI "0" ARRANCAR MODO ESPERA.
00E	REST	B8 22	MOV R0,#22	-INICIO MODO ESPERA CONSERVANDO ULTIMO DATO DE NIVEL DE COMBUST.
010		F0	MOV A,&R0	
011		37	CPL A	
012		17	INC A	
013		18	INC R0	
014		60	ADD A,&R0	
015		A0	MOV &R0,A	
016		23 07	MOV A,#07	-INICIALIZAR MODO ESPERA(8048).
018		3A	OUTL P2,A	
019		27	CLR A	
01A	ET.2	3A	OUTL P2,A	
01B		04 1A	JMP ET.2	
01D	ET.1	B8 2A	MOV R0,#2A	-CONTINUA RUTINA. LIMPIAR "RAM"
01F		B9 16	MOV R1,#16	
021		27	CLR A	
022	ET.3	A0	MOV &R0,A	
023		18	INC R0	
024		E9 22	DJNZ R1,ET.3	

\*\* VER NOTA AL FINAL DE LISTADO.

L I S T A D O D E I P R O G R A M A

LOC	ETIQ.	ENSAMBL.	MNE:ONICO	COMENTARIOS
026		23 0E	MOV A,#0E	-REINICIAR CIRCUITO"WATCH. DOG"
028		3A	OUTL P2,A	
029		27	CLR A	
02A		3A	OUTL P2,A	-COLOCAR INTERRUPCION DEL TIMER
02B		23 F3	MOV A,#F3	
02D		62	MOV T,A	
02E		25	EN TCNTI	
02F		55	STR T	
030		56 43	JT1 ET.5	-VERIFICAR BANDERA GASOLINA SI "1" NO TOMAR DATO GASOLINA SI "0" TOMAR DATO GASOLINA. CONVERTIR DATO GASOLINA.
032		8A 00	MOV R2,#00	
034		34 E6	CALL SUB A/D	
036		88 00	MOV R0,#00	
038		34 99	CALL SUB FALLA	
03A		C6 40	JZ ET.4	
03C		74 12	CALL SUB FLOT.	
03E		04 43	JMP ET.5	
040	ET.4	23 08	MOV A,#08	-INDICAR FALLA SENSOR
042		3A	OUTL P2,A	
043	ET.5	23 0D	MOV A,#0D	
045		3A	OUTL P2,A	
046		27	CLR A	
047		3A	OUTL P2,A	
048	LOOP	B8 3D	MOV R0,#3D	-MALLA ESPERA 1/2 DE SEGUNDO
04A		F0	MOV A,&R0	
04B		03 34	ADD A,#34	
04D		E6 48	JNC LOOP	
04F		A0	MOV &R0,A	
050		8A 0E	MOV R2,#0E	-REINICIAR CIRCUITO "WATCH DOG"
052		14 E3	CALL SUB PT02	
054		54 0F	CALL SUB TECL	-VERIFICAR ESTADO DEL TECLADO, Y PROCESAR DATO TACOMETRO.

L I S T A D O D E L P R O G R A M A

L O C	ETIQ.	ENSAMBL.	MNEMONICO	COMENTARIOS
056		54 CF	CALL SUB +1SEG	-INCREMENTAR RELOJ EN 1 DE SEG.
058		B8 24	MOV R0,#24	
05A		F0	MOV A,&R0	-VERIFICAR SI SE COMPLETO UN SEG.
05B		BA 00	MOV R2,#00	
05D		B9 04	MOV R1,#04	
05F		34 14	CALL SUB DIV.	
061		FA	MOV A,R2	
062		96 48	JNZ LOOP	
064		26 0E	JNT0 REST	-VERIFICAR SI AUN EXISTE IGNICION
066		00 00	NOP	
068		74 25	CALL SUB DIST.	-CALCULAR DATO DE VELOCIDAD.
06A		B6 94	JF0 ET.6	
06C		76 D0	JF1 ET.7	
06E		BA 10	MOV R2,#10	-1 <sup>er</sup> SEG.OBTENCION DATOS DE TEMPERATURA Y PRESION.
070		34 E6	CALL SUB A/D	
072		B8 01	MOV R0,#01	
074		34 99	CALL SUB FALLA	
076		BA 20	MOV R2,#20	
078		34 E6	CALL SUB A/D	
07A		B8 02	MOV R0,#02	
07C		34 99	CALL SUB FALLA	
07E		B8 32	MOV R0,#32	
080		F0	MOV A,&R0	
081		53 C0	ANL A,#C0	
083		96 8D	JNZ ALARM.	-INDICAR ALARMA SI TEMPERATURA O PRESION NO SON ADECUADAS
085		18	INC R0	
086		F0	MOV A,&R0	
087		53 FC	ANL A,#FC	
089		C6 8D	JZ ALARM.	
08B		04 91	JMP ET.8	
08D	ALARM	BA 08	MOV R2,#08	

LISTADO DEL PROGRAMA

LOC	ETIQ.	ENSAMBL.	MEMORICO	COMENTARIOS
08F		14 E3	CALL SUB PT02	
091	ET.8	95	CPL F0	
092		04 48	JMP LOOP	-FINALIZA DATOS 1er SEGUNDO.
094	ET.6	B8 37	MOV R0,#37	-2° SEGUNDO OTENCION DATOS DE REND. PROMEDIO Y NIVEL COMBUST.
096		F0	MOV A,&R0	
097		53 04	ANL A,#04	
099		C6 9D	JZ ET.9	
098		00 00	NOP	
09D	ET.9	B8 39	MOV R0,#39	-VERIFICAR SI SE CONSUMIO 1 LITRO
09F		F0	MOV A,&R0	
0A0		03 F0	ADD A,#F0	
0A2		A9	MOV R1,A	
0A3		18	INC R0	
0A4		F0	MOV A,&R0	
0A5		13 DB	ADDC A,#DB	
0A7		E6 CC	JNC ET.10	
0A9		A0	MOV &R0,A	-SE CONSUMIO 1 LITRO DECREMENTAR NIVEL DE COMBUSTIBLE.
0AA		F9	MOV A,R1	
0AB		C8	DEC R0	
0AC		A0	MOV &R0,A	
0AD		B8 22	MOV R0,#22	
0AF		F0	MOV A,&R0	
0B0		C6 B8	JZ NODEC.	
0B2		07	DEC A	
0B3		A0	MOV &R0,A	
0B4		03 F9	ADD A,#F9	-VERIFICAR SI SE LLEGO A LA RE- SERVA EL NIVEL DE COMBUSTIBLE.
0B6		F6 BE	JC ET.11	
0B8	NODEC	B8 37	MOV R0,#37	
0BA		B0 01	MOV &R0,#01	
0BC		04 ED	JMP AGAS	

LISTADO DEL PROGRAMA

LOC	ETIQ.	ENSAMBL.	MNEMONICO	COMENTARIOS
0BE	ET.11	64 81	JMP ANEX	
0C0	RP 2	F0	MOV A,&R0	
0C1		12 C5	JB0 ET.12	
0C3		04 CC	JMP ET.10	
0C5	ET.12	88 22	MOV R0,#22	-DESPLIEGUE DEL DATO DE COMBUSTIBLE.
0C7	RP 3	F0	MOV A,&R0	
0C8		88 2A	MOV R0,#2A	
0CA		34 58	CALL SUB DEC	
0CC	ET.10	95	CPL F0	
0CD		B5	CPL F1	
0CE		04 48	JMP LOOP	
0D0	ET.7	74 D0	CALL SUB RENIN	-3 <sup>er</sup> SEGUNDO.CALCULO DEL RENDIMIENTO INSTANTANEO.
0D2		88 37	MOV R0,#37	
0D4		F0	MOV A,&R0	
0D5		32 DA	JB1 ET.13	
0D7	ET.14	35	CPL F1	
0D8		04 48	JMP LOOP	
0DA	ET.13	88 2A	MOV R0,#2A	
0DC		89 3E	MOV R1,#3E	
0DE		F1	MOV A.&R1	
0DF		34 58	CALL SUB DEC	
0E1		04 D7	JMP ET.14	



LISTADO DEL PROGRAMA

LOC ETIQ. ENSAMBL. MNEMONICO COMENTARIOS

0E3		65	STOP TCNT
0E4		0A	IN A,P2
0E5		A9	MOV R1,A
0E6		FA	MOV A,R2
0E7		3A	OUTL P2,A
0E8		F9	MOV A,R1
0E9		3A	OUTL P2,A
0EA		55	STRT T
0EB		83	RET
0EC		00	NOP
0ED	AGAS.	BA 08	MOV R2,#08
0EF		14 E3	CALL SUB PT02
0F1		BA 0D	MOV R2,#0D
0F3		14 E3	CALL SUB PT02
0F5		04 BE	JMP ET.11
0F7		00	NOP
0F8		00	NOP
0F9		00	NOP
0FA		00	NOP
0FB		00	NOP
0FC		00	NOP
0FD		00	NON
0FE		00	NOP
0FF		00	NOP

-(SUB PT02) SUBROUTINA DEL PUERTO DOS, SE ENCARGA DE COLOCAR UN DATO EN EL PUERTO 2 SIN AFECTAR EL ORDEN DEL DESPLIEGUE.

-ACTIVAR ALARMA DE GASOLINA EN CASO NECESARIO

LISTADO DEL PROGRAMA

LOC	ETIQ.	ERSANBL.	MNE MORICO	COMENTARIOS
				( SUB MULT )
				-SUBROUTINA DE MULTILICACION
				MULTIPLICA DOS NUMEROS DE UN BYTE
				RESULTANDO UNO DE DOS BYTES.
				ENTRADAS: EN "R1" EL MUTIPLICADOR.
				EN "R2" EL MULTIPLICANDO.
				SALIDAS: EN "A" BYTE MENOS SIGNI-
				FICATIVO.
				EN "R2" BYTE MAS SIGNI-
				FICATIVO.
100		BB 08	MOV R3,#08	
102		27	CLR A	
103		97	CLR C	
104	M2	67	RRC A	
105		29	XCH A,R1	
106		67	RRC A	
107		29	XCH A,R1	
108		E6 0B	JNC M1	
10A		6A	ADD A,R2	
10B	M1	EB 04	DJNZ R3,M2	
10D		67	RRC A	
10E		29	XCH A,R1	
10F		67	RRC A	
110		29	XCH A,R1	
111		AA	MOV R2,A	
112		29	XCH A,R1	
113		83	RET	

LISTADO DEL PROGRAMA

LOC ETIQ. ENSAHEI. MEMORICO COMENTARIOS

LOC	ETIQ.	ENSAHEI.	MEMORICO	COMENTARIOS
				-SUBROUTINA DE DIVISION(SUB DIV) DIVIDE UN NUMERO DE DOS BYTES - ENTRE UNO DE UN BYTE DANDO COMO RESULTADO UNO DE UN BYTE, Y COMO RESIDUO OTRO DE UN BYTE. ENTRADAS: DIVIDENDO EN "A" BYTE MENOS SIGNIFICATIVO, EN "R2" BYTE MAS SIGNIFICATIVO Y EL DIVISOR EN "R1" RESULTADO EN "A", RESIDUO EN "R2"
114		2A	XCH A,R2	
115		8B 08	MOV R3,#08	
117		37	CPL A	
118		69	ADD A,R1	
119		37	CPL A	
11A		F6 1F	JC D1	
11C		A7	CPL C	
11D		24 38	JMP D2	
11F	D1	69	ADD A,R1	
120	D6	97	CLR C	
121		2A	XCH A,R2	
122		F7	RLC A	
123		2A	XCH A,R2	
124		F7	RLC A	
125		E6 2C	JNC D3	
127		37	CPL A	
128		69	ADD A,R1	
129		37	CPL A	
12A		24 34	JMP D4	
12C	D3	37	CPL A	
12D		69	ADD A,R1	
12E		37	CPL A	

L I S T A D O D E L P R O G R A M A

L O C            E T I Q .        E N S A N B L .      M N E M O N I C O                      C O M E N T A R I O S

12F		E6 34	JNC D4	
131		69	ADD A,R1	
132		24 35	JMP D5	
134	D4	1A	INC R2	
135	D5	EB 20	DJNZ R3,D6	
137		97	CLR C	
138	D2	2A	XCH A,R2	
139		83	RET	

( SUB INC OD )

-SUBROUTINA PARA INCREMENTAR EL  
ODOMETRO PARCIAL EN 0.1 KM.

13A		BB 28	MOV R0,#28	
13C		97	CLR C	
13D		F0	MOV A,&R0	
13E		03 01	ADD A,#01	
140		57	DA A	
141		00	NOP	
142		65	STOP TCNT	
143		A0	MOV &R0,A	
144		18	INC R0	
145		F0	MOV A,&R0	
146		13 00	ADDC A,#00	
148		57	DA A	
149		A0	MOV &R0,A	
14A		55	STRT T	
14B		00	NOP	
14C		23 01	MOV A,#01	
14E		97	CLR C	
14F		BB 21	MOV R0,#21	
151		60	ADD A,&R0	
152		A0	MOV &R0,A	
153		CB	DEC R0	

L I S T A D O   D E L   P R O G R A M A

L O C            E T I Q .        E N S A M B L .        M N E M O R I C O                            C O M E N T A R I O S

154		27	CLR A
155		70	ADDC A,&R0
156		A0	MOV &R0,A
157		83	RET

( SUB DEC )

-SUBROUTINA PARA DECODIFICAR Y -  
DESPLIEGAR LOS DATOS DE: GASOLINA,  
RENDIMIENTO INSTANTANEO , PROME-  
DIO Y VELOCIDAD.

158		AF	MOV R7,A
159		BC 02	MOV R4,#02
15B		BA 9C	MOV R2,#9C
15D	SS4	BD 00	MOV R5,#00
15F	SS2	FF	MOV A,R7
160		6A	ADD A,R2
161		E6 67	JNC SS1
163		1D	INC R5
164		AF	MOV R7,A
165		24 5F	JMP SS2
167	SS1	EC 68	DJNZ R4,SS3
169		24 71	JMP SS0
16B	SS3	FD	MOV A,R5
16C		AB	MOV R3,A
16D		BA F6	MOV R2,#F6
16F		24 5D	JMP SS4
171	SS0	FB	MOV A,R3
172		96 76	JNZ SS5
174		BB 0F	MOV R3,#0F
176	SS5	27	CLR A
177		6D	ADD A,R5
178		47	SWAP A
179		6F	ADD A,R7

- R7 UNIDADES EN "BCD"  
- R5 UNIDADES EN "BCD"  
- R3 UNIDADES EN "BCD"

L I S T A D O D E L P R O G R A M A

L O C	ETIQ.	ERSAMPL.	MNEMONICO	COMENTARIOS
17A		00	NOP	
17B		65	STOP TCNT	
17C		A0	MOV &R0,A	
17D		23 F0	MOV A,#F0	
17F		6B	ADD A,R3	
180		18	INC R0	
181		A0	MOV &R0,A	
182		55	STRT T	
183		64 F1	JMP DEC1	

LISTADO DEL PROGRAMA

LOC	ETIQ.	ENSAMBL.	MNEMONICO	COMENTARIOS
				-SUBROUTINA DESPLIEGA RELOJ(SUB DESREL).SE ENCARGA DE COLOCAR LOS DATOS DEL RELOJ EN EL DESPLIEGUE CORRESPONDIENTE.
185		B9 2B	MOV R1,#2B	
187		BB 26	MOV R0,#26	
189		23 F0	MOV A,#F0	
18B		60	ADD A,&R0	
18C		E6 8F	JNC DR	
18E		F0	MOV A,&R0	
18F	DR	00	NOP	
190		65	STOP TCNT	
191		A1	MOV &R1,A	
192		1B	INC R0	
193		C9	DEC R1	
194		F0	MOV A,&R0	
195		A1	MOV &R1,A	
196		55	STRT T	
197		00	NOP	
198		83	RET	
*****				
				-(SUB FALLA)
				-SUBROUTINA FALLA DE SENSOR Y DE CODIFICACION DE DATOS DE TEMPERATURA Y PRESION.INDICA SI LOS SENSORES ENVIAN DATOS CORRECTOS EN TAL CASO DECODIFICA Y DESPLIEGA.
				-DATO VOLTAJE DEL SENSOR
199		A9	MOV R1,A	
19A		03 32	ADD A,#32	
19C		E6 B1	JNC FS1	
19E		F8	MOV A,R0	
19F		12 A8	JB0 FS2	
1A1		32 AD	JB1 FS3	

LISTADO DEL PROGRAMA

LOC	ETIQ.	ENSAMBL.	MNEMONICO	COMENTARIOS
1A3		B8 22	MOV R2,#22	
1A5		B0 FF	MOV &R0,#FF	
1A7		83	RET	
1A8	FS2	B8 32	MOV R0,#32	-LA FALLA DE SENSOR SE INDICA APAGANDO EL DESPLIEGUE CORRESPONDIENTE.SI EL DATO ES DE GASOLINA SE COLOCA EL DATO FF(255).
1AA	FS5	B0 00	MOV &R0,#00	
1AC		83	RET	
1AD	FS3	B8 33	MOV R0,#33	
1AF		24 AA	JMP FS5	
1B1	FS1	F8	MOV A,R0	
1B2		96 B6	JNZ FS6	
1B4		F9	MOV A,R1	
1B5		83	RET	
1B6	FS6	F9	MOV A,R1	
1B7		BA 00	MOV R2,#00	
1B9		B9 19	MOV R1,#19	
1BB		34 14	CALL SUB DIV	
1BD		A9	MOV R1,A	
1BE		23 F3	MOV A,#F3	
1C0		6A	ADD A,R2	
1C1		E6 C4	JNC FS7	
1C3		19	INC R1	
1C4	FS7	F9	MOV A,R1	
1C5		03 E8	ADD A,#E8	-LOCALIDAD PARA DECODIFICACION
1C7		E3	MOV P3 A,&A	
1C8		A9	MOV R1,A	
1C9		23 31	MOV A,#31	
1CB		68	ADD A,R0	
1CC		A8	MOV R0,A	
1CD		F9	MOV A,R1	
1CE		A0	MOV &R0,A	
1CF		83	RET	



LISTADO DEL PROGRAMA

LOC	ETIQ.	ENSAMBL.	MNEMONICO	COMENTARIOS
				-(SUB LIMP).SUBROUTINA LIMPIAR SE ENCARGA DE LIMPIAR LOS DATOS DEL ODOMETRO, INICIA LA CUENTA DEL COMBUSTIBLE CONSUMIDO PARA EL CALCULO DEL RENDIMIENTO PROMEDIO.
100		B8 20	MOV R0, #20	
102		27	CLR A	
103		A0	MOV &R0, A	
104		18	INC R0	
105		A0	MOV &R0, A	
106		18	INC R0	
107		F0	MOV A, &R0	
108		18	INC R0	
109		A0	MOV &R0, A	
10A		27	CLR A	
10B		B8 28	MOV R0, #28	
10D		B9 02	MOV R1, #02	
10F	CL1	A0	MOV &R0, A	
1E0		18	INC R0	
1E1		00	NOP	
1E2		00	NOP	
1E3		E9 DF	DJNZ R1, CL1	
1E5		83	RET	
*****				
				-(SUB A/D).SUBROUTINA CONVERTIDOR ANALOGICO-DIGITAL. SE ENCARGA DE REALIZAR LA CONVERSION DE LAS VARIABLES ANALOGICAS.
1E6		0A	IN A, P2	
1E7		53 0F	ANL A, #0F	
1E9		6A	ADD A, R2	
1EA		3A	OUTL P2, A	
1EB		03 80	ADD A, #80	

ESTADO DEL PROGRAMA

LOC	ETIQ.	ENSAMBL.	MNEMONICO	COMENTARIOS
1ED		3A	OUTL P2,A	
1EE		03 80	ADD A,#80	
1F0		3A	OUTL P2,A	
1F1		BA 08	MOV R2,#08	
1F3	AD1	00	NOP	-MALLA PARA TIEMPO DE CONVERSION
1F4		EA F3	DJNZ R2,AD1	
1F6		BB 0F	MOV R3,0F	
1F8		34 FC	CALL SUB BUS	
1FA		37	CPL A	
1FB		83	RET	
*****				
				-(SUB BUS).SE ENCARGA DE COLOCAR UN DATO EN EL BUS SIN AFECTAR EL DESPLIEGUE.
1FC		65	STOP TCNT	
1FD		81	MOVX A,&R1	-COLOCAR BUS EN ALTA IMPEDANCIA
1FE		0A	IN A,P2	
1FF		A9	MOV R1,A	
200		53 F0	ANL A,#F0	
202		6B	ADD A,R3	
203		3A	OUTL P2,A	
204		08	INS A,BUS	
205		AB	MOV R3,A	
206		F9	MOV A,R1	
207		3A	OUTL P2,A	
208		FB	MOV A,R3	
209		55	STRT T	
20A		83	RET	
20B		00	NOP	
20C		00	NOP	
20D		00	NOP	
20E		00	NOP	

LISTADO DEL PROGRAMA

LOC	ETIQ.	ENSAHL.	MNEMONICO	COMENTARIOS
				--(SUB TECL) SUBROUTINA DE TECLADO
20F		BB 09	MOV R3,#09	
211		34 FC	CALL SUB BUS	
213		A9	MOV R1,A	
214		92 56	JB4 TEC6	
216		B2 56	JB5 TEC6	
218		D2 52	JB6 TEC5	
21A		BB 37	MOV R0,#37	
21C		37	CPL A	
21D		17	INC A	
21E		60	ADD A,&R0	
21F		C6 85	JZ TAC	
221		F9	MOV A,R1	
222		12 33	JB0 TEC2	
224		32 3F	JB1 TEC3	
226		52 48	JB2 TEC4	
228		72 2C	JB3 TEC1	
22A		44 85	JMP TAC	
22C	TEC1	BB 37	MOV R0,#37	
22E		A0	MOV &R0,A	
22F	TEC7	34 85	CALL SUBDESREL	
231		44 85	JMP TAC	
233	TEC2	BB 37	MOV R0,#37	
235		A0	MOV &R0,A	
236		BB 22	MOV R0,#22	
238		F0	MOV A,&R0	
239		BB 2A	MOV R0,# 2A	
23B		34 58	CALL SUB DEC	
23D		44 85	JMP TAC	
23F	TEC3	BB 37	MOV R0,#37	
241		A0	MOV &R0,A	
242		BB 3E	MOV R0,#3E	
244		F0	MOV A,&R0	

LISTADO DEL PROGRAMA

LOC	TTIO.	ENSAMBL.	MNEMONICO	COMENTARIOS
245		88 2A	MOV R0,#2A	
247		34 58	CALL SUB DEC	
249		44 85	JMP TAC	
248	TEC4	88 37	MOV R0,#37	
24D		A0	MOV &R0,A	
24E		88 34	MOV R0,#34	
250		64 8E	JMP AN1	
252	TEC5	34 D0	CALL SUB LIMP	
254		44 85	JMP TAC	
256	TEC6	88 37	MOV R0,#37	
258		F0	MOV A,&R0	
259		03 F8	ADD A,#F8	
258		96 85	JNZ TAC	
25D		88 24	MOV R0,#24	
25F		F0	MOV A,&R0	
260		97	CLR C	
261		67	RRC A	
262		F6 85	JC TAC	
264		F9	MOV A,R1	
265		B2 6F	JB5 MIN	
267		88 26	MOV R0,#26	
269		B9 ED	MOV R1,#ED	
268		BA 01	MOV R2,#01	
26D		44 75	JMP INC	
26F	MIN	88 27	MOV R0,#27	
271		B9 A0	MOV R1,#A0	
273		BA 00	MOV R2,#00	
275	INC	F0	MOV A,&R0	
276		03 01	ADD A,#01	
278		57	DA A	
279		AB	MOV R3,A	
27A		69	ADD A,R1	
278		F6 7F	JC INC 1	
27D		44 81	JMP INC 2	

LISTADO DEL PROGRAMA

LOC	ETIQ.	ENSAMBL.	MEMORICO	COMENTARIOS
27F	INC 1	FA	MOV A,R2	
280		AB	MOV R3,A	
281	INC 2	FB	MOV A,R3	
282		A0	MOV &R0,A	
283		44 2F	JMP TEC7	
285	TAC	BA 30	MOV R2,#30	
287		34 E6	CALL SUB A/D	
289		BA 00	MOV R2,#00	
28B		B9 05	MOV R1,#05	
28D		34 14	CALL SUB DIV	
28F		B8 04	MOV R0,#04	
291		BA 04	MOV R2,#04	
293	TAC1	A9	MOV R1,A	
294		03 F8	ADD A,#F8	
296		E6 9F	JNC TAC5	
298		B0 FF	MOV &R0,#FF	
29A		18	INC R0	
29B		EA 93	DJNZ R2,TAC1	
29D		44 A7	JMP TAC4	
29F	TAC5	F9	MOV A,R1	
2A0		03 E8	ADD A,#E8	
2A2		E3	MOVP3 A,&A	
2A3		A0	MOV &R0,A	
2A4	TAC3	18	INC R0	
2A5		EA B6	DJNZ R2,TAC2	
2A7	TAC4	B8 2E	MOV R0,#2E	
2A9		B9 04	MOV R1,#04	
2AB		BA 04	MOV R2,#04	
2AD		65	STOP TCNT	
2AE	TAC6	F1	MOV A,&R1	
2AF		A0	MOV &R0,A	
2B0		18	INC R0	
2B1		19	INC R1	
2B2		EA AE	DJNZ R2,TAC6	

L I S T A D O D E L P R O G R A M A

L O C            E T I Q .        E N S A M B L .        M N E M O R I C O            C O M E N T A R I O S

2B4		55	STRT T	
2B5		83	RET	
2B6	TAC2	00 00	MOV &R0,#00	
2B8		44 A4	JMP TAC3	
2BA		00	NOP	
2BB		00	NOP	
2BC		00	NOP	
2BD		00	NOP	
2BE		00	NOP	
2BF		00	NOP	
2C0		00	NOP	
2C1		00	NOP	
2C2		00	NOP	
2C3		00	NOP	

2C4	REIN 1	A0	MOV &R0,A	
2C5		18	INC R0	
2C6		A0	MOV &R0,A	
2C7		83	RET	
2C8		00	NOP	
2C9		00	NOP	
2CA		00	NOP	
2CB		00	NOP	
2CC		00	NOP	
2CD		00	NOP	
2CE		00	NOP	

ESTADO DEL PROGRAMA

LOC	ETIQ.	HEXAD.	MILKONIC	COMENTARIOS
				-(SUB +1SEG) SUBROUTINA PARA IN-
				CREMENTAR 0.25 SEG. AL RELOJ.
2CF		B8 24	MOV R0,#24	
2D1		10	INC &R0	
2D2		23 10	MOV A,#10	
2D4		60	ADD A,&R0	
2D5		F6 08	JC REL1	
2D7		83	RET	
2D8	REL1	A0	MOV &R0,A	
2D9		B8 27	MOV R0,#27	
2DB		B9 A0	MOV R1,#A0	
2DD		BA 00	MOV R2,#00	
2DF		44 E6	JMP REL2	
2E1	REL5	C8	DEC R0	
2E2		B9 ED	MOV R1,#ED	
2E4		BA 01	MOV R2,#01	
2E6	REL2	10	INC &R0	
2E7		F0	MOV A,&R0	
2E8		97	CLR C	
2E9		57	DA A	
2EA		A0	MOV &R0,A	
2EB		69	ADD A,R1	
2EC		F6 F0	JC REL3	
2EE		44 F4	JMP REL4	
2F0	REL3	FA	MOV A,R2	
2F1		A0	MOV &R0,A	
2F2		C6 E1	JZ REL5	
2F4	REL4	B8 37	MOV R0,#37	
2F6		F0	MOV A,&R0	
2F7		72 FA	JB3 REL7	
2F9		83	RET	
2FA	REL7	34 85	CALL SUBDESREL	
2FC		83	RET	

LISTADO DEL PROGRAMA

I. O C	LTIQ.	ENSAMBL.	MNEMONICO	COMENTARIOS
				-(SUB RENPR).SUBROUTINA CALCULO RENDIMIENTO PROMEDIO.UNA VEZ CONSUMIDO UN LITRO DE COMBUSTIBLE SE REALIZA EL CALCULO TOMANDO LA DISTANCIA Y COMBUSTIBLE A PARTIR DEL ULTIMO "LIMPIAR".
2FD		B8 22	MOV R0,#22	
2FF		F0	MOV A,&R0	
300		37	CPL A	
301		17	INC A	
302		18	INC R0	
303		60	ADD A,&R0	
304		A9	MOV R1,A	
305		64 FB	JMP REPRO	
307	REP 2	F0	MOV A,&R0	
308		AA	MOV R2,A	
309		18	INC R0	
30A		F0	MOV A,&R0	
30B		34 14	CALL SUB DIV	
30D	REP 1	B8 34	MOV R0,#34	
30F		A0	MOV &R0,A	
310		00	NOP	
311		83	RET	
*****				
				-(SUB FLOT).SUBROUTINA DEL FLOTADOR.REALIZA CALCULO NIVEL DE COMBUSTIBLE PARTIENDO DEL DATO OBTENIDO DEL SENSOR,POR MEDIO DE LA ECUACION DE CORRESPONDENCIA.
312		AA	MOV R2,A	
313		B9 0B	MOV R1,#0B	
315		34 00	CALL SUB MULT	
317		B9 19	MOV R1,#19	
				-RESOLVER ECUACION N=89-11x



LISTADO DEL PROGRAMA

LOC	ETIQ.	ENSAMBL.	MEMONICO	COMENTARIOS
319		34 14	CALL SUB DIV	
31B		37	CPL A	
31C		03 58	ADD A,#58	
31E		B8 22	MOV R0,#22	
320		A0	MOV &R0,A	
321		18	INC R0	
322		60	ADD A,&R0	
323		A0	MOV &R0,A	
324		83	RET	
*****				
				-(SUB DIST).SUBROUTINA DISTANCIA. REALIZA EL CALCULO DE LA DISTANCIA RECORRIDA.CALCULA LA VELOCIDAD,COLOCANDO EL DATO EN EL DESPLIEGUE CORRESPONDIENTE.
325		B8 3F	MOV R0,#3F	
327		F0	MOV A,&R0	
328		AA	MOV R2,A	
329		B9 09	MOV R1,#09	-V=N(9)/10.N=# DE PULSOS RECIBIDOS EN UN SEGUNDO.CADA PULSO=0.25 MTS.
32B		34 00	CALL SUB MULT	
32D		B9 0A	MOV R1,#0A	
32F		34 14	CALL SUB DIV	
331		B8 2C	MOV R0,#2C	
333		34 58	CALL SUB DEC	
335		B8 3F	MOV R0,#3F	
337		F0	MOV A,&R0	
338		B0 00	MOV &R0,#00	
33A		97	CLR C	
33B		67	RRC A	
33C		97	CLR C	
33D		67	RRC A	

LISTADO DEL PROGRAMA

L O C      ETIQ.      ENSAMBL.      MNEMONICO      COMENTARIOS

33E		A9	MOV R1,A	
33F		BB 3C	MOV R0,#3C	
341		60	ADD A,&R0	
342		A0	MOV &R0,A	
343		BB 25	MOV R0,#25	
345		F9	MOV A,R1	
346		60	ADD A,&R0	
347		A0	MOV &R0,A	
348		03 9C	ADD A,#9C	
34A		E6 4F	JNC DV1	
34C		A0	MOV &R0,A	
34D		34 3A	CALL SUB INCOD	
34F	DV1	83	RET	

\*\*\*\*\*  
 -(SUB TIMER).SUBROUTINA INTERRUPT  
 CION DEL "TIMER". COLOCA EN EL  
 PUERTO 1 Y EN EL BUS LO QUE SE  
 DESPLEGARA. HASTA LA SIGUIENTE  
 INTERRUPTCION.

350		65	STOP TCNT	
351		D5	SEL RB1	
352		AF	MOV R7,A	
353		00	NOP	
354		00	NOP	
355		00	NOP	
356		00	NOP	
357		00	NOP	
358		0A	IN A,P2	
359		53 0F	ANL A,#0F	
35B		AA	MOV R2,A	
35C		03 FB	ADD A,#FB	
35E		E6 62	JNC DESP2	
360		BA FF	MOV R2,#FF	
362	DESP2	1A	INC R2	

LISTADO DEL PROGRAMA

LOC      ETIQ.      ENSAMBL.      MNEMONICO      COMENTARIOS

363		FA	MOV A,R2	
364		B8 28	MOV R0,#28	
366		B9 2E	MOV R1,#2E	
368		68	ADD A,R0	
369		A8	MOV R0,A	
36A		FA	MOV A,R2	
36B		69	ADD A,R1	
36C		A9	MOV R1,A	
36D		23 07	MOV A,#07	
36F		3A	OUTL P2,A	
370		F0	MOV A,&R0	
371		39	OUTL P1,A	
372		F1	MOV A,&R1	
373		02	OUTL BUS,A	
374		FA	MOV A,R2	
375		3A	OUTL P2,A	
376		23 F3	MOV A,#F3	
378		62	MOV T,A	
379		55	STRT T	
37A		B8 3D	MOV R0,#3D	
37C		10	INC &R0	
37D		86 9E	JNI IN EXT	
37F	REGR	FF	MOV A,R7	
380		93	RETR	
381	ANEX	54 FD	CALL SUB RENPR	
383		B8 37	MOV R0,#37	
385		F0	MOV A,&R0	
386		52 8A	JB2 RP 1	
388		04 C0	JMP RP 2	
38A	RP1	B8 34	MOV R0,#34	
38C		04 C7	JMP RP 3	

E S T A D O D E L P R O G R A M A

L O C	L I N	E N C A D E N A	M A R C H O	C O M E N T A R I O S
38E	AN1	F9	MOV A,&R0	
38F		88 2A	MOV R0,#2A	
391		34 58	CALL SUB DEC	
393		44 85	JMP TAC	
395		00	NOP	
396		00	NOP	
397		00	NOP	
398		00	NOP	
399		00	NOP	
39A		00	NOP	
39B		00	NOP	
39C		00	NOP	
39D		00	NOP	
39E	IN EXT	8B 0C	MOV R3,#0C	
3A0		34 FC	CALL SUB BUS	
3A2		37	CPL A	
3A3		12 B2	JB0 DIST	
3A5		00	NOP	
3A6		00	NOP	
3A7		00	NOP	
3A8		00	NOP	
3A9		00	NOP	
3AA	INT 1	32 BD	JB1 VOL	
3AC		00	NOP	
3AD		00	NOP	
3AE		00	NOP	
3AF		00	NOP	
3B0	INT 2	64 7F	JMP REGR	
3B2	DIST	AB	MOV R3,A	
3B3		88 3F	MOV R0,#3F	
3B5		10	INC &R0	
3B6		8A 0A	MOV R2,#0A	

LISTADO DEL PROGRAMA

LOC	ETIQ.	ENSAMBL.	MNEMONICO	COMENTARIOS
3B8		14 E3	CALL SUB PT02	
3BA		FB	MOV A,R3	
3BB		64 AA	JMP INT 1	
3BD	VOL	B8 3B	MOV R0,#3B	
3BF		10	INC &R0	
3C0		C8	DEC R0	
3C1		C8	DEC R0	
3C2		F0	MOV A,&R0	
3C3		03 01	ADD A,#01	
3C5		A0	MOV &R0,A	
3C6		18	INC R0	
3C7		27	CLR A	
3C8		70	ADDC A,&R0	
3C9		A0	MOV &R0,A	
3CA		BA 0B	MOV R2,#0B	
3CC		14 E3	CALL SUB PT02	
3CE		64 B0	JMP INT 2	

LISTADO DEL PROGRAMA

L O C      ETIQ.      ENSAMBL.      MNEMONICO      COMENTARIOS

				-( SUB REIN ) SUBROUTINA PARA - CALCULAR EL RENDIMIENTO INSTANTANEO. ESTE CALCULO SE REALIZA CADA 3 SEGUNDOS MEDIANTE LA ECUACION SIGUIENTE: REND. INS. = $\frac{\text{DIST. EN 3 SEG.} \times 10}{\text{VOLUMEN EN 3 SEG.}}$
3D0		B8 3C	MOV R0,#3C	
3D2		F0	MOV A,&R0	
3D3		AA	MOV R2,A	
3D4		B9 64	MOV R1,#64	
3D6		34 00	CALL SUB MULT	
3D8		C8	DEC R0	
3D9		AB	MOV R3,A	
3DA		F0	MOV A,&R0	
3DB		96 DE	JNZ EFI	
3DD		83	RET	
3DE	EFI	A9	MOV R1,A	
3DF		FB	MOV A,R3	
3E0		34 14	CALL SUB DIV	
3E2		B9 3E	MOV R1,#3E	
3E4		A1	MOV &R1,A	
3E5		27	CLR A	
3E6		44 C4	JMP REIN 1	
3E8		00		
3E9		01		
3EA		03		
3EB		07		
3EC		0F		
3ED		1F		
3EE		3F		
				-DECODIFICACION PARA LAS COLUMNAS DE "LEDS"

LISTADO DEL PROGRAMA

LOC	ETIQ.	ENSAMBL.	MNEMONICO	COMENTARIOS
3EF		7F		
3F0		FF		
				-ACTIVAR PUNTOS DECIMALES
3F1	DEC 1	B8 20	MOV R0,#20	
3F3		23 90	MOV A,#90	
3F5		60	ADD A,&R0	
3F6		A0	MOV &R0,A	
3F7		83	RET	
3F8	REPRO	C6 00	JZ REP 1	
3F9		B8 20	MOV R0,#20	
3FB		64 07	JMP REP 2	
3FD		00	NOP	
3FE		00	NOP	
3FF		00	NOP	
				FIN DEL PROGRAMA
				*****
				NOTA: EL SIMBOLO " & " SIGNIFICA DIRECCIONAMIENTO INDIRECTO.