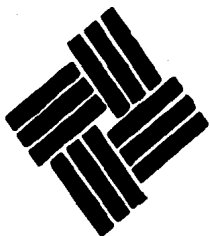


881202
1
24



UNIVERSIDAD ANAHUAC

**ESCUELA DE INGENIERIA
CON ESTUDIOS INCORPORADOS A LA UNAM**

VINGB IN BONO MALUM

"ESTROBOSCOPIO DIGITAL"

T E S I S

Que para optar el Título de Ingeniero

Mecánico Electricista Área: Sistemas

Eléctricos y Electrónicos

Presenta el Alumno:

ALBERT ALBRAND GLENDER

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN
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.

I N D I C E

<u>CONTENIDO</u>	PAGINA
INTRODUCCION-----	1
OBJETIVOS-----	2
ALCANCES-----	3
 I. GENERALIDADES-----	 4
1-1 Motores de combustión interna por medio de arco eléctrico -----	 4
1.1.1 Combustión del carburante-----	5
1.1.2 Sistema de encendido-----	6
1.1.3 Avance del encendido-----	8
1-2 Descripción de una afinación-----	9
1.2.1 Puesta a tiempo inicial-----	9
1.2.2 Comprobación del avance centrífugo. y de vacío-----	 10
1.2.3 Comprobación del tiempo de avance-----	11
 II. DISEÑO TENTATIVO-----	 14
2-1 Especificaciones-----	14
2-1 Diagrama general de bloques-----	16

III. ESTUDIO DE LOS DIVERSOS CIRCUITOS DEL INSTRUMENTO -----	17
3-1 Circuito de entrada (detector óptico-amplificador y detector magnético) -----	20
3.1.1 Diseño del circuito detector óptico - amplificador -----	20
a) Selección del captador óptico -----	21
b) Amplificación de señal -----	23
c) Como corregir en forma manual las variaciones por efecto del nivel medio ambiente de luz -----	24
3.1.2 Detector Magnético -----	29
3-2 Circuito multiplicador de frecuencia -----	34
3.2.1 Estudio del P.L.L. -----	35
3.2.2 Selección del comparador -----	40
3.2.3 Calculos teóricos de diseño -----	41
3.2.4 Divisor de frecuencia -----	47
3.2.5 Pruebas de laboratorio -----	48
3.2.6 Conclusión -----	52
3.2.7 Filtro pasabajos -----	53
3.2.8 Ecuaciones de diseño -----	60
3.2.9 Pruebas de laboratorio -----	66
3.2.10 Conclusiones -----	67
3-3 Circuito evaluador de defasamiento -----	68
3.3.1 Sistema propuesto -----	68
3.3.2 Sincronización automática -----	70

3-4	Circuito contador de revoluciones-----	73
3.4.1	Sistema propuesto-----	73
3.4.2	Base de tiempo-----	75
3.4.3	Circuito final del contador de revoluciones-----	77
IV.	EQUIPO COMPLETO-----	78
4-1	Diagrama a bloques final-----	78
4-2	Planos mecánicos-----	79
4.2.1	Planos de la pastilla óptica-----	79
4.2.2	Planos del chasis-----	81
4-3	Instrucciones de calibración y ajuste-----	83
V.	ESTUDIO ECONOMICO-----	84
	CONCLUSIONES-----	89
	APENDICE 1	
a)	Manual de instrucciones del usuario-----	91
b)	Lista de partes-----	98
c)	Distribución de los componentes del sistema-----	100
	APENDICE 2	
	Especificaciones del fabricante de automóviles-----	101
	BIBLIOGRAFIA-----	116

INTRODUCCION

Actualmente, en el proceso de afinación de un automóvil con motor de combustión interna se emplea un estroboscopio o lámpara de tiempo, logrando así una puesta a tiempo correcta del motor.

Los estroboscopios son aparatos que permiten observar las máquinas en funcionamiento normal como si funcionaran lentamente o estuvieran paradas, para medir velocidades de órganos en rotación o en movimiento alternativo. Los estroboscopios se basan en el principio de producir la inmovilidad aparente o el movimiento lento del órgano que se ha de examinar, mediante destellos luminosos que logran vistas sucesivas a intervalos determinados. Sincronizando exactamente la frecuencia de los destellos luminosos con los movimientos del órgano a estudiar, se obtiene la inmovilidad aparente de éste.

Tal es el caso en el estudio de un motor de combustión interna. Obteniendo la inmovilidad aparente de la polea del cigüeñal, se puede determinar la posición angular de ésta, pudiendo así determinar la puesta a tiempo del motor.

En esta tesis, se va a diseñar una máquina automática para afinar automóviles, reemplazando la de tipo manual anteriormente descrita.

OBJETIVOS

El objetivo principal de este trabajo, consiste en el estudio y diseño de una máquina automática, que permita diagnosticar el sistema de encendido de un vehículo con motor de combustión interna y que facilite a la vez su proceso de afinación.

El aparato que se propone debe reemplazar el instrumento de tipo convencional, satisfaciendo las mismas finalidades especificadas por éste, pero, facilitando el manejo para el usuario, de tal manera que éste no requiera de conocimientos de mecánica para el proceso de afinación, bastándole una tabla de especificaciones. Se desea también que este instrumento muestre mayor exactitud y sea más económico que el de tipo convencional.

Este diseño está enfocado únicamente para el estudio de un motor de automóvil de combustión interna por medio de chispa.

ALCANCES

Ya que este instrumento es un aparato distinto al que se presenta en el mercado y que sobre todo no se produce bajo ningún tipo en la República Mexicana, se supone será de mucho interés tanto para la técnica nacional como para los usuarios, en su gran mayoría talleres de reparación de automóviles.

En los últimos tiempos los costos de adquisición de instrumentos de este tipo se han incrementado enormemente pues -- son de importación y muchos talleres han llegado a casi no emplearlo y hacer los ajustes de tiempo a "oído" lo que no siempre resulta eficaz. Gracias a este diseño se deberá evitar tal -- situación, ya que este instrumento será más accesible desde el punto de vista económico. Este diseño deberá ajustarse por lo tanto, en la medida de lo posible, al uso de elementos nacionales. Sin embargo en el caso necesario se deberá recurrir al uso de algunos componentes de importación.

Para que este diseño quede protegido en la República Mexicana, será necesario que sea registrado conforme a la Ley sobre el registro de la transferencia de tecnología y el uso y explotación de patentes y marcas.

I. GENERALIDADES

1-1 MOTORES DE COMBUSTION INTERNA POR MEDIO DE ARCO ELECTRICO

El motor es la fuente de energía del automóvil; convierte la energía térmica producida por la combustión del carburante en energía mecánica, capaz de imprimir movimiento a las ruedas. El combustible, que suele ser una mezcla de gasolina y aire, se quema en el interior de los cilindros.

La gasolina y el aire se mezclan en el carburador y penetran a la cámara de combustión por la parte superior de los cilindros, en cuyo interior los pistones comprimen la mezcla, que se inflama por acción de la chispa de la bujía. Al inflamarse, la mezcla impulsa el pistón hacia abajo (tiempo de explosión). El cigueñal convierte el movimiento alternativo de subida y bajada del pistón en rotatorio, y transmite la energía a las ruedas a través del embrague, de la caja de cambios, y del diferencial. Las bielas unen los pistones al cigueñal.

El árbol de levas, accionado por el cigueñal, pone en movimiento las valvulas de admisión y de escape.

1.1.1 COMBUSTION DEL CARBURANTE

La energía calorífica producida por la combustión de la mezcla se transforma en fuerza motriz.

Cuanto más rica sea la mezcla de gasolina y aire que penetra en el cilindro, y cuanto más se comprima en éste, mayor será la fuerza del motor. El grado de compresión o relación de compresión, es la relación que existe entre el volumen de la mezcla en el cilindro antes y después de la compresión. Los coches de tipo medio tienen una relación de compresión de 9 a 1, lo que significa que la mezcla en el cilindro se comprime hasta ocupar una novena parte de su volumen original.

Cuando la chispa de la bujía encienda o inflame la mezcla comprimida, ésta deberá arder rápida pero progresiva y uniformemente, sobre la cabeza del pistón; no se debe producir explosión.

En la mayor parte de los motores, el ciclo de funcionamiento es el de cuatro tiempos, denominado también el ciclo de Otto (Fig. 1-1). En este sistema la producción de energía tiene lugar solamente en uno de los cuatro tiempos del ciclo.

Mientras el cigueñal describe una vuelta completa, el pistón desciende (tiempo de admisión) y vuelve a subir (tiempo

de compresión). Durante la siguiente vuelta del cigueñal, el pistón es impulsado hacia abajo (tiempo de explosión); sube de nuevo (tiempo de escape) y se expulsan los gases quemados.

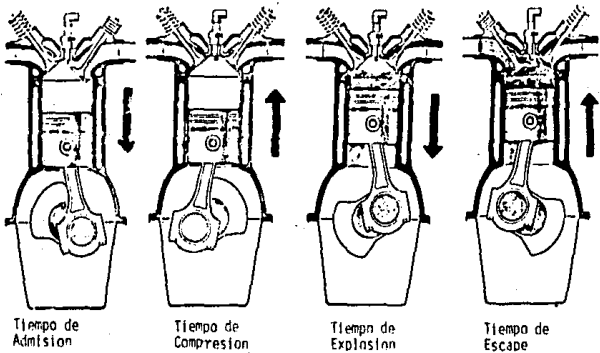


Fig. 1-1 Ciclo de Otto. Del manual "Autorepairs" S.A.E., 1982 U.S.A.

1.1.2 SISTEMA DE ENCENDIDO

Producción del arco:

El sistema de encendido produce la chispa necesaria para que se pueda inflamar la mezcla de gasolina y aire en los cilindros. Cada cilindro dispone de una bujía con dos elementos metálicos llamados electrodos, que se aloja en la cámara -

de combustión. Cuando llega una tensión suficientemente elevada a la bujía un arco salta entre los electrodos en forma de chispa.

Los sistemas de encendido por arco son básicamente idénticos en todos los automóviles modernos. Proporcionan electricidad a la bujía de cada cilindro con una tensión suficiente y en el momento preciso.

La tensión que llega a las bujías debe ser alta, por lo menos de 14000 volts; para compensar una posible pérdida en el sistema, deben generarse hasta 30000 volts. La batería del coche suele tener una tensión de 6 ó 12 volts.C.D. Esta tensión se eleva varios miles de veces en la bobina. Una vez producida debe ser distribuida adecuadamente hasta la bujía en el momento indicado del ciclo de cuatro tiempos.

El distribuidor transmite la energía eléctrica por turno a cada uno de los cilindros, siguiendo el orden de encendido. Unos de sus componentes, el ruptor, también contribuye con la bobina a la formación de alta tensión necesaria. Con un condensador conectado al ruptor se puede evitar la excesiva producción de arcos de tensión en los platinos.

1.1.3 AVANCE DEL ENCENDIDO

Cualquiera que sea el número de revoluciones del motor, la duración de la combustión suele ser invariable.

Con el motor en marcha lenta, la inflamación de la mezcla se produce en el momento en el que el pistón alcanza el punto más alto de su recorrido durante el tiempo de compresión, lo que da tiempo para que la expansión de los gases impulse el pistón hacia abajo.

Al aumentar las revoluciones del motor se acorta el tiempo que media entre la subida y la bajada del pistón, por lo que se debe avanzar el encendido con objeto de que haya tiempo suficiente para la combustión y expansión. Esto se consigue con un mecanismo de avance centrífugo, que puede complementarse con otro mecanismo de avance por vacío. Este avance se puede detectar por medio de una lámpara estroboscópica, dirigida hacia la polea del cigüeñal; la cual está relacionada directamente en forma angular con la posición del pistón en la cámara de combustión.

1-2 DESCRIPCION DEL PROCESO DE UNA AFINACION

Antes de hacer la afinación o puesta a tiempo de cualquier motor, es muy importante que se comprueben las especificaciones del fabricante para el vehículo (ver apéndice B), ya que efectuando una afinación adecuada se obtendrá como resultado un funcionamiento eficiente del motor, economía del combustible y se evitarán sobrecalentamientos y averías en el motor mismo.

A continuación se verán los pasos a seguir en un proceso de afinación normal.

1.2.1 PUESTA A TIEMPO INICIAL (MARCHA LENTA)

Hay que empezar poniendo el encendido a tiempo sin contar con el avance automático.

Para esto se requiere:

a) Comprobar el ángulo de contacto de los platinos, si se requiere, ajustarlo según las especificaciones del fabricante o reemplazar los platinos si es necesario.

b) Se debe desconectar la conexión o manguera de vacío de la unidad de avance del distribuidor y taponear la manguera para asegurar la operación correcta del carburador.

c) Se debe hacer referencia a las tablas de especificaciones y después arrancar el motor para ajustar las revoluciones por lo especificado para el tiempo de ignición.

d) Para ajustar el tiempo, se debe desbloquear el distribuidor por medio de su tornillo de posición y girarlo de un lado a otro hasta que se vea la marca de tiempo alineada con la muesca de referencia, por medio del estroboscopio o lámpara de tiempo (Entre 0 y 40 grados dependiendo del auto).

e) Después de haber ajustado el tiempo de ignición -- apretar el tornillo de posición del distribuidor y volver a checar la alineación correcta.

1.2.2. COMPROBACION DEL AVANCE CENTRIFUGO Y DE VACIO

A. Avance por centrifugo.

a) Con el motor operando a las revoluciones especificadas y la línea de vicio del distribuidor desconectada, observar la posición de la marca de tiempo.

b) Lentamente acelerar y desacelerar el motor hasta unas 2000 RPM (Revoluciones por minuto). Mientras se observa la posición de la marca de tiempo. Si la posición de la marca de tiempo se desplaza alejándose y regresando a su posición -- inicial gradualmente y uniforme, entonces el mecanismo de avance

entonces la operación del mecanismo de avance por vacío necesita reparación.

1.2.3 COMPROBACION DE TIEMPO DE AVANCE.

a) Se debe ajustar la velocidad del motor a unas --- 2000 RPM o a las especificadas por el fabricante.

b) Girar el control de frecuencia en la parte trasera de la lámpara de tiempo hasta que la muesca de la polea quede alineada con la muesca de referencia en el bastidor. Leer el avance total (centrifugo + vacío) en la caratula de la lámpara y compararla con las especificaciones del fabricante (puede ser hasta de 40 grados dependiendo del automóvil). Si la lectura no esta dentro de las especificaciones entonces se debe proceder a los siguientes pasos.

c) Desconectar la línea de vacío de la unidad de avance del distribuidor. Repetir el paso (b) y leer el avance centrifugo en la caratula. Si la lectura no corresponde a la especificada, el avance mecánico del distribuidor esta fuera de operación. Y si la lectura es correcta, es el mecanismo de avance por vacío el que esta mal.

d) Una vez diagnosticado el estado de tiempo del motor, se procede a bajar la velocidad del mismo y se asegura uno de conectar todas las líneas de vacío adecuadamente. Proce---

por centrifugo del distribuidor está funcionando satisfactoriamente.

Los brincos bruscos de la marca de tiempo puede significar que los contrapesos del avance se quedaron pegados.

Si la marca de tiempo se mueve demasiado con pequeños cambios de aceleración, o no regresa a su posición inicial - - cuando se disminuye la velocidad, entonces el mecanismo de avance por centrifugo esta funcionando mal y necesita reparación.

B. Avance de vacio.

a) Con la velocidad del motor ajustada a marcha lenta, alrededor de 1000 RPM y la línea de vacio del distribuidor-conectada, observar la posición de la marca de tiempo.

b) Abrir y cerrar súbitamente la garganta del carburador, causando que el vacio del multiple caiga momentaneamente, - siempre observando la posición de la marca del tiempo. Si la posición de la marca de tiempo se atrasa cuando la garganta se abre y adelanta cuando se cierra, entonces el mecanismo de avance por vacio esta funcionando correctamente.

Si la posición de la marca de tiempo varia muy poco o - si no hay cambio aparte del causado por el avance centrifugo, -

diendo finalmente a hacer un informe detallado con los datos --
obtenidos para la reparación del mecanismo que se encuentre de-
fectuoso.

II- DISEÑO TENTATIVO

2-1 ESPECIFICACIONES.

El sistema que se propone en este estudio tiene como finalidad principal la de mostrar en forma digital el número de grados de avance de un motor de automóvil ordinario, así como las revoluciones por minuto a las cuales está funcionando.

El sistema debe ser capaz de procesar y coordinar dos señales provenientes del automóvil mismo. Estas dos señales son respectivamente; la posición del pistón en relación con el punto muerto superior y el instante en que se produce el arco de alta tensión en la bujía conectada al cable número uno del motor.

La posición del pistón se ha de detectar a través de la polea misma del cigueñal, por medio de un transductor óptico, mientras que el arco se detectará por medio de un transductor magnético. Relacionando estas dos señales, el aparato será capaz de procesar, evaluar y coordinar la información suministrada con el fin de obtener en forma numérica los datos que se desean obtener.

El transductor magnético destinado a captar el momento del arco de la bujía, envía una señal periódica de no muy - - -

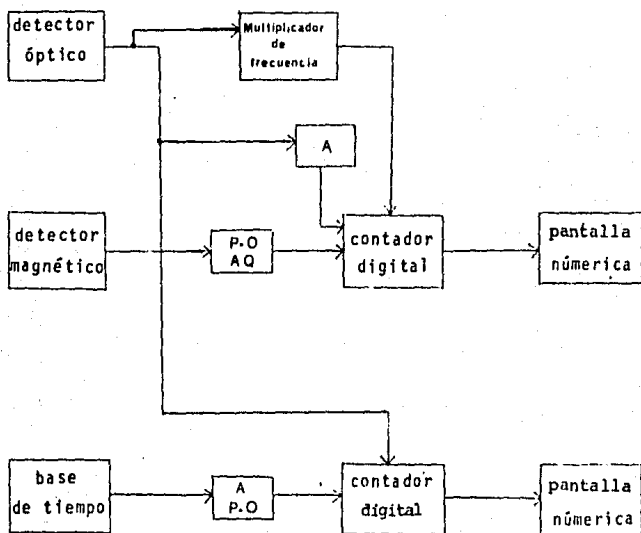
alta frecuencia a un tacómetro que debe indicar las revoluciones en RPM. Además esta señal debe procesarse para indicar -- los grados de avance con respecto al PMS (punto muerto superior), y el valor del ángulo de contacto de los platinos.

Para tener lecturas de los grados de avance en decimas de grados, es necesario establecer la equivalencia entre una -- vuelta y 3600 pulsos (3600 decimas de grado). Esto se hará multiplicando la frecuencia del arco por 3600. El transductor magnético detectando el momento exacto del arco que enciende el combustible en el motor, debe poner en marcha un contador digital que se detendrá cuando el detector óptico capte el pistón número uno en su punto muerto superior. La cuenta almacenada, será una indicación de los grados de avance del motor en -- cuestión. (Indicación que debe presentarse en decimas de grado).

La señal proveniente del transductor magnético estará activando otro contador, el cual debe tener una base de tiempo de tal manera que se obtenga una lectura de revoluciones por minuto. Para que la lectura de ese tacómetro no sea de una vez -- por minuto (la cual sería muy lenta), tendremos que multiplicar la señal por 10 y reducir la escala de tiempos a 6 segundos. -- Dé ese modo la lectura se hará cada 6 segundos y tendremos la -- indicación de revoluciones en R P M.

2-2 DIAGRAMA GENERAL DE BLOQUES.

La operación del sistema antes descrito se puede implementar a través del diagrama de bloques de la Fig. 2-1, a reserva de las modificaciones necesarias que deriven del estudio mismo.



A: aldaba P.O: Puesta a cero A.Q: arranque

Fig. 2-1 Diagrama general de bloques.

III- ESTUDIO DE LOS DIVERSOS CIRCUITOS DEL INSTRUMENTO

Este capítulo está orientado al estudio diseño y evaluación de los circuitos que constituyen el aparato; estudio de relevante importancia ya que como se vera se pueden suscitar -- problemas aislados debido a varias causas y obstaculos.

El instrumento se divide en cuatro partes esenciales, - siendo éstas:

- Circuito de entrada (circuito óptico amplificador y detector magnético.
- Circuito multiplicador de frecuencia.
- Circuito evaluador de defasamiento.
- Circuito contador de revoluciones.

Cada circuito tiene una función específica sin dejar - de estar relacionado con las otras partes del sistema. En el - diseño de este instrumento se desea utilizar la tecnología del - "Phase Locked loop"* con una aplicación específica que será la - de multiplicador de frecuencias. Este circuito y el de entrada, - constituyen la parte más importante del diseño.

* Phase Locked Loop: Servo Lazo Bloqueado por Fase.

Siempre que sea conveniente en el diseño se utilizará la tecnología CMOS*, debido a sus propiedades y a la específica aplicación de estos en el diseño del instrumento.

Las características deseables de las compuertas CMOS son las siguientes:

1- La potencia estática disipada es extremadamente pequeña (unos nanowatts). Potencia apreciable es absorbida solo cuando un cambio de estado se lleva a cabo. En una conmutación del orden de un megahertz, la potencia absorbida es de unos miliwatts.

2- Alta inmunidad al ruido. Esta cuestión es muy importante ya que las emisiones de ruidos espurios de un motor de combustión interna es muy alta e interfiere introduciendo ruido en el circuito, sin embargo con el empleo de estas compuertas CMOS se elimina al máximo este problema.

3- El lapso de propagación es de 50 ns. por compuerta, permitiendo pulsos a razón de 10 MHz; lo que es suficientemente rápido para el uso que se ha de dar en este diseño, ya que en sí la frecuencia de entrada al sistema es del orden de 10 Hz.

* CMOS: Semiconductor de oxido metálico complementario.

y dentro del mismo no pasa de 4 Khz.

4- Se requiere una única fuente de poder, y puede ser simple; en este caso la misma batería del automóvil (12 V).

5.- Excelente estabilidad térmica. (necesaria ya que alrededor del motor se encuentran altas temperaturas).

3-1 CIRCUITO DE ENTRADA (DETECTOR OPTICO AMPLIFICADOR Y DETECTOR MAGNETICO).

El circuito de entrada constituye una de las más importantes partes del conjunto; ya que sin éste el aparato no haría absolutamente nada. Es en realidad un transductor óptico y uno magnético

El transductor óptico va a captar una posición y convertirla en una señal eléctrica, que combinada con la señal - - transmitida por el cable de bujías a través del transductor magnético, serán de las cuales dependa todo el proceso de diagnóstico.

3.1.1 DISEÑO DEL CIRCUITO DETECTOR OPTICO Y AMPLIFICADOR.

Una fase del circuito de entrada consiste en un detector óptico y un amplificador de señal como se muestra en el - - diagrama de bloques siguiente:

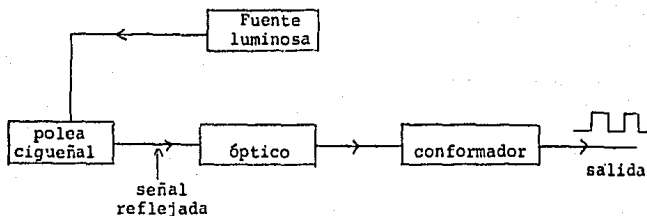


Fig. 3-1 Diagrama de bloques del circuito de entrada.

Se desea que la señal luminosa reflejada, proveniente de la polea, sea amplificada y conformada con el fin de tener a la salida del circuito unos pulsos cuachados bien definidos, necesarios para excitar las demás etapas del sistema.

a) SELECCION DEL CAPTADOR OPTICO.

Para poder captar la señal luminosa proveniente de la polea, se utiliza un elemento óptico que se seleccionara de tal manera que tenga un rango de captura de frecuencias que no incluya el rango de infrarrojos, o sea las frecuencias más allá del rojo visible, ya que como se observó en pruebas preliminares, el motor sometido a dicho diagnóstico emite una serie de señales infrarrojas que son parásitas; indeseables en el diseño del sistema.

La selección del elemento óptico, se hará de acuerdo a los siguientes elementos existentes.

- Fotodiodos.
- Fototransistores.
- Fotoresistencias.

De todos estos elementos, las fotoresistencias, son las únicas que no captan la banda de infrarrojos. Por lo tanto seleccionaremos una fotoresistencia de sulfuro de cadmio que --

tiene características determinadas en la gráfica siguiente (Fig. 3-2).

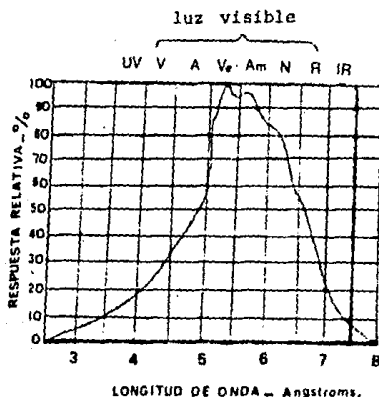


Fig. 3-2 Respuesta a la luz.

Como se puede apreciar en la gráfica, en nivel de respuesta es elevado para un rango de frecuencias de la luz visible, situado entre el verde y el amarillo, mientras que la captación en el rango de infrarrojos es casi nula.

Por lo anteriormente visto, la cinta reflejante que ha de utilizarse, podrá ser verde o amarilla. También puede usarse una plateada ya que ésta incluye todas las frecuencias de la luz visible proporcionando un mayor poder de reflexión y manteniéndose dentro de lo requerido.

b) AMPLIFICACION DE SENAL

Una vez que la señal es debidamente detectada, es necesario que esta sea filtrada y amplificada, de tal manera que se obtenga un nivel de salida adecuado y compatible con la entrada a la siguiente fase.

Para este proposito, se propone inicialmente el circuito de amplificación que se muestra a continuación (Fi. 3-3).

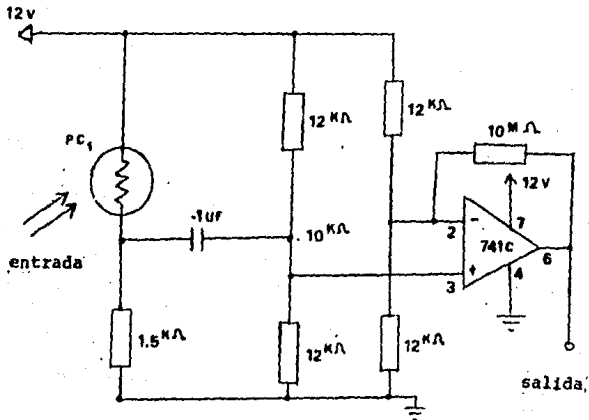


Fig. 3-3 Circuito de amplificación.

En este circuito se deberá establecer un nivel de referencia con un comparador de nivel que debe corresponder al del medio ambiente de luz, y por encima del cual se quieren detectar los impulsos o variaciones de intensidad luminosa de acuerdo -- a la señal aplicada a la fotoresistencia.

Pero el problema que se nos presenta es que el nivel medio ambiente de luz es muy variable (de acuerdo a las condiciones en que se este trabajando), ocasionando variaciones de importancia en la salida del comparador, sin poder determinar con precisión los impulsos que nos interesan, o simplemente no poder captarlos. Este problema se analiza a continuación

c) COMO CORREGIR EN FORMA MANUAL LAS VARIACIONES DE GANANCIA POR EFECTO DEL NIVEL MEDIO AMBIENTE DE LUZ.

Esta corrección es para captar tan solo los impulsos de señal o desviaciones de luz deseados, ya que se estará trabajado en situaciones donde el nivel medio ambiente de luz es cambiante.

Como se puede observar en la fig. 3-4, el nivel de tensión V_e a la salida de la fotoresistencia P_c , varia por una parte conforme al valor de la resistencia R (Fig. 3-5), y por otra parte conforme a distintos niveles de luz (N_1, N_2, N_3).

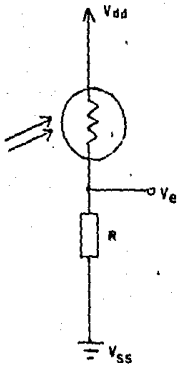


Fig. 3-4 Fotoresistencia

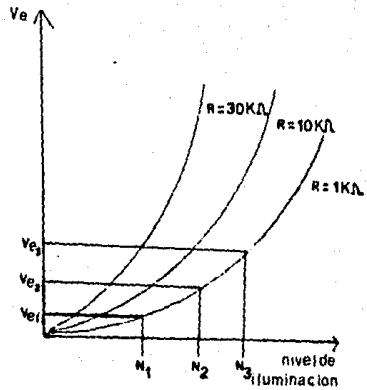


Fig. 3-5 Tensión de salida - en función del nivel de luz.

Con un nivel de luz ambiente situado entre N_1 y N_2 - tendremos (con $R_1 = 1.5 K$), cuando se aplica la señal, una serie de impulsos para dichos niveles de iluminación como se muestra en la figura 3-6.

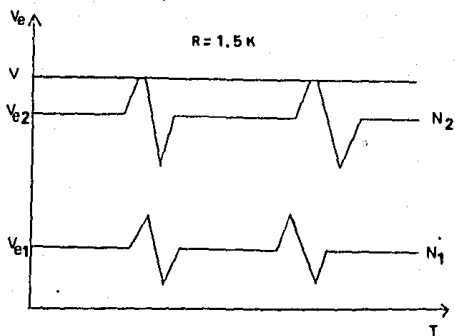
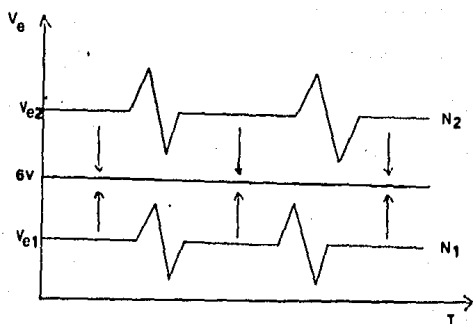


Fig. 3-6 Señal aplicada a diferentes niveles de iluminación.

Para que estos impulsos puedan ser detectados, o sea - que sobrepasen un nivel de referencia preestablecido ($V = 6$ Volts), hay que tener un nivel medio ambiente de luz N_2 , cercano a 6 V, por lo cual el comparador podrá detectar las diferencias entre los impulsos y el nivel de referencia. Entonces lo que se tiene que hacer para poder trabajar a diferentes niveles medio ambiente de luz, es llevar estos niveles a un nivel cercano al de referencia como se muestra en la Fig. 3-7 . Esto se puede solucionar fácilmente incluyendo en el circuito, un control para regular el nivel medio ambiente de luz, manualmente, al ser captado este por el instrumento. Esto se logra introduciendo en la-

red de entrada un potenciómetro que ha de regular el nivel de -
tención a la entrada del comparador, pudiendo así variar el ni-
vel medio ambiente de luz (internamente al instrumento) y haceu
lo regresar al nivel de referencia deseado, desechando así en -
la captación todo lo que no sean los impulsos que se quieren re-
cibir.



3-7 Control del nivel
de iluminación.

El diagrama siguiente (Fig. 3-8), muestra el circuito- que se ha de emplear tal y como se determinó por el estudio de- diseño.

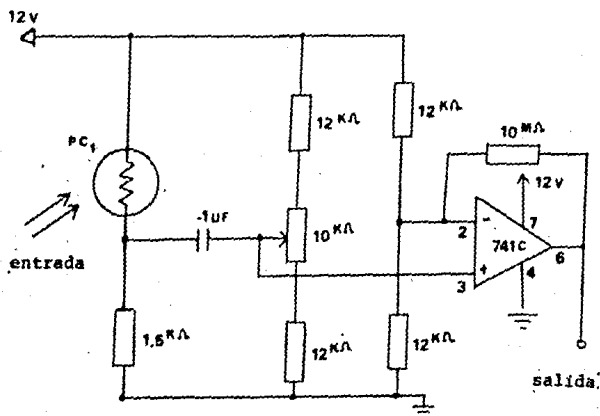


Fig. 3-8 Circuito amplificador

El condensador de $0.1 \mu\text{F}$ tiene como fin eliminar los picos a la entrada del amplificador asegurando una filtración adecuada de la señal y rapidez de descarga de la misma. Las resistencias de $12 \text{ k}\Omega$ son para establecer el nivel de referencia a 6 V , ya que la fuente de alimentación es de 12 volts y estas-

resistencias forman el divisor de tensión.

3.1.2 DETECTOR MAGNETICO

La segunda fase de circuito de entrada consiste en un detector magnético; formado por: un transductor magnético y un amplificador para procesar la señal proveniente del cable de bujías número 1 del motor.

En el diagrama de bloques que se da en la Fig. 3-1A, - se muestra el proceso que ha de seguir con señal de entrada.

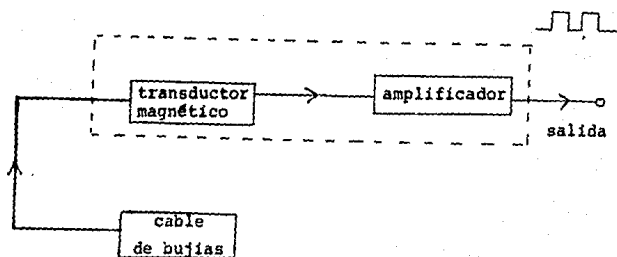


Fig. 3-1A. Diagrama de Bloques del detector magnético.

La señal eléctrica de alta tensión es suministrada al cable de bujías a través del distribuidor. Esta señal eléctrica, es la que enciende la bujía provocando el arco.

Dicha señal es la que queremos detectar por medio de un transductor magnético, y luego amplificarla con el fin de obtener a la salida del proceso, una serie de pulsos bien definidos que han de ser los que pongan en marcha el sistema contador.

Como ya mencionamos, se utilizará un transductor magnético para la captación de la señal. El esquema de este transductor se muestra en la Fig. 3.1B. Este consiste en una bobina enrollada en un núcleo magnético, que ha de captar en forma inductiva la señal proveniente del cable de bujías transformando la señal magnética a una eléctrica (Ver Fig. 3.1c).

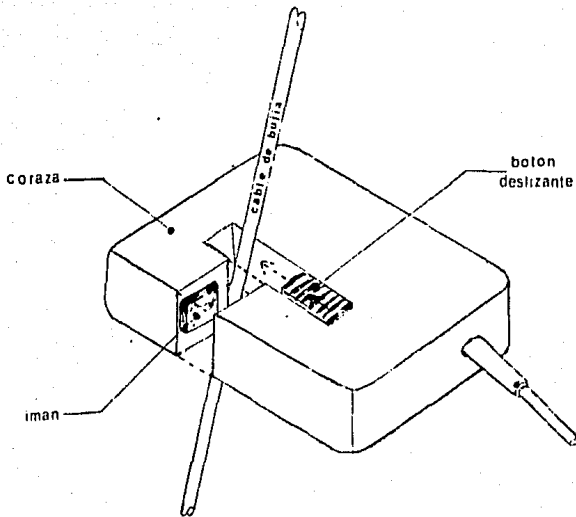


Fig. 3-1B. Inductor Magnético.

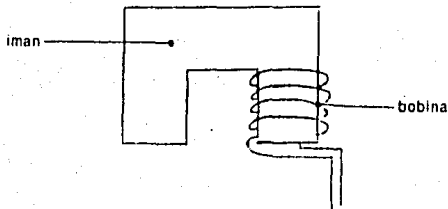


Fig. 3-1C Bobina del inductor magnético.

Una vez captada la señal por el transductor magnético, se obtiene una señal de tensión inducida muy pequeña. (del orden de milivolts). Esta señal deberá amplificarse, gracias al circuito amplificador que se muestra en la Fig. 3-1D.

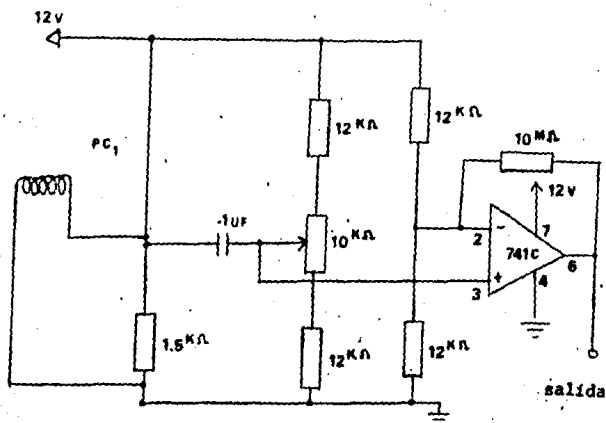


Fig. 3.1D Circuito detector magnético.

De la misma manera que en el circuito detector óptico, se desea, amplificar una señal muy pequeña, por lo cual empleamos otra vez un amplificador operacional para lograr la amplificación deseada. En este caso nos basta con establecer un nivel de referencia (6V) y un nivel de entrada cuyo umbral será también de 6 volts y por encima del cual se detectarán los impulsos

provenientes del transistor. Aquí otra vez las resistencias de 12 K Ω son para establecer el nivel de referencia y umbral.

3-2 CIRCUITO MULTIPLICADOR DE FRECUENCIA.

El circuito multiplicador de frecuencia representa una de las partes más importantes del instrumento de medición, dado la específica aplicación de un "Phase Locked loop".

Aquí es donde la señal ya amplificada proveniente de la polea, es recibida y procesada de tal manera que esta sea -- multiplicada 3600 veces, esto es con el propósito de relacionar cada giro de la polea directamente con su equivalente en grados, es decir, que cada vuelta de la polea equivaldrá a 360 grados.

Para este fin, se propone el uso de un "Phase Locked Loop" cuya aplicación específica será la de un sintetizador de frecuencias. Esta aplicación requiere de un PLL (Phase-locked-loop) cuyo ciclo entre la salida del oscilador controlado por tensión (VCO) y la entrada del comparador de fase, ha sido interrumpida; así un divisor de frecuencias externo puede ser intercalado en el ciclo de retroalimentación del PLL. Aquí se -- utiliza la tecnología CMOS debido a la alta inmunidad al ruido, que en esta parte del diseño es muy importante.

Se escogió, pues, el CMOS CM4046 el cual presenta algunas de las características siguientes deseadas:

Alta selectividad
 Alta inmunidad al ruido
 Frecuencia central ajustable por medio de un componente externo.

3.2.1 ESTUDIO DEL PLL.

El PLL provee selectividad de frecuencia y filtraje -- sin la necesidad de bobinas o inductores como se muestra en la Fig. 3-9 El PLL es básicamente un servo lazo electrónico consistente en 3 bloques funcionales básicos: Un comparador de fase, un filtro pasabajos y un oscilador controlado por tensión.

a- Función básica:

El principio básico de operación del PLL es el siguiente: Sin ninguna señal de entrada aplicada al sistema, la tensión de error V_d es igual a cero. El VCO opera a una frecuencia establecida, f_o , la cual es conocida como frecuencia libre de oscilación. Si una señal de entrada es aplicada al sistema, el comparador de fase compara la fase y frecuencia de la señal de entrada con la frecuencia del VCO y genera una tensión de error $V_e(t)$, la cual es la diferencia de fase y frecuencia entre las dos señales. Esta tensión de error es entonces filtrada y aplicada a la terminal de control del VCO. Si la frecuencia de entrada, f_s , es suficientemente cercana a f_o , la naturaleza de retroalimentación del PLL hace que el VCO se sincronice o enganche con la señal entrante. Una vez en enganche, la frecuencia del VCO es idéntica a la señal de entrada.

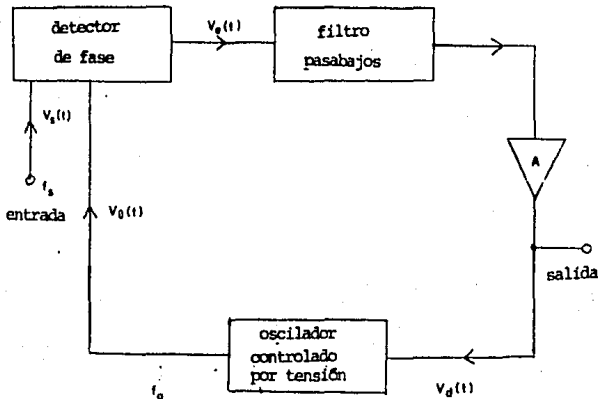


Fig.3.-9 Diagrama de bloque del PLL.

b- Síntesis de frecuencia;

Se pueden generar nuevas frecuencias en el PLL a partir de una fuente de referencia estable con el fin de llevar a cabo una multiplicación y esto se puede hacer de dos maneras:

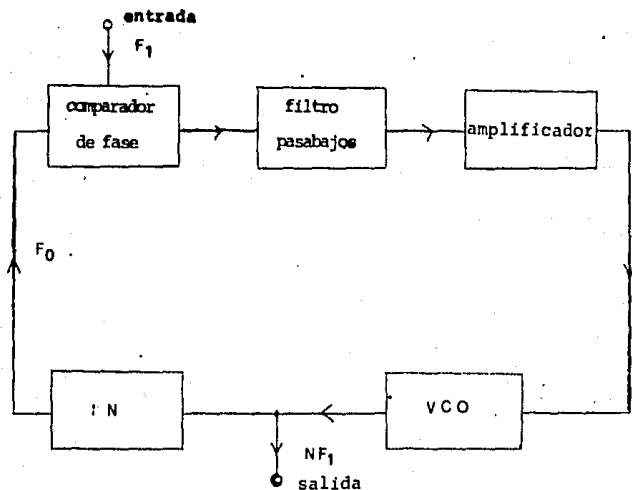
- Enganchando en una armónica de la señal de entrada..
- intercalando un contador (divisor digital de frecuencias en el ciclo.

El enganche de armónicas es la forma más simple y puede usualmente ser llevado a cabo ajustando la frecuencia libre de oscilación del VCO a un múltiplo de la frecuencia de entrada y permitiendo al PLL engancharse. Sin embargo, una limitación de este esquema es que el "rango de enganche, cuyo significado será explicado más tarde, decrece confor

me se vayan usando armónicas más altas las cuales son mas débiles para el enganche. Esto limita el rango de enganche práctico de armónicas a múltiplos de aproximadamente menos de diez, por lo cual este método no puede ser aplicado ni será estudiado en este caso, ya que se desea manejar múltiplos del rango de millares.

Entonces para múltiplos superiores a diez, el segundo esquema que se presenta a continuación, es más deseable.

Un diagrama de bloques del segundo esquema se muestra en la Fig 3-10 Aquí el ciclo es interrumpido entre el VCO y el comparador de fases, en donde se intercala un contador. En este caso la frecuencia fundamental del VCO, ya dividida, es enganchada a la frecuencia de entrada de tal manera que el VCO esté oscilando a un múltiplo de la frecuencia de entrada. El factor de multiplicación (N) es determinado por el contador.



- Fig. 3-10 Sintetizador de frecuencia.

Dos parámetros claves del sistema PLL son sus rangos de captura y de enganche, uno de los cuales ya se mencionó anteriormente. Se pueden definir de la siguiente manera:

Rango de enganche: Es el rango de frecuencias en la vecindad de f_0 , en la cual el PLL puede mantener el enganche con una señal de entrada. Es también conocido como el rango de sostenimiento o rango de seguimiento. El rango de enganche incrementa conforme aumenta la ganancia total del PLL.

Rango de captura: Es el rango de frecuencias en la vecindad de f_0 , en el cual el PLL puede establecer o adquirir enganche con una señal de entrada. Es también conocido como el rango de adquisición. Es siempre menor que el rango de enganche y está relacionado con el ancho de banda de filtro pasa-bajos. Decece conforme se reduce el ancho de banda del filtro.

En la siguiente figura (Fig.3-11) se ilustran los rangos de captura y de enganche del PLL. Esta figura muestra las características, tensión contra frecuencia típica del PLL. Aquí la entrada es barrida lentamente sobre un amplio rango de frecuencias. La escala vertical corresponde a la tensión- error del lazo.

En la parte superior de la figura, la frecuencia del lazo es incrementada gradualmente. El lazo no responde a la señal hasta que alcanza la frecuencia f_1 , correspondiente al margen inferior del rango de captura. Entonces el lazo se bloquea repentinamente con la entrada, causando un salto negativo de tensión, error del lazo. Luego V_d varía con la frecuencia con una pendiente igual a la recíproca de la conversión de ganancia, frecuencia contra tensión de VCO, y va a cero cuando $f_s = f_0$.

El lazo sigue la entrada hasta que la frecuencia de entrada alcanza f_2 , correspondiente al margen superior del rango de enganche. El PLL pierde entonces su enganche, y la tensión-error cae a cero.

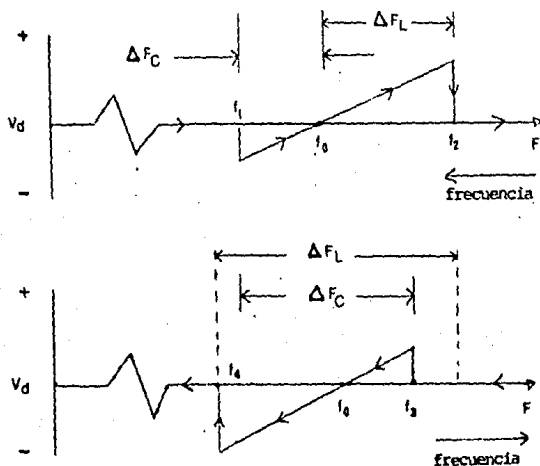


Fig. 3-11 Características de transferencia-tensión frecuencia, típicas del PLL.

Si la frecuencia de entrada es ahora barrida lentamente hacia atrás, el lazo se repite como se muestra en la parte inferior de la figura. El lazo recaptura la señal en f_3 y la traza hasta f_4 . La frecuencia cubierta entre (f_1, f_3) corresponde al rango de captura y (f_2, f_4) al rango de enganche del sistema. El PLL responde solo a esas señales de entrada suficientemente cercanas a la frecuencia de VCO, f_0 , que caen dentro del rango de enganche o de "captura" del sistema. Sus características de funcionamiento, ofrecen por consecuencia, un alto grado de selectividad de frecuencia, con las características de selectividad centradas en los alrededores de f_0 .

3.2.2 SELECCION DEL COMPARADOR.

El "Phase Lock Loop" que se propone, tiene dos comparadores independientes e internos y por lo tanto existen dos salidas distintas; una para el comparador uno y otra para el comparador dos. Se hicieron las pruebas con los dos tipos de comparadores para determinar la salida a usar. El comparador uno -- mostro tener un rango de captura muy pequeño; del orden del 10%.

Como estaremos manejando rangos de captura mucho mayores, este tipo de comparador no nos es útil.

Sin embargo el comparador dos mostro tener un rango de captura indefinido que puede ser controlado por una serie de -- elementos externos que le son conectados.

Por lo tanto se procedera a utilizar la salida del comparador dos, cuyo rango de captura lo determinará el estudio -- que a continuación se vera.

3.2.3 CALCULOS TEORICOS DE DISEÑO:

En esta sección se harán los cálculos correspondientes al diseño. Estos cálculos están determinados por las especificaciones que da el fabricante del elemento en cuestión, por lo que de acuerdo al manual de características del PLL, en este caso "National semiconductor", se tiene:

VCO - El oscilador lineal controlado por tensión produce una señal de salida, cuya frecuencia es determinada por la tensión en la entrada del VCO, y los capacitores y resistencias conectadas a las terminales $C1_A$, $C1_B$, R1 y R2 (ver diagrama de bloques y de conexiones de la Fig. 3-12).

La frecuencia de entrada al sistema está comprendida entre 8 y 60 hertz ya que los motores a los cuales se estará diagnosticando, se encuentran girando a una velocidad mínima de 500 revoluciones por minuto (500 RPM) en marcha lenta y 2500 RPM máximas en avance centrifugo accionado. Por lo que el rango de captura deseado será del orden de:

$$2 F_c = f_{\max} - f_{\min} \quad \text{-----} \quad (3.1)$$

$$2 F_c = 60 \text{ hz} - 8 \text{ hz}$$

$$2 F_c = 52 \text{ hz.}$$

$$F_c = 26 \text{ hz.}$$

La frecuencia central f_0 está dada por:

$$f_0 = \frac{f_{\max} + f_{\min}}{2} \quad \text{-----} \quad (3.2)$$

$$f_0 = 34 \text{ hz.}$$

Sin embargo la frecuencia que se aplicara será f_o multiplicada por 3600, ya que el oscilador deberá estar oscilando a una frecuencia;

$$F_o = f_o \times 3600 \text{ ----- (3.3)}$$

debido al contador que se intencarla entre el comparador de fase y el VCO.

$$F_o = 34\text{Hz} \times 3600 = 122,400 \text{ Hz.}$$

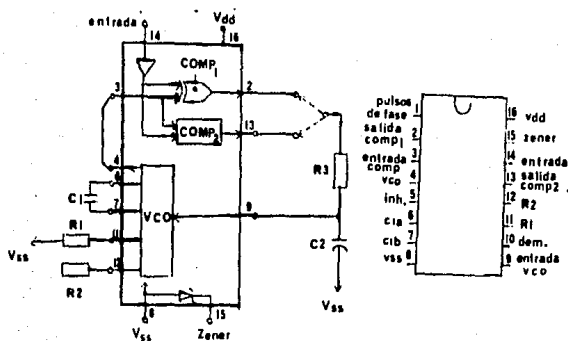
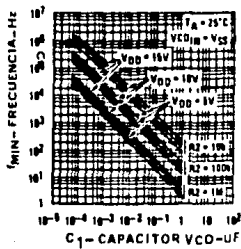
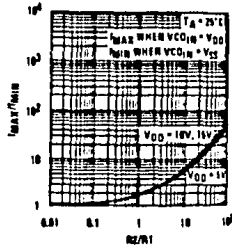


Fig. 3-12 Diagrama de bloques y Conexiones del PLL (del manual de CMOS de National Semiconductors).

Para determinar los valores de los elementos C_1 , R_1 , R_2 , se tiene que hacer referencia a las características de funcionamiento típico, dadas por la gráfica siguiente (Fig. 3-13).



A- Frecuencia en función de C_1 para R_2 10 K, 100 K, 1 M



B- F_{max}/F_{min} en función de R_2/R_1 .

Fig. 3-13. Características típicas de funcionamiento. (del manual de CMOS de National Semiconductors).

Los valores de F_{min} . y F_{max} vienen siendo;

$$F_{min} = f_{min} \times 3600 \quad (3.4)$$

$$= 8 \text{ Hz} \times 3600$$

$$F_{min} = 28,800 \text{ Hz}$$

$$F_{max} = f_{max} \times 3600 \quad (3.5)$$

$$= 60 \text{ Hz} \times 3600$$

$$F_{max} = 216,000 \text{ Hz.}$$

En la gráfica A, (Fig. 3-13) siendo la tensión de alimentación de 12 volts, se puede tomar:

$$V_{DD} = 10 \text{ V.}$$

$$\text{Se tiene que } F_{\max} = 216,000 \text{ Hz; } F_{\min} = 28,800 \text{ Hz.}$$

Se usa F_{\min} con la gráfica A para determinar C seleccionando R_2

Seleccionando en este caso $R_2 = 100 \text{ k}\Omega$, para una frecuencia mínima de 28 800 Hz obtenemos que C_1 vale alrededor de 600 pF.

Para determinar el valor de R_1 , se calcula primero $\frac{F_{\max}}{F_{\min}}$ y a partir de la gráfica B se determina $\frac{R_2}{R_1}$;

$$\frac{F_{\max}}{F_{\min}} = \frac{216\,000 \text{ Hz}}{28\,800 \text{ Hz}} = 7.5$$

De gráfica:

$$\frac{R_2}{R_1} = 12$$

De donde:

$$R_1 = \frac{R_2}{12} = \frac{100}{12} \text{ k}\Omega$$

$$R_1 = 8.33 \text{ k}\Omega$$

Con esto, tenemos los valores de los elementos externos que controlan al oscilador en su frecuencia de oscilación, siendo --
 $R_1 = 8.33 \text{ K}$, $R_2 = 100 \text{ K}$ y $C_1 = 600 \text{ pF}$.

Para el cálculo de los componentes del filtro pasabajos, nos --
 referimos a la ecuación de diseño dada por el fabricante en el manual correspondiente al filtro de la Fig. 3-14.

$$2 F_C = \frac{1}{\pi} \sqrt{\frac{2\pi F_C}{T_1}} \text{ ----- (3-6)}$$

Siendo $F_C = 26 \text{ Hz}$

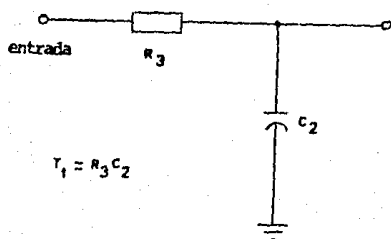


Fig. 3-14 Filtro pasabajos.

De la ecuación (3.6):

$$4 F_c^2 = \frac{1}{\pi^2} \times \frac{2 \pi F_c}{R_3 C_2}$$

De donde:

$$F_c = \frac{1}{2\pi R_3 C_2} \text{-----} (3.7)$$

y

$$R_3 = \frac{1}{2 F_c \pi C_2} \text{-----} (3.8)$$

Escogiendo un valor para C_2 de 1 μF , y teniendo que $F_c = 26 \text{ Hz}$:

$$R_3 = \frac{1}{2\pi \times 26 \text{ Hz} \times 10^{-6} \text{ F}}$$

$$R_3 = 6.121 \text{ K}\Omega$$

Tenemos entonces, que para la frecuencia de captura requerida ($F_c = 26 \text{ Hz}$), $C_2 = 1 \mu\text{F}$ y $R_3 = 6.121 \text{ K}\Omega$.

3.2.4 DIVISOR DE FRECUENCIAS.

Intercalando un divisor de frecuencias entre el VCO y el comparador, como se muestra en la figura 3-15, se debe obtener una frecuencia multiplicada por 3,600 veces en la salida del VCO.

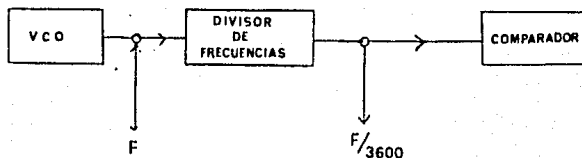


Fig. 3-15 Multiplicación de frecuencia.

El divisor de frecuencias que se propone, consta de 4 divisores CMOS. (4018), que dividen sucesivamente, como se muestra en la Fig. 3-16, por 10, 10, 6 y 3. También se utiliza un balancín (CMOS 4014) con el fin de dividir por dos, y obtener una onda cuadrada (que será la entrada al comparador), -- que se requiere para un buen funcionamiento del sistema. Para dividir por tres se usa una compuerta AND 74C08.

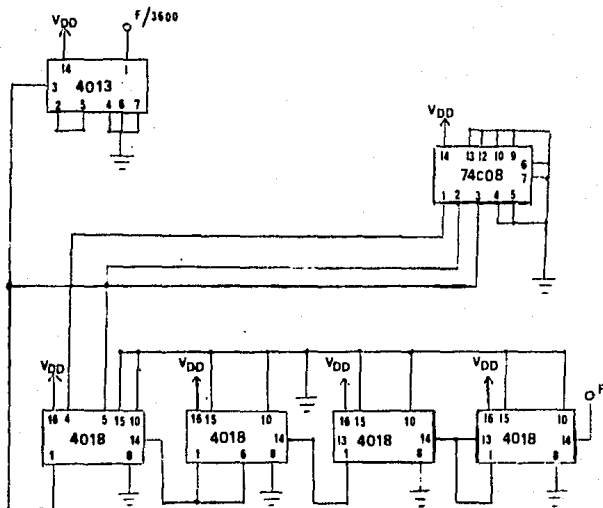


Fig. 3-16 Divisor de frecuencias.

3.2.5 PRUEBAS DE LABORATORIO

Se monto el circuito multiplicador de frecuencias, como se muestra en la fig. 3-17, con los valores calculados en el inciso 3.2.3, y se hicieron las pruebas de laboratorio que se dan a continuación.

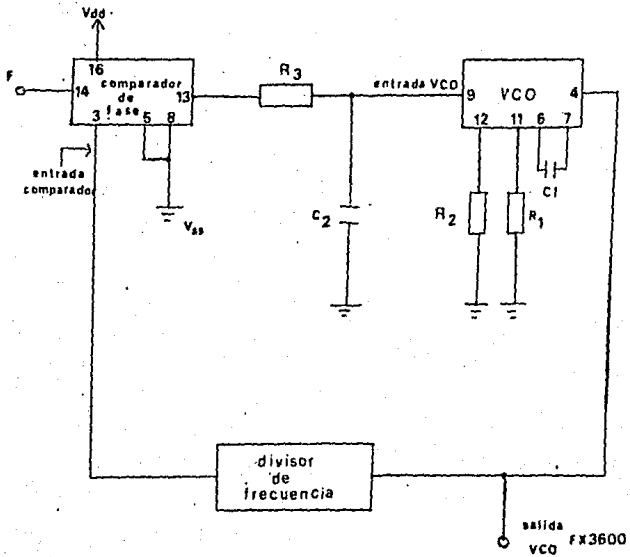


Fig. 3-17 Multiplicador de frecuencias.

El comparador de fase admite una señal de entrada por la compuerta No. 14 del P.L.L., y es comparada con la señal -- que llega a la compuerta No. 3 (entrada al comparador), y prove niente del divisor de frecuencias. Se genera así una tensión - error, la cual esta relacionada con la fase y la diferencia de-

frecuencia entre las dos señales. En seguida, esta tensión error, es filtrada a través del filtro pasabajos y aplicada a la compuerta No. 9 del V.C.O., lo que hace que el V.C.O. controle la frecuencia de salida en la compuerta No. 4, de acuerdo a la tensión error suministrada, aumentando y disminuyendo la frecuencia para sincronizar las dos señales.

Haciendo referencia al circuito anterior (fig. 3-17), se somete este a las pruebas. Con la ayuda de un osciloscopio, se obtienen las siguientes señales en las diferentes partes del circuito.

a) A la entrada del circuito, o sea por la compuerta No. 14 del PLL, se tienen los siguientes pulsos.

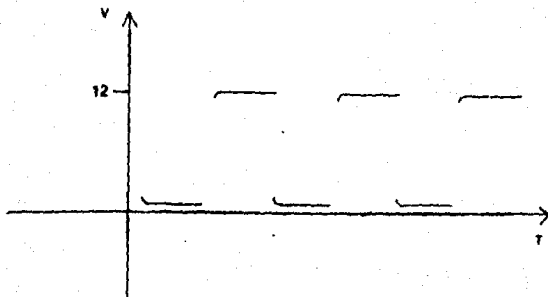


Fig. 3-17A Señal de entrada al circuito.

Estos pulsos son los que se desean multiplicar y se encuentran a una frecuencia aproximada de 20 Hz.

b) Sin embargo a la salida del sistema se obtienen lo siguiente (compuerta No. 4):

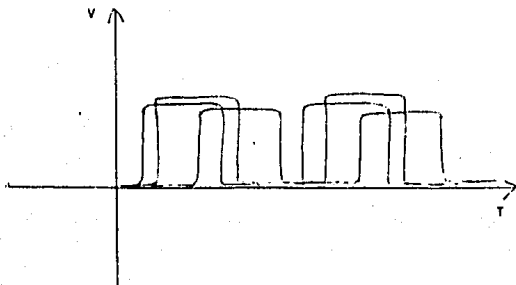


Fig. 3-17 Señal de salida al circuito.
(x 3 600)

Esta es la salida aproximada que se obtiene. Como se puede ver, no se logra una estabilidad definida.

Se trató entonces de variar los valores de los elementos del filtro pasabajos pero sin tener ningún resultado satisfactorio, ya que el sistema rompe siempre en oscilaciones, sin lograr una estabilidad adecuada.

3.2.6 CONCLUSION.

Este circuito no funcionó como se hubiera deseado, dado que el sistema apareció sumamente inestable. Se requiere entonces buscar una manera de mejorar por mucho la estabilidad del sistema. Esto nos conduce a un estudio más detallado del filtro pasabajos, por lo cual se requiere recurrir el estudio del lugar de raíces.

Con la ayuda del estudio del lugar de raíces se trata de diseñar un filtro cuyas características tiendan a compensar las perturbaciones indeseables mismas del sistema.

3.2.7. FILTRO PASABAJOS.

En la operación del lazo, el filtro pasabajos tiene una doble función: Primero, atenuar los componentes error de alta frecuencia en la salida del comparador de fase, (mejora las características de rechazo de interferencias. Segundo, proveer una memoria de corto límite para el PLL y garantizar una recaptura rápida de la señal si el sistema es lanzado fuera de enganche, debido a un ruido transitorio. El ancho de banda del filtro pasabajos tiene los efectos siguientes en el funcionamiento del sistema:

- a) El tiempo de captura decrece.
- b) Las propiedades de rechazo de interferencia del PLL aumentan mientras que la tensión error causada por una frecuencia interferente es atenuada favorablemente por el filtro pasabajos.
- c) La respuesta transitoria del sistema (la respuesta del PLL a cambios súbitos de la frecuencia de entrada dentro del rango de captura) se vuelve sub-amortiguado.

El último efecto también produce una limitación práctica en el ancho de banda del filtro pasabajos y en sus características del punto de vista estabilidad. Estos puntos serán explicados más a fondo en el análisis siguiente.

Análisis lineal de rastreo de frecuencia en condición de enganche.

Quando el PLL está en condición de enganche, éste puede ser aproximado por un sistema lineal de retroalimentación como el mostrado en la figura 3-18 puede ser analizado usando las técnicas de la transformada de Laplace. En este caso, es conveniente el usar el error de fase neto en el ciclo ($\theta_s - \theta_o$) como la variable del sistema, donde θ_s y θ_o , son los ángulos de fase respectivos asociados con la señal de entrada y la salida del VCO. Cada uno de los términos de ganancia asociados con los --

bloques, pueden ser definidos como sigue:

- K_d : Conversión de ganancia del detector de fase (volt/rad).
- $F(s)$: respuesta del filtro pasabajos en el dominio de la frecuencia (característica de transferencia del filtro-pasabajos).
- A : amplificador de la tensión de ganancia.
- K_o Conversión de ganancia del VCO (rad/sec/volt).

Nótese que el VCO convierte una tensión a una frecuencia, y ya que la fase es la integral de la frecuencia, entonces el VCO funciona como un integrador en el paso de retroalimentación.

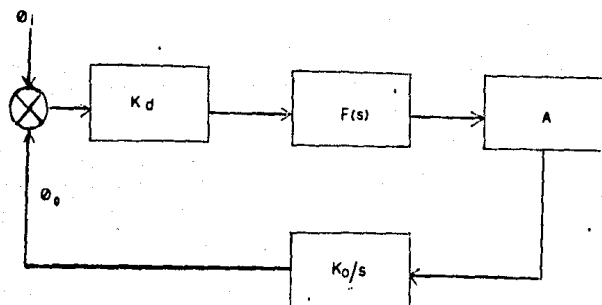


Fig. 3-18 Modelo lineal del PLL.

La función de transferencia de lazo abierto para el PLL puede ser escrita como:

$$T(s) = \frac{K_v F(s)}{s} \quad \text{--- (3,9)}$$

Donde K_v es la ganancia total del lazo, $K_v = K_o K_d A$. Usando técnicas de análisis de retroalimentación lineal, las características de transferencia de lazo cerrado $H(s)$ pueden ser relacionadas con el funcionamiento de lazo abierto como:

$$H(s) = \frac{T(s)}{1 + T(s)} \quad (3.10)$$

y las raíces del sistema polinomial característico pueden ser determinadas directamente por las técnicas de lugar de raíces.

A partir de estas ecuaciones, es aparente que el funcionamiento transitorio y la respuesta a la frecuencia del lazo es sumamente dependiente de la selección del filtro y sus características de transferencia correspondientes, $F(s)$.

El caso el más simple, es el del lazo de primer orden donde $F(s) = 1$ (sin filtro). La función de transferencia de lazo cerrado se convierte en

$$H(s) = \frac{K_V}{s + K_V}$$

Esta función de transferencia nos da el lugar de raíces como una función de la ganancia total del lazo K_V y la respuesta a la frecuencia correspondiente mostrado en la fig. 3-19 El polo de lazo abierto en EL ORigen, es debido a la acción integrante del VCO.

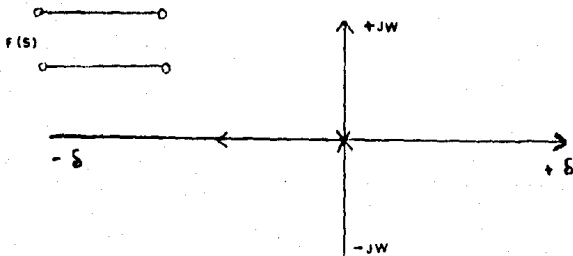


Fig. 3-19 Diagrama del lugar de raíces de primer orden.

En el inciso (3.2.5) tenemos una red simple de compensación de atraso como se muestra en la parte superior de la Fig. 3-20 cuya función de transferencia es de la forma que a continuación se calcula;

Tomando la malla uno y aplicando la ley de tensión de Kirchhoff tenemos la ecuación.

$$i R_1 + \frac{1}{C} \int_0^t i dt = v_i \text{-----} (3.11)$$

cuya transformada de Laplace es:

$$R_1 I(s) + \frac{1}{Cs} I(s) = V_i(s)$$

La tensión de salida en la malla 2 está dado por:

$$v_o = \frac{1}{C} \int_0^t i dt ; \quad V_o(s) = \frac{1}{Cs} I(s)$$

y por lo tanto la función de transferencia de la red de compensación es:

$$F(s) = P_{\text{atraso}} = \frac{V_o(s)}{V_i(s)} = \frac{1/Cs}{R_1 + 1/Cs} = \frac{1}{R_1 Cs + 1}$$

donde $R_1 C = T_1$

$$F(s) = \frac{1}{1 + T_1 s} \text{-----} (3.12)$$

El PLL se convirtió entonces en un sistema de segundo orden con el lugar de raíces mostrado en la Fig. 3-20. en La nueva función de transferencia difiere de la anterior ($F(s) = 1$) por el hecho que se adicionó un polo en $-\frac{1}{T_1}$ donde T_1 es la constante de tiempo del filtro pasabajos. Aquí nos resulta que en la función de transferencia total tenemos un polo de lazo abierto en el origen debido a la acción integradora del VCO.

$$T(s) = \frac{Kv}{s} \frac{1}{1 + T_1 s} \text{-----} (3-9A)$$

Con la adición del nuevo polo se pueden hacer las siguientes observaciones sobre las características del lugar de raíces de la Fig. 3-20.

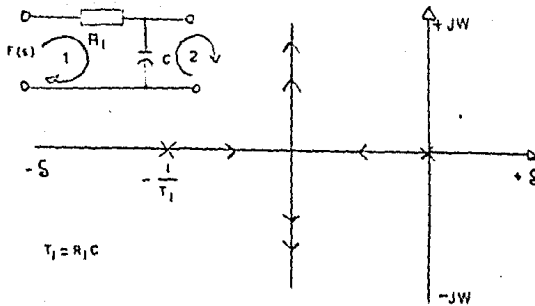


FIG. 3-20 Diagrama del lugar de raíces de segundo orden.

- Conforme la ganancia del lazo K_v se incrementa para un valor dado de T_1 , la parte imaginaria del polo de lazo cerrado se incrementa y la respuesta del lazo se vuelve de más en más subamortiguada.
- Si la constante del filtro se incrementa, la parte real de los polos de lazo cerrado se vuelve más pequeña y la amortiguación del lazo es reducida.

Como podemos ver, el compensador sirvió para alterar las características de fase de la función de transferencia de lazo abierto de tal manera que afectara favorablemente el rendimiento del sistema. Sin embargo, el sistema en la práctica mostró suma inestabilidad debido a que en cualquier sistema práctico de retroalimentación, los cambios excesivos o polos no-dominantes asociados con los bloques dentro del PLL pueden producir que el lugar de raíces se curve hacia el medio plano derecho como se muestra en la línea punteada de la Figura 3-21. Esto es probable que pase, ya sea que la ganancia del lazo o la constante de tiempo del filtro sean muy grandes, causando que el ciclo rompa en oscilaciones sostenidas, que es exactamente lo que se obtuvo en la práctica.

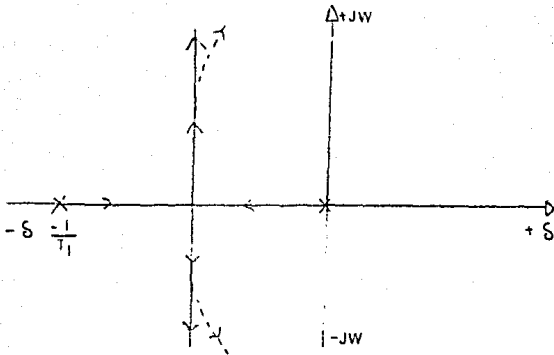


Fig. 3-21 Desplazamiento del lugar de raíces.

Este problema de estabilidad puede ser eliminado, usando un filtro como el que se muestra en la figura 3-22 con la adición de un cero a condición de que este quede a la izquierda del polo, de tal manera de que el lugar de raíces sea jalado hacia la izquierda asegurando así que todas las partes reales de las raíces de la ecuación característica correspondiente a la función de transferencia, sean negativas y por consecuencia asegurando la estabilidad.

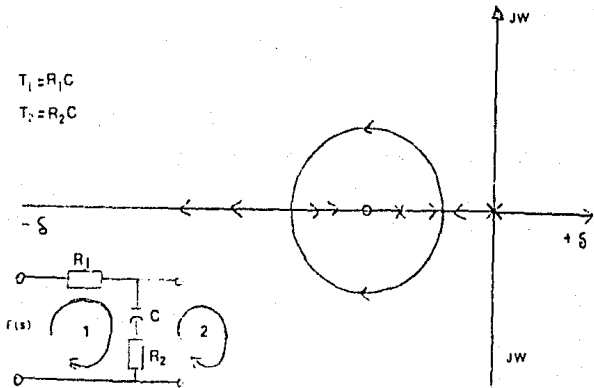


Fig. 3-22 Diagrama del lugar de raíces.

De la misma manera que se hizo anteriormente, se puede calcular la función de transferencia de este filtro:

Por la ley de tensiones de Kirchoff aplicada a la malla una, tenemos la ecuación.

$$i R_1 + \frac{1}{C} \int_0^t i dt + i R_2 = v_i \quad \text{----- (3.13)}$$

cuya transformada de Laplace:

$$R_1 I(s) + \frac{1}{Cs} I(s) + R_2 I(s) = V_i(s)$$

Analizando la malla 2, la tensión de salida está dado por

$$V_o(s) = (R_2 + \frac{1}{Cs}) I(s)$$

obteniendo así la función de transferencia

$$F(s) = P_{\text{atraso}} = \frac{V_o(s)}{V_i(s)} = \frac{R_2 + 1/Cs}{R_1 + R_2 + 1/Cs} = \frac{R_2 Cs + 1}{R_1 Cs + R_2 Cs}$$

$$F(s) = \frac{1 + T_2 S}{1 + (T_1 + T_2)S} \quad \text{----- (3.14)}$$

La ecuación característica de esta función es:

$$1 + (T_2 + T_1) S = 0 \quad \text{----- (3.15)}$$

- de raíces correspondientes al polo de lazo abierto

$$S = - \frac{1}{T_1 + T_2} = - \frac{1}{C(R_1 + R_2)}$$

comprobamos aquí que existe una raíz y que esta es real y negativa por lo que el sistema es estable.

El cero se encuentra en la posición:

$$1 + T_2 S = 0 \quad ; \quad S = - \frac{1}{T_2} = - \frac{1}{CR_2}$$

Con la propia selección de R_2 este tipo de filtro limita el lugar de las raíces al medio plano izquierdo y asegura la estabilidad. El filtro da una respuesta a la frecuencia con el amortiguamiento, controlado por el ajuste apropiado de T_1 y T_2 . En la práctica, este tipo de filtro es importante porque permite al lazo ser usado con una respuesta entre la fase de primero y segundo orden, y proveer control adicional sobre la respuesta transitoria del lazo. Si $R_2 = 0$, el lazo se comporta como uno de primer orden debido a la cancelación de un polo y un cero.

Sin embargo hay que tomar en cuenta, que a medida que la operación como filtro de primer orden es acercada, el ancho de banda del ruido aumenta y el rechazo a interferencia disminuye mientras que los componentes de alta frecuencia en el lazo son atenuados ahora a un grado inferior.

Tomando en cuenta los resultados teóricos obtenidos para este último compensador, se procederá a buscar las ecuaciones que lo satisfagan en la práctica.

3-2 ECUACIONES DE DISEÑO.

Del manual de C.M.O.S. editado por Motorola se obtienen las ecuaciones de diseño siguientes; relacionadas directamente con el estudio anterior, respecto al compensador ideal:

Para el oscilador:

$$F_{\min} = \frac{1}{R_2 (C_1 + 32 \mu F)} \quad (\text{V.C.O. input} = V_{SS}) \text{----- (3.16)}$$

$$F_{\max} = \frac{1}{R_1 (C_1 + 32 \mu F)} + F_{\min} \quad (\text{V.C.O. input} = V_{DD}) \text{----- (3.17)}$$

$$\text{limites} \left\{ \begin{array}{l} 10 \text{ K}\Omega \leq R_1 \leq 1 \text{ M}\Omega \\ 10 \text{ K}\Omega \leq R_2 \leq 1 \text{ M}\Omega \\ 100 \mu F \leq C_1 \leq 0.01 \mu F \end{array} \right.$$

Para el filtro pasabajos:

$$R_4 C_2 = \frac{6 N}{F_{\max}} - \frac{N}{2 \Delta F \eta} \text{----- (3.18)}$$

$$(R_3 + 3,000 \Omega) C_2 = \frac{100 N \Delta F}{F_{\max}} - R_4 C_2 \text{----- (3.19)}$$

$$\Delta F = F_{\max} - F_{\min} \text{----- (3.20)}$$

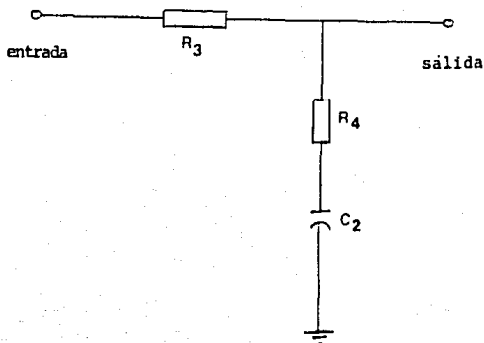


Fig. 3.23 Filtro pasabajos.

Sin embargo como especifica el manual, estas ecuaciones son una guía de diseño, y ya que los valores de los componentes calculados pueden tener un error hasta por un factor de 4, se requiere la experimentación de laboratorio para diseños específicos, parte por parte.

A) Calculos de Diseño para el oscilador.

$$F_{\min} = \frac{1}{R_2 (C_1 + 32 \text{ pF})}$$

$$R_2 = \frac{1}{F_{\min} (C_1 + 32 \text{ pF})}$$

$$F_{\min} = 7 \text{ Hz} \times 3600 \quad \longrightarrow \quad N = 36000$$

$$F_{\max} = 60 \text{ Hz} \times 3600$$

$$\text{Tomando } C_1 = 400 \text{ pF} \quad 1 \text{ pF} = 10^{-12} \text{ F}$$

$$R_2 = \frac{1}{(7 \times 3600) (400 \text{ pF} + 32 \text{ pF}) \text{ Hz}}$$

$$R_2 = \underline{91.857 \text{ K}\Omega}$$

$$F_{\max} = \frac{1}{R_1 (C_1 + 32 \text{ pF})} + F_{\min}$$

$$R_1 = \frac{1}{(F_{\max} - F_{\min}) (C_1 + 32 \text{ pF})}$$

$$R_1 = \frac{1}{(60 \times 3600 - 7 \times 3600) (432 \text{ pF}) \text{ Hz}}$$

$$R_1 = \frac{1}{(60 \times 3600 - 7 \times 3600) (432 \text{ pF}) \text{ Hz}}$$

$$R_1 = \underline{12.132 \text{ K}\Omega}$$

B) Filtro pasabajos:

$$R_4 C_2 = \frac{6 N}{F_{\max}} - \frac{N}{2\pi \Delta F}$$

$$\Delta F = F_{\max} - F_{\min}$$

$$\Delta F = (60 \times 3600) - (7 \times 3600) \text{ Hz}$$

$$\Delta F = 190,800 \text{ Hz}$$

$$R_4 = \frac{6 N}{F_{\max} C_2} - \frac{N}{2\pi \Delta F C_2} \quad \text{Tomando } C_2 = 1\mu\text{F}$$

$$R_4 = \frac{6 \times 3000}{(60 \times 3600) \text{ Hz} (1\mu\text{F})} - \frac{3600}{2\pi \times 190,800 \times 1\mu\text{F}}$$

$$R_4 = 10^5 \Omega - 3,002.92 \Omega$$

$$\underline{R_4 = 94,997 \text{ K}\Omega}$$

$$(R_3 + 3000 \Omega) C_2 = \frac{100 N \Delta F}{F_{\max}^2} - R_4 C_2$$

$$R_3 = \frac{\frac{100 N \Delta F}{F_{\max}^2} - R_4 C_2}{C_2} - 3000 \Omega$$

$$R_3 = \frac{100 \times 3600 \times 190,800}{(60 \times 3600)^2} \text{ (Hz)} - (96,997 \times 10^{-6}) \Omega F$$

$$R_3 = \frac{\quad}{10^{-6} F} = 3,000 \Omega$$

de donde:

$$\underline{R_3 = 1.372 \text{ MA}}$$

Se procede entonces a montar el circuito multiplicador de frecuencias, con los nuevos valores calculados, como se muestra en la Figura 3-24. Sometiendo este circuito a las pruebas de laboratorio, se obtienen los resultados que se dan en el siguiente inciso.

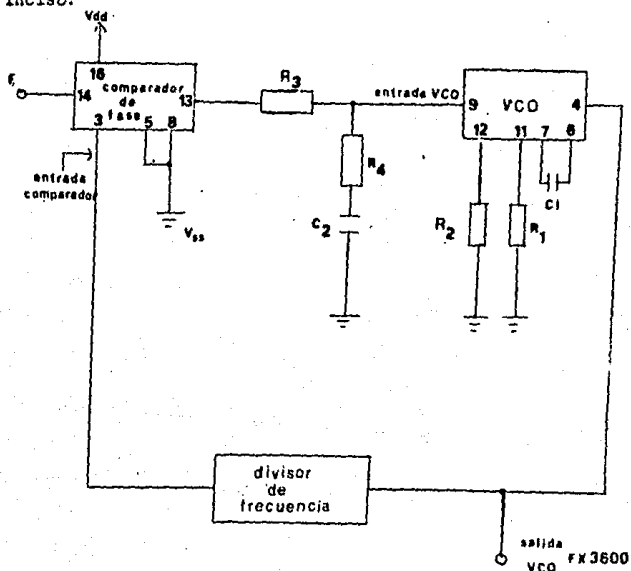


Fig. 3-24 Circuito mutiplicador.

3.2.9 PRUEBAS DE LABORATORIO.

-La frecuencia de entrada, multiplicada por su factor de 3600, después de ser captada es seguida fielmente a la salida - del PLL con una estabilidad bastante aceptable.

-Sin embargo se noto que el rango de captura no correspondía al calculado en la teoria.

- Se procedio a variar los valores de los elementos del oscilador para así poder estar en el rango requerido.

F min era muy grande; para disminuirla se incremento el valor de R_2 hasta 1M, pero no funciono. Lo que hace pensar que se esta trabajando a una frecuencia demasiado pequeña para el oscilador dada la aplicación, ya que este está diseñado para trabajar en el orden de 1 MHz. Sin embargo se continuo variando los elementos como C_1 par poder bajar la F min, y se obtuvo resultado, pero al bajar la F min subiendo el valor de C_1 se bajo mucho la F max de tal manera que se acercaba mucho a F min, saliendo así del rango requerido.

-Con una F max aceptable de 80 MHz, no se lograba bajar la F min menos de 11 Hz y se noto que la señal distorsionaba -- completamente por abajo de 10 Hz.

-Continuando con las pruebas, se notó una falla en la estabilización de la señal a alta frecuencia. Pero se observó, que esto se debía al nivel de entrada al PLL. Cuestión muy significativa, ya que ésta debería de percudir tanto a frecuencias que se acercaran al límite inferior de captación como al límite superior.

-Se hicieron pues pruebas de estabilidad a frecuencias bajas, pero esta vez variando el nivel de entrada, y se llegó a un resultado sorprendente y por demás muy satisfactorio. La estabilización se habría logrado, bajando así la frecuencia mínima lo necesario para poder ser aplicada en el uso deseado. - Esto demostró que el nivel de entrada era muy importante para trabajar en estos límites de frecuencia, y debía ser ajustado - de tal manera que fuera igual al de alimentación del PLL.

3.2.10 CONCLUSION

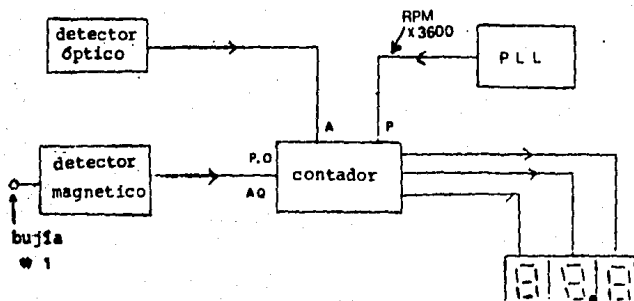
Este circuito mostró ser el apropiado. Las características de funcionamiento se mantienen dentro del rango requerido aunque no sea exactamente lo calculado. Sin embargo se deberá mantener el nivel de entrada al valor de la tensión de alimentación para evitar inestabilidad.

En suma este compensador mejoró el sistema, haciendo - que el error en estado permanente disminuyera, aunque el tiempo de asentamiento aumentó, sin afectar el funcionamiento del sistema.

3-3 CIRCUITO EVALUADOR DE DEFASAMIENTO

Este circuito tiene como fin el de relacionar la frecuencia de rotación con el arco de la bujía número 1 en el motor, estableciendo así el valor de defasamiento existente entre la explosión de la mezcla y la posición del pistón en su punto muerto superior.

3.3.1 SISTEMA PROPUESTO



P.O: Puesta a cero AQ. Arranque P: Pulsos. A. Aldaba.

Fig. 3.25 Diagrama del bloques del evaluador de fasamiento.

Se quiere que el contador sea accionado por el detector de arco en el momento en que la bujía número 1 es sometida a la alta tensión proveniente de la bobina. En ese preciso momento el conteo se pone en marcha desde cero de acuerdo con la frecuencia de rotación proveniente del circuito multiplicador de frecuencia, que es de 3600 ciclos o pulsos por revolución de la polea.

Una vez que el contador esta en operación y cuando el detector óptico capta el PMS debe mostrar el conteo acumulado, -- por medio de una aldaba.

Sin embargo se presenta un detalle muy importante, y -- éste es que el cigueñal del motor esta dando dos revoluciones -- por cada chispazo (ya que se trata de motores de cuatro tiem-- pos). Por esta razón el detector óptico se verá en la situa-- ción de mostrar el conteo en dos ocasiones, lo que no es incon-- veniente, ya que queremos el conteo obtenido solo instantes des-- pués de que se encienda la mezcla en la cámara de combustión y-- no en el ciclo de expansión.

Esto se puede solucionar eliminando un muestreo de ca-- da dos, pero el que se tiene que eliminar es el del ciclo de -- expansión, y solo este; es decir sincronizar el muestreo.

3.3.2 SINCRONISMO AUTOMATICO.

Este sincronismo es muy importante ya que de no existir se podría incurrir en graves errores de medición.

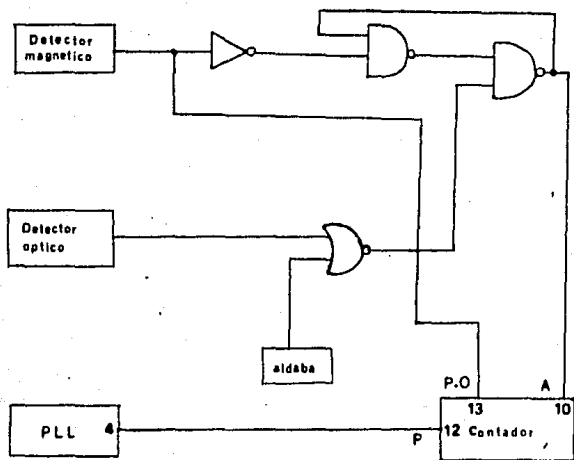
Se desea que una vez que el arco se lleve a cabo -- y después que el detector óptico muestre el conteo, este no -- vuelva a ser accionado hasta el otro ciclo, es decir hasta después del otro arco.

Para este fin estableceremos un circuito que incluya una serie de compuertas como se muestra en la Fig. 3-26, de -- tal manera que la aldaba del contador quede activada cuando se detecte el paso del PMS y se desactive en el momento de llegar la señal proveniente del detector magnético en el instante en que el contador es puesto a cero.

Esta serie de compuertas, obedece a la tabla de ver-- dad siguiente:

secuencia	magn.	optico	salida	Puesta a cero
1	1	0	0	1
2	0	0	0	0
3	0	1	1	0
4	0	0	1	0
5	0	1	1	0
6	0	0	1	0
1	1	0	0	1

Fig. 3-25A Tabla de verdad.



P: Pulsos de reloj. P.O: Puesta a cero A: Aldaba.

Fig. 3-26 Diagrama del sincronismo automático

En la figura 3-27 se muestra el diagrama final del circuito evaluador de defasamiento.

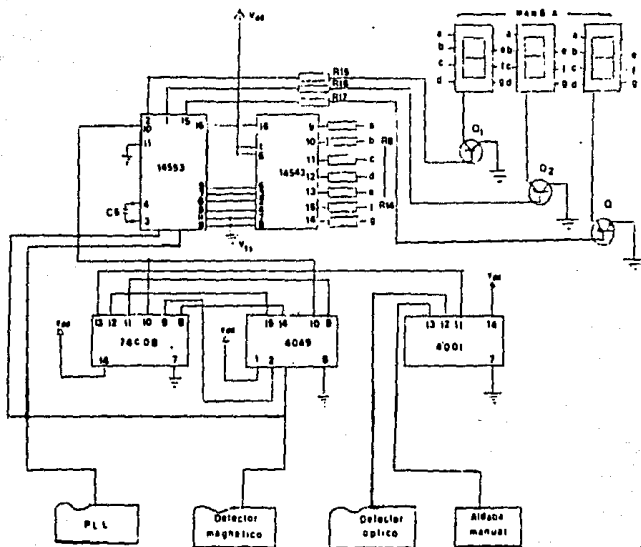
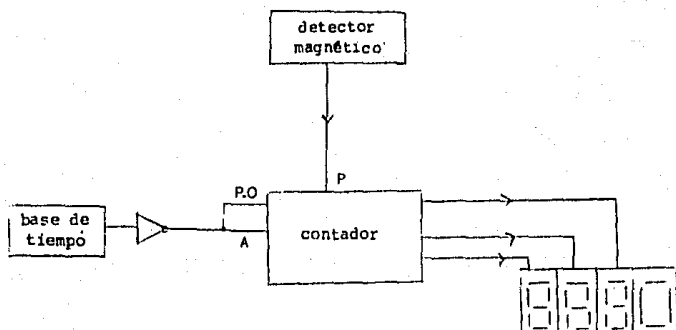


Fig. 3-27 Circuito evaluador de defasamiento.

3-4 CIRCUITO CONTADOR DE REVOLUCIONES

La finalidad directa de este circuito es el de determinar el número de revoluciones por minuto del motor. Este conteo lo lograremos con la puesta en marcha de un contador, el cual será controlado por medio de una base de tiempo, que está compuesta a su vez por un oscilador de alta frecuencia y de gran fidelidad.

3.4.1 SISTEMA PROPUESTO



P: Pulsos de Reloj. P.O: Puesta a cero A: Aldaba.

Fig. 3-29 Diagrama de bloques del contador de revoluciones.

El contador debe tener una base de tiempo de tal manera que se obtenga una lectura de revoluciones por minuto. Para no tener una lectura de una vez por minuto, ya que esta es muy lenta, multiplicamos la señal por 10 y reducimos la escala de -- tiempos a 6 segundos (tiempo aceptable de lectura). Así la indicación de los R.P.M. será cada 6 segundos.

Para multiplicar la señal por 10 se hace sencillamente con la adición de un cero fijo en la pantalla numérica. La pantalla constara de 4 dígitos en total, ya que como se vio en la sección 1.2 donde se habla del proceso de afinación, el número de revoluciones por minuto a las cuales está sometido el motor, no supera las 3000 R.P.M.

La base de tiempo resultante da un pulso cada 6 segundos como se precisa en la siguiente sección, para actuar el aldaba del contador, y ponerlo a cero, inmediatamente -- después, dando comienzo a otro ciclo.

3.4.2 BASE DE TIEMPO.

La base de tiempo debe de dar pulsos a razón de uno por cada 6 segundos, esto con el fin de activar una aldapa en el contador, de la siguiente etapa; el contador nos dará entonces el conteo registrado cada 6 segundos. Se escogió esta base de tiempo, ya que 6 segundos son suficientes para un conteo con un mínimo de error y no demasiado tardado para el usuario.

La base de tiempo requiere de una frecuencia de oscilación muy precisa; por lo cual se propone el uso de un cristal de cuarzo de televisión a color de 3.57 945 Mhz de salida. Este cristal de cuarzo combinado con un oscilador/divisor MM569 (Ver fig. 3.30), nos reducirá la frecuencia a 60 Hz.

Para obtener 1 pulso cada 6 segundos, a partir de los 60 Hz es necesario dividir esta frecuencia por 360. Esto se logra con la ayuda de dos contadores CD 4017, y un contador CD 4018; empleados como divisores de frecuencia, dividiendo así sucesivamente por 6, 6 y 10. (Ver Fig. 3-31)

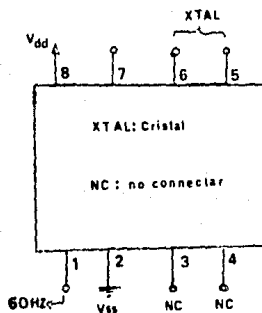


Fig. 3-30 Oscilador/divisor (MM5369)

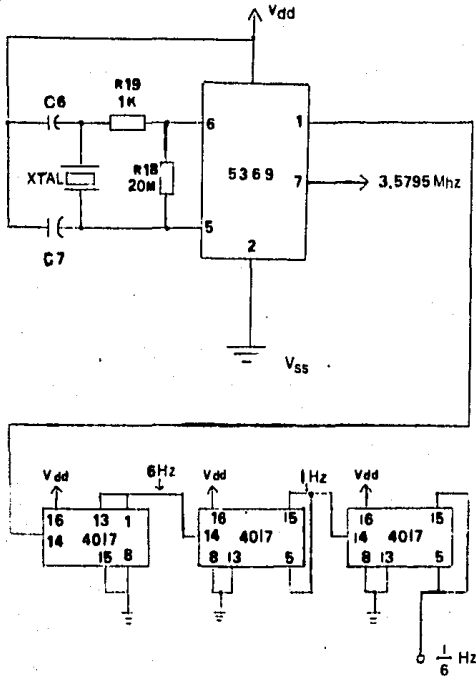


Fig. 3-31 Circuito de la base de tiempo.

3.4.3 CIRCUITO FINAL DEL CONTADOR DE REVOLUCIONES

En el diagrama siguiente, se muestra el circuito contador de revoluciones. Aquí también se utilizara un contador de tres dígitos como en el caso del circuito evaluador de defasamiento descrito anteriormente, pero con un dígito adicional que representara un cero fijo.

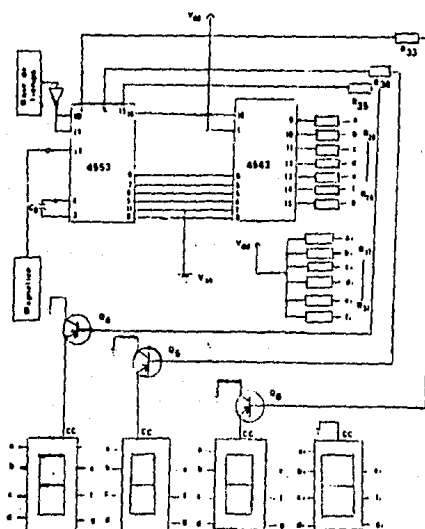
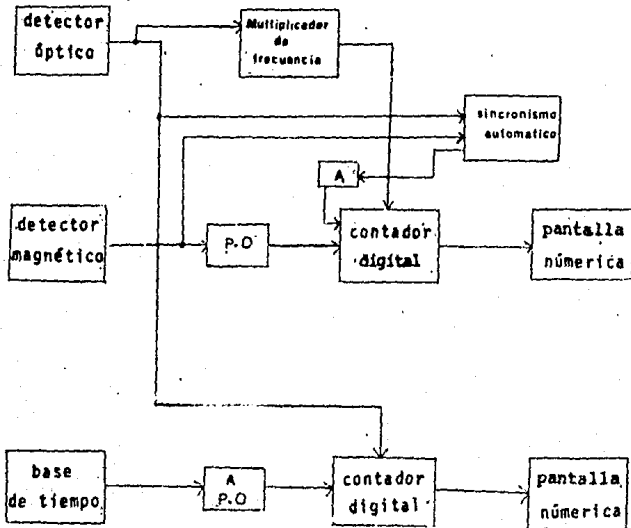


Fig. 3-32 Circuito contador de revoluciones.

IV. EQUIPO COMPLETO

4-1 DIAGRAMA FINAL A BLOQUES DEL SISTEMA

El diagrama a bloques que se da en esta sección es la conjunción de todos los circuitos componentes del instrumento, y que han sido estudiados por separado (Fig. 4-1).



A: aldaba P.O: Puesta a cero

Fig 4-1. Diagrama Final a bloques.

4-2 PLANOS MECANICOS

Los planos mecanicos del instrumento, se refieren a la construcción de la pastilla óptica y del chasis que alberga la instrumentación, según las características deseadas.

4.2.1 PLANOS DE LA PASTILLA OPTICA

La pequeña pastilla tal y como se muestra en la figura en perspectiva (fig. 4-2), tiene una finalidad muy importante; albergar en un mismo sitio el captador óptico y el emisor de luz, pudiendo ocupar una posición preestablecida y firme, -- apuntando hacia la polea. En la Fig. 4-3 se muestra el plano estructural.

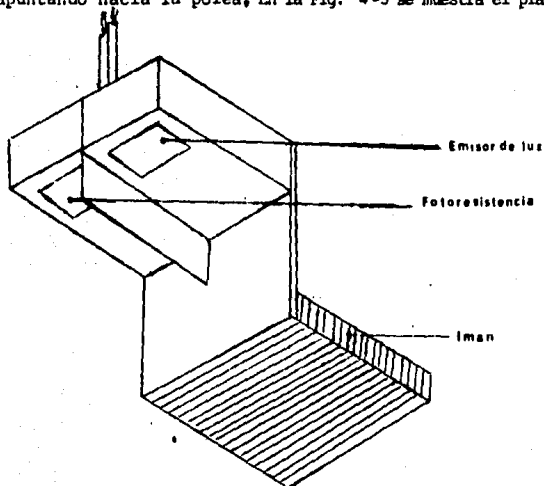
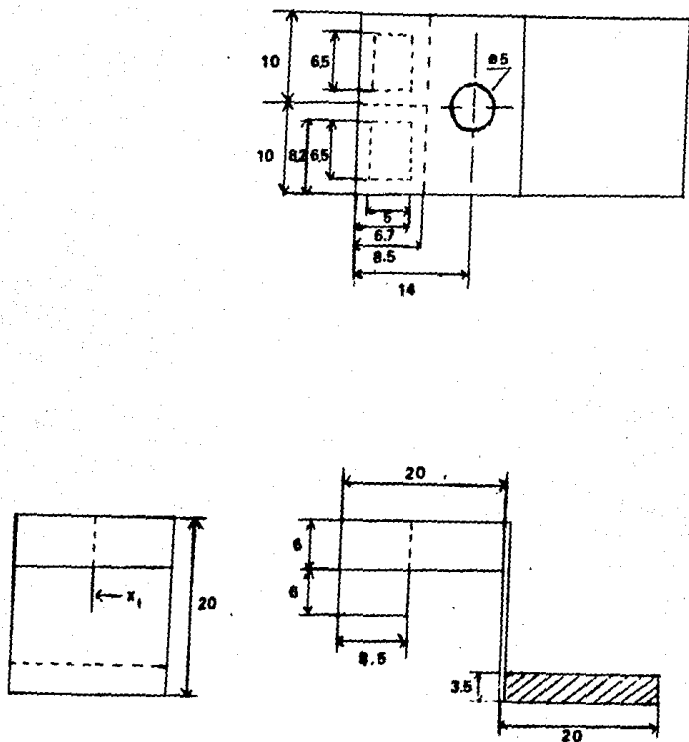


Fig. 4-2 Pastilla Óptica.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA



PASTILLA OPTICA		
ESCALA: 2-1	MATERIAL: LAMINA DE ACERO	
ACOTAMIENTOS: MM	ESPESOR: 0.5 MM	

Fig. 4-3 Plano de la pastilla óptica.

Los orificios destinados al fototransistor y al LED, - se recubrirán de hule espuma después de que estos elementos - - sean instalados, para así lograr su inmovilidad y aislamiento.

La placa sobresaliente X-1 debe ser pintada de negro.- Esta placa es con el fin de evitar interferencia directa entre el detector óptico y la fotoresistencia.

4.2.2 PLANOS DEL CHASIS

Estos planos indican las dimensiones y formas deseadas del chasis que ha de albergar la instrumentación (fig. 4-4 y -- Fig. 4-5).

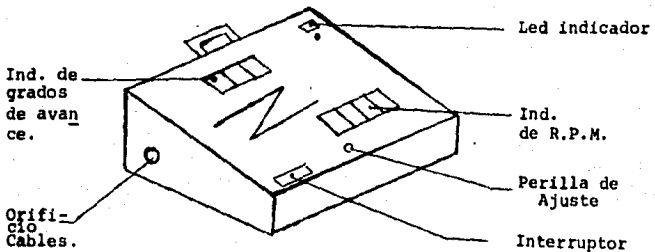
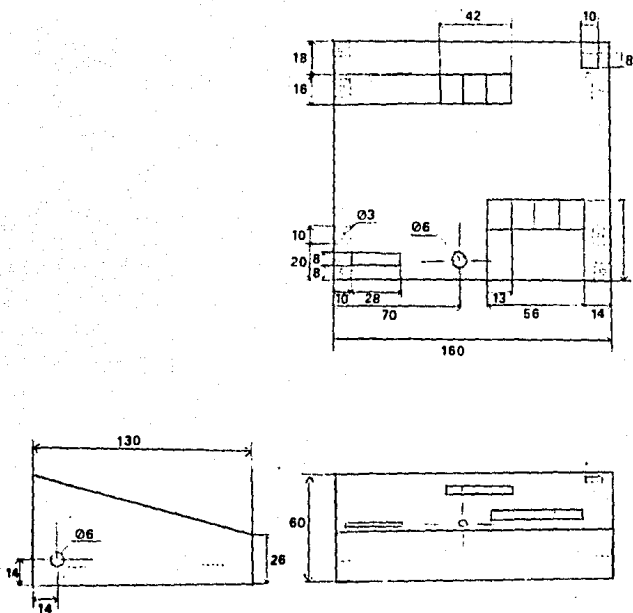


Fig. 4-4 Chasis.



CHASSIS		
ESCALA: 2-1	MATERIAL: LAMINA DE ACERO	
ACOTAMIENTOS: MM	ESPESOR: 0.5 MM	

Fig. 4.5 Plano del chasis

4-3 INSTRUCCIONES DE CALIBRACION Y AJUSTE

La calibración y ajuste del instrumento no representa ningún problema. El nivel de entrada de la señal reflejada debe ser calibrada, de tal manera que se obtenga un pulso bien definido y exacto para el buen funcionamiento del instrumento. - Esto se logra por medio del potenciómetro situado en la carátula del aparato.

Para ajustar este nivel, se debe conectar el instrumento al automóvil como se indica en el manual del usuario, dirigiendo la fotoresistencia al material reflejante previamente puesto en la polea. Observar el DEL* de ajuste en la parte derecha superior del aparato. Variar el potenciómetro hacia un lado, hasta que el DEL se encienda, y regresar entonces hacia el otro lado hasta que este se apague. Volver a variar el potenciómetro hacia el otro lado muy lentamente hasta el punto justo antes que el DEL prenda. Dejar el potenciómetro en esta posición. En esta posición es cuando el circuito es sensitivo a los cambios de iluminación repentinos, en ese medio ambiente de luz. Al girar la polea del cigueñal de tal manera que la fotoresistencia quede apuntando hacia la parte que contiene el reflejante, el DEL debe encenderse. Si este no es el caso, - avanzar el potenciómetro justo hasta cuando el DEL se prenda, y verificar que se apague otra vez al no captar la cinta reflejante.

* DEL: Diodo Emisor de luz.

V- ESTUDIO ECONOMICO

En esta sección se presenta un breve estudio económico, con el fin de establecer la factibilidad económica de dicho instrumento.

En las tablas que se tienen a continuación (Tablas 5-1 y 5-2), se listan todos los componentes electrónicos utilizados en la fabricación de este instrumento, así como los materiales que complementan su funcionamiento.

TABLA 5-1

CANTIDAD	DESCRIPCION	PRECIOS U.	TOTAL (\$)
1	Capacitor cerámico -- 400PF, 50V.	16.00	16.00
1	Capacitor cerámico -- 1uF, 50V.	21.00	21.00
2	Capacitores cerámicos 0.001uF, 50V.	20.00	40.00
1	Capacitor cerámico -- 47PF, 50V.	16.00	16.00
1	Capacitor cerámico -- 6.36 PF, 50V.	15.00	15.00
2	Capacitor cerámico -- 0.7uF, 50V.	25.00	50.00
2	Circuito integrado -- 741c	172.00	344.00
2	Circuito integrado -- CMOS 74c08	150.00	300.00
1	" CMOS 4001	133.00	133.00
1	" CMOS 4013	195.00	195.00

CANTIDAD	DESCRIPCION	PRECIOS U.	TOTAL (\$)
2	Circuito integrado-- CMOS 4018	540.00	1080.00
4	" CMOS 4018	540.00	2160.00
1	" CMOS 4046	617.00	617.00
1	" CMOS 4045	195.00	195.00
2	" CMOS 4543	936.00	1872.00
2	" CMOS 4553	1540.00	3080.00
1	" CMOS MM 5369	650.00	650.00
1	Cristal de cuarzo de 3.5759 MHZ.	170.00	170.00
1	Fotoresistencia de - sulfuro de cadmio.	940.00	940.00
7	Pantallas numericas- MAN84A	1000.00	7000.00
1	Potenciometro lineal, 10K.	300.00	300.00
1	Preset de carboni/2 watt 1K.	45.00	45.00
48	Resistencias de 1/2 watt	10.00	480.00
6	Transistores de silicio NPN SS0022	96.00	576.00
		TOTAL	20295.00

TABLA 5-2

CANTIDAD	DESCRIPCION	PRECIOS U.	TOTAL (\$)
13	Bases para C.I. 16 - patas.	75.00	975.00
4	Bases para C.I. 14 - patas.	65.00	260.00
3	Bases para C.I. de - 8 patas.	45.00	135.00
1.2	MTS cable flexible - 22 AWG.	15.00	18.00
4	MTS cable flexible - 2 x 22 AWG.	70.00	280.00
2	MTS cable flexible - 2 x 16 AWG	90.00	180.00
1	Chasis con puerta -- deslizante.	1500.00	1500.00
1	Diodo emisor de luz- (rojo)	60.00	60.00
1	Interruptor 1 polo,- 2 posiciones.	89.00	89.00
1	Lámpara miniatura, - 12V; 25 mA	80.00	80.00
1	Perilla para poten- ciómetro	160.00	160.00
4	Separadores de alumi- nio.	25.00	100.00
1	Circuito impreso	2500.00	2500.00
4	Tornillos con tuercas	15.00	60.00
TOTAL			6397.00

También debe considerarse el costo de la mano de obra que se ha calculado será de \$ 4500.00. Debido a la inflación -- actual, estos precios pueden fluctuar (pero siempre en relación a la mayoría de los componentes y a la mano de obra). Por lo tanto estos precios son actuales y válidos hasta el día 9 de abril de 1985. El costo total de producción del instrumento de medición viene siendo de \$ 31,192.00. Claro está que hay que considerar que si se hacen pedidos en grandes cantidades de elementos, este costo puede disminuir considerablemente. También este costo puede reducirse empleando personal no técnico, pero haciendo una pequeña inversión en la elaboración de un instructivo detallado de ensamble, siempre y cuando el control de calidad y ajustes, deberan ser efectuados por técnicos especializados.

El mercado disponible en el cual se puede introducir este instrumento, consiste en:

- 1.- Talleres de reparación, agencias de automóviles y talleres de diagnóstico y servicio.
- 2.- Aficionados y público en general (debido al fácil manejo del instrumento).

Ya que este instrumento es un producto nuevo en el mercado nacional, podría introducirse fácilmente, ya que no existiría competencia de importancia, más que la lámpara de tiempo-

de tipo convencional (que es de importación).

Para la comercialización de este instrumento, sería --
adecuado hacer un estudio más a fondo en el cual se considera--
rían costos indirectos y gastos de venta; tales como instalacion
es, propaganda, distribución y demás.

CONCLUSION

En el proceso de diseño y fabricación del instrumento al cual se hace referencia en este trabajo, se abarcaron las actividades que fueron desde el reconocimiento del problema y objetivo, hasta la solución específica del mismo.

El estudio se hizo sobre un diseño tentativo, observando su funcionamiento real, seleccionando alternativas, efectuando cambios y evaluando los resultados obtenidos en cada fase del diseño.

El producto final de este diseño es un dispositivo -- físico cuya productibilidad no solo es bastante factible, desde el punto de vista técnico y económico, sino que también es recomendable; ya que se trata de una técnica en la cual el instrumento hace lo que haría el ojo humano, así como reemplazar las apreciaciones y decisiones del mismo. Con este diseño los errores humanos se ven reducidos considerablemente, aumentando la exactitud y velocidad del diagnóstico que se desea efectuar, al mismo tiempo que se obtiene una mayor seguridad para el -- usuario.

APENDICE 1

- A) MANUAL DE INSTRUCCIONES DEL USUARIO.
- B) LISTA DE PARTES.
- C) DISTRIBUCION DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA.

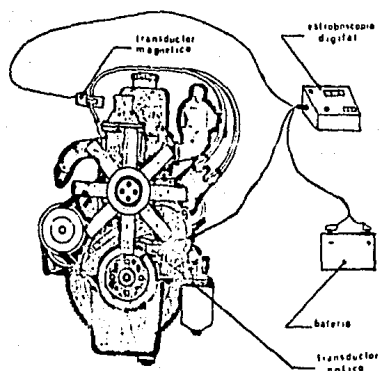
A) MANUAL DE INSTRUCCIONES DEL USUARIOI. Preparación y montaje.

Fig. 1 Montaje.

1.- Comprobar el ángulo de contacto de los platinos, si es necesario ajustarlo según las especificaciones del fabricante. (reemplazar el platino si es necesario).

2.- Desconectar la conexión o manguera de vacío de la unidad de avance del distribuidor, y taponear la manguera para asegurar la operación correcta del carburador.

3.- Conectar las terminales de baterías del estroboscopio a la batería del automóvil; el rojo al positivo (+) y el negro a la terminal negativa (-) Ver Fig. 1

Posicionar el captador óptico en el bastidor dirigiendo la pastilla a la polea.

Detectar la marca de tiempo que se encuentra en la polea del cigüeñal o en un punto del bastidor según se especifica, (ver sección de identificación de marcas de tiempo).

Posicionar por medio del imán el captador óptico o pastilla, en el bastidor justo encima de la muesca que indica el punto muerto superior, apuntando hacia la polea como se indica en la Fig. 2.

Limpiar la polea del cigüeñal con una estopa remojada con thinner o gasolina. Adherir la cinta reflejante a partir de

la marca de tiempo que corresponde a la posición en el punto muerto superior (cero grados),

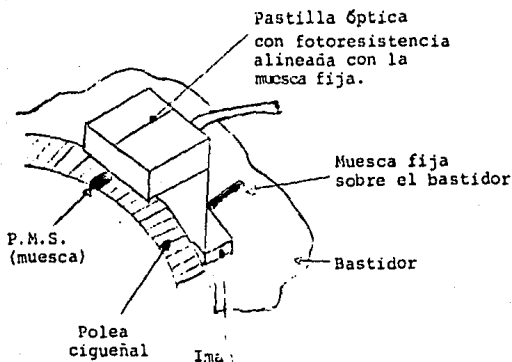


Fig. 2 Captador Óptico

Conectar el captador magnético al cable de la bujía No. 1 como se ve en la figura 1.

Las partes de ferrita en el captador deben de hacer completamente contacto entre sí. De otro modo la señal no operará. Debe el usuario asegurarse de que éstas están libres de polvo y de grasa.

PRECAUCION

No dejar caer el captador magnético o el captador óptico ya que un golpe podría causar el deterioro o mal funcionamiento de éstos.

No jalar de las conexiones de la batería, sino desconectar una a una estas terminales.

II. PUESTA A TIEMPO INICIAL

1- Con el estroboscopio instalado en la posición que se describió anteriormente, prender el instrumento. Regular el nivel de luz por medio de la perilla de nivel como se indica en las instrucciones de ajuste. Esperar un tiempo de estabilización antes de continuar, de unos siete segundos.

2- Hacer referencia a las tablas de especificaciones para el ajuste correcto del automóvil. Arrancar el motor y -- ajustar las revoluciones por lo especificado para el tiempo de ignición.

3- Para ajustar el tiempo, desbloquear el distribuidor por medio de su tornillo de posición y girarlo de un lado a --- otro hasta que se obtenga en la pantalla los grados de avance -- requeridos (dejando un tiempo de estabilización de unos dos segundos entre cada lectura).

4- Después de haber ajustado el tiempo de ignición, -- apretar el tornillo de posición del distribuidor y volver a -- comprobar la lectura con el estroboscopio para estar seguros de que no halla habido alguna variación de posición en el apreta-- do.

III. COMPROBACION DEL AVANCE CENTRIFUGO.

1- Con el motor operando a las revoluciones especificadas y la línea de vacío del distribuidor desconectada, observar la lectura en la pantalla del estroboscopio.

Lentamente acelerar y desacelerar el motor hasta unas 2000 RPM mientras se observa la lectura del tiempo de ignición. Si la lectura de tiempo varía, subiendo y bajando uniformemente (dando el tiempo suficiente de estabilización, de unos dos segundos entre cada paso intermedio), significa que el mecanismo de avance centrifugo esta funcionando satisfactoriamente. - Los Brincos bruscos en la lectura pueden significar que los -- contrapesos del avance se quedaron pegados. Si la lectura varia demasiado con pequeños cambios de aceleración, si varia - muy poco con grandes cambios de aceleración, o no regresa la - lectura a su nivel inicial cuando se disminuye la velocidad, - entonces el mecanismo de avance por centrifugo esta funcionando mal y necesita reparación.

IV. COMPROBACION DE AVANCE POR VACIO

1- Con la velocidad del motor ajustada a marcha lenta, alrededor de 1000RPM y la línea de vacío del distribuidor conectada, observar la lectura del estroboscopio.

2- Abrir y cerrar súbitamente la garganta del carburador, causando que el vacío del múltiple caiga momentáneamente, siempre observando la lectura en la pantalla. Si la lectura cambia muy poco, disminuye cuando la garganta se abre y aumenta cuando la garganta se cierra, entonces el mecanismo de avance por vacío está funcionando satisfactoriamente.

Si la lectura varía muy poco o si no hay cambio aparte del causado por el avance centrífugo, entonces la operación del mecanismo de avance por vacío necesita reparación.

V. COMPROBACION DEL TIEMPO DE AVANCE.

1- Ajustar la velocidad del motor a unas 2000 RPM o a las dadas por las especificaciones del fabricante.

2- Observar directamente en la pantalla del estroboscopio y leer la lectura del avance total (centrífugo + vacío) comprobando la correspondencia con lo especificado por el fabricante. Si la lectura no coincide con la del fabricante, entonces seguir los pasos tres y cuatro para determinar el problema.

3- Desconectar la línea de vacío de la unidad de avance del distribuidor. Repetir el paso 2 y leer el avance centrífugo en la pantalla. Si la lectura no corresponde a la es-

pecificada, el avance mecanico del distribuidor esta fuera de operaci3n. Y si la lectura es correcta, es el mecanismo de -- avance por vacio el que esta mal.

4- Bajar la velocidad del motor y asegurarse de conectar todas las l3neas de vacio adecuadamente. Proceder a hacer el informe de diagn3stico del estado del aut3movil.

B) LISTA DE PARTES

- C_3 - 400 PF, 50 V cerámico
 C_4 - 1 uF, 50 V cerámico
 C_5, C_8 - 0.001 uF, 50 V cerámico
 C_6 - 47 PF, 50 V cerámico
 C_7 - 6.36 PF, 50 V cerámico
 C_9 - 0.1 uF, 50 V cerámico
- $I C_1$ - 741 C, amplificador operacional
 $I C_2$ - 4046, PLL (phase-locked Loop)
 $I C_3, I C_4$ - 14017, contador decimal/decodificador
 $I C_5, I C_6, I C_7, I C_8$ - Contadores, divisores por N
 $I C_9$ - 4013 - Balancin doble
 $I C_{10}$ - 4049, inversor sextuple
 $I C_{11}$ - 4518, contador BCD doble
 $I C_{12}, I C_{13}$ - 74 C 08, AND cuadruple de 2 entradas
 $I C_{14}$ - 4001, NOR cuadruple de 2 entradas
 $I C_{15}, I C_{16}$ - 4543, Decodificadores BCD para 7 segmentos
 $I C_{17}, I C_{18}$ - 4553, contadores BCD de 3 dígitos
 $I C_{19}$ - MM 5369, oscilador/divisor, 60 Hz
- L_1 - Lámpara miniatura, 12 V; 25 mA.
- $LD_1, LD_2, LD_3, LD_4, LD_5, LD_6, LD_7$ - MAN 84 A Pantallas numericas
- $Q_1, Q_2, Q_3, Q_4, Q_5, Q_6$ - SS0022, transistores de silicio.

PC₁ - Fotoresistencia de sulfuro de cadmio

Las resistencias siguientes son a 1/2 watt, 10 %

R₄ - 12 Kilohms

R₅ - 90 Kilohms

R₆ - 1,4 Megohms

R₇ - 100 kilohms

R₈, R₉, R₁₀, R₁₁, R₁₂, R₁₃, R₁₄, R₂₀, R₂₁, R₂₂, R₂₃, R₂₄,

R₂₅, R₂₆, R₂₇, R₂₈, R₂₉, R₃₀, R₃₁, R₃₂ - 1.2 kilohms

R₁₅, R₁₆, R₁₇, R₁₉, R₃₃, R₃₄, R₃₅ ----- 1 kilohms

R₁₈ - 20 Megohms

R₃₆ - 1.5 Kilohms

R₃₇, R₃₈, R₄₀, R₄₁ - 12 Kilohms

R₃₉ - 10 kilohms, potenciómetro lineal

R₄₂ - 10 Megohms

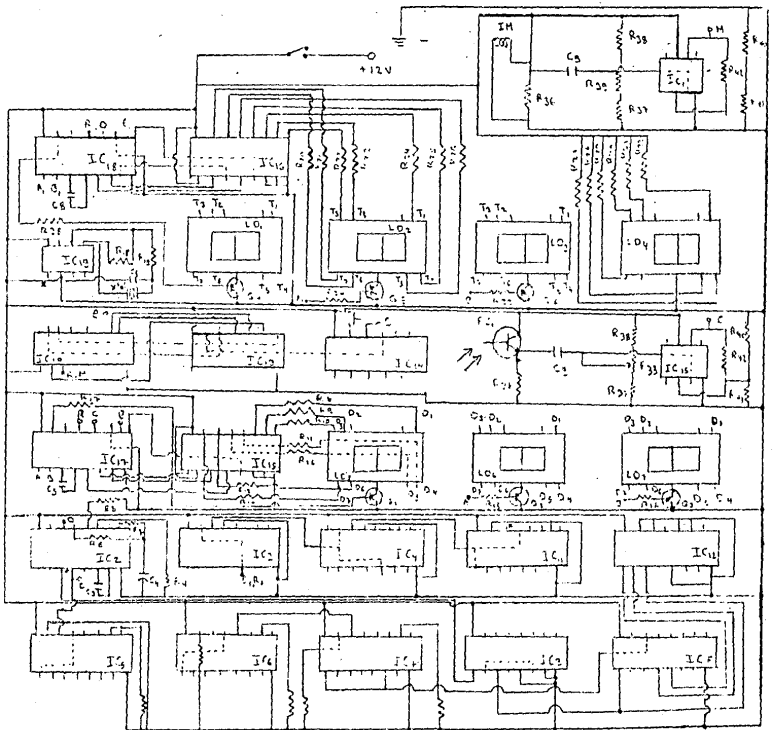
S₁ - Pulsador, normalmente abierto

S₂ - Interruptor de un polo, dos posiciones

Xtal - Cristal de cuarzo de 3.575945 MHz

IM - Inductor magnético

C) DISTRIBUCION DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA.



APENDICE 2

ESPECIFICACIONES DEL FABRICANTE

AUTOMOVILES 1981

MARCA Y MODELOS	No. de Motor	Cilindros	Potencia (CV)	Velocidad (km/h)	SISTEMA DE ALIMENTACION										SISTEMA DE TRANSMISION		Consumo (lt/100 km)				
					Tipo de Inyección					Tipo de Bomba		Tipo de Válvulas		Tipo de Transmisión		Tipo de Cambio					
					Tipo	Presión (kg/cm²)	Tipo	Presión (kg/cm²)	Tipo	Presión (kg/cm²)	Tipo	Presión (kg/cm²)	Tipo	Presión (kg/cm²)	Tipo	Presión (kg/cm²)		Tipo	Presión (kg/cm²)		
																				Tipo	
CHRYSLER 2000 cc 1900 cc 1600 cc 1300 cc	0	2195	130	0-117	015	015-000-1270000					0-030	0-0-0	0	0	100	1500	0-0	0-0-0	0-0-0	15	
	0	1600	100	0-117	015	015-000-1270000					0-030	0-0-0	0	0	100	1500	0-0	0-0-0	0-0-0	15	
FORD 2000 cc 1600 cc	0	2025	140	0-117	015	10-17	10-20	10-21	10-21	10-21	10-21	10-21	10-21	10-21	10-21	10-21	10-21	10-21	10-21	10-21	15
	0	1600	100	0-117	015	10-17	10-20	10-21	10-21	10-21	10-21	10-21	10-21	10-21	10-21	10-21	10-21	10-21	10-21	10-21	15
GENERAL MOTORS 2000 cc 1600 cc	0	2000	130	0-117	015	015-000-1270000					0-030	0-0-0	0	0	100	1500	0-0	0-0-0	0-0-0	15	
	0	1600	100	0-117	015	015-000-1270000					0-030	0-0-0	0	0	100	1500	0-0	0-0-0	0-0-0	15	
NISSAN 2000 cc 1600 cc	0	1900	140	0-117	015	10-17	10-20	10-21	10-21	10-21	10-21	10-21	10-21	10-21	10-21	10-21	10-21	10-21	10-21	10-21	15
	0	1600	100	0-117	015	10-17	10-20	10-21	10-21	10-21	10-21	10-21	10-21	10-21	10-21	10-21	10-21	10-21	10-21	10-21	15
RENAULT 2000 cc 1600 cc 1300 cc	0	1900	135	0-117	015	10-17	10-20	10-21	10-21	10-21	10-21	10-21	10-21	10-21	10-21	10-21	10-21	10-21	10-21	10-21	15
	0	1600	100	0-117	015	10-17	10-20	10-21	10-21	10-21	10-21	10-21	10-21	10-21	10-21	10-21	10-21	10-21	10-21	10-21	15
	0	1300	70	0-117	015	10-17	10-20	10-21	10-21	10-21	10-21	10-21	10-21	10-21	10-21	10-21	10-21	10-21	10-21	10-21	15
V.A.M. 2000 cc 1600 cc	0	2000	135	0-117	015	015-000-1270000					0-030	0-0-0	0	0	100	1500	0-0	0-0-0	0-0-0	15	
	0	1600	100	0-117	015	015-000-1270000					0-030	0-0-0	0	0	100	1500	0-0	0-0-0	0-0-0	15	
VOLKSWAGEN 2000 cc 1600 cc	0	1600	100	0-117	015	10-17	10-20	10-21	10-21	10-21	10-21	10-21	10-21	10-21	10-21	10-21	10-21	10-21	10-21	10-21	15
	0	1600	100	0-117	015	10-17	10-20	10-21	10-21	10-21	10-21	10-21	10-21	10-21	10-21	10-21	10-21	10-21	10-21	10-21	15

- (1) Por cada mil metros S.N.M., restar de 10 a 15 100/Pulg.³ a la presión de compresión.
- (2) Los datos aquí se aplican indistintamente tanto a nivel del mar como a la altura de la ciudad de México.
- (3) Apretar de 17 a 23 Lbs./Pie.
- (4) Apretar de 1/2 a 1 vuelta después de eliminar el juego.

(O2) Dejas
M.F.O.1 Microgrados

(*) Para la producción final 1981 usar BH12.

- * Ver páginas 14 e 18.
- ⊕ Lecturas obtenidas en sincronógrafo.
- + Sin aumentar más de 2.5 máx. en alta velocidad.
- D En seco.
- N En neutral.
- C En soliente.
- F En frío.
- H Hidráulica.
- S.N.M. Sobre el nivel del mar.
- P.C. Pulgadas cúbicas de desplazamiento.
- C.C. Centímetros cúbicos de desplazamiento.

Para cilindros con paso de aceite usar:
Bujes N14Y en vez de N12Y,
F14Y en vez de F11Y,
B116Y en vez de B115Y,
N12Y en vez de N9Y
y L92Y en vez de L88A.

AUTOMOVILES 1979

MARCA	NO DE EN	DEPLAZA MIENTO	PRESION DE COMP. PSI/PUN 111	BARRA		DISTRIBUIDOR										MOTOR		BOMBA DE VACUUM		CALIBRACION DE PUNTAS		A. COI	
				TMO	SUZ (PUN)	PLATINOS			CAMBIOS		AVANCE (°)		TEMPO DE ENCENDIDO		DIO DE EN	MARCHAS (N. PUN)		PRESION PSI/PUN 111	ADJUSION (PUN)	ESCUY (PUN)	10	16	
						LUZ (PUN)	ANCHO DE CONTACTO	TEMPERON DE MARR (°C)	DEL CONDENSADOR (P.P.)	CENTRALIZADO (Grados PUN)	VACO (Grados PUN)	131	131	18x15		FRASE ALTOY							
CHEVROLET																							
DAVE	4	125PCD	130	BU-104	0.026								0" x 330	0" x 66	0"	1	750	750V	4-6	0.0C	0.0C	2.8	2.5
VOLARE	4	125PCD	130	BU-104	0.026								0" x 330	0" x 66	0"	1	750	750V	4-6	0.0C	0.0C	2.8	2.5
BURNEREE	4	125PCD	130	BU-104	0.026								0" x 330	0" x 66	0"	1	800	800V	3-7	0.0C	0.0C	2.5	2.5
LE BARON	4	125PCD	130	BU-104	0.026								0" x 330	0" x 66	0"	1	800	800V	3-7	0.0C	0.0C	2.5	2.5
ISSO																							
L. T. O.	4	131PCD	125	F-11	0.026	0.015	26° 20'	18.70	0.28				8" x 2000	8" x 12"	14	5	---	8500	5	"	"	3.5	3.1
MUSTANG	4	131PCD	125	F-11	0.026	0.015	26° 20'	18.70	0.28				11" x 2000	8" x 12"	17"	6	700	8500	4	"	"	3.3	3.1
GENERAL MOTORS																							
CADILLAC CHEVETTE	4	130PCD	130	BU-131	0.023								10" x 1600	10" x 81"	4.3TD	4	700	8500	3-6	1.31	1.31	1.0	1.0
WALWAL	4	130PCD	130	BU-131	0.023								10" x 1600	10" x 81"	4.3TD	4	700	8500	3-6	1.31	1.31	1.0	1.0
CHEV CLASSIC	4	130PCD	130	BU-131	0.023								10" x 1600	10" x 81"	4.3TD	4	700	8500	3-6	1.31	1.31	1.0	1.0
CHEVETTE	4	130PCD	130	BU-131	0.023								10" x 1600	10" x 81"	4.3TD	4	700	8500	3-6	1.31	1.31	1.0	1.0
WALWAL	4	130PCD	130	BU-131	0.023								10" x 1600	10" x 81"	4.3TD	4	700	8500	3-6	1.31	1.31	1.0	1.0
DAISUN																							
DAISUN	4	126PCD	130	H-77	0.025	0.016	28° 25'	18.22	0.24				10" x 1600	11" x 10"	4"	3	620	8000	5	0.14C	0.14C	3.0	2.8
RENAULT																							
R 12TE	4	126PCD	130	H-77	0.025	0.016	28° 25'	18.22	0.24				10" x 2280	8"	4"	12	775	---	3-4	0.04F	0.04F	1.8	2.0
R 12FL	4	126PCD	130	H-77	0.025	0.016	28° 25'	18.22	0.24				10" x 2280	8" x 13"	0"	12	800	---	3-4	0.04F	0.04F	1.8	2.0
R 12CL	4	126PCD	130	H-77	0.025	0.016	28° 25'	18.22	0.24				10" x 2280	8" x 13"	2"	12	800	---	3-4	0.04F	0.04F	1.8	2.0
V. A. M.																							
GREYHOUND	4	126PCD	125	H-121	0.025								11" x 2700	8" x 13"	3"	3	615	8150	5	"	"	1.3	1.5
AMERICAN	4	127PCD	125	H-121	0.025								11" x 2700	8" x 13"	3"	3	625	8150	5	"	"	1.5	1.6
VEEP	4	126PCD	125	H-121	0.025	0.023	31° 22'	18	0.20				11" x 2700	8" x 13"	4"	3	625	---	5	"	"	1.5	1.6
VOLKSWAGEN																							
SEAHORSE	4	136PCD	115	H-221	0.023	0.015	44° 30'	14.20	18.22				20" x 1700	10" x 6"	7.8"	12	815	---	4	0.04F	0.04F	1.5	2.0
BRABLER	4	136PCD	115	H-221	0.023	0.015	44° 30'	14.20	18.22				20" x 1700	10" x 6"	7.8"	12	815	---	4	0.04F	0.04F	1.5	2.0
CAROL	4	136PCD	115	H-221	0.023	0.015	44° 30'	14.20	18.22				20" x 1700	10" x 6"	0" x 9.950	12	950	---	4	0.04F	0.04F	1.6	1.8

(1) Por cada mil metros sobre el nivel del mar restar de 10 a 15

lb/pulg. a presión de columna.

D. Diámetro.

N. Neutral.

C. En caliente.

M. Multigrado.

F. Frío.

(2) De 0 a 1500 m. S. N. H.

(3) De 1500 m. en adelante S. N. H.

+ Para vehículos cuyo peso no exceda de 2720 kg.

PCD. Pulgadas Cúbicas de Desplazamiento.

CCO. Centímetros Cúbicos de Desplazamiento.

SV. Sin avance de válvula.

Para motores con caso de aceite.

usar bujías: N-16Y en vez de N-14Y.

F-14Y en vez de F-11Y.

N-12Y en vez de N-3Y.

② Inleturas estancas en sincronizado.

(2) Apretar de 3/4 a 1 vuelta, después de eliminar juego.

(3) Los reglajes dados aquí se aplican indistintamente tanto a nivel del mar como a la altura de la ciudad de Mérida.

RECOMENDACIONES

MÁQUINA	NO. DE CILINDROS	PRESIÓN DE COMPRESIÓN (PSI)	BUJÍA		DISTRIBUIDOR						MOTOR		BOMBA DE GASOLINA		CALEFACCIÓN DE PUNTERAS		% CO2 MAXIMO			
			TIPO	LUGAR (PUN.)	PLATINOS		CAPACIDAD DEL CONDENSADOR (P.F.D.)	ESPACIO (C)		TIEMPO DE ENCENDIDO (1/221)	ORO DE ENCL (2)	TRANS. MANUAL	TRANS. AUTOM.	PRESIÓN (PSI)	ADJUNTO (PUN.)	ESCALA (PUN.)	(1)	(2)		
					LUGAR (PUN.)	ángulo de CONTACTO		TENSION (VOLTIOS)	CENTRIFUGO (Grav. RPM)										VACIO (Grav. RPM)	
CHRYSLER Dodge Dart 1960s Dodge Coronado Dodge Dodge Dart La Brea	225 PCD	8	100	BL-121	035					11" x 2400	8" x 11"	0" x 550	1	150	150N	3-5 S	010C	020C	2.5	4.5
	340 PCD	8	100	N-121	035					12" x 2000	11" x 12"	0" x 550	4	---	150N	5-7	H	H	2.5	4.5
	340 PCD	8	100	N-121	035					12" x 2000	11" x 12"	0" x 550	4	---	150N	5-7	H	H	2.5	4.5
	340 PCD	8	100	N-121	035					12" x 2000	11" x 12 1/2"	0" x 550	4	---	150N	5-7	H	H	2.5	4.5
EDS Edmore Limo LTD FD 100	302 PCD	8	150	F-111	035	014-017	28°-28'	18	21-25	12" x 2200	12" x 11"	0" x 600	8	100	850D	8	N-11C	N-11C	5.0	5.0
	302 PCD	8	150	F-111	035	014-017	28°-28'	18	21-25	12" x 2200	12" x 11"	0" x 600	8	100	850D	8	N-11C	N-11C	5.0	5.0
	351 PCD	8	150	F-111	035	014-017	28°-28'	18	21-25	12" x 2200	12" x 11"	0" x 600	8	---	850D	8	N-11C	N-11C	5.0	5.0
	352 PCD	8	150	F-111	035	014-017	28°-28'	18	21-25	12" x 2200	12" x 11"	0" x 600	8	---	850D	8	N-11C	N-11C	5.0	5.0
GENERAL MOTORS Chevrolet Chevrolet Corvair Corvair Corvair Corvair	210 PCD	8	130	BL-151	035					20" x 2100	24" x 18"	4"	2	700	850D	4-6 S	(4)	(4)	0.8	1.0
	310 PCD	8	155	BL-151	035					22" x 2000	18" x 13"	4"	4	700	850D	4-6 S	(4)	(4)	0.8	1.0
	250 PCD	8	130	BL-151	035					20" x 2100	24" x 18"	4"	4	700	---	4-6	(4)	(4)	0.8	1.0
	342 PCD	8	130	BL-151	035					22" x 2000	18" x 13"	4"	2	700	---	4-6	(4)	(4)	0.8	1.0
	350 PCD	8	150	BL-151	035					22" x 2000	18" x 13"	4"	4	700	---	4-6	(4)	(4)	0.8	1.0
MOSIN Diplom	1800 CCD	4	132	NBY	030	018	48°-55'	18-18	20-24	8" x 1800	8" x 10"	8" (M.M.)	8	600	800D	2-5	014C	014C	3.5	3.5
RENAULT R 1215 R 1216L R 517GL	1847 CCD	4	115	NBY	025	014-018	54°-50'	18-21	18-23	(5)	8 V.	0"	13	775	---	3-4	006F	010F	2.0	3.0
	1283 CCD	4	115	L-93+	028	014-018	54°-50'	18-21	18-23	17" x 2250	11" x 12"	0"	13	800	---	3-4	006F	010F	2.0	3.0
	1288 CCD	4	118	L-92V	029	014-018	54°-50'	18-21	18-23	18" x 2150	11" x 12"	0"	13	800	---	3-4	006F	010F	2.0	3.0
V.M. American Green 1 Palm Rally Jag Wagman y Pci. 4	210 PCD	8	150	N-44V	035					20" x 2200	18" x 13"	180" x 500	3	875	875D	4-6 S	H	H	1.0	1.0
	262 PCD	8	155	N-44V	035					20" x 2200	18" x 13"	180" x 500	3	800	875D	4-6 S	H	H	1.0	1.0
	258 PCD	8	150	N-44V	035	022M	31°-34'	18-23	18-23	20" x 2200	18" x 13"	0" x 500	3	800	---	4-6 S	H	H	1.0	1.0
	262 PCD	8	155	N-44V	035	022M	31°-34'	18-23	18-23	20" x 2200	18" x 13"	0" x 500	3	700	---	4-6 S	H	H	1.0	1.0
WHEELER Cruze Simon Basso Morgue	1000 CCD	4	124	N-121	025	018	47°	18-22	18-23	20" x 1900	12" x 7"	0" (100)	12	850	---	4	010F	018F	5.0	5.0
	1000 CCD	4	100	L-888 S -121	025	018	47°	18-22	18-23	12" x 1800	10" x 8"	8" (100)	12	875	---	4	006F	006F	5.0	5.0

(1) Altura de la Cd. de México aumentar de 4" a 6" tiempo inicial.

(2) Ver páginas 14 a 18.

(3) Por cada mil metros sobre el nivel del mar restar de 10 a 15 lb/pulg² a presión de compresión.

A Antes del punto muerto superior.

D Dirección.

N Neutral.

* Línea de vacío desconectada y tapada.

C En caliente.

H Hidráulica.

F Frío.

(d) Delco.

(e) Prestolite.

** En vehículos con buje de tope positivo apretar de 17 a 23 lbs.-pie.

(a) De 0 a 1500 m. S.N.M.

(b) De 1500 m. en adelante S.N.M.

+ Para vehículos cuyo peso no exceda de 2720 Kgs.

PCD. Pulgadas Cúbicas de Desplazamiento.

CCD. Centímetros Cúbicos de Desplazamiento.

SV. Sin avance de vacío.

SM. Sin avance mecánico.

Para motores con paso de aceite.

usar bujías N-15V en vez de N-14V.

F-14V en vez de F-11V.

N-12V en vez de N-9V.

☐ Apretar de vuelta a vuelta y meda después de contacto entre Balancín, Válvula y Bujía.

⊙ Lecturas obtenidas en sinbráto

(4) Apretar de 3/4 a 1 vuelta, después de eliminar juego

(5) Distribuidor Ducller 241-104 a 2250 r.p.m.

Distribuidor Ducller 245-194 a 2253 r.p.m.

(6) Con gasolina Nova y avance de vacío desconectado

AUTOMOVILES 1977

MARCA	No. de cilindros	PRESION DE COMPRESION (PSI)	BUSA		DISTRIBUIDOR										MOTOR	MARCHAS	LUBRICACION	OTROS
			TUBO	LUZ	PLATINOS		CANTIDAD DE BULBOS (Cm. H ₂ O)	DEL. ESCALA (Cm. H ₂ O)	BANCOS (°)		TEMPER. DE TRABAJO (°C)	MATERIALES						
					LUZ (Pulg.)	ESPESOR DE CONTACTO			TEMPOR. DE BULBOS (Cm. H ₂ O)	CENTRALIZADO		VACIO	VALVULAS	VALVULAS				
CHEVROLET																		
Del. Voz	Campera 211 CDD	F	100	10-121	035													
Del.	361 CDD	F	100	10-121	035													
Campera	361 CDD	F	100	10-121	035													
Super Del.	361 CDD	F	100	10-121	035													
Super Del.	361 CDD	F	100	10-121	035													
Super Del.	361 CDD	F	100	10-121	035													
EGED																		
Motora Mustang	302 CDD	F	150	1-111	035	D16-D17	26-28*	18	21-25	11" x 2200	12" x 17	2" x 6	5	700	6500	5-6	100	100
STD	351 CDD	F	150	1-111	035	D16-D17	26-28*	18	21-25	11" x 2200	12" x 17	2" x 6	5	700	6500	5-6	100	100
F 8100	303 CDD	F	150	1-111	035	D16-D18	26-28*	18	21-25	12" x 2200	12" x 17	2" x 6	5	700	6500	5-6	100	100
GENERAL MOTORS																		
City Nova	251 CDD	F	140	10-151	035													
City Nova Cabrio	350 CDD	F	135	10-151	035													
Comet	250 CDD	F	130	10-151	035													
Comet	250 CDD	F	130	10-151	035													
Comet	250 CDD	F	130	10-151	035													
HONDA																		
Cougar	1400 CDD	F	130	1-81	030	D14	48-55*	15-18	20-24	9" x 1800	8" x 10	8" x 10	8	670	6500	2-5	100	100
NISSAN																		
Mustang	1600 CDD	F	115	1-81	025	D16	54-60*	17-21	18-22	10" x 1800	9" x 10	8" x 10	12	775	6500	3-4	100	100
Mustang	1600 CDD	F	115	1-81	025	D16	54-60*	17-21	18-22	10" x 1800	9" x 10	8" x 10	12	775	6500	3-4	100	100
Mustang	1600 CDD	F	115	1-81	025	D16	54-60*	17-21	18-22	10" x 1800	9" x 10	8" x 10	12	775	6500	3-4	100	100
RAM																		
Comet Cabrio	250 CDD	F	130	10-151	035													
Mustang	282 CDD	F	135	10-151	035													
Mustang	282 CDD	F	135	10-151	035													
Mustang	282 CDD	F	135	10-151	035													
RENAULT																		
Mustang	1600 CDD	F	108	1-81	025	D18	67*	18-22	18-22	10" x 1800	12" x 7	10" x 10	12	670	6500	3-4	100	100
Mustang	1600 CDD	F	100	1-81	025	D18	67*	18-22	18-22	10" x 1800	12" x 7	10" x 10	12	675	6500	3-4	100	100

- (1) Altura de la Cd. de México aumentar de 49 a 51 tiempo inicial
- (2) Ver páginas 14 a 18.
- (3) Por cada mil metros sobre el nivel del mar restar de 10 a 15 lb pulg. a presión de compresi6n
- A Antes del punto muerto superior
- D Inerte
- N Neutro.
- * Línea de vacío desactivada y faja 23
- C En caliente.
- H Hidráulica.
- F Frio.

- (4) Delco.
- (5) Prestolite
- ** En vehículos con brido de los pistones aretar de 17 a 23 lbs-pulg.
- (3) De 0 a 1500 m. S.N.M.
- (6) De 1500 m. en adelante S.N.M.
- † Para vehículos cuyo peso no exceda de 2720 Kgs
- CCD Pulgadas Cúbicas de Desplazamiento
- CCD Distribuidor Cúbicos de Desplazamiento
- SV. Sin avance de vacío.
- S/N. Sin avance mecánico.
- Para motores con paso de aceite.

- usar bujías. N-16V en vez de N-14V.
- F-14V en vez de F-11V.
- N-12V en vez de N-9V.
- Ⓜ Apretar de vuelta a vuelta y media después de contacto entre Bujías, Válvula y Bujío
- Ⓞ Lecturas obtenidas en sinógrafos
- (4) Apretar de 3/4 a 1 vuelta después de eliminar polvo
- (5) Distribuidor Quecher 241. 165 a 2200 r.p.m.
- Distribuidor Quecher 246-197 a 2200 r.p.m.
- (6) Con gasolina Nueva y avance de vacío desactivada.

AUTOMOVILES 1976

MARCA	DESCRIPCIÓN EN INGLÉS Y CUBANOS	No. de cilindros	Presión (PSI)	VALVULAS		DISTRIBUIDOR										MOTOR		MATERIAL DISTRIBUIDOR		CALEFACCIÓN		N.º CO. de motor					
				170	177 (172)	SISTEMAS		CONEXIÓN DEL CONECTOR POR M.I.D.		AVANCES		12° 15' 00" (12.25)	12° 15' 00" (12.25)	12° 15' 00" (12.25)	12° 15' 00" (12.25)	12° 15' 00" (12.25)	12° 15' 00" (12.25)	12° 15' 00" (12.25)	12° 15' 00" (12.25)	12° 15' 00" (12.25)	12° 15' 00" (12.25)	12° 15' 00" (12.25)	12° 15' 00" (12.25)				
						112 (107)	112 (107)	112 (107)	112 (107)	112 (107)	112 (107)													112 (107)	112 (107)	112 (107)	112 (107)
FORD	Mustang	225 PCD	8	100	Bu-131	035	DISTRIBUIDOR ELECTRONICO										11" x 24.00	8 3/4" x 11"	07" x 550	1	750	750A	3-5-8	010C	020C	3.0	1.5
	Mustang	340 PCD	8	100	Nu-221	035	DISTRIBUIDOR ELECTRONICO										11" x 24.00	8 3/4" x 11"	07" x 550	4	750	750A	1-2	010C	020C	3.0	1.5
	Mustang	360 PCD	8	100	Nu-221	035	DISTRIBUIDOR ELECTRONICO										11" x 24.00	8 3/4" x 11"	07" x 550	4	750	750A	1-2	010C	020C	3.0	1.5
	Mustang	380 PCD	8	100	Nu-221	035	DISTRIBUIDOR ELECTRONICO										11" x 24.00	8 3/4" x 11"	07" x 550	4	750	750A	1-2	010C	020C	3.0	1.5
FORD	Mustang Mustang	302 PCD	8	150	F-111	035	01A-011	261-261	18	21-25	13" x 22.00	12" x 13"	07" x 550	8	700	8500	8	011H	011H	010C	010C	3.0	3.0				
	Ford LTD	351 PCD	8	150	F-111	035	01A-011	261-261	18	21-26	13" x 22.00	12" x 13"	07" x 550	8	700	8500	8	011H	011H	010C	010C	3.0	3.0				
GENERAL MOTORS	Chevrolet	250 PCD	8	140	Bu-151	035	DISTRIBUIDOR ELECTRONICO										18" x 31.00	10" x 13"	8"	2	700	8500	8.5	141	141	0.5	1.5
	Chevrolet	310 PCD	8	155	Bu-151	035	DISTRIBUIDOR ELECTRONICO										20" x 31.00	10" x 13"	8"	2	700	8500	8.5	141	141	0.5	1.5
	Chevrolet	350 PCD	8	140	Bu-151	035	DISTRIBUIDOR ELECTRONICO										20" x 31.00	10" x 13"	8"	2	700	8500	8.5	141	141	0.5	1.5
	Chevrolet	350 PCD	8	150	Bu-151	035	DISTRIBUIDOR ELECTRONICO										20" x 31.00	10" x 14"	8"	2	700	8500	8.5	141	141	0.5	1.5
	Chevrolet	392 PCD	8	130	Bu-151	035	DISTRIBUIDOR ELECTRONICO										24" x 31.00	10" x 14"	8"	2	700	8500	8.5	141	141	0.5	1.5
NISSAN	DAIMAT	1800 CDD	4	130	Nu-81	030	018	187-187	15-18	20-24	8" x 18.00	8" x 10"	10" (11.00)	8	850	8500	2.5	014C	014C	3.5	2.8						
RENAULT	Renault	845 CDD	4	115	U-821	025	018	145-801	15-21	18-23	11" x 18.00	5.5"	8"	13	750	---	2	006F	010F	3.0	3.0						
	Renault	1293 CDD	4	115	U-821	025	018	145-801	15-21	18-23	11" x 22.50	11" x 13"	8"	13	800	---	2	006F	010F	3.0	3.0						
	Renault	1298 CDD	4	115	U-821	025	018	145-801	15-21	18-23	11" x 22.50	11" x 13"	8"	13	800	---	2	006F	010F	3.0	3.0						
	Renault	1641 CDD	4	115	Nu-81	025	018	145-801	15-21	18-23	11" x 22.50	5.5"	8"	13	750	---	3.4	006F	010F	3.0	3.0						
VW	Audi	250 PCD	8	150	Nu-41	035	DISTRIBUIDOR ELECTRONICO										16" x 22.00	18" x 13"	(16" x 500)	3	495	4350	4.5	H	H	1.0	1.0
	Audi	232 PCD	8	150	Nu-41	035	DISTRIBUIDOR ELECTRONICO										16" x 22.00	18" x 13"	(16" x 500)	3	495	4350	4.5	H	H	1.0	1.0
	Audi	282 PCD	8	155	Nu-41	035	DISTRIBUIDOR ELECTRONICO										16" x 22.00	18" x 13"	(16" x 500)	3	495	4350	4.5	H	H	1.0	1.0
	Audi	351 PCD	8	150	Nu-41	035	033 (a)	317-341	18-23	18-23	16" x 22.00	18" x 13"	(16" x 500)	3	495	---	4.5	H	H	1.0	1.0						
	Audi	351 PCD	8	155	Nu-41	035	032 (a)	317-341	18-23	18-23	16" x 22.00	18" x 13"	(16" x 500)	3	495	---	4.5	H	H	1.0	1.0						
VOLVO	VANILIA	1800 CDD	4	100	U-821 B	025	018	87"	14-25	18-23	12" x 18.00	11" x 8"	7.5" (11.00)	12	800	---	4	009F	009F	3.0	3.0						

- (1) Altura de la Cid de México aumentar de 49 a 64 tiempo inicial
- (2) Ver páginas 11 a 18
- (3) Por cada milímetros sobre el nivel del mar restar de 10 a 15 "brp/gal" a presión de compresión
- A Antes del punto muerto superior.
- D Drive.
- N Neutral
- * Línea de vacío desconectada y tapada
- C En caliente
- M Hidráulica
- F Frio.

- (a) Delco.
- (b) Prestolite
- ** En vehículos con brido de tipo positivo apretar de 17 a 23 lbs.-pe
- (+) De 0 a 1500 m. S.N.M
- (-) De 1500 m. en adelante S.N.M.
- + Para vehículos cuyo peso no exceda de 2720 Kgs
- PCD Pulgadas Círculo de Desplazamiento.
- CDD Centímetros Círculo de Desplazamiento
- SV. Sin avance de vacío.
- SM. Sin avance mecánico
- Para motores con paso de aceite.

- usa* bujías N-15F en vez de N-14V.
- F-14V en vez de F-11V.
- N-12V en vez de N-9V
- ⊕ Apretar de vuelta a vuelta y meda después de contacto entre Baranico, Vanilla y Buzo
- ⊙ Lecturas obtenidas en acelerador.
- (4) Apretar de 3/4 a 1 vuelta después de eliminar juego.
- (5) Distribuidor Ducellier 241 169 a 2250 r.p.m
- Distribuidor Ducellier 245 199 a 2350 r.p.m
- (6) Con gasolina Nova y avance de vacío desconectado.

MARCA	No. de cilindros	PRESION DE CILINDROS (kg/cm ²)	BUJIA		DISTRIBUIDOR								MOTO		RPM en 1000	E.C.	C.M.	
			TIPO	LIT. (L/2)	PLATINOS			CAPACIDAD DEL CONDENSADOR (µF)	AVANCES (°)		TIEMPO DE ENCENDIDO (ms)	PULSOS POR REVOLUCION	MARCHA MIN. (km/h)	TIEMPO DE MARCHA (min)				
					LITZ (µm)	ANGULO DE CONTACTO	TENSION DE M.M.F. (V)		CENTRIFUGO (Dígitos/RPM)	VACIO (GRADOS/MARCHA)								
DISTRIBUIDOR ELECTRONICO																		
ELLYSEER																		
Dodge Dart V-6 1 B...	275 PCD	6	135	N-14Y	035					13° a 2000	8.5° a 15"	0° (11)	1	800	800N	3.5-5	010C	020C
Simon-Dup	318 PCD	8	135	N-14Y	035					15° a 2100	11° a 15"	0° (11)	2	800	850N	5-7	H	H
Dodge Dart	318 PCD	8	135	N-14Y	035					15° a 2100	11° a 15"	0° (11)	2	—	750N	5-7	H	H
Mopar	340 PCD	8	135	N-12Y	035					13° a 2000	12.5° a 11"	4° A (11)	2	—	850N	5-7	H	H
FORD																		
Mustang Mustang	302 PCD	8	150	F-11Y	035	014-017	26°/28°	17-21	21-25	11° a 2200	12° a 12"	2° A (11)	6	700	650D	6	H (B)	H (B)
Galaxy	251 PCD	8	170	F-11Y	035	014-017	26°/28°	17-21	21-25	10° a 2500	18° a 13"	6° A (11)	5	800	650D	6	H (B)	H (B)
GENERAL MOTORS																		
Chevy Chevelle	250 PCD	6	155	N-14Y	035	017-019	31°/34° (1)	19-23	18-23	12° a 2050	24° a 15"	6° A	2	700	700D	5-6	H A	H A
Chevy Impala	350 PCD	6	160	BL-15Y	035	017-019	31°/34° (1)	19-23	18-23	12° a 2100	18° a 8"	6° A	4	700	700D	7-8.5	H A	H A
NISSAN																		
Datsun	1600 CCD	4	175 a 135 b	N-12Y	030	018	49°/55°	15-19	22-24	9° a 1800	9° a 10"	10° A	8	600	—	3-5	014C	014C
RENAULT																		
1114	845 CCD	4	115	L-92Y	025	018-022	54°/60°	17-21	18-23	13° a 1800	5 V	6° A (11)	13	800	—	3-4	006F	010F
1117L	1370 CCD	4	115	L-92Y	025	018-022	54°/60°	17-21	18-23	17° a 2250	11° a 13"	6° A (11)	13	870	—	3-4	006F	010F
VAM																		
América Rally	258 PCD	6	150	N-14Y	035	016 d 032b	31°/34°	17-21	18-23	13° a 2200	11° a 16"	2° A	3	600	525D	4-6	H	H
Compass	219 PCD	6	150	N-14Y	035	016 d 032b	31°/34°	17-21	18-23	13° a 2200	11° a 16"	2° A	3	600	525D	4-6	H	H
Clase	282 PCD	6	155	N-14Y	035	016 d 032b	31°/34°	17-21	18-23	13° a 2200	11° a 16"	2° A	3	600	525D	4-6	H	H
Wanderer Pick-up	292 PCD	6	140	N-14Y	035	016 d 032b	31°/34°	17-21	18-23	13° a 2200	11° a 16"	2° A	3	600	—	4-6	H	H
VOLKSWAGEN																		
Beetle Beetle	1600 CCD	4	116	L-92Y o L-88A	025	016	41°	14-20	18-22	13° a 1800	11° a 8"	7.6° A	12	850	—	4	006F	006F

- (1) Altura de la Cd. de México aumentar de 4° a 6° tiempo inicial.
 (2) Ver páginas 14 a 18.
 (3) Por cada mil metros sobre el nivel del mar restar de 10 a 15 milímetros a la presión de contacto de bujías.
 A Antes del punto muerto superior
 D Crise
 N Neutral
 * Línea de vacío desconectada e tapada
 C En caliente

- H Hidráulica
 T Frio
 (d) Delco.
 (e) Prestolite.
 ⚠ Apretar una vuelta después de hacer contacto. Con bujía de tope apretar fuerza 20 lbs por:
 a) Al nivel del mar.
 b) A más de 1000 mts. sobre el nivel del mar.
 PCD. Pulgarcas Cubicas de Desplazamiento
 CCD. Centímetros Cubicos

- SV. Sin avance de vacío.
 SM. Sin avance mecánico.
 Para motores con caso de aceite, usar bujías N-167 en vez de N-147.
 F-147 en vez de F-117.
 N-12Y en vez de N-9Y.
 Ⓜ Apretar de vuelta a vuelta y media después de contacto entre Baranón, Varilla y Buzo
 ○ Lecturas obtenidas en s-metrógrafo

MAR	DESPLAZAMIENTO EN PULGADAS O L.M. CUBICOS	PRECISION DE CIL.	PRECISION DE COMP. (12)	JIA			I T				I U		O F		TOI		BOMBA US. TRANS. PRESION Libs. Psg.	CALIBRACION DE PLUMERIA DE ADMISION (ESC. 1)	CALIBRACION DE PLUMERIA DE ESC. 2)	
				TIPO	LIT (P. 4)	PLATINOS			CAPACIDAD CONDENS. POR M.F.D.	AVANCES (1)		TIEMPO DE ENCENDIDO 2"	ORD. DE ENC.	MARCHAS TRANS. AUTOM.	PRESION Libs. Psg.					
						LIT (P. 4)	ANGULO DE CONTACTO	TENSION M.M.M. (10)		AR 115"	AR 115"									
CHRYSLER																				
Dodge Dart, Duster	275 PCD	8	135	N-14Y	035	017-023	41°-48°	17-20	25-28	12 5/8" x 11 5/8"	7 5/8" x 8 5/8"	0° (11)	1	600	—	3.5-5	010C	020C		
Dodge Dart	318 PCD	8	135	N-14Y	035	014-019	28°-33°	17-20	25-28	12 5/8" x 27 5/8"	11" x 15"	0° (11)	7	750	700N	5-7	H	H		
Mopac	318 PCD	8	135	N-14Y	035	DISTRIBUIDOR ELECTRONICO				14 7/8" x 20 5/8"	10 8/8" x 14 5/8"	0° (11)	7	850	850N	5-7	H	H		
Supee Bee	318 PCD	8	135	N-14Y	031	DISTRIBUIDOR ELECTRONICO				12 5/8" x 23 5/8"	8 1/8" x 12 5/8"	0° (11)	7	850	850N	5-7	H	H		
FORD																				
Mustang	289 PCD	8	150	F-11Y	031	014-017	26°-26°	17-21	21-25	12° x 22 5/8"	12° x 18"	2° (11) AUT	8	800	—	6	H	H	H	H
Mustang Galaxie	351 PCD	8	130	F-11Y	031	014-017	26°-29°	17-21	21-25	9° x 25 5/8"	8° x 13"	6° (11) AUT	5	875	575D	6	H	H	H	H
GENERAL MOTORS																				
Impco	350 PCD	8	180	B-15Y	035	016-019	29°-31°	19-23	18-23	12° x 20 5/8"	24° x 15"	10° A	4	800	600D	7-8.5	H	H	H	H
Impco	362 PCD	8	170	N-14Y	035	017-019	31°-34°	19-23	18-23	13° x 26 5/8"	23° x 15"	10° A	2	600	—	5-6	H	H	H	H
Charlie Chevy	350 PCD	8	155	N-14Y	035	017-010	31°-34°	19-23	18-23	14° x 26 5/8"	23° x 15"	10° A	2	600	—	5-6	H	H	H	H
NISSAN																				
Datsun	1601 CDD	4	175a 125b	N-12Y	030	018	48°-65°	18-19	20-24	9° x 18 5/8"	8° x 10"	10° A	8	670	600D	3-5	014C	014C		
OLDSMOBILE																				
WALF	841 CDD	4	115	L-92Y	035	018-029	64°-60°	17-21	18-23	12° x 18 5/8"	5 V.	1° A (11)	13	800	—	2.5-3.8	008F	010F		
R. B. R-17L	1201 CDD	4	115	L-92Y	035	018-022	64°-60°	17-21	18-23	17 5/8" x 25 5/8"	20° x 15"	1° A (11)	13	800	—	2.5-3.8	008F	010F		
V.A.M.																				
Hummer, American Rally	276 PCD	8	150	N-14Y	035	018 (6)	31°-34°	17-21	18-23	13° x 22 5/8"	11° x 16"	2° A (11)	3	600	525D	4-6	H	H		
Javelin Classic	292 PCD	6	185	N-14Y	035	018 (6)	31°-34°	17-21	18-23	13° x 27 5/8"	11° x 16"	0° A (11)	3	600	525D	4-6	H	H		
Wagoner, Pick up	282 PCD	6	140	N-14Y	035	018 (6)	31°-34°	17-21	18-23	13° x 22 5/8"	11° x 16"	0° A (11)	3	600	—	4-6	H	H		
VOLKSWAGEN																				
Saabe Beetle	150C CDD	4	118	L-92Y L-88A	035	018	47°	14-20	18-23	5 M.	28° x 10"	7 5/8" A	12	850	—	4	008F	008F		

(1) Altura de la Cd. de Méico contar de 14" a 6" tiempo inicial
(2) Ver páginas 14 a 15

(3) Por cada mil metros sobre el nivel del mar restar de 10 a 15

(4) (5) a presión de compresión

A Antes del punto muerto superior.

D Dinco

4 Neutral.

• Ultra de vacío desconecta y tapada.

C En caliente

H Hidráulica

F Frio

(6) Delco.

△ Apretar una vuelta después de hacer contacto. Con Birlo de Iope apretar fuertemente 20 lbs. ps.

a) Al nivel del mar.

b) A más de 1000 Mts. sobre el nivel del mar.

PCD, Pulgadas Cúbicas de Desplazamiento

CDD, Centímetros Cúbicos.

SV, Sin avance de vacío.

SM, Sin avance mecánico.

Para motores con paso de aceite.

usar bujías N-16Y en vez de N-14Y.

F-14Y en vez de F-11Y.

N-12Y en vez de N-9Y.

□ Apretar de vuelta a vuelta y med a después de contacto entre Bulvarín, Vanilla y Buro.

○ Lecturas obtenidas en energías.

MARCA Y MODELO	TIPO DE BUJIA	LUZ DE BUJIAS	LUZ DE PLATINOS	TIEMPO DE ENCENDIDO	CALIBRACION DE PUNTERIAS	
					ADMISION	ESCAPE
AUSTIN	N-12Y	.025"	.015"	5º	.12"(C)	.012"(C)
HEALEY 3200	N-12Y	.025"	.015"	12ºA	.012"	.012"(C)
BORGWARD	L-92Y	.030"	.016"	4ºP	.008"(C)	.008"(C)
CITROEN	L-88A	.025"	.016"	10ºA	.008"	.010"
FIAT						
1100	L-88A	.025"	.019"	10ºA	.004"	.004"
1500	N-12Y	.025"	.019"	12ºA	.008"	.008"
2100	N-12Y	.025"	.017"	5ºA	.008"	.008"
FORD INGLES						
ANGLIA	N-8	.025"	.015"	6ºA	.010"	.017"
CONSUL	N-8	.032"	.016"	5ºA	.008"	.018"
HILLMAN						
MINK	N-6	.025"	.016"	10ºA	.012"	.014"
HUSKY	N-12Y	.028"	.016"	8ºA	.012"	.014"
JAGUAR						
24	N-5	.025"	.015"	8ºA	.004"	.005"
34	N-12Y	.025"	.015"	2ºA	.004"	.006"
38	N-12Y	.025"	.015"	10ºA	.004"	.006"
MERCEDES BENZ						
220	N-12Y	.025"	.014"	4ºA	.003"	.006"
M.G						
WGA	N-5	.025"	.016"	7ºA	.015"	.015"
WGB	N-12Y	.025"	.015"	16ºA	.018"	.018"
MORRIS						
OXFORD	N-5	.025"	.015"	6ºA	.015"(C)	.015"(C)
MINI MINOR	N-5	.025"	.015"	TDC	.012"	.012"
PEUGEOT. 403, 404	L-92Y	.025"	.016"	9 1/2A	.004"	.010"
SIMCA	H-10	.025"	.019"	6ºA	---	---
SINGER	N-5	.025"	.016"	14ºA	.004"	.006"
SUNBEAM						
RAPIER	N-5	.025"	.015"	5ºA	.012"	.014"
ALPINE	N-12Y	.025"	.016"	6ºA	.012"	.014"
TAUNUS	L-88A	.030"	.018"	TDC	.010"	.013"
TOYOTA	N-12Y	.025"	.016"	5ºA	.008"(C)	.014"(C)
VAUXHALL	J-8	.030"	.020"	8ºA	.013"(C)	.013"(C)
VOLVO	L-88A	.028"	.018"	22 9/24ºA	.017"	.017"

OTROS AUTOMOVILES NO ARMADOS EN MEXICO

A - Antes de punto muerto superior.
P - Después de punto muerto superior.
C - Caliente.

Las bujias recomendadas son para servicio normal.
Usense bujias más calientes para uso ligero en ciudad.
Usense bujias frías para servicio pesado.

El tiempo inicial se indica en grados de cigüeñal, tal como lo recomienda el fabricante.

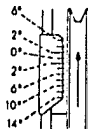
Puede adelantarse esta especificación cuando se usen gasolinas de alto octanaje.

Las indicaciones son para servicio normal.
Algunos fabricantes recomiendan mayores aperturas para altas velocidades y cargas mayores de lo normal.

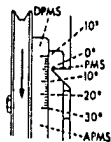
IDENTIFICACION
DE
MARCAS DE TIEMPO

IDENTIFICACION DE MARCAS DE TIEMPO

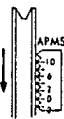
FORD



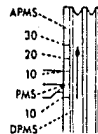
1960 SEIS CIL.
MOTORES 170, 200 & 240
1969 71
MOTOR 240



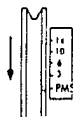
1960 80
MOTORES 280, 302, 351



1977 74
MOTOR 230

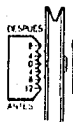


1984 80
MOTORES 350, 427, 428 & 429
1985 1610 73
80°C CIL.

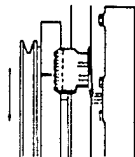


1970
MOTORES 170, 200 & 240
1970
MOTOR 200

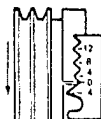
GENERAL MOTORS



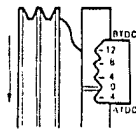
MOTOR 4 CIL.
153 p.c.



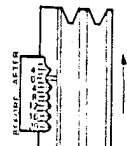
MOTOR 6 CIL. EN LINEA
230, 211, 202 p.c.



MOTOR V6
1982 173 p.c.



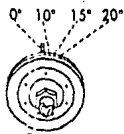
MOTOR V8
350 p.c.
1971-78



1975-82

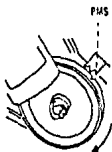
IDENTIFICACION DE MARCAS DE TIEMPO

DATSUM

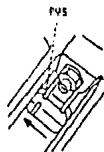


MOTORES J-13, J-15, J-16

RENAULT



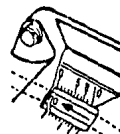
R-10



R-5



R-4, R-12



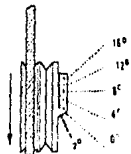
R-12T5, R-18

V.A.M. (RAMBLER)



1974-75

MOTORES 193, 232 & 258



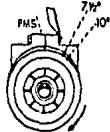
TODOS LOS MOTORES 1975



258, 282 c.c.

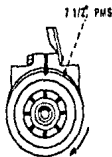
1976-82

VOLKSWAGEN

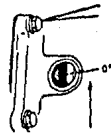


MOTOR ENFRIADO POR AIRE

1500 cc



1600 cc



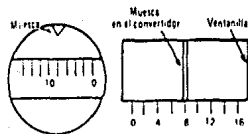
CARIBE ATLANTIC

1600, 1700 cc

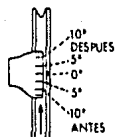
TTT

IDENTIFICACION DE MARCAS DE TIEMPO

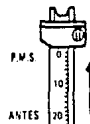
CHRYSLER



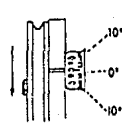
1967 MOTOR 125 p.c. 4 cil.
Trans. Manual Trans. Automatica
Marcas sobre el volante Marcas sobre la campana



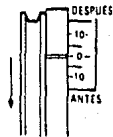
MOTOR 8 cil. 225 p.c.
1967-77



1978-82



Motor V 8 318, 360 p.c.
1971-77



1978-82

BIBLIOGRAFIA

- Bororaw, Leonar S. "Análisis de circuitos eléctricos". Nueva Editorial Interamericana, 1983. México.
- Bujías Champion de México, S.A. de C.V. "Tabla de afinación de Automoviles" 1982 Departamento de Servicios Técnicos.
- Coyne. "Electricidad práctica aplicada" Electrical School, Chicago.
- "C.M.O.S. Databook" National Semiconductor Corporation 1981 U.S.A.
- Distefano III staubberd, Williams. "Retroalimentación y sistema de control" Book, Co. Inc. Mc Graw-Hill. U.S.A.
- E.C.G. "Semiconductors Master Replacement Guide" Copyright by Philips ECG, inc. 1983 U.S.A.
- Enrique Mandado. "Sistemas Electronicos Digitales" Marcombo S.A. Barcelona-España, 1980
- Fink and Christiansen. "Electronics Engineers Hand Book" Copyright Mc Graw-Hill U.S.A. 1982
- Frederick J. Hill/Geral R. Perterson. "Introducción to - - Switching Theory and Logical Design". John Wiley and Sons- 1974 U.S.A.
- Jacob Millmam. "Micro-Electronics. Digital and Analog - - circuit and System". Mc Graw-Hill, Inc. 1979.
- Luis C. Farier - "Auto Rapair Manual" S.A.E. 1982, U.S.A.

- Nash, Frederick, C. "Tecnología del Automóvil" Editorial Diana, 1982. México.
- Paul E. Gray and Campbell. "Electronic Principles, Physics Models and circuits" L-Seanle, Copyright. John Wiley & Sons, INC. 1969 New York, Landon, Sydney, Toronto.
- Shepley L Ross. "Diferencial Equations" John Wiley & Sons Inc New York, Landon, Sydney, Toronto.
- William. H. Hayt, Jr. Tacle E. Kemmerly. "Análisis de circuitos de Ingeniería" Mc Graw-Hill, Co. Inc. U.S.A 1978.