



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ARAGÓN**

**“SISTEMA DE PILOTAJE AUTOMÁTICO A 135 KHZ PARA TRENES DE
TRANSPORTE COLECTIVO EN LA CIUDAD DE MÉXICO”**

TESIS

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA
PRESENTA:**

NEGRETE LEMUS ROBERTO

ASESOR: ING. BENITO BARRANCO CASTELLANOS

San Juan de Aragón, Estado de México, Junio de 2011





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 esta 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.

Introducción	III
Capítulo 1 Regulación de trenes de transporte colectivo	
1.1 Capacidad de transporte de una línea	1
1.2 Marcha tipo grafica	3
1.3 Marcha tipo práctica	3
1.4 Elementos para la elaboración de horarios	5
1.4.1 Duración de carrera	5
1.4.2 Tiempo de maniobra	6
1.4.3 Permanencia mínima en terminal	7
1.4.4 Duración teórica de la vuelta (duración mínima)	8
1.4.5 Tiempo muerto por vuelta	10
1.4.6 Duración real de la vuelta	11
1.4.7 Tiempo muerto en terminal	13
1.4.8 Intervalo	14
1.5 Intervalo previsto	15
1.6 Retardos	16
1.6.1 Retardo acumulado	16
1.6.2 Retardo en un punto	16
1.7 Regulación en línea	16
Capítulo 2 Descripción del equipo de pilotaje automático	
2.1 Descripción del equipo de pilotaje automático (PA)	18
2.1.1 Equipo fijo	19
2.1.2 Equipo embarcado	21
2.2 Modos de conducción	26
2.2.1 Conducción pilotaje automático	27
2.2.2 Conducción manual controlada	27
2.2.3 Conducción manual limitada	28
2.2.4 Conducción manual restringida	28
2.2.5 Conducción CLT2	29
2.3 Captor HF 135 KHZ	30
2.4 Electrónica asociada	30
2.5 Captor BF 4.8 KHZ	32
2.5.1 Electrónica asociada	33
Capitulo 3 Bloques de interpretación y funcionamiento	
3.1 Bloque de interpretación PA - CMC	35
3.2 Cajón I alimentación PA - CMC	35
3.2.1 Cartas "alimentación 1" y "alimentación 2"	36
3.2.2 Composición funcional	36
3.2.3 Carta "Alimentación 3"	37
3.2.4 Carta "alimentación 4" PA - CMC	39
3.2.5 carta "relés ecuación de partida"	40
3.2.6 Carta "circuitos anexos"	41
3.3 Cajón II "Seguridades PA - CMC"	43
3.3.1 Carta "Interfase reloj" PA	43
3.3.2 Carta "Interfase reloj" CMC	46
3.3.3 Composición funcional	47
3.3.4 Carta "SD3" PA	48
3.3.5 Carta "SSD" PA - CMC	50
3.3.6 Carta "anexo 1"	53
3.3.7 Carta" anexo 2"	55
3.4 Cajón III energía cable PA - CMC	57
3.4.1 Carta "demodulador y cambio de marcha"	57
3.4.2 Cartas "decodificador (1. 2. 3)"	60
3.4.3 Carta "amplificador 5 w"	62

3.4.4	Carta "gamma 1"	63
3.4.5	Carta "gamma 2"	65
3.4.6	Carta "energía cable"	67
3.5	Cajón IV captación PA - CMC	70
3.5.1	Carta captación	70
3.5.2	Carta "Detección Sincrona"	74
3.5.3	Carta "validación captores"	77
3.5.4	Carta conmutación captores	79
3.5.4	Carta "Cronometría"	81
3.5.5	Carta "Interfase numérica"	84
3.5.6	Carta "Interfase De Salida"	87
3.6	Bloque de interpretación CML - CMR	89
3.6.1	Cajón I alimentación CML - CMR	89
3.6.2	Carta "alimentación 4" CML-CMR	90
3.6.3	Cartas "Interfase captores AV y AR"	91
3.6.4	Carta "amplificador AUR"	91
3.7	Cajón II. Seguridades CML - CMR	92
3.7.1	Carta Modulador Filtro 4.8 KHz	93
3.7.2	Carta "Decodificador ZR - VM"	94
3.7.3	Carta "SD1" CML - CMR	95
3.7.4	Carta "SD2" CML - CMR	97
3.7.5	Carta "SSD CML-CMR"	98
3.7.6	Carta "Anexo lógico"	100
3.7.7	Carta "Interfase TMH"	102
3.8	bloque amplificador local de desfrenado (ALD)	103
3.8.1	Electrónica asociada	103
3.9	Electrónica del bloque "RL"	104
Conclusiones		106
Glosario		111
Bibliografía		112

Objetivo

El Sistema de Transporte Colectivo de la Ciudad de México se ha planteado como objetivo fundamental transformarse en una organización de transporte moderna y eficiente con la habilidad de adaptarse continuamente a los nuevos retos del Distrito Federal y mantener ventaja competitiva ante otras empresas relacionadas con el giro a nivel mundial, mediante una planeación estratégica de cambio; garantizando con ello a los usuarios de los modos que opera un servicio de transportación de excelencia y calidad, además de confortable y no contaminante que satisfaga sus necesidades de traslado, El sistema de pilotaje automático tiene a incrementar la seguridad en la circulación de los trenes, autorizándola cuando el máximo de condiciones de seguridad son reunidas, además de proporcionar un modo de conducción automático, confiando a los equipos y dispositivos del tren la ejecución de funciones repetidas.

Introducción

Este trabajo de tesis surge como una inquietud personal para elaborar un documento de capacitación para conductores e inspectores del Sistema de Transporte Colectivo (SCT) en la Ciudad de México, la razón principal es el no contar con un documento que satisfaga la capacitación en el pilotaje automático, el mantenimiento está a cargo de las empresas¹ que proveen los trenes y las mismas se dedican a la operación del sistema y el mantenimiento.

Hago hincapié en la recopilación de la información es de manuales que se nos proporcionan en cursos de capacitación y son solo copias que se han compilado a lo largo de los años, no existe una bibliografía o información en internet, y actualmente el mantenimiento y la operación se hace por trabajadores del Sistema de transporte colectivo.

Más del 70% del parque vehicular del Sistema de Transporte Colectivo Metro de la ciudad rebasa los 25 años de servicio, edad que en otros países se considera como el límite de vida útil.

Se requieren nuevos trenes, existen 326 de los cuales hay al menos 20 obsoletos y no funcionan porque la tecnología con la que fueron elaborados ya nadie la maneja y repararlos resultaría muy costoso.

Se requiere elaborar un plan de adquisición de trenes para los próximos años, pues algunos de los que aún circulan por las líneas del metro tienen hasta 42 años.

Actualmente hay 33 trenes detenidos, 20 de los cuales se encuentran obsoletos en su tecnología y se tendrá que definir (SCT) si se dan de baja y se usan sus partes como refacciones para otras unidades.

¹ ALSTOM, SA; Bombardier, Inc.; Construcciones y Auxiliar de Ferrocarriles, SA; y Constructora Nacional de Carros de Ferrocarril, SA. http://es.wikipedia.org/wiki/Metro_de_la_Ciudad_de_M%C3%A9xico

Se estima que un tren nuevo cuesta alrededor de 200 millones de pesos y repararlo requiere del 55 al 70% (estimación hecha por el STC) de esos recursos “eso hace pensar en que la mejor decisión podría ser la compra”.

Para algunos sistemas, como el de suministro de energía a los trenes, ya no hay empresas que proporcionen el mantenimiento y se decidirá si se invierte en nuevas unidades o se arreglan

Para lograr este servicio se trata de mantener el equipo en buen estado para evitar que fallen por un mal mantenimiento. En años anteriores el mantenimiento mayor que se daba a los trenes era dado por empresas exteriores al servicio y esto era por falta de capacitación al personal el cual solo se dedicaba a atender en caso de emergencia o mantenimiento solo de limpieza².

Con el paso del tiempo en últimas fechas se ha logrado capacitar en forma clara a personal para que en determinadas circunstancias sea capaz de realizar algunas pruebas y ciertos mantenimientos a los trenes, y en cierta forma este trabajo de tesis servirá como documento de consulta (A corto plazo) para lograr un mantenimiento integro y así salvaguardar con mayor seguridad el equipo de pilotaje automático con el que se cuenta

El sistema de pilotaje automático está constituido principalmente por un programa de marcha inscrito en la vía y por un dispositivo electrónico dentro del tren, el cual mantiene su velocidad al valor ordenado por el programa, actuando sobre los equipos de tracción y frenado propios del tren.

Permite además controlar la velocidad del tren al valor requerido evitándose de ésta forma, la influencia de la carga sobre el tren en el confort y precisión del frenado en el punto normal de paro en andenes y señales al alto espaciamiento.

² <http://www.eluniversal.com.mx/ciudad/105848.html>

Cumple en forma segura a partir de las informaciones del programa las siguientes funciones:

- Salida del tren en estación.
- Circulación en interestaciones respetando las limitaciones de velocidad y señalización establecidas por las condiciones locales de operación.
- Arribo y parada del tren en las estaciones.
- Maniobra de cambio de vía en las terminales y servicios provisionales.
- Autorización de apertura de puertas.

Cabe mencionar, por consecuencia que se tienen cuatro principales funciones que el sistema desarrolla para dichos fines

- Controlar la marcha (velocidad, aceleración, paradas y arranques) de los trenes en cada tramo de la vía, en los modos de conducción Automático y Semi-Automático.
- Comandar los esfuerzos de tracción frenado en el modo de conducción Automático.
- Controlar el espaciamiento mínimo entre trenes.
- Funciones anexas como Servicio Automático de puertas, ayuda a la conducción del tren en el modo Semi-Automático.

Este trabajo de tesis está constituido por los siguientes puntos

Capítulo 1. Se describen las principales características como son los intervalos de tren a tren respecto a su velocidad, horarios y capacidad de transporte.

Capítulo 2. Está capítulo lo conforman, la descripción de dos subsistemas que definen el particular uso y funcionamiento de este sistema de transporte de pasajeros, los cuáles se denominan:

- Equipo Fijo: se localiza a lo largo de las vías y en los locales técnicos.

- Equipo Embarcado: es aquel que se localiza a bordo del tren y está distribuido a lo largo del mismo.

Capítulo 3. Se analizarán los bloques de pilotaje automático y conducción manual controlada, siendo el primero de ellos, el tema particular de este trabajo, y que con el segundo, complementa la funcionalidad operativa del tren en conjunto con toda la infraestructura, previamente descrita.



Capítulo 1

Regulación de trenes de transporte colectivo

1.1 Capacidad de transporte de una línea

La capacidad de transporte de una línea del Sistema de Transporte Colectivo (SCT) en la Ciudad de México, es el número de sitios ofrecidos por los trenes, que dan servicio a los viajeros de dicha línea.

Considerando teóricamente que la capacidad de un tren, es de 1500 viajeros la capacidad de transporte de una línea se obtiene multiplicando el número de trenes de viajeros, circulando en la línea, por la capacidad de un tren; expresándose en la siguiente forma.

$$CT = \text{No. de trenes} \times \text{capacidad de un tren.}$$

Para realizar un cálculo más exacto de la capacidad de transporte de una línea, se eliminan los trenes que por alguna causa no se utilicen para el transporte de pasajeros, tal cómo: trenes evacuados o trenes en cambio de vía.

Los cambios de vía tienen por objeto realizar bien el desdoblamiento o el cruce de las vías, aún cuando adoptan formas variadas, derivan todas ellas de los aparatos fundamentales siguientes:

En el desvío los ejes de ambas vías se juntan tangencialmente mientras que en la entre vía dichos ejes se cortan. Para efectuar la separación o el cruce de unas y otras filas de los rieles se emplean dos órganos, respectivamente llamados cambios de vía y cruzamientos (Fig. 1.1).

Así en un desvío sencillo o de dos vías, y a partir del origen común de las vías, se encuentran sucesivamente el cambio, en el que se separan ambas vías de la izquierda y ambas filas de derecha; los rieles o agujas de unión, y el cruzamiento, en el que las dos filas interiores, una de derecha y otra de izquierda, se cruzan. En una entre vía oblicua

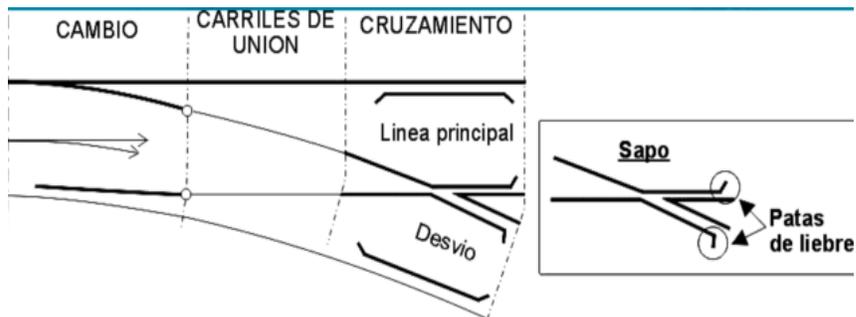


Fig.1.1El desvío, que permite el paso de los vehículos de una vía a otra

Cuando dos vías se cortan, pueden hacerlo oblicua o perpendicularmente, dando lugar a dos tipos de aparatos completamente diferenciados: la entre vía oblicua y la entre vía rectangular de las cuales es mucho mas frecuente la primera. La entre vía oblicua puede ser además, recta o curva, según la configuración de las vías que se cruzan (Fig. 1.2).

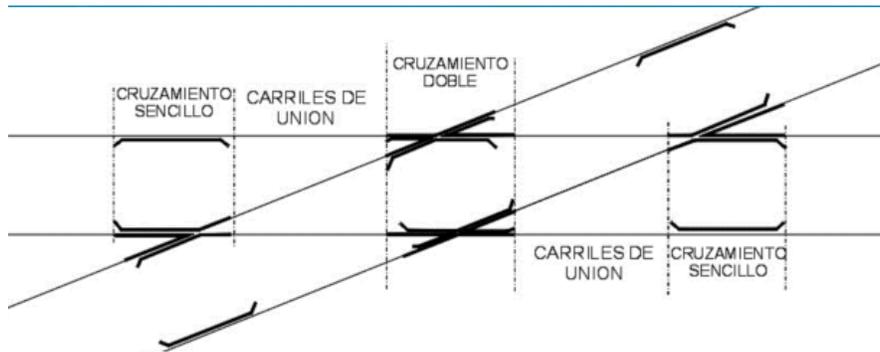


Fig.1.2 La entre vía, que permite realizar la conexión entre dos desvíos.

Los rieles o agujas de unión, y el cruzamiento, en el que las dos filas interiores, una de derecha y otra de izquierda, se cruzan. En una entre vía oblicua (Fig. 1.3) se encuentran sucesivamente: un cruzamiento sencillo, análogo al anterior, en el que se cruzan filas de rieles de distinto nombre, es decir, la fila de la derecha de la vía izquierda con la fila de la izquierda de la vía derecha; rieles intermedios de unión; un cruzamiento doble propiamente dicho, frente a la intersección de los ejes de ambas vías, compuesta sobre cada vía por un doble cruzamiento, llamado también cruzamiento obtuso, en el que se cruzan filas del mismo nombre; nuevos rieles de unión; finalmente, un cruzamiento de salida análogo al cruzamiento de entrada¹.

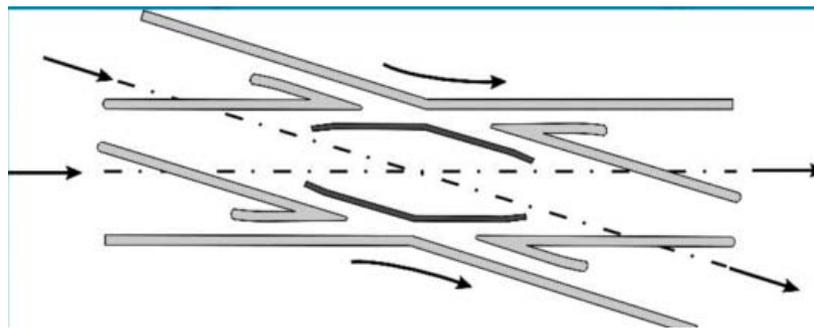


Fig. 1.3 vía oblicua se encuentran sucesivamente

¹ <http://www.umss.edu.bo/epubs/etexts/downloads/26/7.htm>

1.2 Marcha tipo gráfica

Como su nombre lo indica, es un conjunto de gráficas (las que se muestran en las figuras 1.4 y 1.5) las cuales se obtienen básicamente, a partir de la aceleración, carrera libre y frenada de los trenes del punto normal de paro de una estación al punto normal de paro de la siguiente estación, como se muestra en la Fig. 1.4

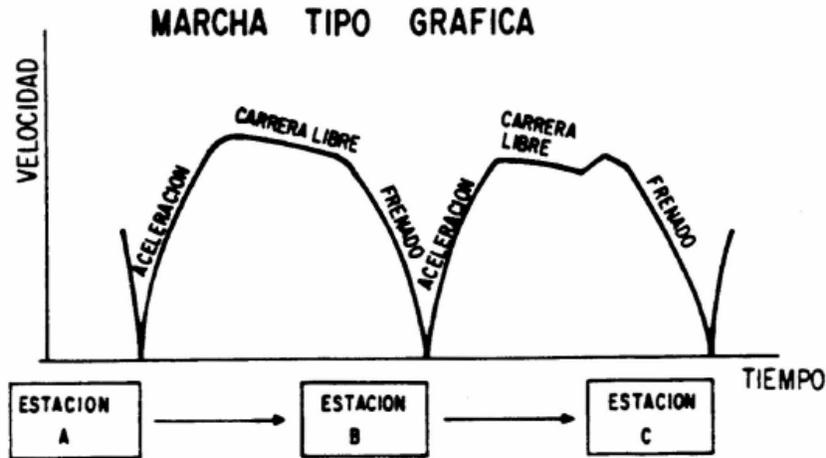


Fig. 1.4 Marcha tipo grafica.

1.3 Marcha tipo práctica

Es un documento establecido a partir de la marcha tipo gráfica de un tren y de los tiempos de estacionamiento asignados para cada estación, el horario que deben respetar los conductores. Comprende los tiempos acumulados en el trayecto desde la terminal hasta la llegada a cada una de las estaciones (Fig. 1.5).

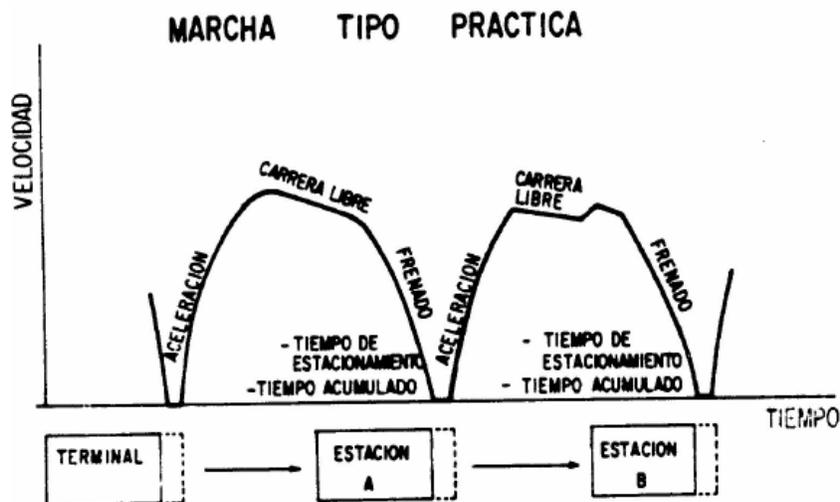


Fig. 1.5 Marcha tipo práctica.

De acuerdo con los trenes en circulación; existen tres clases de marcha tipo práctica:

Marcha tipo práctica "A". Corresponde a las horas en que circula el mayor número de trenes (horas punta), y durante las cuales los conductores deberán tener especial cuidado de respetar los tiempos de permanencia en las estaciones; esto es, sin disminuir ni incrementar dichos tiempos.

Marcha tipo práctica "B". Corresponde a las horas en que no circula el mayor número de trenes, ni el menor número de estos. Deberán ser respetados los tiempos de permanencia en cada una de las estaciones.

Marcha tipo práctica "C". Esta marcha se aplica durante las horas en que circula el menor número de trenes (hora valle).

En estos períodos los conductores deben respetar los tiempos de permanencia establecidos para cada estación. Sin embargo, si la demanda lo permite o lo requiere, estos tiempos puede ser ligeramente modificado, siempre y cuando se realicen los ajustes necesarios a la marcha, considerando que la tolerancia máxima admisible es de 15" para adelanto o retardo.

Un segundo grupo de marcha tipo práctica, se da de acuerdo con las condiciones de alimentación tracción.

Marcha práctica tipo serie. Consiste en el empleo exclusivo de las posiciones T1, T2 y T3 del manipulador (Palanca de Tracciones< en la cabina del tren, como se muestra en la Fig. 1.6).



Fig.1.6 Marcha practica tipo serie.

Este tipo de marcha se aplica por indicaciones del Regulador, al presentarse deficiencias en la alimentación - tracción.

Marcha tipo serie - paralelo o mixta. Esta marcha autoriza el empleo excepcional de las posiciones T4 y T5 del manipulador, en particular para aquellos trenes que presentan problemas de tracción, como es el caso de motrices inactivas o del abordaje de una fuerte rampa.

Nota.- Para las marchas serie y serie-paralelo, la conducción deberá ser en forma manual, quedando prohibida la conducción en pilotaje automático.

1.4 Elementos para la elaboración de horarios

El resultado óptimo de una línea, en cuanto a su operación, requiere de la circulación de una cantidad de trenes que satisfaga la demanda de servicio por parte de los usuarios.

Se tienen previstos tres tipos de horarios:

- a) Día laborable
- b) Sábado
- c) Domingo o día festivo

Estos horarios de trabajo establecen para cada línea el número de trenes a circular, las horas de salida de los trenes en cada una de las terminales, las horas de garaje de los trenes, de acuerdo al tipo de día de que se trata, de esta manera es posible mantener un control de horarios para la circulación de los trenes. Los elementos que se requieren para la elaboración de estos horarios se describen a continuación:

- Duración de carrera = $D C$ (1 ó 2)
- Tiempo de maniobra = $t m$ (A ó B)
- Permanencia mínima en terminal = PM (A ó B)
- Duración teórica de la vuelta = DT
- Tiempo muerto por vuelta = TMV
- Duración real de la vuelta = DR
- Tiempo muerto en terminal = TM (A ó B)
- Intervalo = I

1.4.1 Duración de carrera

La duración de carrera es el tiempo que emplea un tren para recorrer la distancia que existe entre dos terminales, apegándose a la marcha tipo práctica establecida en ese momento. Normalmente la duración de carrera es diferente en vía 1 que en vía 2 (Fig. 1.7).

La duración de carrera se representa por las siglas "DC", acompañadas de los subíndices 1 ó 2, según la vía a que corresponda y se determina por la fórmula:

$$DC_1 = DT - (DC_2 + PMA + PMB) \dots (1)$$

O bien:

$$DC_2 = DT - (DC_1 + PMA + PMB) \dots (2)$$

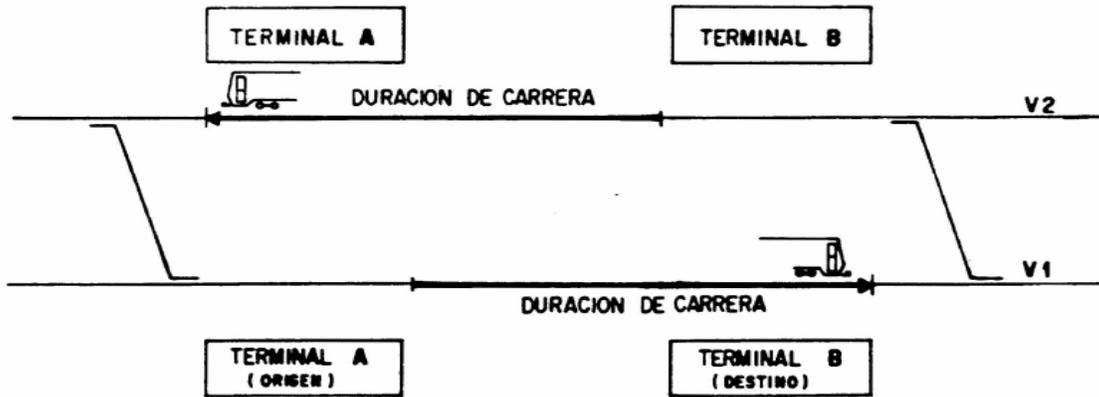


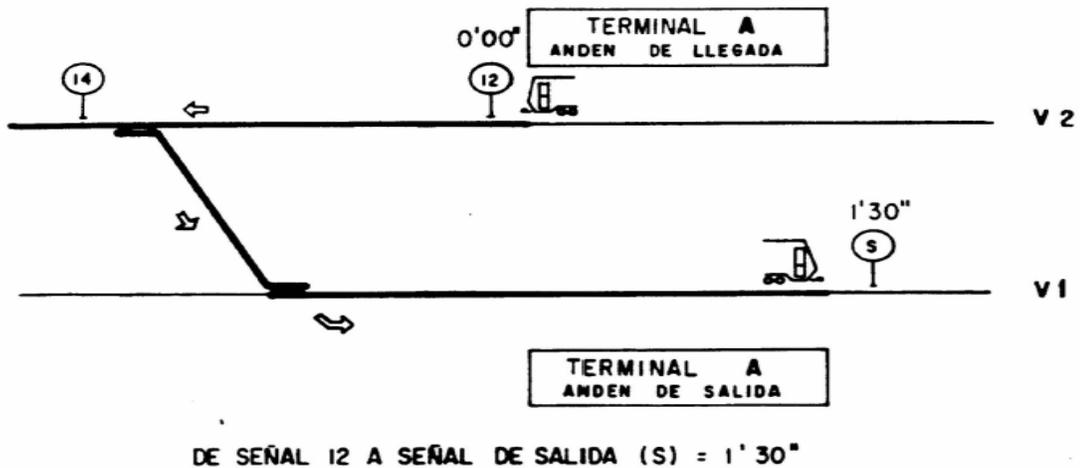
Fig. 1.7 Duración de carrera.

1.4.2 Tiempo de maniobra

El tiempo de maniobra, es aquel que necesita un tren para efectuar la maniobra de cambio de vía en terminales.

En la actualidad existen dos tipos de maniobras: Maniobra "V" y maniobra "O".

Maniobra "V". En este tipo de maniobra el tren realiza su cambio de vía después de arribar a la estación, en las terminales de tres vías existen varios tipos de maniobras "V" (V-1 V-2 y V-3). El tiempo asignado para realizar esta maniobra depende de la terminal y tipo de maniobra "V" a efectuar. El valor mínimo es de 1 minuto 30 segundos. Pudiendo aumentar según las diferentes terminales.



DE SEÑAL 12 A SEÑAL DE SALIDA (S) = 1'30"

Fig. 1.8 Maniobra "V"

Maniobra "0". En esta maniobra, el tren arriba directamente al andén de salida, usualmente la maniobra "0" sirve para recuperar pequeños retardos o para otros fines prácticos, se le asigna un tiempo de 1 minuto (Fig. 1.9)

El tiempo de maniobra se representa por las siglas t_m , seguida de un subíndice que identifica a la terminal por ejemplo; t_{mA} , t_{mB} .

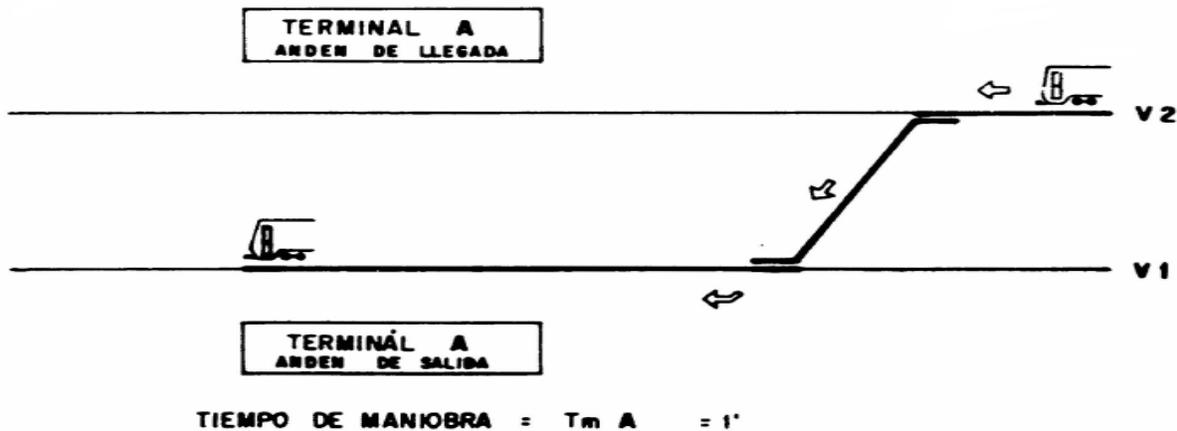


Fig. 1.9 Maniobra "0"

1.4.3 Permanencia mínima en terminal

Es el tiempo mínimo de permanencia de un tren en una terminal y comprende:

En maniobra "V"

- El tiempo teórico de permanencia en el andén de llegada para el descenso de usuarios es de 30".
- El tiempo de maniobra es de minuto 30", pudiendo aumentar según las diferentes terminales.
- El tiempo teórico de permanencia en el andén de salida para el ascenso de usuarios es de 30".
- El tiempo total de permanencia mínima en terminal, para esta maniobra es de 2' 30".

En maniobra "0"

- El tiempo de maniobra es de 1'.
- El tiempo teórico de permanencia en el andén de salida para el ascenso y descenso de usuarios es de 1'.
- El tiempo total de permanencia, mínima en terminal, para esta maniobra es de 2'.

La permanencia mínima se representa por las siglas “PM”, generalmente acompañadas de un subíndice para identificar a la terminal a que corresponde, por ejemplo: PMA, PMB.

1.4.4 Duración teórica de la vuelta (duración mínima)

Es el tiempo necesario para que un tren recorra la línea en los dos sentidos y regrese a su punto de partida, ateniéndose a la marcha tipo práctica establecida y a los tiempos previstos para la permanencia mínima en terminales.

Comprende los siguientes aspectos:

- La duración de carrera por vía uno: DC₁
- La permanencia mínima en la terminal opuesta: PM_B
- La duración de carrera por vía dos: DC₂
- La permanencia mínima en la terminal de origen: PM_A

La duración teórica de la vuelta se representa por las siglas “DT” y puede calcularse mediante la expresión siguiente:

$$DT = DC_1 + PM_B + DC_2 + PM_A \quad \dots (3)$$

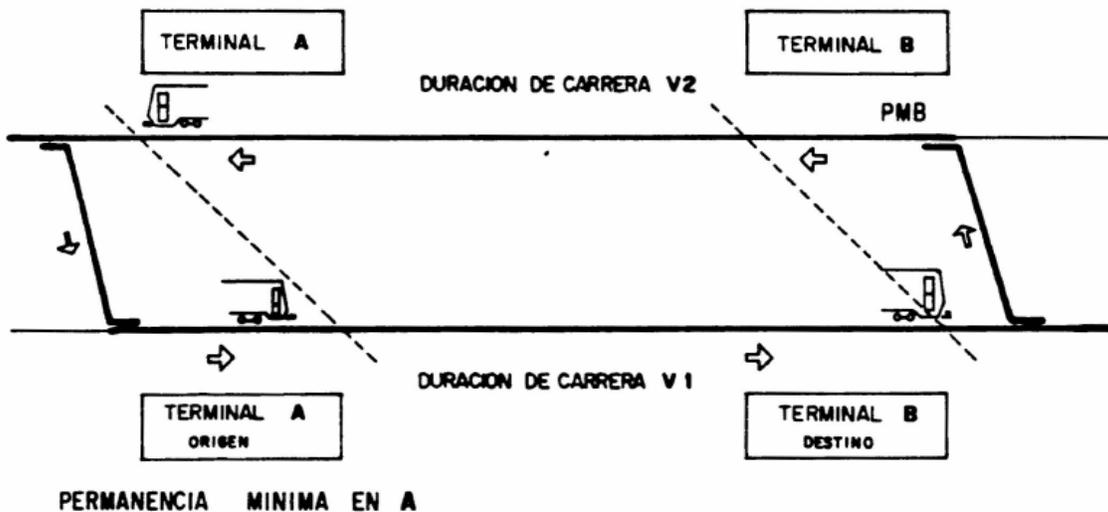


Fig. 1.10 Duración teórica de la vuelta.

Ejemplos

Duración teórica de una vuelta completa

a) Obtener DC₁ a partir de los siguientes datos:

$$DC_2 = 42'45''$$

$$PMA = 2'30''$$

$$PMB = 2'30''$$

$$DT = 90'00''$$

De la ec. # 1: $DC_1 = DT - (DC_2 + PMA + PMB)$ entonces:

$$DC_1 = 90' 00'' - (42' 45'' + 2' 30'' + 2' 30'')$$

$$DC_1 = 90' 00'' - 47' 45''$$

$$DC_1 = 42'15''$$

Obtener DC_2 a partir de los siguientes datos:

$$DC_1 = 13' 50''$$

$$PMA = 2' 30''$$

$$PMB = 2'30''$$

$$DT = 32' 20''$$

b) De la ec. # 2 $DC_2 = DT - (DC_1 + PMA + PMB)$ entonces:

$$DC_2 = 32' 20'' - (13' 50'' + 2' 30'' + 2' 30'')$$

$$DC_2 = 32' 20'' - 18' 50''$$

$$DC_2 = 13' 30''$$

c) Obtener DT a partir de los siguientes datos:

$$DC_1 = 27'05''$$

$$DC_2 = 27'35''$$

$$PMA = 2' 30''$$

$$PMB = 2'30''$$

Si sustituimos los datos anteriores en la fórmula DT , tenemos que:

$$DT = 27' 05'' + 2' 30'' + 27' 35'' + 2' 30''$$

Al realizar las operaciones, resulta que:

$$DT = 59' 40''$$

d) Obtener DT a partir de los siguientes datos:

$$PMA = 2'30''$$

$$PMB = 2'30''$$

$$DC_1 = 30'40''$$

$$DC_2 = 30'45''$$

Si sustituimos los datos anteriores en la fórmula DT tenemos, que:

$$DT = 30' 40'' + 2' 30'' + 30' 45'' + 2' 30''$$

Al realizar las operaciones, resulta que:

$$DT = 66'25''$$

e) Obtener DT a partir de los siguientes datos:

$$DC_1 = 21' 30''$$

$$PM_B = 2' 30''$$

$$DC_2 = 22' 15''$$

$$PM_A = 2'30''$$

Si sustituimos los datos anteriores en la fórmula DT, tenemos que:

$$DT = 21' 30'' + 2' 30'' + 22' 15'' + 2' 30''$$

Al realizar las operaciones, resulta que:

$$DT = 48'45''$$

1.4.5 Tiempo muerto por vuelta

El tiempo muerto por vuelta es aquel que permite tener cierta flexibilidad en la operación de una línea y con ello absorber ligeros retardos en la marcha de los trenes.

Al establecer los horarios, el tiempo muerto por vuelta es introducido voluntariamente, siendo menor durante las horas de mayor circulación de trenes y con un valor más importante en las horas de menor circulación de trenes.

El tiempo muerto por vuelta se encuentra repartido entre dos terminales y no necesariamente debe tener el mismo valor en cada una de ellas.

La repartición de este tiempo se efectúa con base en las condiciones locales de operación de una línea.

El tiempo muerto por vuelta se representa por las siglas "TMV" y puede calcularse mediante las expresiones:

$$TMV = DR - DT \quad \dots (4)$$

$$TMV = TM_A + TM_B \quad \dots (5)$$

Donde:

DR = Duración Real de la Vuelta

DT = Duración Teórica de la Vuelta

TM_A = Tiempo Muerto en la terminal A

TM_B = Tiempo Muerto en la terminal B

1.4.6 Duración real de la vuelta

Es el tiempo que emplea un tren para recorrer la línea en ambos sentidos, ateniéndose a la marcha tipo práctica establecida, a los tiempos previstos para la permanencia mínima en terminales y al tiempo muerto por vuelta.

Comprende:

- a) La duración teórica de la vuelta.
- b) El tiempo muerto por vuelta.

La duración real de la vuelta puede calcularse mediante las expresiones:

$$DR = DT + TMV \quad \dots (6)$$

O bien

$$DR = NT \times I \quad \dots (7)$$

Donde:

- DT = Duración teórica
- TMV = Tiempo muerto por vuelta
- NT = Número de trenes
- I = Intervalo

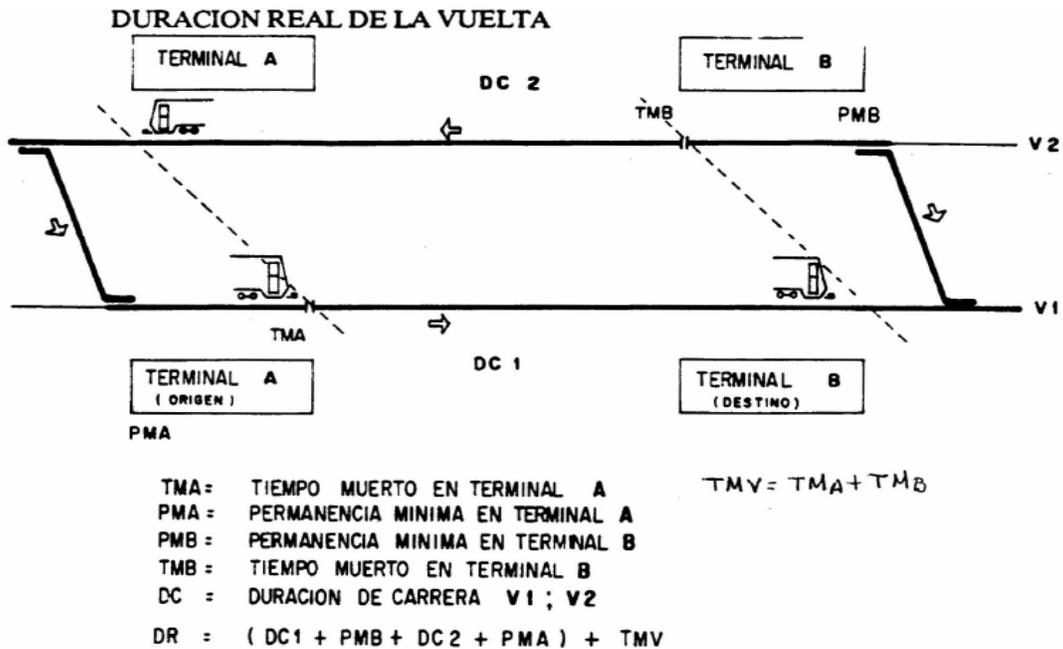


Fig. 1.11 Duración real de la vuelta.

Ejemplos:

a) Obtener TMV, a partir de los siguientes datos:

$$DR = 50'20''$$

$$DT = 48'45''$$

Si sustituimos los datos anteriores en la fórmula TMV, tenemos que:

$$TMV = 50' 20'' - 48' 45''$$

Al realizar la sustracción, el resultado es:

$$TMV = 1'35''$$

b) Obtener TMV, a partir de los siguientes datos:

$$DR = 21' 50''$$

$$DT = 18' 55''$$

Si sustituimos los datos anteriores en la fórmula TMV, tenemos que:

$$TMV = 21' 50'' - 18' 55''$$

Al realizar la sustracción, el resultado es:

$$TMV = 2' 55''$$

c) Determinar DR, a partir de los siguientes datos:

$$DT = 43'40''$$

$$TMV = 4'30''$$

Por el procedimiento que indica la fórmula $DR = DT + TMV$, sustituyendo:

$$DR = 43' 40'' + 4' 30''$$

Al realizar la suma, el resultado será:

$$DR = 48' 10''$$

d) Determinar DR, a partir de los siguientes datos:

$$DT = 26'35''$$

$$TMV = 3'20''$$

Por el procedimiento que indica la fórmula $DR = DT + TMV$, sustituyendo:

$$DR = 26' 35'' + 3' 20''$$

Al realizar la suma, el resultado será:

$$DR = 29' 55''$$

e) Determinar DR, a partir de los siguientes datos:

$$NT = 15$$

$$I = 4' 30''$$

Por el procedimiento que indica la fórmula

DR = NT x I, sustituyendo:
DR = 15X 4' 30"

Al obtener el producto de la multiplicación:
DR = 67'30"

f) Determinar DR, a partir de los siguientes datos:
NT= 26
I = 2' 25"

Por el procedimiento que indica la fórmula DR = NT x I, sustituyendo:
DR - 26X2'25"

Al obtener el producto de la multiplicación:

DR = 62' 50"

1.4.7 Tiempo muerto en terminal

Se llama tiempo muerto en terminal, a aquel que permite asimilar ligeros retardos en la marcha de los trenes que están por arribar a la misma.

Dicho tiempo es materializado en el andén de salida, entre el fin de la permanencia mínima y la hora de partida del tren.

Se representa por las siglas "TM", seguidas de un subíndice para determinar a que terminal corresponde, por ejemplo:

TM_A, TM_B.

Para un determinado tren, el tiempo muerto en terminal puede conocerse a través de la ecuación:

$$TM_A = HS_A - (HS_B + DC_2 + PMA) \dots (8)$$

Donde:

TM_A = Tiempo muerto en terminal "A"

HS_A = Hora de salida de terminal "A" para un tren

HS_B = Hora de salida de terminal "B" para el mismo tren

DC₂ = Duración de la carrera por vía 2

PM_A = Permanencia mínima en terminal A

1.4.8 Intervalo

Es el tiempo que transcurre entre la salida de dos trenes consecutivos de una misma terminal.

Si la marcha tipo es respetada, el intervalo se mantiene constante durante toda la carrera; se representa por la sigla 'I' y se puede conocer a través de la ecuación siguiente:

$$I = \frac{DR}{NT} \dots (9)$$

Donde:

DR = Duración real

NT = Número de trenes

Ejemplos:

a) Determinar I a partir de los siguientes datos:

DR = 62' 30"

NT = 25

De la ec. # (9)

Sustituyendo los valores, tenemos que:

$$I = (62' 30'')/25$$

Al obtener el cociente de la división, el resultado será:

$$I = 2'30''$$

b) Determinar I a partir de los siguientes datos:

NT = 14

DR = 66'30"

De la ec. # 9

$$\text{Substitución: } I = (66'30'')/14 = 4' 45''$$

Si despejamos la ecuación DR - NT x I, podremos obtener también el número de trenes en circulación por la fórmula:

$$NT = \frac{DR}{I} \dots (10)$$

c) Determinar NT a partir de los siguientes datos:

$$DR = 69'40''$$

$$I = 3'10''$$

Si sabemos que $DR = NT \times I$ despejando esta fórmula tenemos

Entonces sustituyendo:

$$NT = (69'40'') / (3'10'')$$

Al obtener el cociente de la división, resulta que:

$$NT = 22$$

1.5 Intervalo previsto

El intervalo previsto es el valor que comprende un período determinado de tiempo entre los trenes que circulan por una misma vía. Este se prevé de acuerdo a la hora de que se trata, es decir, se ajusta a la menor o mayor afluencia de usuarios.

Una línea del Metro tiene la particularidad de que los usuarios, que hacen uso de ella, se presentan sin ninguna noción del horario con que circulan los trenes, cosa que no sucede en el caso de los Ferrocarriles que en cierto modo, es previsible conocer el número exacto de viajeros que un tren en particular va a transportar.

Sin embargo, se puede considerar que para un período determinado, la cantidad de usuarios es constante y continua. Dicha cantidad se presenta en viajeros por minuto.

Resulta claro que el intervalo entre los trenes es el que determina el número de usuarios que, en un momento dado, tiene acceso a una cierta estación.

Cuando el intervalo entre los trenes es superior al valor del intervalo previsto, el número de viajeros admitidos en el andén también será superior; el tiempo de estacionamiento aumentará y la situación podrá llegar a ser crítica, ya que el tren retardado irá acumulando progresivamente mayor retardo y afectará en cierto grado la marcha de los trenes y, en consecuencia, la operación de la línea.

El apego, por parte de los Conductores, a los tiempos fijados por la marcha tipo práctica es trascendental; ya que llevar un adelanto significa que el intervalo que separa al tren que le sigue se va incrementando, con las consecuencias ya señaladas.

De igual manera, un tren retardado al encontrar un mayor número de usuarios en los andenes, aumentará la perturbación de su marcha y el buen servicio en toda la línea.

1.6 Retardos

En la operación de una línea, una perturbación en el tráfico de los trenes se traduce siempre en un retardo, de ahí que cualquier problema por insignificante que parezca debe ser reportado al Regulador, a fin de que éste pueda aplicar las medidas necesarias para que la regulación de los trenes resulte menos afectada.

El retardo puede presentarse de dos formas:

- Retardo acumulado
- Retardo en un punto

1.6.1 Retardo acumulado

Se presenta cuando por cualquier motivo, el tiempo que tarda un tren para ir de una terminal a otra, es superior al tiempo de recorrido concebido por la marcha tipo práctica.

Este tipo de retardo deberá anunciarse, en principio, minuto a minuto por el **Conductor al Puesto Central de Control (PCC)** y puede tener un valor menor, igual o mayor al tiempo muerto existente en la terminal delantera.

1.6.2 Retardo en un punto

Se presenta cuando la marcha de un tren es detenida en un determinado lugar por diversas circunstancias, en estos casos corresponde al Regulador calcular la duración probable del retardo según la naturaleza del incidente.

1.7 Regulación en línea

La regulación en línea, es aplicada normalmente en forma automática por la **Programadora General de Tráfico (PGT)**, o, bien en forma manual por el Regulador.

En ambos casos la puesta en práctica de la regulación en línea se basa en los mismos principios, llevándose a cabo con el encendido y apagado del DBO (**Despacho Bajo Orden**) y la modificación de la hora de salida registrada en la terminal en caso necesario.

La importancia de la regulación estriba en tratar de conservar un mismo intervalo en toda la vía, aún cuando éste sea mayor al intervalo previsto.

El procedimiento aplicado en caso de incidente consiste en acelerar al tren perturbador, si esto es posible según la hora en que suceda.

Lo anterior se logra variando las marchas implantadas y reduciendo los tiempos de estacionamiento para este tren; en caso de que el retardo sea importante se retiene a los trenes que se encuentran atrás y adelante del tren perturbador, con el fin de impedir que los primeros se acerquen y los segundos se alejen.

Es importante que los Conductores de los trenes que han sido retenidos, continúen su marcha a la brevedad posible al apagado del “DBO”².

² **Manual Regulación de los trenes**, Conductor metro neumático STC, metro.

Capítulo 2

Descripción del equipo de pilotaje automático

El parque vehicular está formado por trenes de rodadura férrea y neumática. En total, cuenta con 355 trenes: 322 trenes de rodadura neumática de caucho (291 de nueve carros y 31 de seis) y 33 trenes de rodadura férrea de 6 carros. En su construcción destacan las empresas *ALSTOM, SA*; *Bombardier, Inc.*; Construcciones y Auxiliar de Ferrocarriles, SA; y Constructora Nacional de Carros de Ferrocarril, SA.

El sistema utiliza un ancho de vía de 1 435 mm. Los trenes de rodadura neumática además de emplear este ancho de vía necesitan una superficie de rodamiento para los neumáticos. Esta superficie de rodamiento tiene un ancho de vía de 1 993 mm. La tensión a la cual operan todos los trenes (férreos y neumáticos) es de 750 Vcc. Los trenes de rodadura neumática obtienen la tensión necesaria por medio de barras guías colocadas a los costados de la superficie de rodamiento.

Los trenes de rodadura férrea poseen un pantógrafo en la parte superior para recibir la tensión suministrada por medio de una catenaria^{1 2}.

2.1 Descripción del equipo de Pilotaje Automático (PA)

En la fig. 2.1 se observa el diagrama esquemático del equipo de embarcado y fijo del pilotaje automático.

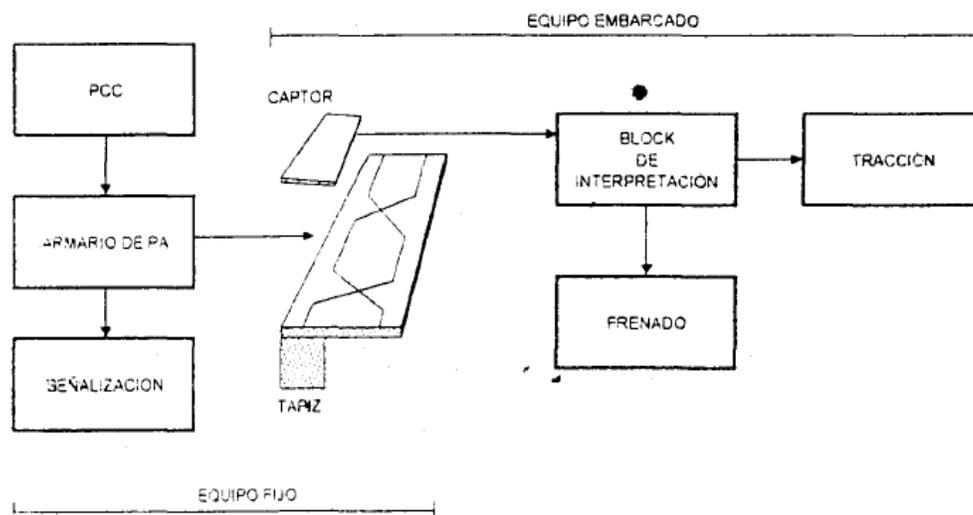


Fig. 2.1 Esquema sinóptico del sistema de Pilotaje Automático

¹ http://es.wikipedia.org/wiki/Metro_de_la_Ciudad_de_M%C3%A9xico

² En ferrocarriles se denomina **catenaria** a la línea aérea de alimentación que transmite potencia eléctrica a las locomotoras u otro material motor. [http://es.wikipedia.org/wiki/Catenaria_\(ferrocarril\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Catenaria_(ferrocarril))

El pilotaje automático está constituido por dos subsistemas, los cuáles se denominan.

- Equipo Fijo.
- Equipo Embarcado.

2.1.1 Equipo fijo

El Equipo fijo es aquel que se localiza a lo largo de las vías y locales técnicos.

Con el objeto de asegurar una buena disponibilidad y facilitar el mantenimiento del equipo fijo, éste se encuentra instalado de tal manera que cada intersección constituye un conjunto independiente de las estaciones adyacentes.

El equipo fijo instalado en las vías principales, servicios provisionales y maniobras en las terminales, está constituido por un programa de marcha inscrito en ellas, por medio de un dispositivo emisor colocado dentro de la canaleta de leucoleno³ (a éste arreglo comúnmente se le denomina *tapiz*).



Fig.2.2 Cable piloto sobre la barra guía (tapiz) canaleta de leucoleno.

El programa de marcha transmite en cada punto las condiciones correspondientes a una posición del tren respecto a la cabina delantera, éste se localiza a 67 metros

³ Canaleta plástica que se encuentra sobre la barra guía.

atrás de ella, el cual es recibido por medio de los captores de alta frecuencia instalados en el carro remolque central denominado PR (piloto), nos permite circular en las vías principales, servicios provisionales y maniobra en las terminales.

El programa de marcha se subdivide en secciones de acuerdo a las necesidades del sistema de Pilotaje Automático y a las condiciones locales de operación.

El dispositivo emisor antes mencionado está constituido por un cable autocruzado, el cual presenta entre su hebra de ida y hebra de vuelta, transposiciones perpendiculares denominadas cruzamientos. La distancia entre dos cruzamientos sucesivos se denomina segmento y es el indicativo de la velocidad que se desea tenga el tren cuando su cabina delantera esté a 67 metros delante de dicho segmento. La velocidad indicada por cada segmento de longitud (L) está dada por la siguiente ecuación:

$$V = \frac{L}{0.3} \left(\frac{m}{seg} \right) \dots 2.1$$

Donde:

- L = Longitud del segmento (0.3 a 7 m)
- 0.3 = tiempo de referencia en segundos
- V = Velocidad del tren (m/s)

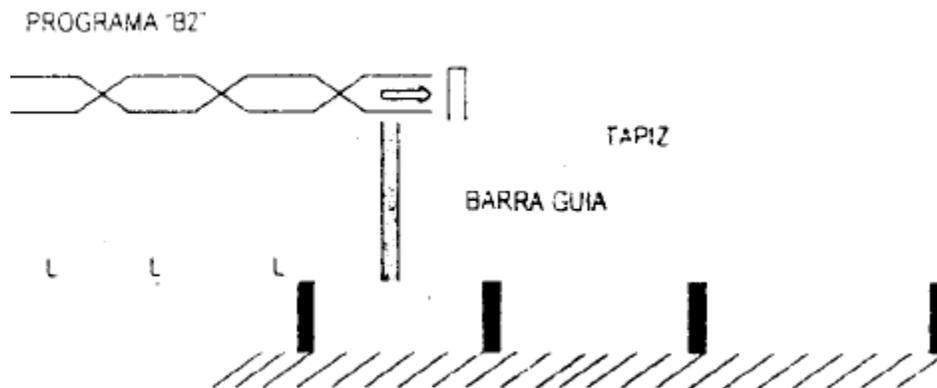


Fig. 2.3 Cruzamientos del programa "B2"

El equipo instalado en los locales técnicos de las estaciones y en los puestos de maniobras la forma un conjunto de armarios con tarjetas y dispositivos electrónicos, los cuales reciben por cada vía y por zonas las informaciones tele transmitidas desde el Puesto Central de Control (PCC) así como los estados que guarda la señalización. Una vez analizadas estas informaciones por este equipo, emite las señales correspondientes hacia el cable auto cruzado (tapiz), mencionado anteriormente.

2.1.2 Equipo embarcado

El equipo embarcado es aquel que se localiza a bordo del tren y distribuido a lo largo del mismo. Está constituido por:

- 4 Captores de Alta Frecuencia (HF).
- 1 Rueda Fónica (RF).
- 1 Captor Cotep (CC).
- 9 Amplificadores Locales de Desfrenado (ALD).
- 2 Bloques de conmutación de hilos de línea de tren (RL).
- 1 Bloque de interpretación PA - CMC.
- 1 Bloque de interpretación CML - CMR.

El fin de los equipos embarcados es de leer el programa de vía, interpretarlo y transmitirlo bajo una forma que puedan asimilar los órganos del tren, contienen todos los circuitos electrónicos correspondientes a los diversos modos de conducción.

Estos equipos van interconectados por mazos de cableado y cajas de acoplamiento, Caja de Conexiones Trasera (BRR, Siglas en francés) y Caja de conexiones Delantera (BRV, Siglas en Francés). Las líneas del tren aseguran el empalme con los órganos del tren.



Fig. 2.4 Mazos de cableado y cajas de acoplamiento

El principio de operación de manera general se describe a continuación:

Los Captores de Alta Frecuencia. Están localizados en la parte superior de las ruedas guías del carro central llamado remolque piloto (PR); su función es recibir las señales de 135 KHz y bajas frecuencias, emitidas por el programa tapiz, asegurando el enlace vía - tren cuando se circula por zonas del programa en los modos de conducción Pilotaje automático (PA), Conducción Manual controlada (CMC) o Conducción Manual limitada (CML).

Los Captores de alta frecuencia están separados del programa tapiz (B2) a una distancia de 15 ± 2 cm.



Fig. 2.5 Separación entre el captor y programa B2.

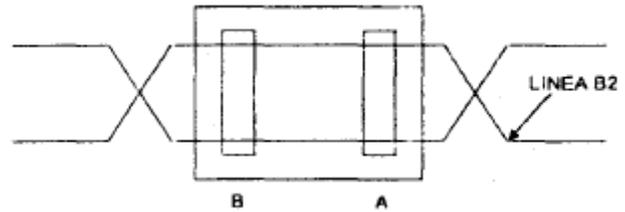


Fig. 2.6 La función del Captor de alta frecuencia es recibir las señales de 135 KHz v bajas frecuencias.

La Rueda Fónica. Es un disco ranurado y metálico, se localiza en la maza de la rueda portadora, carece de cualquier mecanismo de freno, con el fin de proveer una señal de velocidad real.

Captor Cotep. Se encuentra separado a una distancia aproximada de 1.5 ± 0.2 mm de la Rueda Fónica (Fig. 2.7). La variación del centro de la reluctancia de la cabeza a la bobina al girar la Rueda Fónica proporciona una señal alterna, ligeramente achatada en su ciclo negativo y con frecuencia proporcional a la velocidad del tren.



Fig. 2.7 Conjunto Rueda Fónica. Captor Cotep.

La rueda fónica está compuesta de 120 polos, 120 ranuras.

Los amplificadores locales de desfrenado. Se encuentran localizados a lo largo del tren, uno por carro tienen la función de controlar los órganos de frenado neumático o eléctrico del tren a partir de una señal de 23 KHz entregada por los bloques de interpretación PA – CMC (Conducción Manual Controlada) o CML (Conducción Manual Limitada) – CMR (Conducción Manual Restringida). Los ALD's operan en los modos de conducción PA, CMC, CML y CMR. Toda interrupción de la señal de 23 KHz provocará la aplicación de un Frenado de Urgencia (FU).



Fig.2.8 Localización del ALD.

Bloque de conmutación de hilos de tren (RL). Éste dispositivo opera de interface de algunas señales de salida de los bloques PA - CMC y CML - CMR y los hilos de línea de tren, además de controlar las órdenes de mando de apertura y cierre de las puertas. Se localiza uno por cada motriz⁴ (M) (Figura 2.9).



Fig. 2.9 Localización del RL.

⁴ Motriz, Carro motor, se cuenta en un tren completo de 9 vagones con seis de este tipo.

Bloques de interpretación PA - CMC y CML - CMR. Conjunto de cartas electrónicas donde se localizan los circuitos de seguridad y lógicos de las marchas PA - CMC y CML - CMR, se encuentran en el carro remolque PR.

Estos circuitos van repartidos en los cajones, desempeñan cinco cadenas funcionales principales:

- Captación. Energía Cable.
- Cronometría. Mando de la corriente "P".
- Seguridades Dinámicas.
- Control de la Desaceleración.
- Alimentación.



Fig. 2.10 Bloques de interpretación PA-CMC y CML-CMR.

Constitución:

Estos cajones tienen una concepción idéntica; se conectan fácilmente por medio de guías de deslizamiento sobre unas Cartas Madre PA - CMC y CML. CMR. Unas asas facilitan su extracción.

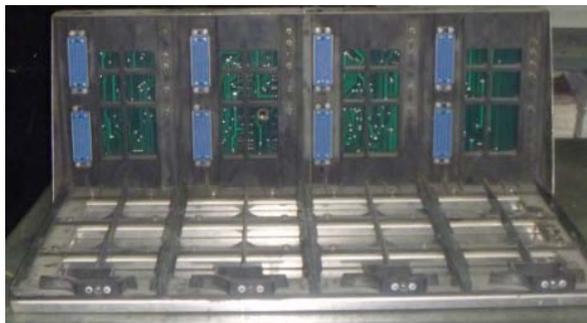


Fig. 2.11 Cartas Madre de PA - CMC y CML - CMR.

Cada cajón tiene una Carta Madre Particular, la cual desempeña la interconexión de las cartas electrónicas; un enchufe test sobre la cara delantera facilita las operaciones de control.

En el interior de los cajones están conectadas las cartas electrónicas por medio de guías de deslizamiento.

Su acoplamiento se realiza por conectores tipo macho de 35 pines, dotados de desengañadores, evitando así cualquier error de posicionamiento. Unos extractores facilitan el retiro de las cartas.

Cuando están instalados los bloque de interpretación PA - CMC y CML. CMR en el tren, sus circuitos electrónicos se enfrían por ventilación forzada.



Fig. 2.12 Conjunto de cartas electrónicas ensambladas en cajón I Alimentación PA - CMC.



Fig. 2.13 Cartas electrónicas donde se muestran conectores, desengañadores, extractores y elementos montados sobre éstas.

Los cajones están organizados de la forma siguiente:

- Cajón I: Alimentación PA - CMC
- Cajón II: Seguridades PA - CMC
- Cajón III: Energía Cable PA - CMC
- Cajón IV: Captación PA - CMC
- Cajón I: Alimentación CML - CMR
- Cajón II: Seguridades CML – CMR

Estos módulos de interpretación son de vital importancia en la explotación de los trenes, ya que operan como un cerebro electrónico, es decir, captan del tapiz la información enviada desde el Puesto Central de Control (PCC) y de la red.

Interpretan las informaciones según los diferentes modos de conducción, toman las decisiones según las condiciones de la línea y traducen éstas informaciones en órdenes al tren, garantizando con un alto nivel de eficiencia las diferentes funciones de partida, marcha, frenado y paro del tren, vigilando que todas las condiciones de seguridad estén reunidas para autorizar el movimiento del tren.

2.2 Modos de conducción

En los trenes equipados con el Sistema de Pilotaje Automático existen los siguientes modos de conducción, cuyo orden prioritario es:

- Pilotaje Automático (PA)
- Conducción Manual Controlada (CMC)
- Conducción Manual limitada (CML)
- Conducción Manual Restringida (CMR)
- Conducción Libre Limitada a T2 (CLT2)

De estos modos de conducción, el que opera con mayor grado de seguridad y automatismo es el de Pilotaje Automático, los restantes disminuyen progresivamente ambos factores hasta llegar a la conducción CLT2, la cual es totalmente independiente del equipo de PA.

Los modos de conducción PA, CMC y CML solamente pueden ser obtenidos en zonas equipadas con el Sistema de Pilotaje Automático que se encuentre en funcionamiento



Fig. 2.14 Cabina de conducción.

2.2.1. Conducción Pilotaje Automático (PA)

El modo de conducción PA, es en el que normalmente deben circular los trenes durante todo el servicio, ya que permite a partir de las informaciones recibidas del equipo fijo de PA, realizar automáticamente la salida del tren en cada estación, la marcha entre estaciones y el paro en la siguiente estación, respetando la seguridad de espaciamiento entre trenes y la protección en las maniobras en las terminales. La intervención por parte del conductor se centra en las siguientes acciones:

- Apertura de puertas.
- Cierre de puertas.
- Orden de partida.

Ésta orden no puede ser dada si el dispositivo de regulación DBO (Despacho Bajo Orden), lo prohíbe y principalmente no podrá ser ejecutada si no se han reunido todas las condiciones de seguridad. Cualquier degradación de modo de conducción debe ser autorizada por el PCC.

Las características de éste modo de conducción son las siguientes:

- Conducción automática.
- Se logra paro automático en estación y ante una señal al alto.
- Respeto de las limitaciones de velocidad.
- El lado de apertura de las puertas está validado por la Baja Frecuencia (BF) OD (Apertura de Puertas Derechas) u OG (Apertura de Puertas Izquierdas) correspondiente al modo SAS (Servicio Automático de Estación).

2.2.2 Conducción manual controlada

El modo de conducción CMC permite conservar en los conductores la práctica de la conducción manual, es decir, que el conductor a través de la operación del manipulador debe asignar los grados de tracción o frenado requeridos para que el tren circule normalmente.

Sin embargo el equipo de PA embarcado sigue vigilando todas las seguridades y en el caso de la pérdida de alguna de ellas, como por ejemplo, una velocidad superior a la autorizada por el programa o si se realiza un franqueamiento de una señal al alto, el equipo mandará un paro total del tren automáticamente.

Las características son las siguientes:

- Conducción Manual. Todos los grados de tracción y frenado están activos.
- Hay protección al acercamiento y contra el franqueamiento de una señal al alto.
- Control de sobre-velocidad.

El lado de apertura de las puertas es igual al descrito en el modo de conducción PA.

En el acercamiento a una señal al alto, cuando los captosres delanteros no encuentran señal de Alta Frecuencia (HF), se utilizan los captosres traseros para el acercamiento hasta el pie de la señal (la tracción se encuentra limitada a tracción T1). Para poder rearmar el piloto, el captor delantero derecho debió haber quedado sobre una zona que contenga la BF ZR (Zona de Rearme) cuando la señal pasa a permisivo. (Ésta zona se encuentra al pie de cada señal y en cada estación).

2.2.3 Conducción Manual Limitada (CML)

El modo de conducción CML, permite la circulación de trenes con los límites de velocidad de 50 y 25 km/h.

Las características son las siguientes:

- Conducción Manual. Todos los grados de tracción y frenado están activos.
- Se tiene protección al acercamiento y al franqueamiento de una señal al alto.
- Control de sobre-velocidad a 50 Km/h ó 25 Km/h dependiendo de la zona.

En CML, es factible tener 2 umbrales de sobre-velocidad:

1. A 50 Km/h, cuando se capta Alta Frecuencia (HF) más la BF VM (Velocidad Máxima).
2. A 25 Km/h, cuando se capta solamente Alta Frecuencia (HF).

En ningún caso se toman en cuenta los cruzamientos de la línea B2 (Programa para Pilotaje Automático).

2.2.4 Conducción Manual Restringida (CMR)

En el modo de conducción CMR, se permite la circulación del tren a velocidad máxima de 35 Km/h. Sin protección del frenado de urgencia al franqueamiento de señales al alto, pero manteniendo la protección por sobre velocidad con un frenado de urgencia. Éste modo de conducción se utiliza cuando no es posible obtener los modos de conducción PA, CMC o CML.

Las Características de éste modo de conducción son las siguientes:

- Conducción Manual. Todos los grados de tracción y frenado están activos.
- No se tiene protección de franqueamiento de una señal al alto espaciamento (previa autorización).

- Control de sobre-velocidad a 35 Km/h.
- Sólo es posible tomar éste modo de conducción en caso de ausencia de Alta Frecuencia (HF) habiéndose desarmado previamente el piloto.
- El accionamiento permanente de la llave DR (Conducción Restringida).

2.2.5 Conducción CLT2

El modo de conducción CLT2, es el último recurso para lograr la conducción de un tren y solamente debe ser tomado si la falla es tal que ninguno de los modos de conducción PA, CMC, CML y CMR estén disponibles, bajo previa autorización del PCC.

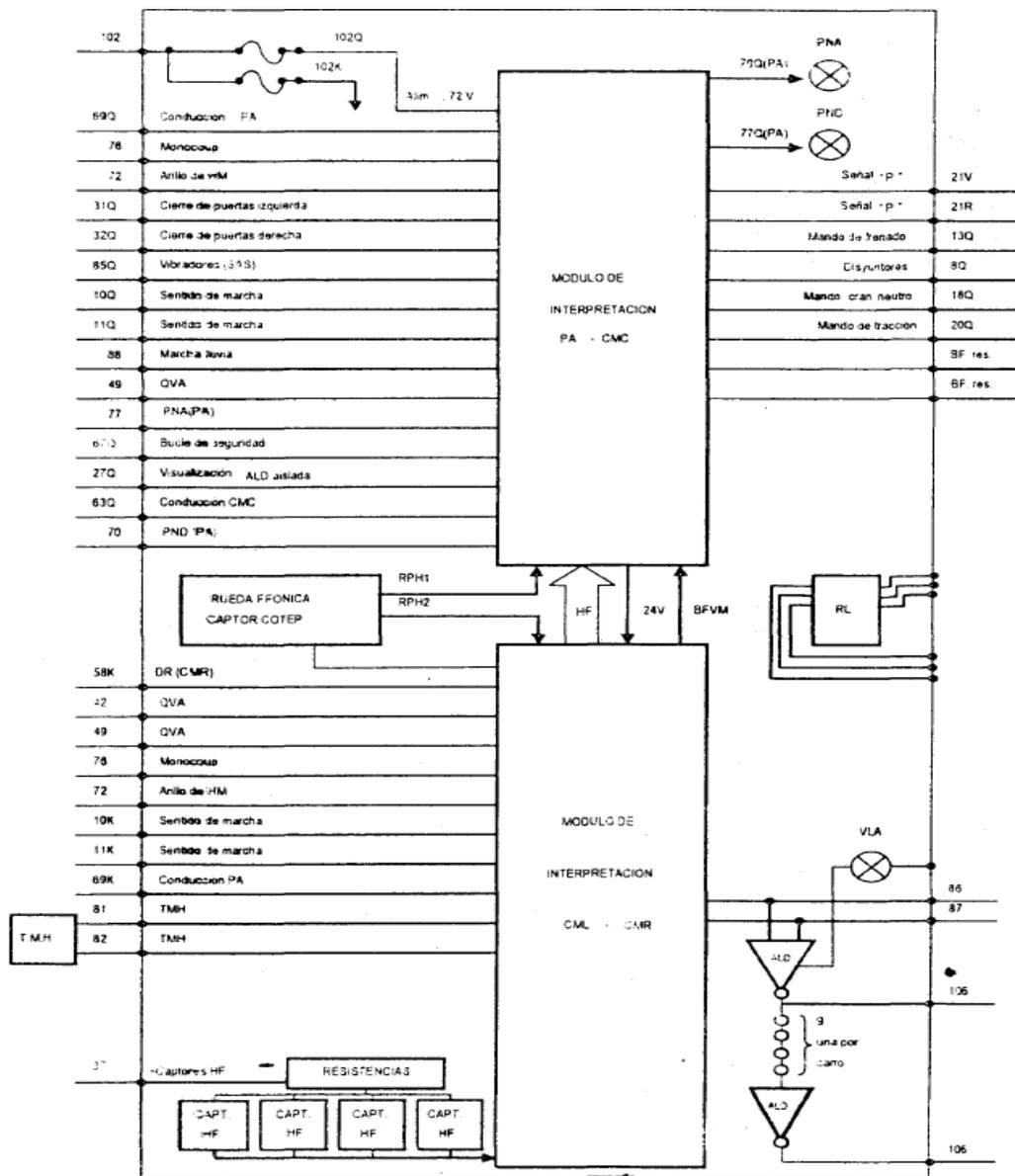


Fig. 2.15 Sinóptico de equipo de embarcado.

2.3 Captor HF 135 KHZ

Un "Captor HF" (4 por tren) esta compuesto por dos partes:

La primera parte o zócalo esta fija y solidaria del soporte del "Captor" (el cual está fijado encima de las ruedas guía).



Fig. 2.16 Localización del "Captor HF"

La segunda parte o tapa es desmontable, la extracción de la tapa da acceso a las bobinas de captación 135 KHz y a la carta electrónica asociada "Captor HF".



Fig. 2.17 Constitución del Captor HF

La conexión de los "Captadores HF" con los otros equipos se hace mediante cables flexibles y cajas de acoplamiento. Los cuatro "Captadores HF" son idénticos.

2.4 Electrónica asociada

La carta "Captor HF" es la parte electrónica asociada con las bobinas que leen el programa B2. Su finalidad es filtrar y disponer bajo una forma que puedan asimilar los circuitos de captación 135 KHz por medio de las cartas "Interfase Captadores", las señales inducidas en las bobinas.

El "Captor HF" está concebido en seguridad intrínseca. Con el fin de obtener una interacción mínima, dos bobinas coplanarias distantes de 15 cm envían cada una

la señal inducida por el programa B2 a un filtro paso de banda seguido por un amplificador.

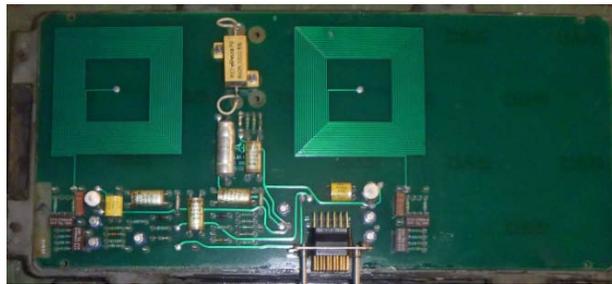


Fig. 2.18 Composición del Captor HF.

La carta "Captor HF" utiliza:

- Dos transformadores de enlace sintonizados a 135 KHz
- Dos filtros paso banda.
- Dos amplificadores de tensión.
- Dos generadores de corriente.

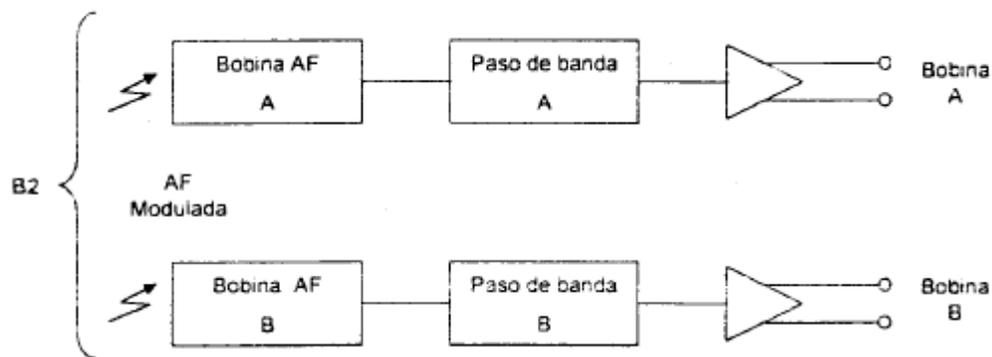


Fig. 2.19 Captor AF 135 Khz.

Señales

- Alimentación nominal +72 V.
- Correspondencia Frecuencia - Corriente:

Frecuencia	Corriente por bobina (valor cresta a cresta)
119 KHz	$8 \text{ mA} \leq I \leq 12 \text{ mA}$
135 KHz	$12 \text{ mA} \leq I \leq 16 \text{ mA}$
153 KHz	$8 \text{ mA} \leq I \leq 12 \text{ mA}$

$$\frac{V_s 119 \text{ kHz}}{V_s 135 \text{ kHz}} \leq 0.85$$

$$\frac{V_s 153 \text{ kHz}}{V_s 135 \text{ kHz}} \leq 0.85$$

Frecuencia	Tensión sobre carga 50 ohms
119 KHz	$0.4 V_{cc} \leq V_s \leq 0.6 V_{cc}$
135 KHz	$0.6 V_{cc} \leq V_s \leq 0.8 V_{cc}$
153 KHz	$0.4 V_{cc} \leq V_s \leq 0.6 V_{cc}$

Fig. 2.20 Correspondencia Frecuencia-Corriente.

2.5 Captor BF 4.8 KHZ

El "Captor BF 4.8 KHz" (2 por tren) tiene una constitución análoga a la del "Captor HF". La primera parte o "zócalo" es fija y solidaria de la viga delantera de cada motriz "M". La segunda parte o "tapa" es desmontable.

Al extraer la tapa se puede acceder a las bobinas de captación 4.8 KHz y a la carta electrónica asociada "Captor BF".

El "Captor BF" es acoplado por medio de un cable flexible de 3 hilos:

- Hilo 127A: Alimentación 72 V.
- Hilo T: Masa.
- Hilo 70C: Salida señal captada 4.8 KHz.

Las dos bobinas están superpuestas.

La altura del "Captor 8F" con relación al hilo AA 4.8 KHz es alrededor de 23 cm, los dos "Captadores 8F" son idénticos.

2.5.1 Electrónica asociada

La carta "Captor BF 4.8 KHz" tiene la finalidad de filtrar y disponer bajo una forma que pueda asimilar el bloque CML - CMR las señales inducidas en las bobinas del "Captor BF" por el hilo de paro automático (zonas de garaje, talleres).



Fig. 2.21 Vías secundarias no equipadas, con Pilotaje Automático

El "Captor BF" está recorrido por una corriente alterna de frecuencia 4.8 KHz con intensidad comprendida entre 80 y 200 mA eficaces.

Las señales inducidas en las bobinas accionan en diferencial un amplificador operacional de gran ganancia seguido por una etapa de potencia transistorizada. La salida se hace sobre transformador.

La carta "Captor BF" utiliza:

- Un amplificador operacional montado en diferencial.
- Una etapa de potencia.
- Un transformador de salida.

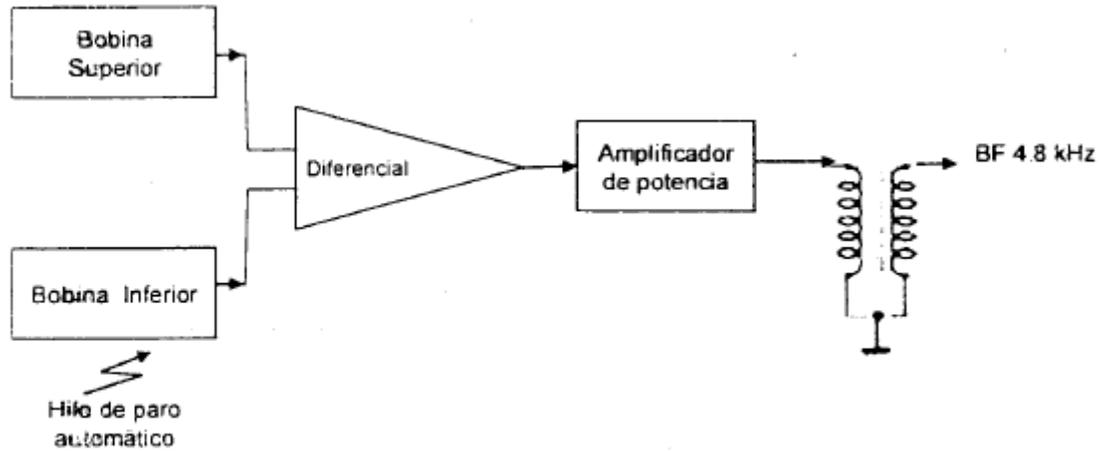


Fig. 2.22 Captor BF 4.8 KHz.

Señales

Tensión de salida sobre carga $1\text{ K}\Omega$:

- para una inducción de 1 A ef. $5.6\text{ Vcc} \pm 0.5\text{ Vcc}$.

Tensión de salida sobre carga $1\text{ K}\Omega$:

- para una inducción de 0.5 A ef. $2.55\text{ Vcc} \leq V_s \leq 3.05\text{ Vcc}$.
- Frecuencia de inducción 4800 Hz.
- Altura de inducción: 0.23 m.

Capítulo 3

Bloques de interpretación y funcionamiento

3.1 Bloque de interpretación PA - CMC

- Se presenta bajo la forma de un bastidor dentro del cual están ubicados cuatro cajones funcionales.
- Conjunto de cartas electrónicas donde se localizan los circuitos de seguridad y lógicos de las marchas PA - CMC.

Los cajones están organizados de la forma siguiente:

- Cajón I: Alimentación PA - CMC
- Cajón II: Seguridades PA - CMC
- Cajón III: Energía Cable PA - CMC
- Cajón IV: Captación PA – CMC



Fig. 3.1 Bloque de Interpretación PA - CMC

3.2 Cajón I alimentación PA - CMC

El cajón I comprende las cartas electrónicas siguientes:

- Alimentación 1.
- Alimentación 2.
- Alimentación 3.
- Alimentación 4.
- Circuitos Anexos.
- Relés Ecuación de Partida.

3.2.1 Cartas "alimentación 1" y "alimentación 2"

Mediante estas dos cartas, se elaboran las tensiones continuas + 24 V necesarias al funcionamiento de los circuitos del piloto automático.

Estas dos cartas forman un convertidor continuo/continuo que funciona de la manera siguiente:

La entrada continua se hace en +72 V sobre la carta "Alimentación 1" es transmitida:

- A una alimentación auxiliar de la carta "Alimentación 2".
- Sobre los circuitos de recorte de la carta "Alimentación 2" por un conmutador electrónico.

Un circuito de pilotaje transmite señales cuadradas, cuyo nivel es sensiblemente igual a la tensión auxiliar. Estas señales puestas bajo la forma de dientes de sierra, son comparadas después a un nivel continuo, función de la variación del +24 V Bruto de salida del conjunto. En la salida de esta comparación (almenas de ancho variable) mandan el conmutador electrónico de la carta "Alimentación 1". Este conmutador (transistor) va seguido por un circuito depósito que manda a un limitador de corriente cerrado de nuevo sobre el comparador de salida del +24 V bruto.

3.2.2 Composición funcional

La carta "Alimentación 1" esta compuesta por:

- Un circuito de filtrado y de protección de entrada (asociado con el dispositivo de protección de la carta "Alimentación 2").
- Un conmutador electrónico (transistor).
- Un diodo asociado al circuito de recorte de la carta "Alimentación 2".

La carta "Alimentación 2" lleva:

- Una alimentación auxiliar con recorte.
- Un circuito de pilotaje de la alimentación principal.
- Un comparador de tensión de salida, asociado a un circuito de referencia.
- Un circuito de puesta en forma.
- Un circuito limitador de nivel (de entrada comparación).
- Un comparador de la puesta en forma pilotaje en la salida del comparador de la tensión de salida.
- Un circuito seguidor.
- Un limitador de corriente.
- Un circuito depósito.
- Un dispositivo de protección y de filtrado.

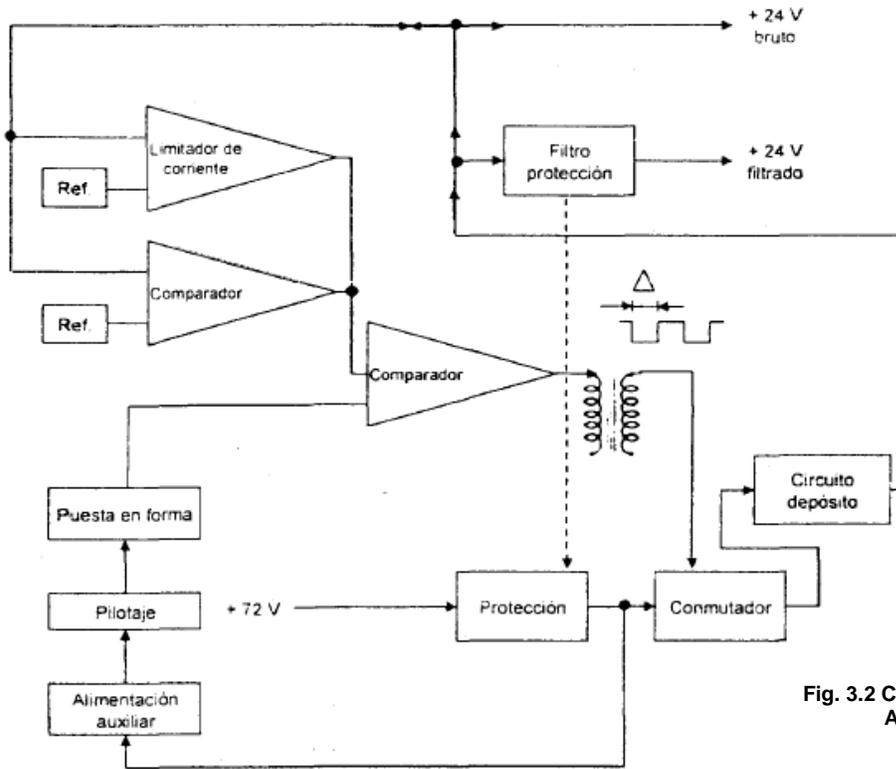


Fig. 3.2 Cartas Alimentación 1 y Alimentación 2.

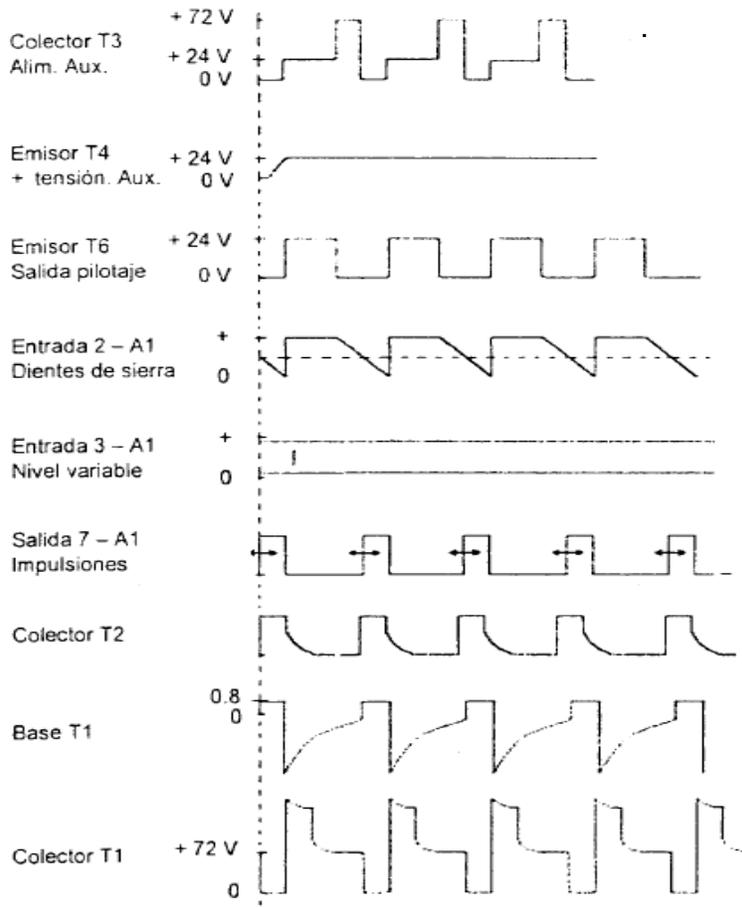


Fig. 3.3 Señales de alimentación 2.

3.2.3 Carta "Alimentación 3"

La carta "Alimentación 3" es un convertidor alimentado en +24 V bruto y que transmite las tensiones siguientes:

- +8 V utilizada para la elaboración del +5 V que permite la alimentación de los circuitos integrados.
- ±12 V utilizados para la alimentación de las distintas cartas.
- En forma de almenas (48 V) CT1 - CT2 utilizadas para elaborar -24 V.

El convertidor utiliza un dispositivo de conversión DC/AC seguido por rectificadores doble alternancia y células de filtrado.

Esta carta comprende los siguientes elementos 8 (Fig. 3.4):

- Un convertidor DC/AC compuesto por dos transistores de conmutación asociados a un transformador y a elementos formando célula de arranque.
- Tres rectificadores con dos diodos cada uno.
- Tres células de filtrado (condensadores en la masa).

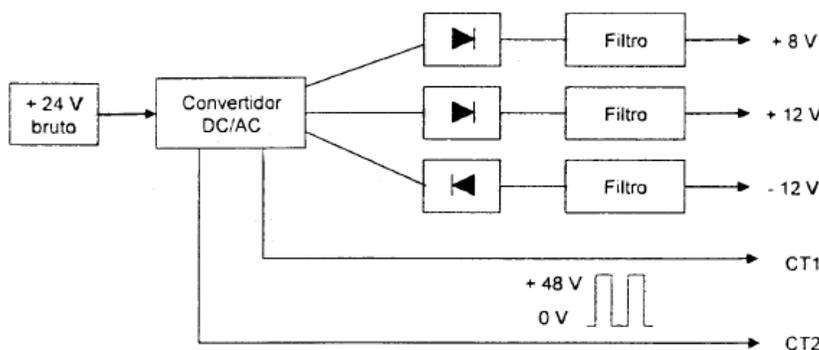


Fig. 3.4 Carta Alimentación 3.

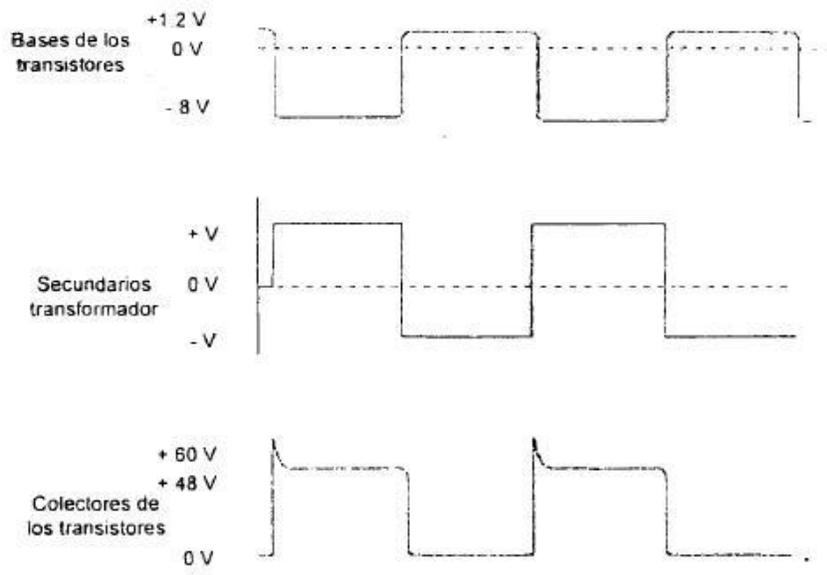


Fig. 3.5 Señales de Alimentación 3.

3.2.4 Carta "alimentación 4" PA - CMC

La carta "Alimentación 4" PA - CMC tiene la función de elaborar a partir del +24 V filtrado:

- El test 15 V seguridad (+15 V).
- El control 15 V seguridad.
- La prueba control 15 V seguridad (+5 V).

También elabora:

- -24 V a partir de las informaciones CT1 - CT2 procedentes de la carta "Alimentación 3".
- +5 V a partir del +8 V procedente de la carta "Alimentación 3".

La prueba 15 V seguridad (+15 V) es creada mediante un comparador diferencial con referencia a partir del +24 V y que también recibe la salida de un balasto. Esta tensión sirve de referencia para un segundo comparador diferencial que recibe igualmente una señal de 100 KHz generada por un oscilador.

La salida de este segundo comparador, amplificada, transmite una señal cuadrada "control 15 Vs" (utilizada sobre la carta "SD3"). Esta señal después de ser rectificadas y filtradas, determina la señal "Prueba control 15 Vs" (+5 V).

Dos circuitos independientes complementan esta carta:

- El circuito de elaboración del -24 V que comprende un transformador mandado por CT1 - CT2, seguido por un circuito de rectificación y de filtrado.
- El circuito de elaboración del +5 V compuesto por un circuito de filtrado y regulación mandado a partir del +8 V.

Esta carta está compuesta por los elementos siguientes:

- Dos comparadores diferenciales.
- Dos etapas de referencia.
- Un transistor balasto.
- Un oscilador tipo "COLPITTS" 100 KHz.
- Un amplificador con transistores complementarios, con un transformador de entrada y un transformador de salida.
- Un circuito rectificador, filtro y protección.
- Una alimentación (0 - 24 V) compuesta por un transformador, un puente de diodos, un filtro.
- Un circuito de elaboración del +5 V compuesto por una célula de filtrado, un regulador y otra célula de filtrado.

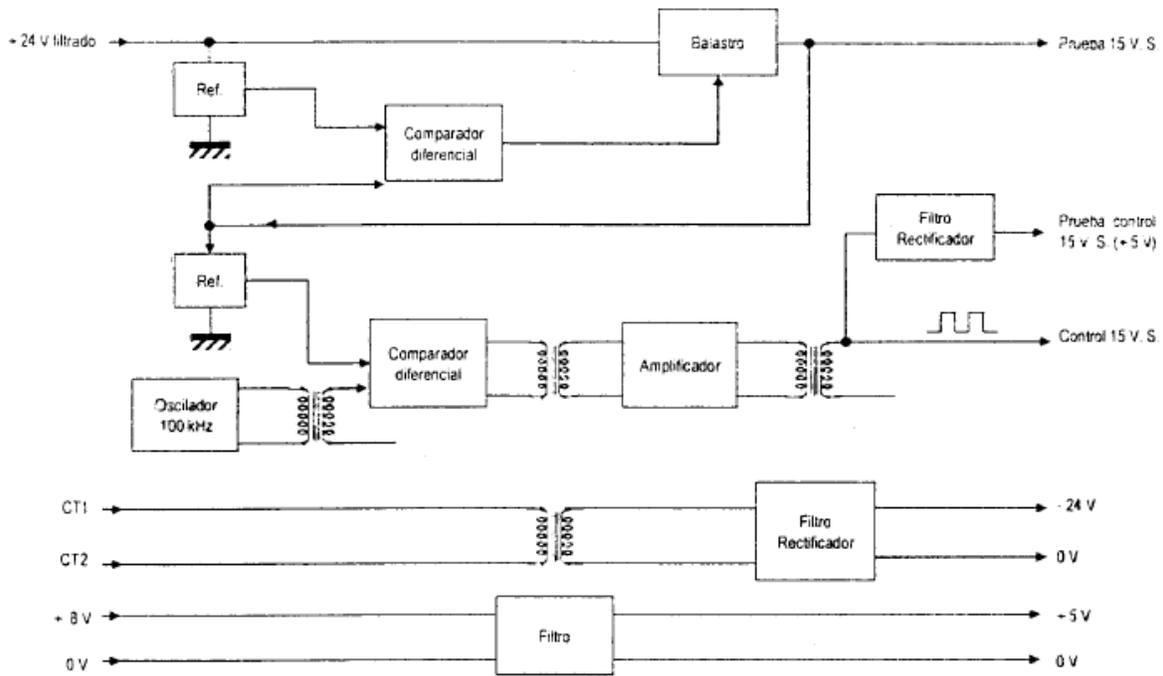


Fig. 3.6 Carta Alimentación 4 PA- CMC

Señales.

Alimentación +5 V:	$4.6\text{ V} \leq U \leq 5.4\text{ V}$
Alimentación +15 V seguridad:	$14.8\text{ V} \leq U \leq 15.2\text{ V}$
Alimentación 15 V validación:	$24\text{ Vcc} \leq U \leq 30\text{ Vcc}$
Frecuencia de 15 V validación:	$100\text{ KHz} \pm 10\%$
Alimentación -24 V:	$23.5\text{ V} \leq U \leq 24.5\text{ V}$
Señal 15 V dinamizada:	$\leq 10\text{Vcc}$

3.2.5 carta "relés ecuación de partida"

La carta "Relés Ecuación de Partida" proporciona:

- La salida del tren siempre y cuando se den ciertas condiciones de seguridad.
- La fabricación bajo ciertas condiciones de la información Epf (Ecuación puertas cerradas).
- La validación de los disyuntores de tracción.
- La validación de las Interfases de salida (+24 V PA)

Para desempeñar las funciones necesarias para la secuencia de salida (en condiciones de seguridad) de un tren, la carta establece una lógica secuencial con relés de contactos solidarios.

La carta "Relés Ecuación de Partida" utiliza:

- 9 relés sub-miniaturas.
- 8 circuitos de mando transistorizados.

Señales

Alimentación líneas de tren +72 Vdc:	55 V - 85 V
Alimentación +24 Vdc:	-10%, +20%
Alimentación -12 Vdc:	-10%, +20%

3.2.6 Carta "circuitos anexos"

La carta "Circuitos Anexos" elabora:

- La información de mando de la lámpara "PNA".
- La información de mando de la lámpara "PND".
- La información de mando de los vibradores de las puertas.
- La información de mando de validación de los captos traseros en conducción CMC.
- La tensión $1\overline{SSD}$.

El mando de la lámpara "PNA" funciona en caso de ausencia de Energía Cable (EC).

El mando de la lámpara "PNO" es función de la disponibilidad de las cadenas cronometría o seguridad dinámica.

El mando de los vibradores de las puertas toma en cuenta la BF de apertura de las puertas: (cf 00 + OG = CS = características de estación) inyectada en el tapete programa B2.

La tensión 12 V \overline{SSD} resulta de un tratamiento simple del +72 V \overline{SSD} .

La carta "Circuitos Anexos" utiliza:

- Dos Interfases transistorizadas de potencia para el mando de las lámparas.
- Tres circuitos de conmutación por relés sub-miniatura.

- Un circuito para bajar la tensión de puesta en forma del +24 V Salida.

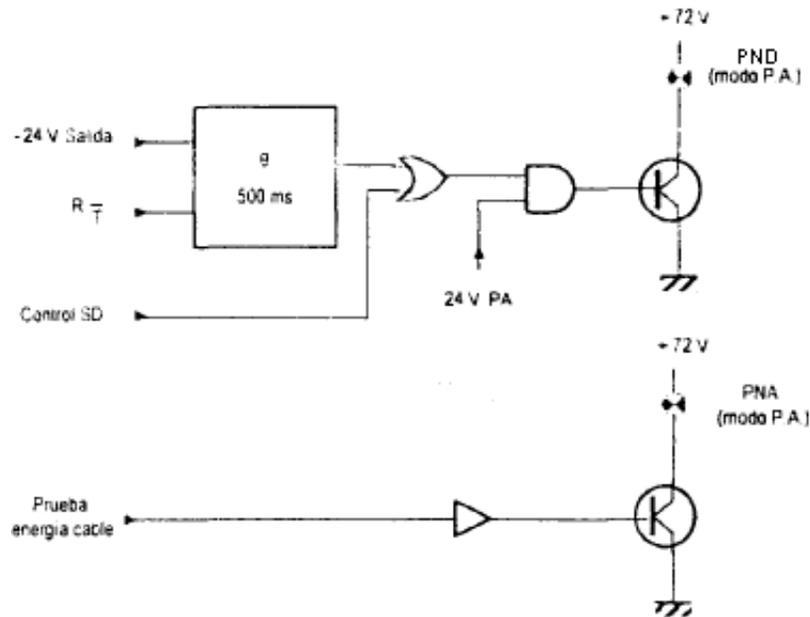


Fig. 3.7 Mando de las lámparas "PNA" y "PND"

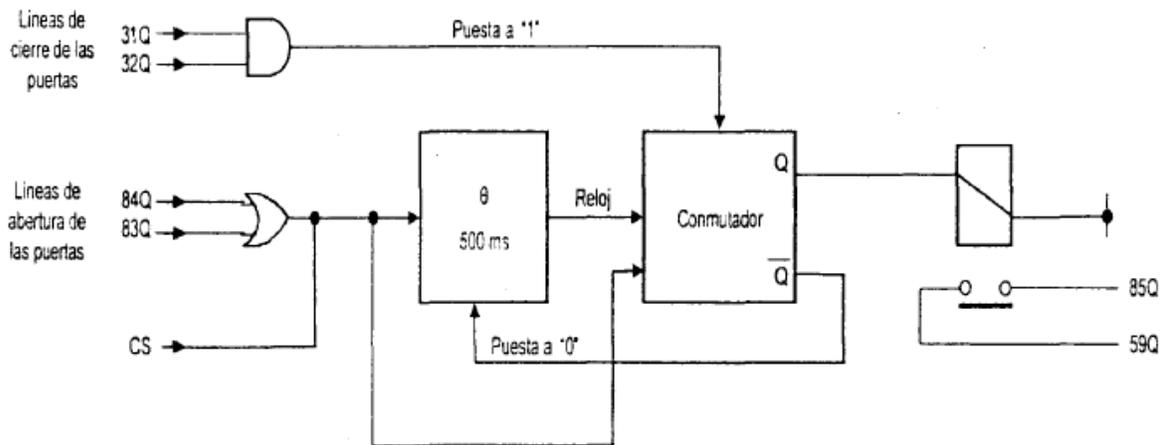


Fig. 3.8 Mando de los vibradores.

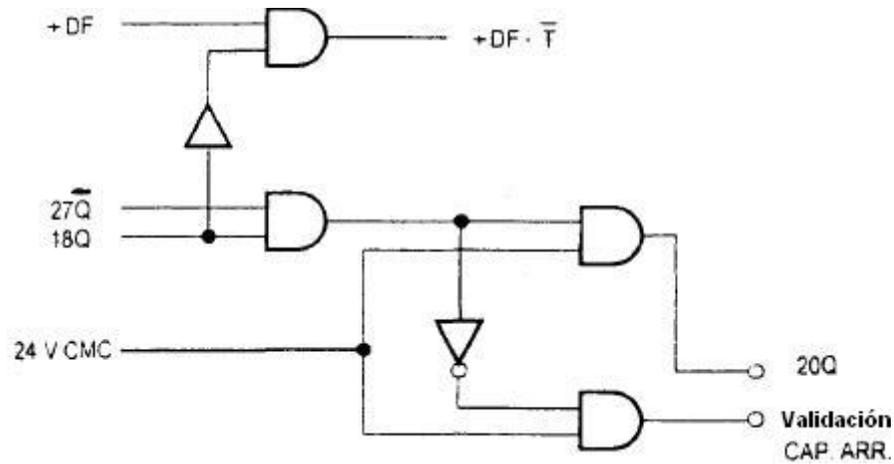


Fig. 3.9 Mando validación captación trasera.

Señales

- Alimentación líneas de tren: 72 V nominal (55 V - 85 V).
- 24 V salida: +24 V, +20% -10%.

$$\overline{RT} (= \overline{EPF.MT}): +24 V.$$

- CS: 24 V \pm 5%.

3.3 Cajón II "Seguridades PA - CMC"

El cajón II comprende las cartas electrónicas siguientes:

- Interfase Reloj PA.
- SD1 - SD2 PA.
- SD3 PA.
- Interfase Reloj CMC.
- SD1 - SD2 CMC.
- SD3 CMC.
- SSD PA - CMC.
- Anexo 1.
- Anexo 2.

Las cartas "Interfase Reloj PA y CMC", "SD1 - SD2 PA y CMC", "SD3 PA y CMC" son idénticas entre sí.

3.3.1 Carta "Interfase reloj" PA

La carta "Interfase Reloj" tiene por finalidad el control del impulso SD procedente de la carta "Detección Síncrona" y la elaboración de las frecuencias de reloj y las

vueltas a cero necesarias para el funcionamiento de las cartas de Seguridad Dinámica Numérica.

El impulso SO es recibido sobre un círculo de adaptación que hace posible la nueva puesta en forma de los frentes.

La detección de estos frentes por medio de conmutadores RS, valida la puesta en cero de los registros de desfase de 16 bits mandados por una señal de reloj 6400 Hz generada por un oscilador de diapasón.

Los conmutadores están mandados por una parte, por una de las salidas del registro de desfase correspondiente y por otra parte, por la señal pulso equivalente a cruce en la cadena superior o inferior, elaborada por la carta "SD1 - SD2".

La señal de reloj 6400 Hz es proporcionada a un divisor por 8 que emite $H1 = 800$ Hz.

Un segundo divisor por 8 (A11) emite $H2 = 800$ Hz. Está mandado por un circuito (PLL) de servidumbre sin discrepancia de fase.

Cada divisor por 8 está puesto en cero por la señal:

- PAC (Puesta a Cero) Impulsión superior para el que emite (H 1).
- PAC (Puesta a Cero) Impulsión inferior para el que emite (H2).

La carta "Interfase Reloj" esta compuesta por los elementos siguientes:

- Un amplificador de dos transistores complementarios.
- Un circuito de puesta en forma (trigger).
- Dos transformadores de enlace.
- Dos conmutadores RS asociadas cada una a dos transistores.
- Dos conjuntos de dos registros de desfase 8 bit, en serie dando 16 bit por conjunto.
- Dos circuitos comprendiendo cada uno dos puertas "nand" y un transistor. Un contador binario montado en divisor entre 8.
- Dos divisores entre 10.
- Un circuito PLL (Fase lock loop) garantizando una "correlación" de las señales de reloj 800 Hz.
- Un registro de desfase montado en divisor entre 8.
- Un oscilador de diapasón y sus circuitos de puesta en forma.

3.3.2 Carta "Interfase reloj" CMC

Idéntica a la carta "Interfase de reloj" PA

La carta "SD1 - SD2" (Fig. 3.12, Pag. 48) desempeña dos funciones:

- Una función de recuento (SD1) que permite el control de los tiempos que determinan las impulsiones.
- Una función de control de sobre velocidad (SD2).

Cada pulso SD inicializa (por las señales PAC impulsión superior y PAC impulsión inferior) los contadores aleatorios CA 1 y CA2 pilotados por los relojes H1 y H2 (800 Hz).

Un tiempo "SD" después de la inicialización, el estado del contador CA 1 es:

- Descodificado por el decodificador D3 que emite un "Punto A" lo cual significa que el tren no está en sobre velocidad.
- Descodificado por el decodificador D1 que da la señal "impulsión equivalente a un cruce en la cadena superior" cerrada de nuevo sobre la carta "Interfase Reloj", en los circuitos que proporcionan inmunidad a una emisión inoportuna de los "puntos A".
- Codificado por la memoria M1 en un código que es el del contador aleatorio CA2 de la segunda cadena. La señal resultante es "SD1 - 1".

El estado del contador CA2 determina la señal "SD1 - 2", y una vez descodificada por D2, emite una "impulsión equivalente a un cruce en la cadena inferior" cerrado de nuevo sobre la carta "Interfase Reloj" de la misma forma que "impulsión equivalente a un cruce en la cadena superior".

$$SD1.1 = \overline{SD1.2} \text{ (en oposición).}$$

El "Punto A" generado por la cadena "SD1" se utiliza como una puesta a cero de nuevo de dos contadores aleatorios CA3 y CA4, pilotados respectivamente por los relojes H1 y H2 (800 Hz).

El estado del contador CA3 está:

- Codificado por la memoria M2 en un lado que es el del contador aleatorio CA4 para la duración de inmunidad escogida a partir del último "punto A" grabado.
- Descodificado por el decodificador D4; controla la salida "SD1 - 1".
- El estado del contador CA4 determina la señal "SD2 - 2".

$$SD2.1 = \overline{SD2.2} \text{ (en oposición).}$$

En el tercer "punto A" perdido, los "SD2" 1 y 2 ya no concuerdan. Estos estados acarrearán igualmente una discordancia en la cadena "SD1".

En caso de defecto en una de las dos cadenas, la carta "SD3" desencadenará el frenado de urgencia.

3.3.3 Composición funcional

La carta "SD1-SD2" conlleva los siguientes elementos funcionales:

- Un contador aleatorio compuesto por un registro de desfase, asociado con "o exclusivos".
- Una memoria "PROM" (8bits/256x4) con sus circuitos de entrada y de salida que emiten "SD1 - 1".
- Un decodificador compuesto por una "nand" y que emite "punto A".
- Un decodificador compuesto por una "nor" y que emite "impulsión equivalente a un cruce en la cadena superior".
- Un conmutador D.
- Un conmutador RS.
- Un contador aleatorio compuesto por un registro de desfase asociado con "o exclusivos" y que emite "SD1 - 2", con dos foto-acopladores cuyas salidas modifica el recuento sobre mando de entrada umbral 197 ms.
- Un decodificador compuesto por una "nand" y que emite "impulsión equivalente a un cruce en la cadena inferior",
- Un contador aleatorio compuesto por los registros asociados con "o exclusivos".
- Un decodificador compuesto por un "nor" que desempeña por medio de puertas y de un conmutador RS el cierre de "SD2" sobre "SD1".
- Una memoria "PROM" (8 bits/256 X 4) con sus circuitos de entrada y de salida que elabora la señal "SD2 - 1".
- Un contador aleatorio compuesto por registros asociados con "o exclusivos" y que emite la señal "SD2 - 2".

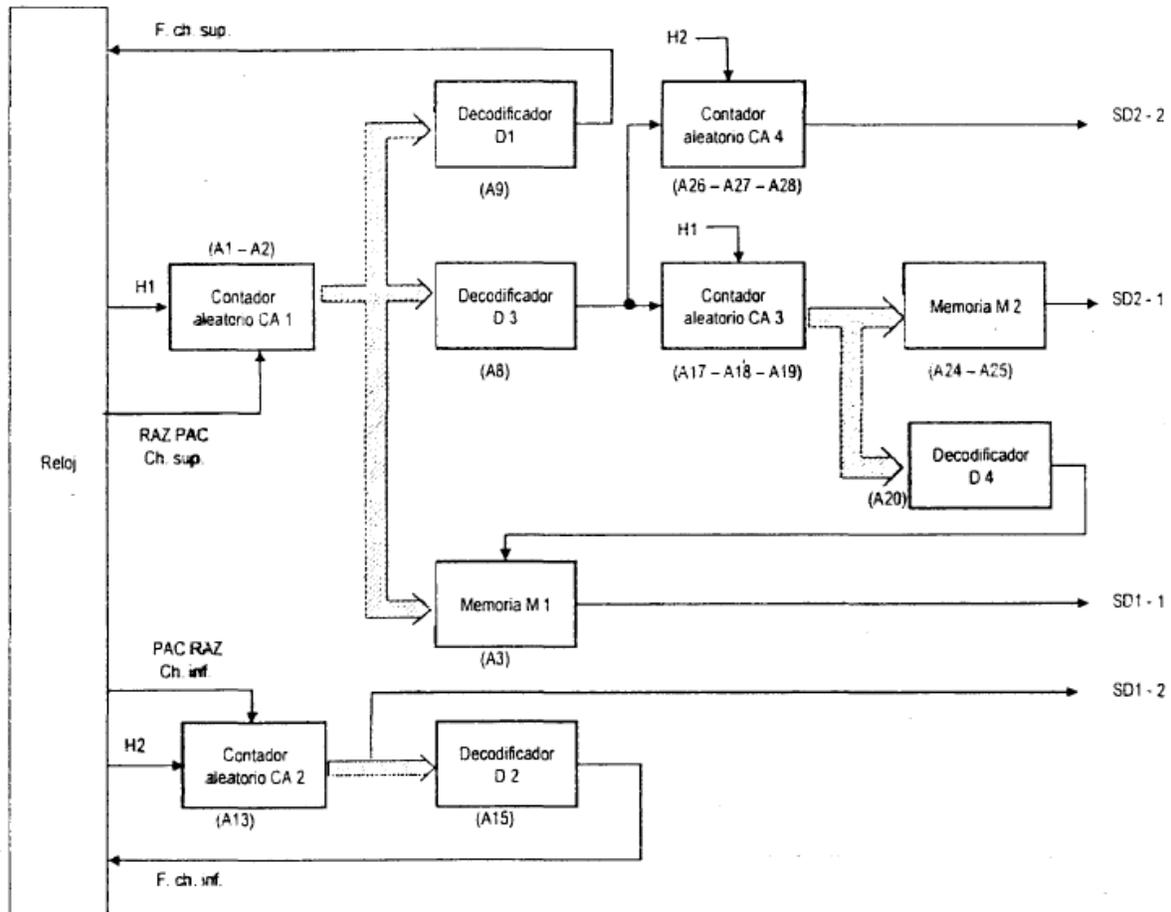


Fig. 3.12 Carta SD1-SD2

Señales

- Umbral 255 ms: $253.75 \text{ ms} \leq t \leq 255 \text{ ms}$.
- Umbral 197 ms: $195.75 \text{ ms} \leq t \leq 197 \text{ ms}$.
- Tiempo de puesta en acción SD2: $899 \text{ ms} \leq t \leq 901 \text{ ms}$.

Carta "SD1 - SD2" CMC.

Idéntica a la carta "SD1 - SD2" PA

3.3.4 Carta "SD3" PA

La carta "SD3" controla la coincidencia de las salidas de la carta "SD1 - SD2", controla el que "SD1 - 1" y "SD1 - 2", estén como es debido en oposición de fase y que "SD2 - 1" y "SD2 - 2" lo estén igualmente.

Esta carta desempeña el tratamiento lógico de las informaciones procedentes de la carta "SD1-SD2".

Cuando el tren funciona normalmente, las señales "SD1 - 1" y "SD1 - 2" están en oposición de fase, lo mismo ocurre con "SD2 - 1" y "SD2 - 2".

La salida "SSD3" es convalidada por las condiciones anteriores y dinamizada por la señal "control +15 V Seguridad" (almenas de 100 KHz) procedente de la "Alimentación 4" del cajón I.

En caso de defecto o de sobre velocidad, las señales "SD1 - 1" y "SD1 - 2" ó "SD2 - 1" y "SD2 - 2" no están en oposición de fase y "SD3" no esta validado.

La señal "SD3" es transmitida a la carta "Salida Seguridad Dinámica" (SSD) PA-CMC.

La carta "SD3" está compuesta por los elementos siguientes:

- Cuatro circuitos de entrada "SD1 - 1", "SD1 - 2", "SD2 - 1" Y "SD2 - 2".
- Dos comparadores de fase con transistores complementarios:
- Dos circuitos rectificadores de cuatro diodos:
- Dos circuitos de RC formando filtro:
- Cuatro osciladores tipo COLPITTS, de transistores 100 Khz.
- Dos circuitos de rectificación que hacen la inicialización del sistema:
- Los osciladores están seguidos por amplificadores con transistores complementarios:
- Cuatro circuitos de rectificación de doble alternancia.
- Dos circuitos de seguridad.
- Un circuito de rectificación doble alternancia (DIN 15 V seguridad):
- Un amplificador con dos transistores complementarios.
- Un circuito de rectificación doble alternancia.
- Un amplificador de salida con dos transistores complementarios.

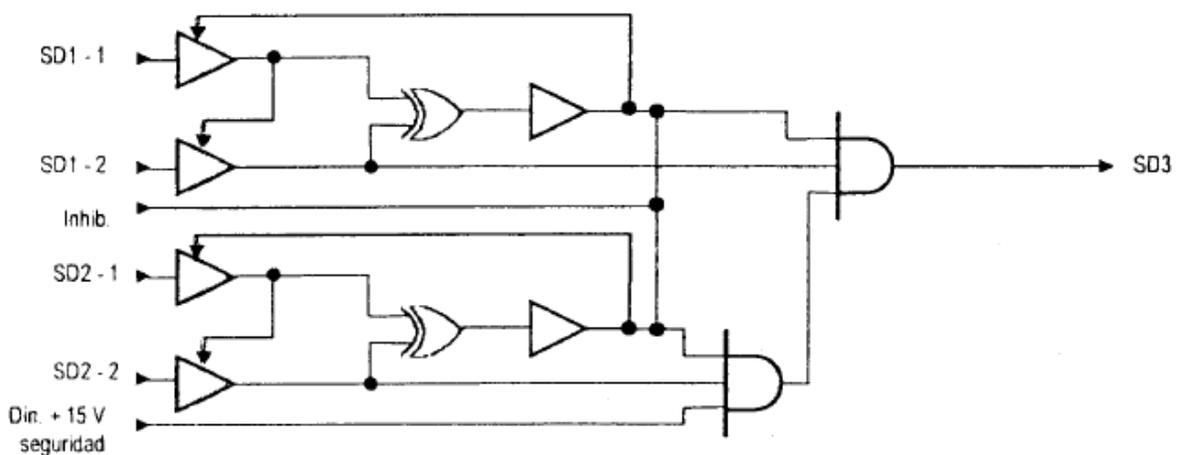


Fig. 3.13 Carta SD3Simplificada.

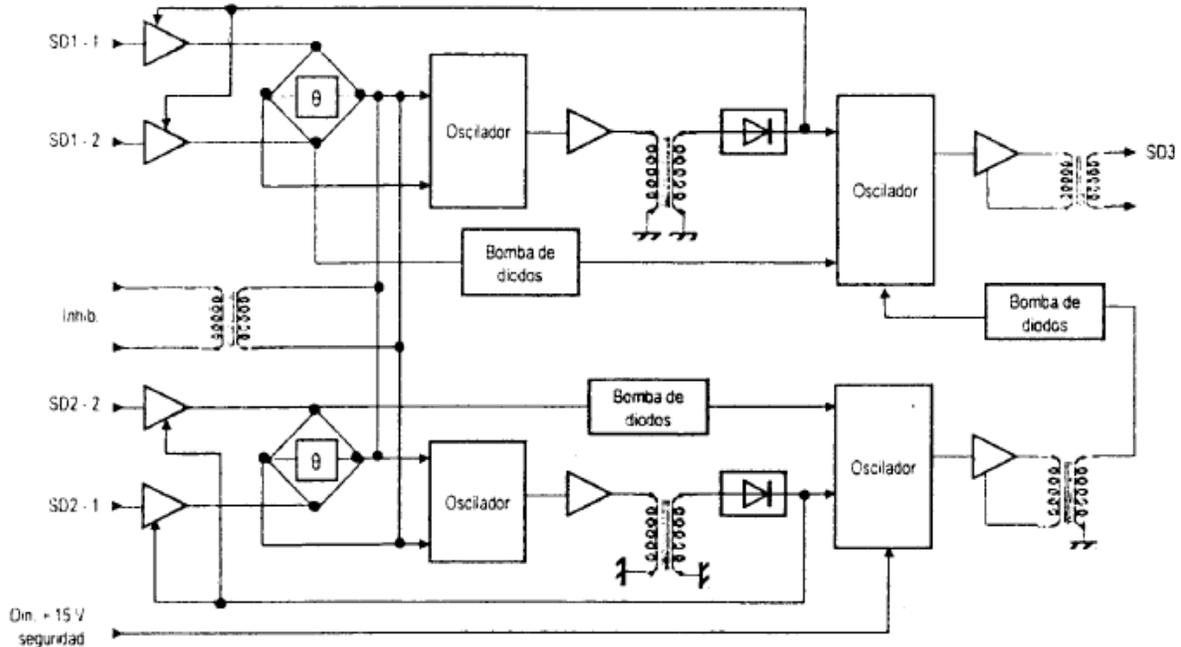


Fig. 3.14 Carta SD3.

Señales.

- Amplitud de la señal de salida entre los bornes 25- 27: $50 V_{cc} \leq V_s \leq 60 V_{cc}$.
- Frecuencia de la señal de salida: 200 KHz $\pm 20\%$.

Carta "SD3" CMC.

- Idéntica a la carta "SD3" PA

3.3.5 Carta "SSD" PA - CMC

La carta "SSD" PA - CMC cumple tres funciones:

- La generación de 23 KHz de mando de los ALD y del 24 V SSD PA.
- La elaboración de la autorización de salida del tren.
- La detección de cualquier falla de una de las cadenas SD.

La carta situada en salida de las cadenas SD, trata las informaciones entrantes en lógica combinatoria.

Cumple las funciones "or" y "and" en cableado (diodos y oscilador) y funciones "o exclusivo" y oscilador en integrado.

La carta "SSD" PA - CMC utiliza:

- Cuatro "O" cableado (diodos).
- Tres "and" de dos entradas (osciladores).
- Un "O Exclusivo" integrado.
- Un multivibrador tipo astable.

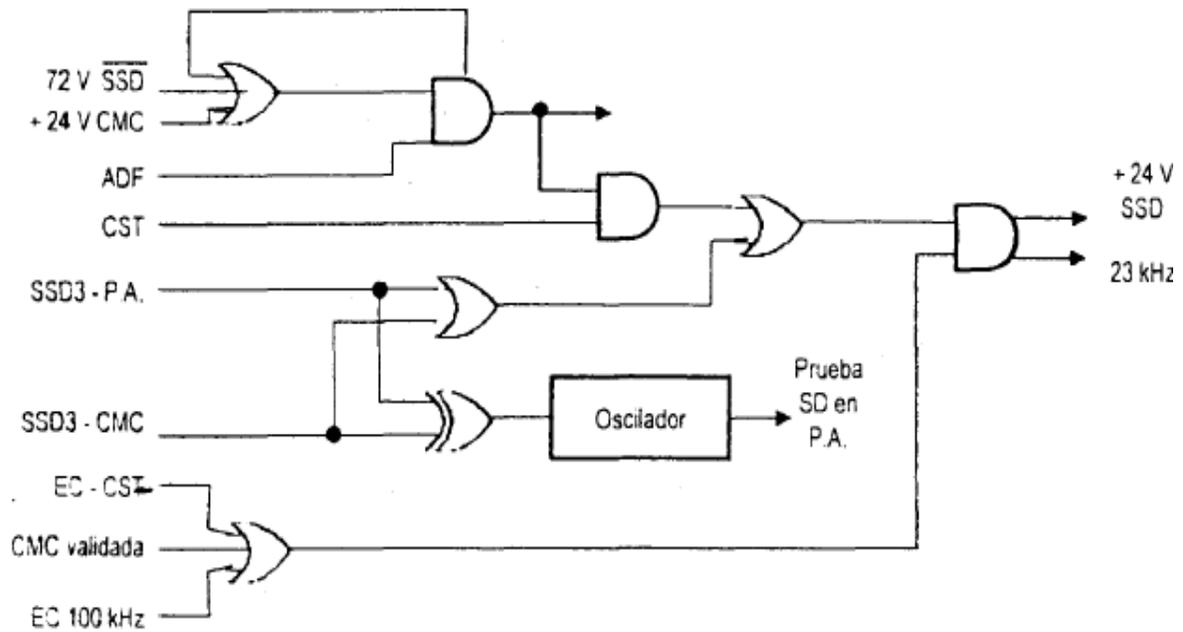


Fig. 3.15 Carta SSD PA.CMC

Señales

- Tren parado en la estación en PA.

Etapa	ADF	+72 V \overline{SSD}	+CST	EC CST	ADP	23 KHz SSD	24 V SSD
1	0	0	0	0	0	0	0
2	0	1	0	0	0	0	0
3	1	1	1	1	1	1	1
4	1	0	1	1	1	1	1
5	1	0	0	0	1	0	0

Tabla 1.

- Salida de la estación e interestación PA

Etapa	ADF	+72 V SSD	+CST	EC CST	EC 100 KHz	SSD3 PA	ADP	23 KHz SSD	24 V SSD
1	1	1	1	1	0	0	1	1	1
2	1	0	1	1	0	0	1	1	1
3	1	0	1	1	0	1	1	1	1
4	0	0	0	0	1	1	0	1	1
5	0	0	0	0	1	0	0	0	0
6	0	0	0	0	1	1	0	1	1
7	0	0	0	0	0	1	0	0	0

Tabla 2.

➤ Tren parado en la estación EN CMC

Etapa	ADF	24 V CMC	CST	EC CST	ADP	23 KHz SSD	24 V SSD
1	0	0	0	0	0	0	0
2	0	1	0	0	0	0	0
3	1	1	0	0	1	0	0
4	1	1	1	1	1	1	1
5	1	1	0	0	1	0	0

Tabla 3.

➤ Salida de la estación e interestación en CMC

Etapa	ADF	24 V CMC	CST	EC CST	EC CMC Valid.	SSD3 CMC	23 KHz SSD	24 V SSD	ADP
1	1	1	1	1	0	0	1	1	1
2	1	1	1	1	0	1	1	1	1
3	0	1	0	0	1	1	1	1	0
4	0	1	0	0	1	0	0	0	0
5	0	1	0	0	1	1	1	1	0
6	0	1	0	0	0	1	0	0	0

Tabla 4.

Para todas las tablas de verdad escritas arriba, los estados 0 y 1 corresponden a los valores siguientes:

Estado 1:

ADF 24 V CMC CST 24 V SSD	24 Vdc +20% -10%
+72 V SSD	72 Vdc ±10%
23 KHz	20 Vcc ≤ Amplitud < 30 Vcc sinusoidal, frecuencia 23 KHz ±10%
ADP EC.CST	30 Vcc ± 10% frecuencia 100 KHz 10%
EC CMC Valid EC 100 KHz SSD3 PA SSD3 CMC	24 Vcc +20% -10%, frecuencia 100 KHz ±10%

Tabla 5.

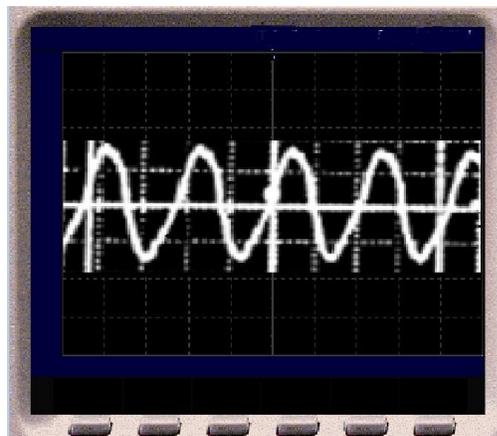


Fig. 3.16 Señal de 23 KHz

Estado 0: Para todas estas informaciones, el estado 0 corresponde a una señal prácticamente nula.

3.3.6 Carta "anexo 1"

La carta "Anexo 1" elabora:

- Los umbrales de sobre velocidad 197 ms necesarios para el mando de las cadenas SD.
- La Energía Cable CMC.
- Las informaciones de validación de las cadenas de Detección Sincronía.
- La puesta en forma de la información Rueda Fónica (GAMMA 1).

La producción del umbral, de la Energía Cable CMC y las informaciones de validación, traduce una puesta en forma lógica combinatoria con elementos discretos de las informaciones entrantes.

La puesta en forma de la información Rueda Fónica está desempeñada por un montaje trigger clásico con transistores.

La carta "Anexo 1" utiliza:

- Tres circuitos de tratamiento en lógica combinatoria realizada por elementos discretos (transistores, amplificador operacional, diodos y fototransistor).
- Dos circuitos de puesta en forma (trigger de transistores).

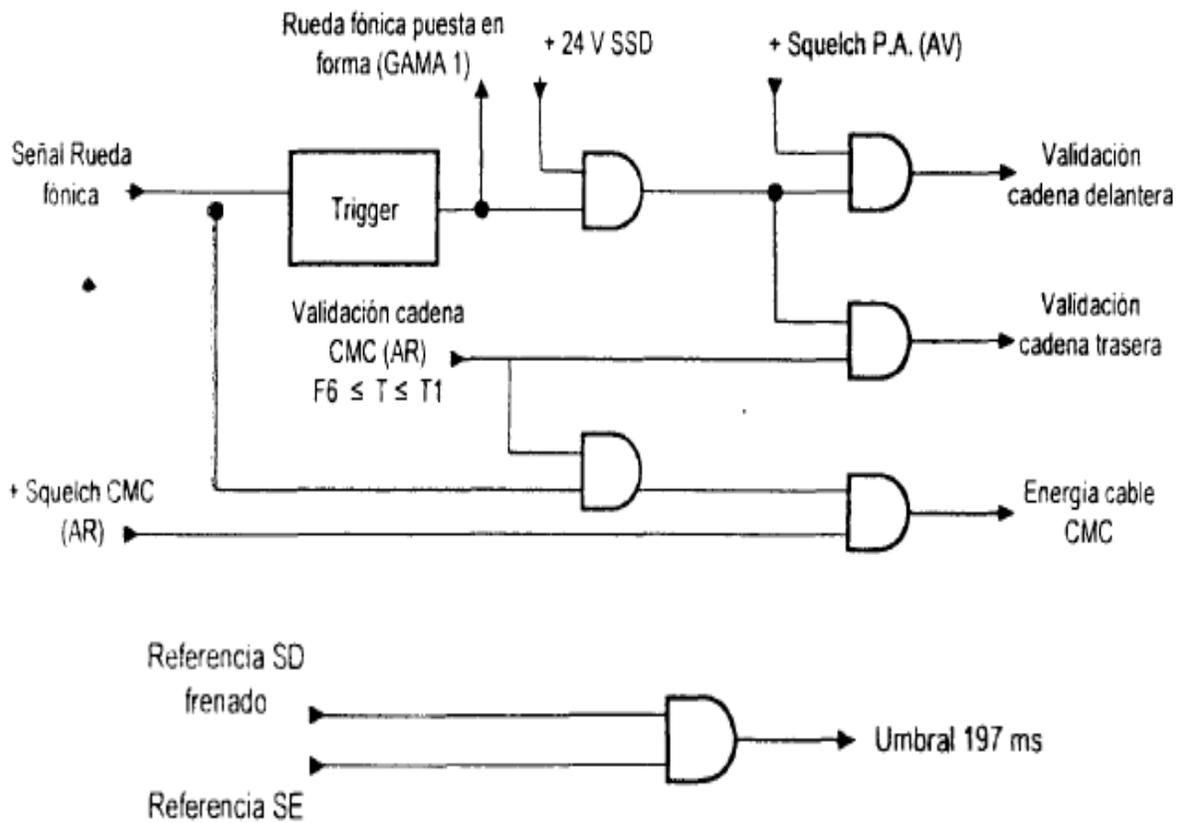


Fig. 3.17 Carta Anexo 1.

Señales

+12 V Squelch PA:	+12 Vdc \pm 10%
+24 V SSD:	+24 Vdc \pm 10%
Rueda Fónica (sinusoidal):	10 Vcc, 800 Hz 1 Vcc, 10 Hz
Rueda Fónica (puesta en forma):	10 Vcc \pm 10% frecuencia idéntica
Validación (DEL y TRA):	\leq -11.5 Vdc
Validación captación trasera:	+72 Vdc \pm 10%
Energía Cable CMC:	28 Vcc \pm 10%, 100 KHz \pm 10%
Referencia SE:	+ 24 V \pm 20%
Referencia SD frenado:	72 V (55 V - 85 V).
Tensión umbral:	\geq 8.4 Vdc
+12 V Squelch CMC:	+ 1 Vdc \pm 10%

Tabla 6.

3.3.7 Carta " anexo 2"

La carta "Anexo 2" elabora:

- Una información +Desfrenado a partir de la señal de autorización ADF.
- La conmutación de la información SSD3 PA y de los pulsos SD según el modo de conducción (PA o CMC) lo cual permite:

La sincronización de la cadena SO.

- La conmutación de la Energía Cable CMC.
- El rearme SD3 (PA y CMC).

La información +Desfrenado traduce el auto mantenimiento de la cadena de desfrenado a partir de las informaciones ADF (autorización de desfrenado) cuya existencia está condicionada por el "and" de los contactos "bajos" de los relés de tracción CMC y de salida y 72V SSD imagen del frenado de urgencia (FU).

Las conmutaciones se hacen por un relé electromagnético excitado por el +24 V CMC.

El rearme SD3 (PA y CMC) lo cumple una función "and" en elementos discretos, tomando en cuenta las informaciones ADP (Autorización de Salida) y 24 V Salida.

La carta " Anexo 2" utiliza tres circuitos independientes:

- Un circuito de auto mantenimiento de desfrenado compuesto por un oscilador, un amplificador, y una "or" de salida.

- Un circuito de conmutación compuesto por un relé electromagnético y una "and" oscilador.
- Un circuito de rearme SD3 (PA y CMC) compuesto por un oscilador lo cual cumple una función "and" y un amplificador de potencia.

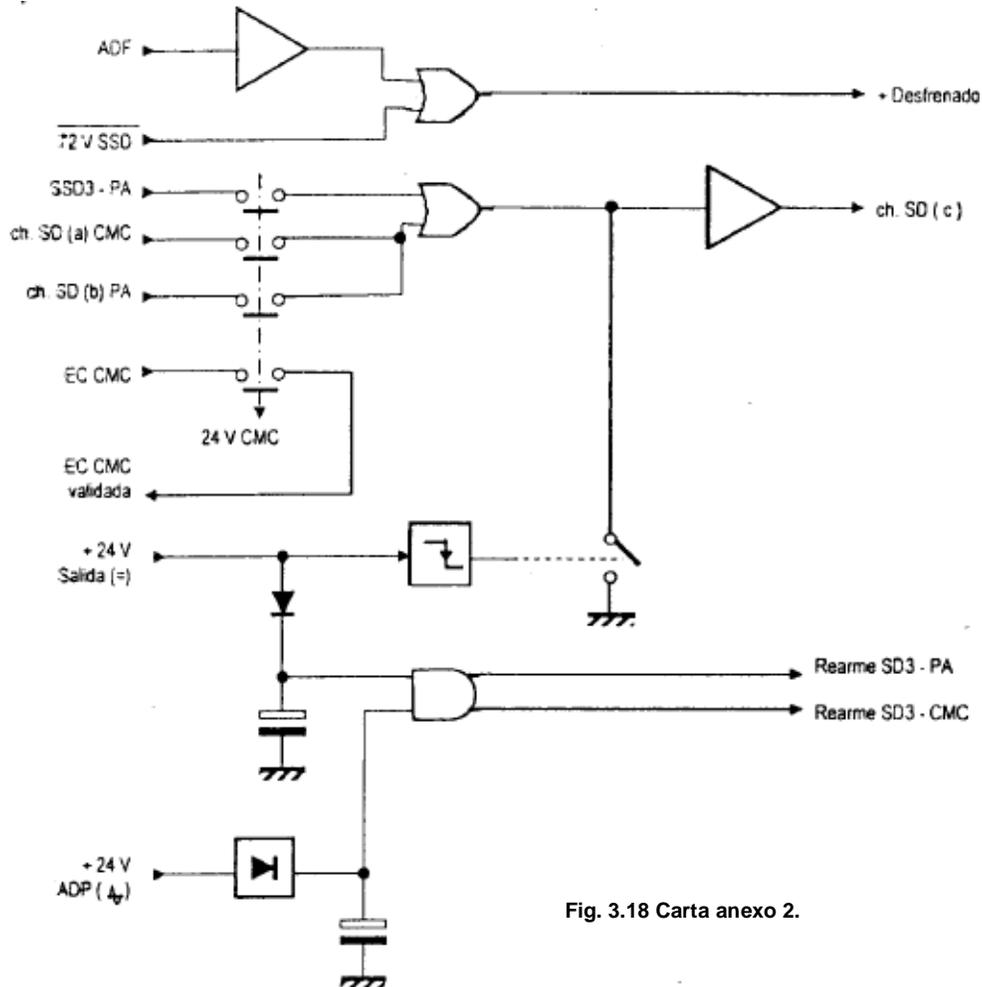


Fig. 3.18 Carta anexo 2.

Señales

+Desfrenado	+22.5 Vdc ≤ U ≤ +28.8 Vdc
Pulso SD (c)	Amplitud 12 Vcc ±10% Frecuencia 100 KHz ±10% o señal continua si no hay dinamización (12 Vdc)
Información 24 V salida	+24 Vdc ±20%
Información ADP	24 Vcc, 100 KHz
Rearme SD3	Amplitud 24 Vcc ±20% Frecuencia 100 KHz
Información ADF	+24 Vdc ±20%

Tabla 7.

3.4 Cajón III energía cable PA - CMC

El cajón III reagrupa las siguientes cartas electrónicas:

- Demodulador Cambio de Marcha.
- Decodificador 1.
- Descodificador 2.
- Decodificador 3.
- Amplificador 5 W.
- Gamma 1.
- Gamma 2.
- Energía Cable.

3.4.1 Carta "demodulador y cambio de marcha"

La carta "Demodulador y Cambio de Marcha" cumple dos funciones:

- La extracción de las Bajas Frecuencias (BF) inyectadas en el programa B2 (demodulación).
- La media de la frecuencia portadora (regulación de velocidad).

A partir del vector \vec{S} puesto en forma en la carta "Detección Síncrona" y que se presenta como una señal HF puesta en forma y modulada por una o varias BF's, la carta realiza:

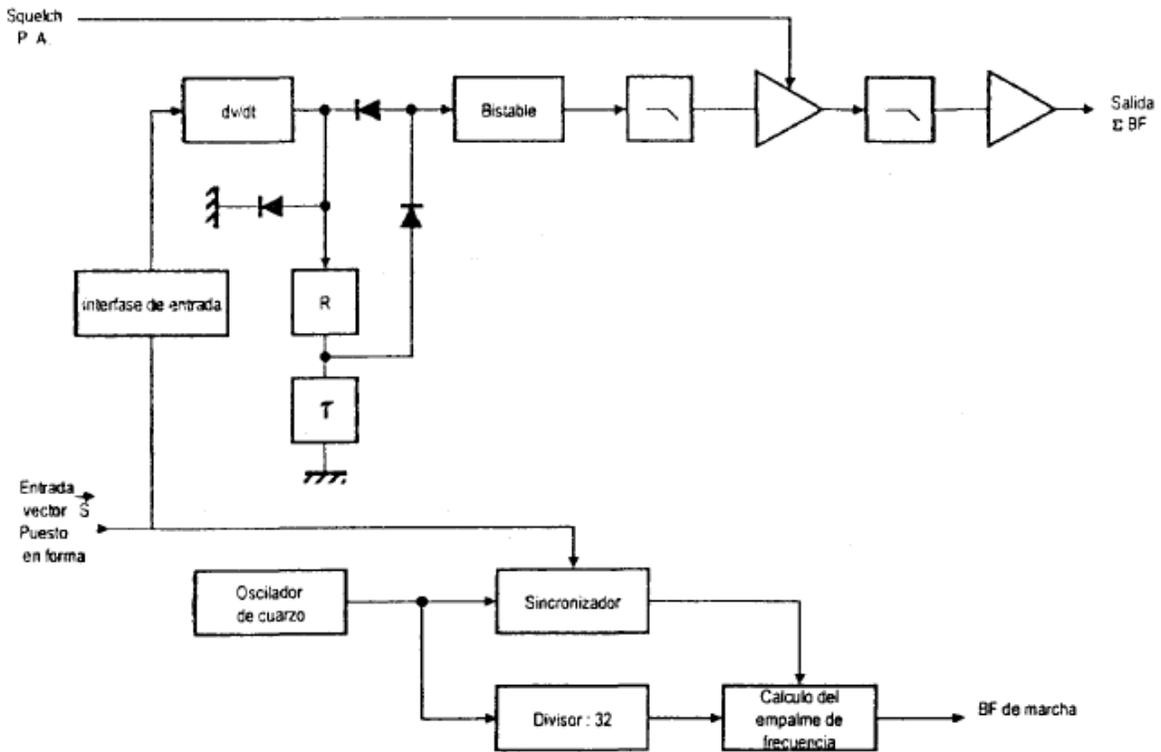
- Para la extracción de las BF's, una demodulación del tipo "de línea de retardo" y red integradora.
- Para la regulación de velocidad, una mezcla entre la frecuencia HF del vector y una frecuencia HF local elaborada por un oscilador de cuarzo.

Para realizar la función demodulación, la carta utiliza:

- Una Interfase de adaptación de entrada.
- Una red diferenciadora.
- Un demodulador de línea de retardo.
- Dos filtros.

Para realizar la función regulación de velocidad, utiliza:

- Un oscilador de cuarzo.
- Un divisor por 32.
- Un sincronizador.
- Una etapa de cálculo.



Carta "Demodulador y Cambio de Marcha"

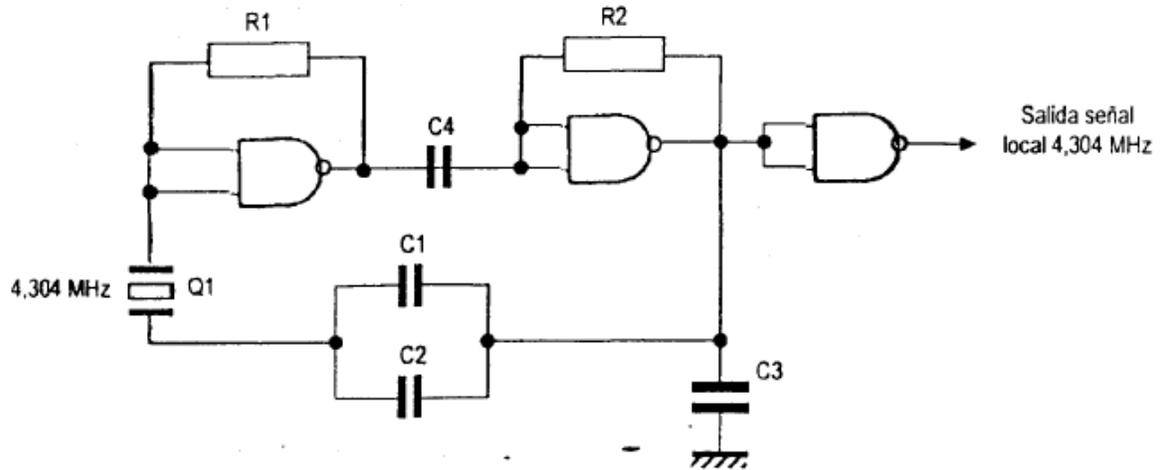


Fig. 3.19 Representación del Oscilador 4.304 MHz.

Señales.

Señales del "Demodulador":

- Señal de entrada:

- Frecuencia central: 135 KHz.
- Amplitud: 5 Vcc.
- Forma: .Rectangular modulada en fase.

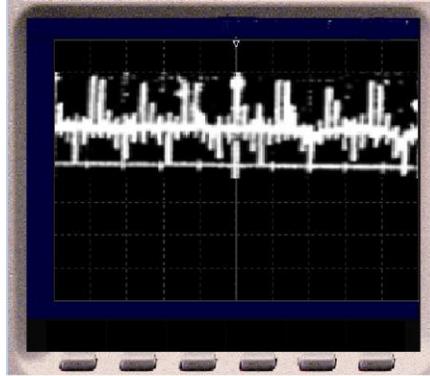


Fig. 3.20 Señal Vector S (135 KHz + Σ de BF'S)

Señal de salida:

- Sobre carga $1\text{ K}\Omega \pm 5\%$: $1.8\text{ Vcc} \leq V_s \leq 2.2\text{ Vcc}$.
- Relación señal/ruido: $\geq 40\text{ dB}$.
- Squelch presente: Presencia señal de salida.
- Squelch ausente: Ausencia señal de salida.

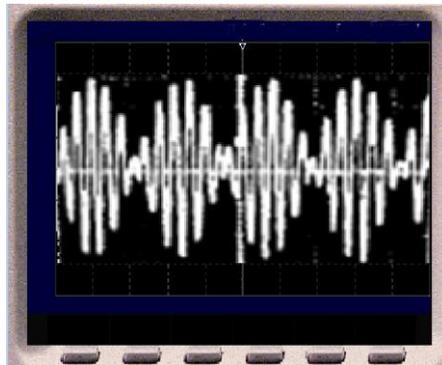


Fig. 3.21 Señal Σ de BF'S

Señales cambio de velocidad.

- Tensión de alimentación: $5\text{ Vdc} \pm 10\%$
- Señal BF digital en salida:
- Impulsiones de $0.25\ \mu\text{s} \pm 0.5\ \mu\text{s}$ nivel TTL.
- Frecuencia variable de 500 Hz a 1000 Hz en función de la variación de la HF de entrada (entre 135 y 135.5 KHz).

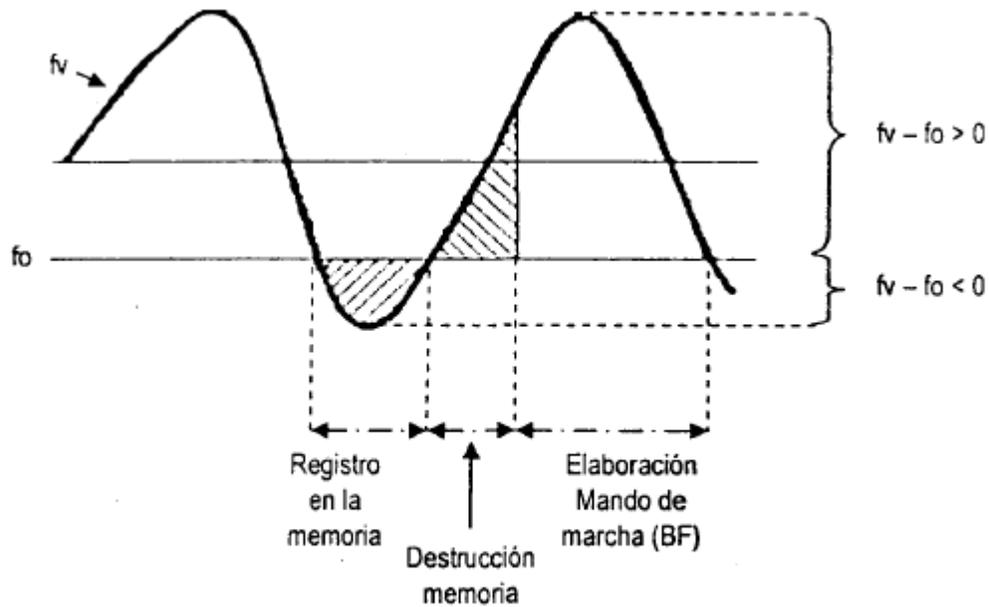


Fig. 3.22 Barrido de frecuencia.

3.4.2 Cartas "decodificador (1. 2. 3)"

Las cartas "decodificador" son de concepción idéntica. Sus diferencias residen en la cantidad de diapasones soportados, en su posición y lógicamente en su frecuencia.

La carta "Decodificador" detecta la presencia de la onda BF correspondiente a la frecuencia del diapason entre las 12 frecuencias máximas pudiendo existir en la señal compuesta salida de la demodulación.

La carta regenera esta BF bajo la forma de señal sometida al efecto estroboscópico de amplitud 24 V aproximadamente y de potencia 250 mW, con el objeto de que sea asimilada por los otros circuitos.

Establece un umbral de seguridad para la transmisión de la onda BF por debajo del cual ninguna información es presentada a la salida del montaje (seguridad).

A partir de la señal compuesta BF (IBF) detectada por la carta "Demodulador", la carta asegura un prefiltrado, luego una detección, por medio de diapasones de alta estabilidad de las frecuencias para las cuales ha sido estudiada.

Cada carta filtrada está prevista para detectar tres frecuencias como máximo.

Una carta "decodificador" está compuesta:

- De un prefiltro.
- De tres células de filtrado por diapason idénticas.

La distribución de las cartas es la siguiente:

Número de la carta	Frecuencias decodificadas	Designación	Símbolo
Decodificador 1	1104 Hz	Seguridad Ensanchada	SE
	1140 Hz	Autorización de Marcha	AM
Decodificador 2	1356 Hz	Seguridad Larga	SL
Decodificador 3	1488 Hz	Zona de Rearme	ZR
	1680 Hz	Apertura de las Puertas a la Derecha	OD
	1824 Hz	Apertura de las Puertas a la Izquierda	OG

Tabla 8.

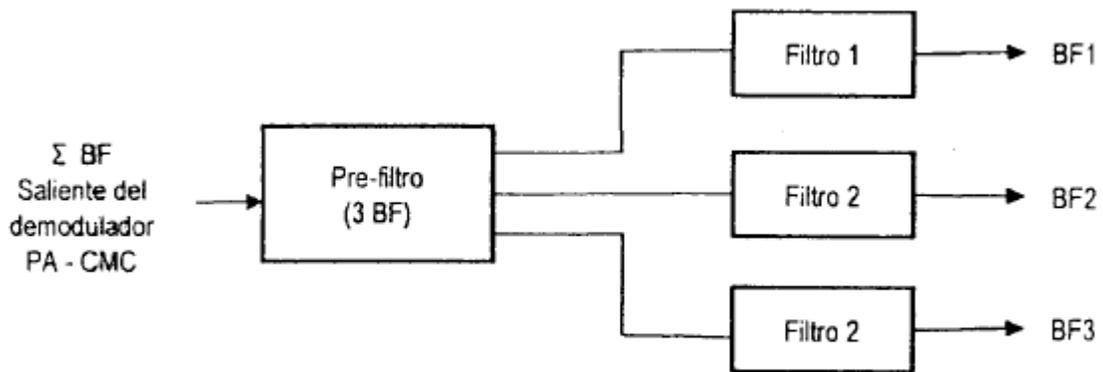


Fig. 3.23 Carta Decodificador (1-2-3)

Señales

➤ Señal BF filtrada (Fig. 3.24)

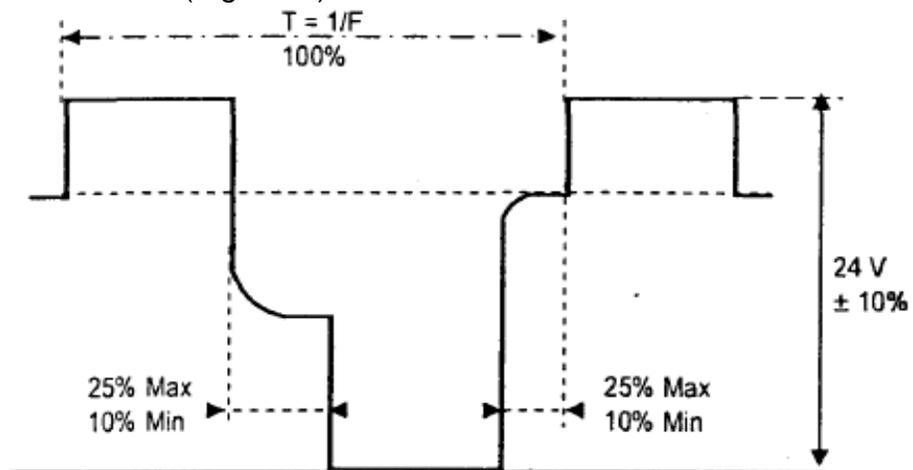


Fig. 3.24 Señal BF.

- Con 6 dB \pm 0.5 dB de atenuación, señal \neq 0 en salida.

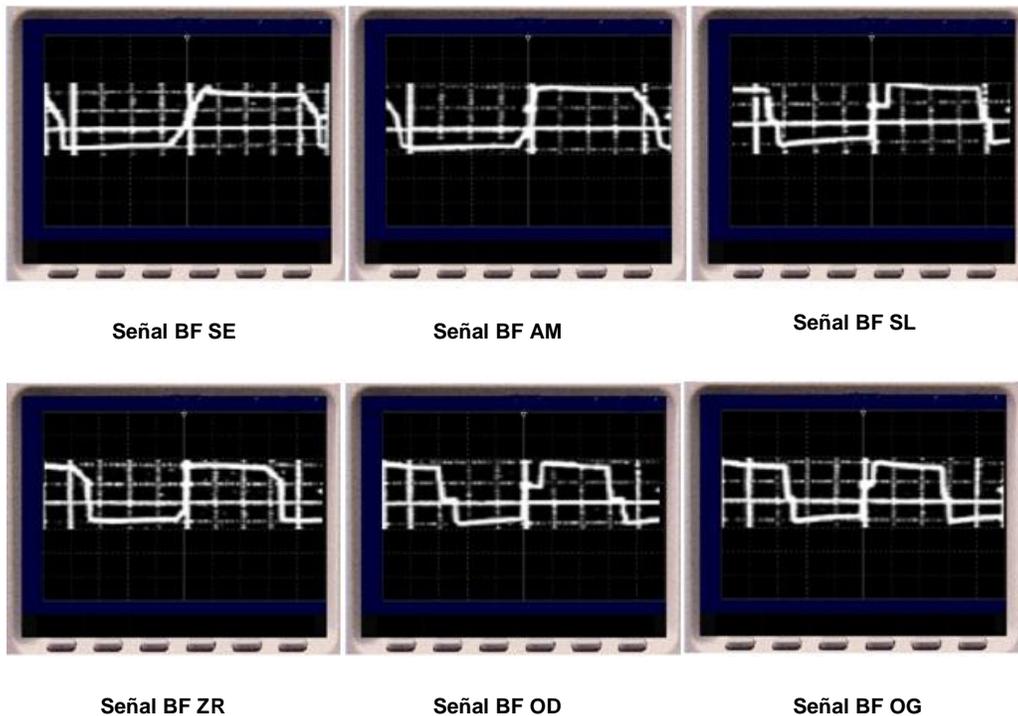


Fig. 3.25

3.4.3 Carta "amplificador 5 w"

La carta "Amplificador 5 W" transforma una baja frecuencia de potencia \sim W en una de 5 W.

La señal. BF sometida a efecto estroboscópico en salida del decodificador está formada por un amplificador simétrico con transistores de vínculo transformador (punto medio a tierra).

La señal amplificada es rectificadora y luego filtrada antes de ser enviada al circuito de utilización.

La carta "Amplificador 5 W" reagrupa:

- Tres circuitos amplificadores idénticos.
- Tres etapas de rectificación.
- Tres células de filtrado.

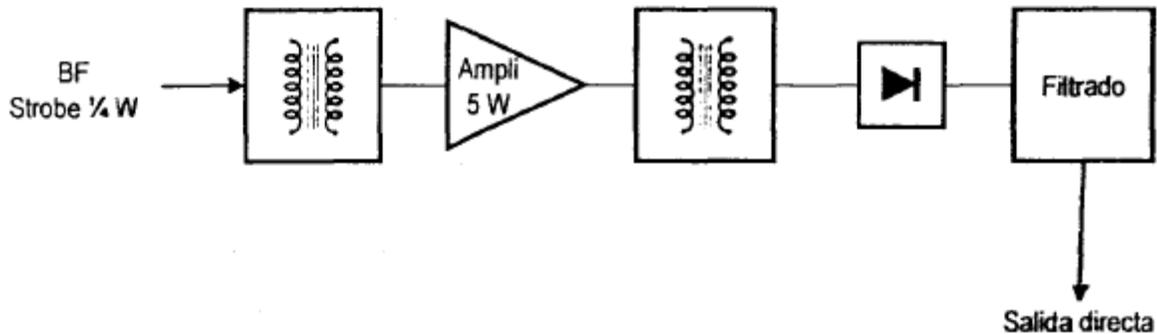


Fig. 3.26 Carta Amplificador 5W.

Señales

- Tensión alimentación: +24 V +20% -10%
- Señal de salida 83Q, 84Q : +72 V +20% -10%
- 24 V EPF = +24 V +20% -10%

3.4.4 Carta "gamma 1"

La. Carta "Gamma 1" elabora:

- Por un lado, a partir de la señal emitida por la "Rueda Fónica" la velocidad y la desaceleración reales del tren.
- Por otro, a partir de las informaciones de neutro y de frenado, las tensiones de referencia o consignas indicadas por el PA.
- Las informaciones permiten la subordinación de la desaceleración del tren.

Esta carta funciona en asociación con la carta "Gamma 2".

La velocidad real del tren se obtiene por una integración de los espacios de salida de los dos conmutadores pilotados por una etapa de puesta en forma de las impulsiones de "Rueda Fónica".

La desaceleración real del tren se obtiene en redes de elementos pasivos, referenciadas por diodo zener y regulables por potenciómetros de gran definición.

La cadena de elaboración de la velocidad real requiere:

- Una etapa de puesta en forma de la señal emitida por la "Rueda Fónica" (trigger con amplificador operacional).
- Dos conmutadores monoestables (con transistores) sincronizados uno sobre el frente ascendente y el otro sobre el frente descendente de la impulsión liberada por el trigger precedente.
- Una etapa de integración que elabora una tensión velocidad a partir de las señales emitidas por los dos conmutadores.

- Un amplificador (con amplificador operacional) de la tensión velocidad.

La cadena de elaboración de la desaceleración real utiliza una etapa derivador (con amplificador operacional) que libera una tensión proporcional a la desaceleración.

Una red elemental de elaboración de consigna utiliza:

- Un potenciómetro.
- Dos diodos con junta.
- Un diodo zener.
- Elementos pasivos asociados (condensadores, resistencias).

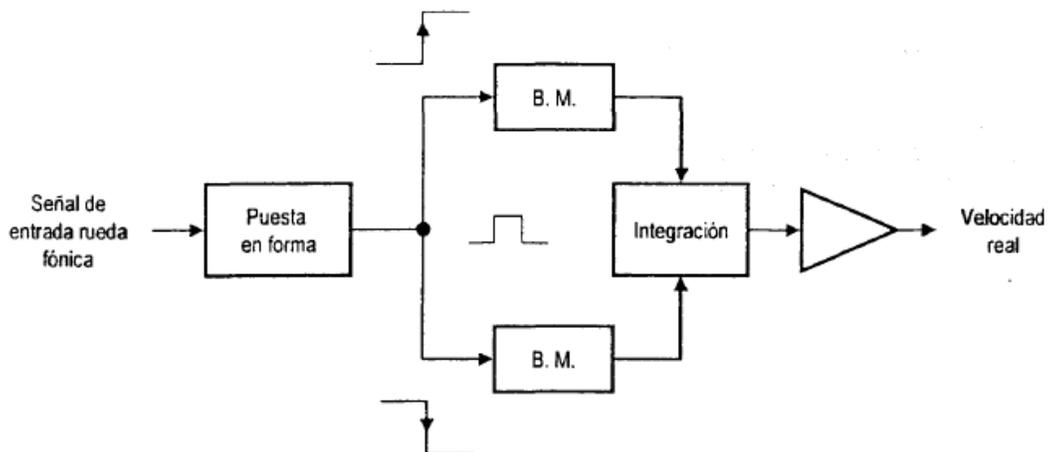


Fig. 3.27 Elaboración de la velocidad real del tren.

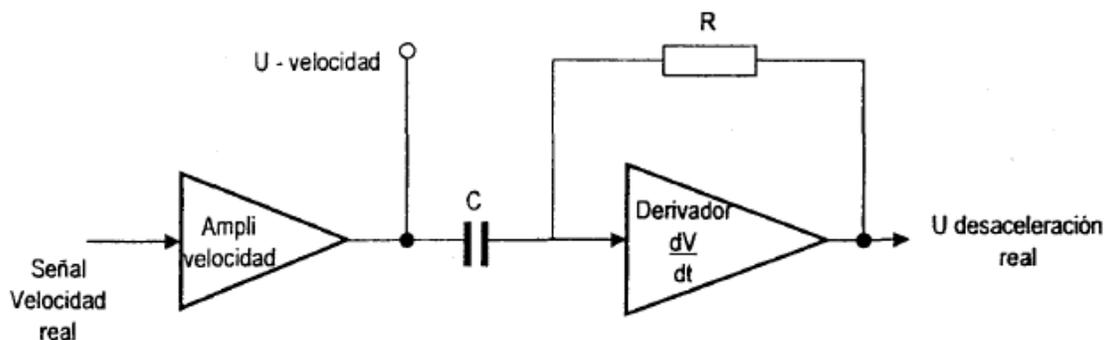


Fig.3.28 Elaboración de desaceleración real del tren.

- Una etapa de puesta en forma de la portadora 23 KHz salida de la cadena de Seguridad Dinámica (trigger a transistores).
- Un amplificador de salida (a transistores) del 23 KHz PA - CMC.

La cadena de elaboración de las tensiones QVA utiliza:

- Un amplificador operacional del umbral seguido de un adaptador de salida (para QVA 1).
- Un amplificador operacional de umbral (para QVA 2).

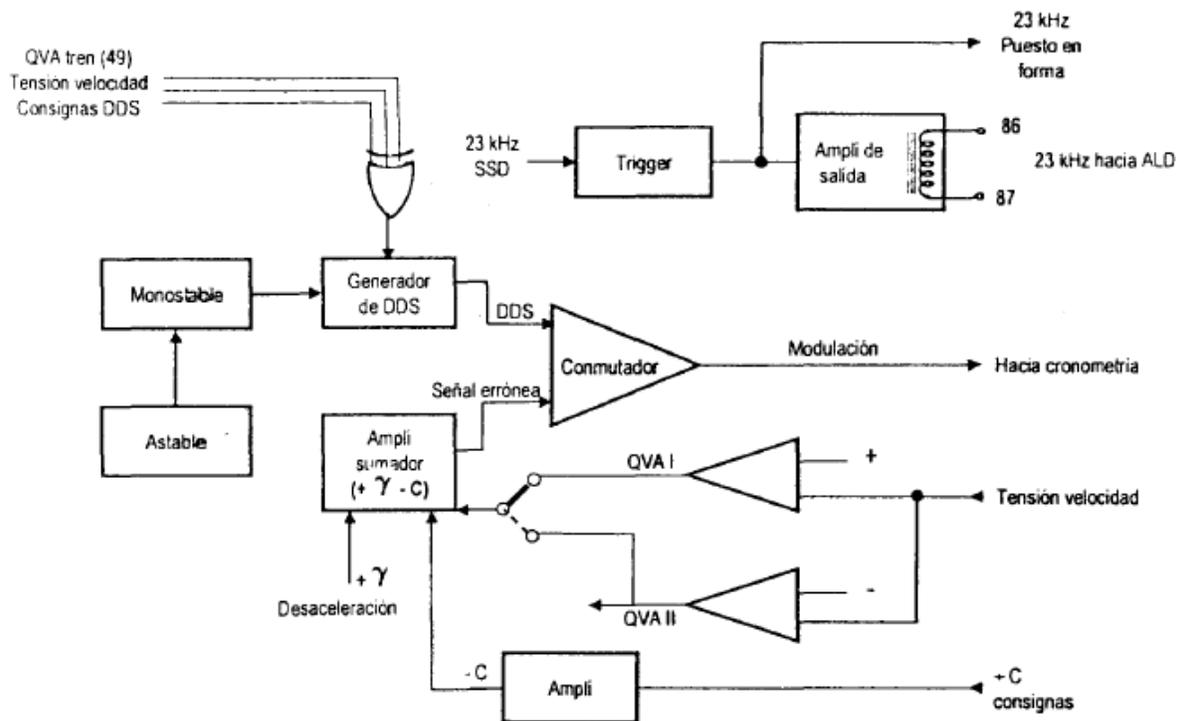
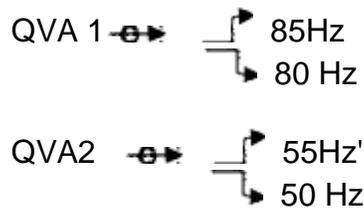


Fig. 3.30 Carta gamma 2.

Señales

- Frecuencia rampa: 70 Hz ±2 Hz.
- Nivel rampa en función de la velocidad:
Rueda Fónica 100 Hz: 3.5 Vcc ±0.03 Vcc.
Rueda Fónica 800 Hz: 8 Vcc ±0.2 Vcc.
- Nivel rampa en función de la QVA tren (cable 49):
49 -> 3.5 V ± 0.3 V
49 -> 8 V ± 0.2 V
- Umbral del trigger 23 KHz: 5.5 Vcc ±0.5 Vcc.
- Nivel de salida de la portadora 23 KHz:
Cargada (470 ohms //47 nF): 25 Vcc ±2 Vcc.
- Umbral de las tensiones QVA:



- Señal residual de la portadora 23 KHz: de 5% a 10%
- Condiciones de verificación: rampa = 3.5 V

Frenado: F6
Tensión: 0V

3.4.6 Carta "energía cable"

La carta "Energía Cable" cumple dos funciones:

- La producción a partir de las informaciones BF OD u OG y 12 V \overline{SSD} de la "Energía Cable" de desfrenado CST (EC.CST).
- La elaboración de la Energía Cable 100 KHz a partir de la información BF ZR (en estación) o de la información BF AM (en interestación) y a condición de tener +12V Squelch PA.

La carta trata en lógica combinatoria las informaciones que entran.

Realiza funciones "or" y "and" en lógica cableada a las que se incorporan temporizaciones ya sea a la caída, o a la subida.

Composición funcional

La carta "Energía Cable" utiliza

- Cinco "or" en cable (diodos).
- Cuatro "and" de 2 entradas (osciladores).
- Dos temporizadores a la caída.
- Un temporizador a la subida.

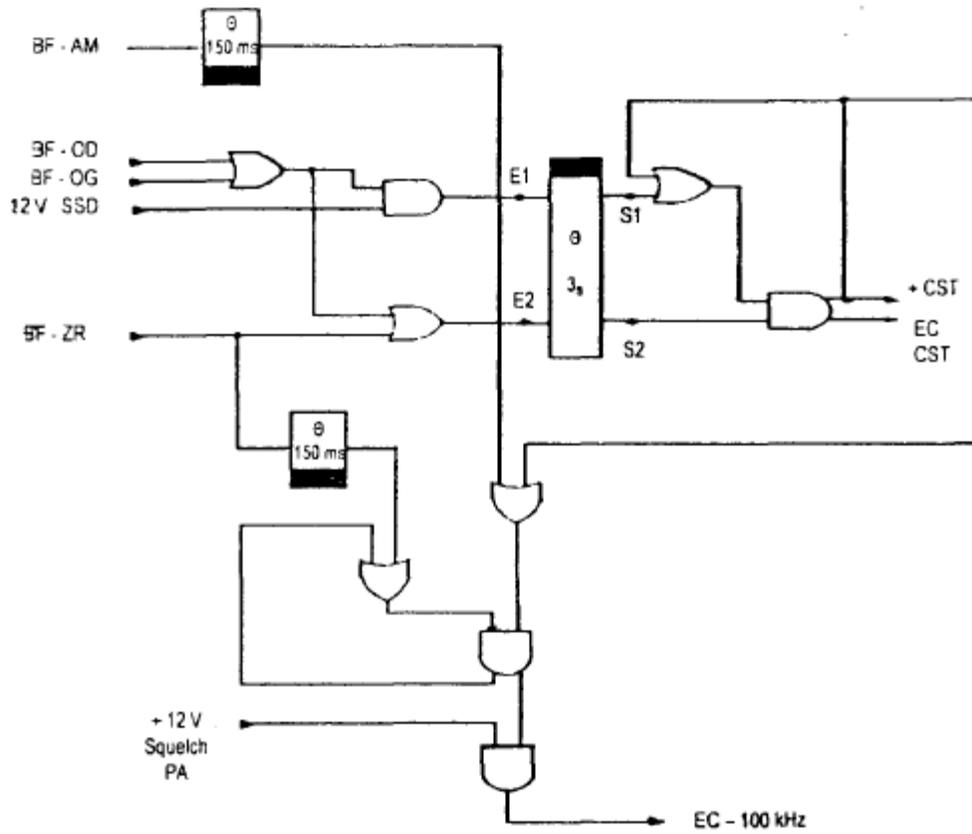


Fig. 3.31 Carta energía cable.

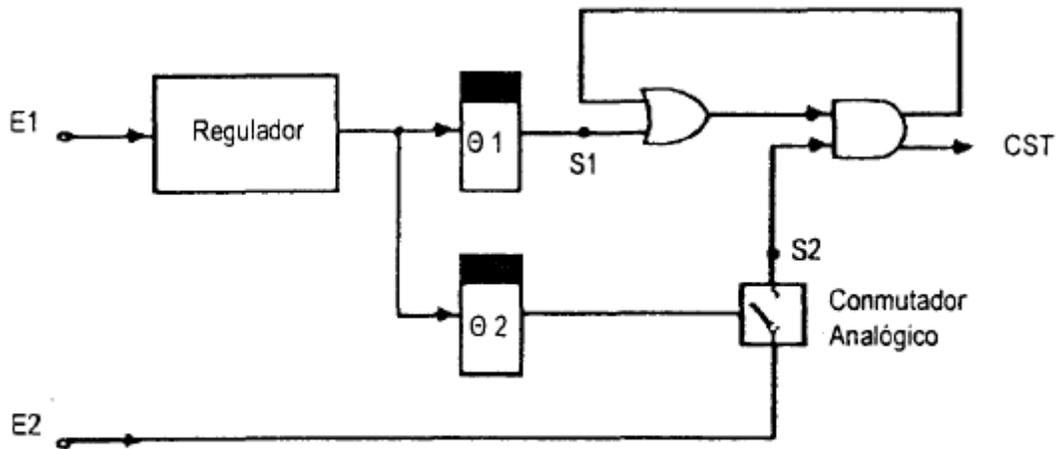


Fig. 3.32 Temporización a la subida.

Señales

Secuencia de llegada a estación: cuadro de verdad (Tabla 9).

	ZR	AM	0D	SQ	12 V \overline{SDD}	CST	EC
1	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	1	0	0	0
3	0	0	0	1	1	0	0
4	1	0	0	1	1	0	0
5	1	0	1	1	1	1 (+3s)	1 (+3s)
6	1	0	0	1	0	1	1
7	1	1	0	1	0	1	1
8	0	1	0	1	0	0	1
9	0	0	0	1	0	0	0
10	1	1	0	1	0	0	1
11	1	1	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 9.

- Temporización 3.5 s: $3.3 \text{ s} \leq \theta \leq 3.7 \text{ s}$.
- Tiempo de caída de la señal "Energía Cable" al producirse la desaparición de la señal AM: $65 \text{ ms} \leq T \leq 75 \text{ ms}$.
- Tiempo de caída de la señal "Energía Cable" al producirse la desaparición del squelch¹: $115 \text{ ms} \leq T \leq 150 \text{ ms}$.

Secuencia de marcha normal en interestación: cuadro de verdad.

Etapas	ZR	AM	SQ	EC
a	0	0	0	0
b	0	1	1	0
c	1	1	1	1
d	0	1	1	1
e	0	0	1	0

Tabla 10.

- Señal Energía Cable:
 - Amplitud: $20 \text{ V} \leq V \leq 28.8 \text{ V}$.
 - Periodo: $9 \mu\text{s} \leq T \leq 11 \mu\text{s}$.
 - Rebotes: 5 Vcc máximo.

¹ Es un circuito de la función que actúa para suprimir el audio (o video) de salida de un receptor en ausencia de una fuerte entrada que desee suficientemente señal. en.wikipedia.org/wiki/Squelch

- Señal prueba EC : $4.5 \text{ Vdc} \leq U \leq 6 \text{ Vdc}$.
- Señal ZR temporizada : $9.6 \text{ Vdc} \leq U \leq 4.4 \text{ Vdc}$.

Señal de funcionamiento del "O" OD - OG: cuadro de verdad.

	OD	OG	12 V \overline{SDD}	ZR	ZRT
1	0	0	0	0	0
2	0	0	1	1	0
3	0	1	1	1	1 al cabo de 3 s
4	0	0	1	0	0
5	1	0	1	0	1 al cabo de 3 s
6	0	0	0	0	0

Tabla 11

3.5 Cajón IV captación PA - CMC

El cajón IV agrupa las siguientes cartas electrónicas:

- Validación Captores.
- Conmutación Captores.
- Captación PA.
- Captación CMC.
- Detección Sincrona PA.
- Detección Sincrona CMC.
- Cronometría.
- Interfase Numérica.
- Interfase de Salida.

Las cartas "Captación" PA y CMC y "Detección Sincronía" PA y CMC son idénticas entres sí.

3.5.1 Carta captación

El bloque PA - CMC reagrupa dos cartas "Captación" idénticas. Una de ellas es activa en modo PA y la otra en modo CMC. Cada una de ellas es dinamizada por los captores HF activos:

- Captores delanteros en modo PA.
- Captores traseros en modo CMC.

La carta "Captación" trata las señales provenientes de los captores HF (derecho e izquierdo) y controla el nivel de la señal de suma \overline{S} (señal B2).

La señal HF modulada en fase por una BF compuesta (señal programada) proveniente de los captores - vía la carta conmutación es filtrada por un pasa banda.

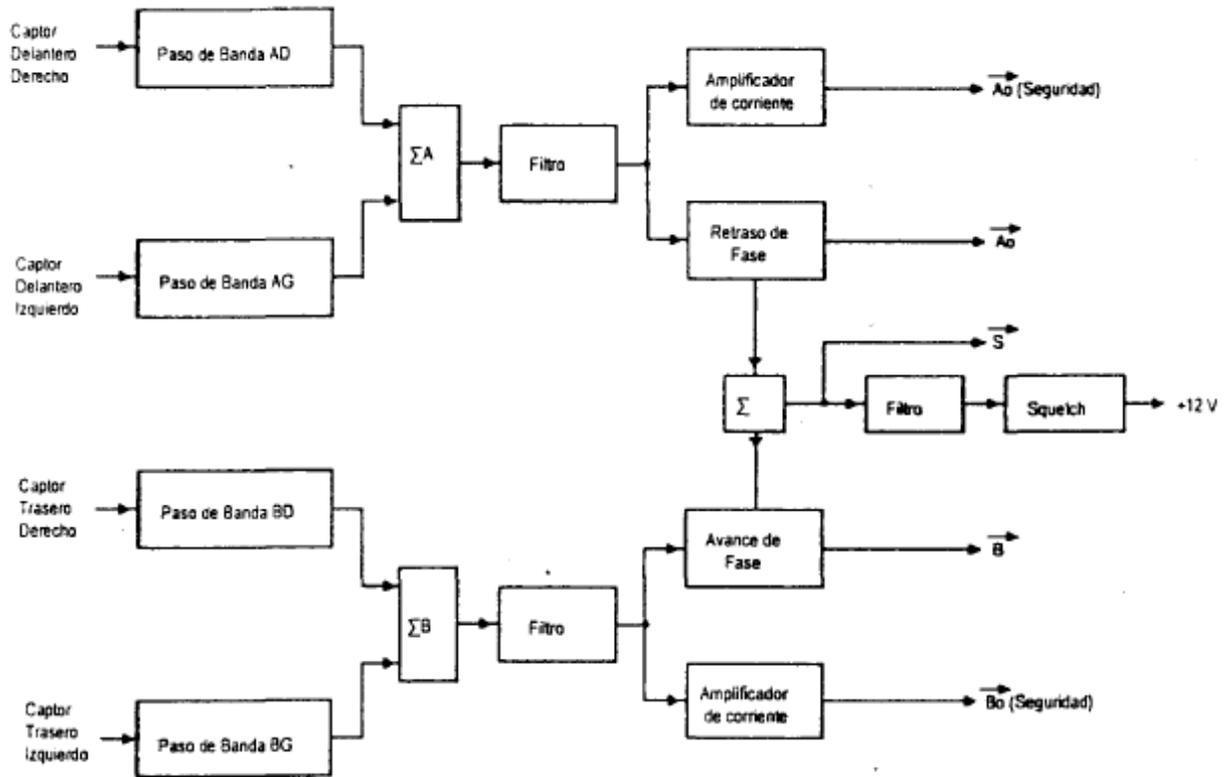


Fig. 3.33 Carta Captación.

Composición funcional

La carta "Captación" está compuesta de dos partes:

- Una parte elaborando las señales \vec{A} , \vec{B} y \vec{S} necesarias a la detección Sincrona.
- Una parte elaborando, a partir de la señal \vec{S} las tensiones bajas continuas "Squelch".

Las señales provenientes de las bobinas traseras (captor derecho o captor izquierdo) son sumadas, luego filtradas y desfasadas por un circuito "adelanto de fase".

Estas señales "delantera" y "trasera" son entonces sumadas vectorialmente; la señal resultante se distribuye entonces:

- A la carta "detección Sincrona".
- Al dispositivo de control de nivel de captación (squelch).

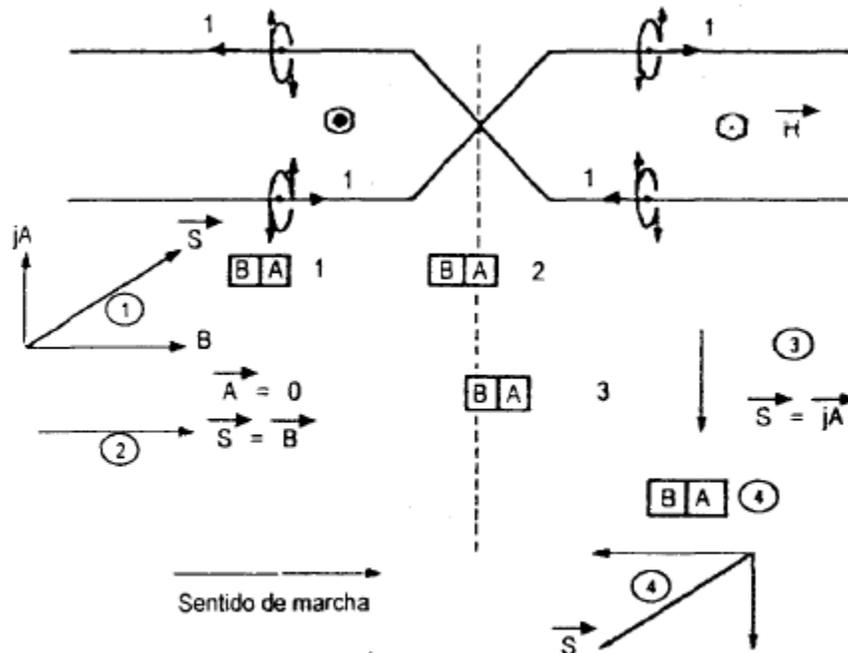


Fig. 3.34 Disposición y características de las bobinas.

Señales

- Sintonía de los filtros TR1 a TR12:
 - Frecuencia central: 135 KHz + 1 KHz.
 - Banda pasante: +20 KHz a 3 dB.
- Amplitud de los vectores:
 - $\vec{A_0}$ sintonizado entre: $3.6 \leq V \leq 4.2 V_{cc}$.
 - $\vec{B_0}$ sintonizado entre: $3.6 \leq V \leq 4.2 V_{cc}$.
 - \vec{A} sintonizado en: $2.7 V_{cc} + 5\%$.
 - \vec{B} sintonizado en: $2.7 V_{cc} + 5\%$.
 - \vec{S} sintonizado en: $2.7 V_{cc} + 5\%$.
- Squelch a -12 dB (± 1 dB):
 - o Corriente de entrada: $3.1 \text{ mAcc} < I < 4 \text{ mAcc}$.
- Squelch a -6 dB (± 1 dB):

- Corriente de entrada: $6.26 \text{ mAcc} < I < 7.9 \text{ mAcc}$.

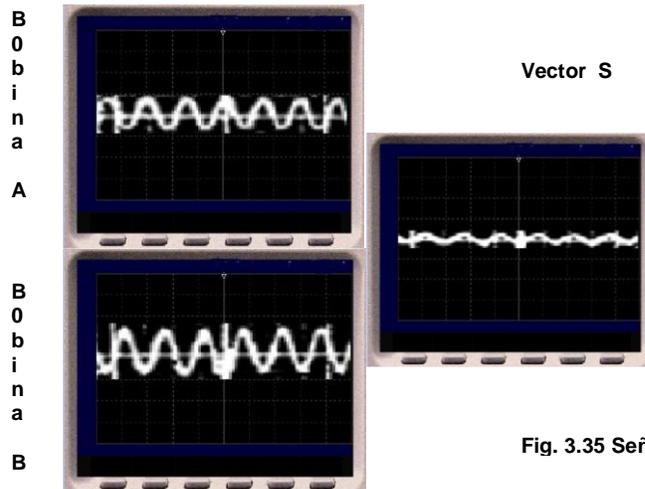


Fig. 3.35 Señal HF modulada.

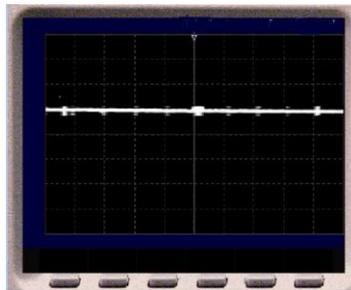


Fig. 3.36 Señal Squelch.

La posición del squelch lógico se determina disminuyendo el valor de la corriente de entrada, de manera que el nivel de salida squelch esté a la mitad de la tensión nominal.



Fig. 3.37 da del filtro pasa banda.

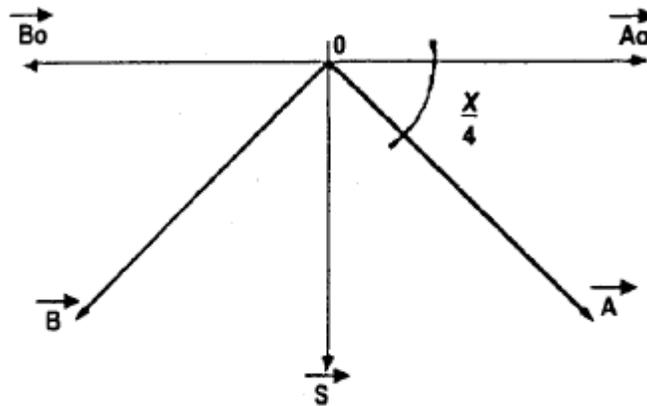


Diagrama de las fases

Fig. 3.38 Diagrama de las fases.

3.5.2 Carta "Detección Sincrona"

El bloque PA - CMC reagrupa dos cartas "Detección Sincrona" idénticas:

- Una es activa en modo PA.
- La otra es activa en modo CMC.

Finalidad

Cada carta "Detección Sincrona" elabora los pulsos SD y lógico a partir de las informaciones dadas por la carta captación correspondiente.

Las tensiones sinusoidales $\vec{A_0}$ y $\vec{B_0}$ (de seguridad) obtenidas de la carta captación son puestas en forma por medio de comparadores. Estos últimos emiten una señal rectangular de 35 KHz de frecuencia actuando cada uno sobre un circuito selectivo de seguridad sintonizado en 135 KHz.

Las señales de salida de los circuitos selectivos son sumadas; la resultante es rectificadas, y entonces filtrada dirige un oscilador de seguridad.

La señal de salida del oscilador es puesta en forma antes de ser utilizada por la cadena de seguridad dinámica (pulso SD).

Los vectores \vec{B} y \vec{S} salidos de la carta captación son tomados en cuenta por dos comparadores cuyas salidas dirigen un comparador de fase.

Por conmutación, éste último dirige un temporizador y un conmutador de inmunidad. Este último actúa sobre un conmutador monoestable de salida.

Una etapa de puesta en forma transistorizada emite la señal (pulso lógico) final. Este dirige la cadena cronometría.

Composición funcional

Cada carta "Detección Sincrona" está compuesta de dos partes totalmente independientes entre ellas:

- Una parte elaborando el pulso SD a partir de vectores de seguridad \vec{A}_0 y \vec{B}_0 provenientes de la carta captación.
- Una parte elaborando el pulso lógico a partir de los vectores \vec{B} y \vec{S} provienen igualmente de la carta captación.

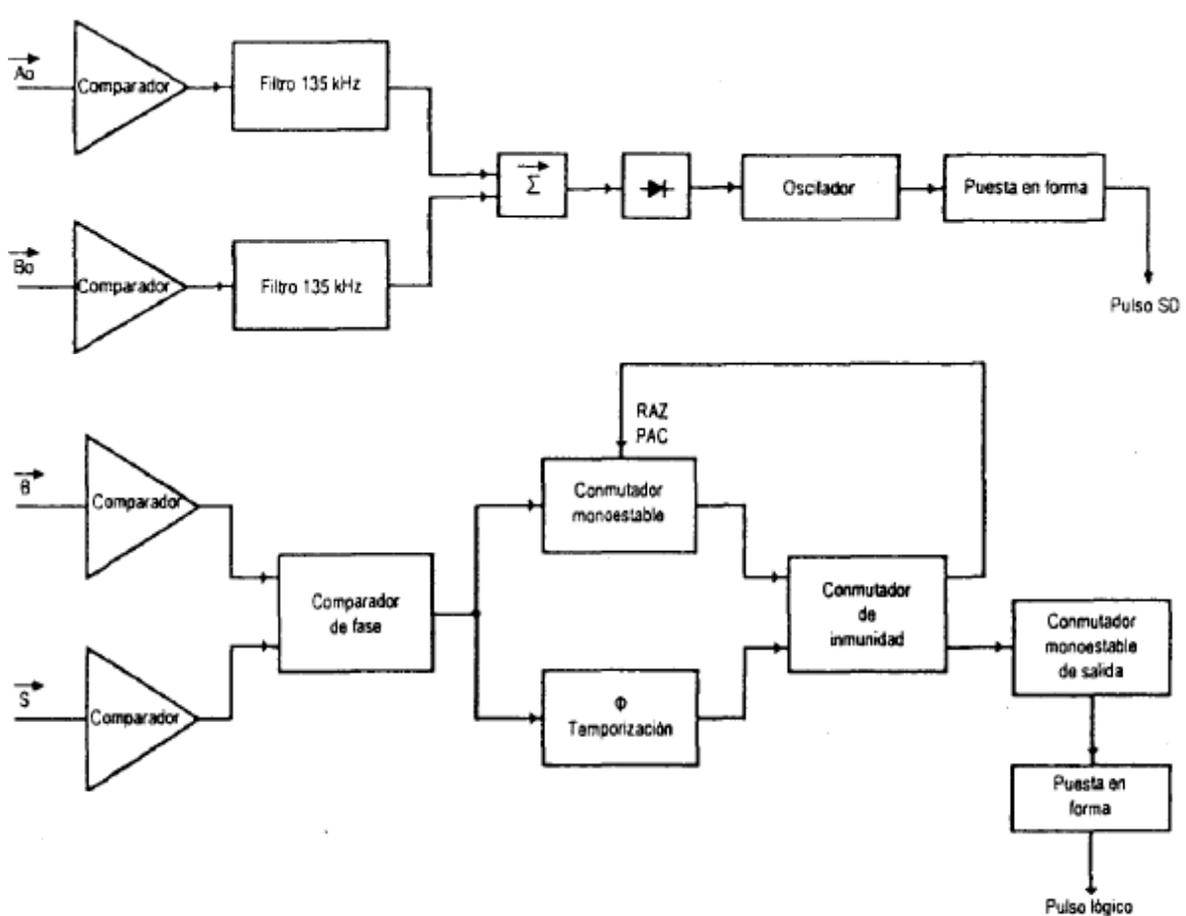


Fig. 3.39 Elaboración del pulso SD.

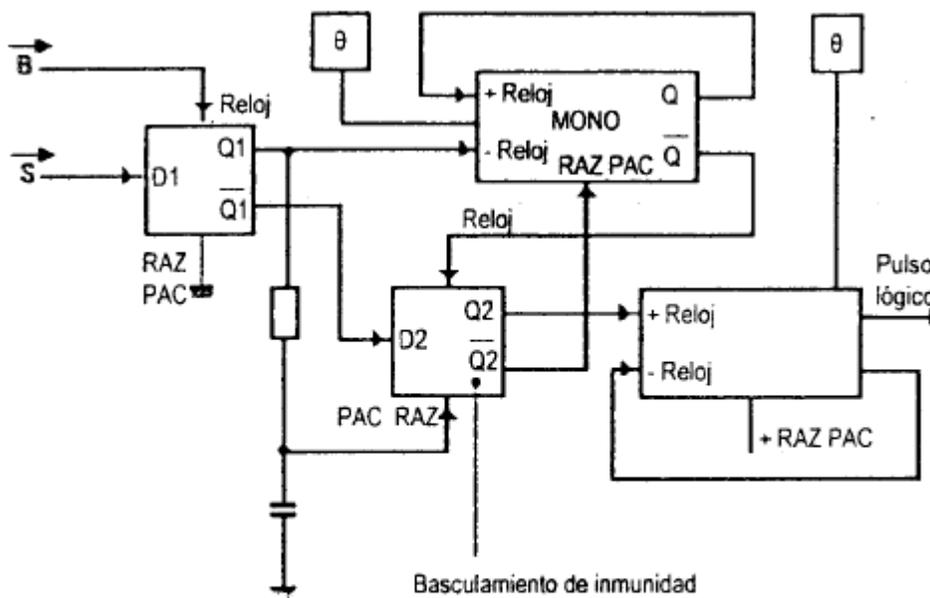
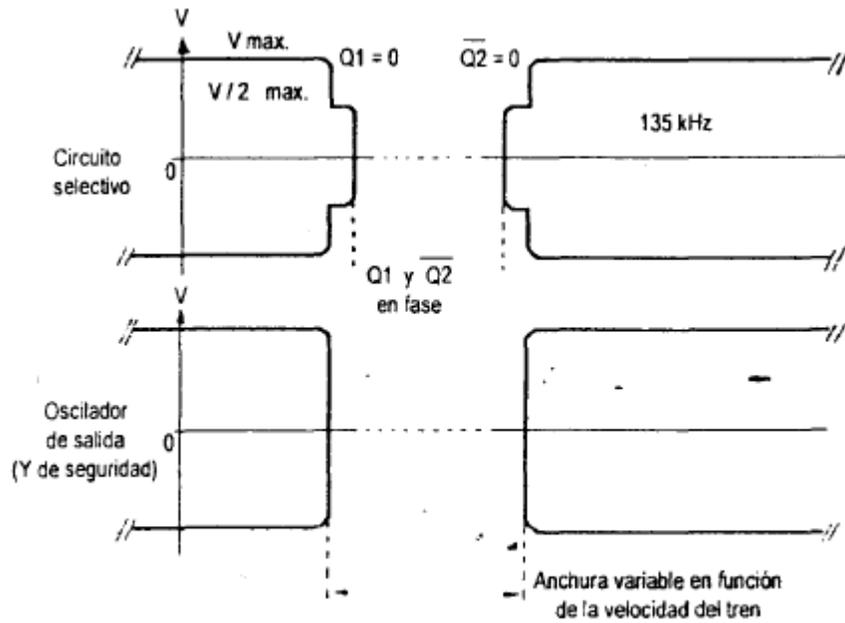


Fig. 3.40 Diagrama de fases y comparador de fases.

Señales

- Alimentaciones: +24 V +20% -10%.
 ±12 V +20% -10%.
 +1.5 V +20% -10%.

Señales de entrada:

- \overrightarrow{S} : Frecuencia 135 KHz, Amplitud 1.8 Vcc, Sinusoidal.
- \overrightarrow{B} : Frecuencia 135 KHz, Amplitud 2.7 Vcc, Sinusoidal.
- \overrightarrow{Bo} : Frecuencia 135 KHz, Amplitud 3.8 Vcc, Sinusoidal.
- \overrightarrow{Ao} : Frecuencia 135 KHz, Amplitud 3.8 Vcc, Sinusoidal.

Las amplitudes corresponden a la posición del captor entre dos cruces.

Señales de salida:

Pulso SD: Frecuencia: 100 KHz +10%.
Nivel continuo: +12 Vdc +10%.

Pulso lógico: Impulsión de duración: 1 ms +0.5 ms.
De nivel 5 Vdc +20%
-10%.
De recurrencia variable entre 150 ms y 500 ms.

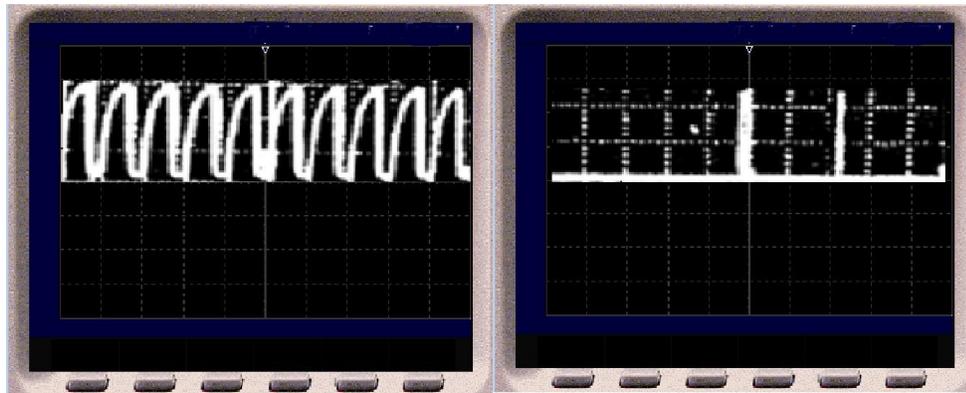


Fig. 3.41 Pulso SD y Pulso Lógico.

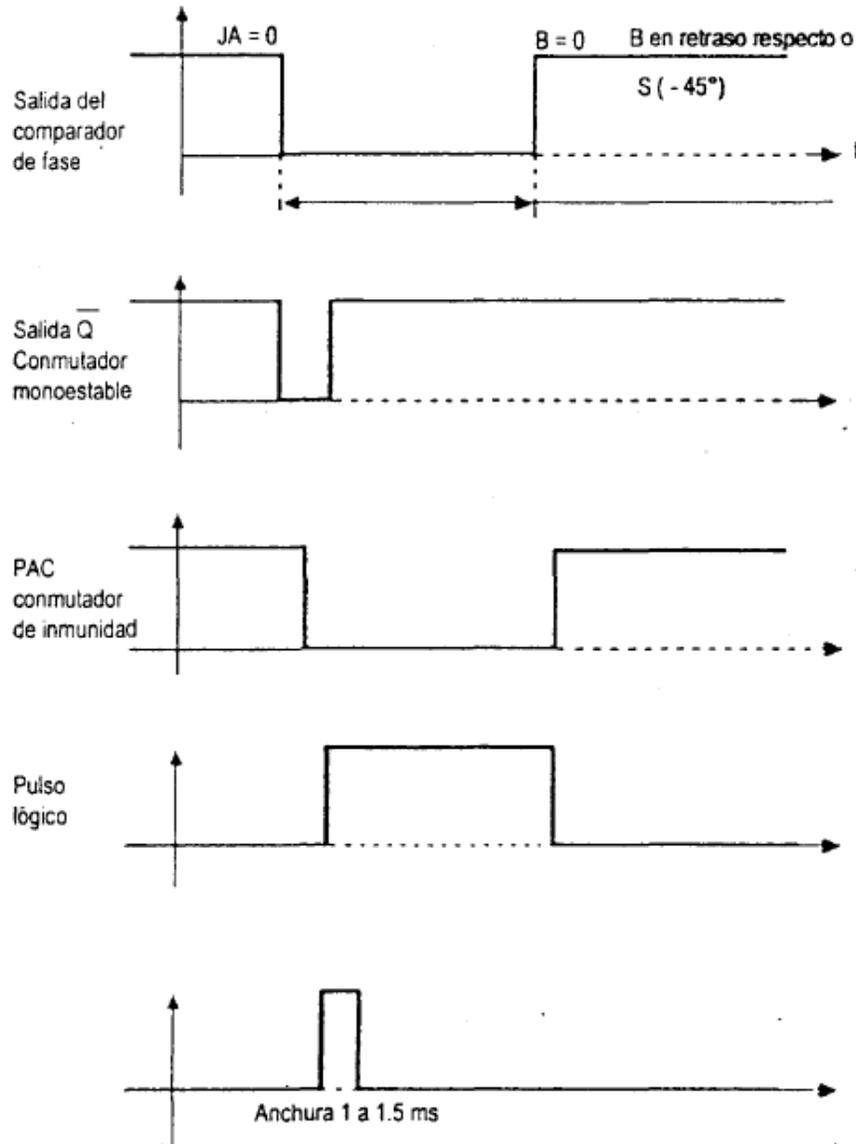


Fig. 3.42 Diagrama de señales.

3.5.3 Carta "validación captores"

La carta "Validación Capttores" suministra a la carta "Conmutación Capttores" las informaciones que le permiten realizar los vínculos adecuados entre los captores y las cartas "Captación".

Las informaciones entregadas por la carta son el resultado de una ecuación lógica que toma en cuenta:

- El sentido de marcha del tren.
- La presencia del tren sobre una zona de rearme activa.

El proceso hace actuar relés de contactos solidarios, los cuales permiten realizar funciones de seguridad.

La carta validación captadores utiliza:

- Dos circuitos a relés comandados por transistores.
- Un "and" oscilador de seguridad.

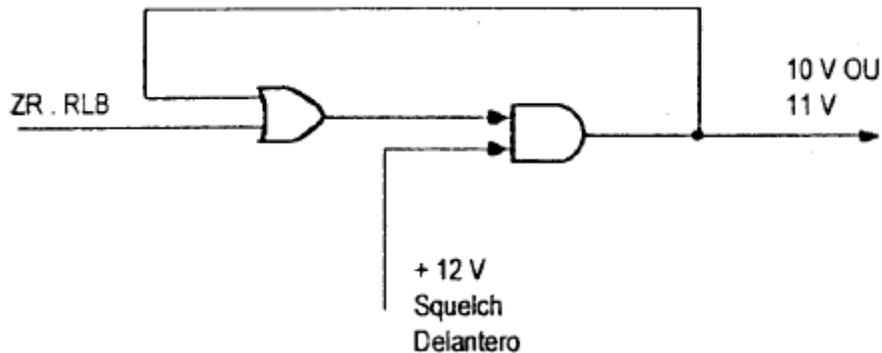


Fig. 3.43 Carta "Variación de captadores".

Señales

- Tensión 10 V (o 11 V): $21 \text{ Vdc} < U < 27 \text{ Vdc}$.
- Alimentación: +24 V nominal.
- Señal de entrada BF (ZR):
 - Señal "strobe"²
 - Amplitud 24 Vcc.
 - Frecuencia 1488 Hz.

3.5.4 Carta conmutación captadores

La carta "Conmutación Captadores" tiene por objeto:

- Realizar, en función del sentido de la marcha del tren, los vínculos adecuados entre los captadores. (delanteros y traseros) y las cartas "Captación" (captación delantera y captación trasera).
- Conmutar distintamente los captadores en el momento del rearme.

La carta realiza las conmutaciones mediante utilización de relés electromecánicos subminiaturas a contactos solidarios.

² Se trata de una señal eléctrica de frecuencia tal que permite sondear otras durante el tiempo de estado "en alto o en bajo" para ser utilizadas como argumento de otras funciones lógicas. Opera como una ventana lógica OR sobre la señal sondeada. El concepto se usa sobre todo en la metrología digital

La solidaridad entre los diversos contactos de los relés permite obtener una conmutación de seguridad.

La carta conmutación captadores utiliza ocho relés electromagnéticos de contactos solidarios.

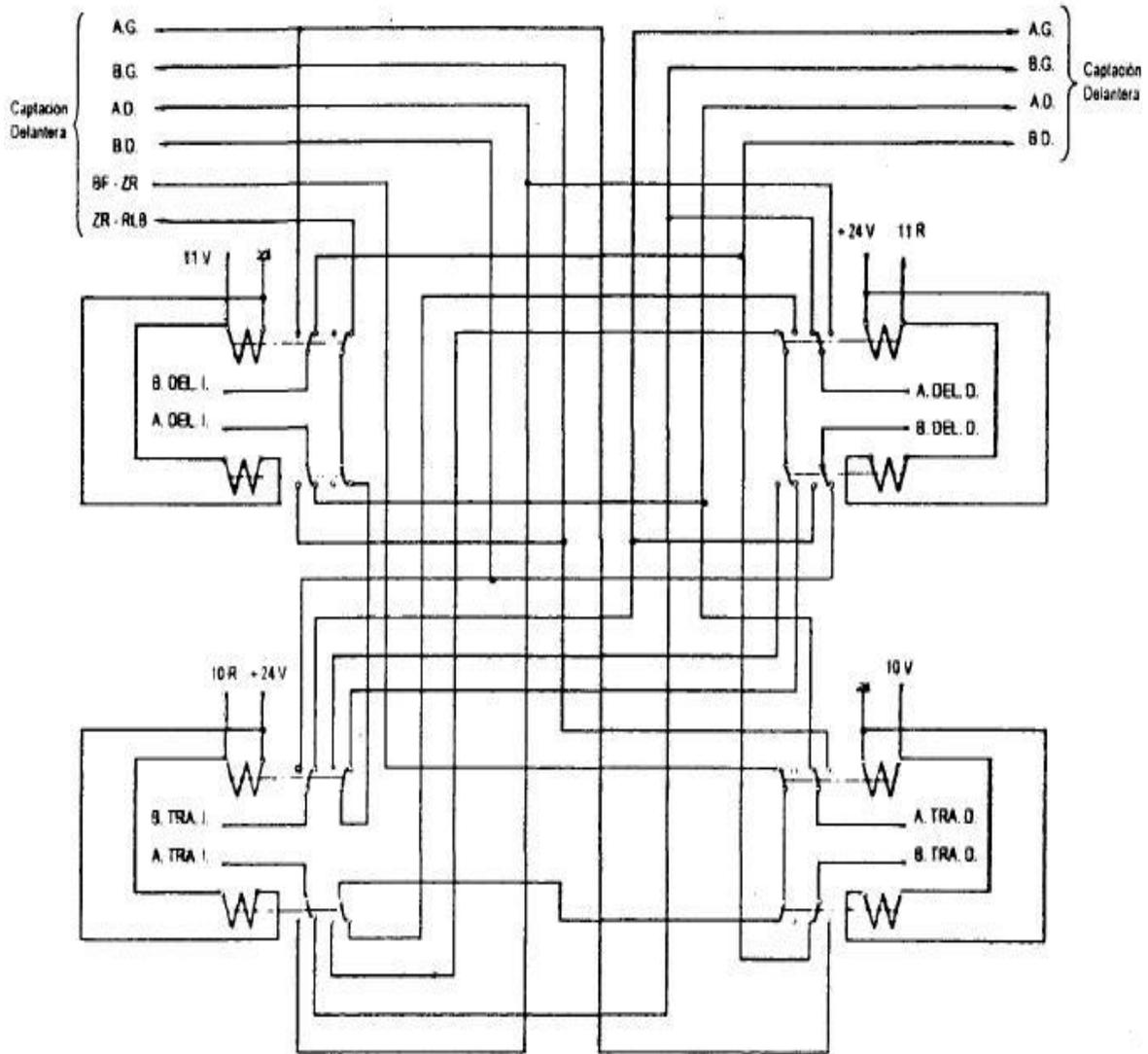


Fig. 3.44 "Carta Conmutación Captadores".

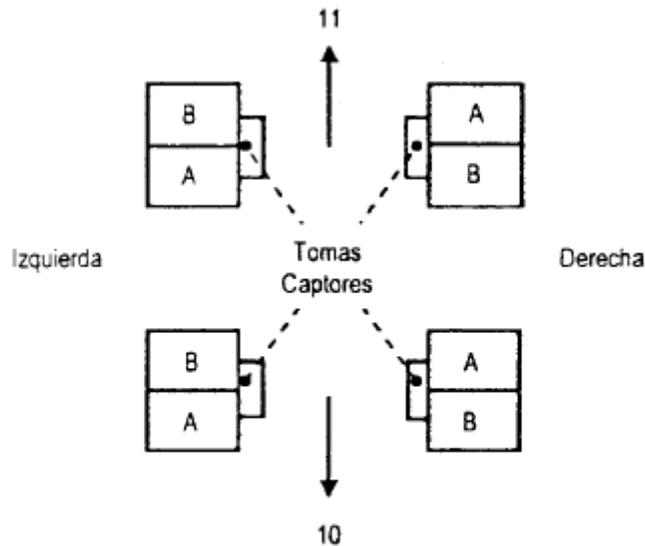


Fig. 3.45 Disposición de Captadores.

3.5.4 Carta "Cronometría"³

La carta "Cronometría" tiene la finalidad de someter la velocidad del tren a la impuesta por el tapete programa.

Un microcomputador mide la diferencia entre el tiempo de recorrido de la distancia entre cabriales (velocidad instantánea del tren) y su valor teórico. Deduce las correcciones necesarias, teniendo en cuenta la velocidad impuesta por el PCC, y las aplica al tren. Estas correcciones se traducen por una dosificación de la corriente P.

La aparición del 24 V PA inicializa el sistema.

Cuando desaparece la señal "Test 24 V SSD", el microcomputador esta listo para:

- Mandar la corriente de desfrenado cuando se aparece la información "+CST".
- Mandar la corriente y la lógica de salida cuando se aparece la información "24 V salida".

La carta utiliza:

- Conjunto microcomputador:
 - Un microprocesador 8 bits, familia 6802.
 - Una memoria de programa (REPROM).
 - Una Interfase (PIA).

³ Medida exacta del tiempo.

- Un temporizador programador.
- Elementos de adaptación entre el microcomputador y los circuitos periféricos.
- Un regulador -5 V.
- Un divisor de frecuencia.

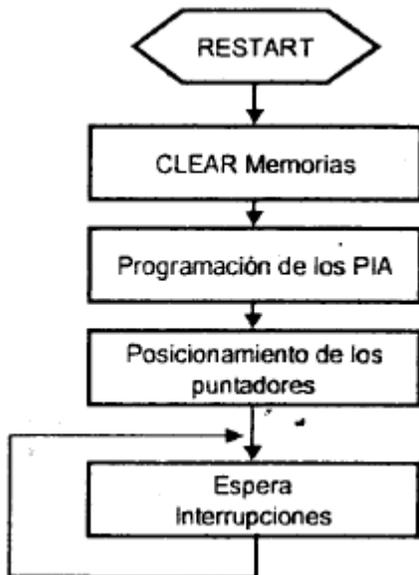
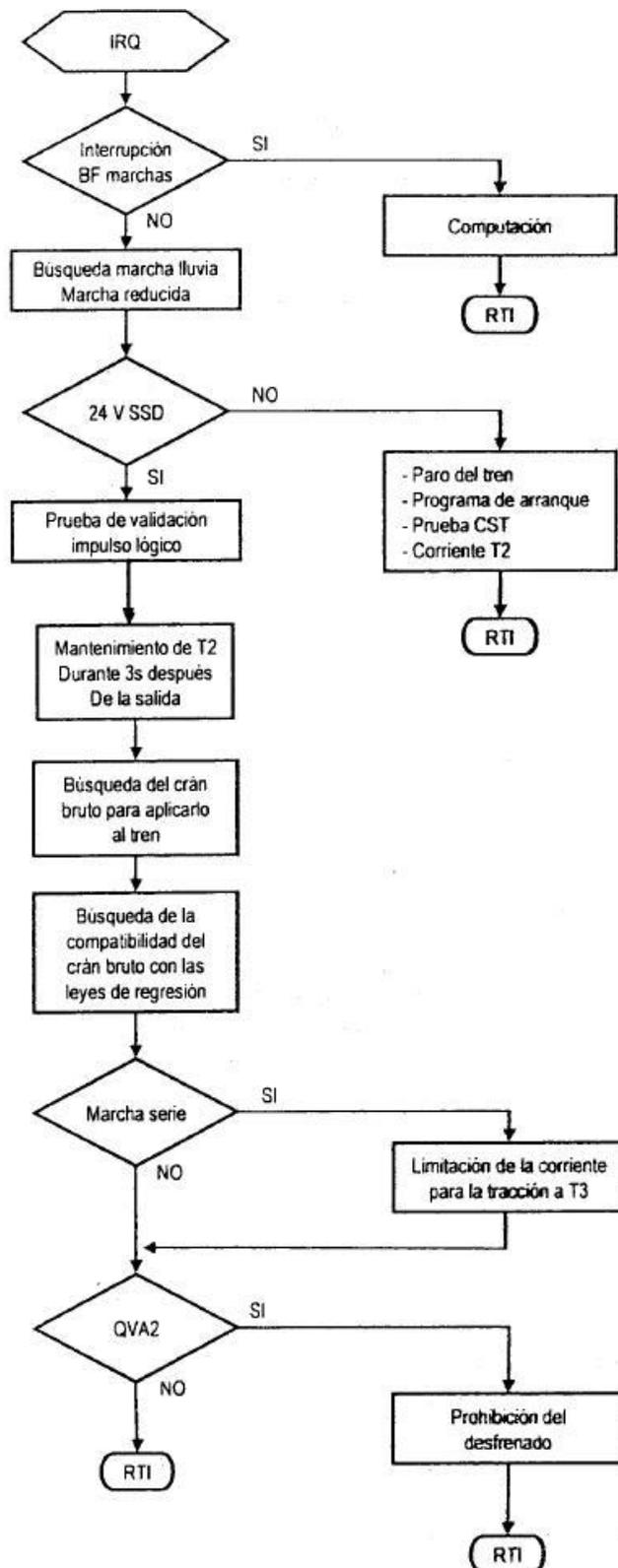


Fig. 3.46 Secuencia Lógica de Cronometría.



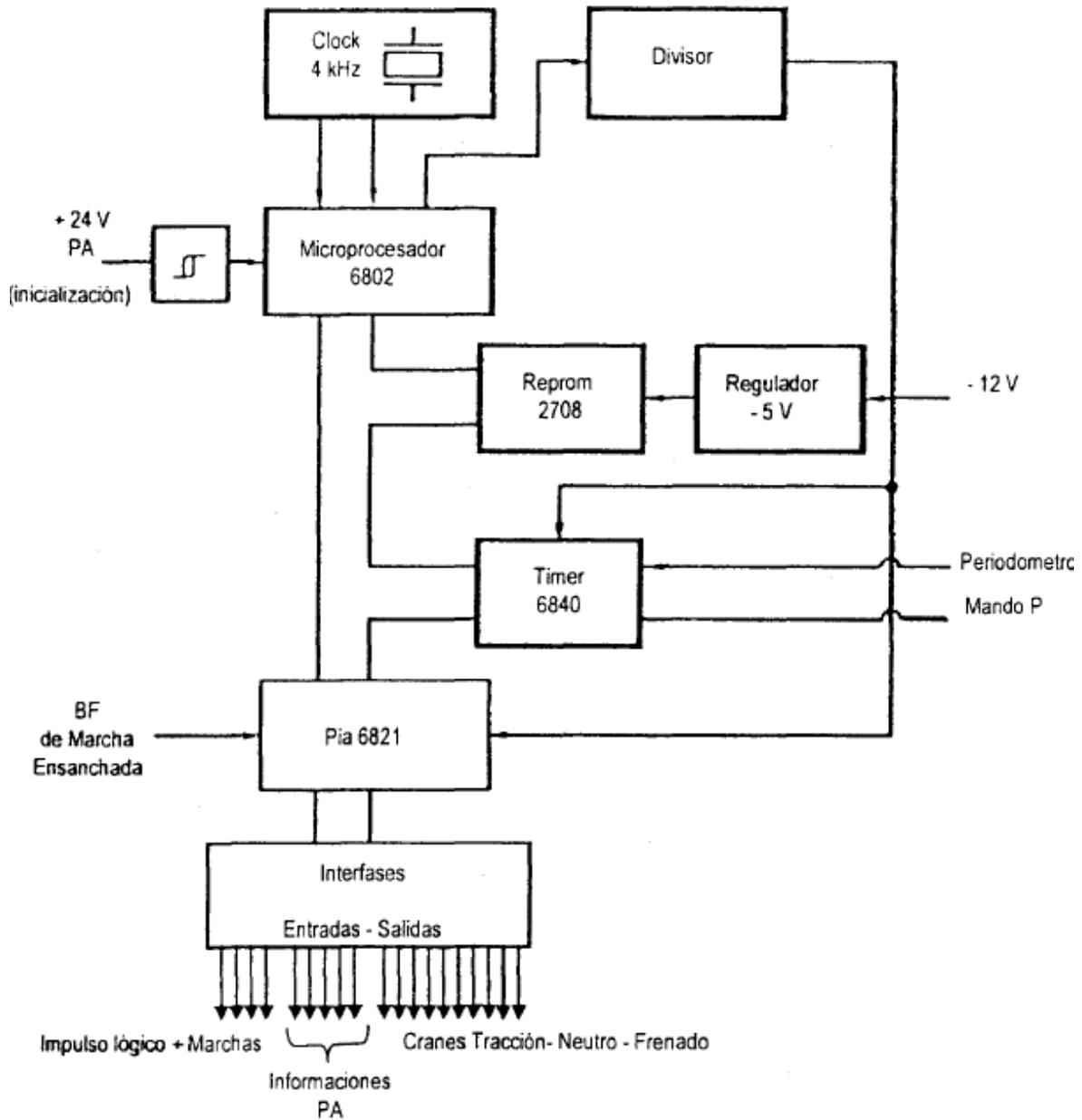


Fig. 3.47 Diagrama a bloques para la carta Cronometría.

Señales

- Pulso lógico: Amplitud: 5 Vdc +20% -10%.
- Duración: 1 ms ±0.5.

Repetición variable entre 150 ms y 500 ms.

- Alimentaciones: -12 V +5%.
- +12V+5%.
- +5 V +5%.

- BFA anchada: Señal rectangular nivel TTL
Duración: 2 a 4 μ s.
Frecuencia: entre 495 Hz y 1006 Hz.

- Inicialización cronometría: + 24V PA
- Prueba 24V SSD: + 5V
- CST:+12V
- Velocidades + 5 V

- Inmunidad del pulso lógico.
 - Velocidad normal 180 ms.
 - Velocidad lluvia 225 ms.

- QVA: F5 -1/2 máximo.
- Periodómetro: Señal rectangular nivel TTL 70 Hz con razón cíclica variable.
- Mando P: Señal rectangular nivel TTL 3.9 KHz con razón cíclica variable.
- Prueba 24 V salida: +7.5 V.
- .mt, mf: +5 V.
- MFA, MFB, MFC, MFD, mf (n-1/2), me: 5 V.

3.5.5 Carta "Interfase numérica"

La carta realiza las siguientes funciones:

- Decodificación y ampliación de las señales multiplexadas "MF" elaboradas por la "cronometría".
- Amplificación de las órdenes lógicas "mf" y "me" transmitidas por la carta "cronometría".
- Ensanchamiento de la BFA.
- Elaboración de las velocidades.
- Elaboración de la señal "periodómetro" utilizado por el contemporizador de la cronometría.

Los grados "mf" necesarios para el servo sistema de frenado (gama) se derivan de una demultiplexión de los cuatro grados transmitidos por la cronometría (PIA).

El demultiplexor está cargado de interfases amplificadores hechos con transistores.

La amplificación de las órdenes lógicas "mt", "mf" y "me" está realizada por amplificadores operacionales e interfases.

BFA es anchada mediante un flip - flop hecho con puertas.

El dispositivo de elaboración de la velocidad toma en cuenta bajas frecuencias que se tratan lógicamente según la orden de preferencia siguiente:

- Velocidad lluvia.
- Velocidad Serie.
- Velocidad reducida y referencia SE.

La señal periodómetro resulta de la modulación gama amplificada.

Composición funcional

- La carta contiene:
- Un demultiplexor tipo 54154
- Una memoria MOS tipo 4042
- Etapas de rectificación y filtrado
- Un conmutador
- Amplificadores operacionales
- Interfases transistorizados

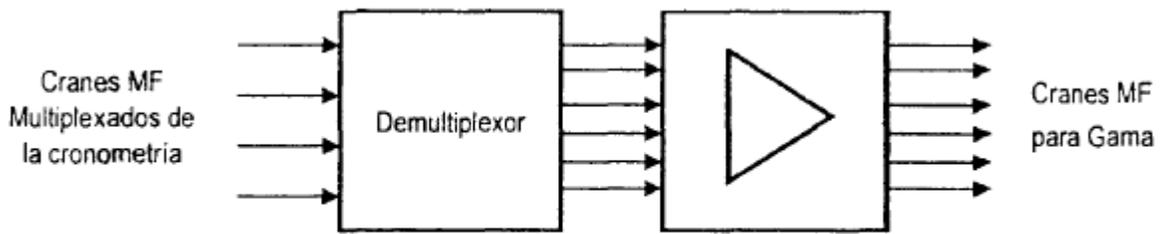


Fig. 3.48 Tratamiento de los cranes MF multiplexados.

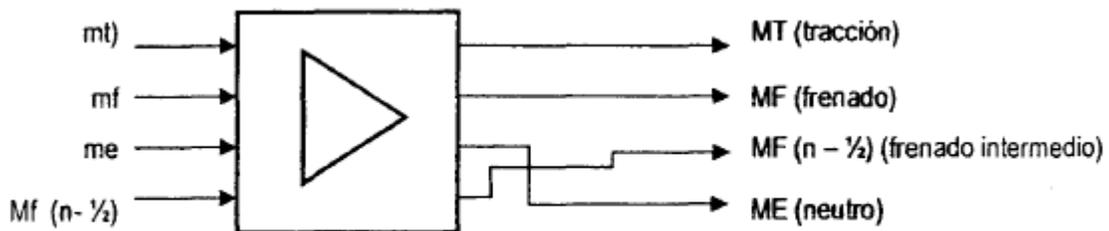


Fig. 3.49 Tratamiento de los órdenes numéricos.

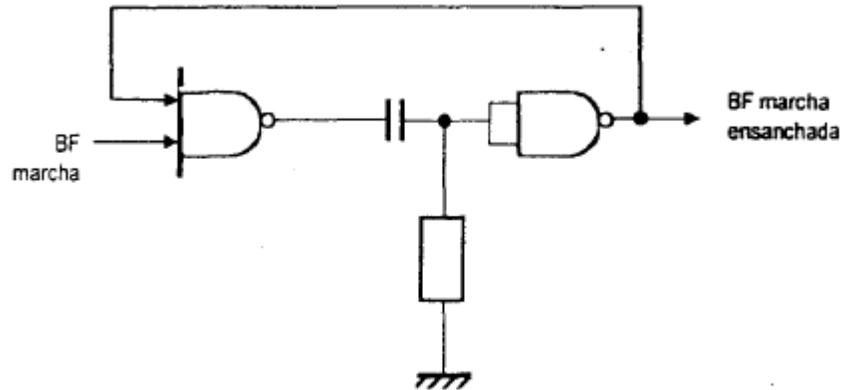


Fig. 3.50 Tratamiento de la FM marcha.

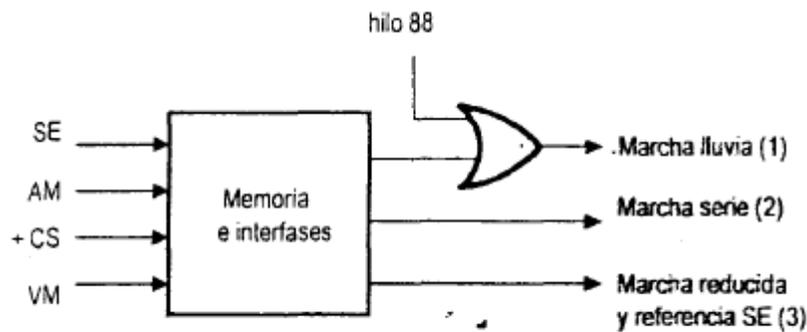


Fig. 3.51 Elaboración de las marchas.

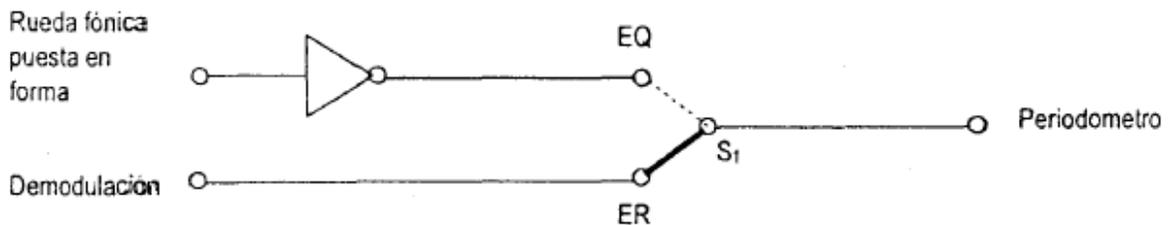


Fig. 3.52 Elaboración de la señal de medida del periodo.

Señales

- MFA, MFB, MFC, MFD: +5 V,
- mf, (n-1/2), me: +5 V.
- mt, mf: +5 V.
- MF1 hasta MF6: +24 V.
- Periodómetro: Señal rectangular TTL 70 Hz con razón cíclica variable.
- BFA anchada: Señal rectangular TTL
 - Duración 2 a 4 μ s.
 - Frecuencia entre 495 Hz y 1006 Hz.
- Señal BF de entrada: amplitud: 24 Vcc \pm 10%.
 - Efecto estroboscópico: 25% máximo
 - Frecuencia AM = 1140 Hz

- SE = 1104 Hz
 - VM = 1260 Hz
- CS = 24 V ±5%: CS = OD + OG
 OD = 1680 Hz
 OG = 1824 Hz

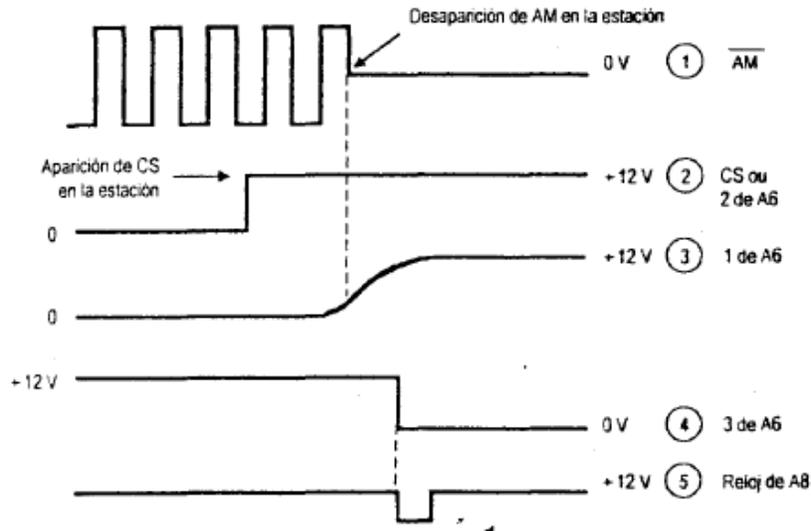


Fig. 3.53 Elaboración del reloj de A8.

3.5.6 Carta "Interfase De Salida"

La carta realiza las funciones siguientes:

- Mando efectivo de la corriente P (21 V - 21 R) Y tracción (18Q. 20Q).
- Elaboración de la señal R SDF (umbral SD).
- Alimentación del hilo 13Q (frenado).
- Generación de la información \overline{RT} necesaria para la carta "Circuitos Anexos".

El mando de la corriente P traduce la conversión de frecuencia - corriente de la señal P elaborada por la cronometría. Esta conversión se hace por medio de un filtro activo.

El mando de la corriente de tracción (18Q – 20Q), del frenado (13Q) y de las señales R SDF e \overline{RT} traduce algunas ecuaciones lógicas con informaciones PA.

La carta contiene

- Un dispositivo de protección para R1, Z1, C1.
- Una Interfase de entrada.

- Un filtro activo.
- Un convertidor frecuencia. corriente.
- Un circuito de lógica de combinación.

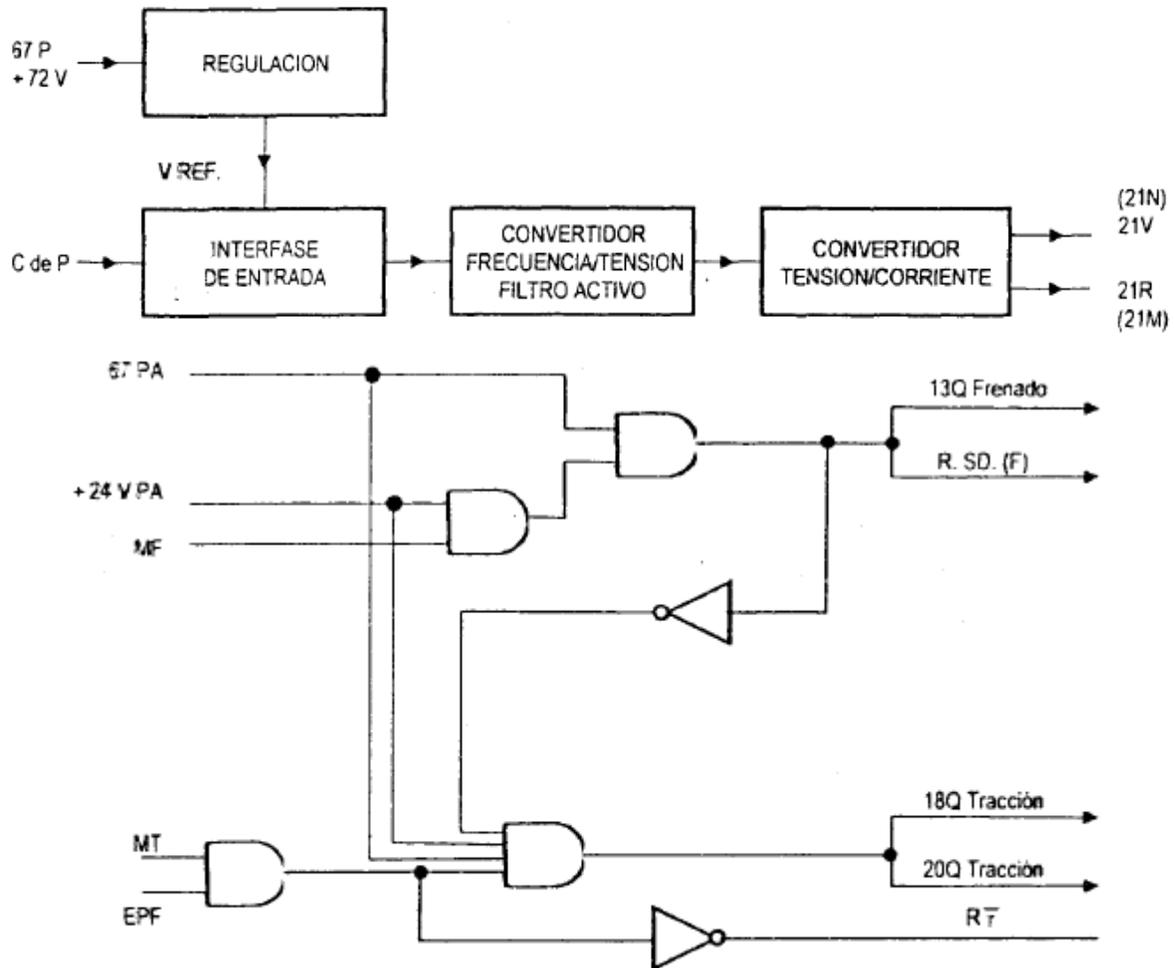


Fig. 3.54 Mando de tracción y frenado.

Señales

- Mando P: Señal rectangular TTL.
Frecuencia: 3.9 Khz.
Razón cíclica variable.
- 67PA, 67P: + 72 V nominal (55 V. 85 V)
- 21V, 21R o 21N, 21M: corriente P 100 mA máximo.
- +24 V PA, EPF: +24 V (+20%, -10%).
- MF, MT: +5 V (+20%, -10%)

3.6 Bloque de interpretación CML - CMR

- Se presenta bajo la forma de un bastidor dentro del cual están ubicados dos cajones funcionales.
- Conjunto de cartas electrónicas donde se localizan los circuitos de seguridad y lógicos de las marchas CML - CMR.

Los cajones están organizados de la forma siguiente:

- Cajón I: Alimentación CML - CMR.
- Cajón II: Seguridades CML - CMR.



Fig. 3.55 Bloque de interpretación CML - CMR

3.6.1 Cajón I alimentación CML - CMR

El cajón I agrupa las siguientes cartas electrónicas:

- Alimentación 1.
- Alimentación 2.
- Alimentación 3.
- Alimentación 4 CML. CMR.
- Amplificador AUR.
- Interfase Captore AV.
- Interfase Captore AR.
- Conmutación Captore.

Las cartas "Interfase Captore AV" e "Interfase Captore AR" son idénticas.

Cartas "alimentación 1" y "alimentación 2".

Idénticas a las cartas del bloque PA - CMC.

Carta "alimentación 3".

Idéntica a la carta del bloque PA - CMC.

3.6.2 Carta "alimentación 4" CML-CMR

Su finalidad suministrar las bajas tensiones continuas -24 V Y +5 V necesarias para el funcionamiento de los circuitos del bloque CML - CMR.

La tensión +5 V es liberada por un regulador integrado.

La tensión -24 V hace funcionar un paquete de rectificación doble alternancia seguida de una célula clásica de filtrado.

Los dos circuitos son independientes.

Composición funcional.

La carta "Alimentación 4" CML-CMR utiliza:

- Un circuito de regulación integrado.
- Un rectificador un filtro clásicos.

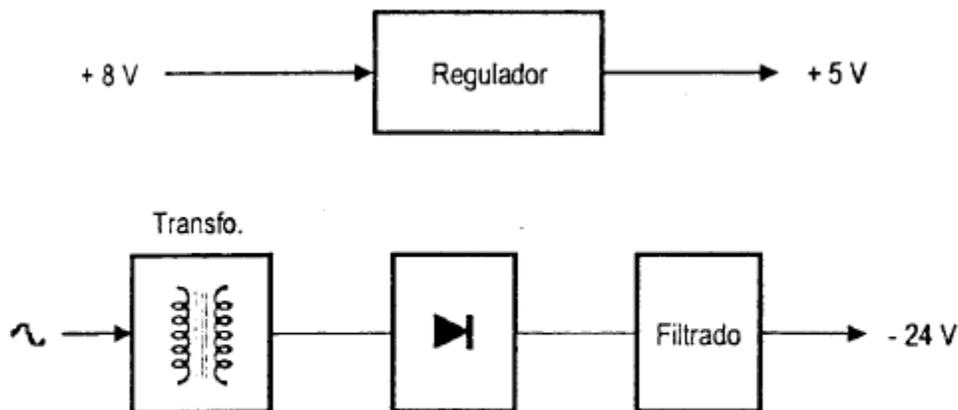


Fig. 3.56 Carta "Alimentación 4"

Señales

- Alimentación +5 Vdc: $+4.6 \text{ Vdc} \leq U \leq +5.4 \text{ Vdc}$.
- Alimentación -24 Vdc: $-25 \text{ Vdc} \leq U \leq -23.5 \text{ Vdc}$.

Carta conmutación captoreos

- Idéntica a la carta del bloque PA - CMC.

3.6.3 Cartas "Interfase captadores AV y AR"

La carta "Interfase Captadores AV y AR" multiplica por dos sin modificación de las características de las señales, las salidas de los captadores para satisfacer los distintos modos de conducción.

La carta realiza una conversión tensión - corriente de las informaciones salidas por las bobinas captadas.

Asegura un aislamiento galvánico de seguridad (transformador).

La cartas "Interfase captadores AV y AR" utiliza:

- Un regulador de corriente.
- Cuatro filtros sintonizados.
- Ocho convertidores tensión-corriente.

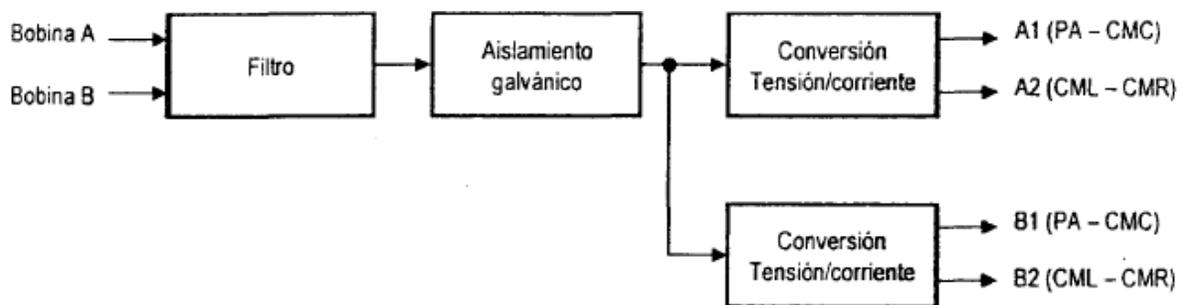


Fig. 3.57 Carta Interfase Captadores.

Señales

- Alimentación: +24 Vdc +20% -10%.
- Señal de entrada por bobina:
 - Frecuencia comprendida entre 119 KHz y 153 KHz.
 - Referirse a las características de las señales HF (cap. 2.2.5 bloque PA-CMC).
- Aumento de tensión: $0.9 \leq GV \leq 1$.

3.6.4 Carta "amplificador AUR"

La carta amplifica la BF AUR salida del codificador correspondiente para que pueda alimenta las líneas AUR del tren (60K - 60A).

La amplificación se realiza por un amplificador de potencia simétrico mandado por un oscilador de seguridad tipo COLPITTS alimentado por la BF AUR rectificada

La señal resultante es rectificadora y después filtrada.

La carta utiliza:

- Dos rectificadores el cual uno es de potencia.
- Un oscilador tipo COLPITTS⁴.
- Un amplificador de potencia con dos etapas.
- Circuitos de filtración.

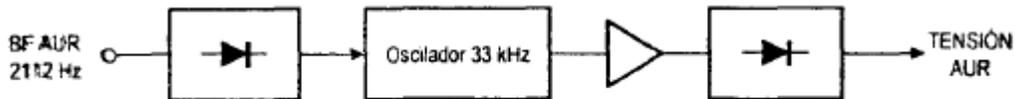


Fig. 3.58 Carta Amplificador AUR

Señales.

- BF AUR: mismas características que para los reguladores 1-2-3.
- Salida AUR: +24 V de potencia 48 W.
 $18\text{ V} \leq V_S < 40\text{ V}$ según 102K.
 $55\text{ V} \leq 102\text{K} < 85\text{ V}$.

3.7 Cajón II. Seguridad CML - CMR

El Cajón II abarca las siguientes cartas electrónicas:

- Validación Captores.
- Captación AV.
- Captación AR.
- Interfase TMH.
- Demodulador. Filtro 4.8 KHz.
- Decodificador ZR. VM.
- Decodificador 4.
- Anexo Lógico.
- SD1 CML - CMR.
- SD2 CML - CMR.
- SDD CML - CMR.

⁴ Se trata de un oscilador de alta frecuencia que debe obtener a su salida una señal de frecuencia determinada sin que exista una entrada. El oscilador Colpitts es un tipo de oscilador el cual es muy utilizado en generadores de frecuencia de alta calidad y se usa principalmente para obtener frecuencia por encima de 1 MHz. http://es.wikipedia.org/wiki/Oscilador_Colpitts

Las cartas "Captación AV y AR" son idénticas

Idéntica a la carta del bloque PA - CMC.

Carta "Captación CML - CMR"

Cabe distinguir:

- La carta "Captación AV".
- La carta "Captación AR".

Estas dos cartas son idénticas a las Cartas de "Captación" del bloque PA - CMC.

3.7.1 Carta Modulador, Filtro 4.8 KHz

La carta tiene por objeto dos funciones independientes:

- La extracción de la señal BF compuesta por ZR + VM (demodulación).
- La decodificación de la frecuencia 4.8 KHz inducida en el captor BF en las zonas equipadas con el cable de paro automático.

La demodulación utiliza el mismo principio que el bloque PA - CMC

La decodificación de! 4.8 KHz utiliza el mismo principio que el bloque PA - CMC.

La carta reagrupa:

- Una etapa de puesta en forma.
- Un demodulador del tipo línea de retardo.
- Un filtro 48 KHz con diapasón.

Señales

- Para la parte demodulador, refiérase a las características de las señales.
- Señal BF 4.8 Khz.

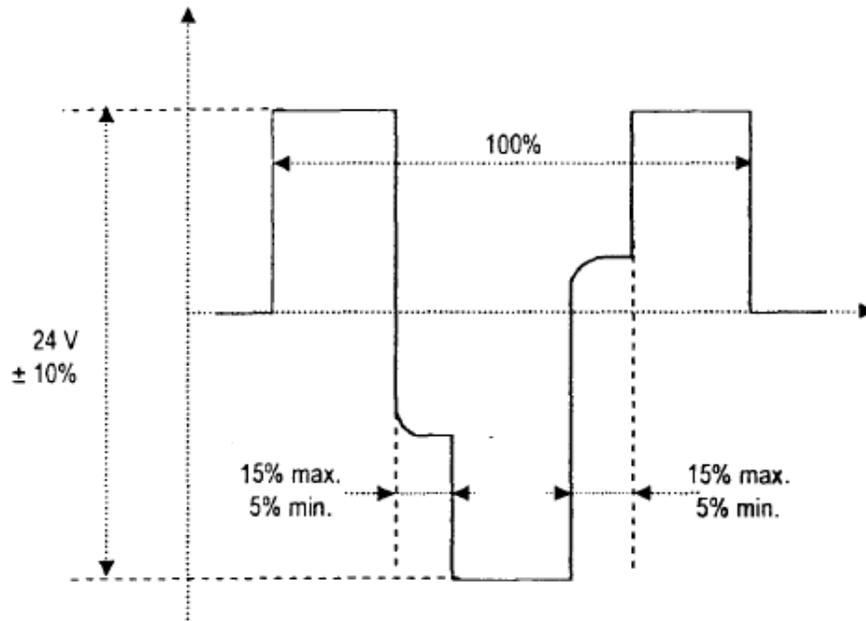


Fig. 3.59 Señal 4.8 KHz.

3.7.2 Carta "Decodificador ZR - VM"

La carta realiza el filtrado y la amplificación de las bajas frecuencia ZR y VM entregadas por el demodulador CML- CMR.

La carta utiliza dos cadenas idénticas, cada una compuesta de un prefiltro y de un filtro idéntico a los del bloque PA - CMC.

La carta "Decodificador ZR. VM" utiliza dos circuitos idénticos de filtrados compuestos cada uno de:

- Una etapa de preamplificación.
- Una etapa amplificador selectivo con diapasón.

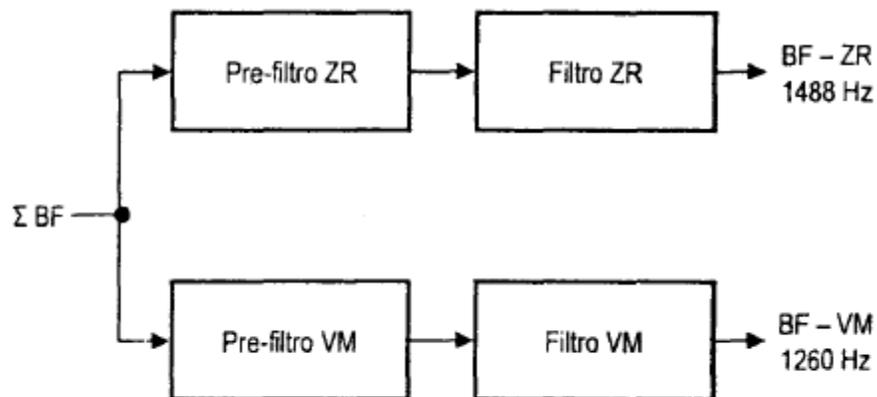


Fig. 3.60 Carta Decodificador ZR - VM

Señales

Frecuencias decodificadas:

Decodificador	Frecuencia Decodificada	Designación	Símbolo
1	1260 Hz	Velocidad máxima 50 Km/h	VM
2	1488 Hz	Zona de Rearme	ZR

Tabla 10.

Refiérase a las características de las señales correspondientes a las cartas decodificadoras PA – CMC.

3.7.3 Carta "SD1" CML - CMR

La carta "SD1" elabora el punto "A" TMH mientras que la sobrevelocidad no sea alcanzada.

La carta "SD1" realiza una integración de la información "impulsión TMH" (diente de sierra); el diente de sierra obtenido es comparado al umbral de sobrevelocidad.

El tratamiento es realizado por amplificadores operacionales.

El corte del umbral por el diente de sierra provoca el basculamiento del comparador correspondiente lo que se traduce por la creación de una señal rectangular transformada a continuación en punto "A" TMH por un multivibrador monoestable.

La carta "SD1" utiliza:

- Una etapa de puesta en forma de la impulsión TMH.
- Una etapa de puesta en forma para cada una de los umbrales.
- Un integrador de amplificador operacional.
- Cuatro comparadores de amplificadores operacionales.
- Un circuito de inicialización.
- Un monoestable de salida.
- Una "or" de diodos.

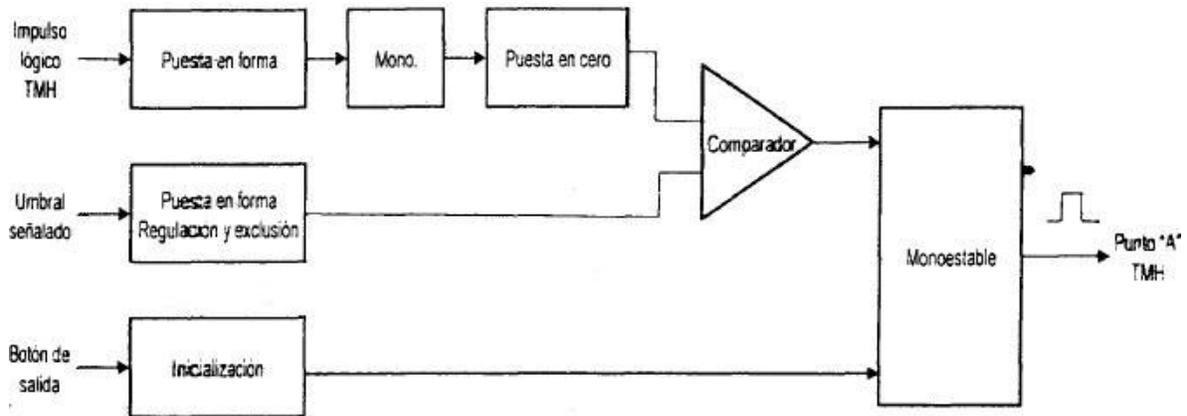


Fig. 3.61 Carta SD1.

Señales

- Impulsión TMH.
- Punto "A" TMH.
- Tensión 15 V: $11.4 \text{ vdc} \leq U \leq 12.7 \text{ Vdc}$.

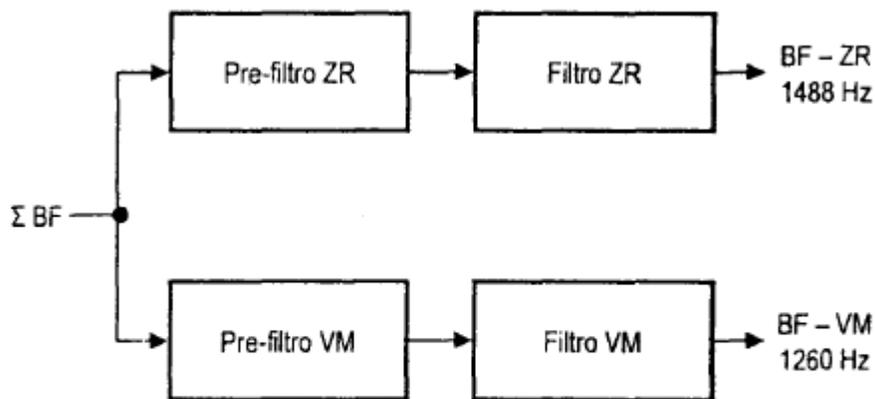


Fig. 3.62 Decodificador ZR-VM.

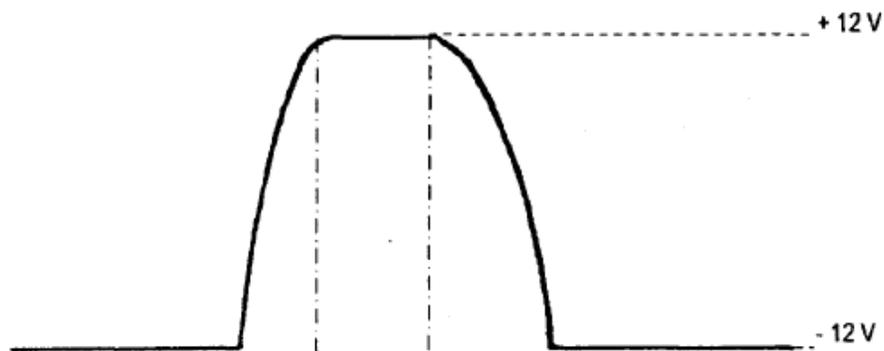


Fig. 3.63 Señal punto ATMH.

3.7.4 Carta "SD2" CML - CMR

La carta "SD2" tiene por objeto realizar la temporización a la caída de la cadena SD al producirse una sobrevelocidad.

La carta "SD2" utiliza el punto "A" TMH para elaborar la cadena de espacio.

La temporización se obtiene a partir de las informaciones "punto A" TMH y Rueda Fónica cuya frecuencia es proporcional a la velocidad del tren.

El plazo de caída de las "SD2" responde a la ecuación de primer grado $y = ax + b$. La cadena "SD2" está condicionada por la presencia de los 15 V SSD; emite una señal continua destinada a comandar la carta "SSD" CML - CMR.

La cadena realiza la siguiente función "and":

$$12 E = \text{Rueda Fónica} * \text{"punto A"} * \text{TMH. 15 V rebucleado.}$$

La carta "SD2" utiliza:

- Dos etapas de puesta en forma.
- Dos mandos perdidos.
- Dos "and" oscilador
- Un multivibrador monoestable.
- Un comparador que funciona con amplificadores operacionales.
- Un amplificador de potencia.

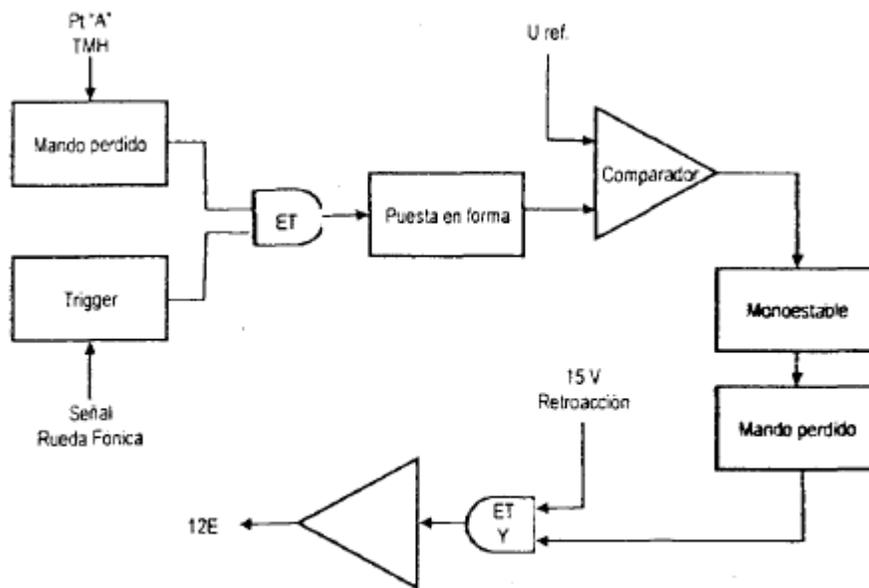


Fig. 3.64 Carta SD2.

Señales

- Señal Rueda Fónica:
 - Sinusoidal.
 - Frecuencia 40 Hz mínima.
 - Amplitud = 0.8 Vcc mínima.

- "Punto A" TMH
 - Rectangular.
 - Relación cíclica < 1.5%.
 - Amplitud 12 Vcc.
 - Frecuencia 0.5 Hz (recurrencia máxima correspondiente a la señal Rueda Fónica).

- 15 V rebucleado:
 - $+11.4 \text{ Vdc} \leq U \leq +12.7 \text{ Vdc}$.

- Información 12 E:
 - $+11 \text{ Vdc} \leq 12 \text{ E} \leq +12.3 \text{ Vdc}$.

3.7.5 Carta "SSD CML-CMR"

La carta "SSD" elabora:

- El 23 KHz AA que autoriza el desfrenado.
- El 15 V SSD AA que valida la cadena SD.

La carta "SSD" realiza tres funciones "and".

- La primera función realiza el producto lógico:
QVA 1 * 76 Monoimpulsión.
Este producto lógico se pone en "or" con el + 12 E.
- La suma lógica realizada por el "or" es puesta en "and" (segunda función "and") con la señal EC.
- El producto lógico resultante es puesta en "and" (tercera función "and") con el +72 Varilla mantenido.

La carta "SSD" utiliza:

- Tres "and" osciladores.
- Un oscilador tapón.
- Cuatro boosters.
- Cuatro etapas de rectificado.
- Un "or" cableado.
- Un mando perdido.

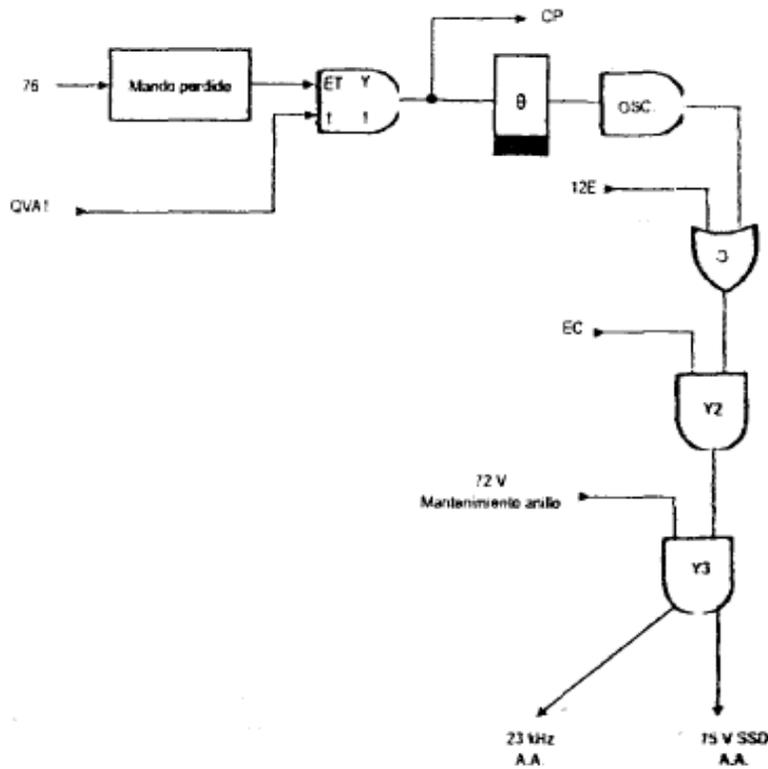


Fig. 3.65 Carta SSD.

Señales

- Tensión de alimentación -12 V, +24 V, -24 V; +20% -10%
- Plazo de caída del 15 V SSD y de 23 KHz: $\theta \leq 20$ ms.
- Informaciones cable 76 y sostén arillo: +72 V.
- Informaciones QVA1, 12 E, EC: + 12 Vdc.
- 14 Vdc s 15 V SSD :S 18 Vdc.
- 23 KHz: $20 V_{cc} \leq \text{Amplitud} < 30 V_{cc}$.
 $21 \text{ KHz} \leq \text{frecuencia sinusoidal} < 25 \text{ KHz}$.

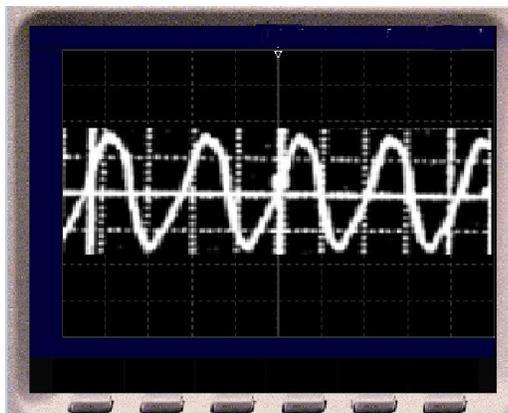


Fig. 3.66 Señal de 23 Khz.

3.7.6 Carta "Anexo lógico"

La carta "Anexo Lógico" tiene por objeto:

- Realizar los umbrales de sobrevelocidad destinados a la carta "SD1".
- Elaborar la información de energía cable destinada a la carta "SSD".
- Conmutar el 23 KHz (CML - CMR) o (PA - CMC).
- Conmutar la línea de tren 58K.

Los umbrales de sobrevelocidad son elaborados de la siguiente manera:

- 50 Km/h a partir de la BF, VM rectificada (CML).
- 35 Km/h a partir de la información llave DR (+72 V) puesta en nivel.
- 25 Km/h a partir de las informaciones 10V o 11 V (CML).
- 15 Km/h a partir:
 - Sea de la información + squelch (10V u 11V previo).
 - Sea de la BF 4.8 KHz rectificada (dispositivo de paro automático).

La información energía cable es elaborada a partir de las mismas informaciones que sirven para la fabricación de los umbrales, exceptuando la BF VM. Es necesario observar que la Energía Cable "DR" es anulada desde que aparece cualquier otra "Energía Cable".

La conmutación del 23 KHz esta asegurada por el "o exclusivo".

La alimentación de 23 KHz esta dada:

- Sea por el bloque PA - CMC (hilo 69 alimentado).
- Sea por el bloque CML - CMR (hilo 69 no alimentado).

La conmutación de la línea de tren 58K es realizada por un dispositivo de relés accionados por el hilo 69.

Esta conmutación trasmite la información llave DR en CMR.

Al mismo tiempo se realiza el corte del hilo 70 que transporta la información BF AA útil solamente en el modo CML.

La carta "anexo Lógico" utiliza:

- Un "and" oscilador.
- Un booster.
- Etapas rectificadoras.
- Un circuito de inhibición, "Energía Cable" llave DR.
- Circuitos "or" de diodos.

➤ Un dispositivo de relés.

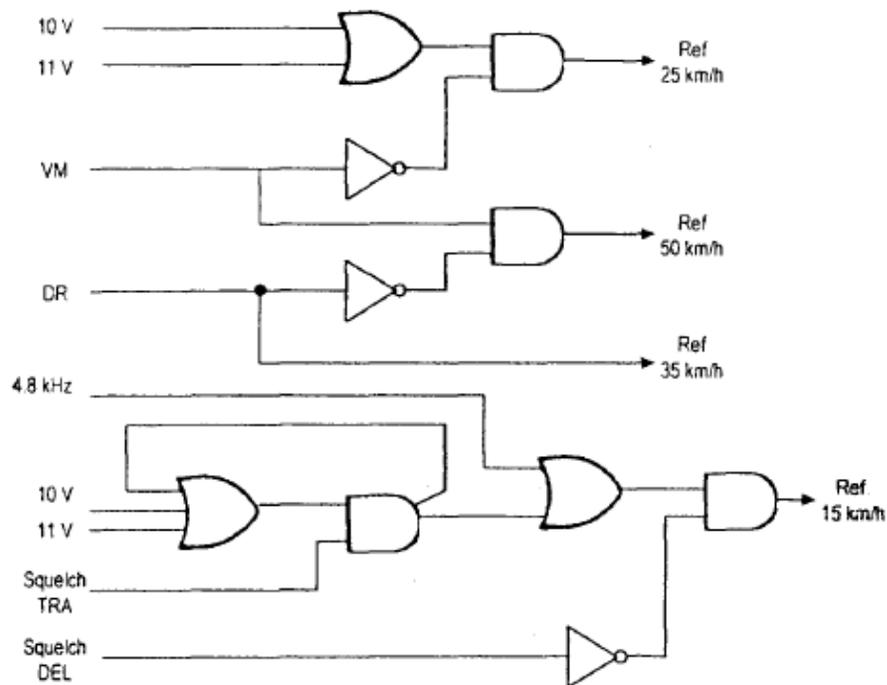


Fig. 3.67 Elaboración de los umbrales.

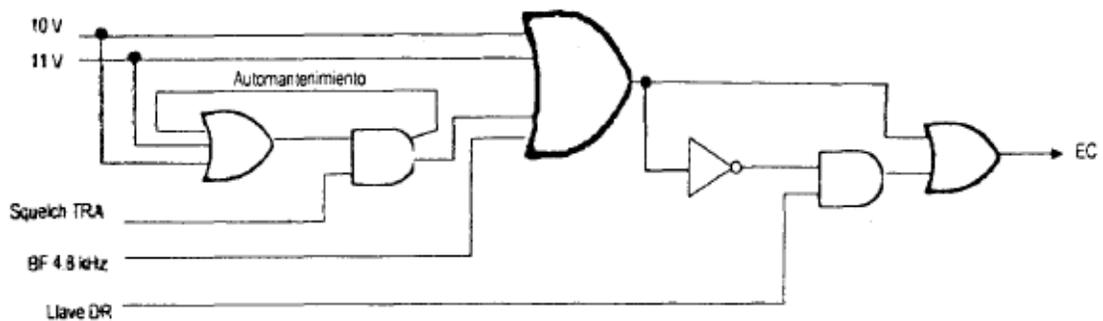


Fig. 3.68 Elaboración de la energía Cable.

Señales

- Referencia velocidad: $12.5 \text{ V} \leq V \leq 16.5 \text{ V}$.
- Energía cable: $12 \text{ V} + 10\%$.
- Referencia 25 Km/h: inhibida en presencia de BF VM.
- BF VM: frecuencia 1260 Hz
Amplitud nominal: $24 \text{ Vcc} + 10\%$.
Efecto estroboscópico 25%.
- BF AA: frecuencia 4.8 KHz
Amplitud nominal: $24 \text{ Vcc} + 10\%$.
Efecto estroboscópico 15%.

3.7.7 Carta "Interfase TMH"

La carta "Interfase TMH" tiene por objeto:

- Elaborar a partir de un dispositivo tren TMH una información de velocidad llamada impulsión TMH.
- Fabricar a partir de las informaciones de la velocidad emitidas por el tren (QVA), señales de velocidad propias del bloque CML - CMR.
- Asegurar a partir de las informaciones de velocidad y de seguridad dinámica la prueba de disponibilidad CML - CMR mientras el tren marcha en PA o CMC.

La impulsión TMH resulta de la comparación diferencial de las señales enviadas por el transmisor de medida de velocidad TMH.

Las señales de velocidad propias del bloque CML - CMR son elaboradas por circuitos de elementos discretos que realizan una simple puesta en forma de las informaciones QVA tren.

La prueba de disponibilidad se hace con la velocidad creciente:

- Se trata de verificar mediante la creación de una ventana, que entre 3 Km/h y 18 Km/h, el +15 V SDD de la cadena CML - CMR este en el estado lógico "1".

La carta "Interfase TMH" utiliza:

- Un comparador de entradas diferenciales.
- Un monoestable.
- Puertas NAND.
- Conmutadores RS.
- Oscilador integrado.
- Interfase con transistores.

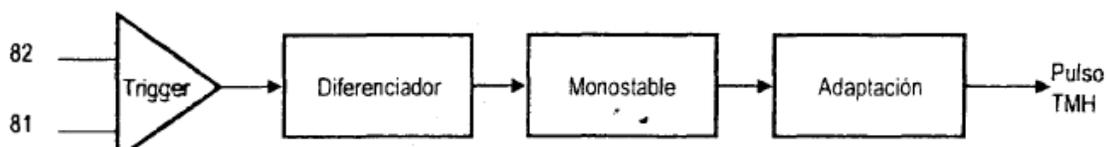


Fig. 3.69 Elaboración del Chevrón TMH.

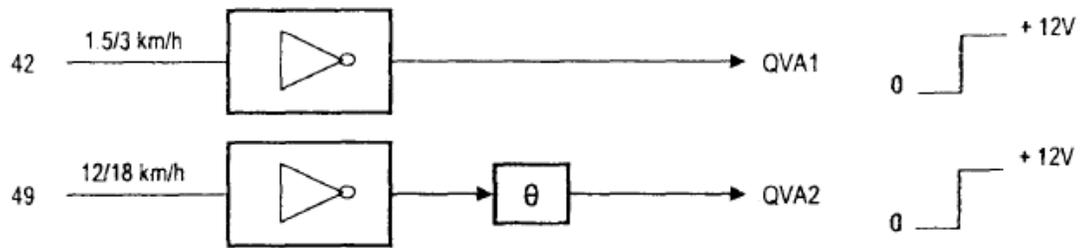


Fig. 3.70 Elaboración de la QVA.

Señales

- Impulsión TMH
 - Forma
 - Recurrencia: entre 130 ms y 500 ms.

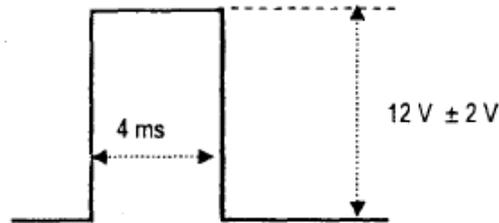


Fig. 3.71 Señal Chevron THM.

3.8 bloque amplificador local de desfrenado (ALD)

Cada coche está equipado por un bloque ALD. Este se presenta como un conjunto compuesto por:

- Un soporte.
- Un circuito electrónico.
- Una caja metálica sustentado el circuito, el zócalo del relé RTC y el zócalo FRB que permiten las conexiones al tren.

El soporte del bloque ALD está fijado sobre el tren.

3.8.1 Electrónica asociada

El bloque "ALD" permite comandar la electroválvula moderable de desfrenado asociada (EMD).

El "ALD" amplifica y rectifica el 23 KHz procedente de las cadenas de seguridad dinámica para alimentar los circuitos EMD.

Tiene también un circuito de detección que provoca su aislamiento en caso de falla.

El bloque ALD es compuesto por dos circuitos electrónicos:

- Uno para tratar el 23 KHz.
- El otro para buscar fallas.



Fig. 3.72 Composición del Bloque ALD.

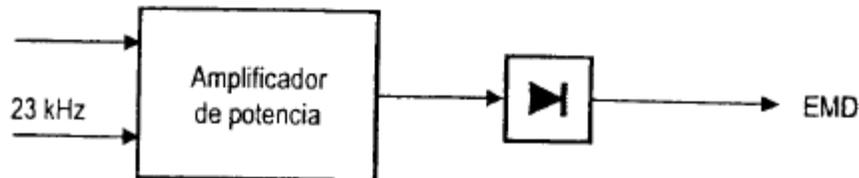


Fig. 3.73 Tratamiento de los 23 KHz.

3.9 Electrónica del bloque "RL"

El bloque "RL" realiza:

- La conmutación de algunas líneas de tren en el modo de PA.
- El mando de lámpara VAI (aislamiento ALD defectuoso) y del relé RAT (autorización de tracción).
- El mando de la apertura de las puertas en el servicio automático de estación (SAS).

La conmutación de las líneas de tren se realiza por relevadores electromagnéticos ordinarios.

El mando de la lámpara VAI se realiza por un circuito electrónico, compuesto principalmente por transistores de conmutación, y que indica el aislamiento de un bloque "ALD" descompuesto.

El mando del relé RAT se valida por la presencia del 23 KHz, amplificado y rectificado, y por un circuito cuya finalidad es de verificar el desbloqueo de los coches en la estación.

El circuito electrónico contiene:

- Nueve relés electromagnéticos.
- Un circuito con transistores para comandar la lámpara VAI
- Un circuito transistores para comandar el relé RAT.
- Un circuito para impedir la tracción cuando el tren se ha parado en la estación.
- Dos circuitos con tiristores para comandar los relés de apertura de las puertas.

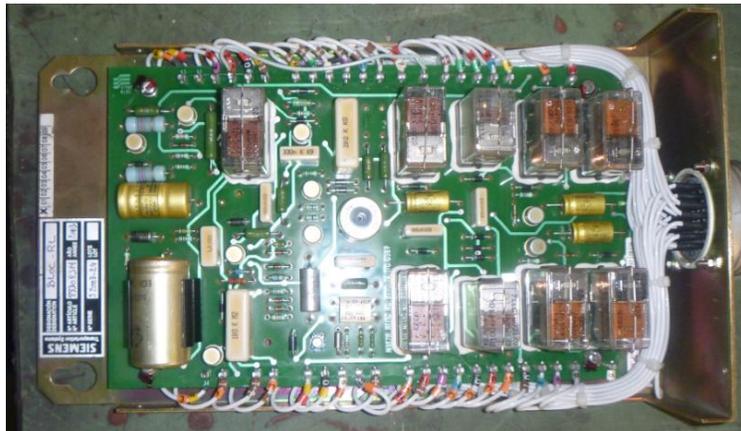


Fig. 3.74 Composición del Bloque RL.

Conclusiones

El Metro de la Ciudad de México es un sistema de transporte público tipo tren pesado que sirve a extensas áreas del Distrito Federal y parte del Estado de México. Su operación y explotación está a cargo del organismo público descentralizado: Sistema de Transporte Colectivo (STC) mientras su construcción queda a cargo del organismo de la *Secretaría de Obras y Servicios del Distrito Federal* llamado Proyecto Metro del Distrito Federal (PMDF)¹ Se conoce coloquialmente como Metro por la contracción de tren metropolitano.

Sin lugar a dudas el más importante medio de transporte en la Ciudad de México, que transporta más de 8 millones de usuarios en sus 11 líneas, Este sistema opera los 365 días del año. También es la forma económica y rápida de transporte lo que permite viajes más largos.

Hoy en día todas las grandes ciudades tienen su propio sistema de transporte público, En este trabajo se describen las partes del pilotaje automático en el sistema de transporte colectivo metro debido a que es el encargado de comandar, controlar y supervisar el movimiento de trenes tomando siempre en cuenta el factor Seguridad y máximo rendimiento del sistema

La tecnología de pilotaje automático permite a los trenes contar con las siguientes características.

- Garantiza la seguridad del sistema.
- De su disponibilidad depende la capacidad operativa del Sistema Metro.
- Permite una uniformidad casi absoluta de las marchas de los trenes.
- Un respeto riguroso del horario.
- Logra un mejor aprovechamiento del Material Rodante respetando sus límites de velocidad.
- Crítico para el funcionamiento del Metro.

¹ <http://www.metro.df.gob.mx/organismo/index.html>

- Requiere mantenimiento especializado

Un línea de metro con pilotaje automático implica el diseño de un Sistema Funcional y un Proceso Operativo , que teniendo en cuenta las características específicas de cada línea del operador y los subsistemas instalados, garanticen la circulación de los trenes , con el mínimo intervalo y una seguridad total de funcionamiento.

El Sistema Funcional incluye:

- Diseño del sistema de señalización.
- Diseño del sistema automático de regulación de la circulación
- Diseño del sistema de telecontrol desde el Puesto de Mando

El Proceso Operativo incluye:

- Diseño de los procesos y normativa de operación
- Diseño de los procesos y normativa de seguridad
- Diseño de los procesos y normativa de mantenimiento
- Creación de los manuales
- Elección, formación y homologación del personal
- Normativa de homologación del sistema completo

En el diseño del metro es determinante la co-evolución entre el sistema de transporte y el tráfico en las horas picos, salidas y llegadas; para eso se pone en funcionamiento el sistema de pilotaje automático que es una realidad y se encuentra trabajando en todas las líneas que conforman el sistema.

Línea 12 del metro de la Ciudad de México

La demanda estimada es superior a los 367,000 pasajeros diarios en día laborable, con lo cual la Línea 12 pasará a ocupar el cuarto lugar de la Red de Metro, misma que podrá alcanzar los 450,000 con el ordenamiento del transporte colectivo y la redistribución de viajes locales y regionales.

Los estudios y análisis base del propósito son:

1. Estudio de prefactibilidad de Línea 12 (2000-2002)
2. Estudio para proyecto de Metrobús en los corredores: Tláhuac-Tasqueña y Santa Martha-Mixcoac (Eje 8 Sur) 2002-2004.
3. Análisis de sensibilidad de la demanda con el EMME/2 (2007)
4. Encuesta de origen y destino 1994.
5. Encuesta de movilidad a 475,000 usuarios en la Red (2007)
6. Encuesta de aceptación organizadas en el presente año, por los jefes delegacionales.
7. Consulta Verde, con una participación mayor a las 1, 033, 000 personas.
8. Actualización del Estudio de Demanda para la Línea 12 Tláhuac – Mixcoac.

Resultados obtenidos mediante el Modelo de Simulación del Transporte Emme/2

HORIZONTE	2012	2020	2030
Pasajeros que ingresarían en el periodo matutino de 6 a 9	127,655	139,693	149,880
Pasajeros que ingresarían por día ambos sentidos	455,911	498,904	535,286
Tramo más cargado sentido ote.-pte. en el periodo matutino de 6 a 9	67,809	74,799	81,161
Tramo más cargado sentido pte.-ote. en el periodo matutino de 6 a 9	11,779	12,022	12,208

Nota: la afluencia esta calculada en día laborable, con reordenamiento de transporte de superficie.

Objetivos de la construcción de la línea 12

1.- Brindar servicio de transporte masivo de pasajeros en forma rápida, segura, económica y ecológicamente sustentable a los habitantes de siete delegaciones.

- Tláhuac
- Iztapalapa
- Coyoacán
- Benito Juárez
- Xochimilco (desde Tulyehualco)
- Milpa Alta
- Álvaro Obregón

2.- Mejorar el desempeño de la totalidad de la Red del Metro, al proporcionar conectividad con las Líneas 8, 2, 3 y 7 en el sur de la Ciudad de México.

- Delegaciones beneficiadas
- Iztapalapa: La más poblada
- Tláhuac: Con el mayor índice demográfico
- Coyoacán y Benito Juárez: Con importantes índices de saturación vial
- Xochimilco: Comunicación adicional al centro por Tulyehualco
- Milpa Alta: Comunicación directa al CETRAM Tláhuac por Tecomitl

Beneficios de la construcción de la línea 12

Vialidades: Construcción de vialidades conforme a un proyecto integrado en la zona de influencia, para reforzar el transporte público y evitar la competencia excesiva con la nueva línea del Metro (puentes vehiculares y peatonales, ampliaciones, adecuaciones geométricas, nueva señalización horizontal y vertical e instalación de semáforos).

Ciclovías y estacionamientos: Incorporación de facilidades al uso de la bicicleta en el diseño de estaciones y vialidades relacionadas.

Nuevo diseño de estaciones: Incorporación de escaleras eléctricas, salva escaleras, bandas transportadoras, torniquetes mixtos (con capacidad para lectura de boletos unitarios y tarjetas electrónicas); baños y accesibilidad total a personas con discapacidad.

Desarrollo urbano, ecológico y turístico en la zona de influencia: Mejoramiento y ampliación de la capacidad del drenaje existente, especialmente en áreas de inundaciones.

Ampliación del área de reserva ecológica en la zona con el posible desarrollo de un centro de conservación y turismo ecológico.

Equipamiento para la seguridad pública, incorporando vigilancia en las instalaciones y mejorando la iluminación en la zona de influencia.

Características técnicas

Trenes:

1. De rodada férrea
2. De 8 vagones cada uno
3. 28 trenes (al inicio de la operación intervalos de 3.9 minutos)
4. 35 trenes (intervalo mínimo de 2.5 minutos en horas pico)
 - Puesto de Control de Línea: (PCL)
 - Pilotaje automático: digital
 - Subestaciones de Rectificación: 14 en línea 1 en talleres 1 en plataforma de 4000kw.
 - Alimentación de energía eléctrica: en alta tensión 230 KVA (tarifa HT)
 - Tracción: Línea elevadaza de contacto (catenaria) de 1500 vcc
 - Señalización: en línea
 - Radio telefonía: radio troncalizado digital tecnología Tetra
 - Videovigilancia: basada en CCTV con cámaras vía red (IP) y análogas²

² <http://www.metro.df.gob.mx/sabias/linea12c.html>

Glosario de abreviaturas

AE	Advertidor de Señal de Entrada
CC	Centro de Comunicaciones
CC	Cambio de Cabina
CDV	Circuito de Vía
CMC	Conducción Manual Controlada
CML	Conducción Manual Limitada
CMR	Conducción Manual Restringida
CUAT	Corte de Urgencia Alimentación Tracción
CUFS	Corte de Urgencia Fuera de Servicio
DBO	Despacho Bajo Orden
E	Señal de Entrada
EP	Entrada Permisible
F	Señal Franqueable
I	Señal Intermedia
ILV	Indicador de Límite de Velocidad
IVA	Indicador de Velocidad Autorizada
I2+AE	Señal de Espaciamiento Conjugada
KFS	Conmutador Freno de Seguridad
LM	Límite de Maniobra
NF	Señal no Franqueable
PA	Pilotaje Automático
PCC	Puesto Central de Control
PGT	Programadora General de Tráfico
R	Recuperador
S	Señal de Salida
SP	Servicio Provisional
SS	Servicio de Seguridad
SSO	Servicio de Seguridad por Orden
TCO	Tablero de Control Óptico
TI-T5	Grado de Tracción
T15	Señal de Maniobra
VCA	Volts Corriente Alterna

Bibliografía

1. **Manual Regulación de los trenes**, Conductor metro neumático STC, metro
2. **Pilotaje Automático**. STC, metro
3. **Notas Técnicas para la actualización del personal de transporte líneas**, STC, metro

Páginas de Internet consultadas.

<http://www.eluniversal.com.mx/ciudad/105848.html>

<http://www.umss.edu.bo/epubs/etexts/downloads/26/7.htm>

<http://www.metro.df.gob.mx/organismo/index.html>

http://es.wikipedia.org/wiki/Metro_de_la_Ciudad_de_M%C3%A9xico

[http://es.wikipedia.org/wiki/Catenaria_\(ferrocarril\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Catenaria_(ferrocarril))

<http://www.metro.df.gob.mx/index.html>

<http://www.siemens.com/answers/mx/es/index.htm?stc=mxccc020001>