

25
2 ef



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
"CUAUTITLAN"**

**ESTUDIO DEL SISTEMA DE CONTROL
AUTOMATICO DEL TROLEBUS**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
P R E S E N T A :
MARTINEZ PIÑA JOSE MIGUEL

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEXICO

1984



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

I N D I C E

	Pág.	
INTRODUCCION	1	
CAPITULO I		
DEFINICION DE TROLEBUS Y DESCRIPCION DEL EQUIPO	9	
1.1. DEFINICION DE TROLEBUS	10	
1.2. DESCRIPCION DEL EQUIPO	12	
1.3. DIAGRAMA GENERAL DEL SISTEMA		
TROLEBUS Y ESPECIFICACIONES TECNICAS	36	
CAPITULO II		
FUNCIONAMIENTO ELECTRICO DEL CIRCUITO PRINCIPAL		
DE 600 V.C.D. Y CIRCUITO AUXILIAR DE 12 V.C.D.....	42	
2.1. CIRCUITO PRINCIPAL DE 600 V.C.D.....	42	
2.2. CIRCUITO AUXILIAR DE 12 V.C.D.....	67	
CAPITULO III		
FUNCIONAMIENTO DE UNIDADES ELECTRONICAS		87
3.1. UNIDAD DE CONTROL DE PUERTA DEL CONTROLADOR		
DE CHOPPER (GTC)....	88	
3.2. UNIDAD DE REGULACION DE VOLTAJE AUTOMATICO		
(AVR).....	100	
3.3. UNIDAD INVERSORA (IV).....	120	

3.4. UNIDAD DE RESISTENCIAS Y CONDENSADORES (RC)	135
--	-----

CAPITULO IV

FUNCIONAMIENTO ELECTRICO DEL CHOPPER	141
4.1. ACELERACION Y FRENADO DELANTERO	141
4.2. ACELERACION Y FRENADO TRASERO	143
4.3. REGULACION DE VELOCIDAD DEL MOTOR DE C.C. UTILIZADO COMO MOTOR DE TRACCION DEL TROLEBUS	150
4.4. DIAGRAMA DE BLOQUES DEL CONTROL DEL CHOPPER (TROCEADOR) DEL SISTEMA TROLEBUS	163

CAPITULO V

EQUIPO AUXILIAR	167
5.1. CONVERTIDOR DE CORRIENTE DIRECTA (CARGADOR DE BATERIA)	169
5.2. MOTO-COMPRESOR	186
CONCLUSION	190
BIBLIOGRAFIA	193

I N T R O D U C C I O N .

El rápido desenvolvimiento de los semiconductores y su aplicación mediante la electrónica de potencia, dio origen al sistema de control automático del trolebús, consistente en la aplicación de troceadores de tensión formados por thyristores, para controlar la velocidad del motor de tracción de corriente directa.

El principio de gobierno del motor de tracción para la regulación de velocidad, se basa en el arranque por thyristores, sin incorporar resistencias para dicho arranque, a cuyo principio se denomina troceado (CHOPPING) de tensión, cuyo funcionamiento es el siguiente.

El suministro de voltaje es conectado y desconectado rápidamente, de modo que la relación entre el tiempo en que está aplicada la tensión y el tiempo en que no lo está sea variable. A esta relación se le denomina también de marca-espacio y variándola se altera la tensión media, y por consiguiente, la corriente media del inducido. Es necesario una baja tensión media para limitar la corriente mientras está arrancando el motor y la relación marca-espacio se va aumentando gradualmente hasta alcanzar un máximo a la velocidad nominal.

El circuito de thyristores que realiza esto, se le denomina "TROCEADOR" (CHOPPER).

En nuestro caso, el motor de tracción del trolebús se encuentra regulado por medio de un troceador (CHOPPER) de armadura y otro troceador (CHOPPER) de campo, dando origen al control de velocidad a través de la armadura y del campo del motor de tracción.

La aplicación de los thyristores hace al sistema más eficiente y de mayor utilidad comparandolo con el arranque por resistencias, además de que el tipo de control se puede automatizar.

En el trolebús, el sistema es totalmente automático, incorporando las mismas características de manejo que presenta un autobús, es decir, se tiene un pedal acelerador y uno de freno, así como el interruptor selector de movimiento hacia adelante, reversa y neutral.

El sistema de control automático del trolebús se encuentra formado por los siguientes elementos.

Un grupo de control principal integrado por los thyristores, diodos, contactores, dispositivos de control y de filtrado, y tableros de circuitos impresos para control.

Dos transductores conectados uno al pedal del freno y el otro al pedal del acelerador respectivamente.

El principio de aceleración y frenado es el siguiente.

Este sistema de control por chopper suministra un control de velocidad totalmente automático, que puede ser elegido mediante el ángulo de depresión del pedal del acelerador. El transductor de corriente directa del tipo transformador diferencial, suministra la señal eléctrica analógica para controlar la corriente y la tensión del inducido del motor de tracción, así como la corriente de campo.

Durante el arranque, se mantiene la corriente del inducido casi constante en correspondencia con la variación de aceleración, seleccionada mediante el ángulo de depresión del pedal del acelerador.

Al principio, en la condición de campo reforzado, el chopper o troceador del circuito del inducido, aumenta gradual y muy suavemente la tensión de salida hasta que se aplica en el inducido la tensión de línea total; En ese momento, el chopper o troceador de campo en derivación, realiza un control de velocidad disminuyendo el esfuerzo de tracción del motor.

Por lo tanto, cuando se mantiene el pedal del acelerador en cualquier ángulo fijo, el trolebús viaja a una velocidad casi constante.

Este sistema de aceleración por medio de transductor fue diseñado para que en el comienzo del arranque, éste sea suave.

FRENADO DINAMICO.

El frenado dinámico es controlado mediante otro transductor conectado al pedal del freno. De ésta manera el frenado combinado, es decir, el frenado dinámico y el neumático en el trolebús es aplicado.

RESISTENCIAS DE FRENADO.

Se encuentran formadas por cintas plegadas, devanadas planas, apretadas sobre los aisladores resistentes al calor y soportadas por barras de acero estampado. Estas son suministradas para el frenado dinámico.

El grupo de control principal lo dividiremos en dos partes, parte de los contactores y parte del chopper.

La parte de los contactores esta formada por el interruptor de línea, los contactores de inversión y de frenado, así como los dispositivos de protección.

El interruptor de línea (LB) es de tipo electromagnético y puede ser disparado por su propio mecanismo cuando en el circuito principal de 600 V.c.d. se presenta un problema de sobrecarga.

La parte del chopper esta formada por las unidades electrónicas, el filtro de línea y el reactor atenuador principal.

REACTOR FILTRO DE LINEA Y REACTOR ATENUADOR PRINCIPAL.

El reactor filtro (FL), realiza el filtrado eléctrico de la línea de captación del trolebús, en combinación con el condensador filtro (FC).

En el circuito del inducido se conecta el reactor atenuador principal (MSL), para continuar el flujo de corriente del inducido durante la interrupción.

Las unidades electronicas se encuentran integradas por:

Unidad de control de puerta del controlador de chopper (GTC).

Unidad de regulación de voltaje automático (AVR).

Unidad inversora (IV).

Unidad de resistencias y condensadores (RC)

Unidad auxiliar.

La unidad de control de puerta del controlador de chopper (GTC), es el cerebro del equipo de control chopper, la cual comanda y controla la corriente del circuito principal, es decir, controla la conducción y no conducción de los troceadores de armadura y de campo, de acuerdo a las señales de comando recibidas desde la unidad auxiliar, y las señales analógicas generadas por el transductor de freno y acelerador.

La unidad inversora (IV), tiene como función el de suministrar los 6.5 V.c.d. necesarios para los transductores de freno y

Aceleración, así como generar una señal del tipo rectangular de 40 V.pico a pico a una frecuencia de 400 Hertz, necesaria para los detectores de corriente DCCT1, DCCT2 y voltaje DCPT, respectivamente.

La unidad de regulación de voltaje automático (AVR), genera los voltajes necesarios para la alimentación de los circuitos integrados comprendidos dentro de la unidad (GTC).

La unidad de resistencias y condensadores (RC), tiene como función el de acoplar la señal de disparo de los thyristores que forman los troceadores de armadura y campo.

Este acoplo se realiza mediante transformadores, los cuales reciben en el arrollamiento primario la señal de disparo generada en la unidad (GTC). En el arrollamiento secundario se conecta a través de diodos a la compuerta (GATE) del thyristor, y el negativo se conecta al cátodo del thyristor.

La unidad auxiliar se encuentra formada por contactores, que determinan la secuencia de arranque o paro del trolebús, mediante comandos digitales que son recibidos por la unidad (GTC).

OTROS EQUIPOS.

Dentro de esta clasificación encontramos al motor de tracción, fusible principal, apartarayos y convertidor estático de C.D/C.D

El motor de tracción es de corriente directa, voltaje de 600 v. y una potencia de 105 KW, en cuyo eje se acopla el yugo o junta universal y la flecha cardán, hasta el diferencial del eje trasero, para transmitir el movimiento a las ruedas traseras.

Para invertir el movimiento del trolebús de avance delantero a avance trasero o reversa, se utiliza un interruptor selector de movimiento (RV), provisto en la cabina del operador, el cual al accionarlo, invierte el sentido de circulación de corriente en el campo del motor de tracción y con ello el motor invierte su giro de rotación.

En el techo y conectado entre los troles, se encuentra un --- apartarayos del tipo capacitor (ARR), con el objeto de proteger el sistema de control chopper de descargas atmosféricas que lo pudieran dañar.

En la misma forma pero conectado en serie en el lado positivo de la línea de captación de los troles, se encuentra el fusible principal de 600 V.c.d., cuya función es la de proteger al sistema de sobrecorrientes ocasionadas por un corto circuito.

El convertidor estático de C.D./C.D., tiene como función el de proveer la carga a la batería de 12 v.c.d., desde la línea de 600 v.c.d.; se encuentra formado por thyristores, diodos, filtros y un transformador.

Todas estas partes comprenden el sistema de control automático del trolebús, que más adelante serán explicados con mayor detalle, ya que es de gran interés conocer su funcionamiento debido a la alta tecnología que ofrece y la utilidad que presenta en el transporte de pasajeros, la tracción del tipo eléctrica, sin contaminar por ruido o gases tóxicos.

Este trolebús se encuentra circulando en la ciudad de México dando buen rendimiento y confiabilidad al transporte urbano de pasajeros.

I. DEFINICION DE TROLEBUS Y DESCRIPCION DEL EQUIPO.

En este capítulo se hace una breve mención de la definición de un trolebús, indicando algunas diferencias y partes en común con respecto a un autobús clásico con tracción mecánica, es decir, con una cadena de propulsión compuesta del motor de combustión interna, transmisión y sistema de suspensión. Además de mencionar las ventajas que reúne un trolebús en comparación con un autobús, en su eficiencia e índice de contaminación.

También se describen las partes que integran el equipo chopper (troceador) del trolebús, tanto equipo distribuido en plataforma como en el techo.

Se anexan en éste capítulo las especificaciones técnicas del trolebús, para enmarcar sus características de fabricación, según los requerimientos de transportación urbana en nuestro país, en zonas con índice de contaminación elevado.

Y por último, se integra el diagrama general del sistema trolebús, en el cual se indican las conexiones eléctricas del sistema chopper (troceador).

1.1. DEFINICION DE TROLEBUS.

Un trolebús se presenta por fuera como un autobús, sobre del techo del cual han sido montados dos troles de captación de la corriente de las líneas aéreas. En efecto, el bastidor, los ejes y la carrocería de los autobuses están ahora bien enfocados y producidos en gran escala. No es preciso de concebir específicamente un vehículo trolebús el cual sería realizado con la añadidura sobre una caja de autobús, de una cadena de propulsión eléctrica, cuyos diferentes elementos podrían adaptarse con un mínimo de modificaciones en el sitio dejado libre por la cadena de propulsión de un autobús clásico, es decir, el conjunto motor de explosión y bloque de cambio de marchas.

Desde su concepción, el trolebús añade las ventajas del autobús, especialmente la de circulación en sitio común y las comodidades del rodamiento sobre neumáticos, con las calidades de la tracción eléctrica que otorga al vehículo prestaciones acrecentadas, ofreciendo una reducción considerable del ruido y suprimiendo la contaminación debida a los gases de escape.

Más caro a la compra que un autobús ordinario, el trolebús es a pesar de todo, muy apreciado de los utilizadores por sus comodidades, y de los explotadores, por la economía de energía realizada

A largo plazo, gracias a su bajo consumo energético y su largo periodo de vida.

Consumiendo corriente eléctrica y no derivados del petróleo, el trolebús será una opción racional en los países donde la energía eléctrica sea de origen hidráulica, nuclear o producida por controles térmicos gastando carbón o gas.

Utilizando nada más infraestructuras ligeras, el trolebús se presenta como una alternativa al tranvía y autobús clásico.

1.2. DESCRIPCION DEL EQUIPO.

Para familiarizarse con las partes componentes que integran el sistema del chopper del trolebús, es necesario describir la función y forma de dichas partes las cuales son las siguientes:

- 1.2.1. Fusible principal modelo BF103-B2.
- 1.2.2. Reactor filtro modelo EX85-B.
- 1.2.3. Interruptor de línea modelo JM9-E1.
- 1.2.4. Contactor electromagnético modelo CD232-HAS9.
- 1.2.5. Contactor electromagnético modelo CM55-D, D1, D2.
- 1.2.6. Reactor atenuador principal modelo EX66-B.
- 1.2.7. Ventilador modelo RMF-19F y motor para ventilador modelo RBM-22A.
- 1.2.8. Resistencia de freno modelo RA605-T1, T2.
- 1.2.9. Motor de tracción modelo SE-631A.
- 1.2.10. Convertidor de corriente continua modelo BST53-B.
- 1.2.11. Transductor.

A continuación hacemos una breve descripción del equipo anteriormente mencionado.

1.2.1. FUSIBLE PRINCIPAL MODELO BF103-B2.

El fusible principal es instalado en el techo del trolebús, colocado con aisladores de porcelana, ajustado entre éstos y provisto de doble aislamiento.

La corriente desde los polos del trole es conducida al circuito principal y a otros circuitos a través del fusible principal.

Es usado para la protección de los circuitos por flujo de sobrecorriente, desde los polos del trole. Se encuentra en una caja completamente aislada, contando con una tapa frontal para efectuar la inspección o reemplazo del mismo.

Sus características son:

Rango de voltaje 600 V.c.d.

Corriente del fusible 350 Amperes.

La figura No.1, muestra la construcción del fusible principal, el cual consiste de la caja del fusible y la cubierta, la caja incluye el fusible desnudo, terminal de conexión, barrera rompearco, etc., la cubierta incluye la sección del polo.

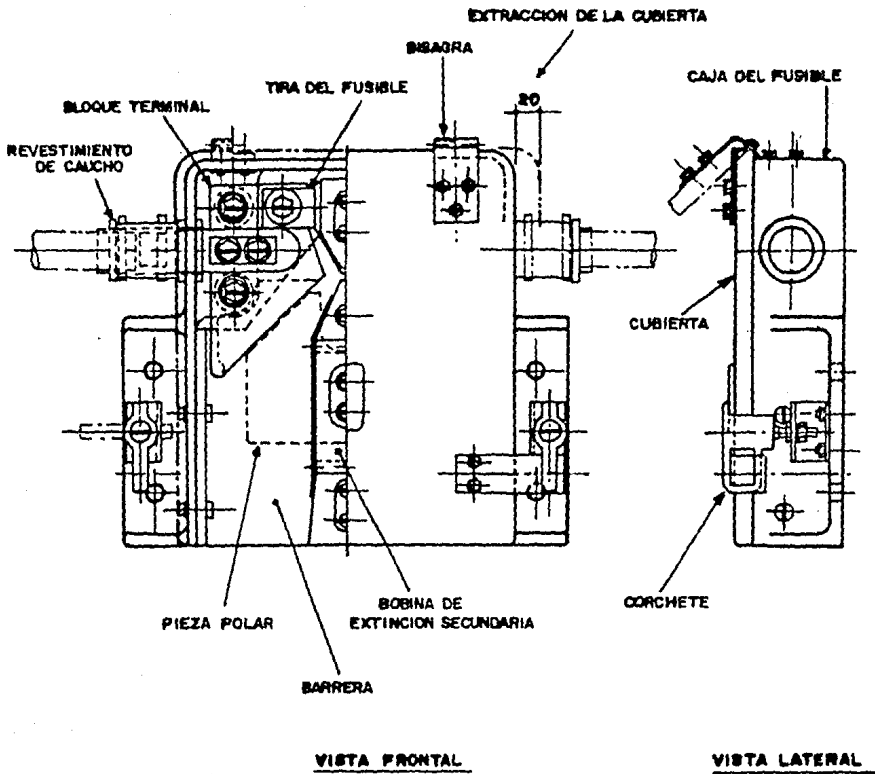


FIG. No. 1

ENSAMBLE DEL FUSIBLE PRINCIPAL

1.2.2. REACTOR FILTRO MODELO EX85-B.

Este reactor filtro tiene como función el de bloquear la alta frecuencia de corriente perjudicial para el sistema de control chopper.

Sus características eléctricas son las siguientes:

Voltaje	600 v.c.d.
Corriente	150 Amp.
Inductancia	1.8 mH.
Proporción de corriente de pulsación	5% (200 Hz).
Aislamiento clase	F.
Ventilación	Natural.

La figura No.2,muestra la estructura de éste reactor filtro.

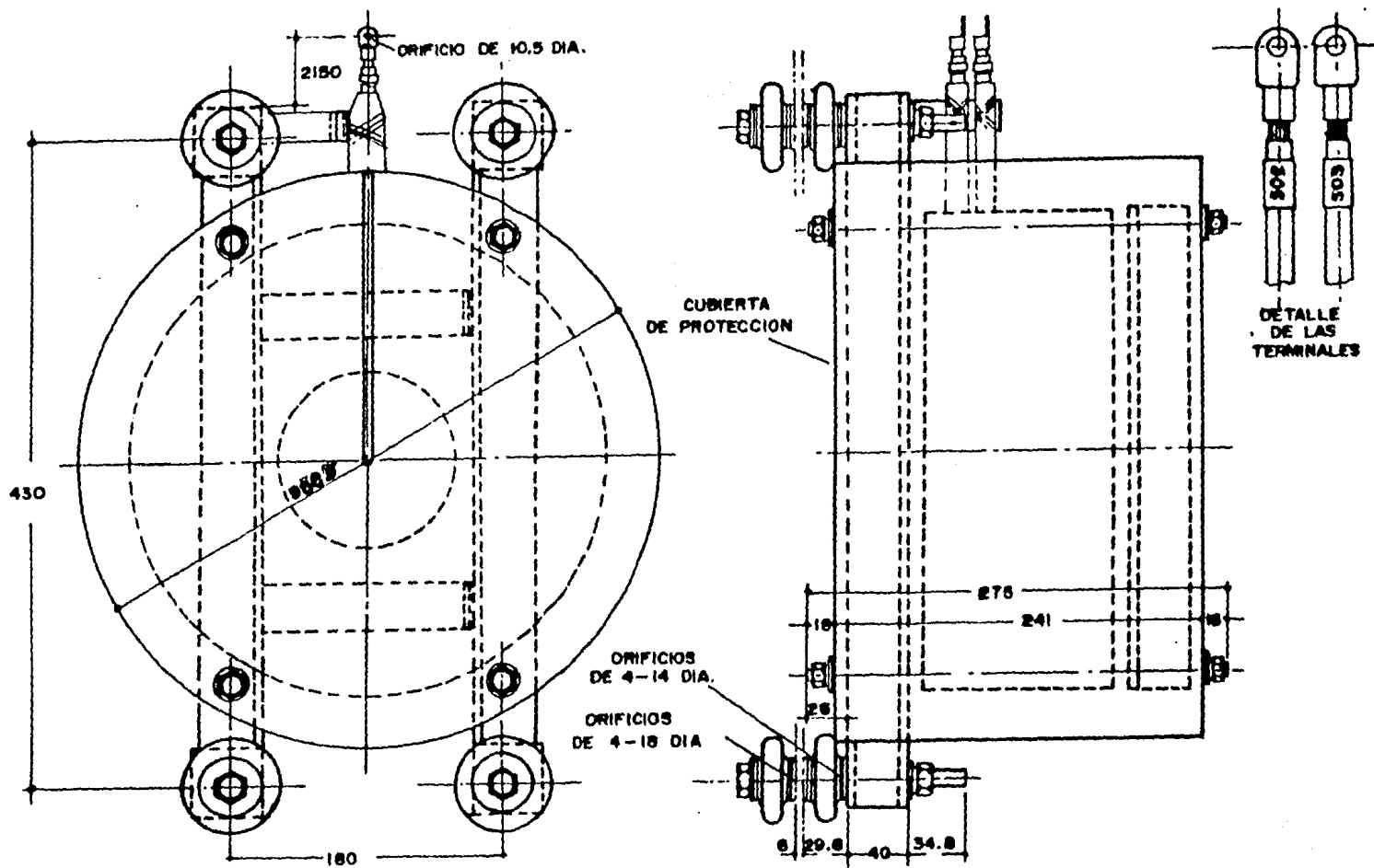


FIG. No. 2 MONTAJE DEL REACTOR DE FILTRO

1.2.3. INTERRUPTOR DE LINEA MODELO JM9-El.

Este interruptor de línea consiste de un contactor operado - electromagnéticamente y un relevador de sobrecarga, montado en un tablero aislado. Cuando la corriente excede del nivel especificado debido a un corto circuito, el contactor es inmediatamente abierto e interrumpe la corriente de falla. Así el circuito es protegido de daño y mantenida su seguridad.

Sus características son las siguientes:

Voltaje	600 v.c.d. (rango, 450-700 v.)
Corriente	210 Amp.
Voltaje de control	13.7 v.c.d. (rango, 8.2-14.4 v).
Corriente de escala	300-350 Amp.
Capacidad de apertura	700 v.c.d., 15 mH, 1800 Amp.
Configuración del contacto	2a, 2ab.
Bobina de cerrado	5.78 Ohms a 20 °C
Bobina de sostenido	1.69 Ohms a 20 °C.

La estructura del interruptor de línea, se muestra en la figura No.3.

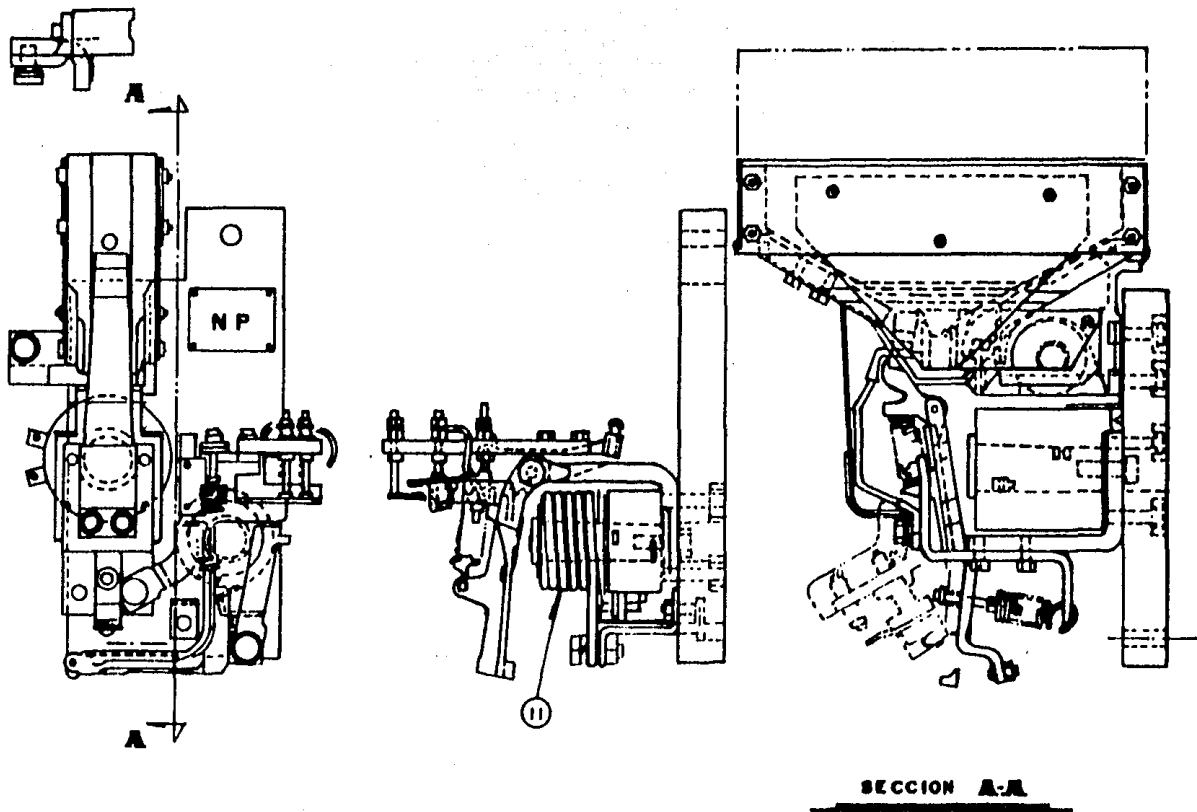


FIG. No. 3 CONSTRUCCION DEL JM9-E1

1.2.4. CONTACTOR ELECTROMAGNETICO MODELO CD232-HAS9.

Este contactor electromagnético está equipado de controles variables, el cual es usado para abrir y cerrar los circuitos de control.

Las piezas que forman los contactos, están hechas de aleación de plata para reducir el desgaste debido al constante contacto y proporcionar una larga vida eléctrica.

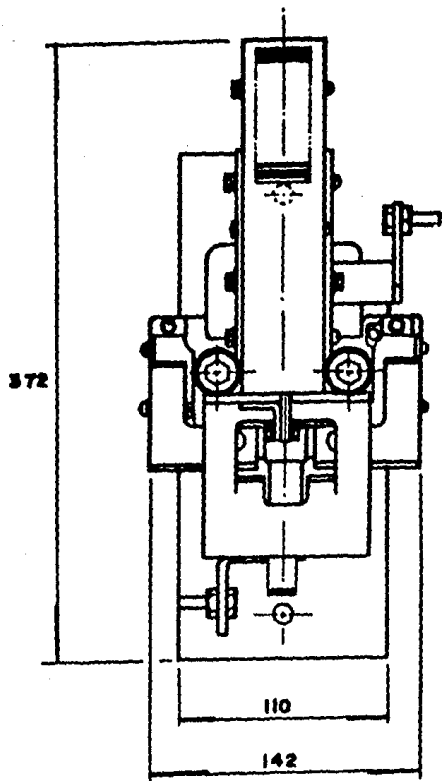
La cámara de arqueo puede ser fácilmente apretada, levantada o removida, su inspección es accesible, así como su servicio y reemplazo de las partes de los contactos.

La bobina de operación, contacto auxiliar, etc., pueden ser fácilmente inspeccionadas desde el frente.

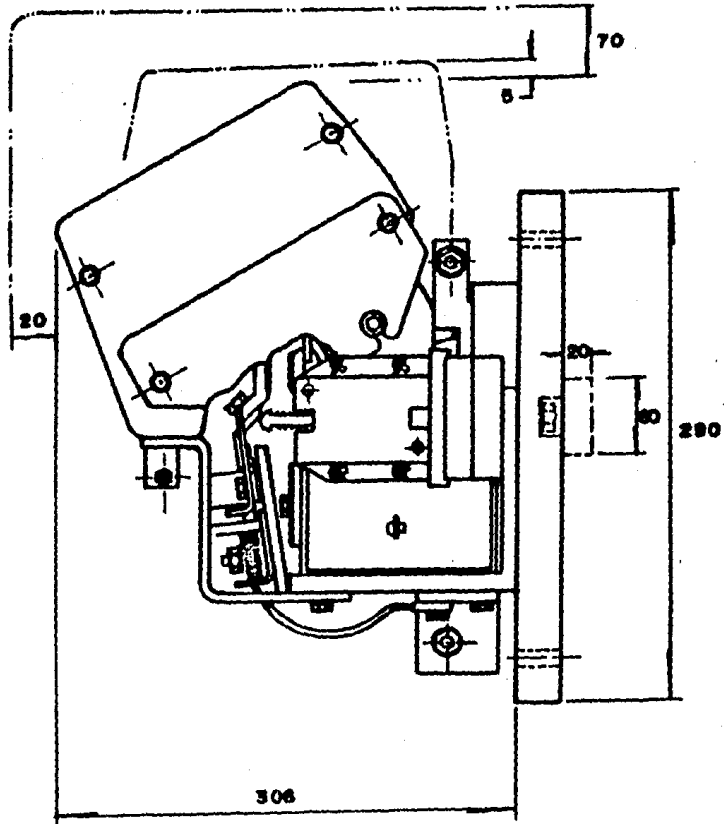
Sus características eléctricas son las siguientes:

Voltaje de aislamiento	850 V.c.d.
Voltaje de servicio	750 V.c.d.
Corriente de servicio	320 A.c.d.
Voltaje de operación	13.7 V.c.d.
Frecuencia de apertura y cierre	300 Veces/H.
Consumo de potencia en la bobina de operación	34 W.

La figura No.4 muestra la estructura de éste contactor.



VISTA FRONTAL DEL
CD 232-HAS9



VISTA LATERAL DEL
CD 232-HAS9

1.2.5. CONTACTOR ELECTROMAGNETICO MODELO CM55-D,D1,D2.

Este contactor electromagnético está equipado de controles variables, el cual es usado para abrir y cerrar los circuitos de control.

Las piezas que forman los contactos, están hechas de aleación de plata para reducir el desgaste debido al constante contacto y proporcionar una larga vida eléctrica.

La cámara de arqueo puede ser fácilmente apretada, levantada o removida, su inspección es accesible, así como su servicio y reemplazo de las partes de los contactos.

La bobina de operación, contacto auxiliar, etc., pueden ser fácilmente inspeccionadas desde el frente.

Sus características eléctricas son las siguientes:

Voltaje de aislamiento	850 V.c.d.
Voltaje de servicio	600 V.c.d.
Corriente de servicio	10 A.c.d.
Voltaje de operación	13.7 V.c.d.
Capacidad máxima de corriente de corte	700 V.c.d, 5mH, 200 A.
Contactos auxiliares	

CM55-D UNO, CM55-D1 1A1B, CM55-D2 (1A1B)x2.

En la figura No.5 se ilustra este contactor.

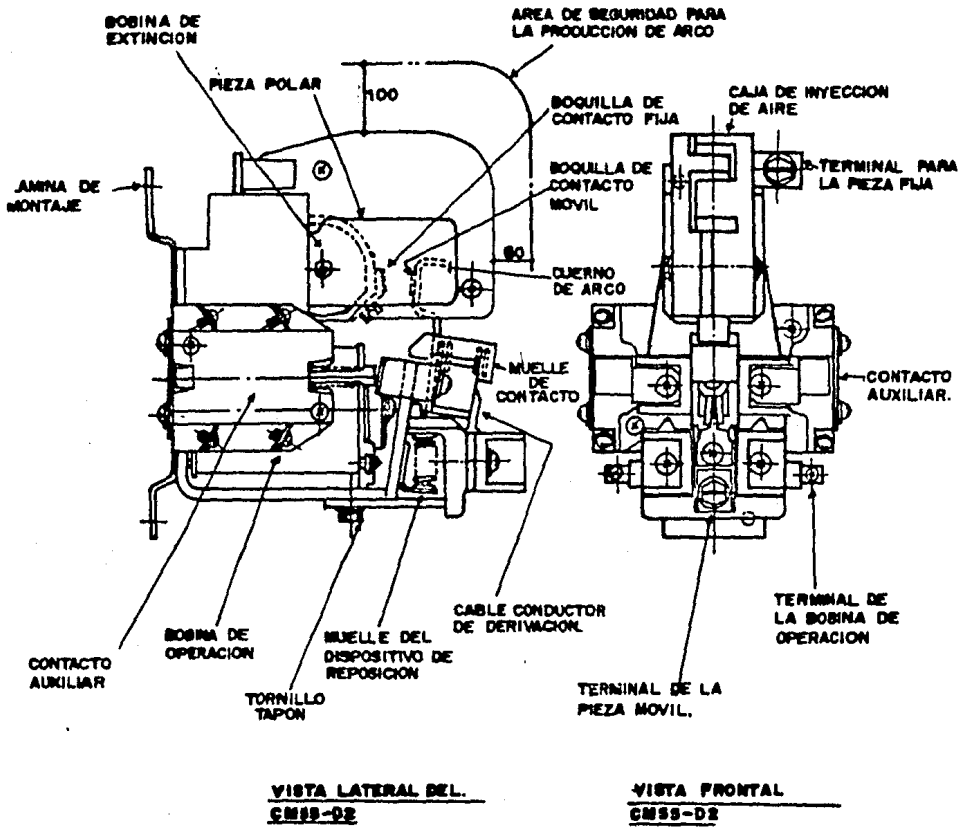


FIG. No. 5

1.2.6. REACTOR ATENUADOR PRINCIPAL MODELO EX66-B.

Este reactor atenuador principal es usado para atenuar la corriente del troceador de armadura y continuar el flujo de corriente cuando se ocasiona la interrupción de la misma.

La bobina es redondeada e instalada en el collar aislante y soportada de ambos extremos. El enfriamiento de éste reactor es asegurado por un ventilador eléctrico.

Sus características eléctricas son las siguientes:

Voltaje	600 V.c.d.
Corriente	195 A.
Inductancia	6 mH.
Proporción de corriente de pulsación	5% (200 Hz.).
Aislamiento clase	F
Enfriamiento tipo	Forzado.

La figura No.6, muestra la estructura del reactor atenuador principal.

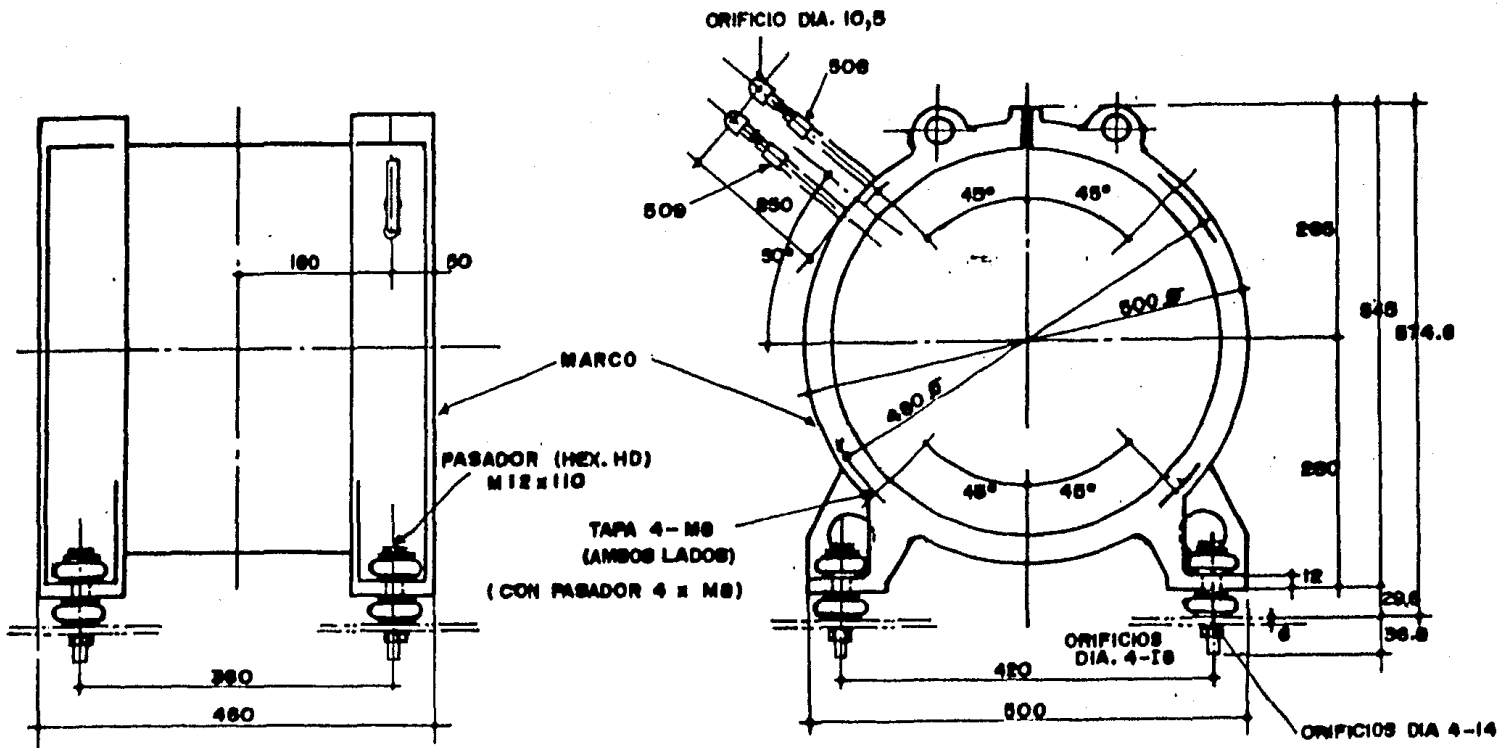


FIG. No. 6 REACTOR ATENUADOR PRINCIPAL

1.2.7. VENTILADOR MODELO RMF-19F y MOTOR PARA
VENTILADOR MODELO RBM -22A.

El ventilador tipo aletas multiples accionado por motor, se utiliza para proporcionar aire refrigerante al reactor atenuador principal (MSL), y al equipo de control de los troceadores.

Sus características principales son las siguientes:

Tipo	Aletas multiples.
Capacidad	11 m ³ /min.
Presión estática	20 mm Aq.
Velocidad	1760 RPM.
Peso con motor	22 Kg.

Las características eléctricas del motor son:

Tipo	Motor de C.D.
Potencia	0.2 Kw.
Voltaje	12 V.c.d.
Corriente	25 A.c.d.
# de polos	2.
Velocidad	1760 RPM.
Aislamiento clase	B

Su estructura se muestra en la figura No.7, la cual consiste de la carcasa del ventilador (1), un conducto de succión (3) y un impulsor (2).

La carcasa y el conducto de succión son de acero soldado.

El impulsor consiste en 40 piezas de aletas ventiladoras, una lámina lateral, una lámina base y un tetón. El tetón del impulsor es montado en el extremo del eje del motor por medio de una tuerca.

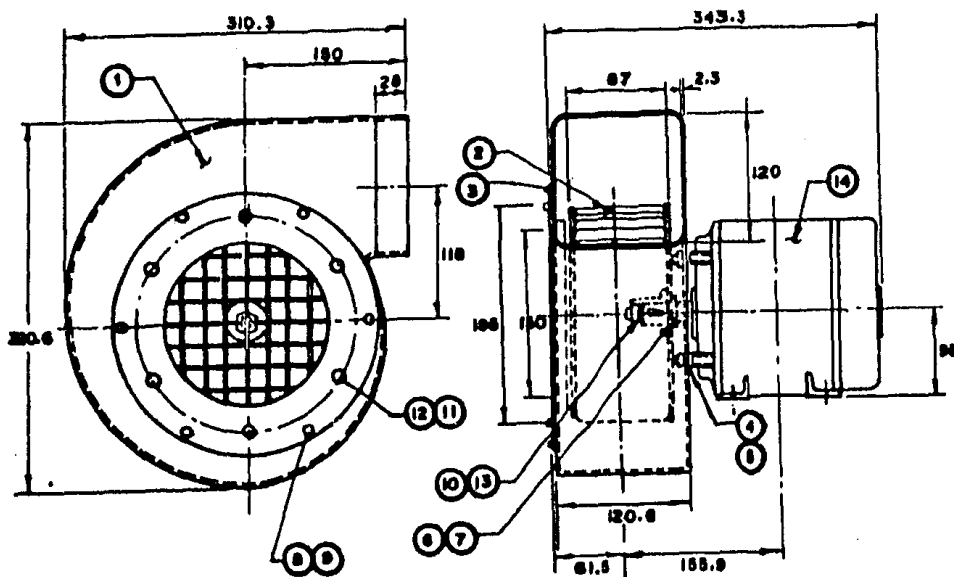


FIG. No. 7 VENTILADOR DE ALETAS
MÚLTIPLES RNF-19F

No.	DESCRIPCION	CANT.
1	CARCASA DEL VENTILADOR	1
2	IMPULSOR	1
3	CONDUCTOR DE SUCCION.	1
4	COLLARIN	1
5	ARANDELA	4
6	ARANDELA DE RESORTE	4
7	TUERCA DE BLOQUEO	4
8	ARANDELA DE RESORTE	8
9	TORNILLO DEL CABEZAL ARTESA.	8
10	TUERCA DE BLOQUEO (TORNILLO IZQ.).	1
11	PERNO	8
12	ARANDELA DE RESORTE	8
13	ARANDELA	1
14	MOTOR	1

1.2.8. RESISTENCIA DE FRENO MODELO RA605-T1,T2.

Las resistencias de freno están compuestas de 2 cajas, las cuales son usadas para estabilizar el control del trolebús durante la potencia y la disipación de calor en la carga, cuando el frenado dinámico es accionado.

Sus características eléctricas son las siguientes:

Voltaje	600 V.c.d.
Resistencia (ohmios)	0.2 (BR1).
	6.63 (BR2).

La figura No.8, muestra la composición básica. Las resistencias de freno están hechas de bandas especiales, las cuales permiten ser dobladas muchas veces y conectadas a soportes aisladores.

Para proteger las resistencias de deformación debido a la expansión térmica es provista una abertura de aproximadamente 0.5 mm., entre el final de cada resistencia y los aisladores.

Un agujero axial es provisto a través del soporte aislador, conteniendo un tornillo el cual penetra el aislador. La colocación de éstos son en el lado derecho e izquierdo de los soportes.

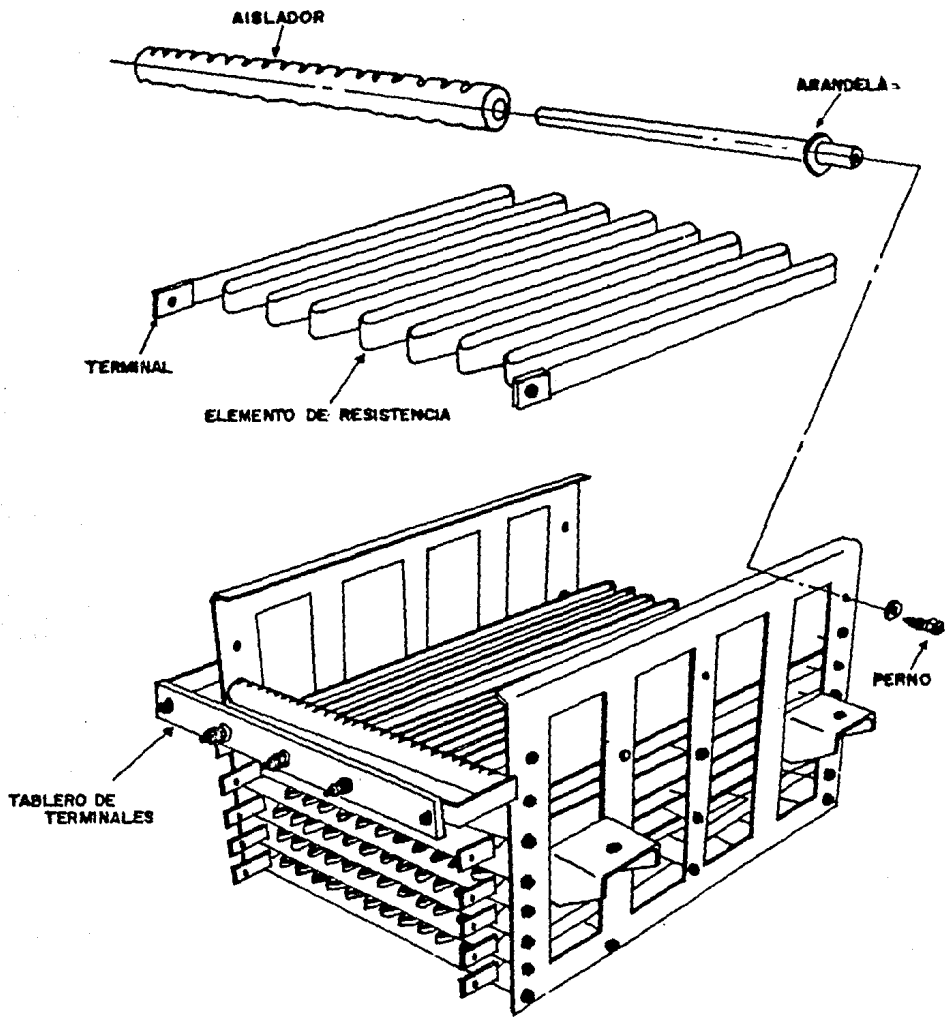


FIG. No. 8 CONSTRUCCION DE LA CAJA DE RESISTENCIAS

1.2.9. MOTOR DE TRACCION MODELO SE-631A.

Este es de corriente directa, 4 polos, devanado en derivación, autoventilado, utilizado como motor de propulsión del trolebús en línea de voltaje de 600 V.c.d.

Sus características en una hora de funcionamiento son:

Potencia	105 Kw.
Voltaje	600 V.c.d.
Corriente de armadura	195 A.
Corriente de campo en deriv.	7 A.
Velocidad	1700 RPM.

Aislamiento clase F, moldeado en epoxy. La temperatura de las bobinas de armadura y campo son 140°C y 155°C, respectivamente.

Velocidad máxima permisible 3460 RPM.

Su estructura se muestra en la figura No.9.

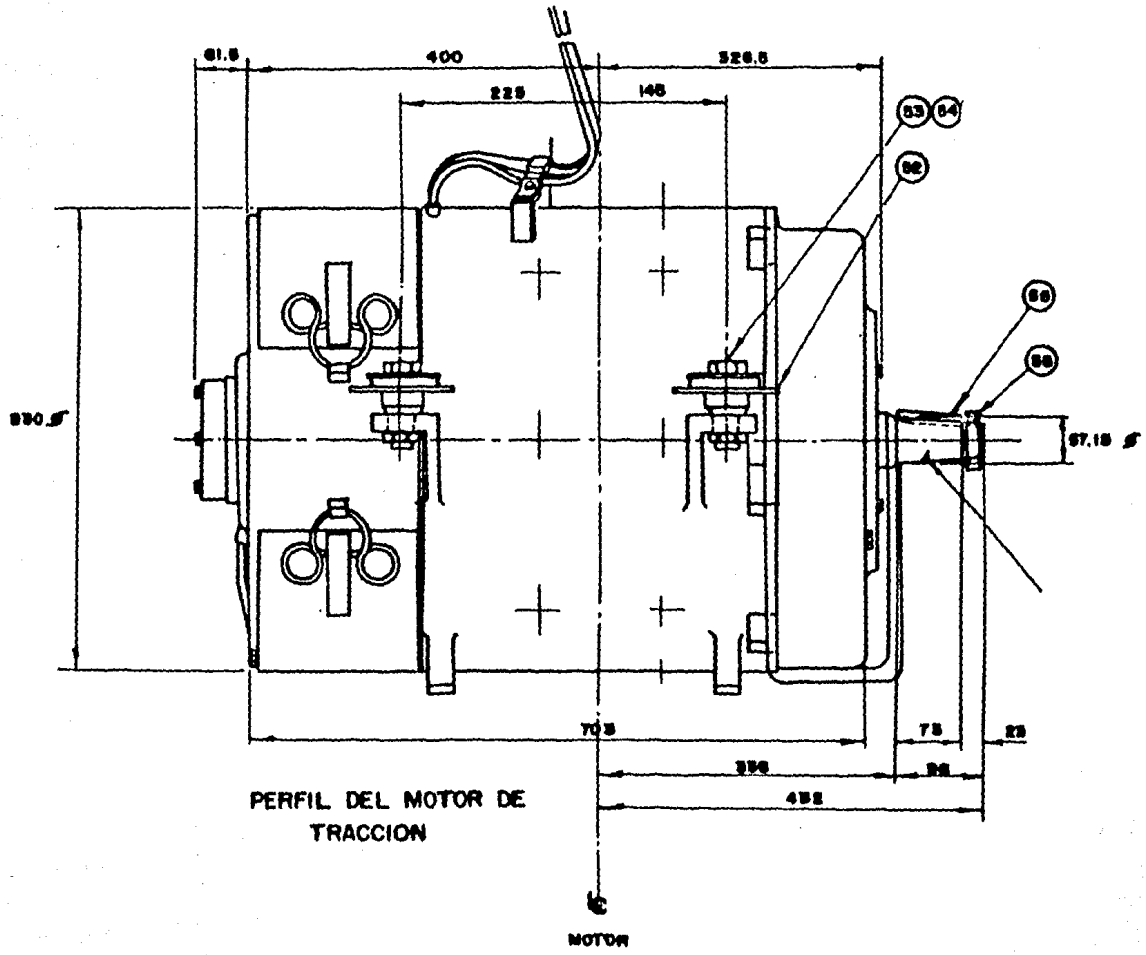


FIG. No. 9

1.2.10. CONVERTIDOR DE CORRIENTE CONTINUA MODELO BST-53-B.

Este equipo es del tipo convertidor estático c.d., y suministra 13.7 V.c.d., para el cargado de la batería, desde una fuente de 600 V.c.d, consistente de un par de mecanismos convertidores y un transformador de voltaje (CVT).

Sus características eléctricas son las siguientes:

Voltaje de entrada	600 V.c.d. (450 a 700 V.c.d.) .
Voltaje de salida	13.7 V.c.d.
Corriente máxima de salida	200 A.

El convertidor es de suspensión baja, con estructura hermética, y un radiador de calor tipo aleta.

Su estructura interna se divide en tres grupos. Circuito detector de voltaje de entrada, circuito inversor tipo medio puente, filtro LC y unidad de circuito de control.

El circuito de alto voltaje es conectado en la tablilla de terminales en la parte posterior del chopper, y el circuito de bajo voltaje es unido en el conector posterior del chopper.

1.2.11. TRANSDUCTOR.

El transductor es un mecanismo que sirve para convertir los comandos mecánicos de arranque y paro, hechos por el conductor - desde el interior del trolebús, en señales de comando eléctrico.

El transductor se manipula cuidadosamente y se mantiene en la condición normal de funcionamiento, esto es decisivo para la - operación de seguridad del trolebús.

Los componentes eléctricos incorporados en el equipo son, un interruptor de límite y el transductor mismo.

Las características del interruptor de límite son:

Fuerza de operación	2400 gr.
Fuerza de retorno	225 gr.

Las características del transductor son las siguientes.

Variación lineal	10 mm.
Temperatura ambiente	-10°C a +60°C.
Voltaje de entrada	6.5 v.c.d.
Respuesta en frecuencia	30 Hz.
Sensibilidad	36 mV \pm 10% mm/V.

La figura No.11, es una ilustración del ensamble del transductor.

La barilla 7 se mueve a lo largo de la guía superior 1 y -

guía inferior 6 ambos retenidos con pernos,son provistos en una caja 2.La varilla es empujada hacia arriba con un resorte 11.

Además,la varilla es provista con una leva la cual causa la activación (cierre) del interruptor de límite 20 y tiene un eslabón 9 retenido con un perno,con el cual se causa la actuación del transductor 21.

El interruptor de límite 20 es asegurado sobre la caja 2 con una base apropiada 13 y tornillos,asi como un perno de golpe 18 - para fijar su posición.

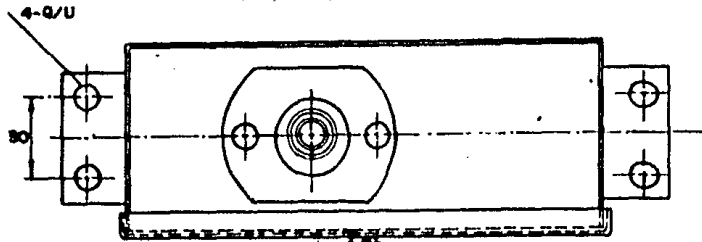
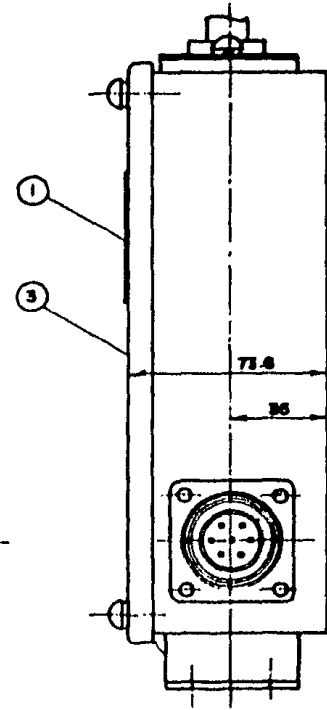
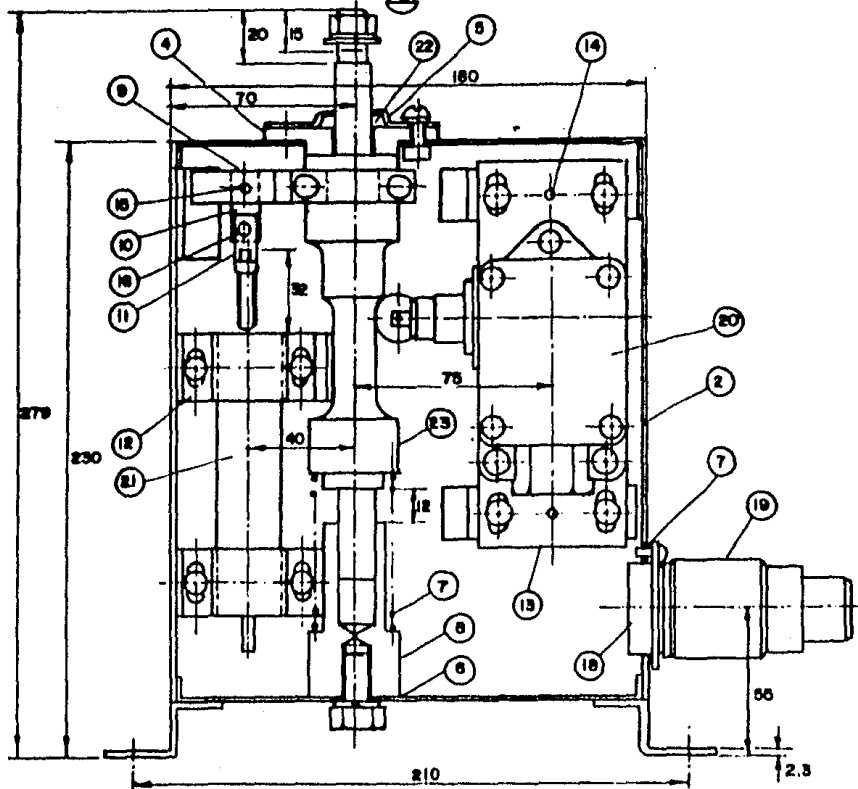


FIG. No. 11 ENSAMBLE DEL TRANSDUCTOR



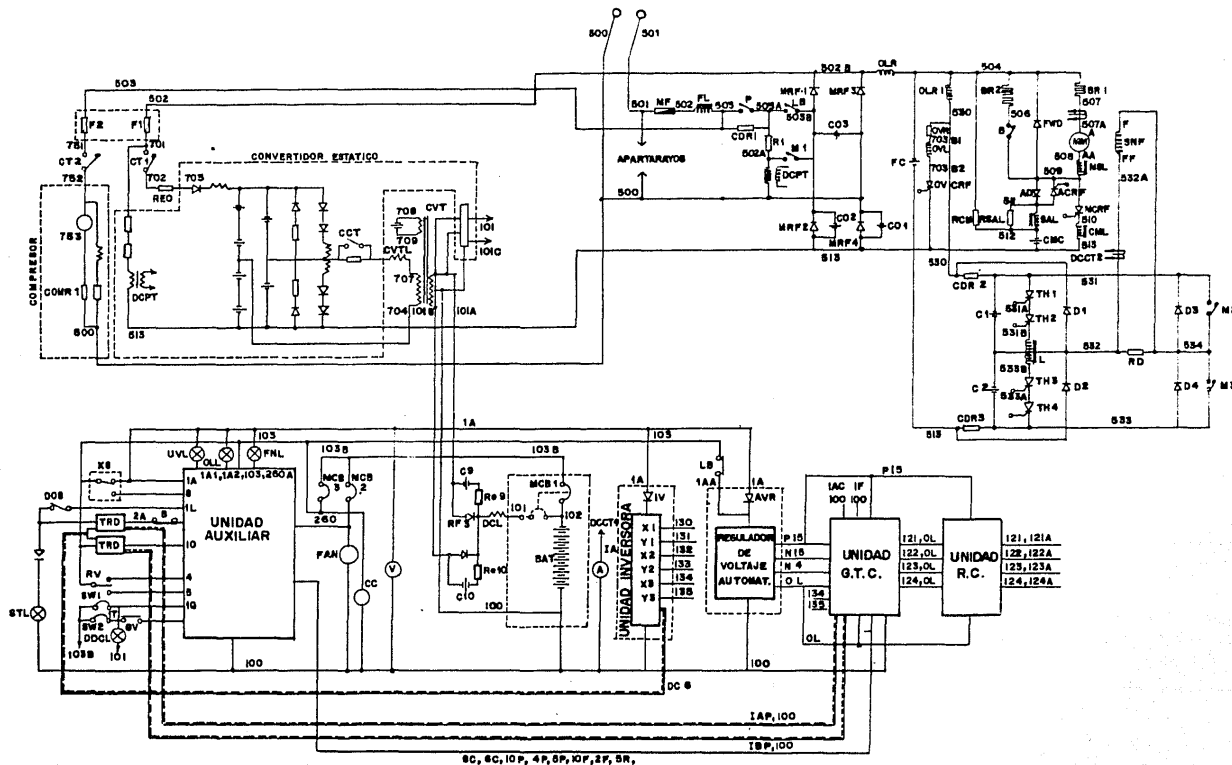
1.3. DIAGRAMA GENERAL DEL SISTEMA TROLEBUS Y ESPECIFICACIONES TECNICAS.

El diagrama general del sistema trolebús se muestra en esta sección, en donde se puede observar cada uno de los circuitos, tanto eléctricos como electrónicos y equipo auxiliar que forman el sistema del trolebús.

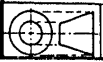
Sus circuitos componentes son:

- a) Un circuito principal de 600 V.c.d.
- b) Un circuito auxiliar de 12 V.c.d.
- c) Un circuito o unidad inversora (IV).
- d) Un circuito o unidad reguladora de voltaje automático.
- e) Un circuito o unidad de control de puerta del controlador de chopper (GTC).
- f) Un circuito del convertidor estático de c.d. a c.d.
- h) Un circuito del moto-compresor.

El funcionamiento eléctrico y composición de cada uno de los circuitos o unidades que integran el sistema trolebús se explicarán más adelante.



FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN		
TESIS PROFESIONAL		Fecha: Agosto 13-84
UNAM	Alumno: MARTINEZ PINA JOSE MIGUEL	
	DIAGRAMA GENERAL DEL SISTEMA TROLEBUS	
		DIRECTOR DE TESIS: ING. RICARDO J. RAMIREZ VERDEJA.



ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL TROLEBUS.

Uno de los factores muy importantes y que no se deben de menospreciar son las características propias que definen el diseño un vehículo, las cuales son mencionadas en las especificaciones técnicas del vehículo.

Estas especificaciones técnicas nos muestran las partes esenciales del vehículo, como son: dimensiones exteriores, interiores, peso, ejes, suspensión, etc. Las cuales determinan si un vehículo es funcional.

Las especificaciones técnicas del trolebús son las siguientes.

1. DIMENSIONES EXTERIORES.

Largo total	11360 mm.
Ancho total	2520 mm.
Altura total	2972 mm
Distancia entre ejes	5340 mm.
Volado delantero	2123 mm.
Volado trasero	3150 mm.
Entrevía delantero	2030 mm.

2. DIMENSIONES INTERIORES.

Ancho total	2400 mm.
Altura total	1975 mm.
Capacidad de asientos	32 + operador.
Capacidad de pasajeros	80/85.
Claro de puerta delantera	900 x 2040.
Claro de puerta trasera	900 x 2040.

3. PESOS.

Peso bruto vehicular	16817 Kg.
Peso vehicular	10500 Kg.
Capacidad de carga	6317 Kg.

4. EJE DELANTERO

Marca	Dirona rockwell.
Tipo	Viga I elliot inv.
Capacidad de carga	5454 Kgs.

5. EJE TRASERO

Marca	Dirona rockwell.
Tipo	Flotante doble reducción.
Relación	11.59 : 1 .
Capacidad de carga	11363 Kgs.

6. FLECHA CARDAN.

Marca	Spicer.
Tipo	Tubular con juntas univ.
Longitud	24.5".

7. DIRECCION.

Marca	Ross Gear.
Tipo	Leva manual.
Relación	27:1.
Diámetro de volante	558 mm.
Radio de giro	10 Mts.

8. SUSPENSION DELANTERA.

Tipo	Muelles semi-elípticas.
Amortiguadores	4/telescopicos.

9. LLANTAS Y RUEDAS.

Ruedas Tipo	De disco, 10 birlos.
Tamaño del rim	8 x 20.
Llantas tipo	Bias/con cámara.
Dimensiones	11.00.20.

10. FRENOS DE SERVICIO NEUMATICOS.

Tipo	neumáticos.
Medida de tambor delantero.	419 x 127 mm.
Medida de tambor trasero.	419 x 254 mm.

11. FRENO. DE ESTACIONAMIENTO Y EMERGENCIA.

Marca	Kysor.
Tipo	De resorte en ruedas tras.
Operación	Automático en emergencia, Manual para estacionamiento.

12. CARACTERISTICAS DE MARCHA.

Velocidad máxima s/carga	65 Km/h.
Aceleración máxima	5.8 Km/h/seg.
Aceleración promedio	3.0 Km/h/seg.
Pendiente superable	10°
Altura de línea máxima	7.0 M.
Altura de línea mínima	5.5 M.
Presión de pértiga a línea	12 Kgs.

13. EQUIPO ELECTRICO.

Marca	Toshiba.
Tipo de control	Chopper con thyristores.
Voltaje de línea	600 V.c.d.(660-450 V.c.d.)
Frenado eléctrico tipo	Dinámico.
Colectores de corriente	Tipo G-6 giratorio.
Varas o pértigas	Forma 3, tren ligero
Longitud de pértigas	5.181 Mts.
Base para pértigas	Forma TA-1 C/resorte.
Batería	12 V.c.d. 200 A-H.

II.- FUNCIONAMIENTO ELECTRICO DEL CIRCUITO PRINCIPAL

DE 600 V.C.D. y CIRCUITO AUXILIAR DE 12 V.C.D.

Dentro de éste capítulo estudiaremos el funcionamiento y composición del circuito de 600 v.c.d., también llamado circuito de fuerza, por suministrar la potencia principal al chopper del trolebús; y del circuito auxiliar o de control, cuyo funcionamiento se establece mediante el voltaje de 12 v.c.d. de la batería la cual se encuentra constituida en su mayor parte por relevadores con contactos a 12 y 600 v.c.d.

2.1. CIRCUITO PRINCIPAL DE 600 V.C.D.

Su diagrama se muestra en éste capítulo, del cual nos auxiliaremos para mostrar su composición y funcionamiento.

Su voltaje de operación nominal es de 600 v.c.d. (rango de funcionamiento de 450 a 660 v.c.d.), el cual es recolectado por los troles o pértigas situadas en el techo del trolebús.

Para mostrar su composición lo dividiremos en circuitos más simples de acuerdo a su funcionamiento y los cuales son:

1. Un circuito de protección. El cual se compone del fusible principal (MF) y un pararrayos del tipo condensador (ARR), los cuales protegen de sobrecorrientes o sobrecargas al -

Circuito principal.

2. Un circuito de polaridad y filtrado, formado por los diodos MRF1, MRF2, MRF3 y MRF4, así como los condensadores de protección de los diodos, C01, C02 y C03. El filtrado se realiza con el condensador filtro (FC), junto con el filtro de línea (FL).
3. Un circuito de excitación y control del inducido (armadura) del motor de tracción. Compuesto por el inducido del motor (MM), un filtro atenuador (MSL), un diodo de recirculación libre (FWD), un thyristor principal y uno auxiliar (MCRF y ACRF), respectivamente.
4. Resistencias de frenado, provistas para el frenado dinámico (BR1 y BR2).
5. Un circuito de excitación y control del campo del motor de tracción. Compuesto por el campo en derivación del motor (SHF), una bobina de sobrecarga OLRI y un mecanismo de conmutación compuesto de los thyristores TH1, TH2, TH3, TH4, los diodos D1, D2, D3, D4 y los condensadores C1 y C2.

2.1.1. CIRCUITO DE PROTECCION.

Este circuito se muestra en la figura No.12.

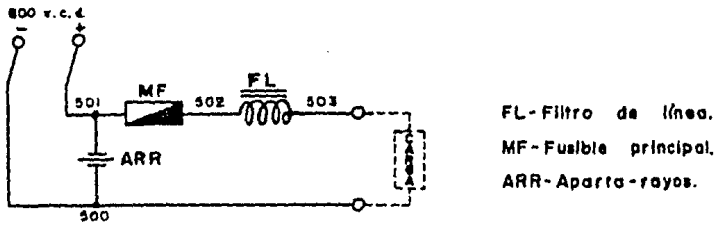


FIG.No.12 circuito de proteccón.

El filtro de línea FL es un reactor, el cual rechaza las variaciones de corriente, y se utiliza para suavizar las corrientes de tipo variable o pulsatorias dañinas para el sistema.

Para proteger de averías producidas por cortocircuitos accidentales, se colocó un fusible conectado en serie con la línea que transporta la corriente de la fuente a la carga.

La primera misión de un fusible es permitir el paso de corriente que circula por el circuito, como se muestra en la figura No.13a).

Si en la carga se produce un cortocircuito, según se indica en la figura No.13b), la corriente de la fuente pasa por el fusible y por la baja resistencia del cortocircuito. Esto produce una corriente elevada. Dicha corriente elevada produce calor suficiente para fundir el alambre especial del fusible, que tiene un punto

De fusión bajo, cortándose el paso de corriente y quedando protegida la fuente contra averías debido a la circulación de una corriente excesiva.

Si no hay fusible, el corto puede hacer que los cables de conexión del circuito se calienten lo suficiente, para que se quemé su aislamiento y se inicie un incendio.

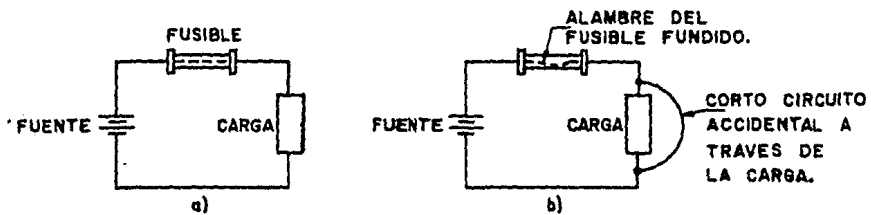


FIG.No. 13 Conexión del fusible.

El pararrayos tipo condensador, protege al circuito contra sobrevoltajes debido a descargas atmosféricas.

La conexión de éste condensador se muestra en el diagrama -- del circuito principal de 600 v.c.d., en donde se puede observar que se conecta en paralelo entre la línea positiva y negativa de la fuente.

2.1.2. CIRCUITO DE POLARIDAD Y FILTRADO.

Este circuito se muestra en la figura No.14.

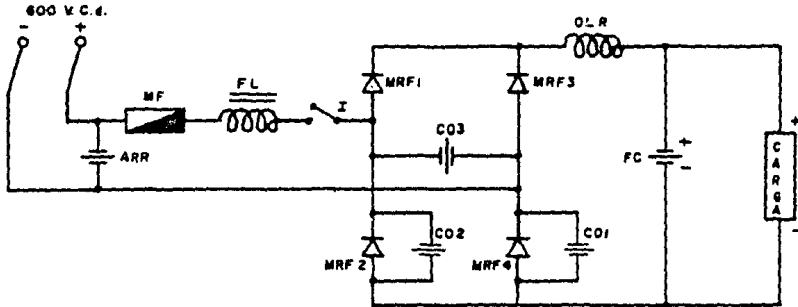


FIG. No. 14 CIRCUITO DE POLARIDAD Y FILTRADO

Para la excitación de la carga, únicamente se cierra el interruptor I. Al cerrar éste interruptor, la trayectoria de la corriente es; borne positivo de la fuente, fusible principal MF, filtro de línea FL, diodo rectificador principal MRF1, relevador de sobrecarga OLR, carga, diodo rectificador principal MRF4 y borne negativo - de la fuente. Esta trayectoria se muestra en la figura No.15.

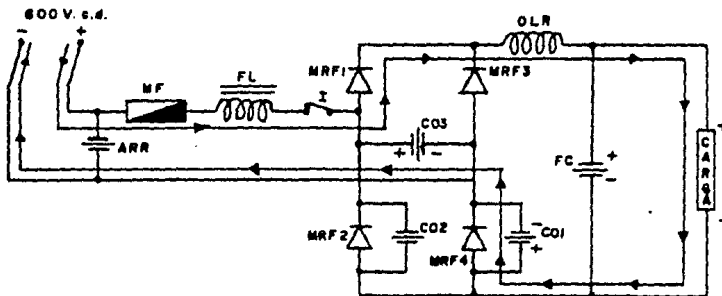


FIG. No. 15 CIRCULACION DE CORRIENTE CUANDO EL POLO POSITIVO ES EL TROLE DERECHO.

En el caso en que se invirtiera la polaridad en los troles, el circuito de polaridad, funciona de tal forma en que el sentido de circulación de la corriente en la carga se conserva, y la trayectoria de circulación de la corriente es la que se muestra en la figura No.16.

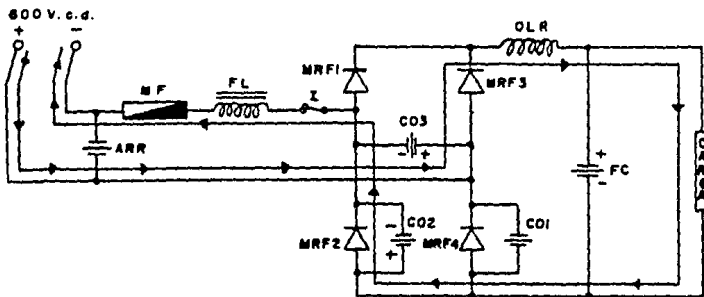


FIG. No. 16 CIRCULACION DE CORRIENTE CUANDO EL POLO POSITIVO ES EL TROLE IZQUIERDO.

Al invertir la polaridad el diodo MRF3 se encuentra polarizado directamente y la corriente circula a través de él, ya que no puede circular por el diodo MRF4 por estar polarizado inversamente, llegando a la carga a través del relevador de sobrecarga OLR, y circulando por el diodo MRF2, interruptor I, filtro de línea FL y borne negativo de la fuente.

Con lo descrito anteriormente podemos decir que el circuito de polaridad lo forman los diodos MRF1, MRF2, MRF3, MRF4, así como -

Los condensadores de protección de los diodos, CO1, CO2 y CO3.

El filtrado se lleva a cabo por el filtro de línea FL y el filtro condensador FC.

En el caso en que el interruptor I se cerrara y abriera consecutivamente, el filtro condensador suavizara el pulso de voltaje para evitar daño a la carga conectada.

Esto se muestra en la figura No.17.

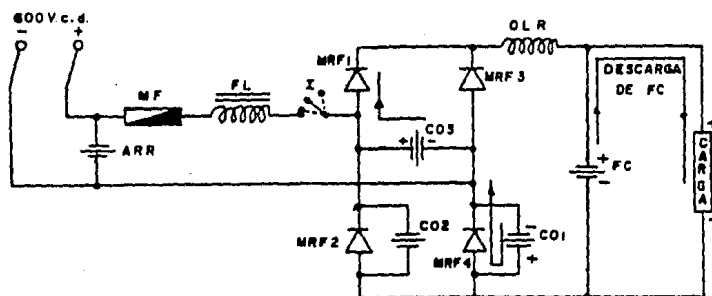
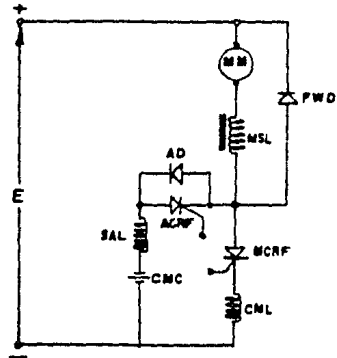


FIG. No. 17 FUNCIONAMIENTO DEL FILTRO CONDENSADOR.

2.1.3. CIRCUITO DE EXCITACION Y CONTROL DEL INDUCIDO (ARMADURA) DEL MOTOR DE TRACCION.

Este circuito se muestra en la figura No.18.

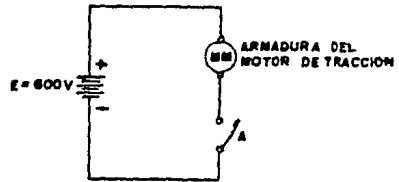
Fig. No.18 CIRCUITO DE EXCITACION Y CONTROL DEL INDUCIDO (ARMADURA) DEL MOTOR DE TRACCION.



Teoría básica.

Para explicar su funcionamiento nos auxiliaremos de la figura No.19

Fig. No. 19 ANALOGIA DEL CIRCUITO DE EXCITACION.

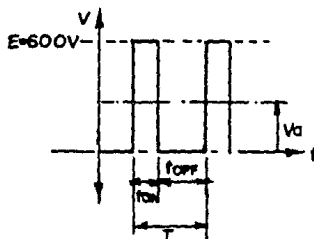


La excitación de la armadura del motor depende de la posición del interruptor A, él cual esta dispuesto de tal forma que desconecta por tierra a la armadura del motor de tracción.

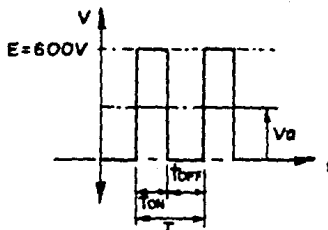
Si cerramos el interruptor A, queda excitada la armadura del motor, circulando la corriente del borne positivo al borne negativo.

vo de tal forma que el voltaje de 600 v.c.d. aparecen a través de la armadura del motor. Entonces, si operamos repetidas veces el interruptor A (cerrandolo y abriendolo), el voltaje a través de la armadura será de una forma pulsante, cuya amplitud estará limitada al voltaje de la fuente de alimentación.

Esta forma de voltaje es la siguiente.

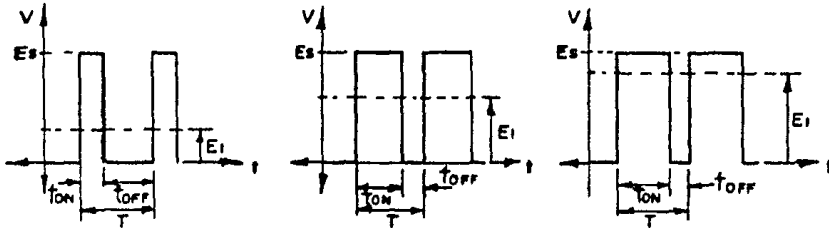


Este tipo de onda produce un voltaje promedio pequeño (V_a). Ahora si variamos el tiempo (t_{on}) y lo hacemos más grande, manteniendo el período T constante, el voltaje promedio V_a será mayor.



Por lo tanto, controlando el tiempo (t_{on}), del interruptor A, manteniendo el período T constante, el voltaje de salida aplicable a la carga (armadura del motor), puede ser variado el voltaje promedio desde 0 volts, hasta el voltaje pleno de 600 volts.

Estos pasos son como se muestran enseguida.



Si calculamos E_i en función del tiempo (on) y tiempo (off),

llamado comunmente valor promedio, tenemos:

$$E \text{ PROMEDIO} = E_i = \frac{1}{T} \int_0^T E_s(t) dt$$

$E_s(t)$ E_s para t_{ON}

$E_s(t)$ 0 para t_{OFF}

$$E_i = \frac{t_{ON}}{T} E_s$$

como $T = t_{ON} + t_{OFF}$

$$E_i = \frac{1}{T} \int_0^{t_{ON}} E_s dt$$

$$E_i = \frac{t_{ON}}{t_{ON} + t_{OFF}} E_s$$

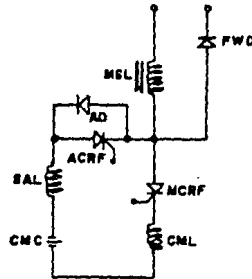
$$E_i = \frac{1}{T} [E_s \cdot t]_0^{t_{ON}}$$

$$E_i = \frac{1}{T} [E_s(t_{ON}) - E_s(0)]$$

De lo cual se puede apreciar que, a medida que el tiempo (on) se hace más grande, E_i será mayor y viceversa.

El interruptor A, es llamado chopper (troceador) de armadura y se encuentra formado como se indica en la figura No.20.

Fig. No. 20 CHOPPER (TROCEADOR) DE ARMADURA SIN MOSTRAR EL CIRCUITO DE DISPARO.



Donde:

MSL- Es un reactor atenuador principal.

FWD- Diodo de recirculación libre.

MCRF-Thyristor principal.

ACRF-Thyristor auxiliar.

AD -Diodo auxiliar.

SAL- Reactor saturable.

CMC- Condensador de conmutación.

CML- Reactor conmutador principal.

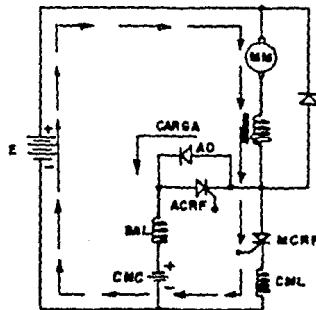
Que en conjunto forman un dispositivo de conmutación electrónico, el cual provee el más compacto, confiable y económico conmutador.

Su funcionamiento es el siguiente.

Inicialmente el thyristor principal MCRF es hecho conducir mediante la señal de compuerta del mismo, él cual permite que el suministro de corriente directa circule a través de la armadura del motor de tracción. Al igual, el condensador de conmutación CMC es cargado con la terminal positiva a través del diodo auxiliar AD, y como ACRF no conduce, el condensador no se descarga. El reactor saturable SAL, provisto para proteger a CMC de variaciones de corriente, las cuales puedan producir fuerzas contraelectromotrices apreciables. El reactor atenuador principal MSL, suaviza las variaciones de corriente de los estados on y off de la corriente de la armadura para evitar un posible daño en la misma.

De tal forma que la circulación de la corriente es como se muestra en la figura No.21.

Fig. No. 21 MCRF (on)

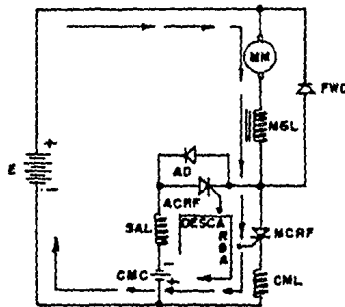


A continuación se le retira la señal de compuerta al thyristor MCRF, y esta misma señal aparece en la compuerta del thyristor auxiliar ACRF, poniendolo en conducción.

Como el condensador de conmutación CMC se encuentra cargado a E volts, encuentra el camino de descarga a través de ACRF.

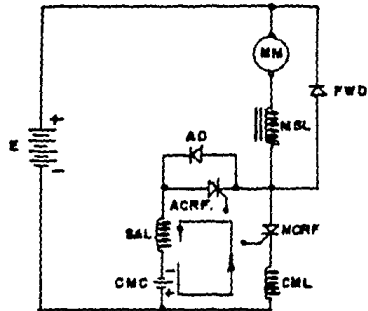
De acuerdo con éste tiempo, la circulación de corriente se muestra en la figura No.22.

Fig. No. 22 ACRF (on)



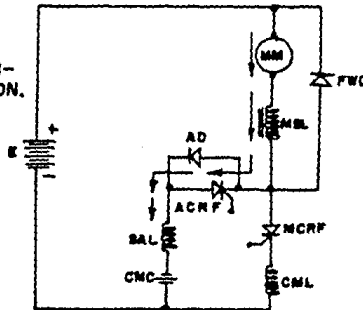
El pulso de descarga en la polaridad opuesta formado, asciende hasta exceder la corriente de carga, y la corriente de MCRF es reducida a cero, como se muestra en la figura No.23. El exceso del pulso de conmutación sobre la corriente de carga fluye por consiguiente, en la dirección opuesta a MCRF.

Fig. No. 23 MCRF y ACRF
PUESTOS (OFF)



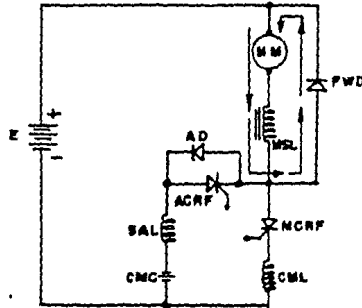
Antes de alcanzar el pico, la corriente de conmutación comienza a decaer, y una carga de polaridad indicada en CMC es reemplazada como se muestra en la figura No. 24.

Fig. No. 24 RECARGA DEL CONDENSADOR DE CONMUTACION.



Cuando la carga del condensador CMC ha alcanzado el voltaje de la fuente E, la corriente de carga fluye a través de la carga y del diodo de recirculación libre FWD. Como se muestra en la figura No.25.

Fig. No. 25 CIRCULACION DE CORRIENTE EN EL DIODO FWD.



Las formas de onda del voltaje y corriente describiendo un ciclo de operación son ilustradas en la figura No.26.

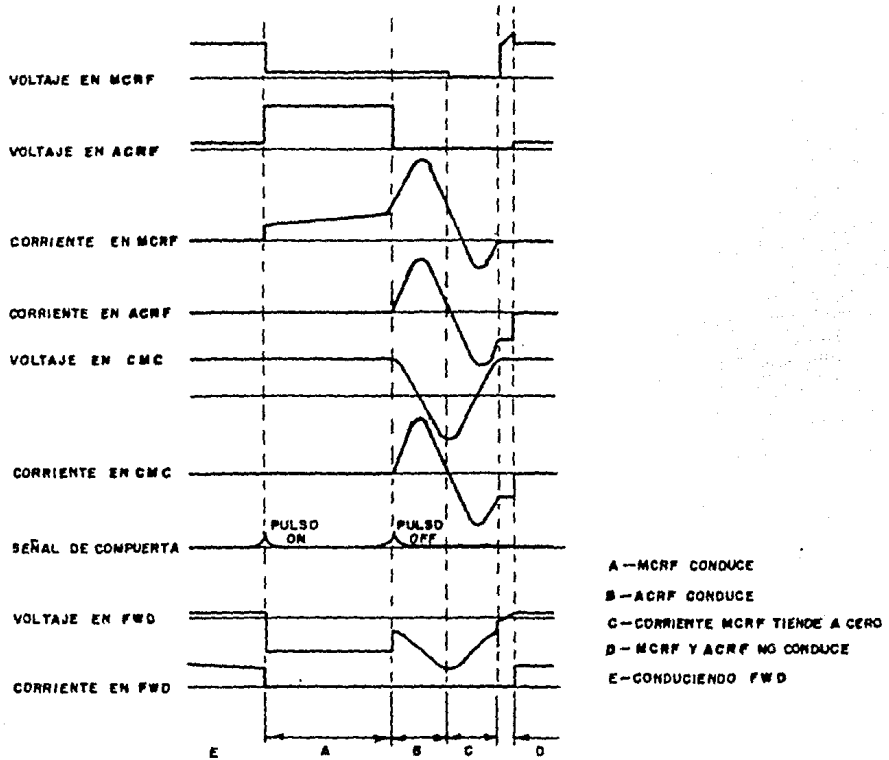


Fig. No.26 FORMAS DE VOLTAJE Y CORRIENTE.

2.1.4. RESISTENCIAS DE FRENADO BR1 Y BR2 PROVISTAS
PARA EL FRENADO DINAMICO.

En la figura No.27 se muestra la posición de éstas resistencias de frenado dinámico, cuya identificación son las siglas BR1 - y BR2.

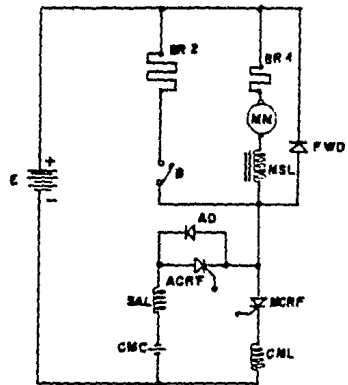
La magnitud o valor de cada una de ellas es:

BR1 - 0.2 ohms.

BR2 - 6.63 ohms.

voltaje nominal - 600 v.c.d.

BR1 Y BR2 RESISTENCIAS DE FRENADO
Fig. No. 27 CONEXION DE LAS RESISTENCIAS DE FRENADO.

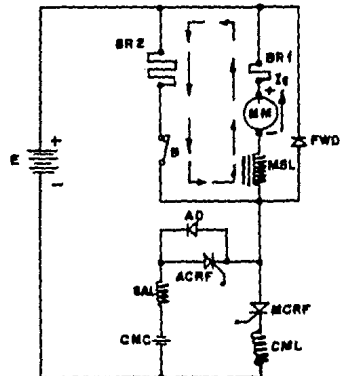


Su funcionamiento es el siguiente.

Quando el trolebús ha adquirido velocidad ya sea en dirección hacia adelante o hacia atrás, es necesario por algún motivo,

Disminuir la velocidad para lo cual se utiliza el mecanismo de frenado. Al oprimir el pedal del freno, se aplica presión de aire a las cámaras de freno expandiéndose y provocando la apertura de las balatas; poco tiempo antes de que ocurra lo anterior el interruptor de conmutación se abre, y deja de alimentar la armadura del motor de tracción, pero debido a la energía cinética del trolebús, ésta sigue girando, provocando que funcione dicha armadura junto en el campo en derivación como un generador: La corriente generada es hecha pasar por las resistencias BR1 y BR2, ya que el contacto B se cierra al momento de operar el pedal de freno. La corriente generada por el motor de tracción sigue la trayectoria que se muestra en la figura No.28.

Fig. No. 28 ACRF y MCRF (off) Y APLICANDO EL FRENO AL TROLEBUS.



Esta energía generada por el motor de tracción, al funcionar como generador, al momento de aplicar el freno y el trolebús en movimiento, podría ser aprovechada, no alimentandola a la línea de -- alimentación, lo cual crearía mecanismos más complejos y por con-- siguiente más costosos, sino en un sistema de calefacción del trolebús, cuando la temperatura ambiente lo justifique.

En todo caso, el frenado eléctrico es beneficioso considerando a que ayuda a la disminución del desgaste de las pastillas de freno.

Se le puede comparar con el freno de motor, en vehículos con motor de combustión interna.

2.1.5. CIRCUITO DE EXCITACION Y CONTROL DEL CAMPO
DEL MOTOR DE TRACCION.

Este circuito se muestra en la figura No.29.

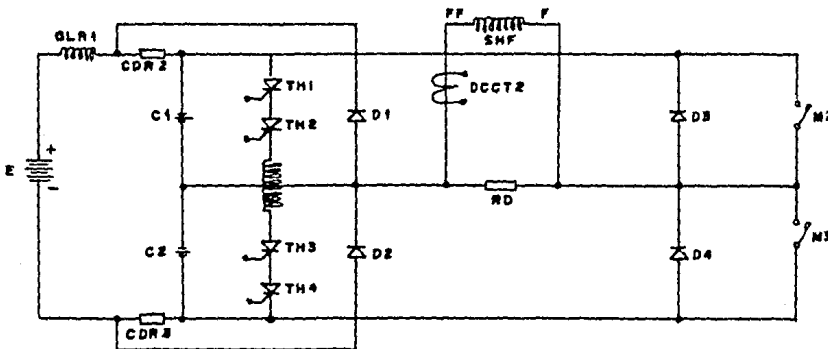


Fig. No. 29 CIRCUITO DE EXCITACION Y CONTROL DEL CAMPO DEL MOTOR DE TRACCION.

El campo en derivación del motor de tracción se identifica en la figura por las siglas SHF.

La bobina de sobrecorriente OLR1, sirve de protección al circuito, cuando la corriente aumenta considerablemente ésta se magnetiza y actúa sobre el relevador LB, desconectándolo en forma mecánica.

El control de circulación de corriente a través del campo en derivación, se efectúa por medio de los thyristores TH1, TH2, TH3 y TH4, así como por los contactos M2 y M3.

Cuando se selecciona la posición o movimiento hacia adelante por medio del interruptor selector colocado en el tablero de instrumentos del trolebús, el contacto M2 se cierra, al mismo tiempo - que los thyristores TH3 y TH4 se ponen en conducción por medio de la señal de compuerta, que es generada por la unidad GTC, la cual - estudiaremos posteriormente.

Al cerrar el contacto M2, los thyristores TH3 Y TH4 conducen la corriente que circula a través del campo SHF, como se muestra en la figura No.30.

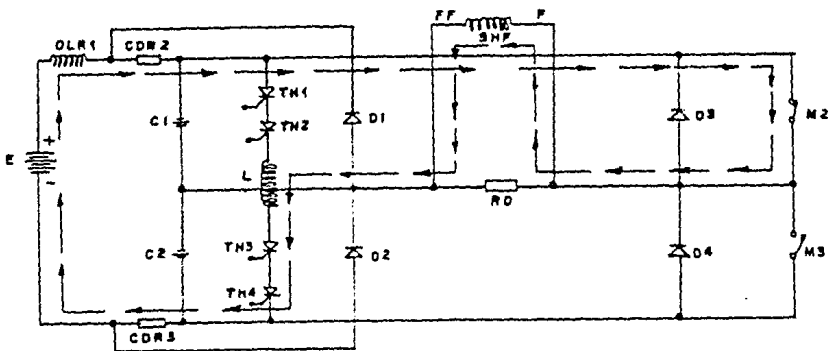


Fig. No 30 CIRCULACION DE CORRIENTE CUANDO EL CONTACTO M2 SE ENCUENTRA CERRADO

Al mismo tiempo que circula la corriente a través de los thyristores TH3 y TH4, el condensador C2 se carga al voltaje de +E - volts, de la fuente de alimentación.

Cuando el contacto M2 se abre debido al cambio de posición en el interruptor selector, también desaparece la señal de compuerta en los thyristores TH3 y TH4, como éstos siguen conduciendo, el condensador C2 se descarga a través de $1/2$ de L del reactor de conmutación.

Al descargarse a través de $1/2$ de L, se produce un campo magnético en éste, que al derrumbarse, el condensador es cargado con polaridad opuesta, provocando en su descarga un voltaje inverso, con lo cual los thyristores TH3 y TH4 dejan de conducir, tal como se muestra en la figura No.31.

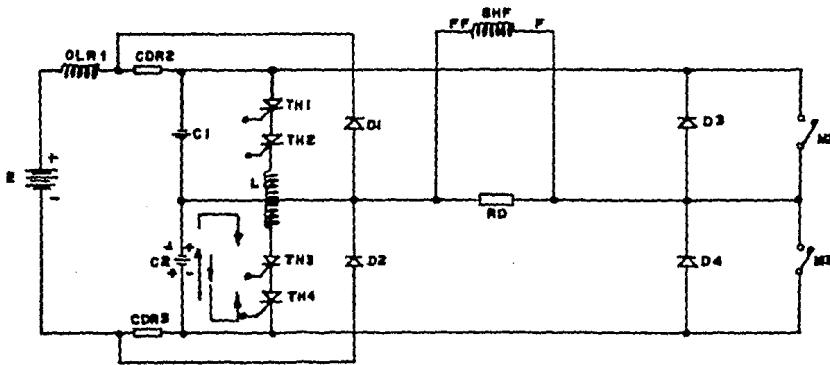


Fig. No. 31 DESCARGA DEL CONDENSADOR C2

Ahora, cuando el movimiento hacia atras es seleccionado por el interruptor selector, el contacto M3 se cierra y los thyristores TH1 y TH2 conducen, por lo que la trayectoria de la corriente es la que se muestra en la figura No.32.

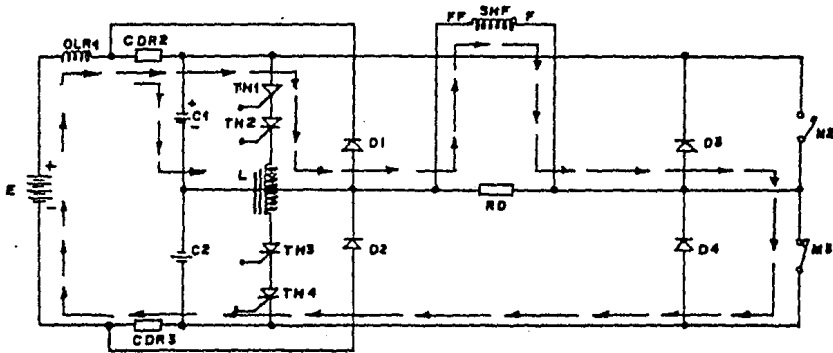


Fig. No.32 CIRCULACION DE CORRIENTE CUANDO M3 SE ENCUENTRA CERRADO.

Al mismo tiempo que TH1 y TH2 conducen, se carga el condensador C1 al voltaje $+E$ de la fuente.

Al abrirse el contacto M3 por el cambio de posición del interruptor selector, desaparecen las señales de compuerta de los thyristores TH1 y TH2. Entonces el condensador C1 se descarga a través de los thyristores TH1, TH2 y $1/2$ de L , en el cual se produce un campo magnético, que al contraerse ocasiona que el condensador C1 se cargue con polaridad opuesta, produciendo un voltaje inver-

so a través de TH1 y TH2,dejando de conducir éstos.
 Esto se muestra en la figura No.33.

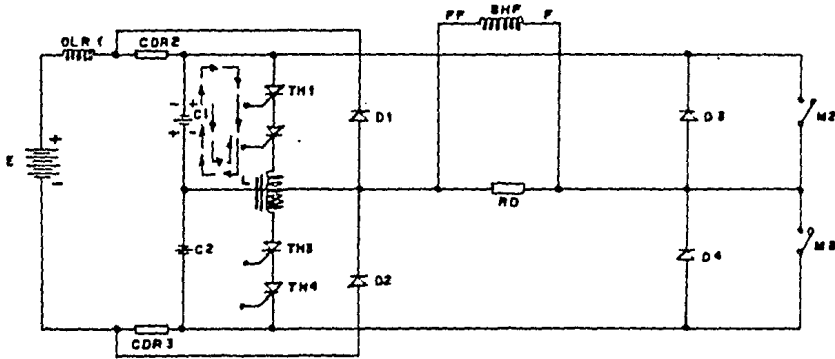


Fig. No. 33 DESCARGA DEL CONDENSADOR C1

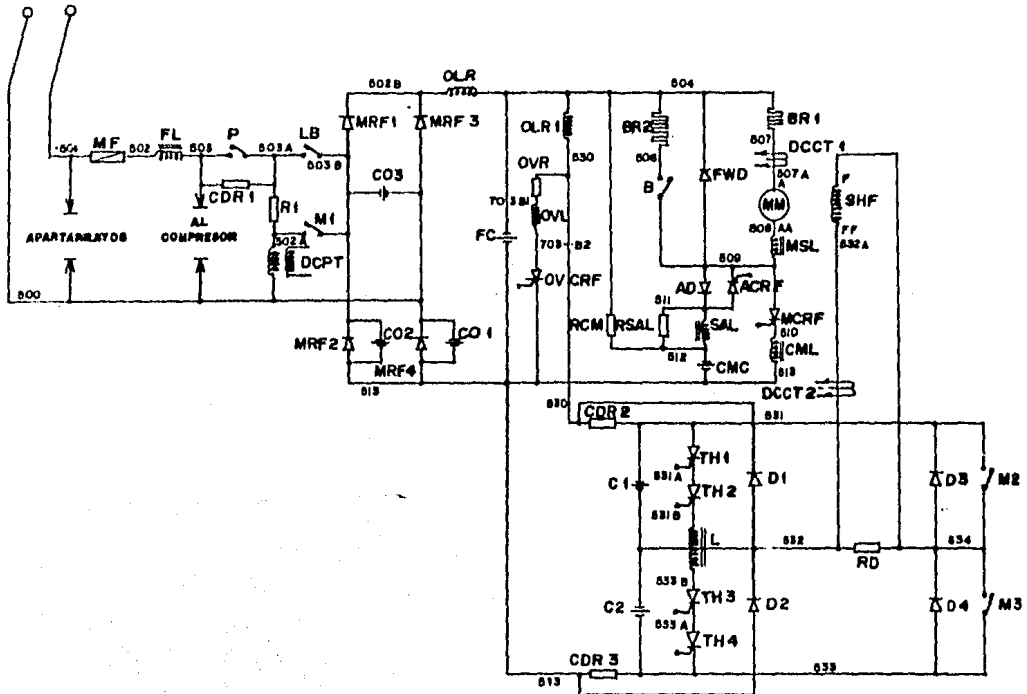
El cerrado de los contactos M2 y M3,están controlados por la energización de los contactores de marcha adelante (M2) y marcha atrás (M3),respectivamente.Su funcionamiento se explica con mayor detalle en el funcionamiento de la unidad auxiliar.

Como pudimos observar de lo descrito anteriormente,la circulación de corriente a través del campo en derivación del motor de tracción cambia de sentido.

Cuando se cierra el contacto M2 y conducen TH3 y TH4,la corriente en el campo SHF circula de FF a F.

En el caso en que M3 se cierra y conducen TH1 y TH2, la circulación es de F a FF. Con lo que se cumple que para invertir el giro de un motor de c.c., sólo es necesario invertir la circulación de corriente ya sea en el campo o en la armadura.

En nuestro caso, se invierte la circulación de corriente en el campo del motor de tracción.



SÍMBOLO	TIPO Y RANGO
MF	8F103 - B2
LB	JMS-E
P.B	CD 232-MA50
M1-3	CM88-J
ARR	BRN-81J
R1	8KHN80 1/2" X 1/2"
PL	EX 15-1 1.8PH-180A
FC	600V-6500HP 83 8P
MEL	EX 15-1 1.8PH-180A
CML	27UN-108A
BAL	11000V-08
CMC	600V-100UF
CLCR	600V, 3UF, 8UF
L	600V 0.8mm x 0.8mm
MRF-4	8KHN80 1/2" X 1/2"
MCRF	8KHN80 1/2" X 1/2"
ACRF	8KHN80 1/2" X 1/2"
FWD	8KHN80 1/2" X 1/2"
AD	8KHN80 1/2" X 1/2"
RO1	8KHN80 1/2" X 1/2"
TH1-4	8KHN80 1/2" X 1/2"
D1-4	8KHN80 1/2" X 1/2"
RCM	8KHN80 1/2" X 1/2"
CDR1	8KHN80 1/2" X 1/2"
CDR2	8KHN80 1/2" X 1/2"
BAL	11000V-08
OVR	8KHN80 1/2" X 1/2"
OVL	30UN
OVCRF	8F100U21

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN		
TESIS PROFESIONAL		Fechas Agosto 13-86
UNAM	Alumno: MARTINEZ PIÑA JOSE MIGUEL	
	DIAGRAMA DEL CIRCUITO PRINCIPAL DE 600 V.c.d.	
		DIRECTOR DE TESIS: ING. RICARDO J. RAMIREZ VERDEJA.



2.2. CIRCUITO AUXILIAR DE 12 V.C.D.

Esta unidad auxiliar tiene como función el de determinar la secuencia para conectar el voltaje de la línea de captación de - 600 v.c.d., al equipo de control chopper del trolebús, de acuerdo a ciertas condiciones de operación que más adelante veremos.

Además de lo anteriormente dicho, ésta unidad forma la secuencia para emitir las señales digitales a la unidad GTC (ver unidad de control de puerta del controlador chopper), las cuales son.

10F - Comando para reducir la corriente de freno.

2F - Comando para reducir la corriente de aceleración.

10P - Comando para arrancar y detener el chopper durante la operación de frenado.

5P - Comando para arrancar y detener el chopper durante la aceleración de retroceso (reversa).

4P - Comando para arrancar y detener el chopper durante la aceleración delantera.

5R - Comando para cambiar el lógico del chopper de campo.

Todas éstas señales o comandos digitales determinan las condiciones de movimiento o de paro del trolebús.

El voltaje de alimentación para ésta unidad auxiliar es de

12 v.c.d., suministrado por la batería del trolebús, como se muestra en la figura No.34.

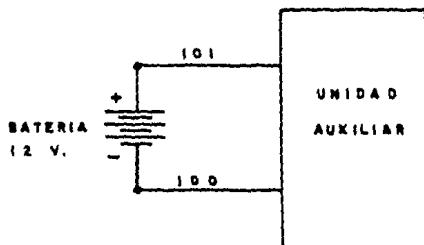


Fig. 34
SUMINISTRO DE ENERGIA
A LA UNIDAD AUXILIAR

Las partes que constituyen a la unidad auxiliar son generalmente relevadores, resistencias, condensadores y diodos.

El funcionamiento eléctrico de ésta unidad se hará refiriendonos a su diagrama, adjunto en éste capítulo.

DESCRIPCION DE LA SECUENCIA.

Como podemos observar en el diagrama de la unidad auxiliar, la alimentación de voltaje se realiza por medio del interruptor de la batería (MCB1).

Al cerrar el interruptor MCB1, la corriente fluye a través de la línea No.101 a la línea No.103B, llegando al interruptor del ventilador MCB2 y al interruptor de alimentación MCB3, así como a los interruptores SW1 (interruptor del convertidor) y SW2 (interruptor del compresor).

Esto se muestra en la figura No.35.

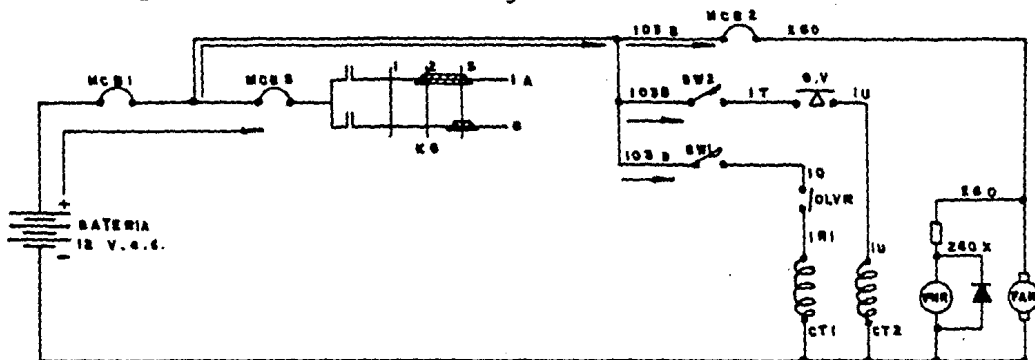


FIG. No.35 ALIMENTACION DE CORRIENTE A LOS INTERRUPTORES MCB2, MCB3, SW1 y SW2.

- CT1 - Contactor del convertidor de corriente directa.
- CT2 - Contactor del compresor.
- FAN - Motor del ventilador del reactor atenuador principal.
- FNR - Relevador del ventilador.
- MCB1 - Interruptor de batería.
- MCB2 - Interruptor del ventilador.
- MCB3 - Interruptor de alimentación del interruptor de llave
- OLVR - Contacto del contactor de sobrevoltaje.
- SW1 - Interruptor para el arranque del convertidor,
- SW2 - Interruptor para el arranque del compresor.
- GV - Gobernador automático (interruptor de presión).
- KS - Interruptor de llave.

De lo visto anteriormente, para operar el motor del ventilador (FAN), sólo se cierra el interruptor MCB2, con lo que la corriente circulará de la línea No.103B a la línea No.260, llegando al motor del ventilador y energizando al relevador del ventilador (FNR).

Para la operación del compresor se cierra el interruptor SW2, con lo que la corriente fluye de la línea 1T, llegando al interruptor de presión GV, cuyas características son las siguientes.

Si la presión es de 0 a 85 psi, el interruptor se encuentra cerrado, Si la presión es de 110 psi, el interruptor de presión se abre.

Considerando que la presión de aire sea cero, el interruptor de presión se encuentra cerrado, con lo que la corriente fluye hasta la línea 1U, llegando al contactor CT2 energizándolo y con ello su contacto CT2 localizado en el circuito principal de 600 v.c.d., se cierra conectando el motor del compresor a la línea de alimentación, (ver 5.2. moto-compresor para mayor detalle).

Para la operación del convertidor de corriente directa se cierra el interruptor SW1 y la corriente fluye de la línea No.103B a la 1Q, llegando al contacto OLVR. Este contacto OLVR se encuentra cerrado si el voltaje de alimentación del circuito principal se encuentra entre 450 y 660 v.c.d.

Considerando que existe el voltaje adecuado, el interruptor OLVR se encontrara cerrado, con lo que la corriente pasa de la línea 1Q a la 1R1, llegando al contactor del convertidor CT1, que al energizarse cierra su contacto CT1, localizado en el circuito principal de 600 v.c.d., suministrando éste voltaje al convertidor, (para mayor detalle ver S.1. convertidor de corriente directa).

Para la alimentación del interruptor de llave KS, se necesita cerrar el interruptor de alimentación MCB3, para que la corriente circule de la línea No.103B a la línea No.103, llegando hasta el interruptor de llave.

Este interruptor de llave tiene tres posiciones las cuales son;

Posición 1 - En esta posición la llave puede meterse y sacarse únicamente, los circuitos no reciben ninguna orden, es decir el trolebús esta parado.

Posición 2 - Es la posición normal para que el trolebús pueda moverse.

Posición 3 - Una vez que la llave se introduce (posición 1), se hace girar la llave hasta la posición 3 y automáticamente regresa a la posición 2. Es decir la posición 3 es momentánea.

CONEXION DEL INTERRUPTOR DE LLAVE KS.

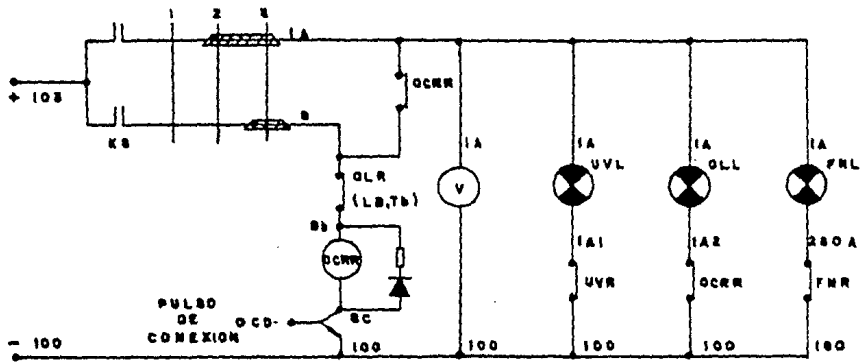


FIG. No.36 CONEXION DEL INTERRUPTOR DE LLAVE

V - Voltmetro.

UVL - Lámpara indicadora de bajo voltaje en la línea de troles.

OLL - Lámpara indicadora de sobrecorriente.

FNL - Lámpara indicadora de falla en el ventilador.

OCRR - Relevador de sobrecorriente.

KS - Interruptor de llave.

Quando el interruptor de llave KS es llevado a la posición 3 (posición momentánea), la corriente pasa de la línea No.103 a la línea No.8, llegando hasta el relevador de sobrecorriente OCRR. Este relevador se encuentra conectado a tierra mediante un transistor, él cual forma un interruptor. Este transistor recibe en su base el pulso de conexión o desconexión emitido por la unidad GTC (ver 3.1 unidad de control de puerta del controlador chopper), para contro -

lar la circulación de corriente desde el colector a emisor.

De aquí aparece una de las condiciones para el arranque del trolebús, que es la siguiente.

Para el arranque del trolebús no debe existir sobrecorriente. Considerando que no existe sobrecorriente, el relevador OCRR se energiza debido a que el transistor conduce, por lo que sus contactos normalmente abiertos se cierran y los normalmente cerrados se abren.

Como un contacto normalmente abierto OCRR, se encuentra conectado entre la línea No.8 y 1A, éste se cierra y auto-amarra al relevador OCRR, ya que la línea No.8 conduce corriente momentáneamente. Esto sucede porque el interruptor de llave en la posición 3 es momentánea, regresando automáticamente a la posición 2, por consiguiente, la lámpara indicadora de sobrecorriente OLL se encenderá si existe sobrecorriente, en caso contrario permanecerá apagada.

Este proceso de encendido o apagado de la lámpara OLL es debido a la apertura o cierre del contacto OCRR conectado en serie con la lámpara, cortando por tierra la circulación de corriente.

El voltímetro marcará el nivel de voltaje de la batería.

La lámpara indicadora de falla de ventilador FNL, se enciende si el ventilador no funciona y viceversa. Este encendido o apa-

gado de la lámpara es causado por la apertura o cierre del contacto FNR conectado en serie a través de la línea No.260A.

Este contacto se abre si el relevador FNR localizado en el circuito del ventilador se encuentra energizado (línea No.260).

Ahora volviendo al análisis de la línea No.103, enseguida se muestra la conexión de los relevadores que se encuentran conectados a ella.

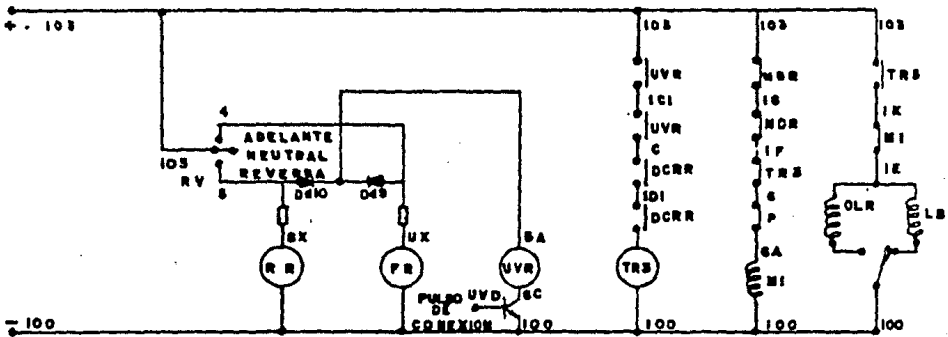


FIG.No. 37 CONEXION DE RELEVADORES EN LA LINEA No 103

M1 - Contactor para carga del condensador filtro FC.

LB - Interruptor de línea.

OLR - Bobina de sobrecarga.

TR3 - Relevador de tiempo.

UVR - Relevador detector de bajo voltaje.

RV - Interruptor selector de marcha adelante, neutral y reversa.

NDR - Relevador de línea auxiliar.

Como la línea No.103 conduce corriente cuando MCB1 y MCB3 se encuentran cerrados, esta corriente llega hasta el contactor M1 energizandolo, se cierra su contacto M1 situado en el circuito principal de 600 v.c.d., (ver diagrama del circuito principal de 600 v.c.d.), con lo que se efectúa la carga del filtro condensador FC. Al mismo tiempo abre su contacto M1 situado en la línea 1K del interruptor de línea LB.

Posteriormente, al seleccionar la posición de adelante o reversa en el interruptor selector de marcha RV, le llega corriente al relevador detector de bajo voltaje UVR, a través de la línea No.5A.

Si observamos, el relevador UVR se encuentra conectado a tierra por medio del transistor detector de voltaje UVD. El rango de voltaje de trabajo es de 450-660 v.c.d.

Si el voltaje es menor de 450 v.c.d., se presenta falla por bajo voltaje y el relevador UVR no se energiza debido a que el pulso de conexión o desconexión del transistor UVD es cero. Este pulso proviene de la unidad GTC.

De aquí brota la segunda condición para el arranque del trolebús y la cual es; Si el voltaje en la línea de captación es menor de 450 v.c.d., se presenta la falla de bajo voltaje y el trolebús no arranca.

Si consideramos que no existe condición de bajo voltaje, tenemos que el transistor UVD conducirá, con lo que el relevador detector de bajo voltaje se energiza, cerrando sus contactos UVR conectados en la línea de alimentación del relevador de tiempo TR3.

Con esto el relevador TR3 tarda medio segundo en cerrar sus contactos normalmente abiertos y en abrir los contactos normalmente cerrados.

Como se muestra en la figura anterior, uno de los contactos normalmente cerrados TR3 se encuentra conectado con la línea de alimentación del contactor M1, con lo que al abrirse lo desconecta.

Este contactor M1 al desactivarse cierra el contacto M1 dispuesto en la línea de alimentación del interruptor de línea LB, y como el contacto TR3 dispuesto en la misma línea se encuentra cerrado, se activa LB y cierra su contacto del circuito principal de 600 v.c.d., originando que se suministre el voltaje al circuito principal. Notece que los contactos OCRR en la línea de alimentación de TR3 se encuentran cerrados, ya que no existe sobrecorriente.

Con lo explicado anteriormente el circuito queda como se muestra a continuación.

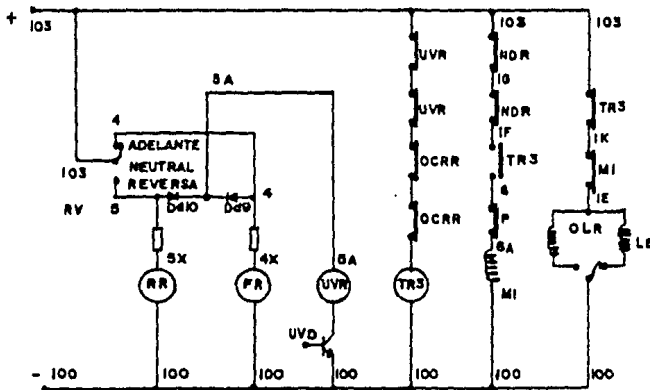


FIG. No. 38 CONTACTORES LB, UVR, OCCR, ENERGIZADOS

Al energizarse el contactor LB, también conecta el suministro de corriente de la línea No.103 a la línea No.1L, como se muestra en en la figura No.39.

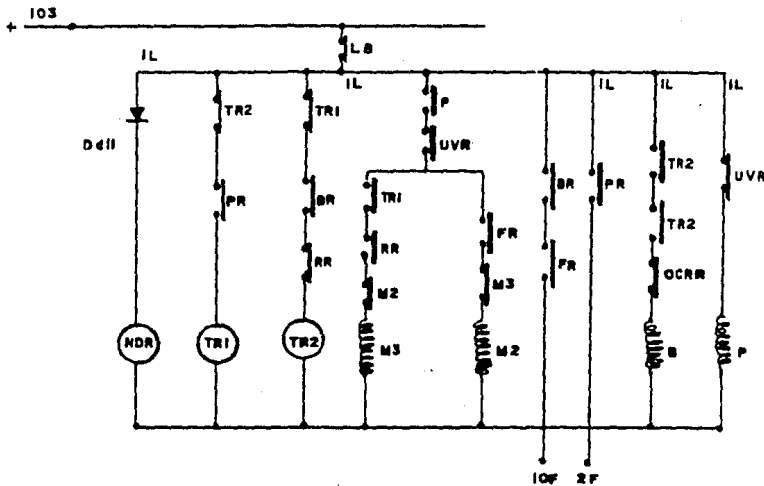


FIG.No.39 CONEXION DE LA LINEA No.103 A LA LINEA 1L POR MEDIO DEL CONTACTO LB

- P - Contactor para el circuito de energía de la armadura.
- B - Contactor principal de frenado.
- M2 - Contactor de marcha adelante.
- M3 - Contactor de marcha atra (reversa).
- TR2 - Relevador para frenado.
- TR1 - Relevador para aceleración.
- NDR - Relevador de línea auxiliar.

Como los contactos UVR se encuentran cerrados por lo explicado anteriormente, en esta figura los indicamos ya cerrados.

Al cerrarse el contacto LB, la corriente circula hasta el contactor P, éste al energizarse cierra su contacto P dispuesto en el circuito principal de 600 v.c.d. (ver diagrama del circuito principal de 600 v.c.d.). Además cierra su contacto P dispuesto en la línea de alimentación de los contactores M2 y M3.

Los relevadores TR1 y TR2 sólo quedan sujetos a la condición de aceleración o frenado, respectivamente. El relevador NDR se energiza al activarse LB y abre sus contactos NDR asegurando la desconexión del contactor M1.

Como los contactores M2 y M3 dan la secuencia para marcha -- hacia adelante o hacia atrás, sólo necesitan la señal para arranque la cual se realiza como sigue.

las puertas de ascenso y descenso del trolebús se encuentran cerradas, en caso contrario se encontrará abierto.

De aquí surge la tercer condición para la operación del trolebús, la cual es la siguiente.

El trolebús no se pone en movimiento si las puertas se encuentran abiertas.

A continuación mostramos la conexión del interruptor de las puertas y los interruptores de límite del acelerador y del freno PLS y BLS, respectivamente.

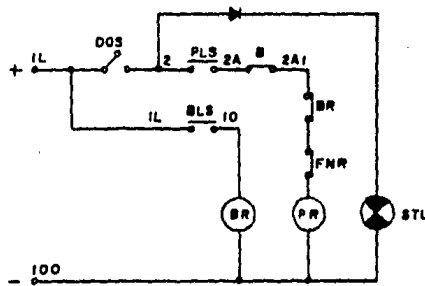


FIG. No. 41 CONEXION DEL INTERRUPTOR DE LAS PUERTAS, Y DE LOS INTERRUPTORES DE LIMITE BLS, PLS.

- BR - Relevador auxiliar de frenado.
- PR - Relevador auxiliar para aceleración.
- PLS - Interruptor de límite del pedal de aceleración.
- BLS - Interruptor de límite del pedal de freno.
- DOS - Interruptor de límite de las puertas de ascenso y desc.
- STL - Lámpara indicadora de arranque.

Si el interruptor DOS y PLS se encuentran cerrados, la corriente llega hasta el relevador auxiliar para aceleración PR, ya que el contacto FNR se encuentra cerrado al conectar el ventilador del reactor atenuador principal MSL.

Al energizarse el relevador PR, se cierran sus contactos PR, dispuestos en la alimentación del relevador TRI y la línea 2F.

Con lo que se emite el pulso de comando 2F a la unidad GTC, y como el relevador TRI se energiza al cerrarse el contacto PR, éste a su vez cierra su contacto TRI, emitiéndose el pulso de comando 4P para arrancar el chopper durante la aceleración delantera.

Esto se muestra en la figura No.42.

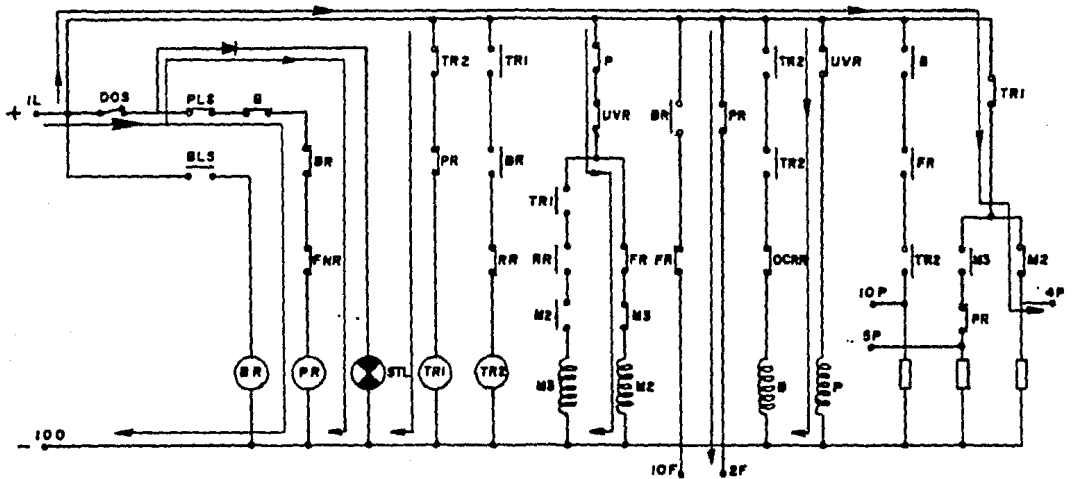


FIG.No.42 DIAGRAMA DE CIRCULACION DE CORRIENTE DE ACUERDO A LA ACELERACION DELANTERA.

Y con ésto el chopper de armadura y de campo empiezan a funcionar y el motor de tracción comienza a girar.

En el caso en que se quiera frenar con movimiento hacia adelante, se suelta el pedal de aceleración y se oprime el pedal de freno, con lo que el interruptor del pedal de freno BLS se cierra energizando al relevador auxiliar de freno BR. Al energizarse BR, se cierra su contacto BR y se emite el pulso de comando de la corriente de freno 10F a la unidad GTC.

Posteriormente el relevador TR2 se activa, desconectando al relevador TR1 y conectando al contactor principal de frenado B, -- éste a su vez asegura la desactivación de PR, dejándose de emitir el pulso 2F y el 4P, deteniéndose el funcionamiento del chopper de armadura únicamente.

Pero como al desconectar el chopper de armadura, el motor de tracción funciona como generador y la corriente generada es hecha pasar por las resistencias de frenado BR1 y BR2, debido al cierre del contacto B (ver diagrama del circuito principal de 600 v.c.d.).

En consecuencia la figura anterior queda como se muestra en la figura No.43.

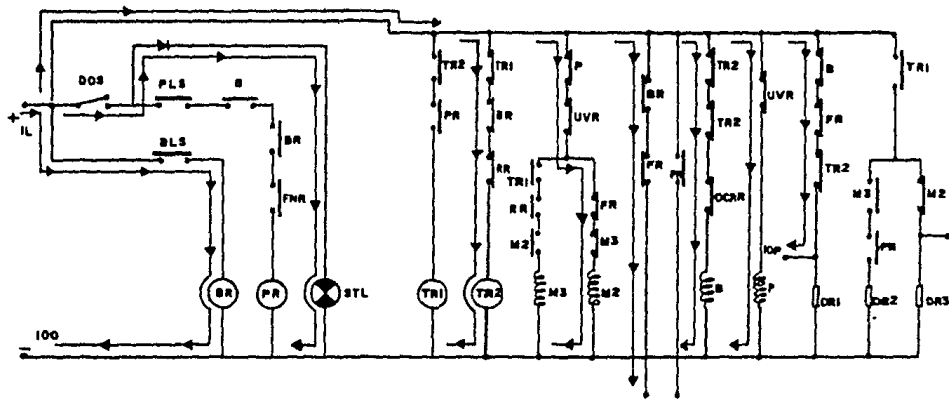


FIG. No. 43 CIRCULACION DE CORRIENTE CUANDO EL FRENADO ELECTRICO ES APLICADO CON MOVIMIENTO DEL TROLEBUS HACIA ADELANTE.

Por consiguiente, si ahora seleccionamos en el interruptor -- selector RV, la marcha hacia atras o reversa del trolebús, la circulación de corriente y secuencia de contactores será la siguiente.

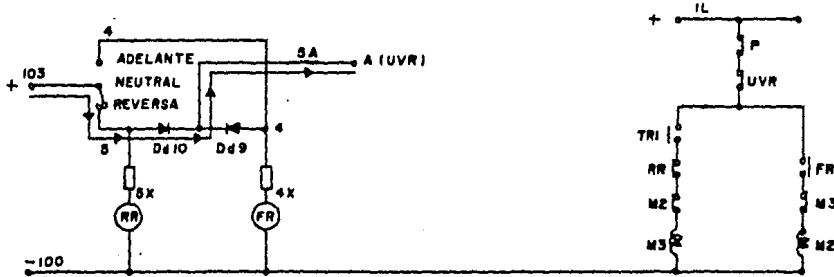


FIG.No.44 SELECCION DEL MOVIMIENTO DE REVERSA DEL TROLEBUS

Como se muestra en la figura, al seleccionar la posición de reversa, la corriente de la línea No.103 pasa a la línea No.5 hasta llegar al relevador de marcha atras RR.

Al energizarse cierra su contacto en la línea de alimentación del contactor M3, quedando sometido a la condición de aceleración. Si las puertas de ascenso y descenso del trolebús se encuentran cerradas, entonces el interruptor de puertas DOS se encontrará cerrado.

Ahora si oprimimos el pedal de aceleración, el interruptor de límite PLS se cierra, con lo que la corriente llega hasta el relevador auxiliar de aceleración PR. Este al energizarse cierra su contacto PR, localizado

tacto PR, localizado en la línea de alimentación del relevador para aceleración TR1. El cual se activa y cierra su contacto TR1 localizado en la línea de alimentación del contactor de marcha -- atras M3.

Esto se muestra en la figura No.45.

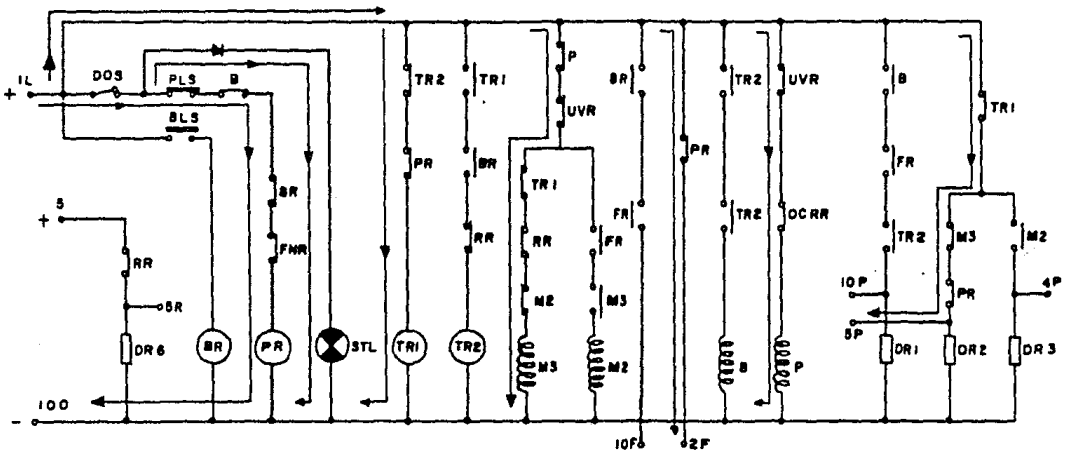


FIG.No. 45 CIRCULACION DE CORRIENTE EN ACELERACION TRASERA

Como se muestra en la figura, al seleccionar la posición hacia atras (reversa) del trolebús y accionar el pedal del acelerador, el contactor M3 se energiza y M2 se desactiva, con lo que se cambia el sentido de circulación de la corriente en el campo del motor de tracción y con ello, el giro se invierte provocando el movimiento hacia atras del trolebús. También se emiten los pulsos de comando 2F, SP y 5R a la unidad GTC.

Si ahora aplicamos el freno y con movimiento hacia atras, la circulación de corriente se muestra en la figura No.46.

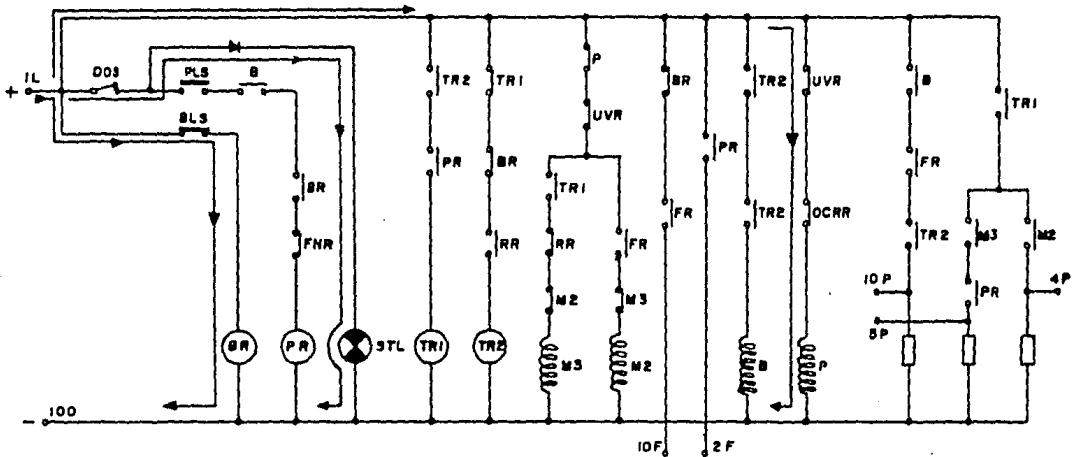
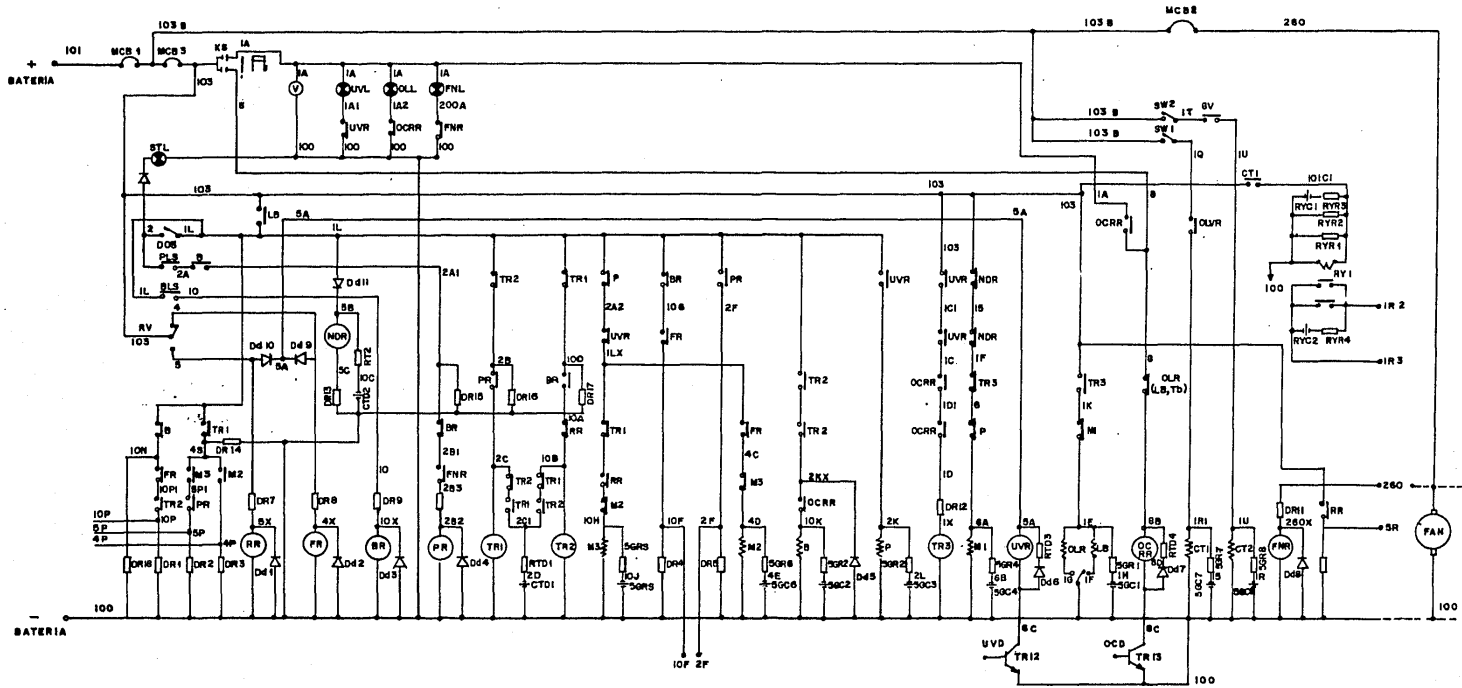


FIG.No.46 CIRCULACION DE CORRIENTE CUANDO SE APLICA EL FRENO CON MOVIMIENTO DE REVERSA DEL TROLEBUS

En la figura, podemos observar que al oprimir el pedal de freno, se activa el relevador auxiliar de frenado BR y se desactiva el relevador auxiliar de aceleración PR, con lo que el relevador TR1 y TR2 se desactivan y el contactor de frenado B no se activa y como resultado se tiene que el frenado dinámico no se aplica cuando el movimiento del trolebús es hacia atras, debido al contacto RR que es normalmente cerrado y que al poner el interruptor selector en posición de reversa se abre desactivando a TR2 y con ello al contactor B. A continuación se muestra una tabla de secuencia para analizar el funcionamiento de la unidad auxiliar, sin llegar a los detalles expuestos, lo que facilita la comprensión más rápida.



FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN		
TESIS PROFESIONAL		Fecha: Agosto 13-84
UNAM	Alumno: MARTINEZ PIÑA JOSE MIGUEL	
	DIAGRAMA DE LA UNIDAD AUXILIAR	
		DIRECTOR DE TESIS: ING. RICARDO J. RAMIREZ VERDEJA

TABLA DE SECUENCIA

OPERACION DE RELEVADORES Y CONTACTORES

POSICION DEL PEDAL DEL ACELERADOR		POSICION DEL PEDAL DE FRENO		POSICION DEL INTERRUPTOR SELECTOR (RV)			POSICION DEL INTERRUPTOR DE LLAVE (KS)			MCB1		MCB2		MCB3		CONTACTORES Y RELEVADORES														SALIDAS DIGITALES DE LA UNIDAD AUXILIAR									
FUERA	DENTRO	FUERA	DENTRO	ADELANTE	NEUTRAL	REVERSA	1	2	3	CERRADO	ABIERTO	CERRADO	ABIERTO	CERRADO	ABIERTO	LB	P	B	M1	M2	M3	TR1	TR2	TR3	PR	BR	FR	RR	NR	FNR	OCRR	UVR	5R	2F	10F	4P	5P	10P	
X		X			X		X				X		X		X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
X		X		X					X	X			X	X		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	X	X		X				X		X		X		X		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
X			X	X				X		X		X		X		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	X	X				X		X		X		X		X		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
X			X		X		X		X		X		X		X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	X		X			X		X		X		X		X		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	X	X		X				X		X		X		X		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	X	X		X				X		X		X		X		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

● — ACTIVADO
 ○ — DESACTIVADO

III. FUNCIONAMIENTO DE UNIDADES ELECTRONICAS.

Las unidades electrónicas que se encuentran comprendidas en el sistema chopper (troceador) del trolebús son:

- 3.1. Unidad de control de puerta del controlador de chopper (GTC).
- 3.2. Unidad de regulación de voltaje automático (AVR).
- 3.3. Unidad inversora (IV).
- 3.4. Unidad de resistencias y condensadores (RC).

Cada una de éstas unidades son analizadas en su funcionamiento, mostrando para cada una de ellas, la función que realiza dentro del sistema chopper (troceador) del trolebús, así como su composición y diagrama eléctrico, basandonos en este último para indicar su funcionamiento.

3.1. UNIDAD DE CONTROL DE PUERTA DEL CONTROLADOR DE CHOPPER (GTC).

La unidad de control de puerta (GTC), es el cerebro del equipo de control del chopper del trolebús, la cual comanda y controla la corriente del circuito principal.

La parte interna de la unidad GTC esta constituida por una placa impresa, en la que los transistores, los circuitos integrados y otros componentes electrónicos están montados.

Los troceadores tanto de armadura como de campo, son controlados por la operación de éstos componentes.

El funcionamiento de ésta unidad GTC será descrito basandonos en su diagrama a bloques, para facilitar su comprensión.

Los voltajes de alimentación para su funcionamiento son; + 15 volts. (P.15), -15 volts. (N.15), -4 volts. (N.4) y 0 volts. (O.L.). Estos voltajes son suministrados por la unidad AVR, cuyo funcionamiento es descrito más adelante.

Enseguida se muestra un diagrama en el cual se observan las entradas y salidas de la unidad GTC.

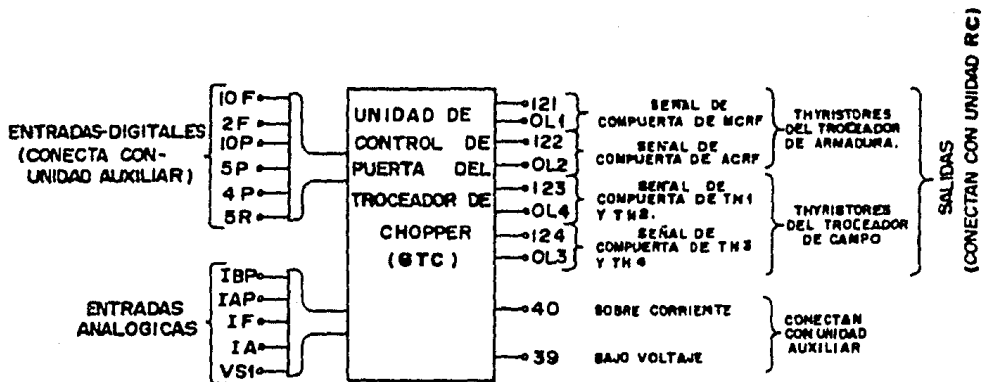


DIAGRAMA DE CONEXION DE LA UNIDAD GTC

Fig. No.47

Como se muestra en la figura No.47, las entradas de la unidad de control de puerta del controlador chopper GTC, se dividen en; Entradas digitales y entradas analógicas.

Las entradas digitales son generadas por la unidad auxiliar (ver diagrama de la unidad auxiliar), y se consideran digitales -- por tener el nivel de 0 volts y el de 12 volts.

A continuación se muestra la relación de las entradas digitales y su función.

- 10F - Comando para reducir la corriente de freno.
- 2F - Comando para reducir la corriente de aceleración.
- 10P - Comando para arrancar y detener el chopper durante la operación de frenado.
- 5P - Comando para arrancar y detener el chopper durante la aceleración de retroceso (reversa).

4P - Comando para arrancar y detener el chopper durante la aceleración delantera.

5R - Comando para cambiar el lógico del chopper (troceador) de campo.

Las entradas analógicas son generadas por diferentes partes que integran el equipo de control y que son:

Los transductores de freno y acelerador, los transformadores DCCT1 y DCCT2, así como el DCPT o detector de voltaje de línea.

Estas entradas analógicas son las siguientes.

IBP - Comando de par motor de freno. Esta señal es generada por el pedal del freno (transductor de freno).

IAP - Comando de par motor de aceleración. Esta señal es generada por el pedal del acelerador (transductor de aceleración).

IF - Realimentación de la corriente de campo. Esta señal es generada por el transformador detector DCCT2 (ver unidad inversora).

IA - Realimentación de la corriente de armadura. Esta señal es generada por el transformador detector DCCT1 (ver unidad inversora).

VSl - Tensión de línea de trole. Esta señal es generada por el transformador detector DCPT (ver unidad inversora).

Su diagrama a bloques de la unidad GTC se encuentra adjunto en éste tema y refiriendonos a él haremos la explicación de los bloques que la integran, los cuales son:

Bloque DI - Compensador de entrada digital.

El bloque DI ejecuta las funciones de absorción de ondas y la conversión de impedancia de entradas digitales.

Bloque AI - Compensador de entradas analógicas.

El bloque AI ejecuta las funciones de absorción de ondas y la conversión de impedancias de entradas analógicas.

Bloque OSC. - Oscilador.

El bloque OSC, comienza a oscilar a 200 Hz al recibir el comando de arranque del chopper, y genera una señal de impulso de 200 Hz, como el impulso de referencia del troceador de armadura y una señal de impulso de 100 Hz, o equivalente a un medio ciclo de 200 Hz, como el impulso de referencia del troceador de campo.

Bloque DT - Detector de falla.

Ejecuta la detección de la anormal caída de la tensión de la línea de trole (450 volts), la detección de un incremento anormal en la corriente de la armadura (350 Amp), y la detección de incre-

mentos anormales de la corriente de campo (15 Amp.).

Cuando la tensión de línea de trole cae irregularmente, éste genera el comando de la apertura del circuito principal y de detención instantánea de los troceadores de armadura y campo.

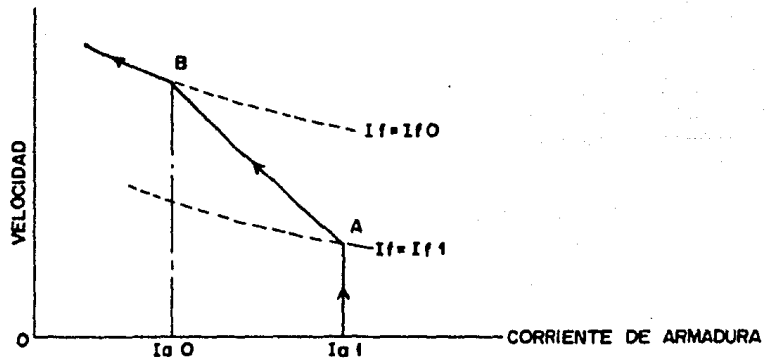
Detener los troceadores de campo significa evitar la falla de conmutación cuando la pértiga es desprendida. El circuito principal es vuelto a abrir para conectar el ruptor de línea otra vez, de acuerdo a la secuencia a limitar la elevación de tensión del condensador filtro, cuando la pértiga del trole es conectada otra vez.

Por la sobrecorriente, los troceadores son detenidos y entonces el circuito principal es abierto para evitar el salto de tensión del motor de tracción.

Bloque OPC1 - Circuito de control de corriente de campo.

Es un circuito operacional que controla la corriente de campo, al igual que la corriente de armadura, después de la conducción total del troceador de armadura.

Esto se ilustra en la figura No.48.



CARACTERISTICAS DE VELOCIDAD

Fig. No. 48

El motor de tracción es acelerado desde cero de velocidad al punto A, por un incremento gradual de la relación conductiva del troceador de armadura con campo constante ($I_f = I_{f1}$).

El troceador de armadura conduce al valor total al punto A y después la corriente de campo es controlada de modo que:

$$\begin{aligned}
 I_f &= I_{f1} - K(I_a - I_{a1}) \\
 &= 10.5 - K(I_a - I_{a1}).
 \end{aligned}$$

Donde; I_f = Corriente de campo.
 I_a = Corriente de armadura.
 I_{a1} = Corriente limitada.
 K = Constante.

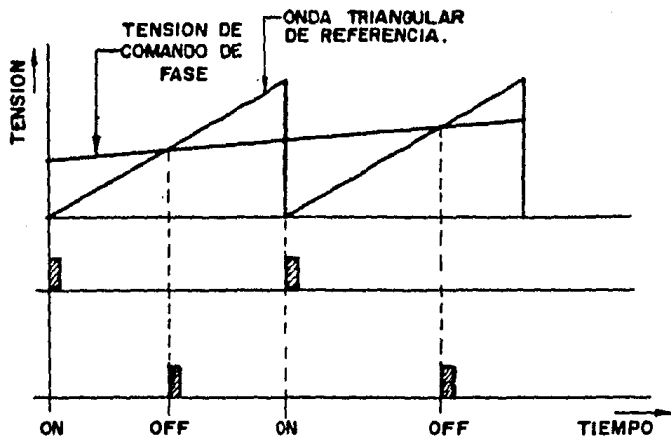
Hasta que alcanza al punto B. Después de eso, el motor de tracción es acelerado a lo largo de su característica con un campo constante ($I_f = I_{f0}$).

Bloque OPC2. - Circuito de control de corriente de armadura.

Es un circuito operacional que controla la corriente de la armadura. La controla de acuerdo con la comparación de la magnitud del par motor de aceleración dirigido por el patrón del transductor del pedal del acelerador y la corriente de armadura. Esta comparación es transmitida a un amplificador operacional con una ganancia de 10 y un retardo de 0.22 seg. Así éste circuito ejecuta un control proporcional para ampliar la proporción de conducción del troceador de armadura cuando la diferencia entre el patrón de alimentación y la corriente de armadura aumenta.

Bloque PSH1 - Cambiador de fase para el troceador de campo.

Es un cambiador de fase para convertir la tensión de comando de fase que sale de OPC1 al eje del tiempo, siendo ejecutado en comparación con la onda triangular de referencia.



FORMAS DE ONDA DEL CAMBIADOR DE FASE

Fig. No.49

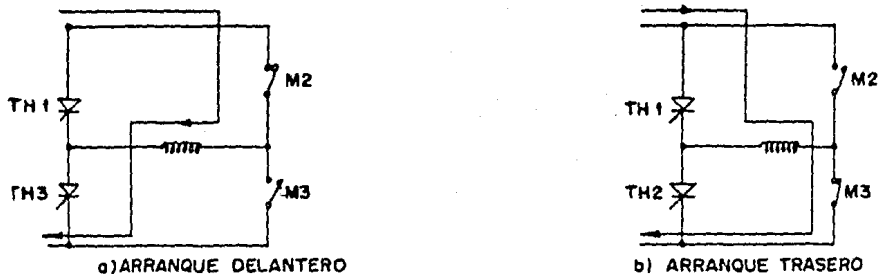
Bloque PSH2 - Cambiador de fase para el troceador de armadura.

Es un cambiador de fase para convertir la tensión del comando de fase desde OPC2 al eje del tiempo. Su operación es la misma que el bloque PSH1.

Bloque CG - Interruptor lógico de conmutación.

La dirección del movimiento del trolebús, hacia adelante o -- hacia atrás, cambia por el cambio de la dirección de la circulación de corriente del campo, que invierte la rotación del motor de tracción.

El circuito principal del circuito de campo es esquematizado en la figura No.50.



CIRCULACION DE CORRIENTE DE ARRANQUE

Fig. No.50

Los contactores serán conmutados para ejecutar el requerimiento anterior para invertir el impulso de conexión y el de desconexión del interruptor que en cambio, intercambia las funciones del thyristor principal y del auxiliar entre TH1 y TH3.

La corriente del campo fluye de la derecha a la izquierda en la figura No.50 a), cuando el thyristor principal es TH3 y el auxiliar TH1.

En la figura No.50 b), la corriente de campo fluye de la izquierda a la derecha, funcionando el TH1 como el thyristor principal y el TH3 como el auxiliar.

La función del bloque es la de controlar el impulso de entrada para cambiar el impulso de conexión de ambos thyristores.

Bloque α - DT - Detector para la proporción de conductividad máxima del troceador de la armadura.

Es un circuito para detectar la proporción de la conductividad máxima del troceador de la armadura durante el funcionamiento en posición de avance. La proporción de conductividad del troceador de la armadura aumenta en relación a la velocidad del trolebús y cuando el troceador de la armadura alcanza la conductividad total, el control de la corriente del campo atenuado se arranca para alcanzar una velocidad mayor. La señal ϕ es la salida del bloque OPC2.

Bloque GA.- Generador y amplificador de impulsos.

El bloque GA genera la forma de onda de impulsos para los troceadores con un ancho constante y los amplifica.

Estos impulsos de salida amplificados son alimentados a la compuerta de los thyristores troceadores de armadura y de campo para repetir las condiciones conductivas y no conductivas de los troceadores.

El ancho de los impulsos de GA1 y GA2 del troceador del campo es de 30 a 60 useg. y el de GA3 y GA4 del troceador de armadura es de 70 a 120 useg.

GA1 - Generador y amplificador de impulsos. Para el impulso de conexión del troceador de campo.

GA2 - Generador y amplificador de impulsos. Para el impulso de

desconexión del troceador de campo.

GA3 - Generador y amplificador de impulsos. Para el impulso - de conexión del troceador de armadura.

GA4 - Generador y amplificador de impulsos. Para el impulso - de desconexión del troceador de la armadura.

Bloque LC - Limitador de fase.

Es un circuito para limitar la corriente de campo del motor de tracción para controlar la velocidad de retroceso.

Bloque OPC3 - Circuito de control de freno.

Este circuito ejecuta la operación de frenado. Lo más deseable es que se aplique un esfuerzo constante de frenado sobre el rango de alta velocidad a baja velocidad de acuerdo con la carrera del pedal de freno. Sin embargo, las características reales son como se indican en la figura No.51, debido a los límites de la tensión y de la corriente de campo.

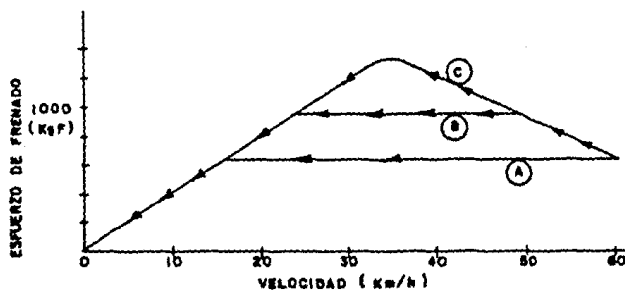


Fig. No.51 CARACTERISTICAS DE FRENADO DINAMICO

Las características A, B y C corresponden a una aplicación del pedal del freno con la fuerza menor, mediana y mayor respectivamente.

En los rangos de la característica B y C se combina el freno de aire. El troceador de campo está controlado para ejecutar el control del frenado dinámico. La corriente de campo I_f es controlada para satisfacer la siguiente igualdad.

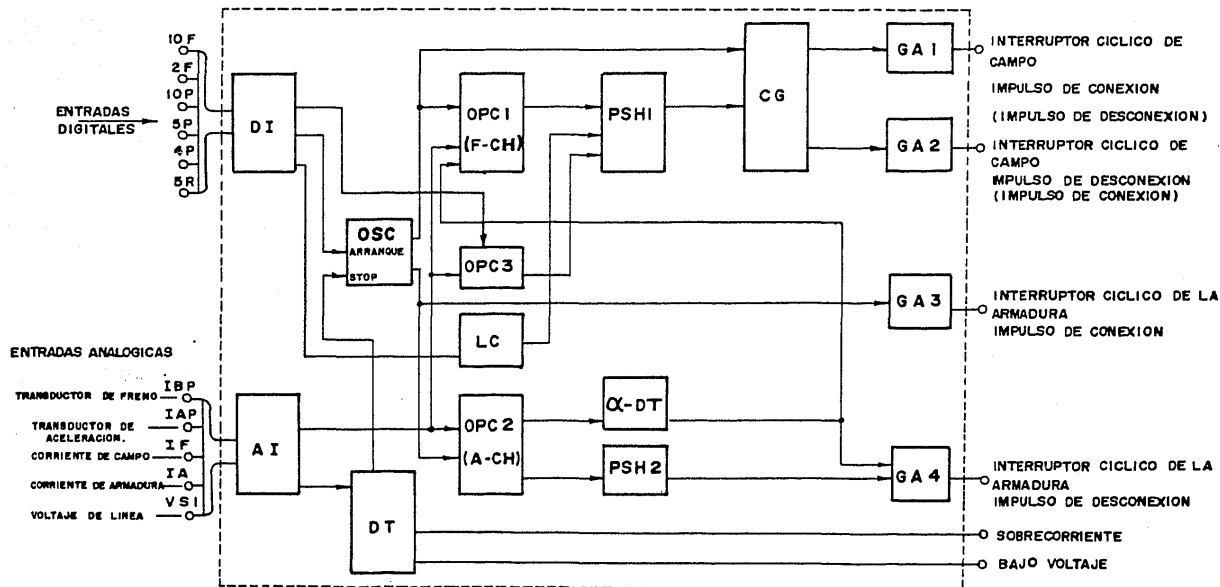
$$I_f = IBP + K(l_{10} - I_a)$$

Donde;

I_f = Corriente de campo.

IBP = Patrón determinado por la carrera del pedal de freno.

I_a = Corriente de la armadura.



DI COMPENSADOR DE ENTRADA DIGITAL
OPC 1 CIRCUITO DE CONTROL DE CORRIENTE DE CAMPO.
OPC 2 CIRCUITO DE CONTROL DE CORRIENTE DE ARMADURA.
OPC 3 CIRCUITO DE CONTROL DE FRENO
PSH 1 CAMBIADOR DE FASE PARA EL TROLEADOR DE CAMPO.
PSH 2 CAMBIADOR DE FASE PARA EL TROLEADOR DE ARMADURA.
CG INTERRUPTOR LOGICO DE CONMUTACION
OSC. OSCILADOR
LC LIMITADOR DE FASE

AI COMPENSADOR DE ENTRADA ANALOGICA.
DT DETECTOR DE FALLA.
 α -DT DETECTOR PARA LA PROPORCION DE CONDUCTIVIDAD MAXIMA DEL TROLEADOR DE LA ARMADURA.
GA 1 GENERADOR Y AMPLIFICADOR DE IMPULSOS PARA EL IMPULSO DE CONEXION DEL TROLEADOR DE CAMPO
GA 2 GENERADOR Y AMPLIFICADOR DE IMPULSOS PARA EL IMPULSO DE DESCONEXION DEL TROLEADOR DE CAMPO
GA 3 GENERADOR Y AMPLIFICADOR DE IMPULSOS PARA EL IMPULSO DE CONEXION DEL TROLEADOR DE ARMADURA.
GA 4 GENERADOR Y AMPLIFICADOR DE IMPULSOS PARA EL IMPULSO DE DESCONEXION DEL TROLEADOR DE LA ARMADURA

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN

TESIS PROFESIONAL

Fecha: Agosto 13-94

DIRECTOR DE TESIS

UNAM

Alumno: MARTINEZ PIÑA JOSE MIGUEL

ING. RICARDO J. RAMIREZ VERDEJA

DIAGRAMA DE BLOQUES DE LA UNIDAD DE CONTROL DE PUERTA DEL CONTROLADOR CHOPPER (GTC).



3.2. UNIDAD DE REGULACION DE VOLTAJE AUTOMATICO (AVR) .

El diagrama eléctrico de ésta unidad de regulación de voltaje automático se encuentra adjunto en éste tema.

Esta unidad AVR, tiene como función el de generar los voltajes de corriente directa, necesarios para los circuitos que integran la unidad de control de compuerta (GTC) y la unidad de resistencias y condensadores (RC).

Los niveles de voltaje generados por la unidad AVR son los siguientes.

- a) +15 Volts a 1.5 Amp. de c.d. o (P.15).
- b) -15 Volts a 0.5 Amp. de c.d. o (N.15).
- c) - 4 Volts a 0.15 Amp. de c.d. o (N.4).
- d) 0 Volts o línea común denominada (OL).

Todos éstos niveles de voltaje son suministrados a la unidad de control de compuerta (GTC), descrita anteriormente.

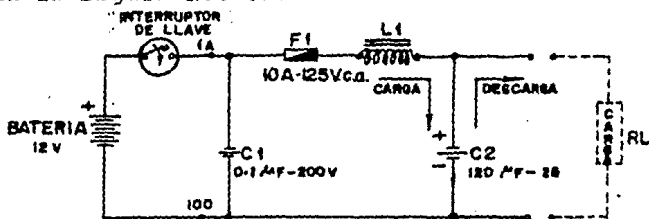
Para la unidad de resistencias y condensadores (RC), sólo se alimentan los voltajes de +15 volts y 0 volts o sea P.15 y OL, respectivamente.

El voltaje de alimentación de la unidad AVR es de 12 volts a 13.7 volts de c.d., proveniente de la batería del trolebús a tra--

ves del interruptor de llave KS, situado en el tablero de instrumentos. La línea de borne positivo es la que tiene el número de identificación 1A y la línea de borne negativo es el número 100.

FUNCIONAMIENTO DE LA UNIDAD AVR.

A la entrada incorpora un fusible F1 para protección de sobrecorriente o cortocircuitos. Dos condensadores C1, C2 y un reactor atenuador L1, forman un filtro de entrada del tipo LC. Esto se muestra en la figura No. 52.



FILTRO DE ENTRADA TIPO LC DE LA UNIDAD AVR

Fig. No. 52

Este filtro es necesario para evitar los cambios bruscos tanto en voltaje como en corriente que podrían ocasionar averías a los componentes de la unidad AVR.

El condensador C1 sólo elimina los picos agudos producidos en la fuente debido a perturbaciones ocasionados por la conexión

espontánea a través del interruptor de llave.

El filtrado se lleva a cabo a través del reactor L1 y el condensador C2, al cual se le conoce como un filtro de entrada por -- reactor tipo LC. Este presenta un inductor en serie con la corriente total del circuito y un condensador en paralelo con la resistencia de carga RL.

Tanto la bobina como el condensador se cargan al valor de voltaje de la fuente de alimentación. Cuando por algún motivo el voltaje de alimentación empieza a disminuir, el condensador y la bobina actúan juntos para mantener a la corriente en la misma dirección y al mismo nivel.

A la salida del filtro de entrada se acoplan los transformadores T1 y T2, los cuales son necesarios para aumentar el voltaje de entrada al voltaje de salida necesario.

En la figura No.53 se presenta la forma en que se encuentra conectado el transformador T1, el cual presenta un mecanismo de conmutación electrónico esencial para alimentar con voltaje alterno -- al primario del transformador T1.

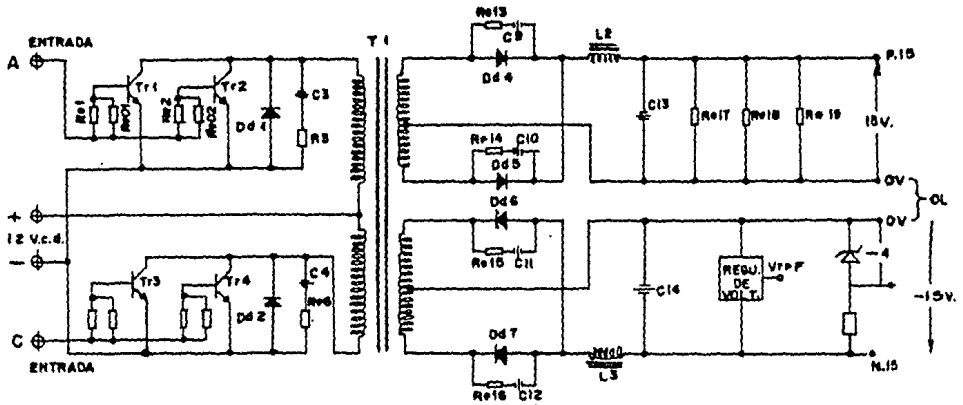
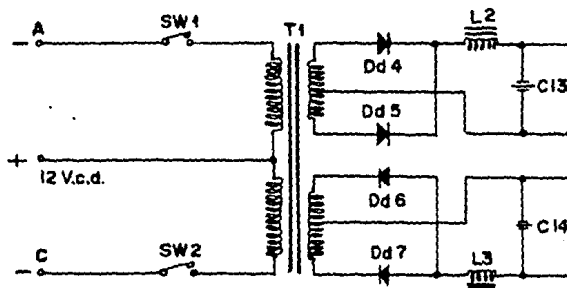


Fig. No.53 FORMA DE CONEXION DEL CIRCUITO DE CONMUTACION EN EL PRIMARIO DE T1

El transformador T1, el circuito de conmutación y los rectificadores y filtros, así como los reguladores de voltaje a base de transistores y diodos zener, forman en sí la fuente de alimentación.

Para mostrar el funcionamiento de esta parte del circuito del AVR, lo haremos refiriendonos a la figura No.54.



ANALOGIA DEL CIRCUITO DE CONMUTACION ELECTRONICO

Fig. No. 54

Los interruptores SW1 y SW2 semejan la función del circuito de conmutación a base de transistores. Su configuración del primario junto con los interruptores es conocido con el nombre de push-pull.

El cerrado de los interruptores esta defasado 180°o sea, mientras el interruptor SW1 se encuentra cerrado, el interruptor SW2 se encuentra abierto y viceversa. Con lo que el primario del transformador recibe un voltaje de corriente alterna para su funcionamiento.

Dicho voltaje se encuentra limitado al valor de voltaje de la batería, es decir, entre 12 volts y -12 volts, como se muestra en la figura No.55.

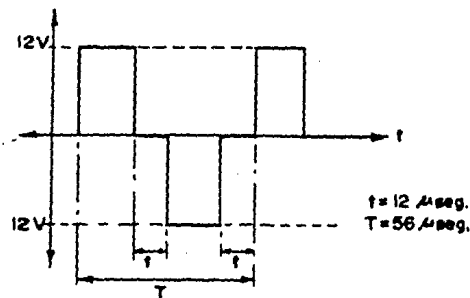
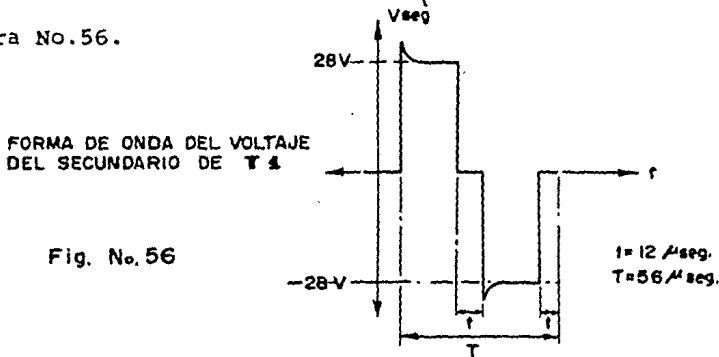


Fig. No. 55 FORMA DE ONDA DEL VOLTAJE DEL PRIMARIO DE T1

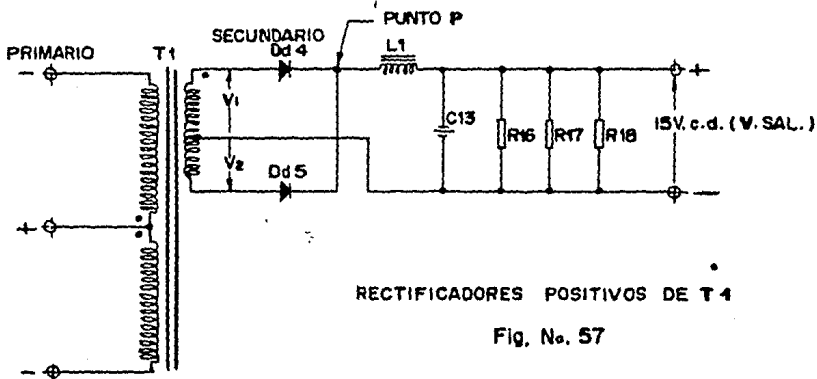
El tiempo t , que provoca que la forma de onda no sea exactamente una onda cuadrada, es debido al tiempo de conmutación de los transistores que forman el circuito de conmutación.

Este tiempo t es de aproximadamente 12 useg., y el período total T es de 56 useg. Ahora refiriendonos a la forma de onda del secundario de T_1 , referidas a la derivación central, es la mostrada en la figura No. 56.



Como puede observarse en la figura No. 56, se deduce que el transformador T_1 , es un transformador elevador.

En este caso sólo haremos el análisis para los rectificadores positivos, ya que sería similar a los negativos.



El arrollamiento secundario tiene una toma central de tal manera que V1 y V2 tienen igual magnitud pero con un defase de 180° con referencia a la toma central, por lo tanto los diodos Dd4 y Dd5 forman un rectificador de onda completa.

Cuando V1 es positivo, Dd4 se polariza directamente y conduce, Dd5 se polariza inversamente y no conduce.

Cuando V1 es negativa, Dd4 se polariza inversamente y no conduce, Dd5 se polariza directamente y conduce. De tal modo que la forma de onda de salida ya rectificada detectada en el punto P, es la que se muestra en la figura No.58 e).

Las formas de onda de V1, V2 así como la de los diodos Dd4 y Dd5 se muestran en las figuras No.58 a), b), c) y d), respectivamente.

La pérdida de 2 volts en la salida de cada diodo rectificador es por la caída que sufre la señal al pasar por él.

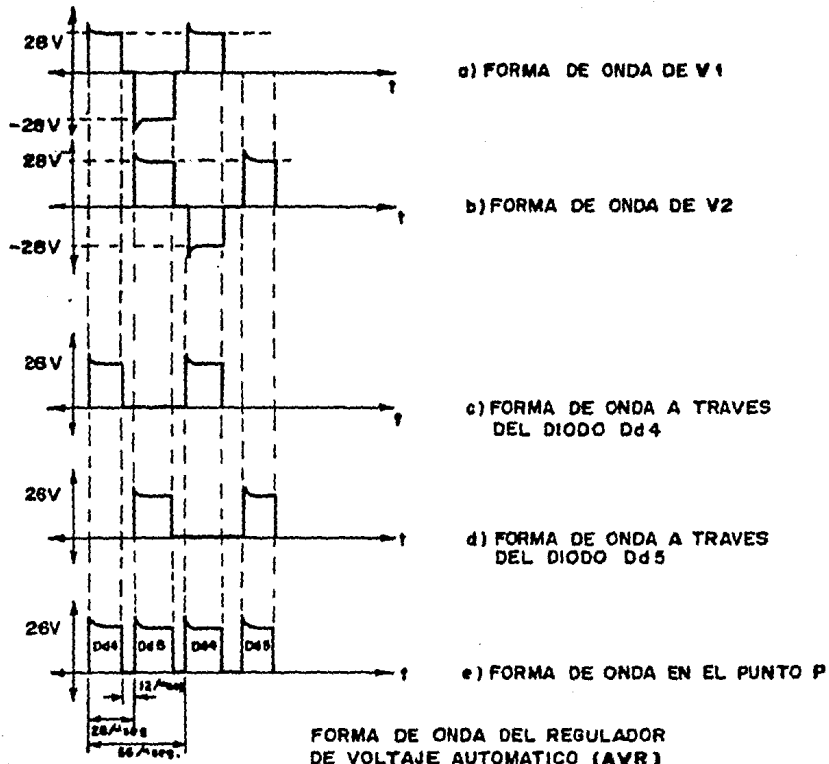
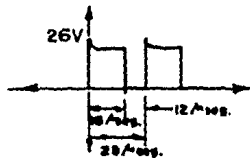


Fig. No. 58

Si calculamos el voltaje medio y el voltaje eficaz de la forma de onda ya rectificadas tenemos lo siguiente.



Para $0 < t < 16 \cdot \text{useg.}$ $V = 26 \text{ volts.}$

Para $16 \text{ useg.} < t < 28 \text{ useg.}$ $V = 0.$

$$V. \text{ medio} = \frac{1}{28 \mu\text{seg.}} \int_0^{16 \mu\text{seg.}} 26 \, dt$$

$$V. \text{ medio} = \frac{1}{28 \mu\text{seg.}} \left[26t \right]_0^{16 \mu\text{seg.}} = \frac{1}{28 \mu\text{seg.}} (26)(16 \mu\text{seg.})$$

$$V. \text{ medio} = \frac{416}{28} = 14.86 \text{ Volts.}$$

$$V^2 \text{ eficaz} = \frac{1}{28 \mu\text{seg.}} \int_0^{16 \mu\text{seg.}} 26^2 \, dt$$

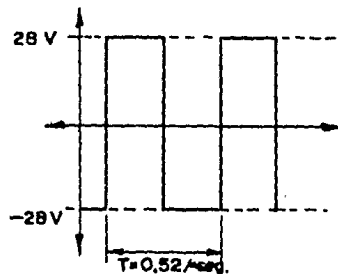
$$V^2 \text{ eficaz} = \frac{1}{28 \mu\text{seg.}} \left[676t \right]_0^{16 \mu\text{seg.}} = \frac{1}{28 \mu\text{seg.}} (676)(16 \mu\text{seg.})$$

$$V \text{ eficaz} = 19.65 \text{ Volts.}$$

De tal forma que el filtrado tiende a mantener el voltaje en un punto óptimo de funcionamiento que es de 15 volts.

Ahora refiriendonos al transformador T2, éste también forma una fuente de alimentación independiente, para suministrar el voltaje al oscilador compuesto por el integrado IC53 y el comparador de voltaje compuesto por el amplificador operacional OA51 y OA52.

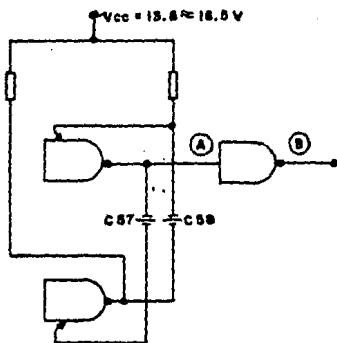
La forma de onda en el secundario de T2 es la siguiente.



La cual ya rectificadora y filtrada produce un voltaje de 26 v. c.d., que puede ser detectado en las terminales del condensador -- C51 (ver diagrama de la unidad AVR).

Enseguida de ésta fuente se encuentra un oscilador compuesto por el integrado IC51, él cual en su interior aloja a cuatro compuertas nand de una entrada, tipo expandible. El número del integrado es el TD2007P producido por toshiba.

El diseño del oscilador es el siguiente.



$$T1 = 1.85 \times 10^4 \times C57$$

$$T2 = 1.85 \times 10^4 \times C58$$

$$C57 = 100 \text{ pF}$$

$$C58 = 2200 \text{ pF}$$

Sustituyendo valores

$$T1 = (1.85 \times 10^4)(100 \times 10^{-12})$$

$$T1 = 1.85 \text{ } \mu\text{seg.}$$

$$T2 = (1.85 \times 10^4)(2200 \times 10^{-12})$$

$$T2 = 40.70 \text{ } \mu\text{seg.}$$

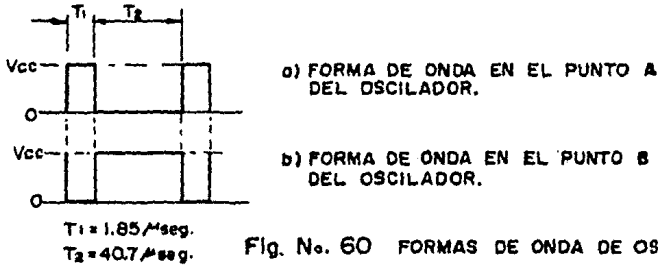
$$T. \text{ TOTAL} = T1 + T2$$

$$T. \text{ TOTAL} = (1.85 + 40.7) \text{ } \mu\text{seg.}$$

$$T. \text{ TOTAL} = 42.55 \text{ } \mu\text{seg.}$$

Fig. No. 59
OSCILADOR GENERADOR DE
LOS PULSOS DE RELOJ

La forma de onda en los puntos A y B del oscilador son las mostradas en la figura No.60.



La forma de onda del punto B del oscilador, es la excitación de la base del transistor Tr54, en cuyo colector o salida se forma la señal de reloj del integrado IC52, él cual es un flip-flop. (ver diagrama de la unidad AVR).

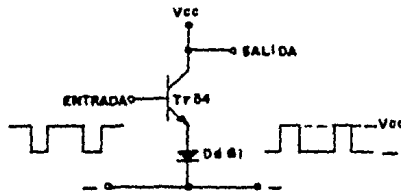
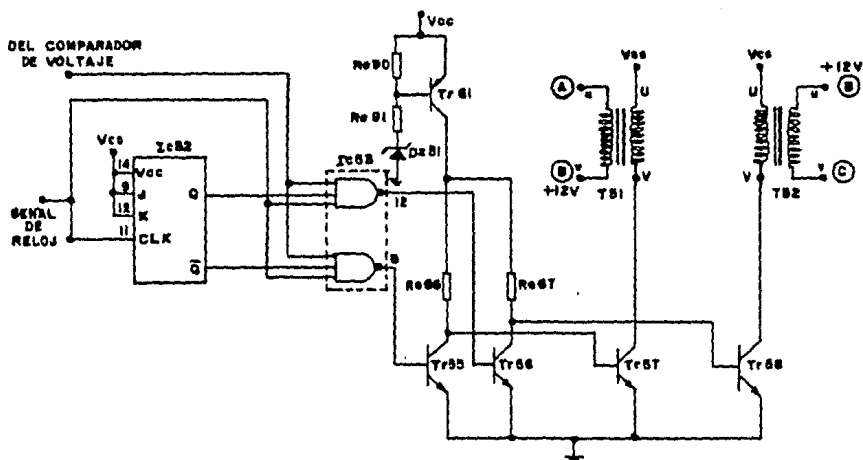


Fig. No. 61 CIRCUITO AMPLIFICADOR DE LOS PULSOS DE RELOJ

De modo que se genera la señal de reloj necesaria para el flip-flop. La salida Q y \bar{Q} del flip-flop, se encuentran conectadas a la entrada de dos compuertas nand de tres entradas.

La conexión del flip-flop con el circuito integrado IC53, se muestra en la figura No.62.



CIRCUITO GENERADOR DE LOS PULSOS DE CONEXION Y DESCONEXION DEL PRIMARIO DE T 1

Fig. No. 62

Las salidas Q y \bar{Q} del flip-flop, junto con las señales de reloj y la del comparador forman las entradas lógicas de trabajo de las compuertas nand. De tal forma que las salidas de éstas compuertas son inversas, o sea que mientras una de ellas presenta en su salida un "1" lógico, la otra tendrá un "0" lógico.

Llamaremos "1" lógico cuando la salida de las compuertas antes mencionadas presenten el voltaje de cebado de los transistores Tr55 y Tr56, en caso contrario será "0" lógico.

Su funcionamiento es el siguiente:

Cuando en la terminal 8 del IC53 es "1" lógico, el transistor Tr55 conduce, poniendo en estado de corte al transistor Tr57, provo-

cando que el devanado primario (U-V) del transformador T51 no conduzca corriente y por lo tanto no induce voltaje al devanado secundario de T51, y como el punto A del transformador, se encuentra conectado a la base de Tr1 y Tr2 a través de las resistencias de base de ambos, éstos no conducen.

Ahora si en la terminal 12 del IC53 es "0" lógico, el transistor Tr56 no conduce y por lo tanto el transistor Tr58 conduce. Entonces como en el devanado primario de T52 si circula corriente, induce voltaje al secundario, él cual manda un pulso de conexión a los transistores Tr3 y Tr4, los cuales forman el interruptor de conmutación en el primario de T1.

Analizando la otra condición en donde la terminal 8 del IC53 tuviera un "0" lógico, el transistor Tr55 no conduce, por lo que el transistor Tr57 conduce, circulando corriente en el primario de T51 induciendo voltaje al secundario, él cual emite el pulso de conexión a los transistores Tr1 y Tr2 del circuito de conmutación de T1.

Si en la terminal 12 de IC53 apareciera un "1" lógico, el transistor Tr56 conduce, poniendo en corte al transistor Tr58 y como no circula corriente en el primario de T52, el secundario de dicho transformador no emite el pulso de conexión a los transistores Tr3 y Tr4 del circuito de conmutación de T1.

De ésta forma es como se emiten los pulsos de conexión y desconexión al mecanismo de conmutación, conectado en el primario del transformador T1. (ver diágrama de la unidad AVR).

El sistema de regulación automático se lleva a cabo mediante los transformadores detectores CT1 y CT2, que se encuentran conectados en el secundario de T1, su funcionamiento se basa en el principio de inducción de voltaje.

El nivel de voltaje detectado por CT1 y CT2, es llevado a los circuitos rectificadores que en la figura No.63 se muestran.

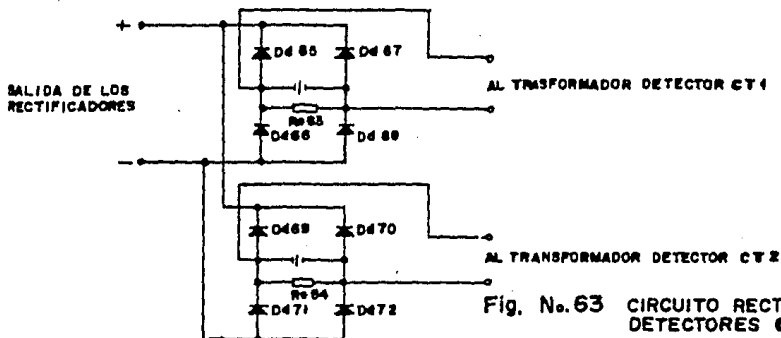


Fig. No.63 CIRCUITO RECTIFICADOR DE LOS DETECTORES CT1 Y CT2

Los dos voltajes detectados por CT1 y CT2 se suman y la salida de los rectificadores se conectan a la base del transistor Tr59 por medio de un circuito divisor de voltaje. (ver diágrama de la unidad AVR). Su conexión se muestra en la figura No.64.

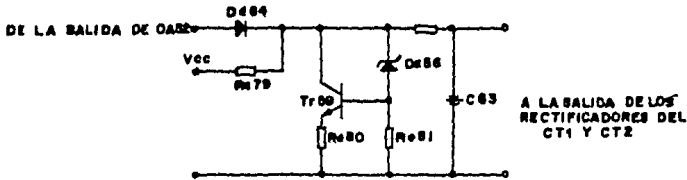


Fig. No.64 INTERRUPTOR ELECTRONICO PARA DESCONEXION DEL VOLTAJE DE GENERACION DEL AVR

Si el voltaje de salida de los rectificadores es lo suficientemente alto como para poner en conducción al transistor Tr59, éste al conducir manda todo el voltaje de alimentación a tierra y por lo que no habiendo pulsos de conexión en el circuito de conmutación de T1, no existe generación de voltaje.

Otro sistema que actúa de forma similar y que se encuentra incorporado en la unidad AVR es el siguiente.

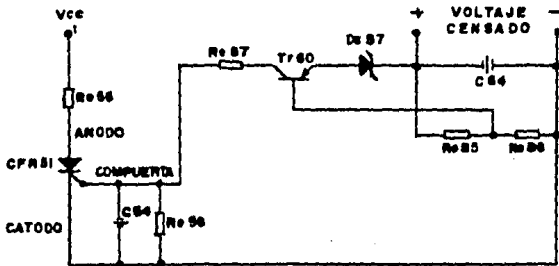


Fig. No.65 INTERRUPTOR DE PROTECCION EN CASO DE ALTO VOLTAJE DE SALIDA DE LA UNIDAD AVR

El thyristor Cfr51 presenta el voltaje de la fuente de alimentación del transformador T2, en la parte del ánodo.

El voltaje de salida de +15 volts de la unidad AVR, es censado a través del transistor Tr60. En el momento en que éste voltaje -- censado sea superior a 17 volts, el transistor Tr60 conduce, por lo que genera la señal de compuerta del thyristor Cfr51, él cual conduce a tierra el voltaje de alimentación de los integrados, con lo que deja de generar voltaje la unidad AVR.

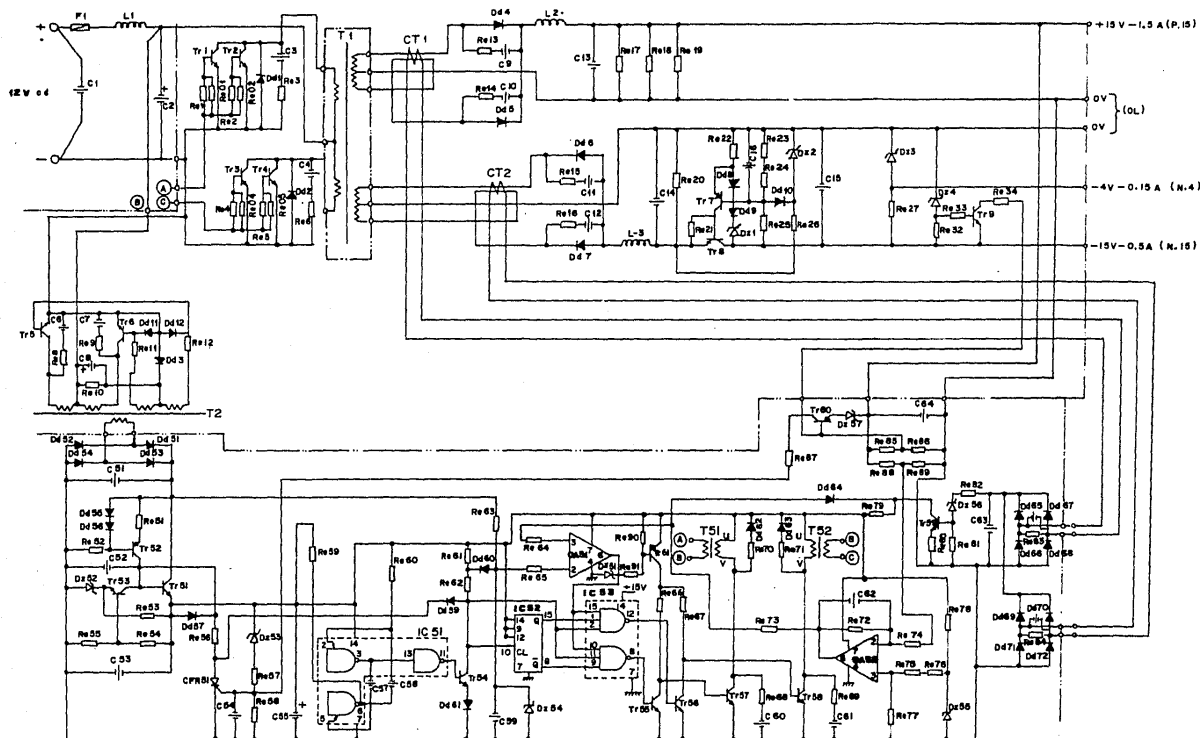
LISTA DE PARTES DE LA UNIDAD DE REGULACION DE
VOLTAJE AUTOMÁTICO (AVR).

Simbolo.	Matricula o rango.
Tr1,2,3,4.	2SC519A-Y 110V,7A.
Tr5,6.	2SC508 180V,4A.
Tr7,52,60,61.	2SA510 100V,1.5A.
Tr8.	2SD523 80V,7A.
Tr9.	2SC503 60V,600mA.
Tr51.	2SD110-Y 110V,10A.
Tr53,54,55,56,59.	2SC503-G 40V,0.6A.
Tr57,58.	2SC510. 100V,1.5A.
Dd1,2,3,51,52,53,54,57.	1S1835 500V,1A.
Dd4,5,6,7.	6GG11 400V,6A.
Dd8,9,10,11,12,55,56,59,...72.	1S1585 90V,150mA.
Dz1,55.	1S2454. 300mW, Vz=6.15.
Dz2,52,56,57.	05Z5.6U 500mW, Vz=15.4.
Dz3.	RD4D 10W, Vz=3.1
Dz4.	05Z16L 500mW, Vz=15.4
Dz53	05Z18L 500mW, Vz=18

Dz54	05Z12U	500mW, Vz=12.
T1	BS-780072.	
T2	BS-780074.	
T51,52.	BS-780073.	15V/3V.
CT1,2.	BS-770140P001.	4A/8mA, 0.1VA.
L1		
L2.	BS-770142P002	1.6A, 1.5mH.
L3.	BS-770144P001	1.1A, 1mH.
F1.	ACH10.	125V.c.a.10A.
C1.		0.1 uF, 200V.c.d.
C2.		12000 uF, 25V.c.d.
C3,4,6,7.		0.1 uF, 100V.c.d.
C8.		10 uF, 25V.c.d.
C9,10,11,12,16,60,61.		0.0047 uF, 100V.c.d.
C13.		1000 uF, 25V.c.d.
C14.		560 uF, 35V.c.d.
C15,52,55.		10 uF, 35V.c.d.
C51.		33 uF, 63V.c.d.
C54.		1 uF, 35V.c.d.
C57.		100 pF, 300V.c.d.
C58.		2200 pF, 300V.c.d.

C59,64.	0.0022 uF,100v.c.d.
C62.	5 pF,100V.c.d.
C63.	33 uF,63V.c.d.
Ic51.	TD2007P.
Ic52.	TD2005P.
Ic53.	TD2002P.
OA51.	TA7502M.
OA52.	TA7504M.
CRf51.	SF1D12P. 200V,1A.
Re1,2,4,5.	6.8 ohms,2W.
Re3,6,8,9,34.	10 ohms,1/2W.
Re7.	1 ohm,2W.
Re10,21,26,33,53,57,58,61 74,78,86,87,88.	1 K,1/2W.
Re11,12.	62 ohms,1W.
Re13,14,15,16,32,51,62,80	100 ohms,1/2W.
Re17,18,19.	330 ohms,2W.
Re20.	510 ohms,2W.
Re22,55.	620 ohms,1/2W.
Re23,25.	680 ohms,1/2W.
Re24.	51 ohms,1/2W.

Re27.	39 ohms, 16W.
Re52.	22 K, 1/2W.
Re54.	820 ohms, 1/2W.
Re56.	10 ohms, 2W.
Re59, 75.	1.2 K, 1/2W.
Re60.	100 K, 1/2W.
Re63, 72.	51 K, 1/2W.
Re64, 65, 81.	10 K, 1/2W.
Re66, 67.	1.5K, 1/2W.
Re68, 69, 89.	510 ohms, 1/2W.
Re70, 71.	150 ohms, 1/2W.
Re76.	20 ohms, 1/2W.
Re83.	2 K, 1/2W.
Re84.	3.3 K, 1/2W.
Re85.	560 ohms, 1/2W.
Re73, 77, 79, 82.	5.1 K, 1/2W.
Re01, 02, 04, 05.	10 ohms, 1W.



FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN

TESIS PROFESIONAL

Fecha: Agosto 13-84

Director de Tesis

Alumno: MARTINEZ PINA JOSE MIGUEL

ING. RICARDO J. RAMIREZ VERDEJA

DIAGRAMA DE LA UNIDAD DE REGULACION DE
VOLTAJE AUTOMATICO (AVR)

UNAM



3.3. UNIDAD INVERSORA (IV).

El diagrama del circuito de la unidad inversora se encuentra adjunto en éste capítulo.

El voltaje de alimentación de ésta unidad inversora es de 12 a 13.7 volts c.d., cuyo voltaje proviene de la batería del trolebús a través del interruptor de llave situado en el tablero de instrumentos de la cabina del operador.

Esta unidad tiene como función el de generar la señal de corriente alterna necesaria para los detectores de corriente directa DCCT1 y DCCT2, así como para los detectores de voltaje de corriente directa DCPT.

La forma de onda generada por la unidad inversora es del tipo rectangular con frecuencia de 400 Hz y voltaje pico a pico de 40 volts, como se muestra en la figura No.66.

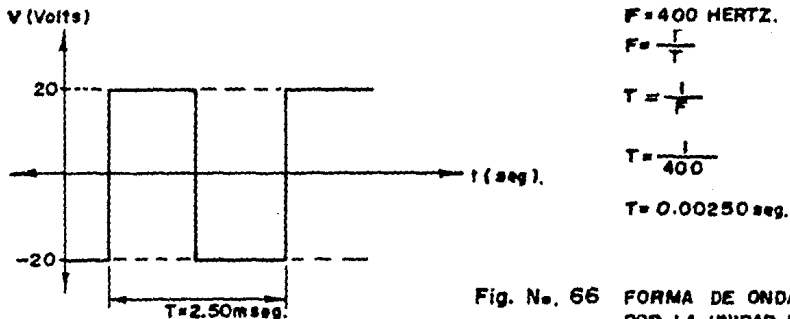
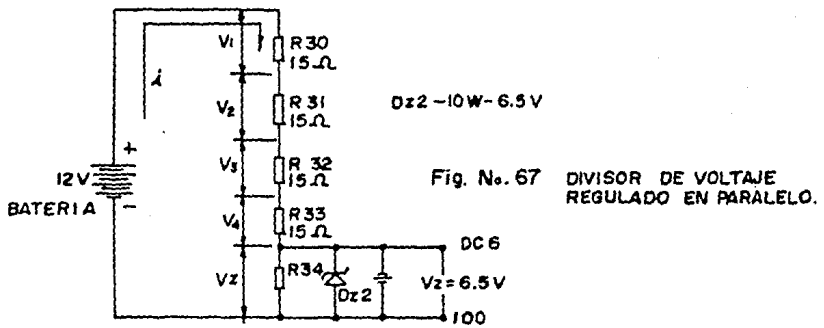


Fig. No. 66 FORMA DE ONDA GENERADA POR LA UNIDAD INVERSORA.

Esta forma de onda puede ser detectada por medio de un osciloscopio conectado en los puntos 130 y 131 o 132 y 133, al igual -- que en el 134 y 135. (ver diagrama de la unidad inversora IV).

Además de generar la forma de onda para los detectores DCCT y DCPT, en esta unidad se encuentra integrado un circuito divisor de voltaje regulado en paralelo por medio de diodo zener de 12 a 6.5 volts c.d., el cual se suministra a la bobina de los transductores de frenado y aceleración.

Este circuito se muestra en la figura No.67.



Aplicando las leyes de Kirchoff.

$$12 = V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + V_z.$$

Como: $V_1 = V_2 = V_3 = V_4.$

$$12 = 4V_1 + V_z.$$

Despejando V_1 tenemos:

$$v_1 = \frac{12 \cdot 6.5}{4}$$

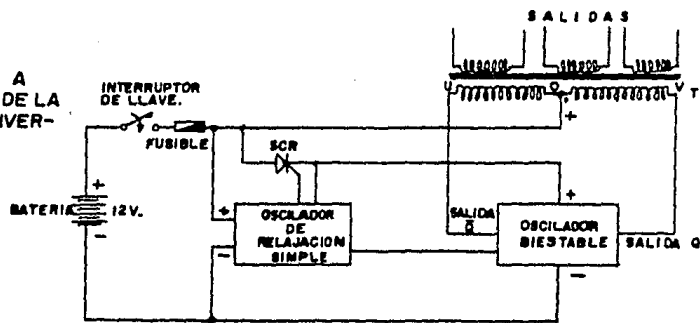
$$v_1 = 1.375 \text{ volts.}$$

Para obtener el valor de la corriente que circula hacemos lo siguiente. $i = \frac{v_1}{R_1}$: $i = \frac{1.375}{15} = 0.9167 \text{ Amp.}$

Para mostrar el funcionamiento de la unidad inversora lo haremos en forma de bloques para facilitar su comprensión.

Su diagrama a bloques es el mostrado en la figura No.68.

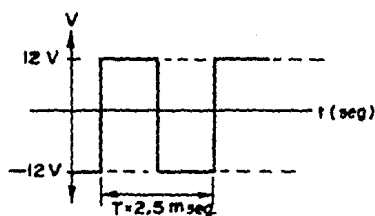
Fig. No.68 DIAGRAMA A BLOQUES DE LA UNIDAD INVERSORA.



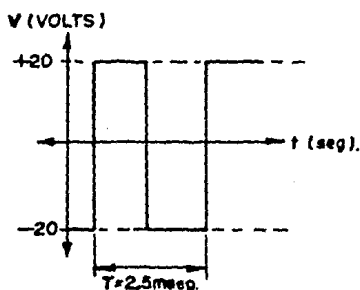
El oscilador de relajación compuesto por un transistor UJT, genera la señal de cebado del thyristor SCR, y el pulso de sincronización del oscilador biestable. Al ser cebado el thyristor SCR, el voltaje de la batería es suministrado al oscilador biestable, el cual empieza a generar la onda cuadrada y empieza a aparecer esta señal en sus salidas Q y \bar{Q} , para lo cual cuando la salida Q

Se encuentra en el nivel de 12 volts, la salida \bar{Q} se encuentra en 0 volts, respectivamente. Notece que el punto 0 del devanado primario del transformador T, se encuentra conectado a 12 volts de la batería.

En el caso cuando $Q = 12$ v. y $\bar{Q} = 0$ v., en el devanado primario (O-U) aparecen 12 v., positivos. En el otro caso en que $Q = 0$ v. y $\bar{Q} = 12$ v., en el devanado primario (O-V) aparecen -12 v., con lo cual el voltaje del primario tiene la siguiente forma, si despreciamos el voltaje de saturación de los transistores de salida.



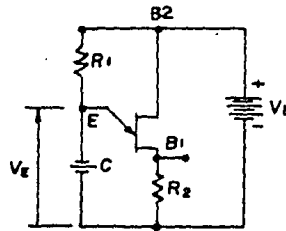
Y el voltaje del devanado secundario del transformador T es el siguiente.



FUNCIONAMIENTO DEL CIRCUITO OSCILADOR DE RELAJACIÓN SIMPLE.

Este circuito se muestra en la figura No.69.

Fig. No. 69 CIRCUITO OSCILADOR DE RELAJACION SIMPLE.



El condensador de emisor se carga hasta un valor tal que el voltaje entre el emisor y la base uno sea igual o menor que el voltaje V_p del transistor UJT, logrando con ésto que el transistor pase a operar en la región de impedancia negativa o en la región de saturación, haciendo que el condensador se descargue bruscamente, hasta que se llegue a un valor en que no pueda suministrar la corriente que el emisor demande y se pase nuevamente a la región de corte, repitiéndose el ciclo y obteniéndose una oscilación, la cual se denomina en este caso oscilación de relajación.

ANALISIS.

Cuando $I_e = 0$, es decir, $V_e = 0$, se puede ver que:

$$I_{B2} = \frac{V_B}{R_{BB} + R_2}$$

$$V_{B1} = R_2 I_{B2}$$

Luego el voltaje entre bases será;

$$V_{BB} = V_B - V_{B1} = V_B - R_2 I_{B2}$$

$$V_{BB} = \frac{R_{BB} \cdot V_B}{R_{BB} + R_2} \dots\dots\dots (1).$$

Para asegurar que el condensador se cargue y logre llevar al dispositivo a la región de impedancia negativa, se debe cumplir - que:

$$\frac{V_B - V_P - V_{B1}}{R_1} > I_P \quad \text{condición de disparo.}$$

Donde:

V_B = Voltaje de la batería.

V_P = Voltaje pico del UJT.

V_{B1} = Voltaje de base uno.

R_1 = Resistencia en paralelo con C.

I_P = Corriente pico del UJT.

Y para que se apague se debe cumplir que:

$$\frac{V_B - V_v - R_2 I_v}{R_1} < I_v \quad \text{condición de apagado.}$$

Donde:

V_v = Voltaje de valle del UJT.

I_v = Corriente de valle del UJT.

Luego en oscilación el voltaje del condensador durante la carga variará de acuerdo a:

$$V_c = V_E = (V_B - V_V - R_2 I_v) (1 - e^{-\frac{t}{\tau}}) + V_V + R_2 I_v \dots \dots \dots 2$$

El tiempo que dure la carga del condensador será hasta que el voltaje en el condensador alcance el voltaje suficiente para disparar el dispositivo, es decir:

$$V_c = V_E = V_P + V_o + \frac{R_2 V_B}{R_{BB} + R_2} \dots \dots \dots 3$$

Es decir; $\tau \ln \frac{V_B + V_o + \frac{R_2 V_B}{R_{BB} + R_2}}{(V_B - V_V - R_2 I_v) (1 - e^{-\frac{t}{\tau}}) + V_V + R_2 I_v} \dots \dots \dots 4$

De donde: $\frac{R_2 V_B}{R_{BB} + R_2} - V_o = (V_B - V_V - R_2 I_v) e^{-\frac{t}{\tau}}$

Despejando el tiempo "t1" tenemos;

$$t_1 = R_1 C \ln \frac{V_B - V_V - R_2 I_v}{\frac{R_2 V_B}{R_{BB} + R_2} - V_o} \dots \dots \dots 5$$

La descarga del condensador es a través del emisor, el cual en conducción presenta una impedancia R_s , y a través de R_2 , de manera - que:

$$V_c = V_E = (V_P + R_2 V_o) e^{-\frac{t}{(R_s + R_2)C}}$$

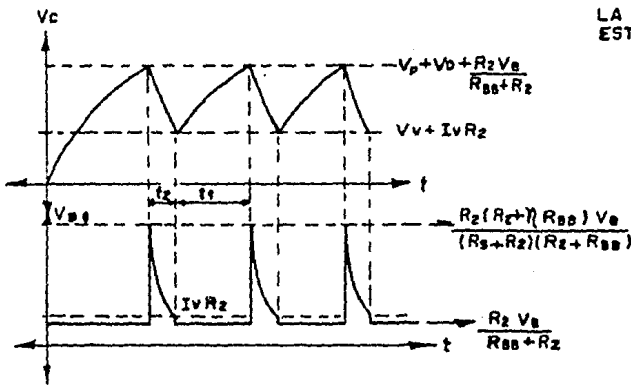
Luego el condensador se descarga hasta que el voltaje alcanza el valor del voltaje de valle de manera que:

$$V_c = V_E = V_v + I_v R_2 = \left(V_p + \frac{R_2 V_p}{R_{BB} + R_2} \right) e^{-\frac{t_2}{(R_s + R_2)C}}$$

Despejando el tiempo "t2" , se obtiene:

$$t_2 = (R_s + R_2) C \ln \frac{V_p + \frac{R_2 V_p}{R_{BB} + R_2}}{V_v + R_2 I_v} \dots \dots \dots 6$$

Las formas de onda que en este caso se obtiene son:



LA FRECUENCIA DE OSCILACION ESTA DADA POR:

$$F = \frac{1}{T_1 + t_2}$$

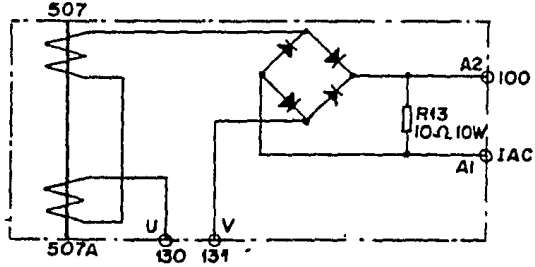
Fig. No. 70
FORMA DE ONDA EN EL OSCILADOR DE RELAJACION SIMPLE

Ahora refiriendonos a los detectores o medidores DCCT y DCPT, en la figura No.71 se muestran sus circuitos, los cuales tienen anotadas las relaciones de corriente del circuito principal y corriente de salida respectivamente, asi como la función de medición que realizan.

Fig. No. 71 CIRCUITO DE LOS DETECTORES DE CORRIENTE Y VOLTAJE.

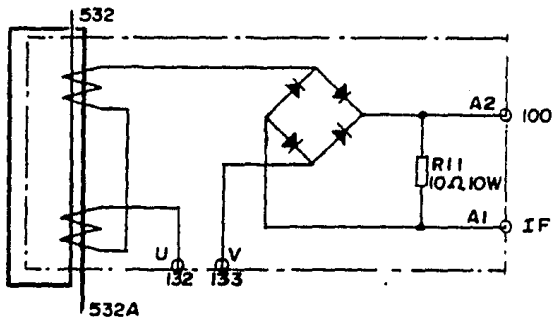
DCCT 1

a) DETECTOR DE CORRIENTE DE ARMADURA DEL MOTOR DE TRACCION
RELACION 500A : 0.5A



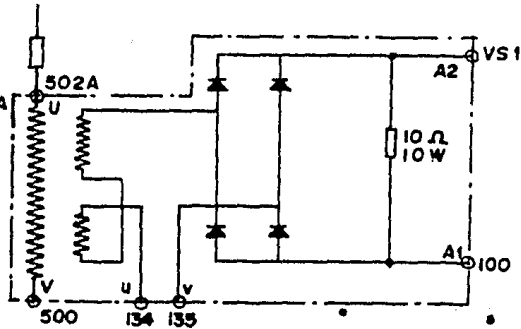
DCCT 2

b) DETECTOR DE CORRIENTE DE CAMPO DEL MOTOR DE TRACCION
RELACION 40A : 0.5A



DCPT

c) DETECTOR DEL VOLTAJE DE LINEA.
RELACION. 1000V -100 mA:0.5A



Los detectores de corriente y voltaje necesarios para determinar la corriente de armadura y campo del motor de tracción así como el voltaje de alimentación, funcionan de acuerdo al principio de inducción de voltaje.

Estos detectores tienen como finalidad el de prevenir daños al motor de tracción y dado el caso para el sistema chopper del trolebús, ya que emiten señales de comando para la unidad GTC y la unidad auxiliar para desconexión de los thyristores de armadura y campo del motor de tracción en caso de sobrecorriente o sobrevoltaje y además de la apertura del contactor principal LB.

La figura No.72 muestra la estructura del DCPT (detector del voltaje de línea).

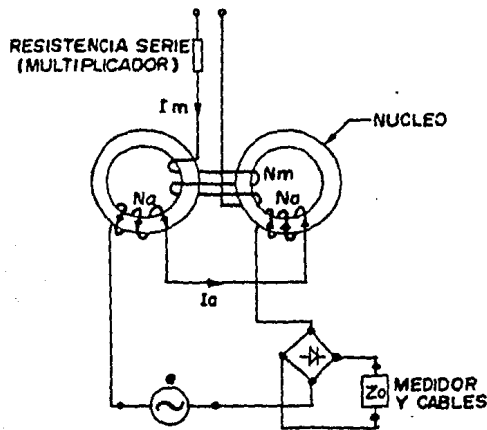


Fig. No. 72 ESTRUCTURA DEL DCPT

Conforme a la ley de BIOT-SAVART, la siguiente igualdad puede ser obtenida.

$$N_a(I_a - I_e) = N_m I_m.$$

Despejando I_a tenemos; $I_a = \frac{N_m}{N_a} I_m + I_e \dots\dots\dots (1).$

Donde:

N_a = Número de vueltas del circuito de C.A.

N_m = Número de vueltas del circuito principal.

I_a = Corriente de salida.

I_e = Corriente de excitación.

I_m = Corriente del circuito principal.

Respecto a la igualdad (1), N_m es más grande que N_a y el H_c de la magnetización del núcleo de acero es suficientemente pequeño.

Por lo tanto I_e es bastante pequeña hasta ser despreciable.

Entonces:

$$I_a = \frac{N_m}{N_a} I_m$$

Por lo tanto, la corriente de salida I_a es proporcional a la corriente del circuito principal I_m .

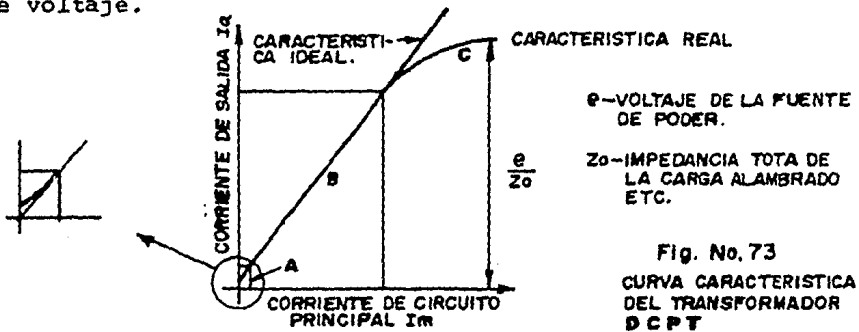
Como las direcciones de los devanados del circuito de corriente alterna en cada núcleo son opuestos, el voltaje inducido en N_m

por N_a es cancelado debido a que la fuente de corriente alterna se encuentra conectada entre los dos arrollamientos N_a y N_b y sus voltajes inducidos son opuestos y se anulan mutuamente.

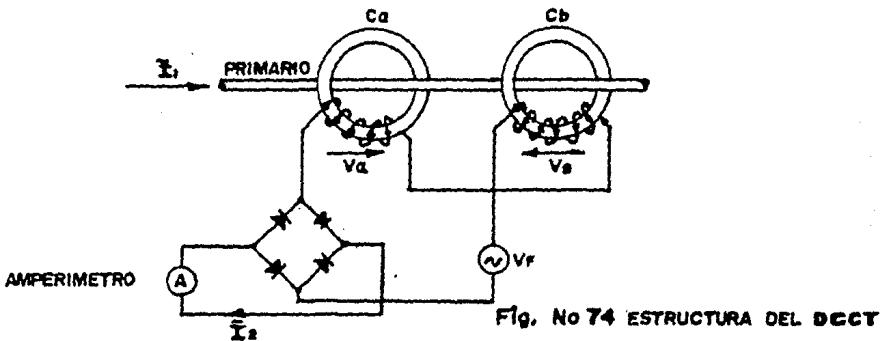
En la variación A cerca a $I_m = 0$ amp., la corriente de excitación I_e tiene algunos efectos e I_e no es despreciable.

En la variación C, la corriente de salida I_a es saturada.

La figura No.73, muestra la curva característica del transformador de voltaje.



Ahora refiriendonos a la estructura del detector de corriente DCCT, su estructura se muestra en la figura No.74.



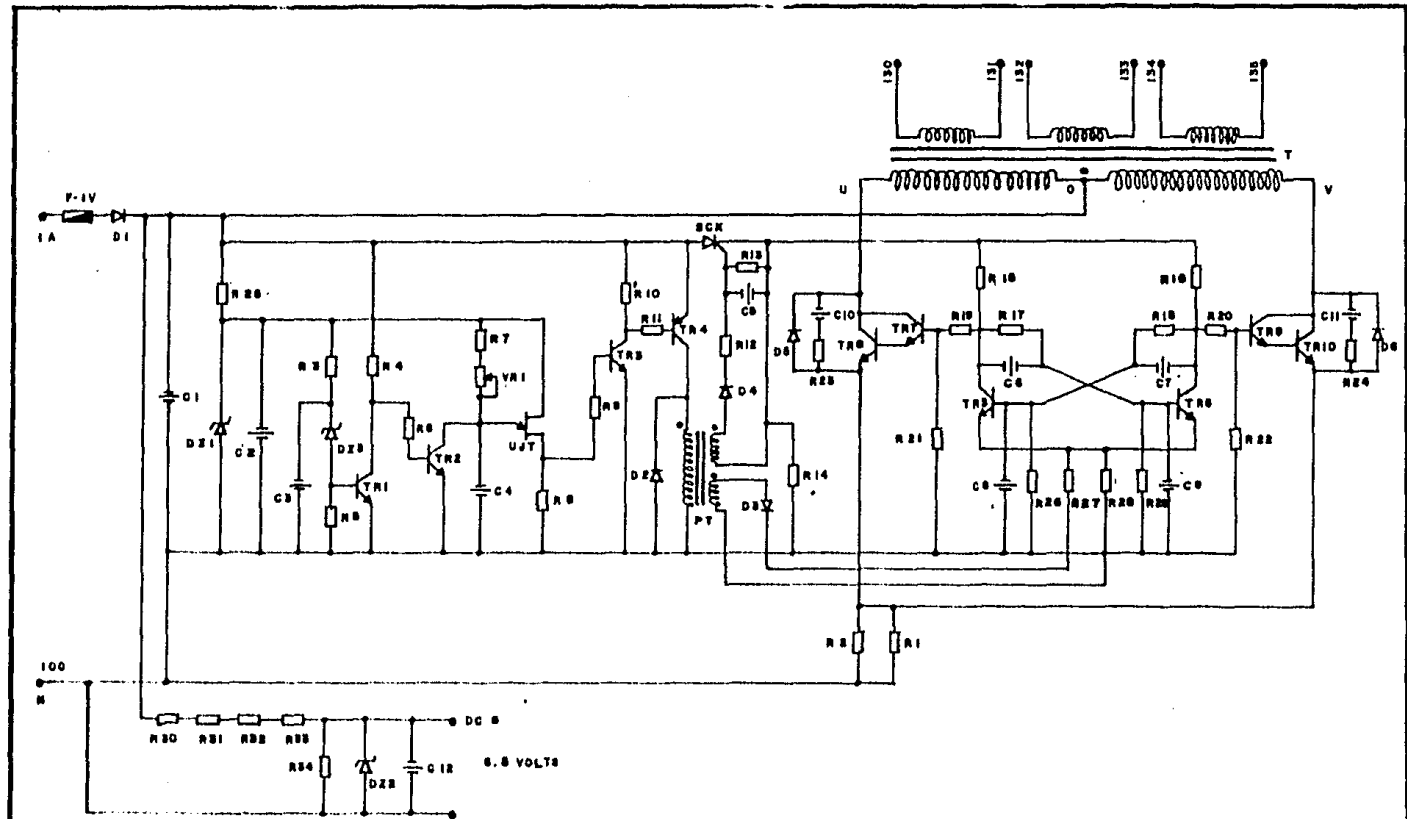
El circuito primario pasa a través de dos núcleos de hierro Ca y Cb. Los devanados del secundario son conectados en serie.

Su funcionamiento es similar al del detector DCPT, anteriormente descrito.


LISTA DE PARTES DE LA UNIDAD INVERSORA (IV).

Símbolo	Matricula o rango.
D1.	300 V. 6 A.
D2,D5,D6.	400 V. 1 A.
D3,D4.	1S1585,90 V,150 mA.
DZ1.	1 W,Vz = 15 V.
DZ2.	10 W,Vz = 6.5 V.
DZ3.	250 mW,Vz = 3.5 V.
C1.	1500 uF,100 V.c.d.
C2,3,12.	330 uF,40 V.c.d.
C4,5,6,7,8,9.	0.1 uF,100 V.c.d.
C10,11.	1 uF,35 V.c.d.
R1,2.	1 ohm,5 W.
R3,15,16,19,20.	510 ohms,1/2 W.
R4,17,18,21,22.	2 K,1/2 W.
R5,6.	5.1 K,1/2 W.
R7.	12 K,1/2 W.
R10,26,29.	1 K,1/2 W.
R9.	200 ohms,1/2 W.
R11.	3 K,1/2 W.
R8,12,13,23,24.	100 ohms,1/2 W.

R14.	1 K, 2 W.
R25.	390 ohms, 2 W.
R27, 28.	50 ohms, 1/2 W.
R30, 31, 32, 33.	15 ohms, 2 W.
VR1.	5 K.
SCR.	SF1D12P.
T.	10.5 V/ 20 V. 30 VA.
Tr1, 2, 5, 6, 7, 9.	2SC510.
Tr3.	2SC515.
Tr4.	2SA510.
Tr8, 10.	2SD523.
UJT.	2SH13.
F-IV.	5A-32 V.



134-135

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN		
TESIS PROFESIONAL	Fecha: Agosto 13-84	DIRECTOR DE TESIS:
UNAM	Alumno: MARTINEZ PIÑA JOSE MIGUEL	ING. RICARDO J. RAMIREZ VERDEJA.
	DIAGRAMA DE LA UNIDAD INVERSORA I V	

3.4. UNIDAD DE RESISTENCIAS Y CONDENSADORES RC.

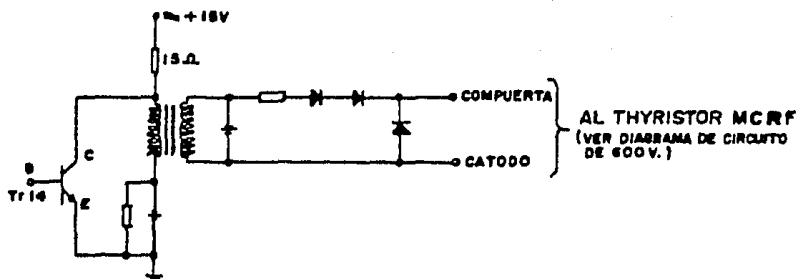
Esta unidad como su nombre lo indica, se encuentra integrada por resistencias y condensadores, así como de los transformadores de acople GTA1, GTA2, GTF1 y GTF2.

Su diagrama e interconexión con la unidad GTC, se encuentran incluidos en este tema.

El voltaje de alimentación de la unidad RC es de +15 volts c.d., suministrado por el regulador de voltaje automático AVR, visto anteriormente.

La función que realiza esta unidad, es la de acoplar las señales de disparo y apagado para los thyristores del troceador de armadura y de campo del motor de tracción, a través de los transformadores GTA1, GTA2, GTF1 y GTF2, respectivamente.

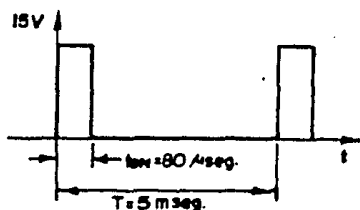
La señal de corriente alterna en el primario de los transformadores de acople, es generada por el mecanismo de conmutación formado por los transistores Tr3, Tr4, Tr14 y Tr15, que se encuentran formando parte de la unidad de control de puerta del controlador de chopper GTC. Para mostrar el funcionamiento del circuito de acople de la señal de cebado de los thyristores de armadura y campo, nos auxiliaremos del siguiente circuito.



Cuando el thyristor Tr14 no presenta voltaje en su base, éste no conduce, por lo que en el primario de GT1 se presentan los 15 volts aproximadamente, de la fuente.

Cuando el transistor Tr14 se pone en conducción debido al -- pulso de voltaje de base, se presenta la caída de voltaje desde 15 volts hasta cero volts, en el primario de GT1, generándose por lo tanto la forma de onda siguiente.

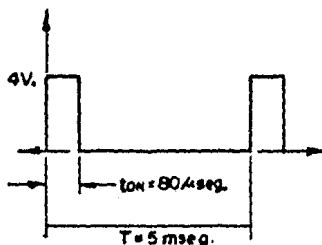
Fig. No. 75 FORMA DE ONDA DEL PRIMARIO DE GTA 1



La frecuencia a la que trabaja el transistor, en este caso es de 200 Hz, determinada por el circuito generador y amplificador de impulsos que se encuentra en la unidad GTC.

Ahora refiriendonos a la forma de onda del secundario del transformador GTA1, es la mostrada en la figura No.76.

Fig. No. 76 FORMA DE ONDA DEL SECUNDARIO DE GTA 1



La cual es la forma de onda de disparo del thyristor MCRF, en su compuerta. Este thyristor es el troceador del voltaje de armadura del motor de tracción del trolebús y el cual utiliza un thyristor auxiliar ACRF para el apagado del MCRF.

Las mismas formas de onda son válidas tanto para el thyristor MCRF y el ACRF, pero las cuales presentan un defase entre si. Este defase de señales es variable con respecto al tiempo, con el fin de poder alargar o empequeñecer el tiempo de conducción del thyristor MCRF y así variar su velocidad por medio de la regulación del voltaje entre bornes de la armadura del motor de tracción del trolebús.

GTA1 ceba al thyristor MCRF.

GTA2 ceba al thyristor ACRF para apagar al MCRF.

Podemos decir en conclusión que el troceador de la armadura del motor de tracción trabaja a una frecuencia constante de 200 - Hz y que la regulación de velocidad se lleva a cabo controlando el voltaje promedio en bornes de la armadura del motor de tracción alargando o empequeñesiendo el tiempo de conducción del thyristor MCRF.

Haciendo el mismo análisis para los transformadores GTF1 y - GTF2, los cuales acoplan la señal de disparo a los thyristores del troceador del campo en derivación del motor de tracción, como se - indica enseguida.

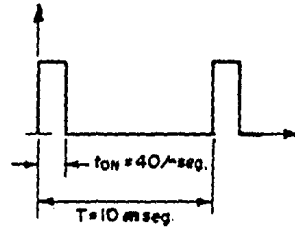
GTF1 - Acopla la señal de disparo a los thyristores TH1 y TH2 que forman parte del troceador del campo en derivación.

GTF2 - Acopla la señal de disparo a los thyristores TH3 y TH4 que junto con TH1 y TH2 forman el troceador del campo en derivación.

La diferencia de la forma de onda de disparo comparandola con el troceador de armadura, es la frecuencia. La frecuencia del troceador del campo es de 100 Hz.

A continuación se muestra la forma de onda del secundario de GTF1 y GTF2.

Fig. No.77 FORMA DE ONDA DEL
SECUNDARIO DE STF 1
Y STF 2.



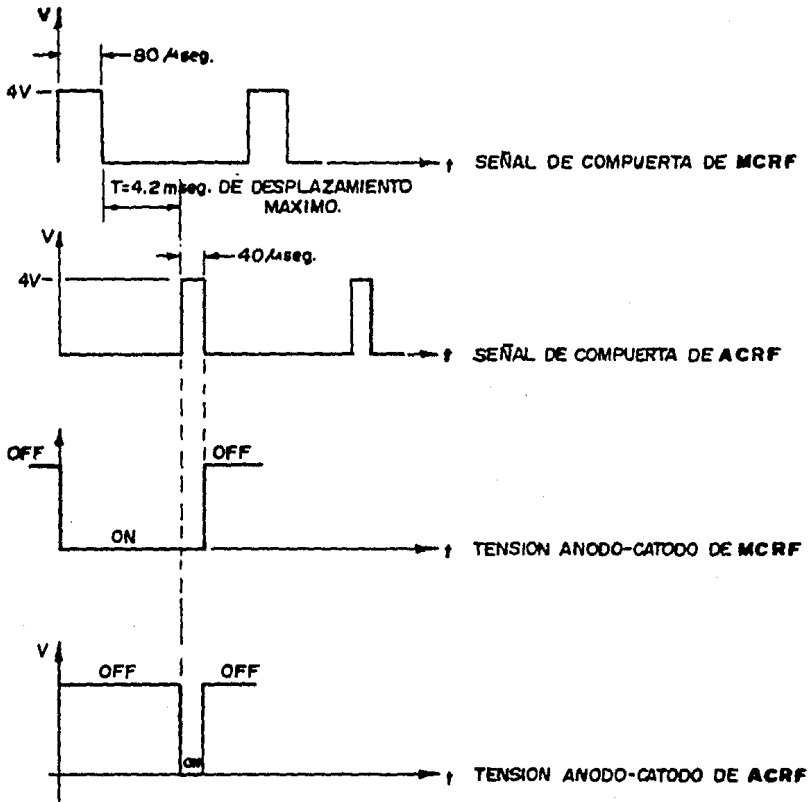
Los diodos que se incorporan en el secundario son para evitar las corrientes inversas en la compuerta del thyristor.

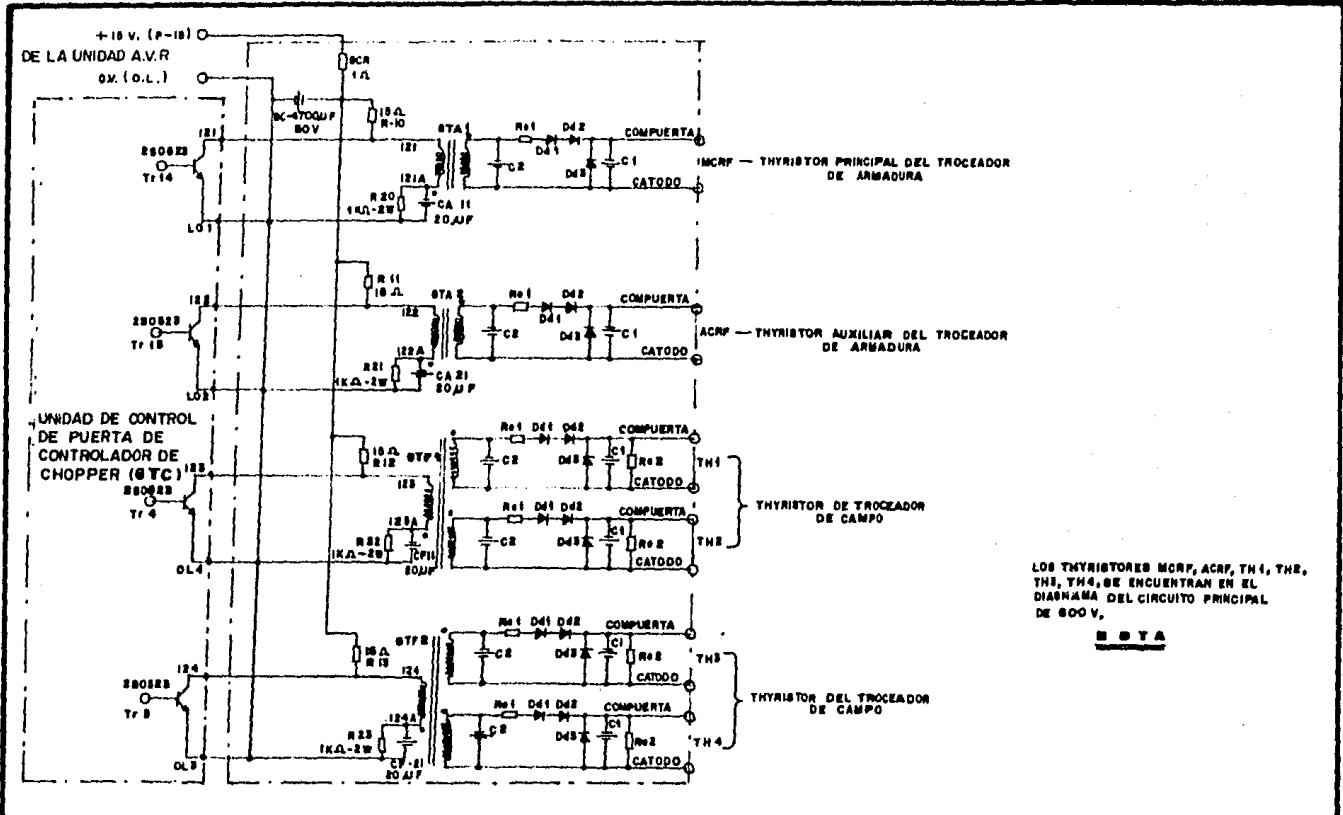
El máximo desplazamiento de la señal de compuerta de ACRF -- con respecto a la de MCRF, es de 4.2 mseg., el cual es originado por el transductor del acelerador.


En la figura No.78 se muestra el desplazamiento de la señal de compuerta de ACRF con respecto a la de MCRF.

El desplazamiento de la señal de ACRF es regulado por la posición del pedal del acelerador, es decir, el desplazamiento de la señal es proporcional a la posición del pedal de aceleración.

Fig. No. 78 DESPLAZAMIENTO DE LA SEÑAL DE COMPUERTA DE ACRF CON RESPECTO A LA DE MCRF.





FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN		
TESIS PROFESIONAL	Fecha Agosto 13-84	DIRECTOR DE TESIS: ING. RICARDO J. RAMIREZ VERDEJA.
UNAM	Alumno: MARTINEZ PINA JOSE MIGUEL	
	UNIDAD DE RESISTENCIAS Y CONDENSADORES R.C.	

IV. FUNCIONAMIENTO ELECTRICO DEL CHOPPER.

En éste capítulo trataremos el funcionamiento eléctrico del chopper en frenado y aceleración, valiendonos del diagrama del --- circuito principal de 600 v.c.d, para marcar la circulación de corriente en el sistema. También se menciona el funcionamiento del motor de tracción en su regulación de velocidad y el sistema utilizado, proporsionando las curvas características del motor de tracción y la relación que guarda la velocidad del trolebús contra la velocidad del motor de tracción.

Por último se proporsiona el diagrama de bloques del control del chopper (troceador), del sistema trolebús, mostrando de una manera más sencilla su funcionamiento.

4.1. ACELERACION Y FRENADO DELANTERO.

Suponiendo que existen las condiciones de arranque necesarias para el funcionamiento del trolebús, las cuales son:

- a) No hay falla de sobrecorriente.
- b) No hay falla de bajo voltaje.
- c) Puertas de ascenso y descenso cerradas.

- d) Convertidor estático funcionando.
- e) Ventilador del reactor atenuador funcionando.
- f) Presión de aire normal.

Entonces se selecciona en el interruptor selector RV, situado en el tablero de instrumentos el movimiento hacia adelante del trolebús, con lo cual la unidad auxiliar determina las señales de comando para avance, las cuales son emitidas a la unidad GTC, y de ésta unidad, a la unidad RC, esperando el comando de aceleración - emitido por el pedal del acelerador, con lo que los thyristores de campo (TH3 y TH4), y los thyristores de armadura (MCRF y ACRF), empiezan a conducir.

El contacto M2 se cierra cuando se selecciona el movimiento hacia adelante del trolebús. Por lo que la circulación de corriente es la indicada en la figura No. 79. Notece que para avance hacia adelante, los thyristores de campo que conducen son TH3 y TH4.

Ahora si aplicamos el frenado al trolebús, oprimiendo el pedal de freno, el troceador de armadura compuesto de los thyristores MCRF y ACRF no conduce, pero como el motor de tracción en éste caso funciona como generador, la corriente generada es desechada en las resistencias de frenado BR1 y BR2, debido a que el contacto B se cierra al oprimir el pedal de freno. La circulación de

corriente para éste caso se muestra en la figura No.80.

En otro de los casos en que el troceador de armadura y el troceador de campo no conducen debido a que la corriente de alimentación de la línea de captación se interrumpe, la armadura del motor de tracción, actúa como un reactor, que junto con el reactor atenuador principal MSL, tienen almacenada corriente, la cual circula a través del diodo de recirculación libre FWD. Lo mismo sucede con el campo del motor de tracción, con lo que la circulación de corriente se muestra en la figura No.81.

4.2. ACELERACION Y FRENADO TRASERO.

En el caso en que se seleccione el movimiento de reversa del trolebús, el troceador de armadura empieza a conducir al acelerar, lo mismo pasa con el troceador de campo, pero ésta vez conducen los thyristores TH1 y TH2.

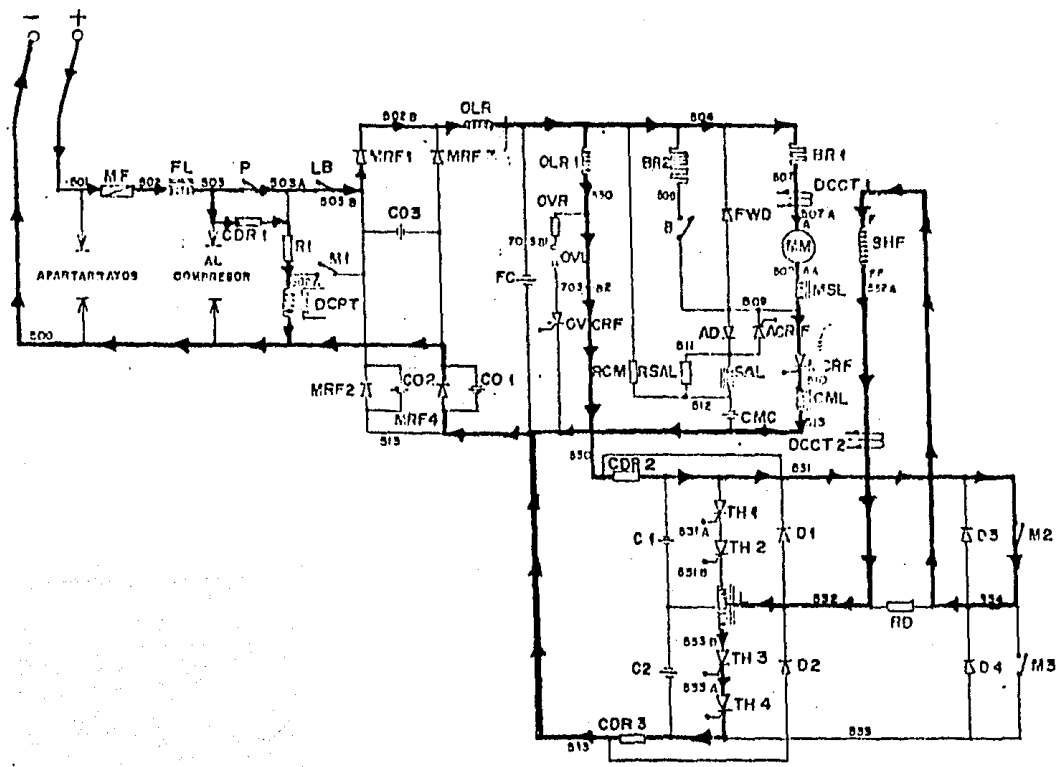
El contacto M3 se cierra al seleccionar el movimiento de reversa del trolebús y el contacto M2 se abre. La circulación de corriente se muestra en la figura No.82.

Debe notarse que la circulación de corriente en el campo del motor de tracción ha cambiado, con lo que el giro de la flecha del

motor se invierte.

En el caso en que el troceador de armadura y el de campo no conducen debido a que la corriente de alimentación de la línea de captación se interrumpe, la energía almacenada en la armadura del motor de tracción junto con la energía del reactor atenuador principal MSL, al descargarse, la corriente circula por el diodo de recirculación libre FWD. Lo mismo pasa con el campo del motor, cuya corriente de descarga circula a través del diodo D2, como se muestra en la figura No.83.

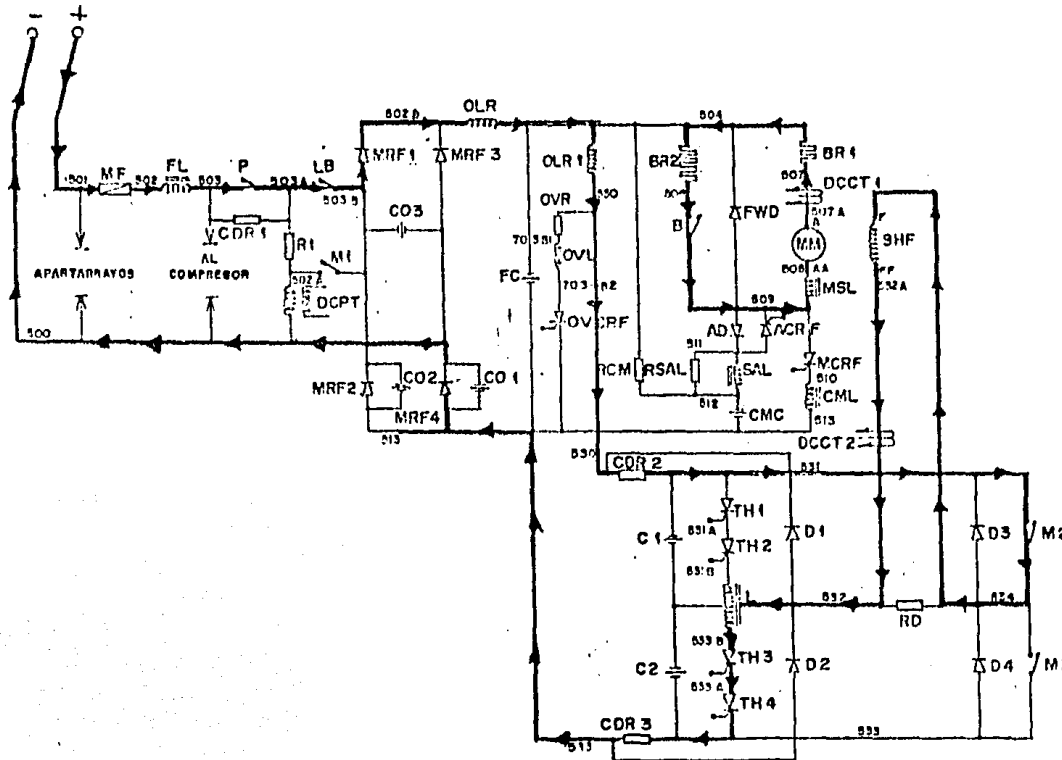
Cuando el trolebús tiene movimiento de reversa, y aplicamos el frenado oprimiendo el pedal de freno, el frenado dinámico no es aplicado, sólo el frenado neumático es el que actúa para detener el movimiento del trolebús. Esto tiene su razón, la cual es que la velocidad de reversa se encuentra limitada a 14 Km/h. Con lo que el motor produce una pequeña corriente al funcionar como generador, la cual no es peligrosa para el motor.



MF	2 P105 - R2
LB	JV8 - E
P.B	CO 232 - H489
M1-3	CM55 - J
ARR	BRR - D17
PI	CV2710
FL	2 0030
FC	100V-650HT
MBL	EXCER
CML	27 UN-1984
SAL	11000V-05
CNC	600V-100UF
CLC2	600V SUP 30UF
L	600V
TR4	1000V-100A
TR7	1000V-100A
TR8	1000V-100A
TR9	1000V-100A
TR10	1000V-100A
TR11	1000V-100A
TR12	1000V-100A
TR13	1000V-100A
TR14	1000V-100A
TR15	1000V-100A
TR16	1000V-100A
TR17	1000V-100A
TR18	1000V-100A
TR19	1000V-100A
TR20	1000V-100A
TR21	1000V-100A
TR22	1000V-100A
TR23	1000V-100A
TR24	1000V-100A
TR25	1000V-100A
TR26	1000V-100A
TR27	1000V-100A
TR28	1000V-100A
TR29	1000V-100A
TR30	1000V-100A
TR31	1000V-100A
TR32	1000V-100A
TR33	1000V-100A
TR34	1000V-100A
TR35	1000V-100A
TR36	1000V-100A
TR37	1000V-100A
TR38	1000V-100A
TR39	1000V-100A
TR40	1000V-100A
TR41	1000V-100A
TR42	1000V-100A
TR43	1000V-100A
TR44	1000V-100A
TR45	1000V-100A
TR46	1000V-100A
TR47	1000V-100A
TR48	1000V-100A
TR49	1000V-100A
TR50	1000V-100A
TR51	1000V-100A
TR52	1000V-100A
TR53	1000V-100A
TR54	1000V-100A
TR55	1000V-100A
TR56	1000V-100A
TR57	1000V-100A
TR58	1000V-100A
TR59	1000V-100A
TR60	1000V-100A
TR61	1000V-100A
TR62	1000V-100A
TR63	1000V-100A
TR64	1000V-100A
TR65	1000V-100A
TR66	1000V-100A
TR67	1000V-100A
TR68	1000V-100A
TR69	1000V-100A
TR70	1000V-100A
TR71	1000V-100A
TR72	1000V-100A
TR73	1000V-100A
TR74	1000V-100A
TR75	1000V-100A
TR76	1000V-100A
TR77	1000V-100A
TR78	1000V-100A
TR79	1000V-100A
TR80	1000V-100A
TR81	1000V-100A
TR82	1000V-100A
TR83	1000V-100A
TR84	1000V-100A
TR85	1000V-100A
TR86	1000V-100A
TR87	1000V-100A
TR88	1000V-100A
TR89	1000V-100A
TR90	1000V-100A
TR91	1000V-100A
TR92	1000V-100A
TR93	1000V-100A
TR94	1000V-100A
TR95	1000V-100A
TR96	1000V-100A
TR97	1000V-100A
TR98	1000V-100A
TR99	1000V-100A
TR100	1000V-100A



FIG. No.79 MOVIMIENTO HACIA ADELANTE Y ACELERANDO. (TROCEADORES CONDUCIENDO)

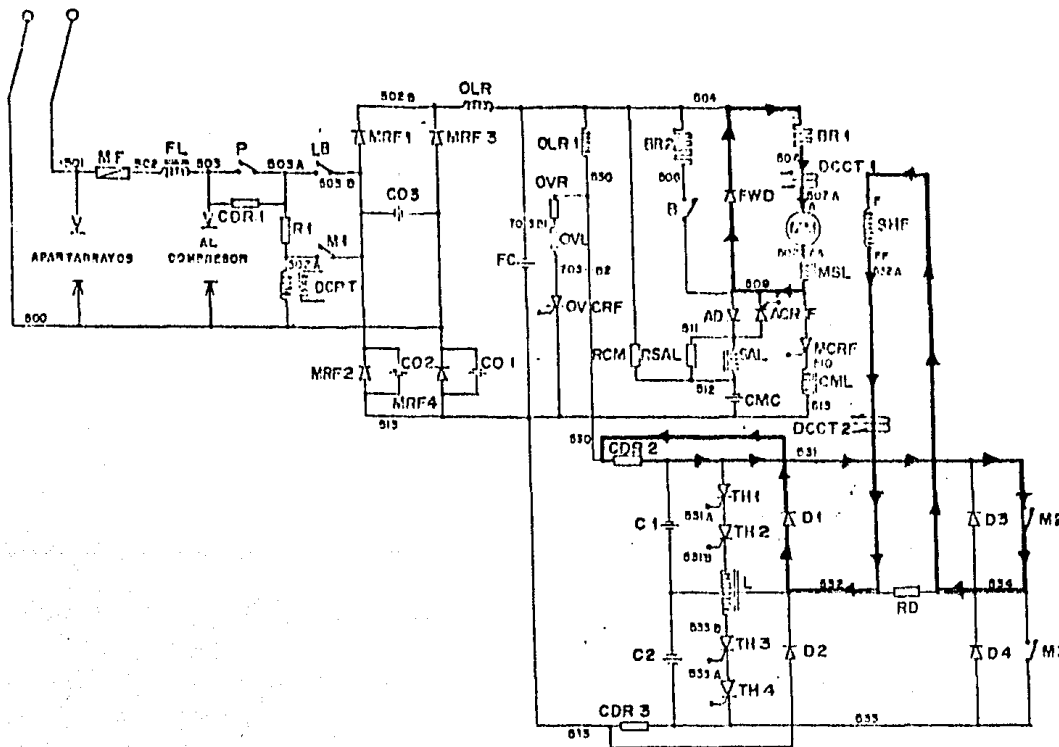
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN		
TESIS PROFESIONAL	Fecha:	DIRECTOR DE TESIS:
Alumno: MARTINEZ PIÑA JOSE MIGUEL		ING. RICARDO J. RAMIREZ VERDEJA,
DIAGRAMA DEL CIRCUITO PRINCIPAL DE 600V.c.d.		



SIMBOL	TIPO Y MARCA
MF	DF103-B2
LB	JMB-E
P.R.	CU 23 2-11A59
M1-3	CU25-J
ARR	BRN-D12
R1	600V-100UF
FL	200V-100UF
FC	300V-100UF
M1L	EXL-100
CVL	27UM-195A
SAL	11000VUB
CVC	400V-100UF
CLC2	500V-50F-30UF
L	500V-0.5MH
M1A	500V-100UF
M1B	500V-100UF
ACR	1000V-400A
AD	200V-400A
RD1	55A-125
TH-4	500V-100UF
DI-4	200V-100UF
RCM	500V-100UF
CDR1	500V-100UF
CDR2	500V-100UF
CDR3	500V-100UF
OVR	500V
OVRP	500V

FIG.No. 80 MOVIMIENTO HACIA ADELANTE Y FRENANDO (TROCEADOR DE ARMADURA OFF.)

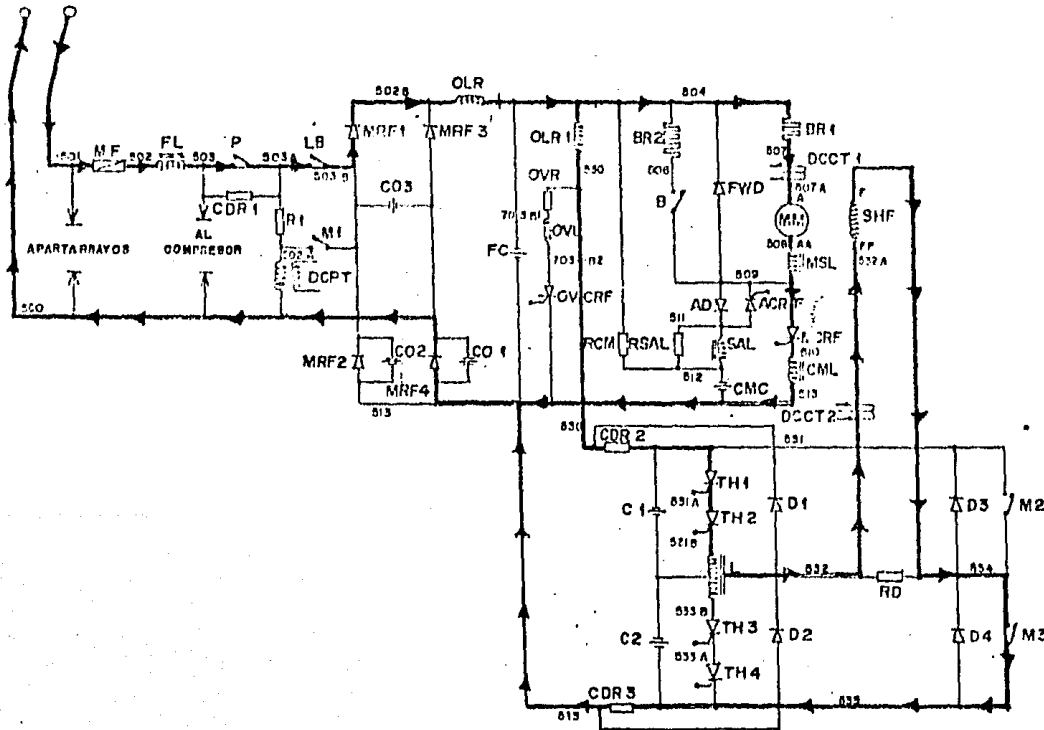
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN		
TESIS PROFESIONAL	Fecha:	DIRECTOR DE TESIS:
	Alumno: MARTINEZ PIÑA JOSÉ MIGUEL	ING. RICARDO J. RAMIREZ VERDEJA.
	DIAGRAMA DEL CIRCUITO PRINCIPAL DE 600 V.c.d.	
		



TIPO	TIPO 1 - 2
MP	MP 101 - 02
LB	J10 - 2
P.R	CO 2 30-1000
MI-3	MI-3 J
ADR	ADR-010
RI	RI-100
FL	FL-100
FC	FC-100
MSL	MSL-100
DCFL	DCFL-100
SAL	11000V-08
CMC	600V-100UF
CLC2	600V-30F-100
L	600V-100UH
MRF4	MRF4-100
ACRF	1800V-100A
AD	200V-400A
RO1	RO1-100
TH1-4	TH1-4
DI-4	DI-4
RCM	RCM-100
CDR1	CDR1-100
CDR2	CDR2-100
RSAL	RSAL-100
OVR	OVR-100
OVL	30UH
OVCRF	3F100U21

FIG. No. 81 MOVIMIENTO HACIA ADELANTE DEL TROLEBUS Y LOS TROCEADORES DE ARMADURA Y CAMPO OFF

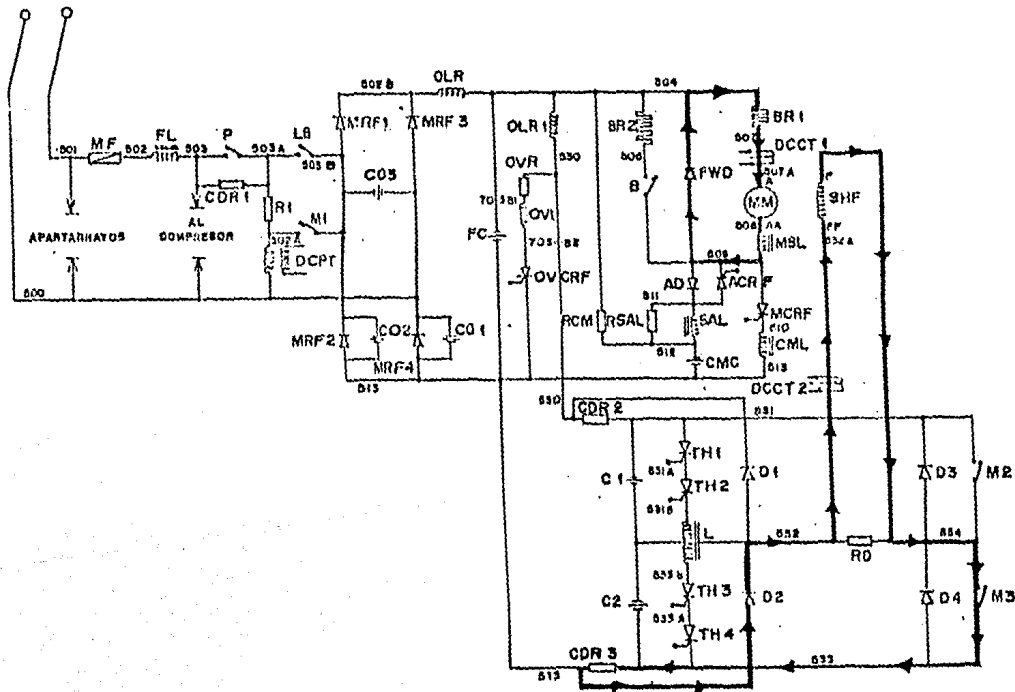
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN		
TESIS PROFESIONAL		Fecha:
Alumno: MARTINEZ PIÑA JOSE MIGUEL		DIRECTOR DE TESIS: ING. RICARDO J. RAMIREZ VERDEJA.
DIAGRAMA DEL CIRCUITO PRINCIPAL DE GOV.c.d.		



NO. COL.	1190 Y 1190U
UF	87103 - 02
LD	309 - F
P.D.	CR 2 32 - 4452
MI-3	CV 25 - J
ARR	B2R - 01J
RI	5200103
FL	2 11 100
FC	300V - 400A
MFL	EX 1, 2, 3
CVL	2 TUN - 100A
SAL	11000V - US
CPC	400V - 100UF
CHC 2	80 3V - 317, 317
L	0.01 - 0.06MH
MFL-4	400V - 400A
DCCT	1000V - 400A
ACR F	200V - 400A
FC 2	200V - 400A
AD	200V - 400A
RD 1	30 100 100
TH-4	25 4 2 25
DI-4	25 4 2 25
RCM	200V - 400A
CDR 1	200V - 400A
CDR 2	200V - 400A
REAL	100V - 25
OVR	200V - 400A
OVL	30UH
OVC 1	37 1500 21

FIG. No. 82 MOVIMIENTO DEL TROLEBUS EN REVERSA Y ACELERANDO TROCEADORES ON

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN		
TESIS PROFESIONAL		Fecha:
Alumno: MARTINEZ PIÑA JOSE MIQUEL		DIRECTOR DE TESIS: ING. RICARDO J. RAMIREZ VERDEJA.
UNAM		
DIAGRAMA DEL CIRCUITO PRINCIPAL DE 600 V.c.d.		



BIMEDL	TIPO Y RANGO
MF	67103-52
LB	JMB-2
P.B	CD232-HASS
MI-3	CM03-J
ARR	BRN-01J
RI	LEN710
FL	100V-100A
FC	300V-3000W
MRL	500V-100A
ML	500V-100A
SAL	1000V-10A
CMC	600V-100UF
CDC2	600V-3UF-3UF
L	600V
MRF1	400V-100A
MRF2	400V-100A
MRF3	400V-100A
AD1	500V-100A
ACRF	1000V-400A
MSL	200V-100A
AD1	500V-100A
TH1-4	500V-100A
D1-4	500V-100A
RCM	500V-100A
CDR1	500V-100A
CDR2	500V-100A
CDR3	500V-100A
R1	500V-100A
OVR	500V-100A
OVL	500V-100A
OVCRF	500V-100A

FIG. No. 83 MOVIMIENTO DEL TROLEBUS EN REVERSA Y LOS TROCEADORES DE ARMADURA Y CAMPO OFF

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN		
TESIS PROFESIONAL		Fechas:
Alumno: MARTINEZ PIÑA JOSE MIGUEL		DIRECTOR DE TESIS: ING. RICARDO J. RAMIREZ VERDEJA.
DIAGRAMA DEL CIRCUITO PRINCIPAL DE 600 V.c.d.		

4.3. REGULACION DE VELOCIDAD DEL MOTOR DE CORRIENTE CONTINUA UTILIZADO COMO MOTOR DE TRACCIÓN DEL TROLEBUS.

La inversión y el frenado regenerativo o dinámico de la máquina de corriente continua, están íntimamente relacionados con la regulación de velocidad.

Los parámetros que rigen el ajuste de velocidad se deducen de las principales ecuaciones de régimen permanente.

$$E = \frac{P\phi nZ}{a} \dots\dots\dots (1).$$

$$V = E - I R_a \dots\dots\dots (2).$$

$$\phi = K_1 I_f \dots\dots\dots (3).$$

Donde:

E = F.E.M. inducida (V).

P = Número de polos.

a = Número de ramas en paralelo del inducido.

ϕ = Máximo flujo por polo (Wb).

n = Velocidad del inducido (R.P.S.).

Z = Número total de conductores del inducido en serie.

V = Tensión de la red o tensión en bornes (V).

I = Corriente del inducido (A).

R_a = Resistencia total del inducido (ohms.).

K_1 = Una constante que depende de la curva de magnetización e.

I_f = Corriente del devanado de campo o inductor (A).

Entonces la velocidad del motor (n) es;

$$n = \frac{V - I R_a}{K' I_f} \quad \text{donde } K' I_f \approx K \phi.$$

$$\text{y } K = \frac{P}{a} \times Z \times 60 \times 10^{-5}$$

$P = 4$, para el motor del trolebús.

$a = 2$

$Z = 49$. Con lo que $K = 0.05880$.

Para el motor de tracción del trolebús, la regulación de velocidad se realiza por troceadores (choppers) de tensión, realizados con thyristores. Esto es común debido a que el suministro de tensión es del tipo continua, además que los motores de c.c., brindan mejor curva característica par-motor-velocidad, necesaria para la tracción eléctrica.

Para determinar la velocidad del motor de acuerdo a la fórmula anterior, necesitamos conocer algunos datos del motor, ya que de-

pende en cierta forma al diseño del motor.

Las curvas características del motor de tracción, tomadas en una hora de funcionamiento, en varios motores, se encuentran anexas en este tema, de las cuales nos auxiliaremos para determinar el -- comportamiento del trolebús;

Los datos del motor son los siguientes.

Potencia	105 Kw.
R.P.M.	1700.
Voltaje	600 V.c.d.
Corriente de armadura	195 A.
Corriente de campo	7 A.
Número de polos	4.
Tipo	derivación.
R.P.M. Máximas	3460.
Resistencia del inducido a 20°C	0.0572 ohms.
Resistencia del campo a 20°C	22.0 ohms.

Ahora la relación que guarda la velocidad del motor de tracción, respecto a la velocidad del trolebús, tiene su origen en la siguiente fórmula.

$$\text{Vel. (Km/h)} = \frac{WD \times N}{5310 \times G.R.}$$

Donde;

WD = Diámetro de la llanta en milímetros.

N = Velocidad del motor en R.P.M.

G;R. = Relación de engranes del eje trasero.

Los datos necesarios para llevar a cabo los cálculos de velocidad del trolebús son los siguientes.

Diámetro de la llanta (WD) = 1070 mm.

Relación de engranes del eje trasero (G.R.) = 11.59 : 1

Procediendo a calcular la velocidad mínima del trolebús se tiene que las R.P.M. del motor de tracción son 1700.

Con éste valor calculamos la velocidad mínima del trolebús como se indica.

$$V_{\min.} (\text{Km/h}) = \frac{(1070) (1700)}{(5310) (11.59)} = 29.5566 \text{ Km/h.}$$

Si ahora queremos conocer la velocidad máxima del trolebús, sustituimos el valor de las R.P.M. máximas del motor de tracción.

$$V_{\max.} (\text{Km/h}) = \frac{(1070) (3460)}{(5310) (11.59)} = 60.156 \text{ Km/h.}$$

Con éstos cálculos obtenidos podemos decir que la velocidad mínima del trolebús es de 29.55 Km/h y la máxima de 60.156 Km/h.

Por otro lado, el comportamiento del trolebús se muestra en las curvas características del motor de tracción, las cuales comprobaremos calculando las velocidades A, B y C.

CALCULO DE LA VELOCIDAD A.

Para determinar la curva característica de la velocidad A, se procede como se muestra a continuación.

$$\text{Tenemos que; } N = \frac{(\text{Vel}) (5310) (\text{G.R.})}{(\text{WD})} \dots\dots\dots (4).$$

$$\text{pero; } n = \frac{V - I R_a}{K' I_f} \dots\dots\dots (5).$$

Para la velocidad A, se tiene de la grafica.

$I_f = 2.5$ Amperes constantes.

$V = 600$ volts.c.d. constantes.

$R_a = 0.0572$ ohms.

$I =$ corriente del inducido variable en amperes.

Desconocemos la constante K' para la velocidad A. De la grafica de la curva característica de la velocidad A, tenemos $I = 50$ A cuando $\text{Vel} = 52$ Km/h.

Con estos datos calculamos las revoluciones por minuto del

motor para éste punto, a la cual denominaremos n_A .

n_A se obtiene de la fórmula No.4.

$$n_A = \frac{(52)(5310)(11.59)}{(1070)} = 2990.86 \text{ R.P.M.}$$

Como n_A debe estar expresada en R.P.S., para sustituir el valor en la fórmula No.5, y así obtener el valor de K' en el punto A, dividimos el valor entre 60.

$$n_A = \frac{2990.86}{60} = 49.85 \text{ R.P.S.}$$

Entonces despejando K' de la fórmula No.5, tenemos

$$K' = \frac{(600) - (50)(0.0572)}{(49.85)(2.5)} = 4.79.$$

$K' = 4.79$ para la curva característica de la velocidad A.

Punto 1. $I = 50 \text{ Amp.}$ $I_f = 2.5 \text{ Amp.}$

$$n_1 = \frac{(600) - (50)(0.0572)}{(4.79)(2.5)} \times 60 = 2991.93 \text{ RPM.}$$

$$v_1 = \frac{(1070)(2991.93)}{(5310)(11.59)} = 52.02 \text{ Km/h.}$$

Punto 2. I = 100 Amp. If = 2.5 Amp.

$$n_2 = \frac{(600) - (100)(0.0572)}{(4.79)(2.5)} \times 60 = 2977.6 \text{ R.P.M.}$$

$$v_2 = \frac{(1070)(2977.6)}{(5310)(11.59)} = 51.77 \text{ Km/h.}$$

Punto 3. I = 150 Amp. If = 2.5 Amp.

$$n_3 = \frac{(600) - (150)(0.0572)}{(4.79)(2.5)} \times 60 = 2963.27 \text{ R.P.M.}$$

$$v_3 = \frac{(1070)(2963.27)}{(5310)(11.59)} = 51.52 \text{ Km/h.}$$

Punto 4. I = 200 Amp. If = 2.5 Amp.

$$n_4 = \frac{(600) - (200)(0.0572)}{(4.79)(2.5)} \times 60 = 2948.94 \text{ R.P.M.}$$

$$v_4 = \frac{(1070)(2948.94)}{(5310)(11.59)} = 51.27 \text{ Km/h.}$$

Punto 5. I = 250 Amp. If = 2.5 Amp.

$$n_5 = \frac{(600) - (250)(0.0572)}{(4.79)(2.5)} \times 60 = 2934.61 \text{ R.P.M.}$$

$$v_5 = \frac{(1070)(2934.61)}{(5310)(11.59)} = 51.02 \text{ Km/h.}$$

Punto 6. $I = 300$ Amp. $I_f = 2.5$ Amp.

$$n_6 = \frac{(600) - (300)(0.0572)}{(4.79)(2.5)} \times 60 = 2926.28 \text{ R.P.M.}$$

$$v_6 = \frac{(1070)(2926.28)}{(5310)(11.59)} = 50.77 \text{ Km/h.}$$

CALCULO DE LA CURVA DE VELOCIDAD B.

El procedimiento para obtener esta curva de velocidad es similar al procedimiento para obtener la curva de velocidad A, la única diferencia es que debemos obtener el valor de la constante K' para la velocidad B, cuya obtención se realiza como se muestra a continuación.

De la gráfica de la curva característica de la velocidad B, tenemos que para una corriente de inducido $I = 50$ Amperes, y una corriente de campo $I_f = 7$ amp., la velocidad es de 30 Km/h.

Con éstos datos calculamos las revoluciones por minuto en este punto a la cual denominaremos n_B .

$$n_B = \frac{(30)(5310)(11.59)}{(1070)} = 1725 \text{ R.P.M.}$$

Como nB debe estar expresada en R.P.S., el valor obtenido lo dividimos entre 60.

$$nB = \frac{1725}{60} = 28.75 \text{ R.P.S.}$$

El valor de nB obtenido se sustituye en la fórmula No.5 y se despeja K' para el punto B.

$$K' = \frac{(600) - (50)(0.0572)}{(28.75)(7)} = 2.97.$$

Con el valor de K', se sustituye en la fórmula No.5 para el punto No.1, cuyos valores son:

$$I = 50 \text{ Amp.} \quad I_f = 7 \text{ Amp.}$$

$$n1 = \frac{(600) - (50)(0.0572)}{(2.97)(7)} \times 60 = 1723.35 \text{ R.P.M.}$$

$$v1 = \frac{(1070)(1723.35)}{(5310)(11.59)} = 29.963 \text{ Km/h.}$$

$$\text{Punto 2. } I = 100 \text{ Amp.} \quad I_f = 7 \text{ Amp.}$$

$$n2 = \frac{(600) - (100)(0.0572)}{(2.97)(7)} \times 60 = 1716.6 \text{ R.P.M.}$$

$$v2 = \frac{(1070)(1716.6)}{(5310)(11.59)} = 29.845 \text{ Km/h.}$$

punto 3. I = 150 Amp. If = 7 Amp.

$$n_3 = \frac{(600) - (150)(0.0572)}{(2.97)(7)} \times 60 = 1706.84 \text{ R.P.M.}$$

$$v_3 = \frac{(1070)(1706.84)}{(5310)(11.59)} = 29.68 \text{ Km/h.}$$

Punto 4. I = 200 Amp. If = 7 Amp.

$$n_4 = \frac{(600) - (200)(0.0572)}{(2.97)(7)} \times 60 = 1698.6 \text{ R.P.M.}$$

$$v_4 = \frac{(1070)(1698.6)}{(5310)(11.59)} = 29.53 \text{ Km/h.}$$

Punto 5. I = 250 Amp. If = 7 Amp.

$$n_5 = \frac{(600) - (250)(0.0572)}{(2.97)(7)} \times 60 = 1690.33 \text{ R.P.M.}$$

$$v_5 = \frac{(1070)(1690.33)}{(5310)(11.59)} = 29.39 \text{ Km/h.}$$

Punto 6. I = 300 Amp. If = 7 Amp.

$$n_6 = \frac{(600) - (300)(0.0572)}{(2.97)(7)} \times 60 = 1682.07 \text{ R.P.M.}$$

$$v_6 = \frac{(1070)(1682.07)}{(5310)(11.59)} = 29.25 \text{ Km/h.}$$

CALCULO DE LA CURVA DE VELOCIDAD C.

En este caso obtenemos el valor de K' para la velocidad C.
 Para el primer punto, el valor de la corriente de inducido I = 50
 amp, corriente de campo If = 10.5 amp, y vel. = 27.5 Km/h.

$$n_C = \frac{(27.5)(5310)(11.59)}{(1070)} = 1581.71 \text{ R.P.M.}$$

$$n_C = \frac{1581.71}{60} = 26.36 \text{ R.P.S.}$$

$$K_C = \frac{(600) - (50)(0.0572)}{(26.36)(10.5)} = 2.158$$

Punto 1. I = 50 Amp. If = 10.5 Amp.

$$n_1 = \frac{(600) - (50)(0.0572)}{(2.158)(10.5)} \times 60 = 1581.13 \text{ R.P.M.}$$

$$v_1 = \frac{(1070)(1581.13)}{(5310)(11.59)} = 27.5 \text{ Km/h.}$$

Punto 2. I = 100 Amp. If = 10.5 Amp.

$$n_2 = \frac{(600) - (100)(0.0572)}{(2.158)(10.5)} \times 60 = 1573.56 \text{ R.P.M.}$$

$$v_2 = \frac{(1070)(1573.56)}{(5310)(11.59)} = 27.36 \text{ Km/h.}$$

Punto 3. I = 150 Amp. If = 10.5 Amp.

$$n_3 = \frac{(600) - (150)(0.0572)}{(2.158)(10.5)} \times 60 = 1565.98 \text{ R.P.M.}$$

$$v_3 = \frac{(1070)(1565.98)}{(5310)(11.59)} = 27.23 \text{ Km/h.}$$

Punto 4. I = 200 Amp. If = 10.5 Amp.

$$n_4 = \frac{(600) - (200)(0.0572)}{(2.158)(10.5)} \times 60 = 1558.41 \text{ R.P.M.}$$

$$v_4 = \frac{(1070)(1558.41)}{(5310)(11.59)} = 27.09 \text{ Km/h.}$$

Punto 5. I = 250 Amp. If = 10.5 Amp.

$$n_5 = \frac{(600) - (250)(0.0572)}{(2.158)(10.5)} \times 60 = 1550.84 \text{ R.P.M.}$$

$$v_5 = \frac{(1070)(1550.84)}{(5310)(11.59)} = 26.96 \text{ Km/h.}$$

Punto 6. I = 300 Amp. If = 10.5 Amp.

$$n_6 = \frac{(600) - (300)(0.0572)}{(2.158)(10.5)} \times 60 = 1543.27 \text{ R.P.M.}$$

$$v_6 = \frac{(1070)(1543.27)}{(5310)(11.59)} = 26.83 \text{ Km/h.}$$

MOTOR DE TRACCION BE-631A

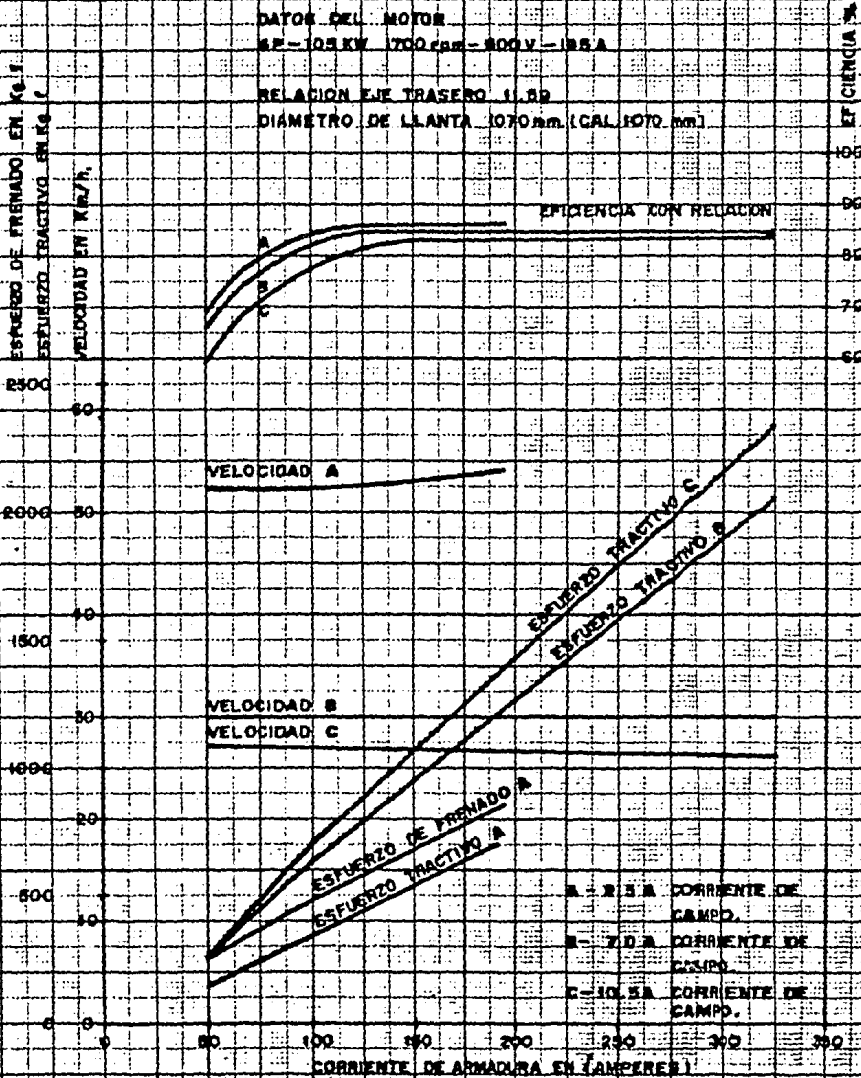
CURVAS CARACTERISTICAS A 800V C.D.

CALCULADOS A PARTIR DE LOS DATOS
DE PRUEBA DE 1 HORA

DATOS DEL MOTOR
4P - 105 KW 1700 rpm - 800V - 185A

RELACION EJE TRASERO 1,10

DIAMETRO DE LLANTA 1070mm (CAL 1070 mm)



CURVAS CARACTERISTICAS DEL MOTOR
Y COMPARTIMIENTO DEL TROLEBUS

4.4. DIAGRAMA DE BLOQUES DEL CONTROL DEL CHOPPER

(TROCEADOR), DEL SISTEMA TROLEBÚS.

Este diagrama se encuentra adjunto en este tema.

En él se puede analizar más rápidamente el sistema chopper (troceador) del trolebús, sin entrar en detalles de circuitos electrónicos y partes que integran a dicho sistema.

Se muestran en forma general, las partes de las unidades electrónicas y los pulsos de comando y arranque del sistema de control automático. Refiriendonos al diagrama de bloques del control chopper, las líneas o comandos de entrada son;

Línea 2F - Comando para reducir la corriente de aceleración.

Línea 5P - Comando para arrancar y detener el chopper durante la aceleración de retroceso (reversa).

Línea 4P - Comando para arrancar y detener el chopper durante la aceleración delantera.

Línea 10P - Comando para arrancar y detener el chopper durante la operación de frenado.

Línea 5R - Comando para cambiar el lógico del chopper de campo.

Línea 10F - Comando para reducir la corriente de freno.

Todos estos comandos anteriormente mencionados son del tipo digital.

IA - Señal analógica de corriente de armadura.

IF - Señal analógica de corriente de campo.

Empecemos por analizar la condición de sobrecorriente y bajo voltaje.

La condición de sobrecorriente es detectada a través de los transformadores DCCT1 y DCCT2, los cuales detectan la corriente de armadura y campo, respectivamente. Estas señales analógicas entran a un detector de sobrecorriente, el cual compara si el nivel de - ambas es el adecuado para el funcionamiento del sistema, cuya salida es conectada a la base de un transistor, que al ser excitado, permite que la bobina OCRR sea energizada.

En caso de que exista sobrecorriente, la bobina OCRR se encuentra desactivada, presentándose la falla por sobrecorriente.

Así mismo, la corriente de armadura y campo entran a un mezclador de señales, saliendo una corriente IF variable.

Para la condición de bajo voltaje, se utiliza un transformador DCPT, el cual detecta el voltaje de la línea de captación, emitiendo una señal analógica al comparador, determinando si el voltaje es el adecuado para el funcionamiento del sistema.

Si el voltaje de línea es de 450 a 660 v.c.d., el comparador emite una señal al transistor, poniendolo en conducción y con ello la bobina UVR es energizada.

En caso de que el voltaje de línea sea diferente, la bobina UVR no se energiza y se presenta la falla de bajo voltaje.

Estas dos condiciones anteriores, desconectan los troceadores de armadura y campo, dando origen a que el trolebús se pare.

La línea 10P, emite el comando de arranque para el chopper, considerando que no existe sobrecorriente ni bajo voltaje. La selección de movimiento, ya sea hacia adelante o reversa, se realiza a través de la línea 5R, la cual conecta el conmutador y éste a su vez emite la señal de conducción a los thyristores del troceador de campo, a través del amplificador.

La aceleración hacia adelante o reversa del trolebús es seleccionada por los comandos 4P y 5P, respectivamente.

El oscilador, al recibir la señal de arranque, genera la señal fundamental de 200Hz, la cual se deriva a un divisor de frecuencia para generar la señal triangular de 100 Hz, necesaria para el troceador de campo.

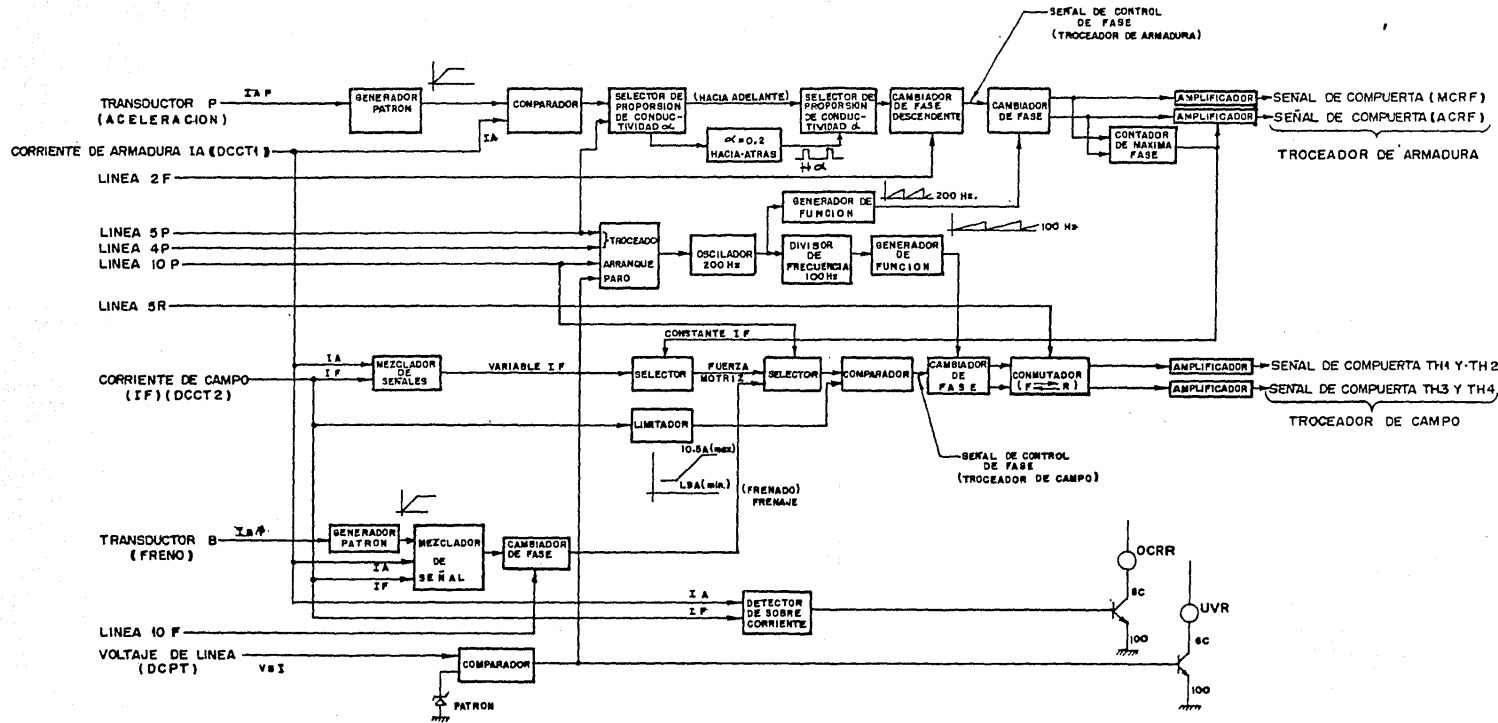
El generador de 200 Hz de onda triangular se utiliza para el troceador de armadura.


La selección de proporsión de conductividad, depende de la señal generada por el transductor P, él cual genera una señal ram- pa de 160 a 1330 mV, con una carrera del pedal de 6.8 mm. Esta sa- lida es proporsional a la carrera del pedal.

La selección de proporsión de conductividad \mathcal{C} , también depen- de del comando 5P, cuando se selecciona el movimiento de reversa.

Despues de haber seleccionado \mathcal{C} pasa a traves de un cambia- dor de fase, y por último a un amplificador de salida, de donde bro- ta la señal de cebado para los thyristores de armadura.

El transductor B, tiene el funcionamiento similar al transduc- tor P, pero cuya función es contraria, es decir frenar al trolebús, por medio del frenado eléctrico, generando la misma señal de ram- pa. Para mayor detalle ver 3.1 unidad de control de puerta del con- trolador chopper (GTC).



FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN		
TESIS PROFESIONAL	Fecha: Agosto 13-84	DIRECTOR DE TESIS
Alumno: MARTINEZ PINA JOSE MIGUEL		ING. RICARDO J. RAMIREZ VERDEJA
DIAGRAMA DE BLOQUES DEL CONTROL DEL CHOPPER		



V. EQUIPO AUXILIAR.

Al igual que un autobús, un trolebús consta de una cierta cantidad de equipo auxiliar, que no participa directamente a la propulsión del vehículo, pero que contribuye a su manejo y comodidad, éstos son:

- 1.- La carga de la batería.
- 2.- La generación de aire comprimido, necesario a los frenos y llegado el caso, para la suspensión.

Sobre un autobús, estas diferentes funciones están aseguradas por un alternador y un compresor, respectivamente. Que presentan al mismo tiempo la ventaja y el inconveniente de girar sin interrupción. Inconveniente, por ser una fuente de desperdicio de energía, la cual es absorbida al motor de propulsión creando pérdida de potencia al mismo, pero también ventaja porque permite el funcionamiento permanente de los auxiliares.

En el caso del trolebús, el motor de propulsión funciona nada más cuando el vehículo se mueve, por lo que se tendrían que accionar los auxiliares con uno o dos motores secundarios, así como asegurar ciertas funciones llamando a otras soluciones técnicas.

En el trolebús, la carga de la batería se realiza por medio de un convertidor de corriente directa, del tipo estático, convirtiendo la alimentación de 600 V.c.d., a 12 V.c.d., correspondiendo ésta al mantenimiento de la carga de la batería.

Para la generación de aire comprimido, se utiliza un motor-compresor, cuya descarga se conecta a los tanques de almacenamiento de aire.

A continuación se describe la composición y funcionamiento del convertidor de corriente directa y el motor-compresor.

5.1. CONVERTIDOR DE CORRIENTE DIRECTA (CARGADOR DE BATERIA).

Su diagrama se encuentra incluido en éste capítulo.

Sus elementos principales se explicarán refiriendonos a su diagrama. El fusible de protección F1, el contactor principal del convertidor CT1, la resistencia en serie con el convertidor RED, así como el transformador de voltaje CVT, se encuentran fuera del compartimiento principal del convertidor.

Dentro de la caja a compartimiento del convertidor estan:

- 1.- El detector de voltaje de entrada compuesto por un transformador de voltaje DCPT y las resistencias DCPTRe1 a DCPTRe4.
- 2.- Un diodo Dd1 para bloqueo de corriente inversa.
- 3.- Un filtro tipo LC, compuesto de un reactor filtro L1 y los condensadores C1, C2, C3 y C4.
- 4.- Un circuito inversor de medio puente, compuesto por los thyristores CRf1A, CRf1B, CRf2A y CRf2B, así como los diodos de retroalimentación FDd1 y FDd2, los condensadores de conmutación CMC1, CMC2 y el reactor de conmutación CML.
- 5.- Un circuito rectificador de voltaje de salida del transformador CVT.
- 6.- En el circuito de salida se encuentra el reactor DC1, para suavisar el voltaje rectificado.

7.- Un circuito de control 1 y 2 para controlar la apertura y cierre de los contactos CTT y CT1, respectivamente,

FUNCIONAMIENTO DEL CIRCUITO PRINCIPAL DEL CONVERTIDOR.

El voltaje de entrada es detectado por el transformador DCPT. Si el voltaje se encuentra entre 450 y 660 volts, el relevador OLVR es energizado, y sus contactos al cerrar energizan a la bobina del relevador CT1, cerrando éste su contacto CT1, provocando el suministro de voltaje al circuito principal del convertidor.

La filtración de voltaje suministrado es hecho por el filtro del tipo LC, compuesto por el reactor L1 y los condensadores C1, C2, C3 y C4. Este tipo de filtro es considerado como filtro de entrada por reactor, por tener el inductor en serie con la corriente total del circuito y un condensador en paralelo con la resistencia de carga.

Cuando el voltaje de suministro es de tipo corriente continua pero pulsante, alcanzando su valor máximo y después empieza a descender, la bobina y el condensador actúan juntos para mantener la corriente al mismo nivel.

La acción logra suavizar los cambios graduales, los cambios bruscos los suprime la bobina y los pone en corto el condensador.

Este tipo de filtro realiza un buen trabajo con cargas que requieren una corriente relativamente alta.

También funciona bien con corrientes variables de carga y proporsiona un voltaje continuo relativamente constante en cualquier condición razonable de carga.

Este filtro se muestra en la figura No.84.

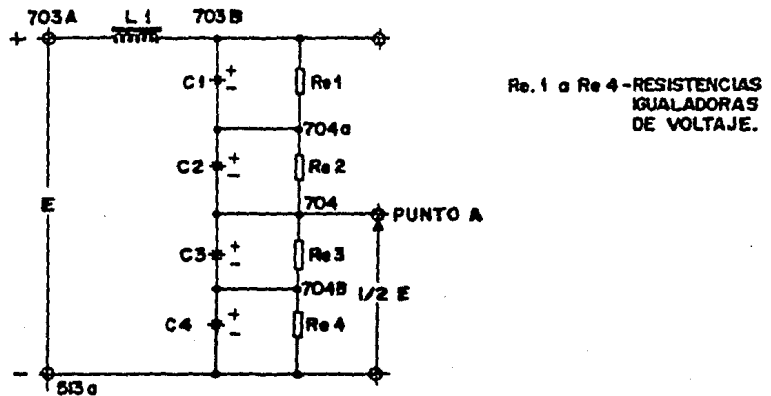


Fig. No. 84 FILTRO LC

Los condensadores C1, C2, C3 y C4, conectados en serie, se utilizan para sustituir un condensador de alta tensión.

Si los únicos condensadores disponibles tienen especificaciones de tensión inferior al valor que se necesita, pueden conectarse dos o más en serie. En nuestro caso tenemos 4 condensadores conectados en serie, con las mismas características, es decir, 6000- μ F a 300 V, c.d..

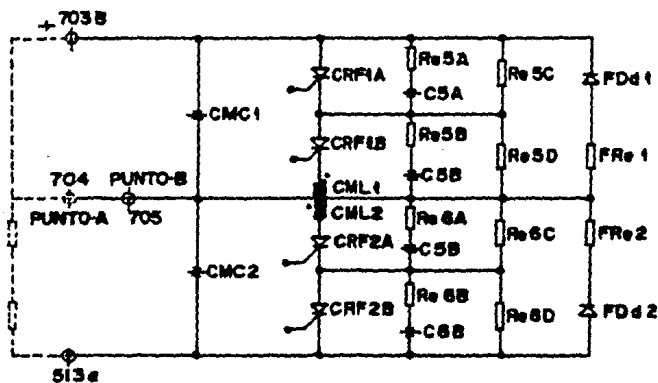
Como los cuatro tienen la misma capacidad, se cargan con el mismo número de electrones por centímetro cuadrado de área de placas, de donde resultan iguales caídas de tensión a través de ca-

Da condensador en este caso 1/4E volts.

A través de 600 V.c.d., se conectan 2 condensadores de 300 v. y 6000 uF. Funcionarán de un modo satisfactorio. Sin embargo, si la capacidad de uno de ellos es ligeramente menor que el otro, a través de él se producen más de 300 V., y puede ponerse en corto.

Esto haría que los 600 V. se aplicasen al otro condensador y éste también se quemaría. Para evitarlo, debe conectarse a través de cada condensador una resistencia igualadora, como se muestra en la figura No. 84.

El circuito inversor de medio puente se muestra a continua -
ción.



CIRCUITO INVERSOR DE MEDIO PUENTE

Fig. No. 85

Su funcionamiento es el siguiente.

La salida del circuito es el punto B, pero se realiza conjuntamente con el punto A del filtro LC.

Cuando los thyristores CRf1A y CRf1B, así como CRf2A y CRf2B no conducen, el voltaje existente en el punto B es de $+1/2E$.

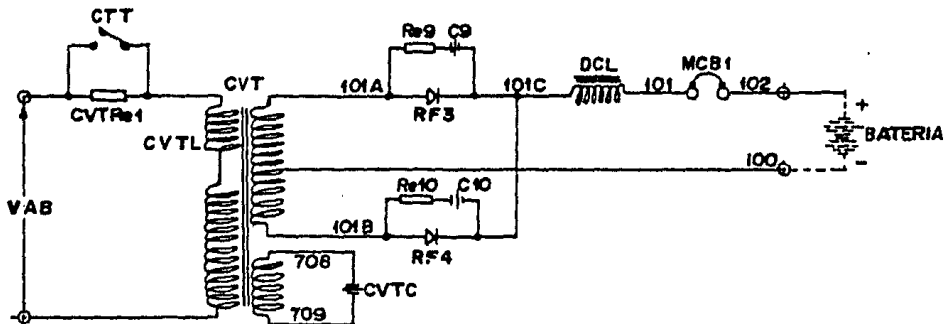
Como el punto A del filtro LC se encuentra a $+1/2E$, el voltaje entre A y B es cero.

Ahora, si los thyristores CRf1A y CRf1B conducen, la corriente circula a través de CRf1A, CRf1B, $1/2$ de CML1, hasta el punto B, teniendo éste un voltaje de $+E$ Volts. Entonces la diferencia de voltaje entre los puntos A y B es de $+1/2E$, por ser más positivo el punto B.

Al mismo tiempo, el condensador CMC2 se carga al voltaje de la fuente E. De tal manera que cuando se retira la señal de compuerta a CRf1A y CRf1B, y ésta señal aparece en la compuerta de CRf2A y CRf2B, éstos conducen, y el condensador CMC2 se descarga produciendo un voltaje en el punto B de $-E$ Volts. Al mismo tiempo produce un voltaje inverso a través de $1/2$ de CML1, dejando de conducir los thyristores CRf1A y CRf2B, por la condición de apagado del thyristor por medio de la aplicación de un voltaje inverso.

CIRCUITO RECTIFICADOR DEL VOLTAJE DE SALIDA.

Este circuito se muestra en la figura No.86.



CIRCUITO RECTIFICADOR DEL VOLTAJE DE SALIDA

Fig. No. 86

El voltaje de entrada en el primario del transformador, es el voltaje generado entre los puntos A y B del filtro LC y del inversor de medio puente respectivamente.

Para mostrar su funcionamiento empesaremos a describir la operación del transformador de voltaje CVT.

En la figura No.87, V es la fuente de energía de corriente alterna con frecuencia constante de 60 hertz y voltaje variable.

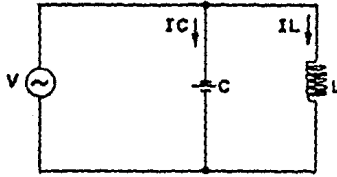
Ambas pérdidas de hierro y cobwe de L son despreciables.

Entonces:

$$I = I_c + I_L \qquad I_L = \frac{V}{j\omega L}$$

$$I_c = j\omega C V.$$

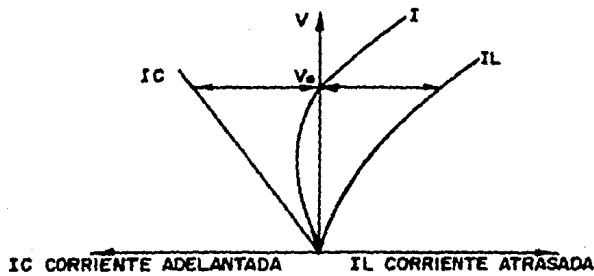
Donde L es un reactor no líneal y C es constante.



ANALOGIA DEL TRANSFORMADOR CVT

Fig. No. 87

Las características de corriente de I , I_C e I_L son mostradas en la figura No.88.



CURVAS CARACTERISTICAS DEL TRANSFORMADOR CVT

Fig. No.88

En la figura No.88, muestra $I_C = I_L$ e $I=0$ en $V = V_0$, a tal estado es llamado resonancia en paralelo y V_0 es llamado el voltaje de resonancia.

En el voltaje más bajo que V_0 , I se adelanta.

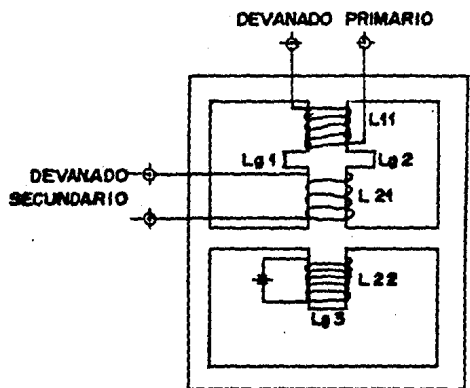
En el voltaje más alto que V_0 , I se retrasa.

Este fenómeno se le denomina ferro-resonancia en paralelo.

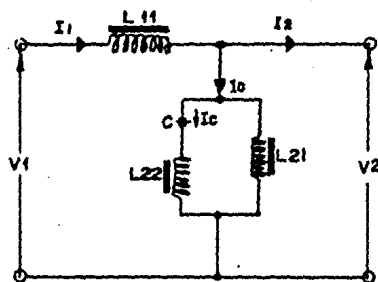
La estructura del transformador de voltaje CVT es la siguiente, El transformador se integra de una bobina primaria L_{11} , una bobina secundaria L_{21} y un reactor filtro L_{22} , el cual es acoplado a un condensador C .

Un reactor saturable, el cual permite al CVT funcionar como un transformador de voltaje constante, es formado por L_{11} , L_{21} , C y los separadores L_{g1} y L_{g2} .

La composición y circuito equivalente se muestran en las figuras Nos. 89a) y 89b).



a) COMPOSICION DEL CVT



b) CIRCUITO EQUIVALENTE

COMPOSICION Y CIRCUITO EQUIVALENTE DEL CVT

Fig. No. 89

En las figuras Nos. 89a) y 89b), L21 funciona como un reactor saturable, C como un condensador en resonancia conectado en paralelo con el reactor saturable, y L11 como un reactor no saturable. Entonces despreciando a L22.

$$I = I_c + I_L$$

$$I_L = -\frac{V_2}{j\omega L_{21}} \quad , \quad I_c = j\omega C V_2.$$

$$V_1 = V_2 + I_L L_{11}.$$

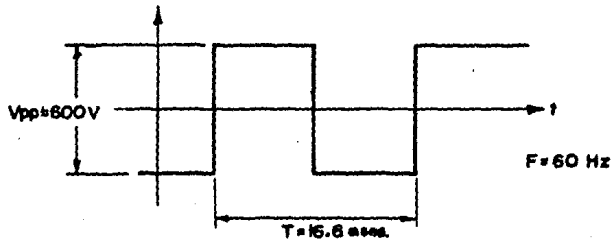
Designando la corriente del condensador como I_c , la corriente del reactor saturable como I_L y la corriente compuesta de I_c e I_L como I_o , la relación entre estas corrientes se muestra en la figura No. 88.

La corriente compuesta I_o será cero si $I_c = I_L$. En este caso el voltaje de salida es V_o . Si el voltaje de entrada V_1 es bajado, la corriente I_o se adelantará al voltaje ocasionando que la caída de tensión en L_{11} decrezca. Por otro lado, si V_1 aumentara, I_o se atrazaría al voltaje y la caída a través de L_{11} aumenta.

En esta forma el voltaje de salida V_2 se mantiene constante aun cuando V_1 varíe.

Analizando el funcionamiento del transformador con respecto a el voltaje de entrada y el voltaje de salida, ilustramos su operación.

En el lado del primario, el voltaje de suministro V , es de la forma de onda que se muestra en la figura No.90.



FORMA DE ONDA EN EL PRIMARIO DEL TRANSFORMADOR CVT

Fig. No. 90

En el lado del secundario se le acopla un rectificador de onda completa tipo puente, ya que el devanado del secundario tiene derivación central. De tal manera que v_2 y v_3 tienen igual magnitud pero con un desfase de 180° con referencia a la toma central.

Cuando $v_1(t)$ es positiva, $RF3$ conduce, $RF4$ se polariza inversamente y no conduce.

Cuando $v_1(t)$ es negativa, $RF4$ conduce y $RF3$ se polariza inversamente y no conduce.

En ambos casos, la corriente de carga tiene la misma dirección a través de la carga (batería). Esto se muestra en la figura No.91.

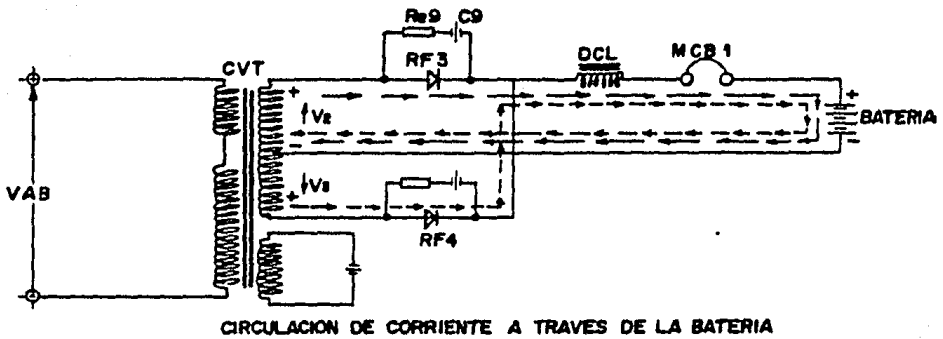


Fig. No.91

El reactor DCL tiene la función de filtrar o suavizar la corriente de salida y suministrarla a la batería lo más continuo - posible.

Esta corriente de salida del convertidor, corresponde a la corriente de mantenimiento de la batería la cual es de 200 A-H.

CIRCUITO DE CONTROL No.1

Este circuito se muestra en la figura No.92.

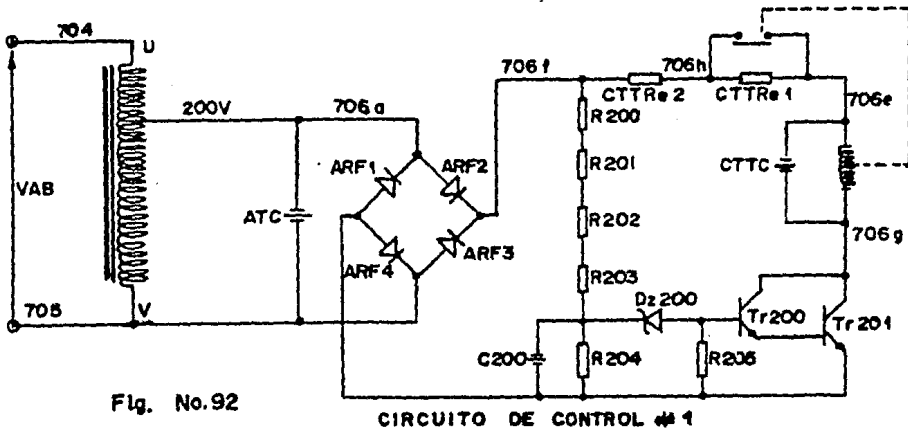


Fig. No.92

Las líneas con números 704 y 705, se conectan en los puntos A y B del circuito del filtro LC y del circuito inversor de medio puente respectivamente. Por lo tanto tendrá la forma de onda del voltaje de la figura No.90.

Este circuito de control tiene como finalidad, excitar la bobina del contactor CTT, cuya energización hará que el contacto CTT localizado en el circuito principal del convertidor se cierre -- (ver el diagrama del convertidor), y el suministro de corriente al transformador CVT se estabilice.

Ahora analizando el circuito de control No.1, tenemos lo siguiente.

La entrada de voltaje es acoplada a través de un autotransformador reductor a 200 V. El condensador a través de la derivación de salida del autotransformador se utiliza para eliminar los picos agudos de la onda resultante, tal como se muestra en la figura No.93.

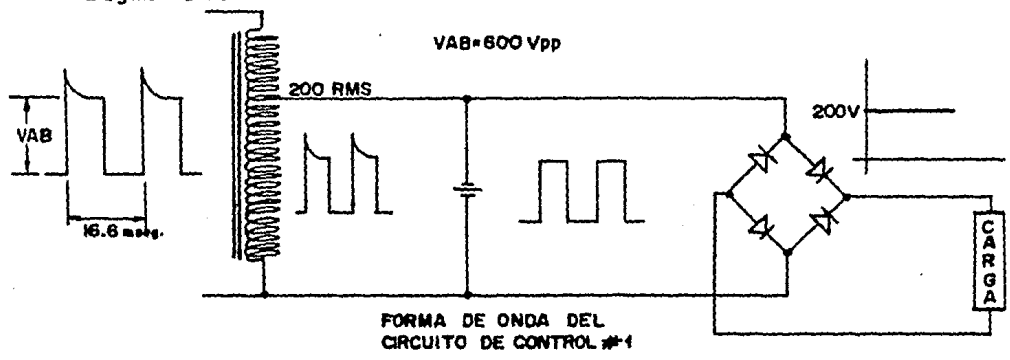


Fig. No.93

De tal manera que al pasar por el rectificador de onda completa tipo puente, el voltaje resultante es de corriente directa con nivel de 200 v.c.d., donde es conectado el circuito mostrado en la figura No.94.

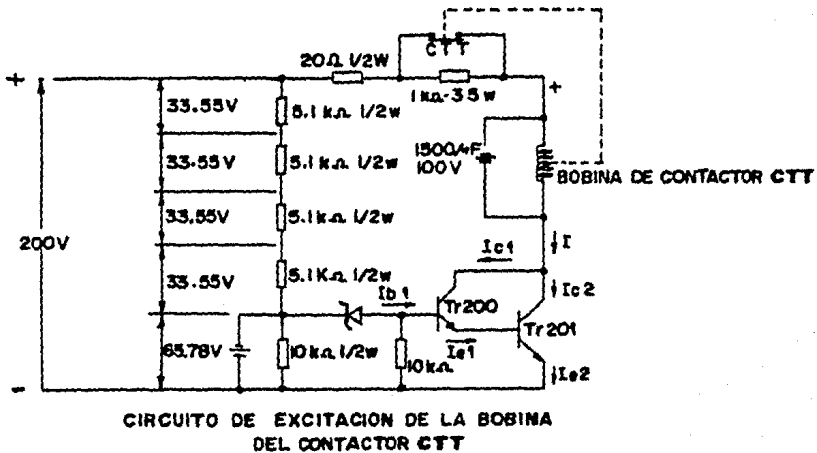
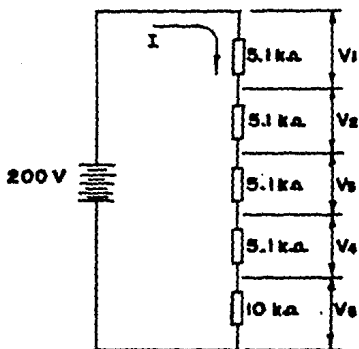


Fig. No.94

Las resistencias de entrada forman un divisor de voltaje, necesario para reducir el voltaje en la alimentación del transistor Tr200.

Para calcular la caída de voltaje en cada una de las resistencias del divisor de voltaje, aplicamos la ley de Kirchhoff, como se muestra enseguida.



$$200 = R_1 I + R_2 I + R_3 I + R_4 I + R_5 I$$

$$200 = (R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5) I$$

$$I = \frac{200}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5}$$

$$I = \frac{200}{4(5.1) + 10}$$

$$I = \frac{200}{30.4} = 6.578 \text{ mA}$$

$$V_5 = R_5 I$$

$$V_5 = (10)(6.578)$$

$$V_5 = 65.78 \text{ V}$$

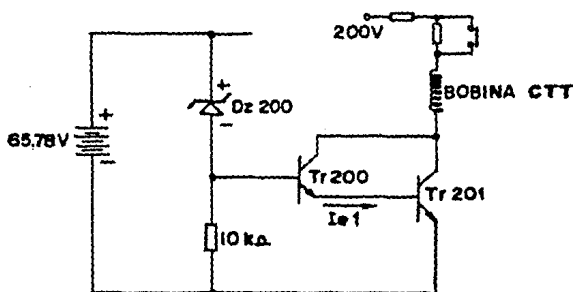
$$V_1 = V_2 = V_3 = V_4 = R_1 I$$

$$V_1 = (5.1)(6.578)$$

$$V_1 = 33.55 \text{ V}$$

El voltaje V_s es el voltaje de entrada a través del diodo zener DZ200, el cual funciona como divisor de voltaje regulado en paralelo.

Para determinar el voltaje de base del transistor Tr200 es necesario hacer lo siguiente.



$$65.78 = V_z + V_B$$

$$V_B = 65.78 - V_z$$

DE LOS DATOS DEL DIODO
TENEMOS QUE.

$$V_z = 6.8 \text{ V}$$

ENTONCES'

$$V_B = 65.78 - 6.8$$

$$V_B = 58.98 \text{ V.}$$

De forma que al excitar la base del transistor Tr200, éste - conduce y como la corriente de colector circula hasta el emisor la bobina del contactor CTT es energizada.

Los transistores forman un interruptor cortando por tierra a la bobina del contactor CTT, cuyo tiempo de activación es controlado por el voltaje de los puntos A y B, del circuito principal del convertidor.

CIRCUITO DE CONTROL No.2.

El circuito de control No.2, tiene como función el detectar el voltaje de línea a través del transformador DCPT. Esta detección se lleva a cabo en las líneas con números 101X1 y 101X2, las cuales entran a un rectificador, y el voltaje resultante en la salida del rectificador es comparado usando dos circuitos comparadores de voltaje.

El primer comparador compara el voltaje de línea con el voltaje patrón que sea mayor de 450 V.c.d.

El segundo comparador compara el voltaje de línea con el voltaje patrón, que sea menor de 660 V.c.d.

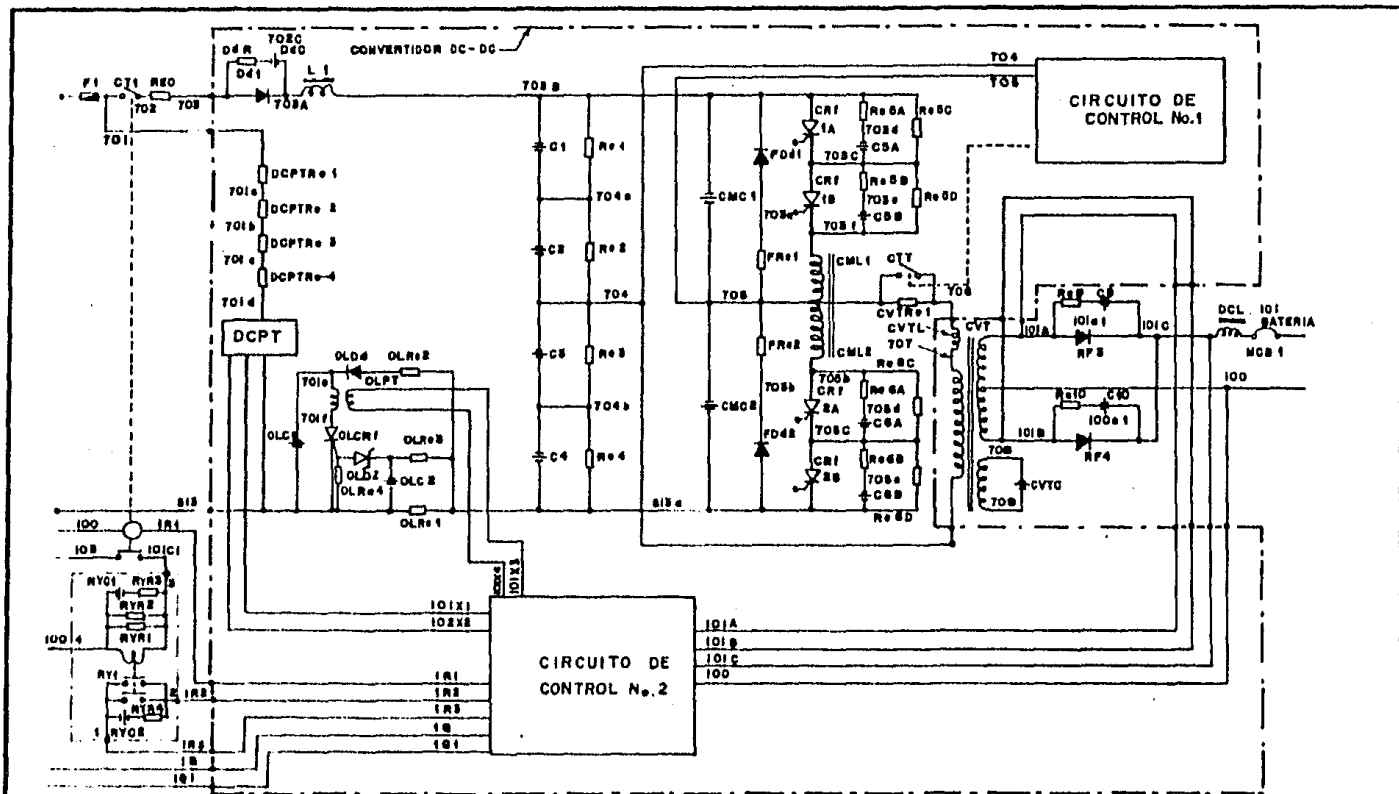
La salida de cada uno de los comparadores son conectadas a la base de dos transistores, los cuales forman un interruptor que controla la activación de la bobina del relevador OLVR.

Si el voltaje de línea se encuentra entre 450 y 660 V.c.d. el relevador OLVR es activado y sus contactos se cierran pasando la corriente de la línea LQ a la LRI, la cual a su vez activa al relevador CTI y con esto el contacto principal CTI se cierra --- (ver el diagrama del circuito principal del convertidor) ., con lo cual se suministra el voltaje de línea al circuito principal del convertidor.

En caso en que el voltaje de línea sea superior o inferior al rango de voltaje descrito anteriormente, se presentará falla de convertidor con lo cual no habrá carga de batería.

El circuito de control No.2 además de detectar el voltaje de alimentación para el suministro del convertidor, genera la señal de compuerta de los thyristores CRf1A, CRf1B, CRf2A y CRf2B necesaria para hacerlos conducir.

Estos thyristores forman el inversor de medio puente del convertidor, para pasar la señal de c.d. de la línea de 600 V.a alterna para el funcionamiento del transformador CVT.



UNAM 100 100

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN		
TESIS PROFESIONAL	Fecha: Agosto 13-84	Director de Tesis
	Alumno: MARTINEZ PINA JOSE MIGUEL	ING. RICARDO J. RAMIREZ VELARDE.
	DIAGRAMA DEL CIRCUITO PRINCIPAL DEL CONVERTIDOR	



5.2. MOTO-COMPRESOR.

Se encuentra formado por un motor de corriente directa y un compresor de aire del tipo reciprocante. El acoplamiento o transmisión de movimiento desde el motor al compresor, es por medio de bandas.

Los datos del motor son los siguientes:

Potencia	3.5 HP.
Voltaje	600 V.c.d.
Corriente de armadura	5.5 A.
Corriente de campo en deriv.	0.27 A.
Tipo	Compuesto.
RPM	2500.
Número de polos	2
Resistencia de los devanados a 25°C.	
Armadura	3.000 ohms.
Campo conmutador	1.830 ohms.
Campo en derivación	571 ' ohms.
Campo serie	1.400 ohms.
Resistencia fija en serie con la armadura	10 ohms.
Resistencia fija en serie con el campo deriv.	1450 ohms.

Su diagrama de conexión se muestra en la figura No.95.

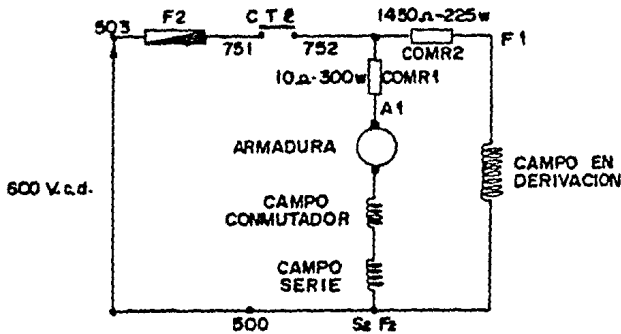


DIAGRAMA DE CONEXION DEL MOTOR DEL COMPRESOR

Fig. No.95

Datos del compresor.

Tipo	Reciprocante.
Número de cilindros	2.
Capacidad	340 l/min.
Autolubricado y enfriado por aire.	

Funcionamiento eléctrico del moto-compresor.

Para describir el funcionamiento eléctrico del moto-compresor, nos auxiliaremos de los diagramas mostrados en las figuras (Nos. 96a) y 96b).

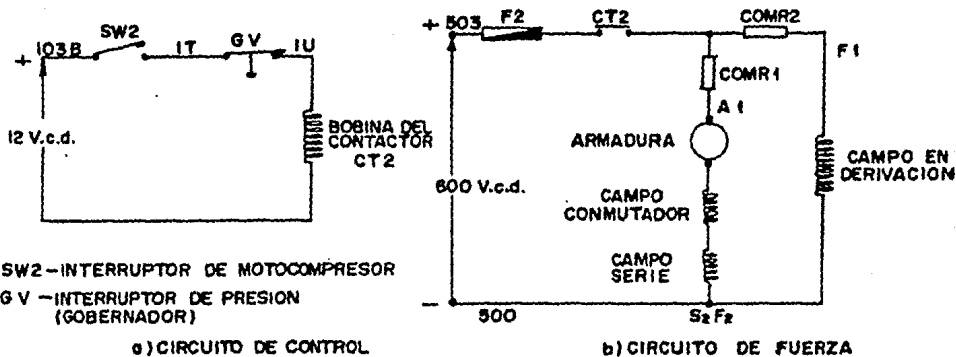


Fig. No.96 CIRCUITO DE CONTROL Y FUERZA DEL MOTOR DE COMPRESOR

Para el funcionamiento del moto-compresor, se tiene dispuesto el interruptor SW2, situado en la cabina del operador y cuya función es manual.

Cuando el interruptor SW2 se cierra, la bobina del contactor CT2 se energiza y cierra su contacto CT2 en el circuito de fuerza, como se muestra en las figuras Nos. 97a) y 97b).

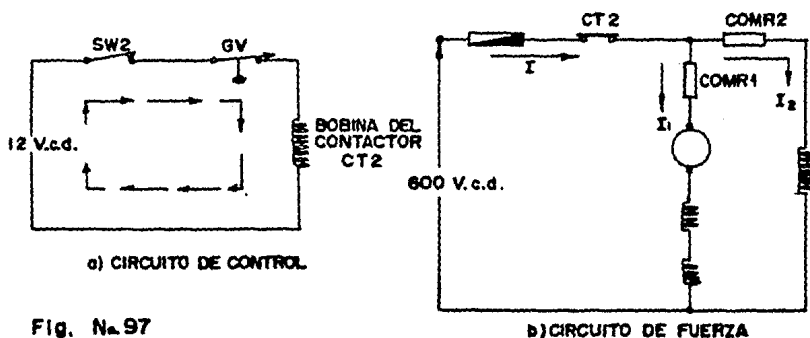


Fig. No.97

CIRCULACION DE CORRIENTE DEL CIRCUITO DE CONTROL Y DE FUERZA

Conectando el motor del compresor a el voltaje de alimentación y por consiguiente el compresor empieza a funcionar.

La descarga de aire comprimido es llevado a los tanques de almacenamiento de aire del sistema neumático del trolebús.

La presión en los tanques de almacenamiento empieza a aumentar a medida que se van llenando, de tal forma que para desconectar el motor del compresor, cuando los tanques tienen la presión requerida de trabajo del sistema neumático, se dispone de un detector de presión, conectado a los tanques. Este detector es un interruptor de presión, cuyo contacto eléctrico se encuentra conectado en serie con el interruptor del compresor SW2, su funcionamiento es el siguiente.

Si la presión existente en el sistema es de 110 psi, el interruptor de presión se abre, desconectando el motor y con ello se detiene el compresor.

Si la presión disminuye, el interruptor de presión se cierra cuando detecta una presión de 85 psi, con lo cual el motor y el compresor empiezan a funcionar.

C O N C L U S I O N

AL INICIAR ESTE ESTUDIO DE LA APLICACION DE LA ELECTRONICA DE POTENCIA EN LA TRACCION ELECTRICA, MI INQUIETUD E INTERES FUE AUMENTANDO CONFORME LO IBA DESARROLLANDO.

UNA DE ELLAS FUE LA DE DAR A CONOCER EL FUNCIONAMIENTO ELECTRICO DEL SISTEMA DEL TROLEBUS CON LA APLICACION DEL CHOPPER (TROCEADOR) DE TENSION DE LA LINEA DE ALIMENTACION, TENIENDO EN CUENTA QUE -- PRESENTA UNA TECNOLOGIA AVANZADA PARA NUESTRO PAIS, SIENDO UNO DE LOS OBJETIVOS DE ESTE TRABAJO FACILITAR EL ACCESO AL ESTUDIANTE UNIVERSITARIO A ESTA INFORMACION, Y MOSTRAR COMO LA APLICACION DE LA ELECTRONICA DE POTENCIA NOS BRINDA UNA BASE FAVORABLE PARA LA TRACCION ELECTRICA.

ES INTERESANTE CONOCER EL SISTEMA CHOPPER (TROCEADOR) DEL TROLEBUS, PORQUE SE APEGA A LA REALIDAD, YA QUE EN LA ACTUALIDAD ESTOS TROLEBUSES SE ENCUENTRAN EN FUNCIONAMIENTO EN LAS CIUDADES DE MEXICO Y GUADALAJARA, BRINDANDO UNA SOLUCION A LOS PROBLEMAS DE CONTAMINACION AMBIENTAL, ASI COMO UNA EFICIENCIA CADA VEZ MAYOR EN AHORRO DE ENERGIA.

DEJANDO LA INCERTIDUMBRE Y LA IMPRESION DE EMPOBRECIMIENTO CUANDO INICIE ESTE ESTUDIO, MI PRIMER TROPIEZO FUE EL DE CONTAR CON LA INFORMACION NECESARIA PARA LLEVARLO A CABO, INVESTIGANDO Y CONSULTANDO

TANDO LIBROS Y EN CIERTA FORMA MANUALES DEL PROVEEDOR PUDE LOGRAR ESTE TRABAJO.

CONSIDERANDO QUE REUNE LOS REQUISITOS INDISPENSABLES, YA QUE NO --
CONTAMOS CON BIBLIOGRAFIA DISPONIBLE EN NUESTRO PAIS, EN LA APLI-
CACION DE TROCEADORES DE TENSION PARA EQUIPOS DE CONTROL AUTOMA--
TICO DE TROLEBUSES.

LAS MEJORAS PRESENTADAS AL SISTEMA DESCRITO SON DEBIDO AL AVANCE
TECNOLOGICO EN LA FABRICACION Y DISEÑO DE SEMICONDUCTORES, LAS --
CUALES SON LAS SIGUIENTES:

LOS THYRISTORES NORMALES NECESITAN DE UN SISTEMA DE DISPARO PARA
PONERLOS EN CONDUCCION, Y UN SISTEMA DE CONMUTACION PARA PODERLOS
PONER EN ESTADO DE CORTE. EL SISTEMA DE CONMUTACION PRESENTA LA
DIFICULTAD DE QUE DEBE DE ESTAR BIEN CALCULADO Y DISEÑADO PARA --
ESTA APLICACION, DANDO ORIGEN A REACTORES SATURABLES Y CONDENSE-
DORES DE CONMUTACION.

ESTE SISTEMA SE PUEDE REEMPLAZAR POR THYRISTORES G.T.O. (GATE --
TURN-OFF), LOS CUALES NO NECESITAN DEL SISTEMA DE CONMUTACION --
PARA PONERLOS EN ESTADO DE CORTE, YA QUE EL PRINCIPIO DEL DISPA-
RO Y CORTE DEL MISMO SE REALIZA POR LA COMPUERTA (GATE). EN --
OTRAS PALABRAS, SE PUEDE APAGAR POR LA COMPUERTA, INVIRTIENDO EL
PULSO DE CEBADO, ES DECIR, HACIENDOLO NEGATIVO.

LA UTILIZACION DEL G.T.O. TRAE COMO CONSECUENCIA UN MENOR PESO --
DEL EQUIPO CHOPPER, CONSUMO DE ENERGIA MENOR Y UN RENDIMIENTO --
MAYOR.

SIN CONSIDERAR QUE EL MOTOR DE TRACCION PUEDE SER REEMPLAZADO --
POR UN MOTOR DE INDUCCION TRIFASICO, DE LA MISMA POTENCIA Y ME--
NOR COSTO DE MANTENIMIENTO, CUYO CONTROL DE LA REGULACION DE VE--
LOCIDAD SE REALIZARIA CAMBIANDO LA FRECUENCIA POR MEDIO DE UN --
PUENTE TRIFASICO, FORMADO POR 6 THYRISTORES G.T.O., EN CONFIGURA
CION CLASE 4, PARA CONVERTIR EL SUMINISTRO DE VOLTAJE DE C.D. A
C.A., NECESARIA PARA EL MOTOR DE INDUCCION.

TODO ESTO DARIA ORIGEN A UNA REDUCCION DEL COSTO DEL EQUIPO A LA
COMPRA Y AHORRO ECONOMICO EN EL MANTENIMIENTO.

BIBLIOGRAFIA.

MANUAL DE EQUIPO ELECTRICO PARA TROLEBUS.	TOSHIBA	TOKIO JAPON 1980
MANUAL DE INSTRUCCIONES PARA UNIDAD DE CONTROL DE PUERTA.	TOSHIBA	TOKIO JAPON 1981
ELECTRONICA DE POTENCIA	RAYMOND RAMSHAW	ED. MARCOMBO
ELECTRONICA DE POTENCIA	G. SEGUIER	ED. GUSTAVO GILI
MAQUINAS ELECTRICAS Y TRANS- FORMADORES.	L.I. KOSHOW.	ED. REVERTE.
PRINCIPIOS BASICOS DE ELEC- TRONICA	VESTER ROBINSON	ED. TRILLAS.
MANUAL PARA INGENIEROS Y TEC- NICOS EN ELECTRONICA.	MILTON KAUFMAN.	ED. MC. GRAW HILL.
COMUNICACION ELECTRONICA	SHRADER	ED. MC. GRAW HILL.