

300617
19.
2oj



UNIVERSIDAD LA SALLE

**ESCUELA DE INGENIERIA
INCORPORADA A LA U. N. A. M.**

**ANALISIS DEL SISTEMA DETECTOR DE
CORTO CIRCUITO USADO EN EL METRO**

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE :

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

PRESENTA :

JUAN CARLOS GPE. MARQUINA ALVAREZ ICAZA

MEXICO, D. F.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

1986



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.

300617

19
2ej



UNIVERSIDAD LA SALLE

**ESCUELA DE INGENIERIA
INCORPORADA A LA U. N. A. M.**

**ANALISIS DEL SISTEMA DETECTOR DE
CORTO CIRCUITO USADO EN EL METRO**

TESIS PROFESIONAL

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE :
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA**

PRESENTA :

JUAN CARLOS GPE. MARQUINA ALVAREZ ICAZA

MEXICO, D. F.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

1986

I N D I C E

CAPITULO	DESCRIPCION	PAGINA
I.-	INTRODUCCION - - - - -	8
I.1.-	IMPORTANCIA DEL METRO EN LA VIDA DE LA CIUDAD - - - - -	8
I.2.-	OBJETIVO DE LA TESIS - - - - -	15
II.-	SISTEMA DE ALIMENTACION DE ENERGIA ELECTRICA PARA EL MATERIAL RODANTE - - -	16
II.1.-	RECEPCION DE LA ENERGIA - - - - -	16
II.2.-	SUBESTACION DE ALTA TENSION Y DISTRIBUCION EN 15 K.V. - - - - -	21
II.3.-	SUBESTACIONES DE RECTIFICACION - - -	23
II.4.-	DISYUNTOR ULTRA RAPIDO - - - - -	27
II.5.-	DISTRIBUCION DE BAJA TENSION (750 V.C.C.) - - - - -	30
III.-	DESCRIPCION GENERAL DEL DETECTOR DE CORTO CIRCUITO - - - - -	32
III.1.-	INTRODUCCION - - - - -	32
III.2.-	PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO - - - -	35
III.2.1.-	PRUEBA MANUAL - - - - -	40
III.2.2.-	CIRCUITO DE INHIBICION - - - - -	42
III.2.3.-	ALIMENTACIONES - - - - -	43
III.3.-	SINOPTICO DE CONEXION DEL D.C.C. - -	44

CAPITULO	DESCRIPCION	PAGINA
IV.-	FUNCIONAMIENTO DESCRIPCION DE LOS CIRCUITOS - - - - -	48
IV.1.-	CIRCUITO PRINCIPAL - - - - -	48
IV.1.1.-	ALIMENTACIONES - - - - -	50
IV.1.2.-	FILTRO DE ENTRADA - - - - -	53
IV.2.-	CIRCUITO DE VIA - - - - -	55
IV.2.1.-	FILTRO AMPLIFICADOR - - - - -	59
IV.2.2.-	DERIVADOR Y DIODO SIN UMBRAL - - - - -	60
IV.2.3.-	AMPLIFICADOR - - - - -	61
IV.2.4.-	COMPARADOR - - - - -	61
IV.2.5.-	MONOESTABLE - - - - -	62
IV.2.6.-	ADAPTADOR - - - - -	63
IV.2.7.-	CONTROL DEL CIRCUITO DE VIA - - - - -	64
IV.3.-	CIRCUITO ANALOGICO - - - - -	68
IV.3.1.-	ELABORACION DE LA REFERENCIA - - - - -	70
IV.3.2.-	MANDO DE LOS CONTADORES - - - - -	72
IV.4.-	CIRCUITO LOGICO - - - - -	74
IV.4.1.-	LOGICA DE LAS PRUEBAS - - - - -	74
IV.4.2.-	SEÑAL DE INHIBICION - - - - -	81
IV.5.-	CIRCUITOS DE INHIBICION - - - - -	82
V.-	UTILIZACION - - - - -	86
V.1.-	CONEXIONES CON EL EXTERIOR - - - - -	87

CAPITULO	DESCRIPCION	PAGINA
V.2.-	REGULACIONES PUESTA BAJO TENSION - -	88
VI.-	MANTENIMIENTO - - - - -	92
VII.-	CIRCUITO DE PRUEBA PARA EL D.C.C.- -	102
	CONCLUSIONES - - - - -	114
	BIBLIOGRAFIA - - - - -	116

RELACION DE FIGURAS

FIGURA	DESCRIPCION	PAGINA
1	DISTRIBUCION DE LA ENERGIA ELECTRICA 85/15 K.V. 15 K.V./750 V.C.C. 15 K.V./220-127 V.C.A. - - - - -	17
2	SUBESTACIONES DE ALTA TENSION. LINEAS 1, 2 Y 3 - - - - -	19
3	TIPOS DE SUBESTACIONES DE RECTIFICACION - -	24
4	RED DE ALIMENTACION EN 23 K.V. PARA LAS LINEAS 4 Y 5 DEL S.T.C. "METRO" - -	29
5	SINOPTICO DEL D.C.C. - - - - -	36
6	SINOPTICO DE CONEXION DEL D.C.C. - - -	45
7	PLAN DE CABLEADO DEL D.C.C. - - - - -	47
8	CIRCUITO PRINCIPAL - - - - -	49
9	DIAGRAMA DE CONEXIONES CIRCUITO PRIN- CIPAL - - - - -	54
10	CIRCUITO VIA - - - - -	56

FIGURA	DESCRIPCION	PAGINA
11	CRONOGRAMA SEÑAL DEL CIRCUITO DE VIA -	66
12	CRONOGRAMA SEÑAL DEL CIRCUITO DE VIA - CONTINUACION - - - - -	67
13	CIRCUITO ANALOGO - - - - -	69
14	CIRCUITO LOGICO - - - - -	75
15	CIRCUITO DE DETECCION INHIBICION INHE-	83
16	CIRCUITO DE DETECCION INHIBICION INHR-	85
17	CRONOGRAMA DE PRUEBA - - - - -	96
18	CRONOGRAMA DE PRUEBA - CONTINUACION- -	97
19	CABLE DEL SHUNT - - - - -	99
20	ENCHUFES P1, P2, P3. - - - - -	101
21	CURVA DEL CIRCUITO R.C. - - - - -	104
22	CIRCUITO DE PRUEBA - - - - -	108

C A P Í T U L O I

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

I.1. IMPORTANCIA DEL METRO EN LA VIDA DE LA CIUDAD.

México es una de las Ciudades más grandes del mundo, en donde el crecimiento del número de habitantes y su concentración cada vez más intensa, reclaman los medios para desplazarse con rapidez, seguridad y economía.

Una de las grandes preocupaciones de todo gobernante es resolver los problemas de las grandes masas. En Ciudades como la nuestra el problema del transporte urbano es uno de los más graves, principalmente si tomamos en cuenta que involucra embotellamientos, contaminación, consumo excesivo de los energéticos. Reposición y reparación de vehículos, capacitación de personal, etc.

En la Ciudad de México y tomando como base la experiencia de la vida cotidiana, nos damos cuenta que cada día aumentan más y más los automóviles que circulan por las calles, por lo cual podría pensarse que este crecimiento en el número de vehículos privados traería consigo una

mejoría en la situación de los transportes urbanos, pero lo cierto es lo contrario. Los embotellamientos de nuestras calles, no sólo las del centro, sino aún nuestras -- llamadas "Vías Rápidas", son una comprobación de que no -- se ha abordado el problema en sus dos vertientes; aumento en vías de circulación e incremento de los medios colectivos de transporte. Esto trae como consecuencia que la -- contaminación ambiental alcance límites peligrosos y se -- apodera la neurósis de todo aquel que tiene que hacer -- frente a la cotidiana aventura de utilizar un servicio de transporte lento, peligroso, de dudosa continuidad de servicio y en algunos casos con tarifas muy elevadas.

Todos sabemos que las Estadísticas Oficiales hablan del número de personas que utilizan los diversos medios de transporte urbano, pero nunca nos ilustran acerca de los perjuicios que sufren, así también guardan silencio -- sobre los viajes que no se llevan a cabo debido a las -- grandes insuficiencias de dichos medios y en último caso, pesan más los retrasos sufridos por el intenso tráfico -- que el deseo de desplazarse, limitándose así la función -- de trasladarse a los lugares más indispensables; el trabajo, la asistencia obligatoria a clases, las atenciones -- prioritarias del hogar, etc. Esto y la tan lamentable --

deshumanización de la vida en las grandes urbes, encuentra en la dificultad del transporte, una de sus más evidentes determinantes.

El transporte urbano es considerado en nuestra ciudad como en muchas otras, como un servicio meramente social de índole análoga a la de otros servicios como los de bomberos, agua potable, ambulancias, limpieza, etc., lo que obliga, especialmente a establecer modificaciones para perfeccionar los sistemas de dichos transportes, buscando así reducir la afluencia de vehículos particulares, por una parte, y por otra, mejorar los servicios públicos en los que a comodidad, rapidez y costo se refiere, para que los usuarios renuncien, por bien entendida conveniencia, al uso de sus propios automóviles.

La solución a fondo del problema no se encuentra en la utilización exclusiva de los vehículos de superficie. Esto lo podemos observar en las Ciudades que como Nueva York, París y Londres cuentan con servicios urbanos de transporte muy completos; son estas Ciudades las que cuentan además con las redes más extensas de Metros.

La construcción y desarrollo de sistemas masivos de

transporte, requiere una planeación a largo plazo, que contemple la realización ininterrumpida de los trabajos.

La justificación es fundamental, por las siguientes razones:

Capacidad de transporte, economía en energéticos, seguridad, rapidez y ausencia de contaminación ambiental. Estas ventajas se pueden observar analizando los siguientes datos concretos del Metro de la Ciudad de México.

La capacidad de transporte de nuestro Metro puede llegar a ser de 55 mil personas por hora en una dirección, a base de un tren de nueve carros, con capacidad normal de 1,530 pasajeros, cada 120 segundos. Si tomamos en cuenta por otra parte, que los coches particulares transportan como promedio de 1.3 a 1.6 personas por coche, serían necesarios entre 34 y 42 mil carros para trasladarse igual volumen de personas.

En cuanto a economía de energía, es el Metro el que presenta ventajas aplastantes en comparación con los otros medios de transporte; el consumo por kilómetro recorrido como promedio por pasajero es de 0.7 KW h., por lo que --

respecta a seguridad, en los últimos años se han producido en nuestra capital accidentes de tránsito en un promedio de 9,600 anuales, el Metro ha sufrido un solo accidente en 1975.

Por otro lado, si comparamos la rapidez de traslado tenemos que, la velocidad media del tránsito de superficie es de 14.56 Km/h. en los autobuses de primera clase, de 14.04 Km/h. en los de segunda clase. La velocidad del Metro es de 34 kilómetros por hora. Calculando con base en el recorrido medio de los pasajeros del Metro de 7.6 kilómetros, la diferencia en los tiempos invertidos en el transporte, es de 17.5 minutos ó 19.5 minutos respectivamente, a favor del Metro.

Refiriéndonos al problema de la contaminación atmosférica en sus diversas facetas, el cual ha llamado la atención de todos, tenemos que en el Distrito Federal, las Autoridades correspondientes manifiestan que se recibe diariamente la catastrófica cantidad de 4,700 toneladas de polvos y materiales tóxicos, además del ruido que en nuestra Ciudad alcanza un nivel muy considerable; problemas en los que nuestro metro no contribuye directamente.

hay que hacer notar que dentro de los diferentes medios - de transporte urbano en la Metrópoli, el Metro no solamente es el más rápido, el más cómodo, el más económico y el más limpio, sino también el más seguro entre todos ellos, pero hay una observación que no debemos pasar por alto; - nos referimos al papel del hombre; en un sistema de transporte que por su enorme complejidad depende en tan buena medida de la capacitación del personal.

Como hemos dicho, uno de los objetivos fundamentales del Sistema de Transporte Colectivo, ha sido siempre la seguridad de todos los usuarios y por lo tanto, se cuenta con un número de protecciones, que podrían ser como ejemplo:

El llamado arillo de hombre muerto, localizado en el manipulador de las cabinas de conducción y que asegura el movimiento del tren solo si el conductor lo activa; en el momento en el que el conductor sufriera algún percance, como podría ser un desmayo, se desactivaría este arillo y el tren se detendría.

Existen además otras protecciones que aseguran las vías, por donde circulan los trenes y por donde fluye la

corriente de tracción, en este caso me refiero a los equipos detectores de corto circuito.

La vía, consta de tres elementos principales que -- son la barra guía, la pista de rodamiento y el riel, siendo estos dos últimos el negativo, mientras que la barra -- guía es el positivo de los 750 V. de potencial; entonces si por alguna circunstancia existiera material conductor que lograra hacer puente entre el positivo y el negativo, se produciría un corto circuito, que se entiende como una demanda excesiva de corriente, lo cual provoca un arco y una sobretensión que daña a los equipos. Por este motivo, considero de suma importancia este sistema de protección, puesto que durante el servicio se llegan a presentar anomalías, como puede ser cuando a un tren se le -- poncha una llanta, y las estrías metálicas quedan fuera, y con el giro de la llanta, éstas llegan a tocar entre el positivo y el negativo y se provoca un corto circuito, -- asimismo cuando a un usuario se le cae a las vías algún -- objeto metálico, y llega a tocar entre la guía y la pista, se produce un corto circuito, y por lo tanto una alta demanda de corriente, la cual se ve interrumpida por la -- apertura del interruptor ultrarápido, que es ordenado por el sistema detector de corto circuito.

I.2. OBJETIVO DE LA TESIS.

La presente Tesis, tiene como objetivo fundamental, reunir la información adecuada para la comprensión, la -- operación y los ajustes de los equipos detectores de corto circuito.

Se pretende que a través de esta Tesis, pueda lograr se una información congruente que sirva de base para su - mantenimiento.

Es importante señalar que para elaborar este trabajo, se tuvo que superar una serie de obstáculos inherentes a la recopilación de datos, sobre todo por la dispersión de la información.

El contenido está dividido en dos grandes rubros:

PRIMERO.- La explicación de cómo se distribuye la - energía eléctrica.

SEGUNDO.- El aspecto medular, constituido por la descripción del equipo detector de cortos circuitos.

C A P I T U L O I I

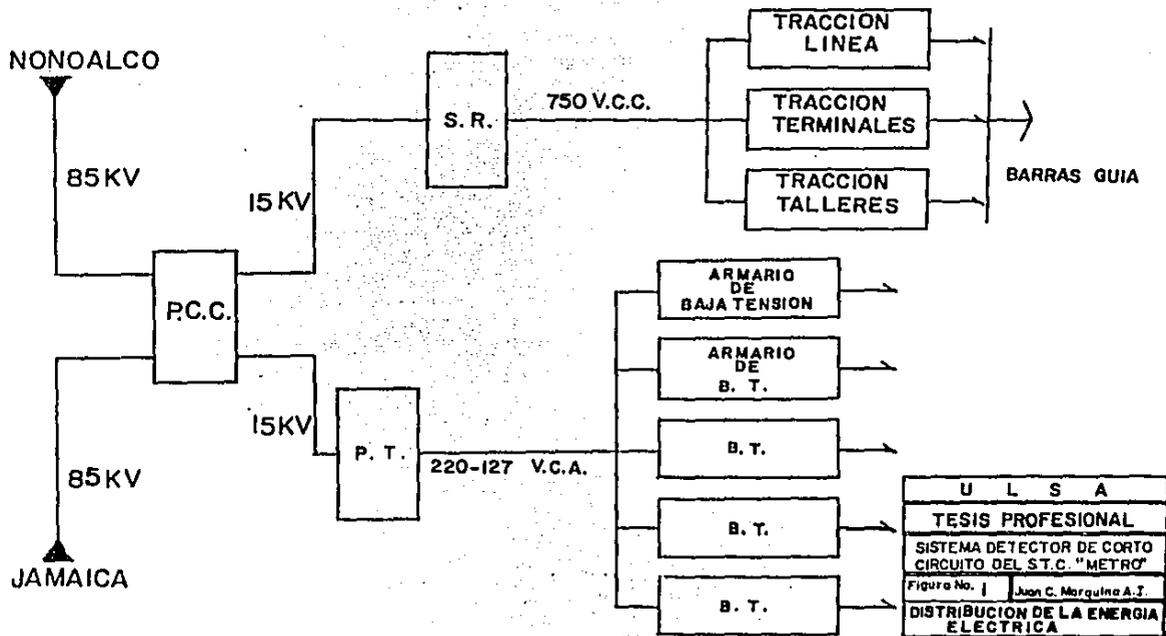
SISTEMA DE ALIMENTACION DE ENERGIA ELECTRICA PARA EL MATERIAL RODANTE.

II.1. RECEPCION DE LA ENERGIA.

La energía eléctrica utilizada por la Red del Metro es suministrada bajo forma de corriente trifásica en 85 - KV. por la Compañía de Luz y Fuerza, a la Subestación de Alta Tensión General, conocida con el nombre de Buen Tono o Puesto Central de Control (P.C.C.).

Esta alimentación de 85 KV. proviene de las Subestaciones Nonoalco y Jamaica, pertenecientes a la Compañía de Luz y se lleva a cabo mediante dos cables subterráneos independientes entre sí, los cuales son enfriados por aceite a presión.

Como puede observarse en la Figura 1, la distribución de la energía eléctrica llega de las Subestaciones Nonoalco y Jamaica al Puesto Central de Control, y de ahí se transforma de 85 KV. a 15 KV. y se distribuye, por un lado a los Puestos de Transformación (P.T.), los cuales -

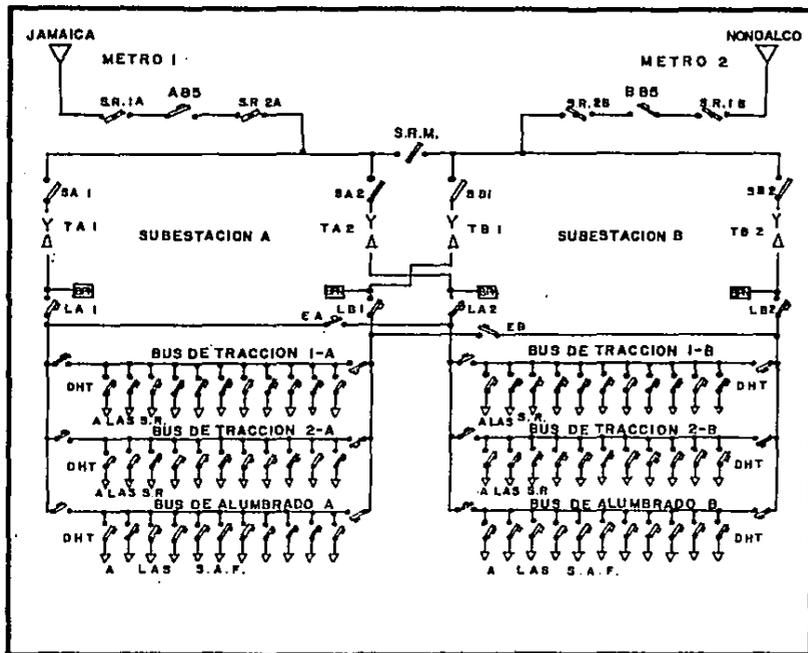


alimentan los armarios de Baja Tensión (B.T.) y por otro lado a las Subestaciones de Rectificación (S.R.), las cuales alimentan en 750 V. de corriente continua que va directamente a las barras de tracción, ya sea a las líneas, terminales o talleres.

En la Figura 2, se puede apreciar cómo por medio de las dos Subestaciones de 85 KV. existen menos posibilidades de desenergización de las instalaciones del Metro, ya que las dos Subestaciones forman parte del anillo de energía que circunda la Ciudad y que se encuentran localizadas diametralmente opuestas, lo que da como resultado eléctrico eléctrico, que se puede cortar alguna de las alimentaciones del Metro, sin afectar al Sistema.

Existe además un sistema de emergencia, que puede ser utilizado en cualquier momento en el cual faltara la alimentación simultánea de las dos Subestaciones; a este sistema se le conoce con el nombre de Plantas Jet.

En la Figura 2, se observa cómo los cables de 85 KV. provenientes de las dos Subestaciones, tienen cada uno a su llegada al P.C.C. dos interruptores generales, denominados A85 y B85, conocidos generalmente por inte---



**SUBESTACION DE ALTA TENSION
LINEAS 1, 2 Y 3**

-  SECCIONADOR ROTATIVO
-  INTERRUPTOR AUTOMATICO
-  SECCIONADOR
-  TRANSFORMADOR ESTRELLA
-  DELTA
-  BOBINA DE PUNTO NEUTRO
-  S.R. SUBESTACION DE RECTIFICACION
-  S.A.F. SUBESTACION DE ALUMBRADO Y FUERZA

U L S A

TESIS PROFESIONAL

SISTEMA DETECTOR DE CORTO
CIRCUITO DEL S.T.C. "METRO"

Figura No 2 Juan C. Morquino A. I.

SUBESTACIONES DE ALTA TENSION
LINEAS 1, 2 Y 3

ruptores Derlikon; que se encargan de aislar el cable co
rrespondiente.

11.2. SUBESTACIONES DE ALTA TENSION Y DISTRIBUCION EN 15 KV.

Cada cable de 85 KV. alimenta una Subestación de Alta Tensión en el P.C.C., que asegura el suministro de energía a la mitad de las instalaciones del Sistema. Sin embargo, en caso de falla de una de las dos Subestaciones, puede operarse un seccionador rotativo medio (SRM), que permite la alimentación del total de las instalaciones por un solo cable. A las Subestaciones se les denomina Subestación "A" y Subestación "B".

Cada Subestación de Alta Tensión está formada por dos transformadores de 38.5 MVA (Mega Volt-Amperes), con una relación de transformación de 85 a 15 KV., en conexión Estrella-Delta; con sus correspondientes seccionadores en el primario, denominados: SA1, SA2, SB1, SB2; y sus interruptores de salida en el secundario, llamados: LA1, LA2, LB1, LB2.

Las dos salidas de 15 KV. de cada Subestación se pueden interconectar por medio de un enlace con su respectivo interruptor denominado EA y EB. Las dos Subestaciones tienen una capacidad total de transformación de 150 MVA.

Las cuatro salidas de 15 KV. de las dos Subestaciones de Alta Tensión, alimentan a cuatro buses de tracción y a dos buses de alumbrado, los cuales se encargan de alimentar las Subestaciones de Rectificación y las Subestaciones de Alumbrado y Fuerza respectivamente.

La alimentación a cada bus (de tracción o de alumbrado), se puede hacer por cualquiera de sus extremos, cerrando el interruptor correspondiente. Las salidas de los cuatro transformadores están conectadas a través de los dos enlaces y a los buses de 15 KV. de manera tal, que la falla de un transformador puede compensarse a través de los interruptores existentes; cualquier transformador puede alimentar cualquier bus de 15 KV., lo que permite que en caso de falla de varios transformadores, con uno solo de ellos, se puedan alimentar los circuitos de seguridad del Sistema.

II.3. SUBESTACIONES DE RECTIFICACION.

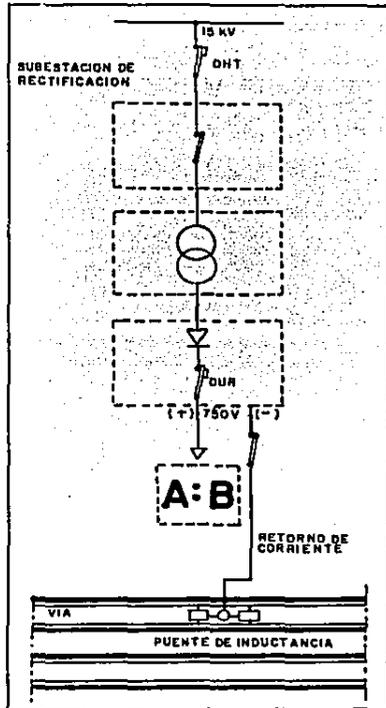
Los cables de 15 KV. alimentadores de las Subestaciones, salen del P.C.C. en galerías subterráneas, a las cuales se unen ductos también subterráneos, por los que continúan los cables de 15 KV. Estos ductos se unen en sus extremos a los túneles mas próximos de cada una de las líneas del Sistema y son transportados los cables en charolas hasta la proximidad de las subestaciones donde se conectan. Para cada Subestación de Rectificación existe un cable alimentador de 15 KV.

FINALIDAD:

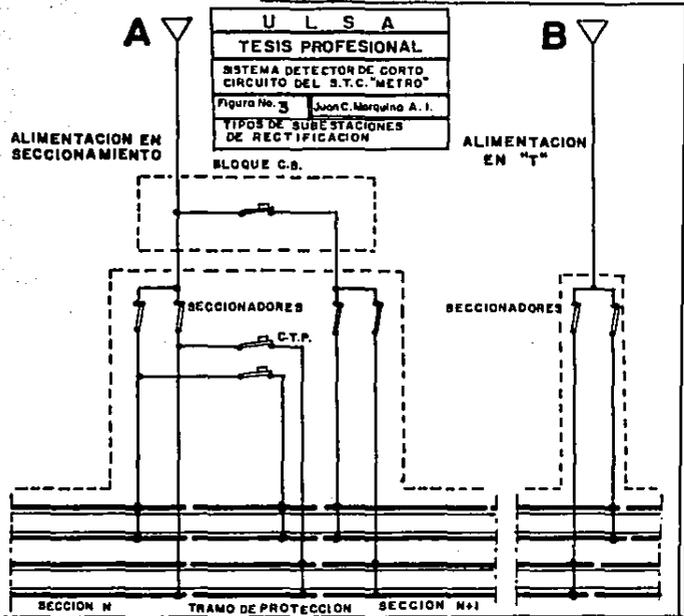
Como se muestra en la Figura 3, las Subestaciones de Rectificación se encargan de transformar y rectificar la tensión media de 15 KV.C.A. en 750 V.C.C. que es la tensión de trabajo de los trenes.

UBICACION:

La ubicación de las subestaciones está realizada en base a la caída de tensión máxima permisible, considerando que la puesta en fuera de servicio de una de ellas no afectará el mínimo de tensión y corriente requerida para



TIPOS DE SUBESTACIONES DE RECTIFICACION



el movimiento de los trenes, ya que las dos adyacentes podrían con su capacidad absorber la sobrecarga existente.

Tomando en cuenta los factores mencionados anteriormente, la distribución de las cargas a que estarían sometidas, la distancia entre Subestaciones de Rectificación (S.R.), se calculó y es de 1.5 Km. aproximadamente.

Existen dos tipos de Subestaciones:

Las que tienen un contactor de seccionamiento se denominan de "Alimentación de Seccionamiento" y todas las demás que son llamadas alimentación en "T". Ver Figura - 3.

Las S.R.'s. que alimentan en seccionamiento, básicamente se encuentran constituidas en forma idéntica a las de alimentación en "T", con la única excepción de que en ellas el Disyuntor Ultra Rápido (D.U.R.), alimenta una de las zonas directamente y la zona adyacente por el Contactor de Seccionamiento (C.S.).

Los grupos o bloques que constituyen una Subestación de Rectificación, son:

a) BLOQUE SECCIONADOR.

Tiene como función principal la de aislar la Subestación de Rectificación con respecto al cable de 15 KV. alimentador.

b) BLOQUE TRANSFORMADOR.

Este bloque permite transformar la energía recibida de 15 KV. C.A. en 540 V.C.A.

c) BLOQUE RECTIFICADOR.

Este bloque, como su nombre lo indica, es el encargado de rectificar la corriente alterna en corriente continua de 750 V.

II.4. DISYUNTOR ULTRA RAPIDO (D.U.R.)

Este interruptor automático permite la alimentación del Puesto de Rectificación a los cableados que llegan a las barras guías.

Dicho interruptor se encuentra dentro de la Subestación de Rectificación y trabaja con un voltaje aplicado de 750 V.C.C.; de este equipo, el P.C.C. no tiene ningún control local.

Este interruptor automático Ultra Rápido es común a las dos vías, de manera que las mismas se encuentran en paralelo, a pesar de que el D.U.R. esté abierto.

En las Subestaciones de Rectificación que alimentan en seccionamiento, los D.U.R. alimentan una de las zonas directamente y a la zona adyacente por medio del contactor de seccionamiento.

El retorno de la corriente a las Subestaciones de Rectificación se efectúa por los rieles de seguridad, los cuales logran su continuidad eléctrica a través de los puentes de inductancia.

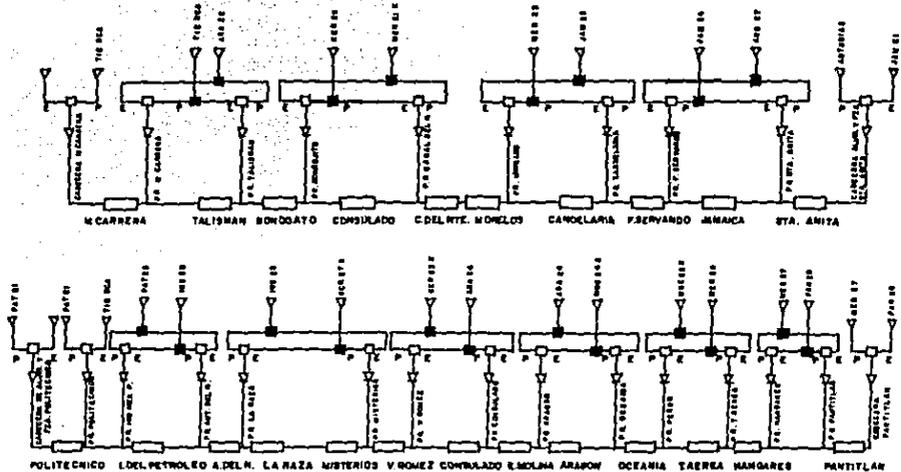
Hasta ahora lo que se ha descrito, cumple para la alimentación de las Líneas 1, 2 y 3; a continuación se describe la alimentación para las Líneas 4 y 5.

En las Figuras 4a y 4b, muestran que, para las Subestaciones de las Líneas 4 y 5 del Metro, la alimentación proviene directamente de la Comisión Federal de Electricidad en 23 KV. C.A., la cual le proporciona directamente a cada una de ellas 2 alimentaciones (una Preferente y una Emergente), a fin de evitar problemas de falta de alimentación. Estas S.R.'s. tienen la misma constitución a las Líneas 1, 2 y 3, siendo las diferencias:

- Disponer de un transformador cuya finalidad es reducir la tensión de 23 KV. a 540 V.C.A.
- El Disyuntor de Alta Tensión (D.H.T.) se encuentra en la misma Subestación de Rectificación. Figura 4.

La finalidad de estas Subestaciones de Rectificación es la misma a la de las S.R.'s. de las Líneas 1, 2 y 3.

RED DE ALIMENTACION EN 23 KV PARA LAS LINEAS 4 Y 5 DEL S.T.C.(METRO)



U L S A	
TESIS PROFESIONAL	
SISTEMA DETECTOR DE CORTO	
CIRCUITO DEL S.T.C. "METRO"	
Figura No. 4	Juan C. Marguina A.I.
ALIMENTACION 23 KV	

II.5. DISTRIBUCION DE BAJA TENSION 750 V.C.C.

La distribución de la corriente de tracción en línea, se efectúa con una tensión de 750 V.C.C., aplicada a las barras guías, las cuales son normalmente alimentadas en paralelo.

Las barras guías de una línea son divididas en zonas y éstas a su vez en secciones.

En situación normal, las secciones y por consecuencia las zonas, están en continuidad eléctrica a lo largo de la línea.

Esta continuidad es realizada por los contactores de seccionamiento y entre las secciones por los seccionadores de aislamiento telemandado.

A la frontera entre secciones se les conoce con el nombre de "Seccionamiento", el cual tiene como finalidad evitar el puenteo de corriente por un tren, de una sección alimentada a una sección privada de corriente. Para este efecto lleva un tramo de protección. Los tramos de protección o cupones de protección son alimentados normal

mente por contactores auxiliares, uno por vía, denominados contactores de tramos de protección.

Los Contactores de Seccionamiento (C.S.), permiten la continuidad eléctrica entre las zonas de una línea. - Trabajan con un voltaje aplicado de 750 V.C.C. y se encuentran ubicados dentro de las Subestaciones de Rectificación, de alimentación en seccionamiento; en la frontera de zonas.

C A P I T U L O I I I

DESCRIPCION GENERAL DEL DETECTOR DE CORTO CIRCUITO

III.1. INTRODUCCION.

El detector de corto circuito es un aparato que ordena el corte de una Subestación Rectificadora cuando aparece un corto circuito en las vías del Metro.

El aparato se presenta bajo la forma de un armario metálico empotrable, de dimensiones: 434 x 394 x 206 mm. Los aparatos electrónicos se encuentran en una caja interna.

Unicamente los diferentes ajustes e instrumentos de mando manuales son accesibles; las partes metálicas están conectadas a la tierra; ésto permite una muy grande seguridad de explotación. Las diferentes uniones con el exterior se hacen por medio de diferentes conectores situados en la parte inferior del gabinete; esta parte gira para permitir la conexión del cable del shunt, y da, por tanto, acceso a potenciales peligrosos.

El valor de la corriente del corto circuito a detectar es regulable de una relación de 1 a 4; es decir, de 1000 a 4000 Amp. Un conmutador con 3 posiciones permite una conexión del aparato en tres tipos de shunt.

La puesta bajo tensión de la cabina no es válida más que después de una prueba automática, controlando la totalidad de los aparatos electrónicos; esta prueba puede igualmente ser disparada de manera manual con la ayuda de un botón pulsador. Al momento que la Subestación Rectificadora es conectada a las vías del tren, existe una cierta demanda de corriente brusca, que podría ser interpretada como un corto circuito, y cada ocasión que se conectara, el detector mandaría la apertura del interruptor, - siendo imposible la conexión entre el Puesto de Rectificación y las vías; por este motivo existe un circuito de -- inhibición, el cual ocasiona la desensibilización del detector de corto circuito instantáneamente cuando se cierra el interruptor que alimenta las vías del tren. Este circuito consta de una serie de relevadores, que son parte de la Subestación Rectificadora y que momentáneamente mandan la señal de inhibición al detector.

El instrumento, cuando recibe esta señal, opera un

circuito que ocasiona que el valor del marco de referencia sea muy alto y fijo (5000 Amp.), y por lo tanto, la corriente demandada en este instante no es considerada como un corto circuito y no se ordena la apertura de la subestación.

III.2. PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO.

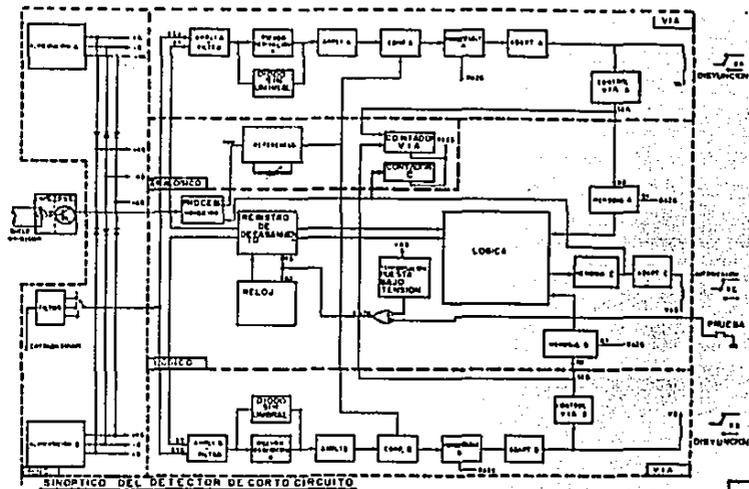
El principio de funcionamiento del detector de corto circuito, es el análisis de las señales electrónicas - engendradas por las variaciones de intensidad de la corriente de tracción, estas variaciones de intensidad son medidas por un shunt, y son aplicadas a un filtro de entrada como se ve en la Figura Número 5; de la salida de este filtro la señal es llevada a dos circuitos idénticos que se muestran en la Figura Número 5, a manera de diagrama de bloques constituidos en el Circuito de Vía.

AMPLIFICADOR Y FILTRO:

Que se encargan de amplificar la señal de entrada, - asegurando a la salida una correspondencia de 1 volt = 1000 - Amp., el filtro es un "Paso Bajas" de primer orden, de -- frecuencia de corte de 20 Hz.

DERIVADOR:

De la salida del amplificador y filtro, la señal se introduce al derivador, el cual realiza la distinción entre un corto circuito y los aumentos de carga, esta distinción se logra de la siguiente forma: la señal de en--



U L S A	
TESIS PROFESIONAL	
SISTEMA DETECTOR DE CORTO CIRCUITO DEL S.T.C. "METRO"	
Figura No. 5	Juan C. Marquina A.I.
SINOPTICO DEL D.C.C.	

trada es derivada, obteniendo con esto a la salida el valor de la pendiente, que corresponde a un voltaje, y esta pendiente será muy grande si existe un consumo excesivo de corriente en poco tiempo, quiere decir que si en un tiempo de 0.1 Seg. el valor de voltaje es igual o superior al de la calibración, ya sean 2, 4, 6 u 8 Volts, el instrumento ordenará la apertura de la subestación puesto que se está detectando un corto circuito.

Existe gran diferencia entre lo que es una demanda normal de corriente debida a los trenes, y lo que es un corto circuito, esto porque en un corto circuito el incremento de corriente demandada es muy alto y en un tiempo mínimo, a comparación de la demanda de los trenes que no es tan alta y es paulatina.

DIODO SIN UMBRAL:

Por medio de este dispositivo, se logra que el derivador actúe solamente para las variaciones positivas de corriente, e ignore las variaciones negativas, mandando éstas a tierra.

AMPLIFICADOR:

Para lograr una comparación más precisa, se cuenta con un amplificador, el cual toma la señal de salida del Derivador y la incrementa con una correspondencia de 2 -- Volts, para cada 1000 Amp. de variación de corriente que fluyan por el shunt.

COMPARADOR:

La señal que sale del Amplificador es introducida a un Comparador, el cual analiza este valor de voltaje y lo compara con la tensión de referencia, y si el voltaje obtenido del Amplificador es igual o superior al voltaje de referencia a la salida del Comparador tenemos un pulso, el cual disparará a un circuito monoestable. La tensión de referencia es ajustable de 0 a 8 Volts, dependiendo de la posición del potenciómetro de ajuste.

MONOESTABLE:

Al recibir un pulso de la salida del Comparador, el Monoestable se acciona, obteniendo a la salida de éste un pulso de suficiente duración para que se logre la operación de los relevadores KA y KB.

ADAPTADOR Y RELEVADOR:

La señal de salida del Monoestable, es introducida a un circuito adaptador, puesto que dicha señal es muy débil y con este circuito, a su salida, se logra una señal tal que es suficiente para activar la bobina del Relevador.

CONTROL VIA:

a) Al comandar una prueba mediante el botón pulsador, este circuito hará una revisión de los componentes, declarando dicha prueba positiva si dos diodos emisores de luz verde se enciende.

b) Al encender el diodo verde, el circuito manda al contador de vía una señal para que éste se incremente en una unidad.

Todas estas funciones se encuentran contenidas en el circuito de Vía.

III.2.1. PRUEBA MANUAL.

En la Figura Número 5, se muestra el circuito lógico, encargado de la revisión del funcionamiento del detector de corto circuito existe un botón pulsador que realiza una prueba automática de la siguiente manera; al presionar dicho botón sucede lo siguiente:

a) Se mantienen en cero los diferentes elementos de la prueba.

b) Se aplica un estímulo eléctrico, correspondiente a un corto circuito a las entradas de los dos circuitos A y B.

c) Los comparadores de los circuitos A y B, mandan la orden para que los relevadores KA y KB se accionen e incrementen el contador de vía en una unidad.

d) El relevador KC queda siempre accionado.

e) El resultado de la prueba se visualiza con dos diodos luminosos rojos correspondientes a los relevadores KA y KB.

f) Si la prueba ha sido positiva, se produce el encendido de un diodo luminoso verde, durante aproximadamente un segundo.

III.2.2. CIRCUITO DE INHIBICION.

Este circuito está diseñado para que al instante en el que una subestación se conecta a las vías del tren, la corriente que fluye por el shunt, que es muy intensa, no produzca la apertura del interruptor que haría imposible la conexión de la subestación.

El circuito, que es propio de la subestación, funciona con el accionamiento de varios relevadores, los cuales mandan una señal instantánea a la entrada del circuito de inhibición del aparato.

Esta señal impone una desensibilización momentánea en el instrumento, porque hace que la tensión de referencia tome un valor fijo de 5000 Amp. y la amplitud de la señal del shunt es muy débil para que ésta sea considerada como un corto circuito. Esta señal de inhibición se logra por el accionamiento del relevador KC.

Todas estas funciones están contenidas dentro del circuito lógico.

III.2.3. ALIMENTACIONES.

Cada circuito de medida tiene su alimentación autónoma de +12 y -12 volts regulares.

Los demás circuitos, son alimentados por tensiones de uno u otro circuito de medida, de suerte que, si cualquiera de las dos no fuera alimentada, al momento de realizar una prueba, se detectaría la falla.

Los relevadores y los contadores son alimentados -- por tensiones nominales de 12 voltios no regulados.

Estas alimentaciones son elaboradas en el Circuito Principal.

III.3. SINOPTICO DE CONEXION DEL D.C.C.

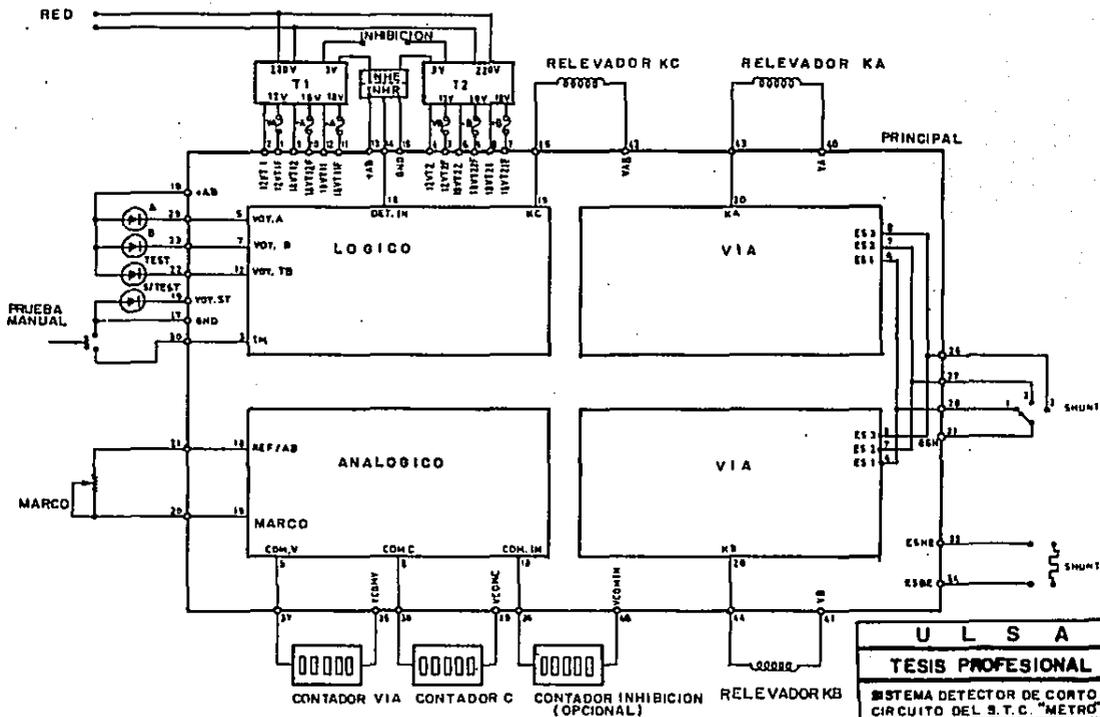
En la Figura 6, se muestra un cuadro sinóptico de las conexiones externas al Circuito Principal.

Para el Circuito Principal, se encuentran las conexiones de los devanados de los secundarios de los transformadores.

Para el circuito Lógido sus conexiones son:

- El botón de prueba.
- Todos los diodos luminosos de indicación, que son 2 diodos rojos correspondientes a la Vía A y a la Vía B, funcionan con el accionamiento de los relevadores KA y KB; un diodo verde, que es el que indica el resultado de una prueba manual, y un diodo amarillo que se enciende cuando la subestación y el instrumento están en funcionamiento.
- La señal de detección de inhibición; y
- La orden al relevador KC.

En el circuito de vía las conexiones son:



U L S A	
TESIS PROFESIONAL	
SISTEMA DETECTOR DE CORTO CIRCUITO DEL B.T.C. "METRO"	
Figura No. 6	Juan C. Marquina A. I.
SINOPTICO DE CONEXION DEL DETECTOR DE CORTO CIRCUITO	

- La entrada de la señal proveniente del shunt.
- El ordenamiento del relevador KA y KB.

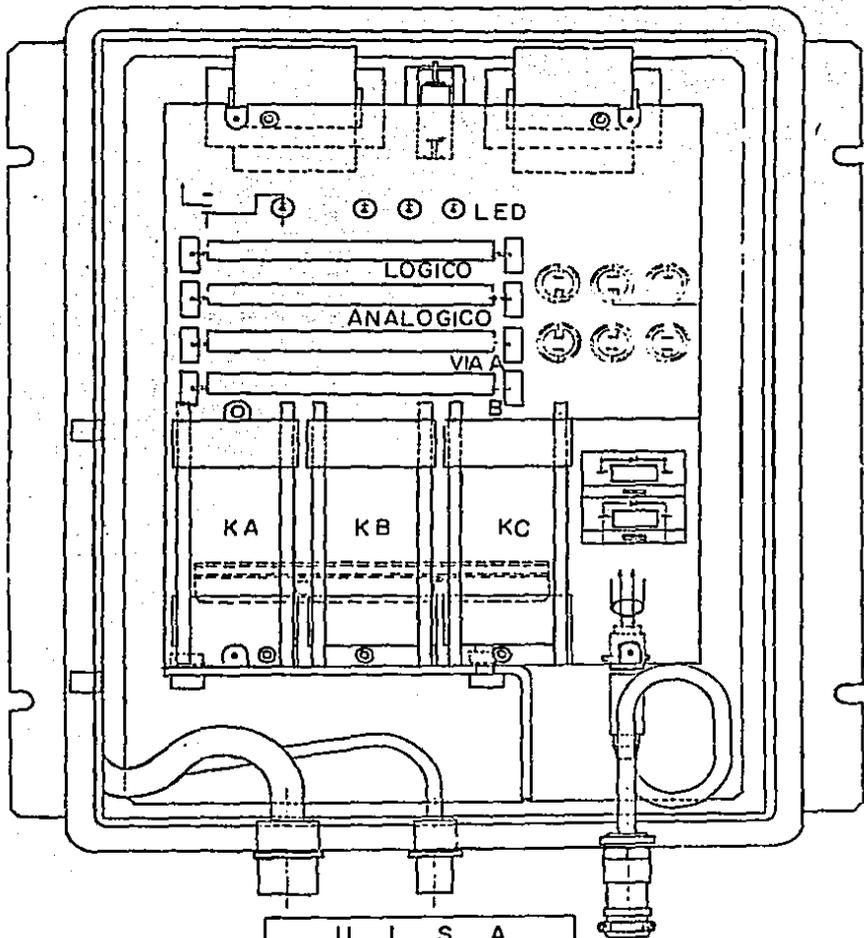
Para el circuito analógico las conexiones son:

- El contador de vía, contador C y el de inhibición.
- La elaboración de la tensión de referencia por medio de su potenciómetro de ajuste.

En la Figura 7 se muestra un esquema del instrumento.

En la parte superior se encuentran los dos transformadores, con sus valores de voltaje en el primario y en los secundarios. Mas abajo la disposición de los diodos luminosos. Le siguen los 4 circuitos secundarios, que son, de arriba hacia abajo: circuito lógico, circuito analógico, circuito de Vía A y circuito de Vía B.

Después se encuentran los relevadores KA, KB y KC.- Por último las tomas o conectores P₁, que contienen la alimentación de 220 V.C.A. y los diferentes contactos de los relevadores; P₂ que corresponde a la entrada del circuito de inhibición y P₃ donde se conecta el cable proveniente del shunt.



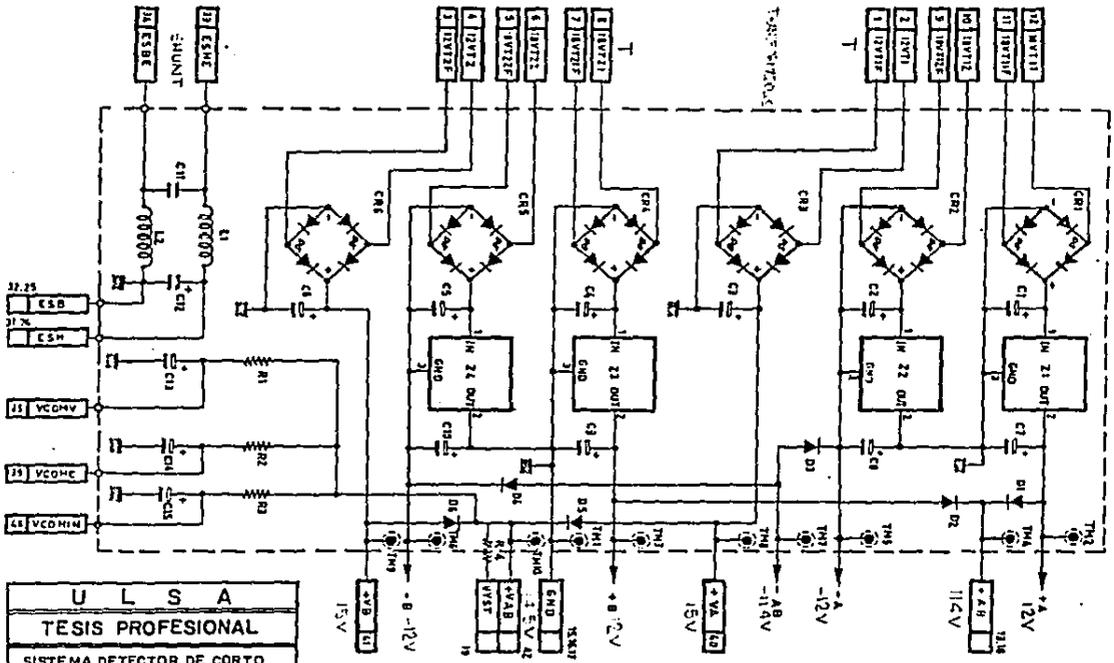
U L S A	
TESIS PROFESIONAL	
SISTEMA DETECTOR DE CORTO CIRCUITO DEL S.T.C. "METRO"	
Figura No 7	Juan C. Marquina A. I.
PLAN DE CABLEADO DEL D.C.C.	

C A P Í T U L O I V

FUNCIONAMIENTO - DESCRIPCIÓN DE LOS CIRCUITOS

IV.1. CIRCUITO PRINCIPAL.

En este Capítulo se dará una explicación de cada uno de los circuitos y del tratamiento de las señales a través de los distintos elementos que los componen. En primer lugar se describe el funcionamiento del circuito principal, donde se elaboran las diferentes alimentaciones del instrumento y que se describen cada una, por otro lado se encuentra también alojado el filtro de la señal de entrada. Con ayuda de la Figura Número 8, podremos comprender este circuito.



U L S A	
TESIS PROFESIONAL	
SISTEMA DETECTOR DE CORTO CIRCUITO DEL S.T.C. "METRO"	
Figura No. 8	Juan C. Merquino A. I.
CIRCUITO PRINCIPAL	

IV.1.1. ALIMENTACIONES.

Todas las tensiones de alimentación provienen de 2 transformadores (1 para cada vía) idénticos cada uno, teniendo 3 secundarios, 2 de 18 Voltios y 1 de 12 Voltios.

Los conductores conectados a los primarios están separados de los conductores de los secundarios para asegurar un aislamiento máximo.

Los conductores de los primarios están aislados a 8 KV. La corriente de los secundarios de los transformadores llega al circuito principal, después de haber atravesado un fusible de protección situado bajo la cubierta frontal de plástico.

ALIMENTACIONES +A (+B) y -A (-B):

Son obtenidas a partir de los secundarios de 18 Voltios de los transformadores.

Se hace uso del sistema convencional de puente, capacitor de filtro y regulador integrado.

ALIMENTACIONES +AB y -AB:

Estas dos alimentaciones provienen de A (por Diodo D1) ó B (por Diodo D2) y -A (por Diodo D3) ó -B (por Diodo D4), y proveen por lo tanto una tensión en caso de ruptura de una ó de las dos alimentaciones principales.

Tienen un valor nominal de 11,4 Voltios; es decir, 12 Voltios menos el voltaje que toman los Diodos D1 y D3.

ALIMENTACIONES VA, VB y VAB:

VA y VB son emitidas de las tensiones secundarias de 12 Voltios rectificadas, y filtradas pero no reguladas.

VAB provienen de VA (por Diodo D5) ó VB (por Diodo D6).

Cualesquiera que sea la corriente y el valor de la tensión, estas tensiones son suficientes para asegurar el funcionamiento de los relevadores.

ALIMENTACIONES VCOMV, VCOMC:

Son tomadas en los contactos de los condensadores C13 y C14 cargados por VAB a través de R1 y R2. Estos --

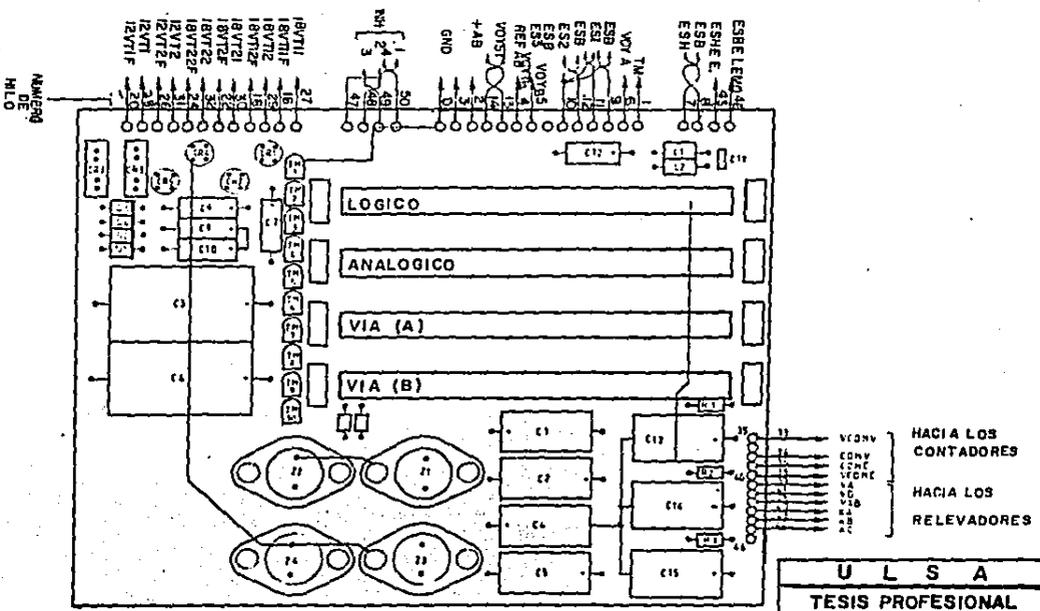
condensadores sirven de reserva de energía suficiente para el momento de la llegada de corriente necesaria para el incremento de los contadores y éstos son enseguida alimentados por V_{AB} a través de las resistencias R1 y R2.

IV.1.2. FILTRO DE ENTRADA.

La señal emitida del shunt (ESHE-ESBE) es enviada a un filtro paso bajas, constituido por dos condensadores y un par de bobinas, en el cual la frecuencia de corte es de aproximadamente 5 KHZ.

La señal de salida del filtro de entrada es enviada al filtro amplificador Z1, que tiene tres entradas controladas por un conmutador, cuya posición se determina por el tipo de shunt, según se explica más adelante.

En la Figura 9, se muestran las diferentes conexiones del circuito principal y los elementos que lo componen. Los distintos hilos están rotulados para poder identificarlos, en la parte superior izquierda se encuentran los voltajes de los transformadores, después el contacto del circuito de inhibición, etc. Los puntos TM1, 2, 3, etc. corresponden a los bornes de prueba, ver Capítulo -- VI.



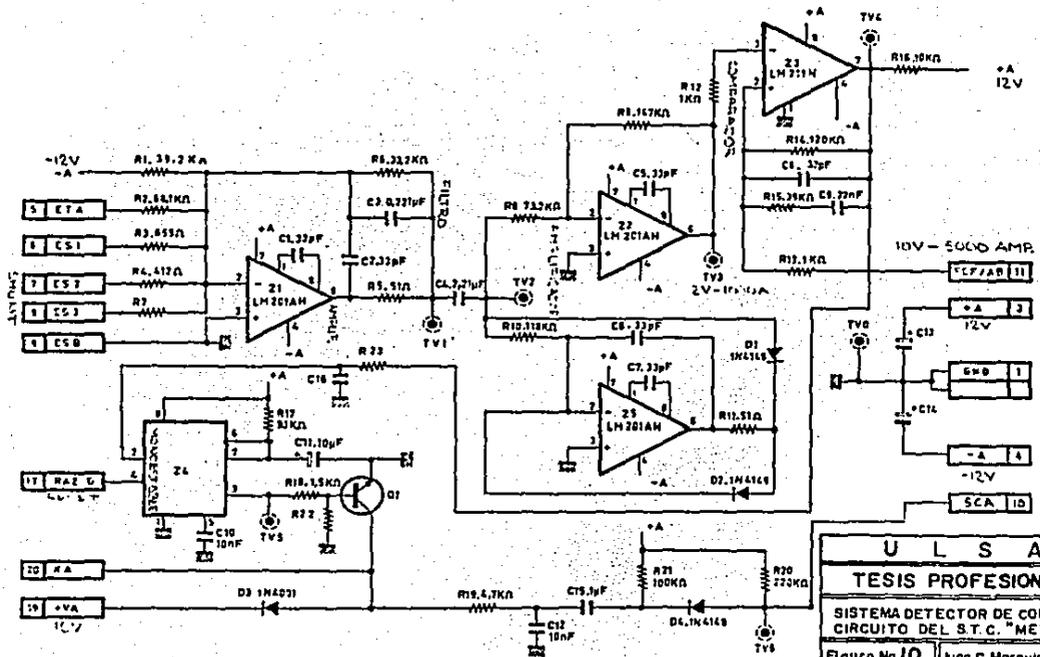
U L S A	
TESIS PROFESIONAL	
SISTEMA DETECTOR DE CORTO CIRCUITO DEL S.T.C. "METRO"	
Figura No. 9	Juan C. Marquina A. I.
DIAGRAMA DE CONEXIONES CIRCUITO PRINCIPAL	

IV.2. CIRCUITO DE VIA.

En este circuito se encuentra la determinación de - si alguna señal proveniente del shunt corresponde o no a un corto circuito en las vías del tren, la descripción co rresponde a la Figura 10.

La señal emitida del shunt pasa por alguna de las - tres posiciones del conmutador, la que se haya elegido de pendiendo del tipo de shunt utilizado. La señal pasa por un filtro y de ahí se deriva, esto para obtener un valor de voltaje para cada punto de la señal de entrada; la ñal ya derivada se manda a un comparador en donde por me- dio de un potenciómetro de ajuste se da un valor de volta je, el cual corresponde al valor de corto circuito a de- tectar, si la señal derivada es igual o superior al volta je ajustado, entonces a la salida del comparador existirá un pulso, con este pulso se estimula a un monoestable, el cual da un pulso de suficiente duración, capaz de activar los relevadores de vía por medio de un circuito adapta- do.

Este circuito de vía se encuentra en doble ejemplar, - uno para la Vía A y otro para la Vía B, esto por redundan



U L S A	
TESIS PROFESIONAL	
SISTEMA DETECTOR DE CORTO CIRCUITO DEL S.T.C. "METRO"	
Figura No 10	Juan C. Marquina A. I.
CIRCUITO DE VIA	

cia de seguridad en el aparato.

Estudiaremos la Vía A, el estudio de la Vía B, es idéntico, reemplazando los índices A por B.

Este circuito es alimentado por las tensiones (+) A y (-) A.

Los cuatro puntos de entrada a este circuito son:

a) ENTRADA ETA:

Esta es una señal proveniente del circuito lógico, simula un corto circuito al momento de las pruebas.

b) ENTRADA ES1:

Señal emitida del shunt cuando el conmutador se encuentra en la posición 1, es un shunt de 5000 Amp/100 - mV., es decir, una amplitud de 20 mV. para cada 1000 Amp.

c) ENTRADA ES2:

Señal emitida del shunt, conmutador en posición 2.

Es un shunt de 8000 A/100 mV., es decir, una am
plitud de 12.5 mV. por 1000 Amp.

d) ENTRADA ES3:

Señal emitida del shunt en posición 3. Es una
entrada de reserva. Para utilizarla es necesario insta--
lar la resistencia R7, determinada por el tipo de shunt -
utilizado.

IV.2.1. FILTRO - AMPLIFICADOR.

Z1 es un amplificador montado en inversor, su ganancia es diferente, dependiendo de la entrada y tipo de shunt utilizado; esto para asegurar en la salida una correspondencia de IV.-1000 Amp. Esta relación es la que permite determinar el valor de la resistencia R7, en caso de conexión del aparato a un shunt de características diferentes.

La resistencia R1 provoca una tensión de salida de aproximadamente 10 Voltios, permitiendo una más grande utilización de las variaciones de amplitud de la señal de entrada.

El amplificador Z1 junto con los elementos R6 - C3, constituyen el filtro. Este es un filtro paso bajas, cuya frecuencia de corte es de 20 Hz.

IV.2.2. DERIVADOR Y DIODO SIN UMBRAL.

Las variaciones negativas de la señal de salida del amplificador Z1, son eliminadas, enviadas a tierra por la red constituida por el diodo D1 y el amplificador Z5; - - mientras que las variaciones positivas son derivadas por la constante de tiempo:

$$C 4 \times \frac{R 8 \cdot R 1 0}{R 8 + R 1 0} = 100 \text{ ms.}$$

Esta desviación de la señal es la que permite que - al obtener la pendiente se le de a ésta un valor de volta je para cada punto; el cual si es igual o superior al vol taje de referencia de corto circuito a medir, el compara- dor mandará un pulso, el cual ordena después del monoestá ble y los relevadores, la apertura de la alimentación de la subestación de rectificación a las vías del tren.

IV.2.3. AMPLIFICADOR.

El amplificador operacional Z2, está montado en inversor y su ganancia es igual a 2, para asegurar a su salida una correspondencia de 2V., para cada 1000 Amp. de variación de corriente en el shunt.

IV.2.4. COMPARADOR.

El amplificador operacional Z3 tiene en la entrada N° 3, la salida del amplificador Z2 y en la entrada N° 2, la tensión de referencia REF/AB.

La salida del comparador es alta, mientras que la señal de entrada no engendre una tensión igual o superior a la tensión de referencia, si no, esta salida es baja.

IV.2.5. MONOESTABLE.

Este circuito es el que permite que los pulsos de salida del comparador tengan suficiente duración para ordenar al adaptador y al relevador su operación.

Está compuesto por un retardador montado en monoestable Z4, este circuito es disparado por las señales bajas emitidas por el comparador, estos pulsos son filtrados por el circuito R23-C16, para evitar disparos intempestivos del monoestable. La duración del pulso de salida es de aproximadamente 0.4 segundos.

El monoestable se mantiene en cero mientras que la señal RAZG esté baja.

IV.2.6. ADAPTADOR.

Este circuito está diseñado para hacer actuar al relevador, ordenado por el pulso de salida del monoestable.

Durante el periodo del pulso del monoestable del transistor Q1, se satura y provoca el accionamiento del relevador KA. Este relevador está alimentado por la tensión VA.

IV.2.7. CONTROL DEL CIRCUITO DE VÍA.

Al momento de que el relevador KA se acciona, se envía un pulso negativo (SCA) de la salida del transistor - Q1, éste es el que lo manda al contador de vía, para que su conteo se incremente en una unidad.

En las Figuras 11 y 12, se muestran las salidas de las Señales TV1, TV2, TV3, TV4, TV5 y TV6, correspondientes a los distintos puntos de prueba del circuito de vía, de la Figura 10.

El punto TV1, corresponde a la señal proveniente -- del shunt, en la cual se indica un incremento de corriente, correspondiente a un corto circuito, esta Señal es - de 60 MV. Las Señales TV1 y TV2, corresponden a la salida del amplificador Z1.

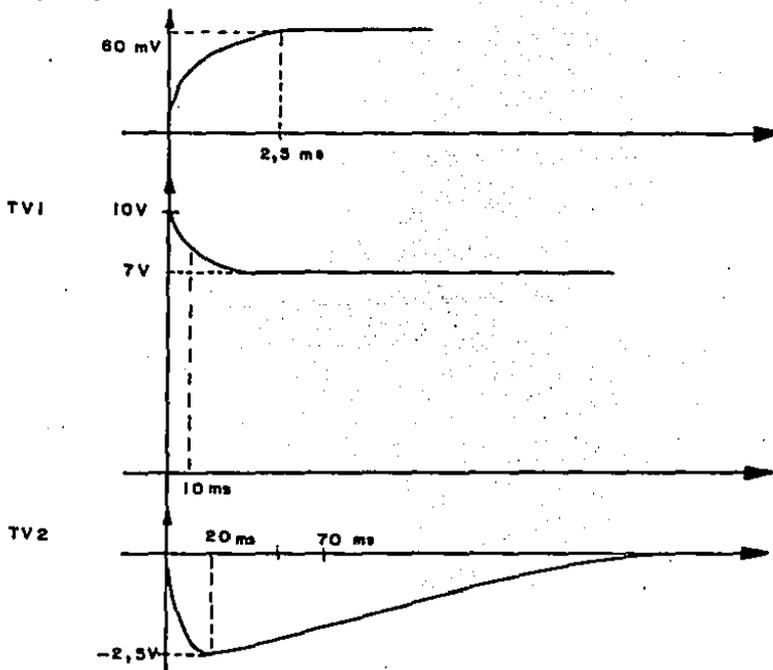
La Señal TV3 es la salida del amplificador Z2, en la cual se ve como el voltaje sobrepasa al valor de ajuste, y por lo tanto la Señal TV4, corresponde al pulso negativo del comparador.

La Señal TV5 es la salida del monoestable, la cual

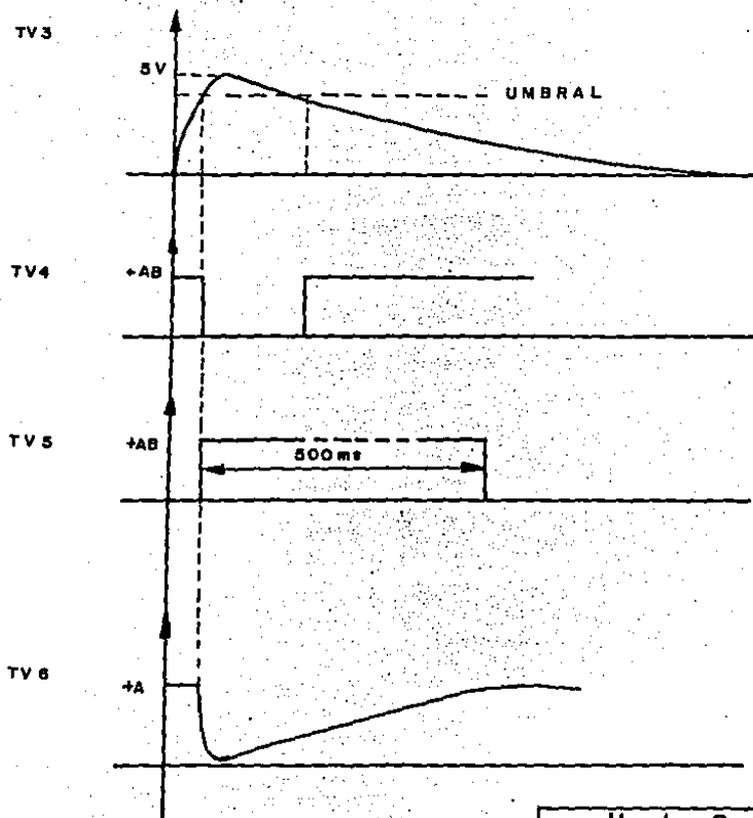
corresponde a un pulso de 500 miliseg. de duración y la -
señal TV6 es el pulso negativo que excita al contador de
vía.

SEÑAL PARA EL DIAGRAMA VIA

SERIAL SHUNT



U L S A	
TESIS PROFESIONAL	
SISTEMA DETECTOR DE CORTO CIRCUITO DEL S.T.C. "METRO"	
Figura No. 11	Juan C. Marquina A. I.
CRONOGRAMA SEÑAL DEL C.DEVIA	



U L S A	
TESIS PROFESIONAL	
SISTEMA DETECTOR DE CORTO CIRCUITO DEL S.T.C. "METRO"	
Figura No. 12	Juan C. Marquina A. I.
CRONOGRAMA SEÑAL DEL C. DE VIA (Cont.)	

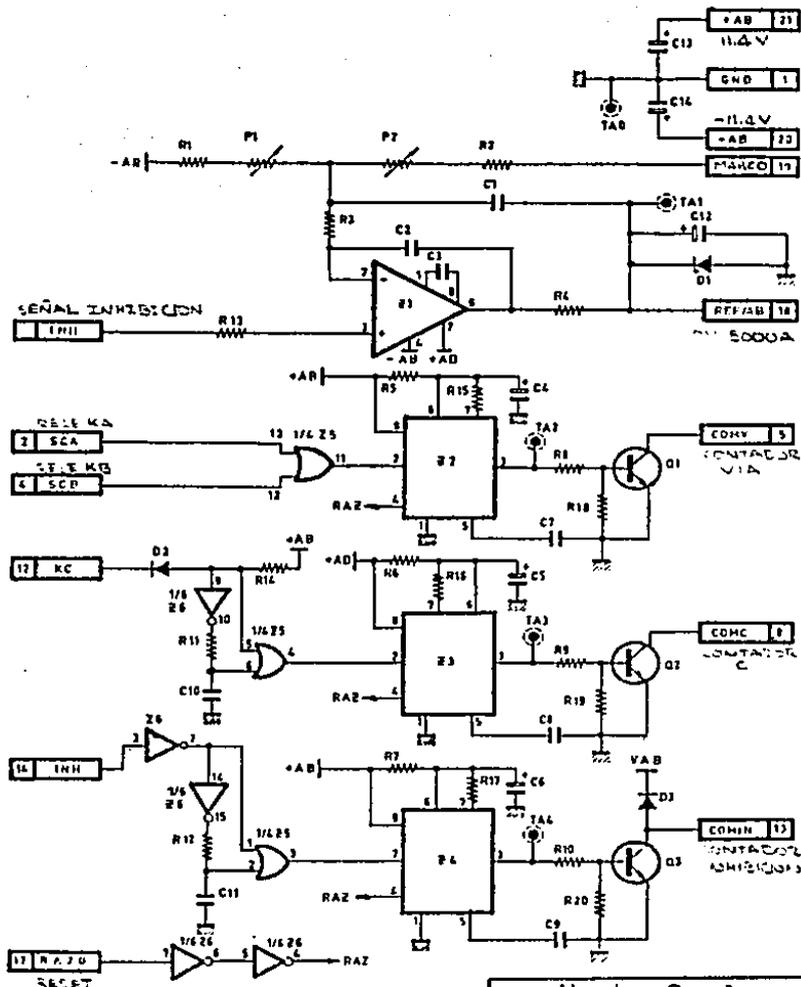
IV.3. CIRCUITO ANALOGO.

En este circuito, el cual se muestra en la Figura - 13, se encuentran:

a) La elaboración de la tensión de referencia, con la que se ajusta por medio del potenciómetro de límite, - el valor de corriente de corto circuito a medir.

b) El mando de los contadores.

Tomando un pulso proveniente del accionamiento de los relevadores, se hacen accionar los contadores. Estos contadores son opcionales. Este circuito se encuentra alimentado por las tensiones +AB y -AB.



U L S A	
TESIS PROFESIONAL	
SISTEMA DETECTOR DE CORTO CIRCUITO DEL S.T.C. "METRO"	
Figura No 15	Juan C. Marquina A.I.
CIRCUITO ANALOGICO	

IV.3.1. ELABORACION DE LA REFERENCIA.

La tensión de referencia identificada en el circuito como REF/AB, es una tensión regulable de 2 a 8 voltios, que se compara con la señal de corto circuito de manera que si se ajusta a 8 Volts, equivale a una corriente de 4000 Amp. o sea que cada Volt de aumento corresponde a un aumento de corriente de 500 Amperes.

La regulación de esta tensión de referencia, se hace por medio del potenciómetro de 3 vueltas, el cual se encuentra situado en la cara frontal del aparato conectado entre "Marco" y "REF/AB".

El Amplificador Z1 es un operacional que permite hacer circular una corriente constante por el potenciómetro de regulación del marco.

P1 ajusta la parte de 6 voltios.

P2 ajusta el extremo de 2 voltios.

Esto es válido si la entrada no inversora de Z1 está a tierra, es decir, si la Señal de Inhibición INH está baja. Si la Señal de Inhibición pasa a alta, la salida -

REF/AB se sujeta a 10 voltios por el diodo Zener D1. La tensión de referencia corresponde por lo tanto a un corto circuito de 5000 Amp.

IV.3.2. MANDO DE LOS CONTADORES.

CONTADOR DE VIA:

La detección del accionamiento de los dos relevadores de vía (señales SCA y SCB), disparan al monoestable Z2, obteniendo a la salida de este un pulso de aproximadamente 90 ms, el cual satura al transistor Q1 y el contador es alimentado por VCOMV y por lo tanto incrementado en una unidad. Este dispositivo lleva la cuenta de los corto circuitos reales o simulados.

CONTADOR C:

Al accionamiento del relevador KC, la señal es recibida por el monoestable Z3, el cual activa al transistor Q2 y la bobina del Contador C encuentra tierra, logrando con esto que el Contador C se incremente en una unidad. Este contador nos informa de las veces en que se ha hecho la prueba al instrumento y ha resultado positiva, autorizando la puesta en servicio de la subestación.

CONTADOR DE INHIBICION:

Este contador es opcional. El circuito que ordena a este contador, opera en la misma manera que los ante-

riores. Al momento en que se detecta la señal de inhibición (INH), el monoestable Z4 ordena al contador incrementarse en una unidad, este contador está alimentado por -- VCOMIN. Este contador nos dice cuántas veces se ha puesto en marcha la subestación, y se llama de inhibición por que en tal evento el detector de corto circuitos se desactiva.

Al pulsar el botón de prueba para el inicio de la puesta en servicio del detector, se genera una señal de reset (RAZG), la cual coloca en cero a los elementos del circuito.

IV.4. CIRCUITO LOGICO.

En la Figura 14, se muestra el diagrama.

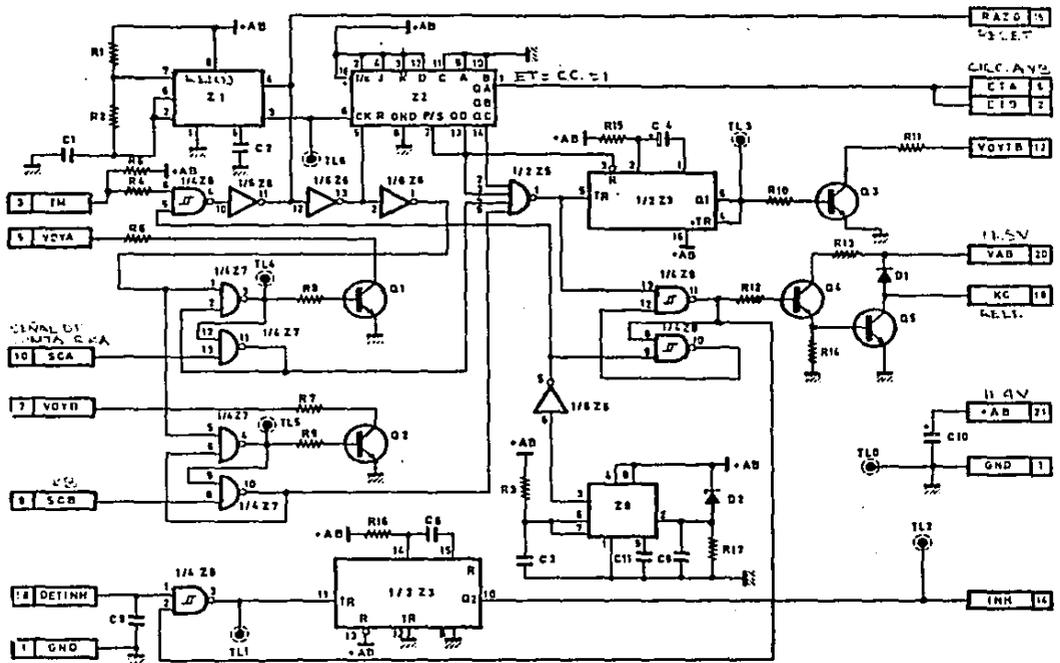
Este circuito es alimentado por +AB y contiene los circuitos lógicos del comando de las pruebas, así como la elaboración de la señal de inhibición.

IV.4.1. LOGICA DE LAS PRUEBAS.

El objetivo de las pruebas que se realizan al detector de corto circuito, es el de comprobar el buen funcionamiento del mismo, y el de poder dar la autorización para que la subestación rectificadora pueda entrar en servicio.

Esta prueba se realiza al momento de pulsar el botón de prueba del instrumento, el cual provoca el accionamiento de los relevadores de vía KA y KB, junto con el encendido de un diodo luminoso verde que corresponde al accionamiento del relevador KC, el cual es el que autoriza la puesta en servicio de la subestación rectificadora.

Para comprender mejor el circuito, se da una breve



U L S A
TESIS PROFESIONAL
 SISTEMA DETECTOR DE CONTO
 CIRCUITO DEL S.T.C. "METRO"
 Figura: 14
 Juan C. Manrique
 CIRCUITO LOGICO

explicación de lo que significan las terminales del circuito impreso.

RAZG: Es la terminal de restablecimiento en cero de -- los circuitos (RESET).

ETA y ETB: Corresponden a una señal que simula un corto circuito y que entra a los dos circuitos de vía.

VOYTB: Diodo luminoso verde que indica el accionamiento del relevador KC y de esta forma la autorización de la puesta en servicio de la Subestación.

KC: Terminal negativa de la bobina del relevador KC.

INH: Señal de Inhibición.

DETINH: Señal de detección de Inhibición.

SCB: Pulso negativo que indica cuándo el relevador KB ha accionado.

SCA: Pulso negativo que indica cuándo el relevador KA ha accionado.

VOYB y VOYA: Terminales negativas de los diodos luminosos rojos que indican el accionamiento de los relevadores KB y KA respectivamente.

TM: Terminal que da un pulso negativo al presionar el botón de prueba.

La prueba manual en el detector consiste en enviar

a la entrada de las dos cadenas de medida (Vía A y Vía B) un estímulo eléctrico, que simula un corto circuito. Los relevadores KA y KB, deberán por lo tanto reaccionar a este estímulo y la prueba es declarada positiva si los dos circuitos han respondido normalmente; entonces se enciende un diodo luminoso durante un segundo y el relevador KC se acciona.

El estímulo eléctrico de corto circuito que entra a las dos cadenas de medida es generado por un registro de corrimiento Z2, el cual provee después una señal del análisis del resultado de la prueba y se autobloquea, no pudiendo reactivarlo más que por una vuelta a poner en cero, por medio de un Reset, evitando con esto disparos intempestivos.

Al oprimir el botón de prueba, se manda un pulso de Reset (RAZG) el cual inicia el período de 280 milisegundos del reloj Z1.

Esta misma señal de Reset entra al registro Z2 por la terminal 5, después de pasar por un inversor (parte de Z6), y hace que las cuatro salidas del Z2 se pongan en cero.

Después de que el reloj completó su período de 280 milisegundos, entra un pulso al registro Z2, el cual en la salida QA, provee la señal ET, señal de corto circuito, la cual entra a las dos cadenas de medida, identificadas en el circuito como ETA y ETB.

En caso de que los dos circuitos de medida operen correctamente con el estímulo de corto circuito, sus relé vadores actuarán mandando de esta forma las señales SCA y SCB, las cuales entran cada una a un biestable del tipo RS. La entrada SCA es el "Reset" del primer biestable, y por la terminal 1 entra, es "Set".

La entrada SCB corresponde al "Reset" del otro biestable y es la terminal 8 del Z7, y la entrada "Set" es la terminal 5. En las dos terminales "S" aparece un nivel bajo cuando se inicia la prueba, al tener un nivel alto en las entradas SCA y SCB y un nivel bajo en las terminales 3 y 4 del Z7, niveles altos que saturan los transistores Q1 y Q2 y provocan el encendido de los dos diodos luminosos rojos VOYA y VOYB. Por otro lado se obtienen niveles bajos en las salidas 10 y 11 del Z7, que junto con QD y QC del Z7 atraviesan la compuerta Z5, obteniendo un nivel alto a su salida.

Esto implica que si por alguna razón el pulso de Reset no llega a las compuertas Z7, o si alguna de las dos cadenas de medida no ha actuado adecuadamente no se declara positiva la prueba, puesto que todas estas condiciones, junto con la condición de que en el registro de corrimiento hubiera actuado correctamente, dan por resultado 4 niveles bajos a la entrada de la compuerta "NAND" del integrado - Z5, este nivel alto a la salida del Z5 es enviado a la entrada de otro circuito biestable RS, que deberá accionar, cuando en la entrada 13 del Z8 exista un nivel alto y por la entrada 9 un nivel bajo, entonces a la salida del multivibrador existirá un nivel alto, el cual satura la base del transistor Q4, y este a su vez al transistor Q5, que provoca el accionamiento del relevador KC, puesto que la bobina de dicho relevador está alimentada con un voltaje positivo, y al saturarse el transistor Q5, el otro extremo de la bobina encuentra tierra, cerrándose de esta manera el circuito.

El multivibrador Z8 cuenta con compuertas que tienen histeresis, esto es que solamente cuando cumplen con un voltaje bien determinado, para los niveles alto y bajo trabajan, mientras que el ruido queda eliminado.

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

La orden de esta prueba se puede repetir por una vuelta a poner en cero del registro Z2, esta puede ser:

- Automático por un alto nivel (1) en la terminal (3) del Z9.
- Manual por un bajo nivel (0) de la señal T.M.

El retardador Z9, es un circuito de iniciación, del sistema que detecta rápidamente una baja de la tensión +AB. Al momento de que la alimentación desciende de 9.3 volts, la salida 3 del Z9 pasa al estado alto (1), es decir que se iguala con la tensión de alimentación. Cuando la alimentación sube la salida 3 pasa a ser cero, pero con un retardo de aproximadamente 110 ms., logrando al pasar por el circuito R3- C3.

Al tener un nivel alto (1) en la salida 3 del 9, pasa por el inversor Z6, con lo cual se logra:

- El encendido de los diodos A y B.
- El accionamiento del relevador KC.
- Reset en el reloj Z1.
- Reset en el registro Z2.
- El mantenimiento en cero de los circuitos monoestables del mando de los contadores.

Los condensadores de filtrado de las diferentes alimentaciones permiten al aparato ignorar las interrupciones instantáneas de voltaje.

IV.4.2. SERAL DE INHIBICION.

Los pulsos de frecuencia de 120 Hz, entregados por el optoacoplador (Ver IV.5), junto con la señal que ordena el accionamiento del relevador KC, atraviesan la compuerta Z8, y las partes descendentes de estos pulsos pasan al monoestable Z3. La salida tiene un pulso de duración de aproximadamente 15 ms., es decir, superior al período de cierre de la subestación, con lo cual se logra el cierre de los interruptores que alimentan a las vías del tren, sin que exista una apertura inmediata provocada por una demanda excesiva instantánea al inicio.

La salida Q2 del monoestable Z3, ordena que la señal de inhibición INH, pase al circuito analógico, donde se fija la tensión de referencia en un valor de 10 volts.

IV.5. CIRCUITOS INHIBICION:

(Circuitos INHE 972 e INHR 973).

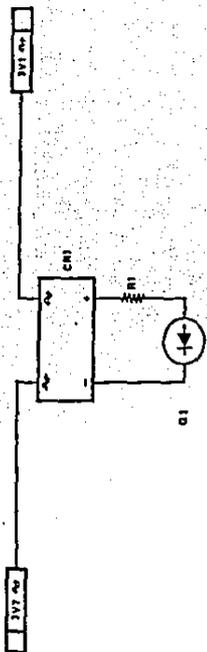
La interfase del circuito de inhibición se hace con un optoacoplador, realizado en el circuito impreso con -- componentes discretos para asegurar el aislamiento de 8 - KV.

DIAGRAMA INHE 972.

Figura 15.

El diodo emisor Q1 está alimentado por una tensión senoidal rectificada en este caso por el puente de diodos CR1, cuando el contacto del circuito de inhibición está -- cerrado, este contacto es externo, y depende de la orden de cierre de la subestación.

Como sabemos en cada transformador de alimentación se encuentra del lado primario, un devanado de 3 voltios. Los dos devanados son conectados en serie por el contacto del circuito y el diodo es entonces alimentado.

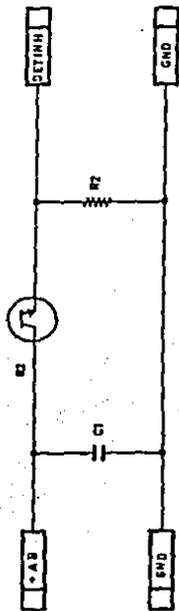


U L S A	
TESIS PROFESIONAL	
SISTEMA DETECTOR DE CORTO CIRCUITO DEL S.T.C. "METRO"	
Figura No 15	Juan C. Marquina A. I.
DETECCION DE INHIBICION IN HE	

DIAGRAMA INHR 973.

Figura 16.

El foto transistor Q2, es hecho conductor al ritmo de la emisión de Q1, es decir 120 Hz. En los contactos de R2 aparecen entonces pulsos de frecuencia 120 HZ, cuando el circuito de inhibición está cerrado.



U L S A	
TESIS PROFESIONAL	
SISTEMA DETECTOR DE CORTO CIRCUITO DEL S.T.C. "METRO"	
Figura No. 16	Juan C. Marquina A.J.
DETECCION DE INHIBICION INHR	

CAPITULO V

UTILIZACION

En este Capítulo se describe como deberán hacerse - las conexiones de los 3 enchufes localizados en la parte inferior del gabinete:

Además se explica como colocar el conmutador del - shunt, la secuencia de una prueba automática y el ajuste que se deberá dar para el valor a detectar de corriente - de corto circuito.

V.I. CONEXIONES CON EL EXTERIOR.

Para realizar las conexiones con el exterior, existen 3 conectores, los cuales son:

a) P1 Que es el que lleva la alimentación de 220 V.C.A. para el instrumento y el sistema de control al - - Puesto de Rectificación.

b) P2 Que contiene el cableado para el circuito - de inhibición.

c) P3 Que manda la señal del shunt al detector.

El procedimiento para la conexión de estos enchufes es el siguiente: Habiendo revisado los cables y conexiones de los enchufes P1, P2 y P3, deberá conectarse al enchufe P2, correspondiente al circuito de inhibición; después el enchufe P3, que alimenta al detector con el voltaje existente en los extremos del shunt por el que pasa la corriente de las vías.

Este enchufe P3 se introduce por la parte inferior del gabinete donde está alojado el equipo detector de corto circuito.

V.2. REGULACIONES - PUESTA BAJO TENSION.

El conmutador de 3 posiciones se deberá colocar en la posición correspondiente al tipo de shunt que se esté utilizando, estas son:

- Posición 1: Shunt de 5000 Amp. -- 100 mV.
- Posición 2: Shunt de 8000 Amp. -- 100 mV.
- Posición 3: Para utilizar otro tipo de shunt, para lo cual deberá calcularse la resistencia R7; este cálculo se ha explicado en el Capítulo IV.2.1.

Para darle vuelta al conmutador antes mencionado, es necesario retirar el plexiglas (plástico), de enfrente del gabinete y esta operación deberá hacerse imperativamente cuando el instrumento no esté con tensión, puesto que podría ocurrir algún accidente.

Al momento de conectar el enchufe P1, el aparato ya está con tensión y se produce una prueba automática, cuyo desarrollo es el siguiente:

- a) Encendido de los diodos rojos A y B.

b) Accionamiento de los relevadores de Vía KA y KB (incremento de una unidad del contador de vía, apagándose los diodos A y B).

c) Accionamiento del relevador de vía KC (incremento en una unidad del contador "C" - encendido del diodo - verde "prueba" durante aproximadamente un segundo).

Al final de la prueba positiva, el relevador KC es accionado y únicamente el diodo amarillo "con tensión" es encendido.

En el caso contrario, el relevador KC no es accionado y el o los diodos rojos de la, o de las vías en descompostura quedan encendidos, de otra manera, se puede realizar una prueba del instrumento presionando el botón pulsador "prueba" del cual la secuencia es idéntica a la precedente, únicamente que el relevador KC queda siempre accionado.

El último ajuste que se realizará es el del valor de corriente de corto circuito a medir, para lo cual deberá tomarse en consideración que este instrumento actúa con la pendiente de la señal, lo cual quiere decir que a

un cierto valor de pendiente corresponde un valor de voltaje, y que lo que se mide son las variaciones, o mejor dicho los incrementos son súbitos, corresponderán a un corto circuito y por lo tanto actuará el detector.

Para hacer más explícito este ajuste, consideremos el siguiente ejemplo:

Suponiendo que un tren en las vías está demandando una corriente de 4000 amperes, y se suscita un corto, entonces el detector observará un incremento súbito de corriente, este valor estará por encima de 4000 amperes, puesto que aumenta en relación a la caída de voltaje que se produce en el corto y la impedancia de la fuente y de la vía, entonces discriminará las intensidades de corriente de poca velocidad de variación y medirá los incrementos de corriente que están comprendidos de 10,000 Amperes por segundo a 40,000 Amperes por segundo.

La regulación de la corriente de corto circuito a detectar, se hace fijando el valor deseado en el potenciómetro doble de 1 a 4. o sea de 1000 a 4000 Amperes.

Esta regulación o un cambio de valor pueden ser he-

chos aún cuando el aparato esté con tensión, así como el
Puesto de Rectificación.

CAPITULO VI

MANTENIMIENTO

En este Capítulo se da una explicación de cómo probar los circuitos y se dan los puntos y valores de cada prueba, así como las características del cable del shunt y de las tomas de salida.

Para la inspección del detector de corto circuito, primero deberá abrirse el gabinete y desmontar la cubierta plástica y así, se tiene acceso a los 6 fusibles, al conmutador de 3 posiciones, a los contactos de los relevadores, al botón de prueba, al potenciómetro de ajuste y a la puesta en cero de los contadores.

Para tener acceso a los circuitos electrónicos, es necesario desmontar la parte metálica que los cubre, quitando los tornillos de ésta. Dicha tapa metálica aloja los diodos luminosos, el potenciómetro de ajuste, el botón de prueba y el conmutador del shunt, por lo tanto al levantarla habrá que sostenerla puesto que continuará unida a los circuitos por medio de sus cables.

Para realizar cada una de las pruebas deberá contar se con un multímetro y un osciloscopio, las puntas de - - prueba se conectarán a los bornes, que se identifican con colores y con subíndices.

En todos los circuitos el borne de color negro es - la masa eléctrica, o mejor dicho la tierra del circuito - electrónico.

Para una investigación más profunda podrán retirarse las tabletas de circuito impreso, y así tener acceso a todos los puntos del circuito.

Las señales a analizar serán:

CIRCUITO PRINCIPAL:

Los puntos de prueba son las 9 tensiones utilizadas en el aparato, estas tensiones están tomadas con referencia a la masa eléctrica.

Los valores se dan en la siguiente tabla:

	TM1:	masa eléctrica		
	TM2:	alimentación +A:	nominalmente +12	Voltios
color	TM3:	alimentación +B:	nominalmente +12	Voltios
rojo	TM4:	alimentación +A:	nominalmente +11,4	Voltios
	TM5:	alimentación -A:	nominalmente -12	Voltios
color	TM6:	alimentación -B:	nominalmente -12	Voltios
verde	TM7:	alimentación -AB:	nominalmente -11,4	Voltios
	TM8:	alimentación +VA:	nominalmente 15	Voltios
color	TM9:	alimentación +VB:	nominalmente 15	Voltios
amarillo	TM10:	alimentación +VAB:	nominalmente 14,5	Voltios

CIRCUITO DE VIA:

Las señales en los puntos de prueba son dadas por los circuitos mostrados en las figuras 11 y 12, como se vió anteriormente.

Los bornes de prueba del circuito de vía se identifican en este circuito como: Borne TPO, corresponde a la masa eléctrica; el TP1, a la señal proveniente del shunt con una correspondencia de 1 voltio para 1000 amp.; el -- TP2, la señal proveniente del shunt después del derivador; TP3, señal derivada del shunt con una correspondencia de

2 volts - 1000 amp.; TP4, salida del comparador a la tensión de referencia; TP5, salida del monoestable del mando del relevador de vía; TP6, señal de detección del accionamiento del relevador de vía.

CIRCUITO LOGICO:

Las señales de los puntos de prueba TL3 al TL6, se muestran en el cronograma de la Figura 17 y para el circuito de inhibición en la Figura 18.

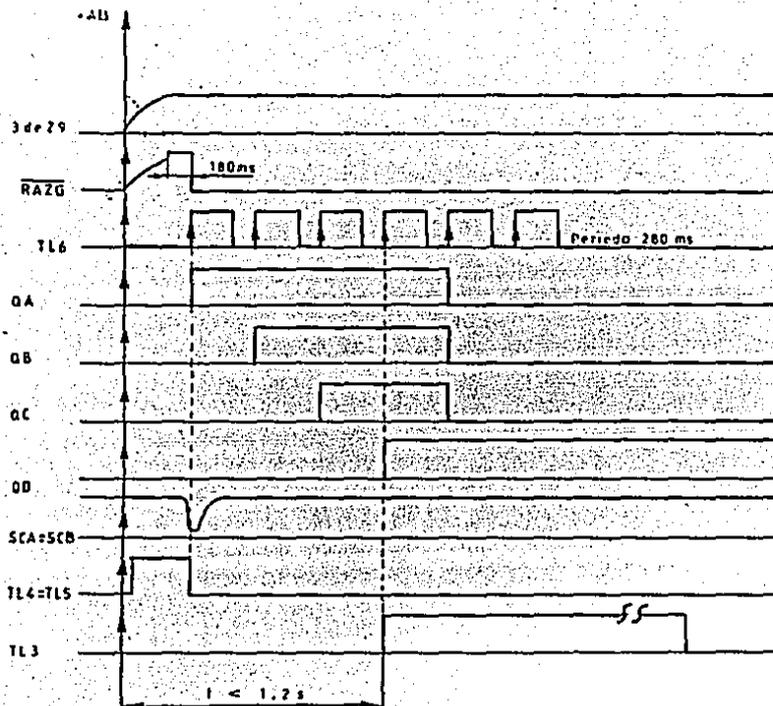
Los puntos de prueba del circuito lógico son: TP0, la masa eléctrica; TP1, la salida de la señal de detección de inhibición.

TP2, señal de inhibición; TP3, mando del diodo luminoso de fin de la prueba, (diodo luminoso verde); TP4, - mando del diodo luminoso de la vía A (rojo); TP5, mando del diodo luminoso de la vía B (rojo); TP6, salida del reloj de la prueba.

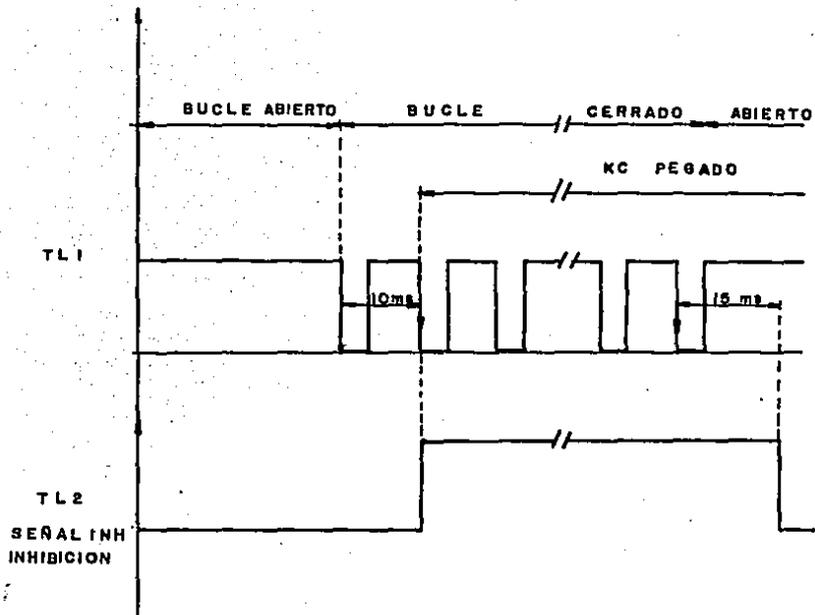
CIRCUITO ANALOGICO:

En este circuito, la señal TA1, corresponde a la tensión de referencia, y para verificarla, será suficien-

CRONOGRAMA DE PRUEBA



U L S A	
TESIS PROFESIONAL	
SISTEMA DETECTOR DE CORTO CIRCUITO DEL S. T. C. "METRO"	
Figura No 17	Juan C. Marquina A.I.
CRONOGRAMA DE PRUEBA	



U L S A	
TESIS PROFESIONAL	
SISTEMA DETECTOR DE CORTO, CIRCUITO DEL S.T.C. "METRO"	
Figura No 18	Juan C. Marquina A. I.
CRONOGRAMA DE PRUEBA (Cont)	

te con mover el potenciómetro de ajuste. Este control -
cuenta en realidad con dos partes móviles, en la inferior
se ajusta hasta 6 voltios y en la superior el extremo de
2 voltios.

Las señales TA2 a TA4, son los pulsos de mando de -
los contadores siendo:

TA2: Contador de Vía.
TA3: Contador "C".
TA4: Contador de Inhibición.

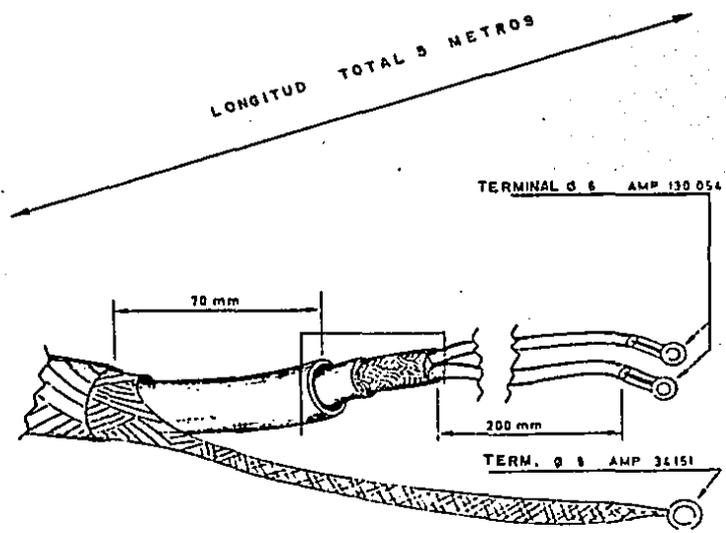
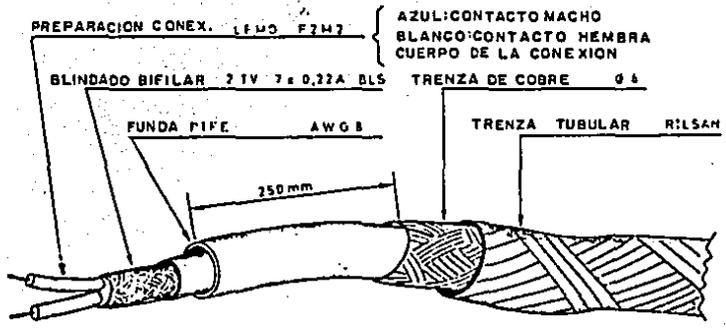
Estos pulsos duran aproximadamente 90 milisegundos.

Para el circuito analógico, los demás puntos de - -
prueba son: TPO, masa eléctrica; TP1, tensión de refe--
rencia; TP2, mando del contador de vía, TP3, mando del
contador del relevador KC; TP4, mando del contador de - -
inhibición.

CARACTERISTICAS DEL CABLE DEL SHUNT DEL DETECTOR DE
CORTO CIRCUITO.

(Ver Figura 19).

-Largo máximo 5 metros.



U L S A	
TESIS PROFESIONAL	
SISTEMA DETECTOR DE CORTO CIRCUITO DEL 3. T. C. "METRO"	
Figura No 19	Juan C. Marquina A. I.
CABLE DEL SHUNT	

- Aislamiento entre el cable interno y la malla externa 7.5 Kilovolts.
- Referencia del enchufe, F2M2 1emo.
- Punto positivo del shunt, conectado al contacto hembra (color rojo, Marca 2).
- Punto negativo del shunt, conectado al contacto macho (color azul, Marca 1).
- Malla de blindaje del cable, conectado al cuerpo -- del enchufe.

CABLEADO DE LAS TOMAS DE SALIDA.

(Ver Figura 20).

TOMA 1 Referencia EM 212 AF Puntos 1 y 2, alimentación de 220 V.C.A. 50-60 HZ.

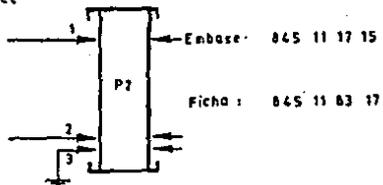
Los demás puntos, contactos de los relevadores KA, KB y KC.

TOMA 2 Referencia EM 212 AF Puntos 1, 2 y 3, circuito de inhibición.

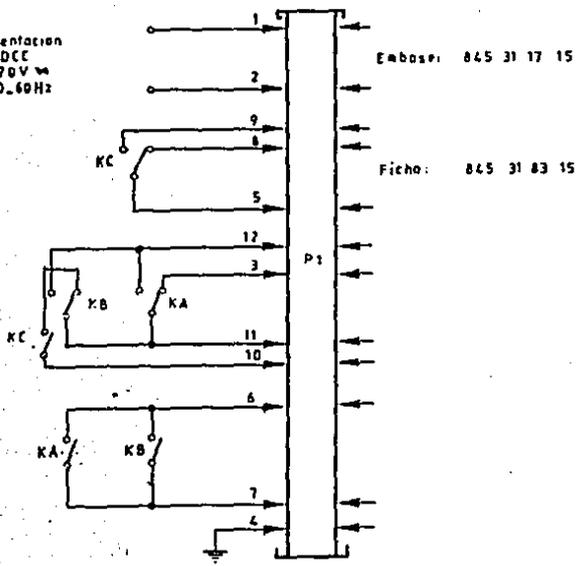
TOMA 3 Cable del shunt.

DETECTOR DCC

Inhibición



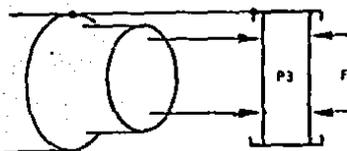
Alimentacion
DCC
270V ~
50-60Hz



Enbase: RA 2H2 LEMO

Detección
D.C.

Doble
Blindaje



INTERFASE

U L S A	
TESIS PROFESIONAL	
SISTEMA DETECTOR DE CORTO CIRCUITO DEL S.T.C. "METRO"	
Figura No 20	Juan C. Marquina A. I.
ENCHUFES P1, P2, P3	

C A P I T U L O V I I

CIRCUITO DE PRUEBA PARA EL D.C.C.

INTRODUCCION.

El Detector de Corto Circuito cuenta con un botón - pulsador que es el que permite desencadenar una prueba al instrumento, detectándose en ésta alguna falla en los circuitos, pero esta prueba puede ser incompleta, porque al presionar el botón se envía un estímulo que simula un corto circuito, no la señal de corto circuito, y además no se verifica que el ajuste del voltaje de referencia sea exacto, para lograr una verificación más completa del instrumento, se realizó el siguiente circuito, que da a su salida una señal de corto circuito, con una pendiente suficientemente alta y con un potenciómetro que da un valor muy preciso de voltaje, esto se realiza con un circuito - RC y un disparador Schmitt.

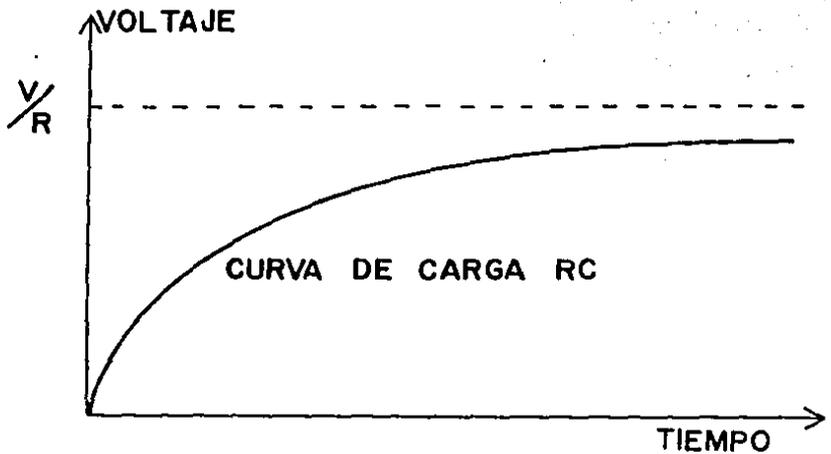
CIRCUITO R.C.

Como sabemos, en un circuito R.C. al alimentarlo -- con voltaje de corriente directa, el capacitor comienza a

cargarse hasta que se estabiliza, esto dependiendo de la constante de tiempo R.C., puesto que la curva es exponencial (Ver Figura 21), en un principio tendremos que la pendiente es muy alta y después va disminuyendo hasta que su valor es cero, lo que quiere decir que el capacitor está llegando a su límite de carga.

La primera parte de la curva es la que se aprovechará para simular un corto circuito, puesto que el incremento de voltaje es muy rápido; para cortar este incremento a un valor determinado de voltaje, se utiliza un disparador Schmitt, el cual por medio de un voltaje de referencia actúa, al momento de que el voltaje de entrada es igual.

En el caso de nuestro disparador Schmitt, normalmente a la salida de éste hay una señal alta y cuando el voltaje de referencia y el de entrada son iguales, se dispara el Schmitt, teniendo en su salida un valor de casi 0.5 volts, este voltaje es el que se aprovecha para ordenar a un tiristor su operación, haciendo que el voltaje del capacitor se descargue por medio de una resistencia de 1Ω a tierra.



U L S A	
TESIS PROFESIONAL	
SISTEMA DETECTOR DE CORTO CIRCUITO DEL S.T.C. "METRO"	
Figura No 21	Juan C. Marquina A. T.
CURVA DE CARGA R.C.	

DESCRIPCION DEL CIRCUITO.

En la Figura N° 7, se muestra el circuito completo, el cual genera una curva exponencial y se corta en un valor determinado de voltaje.

Este circuito consta de cuatro partes:

a) El circuito R.C. es el que genera la curva exponencial y donde el cálculo es el siguiente:

$$U_c = E \left(1 - e^{-\frac{t}{RC}} \right)$$

Tenemos que el tiempo que vamos a considerar, es $t = 0.1$ Seg., este tiempo se determinó en base a que el Detector de Corto Circuito, transmite y deriva la información con una constante de tiempo de 0.1 Seg.

El voltaje sería $1/3$ de E , puesto que se desea aprovechar la primera parte de la exponencial.

Por lo tanto:

$$0.3 = \left(1 - e^{-\frac{0.1}{RC}} \right) \text{ de donde}$$

$$e^{-\frac{0.1}{RC}} = 0.7 \quad y$$

$$\ln 0.7 = -\frac{0.1}{RC}$$

$$\frac{1}{RC} = -\frac{\ln 0.7}{0.1} \quad \text{donde}$$

$$\frac{1}{RC} = -\frac{(-0.3566)}{0.1}$$

$$\frac{1}{RC} = 3.566$$

$$RC = \underline{0.28 \text{ (SEG.)}}$$

Suponiendo que el Capacitor tenga un valor de 100 -
F, entonces:

$$R = \frac{0.28}{100 \mu\text{F}} = \frac{0.28}{10^{-4}}$$

$$R = 0.28 \times 10^4 \Omega$$

$$R = 2800 \Omega$$

Este valor de la resistencia se puede variar, teniendo así la variación en el tiempo de carga del capacitor.

b) La siguiente parte del circuito consiste en un disparador Schmitt, el cual se realiza con un amplifica--

dor operacional con un diseño Estandar, el cual se muestra en la Figura 22. Este disparador Schmitt, funciona en base a un voltaje de referencia, el cual si es igual al voltaje de entrada, a la salida se tiene un pulso negativo, sino, siempre la salida es positiva.

El ajuste del valor de referencia se hace tomando en cuenta que para que dispare el Schmitt, el voltaje de entrada deberá llegar a un valor igual al de referencia, el cual se llama voltaje superior, y que para el disparador vuelva a accionar, el voltaje de entrada deberá ser igual a un voltaje llamado inferior, si no, el disparador seguirá emitiendo una señal baja en la salida.

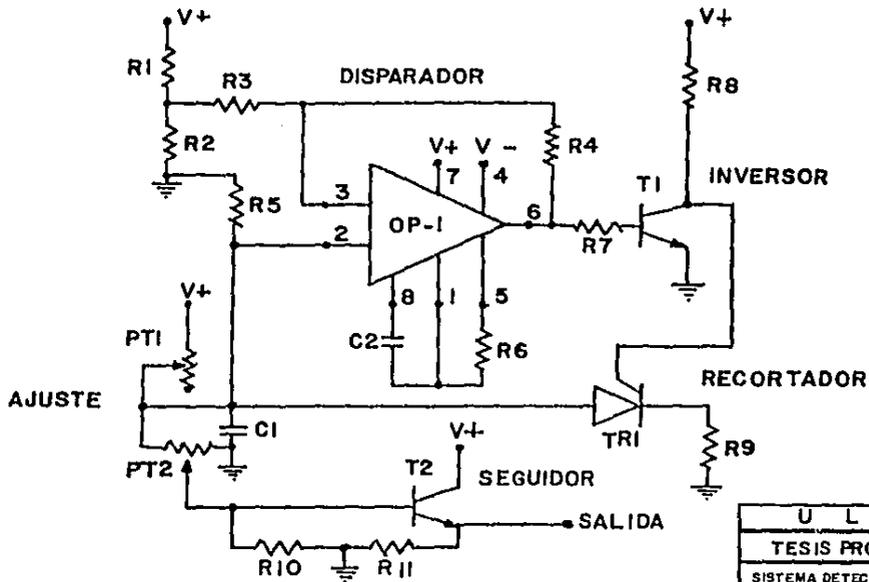
Teniendo en consideración lo anterior, el cálculo para la resistencia del valor de referencia y de retroalimentación es el siguiente:

$$\text{Datos } R_1 + R_2 = 10 \text{ K}\Omega$$

$$V = 5.5 \text{ Volts}$$

$$\text{Voltaje superior} = 2.5 \text{ V.}$$

$$\text{Voltaje inferior} = 0 \text{ V.}$$



U L S A	
TESIS PROFESIONAL	
SISTEMA DETECTOR DE CORTO CIRCUITO DEL S.T.C "METRO"	
Figura No. 22	Juan C. Marquina A. I.
CIRCUITO DE PRUEBA	

$$1.- V_S = \frac{R_1}{R_1+R_2} V_a + \frac{R_2}{R_1+R_2} V$$

$$2.- V_I = 0 = \frac{R_1}{R_1+R_2} V_a - \frac{R_2}{R_1+R_2} V$$

Restando (2) de (1):

$$V_A = \frac{2R_2}{R_1+R_2} V \quad \therefore R_2 = \frac{V_S \cdot (R_1+R_2)}{2V}$$

$$R_2 = \frac{2.5 \times 10^4}{2 \times 5.5}$$

$$3.- R_2 = 2.27 \times 10^3 \Omega$$

$$4.- R_1 = 10^4 - 2.27 \times 10^3 = 7.73 \text{ K}\Omega$$

Substituyendo 3 y 4 en 2.

$$7.3 \times 10^3 V_a - 2.27 \times 10^3 (5.5) = 0$$

$$\therefore V_a = \frac{2.27 \times 10^3 (5.5)}{7.73 \times 10^3}$$

$$V_a = 0.71 \text{ Volts.}$$

Con estos valores de resistencia, se tiene asegurada una corriente mínima para que el disparador accione. Comprobando experimentalmente el valor de voltaje de referencia se obtiene un voltaje superior de 1.2 Volts esto para asegurar que el disparador cuando acciona, no -

lo haga más que una sola vez y no oscile.

c) Puesto que la señal de accionamiento del disparador es una señal baja, se requiere de un circuito que convierta esta señal en un pulso alto, esto se consigue con un transistor en emisor común, por la base se introduce la señal de salida del disparador, por el colector un voltaje fijo $V+$ y el emisor V_e conectado a tierra.

Mientras el disparador Schmitt no está accionado, a su salida existe una señal alta, la cual satura al transistor y fluye corriente del colector al emisor o sea tierra, por lo tanto en el colector, sólo se tiene el voltaje de caída a través del transistor, que es 0.7 Volts.

Cuando el disparador Schmitt se acciona, la señal de salida es muy baja y esto permite que en el colector exista el voltaje $V+$ menos la caída en la resistencia, con esto tenemos un pulso suficientemente alto para activar la compuerta del SCR, la cual provoca la descarga del capacitor.

d) Tomando el voltaje en el colector, tenemos que cuando el transistor está saturado el voltaje es casi ce-

ro, pero cuando el disparador acciona, el transistor no conduce, y por lo tanto en el colector el voltaje es $V+$.

Para poder descargar el capacitor, se le conecta al ánodo de un thyristor la terminal positiva y por medio de una resistencia se conecta el cátodo a tierra por la compuerta se introduce el voltaje del colector del transistor.

Este SCR o Thyristor; funciona como un switch, el cual conduce del ánodo al cátodo cuando por la compuerta se introduce una señal de voltaje.

Esta señal que proviene del colector del transistor, es la que ordena al Thyristor, y que provoca que al conducir del ánodo al cátodo, el voltaje del capacitor se descargue a tierra por medio de una resistencia muy baja. (Ver Figura 22).

Debido a que el voltaje de referencia en el disparador es de 1.2 Volts, en el capacitor, se tiene un voltaje de pico aproximado a esta cantidad, pero si recordamos que del shunt del Puesto de Rectificación se obtienen valores de millivots, entonces se requiere conectar un di-

visor, que proporcione estos valores, como pueden ser:

Si el conmutador se encuentra en posición 1 ó sea un shunt de 5,000 Amp.-100 Mv., entonces para detectar 4,000 Amp. se requiere un pico de 80 Mv. si el conmutador se encuentra en posición 2, o sea un shunt de 8,000 Amp.-100 Mv. entonces para detectar 4,000 Amp. se requiere un pico de 50 Mv.

La señal que se toma del derivador de voltaje se introduce a la base de un transistor, montado en emisor seguidor, como se muestra en la Figura 22, porque la impedancia del detector es muy baja, de 26 K Ω , y si no existiera este emisor seguidor, el voltaje caería a cero.

LISTA DE PARTES DEL CIRCUITO DE PRUEBA

R1 = 33 K ohms
R2 = 10 K ohms
R3 = 220 ohms
R4 = 10 K ohms
R5 = 1 M ohm
R6 = 1 M ohm
R7 = 0.9 K ohms
R8 = 4.3 K ohms
R9 = 1 ohm
R10 = 1 M ohm
R11 = 4.3 K ohms

Todas las resistencias a 1/2 Watt. al 10%

C1 = 100 Hf, 25 V
C2 = 47 pf, 50 V
OP-1 = Amplificador operacional HIT SC6107P.
T1=T2 = Transistor GE-220 tipo NPN.
TR1 = Thyristor (SCR) HIT SR 1002.
PT1 = Preset de 15 K ohms.
PT2 = Preset de 250K ohms.

C O N C L U S I O N E S

El objetivo de este estudio es el de proporcionar un Mantenimiento preciso a los equipos detectores de corto circuito, lo cual redundará en seguridad de los Puestos Rectificadores que alimentan en 750 V.C.C. a las barras, que a su vez dan energía a los trenes. Se logra así proteger efectivamente tanto al equipo de las instalaciones fijas, como al del material rodante, de descargas de energía, las cuales los podrían dañar y provocar gastos excesivos, además de perjuicios a los usuarios del S.T.C.

Es además motivo de satisfacción, conocer e integrar estos equipos a nuestra Tecnología, logrando así que el técnico mexicano los opere con mayor eficiencia. Con lo anterior se logra también que los mantenimientos preventivos y correctivos se hagan con mayor rapidez y eficiencia. Representa además, un ahorro considerable en asistencia técnica, en relación al ajuste, conexión y mantenimiento de los equipos.

Tanto el estudio como las pruebas realizadas, demuestran las ventajas, en cuanto a economía y rapidez en la -

aplicación de mantenimientos a los equipos.

En la actualidad, el S.T.C., transporta a diario -
4'500,000 usuarios aproximadamente, de ahí la importancia
de que los que laboramos para este organismo, tengamos -
siempre presente que es indispensable prestar un servicio
con las características adecuadas de rapidez, seguridad y
eficiencia.

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

1. TTL DATA BOOK TEXAS INSTRUMENT.
2. DETECTEUR DE COURT-CIRCUIT DCC 78 CERME.
3. INTRODUCCION AL ANALISIS DE LOS SISTEMAS ELECTRICOS DE POTENCIA; ENRIQUEZ HARPER, EDITORIAL LIMUSA, - 1972.
4. OPERATIONAL AMPLIFIERS; GB CLAYTON, LONDON BUTTERWORTHS 1971.
5. HANDBOOK OF INTEGRATED-CIRCUIT OPERATIONAL AMPLIFIERS; GEORGE B. RUTKOWSKI, PRENTICE HALL 1975.
6. DISTIONNAIRE MODERNE FRANCAISE ESPAGNOL LAROUSSE.
7. APUNTES DE ELECTRONICA Y COMUNICACIONES.
8. MANUAL PARA INGENIEROS Y TECNICOS EN ELECTRONICA; MILTON KAUFMAN Y ARTHUR SEIDMAN, EDITORIAL MC. - - GRAW HILL.