



Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE INGENIERIA

**IMPLEMENTACION DE UN MANUAL DE PROCEDIMIENTOS
PARA EL DIAGNOSTICO Y REPARACION DEL SISTEMA
ELECTRONICO DE LA LAMINADORA HILLE 25**

Tesis Profesional

**Que para obtener el Título de
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
AREA ELECTRONICA**

p r e s e n t a

JUAN LUIS MORENO MICHAUS



**Director de Tesis:
ING. ARMANDO ORTIZ PRADO**

Ciudad Universitaria, Octubre de 1988



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

I N D I C E

1	INTRODUCCION	3
	1.1. PROPOSITO DE ESTA TESIS	3
	1.2. DESARROLLO	3
2	DESCRIPCION Y ESPECIFICACIONES GENERALES DE LA LAMINADORA EXPERIMENTAL "HILLE 25"	4
	2.1 DESCRIPCION DEL EQUIPO	4
	2.1.1. GENERALIDADES	4
	2.1.2. BASTIDOR	4
	2.1.3. ARREGLO CUARTO	5
	2.1.4. RODILLOS PARA TRABAJO EN CALIENTE	5
	2.1.5. RODILLOS PARA TRABAJO EN FRIO	5
	2.1.6. SISTEMA DE ABERTURA DE RODILLO	6
	2.1.7. CARACTERISTICAS DEL MOTOR PRINCIPAL	6
	2.2.MANEJO Y CONTROL DE LA LAMINADORA	10
	2.3.CARACTERISTICAS MECANICAS DEL EQUIPO	13
3	METODOS DE DIAGNOSTICO DE LA FALLA Y REPARACION DE LA MISMA	14
	3.1. DIAGNOSTICO DE LA FALLA	14
	3.2. PARTES DEL CIRCUITO DE CONTROL DE ARMADURA Y FUNCIONAMIENTO	16
	3.3. PARTES DEL CIRCUITO DE CONTROL DE CAMPO Y FUNCIONAMIENTO	19
	3.4. CONCEPTOS GENERALES SOBRE EL CIRCUITO ELECTRICO	22
	3.5. CONCEPTOS GENERALES SOBRE EL FUNCIONAMIENTO DE LOS COMPONENTES ELECTRONICOS EN LAS TABLETAS DE CONTROL	22

4	DIAGRAMAS	53
	4.1. DIAGRAMA ELECTRONICO DE LA ARMADURA DEL MOTOR PRINCIPAL	53
	4.2. DIAGRAMA ELECTRONICO DE EL CAMPO DEL MOTOR PRINCIPAL	54
	4.3. DIAGRAMA DE LAS CONEXIONES ELECTRICAS EN LA CONSOLA DE MANDO	55
	4.4. SISTEMA COMPLETO DE LA LAMINADORA	56
5	COMENTARIOS	57
6	BIBLIOGRAFIA	59

1. INTRODUCCION

1.1. PROPOSITO DE ESTA TESIS

Esta tesis nació de la necesidad de reparar el laminador experimental marca "Hille 25" instalado en los Laboratorios de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería de la U.N.A.M. debido a que tenía varios años sin funcionar, y habiendo ya fracasado en su reparación personal del Centro de Instrumentos de la misma Universidad. Por otra parte no se contaba con los recursos económicos necesarios para su reparación ya que las cotizaciones presentadas por empresas particulares eran demasiado costosas, teniendo la urgente necesidad de que el equipo funcionara, para poderla utilizar con fines de docencia y de investigación así como también en el desarrollo de proyectos para la industria. En virtud de lo anterior se planteó la posibilidad de que un pasante con experiencia en reparación y mantenimiento en equipo electrónico industrial, fuera el que desarrollara el proyecto de la reparación y así presentar éste como tesis profesional.

La reparación de la máquina representaba varios problemas tales como: (a) falta de diagramas tanto eléctricos como electrónicos, (b) Insuficiencia de catálogos y de información general sobre el funcionamiento y descripción de la máquina. Así mismo los anteriores fracasos habían provocado problemas colaterales tales como desconexiones en el sistema, falta de etiquetas, cambio de conexiones, terminales flojas, etc.

1.2. DESARROLLO

El trabajo consistió en ubicar la falla a través de un proceso

sistemático para evaluar y proceder a su reparación. Adicionalmente se hicieron modificaciones en el cableado de la máquina para evitar malos manejos del equipo por personas extrañas a éste. Como ya se mencionó anteriormente, la información sobre la máquina era nula, razón por la cual, se procedió a efectuar un levantamiento de diagramas tanto eléctricos como electrónicos, los cuales se presentan al final de la tesis. Este trabajo consiste de una descripción general del equipo de laminación así como los requerimientos seguidos para su reparación.

2.- DESCRIPCION Y ESPECIFICACIONES GENERALES DE LA LAMINADORA EXPERIMENTAL "HILLE 25"

2.1. DESCRIPCION DEL EQUIPO

2.1.1. GENERALIDADES

La laminadora fue diseñada para garantizar la alta flexibilidad que el trabajo experimental requiere. Se encuentra equipada con rodillos de 11.43 cm. de diámetro tanto para trabajo en caliente como para trabajo en frío (arreglo dúo) y con rodillos de trabajo de 3.81 cm. de diámetro en el caso del arreglo cuarto. Cuenta además con un sistema automático para el ajuste de separación de los rodillos.

2.1.2. BASTIDOR

El bastidor es de acero fundido tipo BSS 592 grado B (norma inglesa) tiene una sección transversal de 67.74 cm.² dando una área total de 271 cm. cuadrados lo cual garantiza la rigidez del mismo. Dicha pieza es maquinada a sus dimensiones finales para servir así de soporte a las chumaceras de los rodillos, a los elementos de ajuste de separación de

los mismos así como también a las guías de entrada y salida.

2.1.3. ARREGLO CUARTO

Este se forma al introducir entre los rodillos un arreglo formado de un par de rodillos de acero forjado y templado montados completamente en un soporte de acero, lo cual facilita la colocación. La máxima separación entre rodillos en este caso es de 6.3 cm.

2.1.4. RODILLOS PARA TRABAJO EN CALIENTE

Dadas las características de servicio, estos se fabrican normalmente por medio de fundición siendo común el empleo de hierro nodular, así como técnicas especiales de colada que permiten la obtención de una superficie de contacto con alta resistencia al desgaste y un núcleo maleable.

2.1.5. RODILLOS PARA TRABAJO EN FRIO

Por las características del producto en esta etapa del proceso estos normalmente son de menor diametro y estan sometidos a condiciones mas exigentes de deformación y de par aplicado. Razon por la cual es muy común el empleo en estas etapas de rodillo de aceros fundidos y en algunos casos de aceros forjados.

En general, los primeros pasos de deformación donde son requeridos grandes reducciones, se realizan en caliente, mientras que cuando es necesario un mejor acabado o dimensiones precisas se laminará en frio.

2.1.6. SISTEMA DE ABERTURA DE RODILLOS

El tornillo motorizado es de gran valor cuando se colocan rodillos calientes, el cambio de la abertura entre los rodillos puede ser fácilmente hecho. Así se reduce el enfriamiento en la pieza a laminar. También reduce considerable el tiempo para cambiar rodillos. El motor es de 1 HP de jaula de ardilla trifásico y la velocidad aproximada del tornillo es de 75 mm/min. tiene reducción por engranes con indicación de calibración mínima de 0.0254 mm. (0.001").

2.1.7. CARACTERISTICAS DEL MOTOR PRINCIPAL

MOTOR DE CORRIENTE DIRECTA	0-25 HP
RANGO	0/25 HP. continuos 0/540/1620 R.P.M. 220 V C.A. de entrada trifásico. de 0 a 310 V.C.D. de salida. Esta controlada por tres SCR'S. y tres diodos en arreglo puente.
SOBRE CARGA	1.75 de carga máxima a 15 seg.
TIPO	Características del campo reversible en base horizontal, montado en baleros de esfera de rodillos con cojinetes de aislamiento clase B. Temperatura máxima 75 C.
VENTILACION	De tiro forzado por un ventilador con

motor trifásico en la parte superior del motor de C.D.

PROTECCION

Las conexiones y los cables están protegidas y cubiertas en tubo de acero.

ACCESORIOS

Base estándar para extensión de columna. El taco generador va montado en reo 44 (norma inglesa).

CAMPO ELECTRICO

Bobinado para 200 V.C.D. con control variable de voltaje, convertidor de entrada bifásica de 220 V.C.A. a través de 4 SCR'S. Para la armadura tenemos un bobinado de 310 V.C.D. con control variable de voltaje. Convertidor de entrada trifásica de 220 V.C.A. a través de 3 SCR'S y 3 diodos. Están incorporados todos los accesorios necesarios tales como el contactor y equipo electrónico para control de regulación del motor con excepción de los controles del operador colocados en la base de la laminadora.

RANGO

Para 310 V.C.D. la máxima corriente será de 2 veces a plena carga en un tiempo máximo de 15 seg.

REGULADOR

El control se realiza por medio de un taco generador en conexión retroalimentada con el control. La precisión en la velocidad es de 0.25 % con una variación de la temperatura de 0 a 38 C del medio ambiente, regulación de carga 0.1% de cero carga a carga completa. Tiene un control ajustable para sobrecarga de corriente y un sistema automático de caída de voltaje de campo cuando pasa la velocidad ajustada. El tiempo de aceleración y desaceleración está compuesta por un circuito rampa.

OTROS CONTROLES Y CARACTERÍSTICAS DE PROTECCIONES

Supresión de picos (transitorios) y limitación de corriente por fallas del circuito. Un circuito magnético por sobrecarga y disparo electrónico instantáneo. El motor del ventilador y el bobinado de campo están protegidos contra sobrevoltajes y corto circuito por aislamiento. Los fusibles miniatura son la protección para los circuitos auxiliares ya que cuando existe una falla la indica en el piloto del gabinete. Tiene además un freno

dinámico por resistencia y monitoreo del equipo por pilotos y medidores.

CONSTRUCCION DEL GABINETE

Las medidas son 91.5 cm. de ancho 76 cm. de fondo y 2.03 m. de alto. Esta protegido contra polvo y humedad. Las puertas son de acero con bisagras y cerradura, en la parte trasera y delantera. El regulador electrónico consiste de un contactor estándar general para fácil mantenimiento. Todas las terminales eléctricas están marcadas con números para fácil identificación.

CONTROLES DEL OPERADOR E INDICACIONES EN LA PARTE DELANTERA DEL GABINETE.

Un amperímetro de armadura
 Un amperímetro de campo
 Un voltmetro de armadura
 Un indicador de revoluciones
 Un interruptor de encendido
 Un botón interruptor de parada de emergencia.

Tres lámparas piloto, que son las sig:

Auxiliares

Listo

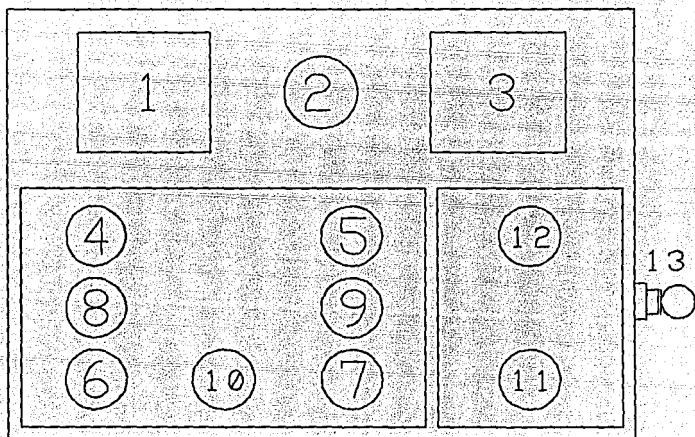
Sistema de tiristores correcto

2.2. MANEJO Y CONTROL DE LA LAMINADORA

El motor principal de la laminadora está provisto de un convertidor de voltaje alterno a voltaje directo, por medio de tiristores y con un taco generador para la retroalimentación para así obtener una alta estabilidad en cualquier condición. Cuando alcanza una velocidad de 540 R.P.M. comienza a trabajar un sistema automático de calda de voltaje de campo para permitir la operación hasta 3 veces la velocidad base a un bajo par, aunado a un voltaje de armadura máxima y por lo tanto un óptimo factor de potencia. Esta provisto de un sistema de protección de sobrecorrientes para limitar la corriente de armadura a dos veces la corriente a plena carga. La dirección de rotación es seleccionada por un interruptor adelante-paro-reversa. La velocidad es seleccionada por un interruptor pulsos-paro-lento-rápido.

Cuando se coloca en modo rápido el motor acelera uniformemente hasta alcanzar la velocidad seleccionada en el potenciómetro de ajuste. La desaceleración está controlada por una rampa, el motor para completamente cuando se reduce el ajuste del potenciómetro o cuando se cambia de rotación. Presionando el motor de paro de emergencia se cierra el contactor del freno dinámico que consiste en una resistencia de potencia que se coloca paralelo al motor principal para reducir su velocidad lo más rápido posible, resultando que el motor para instantáneamente, pero mantiene el voltaje de armadura y de campo constante, para que cuando se quite el freno arranque uniformemente en la velocidad fijada.

La consola de mando consta de los siguientes interruptores, pilotos, e indicadores:



CONSOLA DE MANDO

POSICION	OPERADOR	F U N C I O N
1	Indicación de velocidad.	Indica la velocidad de la laminadora en revoluciones por minuto.
2	Control de velocidad	Potenciómetro que tiene una rotación de 330 grados y es para graduar la velocidad de los rodillos de la laminadora.
3	Indicador de corriente de armadura.	Indica la corriente que circula en la armadura.
4	Interruptor de dos posiciones	Posición izquierda laminador duo Posición derecha laminador cuarto Este control lo unico que hace es invertir el sentido de rotación en los rodillos de apoyo, para conservar así la dirección de laminado.
5	Interruptor de tres posiciones	Posición izquierda marcha media Posición derecha marcha en continua Posición central marcha lenta
6	Interruptor verde	Selecciona marcha hacia adelante
7	Interruptor azul	Selecciona marcha hacia atrás
8	Luz piloto verde	Indica marcha hacia adelante
9	Luz piloto azul	Indica marcha hacia atrás

10	Interruptor rojo	Interruptor principal de paro dinámico pone fuera el motor principal y opera el freno dinámico.
11	Interruptor dos posiciones	Encendido general del equipo.
12	Luz piloto ambar	Indica que el motor tornillo puede ser operado.
13	Interruptor de tres posiciones con regreso automático al centro.	Cuando esta en la posición alta los rodillos se elevan, cuando esta en la posición media el motor esta fuera y cuando esta en la posición baja los rodillos bajan.

2.3. CARACTERISTICAS MECANICAS DEL EQUIPO.

CARGA MAXIMA EN LOS RODILLOS	40 toneladas
MAXIMO PAR EN LOS RODILLOS	6.5 ton/pulg. (2.56 ton/cm.) pero varía cuando la velocidad se incrementa de 100 pies/min. (30.48 m/min.) a 300 pies/min. (92 m/min.) el par decrece a 2 ton/pulg (.787 ton/cm.).
MAXIMA DISTANCIA DE SEPARACION DE LOS RODILLOS COMO LAMINADOR DUO ,CON CELDAS DE CARGA INSTALADAS.	8.9 cm.

MAXIMO ESPESOR USUAL DEL MATERIAL A SER LAMINADO.

6.35 mm.

TAMAO DE LOS RODILLOS DE TRABAJO
DUO MAXIMO DIAMETRO
CUARTO MAXIMO DIAMETRO

11.43 cm. (4.5") de diametro y
15.24 cm. (6") de largo
3.81 cm. (1.5") de diametro y
15.24 cm. (6") de largo

DIMENSIONES APROXIMADAS MAXIMAS

1.9 m. de largo
.96 m. de ancho
1.95 m. de alto

PESO APROXIMADO DE LA LAMINADORA

2.5 ton.

3. METODO DE DIAGNOSTICO DE LA FALLA Y REPARACION DE LA MISMA.

El procedimiento que se siguió fue la identificación de todas las partes del sistema y la función de la operación de cada una de ellas.

3.1. Diagnóstico de la falla.

Se procedió a desmontar, del gabinete principal, la tableta del control electrónico, del motor principal, que controla la armadura para hacer su diagrama y verificar sus componentes electrónicos por medio de simulación de señales de entrada y verificar su señales de salida, de acuerdo a las funciones del circuito que se analizaba. Una vez verificado su funcionamiento se procedió a montarlo en su lugar correspondiente.

Despues se procedió a desmontar el control electrónico del motor principal que controla al embobinado de campo para hacer su diagrama y verificar sus componentes electrónicos, por medio de la simulación de las señales de entrada y verificar sus señales de salida de acuerdo a

Las funciones de circuito que se analizaba, una vez verificado su funcionamiento se procedió a montarlo en su lugar correspondiente. Con estos sistemas colocados en su lugar se hizo la verificación del cableado de la máquina y se encontró que habían sido dañados por causa de algunos roedores que penetraron en la laminadora ya que estaban alojados en la mesa de control de ésta, además se había hecho anteriormente un cableado que producía fallas intermitentes. Como no había diagramas de la máquina, las pruebas del control automático se hicieron por medio de puentes eléctricos, simulando las señales del control y así detectar las fallas en el equipo. Después se hizo la verificación tanto de las entradas como de las salidas de cada bloque de circuitos electrónicos del control de la bobina del campo como el de armadura y se encontró que todo funcionaba normalmente, para verificar los circuitos de campo y de armadura que constan de un arreglo de tiristores y sus siglas son: SCR. Se conectó una carga resistiva que en este caso fueron dos focos en serie de 75 W., 127 V. y se encontró que todo estaba normal en la salida del circuito de campo, pero en la salida de armadura fue donde se detectó la falla por medio del osciloscopio ya que un SCR no se disparaba y no producía la señal de una fase de voltaje en la salida ya que este sistema consta de tres fases a 220 V.C.A. Como el SCR se había verificado anteriormente y su funcionamiento era normal se procedió a verificar la tableta del control electrónico y se vio en el osciloscopio que efectivamente una señal no disparaba ya que no producía el pulso eléctrico. Entonces se simuló un pulso en la sección del transformador de acoplamiento a los SCR y se detectó que sí había disparo, por lo tanto el transformador estaba en buenas condiciones.

Después se simuló un disparo en una sección antes del transformador que es un transistor NPN (VT3) y se verificó que estaba en buen estado, luego se analizó la etapa anterior al transistor, que es un transistor unijuntura programable PUT. que tiene la característica de poder programar, por medio de un divisor de voltaje y un circuito resistencia-condensador en serie, un pulso o un tren de pulsos. Se encontró que su funcionamiento era intermitente ya que en algunas ocasiones funcionaba y en otras fallaba, la causa probable de esta intermitencia es que una soldadura de conexión entre el semiconductor y la pista de conexión quedó mal hecha y averió el PUT. Se buscó en el mercado un sustituto ya que el original (inglés) no se encontró y se cambió por un PUT 2A402B de la Texas Instrument, con las mismas características. Se procedió a cambiar el PUT defectuoso y desapareció la falla en esa sección. Después se procedió a ver las señales en el osciloscopio y se encontró que las tres fases estaban normales con lo que el equipo funcionó de acuerdo a lo especificado.

3.2. PARTES DEL CIRCUITO DE CONTROL DE ARMADURA Y FUNCIONAMIENTO.

3.2.1. El circuito de armadura de la figura 1 consta de las siguientes partes:

1. Contactor trifásico
2. Una tableta de control electrónico
3. Un circuito de trifásico de SCR
4. Un tacogenerador
5. Un circuito protector de corriente
6. Un transformador de poder
7. Un potenciómetro de ajuste de velocidad.

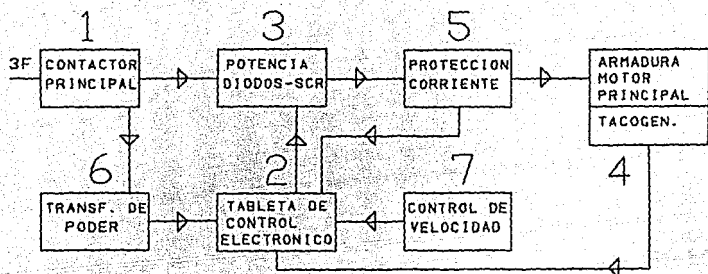


FIG. 1

3.2.2. FUNCIONAMIENTO DEL CONTROL ELECTRONICO DE ARMADURA

El funcionamiento es como sigue: los diodos (D1, D2, D3, D4, D5, y D6) rectifican la señal trifásica del transformador de poder, los diodos zener (Z3 y Z4) estabilizan la tensión + 12 y - 12 V.C.D. y los diodos zener (Z5 y Z6) estabilizan la tensión de referencia +6.5 y -6.5 V.C.D. Los amplificadores operacionales amp op. (A1 y A2) controlan la aceleración por medio del potenciómetro de la consola, y su funcionamiento es como sigue: Si aumentamos el voltaje negativo por medio del cursor del potenciómetro el amp. op. (A1) invierte el voltaje a positivo pero del mismo valor que el negativo. Esto sucede porque el voltaje negativo entra a la parte inversora del amp. op. (A1) pasa a través del diodo (D 10) carga al condensador (C4) a través de la resistencia (preset 1 Mohms) y produce una rampa con base de tiempo (C4-R1Mohm) el amp. op. (A2) vuelve a invertir la señal de positiva a negativa después el transistor (VT1) que actúa como seguidor emisor, amplifica la corriente del amp. op. (A2) de ahí sigue al amplificador de diferencia de velocidad que es el amp. op. (A3) a la que también

le llega la retroalimentación del tacómetro que es un voltaje positivo para así poder hacer la diferencia de voltajes de lo que graduamos y lo que se genera en el tacogenerador para de esta forma mantener la velocidad estable al punto fijado. Luego pasamos al transistor (VT6) que está en modo seguidor emisor y amplifica la corriente a los circuitos de disparo de los SCR.

Los amplificadores operacionales amp. op. (A4 y A5) son para el control de sobre corriente y corto circuito ya que si ocurre una de las dos posibilidades se genera un voltaje negativo, el amp. op. (A5) lo convierte a positivo en su salida, el amp. op. (A6) lo invierte a negativo en su salida y por lo tanto satura al transistor (VT6). Este transistor hace negativo el voltaje en las entradas de los circuitos de disparo y así se anula la señal en la salida de potencia.

Los circuitos de disparo son tres por ser línea trifásica, y constan de los transistores (VT2, VT5, y VT9) y los diodos (D19, D28 y D39) que dan la sincronía de la línea a través de un transformador de acoplamiento trifásico. El transistor (VT6) da el nivel de voltaje para que los (PUT) (VT3, VT7 y VT10) se disparen con mayor o menor frecuencia, esto es si aumenta el voltaje, aumenta la frecuencia y viceversa. Luego los transistores (VT4, VT8 y VT11) amplifican la corriente para disparar, los transformadores (T1, T2 y T3) a su vez la salida de éstos se acoplan a los SCR potencia. La salida de potencia es un arreglo trifásico de tres diodos y tres SCR con su debida protección: Circuito resistor capacitor para disminuir los transitorios de línea, circuitos de inductancia para disminuir las interferencias por frecuencias altas, circuitos de diodos

para proteger contra voltajes inversos producidos por la armadura y fusibles para corto circuito con indicadores de falla.

3.3. PARTES DEL CIRCUITO DE CONTROL DE CAMPO Y FUNCIONAMIENTO.

3.3.1. El circuito de campo de la figura 2 consta de las siguientes partes:

1. 1 Contactor principal del motor.
2. 1 Tableta de control electrónico
3. 1 Circuito de 4 SCR con entrada bifásica
4. 1 transformador de poder
5. 1 Contactor de marcha adelante-atrás
6. 1 circuito protector de corriente
7. retroalimentacion de las R.P.M. del motor principal

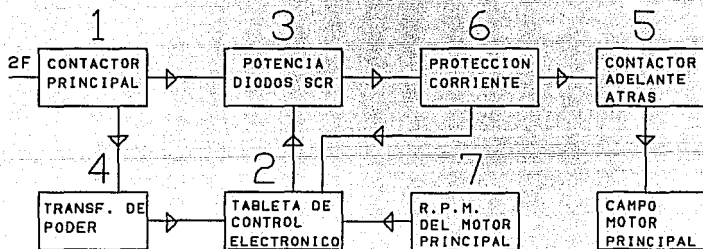


FIG. 2

Funcionamiento del control electrónico de campo eléctrico

Los puentes de cuatro diodos (BR1 y BR2) rectifican el voltaje alterno de un transformador, después se filtra con los condensadores (C1, C2, C4 y C5) y está posteriormente se regula por medio de dos reguladores integrados (VR1 y VR2) de 12 V.C.D. Con lo que tenemos dos fuentes + 12 y -12 V.C.D.

El amp. op. (A1) es el amplificador de voltaje de campo que se ajusta por medio del potenciómetro (RV7) (voltaje de campo) que tiene una referencia de -VS. Si aumentamos el voltaje, esto es, girar el potenciómetro hacia la derecha a la salida del amp. op. (A1) tendremos el voltaje amortiguado (C9-R7), invertido y amplificado. El transistor (VT1) en seguidor emisor amplifica la corriente. También sucede con el transistor (VT2), este voltaje pasa a los amp. op. (A7 y AB) a la entrada inversora. Por otro lado la señal de sincronía es dada por un transformador con un voltaje de 12 VCA., y está pasa a los amp. op. (A3, A4 y A5) que defasan la señal de sincronía 90 grados aproximadamente ya defasada pasa al amp. op. (A6) que da una ganancia de 1000, para dar una salida cuadrada, esta señal se aplica al los transistor (VT6, VT3 y VT9). Con la señal anterior el transistor (VT9) da un defasamiento de 180 grados y además genera una rampa con el condensador (C16), y van a la entrada no inversora de los amp. op. (A7 y AB) después a los transistores (VT4 y VT10) que invierten la señal. De ahí pasan a los transistores (VT5 y VT11) que detectan los pulsos que entran a su base y se amplifican en corriente para pasar a los transistores (VT12, VT13, VT16 y VT17) que a su vez manejan los transformadores (T1 y T2), después estas salidas disparan a los SCR'S de potencia.

El circuito cuenta con protección contra corto circuito y sobrecargas, la corriente es censada a través de un transformador de acoplamiento y se localiza entre la entrada de línea y el campo eléctrico. El secundario del transformador tiene un puente rectificador de diodos (BR3), ya rectificada la señal pasa a un divisor de voltaje (RV3) que se acopla a los amp. op. (A2, A9 y A10).

Analizamos ahora su funcionamiento, supóngase que la corriente de campo aumenta, como esto se acopla a (RV3) el voltaje aumenta, este voltaje lo detecta el amp. op. (A2) y lo cambia a un voltaje negativo esto hace que los transistores (VT1 y VT2) en su emisor sean negativos los voltajes y por lo tanto no se producen pulsos en los amp. op. (A7 y A8), no hay disparos en los SCR de potencia. en el amp. op. (A10) el voltaje de entrada es positivo, la salida se conserva positiva luego se aplica este voltaje al transistor (VT14) que actúa como amplificador de corriente para así energizar al relevador de protección del motor.

La salida es un arreglo bifásico de 4 SCR para un voltaje de entrada de 220 V.C.A. Están protegidos por: circuitos resistor-capacitor para disminuir los transitorios de línea. Circuitos de inductancia para disminuir las interferencias por frecuencias altas y además las que producen los SCR al tiempo de disparo, circuitos de diodos para proteger contra voltajes inversos producidos por el campo y fusibles para corto circuito.

3.4.- CONCEPTOS GENERALES SOBRE EL CIRCUITO ELECTRICO.

Como ya se había mencionado anteriormente la máquina se arrancó con puentes eléctricos entre las conexiones ya que no existían diagramas de ésta. Cuando el motor de la laminadora funcionó manualmente fue cuando se procedió a realambrear la parte del control eléctrico del motor que se localiza en la consola de la laminadora. Este trabajo consistió de: alambrado del interruptor de encendido, del interruptor de paro total, del interruptor de marcha adelante-atrás, del interruptor de encendido que tiene llave de seguridad, aquí se agregó una conexión para que solamente la persona con autorización lo utilizara y se cambio la polaridad del cuenta-revoluciones ya que estaba invertido.

Las conexiones eléctricas que se revisaron, fueron:

La del motor de ventilación, la del control de armadura, la del control de campo, la del motor del tornillo automático de los rodillos el freno eléctrico y el interruptor de fin de carrera.

En la consola principal se procedió a cambiar la función de encendido del motor principal ya que el armadura se exitaba sin que se exitara el campo, esto daba como resultado que la corriente de armadura se disparara a un valor bastante considerable, aproximadamente 80 AMP, esto podía producir daños en los circuitos electrónicos y en la salida de la armadura. El cambio fue de la siguiente manera: se alambieron en paralelo tanto el contactor de campo como el de armadura y de esta manera, sólomente con exitación en el campo se podía arrancar el armadura.

3.5. CONCEPTOS GENERALES SOBRE EL FUNCIONAMIENTO DE LOS COMPONENTES ELECTRONICOS EN LAS TABLETAS DE CONTROL.

3.5.1. Funcionamiento del SCR

El SCR es un dispositivo semiconductor que sirve para muchas aplicaciones industriales y comerciales tales como: variación de la velocidad de motores, graduadores de luz, controles de temperatura, etc.

En la figura 3 se muestra su simbolo y funcionamiento.

Su funcionamiento es de la siguiente manera:

Si no se aplica una señal de disparo a la puerta o no se eleva demasiado el voltaje entre ánodo y cátodo, el SCR permanece bloqueado (no conduce)

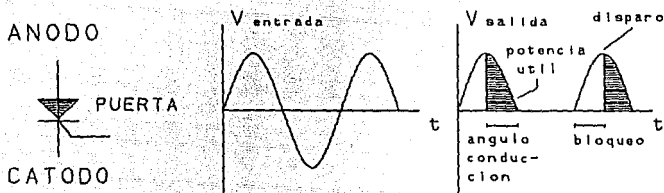


FIG. 3

Si aplicamos un disparo entre puerta y cátodo o aumentamos el voltaje entre ánodo-cátodo el SCR pasa del estado de no conducción al de conducción y funciona como un diodo rectificador ya que solo pasa una semionda de la onda senoidal que se le aplica. Con estas características podemos manejar el disparo en diferentes ángulos de conducción y así obtener un control para varias aplicaciones.

Prueba de un SCR, si hacemos el arreglo de la Figura 4, que consiste

en: una fuente de voltaje de 10 a 15 V.C.D., un miliamperímetro de 0 a 500 Ma., un foco para 12 V. 0.3 A., dos resistencias de 1000 y 100 OHMS. y el SCR a probar. Verificaremos que el foco debe permanecer apagado mientras no se aplique un pulso a la puerta (si se enciende sin pulso el SCR esta averiado) ahora si aplicamos un pulso a la puerta por medio de una resistencia de 100 OHMS el SCR pasa a su estado de conducción y el foco se ilumina (el SCR esta correcto).

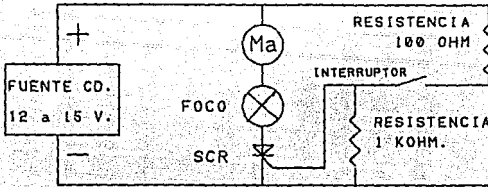


FIG. 4

3.5.2. Funcionamiento de los diodos.

Es un dispositivo semiconductor que tiene la característica de dejar circular la corriente en un solo sentido y su funcionamiento es como sigue: si aplicamos una señal senoidal mayor de 0.7 V. al ánodo, sólo aparecerá la semionda positiva en el cátodo. El voltaje entre ánodo y cátodo cuando conduce es de 0.7 V. para silicio y 0.3 V. para germanio. Cuando no conduce el diodo el voltaje entre ánodo-cátodo será el voltaje inverso aplicado. En la figura 5 se muestra su símbolo y características.

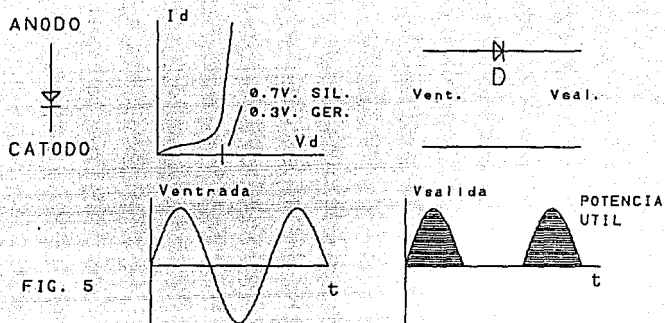


FIG. 5

Prueba de un diodo: Si hacemos el arreglo de la Figura 6, que consiste en una fuente de voltaje de 10 a 15 V.C.D., un miliamperímetro de 0 a 500 Ma., un foco para 12 V. 0.3 A y el diodo a verificar. Verificaremos que el foco debe permanecer apagado mientras el diodo esté en la polaridad inversa a la fuente (si enciende el foco está averiado), pero si cambiamos a la polaridad directa, el foco debe encender (se encuentra en buen estado).

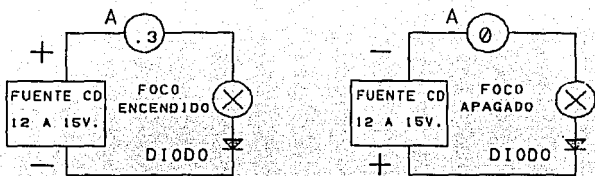
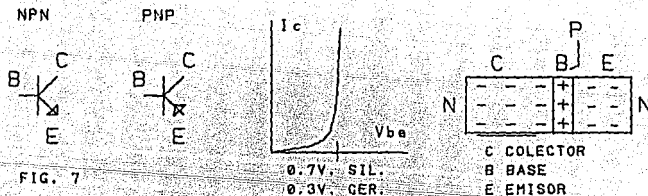


FIG. 6

3.5.3. Funcionamiento de transistores.

Es un dispositivo semiconductor que tiene la característica de amplificar la corriente. Ya que con una pequeña cantidad de corriente en su base se amplifica en beta veces entre colector y emisor del transistor y así se puede manejar la corriente colector-emisor según se requiera, los transistores tienen tres terminales, que son: base, colector y emisor. Hay dos clases de transistores NPN y PNP o sea que para el transistor NPN su colector es N, su base es P y su emisor es N y al contrario sucede con los transistores PNP. N son electrones y P huecos. Hay transistores de germanio y de silicio, el voltaje de directa entre base y emisor es de 0.7 V. para silicio y 0.3 V. para germanio. En la figura 7 se muestra su símbolo y características.



Su polarización se debe hacer con emisor base, a esto se le llama, polarización en directa y la polarización inversa es con base colector. Si es NPN la polarización del emisor será negativa con respecto a base y el colector positivo, respecto a base. En la figura B vemos un ejemplo de la polarización de los dos tipos de transistores NPN y PNP en configuración de emisor común.

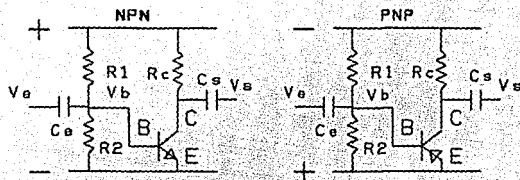


FIG. 8 EMISOR COMUN

Para un amplificador de C.A. en base común, el voltaje de la señal de entrada V_e varía el voltaje a través de la unión emisor, polarizada directamente, provocando que la corriente de emisor I_e también varíe. La corriente de colector, que es aproximadamente igual a la corriente de emisor, varía de igual manera que ella, y por lo tanto hace que varíe el voltaje a través de la resistencia R_c del circuito de colector. Esta variación o componente de señal, pasa a través del capacitor C_2 y se convierte en el voltaje de salida V_s . Observe que la resistencia R_e del circuito del emisor debe ser mayor en comparación con la resistencia de entrada del transistor para evitar que una parte apreciable de la corriente I_e se vaya a tierra. En la figura 8A se ve su configuración.

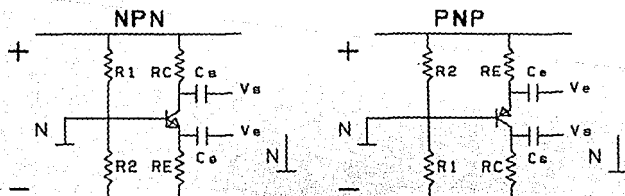


FIG 8A BASE COMUN

El amplificador en configuración de colector común el cual es conocido a menudo como seguidor emisor, y que tiene conectada la carga en el circuito del emisor. por lo general, el colector se conecta directamente a la terminal de V_{cc} , la cual en C.A. es un potencial a tierra, de ahí el nombre de colector común.

Se ve que el voltaje de entrada V_e es igual al voltaje de salida V_s más el voltaje alterno a través de la unión emisor, polarizada directamente considerando que las reactancias de los capacitores de acoplamiento son suficientemente pequeñas, que se pueden despreciar. Esta relación de voltaje puede expresarse como $V_e = V_{be} + V_s$. Por lo tanto, el voltaje de entrada es mayor que el voltaje de salida y la ganancia de voltaje es menor que uno. A menudo, el voltaje de salida V_s es mayor que V_{be} , así que la ganancia de voltaje es casi igual a la unidad. Entonces, el el voltaje de emisor sigue aproximadamente al voltaje de base o voltaje de entrada tal y como lo indica su nombre, seguidor emisor. Esto se ve en la figura 8B.

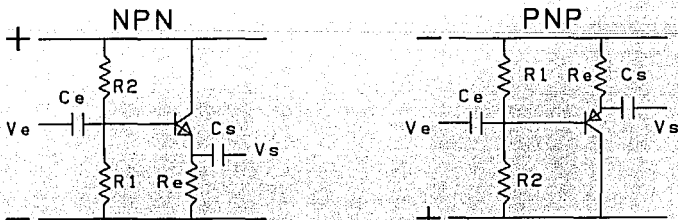


FIG 8B

COLECTOR COMUN

Prueba de un transistor

Si hacemos el arreglo de la Figura 9 que consiste de: una fuente de voltaje de 10 a 15 V.C.D., un miliamperímetro con escala de 0 a 1 MA. un miliamperímetro con escala de 0 a 100 microampers, dos resistencias una de 15 y 100 K OHMS, un potenciómetro de 10 K OHMS y el transistor.

Para un transistor NPN colocamos el cursor del potenciómetro en la parte negativa, con este arreglo el transistor no conduce y no fluye corriente (si el transistor conduce bajo esta condición, esta averiado) ahora si vamos deslizando el potenciómetro hacia la parte positiva de la fuente, en el miliamperímetro se verá que aumenta la corriente (si no aumenta la corriente, el transistor está averiado) para saber la beta de un transistor se divide la corriente del miliamperímetro que está colocado en el colector entre la corriente del miliamperímetro que esta colocado en la base, $Beta = I_c / I_b$. Con el transistor PNP se invierta la polaridad de la fuente y se siguen los mismos pasos anteriores.

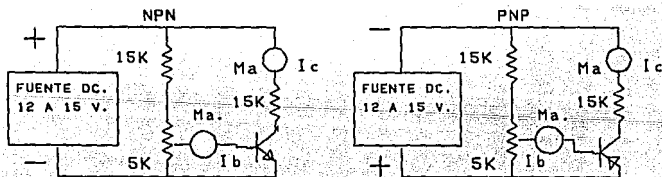


FIG. 9

3.5.4. Funcionamiento del regulador:

El regulador es un dispositivo semiconductor que como su nombre lo indica regula el voltaje que se le aplique a su entrada, a un cierto valor que nosotros determinemos. Hay dos tipos fijos y variables, para el caso de la laminadora se emplean unicamente fijos.

La función del regulador de voltaje es convertir un voltaje de C.D. variable en su entrada a un voltaje estabilizado en su salida y mantener ese voltaje sobre cualquier variación ya sea un incremento en la carga, variaciones de voltaje en la entrada, cambios de temperatura, etc. Este dispositivo consiste de las siguientes partes: a) Un elemento que actúa como voltaje de referencia, este elemento da un voltaje fijo bastante estable ya sea a los cambios de temperatura o de voltaje, esta referencia debe de ser menor que el voltaje de salida..

b) Un elemento que sensa los cambios de voltaje en la salida del regulador y lo convierte a un voltaje igual al de referencia.

c) Un elemento que compara el voltaje sensado y el voltaje de referencia creando así una señal de error para manejar la salida a través del elemento de control.

d) Un elemento de control que esta conectado entre la salida y entrada de voltaje y tiene por misión mantener la salida en un voltaje estable, pero comandado por el elemento comparador.

Hay varios métodos de regulación: serie, paralelo y de interrupción.

Pero siempre existen entre todos ellos cuatro elementos básicos que son los antes anunciados. en la figura 10 se ve el simbolo y funcionamiento.

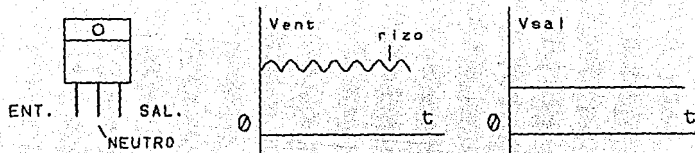


FIG. 10

Prueba de un regulador.

Si hacemos el arreglo de la Figura 11 que consiste de: una fuente variable de voltaje de 0 a 20 V.C.D., dos vólmetros con escala de 0 a 20 V.C.D., una resistencia de 1 K OHMS y el regulador a analizar.

Primero vemos que clase de regulador es, ya sea su clave o sus características. Las características las tomamos del manual de semiconductores para saber el voltaje de entrada, el voltaje de salida, la corriente y el arreglo de conexiones, de acuerdo a esto tomamos las mediciones.

Hacemos las conexiones de la fuente entre la entrada y el neutro del regulador colocando también un vólmetro y a la salida del regulador la resistencia y el vólmetro. Ahora variamos el voltaje de la fuente y vemos el voltaje de salida en el vólmetro, si es del valor especificado indica que el regulador está correcto, pero si no ocurre esto el regulador está en mal estado.

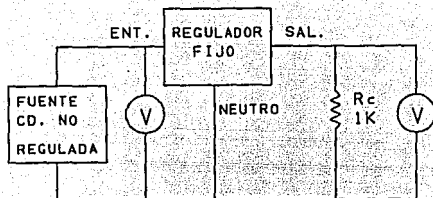


FIG. 11

3.5.5. Funcionamiento del diodo zener.

Es un diodo de referencia que tiene como característica principal la de conservar un voltaje constante entre su ánodo y cátodo cuando se polariza en el sentido inverso este voltaje puede ser de varios valores que oscilan entre los 3 y 300 V. también se puede conectar entre su ánodo y cátodo un voltaje de polarización directo y funciona como un diodo común. Sus aplicaciones pueden ser muy variadas, como son: Regulador de voltaje, protección de transistórios, circuito de disparo, etc.

Su funcionamiento es de la siguiente manera; si aplicamos una señal senoidal entre cátodo y ánodo aparecerá una semionda cortada en la parte superior ya que en este punto se conecta como diodo zener y la parte negativa de la onda aparece cortada en 0.7 V. ya que en este punto se conecta como diodo normal. En la figura 12 aparece su símbolo y características

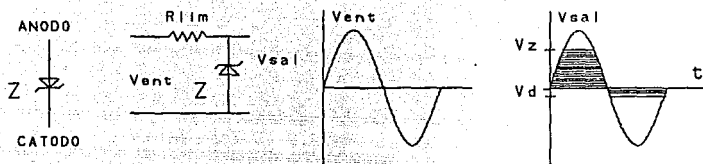


FIG. 12

La gráfica de la figura 13 nos muestra que para un diodo zener de 10 V. la corriente en este voltaje aumenta muy rápidamente y es en ese punto donde comienza la regulación del zener.

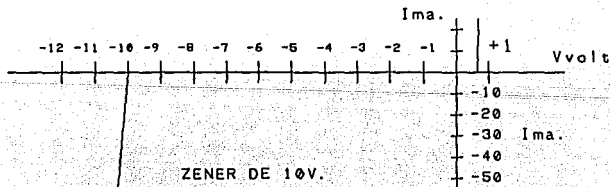


FIG. 13

Prueba de un zener:

Si hacemos el arreglo de la Figura 14 que consiste de: una fuente de 0 a 30 V.C.D., una resistencia de 1 K OHMS, un vólmetro de 0 a 30 V.C.D. y el zener a verificar.

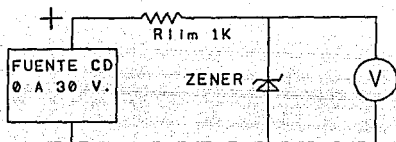


FIG. 14

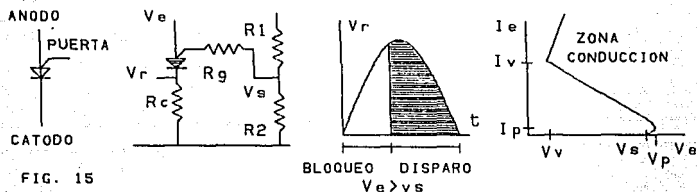
Colocamos la fuente en 0 V.D.C. y vamos aumentando lentamente hasta que la aguja del vólmetro de detenga y marque el valor del voltaje del zener así se comprueba que el zener está en buen estado. Si no sucede así o sea si: no marca ningún voltaje o el vólmetro sobrepasa el valor del zener, éste se encuentra en mal estado.

3.5.6. Funcionamiento del transistor programable unijuntura (PUT).

Este dispositivo semiconductor es muy útil para generación de pulsos además cuenta con una característica especial, que es programable su punto de disparo en el tiempo y esto se puede controlar tanto con VS o VE tiene varias aplicaciones, tales como: disparo de SCR, controles de tiempo, graduadores de luz, etc.

El funcionamiento es como sigue:

En la Figura 15 aparece la polarización del PUT, la zona de conducción en una onda senoidal y la característica electrica donde se indica la corriente de emisor en función de la tensión de emisor.



La puerta del PUT esta polarizada a la tensión de V_S mediante el divisor resistivo R_1 - R_2 . Cuando la tensión de ánodo de V_E es inferior a V_S el diodo ánodo-puerta tiene polarización inversa por lo que no circula corriente. Cuando la tensión V_E supera a V_S circula una corriente entre ánodo-puerta que sirve para el disparo del PUT. La corriente de ánodo necesaria para el disparo es la corriente de pico I_P , y esta corriente es de acuerdo a la resistencia R_G . Una vez en conducción el PUT, el voltaje entre puerta-ánodo es de 0.5V., si la corriente principal I_E aumenta, la corriente I_{GA} no bastará para bloquear de nuevo al PUT, pero si disminuye, I_E pasará por un valor para el que I_{GA} permita la abertura del PUT. Este valor de I_E es la corriente de valle I_V , esta será tanto

mayor cuanto menor sea la resistencia R_B el ajuste de la resistencia R_B y de la tensión V_S permite determinar I_P , I_V , I_N .

Prueba de un PUT:

Construimos el arreglo de la Figura 16 que consiste de: una fuente de voltaje de 0 a 10 V.C.D., tres resistencias de 1 K OHMS, un miliamperímetro de 0 a 20 MA, dos interruptores N.A. y el PUT de prueba.

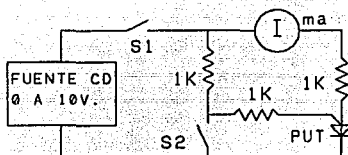


FIG. 16

Colocamos la fuente en 10 V, oprimimos el interruptor S_1 y vemos que el miliamperímetro marque 0 MA. Ahora con un disparo del interruptor S_2 , el miliamperímetro nos tendrá que marcar 10 MA, ya que V/R es igual a $10\text{ V}/1000\text{ OHMS} = 10\text{ MA}$ con esta operación nos damos cuenta que el PUT está en buenas condiciones. Ahora si al oprimir S_1 , el miliamperímetro da una lectura diferente a 0 MA, o cuando disparamos con el interruptor S_2 no marque el miliamperímetro los 10 MA el PUT está en mal estado.

3.5.7. Funcionamiento del amplificador operacional (OP. AMP.)

Como muchas palabras utilizadas en electrónica, también el nombre de amp. op. es el resultado de una traducción poco afortunada: La

denominación angloamericana de este componente es (operational amplifier) operacional significa que se trata de un amplificador que, dentro del marco de un circuito más amplio, puede desempeñar cometidos importantes. Sin embargo, la única función de un amplificador de este tipo es la amplificación, y no la ejecución de operaciones de ninguna clase. Con frecuencia se denomina también a los amplificadores operacionales como amplificadores aritméticos, debido a su original campo de aplicación.

Un amp. op. tiene dos bornes de entrada y un borne de salida. Más adelante examinaremos con detalle los bornes de entrada. Las características de dicho amp. op. son: elevada amplificación de tensión, elevada resistencia de entrada y baja resistencia de salida. En el caso ideal se tienen corrientes de señal de entrada despreciables frente a las corrientes de señal en el resto del circuito del que forma parte el amp. op., tensión de señal despreciable entre los dos bornes de entrada del amp. op. en comparación a las tensiones de señal en el resto del circuito del que forma parte el amp. op.

Cada amp. op. constituye un circuito formado, generalmente por muchos elementos individuales tales como, transistores, díodos, resistencias y condensadores de pequeño valor. El modo de emplear un amp. op. es casi igual al de un transistor individual. En circuitos que incluyen uno o más amp. op. se representa como simples elementos. El conexionado interior de los diferentes tipos de amp. op. tienen poco interés para el usuario. Este solo necesita conocer de un modo general a título de información los detalles de tales circuitos interiores. Para él, en

cambio, tiene verdadera importancia las características eléctricas que se pueden detectar y aprovechar en los bornes exteriores. El modo en que se llegan a obtener las características, carece generalmente de interés para el usuario.

Símbolo del amp. op.:

Toda vez que el amp. op. se emplea como componente, existe para el (de la misma forma que para un transistor), un símbolo especial. Dicho símbolo está formado por un triángulo isósceles que, con su vértice en forma de flecha, señala el sentido de paso de la señal. De los diferentes conductores que unen al amp. op. con el resto del circuito sólo se dibujan los conductores unidos a sus dos bornes de entrada y a su borne de salida como en la Figura 17 :

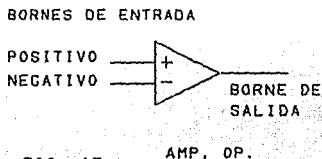


FIG. 17

En las entradas se señalan con frecuencia los signos más y menos, que corresponden a los factores de amplificación (A), tal como se explica en el apartado siguiente. El factor de amplificación de tensión es el número que da la relación entre la tensión de salida U_2 y la tensión de entrada U_1 : $A = U_2 / U_1$. En lugar del factor de amplificación A, en el caso del amp. op. se habla del coeficiente de amplificación (ganancia).

Este último viene dado por el logaritmo decimal de (A), multiplicado por 20 dB, es decir $20 \text{ dB} \times \log (U_2 / U_1)$ así pues:

Factor de amplificación de tensión:

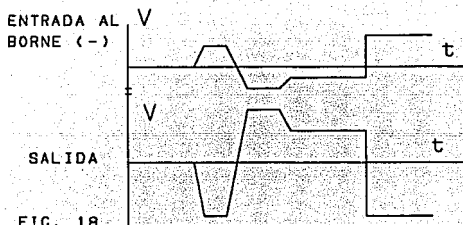
0.1 1 10 100 1000 10,000

Coefficiente de amplificación de tensión:

-20 db. 0 db. +20 db. +40 db. +60 db. +80 db.

El control del amp. op.:

Si se aplica una tensión de señal a la entrada afectada del signo menos respecto al punto neutro de alimentación. Los valores instantáneos de la tensión de señal de salida resultan de signo opuesto a los de la tensión de la señal de entrada, tal como se ve en la Figura 18.



Este comportamiento equivale al de una etapa de transistor con montaje en emisor común, es decir, un transistor que trabaja mediante una resistencia de colector. El cambio de signos entre entrada y salida, para los valores instantáneos de la tensión de señal se llama inversión y se dice que, al efectuar el control de amp. op. una tensión en su borne negativo de entrada, respecto al punto neutro, la tensión de salida se invierte respecto a la tensión de entrada. En este sentido, en el símbolo del amp. op. y en lugar del signo menos, también se suele haber una referencia a la inversión.

Al producirse la inversión, el valor numérico del factor de amplificación es negativo, puesto que los signos de los valores instantáneos de las tensiones de entrada y salida son opuestas entre sí. Por lo tanto el signo menos correspondiente a una de las entradas es en tal caso el signo del valor numérico del factor de amplificación en cuestión (para bajas frecuencias). Si no hay inversión de la tensión de salida respecto a la tensión de entrada, el valor numérico del factor de amplificación es positivo y le corresponde el signo más (+) de la entrada en cuestión (factor de amplificación positivo para tensión de señal en el borde de entrada positivo respecto al punto neutro de la tensión de alimentación). La figura 19 muestra esta característica

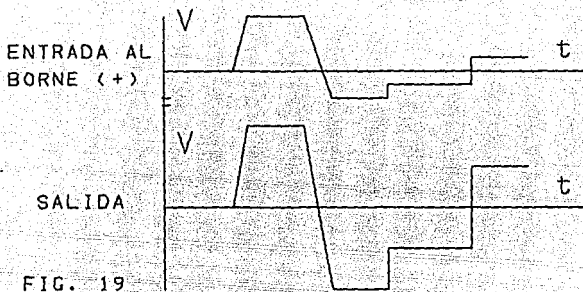


FIG. 19

En lugar de controlar el amplificador con tensiones respecto al punto neutro, se le puede hacer también trabajar con una tensión en el borne de entrada positivo respecto al borne de entrada negativo. El control lo efectúa siempre esta diferencia de tensión. La Figura 20 lo muestra para la acción conjunta de las tensiones de las figuras anteriores.

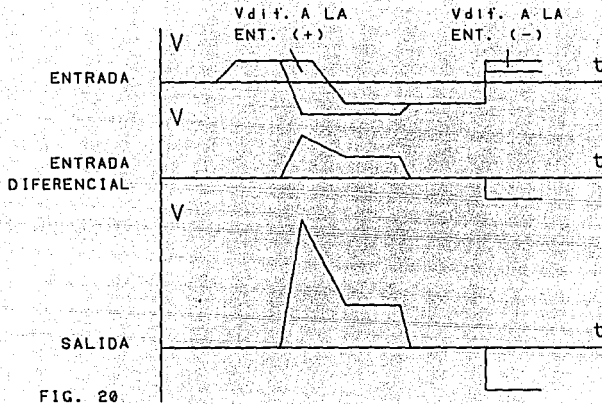


FIG. 20

Las tensiones de alimentación:

Los amplificadores operacionales trabajan generalmente con dos tensiones parciales de alimentación como la Figura 21.

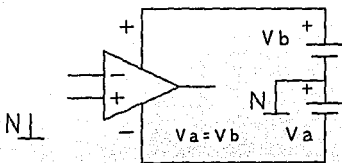


FIG. 21

Dichas tensiones parciales $UB+$ y $UB-$ están referidas al punto neutro de la tensión de alimentación, que para el amplificador operacional juega con frecuencia el papel de masa. Se precisan dos tensiones parciales de alimentación en el caso de que el amp. op. no tengan ningún borne de neutro o de masa. El amp. op. es simplemente un componente del circuito global y a este se refieren el neutro o la masa.

Por lo general, ambas tensiones parciales tienen magnitudes iguales. Los valores nominales de las mismas son, por ejemplo, $+12V$ y $-12V$ o bien $+15V$ y $-15V$ se tiene la oportunidad de elegir las tensiones entre límites bastante amplios aproximadamente entre $-3V$ y $+3V$ hasta $-20V$ y $+20V$. Existen también amp. op. para valores de las dos tensiones parciales de alimentación diferentes entre sí. En este caso es corriente que el valor de UB negativo sea la mitad del valor UB positivo.

En circuitos de control de regulación no se efectúa, a veces la subdivisión de tensiones, sino que el polo negativo de la tensión de alimentación sirve como punto neutro de la misma, como se ilustra en la Figura 22.

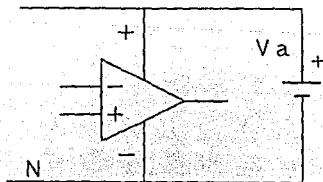


FIG. 22

Con referencia a la entrada hay que considerar tres tensiones a saber:

1. La tensión de señal del borne de entrada negativo respecto a masa.
2. La tensión de señal del borne de entrada positivo respecto a masa.
3. La tensión de señal del borne de entrada positivo respecto al borne de entrada negativo.

Como símbolos para estas tres tensiones de señal se han elegido aquí U_i^- , U_i^+ y U_{dif} respectivamente. El amp. op. solo tiene un borne de salida. Por lo tanto, solo hay una tensión de salida (respecto al neutro de la tensión de alimentación) a considerar: si bien hay que distinguir entre la tensión de salida en vacío U_o y la tensión cuando la salida está con carga U_2 . En la Figura 23 se han representado las tres tensiones de señal de entrada y la tensión de señal de salida, con sus sentidos convencionales.

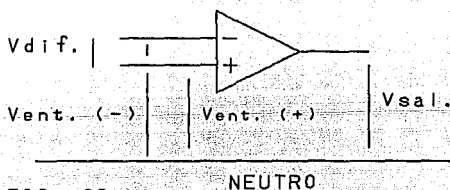
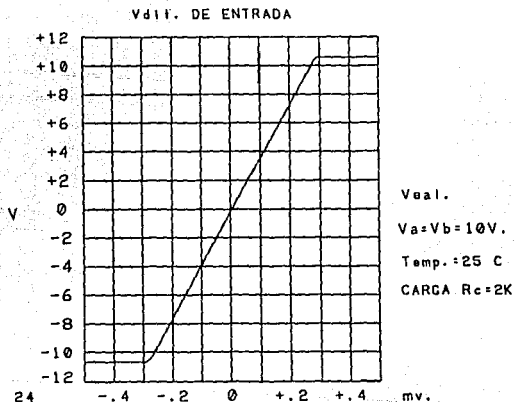


FIG. 23

Características de transmisión estática.

Esta característica se llama también característica de transferencia, representa la tensión de señal de salida en función de la tensión de señal de entrada (tensión de señal del borne de entrada positivo respecto al negativo, es decir U dif.). La Figura 24 muestra dichas características para valores iguales de las tensiones parciales de alimentación, $U_{B+} = U_{B-} = 10V$.



Obsérvese que se indiquen los valores de las tensiones parciales de alimentación, de la temperatura ambiente y de la resistencia de carga; dichos valores influyen sobre la relación entre la tensión de señal de entrada y la de salida.

El circuito interior.

En el esquema bloque de la Figura 25 se puede apreciar que el amp. op. consta en principio de tres etapas: la etapa de entrada, constituida por un amplificador diferencial. La etapa intermedia, que en general es bastante compleja y la etapa final que se forma normalmente con un sistema de dos a seis transistores.

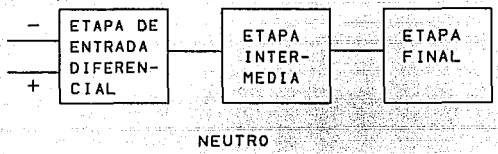


FIG. 25

Neutro de la tensión de alimentación.

Se ha representado en la misma Figura 25 separadamente del resto del esquema la masa o neutro de la tensión de alimentación. Con ello se quiere indicar que generalmente (aunque no siempre) la tensión de salida se refiere respecto a masa, y que también se pueden aplicar tensiones de entrada respecto a masa siempre que no se trate de la tensión diferencial del borne de entrada positivo respecto a negativo.

La Figura 26 representa un circuito interior muy sencillo de un amp. op. integrado. Hay amp. op. integrados equipados con más del doble de transistores y más componentes.

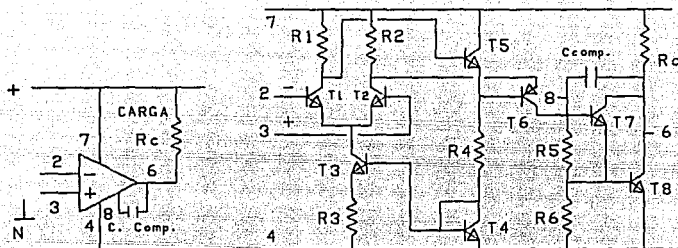


FIG. 26

El usuario de amp. op. no tiene porque preocuparse de su circuito interior, aún menos de los detalles de éste; ya que tiene suficiente con conocer el principio del circuito. Sin embargo, los siguientes apartados permiten al lector interesado profundizar algo más en los circuitos de los amplificadores operacionales.

El amplificador diferencial:

Esta parte del amp. op. consta de las resistencias (R_1 , R_2 , R_3 y R_4) y de los transistores (T_1 , T_2 , T_3 y T_4) en este caso, y desde el punto de vista del amplificador diferencial, el circuito parcial formado por las resistencias (R_3 y R_4) así como por los transistores (T_3 y T_4) no es más que una resistencia en serie de emisor, común a los transistores (T_1 y T_2) de valor muy elevado para la señal. Si se aplica una tensión positiva al borne de entrada positivo respecto al borne de entrada negativo, la resistencia colector-emisor del transistor (T_2) disminuye y la del (T_1) aumenta, en consecuencia se tiene:

1. Una corriente menor por (R_1) y por lo tanto una tensión positiva mayor en el punto (A) respecto a masa.
2. Una corriente mayor por (R_2) y por lo tanto una tensión positiva menor en el punto (B) respecto a masa.

Por medio de la tensión del punto (A) respecto al punto (B) se controla la etapa intermedia.

Circuito de corriente constante:

Es éste un circuito que deja pasar una corriente prácticamente constante con independencia de las variaciones de la tensión. Se trata pues de un circuito cuya resistencia para la corriente continua es reducida, pero elevada para las variaciones de la corriente o de la tensión aplicada. El circuito de corriente constante empleado, por lo general en los amp. op. se basa en que las corrientes de colector reducidas, al mantenerse constantes la tensión base-emisor, dependen muy poco del

valor de la tensión colector-emisor. Por lo tanto, en los amp.op., se emplea generalmente como circuito de corriente constante un transistor cuya tensión base-emisor se mantiene constante, y de manera eventual se puede controlar en sentido contrario. En nuestro ejemplo se tratará del transistor (T3) con la resistencia en serie de emisor (R3). Se mantiene así constante la tensión en la combinación en serie formada por el tramo base-emisor del transistor (T3) y de la resistencia (R3) ya que (T4) está conectado como diodo que esta cortocircuitado en base colector. La resistencia de emisor (R3) realiza el control en sentido contrario.

La etapa intermedia y la final:

La etapa intermedia se controla con la tensión del punto (A) respecto al punto (B), e incluye los transistores (T5 y T6). En este circuito en particular (T6) es un transistor PNP. La etapa final esta formada por (T7 y T8) que trabajan conjuntamente en conexión darlington.

Téngase en cuenta que como segundo borne de salida de la amp.op, y además de borne propio de salida, se emplea por lo general el punto neutro de la tensión de alimentación. Sin embargo, a veces se conecta la carga a polo positivo de la tensión de alimentación general, en lugar de a su punto neutro, a menudo, esto se hace cuando la tensión de alimentación no esta subdividida y el punto neutro de dicha tensión esta substituido por el polo negativo de la misma. Si en estas condiciones se aplica al amp.op. una tensión diferencial de entrada positiva, se tiene que U_2 es igual a U_B y por lo tanto la tensión en la carga es de cero V. Si la tensión diferencial de entrada aplicada al amplificador es negativa, U_2 es igual a 0V. y la tensión en la carga es prácticamente

igual a la tensión de alimentación. El condensador dibujado en las figuras anteriores impide que el amplificador oscile de modo imprevisto. Dicha estabilización de la amplificación se denomina compensación de fase, corrección de respuesta a la frecuencia de fase, corrección de respuesta a la frecuencia o compensación de frecuencia. En la hoja de datos de los diferentes tipos de amp.op. se dan mas detalles sobre ellos. Numerosos amp. op. tienen además bornes para compensación de tensión OV. y también sobre esto las hojas de datos dan especificaciones completas.

Prueba de un amplificador operacional.

Para esto necesitamos el siguiente equipo: dos fuentes de voltaje variable de 0 a 30 V.C.D., dos resistencias de 1Kohm, dos de 10kohm, dos potenciómetros de 47 Kohm., dos multímetros digitales y el amp. op. construimos el arreglo de la figura 27, para usar el amp. op. como comparador. Las fuentes de voltaje se ajustaran a 12V. Los cursores de los potenciómetros se ajustan en la mitad de su recorrido . Ahora tomamos la lectura de los voltajes que hay entre las terminales de entrada del amp.op. y neutro y el voltaje de salida del amp.op. . Con estos valores obtenidos determinamos las siguientes conclusiones: Si el voltaje de entrada positivo del amp.op. es mayor que el de la entrada negativo y la salida es positiva con respecto a neutro, el el integrado está correcto. Ahora si invertimos las entradas, la entrada positiva es menor que la negativa y la salida es negativa con respecto a neutro, el amp. op. está correcto. Pero si no ocurre cualquiera de estas mediciones, el amp. op. está defectuoso.

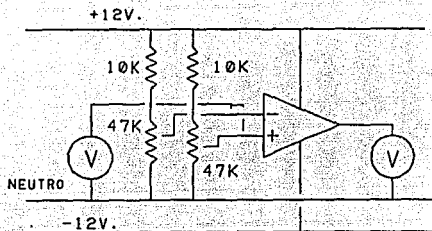


FIG. 27

Otro metodo utilizado para verificar que los amp. op. funcionan correctamente es Construir el arreglo de la figura 28, para usar el amp. op. como amplificador de voltaje.

Las fuentes de voltaje se ajustarán a 12V., el cursor del potenciómetro P2 a 25Kohm. y el cursor del potenciómetro P1 a 1Kohm. con estos parámetros aplicamos la formula de la ganancia para este arreglo $A_v = -P_2/P_1$ donde $A_v = -25\text{Kohm}/1\text{Kohm} = -25$. Ahora tomamos los voltajes a la salida del amp.op., las lecturas de los volmetros seran aproximadamente según la formula $V_e = V(+)\times P_1c/Vp_1 = 15V.\times 1\text{Kohm}/57\text{Kohm} = 0.263V$.

$$A = -V_o/V_i \quad V_o = -A V_i \quad V_o = -25 \times 0.263V. = -6.58 V.$$

si este voltaje de salida se aproxima a la lectura obtenida en el volmetro se concluye que el amp.op. está correcto. si no sucede así se considera defectuoso.

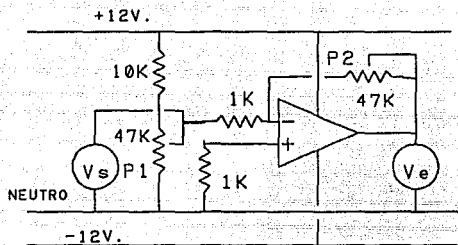
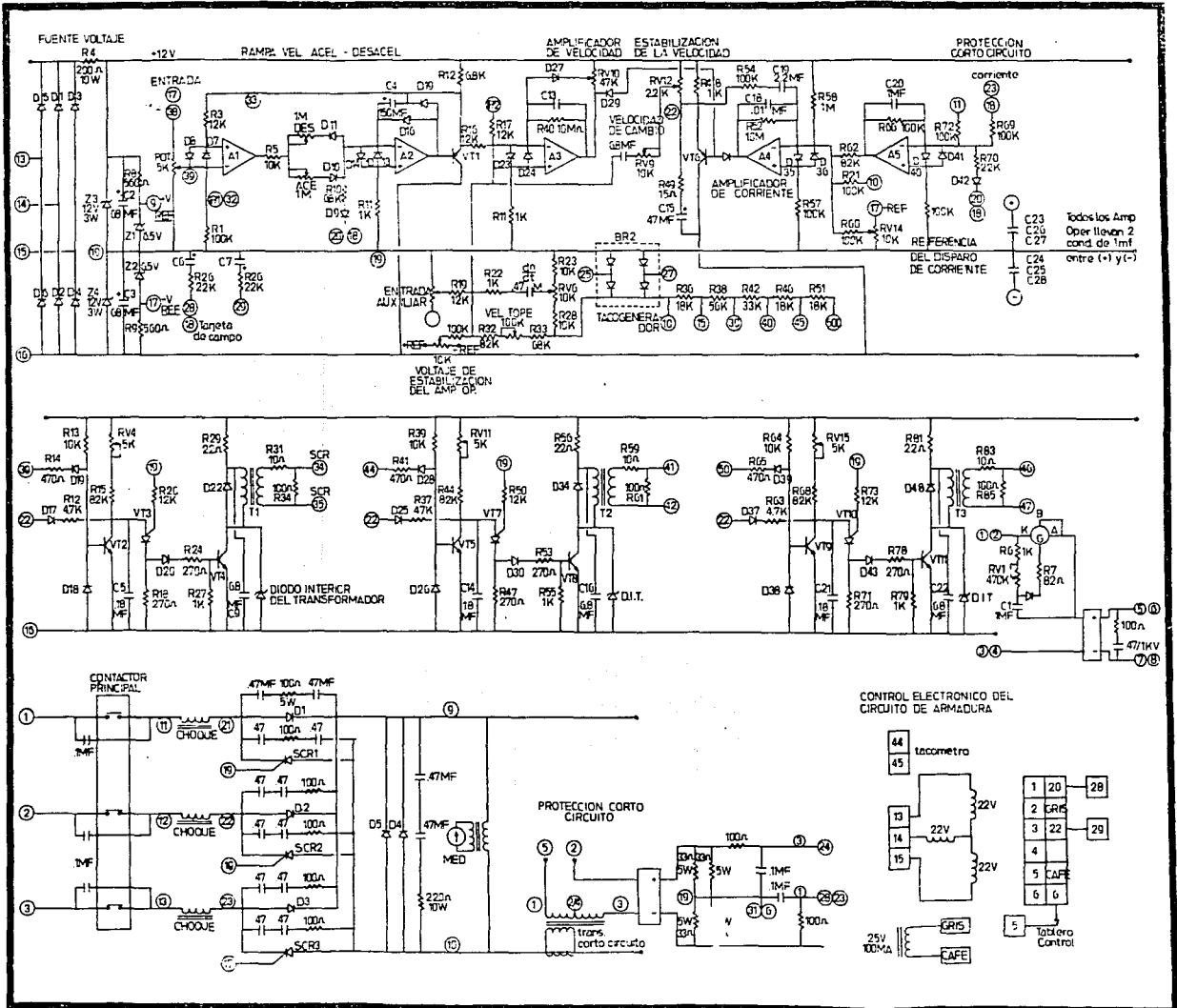
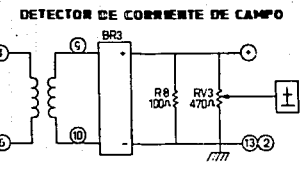
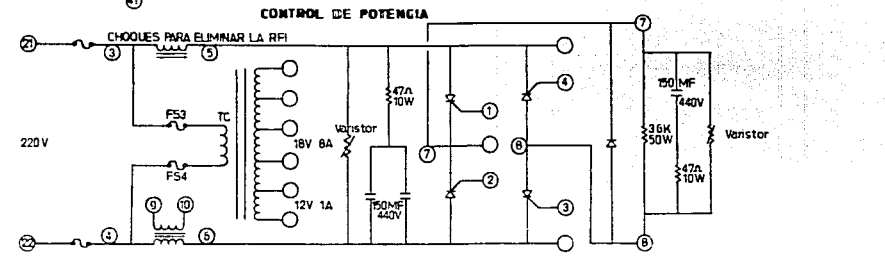
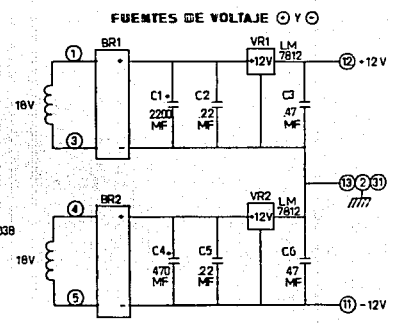
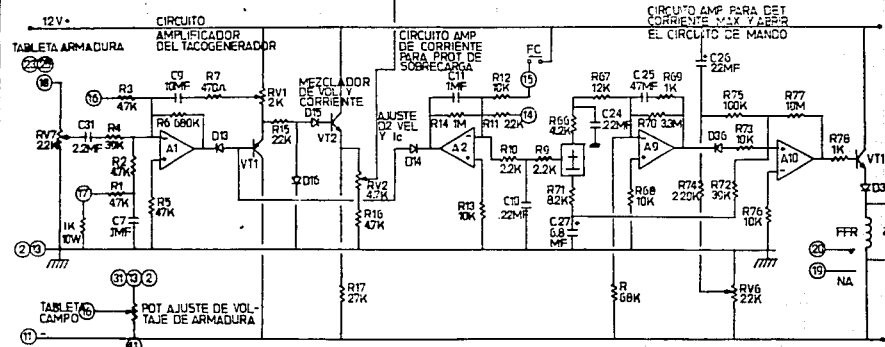
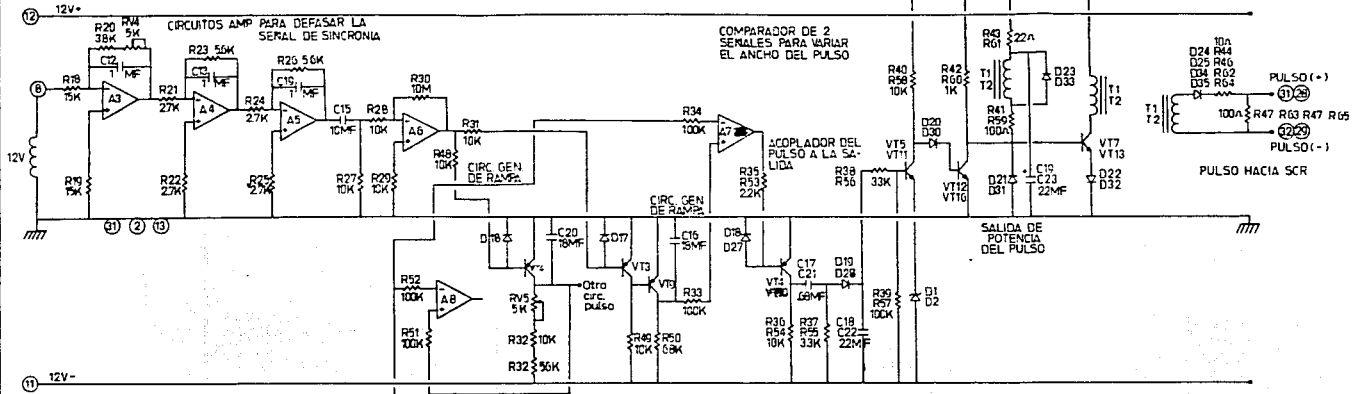


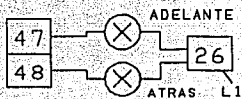
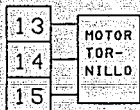
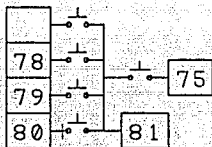
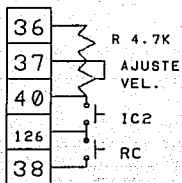
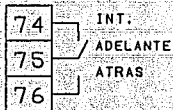
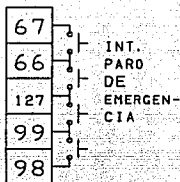
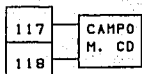
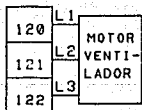
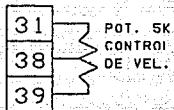
FIG. 28



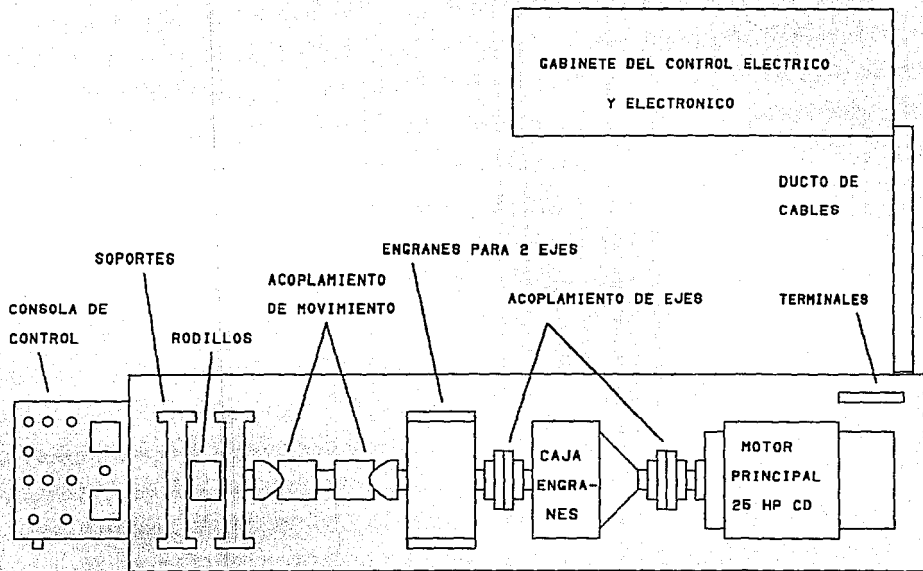
CONTROL ELECTRONICO DE CIRCUITO DE CAMPO

+5





CONEXIONES ELECTRICAS EN LA CONSOLA DE MANDO



LAMINADORA HILLE 25

V. COMENTARIOS

Por lo que hasta ahora se ha expuesto se concluye que en la reparación del control electrónico de velocidad del tren de laminación se empleó una técnica que me ha dado resultado de acuerdo a la experiencia adquirida en la industria y que es la siguiente:

1. Preguntar sobre la falla que presentó el equipo en el momento en que dejó de funcionar.
2. Limpieza general de todo el equipo tanto eléctrico como electrónico.
3. Revisión visual de todos los equipos de que se compone el sistema para ver si no existen averías por arcos eléctricos, cortos circuitos, tarjetas electrónicas dañadas y cables flojos o sueltos.
4. Reconocimiento de todas las partes eléctricas, electrónicas y mecánicas del equipo.
5. Reconocimiento de los planos, si no existen, se hará un levantamiento de ellos, tanto eléctricos como electrónicos. En este caso particular se levantaron planos electrónicos de los siguientes sistemas: las fuentes de voltaje, control de campo, control de armadura y los circuitos de potencia del motor principal.
Los planos eléctricos: El cableado de los controles de mando principal (ya que fueron destrozados por los roedores), los indicadores de velocidad, indicadores de amperaje, indicadores de voltaje, indicadores piloto interruptores y el motor de posición de los rodillos.

6. Localización de la falla siguiendo la secuencia de los circuitos electrónicos en los diagramas ya elaborados. Esto se hizo de la siguiente manera: Se llevó la tarjeta al Laboratorio de Pruebas, ahí se simuló en la tableta electrónica tanto entradas como salidas que se simuló y detectaron con los siguientes equipos: fuentes de voltaje, fuentes de corriente, generadores de señales, volímetros, amperímetros y osciloscopio.

La detección de la falla de los componentes electrónicos se hizo de acuerdo a las funciones que desempeña cada componente en el circuito electrónico, ya en forma aislada o en conjunto. De acuerdo a este procedimiento se localizó la falla, que fue un semiconductor PUT, ya que faltaba un pulso de disparo y esto provocaba que no funcionara una fase en el disparo de potencia hacia la armadura (ésto se verificó con la tableta ya montada en el sistema, ya que era intermitente la falla).

7. Colocación de las tabletas electrónicas en el tablero de control
8. Arranque del laminador para verificar el funcionamiento del motor principal, el motor de ajuste de separación de rodillos, el freno del motor, el consumo de corriente, el voltaje de campo y armadura, los controles de paro, arranque, marcha (adelante-atrás), velocidad y funcionamiento mecánico en general.
9. Cambio de algunos controles de mando por razón de seguridad para los usuarios.
10. Entrega del equipo funcionando a las personas encargadas del Departamento correspondiente.

VI. BIBLIOGRAFIA

1. Millman y Taub.- Circuitos de pulsos digitales y de conmutación.- Ed. Mc Graw Hill.
2. George B. Clayton.- Experiments With operational amplifier.- Ed. the mac millan press.
3. Manual.- Controlled Rectifier Manual.- Ed. General Electric.
4. Alley y Atwood.- Ingeniería Electrónica.- Limusa
5. Jacob Millan y Christos C. Halkios.- Dispositivos y Circuitos Electrónicos .- Ed. Piramide.
6. H. Lilien.- Tiristores y Triacs.- Ed. Marcombo
7. Jerald G. Groeme.- Aplication of operational amplifier.- Ed. Mc Graw Hill.
8. Leonard Strauss.- Wave Generation and Shaping.- Ed. Mc. Graw Hill.
9. Chute Chute.- Electronics ind Industry.- Ed. Mc. Graw Hill.
10. Manual.- Manual de semiconductores de silicio.- Ed. Texas Instrument.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA