



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

FACULTAD DE INGENIERIA EN ELECTRICIDAD

**MONTAJE DE UN CONTROL DE VELOCIDAD PARA UN MOTOR
DC DE 75 HP SIN ESCOBILLAS EN UNA MAQUINA EXTRUSORA
DE PVC Y LA SINCRONIZACION DE EL SISTEMA .**

AL ING. ALBERTO LARCO GOMEZ
SUPERVISOR DE ESTE INFORME

INFORME TECNICO

A MIS AMIGOS.

Previa a la obtención del Título de
INGENIERO EN ELECTRICIDAD
Especialización: **ELECTRONICA**

Presentado por:

MANUEL ALFONSO CASTRO BUSTAMANTE

Guayaquil - Ecuador
1996

AGRADECIMIENTO

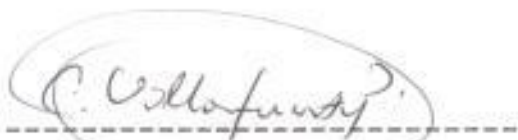
**AL ING. ALBERTO LARCO GOMEZ
SUPERVISOR DE ESTE INFORME.
AL PERSONAL DOCENTE DE LA ESPOL.
A MIS AMIGOS.**

DEDICATORIA

A MIS PADRES

A MI ESPOSA

A MI HIJO



ING. CARLOS VILLAFUERTE P.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



ING. ALBERTO LARCO G.
PROFESOR SUPERVISOR



ING. NORMAN CHOOTONG CH.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

DECLARACION EXPRESA

“LA RESPONSABILIDAD POR LOS HECHOS, IDEAS Y DOCTRINAS EXPUESTOS EN ESTE INFORME TECNICO, ME CORRESPONDEN EXCLUSIVAMENTE, Y, EL PATRIMONIO INTELECTUAL DE LA MISMA A LA ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL.”

(REGLAMENTO DE EXAMENES Y TITULOS PROFESIONALES DE LA E.S.P.O.L.)

MANUEL ALFONSO CASTRO BUSTAMANTE

RESUMEN

El presente informe técnico nos habla del montaje de una maquina extrusora de PVC, la cual utiliza un motor DC sin escobillas, donde su velocidad es controlada por un equipo que utiliza circuitos digitales.

La sincronización del sistema se la realizo con mucho cuidado, para que todos los equipos trabajen sincronizadamente para la obtención de un producto terminado de buena calidad.

La velocidad del motor principal de la maquina extrusora, debe ser sincronizada con la velocidad de los motores del sistema. En este caso con los motores del dosificador y del equipo de arrastre.

El sistema de equipos para la fabricación de tuberías, principalmente lo forman: la maquina extrusora, las zonas de calentamiento, las zonas de enfriamiento, el equipo de arrastre, el equipo de impresión, la sección de corte.

INDICE GENERAL

	Págs.
RESUMEN -----	vi
INDICE GENERAL -----	vii
INDICE DE FIGURAS -----	x
INTRODUCCION -----	12
CAPITULO I	
TEORIA DEL MOTOR SIN ESCOBILLAS -----	13
1.1 TECNOLOGIA DEL MOTOR SIN ESCOBILLAS -----	13
1.2 OPERACION REGENERATIVA VS NO REGENERATIVA -----	16
1.3 PRIMER MOTOR DC SIN ESCOBILLAS -----	19
1.4 VENTAJAS DE UN MOTOR DC SIN ESCOBILLAS -----	33
CAPITULO II	
ESPECIFICACIONES TECNICAS DE EL EQUIPO INSTALADO -----	34
2.1 ESPECIFICACIONES ELECTRICAS -----	34
2.2 DIMENSIONES -----	34
2.3 ESPECIFICACIONES AMBIENTALES -----	34
2.4 ESPECIFICACIONES DE FUNCIONAMIENTOS -----	35
2.5 AJUSTES FINALES -----	35
2.6 INDICADORES QUE POSEE -----	35
2.7 DESCRIPCIONES FINALES -----	36

Págs.

CAPITULO III

INSTALACION DE EL EQUIPO -----	40
3.1 INSTALACION FISICA -----	40
3.1.1 CONSIDERACIONES TERMICAS -----	40
3.2 INSTALACION ELECTRICA -----	43
3.2.1 REQUERIMIENTOS GENERALES -----	43
3.2.2 FUENTE DE ENERGIA -----	43
3.2.3 CONEXIÓN DEL MOTOR -----	44
3.2.4 CONEXIÓN A TIERRA -----	47
3.2.5 CONTACTOR DE SALIDA -----	47
3.2.6 CABLE DE REALIMENTACION AL MOTOR -----	48
3.3 CONEXIONES DEL CONTROL -----	49
3.4 OPCIONES DE REFERENCIA -----	49
3.4.1 REFERENCIA ANALOGICA -----	49
3.4.2 REFERENCIA DIGITAL -----	52
3.5 CIRCUITOS AUXILIARES -----	54
3.5.1 RELE DE MARCHA -----	54
3.5.2 RELE DE FALLA -----	56
3.5.3. RELE DISPONIBLE -----	56
3.5.4 RELE DE VELOCIDAD CERO -----	58
3.5.5 INTERCONEXIÓN DEL PLC -----	58

CAPITULO IV

OPERACION

4.1 OPERACION CON ENTRADA ANALOGICA -----	62
4.1.1 REFERENCIA DE VELOCIDAD -----	62
4.1.2 VELOCIDAD MINIMA -----	63
4.1.3 VELOCIDAD MAXIMA -----	64
4.1.4 PARADA RAMP -----	65

4.1.5. FUNCION J.O.G -----	65
4.1.6 BIDIRECCIONAL J.O.G -----	65
4.2 MODO DIGITAL -----	66
4.3 CORRIENTE LIMITE -----	67
4.4 GANANCIA Y ESTABILIDAD -----	68
4.5 FUNCIONAMIENTO -----	69
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES -----	80
BIBLIOGRAFIA -----	81

INDICE DE FIGURAS

No.		Págs.
1	COMPARACION DE REGULACION DE VELOCIDAD DE MOTORES INDUSTRIALES ,EN VACIO Y A PLENA CARGA -----	15
2	COMPARACION DE METODOS PARA FRENAR LOS MOTORES -----	18
3	DIAGRAMA SIMPLIFICADO DE LA SECCION POTENCIA DE ENTRADA DE UN CONTROL PARA MOTOR DC SIN ESCOBILLAS -----	22
4	DIAGRAMA DE POTENCIA DE SALIDA DEL PUENTE CONSISTE DE 6 TRANSISTORES DE POTENCIA -----	22
5	CONEXIÓN EN Y PARA MOTOR DC SIN ESCOBILLAS -----	24
6	DIAGRAMA SIMPLIFICADO DE LA MAYOR PARTE DEL MOTOR DC SIN ESCOBILLAS -----	24
7	FLUJO DE CORRIENTE EN EL ESTATOR DEL MOTOR DESPUES QUE EL CONTROL ES GIRADO EN LA POSICION MOSTRADA -----	27
8	CUANDO EL MOTOR GIRA 60 GRADOS ,EL CODIFICADOR CONMUTA LOS TRANSISTORES DE SALIDA PARA ROTAR EL CAMPO -----	27
9	EL CODIFICADOR ENSAMBLADO ,LOS 4 MAGNETOS INDICAN LA POSICION ,LOS MAGNETOS EXTERIORES INDICAN LA VELOCIDAD Y LA DIRECCION -----	30
10	VISTA PRINCIPAL DEL MOTOR DE 75 HP -----	39
11	VISTA PRINCIPAL DEL EQUIPO DE CONTROL-----	40
12	DIMENSIONES FISICAS DEL CONTROL -----	42
13	CONEXIONES NORMALES PARA EL CONTROL Y EL MOTOR -----	45

14	TRANSFORMADOR Y FUSIBLES DE ENTRADA -----	46
15	CONEXIÓN DEL CONTACTOR DE SALIDA CON UNA BOBINA DE 48 VDC -----	46
16	CONMUTADOR ANALOGO DIGITAL Y LA FRECUENCIA DE ENTRADA -----	53
17	CONEXIÓN PARA LA FRECUENCIA DE SALIDA EN EL MODO NO REGENERATIVO -----	53
18	CONEXIONES PARA UN IMPULSOR ,PARA UN MODELO NO REGENERATIVO -----	55
19	CONEXIONES PARA AGREGAR UN RELE AUXILIAR DE MARCHA -----	55
20	AGREGANDO UN RELE DE FALLA -----	57
21	OBTENIENDO UNA INDICACION DE HABILITADO -----	57
22	CONECTANDO UN RELE DE VELOCIDAD CERO -----	59
23	CIRCUITO PARA ELIMINAR VIBRACION EN EL RELE DE VELOCIDAD CERO -----	59
24	CONEXIÓN DE DISMINUCION PARA UN PLC -----	61
25	CONEXIÓN DE MODIFICACIÓN PARA UN PLC -----	61
26	CONEXIÓN DE SALIDA DE FALLA PARA UN PLC -----	62
27	CONEXIONES PARA USAR UN POTENCIOMETRO DE VELOCIDAD MINIMA -----	62
28	DIAGRAMA ESQUEMATICO SIMPLIFICADO PARA EL CONTROL Y EL CIRCUITO DE POTENCIA -----	72
29	DIAGRAMA DE BLOQUES DE LAS TARJETA ,CON TROL DE VELOCIDAD Y CONTROL DE CORRIENTE -----	73
30	DIAGRAMA ELECTRICO DE LA MAQUINA EXTRU SORA -----	74
31	VISTA PRINCIPAL DE LA MAQUINA EXTRUSORA -----	75
32	DIAGRAMA DE CONEXIONES DEL CONTROL -----	76
33	DIAGRAMA DE CONEXIONES DEL EQUIPO ARRASTRADOR -----	77
34	DIAGRAMA DE CONEXIONES DE LA TARJETA SEÑAL CONDICIONADA -----	78
35	VISTA PRINCIPAL DEL EQUIPO ARRASTRADOR -----	79

INTRODUCCION

El objetivo de este informe técnico es el de analizar el control del motor DC, de 75 HP sin escobillas y la sincronización con todo el sistema.

Se realiza un estudio teórico del motor DC sin escobillas, también se realiza un estudio del control y sus principales características.

El motor DC de 75 HP sin escobillas es el motor principal. Una de las características del motor es que mantiene constante la velocidad de operación, independiente de la carga. Esta función la realiza a través del sistema de control de velocidad aplicado al motor, este motor es el que impone la velocidad al sistema.

La maquina extrusora, también posee el motor dosificar, que es un motor DC de 3HP tipo escobilla, el cual se encarga de suministrar el PVC, a la zona de calentamiento. Este motor debe girar a la velocidad, a la cual gira el motor principal. Por este motivo, también se lo conoce como motor esclavo.

El equipo de arrastre, tiene 2 motores de 1 HP. Las características de los motores son iguales. Son motores DC tipo escobillas y van conectados en serie. Están conectados a un tacometro de 1000RPM 60 V. Estos motores también son motores esclavo, ya que la velocidad la impone el motor principal.

La sincronización del sistema, es decir que los motores giren a la misma velocidad, se la realizo con la tarjeta acondicionador de señales. La cual recibe una señal de la tarjeta TB2 ,que puede ir de 0 a 10 VDC. La tarjeta acondicionador de señales tiene 2 canales de salida, la salida del canal 1 la usamos para el motor del dosificador, y la salida del canal 2 la usamos para el equipo de arrastre.

CAPITULO I

TEORIA DEL MOTOR SIN ESCOBILLA.

1.1. TECNOLOGIA DEL MOTOR DC SIN ESCOBILLAS

Tradicionalmente los motores de inducción AC tienen un deslizamiento en orden para desarrollar un par de fuerza (caída natural de su velocidad sincrónica). La velocidad sincrónica es determinada por la frecuencia de la potencia en los terminales del motor, 60 HZ, cuatro polos tienen los motores del inducción y poseen un velocidad sincrónica de 1800 R.P.M. Con plena carga, el motor siempre gira a una velocidad de 1740 R.P.M. (Curva A en figura 1). Por el deslizamiento cuando desarrolla su torque. Un motor de inducción AC, girando cerca de la velocidad de sincronismo no desarrolla algún torque. la cantidad de deslizamiento varia con la cantidad de torque requerida desde el motor. Luego el deslizamiento es un porcentaje de la velocidad de operación y la cantidad de deslizamiento varia con la carga; esto dificulta, para predecir la velocidad a la cual un motor de inducción AC puede girar, dadas sus condiciones de operaciones. Si esta operando por medio del voltaje de la linea en la salida de su control de frecuencia variable. Es muy dificultoso mantener una velocidad exacta cuando esta operando con carga variable. Medios extraordinarios deben ser usados para emplear motores AC en velocidades de aplicaciones sensitivas.

Los inversores no son de mucha ayuda con los motores de inducción AC, pero ellos dan mejoras a la regulación de velocidad, limitando el incremento de la frecuencia aplicada, como el incremento de la carga (Curva B Figura 1). Tradicionalmente los motores DC con escobillas son trabajados usando convertidores, los cuales tienen limitaciones inherentes en su habilidad para dar potencia cuando se necesita. Lo peor del motor DC con escobillas es su propio conmutador, donde usa la potencia aplicada ineficientemente y produce algunas pérdidas en el colector donde es aplicada.

La velocidad del motor DC es determinada por el voltaje aplicado a las escobillas cuando ellas van en contacto con el conmutador: el cual es un devanado que produce una caída de voltaje (Conocido como I.R. pérdida) fuera de los terminales de salida del control del motor. Donde el Voltaje de armadura es frecuentemente usado para regular la velocidad. Luego la diferencia de voltaje entre las escobillas y la salida del control del motor varía con la carga. Equipos modernos deben ser usados para los motores DC tipo escobillas y los controles de estados sólidos SCR para aplicaciones de velocidad sensitiva.

Cuando el tacómetro DC es usado con el motor DC con escobillas para regular la velocidad (Curva C figura 1), el tacómetro solo lee una velocidad promedio y la resolución entre la repuestas de límites de velocidades. El motor DC sin escobillas y su sistema de control de velocidad superan este problema para dar una potencia eficiente.

Esta regulación de velocidad no es medida en porcentaje de R.P.M., como es el caso, con otros tipos de motores y sistemas de control, ve la posición física del eje

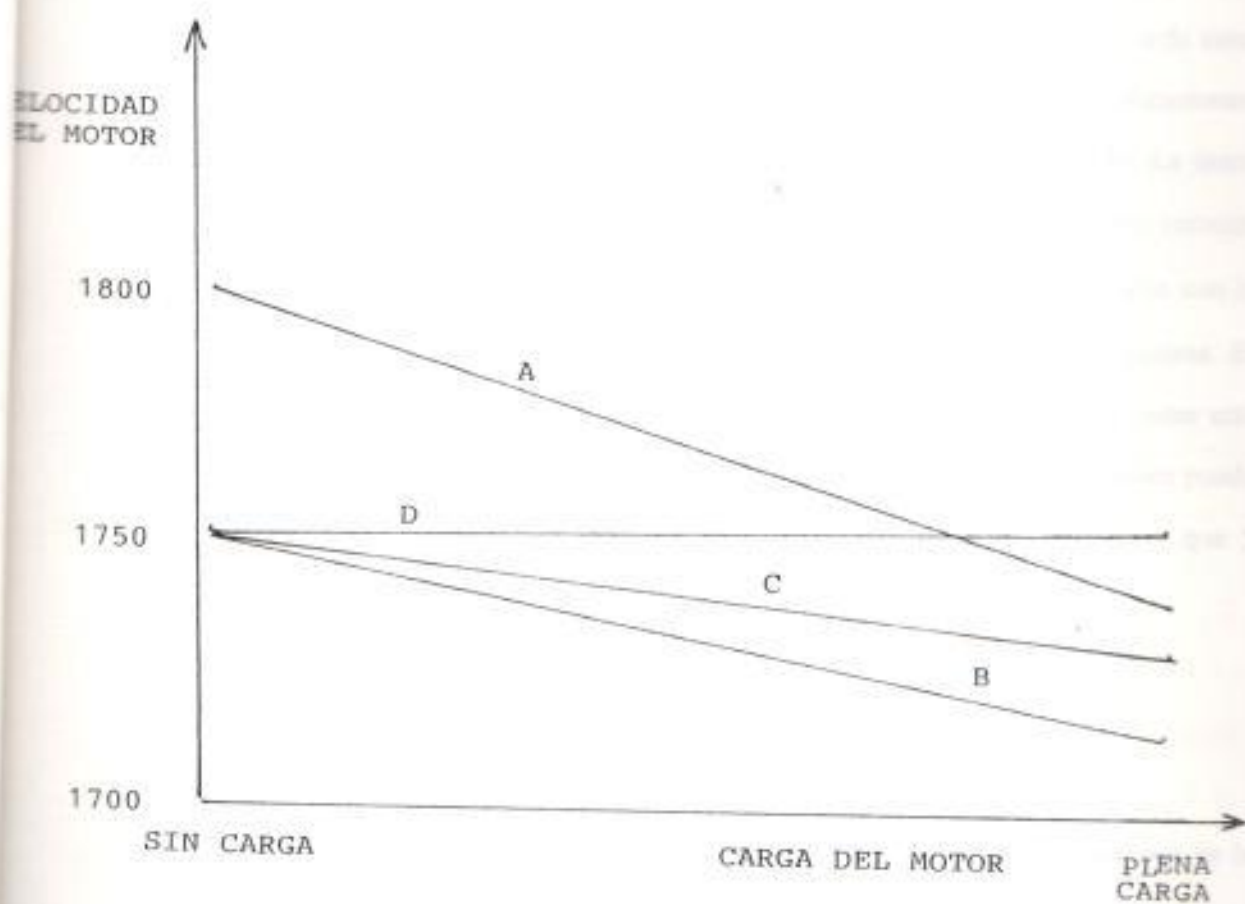


FIGURA N° 1 COMPARACION DE LA REGULACION DE VELOCIDAD DE LOS MOTORES INDUSTRIALES SIN CARGA Y A PLENA CARGA.

como una revolución. Con un motor DC tipo escobilla y su control de estado sólido SCR la regulación de velocidad de $\pm 0.5\%$ puede ser obtenida con un tacómetro muy caro. Este medio hace que el motor de 1750 R.P.M. pueda estar operando entre 1741 R.P.M. y 1759 R.P.M., de acuerdo con sus especificaciones. Un motor DC sin escobillas de 1750 R.P.M. debe girar a 1750 R.P.M. La única alternativa debe haber un límite de corriente, límite de corriente de corto circuito, el motor DC sin escobilla no puede estar más de 240 grados atrasados con la posición del eje de carga con el control normal, esto es ganancia mínima. El control del motor DC no mira su velocidad. El mira cuando el eje del motor está en relación, donde debe ser. El control del motor DC sin escobillas también puede suministrar potencia, cuando y como se necesite, a un promedio mayor que 5 veces el control de estado sólido SCR, promedio limitado.

1.2. OPERACION REGENERATIVA VS NO REGENERATIVA.

Cuando un motor esta operando con una carga que esta tomando corriente de la fuente de poder, es decir esta operando en el modo MOTORING. Este es el modo común de operación del motor usado en los procesos industriales, en casi todas sus aplicaciones. El motor esta convirtiendo la energía eléctrica de la fuente de poder en energía mecánica a la salida del eje del motor. Cuando un motor eléctrico gira, produce un potencial en sus terminales principales.

Este potencial es debido al movimiento del rotor en el devanado de armadura a través de su campo magnético. Como es el caso del motor DC tipo escobilla o el motor de inducción AC. Este potencial llamado Fuerza Contra electromotriz (CEMF). CEMF es producido por el motor cuando este esta tomando potencia de

la fuente y la CEMF tiende a oponerse al flujo de la corriente desde la fuente al motor. En el caso de los motores DC sin escobillas. Un campo producido por los magnetos en el rotor moviéndose alrededor del devanado estacionario del estator. Si el voltaje producido por la rotación de el eje del motor (debido a la CEMF) excede al voltaje de la fuente. El motor no puede tomar corriente de la fuente. Generalmente esta situación existe cuando la velocidad del motor es mayor que la velocidad ordenada. Debido a que la cantidad de inercia de la carga es mayor que la cantidad de inercia, la cual puede ser detenida por el motor en el tiempo concedido o cuando la carga esta siendo movida por otro fuerza, cuando el motor va a girar.

Una carga en movimiento puede traer una parada de marcha libre por inercia, en una cantidad de tiempo determinado por la velocidad, la inercia y la fricción de la carga. Si una carga fija esta en movimiento se necesita una gran inercia para parar. Grandes inercias toman mayor tiempo para parar, una alta fricción de carga, se produce al pararla. La carga en movimiento para por su inercia disipando la energia del movimiento, en calentamiento, producido por la fricción cuando actúa como freno.

Si la inercia es alta y la fricción es baja la carga puede tomar un gran tiempo para parar. El freno mecánico puede ser usado para incrementar la cantidad de fricción.

El control de el motor no regenerativo no tiene la habilidad parar detener lentamente una carga en un tiempo al cual es menor al que el motor pueda detenerse lentamente por si mismo o viene a parar por la inercia. Si no puede actuar como freno. El frenado puede ser suministrado por el motor, por disipación

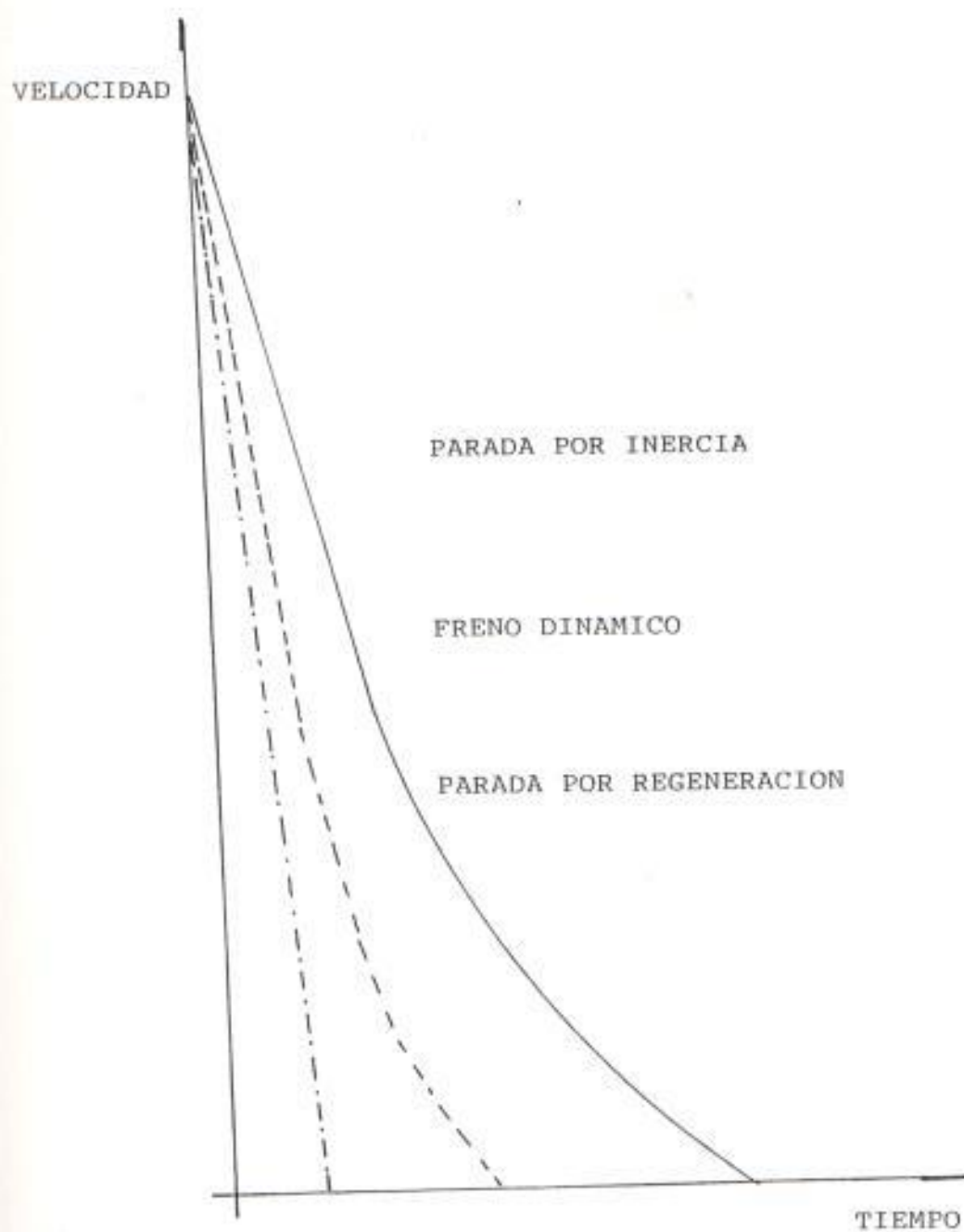


FIGURA Nº 2 COMPARACION DE METODOS DE PARADA.

de energía dentro de un resistor conectado al control antes del apagado. El control del motor es capaz de suministrar la fuerza del frenado cuando el control del motor es activado. Cuando un motor está girando a una velocidad fija, el control está ordenando como un generador. La cantidad de potencia generada está relacionada con la velocidad, la inercia total, la fricción de la carga y combinación del motor.

Esto es también proporcional a la disipación y/o almacenar la carga presentado por el control, el cual puede ser el más adecuado. El control regenerativo puede aceptar corriente del motor y puede disipar la energía recibida, tan grande, como carga este presente, suficiente para disipar la energía. Cuando la energía está siendo generada por el motor y aceptada por el control, luego el motor va a estar en el modo regenerando. Un motor en el modo regenerando desarrolla un torque en la dirección opuesta de su rotación y no está tomando potencia de la fuente como es el modo motoring.

La capacidad de potencia regenerativa que da el motor y la habilidad del control para cambiar de alta velocidad a baja velocidad, mucho más rápido, que con el control tipo no-regenerativo, resultando más rápido la parada y más rápido la inversión de carga.

1.3. EL PRIMER MOTOR DC SIN ESCOBILLAS.

La potencia tráfega AC es convertida a DC para la entrada del control de un motor DC sin escobillas, el cual carga un banco de capacitores que almacena energía y suministra potencia DC a los transistores de potencia en el puente de,

salida, como potencia es requerida por el motor. La dimensión de este banco de capacitores recibe el nombre de Buss y varía de acuerdo con la dimensión del motor. La rectificación es realizada por 6 diodos, los cuales pueden ser individuales o pueden estar en un paquete o algunos módulos. Estos diodos son protegidos por unos fusibles a la entrada, los cuales se puedan cambiar por su rapidez y capacidad de interrupción. Una inductancia choke en la entrada del circuito DC, de el puente de diodos, protege los transientes de líneas y limita la rapidez de la corriente de entrada, la cual puede incrementar o disminuir.

El nivel posible de alto voltaje en los capacitores es 1,4 veces el voltaje de línea a línea (voltaje pico). Inicialmente, después que el motor este encendido, los capacitores se pueden cargar al voltaje de pico.

Cuando el motor es arrancado, se usa la potencia de el Buss, para mejorar el trabajo requerido. El efecto de esto, es descargar parcialmente los capacitores, bajando el voltaje de el Buss. Con la potencia de entrada trifásica, hay seis periodos en cada ciclo de AC, cuando el voltaje de línea y línea es mayor que el voltaje de el capacitor. Los capacitores pueden solamente tomar corriente de la línea de potencia, cuando el voltaje del capacitor es menor que el voltaje instantáneo de línea a línea. Luego puede solamente tomar suficiente potencia para recargar la energía usada por el motor, puesto que la última vez, el voltaje de línea a línea es mayor que el voltaje del capacitor.

El torque en un motor, es una función de la corriente, la potencia es una función de la velocidad y el torque. Cuando la corriente requerida por el motor para desarrollar el torque debe ser grande, la potencia actual usada, es pequeña, a baja

velocidades. La energía tomada de los capacitores es la potencia actual, usada por el motor. La energía tomado de la fuente de la línea es la potencia actual suministrada al motor. El control del motor DC sin escobillas es capaz de girar a muy baja velocidad y muy alto torque, tomando una pequeña corriente de la línea AC. El resultado de esto es que la corriente RMS a la entrada de el control del motor DC sin escobillas es directamente proporcional a la potencia de salida del motor, razón para que sea proporcional a la carga del motor. Un motor DC sin escobillas es similar, su devanado, al motor de inducción AC, pero el usa magnetos permanentes en el rotor, en lugar de un rotor de barras cortocircuitadas. Hay tres alambres llevando potencia al motor.

Cada uno de estos alambres tiene que estar sincronizado con el tiempo, conectados a cada lado de los capacitores DC. Estos están acompañados con 6 transistores de potencia a la salida del puente (figura 4). La potencia que se aplica, para que el motor gire, en un transistor conectado al lado positivo del banco de capacitores y un transistor conectado al lado negativo del banco de capacitores. Pero nunca los 2 transistores conectados en el mismo circuito de salida. Cuando 2 transistores son encendidos, el voltaje entero del banco de capacitores es aplicado a el devanado del motor a través de dos alambres conectados a esos transistores y la corriente puede fluir (si la CEMF de el motor no es mayor que el banco de capacitores). Los transistores son apagados, debido a la naturaleza inductiva de los devanados de los motores cuando los transistores son apagados, la corriente, puede rápidamente decaer, pero el voltaje en el puente puede elevarse peligrosamente si la protección de la red no esta presente para prevenir este acontecimiento.

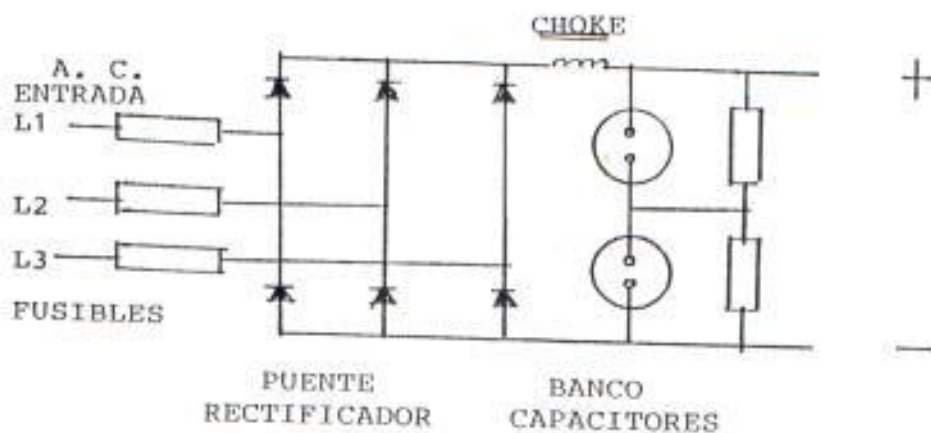


FIGURA Nº 3 DIAGRAMA SIMPLIFICADO DE LA POTENCIA DE ENTRADA DE UN CONTROL DE MOTOR DC SIN ESCOBILLAS.

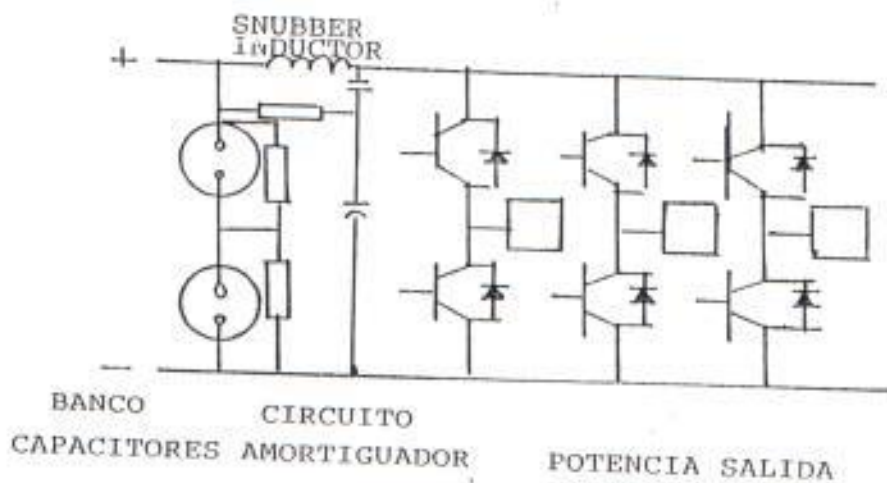


FIGURA Nº 4 LA SALIDA DE POTENCIA RECTIFICADA CON SISTE DE 6 TRANSISTORES DE POTENCIA Y SUS COMPONENTES SNUBBER.

Si los 2 transistores son encendidos y el izquierdo por un gran tiempo, la corriente puede llegar a un nivel muy alto rápidamente. Los transistores son encendidos por un breve intervalo de tiempo. Si el motor esta ligeramente cargado. No puede tomar parte de la corriente para moverse. Si el motor esta cargado pesadamente, cada intervalo de encendido puede causar que la corriente se eleve y tenga suficiente torque para girar la carga. Luego el motor tiene su arranque, la corriente suministrada puede ser en este caso suficientemente para tener al motor con carga girando.

Si una carga pesada apaga el motor, la corriente rápidamente cae al nuevo nivel, y una carga pesada aplicada puede ser rápidamente un pico. Esto sucede por la alta eficiencia de un motor DC sin escobillas.

La figura 5 es una representación esquemática del devanado del motor DC sin escobillas. El diagrama muestra la conexión, como una sola Y. Hay otros tres caminos en el devanado del motor que pueden ser conectados los cuales pueden, cambiar la velocidad y los caballos de potencia (El torque permanece constante si las conexiones son cambiadas en el motor). Pero esas otras conexiones no son hechas para voltajes diferentes como en el caso del motor inducción AC. En la figura 6 se muestra la mayor parte del motor DC sin escobillas en el estado apagado. El devanado del estator son conectados como se muestra en la figura 5 y el motor esta operando desde el puente de potencia como se muestra en la figura 4. Este diagrama es muy simplificado, solamente muestra a un motor con 2 polos, por simplicidad, ya que los motores DC sin escobillas son de 4 polos u 8 polos.

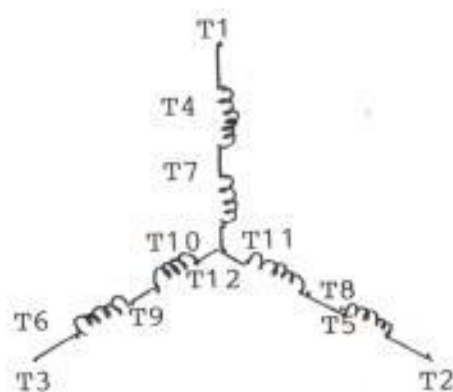


FIGURA N^o 5 CONEXION Y PARA UN MOTOR DC SIN ESCOBILLAS.

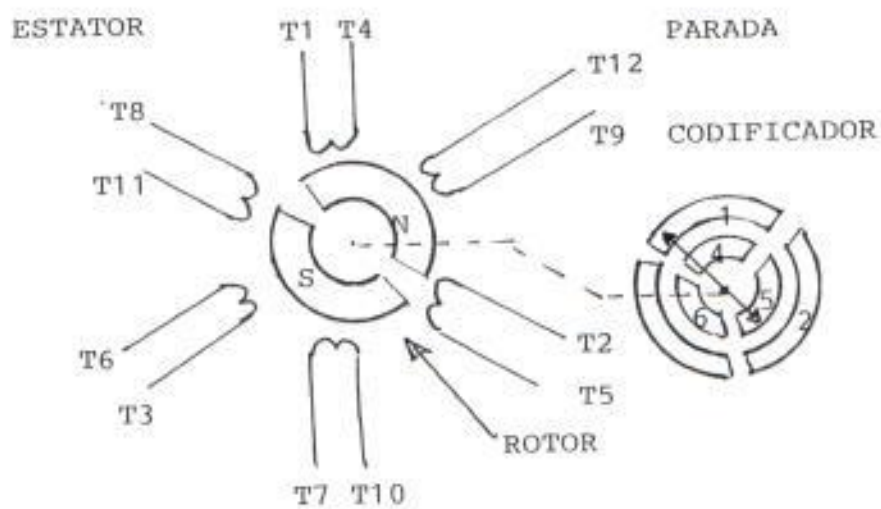


FIGURA N^o 6 DIAGRAMA SIMPLIFICADO DE LA MAYOR PARTE DE EL MOTOR SIN ESCOBILLAS.

La corriente desarrollada en el devanado, esta produciendo un torque por la interacción de campos magnéticos, producidos por el devanado de el estator, (con la potencia suministrada desde el control) y los campos de los magnetos permanentes montados en el rotor. El control del motor DC sin escobillas tiene un conmutador electrónico, alimentado por un codificador total montado en el motor. Este codificador informa al control del motor, que transistores pueden ser encendidos para obtener el máximo torque del motor en cualquier posición del eje del motor que acontece, en el tiempo. Esta comunicación establecida entre el motor y su control, no esta presente en el motor AC y su inversor, y no es parte del motor DC tipo escobilla y su control SCR. El control del motor DC sin escobillas, siempre conoce cuando el eje de el motor esta en rotación porque el codificador del motor esta constantemente monitoreando. El control de potencia de salida del puente consiste de tres circuitos. Cada circuito tiene transistores de potencia desde el lado positivo de la potencia DC del banco de capacitores a los terminales de salida (generalmente se refiere como un transistor superior) y otro transistor desde el terminal de salida al lado negativo de la potencia DC del banco de capacitores (referidos como transistor inferior). Cada vez que un transistor enciende es conectado a los terminales de salida de uno de los lados de la potencia DC del banco de capacitores. Cada terminal de salida tiene también un diodo de paso libre conectado a cada lado del banco de capacitores, conducen las corrientes las cuales los transistores no pueden conducir. Cualquier posición de el rotor que acontezca, el codificador informa al impulsor, cual transistor debe ser encendido para desarrollar su máximo torque desde el motor. Esto es hecho actualmente con un EPROM (memoria eléctrica programable lee, circuitos integrados), la representación simplificada como un conmutador se muestra en la figura 6.

Note que la flecha grande sobre el conmutador en el diagrama, gobierna la conmutación de los transistores superiores, que son numerados 1, 2,3. La flecha corta, gobierna la conmutación de los transistores inferiores, que son numerados 4,5,6. El arreglo es tal que cada transistor superior puede ser operado con otro de los transistores inferiores en los otros 2 circuitos de salida. Pero un transistor superior nunca puede ser operado con un transistor inferior en el mismo circuito. Esto puede producir un corto circuito a través de la potencia del banco de capacitores DC y saltar los fusibles, sino daña los transistores. El circuito impulsor esta también entrelazado, lógicamente para prevenir el accidental encendido de transistores opuestos. El rotor en la figura 6 tiene 2 polos de magnetos uno el polo norte y polo sur, los cuales pueden interactuar con los campos y polos electromagnéticos que son producidos por la corriente, en el devanado del estator (la figura 5 muestra esquemáticamente, las posiciones relativas alrededor de el rotor en la figura 6) Recordando que el rotor es libre para girar, pero el devanado del estator es estacionario. Cuando el control esta encendido en la posición mostrada, (figura 7) transistor 1 y 5 están encendidos, admiten corriente para fluir desde el lado positivo del banco de capacitores a través del transistor numero 1 fuera de el terminal de control T1 dentro del devanado T1 de el motor y a través de T4 para T7 y a través de T10 para el centro de la conexión del motor. Cuando el transistor numero 5 esta encendido, la corriente puede fluir a través de T11 para T8 para T5 y T2 en el motor para T2 en el control del motor a través del transistor numero 5 para el lado negativo de el banco de capacitores. La corriente puede ser como se indica en la (figura 7); Ajustando los polos magnéticos en el estator como muestra (polos norte a T1-T4 y T11-T8 y polo sur a T7-T10 y T2 -T5).

ESTATOR

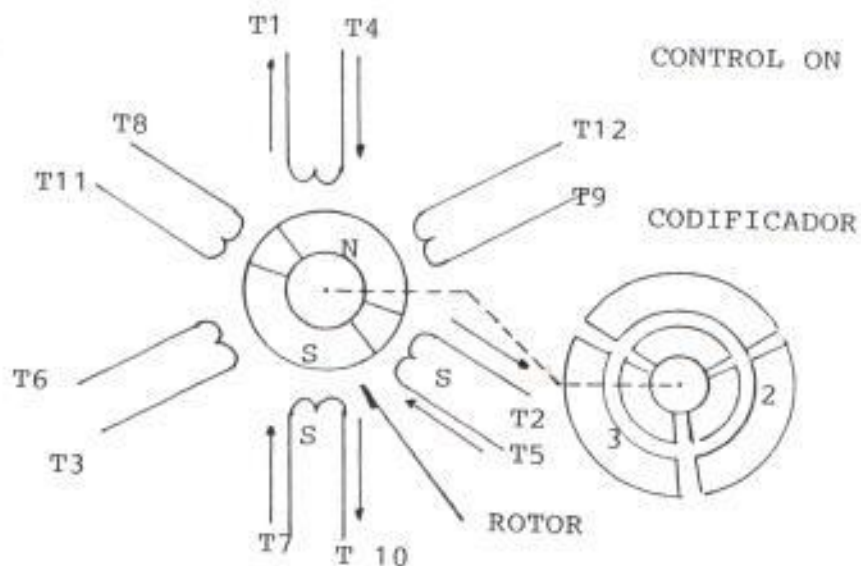


FIGURA Nº 7 FLUJOS DE CORRIENTE EN EL ESTATOR DEL MOTOR DESPUES QUE EL CONTROL ES ENCENDIDO EN LA POSICION MOSTRADA.

ESTATOR

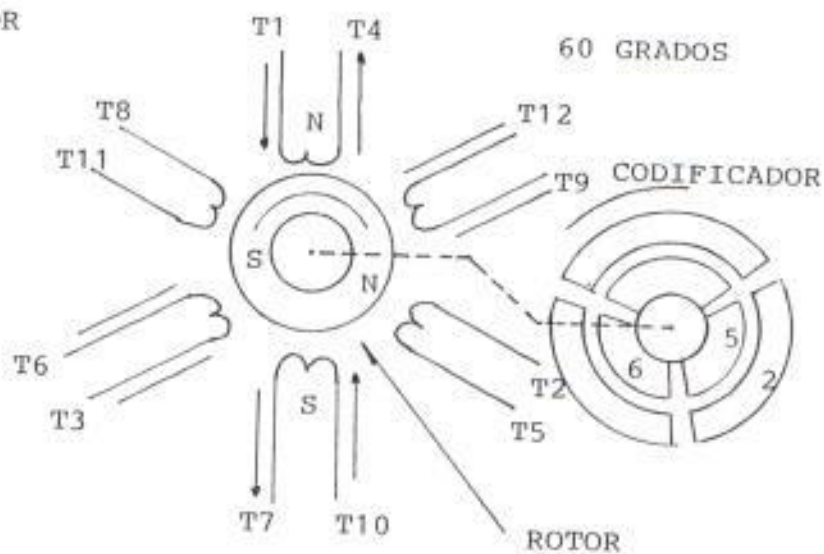


FIGURA Nº 8 CUANDO EL MOTOR ROTA 60 GRADOS EL CODIFICADOR CONMUTA LOS TRANSISTORES DE SALIDA PARA ROTAR EL CAMPO.

Los polos norte en el estator atraen al polo sur del rotor y repelan el polo norte del rotor y el polo sur en el estator atrae al polo norte del rotor y repele al polo sur.

La rotación puede ocurrir en la dirección indicada, cuando el torque se esta desarrollando en el motor.

Si la carga es altamente inductiva, esta corriente puede considerarse lineal, si los transistores están continuamente encendidos pero la conmutación de los transistores inferiores están modulando al ancho de el pulso. Encendiendo y apagando nos da una relativa frecuencia alta, el ancho de cada pulso es determinado por el torque requerido para girar el motor, que es velocidad baja y efectiva posición de control. La cantidad de torque requerida es determinada por la carga en el eje del motor. La carga liviana, estrecha el ancho del pulso. Cuando la carga es grande nos puede dar el máximo ancho del pulso. Con cada pulso la corriente puede subir un poco hasta el final de el periodo de tiempo cuando los 2 transistores están encendidos, lo cual puede ocurrir cuando el motor esta girando suficientemente para apagar el transistor 5. En este ejemplo, puede ocurrir, cuando el rotor tiene girado 60 grados (En el motor actual, puede ocurrir en 60 grados eléctricos, no 60 grados físicos como en la ilustración, ellos pueden ser como unos 1440 grados eléctricos por revolución en un motor). El próximo paso puede ocurrir cuando el transistor 5 esta apagado y el transistor 6 esta encendido (figura 8). Entre los pulsos y entre la etapa de operación, la corriente inductiva necesita ser continuo para fluir, si la energía no es usada para el giro de la carga y el flujo continuo de corriente es habilitado a través de los diodos de paso libre, los cuales están en conexión paralela, inversa. con cada transistor de salida. En este caso la corriente, que esta entregando el motor a T1 y excitando a T2, puede ser

forzada para fluir, a través de el diodo, alrededor de los transistores 2 y 4. Esta corriente puede decaer rápidamente y este es el efecto de detener lentamente el motor por carga. También tiene el efecto de cargar el banco de capacitores. Pero si el motor tiene una gran inercia en su eje y esta girando a muy alta velocidad, puede tener efecto pequeño. Después el motor puede girar 60 grados eléctricos para la posición mostrada en la figura 7, el transistor 5 puede apagarse y la corriente en los circuitos T11-T8-T5-T2 puede darse, el transistor 6 puede cogerse para la operación, luego el flujo de corriente puede ser a través de los circuitos T1-T4-T7-T10 para el centro de Y la salidas a través de los circuitos T12-T9-T6-T3. Los polos magnéticos de el estator pueden tener 60 grados desplazados, causando al rotor continuos movimientos en esa dirección.

Un motor DC tipo escobillas puede disparar un par de SCR cada 2.6 milisegundos, el control de el motor DC sin escobillas puede operar sus transistores durante el ciclo entero de conmutación. A una frecuencia de 2Khz PWM habilita la operación de un transistor a 500 microsegundos. Frecuencias desde 2 kilohertz a 20 kilohertz o mas, son comunes. Como el campo continua, el rotor sigue moviéndose alrededor de el estator. Si miramos el motor de inducción AC, en el cual todo el devanado esta continuamente excitado, el estator DC sin escobillas es un campo excitado DC y este se mueve porque el devanado esta continuamente conmutado en respuesta al movimiento de el rotor. Los devanados no excitados, no están llevando corriente, luego los devanados en un motor DC sin escobillas son encendidos o apagados. La conmutación de los devanados es controlado por un codificador de posición de tres canales montado en el eje del motor.

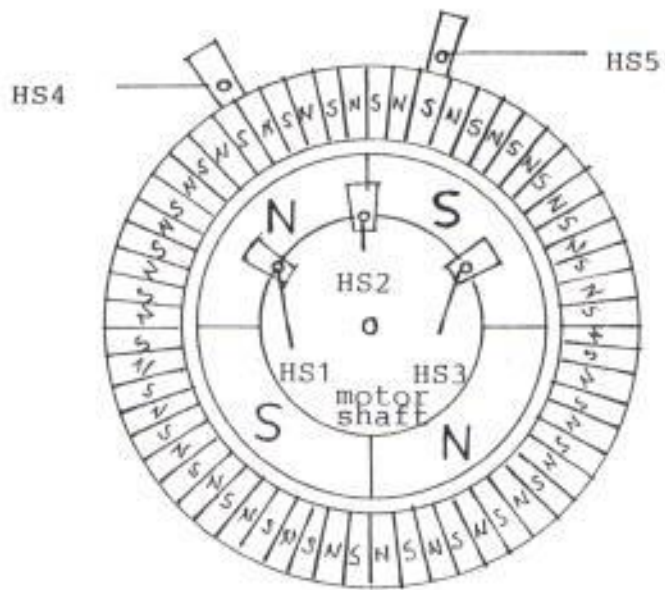


FIGURA N^o 9 CODIFICADOR ARMADO-CUATRO MAGNETOS INDICAN POSICION; MAGNETOS DE SALIDA INDICAN VELOCIDAD Y DIRECCION.

Los transistores de efecto HALL son montados en la caja de reglamentación, son encendidos y apagados por magnetos en el codificador. Estos magnetos son alineados con los magnetos en el rotor. Los conmutadores de efectos HALL, no tienen contactos (aislados eléctricamente), son montados en posición de 60 grados. En un motor de cuatro polos, ellos están 30 grados separados en un motor de ocho polos. No es posible que los tres conmutadores sean todos encendidos o todos apagados al mismo tiempo, pueden ser dos encendidos y uno apagado, o uno encendido o dos apagados, en todo el tiempo. La velocidad de un motor DC sin escobillas de cuatro polos esta regulada por 2 canales, un tacometro digital en el eje del motor de 30 pulsos (60 polos), que indica ambas velocidades y dirección de rotación, un motor de ocho polos tiene 120 polos magnéticos alrededor de la salida de el codificador, esos polos giran alternativamente encendiendo y apagando, dos conmutadores de efecto HALL los cuales son conectados al control, para el control de velocidad. Hay 2 canales realimentados de velocidad los cuales están calibrados 90 grados eléctricos, en cuadratura. La señal de 30 pulsos por revolución del motor es electrónicamente multiplicada por cuatro para suplir un pulso cada 3 grados de rotación del eje (motores grandes usan un tacometro de 60 pulsos, multiplicado tenemos 240 pulsos por revolución, y cada pulso 1.5 grados). Los pulsos de referencias son comparados con los pulsos que vienen desde el codificador que esta en el motor, si el numero de pulsos desde el motor no es igual al numero de pulsos aplicados de referencia. Una posición de error se acumula en el contador superior/inferior en la tarjeta de control de velocidad.

El numero de pulsos acumulados determina como cantidad de corriente es aprovechada por el motor. Si hay mas pulsos de referencia que pulsos

realimentados, la acumulación es positiva y la corriente para el motor es positiva. Esta corriente positiva puede acelerar el motor para eliminar el pulso contado. Si hay mas pulsos realimentados que pulsos de referencia, el conteo es negativo y la corriente del motor puede cortarse hasta que el conteo acumulado convenientemente sea positivo otra vez.

Un motor girando sin carga puede acumular solamente unos pocos pulsos de error de posición, pero un motor a plena carga, puede acumular $2/3$ de los pulsos necesarios para el limite de corriente. Las cargas, entre sin carga y plena carga, puede acumular algún numero entre 0 y el valor de plena carga. El numero máximo de pulsos de error que puede acumular es cerca de 100 (Esto es una función de ganancia ajustable), tiempo en el cual el impulsor sin escobilla puede estar en el limite de corriente. Cuando el numero máximo de pulsos son acumulados, el control esta en el limite de corriente y los pulsos de referencia pueden ser ignorado hasta que el motor gire lo suficiente para eliminar el exceso de pulsos en el contador. Cuando la condición de limitación de corriente es evitado, el motor puede hacer la frecuencia de referencia pulso por pulso. Es importante anotar que limite de corriente de corto, la acumulación de pulsos no afectan a la velocidad, solamente afecta la posición relativa de el eje para la posición del eje sin carga. Muchos motores toman la regulación de velocidad en términos de revoluciones por minuto, diferenciando entre la velocidad puesta y velocidad actual, un motor DC sin escobillas, se pone para correr a 1750 R.P.M. (con una referencia de frecuencia), puede ser corrida a un periodo de 1750 R.P.M. Para motores operando a una velocidad estable y a una carga estable, la acumulación de pulsos no puede cambiar Estableciendo el valor necesario para manejar la carga a esa velocidad. Si la carga puede cambiar, la acumulación de

pulso en el contador puede cambiar a su valor necesario para manejar la nueva carga o si la velocidad cambia la acumulación de pulso puede no cambiar si el torque requerido por la carga es la misma, a la nueva velocidad como el torque requerida a la velocidad anterior.

1.4. BENEFICIOS DEL MOTOR SIN ESCOBILLAS

Los controles para los motores sin escobillas, en el medio industrial existen hasta los 600 HP de fuerza, diseñados para trabajar a 230 voltios, 380 voltios, 460 voltios AC.

La regulación del sistema de control es 0 % la velocidad del motor no cambia, ya sea este a plena carga o sin carga .

La eficiencia de el control del motor DC sin escobillas, es mayor que los controles convencionales para motores DC, los inversores, para los motores AC. Los motores DC sin escobillas frecuentemente son pequeños, comparados con los otros motores. Esta eficiencia contribuye a que los costos, para el enfriamiento del gabinete donde esta instalado sea bajos.

Los motores DC sin escobillas son tan fuertes y confiables como los motores de inducción AC, como no tienen escobillas no cambian escobillas. No hay destrucción de campo. No hay mantenimiento del conmutador. Los rodamientos con una lubricación regular son capaces de durar años operando .

CAPITULO II

ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL EQUIPO INSTALADO.

2.1. ESPECIFICACIONES ELECTRICAS

VOLTAJE DE LINEA AC	CABALLOS DE FUERZA HP	KILO VATIOS	CORRIENTE APROXIMADA DE LINEA	CORRIENTE MAXIMA MOTOR
460 V	75	56	81	149

2.2. DIMENSIONES.

1.290 mm H x 620 mm.w x 432 mm. D.

Peso - 160 libras.

2.3. ESPECIFICACIONES AMBIENTALES

Altitud úselo cerca de 1000 mts.

Temperatura ambiente

Chasis 55°C máximo

Nema 40°C máximo

Tolerancia del voltaje de entrada + 10% - 5%

Frecuencia de la potencia de entrada 48 a 62 Hz.

Humedad relativa 95%

Factores de servicio 1.0

Máxima capacidad de servicio 100 K.V.A. (limitada por los fusibles de entrada)

Temperatura almacenada -40 o C + 65o C.

2.4. ESPECIFICACIONES DE FUNCIONAMIENTO.

Carga máxima 150% para 1 minuto fuera de 10 minutos

Regulación velocidad 0% (sin carga como carga máxima)

Exactitud de velocidad modo análogo +/- 1.0% (típico con el potenciómetro de velocidad suministrado por referencia interna)

Linealidad +/- 0.5% (típico de una fuente de referencia externa)

Modo digital 0% +/- ¼ (revolución de eje del motor)

Desplazamiento del factor de potencia 0,96.

2.5. AJUSTES FINALES

Tiempo de aceleración 2 a 30 segundos, en el modo final análogo.

Tiempo de desaceleración 2 a 30 segundos, en el modo lineal, análogo.

Máxima velocidad 600 a 5000 R.P.M., dependiendo de el motor

Velocidad Jog 0 a 30% de la velocidad máxima, solo en el modo análogo

Corriente límite 0 a 150% calibrada con resistor

Ganancia de corriente 10 a 1

Estabilidad 20 a 1 rango dinámico

Velocidad mínima 0 a 15% (con un potenciómetro de velocidad de 5 kohms

Puentes: JP1 entrada parada rampa

JP2 entrada aceleración y desaceleración nominales.

2.6 INDICADORES QUE POSEE.

2.6.1 TARJETA DE CONTROL DE CORRIENTE

HS1, HS2, HS3 (codificador)

Nivel de potencia baja

Sobre voltaje/bajo voltaje

Perdida de potencia
Sobre corriente instantánea
Buss (cargando / descargando)

2.6.2. TARJETA DE CONTROL DE VELOCIDAD

Marcha
Corriente limite
velocidad cero

2.6.3. TARJETA DE IMPULSOR BASE.

Impulsor Base

2.6.4. TARJETA SENSOR DE CORRIENTE.

Bajo voltaje
Bajo voltaje a la salida
Sobre voltaje
Calentamiento por temperatura alta
Térmico
Rele de encendido

2.7. DESCRIPCIONES DE CADA TARJETA.

2.7.1. TARJETA DE CONTROL DE CORRIENTE.

Conexiones a tierra y apantallados
Codificador de posición HS1
Codificador de posición HS2
Codificador de posición HS3
Codificador de velocidad HS5
Codificador de velocidad HS4
Codificador solo para el común

Codificador solo para + 5 V
 10 y 11 terminales para el común
 Selección automática y manual para + 24 DC
 Entrada de frecuencia externa +
 Falla de Colector de transistor
 Falla de Emisor de transistor
 Carga externa (- 2 VDC = 15 %)
 Fuente Auxiliar externa
 Potencia Común

2.7.2 TARJETA DE CONTROL DE VELOCIDAD.

Contactos de marcha (cerrados en marcha)
 Contactos de marcha 1 amperio 125 VDC
 24 VDC Fuente nueva 50 m. amperio máximo
 Entrada de marcha + 24 VDC para marcha
 Mantener marcha (Función de marcha y parada)
 Disponible (para el punto térmico de el motor)
 Parada de emergencia a + 24 VDC para marcha
 Fuente lógica de marcha + 24 VDC a 50 máximo
 Fuente de referencia + 10 VDC
 Entrada de referencia para la velocidad 0 A + 10 VDC
 Conexión de velocidad mínima para el potenciómetro de
 velocidad

Señal común

Entrada JOG + 24 VDC para JOG

Directa/ inversa entrada de 24 VDC para reverse.

Salida de frecuencia de colector abierto para común

Salida de velocidad cero de colector abierto para común

+ 24 VDC Fuente nueva 50 M.A. máxima

Referencia de corriente 0 a 10 VDC (error de velocidad)

2.7.3. TARJETA SENSOR DE CORRIENTE.

Resistencia calibración Disparo

Resistencia calibración Disparo

Salida RTD

Resistor de calibración de caballos de fuerza

Resistor de calibración de caballos de fuerza

Entrada térmica del motor

Carga externa del motor (-10 VDC 180%)

Común

-24 VDC

Contactador de control.

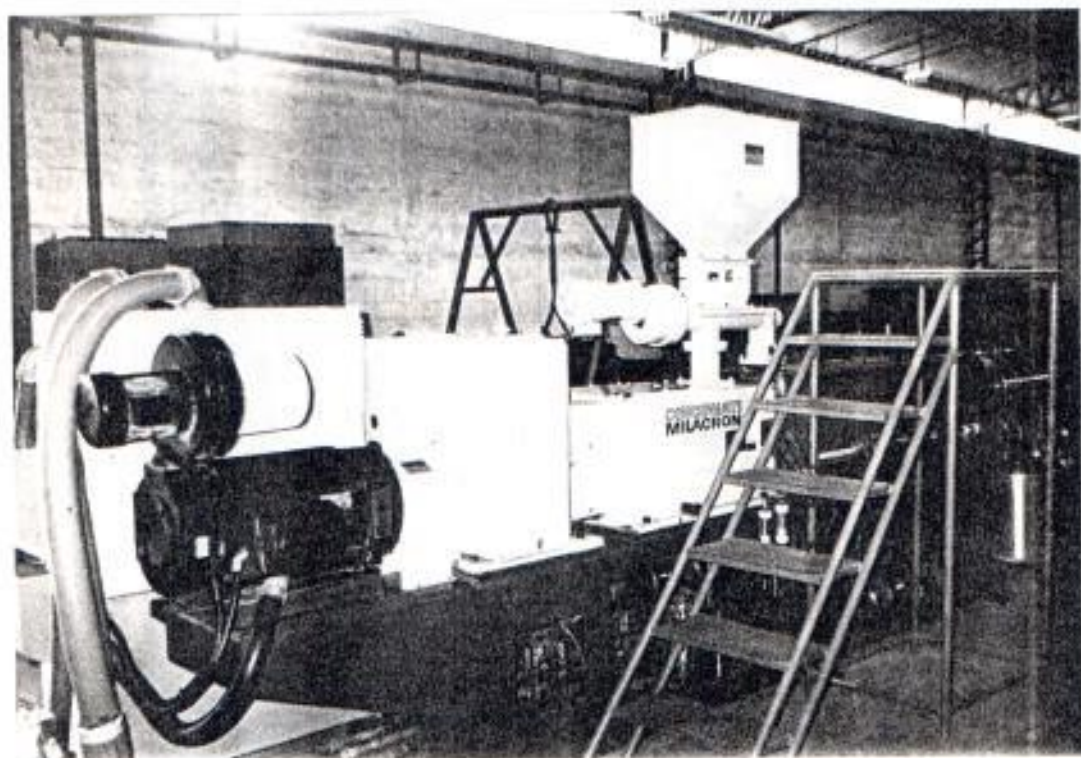


FIGURA Nº 10 VISTA PRINCIPAL DEL MOTOR DE 75 HP.

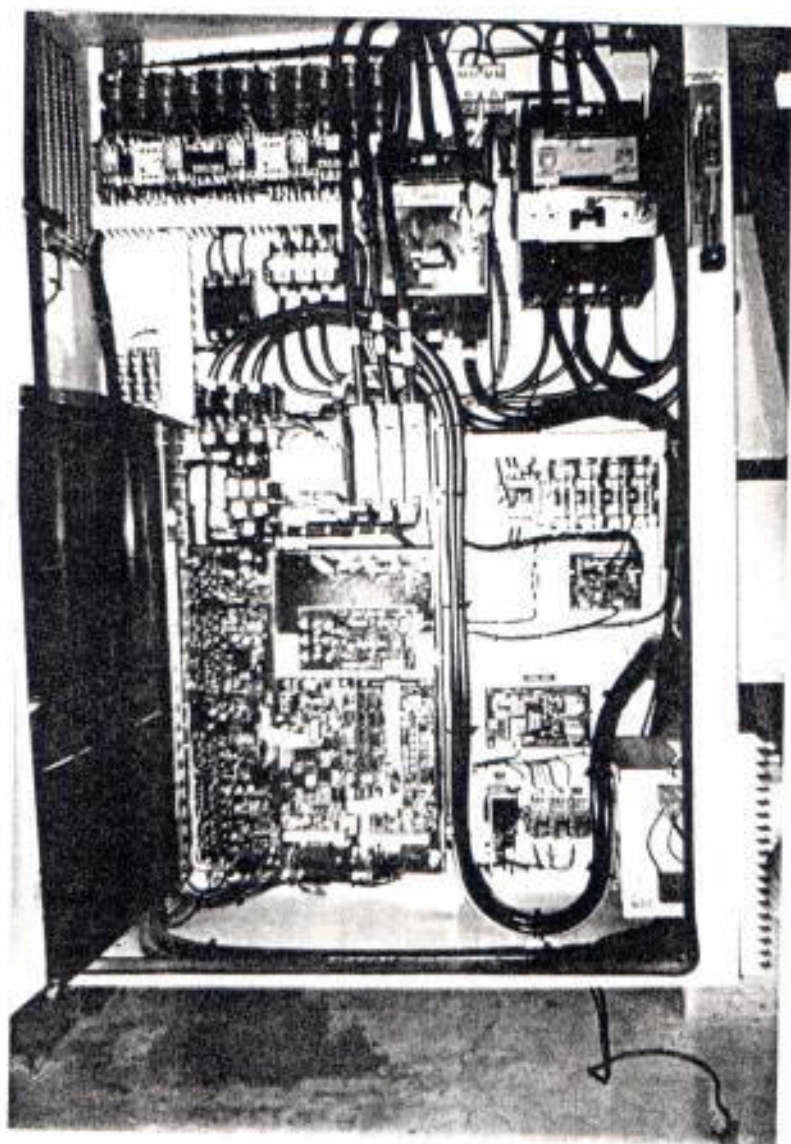


FIGURA Nº 11 VISTA PRINCIPAL DEL CONTROL DEL MOTOR
DC DE 75 HP SIN ESCOBILLAS.

CAPITULO III

INSTALACION DEL EQUIPO.

3.1. INSTALACION FISICA

La figura 12 muestra las dimensiones del equipo cuando se monta el chasis de el equipo en su gabinete, debe ser con mucho cuidado para evitar daños en las partes de el chasis así como el aislante eléctrico en la cubierta de sus unidades, en el chasis también va montado los disipadores térmicos. Antes de la instalación de el chasis, se debe chequear el banco de capacitores, debe estar descargando antes de ser instalado al chasis.

3.1.1. CONSIDERACIONES TERMICAS.

El chasis de el equipo debe ser montado en la posición vertical en un gabinete cómodo. La temperatura ambiente de el aire circundante al chasis no debe exceder 55°C. El gabinete debe tener 150 mm. de espacio libre arriba y abajo de el chasis. Este espacio concede que fluja el aire a través de los ventiladores de los disipadores térmicos. El gabinete puede ser montado verticalmente en una área la cual admite libre flujo de aire alrededor del gabinete y a través de los disipadores térmicos en la caja. La máxima temperatura ambiente de el aire circundante al control no puede exceder 40°C.

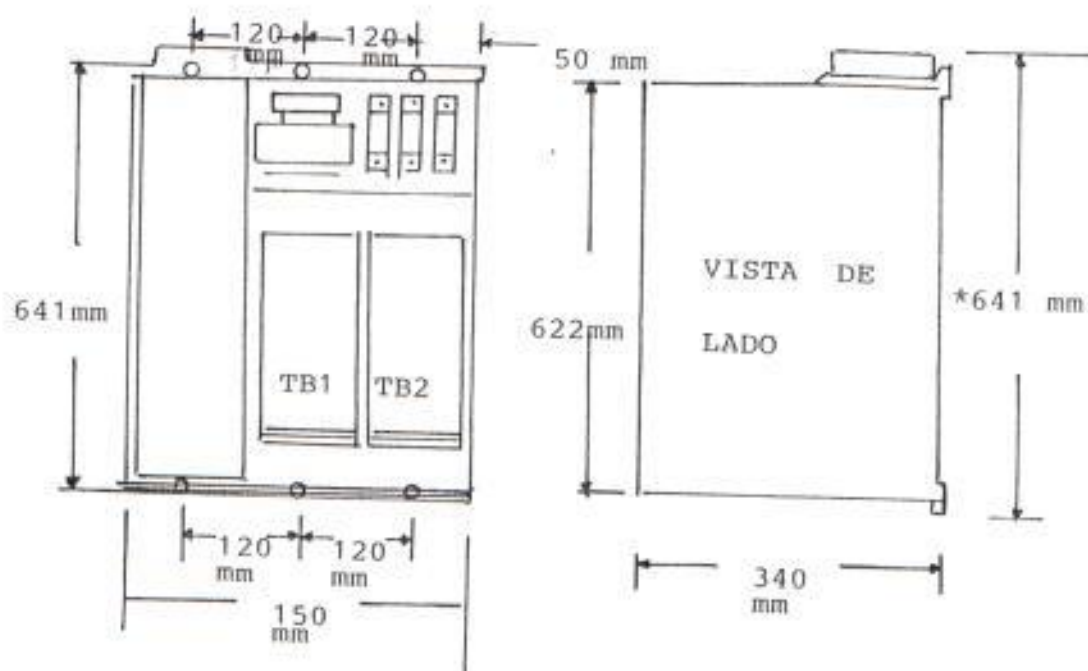


FIGURA Nº 12 DIMENSIONES FISICAS DEL EQUIPO DE CONTROL

El tamaño de el gabinete para la unidad chasis es determinado por la disipación total de calor dentro de el gabinete. El gabinete puede usar un flujo de aire cubico por minuto por cada 10 watt de disipación.

3.2.INSTALACION ELECTRICA.

3.2.1. REQUERIMIENTOS GENERALES.

El tiempo mas importante para la vida útil de un motor o su control es el proceso de instalación. Por lo tanto debe existir un cuidado superior en la instalación y funcionamiento de el control y el motor. Uno de los mas frecuentes problemas encontrados con los equipos digitales es el ruido eléctrico. El ruido es un problema insidioso, el cual es capaz de causar no solamente problemas destructivos sino también problemas intermitentes, problemas al oído. El método usado en la instalación de el equipo, tiene una gran prevención, de la interferencia de el ruido eléctrico, en la operación de el equipo. Un control tipo digital requiere que se tome un cuidado extra en la puesta a tierra de el equipo, los alambres apantallados de los cables, los alambres puestos en los conductores de marcha deben cumplir las especificaciones técnicas.

3.2.2 FUENTE DE PODER

Se requiere una fuente de tres fases en la entrada, con una potencia de KVA promedio igual al promedio de los caballos de fuerza. El servicio promedio en KVA del ramal que suministra al control, no debe ser mayor a 10 veces el promedio del control. El transformador de aislamiento debe ser tan grande como el promedio del control del motor en KVA.

Los fusibles son suministrados en la entrada del control del motor DC sin escobillas, son diseñados para proteger los elementos semiconductor de la unidad. El tamaño de los alambres para la entrada del control son determinados por el tamaño de los fusibles en el control, la corriente de salida del control de un motor DC sin escobillas es siempre mayor que la corriente de entrada. La corriente de entrada al control del motor DC sin escobillas no es representativa a la corriente de carga en el motor, la corriente de entrada es representativa de la potencia de salida del motor.

El punto en el cual la corriente de entrada AC alcanza el valor pleno es cuando el motor esta operando a plena carga y a plena velocidad.

La tolerancia del voltaje de entrada para el control del motor DC sin escobillas es + 10% a - 5 % de el voltaje nominal escrito en los datos de placa del control. Los transientes de la linea de potencia producen disturbios de menor naturaleza que no afectan el control del motor. Ellos no generan significativos ruidos dentro de la fuente de poder. Los efectos que tienden a distorsionar la forma de onda AC, son casi siempre detectados como bajo voltaje o condición de perdida de fase. La fuente debe ser capaz de soportar, la corriente de arranque del motor, sin tener una caída mayor el 5%. La fuente de poder debe ser capaz de soportar una corriente limite para periodos cortos, sin tirar la entrada inferior de voltaje cuando comienza el bajo voltaje.

3.2.3. CONEXIÓN DEL MOTOR.

La tarjeta de alambres para la conexiones normal es suministrada con cada equipo de la fabrica y también muestra como debe ser conectada el control con el motor DC sin escobillas. Las figuras 13 y 14 muestran muestran la reproducción de las tarjetas .

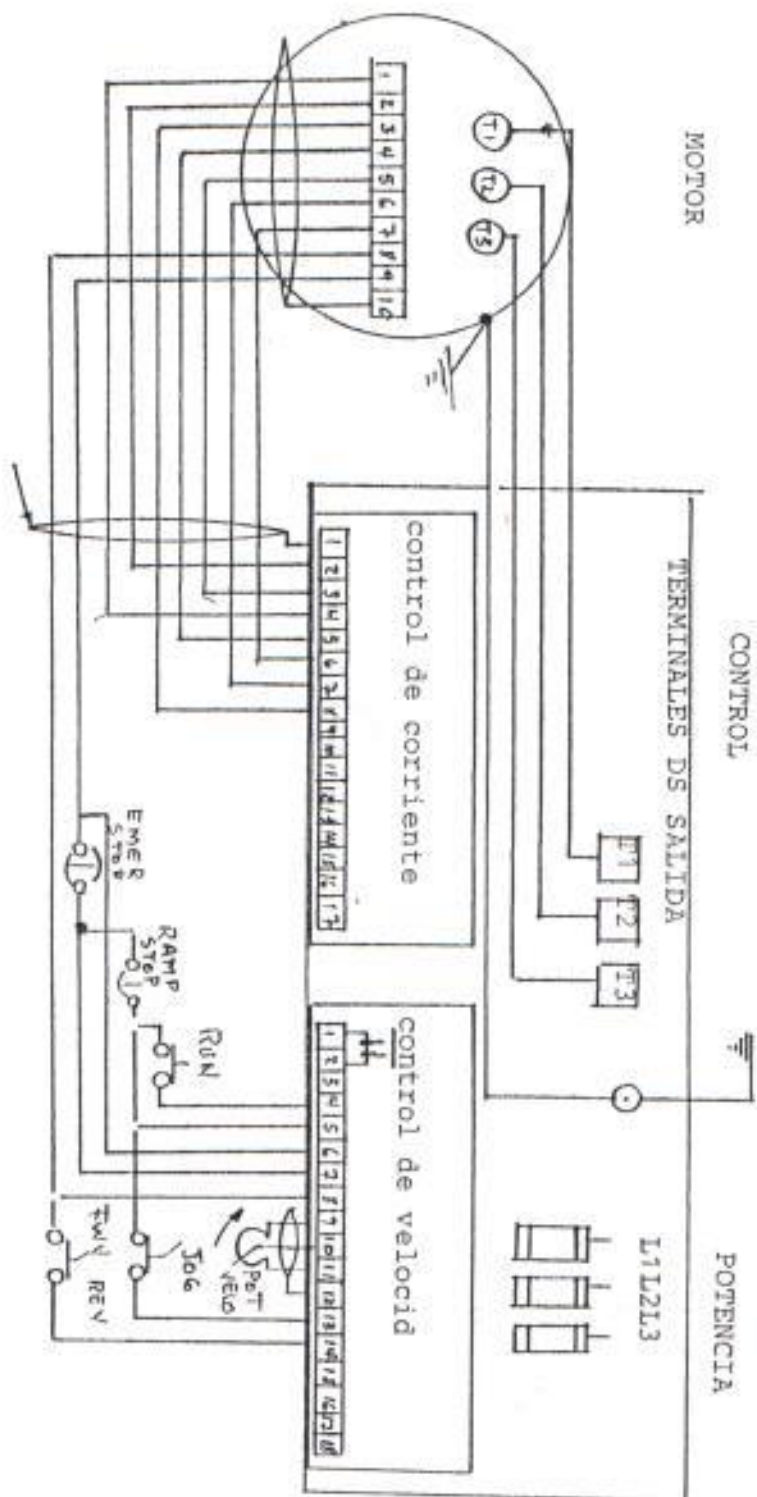


FIGURA Nº 13 CONEXIONES NORMALES PARA EL CONTROL Y EL MOTOR

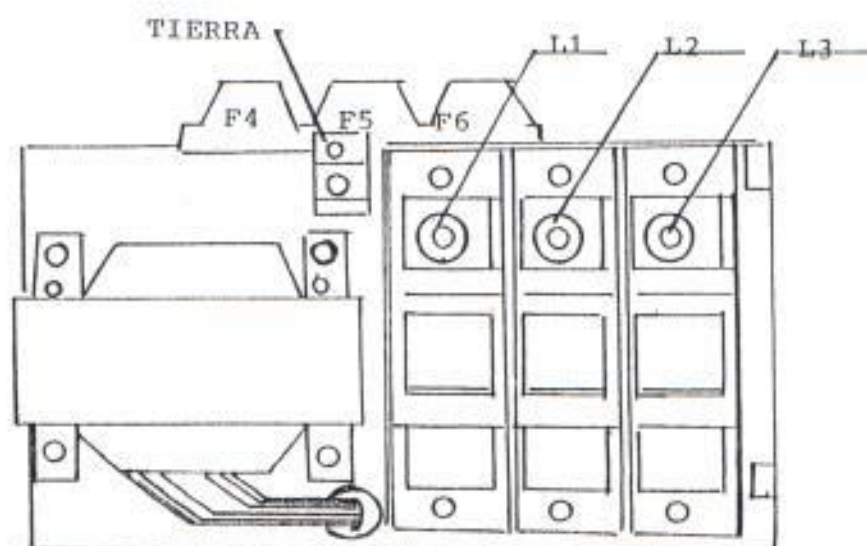


FIGURA Nº14 FUSIBLES DE ENTRADA Y FUSIBLES PARA EL TRANSFORMADOR

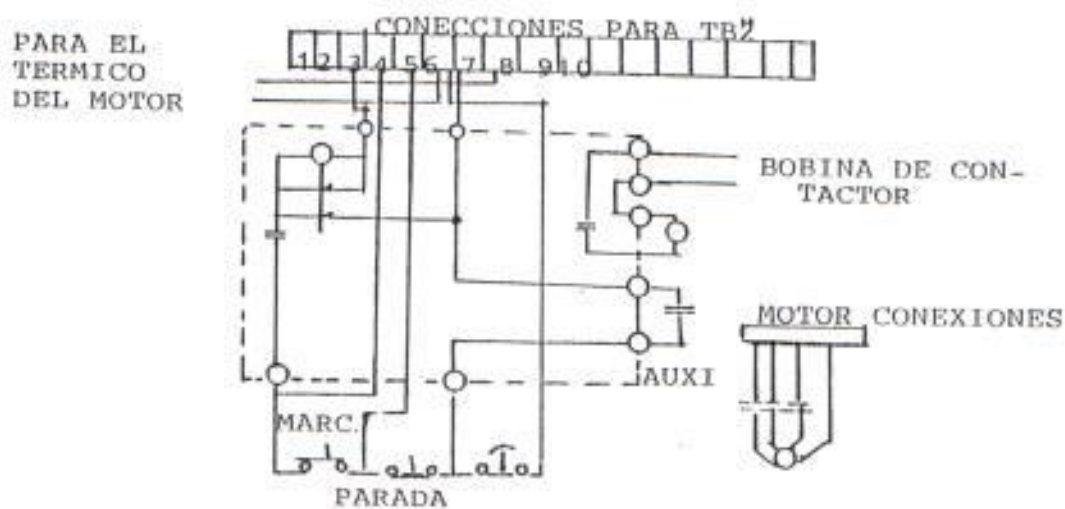


FIGURA Nº15 CONEXION EN UN CONTACTOR DE SALIDA CON UNA BOBINA DE 48 VDC

Los alambres T1, T2, y T3 en el control deben ser conectados a las conexiones correspondientes del motor. Si esos alambres no están en el orden apropiado, el motor no puede operar, si algunos de esas conexiones, se abren el motor puede operar erráticamente. En el motor viene de fabrica T1, T2, T3 y siempre se debe conectar T1, T2, T3 en el control.

3.2.4. CONEXIÓN A TIERRA

La conexión a tierra puede ser accionada con su perno o tornillo en la unión de la caja con el motor y esta conexión a tierra es necesaria para el funcionamiento de el control con los alambres de potencia del motor con la misma tierra, como la tierra para el control. La tierra del control puede ser conectada a cada tierra , como sea posible a la tierra de potencia. El alambre de tierra debe ser uno y la tierra de el motor en la maquina viene de fabrica. El propósito de estas tierras separadas es para igualar el potencial entre el motor de la maquina y el chasis del control. También el motor puede ser aterrizado a la maquina y la maquina puede ser conectada a tierra. Ellos pueden dar la suficiente impedancia entre el motor y el chasis del control para los difusión de EMI y RFI. La conexión directa entre el motor de la maquina y el chasis puede minimizar el efecto de RFI y EMI.

3.2.5. CONTACTOR DE SALIDA.

Un contactor de salida es usado con el control de el motor, previamente debe ser hecho en el circuito de control una conexión con el contactor de salida con el circuito de parada de emergencia si el contactor de salida no esta propiamente conectado con el control de el motor, el mismo puede resultar dañado, los requerimientos son:

El contactor debe cerrar los contactos de el circuito de potencia cuando es habilitado.

El contactor debe abrir los contactos después que es deshabilitado.

El contactor debe manejar fácilmente la corriente promedio de el motor.

La figura muestra el diagrama para las conexiones, de el contactor de salida usado en el equipo.

3.2.6. CABLE DE REALIMENTACION AL MOTOR

El cable codificador de realimentacion debe ser un cable apantallado. Este mismo es conectado al terminal TBI en el control. El cable apantallado lleva nueve conductores. Los colores de este cable corresponden a los colores de los alambres del motor y del diagrama de conexiones. Los alambres blanco y púrpura pueden ser intercambiados sin ningún efecto. También las conexiones en TB5 en los terminales, 1 y 3 pueden ser invertidos sin dificultad. Si el protector térmico es para ser usado a 120 VAC en el circuito, este puede funcionar fuera del cable y siete conductores apantallados pueden ser usados.

En este caso si los colores de los alambres son diferentes de el diagrama, por eso la necesidad de chequear cuidadosamente para asegurarse que las conexiones son bien hechas. El apantallamiento debe ser desde el motor hasta el control.

3.3. CONEXIONES AL CONTROL.

El circuito de control de el motor DC sin escobillas opera con 48 VDC. Este voltaje es desarrollado de los +24 VDC (con respecto al común) y los -24 VDC. Usando los 48 VDC tiende a balancear la carga de los reles y otras dispositivos en las fuentes, instaladas en el lugar. Los fuentes tienen como máximo 50 miliamperios de corriente debido a esto existe limitación de las fuentes a los relay de 24 voltios usados. Estos pueden ser alimentados externamente.

Es posible operar los circuitos de control con una variedad de dispositivos. Dispositivos de operaciones normales pueden ser usados, pero la corriente que fluya a través de estos debe ser muy pequeña. Los reles de 120 VAC pueden ser considerados cuando las botoneras de marcha, pare y otros operadores están a mas de 10 mts. del control del motor.

Parada de emergencia TB2-7 y TB2-6 Puede estar cerrado para arrancar.

3.4. OPCIONES DE REFERENCIA

Hay opciones disponibles para control de velocidades de los controles de velocidad para los motores DC sin escobillas. Existe las opciones analógica y digital, ambos tipos están contenidos en el control básico, la selección es hecha por la aplicación de + 24 VDC a TB1 terminal II con respecto a TB1 terminal 9. Esta es una entrada acoplada ópticamente, la cual no es una referencia común para el control.

3.4.1. REFERENCIA ANALOGICA

El control de velocidad analógica es el tipo mas común, usado para motores y controles. Tienen un voltaje positivo de 10 VDC como referencia de velocidad. La fuente de referencia tiene una seguridad de 1%. El control analógico de velocidad consiste en suministrar 0 VDC (para velocidad cero) a +10 VDC para velocidad plena hacia adelante o su reserva. La selección direccional es hecha en TB2 terminal 14.

Esta señal analógica es aplicada a TB2 terminal 10 con respecto a TB2 terminal 12, que es la señal común del control del motor. Esta señal analógica viene de el potenciómetro de velocidad que es conectado, la tarjeta de control de velocidad incluye el uso de un mínimo potenciómetro de velocidad.

Lado superior del potenciómetro al TB2 terminal 9 (+ 10 VDC) centro de el potenciómetro al TB2 terminal 10 (referencia de entrada). Lado inferior del potenciómetro al TB2 terminal 11 (común), el potenciómetro de velocidad puede también ser conectado para operación sin calibrar la mínima velocidad.

Lado superior del potenciómetro a TB2 terminal 9 (+ 10 VDC) centro de potenciómetro a TB2 terminal 10 (referencia entrada). Lado inferior del potenciómetro a TB2 terminal 12 (común). En el modo analógico de velocidad, una señal de referencia de 0 a + 10 VDC puede actuar como su comando de velocidad como grande es su referencia para TB2 terminal 12, y la dirección de rotación puede defender de la subida de la polaridad del voltaje a TB2 terminal 14 con respecto a TB2 terminal 12 en el modo analógico de velocidad.

Voltaje de entrada mayores que + 10.6 VDC 0 - 0.6 VDC son nivelados por el circuito de entrada. La impedancia nominal de entrada para voltajes menores que + 10 VDC es de 50 kohms. El potenciómetro usado para potenciómetro de velocidad no puede ser menor de 2 kohm y no mayor de 10 kohm, cerca de 10 kohm el potenciómetro es lineal, para una calibración de 50% , puede dar una velocidad del 47%. Esto es especialmente verdad con un potenciómetro de muchas vueltas, cuando no es lineal, mas notable es la lectura del dial.

Con un potenciómetro de velocidad manual que es suministrado por TB2 terminal 9, la seguridad de velocidad de el control puede defenderse de la estabilidad de la fuente de referencia, temperatura y efectos de ruidos. Esto es generalmente entre el 1% después que el impulsor y el motor tienen su temperatura de operación.

Si una fuente externa de referencia es usada, el control puede tomar el voltaje de entrada en TB2 terminal 10 con un $\pm 0.5\%$. La tolerancia del circuito analógico determina como el control puede tomar una referencia analógica. En el modo de operación analógico la máxima velocidad del motor en relación a la referencia aplicada es determinada por la calibración de el potenciómetro de MAX velocidad en el control de velocidad. Este potenciómetro calibra la velocidad del motor para la referencia aplicada.

El motor DC sin escobillas, por si mismo, no excede la velocidad base por muy pesada que sea la carga. Esto es posible si el potenciómetro de máxima velocidad es girado a lo máximo y la carga es pesada. La máxima velocidad del motor puede no ser atenuada cuando el motor alcanza su temperatura de operación. La calibración de velocidad máxima no tiene efecto en el modo digital. El potenciómetro JOG es analógico, este es activado por el circuito JOG. En la tarjeta, el potenciómetro JOG no determina la velocidad JOG cuando el control esta operando en el modo digital. Esto no es necesario para reducir la referencia de entrada a cero después de arrancar o parar. La entrada de referencia del circuito y el circuito de aceleración y desaceleración son nivelados cuando están pasando por el control. El nivel es realizado cuando la marcha es activada. El nivel es rotado también para la función parada de rampa. El potenciómetro de velocidad puede ser girado a la izquierda, para ajustar la velocidad. Una referencia externa puede ser conectada a la izquierda cuando el control esta desacelerando durante la función parada Rampa o cuando el control esta apagado. Cuando marcha es restaurado, el control puede acelerar a la aceleración nominal.

3.4.2. REFERENCIA DIGITAL

El sistema de control del motor DC sin escobillas es propiamente digital. El funcionamiento es mejor que en el modo analógico. El control y el motor responden a una señal de frecuencia, la cual es alimentada al control por una fuente externa. En el modo digital el mismo circuito de control es usado para el modo analógico. La salida analógica del circuito de aceleración y desaceleración maneja un voltaje controlado oscilado VCO, el cual alimenta el circuito digital. En el modo digital, VCO es puenteado y una frecuencia externa de referencia es usada para el control de velocidad. El modo digital es activado aplicando un voltaje nominal de 24VDC a TB1 terminal 10 positivo con respecto a TB1 terminal 9 figura 16.

Hay también un puente próximo a P2 en la tarjeta control de corriente cuando ponemos la posición AF conmutamos el control en el modo digital, sin energizar el terminal, 10 figura 32. Otra de esas acciones, desconectan el control interno de VCO y mira por una frecuencia a TB1 terminal 11. Que puede ser positivo con respecto a TB1 terminal 9 La señal de frecuencia puede tener estas especificaciones:

Voltaje de encendido	18VDC mínimo , 30VDC máximo
Voltaje de frecuencia	menor de 1.5VDC
Frecuencia	2 X Deseados RPM
Duración del ciclo	25% mínimo 75% máximo
frecuencia máxima	50 Khz

Si una frecuencia esta presente, cuando el control es encendido, el motor acelera al limite de corriente. La naturaleza del control del motor DC sin escobillas, es que el motor puede retomar un pulso, por cada pulso de referencia suministrado, excepto en el limite de corriente, si el control va al limite de corriente el pulso puede perderse. La frecuencia de entrada para el control del motor puede venir de otro control de motor, luego esta es una frecuencia de salida localizada en la tarjeta reguladora de velocidad, figura 17.

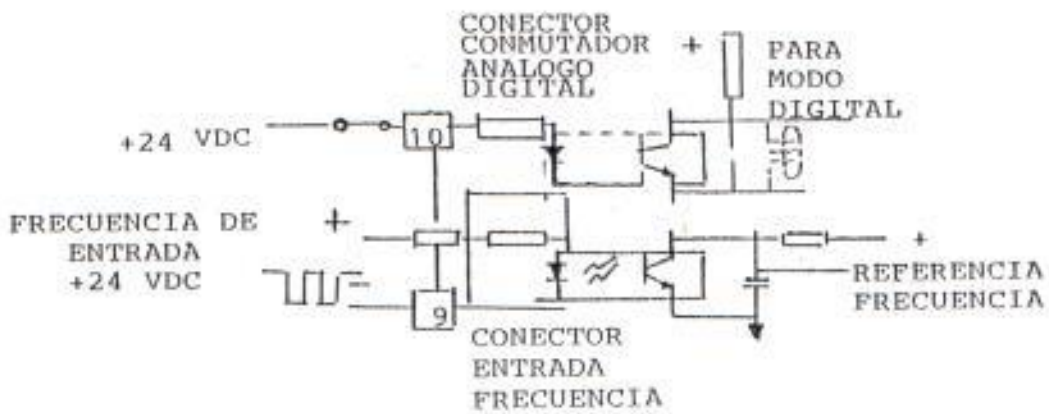


FIGURA Nº 16 CONMUTADOR ANALOGO DIGITAL Y EL CIRCUITO DE FRECUENCIA DE ENTRADA

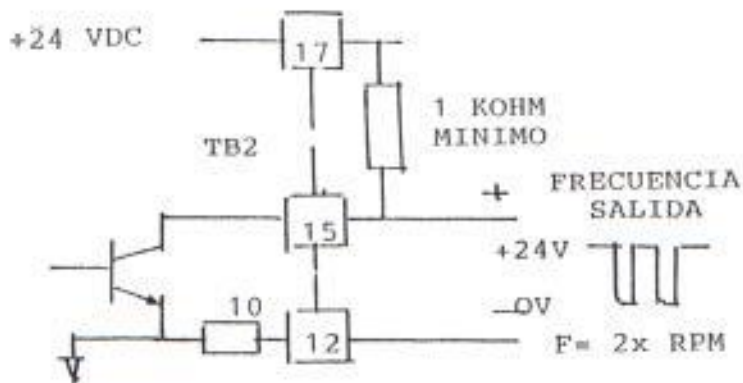


FIGURA Nº 17 CONEXION PARA LA FRECUENCIA DE SALIDA DE EL MODELO NO REGENERATIVO.

El terminal 15 de TB2 es el colector de un transistor el terminal 12 de TB2 es el común, que conmuta dos veces la R.P.M. del motor. Si una resistencia 1Kohm mínimo es conectada desde TB2 terminal 17,24 VDC, para TB2 terminal 15, una señal de frecuencia puede ser generada. La cual es capaz de manejar la entrada de otro control. Conecte TB2 terminal 15 del primer control, a TB1 terminal 11 de el segundo control y conecte TB2 terminal 12 del primer control a TB1 terminal 9 del segundo control conectamos TB2 terminal 17 del primer control a TB1 terminal 10 del segundo control para conmutar en el modo digital.

Con estos arreglos, figura 18. El segundo motor puede operar exactamente a la misma velocidad, como el primer motor, grande es el limite de corriente en el segundo motor si el primer motor llega al limite de corriente, su velocidad cambia por un motivo, el segundo motor baja su velocidad a velocidad cero.

3.5. CIRCUITOS AUXILIARES

Esta sección contiene los reles, los cuales son usados con el circuito de potencia, desde el control del motor DC sin escobillas.

3.5.1. RELES DE MARCHA

Un rele pequeño de 48VDC, tipo control, corriente de la bobina 20 miliamperios o menos puede ser conectado al control del motor DC sin escobillas, en la manera descrita en la figura 19. Las conexiones están localizadas en el lado izquierdo de la tarjeta control de velocidad. El rele recomendado es uno de baja corriente, 15 miliamperios, para un motor de 4 polos. El diodo mostrado a través de la bobina es necesarios para prevenir daños de transientes, cuando el rele se apaga. No debe operar esta configuración sin el diodo. Esta es una buena idea para mantener la corriente de la bobina cuan bajo sea posible, cuando se conecta el rele al control. Usando un rele auxiliar, tenemos un contacto adicional de marcha disponible, hay uno solo en la tarjeta.

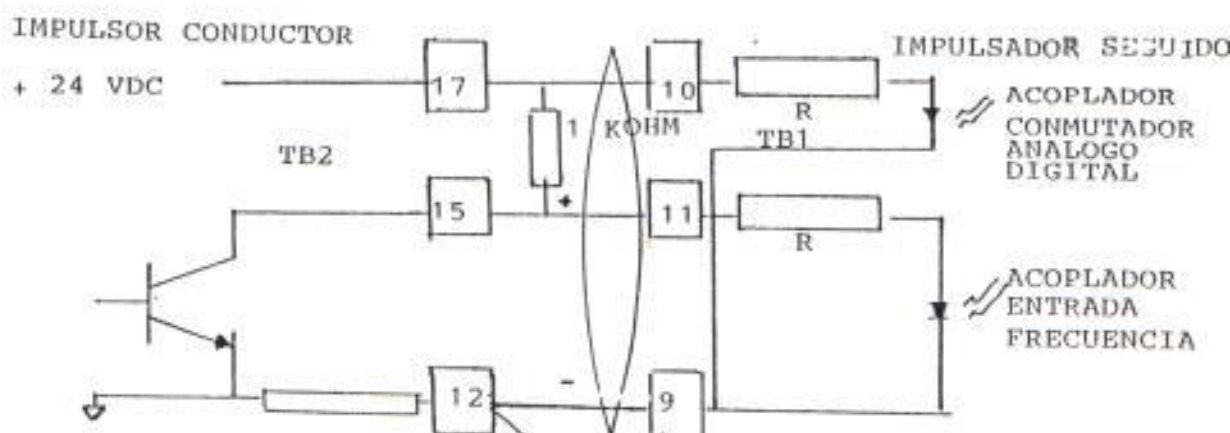


FIGURA Nº 18 CONEXION PARA UN IMPULSOR DE UN CONTROL SIN ESCOBILLAS.

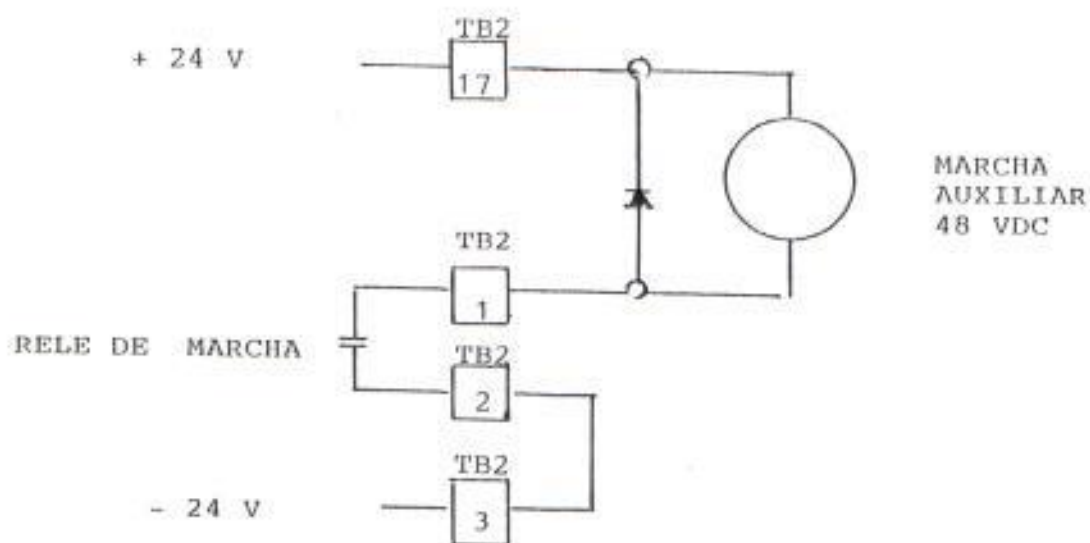


FIGURA Nº 19 CONEXION PARA COLOCAR UN RELE AUXILIAR DE MARCHA.

Tenemos el uso de uno de los contactos para entrelazar el botón JOG para prevenir la activación del circuito JOG cuando esta operando el modo marcha. Si la distancia es mayor de 10 metros, se recomienda el uso de reles de control de 120 VAC en operaciones de acoplamiento para el control.

3.5.2. RELE DE FALLA

Un rele de falla de 48 VDC puede ser conectado al control del motor DC sin escobillas en la forma que se muestra en la figura 20. Usando un rele auxiliar tenemos los contactos de falla disponibles para 120 VAC en el circuito de control. El diodo alrededor de la bobina del rele de falla es necesario para protección. Los circuitos de falla son diseñados para detectar fallas. Si no hay fallas el rele permanece energizado, si hay una falla el rele debe apagarse, indicando una falla.

3.5.3. RELE DISPONIBLE

Hay un camino para obtener un rele disponible a la salida, el cual combine el efecto funcional de marcha y el rele de falla. El rele de marcha esta manejado por la aplicación de 24VDC para TB2 terminal 4. El rele de marcha puede parar la marcha si hay suficiente voltaje positivo en sus terminales. El rele de marcha no desciende su salida cuando ocurre una caída, su salida desciende cuando ambos terminales 4 y 5 están abiertos. El rele de falla esta funcionando cuando no hay falla, cae su salida cuando ocurre una caída. Ni el rele de marcha, ni el rele de falla, informan su uso por si mismo que el control esta actualmente en un estado de operación. Pero la combinación de los dos cuando ambos están encendidos, dice que el control esta operando y que no hay falla. Este circuito se interrumpe cuando el circuito de marcha esta caído es decir, cuando el control esta desacelerando en la parada RAMP. La figura 21 ilustra el alambrado y conexiones en el rele disponible. La máxima corriente del rele es 50 miliamperios el diodo alrededor de la bobina también debe ser instalado.

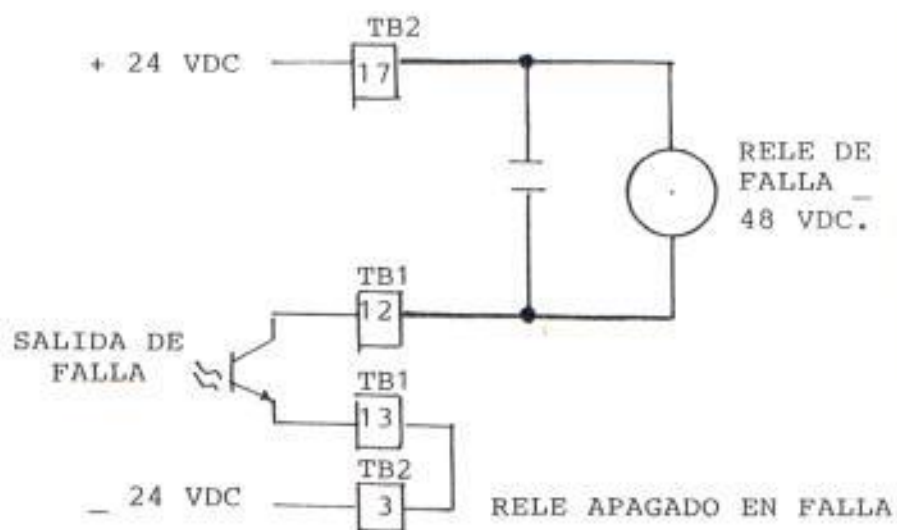


FIGURA Nº 20 COLOCANDO UN RELE DE FALLA.

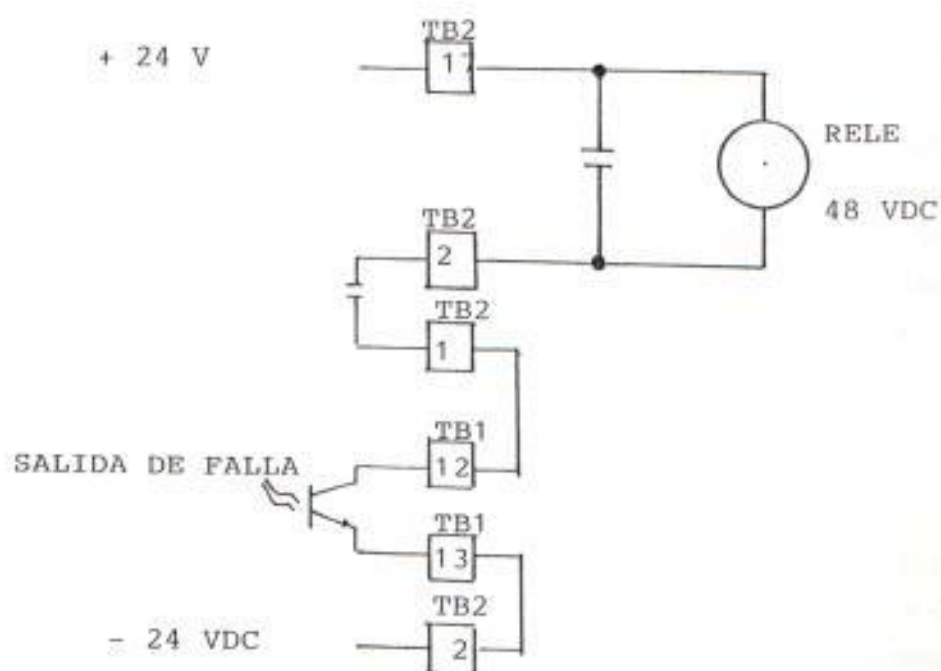


FIGURA Nº 21 OBTENIENDO UNA INDICACION DE HABILITADO.

3.5.4. RELE DE VELOCIDAD CERO

Un rele de 24 VDC puede ser conectado, sin conmutar la fuente, para la velocidad cero del terminal TB2 figura 22. La salida de velocidad cero es cuando el colector del transistor esta abierto. El colector esta conectado a TB2 terminal 1 y el emisor al común del control. El rele de velocidad cero puede ser usado para indicar que el motor esta funcionando. La corriente de la bobina del rele debe ser limitada a un máximo de 50 miliamperios, el diodo alrededor de la bobina debe ser instalado para prevenir un transiente de voltaje alto, cuando se apaga el transistor. No se debe usar la conexión del rele de velocidad cero como se muestra en la figura 22 sin la conexión del diodo. El rele esta encendido cuando el motor esta girando a mas de 10 R.P.M. y esta apagado cuando no esta girando a 10 R.P.M. Los pulsos que controlan la salida de velocidad cero vienen directamente del motor. En cargas pesadas a muy bajas velocidades, la velocidad del motor puede cambiar lo suficiente, para causar vibración al rele de velocidad cero, especialmente con una ganancia alta, ó una incorrecta estabilidad de ajuste. Esto es causado por la rápida acumulación y descarga de pulsos en el circuito de conteo que determina la velocidad cero. La vibración no afecta la función interna de parada RAMP. La vibración es mas común cuando ocurre bajas velocidades, cuando la carga se incrementa en el motor, la cantidad de vibración puede ser menor.

3.5.5. INTERCONEXIÓN DEL PLC

La interconexión con un control de proceso depende de la habilidad de el PC para manejar la señal requerida. Algunas de las señales son +24 VDC y -24 VDC para control, o 10 VDC para velocidad. La señal de frecuencia generada por el computador puede también ser usada para la velocidad. La figura 24 ilustra el método para usar un colector abierto a la salida, para disminuir la entrada a 24 VDC, para el modulo de entrada al PC. Hay dos tipos de módulos de entrada. Una modificación de la conexión de la fuente de voltaje desde la fuente de entrada, pero en la conexión de disminución, voltaje suministrado por el modulo y conectado al común por la conexión de

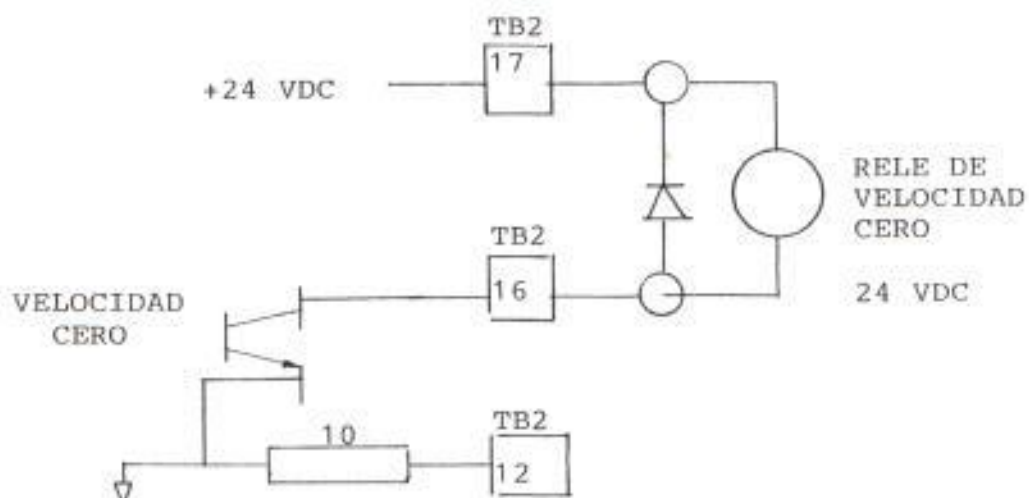


FIGURA Nº 22 CONEXION DE UN RELE DE VELOCIDAD CERO.

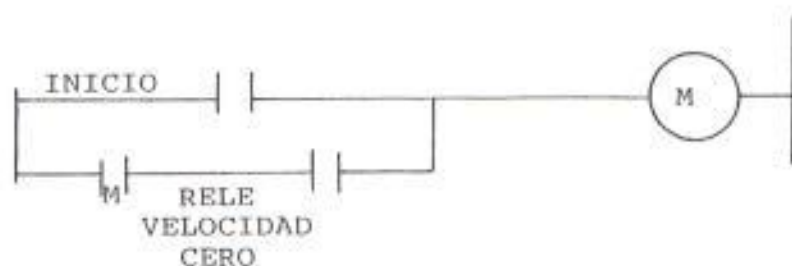


FIGURA Nº 23 UN CIRCUITO PARA ELIMINAR VIBRACIONES EN EL RELE DE VELOCIDAD CERO.

entrada figura 25. Conexiones similares a las figuras 24 y 25 pueden ser hechas al PLC. Los módulos de entrada con la salida falla de el controla TBI terminal 12 y 13 para sensar una falla en el impulsor. Este es ilustrado en la figura 26.

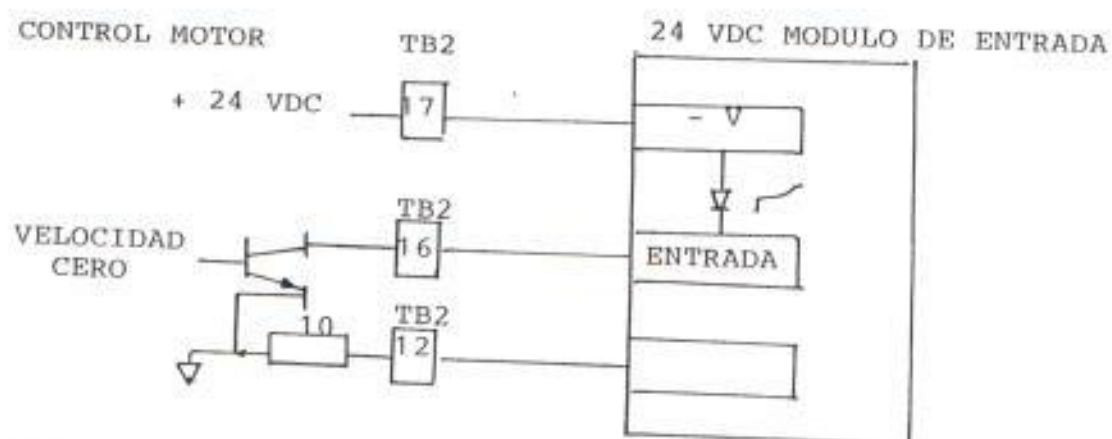


FIGURA Nº 24 CONEXION PARA UN PLC.

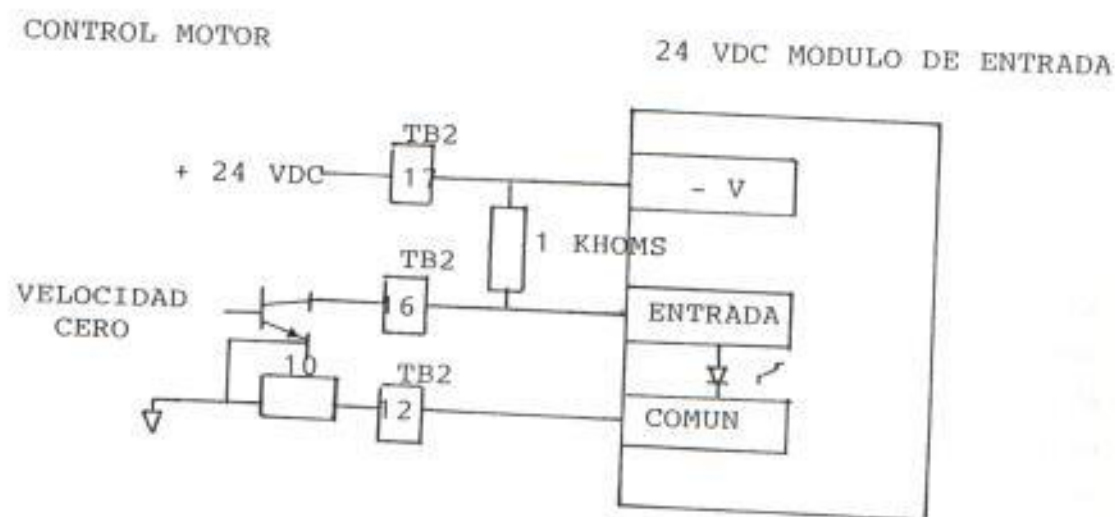


FIGURA Nº 25 CONEXION PARA UN PLC.

CAPITULO IV

OPERACION.

Este capítulo nos indica como realizar la calibración, los puentes opcionales, para obtener el mejor funcionamiento del control de velocidad, para su aplicación. Después que la instalación física y eléctrica esta realizada, se desea ajustar el control y el motor para el proceso de operación. Todos los ajustes especiales y puentes opcionales están en la tarjeta de control de velocidad. También hay puentes en la tarjeta control de corriente, pero estos se usan para realizar pruebas. La tarjeta sensora de corriente, solamente tiene ajustes de calibración. No hay ajustes en la tarjeta impulsor base. La localización de todos los puentes, ajustes y puntos de pruebas se muestran en apropiados diagramas.

4.1. OPERACION CON ENTRADA ANALOGICA

El control del motor DC sin escobillas es básicamente un control de tipo digital. La capacidad de la entrada analógica de referencia de velocidad, es suministrar para aquellos quienes prefieren operar el control con un potenciómetro de velocidad o de una fuente analógica de referencia externa. Esta entrada de referencia puede ser en la forma de voltaje, si se usa una fuente de corriente de referencia, tiene que ser convertida a voltaje.

4.1.1.REFERENCIA DE VELOCIDAD

En el modo analógico, la velocidad de un motor es determinada por un voltaje DC de referencia, aplicado a TB2 terminal 10, con respecto a TB2 terminal 12. Una fuente de referencia de 10 VDC puede hacer que el motor gire hacia adelante a plena velocidad, determinada por el potenciómetro MAX SPD.

Si el terminal 14 en TB2, la entrada hacia adelante o hacia atrás, es abierta. El motor puede estar en reversa aplicando 24 VDC al terminal 14, con respecto a TB2 terminal 12, el cual es un terminal del impulsor común. La entrada de cero voltios a TB2 terminal 10 puede producir velocidad cero, pero sin embargo el control puede responder a entradas mayores que 70 milivoltios, la entrada de cero voltios debe ser menor que esta cantidad, ó, el motor puede moverse después del balanceo. La referencia puede venir de una fuente capaz de desarrollar el voltaje requerido. La impedancia de entrada al terminal 10 en TB2 con respecto a TB2 terminal 12 es cerca de 50 kilohms para voltajes mayores de 10.6 VDC, voltajes negativos pueden ser nivelados a 0.6VDC. Esta alta impedancia de entrada puede causar una respuesta al ruido eléctrico presente en la entrada de referencia. Cables apantallados deben ser usados para los alambres de referencia. Si la distancia, de los alambres usados desde la fuente de referencia es grande, puede ser necesario un filtro, en la entrada de referencia, para eliminar el ruido eléctrico. Si se usa una fuente de corriente eléctrica de 20 miliamperios, se debe convertir a + 10 VDC por una resistencia fija, (tal como 499 ohms 0.5 watt 1%). Entre TB2 terminal 10 y TB 2 terminal 12 (si el cero y el ajuste sensible no son requeridos para el proceso). El nivel de voltaje DC referencial de entrada, puede ser cambiado a un promedio deseado y no necesita ser removido cuando el control esta apagado, la entrada se mantiene en cero por un circuito nivelador de la entrada referencial. Este nivel es realizado cuando el comando marcha es dado y el circuito habilitado es activado.

4.1.2. VELOCIDAD MINIMA

Hay un potenciómetro de velocidad mínima en la tarjeta control de velocidad, que puede ser usado para establecer un voltaje de referencia mínima, cuando el operador en el control del motor gira el potenciómetro de velocidad al mínimo. Este voltaje de referencia mínima, es una parte de la referencia plena. El valor del potenciómetro de mínima velocidad en la tarjeta de control de velocidad es 1 kohm. Con un potenciómetro de velocidad de 5 khoms, la velocidad mínima puede ser ajustada de 0 a un 15 % de la velocidad plena.

Con un potenciómetro de velocidad de 10 khoms el ajuste puede ser solo de 0 a 10 % de velocidad plena. El potenciómetro de velocidad mínima, es solo efectivo en el modo analógico, cuando un potenciómetro de velocidad es usado y el lado inferior del potenciómetro es conectado al terminal 11.

4.1.3. VELOCIDAD MAXIMA

Los analógicos procesan la señal de entrada analógica, para funciones RAMP, JOG. La salida del circuito referencial analógica es convertida a frecuencia para que el circuito digital del control pueda tomarla. Esta conversión es acompañada por un oscilador controlado de voltaje (VCO). Donde la salida en Hz es directamente relacionada al nivel de voltaje en su entrada. La salida de la frecuencia del VCO puede ser calibrada, el nivel de entrada de voltaje del VCO generalmente es 10 VDC. Pero puede ponerse otros niveles. El control del motor DC sin escobillas tiene un codificador, el cual puede producir una reglamentación de 120 pulsos o 240 pulsos, por revolución del eje del motor. Esto requiere que el VCO produzca, una frecuencia que sea igual a 2 veces o 4 veces las R.P.M. del motor. Para un motor de 4 polos 1750 R.P.M., este trabaja arriba de 3500 Hz ($120 \text{ pulsos/revolución} \times 1750 \text{ revoluciones/} \frac{\text{minuto}}{60 \text{ minutos}} \frac{\text{segundos}}{\text{segundos}} = 3500 \text{ pulsos/segundos}$).

Para un motor de 8 polos, el pulso promedio es 7000 Hz para la misma velocidad. Los ajustes de calibración (velocidad máxima), para la referencia analógica aplicada, puede ser acompañada con un tacómetro manual. Durante el arranque, cuando va a la velocidad máxima (preferible cuando el motor alcance la temperatura de operación). La calibración es realizada ajustando el potenciómetro de MAX velocidad, para los R.P.M. de placa. El pot de velocidad es colocado para + 10 VDC en TB2 terminal 10, medimos con respecto a TB2 terminal 12. El pot de MAX velocidad es calibrado de 2000 Hz a 1000Hz (con + 10 VDC la entrada de referencia). Esto equivale de 1000 a 5000RPM en un motor normal de 4 polos y de 500 a 2500 R.P.M. en un motor normal de 8 polos. Si el pot de MAX velocidad es colocado en el mínimo, el motor no puede girar arriba de su velocidad nominal. Existe un aumento continuo en el rango de velocidad de 0 % al 100 %.

Si este es el caso, el pot de MAX velocidad puede girarse cuando el motor esta rotando a una velocidad nominal. Si el motor esta frío y esta con plena carga, no puede llegar a su velocidad nominal.

4.1.4 PARADA RAMP

El puente de parada RAMP es instalado, cuando el control mantiene la condición de habilitado, después que un comando de parada es dado (+ 24VDC es trasladado de TB. terminal 5 por la botonera parada RAMP, o de TB2 terminal 4 cuando un conmutador o contacto es usado). La velocidad referencial de entrada es nivelada a cero. Esto puede desacelerar el motor a velocidad cero. Si el puente de parada RAMP no esta instalado, una parada RAMP apaga el control y el motor puede descender hasta detenerse.

4.1.5. FUNCION J.O.G.

La función J.O.G. puede ser usada para la marcha del motor, generalmente periodos cortos de tiempo, sin usar la función MARCHA. La función J.O.G. puede acelerar el motor muy rápidamente, cuando + 24 VDC es aplicado a TB. terminal 13, y, luego desacelerar al motor muy rápidamente, llegando a velocidad cero, cuando el voltaje en el terminal 13 es removido (los + 24 VD. pueden llegar de un punto de la botonera de parada de emergencia). La velocidad es determinada, en el modo analógico, por la calibración del pote J.O.G. , en la tarjeta. Cuando es calibrado desde 0 al 15 % de la calibración de MAX velocidad. (La velocidad en el modo digital es determinada por una frecuencia externa que es aplicada cuando la función J.O.G. es activada). La función J.O.G. no esta enclavada durante la función marcha.

4.1.6. BIDIRECCIONAL J.O.G.

La capacidad para mover en otras direcciones en un sistema puede ser instalado. Esto requiere aplicaciones simultáneas de una señal bidireccional (+ 24 VDC a TB2 terminal 14) y una señal de velocidad desde el pot J.O.G. en el modo analógico o una frecuencia, representando la velocidad J.O.G. en

el modo digital). En el modo analógico, la dirección del motor en J.O.G. es determinado por la presencia o ausencia de + 24 VDC a TB 2terminal 14. Con el FWD| REV terminal 14 a 0 VDC (o el terminal abierto). Hacia delante J.O.G., resulta cuando la entrada J.O.G. es activado (TB2 terminal 13). Una reversa J.O.G. resulta activando el JOG con + 24 VDC aplicados al terminal 14. La orden de velocidad en J.O.G. viene desde el potenciómetro J.O.G. Bidireccional J.O.G. puede ser acompañado en la misma forma en el modo digital.

Si el control permanece en el modo digital durante la función J.O.G.. Una frecuencia para la velocidad J.O.G. puede ser suministrada a TB1 terminal 11 con respecto a TB1 terminal 9.

4.2. MODO DIGITAL

Cuando + 24 VDC es aplicado a TB1 terminal 10 con respecto terminal 9, es cambiado el control al modo digital. Esto me indica que la velocidad del impulsor no puede ser mas grande, por el dictado de la referencia de entrada a TB2 terminal 10, no puede responder la función J.O.G. MAX velocidad no puede tener efecto en la velocidad y la posición del puente JP2 ,no puede tener funcionamiento en el modo digital. El control no puede responder a la señal aplicada a TB1 terminal 11 con respecto a TB1 terminal 9. Para un motor de 4 polos, este puede tener una señal cuadrada, de frecuencia 2 veces los R.P.M. del motor en Hz (1750 R.P.M. 3500Hz). Un motor de 8 polos requiere una frecuencia de 4 veces las R.P.M. del motor. La referencia de frecuencia es solo por la causa, de conveniencia en describir la forma de onda de entrada. El control del motor puede responder pulso por pulso para la entrada. En el motor de 4 polos, el circuito de pulso procesado, produce 120 pulsos realimentados por cada revolución del eje del motor. Cada pulso de referencia aplicado a TB1 terminal 11, causa al motor un giro de 3 grados. Esto puede aplicarse cuando el motor esta cerca de la velocidad cero o si esta girando cerca de la velocidad base una aceleración o desaceleracion esta asociada con estos pulsos. Ellos son aplicados y responden inmediatamente. Cada pulso de referencia, incrementa la cantidad de torque disponible en el motor, y cada pulso realimentado en el motor decrece la cantidad de torque disponible en el motor.

Para una velocidad y carga dada, la cantidad de torque requerida para girar la carga, puede causar un número de pulso, que son acumulados, los cuales son proporcionales a la cantidad del torque requerido para mover la carga. Esta cantidad es desarrollada por cada pulso de referencia, que debe ser contestado por un pulso realimentado, donde el motor o el control acumula suficientes pulsos para ir al límite de corriente. Si el impulsor no va al límite de corriente, y la carga es tal que el motor puede apagarse y fija el pulso promedio. Luego cada pulso gira al motor 3 grados, con un motor de 8 polos, cada pulso gira en 1.5 grados.

Un potenciómetro de ganancia determina como algunos pulsos pueden ser acumulados para alcanzar el límite de corriente, cerca de 90 pulsos puede ser necesarios para alcanzar el límite de corriente. A la máxima colocación, cerca de 10 pulsos puede acumularse, antes de alcanzar el límite de corriente. Luego cada pulso representa 3 grados para una revolución del motor. Si 1750 R.P.M. esta siendo ordenada el motor puede exactamente girar a esa velocidad y no pierde una sola revolución por cada periodo de tiempo. Esto significa que la regulación de velocidad es cero porcentaje (no hay pérdida de velocidad desde sin carga a plena carga). La frecuencia puede subir desde cero a la velocidad deseada o subir de una velocidad a otra velocidad, para el límite de corriente. La pérdida de pulsos durante la aceleración o desaceleración no es de preocuparse. El motor puede girar a la velocidad ordenada ó en el límite de corriente. No use paradas RAMP en el modo digital. Solo la parada de emergencia es conectada a una botonera al sistema de parada de emergencia. La función J.O.G. puede ser simulada en el modo digital. No hay protección de velocidad máxima cuando operamos en el modo digital.

4.3. LIMITE DE CORRIENTE

El límite de corriente, es la máxima cantidad de corriente de salida que el impulsor puede habilitar para dar al motor, cuando esta entregando potencia, para realizar algún trabajo. El límite de corriente es un circuito detector de picos el cual puede limitar la corriente de salida, en cada pulso PWM la cantidad de corriente es determinada, fijada, y habilitada por el motor, la cual no debe ser mas de el 150 % de la corriente de placa. El límite de corriente y el nivel de disparo son calibrados para cada control, por una resistencia de calibración de caballos de fuerza en los

terminales 1 y 3 de TB3 en la tarjeta. El valor de la resistencia de calibración de caballos de fuerza puede variar de tamaño. Esta resistencia de calibración es instalada bajo la prueba de plena carga en la fabrica. Ajustes de calibración para la reglamentación de corriente y disparo son hechos en la fabrica. No cambie la resistencia de calibración de los caballos de fuerza, sin consultar al fabricante.

El potenciómetro de limite de corriente puede ser ajustado desde 0% a 100% de su rotación. Cuando el potenciómetro esta en 0% , el limite de corriente es 0% A plena rotación, da 150% de corriente. Si el limite de corriente es alcanzado frecuentemente, durante periodos de rápida aceleración, el tamaño del control y del motor deben ser incrementados.

4.4. GANANCIA Y ESTABILIDAD

Un cierto nivel de corriente puede ser tomado desde el control para el motor, para desarrollar el torque requerido para girar la carga a una velocidad. El control del motor DC sin escobillas trabaja en lo básico, balanceando el numero de referencias contra el numero de pulsos realimentados desde el motor. La corriente de salida desde el control es directamente proporcional al numero de pulsos en un contador, el cual acumula la diferencia entre el numero de pulsos de referencia y pulsos realimentados. Esta diferencia es entre el numero de pulsos, no a la frecuencia del tren de pulsos. El contador puede acumular pulsos y desarrollar la corriente que el motor esta demandando para satisfacer la curva de la velocidad. Los pulsos acumulados pueden permanecer en el contador, sin que la carga cambie. Cada pulso realimentado desde el motor representa 3 grados de el eje de rotaciones un motor de 4 polos. Luego los pulsos necesarios para desarrollar la corriente son acumulados, cada uno de los pulsos de referencia, pueden ser contestado por un pulso realimentado desde el motor, si la carga esta decreciendo, el torque requerido decrece y el impulsor responde. Incrementando el potenciómetro de ganancia, se reduce el numero de pulsos necesarios para alcanzar el nivel de corriente requerida. Cuando el potenciómetro de ganancia es girado CCW, el numero de pulsos necesarios para alcanzar el limite de corriente es cerca de 90. Cada pulso acumulado puede incrementar la corriente de salida del control por $1/60$ de el nivel de corriente a plena carga.

Si el potenciómetro de ganancia es girado totalmente a la derecha, solo cerca de 10 pulsos pueden tener que acumularse, después que el control alcance el límite de corriente. Luego cada pulso puede incrementar la corriente de salida de el impulsor en 1 |10 de el nivel de límite de corriente, solo 6 o 7 pulsos pueden ser requeridos para plena carga. La experiencia muestra que en un motor, la aplicación de un ajuste de un 50 % de el potenciómetro de ganancia da buenos resultados en el modo analógico. En el modo digital una buena calibración puede ser necesaria para que los pulsos de entrada ,puedan ser mas cerrados.

La calibración de estabilidad es una calibración dinámica. En general cuando el ajuste de ganancia es girado a lo superior, el ajuste de estabilidad puede ser incrementado. Una calibración de la estabilidad puede producir fluctuaciones de operación. Cuando es alta la calibración puede producir operación lenta. El ajuste de estabilidad tiene un rango dinámico de 20 a 1. Luego diferentes cargas en el motor, tienen diferentes valores de fricción, inercia propiedades cíclicas. No hay procedimiento para estabilizar. El mayor consejo, es que arranque al 50 % de la rotación del potenciómetro y ajuste poco a poco para un mejor resultado.

4.5. FUNCIONAMIENTO

El funcionamiento de la maquina extrusora se lo realizo de la siguiente manera Se verifico que las conexiones al motor estén bien y también las conexiones a tierra. Se enérgizo el gabinete, donde se encuentran 2 breackers trifasicos. El voltaje que se le proporciona es de 460 voltios AC, previamente se le observo que las tres fases estén en secuencia. Se energizo primero las zonas de calentamiento, el voltaje aplicado es de 230 voltios AC trifasico, este voltaje es obtenido a través de un transformador de 460 V a 230 V, 93 KVA. Existen 10 zonas de calentamiento. Se espero 2 horas, luego se energizo, todo el control, el motor. El banco de capacitores se carga a, cerca de 640 VDC instantáneamente. Giramos el potenciómetro de límite de corriente en el Impulsor a cero, colocamos la referencia de velocidad en el Impulsor a aproximadamente 10%. Energizamos el Impulsor con la botonera arranque. El motor no puede girar a causa que el límite de corriente esta a cero. El motor puede girar a velocidad plena si el potenciómetro de límite de corriente aumenta sus vueltas. Giramos el potenciómetro de límite de corriente a 0%.

Después, giramos el potenciómetro de velocidad cerca de 15% al 20%, el motor no puede girar. Lentamente giramos en el sentido de las manecillas del reloj al potenciómetro límite de corriente, observando el eje del motor. El motor puede tomar del 15% al 20% de la velocidad de referencia seleccionada, necesariamente vemos que el eje se mueve a una velocidad razonable y no giramos más del 50%. Si el motor gira normalmente incrementamos la referencia de velocidad y verificamos la corriente límite. La cual no se debe incrementar al 100% promedio. Se coloca material al tornillo y se espera hasta que salga. La purga empezó a salir como un tubo de 4 pulgadas, esta purga sirve para limpiar el interior del tornillo. Se espera media hora, luego de esto se utilizó materia virgen PVC la tubería empezó a salir, y esta debió ser tirada y halada por el equipo arrastrador. Este equipo agarra la tubería, la sujeta a una presión, por medio de sus cilindros neumáticos, que manejan unas bandas rasuradoras que sujetan a la tubería.

Características del equipo arrastrador:

Datos técnicos:

Aplicación ----- Para tuberías (Solo extrusión) de 30- 250 mm de diámetro

Velocidad del arrastrador ----- 0.13- 8.27 mts/minuto.

Máxima Fuerza del tirador----- 1000 KP

Fijación de fuerza a 6ATM----- 1530 KP

Impulsor del Motor

Carga ----- Rodamiento longitudinal 120 mm

Vateaje Instalado ----- 2.1 Kw

Máximo ancho de longitud -----190 mm

Consumo de aire comprimido----- 0,040 Hm³/stroke

Descripción :

El arrastrador es usado para continuos y automáticos arrastres de tuberías. Después de abandonar la extrusora, el material pasa por las zonas de enfriamiento, entra al arrastrador entre dos guías, y es agarrado por las almohadillas de el arrastrador. Esto debe tener una velocidad constante para arrastrar y alimentar la sección de corte con la sierra. Este arrastrador posee 2 motores DC conectados en serie de 1 HP y corren a la misma velocidad que es controlada por un tacómetro en un motor. Los diagramas de las figuras muestran el diagrama eléctrico del equipo arrastrador. La velocidad de este equipo arrastrador debe ser sincronizado con la velocidad del motor principal.

Para realizar esta sincronización tomamos la señal de la figura 33 de el control del motor DC sin escobillas y la conectamos a los terminales B032/7 y 18 del circuito variación de velocidad en la figura 35. Esta señal de salida en la figura 33. Esta señal de salida es un voltaje variable de 0 a 10 VDC. La conexión la hacemos con un cable apantallado para evitarnos ruidos eléctricos.

De esta manera sincronizamos la velocidad del motor principal con la velocidad del equipo arrastrador.

La velocidad del equipo arrastrador es controlada por medio de un motor potenciómetro.

El control de velocidad es posible, gobernarlo desde el equipo arrastrador o desde la Extrusora o la figura muestra las conexiones de las diferentes motores de la maquina extrusora.

La figura 32 muestra la conexiones y tarjetas de el control de velocidad del motor DC sin escobillas.

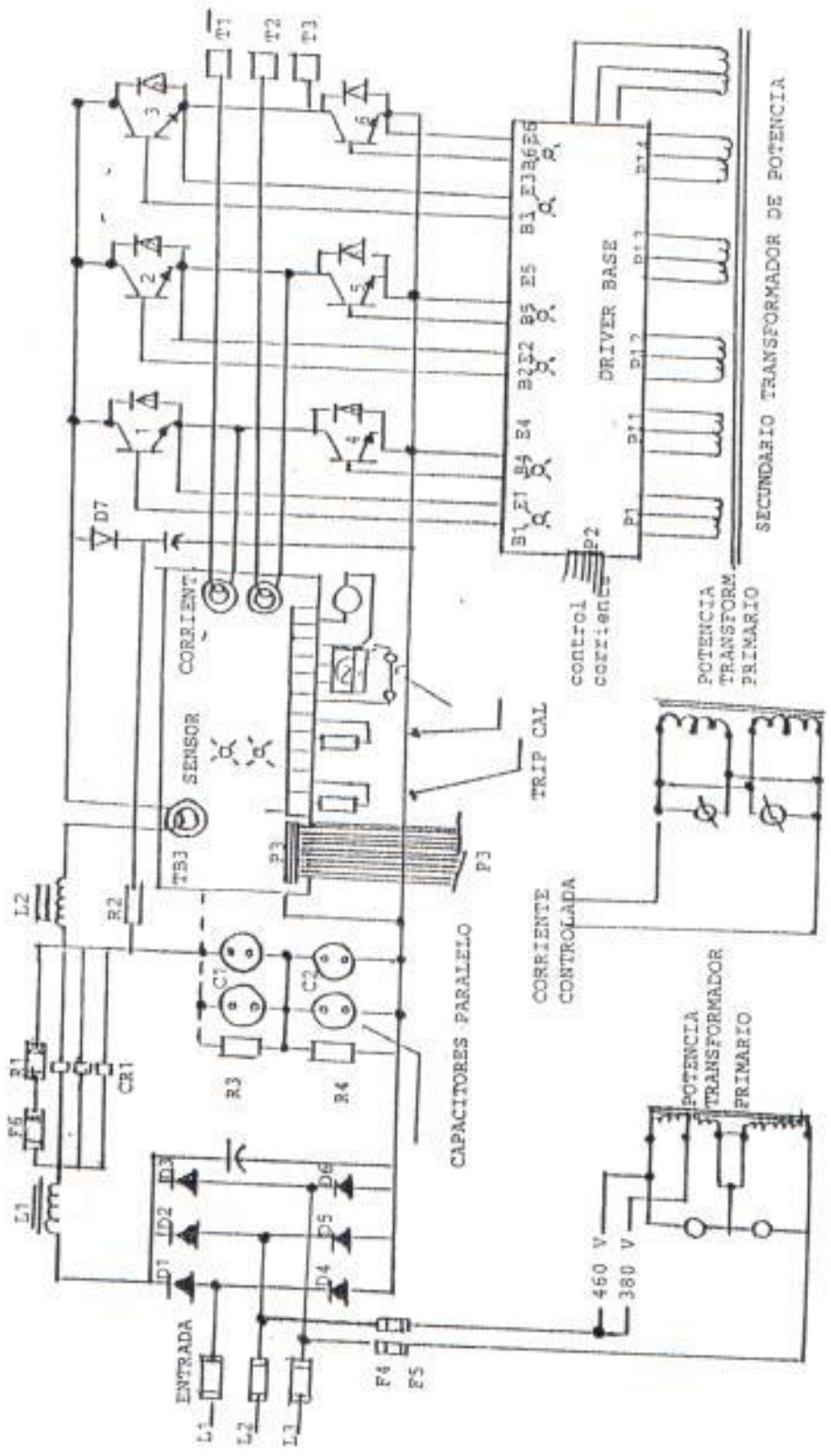


FIGURA Nº 28 DIAGRAMA PARA EL CONTROL Y CIRCUITO DE POTENCIA.

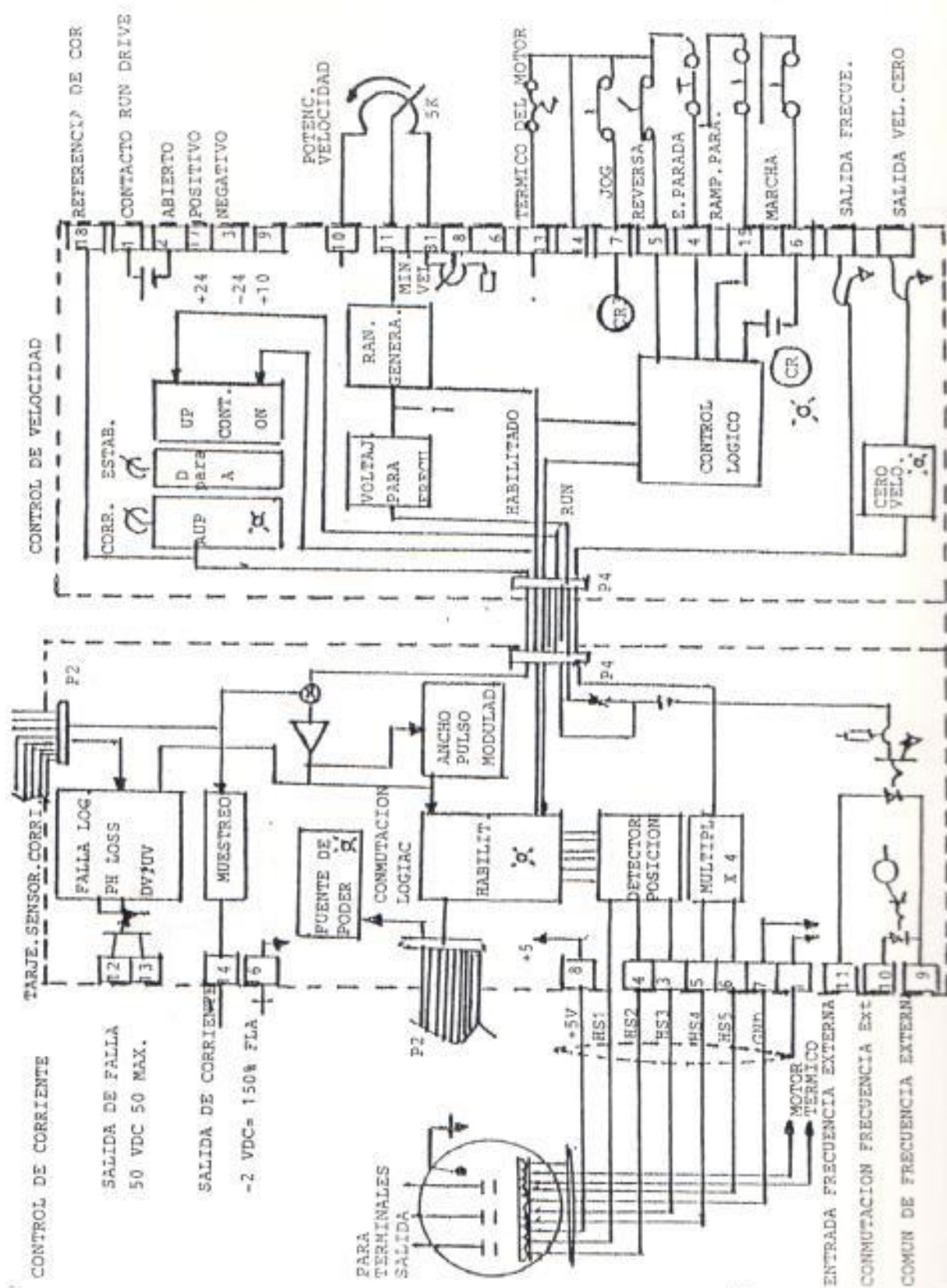


FIGURA Nº 29 DIAGRAMA DE BLOQUES DE LAS TARJETAS DE VELOCIDAD Y CORRIENTE.

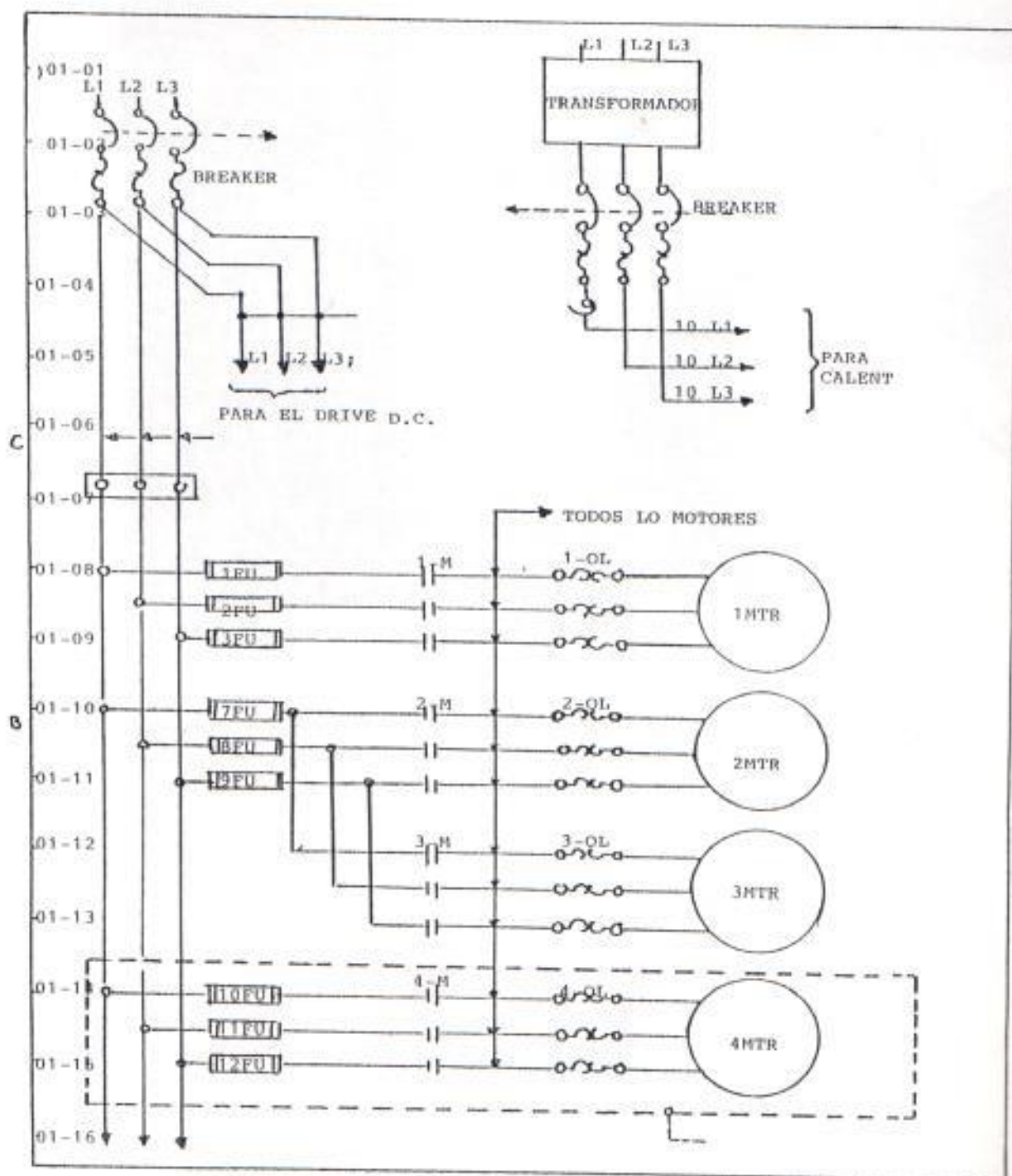


FIGURA Nº 30 DIAGRAMA ELECTRICO DE LA MAQUINA EXTRUSORA.

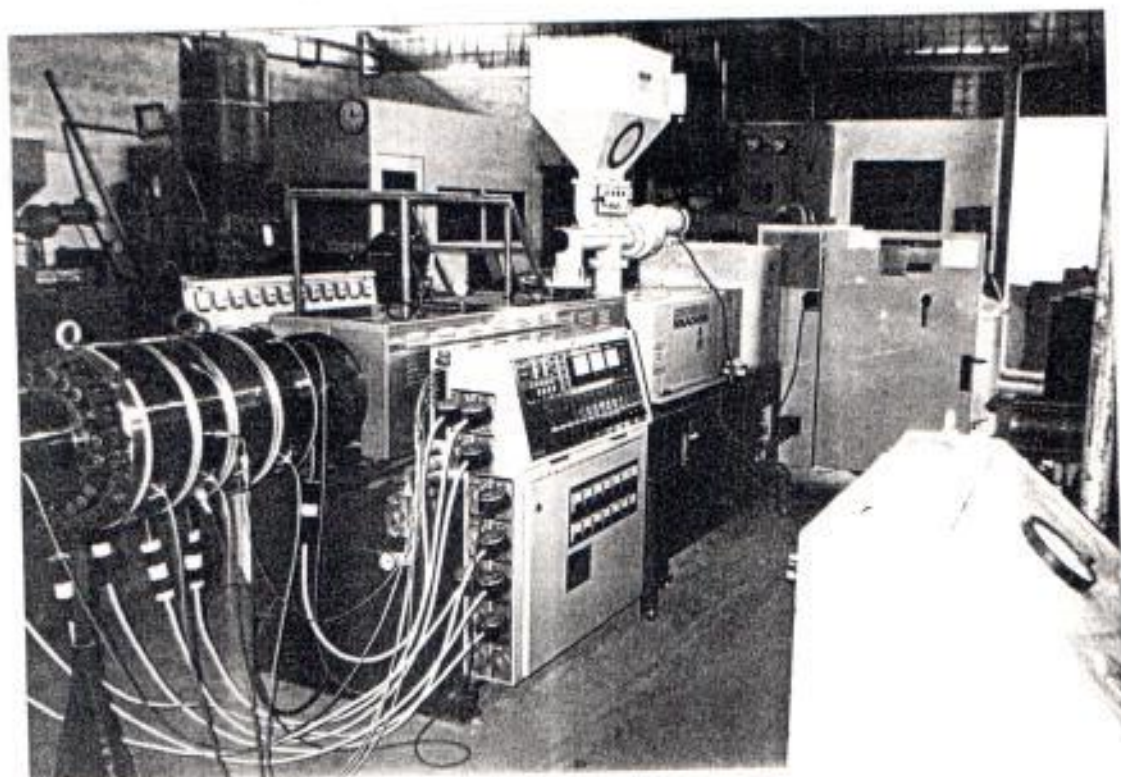


FIGURA N° 31 VISTA PRINCIPAL DE LA MAQUINA EXTRUSORA.

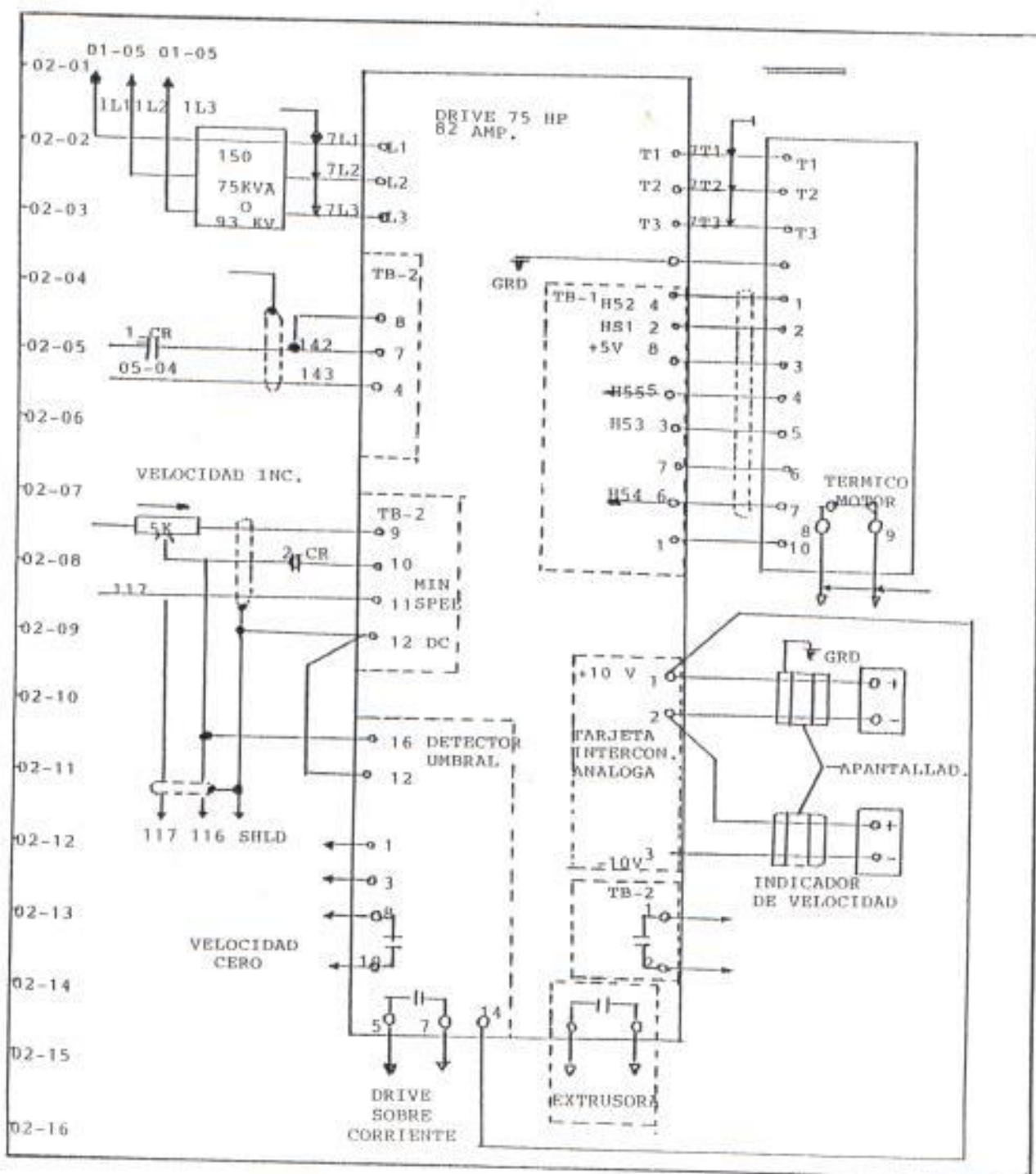


FIGURA Nº 32 DIAGRAMA DE CONEXIONES DEL CONTROL.

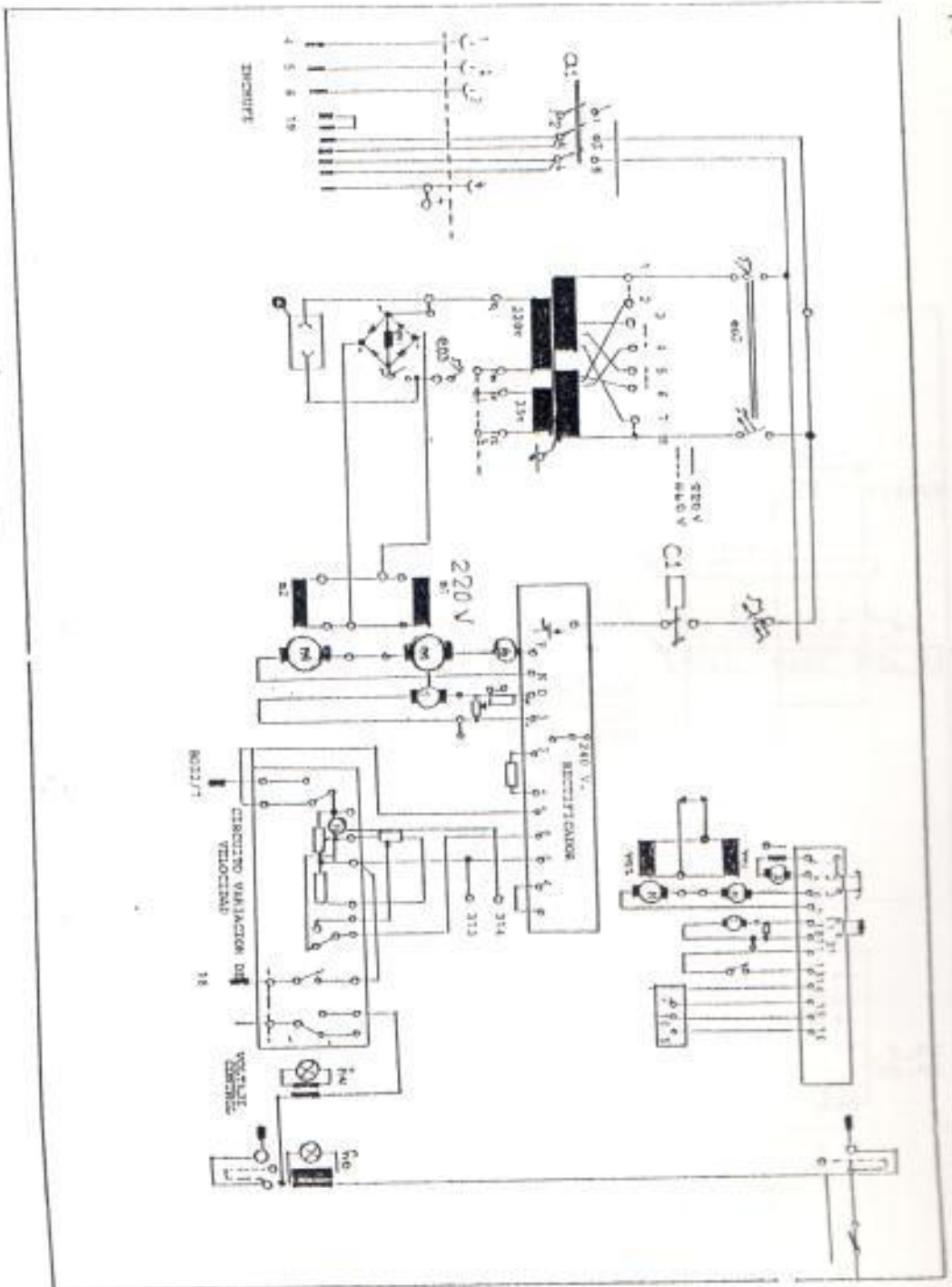


FIGURA Nº 33 DIAGRAMA DE CONEXIONES ELECTRICAS DEL EQUIPO ARRASTRADOR.

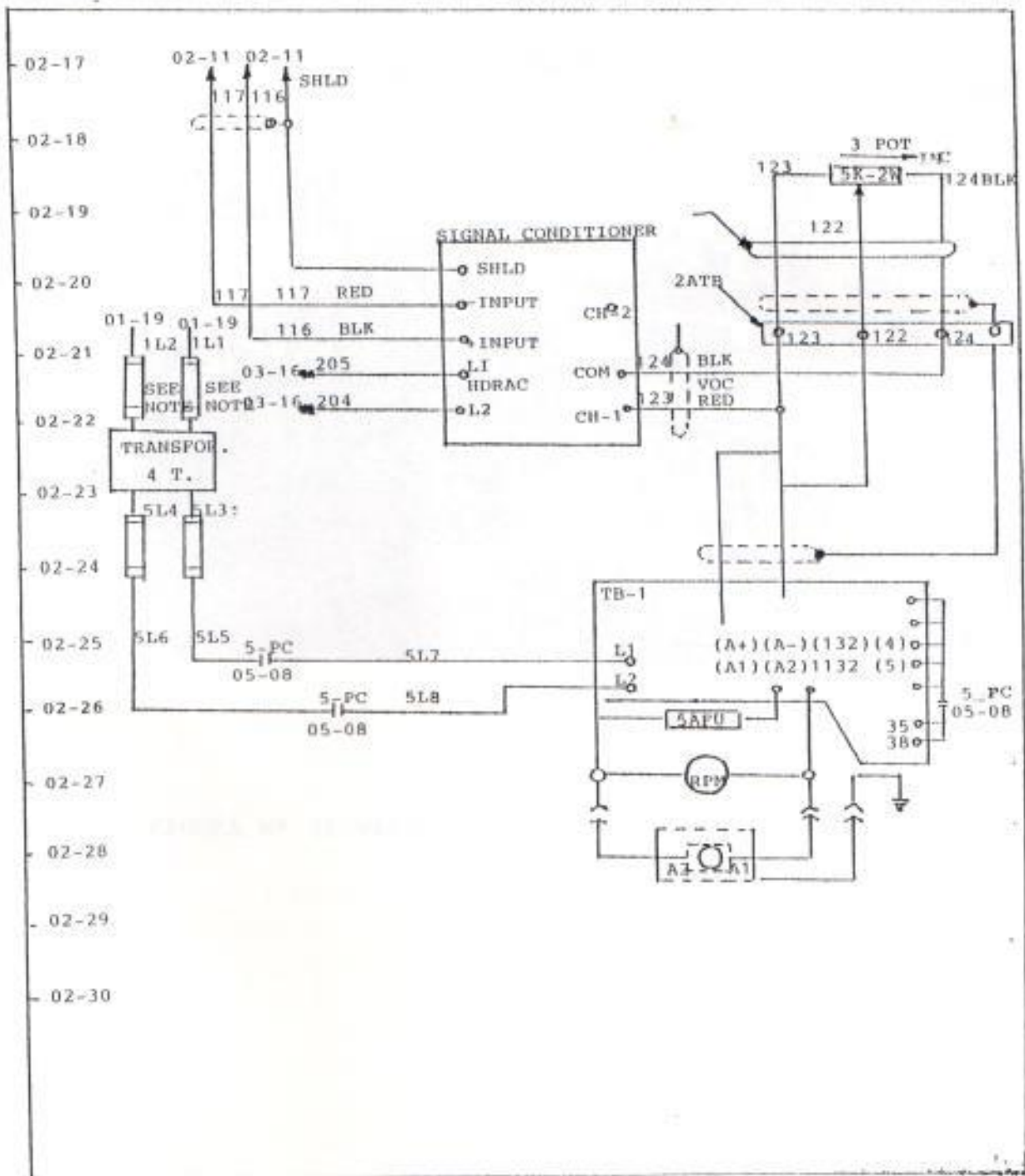


FIGURA Nº 34 DIAGRAMA DE CONECCIONES DE LA TARJETA SEÑAL CONDICIONADA.

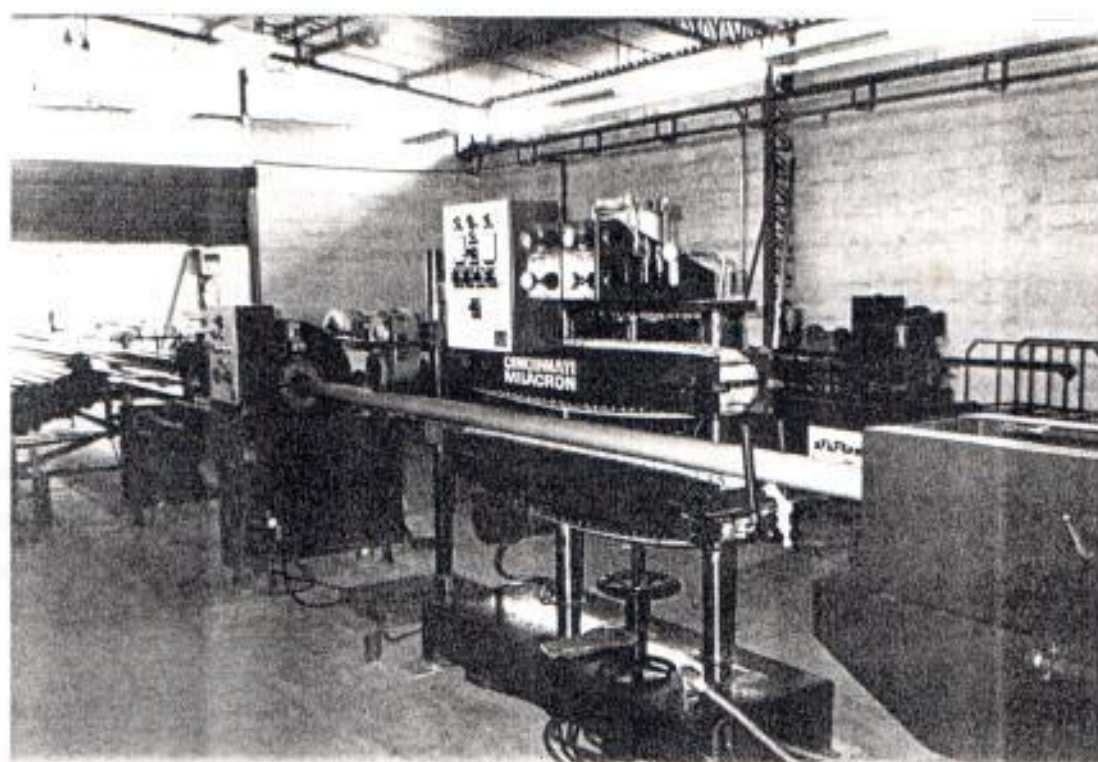


FIGURA Nº 35 VISTA PRINCIPAL DEL EQUIPO ARRASTRADOR.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El control de velocidad del motor DC sin escobillas, la tecnología empleada, es distinta de la tecnología que usan los motores con escobillas.

La potencia de alimentación es trifásica 460 V y sus fases deben estar en secuencia. En el secundario del transformador de potencia se conecta las tarjetas del equipo de control.

El Banco de capacitores se carga al 90% del valor nominal en 10 a 15 segundos. La tarjeta sensor de corriente contiene circuitos que monitorean el voltaje a través de los capacitores. Esta tarjeta tiene tres sensores de corriente que trabajan por el efecto HALL todos los ajustes de esta tarjeta son hechos en la fabrica.

La potencia de salida de los transistores viene de la tarjeta base del impulsor. La tarjeta Base del Impulsor es encendida y apagada por la tarjeta control de corriente. La tarjeta control de corriente contiene las principales operaciones y protecciones lógicas. La tarjeta Control de velocidad, también toma cuidado del arranque, parada, JOG, emergencia de parada y las funciones de reversa del control lógico. El Motor mantiene constante su velocidad. sea con carga o sin carga.

La sincronización de los motores se la realizo con cables que tienen los alambres apantallados, lo que nos protege de ruidos eléctricos, evitando de esta manera interferencia en el circuito de control. La señal que sincroniza la velocidad de los motores es una señal de voltaje que varia de 0 a 9 voltios. Si la velocidad de los motores no están sincronizadas, la producción de tubos tendrá problemas.

BIBLIOGRAFIA

MANUAL DE INSTRUCCION C 3060 - 7 DE RELIANCE ELECTRIC
DC MOTORS

MANUAL DE INSTRUCCION D 3767 -2 DE RELIANCE ELECTRIC
SOLID STATE DC MOTOR DRIVE KUSKO