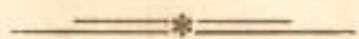


**PROYECTO DE NORMAS PARA PROTECCION
DE MOTORES Y CIRCUITOS**



TESIS DE GRADO

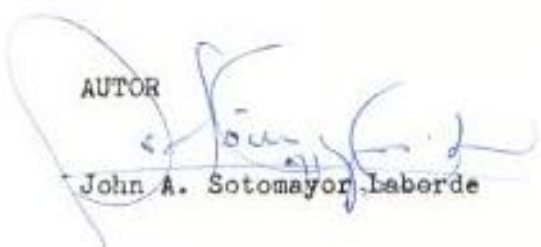
**Previa a la Obtención del Título
de
INGENIERO EN ELECTRICIDAD**

John A. Sotomayor Laborde

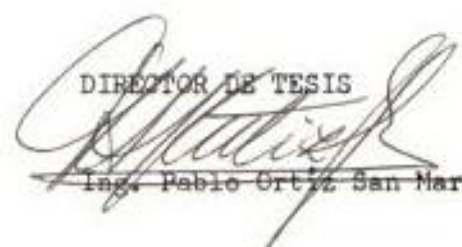
**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA
DEL LITORAL**

Abril de 1975

AUTOR


John A. Sotomayor-Laberde

DIRECTOR DE TESIS


Ing. Pablo Ortiz San Martin

INDICE

	Page.
1. INTRODUCCION	1
1.1. Propósitos y Fines	2
1.2. Aplicaciones	2
1.3. Definiciones	2
1.4. Interpretaciones	3
1.5. Revisiones y Recomendaciones	4
2. CONCEPTOS GENERALES	5
2.1. Motores	5
2.2. Controles	8
2.3. Protección	9
2.4. Conductores	9
2.5. Conexión a Tierra	12
3. TERMINOLOGIA	13
4. MOTORES	16
4.1. Clasificación General	16
4.2. Aplicaciones	17
4.3. Fallas Generales	18
4.4. Tipos de Protección y Seguridad	18
4.5. Montaje y Operaciones de Mantenimiento	28
4.6. Motores de Inducción	34
4.7. Motores de Corriente Continua	79

	Pags.
5. CONTROLES	97
5.1. Clasificación General	97
5.2. El Contactor y sus aplicaciones	97
5.3. Arranque de motores de inducción	100
5.4. Arranque de motores de c.c.	108
5.5. Arranque de motores sincrónicos	112
5.6. Instalación y mantenimiento	115
5.7. Equipos de maniobra de motores de c.c.	116
5.8. Proceso de Control	121
5.9. Controles Graficados	123
6. PROTECCION GENERAL	127
6.1. General	127
6.2. Protección Mecánica	127
6.3. Protección Eléctrica	128
7. CONDUCTORES	130
7.1. General	130
7.2. Clasificación	132
7.3. Resistencia y reactancia de los conductores	132
7.4. Aislamiento	135
8. MEMORIAS DEL CODIGO ELECTRICO ECUATORIANO	143
8.1. Memoria Descriptiva	143

	Págs.
9. PROYECTO DE CODIGO ELECTRICO ECUATORIANO:- ANALISIS	144
9.1. Objeto	144
9.2. Alcance	144
9.3. Clasificación	144
9.4. Identificación	157
9.5. Ubicación	158
9.6. Alambrado	160
9.7. Sistemas de Protección	170
9.8. Sistemas de Arranque	188
9.9. Sistema de Desconexión	196
9.10. Sistemas de puestas a Tierra	197
10. CONEXION A TIERRA	210
10.1. General	210
10.2. Definiciones	210
10.3. Sistema de Puesta a Tierra	211
10.4. Medición de la resistencia de tierra	211
10.5. Resistencia de Tierra	212
10.6. Métodos de variación de resistencia de tierra	215
11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	220
11.1. Conclusiones	220
11.2. Recomendaciones	221
12. DIAGRAMAS, DISEÑO NORMALIZADO DE UNA INSTALACION DE MOTORES	223
12.1. General	223

	Págs.
12.2. Memoria Descriptiva	223
12.3. Proceso de trabajo	223
12.4. Diseño Eléctrico	224
12.5. Lista de máquinas y motores	225
12.6. Datos Técnicos	231
12.7. Diseño Adicional	235
12.8. Protección	236
12.9. Tablero de Distribución y Control de Motores	237
12.10. Pupitre de Mando y Señalización	238
13. SIMBOLOGIA	250
13.1. Objeto	250
13.2. Alcance	250
13.3. Elementos de los símbolos	250
13.4. Símbolos generales de las máquinas	251
13.5. Máquinas asincrónicas (a inducción)	252
14. BIBLIOGRAFIA	254
15. APENDICES.- NORMALIZACION	258
15.1. Fundamentos de la normalización técnica	258
15.2. Ventajas de la normalización	259
15.3. La Normalización técnica en un país en vía de desarrollo	260
15.4. Las Normas Técnicas	262
15.5. ¿En qué consiste una actividad Nacional de Normalización	263
15.6. Instituto Ecuatoriano de Normalización	265

1. INTRODUCCION

La preocupación de los gobiernos de América Latina por sus problemas socio - económicos y la creciente disminución de su participación en el comercio mundial, los ha impulsado a la formulación de estrategias para el desarrollo, lo cual se evidencia en los múltiples acuerdos y pactos internacionales de comercio y desarrollo (ALALC, Grupo Andino).

En la búsqueda de ésta integración económica, hay varios aspectos comunes relacionados con el intercambio comercial de productos manufacturados; y en vías de obtener un desarrollo inmediato para competir de igual a igual con los países vecinos, el Gobierno Nacional, por intermedio del Instituto Ecuatoriano de Electrificación (INECEL) é Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), conjuntamente con la Politécnica Nacional y la Escuela Superior Politécnica del Litoral, se vieron en la necesidad de codificar leyes que regulen la electrificación del País, columna vertebral en el desarrollo de los pueblos.

Como colaboración para la realización del Código Eléctrico Nacional, surge esta Tesis que trata de definir todo lo concerniente al conjunto que forma el Motor y su Sistema de Control.

- 1.1. Propósitos y Fines.- Con la elaboración del Código, que deberá regir una vez que haya sido recopilado y aprobado por los organismos correspondientes, la electricidad en general tendrá una profusión con alcance a todos los sectores, y el uso de la misma, se propagará obteniendo así un adelanto económico y social que nos permita estar considerados entre los países en desarrollo, evitando así que, con el avance del tiempo, seamos absorbidos por nuestros países vecinos en lo que a producción se refiere.

- 1.2. Aplicaciones.- Se considera en general el uso de los motores y los sistemas de control en sus diferentes tipos, con las exigencias mínimas de seguridad para las personas que laboran cerca de los mismos, los locales donde funcionan y principalmente para su protección ofreciendo así trabajo continuo sin interrupciones o daños, que inciden sobre el rendimiento de las máquinas que accionan.

- 1.3. Definiciones.- En la elaboración del Código Eléctrico Ecuatoriano, fue necesario realizar diferentes investigaciones de múltiples códigos, normas y literatura en general, para conseguir una recopilación de normas aplicables a nuestro medio, de tal forma que, con el avance del tiempo, permita la introducción de obligaciones a seguir, sin la ne

cesidad de la elaboración de uno nuevo.

Para una mejor información se procedió a la separación de las partes, que las definiremos en su orden de enunciación.

Motor.- Toda máquina, rotativa capaz de transformar la energía eléctrica en mecánica.

Control.- Un dispositivo que sirve para poner en marcha y parar el motor.

Protección.- Equipo incluido o separado del control, que sirve para proteger el motor, sea mecánico o eléctrico.

Conductor.- Es un elemento (cable o alambre), que transporta la energía eléctrica al motor.

Conexión a Tierra.- Es una unión metálica directa entre determinados elementos de una instalación y un electrodo de tierra.

1.4. Interpretaciones.- En la constitución del Código se ha tratado de manera especial su redacción para que cualquier persona, sea ésta profesional en la materia o simplemente la que recibe el servicio, esté capacitada para interpretar las disposiciones y reglamentos indicados, sin dejar conceptos que den lugar a desorientación por la ambigüedad de los mismos.

- 1.5. Revisiones y Recomendaciones.- Es necesario dejar en claro que el uso del Código no se rá considerado como un Manual o Libro de instrucciones, y sólo será utilizado como reglamento para realizar las diferentes instalaciones, con los mínimos requisitos de seguridad para las personas que las utilizan, a los lugares donde se las realizan, garantizando así su buen funcionamiento.,

2. CONCEPTOS GENERALES

2.1. Motores

2.1.1. Potencia Nominal.- Es la potencia que según la indicación del fabricante puede suministrar el motor bajo tensión y frecuencia nominales, sin que su elevación de temperatura exceda los valores determinados.

2.1.2. Tensión Nominal.- Es la tensión para la cual, según el fabricante, ha sido construido el motor.

2.1.3. Frecuencia Nominal.- Es la frecuencia de la corriente alterna para la cual ha sido congstruido el motor, según la indicación del fabricante.

2.1.4. Intensidad Nominal.- Es, según el fabricante, la intensidad de corriente de línea absorbida por el motor, cuando suministra la potencia nominal bajo tensión y frecuencia nominales.

2.1.5. Velocidad Nominal.- Es, según el fabricante, la velocidad del motor cuando suministra la potencia nominal.

- 2.1.6. Momento Giratorio Nominal.- Es el momento obtenido co
mo el cuociente entre la
potencia nominal y la velocidad nominal.
- 2.1.7. Coeficiente Nominal de Arranque.- Es el cuociente en-
tre la potencia apa
rente absorbida por el motor con el rotor frenado y la
potencia nominal.
- 2.1.8. Potencia Util.- Es la potencia que suministra el motor
en su eje.
- 2.1.9. Potencia Absorbida.- Es la potencia que absorbe el mo-
tor en sus bornes.
- 2.1.10. Factor de Potencia.- Es el cuociente entre la potencia
absorbida y la potencia aparente.
- 2.1.11. Potencia Aparente.- Es la potencia del motor obtenida
del producto del voltaje por la co
rriente.
- 2.1.12. Rendimiento.- Es el cuociente entre la potencia útil y
la potencia absorbida.
- 2.1.13. Rendimiento aparente.- Es el cuociente entre la poten-
cia útil y la potencia aparente
absorbida.

2.1.14. Velocidad Sincrónica.- Es la velocidad angular del campo giratorio, y está dada por el cociente entre la frecuencia en ciclos por segundo de la corriente alterna y la cantidad de pares de polos.

$$f = \frac{n_s \cdot n}{120} \quad ; \quad n = \frac{120 \cdot f}{p}$$

2.1.15. Deslizamiento.- Es la diferencia entre la velocidad sincrónica y de rotación del motor. Usualmente expresado en porcentaje

$$S = \frac{n_s - n}{n_s} \times 100 \text{ en } \text{O/O} \text{ (porcentaje)}$$

S = Deslizamiento

n_s = Velocidad sincrónica

n = Velocidad de rotación

2.1.16. Momento inicial de arranque.- Es el momento mínimo que desarrolla el rotor frenado para todas las posiciones angulares del rotor, bajo tensión y frecuencia nominales.

2.1.17. Momento crítico de arranque.- Es el momento mínimo desarrollado por el motor durante el período de aceleración, desde el reposo hasta la velocidad de rotación correspondiente al momento crítico de funcionamiento.

2.1.18. Momento crítico de funcionamiento.- Es el máximo momento que puede desarrollar el motor bajo tensión y frecuencias nominales, sin una brusca disminución de velocidad.

2.2. Controles

- 2.2.1. Seccionador.- Es un dispositivo destinado a interrumpir y cerrar un circuito, cuando prácticamente no circula corriente por éste.
- 2.2.2. Contactor.- Son las partes conductoras que complementan o interrumpen un circuito. Pueden ser secos o en baño de aceite.
- 2.2.3. Parte viva.- Es toda parte sometida a un potencial distinto del de la tierra.
- 2.2.4. Mecanismo de mando.- Es el dispositivo que comanda el mecanismo del interruptor.
- 2.2.5. Interruptor de cuchilla.- Es un contacto móvil que tiene la forma de barra que gira en su plano, y que entra o enclava los contactos fijos.
- 2.2.6. Circuito cerrado.- Es en el instante en que al tocarse los contactos permiten la circulación de corriente.
- 2.2.7. Circuito abierto.- Es en el instante en que al extinguirse el arco no circula corriente.

2.2.8. Tensión Nominal.- Es el máximo valor eficaz de tensión a la que puede ser utilizado, según indicaciones del fabricante.

2.2.9. Intensidad Nominal.- Es el máximo valor eficaz de la intensidad de la corriente que, en condiciones determinadas por el fabricante, pueda circular sin que la elevación de temperatura exceda los límites.

2.3. Protección

2.3.1. Protección Eléctrica.- Es la que debe poseer toda instalación de motores, para obtener así los mínimos requisitos de seguridad para el buen funcionamiento, evitando accidentes en los lugares donde se encuentran o a las personas que los operan.

2.3.2. Protección Mecánica.- Toda instalación debe estar protegida de tal forma, que elementos extraños no ocasionen fallas o deterioros que pongan en peligro la seguridad de las mismas.

2.4. Conductores

2.4.1. Alambre.- Elemento que sirve para transportar la corriente eléctrica al motor. Está formado por un solo hilo.

- 2.4.2. Cable.- Elemento que sirve para transportar la corriente eléctrica al motor. Está formado por varios alambres entrelazados.
- 2.4.3. Tipos
- 2.4.3.1. Tipo RH.- Goma resistente al calor para ser colocado en lugares secos. Temperatura 75° C.
- 2.4.3.2. Tipo RVW.- Goma latex resistente a la humedad, Temperatura máxima 60° C.
- 2.4.3.3. Tipo T.- Termoplástico para ser colocado en lugares secos. Temperatura máxima 60° C.
- 2.4.3.4. Tipo TW.- Termoplástico resistente a la humedad. Temperatura máxima 60° C.
- 2.4.3.5. Tipo TA.- Termoplástico y asbesto. Alambrado de cuadros de distribución solamente. Temperatura máxima 90° C.
- 2.4.3.6. Tipo V.- Cinta barnizada. Solamente en lugares secos y con permiso especial menores que el No. 6 AWG. Temperatura máxima 85° C.

- 2.4.3.7. Tipo AVA.- Asbesto y cintas barnizadas. Lugares secos únicamente. Temperatura máxima 110° C.
- 2.4.3.8. Tipo AVL.- Asbesto y cinta barnizada. Para lugares secos y húmedos. Temperatura máxima 110° C.
- 2.4.3.9. Tipo AVB.- Asbesto y cintas barnizadas. Lugares secos únicamente. Temperatura máxima 90° C.
- 2.4.3.10. Tipo A.- Asbesto. Lugares secos únicamente. Sólo para conductores terminales dentro de aparatos o canalizaciones conectadas a los mismos. Máximo 300 voltios y 200° C. de Temperatura.
- 2.4.3.11. Tipo AA.- Asbesto. Igual al tipo A, pero también en instalaciones a la vista.
- 2.4.3.12. Tipo AI.- Asbesto. Lugares secos únicamente. Solo para conductores terminales dentro de aparatos o canalizaciones conectadas a los mismos. Temperatura máxima 125° C.
- 2.4.3.13. Tipo AIA.- Asbesto. Igual a Tipo A, pero también en instalaciones a la vista. Temperatura máxima - 125° C.

La norma que establece los tipos está en proceso de formación, para la aprobación definitiva.

2.5. Conexión a Tierra

Comprende toda unión metálica directa sin fusibles ni protección, de sección suficiente, entre determinados elementos de una instalación y un electrodo o grupo de electrodos instalados en el suelo, con el objeto de conseguir que no existan diferencias de potencia peligrosa entre el motor o control con respecto a tierra, y que al mismo tiempo permita el paso de las corrientes, en casos de fallas a tierra.

3. TERMINOLOGIA

Para los efectos de esta Tesis, se definirán los siguientes términos:

- Conexión bifilar.- Conexión tomada por dos conductores.
- Conexión de tierra.- Conductor sin tensión que sirve para protección de los equipos conduciendo las corrientes de falla a tierra o a la tierra del sistema.
- Conexión tripolar.- Conexión formada por tres conductores.
- Temperatura Nominal.- Temperatura máxima permisible de diseño.
- Marcha en vacío.- Funcionamiento de la máquina sin carga.
- Aislamiento.- Material protector de los conductores.
- Frecuencia de Conexión.- Número de operación de las máquinas.

- Régimen de operación.- Tiempo en el cual opera la má
quina.

- Alimentador.- Línea principal de abastecimiento a -
los diferentes circuitos.

- Factor de demanda.- Es la cantidad de potencia consu
mida por un grupo de motores en fun
cionamiento. Es la relación entre la potencia absorbi-
da y la potencia total instalada expresada en tanto por
ciento.

- Circuitos derivados.- Circuito o ramal secundario de
un alimentador.

- Resistencia del sistema.- Resistencia de la tierra que
debe tener toda instalación
para considerarse protegida.

- Proyecto de Norma Ecuatoriana.- Es una Norma Ecuatoria
na en cualquiera de -
sus etapas de elaboración.

- Campo de Normalización.- Es el conjunto de todas las -
actividades que pueden ser su
jetas a una acción de normalización.

- Area de Normalización.- Es un sector del Campo de Nor
malización, que, por su exten

sión o su importancia puede normalizarse independientemente.

- Grupo de Normalización.- Es una parte del Area de Normalización que incluye elementos afines.

- Subgrupos de Normalización.- Es una parte del Grupo -
de Normalización que in-
cluye un elemento específico del mismo.

4. MOTORES

4.1. Clasificación General.- Los motores se clasifican en mot
res de corriente continua y de co
rriente alterna.

4.1.1. Motores de corriente continua.- Los motores de corriente
continua, tienen una dis-
posición muy similar a un generador de corriente continua,
ya que están basados en el hecho de los fenómenos de conver-
sión de energía mecánica en energía eléctrica que se produ-
cen en estas máquinas, son reversibles, es decir, que si en
lugar de accionar mecánicamente el inducido de un generador
para producir una corriente eléctrica, suministramos al arro-
llamiento de éste mismo inducido, una corriente eléctrica;
el inducido girará y la máquina se habrá convertido de esta
forma en un motor.

4.1.2. Motores de corriente alterna.- Motor de Inducción.- Es sim
plemen
te un transformador eléctrico, cuyo circuito magnético está
separado por medio de un entrehierro, en dos partes, una movi
ble respecto a la otra, una de las cuales lleva el devanado
primario y la otra el devanado secundario.

Quando se suministra corriente alterna, procedente de una
red, al devanado primario, se induce una corriente de sen-
tido opuesto en el devanado secundario, siempre que éste

último esté cerrado en cortocircuito o a través de una impedancia exterior. El movimiento relativo entre las estructuras primaria y secundaria se produce por la fuerza electromagnéticas correspondientes a la potencia que se transmite por inducción, a través del entrehierro.

- 4.2. Aplicaciones.- El rango actual de los motores eléctricos, ha alcanzado un porcentaje muy elevado de utilización, la aplicación del mismo alcanza todos los límites comenzando desde el uso electro-doméstico al campo del gran industrial.

En el campo de su aplicación intervienen los tipos de construcción general, además de los acondicionados a servicios de trabajo especiales, como por ejemplo: los motores de corriente continua con carcasa partida, destinados a servicios duros de trabajos en la industria del cemento y siderurgia.

Para ciertos accionamientos es más que suficiente la utilización de motores de ejecución normal protegida, teniendo en cuenta la velocidad tan reducida del aire de refrigeración que penetra dentro de la carcasa, según norma de los modernos tipos de construcción. Con ello se evita la entrada excesiva de impurezas. Tampoco representa peligro alguno para la parte interior de estos motores la humedad del

aire. Tabla No. 1

Se elegirán motores de otro tipo de protección, si estos es tan expuestos a la intemperie en una atmósfera de polvo o bien destinados a la industria química, como si son para servicio subterráneo, etc., deberán elegirse motores de eje cución cerrada contra explosiones, ignición de gas, gású en minería, etc., según sea el servicio a que se destine a cada uno de ellos.

- 4.3. Fallas generales.- Todos los motores, como máquinas que son, están expuestos a fallas de cualquier ín dolo debido a su funcionamiento. A continuación daremos en detalle los problemas más comunes que se encuentran en la práctica. Tabla Nos. 2 y 7.

- 4.4. Tipos de protección y seguridad.- Para ciertos accionamientos, es suficiente la uti lización de motores de ejecución protegidos, teniendo en cuen ta un sinnúmero de situaciones en las cuales van a prestar ser vicio los mismos; por consiguiente, en la tabla que a conti nuación detallamos se especifica el tipo de protección de los motores normalizados en la construcción moderna. Tabla No. 3.

Para el servicio de los motores, la calidad del aislamiento em pleado en sus devanados es de suma importancia.

Tabla No. 1

FORMAS DE CONSTRUCCION

Máquinas con escudos de cojinetes disposición horizontal

TIPO	EXPLICACION					
	Apoyo	Estator	Eje	Ejecución	Sujección	Aplicación
B 2	1 escudo de cojinete	Con pies de asiento	embriado		Colocar sobre base	Para excita trices
B 3	2 escudos de cojinetes	Con pies de asiento	Extremo libre		Colocar sobre base	
B 3/B 5	2 cojinetes	Con pies de asiento	extremo libre	Brida de sujección lado del eje	Colocar sobre base	
B 5	2 cojinetes	Sin pies de asiento	Extremo libre	Brida de sujección lado del eje	Por brida	
B 6	2 cojinetes	Con pies de asiento	Extremo libre	B 3	De lado izquierdo eje	
B 7	2 cojinetes	Con pies de asiento	Extremo libre	B 3	De lado de recho eje	
B 8	2 cojinetes	Con pies de asiento	Extremo libre	B 3	Invertida	
B 9	1 cojinete	Sin pies de asiento	Extremo libre	B 5/B 14	Montaje en la superficie frontal de la carcasa	Solamente hasta 30 Kw aprox.
B 10	2 cojinetes	Sin pies de asiento	Extremo libre	Brida de fijación forma B	Por brida	Solamente hasta 7.1/2 Kw. aprox.

TIPO	EXPLICACION					
	Apoyo	Estator	Eje	Ejecución	Sujección	Aplicación
B 16	1 coji netes	Asiento altura del eje	Embri dado		Enclavada en la base	Generadores
B 14	2 coji netes	Sin pies	Extre mo li bre	Brida de sujeción forma C	Por brida	Solamente hasta 7 Kw aprox.
B 17	2 coji netes	Con pies	2 Ex- tremos de eje	2 bridas de suje- ción for ma A ó C	Colocar so bre base	.
B 20	2 coji netes	Asiento altura del eje	Extre mo li bre		Enclavada en la base	

Máquinas con escudos de cojinetes disposición vertical

V 1	2 coji netes	Sin pies	Extre mo li bre inf	Brida de sujeción forma A	Por brida inferior	Para diáme tros peque ños de brida
V 2	2 coji netes	Sin pies	Extre mo li bre sup	Brida de sujeción forma A	Por brida inferior	
V 3	2 coji netes	Sin pies	Extre mo li bre sup	Brida de sujeción forma A	Por brida superior	Para diáme tros peque ños de brida
V 5	2 coji netes	Con pies	Extre mo li bre inf		En la pa- red	
V 6	2 coji netes	Con pies	Extre mo li bre sup	Brida de sujeción forma A	En la pa- red	
V 8	1 coji nete	Sin pies	Extre mo li bre inf	V 1/V 18	Montaje en la superfi cie frontal	Solamente hasta 30 Kw aprox.

Además existen otros tipos de construcción, que están clasificados según tipos A, C y D.

Tabla No. 2

AVERIAS EN LOS MOTORES

Defecto	Posible causa	Eliminación
Marcha intranquila	Carcasa mecánicamente deformada	Aflojar tornillos, ajustar de nuevo.
	Acoplamiento o polea desequilibrada	Efectuar un equilibrado del conjunto con rotor
	Acoplamiento ó polea flojos	Enchavetar adecuadamente
	Correa de transmisión deteriorada	Repararla
	En corriente trifásica falta una fase	Controlar corriente absorbida en todas las líneas de alimentación
Temperatura de los cojinetes demasiado alta	Anillo de engrase agarrotado	Hacer que éste se ponga en movimiento
	Los casquillos de los cojinetes defectuosos	Raspar o fundir de nuevo, controlar si hay corriente en los cojinetes
	Falta de aceite	Reellenar
	Refrigeración de retorno de aceite falla	Repasar
	Presión axial	Ajustar el juego axial de los cojinetes
Motor no anda	Averia en el interruptor	Reparar
	Corte en la línea de alimentación	Comprobar líneas y bornes
	No apoyan las escobillas	Aflojar las escobillas atascadas en los portaescobillas
	Circuito de excitación interrumpido	Examinar en continuidad
	Tensión en bornes demasiado baja	Efectuar mediciones

Defecto	Posible causa	Eliminación
	El rotor se atasca	Centrar el rotor
	El devanado está a masa	Comprobar con un inductor de manivela o con tensión bastante alta
	Los cojinetes se han agarrado	Cambiar los cojinetes
	Interrupción en el arrancador	Examinar contactos y conexiones
Arranque a saltos	Resistencia de arranque demasiado pequeña	Aumentar esta resistencia
	El arrancador tiene interrupciones y contactos quemados	Reparar el arrancador
	Arrancador mal conectado	Comprobar la conexión según esquema
	Cortocircuito entre espiras en el devanado del inducido	Eliminar el corto o bien bobinar de nuevo el rotor
	Cortocircuito entre delgas del colector	Revisar el colector
El motor arranca muy pesado y su velocidad en carga es pequeña	La tensión de la máquina ó de la red demasiado baja	Efectuar mediciones y ajustar la tensión de la máquina o de la red
	Caída de tensión demasiado grande en la línea de alimentación	Examinar sección del conductor de la línea
	Conexión equivocada del devanado del estator en la conexión estrella-triángulo	Examinar la conexión de las fases
	Conexión del neutro en lugar de una fase	Comprobar conexiones
	Conexión falsa del devanado de excitación	Comparar la conexión con el esquema eléctrico de la máquina
	Cortocircuito entre espiras	Eliminar o devanar de nuevo
	Un devanado está a masa	Comprobar con el inductor de manivela o con tensión bastante alta

Defecto	Posible Causa	Eliminación
Chispas en las escobillas de las máquinas de colector	Consumo de corriente demasiado alta	Medir corriente, bajar la carga o aumentar el campo
	Posición falsa de las escobillas	Comprobar posición a base de la marcación
	Láminas de micanita sobresalen de colector	Eliminar categóricamente
	Colector cubierto de aceite	Limpiarlo
	El colector no está completamente cilíndrico	Comprobar con reloj de medición, tornearlo
	Marcha intranquila	Véase bajo averías "marcha intranquila"
	Cortocircuito entre espiras en el devanado de excitación o en el de compensación	Repasar o devanar de nuevo
Marcha demasiado rápida del motor-serie de corriente continua	Devanado de compensación mal conectado (polos auxiliares)	Conectar correctamente
	Defecto de carga	Comprobar carga y aumentarla
	Puente de escobilla mal ajustado	Ajustarlo en la marca indicada
	Tensión en bornes demasiado alta	Medir, ajustar la tensión de red
Ennegrecimiento del colector en algunos sitios	Cortocircuito entre espiras en el devanado de excitación	Eliminar cortocircuito ó devanar de nuevo
	Cortocircuito entre delgas, cortocircuito entre espiras láminas rotas, defectos en las uniones de compensación devanado cortado, uniones de compensación mal soldadas	Revisar y repasar por especialistas

Defecto	Posible causa	Eliminación
Con doble frecuencia de deslizamiento y consumo variable de corriente en un motor trifásico	Interrupción del devanado o desequilibrio de las resistencias del rotor, dispositivo de cierre en corto deteriorado	Medir resistencias, repasar por especialistas
El motor trifásico anda despacio o no lo suficientemente de prisa en la conexión estrella-triángulo	Exceso de carga	Si se trata de bombas o compresores, quitar la carga y conectar directamente
	La tensión entre bornes es demasiado baja	Examinar la tensión de red al conectar
El motor trifásico produce zumbido en reposo pero no durante la marcha	Contactos defectuosos en el conmutador estrella-triángulo	Repasar conmutador
	Cortocircuito en devanado del rotor	Buscar parte deteriorada y repararla
El motor trifásico se calienta rápidamente y produce zumbido durante el funcionamiento	Cortocircuito en devanado del estator	Examinar por especialistas, devanar de nuevo
El motor trifásico arranca en vacío con un fuerte consumo de corriente	Tensión en bornes demasiado alta o conectado a la red en triángulo en vez de en estrella, aumento del entrehierro al haber efectuado una reparación	Medir la tensión de red, examinar la conexión medir el entrehierro en tres sitios distintos.
El motor se calienta demasiado en servicio continuo	Carga demasiado alta	Medir la corriente absorbida, disminuir la carga, de lo contrario utilizar un motor mayor
	Frecuencia de conexión demasiado grande	Utilizar motor de anillos rozantes, prestar atención a la medición correcta de las resistencias del rotor, especialmente cuando son pocos los escalones

Defecto	Posible causa	Eliminación
	Tensión demasiado alta	No sobrepasar del 5% de sobretensión
	Tensión demasiado baja	Examinar la tensión de la red y la caída en la línea hasta la máquina
	Servicio monofásico en vez de trifásico	Examinar corriente absorbida en cada una de las tres fases, interrupción en una de ellas
	Cortocircuito entre espiras	Corregir el corto o devanar de nuevo
	Falta de ventilación	Limpiar las tuberías de aire de polvo y virutas, etc, ajustar las chapas de ventilación, evitar la absorción de aire caliente
	Sentido de giro falso del ventilador	Variar el sentido de giro
	El rotor roza en el estator	Ajustar los cojinetes o cambiarlos
	Cuerpos extraños en el entrehierro ó incrustaciones	Desmontar rotor, limpiar la máquina
	El servicio del motor no es el indicado en la placa de características ni su correspondiente potencia (DB, KB, AB, etc.)	Hacer que trabaje el motor a su servicio indicado, o bien disminuir la potencia

Tabla No. 7

AVERIAS EN LOS COJINETES

Sintomas y localización	Causa posible	Eliminación
Marcha trepidante y levantamiento de cascarrilla en las superficies de marcha de los cojinetes	Fatiga del material	Reposición del cojinete
Calentamiento excesivo, corrosión en la jaula, virutas metálicas finas en la grasa y más tarde de desperfectos en las superficies de rodadura	Escasez de engrase	Limpia según prescripción, rellenar otra vez de grasa y si es necesario revestir nuevamente los casquillos de cojinete
Ruido moderado en los cojinetes, puntos mates y más tarde rayado en las superficies de rodadura alternativamente en ambas partes	Cojinete montado en posición inclinada o ladeado	Realinear el rodamiento y si es necesario refrentar o mecanizar de nuevo el alojamiento en el escudo
Puntos mates, laterales en las superficies de rodadura y más tarde rayadas	Presión axial excesiva	Examinar el acoplamiento y condiciones de accionamiento
Líneas sobreadas o rayas en las superficies de rodadura en dirección transversal muy juntas que se presentan en forma de puntos en los cojinetes a bolas	Corrientes de fuga en el cojinete	Aislar el rodamiento
Rayas en las superficies de rodadura que producen más tarde huellas en la junta de los cuerpos rodantes	Vibraciones	Hacer girar el rotor y especialmente también el rotor de reserva

La duración media de la vida de un motor, dependiendo del tipo de aislamiento, alcanza un trabajo continuo de hasta 20 años. Sin embargo, hacemos notar que la vida de éste, se acorta apreciablemente si durante el servicio se trabaja a una temperatura superior a la admisible.

Para casos especialmente difíciles se utilizan aislamientos especiales, que contienen sustancias orgánicas e inorgánicas, obteniéndose una resistencia grande y permanente al calor, inalterabilidad química, conductividad calorífica favorable y unas propiedades dieléctricas buenas.

En la actualidad se usa mayormente el aislamiento clase E o B, aunque no se llega a alcanzar las temperaturas previstas para esta clase de aislamiento, lo cual representa una reserva adicional.

El aislamiento de silicón, se recomienda cuando se presenten condiciones de:

- a) Temperaturas elevadas
- b) Arranques pesados o sobrecargas temporales fuertes.
- c) Altas frecuencias de maniobras y frecuentes frenados eléctricos.
- d) Servicio bajo carga con disminución del número de revoluciones y, si se requiere, un peso y tamaño reducido del motor y emplazamiento en grandes alturas.

Para los aislamientos corrientes, los devanados se suelen impregnar para protegerlos contra la humedad y el polvo del aire y la humedad del ambiente que se puede introducir en los lugares donde laboran. Sin embargo, la condición previa es que las máquinas puedan secarse por su calor de servicio.

Tabla No. 4.

- 4.5. Montaje y operaciones de mantenimiento.- El motor eléctrico, posee pocas partes sometidas a desgaste. En lo principal son los cojinetes (rulimanes), las superficies del colector, los anillos rozantes y las escobillas. Los cojinetes de bolas o rodillos no sufren desgaste, en cambio necesitan de vez en cuando de grasa, quitando toda la grasa vieja o el reemplazo según las instrucciones de servicio. En los motores con cojinetes antifricción, deberá controlarse el entrehierro (rotor - estator), cuya tolerancia es por lo regular de algunas décimas de milímetro. Este tipo de cojinetes sufren un gran desgaste cuando accionan maquinaria por bandas o poleas que están demasiado tensas o desequilibradas respectivamente.

Los colectores deberán poseer una superficie lisa y mate, debiendo girar en forma completamente circular. Chispas debajo de las escobillas indica: marcha no circular del colector, vibraciones, escobillas gastadas, mica de las delgas demasiado salientes o desplazamiento falso de las escobillas, etc.

Tabla No. 3 (9.11.10.)

TIPOS DE PROTECCION

Tipo	Local Cerrado	Usos	Intemperie
P00	Aire seco pobre en polvo	Máquinas de servicio en locales cerrados (ascensores grúas, etc.)	
P11/P22	Aire seco pobre en polvo goteo de agua	Calderas, uso artesanales, agricultura	Agricultura
P12/P22	Aire seco pobre en polvo goteo de agua	Industria química, Azúcar, Cerveza.	Astilleros, Industria en general
P33	Aire seco, abundante en polvo, afluencia de agua	Industria minera, siderúrgica, laminación, cemento, máquinas y herramientas	Canteras, excavadoras, equipos mineros, tornos.

Tabla No. 4

CLASES DE AISLAMIENTO

Clase	Material aislante	Tratamiento	Temperatura max.
A	Algodón, viscosilla, seda, papel, laca para hilos de cobre (aceite de secado al aire)	Impregnación en una masa aislante ó bien de un dieléctrico líquido	105°C.
E	Laca a base de acetato de polivinilo, poliamida, láminas a base de triacetato de celulosa y otros	Impregnados o sumergidos en masa aislante	120°C.
B	Productos de mica, amianto y derivados del vidrio, micafolio, micanita.	Con líquido de impregnar clase B	130°C.
F	Idem B, con sustancias inorgánicas	Con líquido de impregnar clase F	155°C.
H	Idem F, silicon puro	Con líquido de impregnar clase H	180°C.
C	Mica, porcelana, vidrio, cuarzo y otras sustancias	Sin líquido aglutinante	180°C.m

Los granos en polvo grueso en la periferia del colector, producen rayas, que alteran el normal funcionamiento, y para eliminarlas se necesita torneear el colector con el fin de evitar daños mayores.

En el caso de que las rayas sean mínimas, es suficiente el paso de una lija fina haciendo rotar la máquina. Se revisará la mica entre delgas, que debe encontrarse a una profundidad de por lo menos 0.8 milímetros, para evitar fallas.

Con relación a las delgas deberán revisarse los bordes vivos de las mismas con limas finas o papel lija muy fino.

En la torneada del colector debe tenerse en cuenta, a más de lo expuesto, que las virutas de cobre no se introduzcan en el devanado; y, después de torneado, limpiarse de tal manera que no quede signos de aceite o grasa. Este procedimiento también es aplicable a los anillos rozantes.

Las escobillas deben tener poco juego y, sin embargo, fácil desplazamiento en el porta - escobillas; y al realizar el cambio de las mismas, se tomará en cuenta la forma de adaptación al colector, para colocarlas sin que se produzcan fallas.

Las máquinas refrigeradas por aire se deben limpiar periódicamente de las partículas de polvo, así como todas las par

tes que conducen tensión. También el polvo de los aislamientos, o el acumulado en los orificios de entrada del aire de ventilación.

Con respecto a la temperatura, no es suficiente tocar la superficie de la carcasa del motor para proceder a determinarla con exactitud; es necesario desenroscar el perno de guía, y, por este lugar, se introduce un termómetro que da la temperatura total, que restada a la del ambiente es la temperatura del motor.

En sí, es necesario, para un buen funcionamiento, realizar un mantenimiento general cuando menos una vez por cada año de servicio.

Montaje.- En las operaciones de montaje se deben considerar siempre la ubicación, el lugar, el tipo de maquinaria que va a impulsar, accionamiento directo o por bandas, etc., que influyen y determinan la forma del montaje, de donde podemos deducir algunas formas más utilizadas.

Fundamentos fijos.- Los fundamentos para los motores grandes con sus canales o ductos para cables y ventilación deben realizarse con arreglos a los planos indicados por los fabricantes o la aplicación de los

mismos al medio, y se colocarán sobre hormigón armado de mezclas conocidas (Ej. 1:2:4) o aleaciones con acelerantes, impermeabilizantes, etc., o bien sobre mampostería de cemento. Por lo regular, el fundamento deberá estar a una altura mínima de 20 cm. sobre el nivel del suelo, lo que da comodidad, y evita las impurezas que se pueden deslizar en el piso. Además, en algunos casos, se requieren de rieles tensores que irán directamente sujetos al fundamento y sobre ellos el motor.

Fundamento elástico.- Es el que se aprovecha la elasticidad de ciertos materiales como fieltro, corcho, placas de goma, topos de caucho armado, etc., para reducir la transmisión de las vibraciones y ruidos.

Además existe el amortiguamiento para formas determinadas, en las cuales los elementos de amortiguación tienen una forma específica para ejercer el efecto adecuado; por ejemplo, amortiguadores con muelles de acero (cilíndricos con muelles giratorios o de tornillo), conocidos vulgarmente como grupos amortiguadores; juegos de resortes, aisladores de suspensión, etc., y se pueden utilizar con o sin pretensión. Los amortiguadores clasificados en esta cláusula, abarcan todas las frecuencias de amortiguación y son adecuados para utilizarlos en perturbaciones de baja frecuencia, mientras que los amortiguadores de materiales elásticos solamente se emplean

para vibraciones de alta frecuencia.

Alineación.- Antes de proceder al montaje de la maquinaria, habrá que comprobar si en realidad, durante el transporte, cambio o similar, no ha sufrido deterioros en su parte mecánica o eléctrica; comprobar que la placa de características esté de acuerdo con la de la instalación. Es de gran importancia para el montaje de la máquina, que ésta quede libre de vibraciones, tenga los orificios de entrada de aire y carezca de esfuerzos inadmisibles exteriores en sentido axial; por ejemplo, el esfuerzo transmitido por un sinfín. Las máquinas con platos de acoplamiento, deberán alinearse en tal forma que no solamente los extremos de los ejes estén paralelos, sino también que los ejes de simetría coincidan en su prolongación. El acoplamiento elástico podrá compensar ciertas diferencias, aunque en realidad la misión del acoplamiento es solamente amortiguar los choques.

Para los accionamientos por correa o banda, deberá nivelarse el motor con nivel de agua, aceite o similar, para que los ejes estén paralelos exactamente. El templado de la correa o banda será de tal forma que no ejerza fuerzas adicionales en los mismos.

Se ha de limpiar cuidadosamente la máquina, eliminando las

protecciones anticorrosivas que posee; y llenar o comprobar la grasa o aceite de los cojinetes de deslizamiento. Las escobillas deben tener la presión adecuada y moverse libremente en el porta-escobillas.

Las instrucciones de servicio deben utilizarse y se conservarán en lugar seguro; lo mismo con los diagramas de conexiones.

Después de haber realizado todas las condiciones anteriores, se procederá al chequeo total de la máquina para ser puesta por primera vez en servicio.

4.6. Motores de Inducción

4.6.1. General.- En el año 1.888, Ferraris publicó su trabajo sobre el campo rotatorio producido por un sistema de corrientes polifásicas, de donde se derivaron las bases para la construcción del moderno motor asincrónico de inducción; pero indicó que el descubrimiento de él, no alcanzaría un impacto económico, ya que los motores construidos en ese tiempo no obtendrían una eficiencia mayor al 50%. Sin embargo el trabajo continuó y muchos científicos entre ellos Brandlen, Hasdwander, y Tesla Dobrowolsky, aportaron para el desarrollo del motor asincrónico de inducción hasta llegar al lugar de privilegio en que se encuentra en nuestros días.

4.6.2. Clasificación según sus tipos.- Los motores polifásicos de inducción pueden clasificarse en: 1) Motores con rotor en jaula de ardilla; y, 2) Motores con rotor devanado.

Existe una subclasificación de los motores de jaula de ardilla, según sus letras de código y términos:

- 1) Tipo A.- Motores de par y corriente de arranque normal.
- 2) Tipo B.- Motores de par normal y corriente de arranque reducido.
- 3) Tipo C.- Motores de par elevado y corriente de arranque reducido.
- 4) Tipo D.- Motores con gran deslizamiento.
- 5) Tipo F.- Motores con par y corriente de arranque reducido.

Tanto los motores de jaula de ardilla como los de rotor bobinado, pueden ser:

- a) Del tipo de una sola velocidad
- b) Del tipo de varias velocidades.
- c) Motores especiales.

4.6.2.1. Motor de Jaula de Ardilla.- Debido a su sencillez mecánica, el motor de Jaula de Ardilla, es ideal para las aplicaciones de velocidad constante. Como el motor no tiene conmutador ni escobillas, y su construcción es robusta, puede soportar elevadas corrientes de irrupción sin deteriorarse, y es asimismo de fácil reparación y mantenimiento.

Como tanto el rotor como el estator, llevan corriente alterna, el motor es asincrónico y su velocidad no es estrictamente constante. La velocidad variará con la carga del motor, y la frecuencia de la red de alimentación.

Según la subclasificación realizada en el numeral anterior, tenemos que el motor tipo A, está proyectado para resistir la plena tensión en el arranque, tiene el mismo par de arranque, par máximo, y deslizamiento que los motores del tipo B. A menudo, para estos motores, las empresas suministradoras de energía exigen arrancadores a voltaje reducido, para potencias desde 10 HP. Según el proyecto de código eléctrico, será la potencia máxima permitida para arranque directo a la línea.

Los motores del tipo B, el más extendido de todos los tipos, se proyectan y aplican para arrancar a plena tensión, tienen el par de arranque, y el par máximo, como se indica en la tabla No. 5, que representa el límite superior de su campo de aplicación. El deslizamiento es menor que el 5%, excepto en los motores de 10 o más polos que alcanzan un deslizamiento ligeramente superior.

Los motores del tipo C, están calculados para arranques a plena tensión y, generalmente, están provistos de un devanado rotórico en doble Jaula de Ardilla. El par de arranque y el par máximo se indican en la tabla No. 5, que representa el límite superior de su campo de aplicación.

La corriente de arranque es la misma, que las del tipo B, y, el deslizamiento es menos que el 5%.

Tabla No. 5

CORRIENTES DE ARRANQUE DE MOTORES TRIFASICOS

Potencia nominal en HP	Clases B, C, D amperes	Potencia nominal en HP	Clases B, C, D amperes	Potencia nominal en HP	Clases B, C, D amperes	Potencia nominal en HP	Clases B, C, D amperes
1	24	7.1/2	120	30	435	100	1450
1.1/2	35	10	150	40	580	125	1815
2	45	15	220	50	725	150	2170
3	60	20	290	60	870	200	2900
5	90	25	365	75	1085		

Los motores del tipo D, se calculan para arranque a plena tensión y desarrollan elevados pares de arranque, del orden del 275 % del par de plena carga, que representa el límite superior de su campo de aplicación. Las corrientes de arranque son iguales al tipo B, y el deslizamiento a plena carga es mayor al 5 %. Tabla No. 5 - A.

Los motores del tipo F, se usan muy poco, ya que las necesidades se pueden satisfacer con los tipos anteriores.

Para una mejor explicación, la figura No. 1 representa las curvas del par en función de la velocidad y la corriente para los cuatro tipos de motores de uso más extendido.

Con relación a los valores indicados, para deslizamiento y par de arranque son los especificados por los fabricantes.

- 4.6.2.2. Motores de rotor devanado.- Están provistos de un devanado aislado (generalmente trifásico) en el rotor, y el extremo de cada fase se conecta a un anillo colector. Unas escobillas fijas rozan sobre éste, y aquellas están unidas entre sí por medio de una resistencia regulable.

Tabla No. 5-A
PAR MOTOS, MOTORES POLIFASICOS DE INDUCCION

v/min	3,000		1,500				1,000				750				600	
	P.A.	P.M.	P.A.	P.A.	P.M.	P.M.	P.A.	P.A.	P.M.	P.M.	P.A.	P.A.	P.M.	P.M.	P.A.	P.M.
Tipo	AB	B	AB	C	B	C	AB	C	B	C	AB	C	B	C	AB	B
1/2 HP	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
3/4 HP	...	...	...	...	...	...	175	...	...	...	150	...	250	...	150	200
1 HP	...	...	275	...	...	...	175	...	275	...	150	...	250	...	150	200
1 1/2 HP	175	300	265	...	300	...	175	...	275	...	150	...	250	...	150	200
2 HP	175	275	250	...	275	...	175	...	250	...	150	...	225	...	145	200
3 HP	175	250	250	...	275	...	175	...	250	...	150	...	225	...	135	200
5 HP	150	225	185	...	225	...	160	...	225	...	130	...	225	...	130	200
7 1/2 HP	150	215	175	...	215	...	150	...	215	...	125	...	200	...	120	200
10 HP	150	200	175	...	200	...	140	...	200	...	125	...	200	...	120	200
15 HP	150	200	165	...	200	...	135	...	190	...	125	...	200	...	120	200
20 HP	150	200	150	...	200	...	135	...	190	...	125	...	200	...	120	200
25 HP	150	200	150	...	200	...	135	...	190	...	125	...	200	...	120	200
30 HP	150	200	150	...	200	...	135	...	190	...	125	...	200	...	120	200

Nota: P.A. = par de arranque;

P.M. = par máximo;

A, B y C se refieren los tipos A, etc.

De ésta forma la resistencia del devanado secundario, puede variarse para obtener diferentes características del motor. Las curvas de "velocidad - par" y de "velocidad - corriente", están representadas en la figura No. 2, para los distintos valores de la resistencia exterior de devanado secundario, y en la que los números 100, 80, etc., se refieren al tanto por ciento de la resistencia proporcional al par de plena carga en el arranque.

El arranque de estos, es normal con una resistencia en el secundario relativamente elevada. Esta se pone en cortocircuito en uno o más escalones a medida que el motor aumenta su velocidad. Este procedimiento permite al motor desarrollar pares de arranque y de aceleración elevados, y absorbe una corriente relativamente pequeña de la línea. Además, la mayor parte de las pérdidas secundarias que tienen lugar durante la aceleración, se disipan en la resistencia exterior, en vez de disiparse en el mismo motor; - por lo tanto este motor es muy apropiado para casos en que se precise de arranques frecuentes o de aceleraciones intensas. La variación de velocidad de estos motores que dan las características del mismo, implican que cualquier cambio de carga produce variación de velocidad. Cuando menos en la velocidad de funcionamiento, más pronunciado es este efecto, de modo que en general no es factible con este método el funcionamiento a menos del 50 % de la plena - velocidad.

CURVAS DE VELOCIDAD-PAR Y VELOCIDAD-CORRIENTE DE UN MOTOR DE INDUCCION CON ROTOR DEVANADO

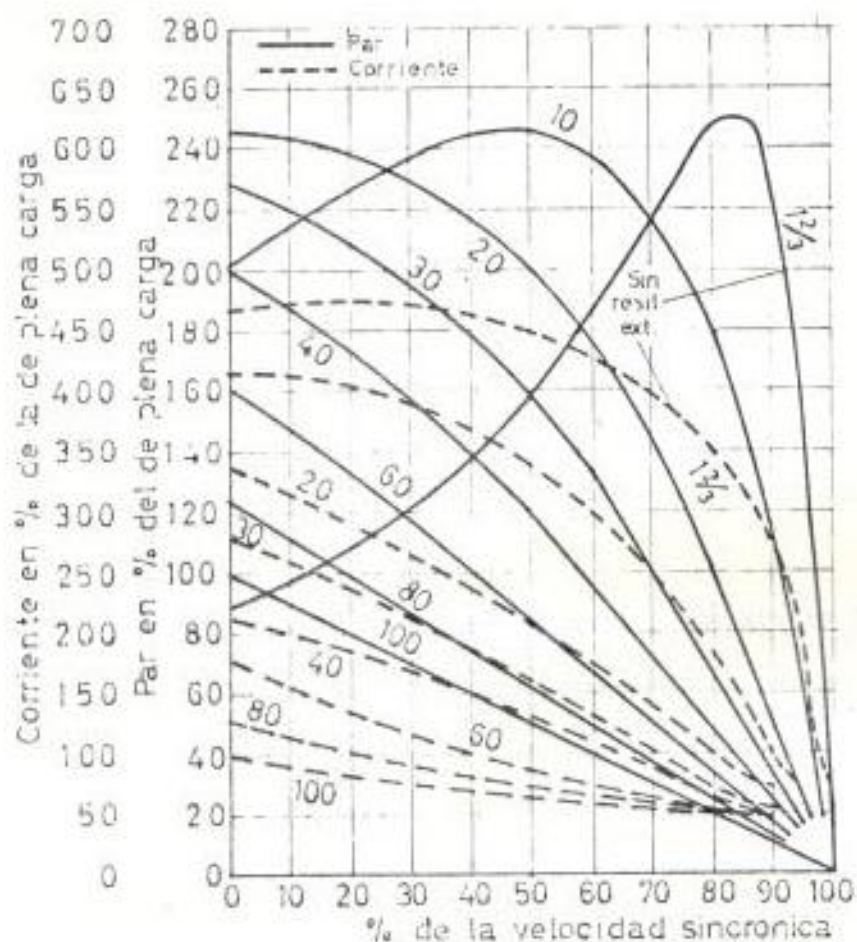
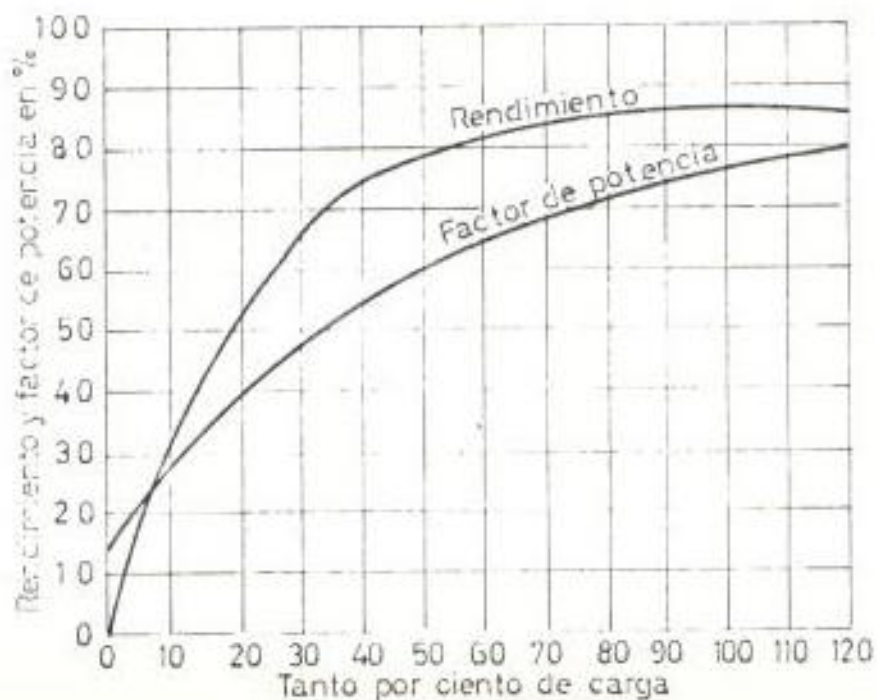


Figura No. 2

VARIACION DEL RENDIMIENTO Y DEL FACTOR DE POTENCIA CON LA CARGA EN MOTORES DE INDUCCION TIPO A



El rendimiento de este motor, incluyendo las pérdidas en la resistencia exterior, disminuye en proporción directa a la reducción de la velocidad obtenida. A pesar de estas limitaciones, hay muchas aplicaciones que requieren un accionamiento a velocidades variables y regulables, para las cuales este motor es la solución más económica.

4.6.3. Principios de operación y propiedades características

4.6.3.1. Campo giratorio y par.- El motor consiste en dos principales partes, el estator y el rotor. El circuito eléctrico y magnético del rotor, debido a su trabajo de convertir la potencia eléctrica aplicada en energía mecánica, constituye la "parte activa", en contraste con los demás componentes como el alberque del estator, bornes, cojinetes, ventilador, etc., que constituyen la "parte inactiva".

La potencia efectiva de entrada P , desde la alimentación menos las pérdidas del estator, es llevada a través de la abertura de aire donde se produce un campo rotatorio producido por el devanado del estator, al rotor donde es transformada la energía en mecánica, la cual está disponible en el eje del rotor.

El campo magnético giratorio a velocidad sincrónica (n_g),

induce en el devanado del rotor una corriente (I_2), con una velocidad que está atrasada con respecto a la velocidad sincrónica. Este atraso de velocidad del rotor es denominado deslizamiento, y es usualmente expresado en porcentaje con respecto a la velocidad sincrónica.

$$S = \frac{n_s - n}{n_s} \times 100 \text{ en } \% \text{ (porcentaje)}$$

El flujo magnético ϕ que actúa con la corriente I_2 , produce el Par T aproximadamente dado por:

$$T = K \cdot \phi \cdot I_2 \text{ (Kgm)}$$

y la potencia del campo giratorio desarrollado por el rotor:

$$P_t = \frac{T \cdot n_s}{0.974} \text{ (W)}$$

La diferencia ($P_t - P_2$) es la potencia perdida (P_e) en el devanado del motor:

De donde:

$$P_2 = P_t (1-s), \text{ y,}$$

$$P_e = P_t \cdot s$$

El torque o par (T)

$$T = \frac{P_2}{n} \cdot 0.974 \text{ (Kgm) o aproximadamente}$$

$$T = \frac{P \text{ (Wattios)}}{n \text{ (RPM)}} \times 367 \times 0.974 = \text{Kwh}$$

$$T = \frac{P_2}{n_s}$$

De donde:

P_2 = Potencia en wattios

n = Velocidad del rotor en RPM

n_s = Velocidad sincrónica en RPM

Despues de que el motor ha llegado a su velocidad plena, una condición estable se alcanza cuando la entrada al motor y la salida se balancea una con otra.

El motor de inducción se ajusta automáticamente a la carga sobre su eje, desarrollando una potencia de salida dentro de los límites de su capacidad; pero una duración de sobrecarga es limitada, reduciendose a minutos tanto en porcentaje a su corriente como par normal. El torque o par a plena carga alcanzaría hasta un valor aproximado de 1.6 veces el torque de régimen, pero generalmente es mayor de acuerdo a las características del fabricante.

El torque del motor es aproximadamente proporcional al producto del flujo magnético y a la corriente de carga del rotor. Esta relación es válida para todos los propósitos prácticos, dando un simple camino para estimar la performance de un motor con otras condiciones de operación.

4.6.3.2. Voltaje, número de fases y frecuencia.- Los voltajes normales de los motores polifásicos de corriente alterna, se indican a continuación en la tabla No. 6. Muchos sistemas de energía trabajan, sin embargo, a otros voltajes, aunque la tabla indica diferentes voltajes para el uso correspondiente.

Aunque los motores pueden construirse para potencias diferentes a los límites indicados, esto reunda generalmente en perjuicio del precio y empeora las características de funcionamiento.

Los motores generalmente están previstos para trabajar a dos voltajes, es decir que los devanados se proyectan de modo que puedan conectarse a uno de los dos voltajes, o mediante la conexión estrella-triángulo, que están en relación matemática de $\sqrt{3}$; y para poder realizarlo se prevé el número de terminales de salida para efectuar dicho cambio.

Tabla No. 6

VOLTAJES NORMALIZADOS

Voltajes	Límites recomendables en HP
110	Sin mínimo; 15 HP máximo
220	Sin mínimo; 200 HP máximo
440 y 550	Sin mínimo; 500 HP máximo
2200	40 HP mínimo; sin máximo
4000	75 HP mínimo; sin máximo
6000	400 HP mínimo; sin máximo

Con pocas excepciones, los sistemas polifásicos de distribución suministran energía trifásica, aunque existen sistemas bifásicos. Los motores bifásicos de dos devanados para funcionar a varias velocidades, son difíciles de construir, por lo que cuando se requiere un motor de este tipo, es a menudo conveniente recurrir a una transformación que permita el uso de motores trifásicos.

Con relación a la frecuencia, es normal en muchos países el uso de 60 ciclos. En Europa y sus Colonias, el uso de 50 ciclos es común, aunque existen sistemas aislados de 25 y 40 ciclos por segundo, pero siempre se ha tendido a normalizar el uso de los motores a 60 ciclos por segundo.

Algunas aplicaciones especiales, requieren de velocidades más elevadas de las que puedan obtenerse con los motores de inducción conectados a las redes comerciales, nombradas anteriormente. En estos casos pueden emplearse convertidores de frecuencia o generadores sincrónicos especiales para suministrar la frecuencia que se necesita. Las frecuencias típicas utilizadas son las de 90 (noventa), 100 (cien), 120 (ciento veinte), 150 (ciento cincuenta), y 180 (ciento ochenta) ciclos por segundo, que dan con motores de dos polos las velocidades respectivas de 5400, 6000, 7200, 9000 y 10800 RPM.

4.6.3.3. Factor de Potencia.- Cuando un motor de inducción está trabajando con carga y se la quita completamente, su corriente en el estator no cae inmediatamente a cero. El motor, al seguir rotando, toma una apreciable corriente sin carga I_n , que en motores pequeños alcanzan de un 40 a 50 %; y en los motores medianos y más grandes, del 25 al 30 % de la corriente de plena carga. Los motores de inducción de baja velocidad generalmente hablando, toman una mayor corriente sin carga que los motores de alta velocidad de la misma potencia - de régimen e igual voltaje. Figura No. 3.

De la figura deducimos que la corriente sin carga OC' - puede ser descompuesta en sus dos componentes, primero la componente de la potencia activa para las pérdidas en el hierro representadas por BC' , y una componente reactiva OB para la magnetización del núcleo en términos de la corriente magnetizante I_r .

En el diagrama vectorial correspondiente la corriente magnetizante, está atrasada 90° con respecto al voltaje aplicado. Con esto se forma la potencia reactiva sin carga - del motor, la cual no es convertida en trabajo. De donde la potencia reactiva P_r , sin carga puede ser calculada por:

$$P_r = \sqrt{3} I_r V, \text{ en (VA)}$$

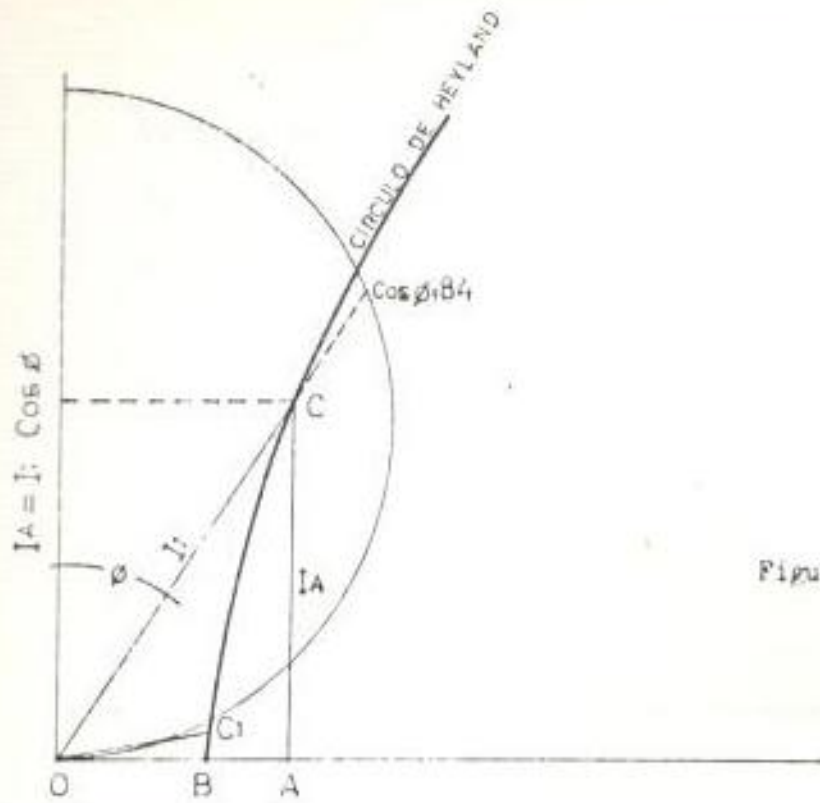
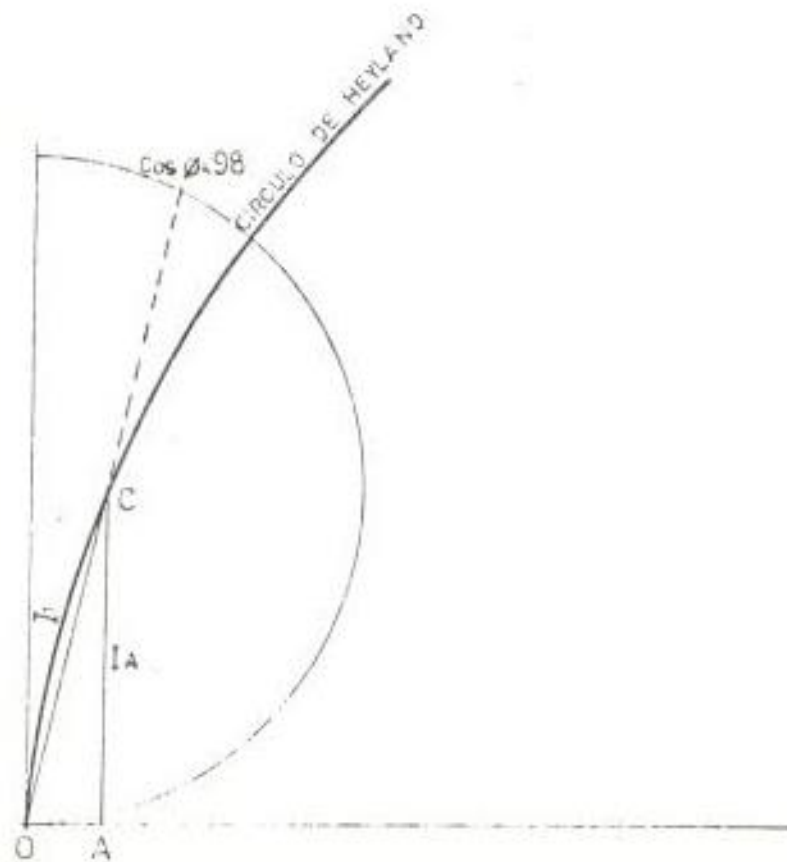


Figura No. 7

DIAGRAMA CIRCULAR CON FACTOR DE POTENCIA 0.98



Un motor con carga toma una corriente de alimentación I_a , la cual puede ser descompuesta en sus componentes activa y reactiva.

La corriente reactiva I_r , es con todo más grande que la cantidad AB de la sin carga, debido a la inductancia de dispersión producida por la distorsión del flujo.

La potencia que es transformada en potencia mecánica de salida, es proporcional al producto de voltaje y corriente activa.

$$P = VI \cos \phi$$

Es muy fácil ver que para una componente de potencia activa, la potencia aparente y la corriente total absorbida se aumentarían con el incremento de la componente de potencia reactiva. La razón de potencia activa a la potencia aparente, es el factor de potencia denominada $\cos \phi$.

$$\cos \phi = \frac{\text{Potencia activa}}{\text{Potencia aparente}} = \frac{\text{Corriente activa}}{\text{Corriente carga}}$$

En el caso de motores de 2 a 8 polos, el factor de potencia usualmente oscila entre 0.8 a 0.9.

La componente de corriente de carga, es usualmente expresada en términos de la corriente de carga y el factor de potencia; y tenemos:

$$I_a = I_l \cos \phi$$

Y la componente reactiva de la corriente de carga:

$$I_r = I_l \sin \phi$$

El factor de potencia depende de la carga y su valor de crece con la reducción de la misma. Figura No. 4.

El factor de potencia está afectado además por el número de polos y su velocidad.

4.6.3.4. Variaciones de frecuencia y voltaje.- Los motores de inducción se construyen de modo que funcionan satisfactoriamente, aunque sin cumplir las normas establecidas para el funcionamiento en las condiciones nominales, bajo las siguientes condiciones de variación en el voltaje o la frecuencia:

1. Cuando la variación del voltaje no exceda de más del 10 % del voltaje nominal.
2. Cuando la variación de frecuencia no exceda a más del 5 % de la frecuencia nominal.
3. Cuando las sumas de las variaciones de voltaje y frecuencia no sea mayor del 5 % de la nominal.

OPERACION DE UN MOTOR SIN CORRECCION DEL FACTOR DE POTENCIA.

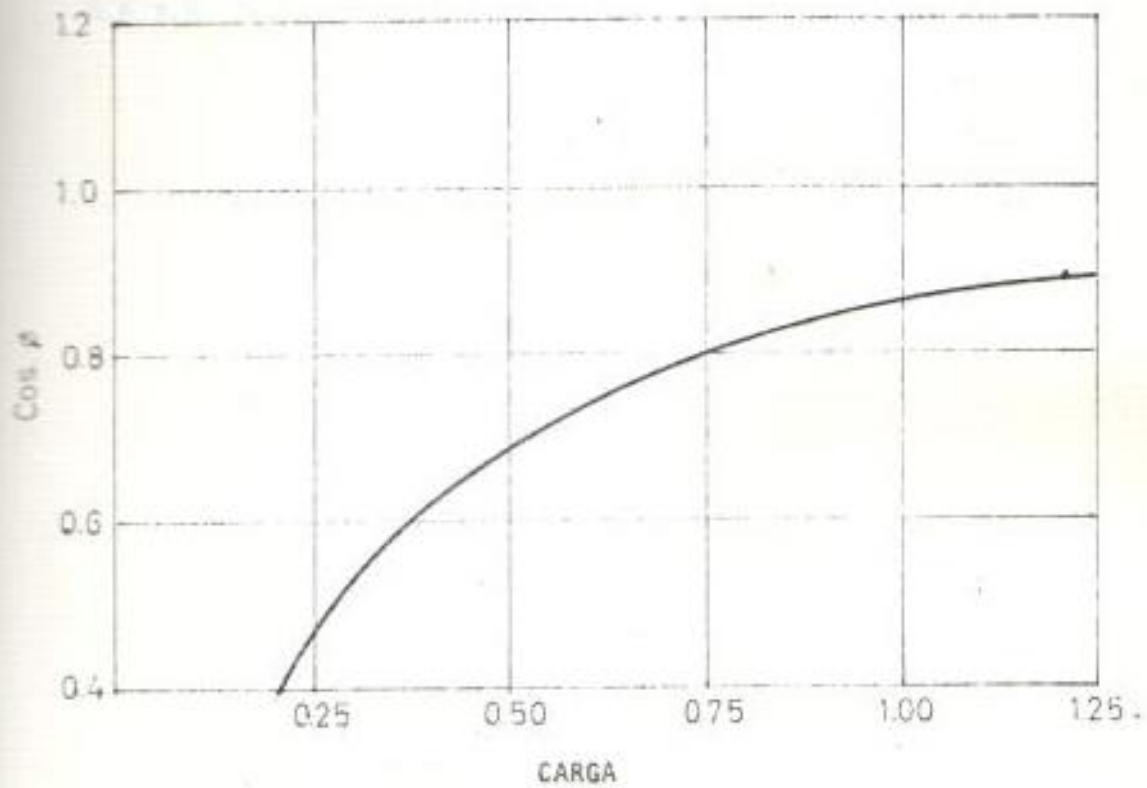
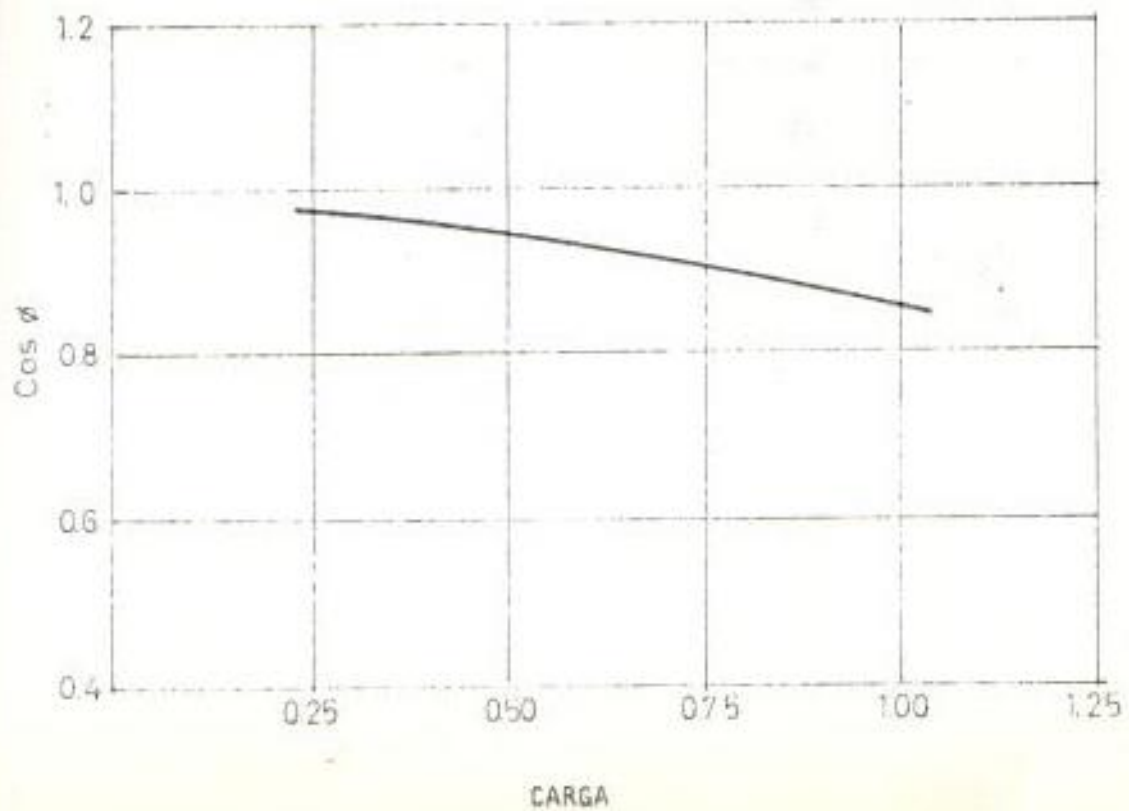


Figura No. 4

CON FACTOR DE POTENCIA CORREGIDA



Estas variaciones se indican en la Tabla Nos. 8 y 9.

4.6.3.5. Velocidad rotacional y deslizamiento.- Los motores solamente -
pueden estar diseñados para velocidades definidas, las cuales están determinadas por el número de pares de polos y la frecuencia de alimentación. Una simple relación entre ellos y la velocidad sincrónica, nos dá:

$$n_s = \frac{60 \cdot f}{p}, \text{ RPM}$$

$$f = \frac{p \cdot n_s}{60}, \text{ ciclos/seg.}$$

Los motores son construídos con un número de polos normalizado, y su cambio depende de la frecuencia de alimentación y la velocidad requerida.

En un motor a plena carga su velocidad es menor de la sin carga, dependiendo esta variación del valor del deslizamiento definido en (4.6.2.1.).

En una frecuencia común de 60 ciclos/seg., la velocidad de los motores en la práctica es de 3530, 1750 y 1140 RPM, que corresponde a 2, 4 y 6 número de polos.

Tabla No. 8

EFFECTO DE LA VARIACION DE VOLTAJE EN LAS CARACTERISTICAS DE LAS MACHINAS EN EMISION

Variación	Par de arranque y normal	Velocidad sincrónica	Deslizamiento %	Velocidad a plena carga	Rendimiento		
					A plena carga	3/4 de carga	1/2 carga
120% del voltaje	Aumenta 44 %	No cambia	Disminuye 30%	Aumenta 1.5 %	Pequeño aumento	Disminuye de 1/2 a 2 puntos	Disminuye de 7 a 20 puntos
110 % del voltaje	Aumenta 21 %	No cambia	Disminuye 17 %	Aumenta 1 %	Aumenta de 1/2 a 1 punto	No cambia practicamente	Disminuye de 1 a 2 puntos
Función del voltaje	(Voltaje) ²	Constante	$\frac{1}{(\text{Voltaje})^2}$	(Veloc. sinc. desliz.)	.....	.....	.....
90 % del voltaje	Disminuye 19 %	No cambia	Aumenta 23 %	Disminuye 1.5%	Disminuye 2 puntos	No cambia practicamente	Aumenta de 1 a 2 puntos

.../.

EFFECTO DE LA VARIACION DE VOLTAJE EN LAS CARACTERISTICAS DE LOS MOTORES DE INDUCCION

Variación	Factor de potencia			Corriente de plena carga	Corriente de arranque	Elevación de temperatura a plena carga	Capacidad de sobrecarga max.	Ruido magnético, particularmente en vacío
	A plena carga	3/4 de carga	1/2 carga					
120 % del voltaje	Disminuye de 5 a 15 puntos	Disminuye de 10 a 30 puntos	Disminuye de 15 a 40 puntos	Disminuye 11 %	Aumenta 25 %	Disminuye 5° a 60 C.	Aumenta 44 %	Aumenta notablemente
110 % del voltaje	Disminuye 3 puntos	Disminuye 4 puntos	Disminuye de 5 a 6 puntos	Disminuye 7 %	Aumenta de 10 a 12 %	Disminuye 3° a 40 C.	Aumenta 21 %	Aumenta ligeramente
Función del voltaje	.....	.....	.....	.....	Voltaje	.....	(Voltaje) ²	
90% del voltaje	Aumenta 1 punto	Aumenta de 2 a 3 puntos	Aumenta de 4 a 5 puntos	Aumenta 11 %	Disminuye de 10 a 12 %	Aumenta 6° a 70C.	Disminuye 19 %	Disminuye ligeramente

Tabla No. 9

EFFECTO DE LA VARIACION DE FRECUENCIA EN LAS CARACTERISTICAS DE MOTORES DE INDUCCION

Variación	Par de arranque y par normal	Velocidad sincrónica	Deslizamiento %	Velocidad a plena carga	Rendimiento		
					A plena carga	3/4 de carga	1/2 carga
105 % de la frecuencia	Disminuye 10 %	Aumenta 5%	No cambia prácticamente	Aumenta 5%	Aumenta ligeramente	Aumenta ligeramente	Aumenta ligeramente
Frecuencia	$\frac{1}{\text{Frecuencia}}$	Frecuencia	.....	(Veloc. sinc. deslíz.)	.....	.....	.....
95 % de la frecuencia	Aumenta 11%	Disminuye 5 %	No cambia prácticamente	Disminuye 5 %	Disminuye ligeramente	Disminuye ligeramente	Disminuye ligeramente

La diferencia real a la velocidad sincrónica es el valor correspondiente al deslizamiento.

4.6.3.6. Rendimiento.- Los motores de inducción poseen rendimientos de menos o más de acuerdo a su potencia y las velocidades correspondientes, lo cual queda demostrado según la figura No. 5, y para los diferentes tipos como en el caso del A y el B que son parecidos; mientras que los del tipo C y los motores de rotor devanado son ligeramente menores, los del tipo D, son todavía considerablemente inferiores, todos con relación a los del tipo A y B.

Los rendimientos de los motores verticales (forma de construcción), excluyendo las pérdidas adicionales en los cojinetes debido al empuje de las cargas exteriores, son aproximadamente los mismos o ligeramente menores que los de construcción horizontal.

En definitiva, el rendimiento del motor es la razón de la potencia desarrollada al eje y la potencia de alimentación. La potencia de salida de un motor, es igual a la entrada menos las pérdidas. De donde el rendimiento o eficiencia de la máquina estará dado por:

$$R = \frac{P. salida}{P. entrada} \times 100 \%$$

RENDIMIENTO DE LOS MOTORES TRIFASICOS EN JAULA DE
ARDILLA TIPO A 220-440 VOLTIOS, 60 CICLOS

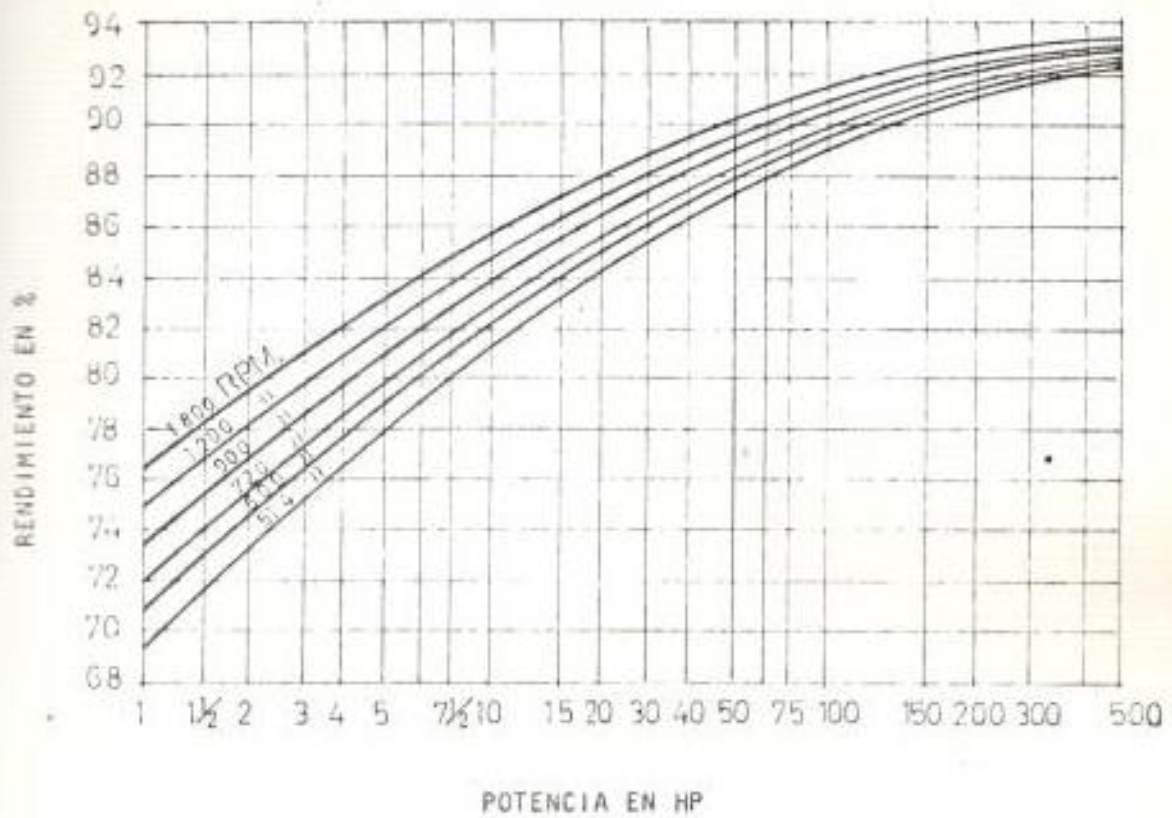
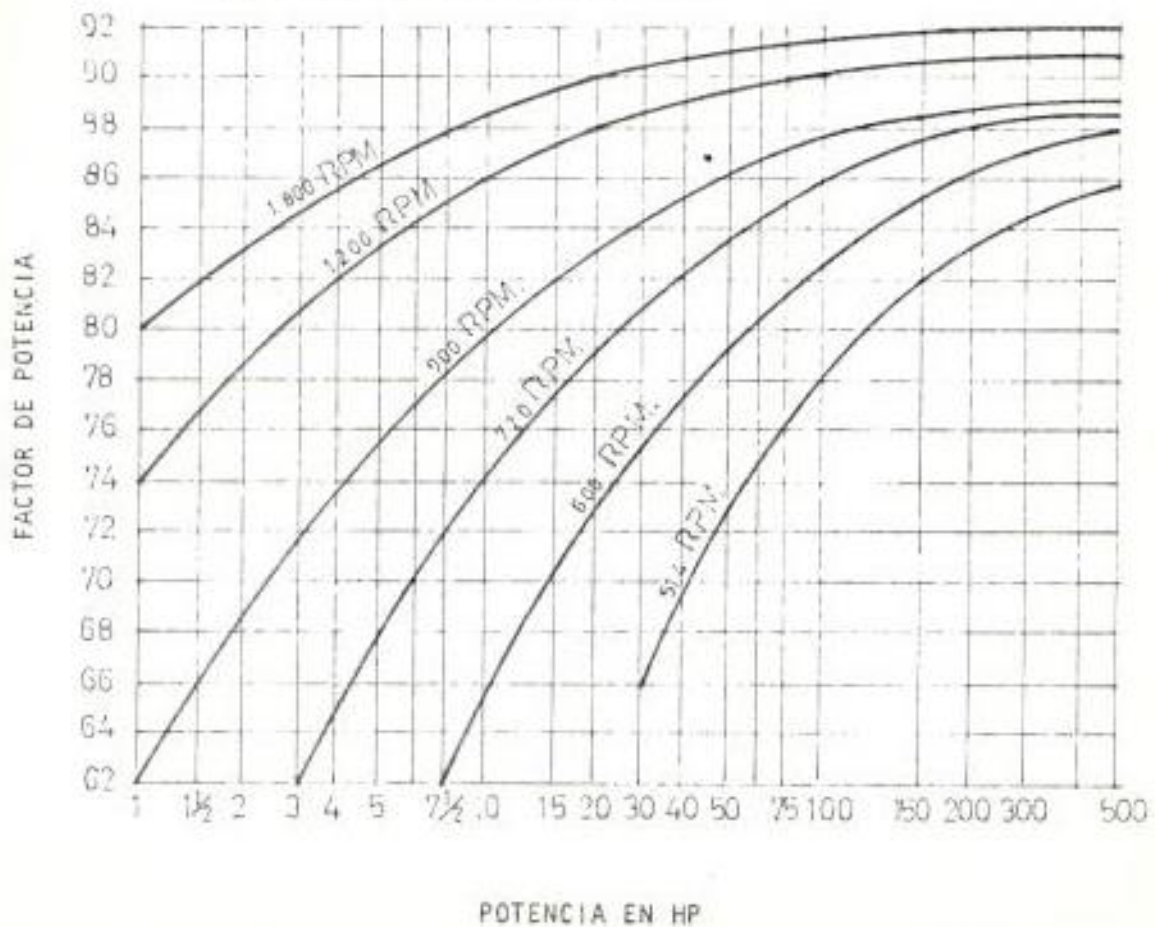


Figura No. 5

FACTOR DE POTENCIA A PLENA CARGA



La figura No. 6 nos indica las curvas de performance de un motor de 4 HP de tipo A, y en la figura No. 7 y 8 nos da los valores de eficiencia aproximada para motores de bajo voltaje y potencia de hasta 400 HP, para 4, 6 y 8 polos.

Las pérdidas correspondientes a los motores comprenden:

- a) Pérdidas del hierro
- b) Pérdidas por fricción
- c) Pérdidas del cobre en el devanado del rotor
- d) Pérdidas del cobre en el devanado del estator
- e) Pérdidas adicionales (saturación)

Los valores aproximados de estas pérdidas, nos dan más o menos de un 8 al 10% en la mayoría de los motores.

4.6.3.7. Construcción.- Los motores polifásicos de inducción, pueden estar construidos solamente por los devanados del estator y del rotor, con sus estructuras magnéticas necesarias. Por lo general, los motores de pequeñas potencias se suministran en conjunto con el mecanismo que accionan. No obstante, se suministran también en su forma normal, con un eje, dos cojinetes y las patas de apoyo que forman parte del armazón del estator. Los cojinetes soportados en las tapas

CURVAS DE PERFORMANCE MOTOR DE 4 Kw
1.800 RPM. TIPO A

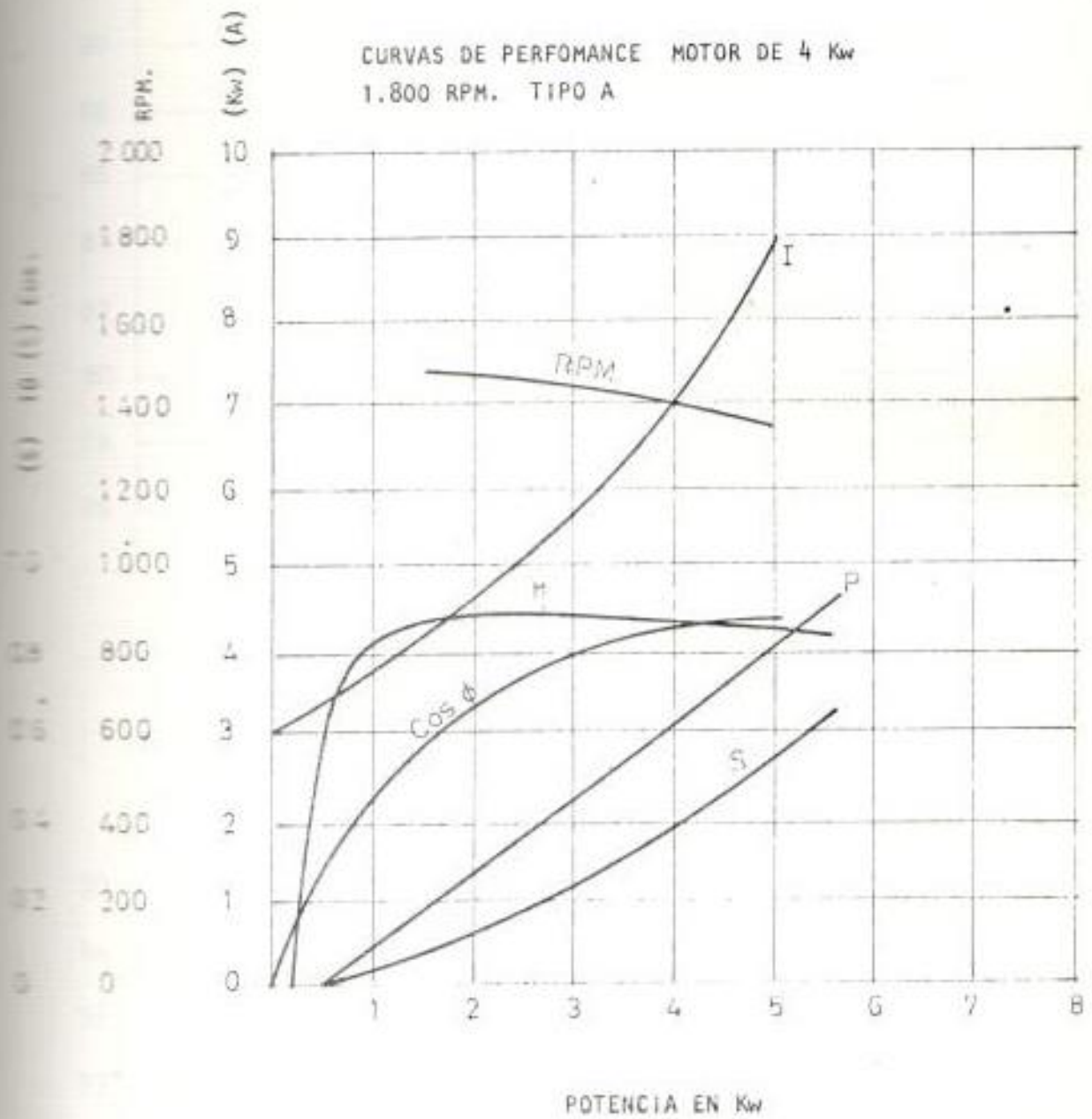


Figura No. 6

atornilladas a ambos extremos de la estructura. Los motores muy grandes se suministran a menudo con cojinetes del tipo de pedestal. En este caso debe proveerse una base que soporte el estator y los pedestales de los cojinetes, o placas de asiento individuales.

4.6.3.3. Corriente de arranque.- Para un arranque directo a la línea de alimentación del motor la corriente del mismo alcanza un pico bien alto que pude solamente ser reducido a ciertos límites. Las reducciones apreciables de la corriente inicial de arranque, tienen una influencia desfavorable sobre otros factores característicos, especialmente sobre el torque o par de salida y el factor de potencia. Con un valor dado del torque inicial de arranque, del más pequeño pico de corriente inicial en relación a la corriente de plena carga, se obtiene el más pequeño torque posible de salida.

El simplificado Diagrama Circular, en el cual las pérdidas tienen que ser despreciadas, se demuestra claramente la interdependencia existente entre estas dos cantidades del motor de inducción de diseño normal, con la no previsión especial para limitación de la corriente de arranque. Los torques bajo consideración están represen

tados con las perpendiculares AB y CD; mientras que en OE y OF está la corriente sin carga y la corriente inicial de arranque, respectivamente. Figura No. 9.

La capacidad de sobrecarga es entonces:

$$\frac{T_{\max}}{T_c} = \frac{I_a - I_c}{2I_c \cos \phi}$$

En el hecho actual la capacidad de sobrecarga, es porque las pérdidas en los devanados y el efecto del desplazamiento de corriente debido a la saturación magnética del núcleo, etc., son relativamente pequeñas.

Pero en cambio, para motores de mediana potencia, la potencia de régimen con los valores iniciales de torque de arranque igual al de plena carga, y la corriente de arranque de 3,5 veces la de plena carga, el factor es solamente 1.6.

Con la variación del factor de potencia y el torque de salida para diferentes corrientes iniciales de arranque de los motores de mediana potencia de régimen, teniendo un torque de arranque en la región de Torque a plena carga; obtendríamos que la reducción de 5.5 a 3.5 de la de plena carga, nos resultaría en un apreciable decrecimiento

DIAGRAMA CIRCULAR SIMPLIFICADO, DESPRECIANDO LAS PERDIDAS Y EFECTOS DE SATURACION

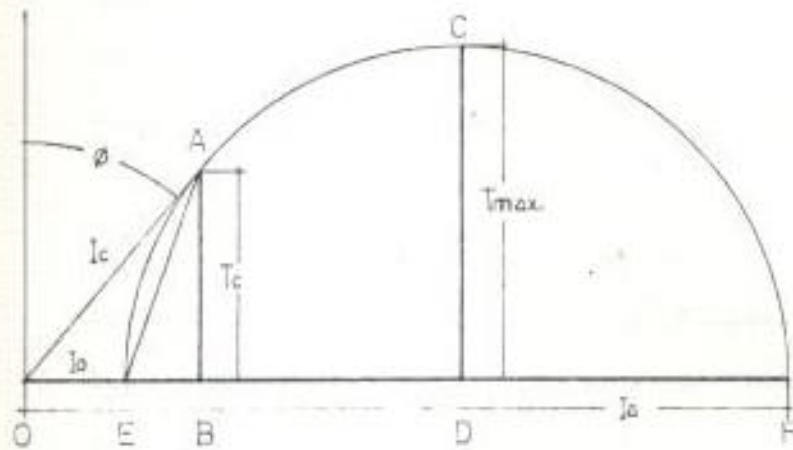
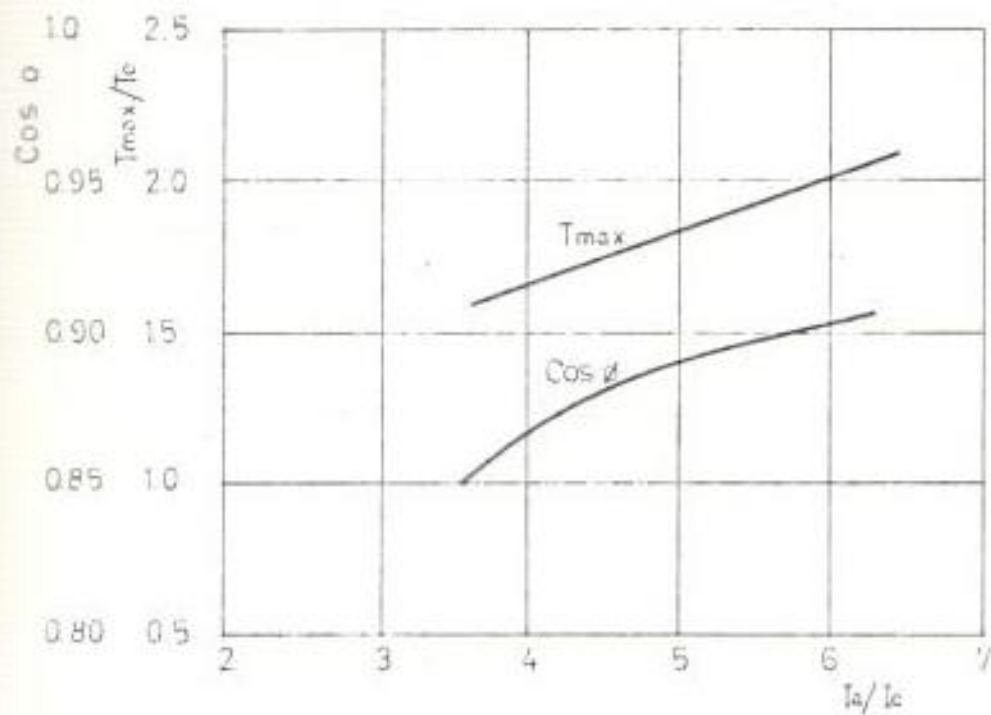


Figura No. 9

VARIACION DEL FACTOR DE POTENCIA Y DEL TORQUE



to del torque máximo y también una caída del factor de potencia considerable, que nos da la solución de no reducir la corriente de arranque a menos de 4.5 veces la corriente de plena carga, para así no disminuir la perfomance del motor para cargas continuas.

Pero si la alimentación no permite las corrientes de arranque de este orden, se ve en la obligación de usar los arrancadores o contactores estrella-triángulo o auto-transformadores.

Es más, debemos considerar que todos los valores máximos de torque de salida, están en correspondencia a la corriente inicial de arranque; depende de la magnitud del torque inicial para que un torque dado de salida - se aumente con el incremento del torque inicial requerido.

Otros factores serían iguales; el torque inicial de arranque estaría en la misma relación de uno a otro, como el cuadrado de sus respectivas corrientes.

$$T_a'' = T_a' \left(\frac{I_a''}{I_a'} \right)^2$$

La forma de la característica corriente - velocidad del

motor de inducción, varía considerablemente con su régimen. En el caso de los motores de pequeña potencia, las corrientes iniciales de arranque caen rápidamente cerca a su plena carga o valor de régimen con aumento de velocidad. Con motores de grandes corrientes, primero decrece suavemente y sólo alcanza a caer con rapidez hacia el extremo del período de aceleración.

4.6.3.9. Tolerancias.- Considerando las irregularidades en la construcción, deficiencia de materiales y la inexactitud de la fabricación y mediciones, se han admitido ciertas tolerancias respecto a los valores admisibles garantizados.

4.6.3.10 Métodos para el arranque.- Los motores de rotor devanado arrancan invariablemente aplicando la tensión de alimentación plena, pero con resistencias exteriores en el circuito secundario. Por lo regular se prevé una resistencia suficiente para dar un par de arranque del 100 %, lo que significa que absorberá de la línea una corriente del 100 %. Si se necesita un par más elevado para arrancar con carga, se colocará una resistencia exterior más reducida y la corriente absorbida será proporcionalmente mayor, y a medida que el motor va alcanzando velocidad, se pone en corto-circuito la resistencia en una ó más posiciones.

Los motores de jaula de ardilla hasta potencias nominales de 10 HP, arrancan, con raras excepciones y según el Código directamente a la línea, es decir, a pleno voltaje. Para potencias superiores se requiere del arranque a voltaje reducido.

Uno de los sistemas más generalizados es el arranque por medio del autotransformador, el cual tiene la ventaja de que la relación entre el par desarrollado por el motor y la corriente absorbida de la línea, es prácticamente la misma que en el arranque a pleno voltaje.

Tanto el par motor como la corriente absorbida por la línea (despreciando la corriente de magnetización del autotransformador), se reducen en proporción al cuadrado de la tensión aplicada al motor. La corriente magnetizante del autotransformador, generalmente no excede del 25 % de la corriente de plena carga del motor.

Normalmente el motor se acelera hasta una velocidad máxima a la de régimen, con el voltaje reducido, y después se aplica la plena tensión. Como el circuito del motor se abre, inmediatamente se vuelve a cerrar, puede producirse un golpe de corriente que algunas veces es superior a la corriente que absorbe el motor a la velocidad a la cual se realiza el cambio de tensión. Este golpe de co-

rriente es tan corto que no produce ninguna perturbación en el sistema de alimentación.

Los autotransformadores normales para el arranque, es tan provistos de tomas desde el 65% a 80% del voltaje en potencias de hasta 50 HP, con tomas desde el 50 a 80% del voltaje para potencias superiores.

Los sistemas de arranques a voltaje reducido, a base de resistencia, se usan con bastante frecuencia, pero su aplicación tiene el inconveniente de que la corriente de la línea se reduce en proporción directa al voltaje aplicado al motor, por lo que el par desarrollado se reduce en proporción al cuadrado de este voltaje.

Pero en cambio, con este método se puede obtener en forma económica, algunos tiempos de arranque, poniendo simplemente en corto-circuito las secciones de las resistencias, sin cortar el circuito al motor como sucede con el autotransformador normal. Estas características sirven para ser utilizadas donde los picos de corriente de arranque inicial no sean elevados, pero sí escalonados o aumentados gradualmente en una magnitud señalada.

Para motores de gran capacidad se utiliza el arranque a voltaje reducido por medio de reactancias, que dan los mismos resultados con resistencias. Estas reactancias de arranque, por lo general, son usadas para motores de tensiones elevadas, y el Proyecto de Código Eléctrico Ecuatoriano lo ha especificado en Equipos - Especializados.

El arranque en estrella-triángulo es el método más común utilizado, y con él se obtiene la reducción de la corriente inicial de arranque a $1/3$ de la normal. Consecuentemente esta reducción va con la del par, y se lo utiliza en motores donde el par inicial requerido no es mayor.

4.6.3.11. Control de Velocidad.- Los accionamientos con revoluciones ajustables encuentran cada día más aplicación en la industria, empleándose en primer lugar el motor asincrono trifásico, el motor trifásico en derivación con colector, la conexión Leonard y las conexiones electrónicas y magnéticas con motores de corriente continua.

La relación de revoluciones para los motores asincronos trifásicos es:

$$n = \frac{60 \cdot f}{p} (1 - s) \text{ en RPM}$$

Por lo tanto la variación de velocidad depende del número de polos p , frecuencia f , o el deslizamiento S .

- a. Por reóstatos.- Por la conexión variable de resistencia al devanado del rotor se obtienen diferentes velocidades abajo de la velocidad sincrónica.

Esta variación de velocidad depende del incremento de deslizamiento del rotor. Además acompañado de pérdidas por temperatura cuando la energía del deslizamiento es transformada en calor en el reóstato.

Con el incremento de caída de velocidad llega al punto que la velocidad depende mayormente de la carga.

Si la velocidad es controlada con el par constante, entonces la potencia que toma la alimentación es prácticamente constante a la velocidad de régimen, pero la potencia de salida varía proporcionalmente a la velocidad. La diferencia entre las dos cantidades es la pérdida por calor que aparece en el circuito del rotor.

Para control de velocidad a par constante, la eficiencia varía muy cerca proporcionalmente a:

$$\eta_2 = \eta_1 \frac{n_2}{n_1}$$

Las figuras Nos. 10 y 11 demuestran las variaciones permisibles y las pérdidas; y para obtener un mejor rendimiento debemos tratar de que las pérdidas por calor sean conocidas (L). Y la podemos calcular por:

$$L = (s - s_r) P_r \text{ en (Kw.)}$$

En donde:

s = deslizamiento

s_r = régimen de deslizamiento a la potencia P_r

P_r = salida en el rotor, (campo rotatorio, potencia aproximada, potencia de salida de régimen y a torque de sarrollado a la velocidad adquirida).

La potencia del campo rotatorio es independiente del deslizamiento. La división de la potencia de entrada y salida en el eje del rotor y las pérdidas eléctricas del rotor es determinada por el deslizamiento.

VALORES PERMISIBLES DE VARIACION

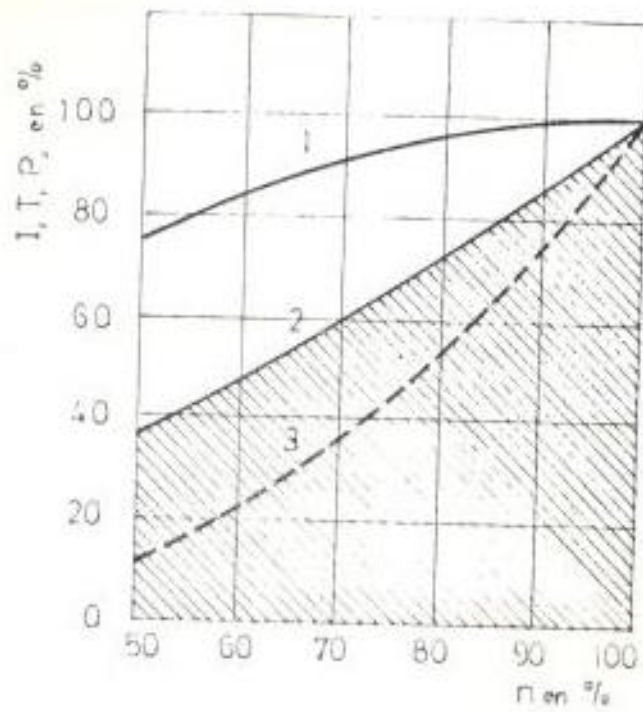


Figura No. 10

- 1 Corriente del rotor, torque
- 2 Potencia de salida
- 3 Demanda de potencia con un torque decreciendo como el cuadrado de la velocidad

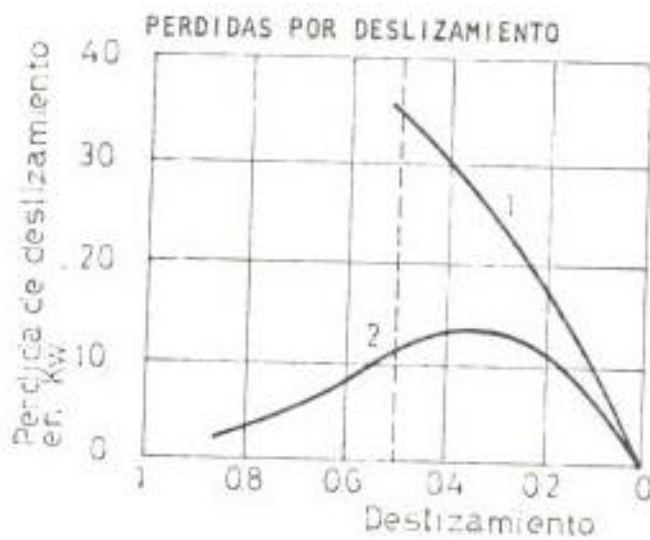


Figura No. 11

- 1 Con torque decreciendo
- 2 Con torque cayendo con el cuadrado de la velocidad

b. Por cambio de polos.- Un motor puede ser construído para rotar a 4 diferentes velocidades; sin embargo el cambio de una a otra puede ser muy abrupto. Pero con el cambio de número de pares de polos, es muy simple y económico para los motores de inducción, sin necesitar tableros adicionales para el control. Las siguientes conexiones de devanados para el cambio de polos son los principales:

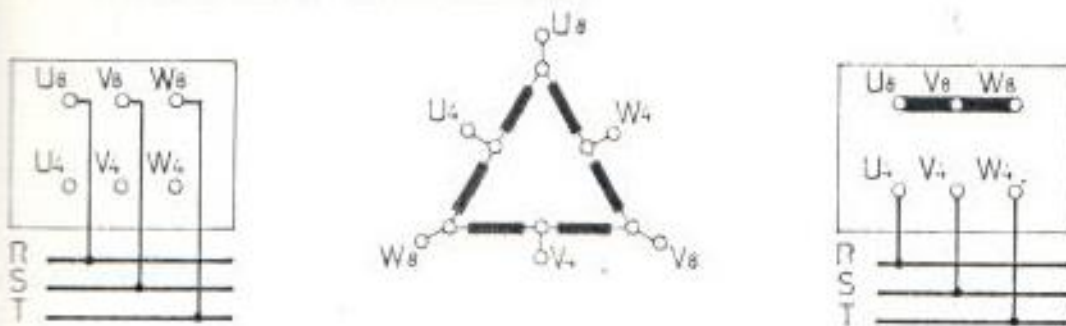
1. Devanado del estator en conexión Dahlander's delta/doble estrella, relación de pares de polos 1:2.
2. Dos devanados separados normales para dos velocidades diferentes.
3. Un devanado con conexión Dahlander's y uno normal, tres velocidades.
4. Dos devanados en conexión Dahlander (Δ/YY) conectados, para 4 velocidades.

El arranque de los mismos es en general en forma directa. Figura No. 12, Tabla No. 10.

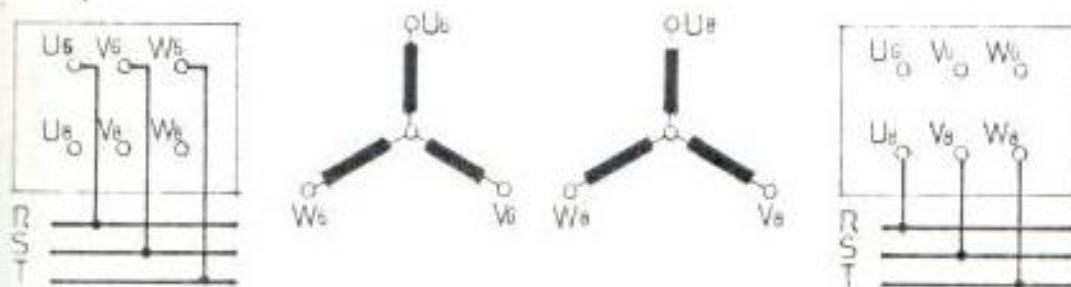
c. Cambio de frecuencia.- Un método adicional y práctico para el cambio de velocidades variando la frecuencia del estator.

SISTEMAS DE CONEXION DAHLANDER

- a) 1 Devanado, 2 velocidades, 8/4 polos, 6 terminales, sistema normal Δ/YY Dahlander



- b) 2 Devanados, 2 velocidades, 8/6 polos, 6 terminales, cada devanado en estrella



- c) Devanados, 3 velocidades, 8/6/4 polos, 9 terminales, conexión Dahlander y estrella $\Delta/YY-Y$

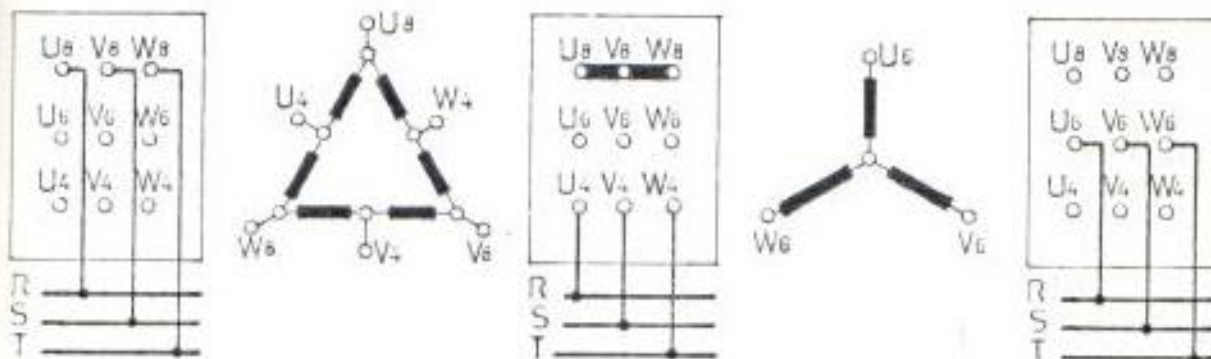


Figura No. 12

Tabla No. 40

CONEXIONES DAILANDER

Número de polos	Velocidad sincrónica	Número de devanados	Número de terminales
4/2 8/4 12/6	1800/3600 900/1800 600/1200	1 1 1	6 6 6
6/4 8/6 12/4 12/8	1200/1800 900/1200 600/1800 600/ 900	2 2 2 2	6 6 6 6
8/6/4 12/6/4 12/8/4 12/8/6	900/1200/1800 600/1200/1800 600/900/1800 600/900/1200	2 2 2 2	9 9 9 9
12/8/6/4	600/900/1200/1800	2	12

Con este método el control de velocidad se mantie
ne el par constante, la alimentación del voltaje
puede ser variada en la relación de frecuencia.

Para obtener una alimentación a diferente frecuen.
cia, el generador de corriente alterna sincróni-
co, el cambiador asincronico de frecuencia y el
cambiador de frecuencia separadamente exitados,
pueden ser utilizados.

4.7. Motores de Corriente Continua

- 4.7.1. General.- Es, sin excepción, de ejecución propia
especial de polos salientes. Tiene una
culata magnética de estator, a la cual van adosa
dos los polos principales salientes con el devana
do de excitación y los polos auxiliares cuyo de-
vanado va colocado en serie con el inducido. En -
los motores en derivación, la corriente del induc-
tor es independiente del inducido.

En el motor en serie, la corriente del inductor o circuito de excitación va en serie con la corriente de las escobillas del inducido. Si el motor es del tipo Compound, en él irán unidas las dos clases de excitación.

4.7.2. Momento de Giro.- Si el principal flujo magnético - por polo es ϕ , y la corriente que atraviesa el devanado del inducido a través del colector es I_A , el producto de ambas magnitudes produce un factor que será proporcional al momento de giro M ; es decir:

$$M = \left(0.974 \cdot Z \frac{2_p}{2_a} \frac{1}{60} \right) \phi \cdot I_A = c \cdot \phi \cdot I_A \text{ en Kgfm.}$$

Z = Número total de conductores del inducido.

2_p = Número de polos

2_a = Número de circuitos paralelos del devanado del inducido.

ϕ = Flujo magnético por polo en Weber.

I_A = Corriente del inducido.

c = Constante de la máquina.

La corriente de los conductores del inducido cambian de sentido cuando pasan las delgas correspondientes a la altura de las escobillas. En este proceso llamado de conmutación pueden aparecer las siguientes influencias:

- a. El campo transversal del inducido que en las espiras en corto por las escobillas produce una gran corriente de corto-circuito, que en el principio del proceso hasta podría cambiar la disminución de la corriente del inducido en lo contrario. En todas las máquinas, las más pequeñas o motores muy antiguos, existen hoy los ya citados polos auxiliares, los cuales en motores muy utilizados, son completados por arrollamientos de compensación en las ranuras de los arcos polares principales. Bajo su influencia, el campo transversal del inducido, por lo menos en la zona de los conductores de conmutación, no solamente es extinguido, sino que se forma hasta un campo de conmutación que es proporcional a la corriente del inducido. Este se cuida de la correcta conmutación dependiendo de la velocidad y anchura de las escobillas.

En las máquinas poco abundantes, que carecen de polos auxiliares, han de desplazarse algo las escobillas en la llamada zona neutra, contrariamente al sentido de giro del inducido para llegar a una conmutación suficiente de la corriente.

- b. Las variaciones súbitas de corriente del inducido, especialmente las originadas cuando se desconecta la má-

quina, si ésta posee núcleos macizos en los polos auxiliares, además de soportes metálicos cerrados para las bobinas, producen un retardo en el campo compensador, respecto a la corriente del inducido. En este caso, al conectar el motor, el campo auxiliar es demasiado débil y, al desconectarlo, demasiado fuerte. Las máquinas que se construyen en la actualidad para servicios de gran variación, se equipan con polos auxiliares de chapa magnética y libres de anillos en corto.

La corriente de carga I_A afecta directamente la velocidad, pues provoca una caída de tensión debida a las resistencias ohmicas del arrollamiento del inducido, de los polos auxiliares, de los devanados en serie, y de compensación. Además de estas caídas existen la de las escobillas y la caída en el circuito exterior. - En el caso de que la caída en las escobillas sea despreciable y se tiene la tensión de la máquina V , el número de revoluciones con carga estará dado por:

$$n = V - \frac{I_A R_A}{c \cdot \mathcal{D}}, \text{ siendo } R_A = \text{resistencia interior del inducido}$$

La velocidad en vacío:

$$n_0 = \frac{V}{c \cdot \mathcal{D}_0}, \text{ siendo } \mathcal{D}_0 = \text{flujo de la máquina en vacío}$$

4.7.3. Tipos de motores

4.7.3.1. Motor en derivación.- Como consecuencia de la invaria
bilidad de la corriente de exci
tación, el flujo de este motor cuya conexión se indica
en la figura No. 13, es aproximadamente constante, y,
por tanto el momento de giro es proporcional a la corrien
te del inducido, bajando la velocidad linealmente al au
mentar la corriente. Figura No. 14. En realidad el in
ducido con corriente de este motor, producirá un efecto
mayor o menor sobre el campo principal, sobre todo en
las máquinas no compensadas. Colocando las escobillas
en la zona neutra, se disminuirá el campo cuadráticamente
con la corriente, que hará el efecto de una curva as
cendente de momentos de giro -velocidades al sobrecar-
gar la máquina en sentido ascendente. Si el motor en
derivación es impulsado por el lado de carga, como pasa
por ejemplo, en los servicios para grúas al bajar la -
carga, se producen aumentos de velocidades; y despues -
de pasar por la velocidad de vacío, se comportará como
un generador, circunstancia que se aprovechará para pro-
ducir el efecto de frenado.

4.7.3.2. Devanado de compensación.- La debilitación del campo -
por efecto de la corriente
del inducido, se podrá evitar equipando la máquina con

MOTOR EN DERIVACION

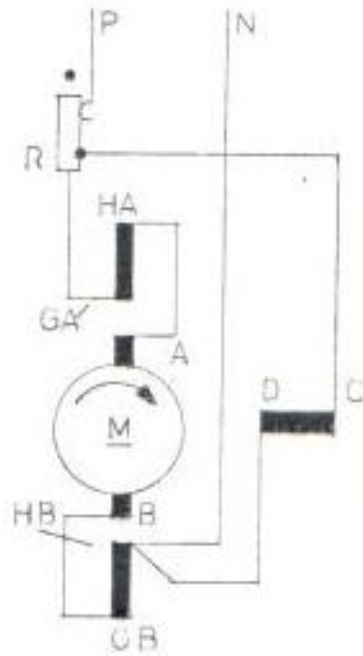


Figura No. 13

CURVA DE VELOCIDAD, CORRIENTE Y POTENCIA DE UN MOTOR EN DERIVACION, CON RELACION AL MOMENTO DE GIRO

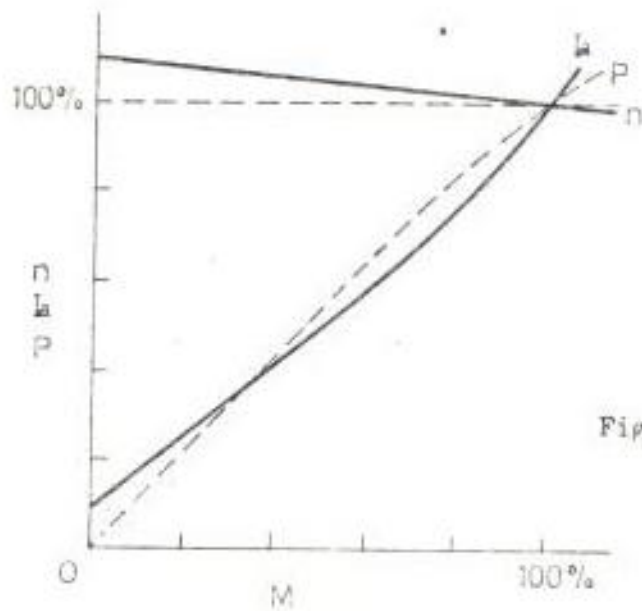


Figura No. 14

un devanado de compensación que simultáneamente mejora la conmutación, aunque la hace más costosa. Por motivos económicos sólo se tendrá en cuenta este devanado en las máquinas que trabajen a grandes sobrecargas, ve locidades variables o en servicios de regulación por de bilitación del campo. Sin embargo con este devanado se evita por completo la disposición del campo. .

4.7.3.3. Motor en serie.- En este tipo, la corriente del induci do sirve al mismo tiempo para la exci tación de los polos principales. Figura No. 15.

En la zona sin saturación del hierro, el flujo será siem pre proporcional a la corriente, pero en la zona de satu ración ya no será igual. El momento de giro sube al co- mienzo cuadráticamente; y en la zona de saturación apro- ximadamente lineal con la corriente.

La corriente absorbida al comienzo, será la correspondien- te a la raíz cuadrada del valor del momento de giro y es, por lo tanto, más grande que en los motores en derivación, pero la velocidad de servicio con poca carga será mucho - mayor por la debilitación del campo.

El comportamiento típico según las curvas de velocidad - momento de giro, nos indica el peligro que la máquina em

MOTOR EN SERIE CON DEVANADO AUXILIAR

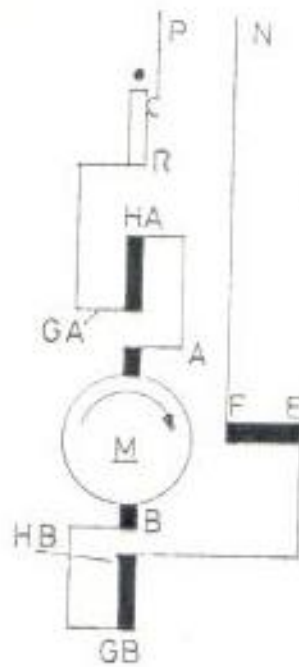


Figura No. 15

VELOCIDAD, CORRIENTE Y POTENCIA DE UN MOTOR SERIE

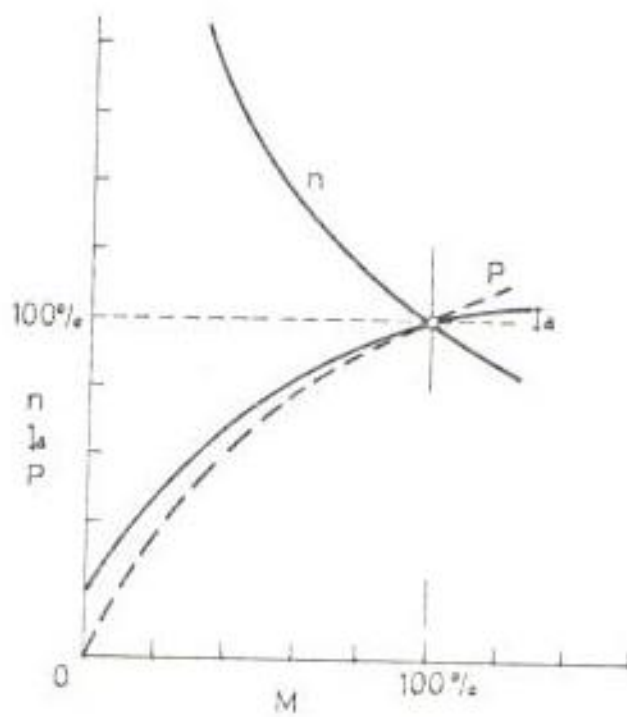


Figura No. 16

bale sin carga, cosa que hay que evitar. En el caso de que tenga que trabajar frenada, deberá hacerlo por resistencias, con el fin de invertir el sentido de la corriente entre el inducido y el devanado inductor, siempre que el sentido de giro no varíe. Figura No. 16.

4.7.3.4. Motor en serie-derivación.- Es el componente de los dos anteriores. La excitación repartida poseerá las características deseadas de cada una de las excitaciones individuales. Figura No. 17.

Para que la velocidad de la máquina sea estable, el devanado en serie se conectará sólo para reforzar el campo. Para ello hay que tomar en cuenta la conexión a fin de que no cambie el sentido de giro. La velocidad disminuirá al aumentar la carga; sin embargo la marcha en vacío tendrá límite.

4.7.3.5. Motores fraccionales.- El número de polos por lo regular es 2, y generalmente no posee ni polos auxiliares ni devanados de compensación. El efecto del inducido sobre el campo exterior, se reduce por la gran saturación de los dientes y por el entrehierro relativamente grande. La velocidad depende de la carga, pero su momento al arranque es alto. Figura No. 18.

MOTOR SERIE DERIVACION

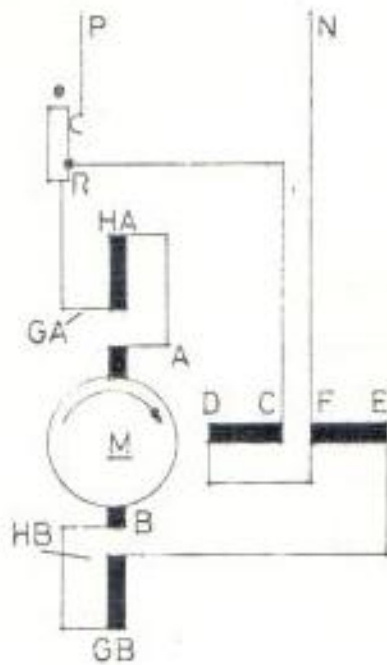


Figura No. 17

CURVAS DE VELOCIDAD-MOMENTO DE GIRO PARA PEQUEÑOS MOTORES DE CORRIENTE CONTINUA

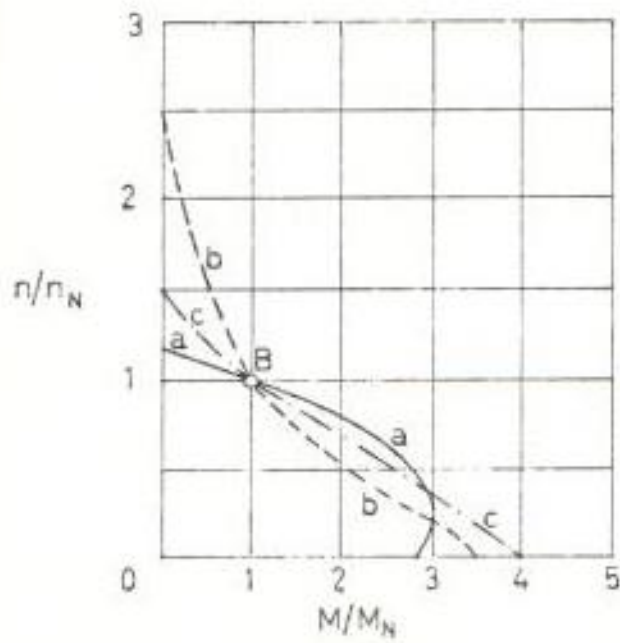


Figura No. 18

4.7.3.6. Método de Arranque.- Los motores sincrónicos se po
nen en marcha, generalmente con
el circuito de excitación cerrado a través de una re
sistencia adecuada. Se hace así, tanto para mantener
a un nivel bajo el elevado voltaje inducido, que de
otra forma aparecería en los bornes del inductor, co-
mo para aprovechar el par producido por la corriente •
inducida en el devanado inductor, especialmente a ele
vadas velocidades. El par desarrollado por un motor
determinado, depende en gran parte de la resistencia
intercalada en el circuito de excitación durante el
arranque.

Para la puesta en marcha de los motores son muy utili
zados los métodos siguientes:

1. El arranque directo, que consiste en cerrar el in
terruptor principal con la excitación cerrada en
la forma indicada anteriormente y, cuando la velo
cidad ha cesado de aumentar, se aplica la excita
ción de corriente continua y se desconecta la re
sistencia exterior del circuito de excitación.
2. El arranque a voltaje reducido, que es lo mismo que
el anterior, excepto en que primero se aplica un vol
taje reducido por medio de un transformador (auto-

transformador) empleándose el pleno voltaje cuando el motor haya alcanzado la máxima velocidad posible con voltaje reducido.

3. El arranque por reactancia, que es el mismo que el arranque a tensión reducida, excepto en que la reducción de voltaje se obtiene con una reactancia en serie con el inducido en vez del transformador. Para un mismo par motor se necesita más corriente de la línea en la primera etapa que si se usa un transformador, pero tiene la ventaja de no interrumpir el circuito en el momento de hacerse el paso a la plena tensión; este paso se hace simplemente poniendo en cortocircuito la reactancia.
4. A veces se emplea una variante del método indicado en el numeral 2, en el cual el cambio de una conexión del transformador a la siguiente, se hace por medio de reactancias y resistencias a fin de no interrumpir el circuito durante el cambio.
5. El método Korndorfer, que se empieza conectando el motor a las derivaciones adecuadas del auto-transformador y luego se pone en marcha conectando el autotransformador y dejando que el motor gire en serie con las secciones del bobinado del autotransformador y cerrando después en cortocircuito estas

secciones. La objeción que puede hacerse a este procedimiento, es que la reactancia de las secciones del autotransformador, dejada en el circuito durante el paso a plena tensión, puede ser tan grande, que es poco lo que se gana respecto al método de arranque simple con voltaje reducido.

6. El arranque con una parte del devanado, requiere un motor cuyos devanados inducidos estén dispuestos para adaptarse al esquema adoptado. La disposición más sencilla consiste en construir el devanado del inducido con dos circuitos, uno de los cuales se usa para arrancar el motor, mientras el otro permanece desconectado. El segundo circuito se conecta cuando el motor ha alcanzado la máxima velocidad con un solo circuito. Algunas veces se usan varios circuitos y diversas combinaciones con reactancias para conseguir varias etapas adicionales.

4.7.3.7. Variaciones de velocidades y aplicaciones.- La industria exige frecuentemente accionamientos con velocidades regulables, que no puede ser realizada por los motores de corriente alterna trifásica; entonces el motor de c.c., con devanado en derivación es el más adecuado, ya que

su velocidad no tiene mayor dependencia de la carga. Pero por lo general se tiene a disposición sólo una red trifásica, de modo que la corriente continua, tiene que obtenerse por transformación. Esta transformación la efectúa el mando Leonard por medio de convertidores, de rectificadores de vapor de mercurio, por semi-conductores y diodos controlados.

En la conexión Leonard, figura No. 19, el motor con devanado en derivación excitado independientemente de la máquina de excitación, es alimentado por el generador del convertidor. Por la variación de la excitación del campo del generador, la tensión del inducido se aumenta en uno u otro sentido, de cero hasta el valor máximo, a lo que sigue el número de revoluciones del motor a maniobrar.

Las curvas de revoluciones indicadas, figura No. 20, demuestran las ventajas de estas variaciones pequeñas de reducida dependencia de la carga, siendo el margen bien amplio que domina el servicio de los cuatro cuadrantes.

El límite inferior del margen de revoluciones para el mando normal Leonard, es aproximadamente del 5 al 7 % de las revoluciones nominales. A revoluciones más ba

CONEXION LEONARD PARA LA MANIOBRA DE MOTORES DE
CORRIENTE CONTINUA

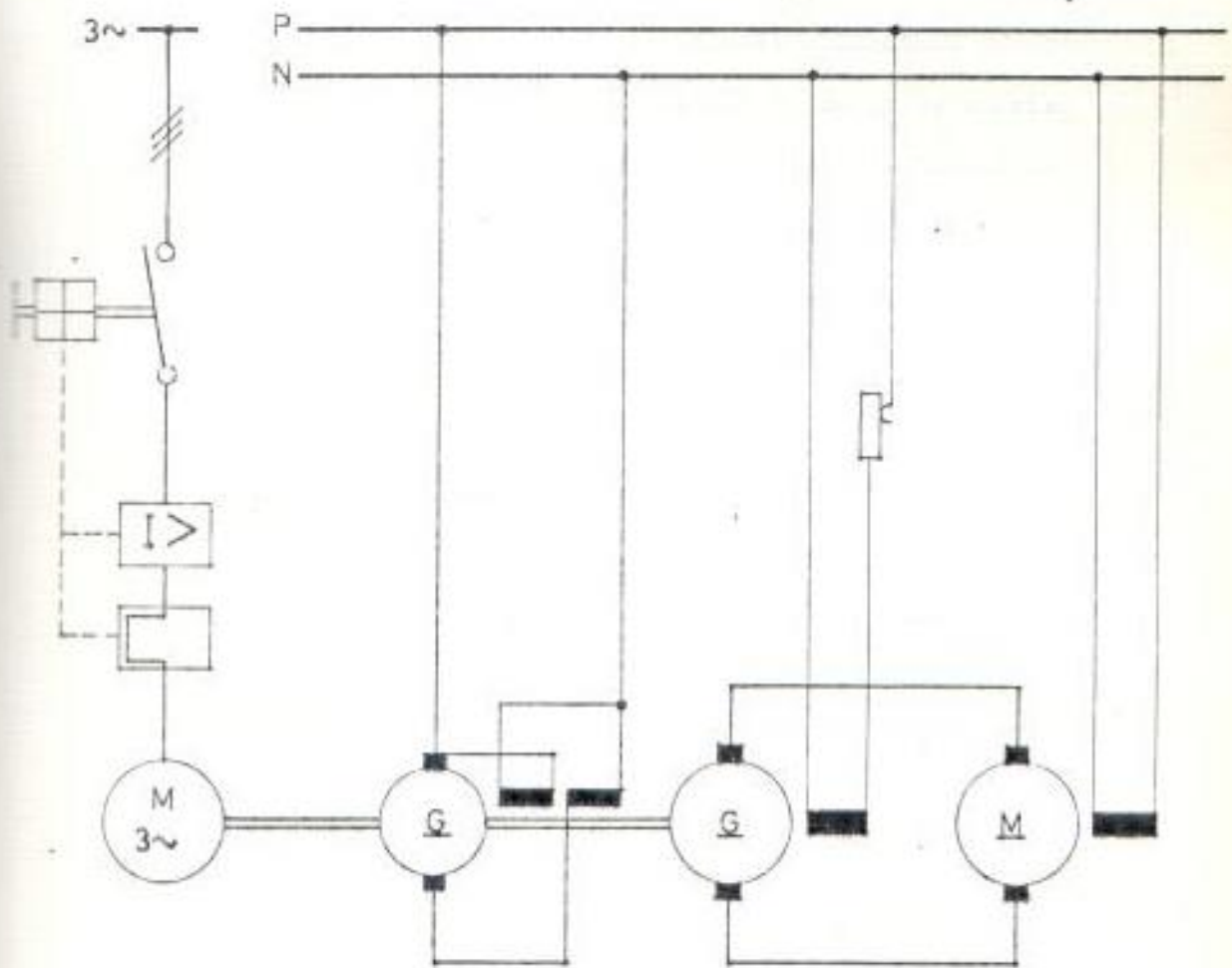


Figura No. 19

jas habrá que compensar la caída de tensión del inducido en los cables de conexión, así como reducir la remanencia. Finalmente hay conexiones especiales que permiten un margen de proporción de revoluciones de 1:100 y más. Además tienen grandes ventajas las masas de inercia del convertidor como acumulador mecánico.

En el caso de una conexión adicional y conexión opuesta, figura No. 21, se suministrará al motor de corriente continua a maniobrar por el generador de la unidad reguladora, una tensión de inducido variable en un sentido o en otro. La condición principal es una red de corriente continua que alimenta el motor de accionamiento. En el circuito del inducido de este motor se encuentra el generador G, que está accionado con revoluciones constantes por el motor de la unidad de maniobra. Si el generador no está excitado, entonces el motor de accionamiento recibe la tensión plena de la red (revoluciones del motor de accionamiento 50 %). Si el generador es excitado a través de la resistencia de mando en un sentido u otro, suministra en un sentido a plena excitación, una tensión contraria que compensa la tensión de red en el motor (número de revoluciones del motor de accionamiento cero), en el otro sentido, una tensión adicional, de manera que la tensión del motor aumentará al doble valor de la tensión de la red (revo-

CONEXION ADICIONAL Y CONEXION OPUESTA

- 1 Resistencia de maniobra
- 2 Unidad de Mando
- 3 Motor

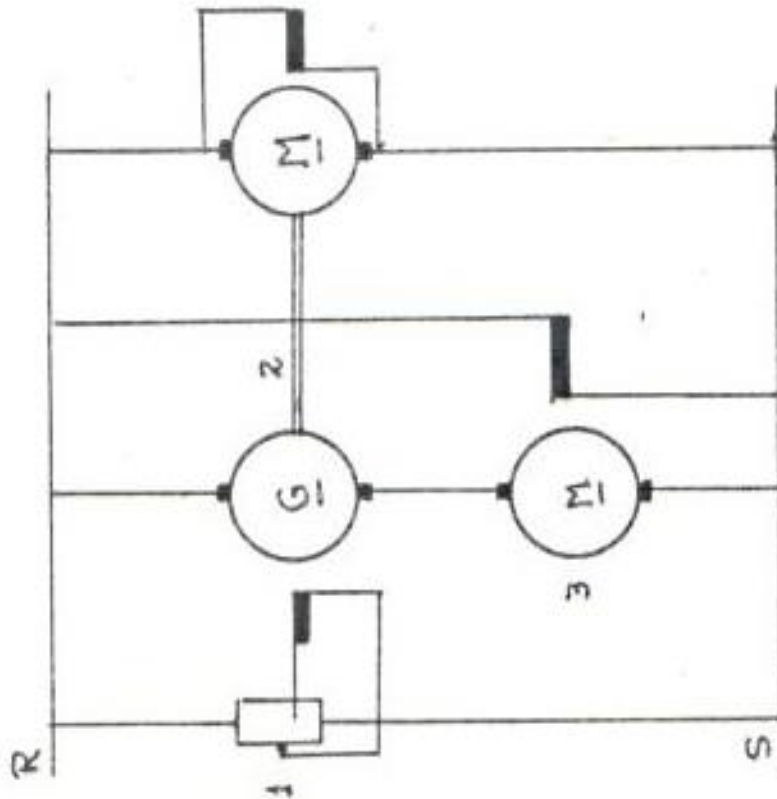


Figura No. 20

CARACTERISTICAS DEL PAR DE GIRO EN FUNCION DE LAS REVOLUCIONES DE LA CONEXION LEONARD

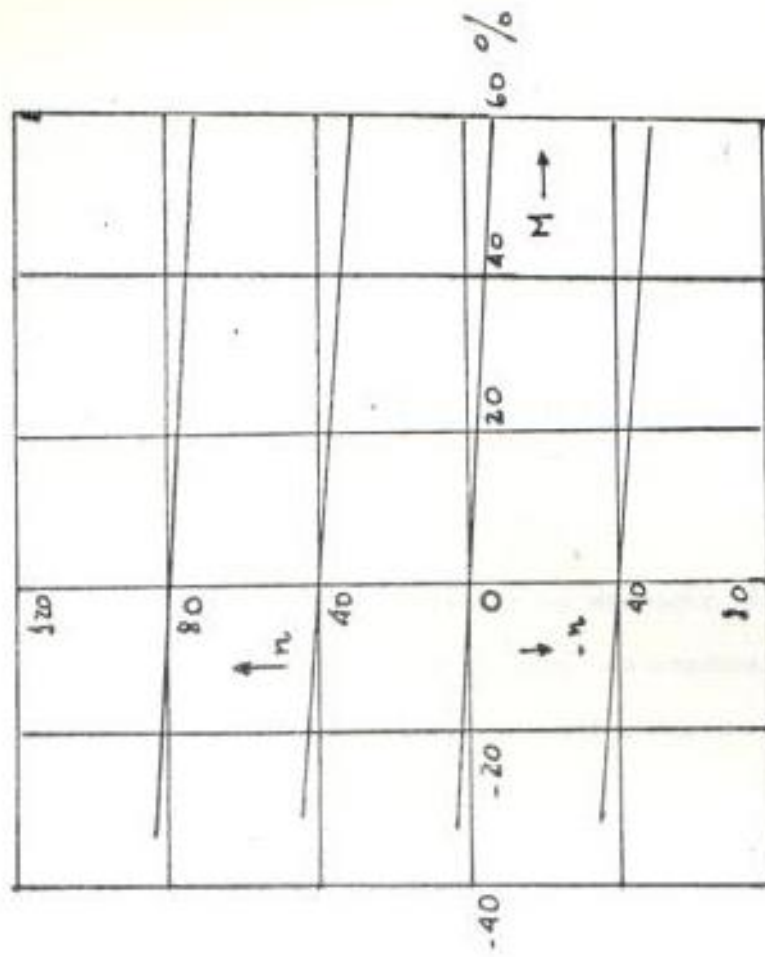


Figura No. 21

luciones del motor de accionamiento 100%). Tambien se puede ajustar cualquier valor intermedio de revoluciones. Esta conexión coincide con el mando Leonard en la característica de revoluciones, pero las máquinas de la unidad de mando tienen la mitad de las dimensiones de aquellas.

En muchos accionamientos es importante un arranque rápido y libre de choques, esto se exige para excavadoras, ascensores rápidos, grandes grúas. En estos casos se emplea la máquina amortiguadora.

5. CONTROLES

5.1. Clasificación General.- La diversificación en el uso del motor engendra la de los controles, pero podemos decir que son los instrumentos que vigilan el normal funcionamiento de los mismos y se clasifican en: Seccionadores, Contactores, Arrancadores, Reguladores de velocidad, etc.

5.2. El contactor y sus aplicaciones.-

5.2.1. Definición.- Es un interruptor de corriente, cuyas operaciones de cierre y apertura se realizan de forma no manual, mediante un mecanismo capaz de establecer, soportar e interrumpir corrientes en las condiciones normales de un circuito, incluso en condiciones normales de sobrecarga.

5.2.2. Clasificación.-

a. Contactor electromagnético.- Es el que sus elementos móviles abandonan el estado de reposo, cuando se acciona eléctricamente un electroimán que actúa sobre el mecanismo de cierre.

- b. Contactor Neumático.- Igual que el anterior, con la diferencia de que el accionamiento es por aire comprimido.
- c. Contactor electroneumático.- El accionamiento es por aire comprimido, impulsado por electro-válvulas.
- d. Contactor térmico.- El accionamiento es manual.

5.2.3. Usos y Ventajas.- El contactor es un aparato de suma utilidad en maniobras de cierre y apertura de circuitos. Entre las numerosas ventajas que pueden obtenerse del empleo de contactores en lugar de aparatos de maniobra accionados manualmente, cabe citar las siguientes:

- a. El ahorro de tiempo y espacio. Cuando han de maniobrarse corrientes elevadas los aparatos manuales pueden limitarse al gobierno de la bobina del contactor.
- b. Donde haya muchas funciones a realizar, o cuando una maniobra se repite muchas veces por hora, se obtendrá un importante ahorro de tiempo si se emplean los contactores. Los aparatos de control pueden disponerse en forma tal que el operador simplemente tendrá que accionar un pulsador y los contactores realizarán automáticamente la sucesión adecuada de maniobras.

- c. Los contactores aumentan la seguridad de una instalación, pues las grandes corrientes pueden maniobrar se mediante el contactor en lugares alejados del operador.

- d. El ahorro de espacio, a menudo de gran importancia, junto a la máquina accionada por el motor. Con el empleo de contactores el equipo puede montarse en un punto distante.

- e. La posibilidad de controlar un motor desde numerosos puntos diferentes.

- f. El control de dispositivos tales como bombas y compresores que han de ponerse en marcha y pararse automáticamente por medio de interruptores de flotador, termostatos, presostatos, etc., se simplifica considerablemente con el empleo de contactores. Es evidente - que los equipos piloto de esta naturaleza como también los de otros muchos tipos, son de potencia y tamaños - limitados, por lo que sería muy difícil destinarlos a maniobrar directamente la fuerte corriente de los motores.

- g. El arranque automático de un motor se realiza fácilmente por medio de contactores.

- i. El control automático mediante contactores conduce a un ahorro en el costo de los conductores si el punto de maniobra se halla a cierta distancia del motor y del aparato de control. Con aparatos de control manuales es preciso tener hilos de gran sección hasta el puesto de mando, mientras que con el empleo de contactores sólo se precisan conductores para los circuitos de mando y por tanto de reducida sección.

5.3. Arranque de motores de inducción

5.3.1. Motores de rotor en cortocircuito.-

- a. Arranque directo a plena tensión.- Es el procedimiento más simple obtenido en un solo tiempo por acoplamiento directo a la línea. El motor arranca con su corriente de pico característica. El par de arranque obtenido, sobre todo en los motores de doble jaula de ardilla, es siempre superior al par nominal y permite el arranque rápido de una máquina a plena carga. No obstante, este procedimiento se reduce únicamente para motores de hasta 10 HP de potencia.

En el caso más sencillo, el arrancador constará de un contactor adecuado a la potencia del motor, y los elementos de mando y control con la protección requerida. En la necesidad de hacer el cambio de giro bastará una simple inversión de fases en el arrancador. Figura No. 22.

- b. Arranque de tensión reducida.- El principio consiste en alimentar al motor durante un cierto período del arranque con una tensión inferior a la de la línea, con lo que el par y la intensidad de arranque se reducen a los valores deseados. No obstante, es preciso advertir que, si bien la intensidad varía casi en proporción directa con la tensión aplicada, el par lo hace con el cuadrado de dicha tensión. Así por ejemplo, la tensión aplicada se reduce al 50% el par nominal se reducirá al 25%.

- Arranque Estrella-triángulo.- Tiene lugar en dos tiempos.

El acoplamiento del devanado en estrella del motor a la línea es el primero, y tenemos:

$$V = \frac{V_1}{\sqrt{3}}$$

ESQUEMA DE ARRANQUE DIRECTO

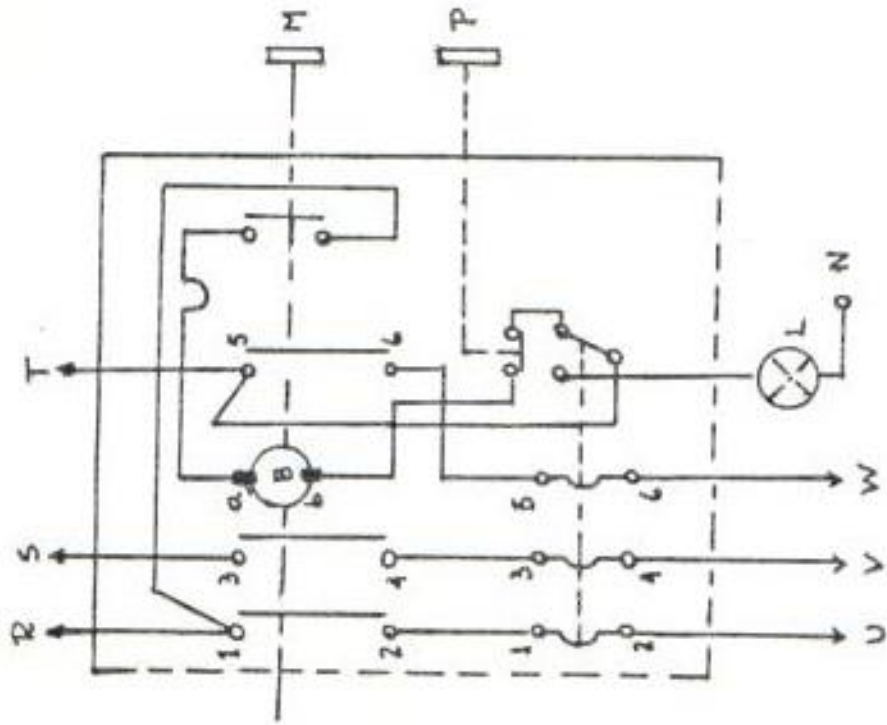


Figure No. 22

ESQUEMA DE ARRANCADOR ESTRELLA-TRIANGULO

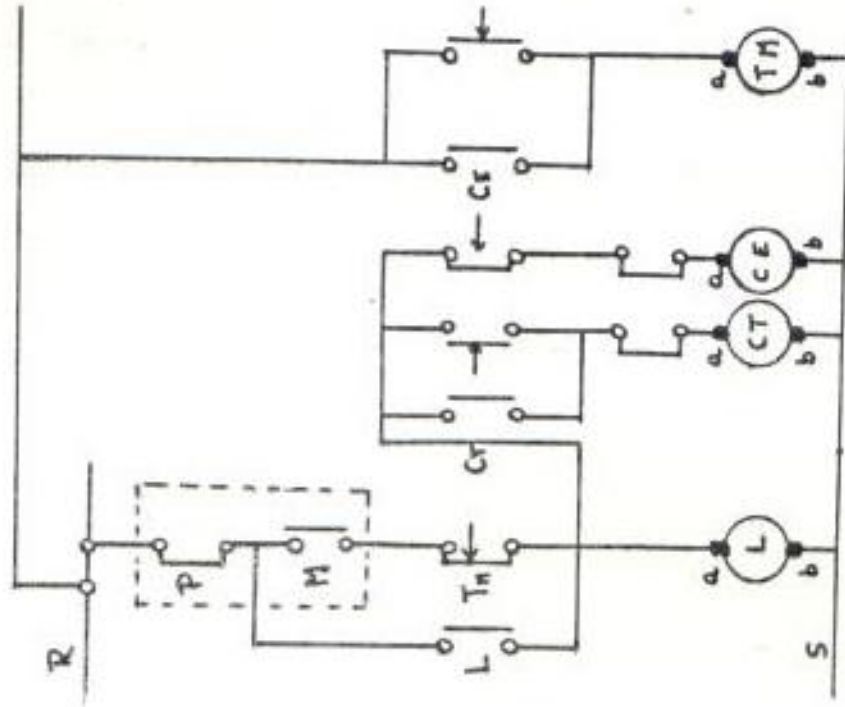


Figura No. 23

V = Tensión recibida

V₁ = Tensión de la línea

El par de arranque T, y la corriente, con relación al nominal será:

$$\frac{T_a}{T_n} = \frac{V^2}{V_1^2} = \frac{V_1^2}{V_1^2} = \frac{1}{3}$$

T_a = $\frac{T_n}{3}$, es decir el par se reduciría al tercio del nominal.

$$I_a = \frac{V_a}{Z_m} = \frac{V_1}{\sqrt{3} Z_m}$$

$$I_n = \frac{\sqrt{3} V_1}{Z_m}, \text{ en donde}$$

$$\frac{I_a}{I_n} = \frac{V_1}{\sqrt{3} Z_m} \cdot \frac{Z_m}{\sqrt{3} V_1} = \frac{1}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{3}} = \frac{1}{3}$$

$$I_a = \frac{1}{3} I_n$$

Luego el segundo tiempo, que es la supresión del acoplamiento estrella para pasar a triángulo, en donde el motor adquiere sus características naturales con un pico elevado de corriente y par.

El pico va acompañado de fenómenos transitorios complejos, y depende de la velocidad del motor al momento del cambio.

En la práctica, el tiempo para hacer el cambio no es mayor de veinte segundos, tiempo suficiente en que el motor ha llegado al 80% como mínimo de la velocidad de régimen, a pesar de la inercia de la máquina, ya que en caso contrario se equilibra el motor con el par resistente y ya este método sería inadecuado. Figura - No. 23.

c. Arranque por Auto-transformador.- Es el procedimiento que mejor satisface las condiciones de arranque de un motor en corto-circuito.

En efecto, presenta la particularidad de poder modificar el par de arranque inicial según la toma del auto-transformador que se elija, lo que no se puede hacer con los sistemas anteriores. Además, con respecto al arrancador mediante resistencias estáticas, presenta la ventaja de no ocasionar pérdidas de potencias exteriores durante el arranque. Por otro lado, la corriente que circula por la línea en el instante inicial, se reduce sensiblemente en la misma proporción, con respecto a la corriente de arranque sin auto-transformador, que la establecida entre las tensiones de salida y entrada del mismo.

Este procedimiento puede efectuarse con tomas de dos o más puntos, según sean las condiciones de trabajo.

Primero se alimenta el motor con tensión reducida, despreciando la corriente magnetizante. La corriente y el par se reducen proporcionalmente al cuadrado de la relación de transformación.

En efecto, tenemos:

$$R = \frac{V_1}{V_t}$$

$$I_t = I_c \frac{V_t}{V_1} = \frac{I_c}{R}$$

$$I_l = I_t \frac{V_t}{V_1} = I_t \left(\frac{V_t}{V_1} \right)^2 = \frac{I_t}{R^2}$$

De donde;

R = Relación de transformación

I_t = Intensidad de toma

I_c = Intensidad que pasa por el motor

I_l = Intensidad de línea

V_t = Tensión de toma

V_l = Tensión de línea

De igual forma, tenemos que:

$$T_R = T_C \left(\frac{V_t}{V_1} \right)^2 = \frac{T_C}{R^2}$$

T_R = Par de régimen

T_C = Par a rotor frenado

El segundo tiempo es la apertura del neutro del autotransformador y el acoplamiento a plena tensión.

Las variaciones de par intensidad de una máquina - de par resistente creciente, se muestran en: Figura No. 24.

El autotransformador, por lo regular está previsto de tomas desde 50 al 80 % de la tensión de línea, para aplicación en el arranque de motores tipo jaula de ardilla, que accionan máquinas cuyo par resistente es bajo. El factor principal es reducir la corriente de arranque, si bien debe tenerse en cuenta la reducción del par, pues éste debe ser capaz de acelerar la máquina.

- d. Arranque por eliminación de resistencias estatóricas.- Este procedimiento de fundamentos sencillos es, sin embargo, el menos utilizado; y consiste en arrancar el motor intercalando en el circuito de alimentación del estator, una resistencia en cada

ESQUEMA DE ARRANCADOR MEDIANTE
AUTOTRANSFORMADOR

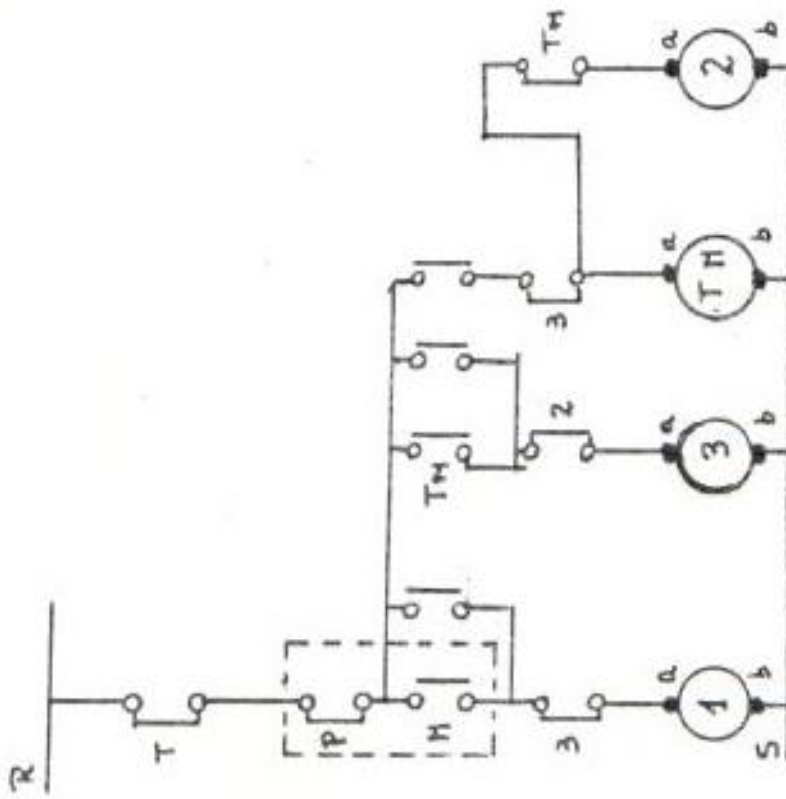


Figura No 24.

ESQUEMA DE ARRANCADOR POR ELIMINACION
DE RESISTENCIA ESTATORICAS

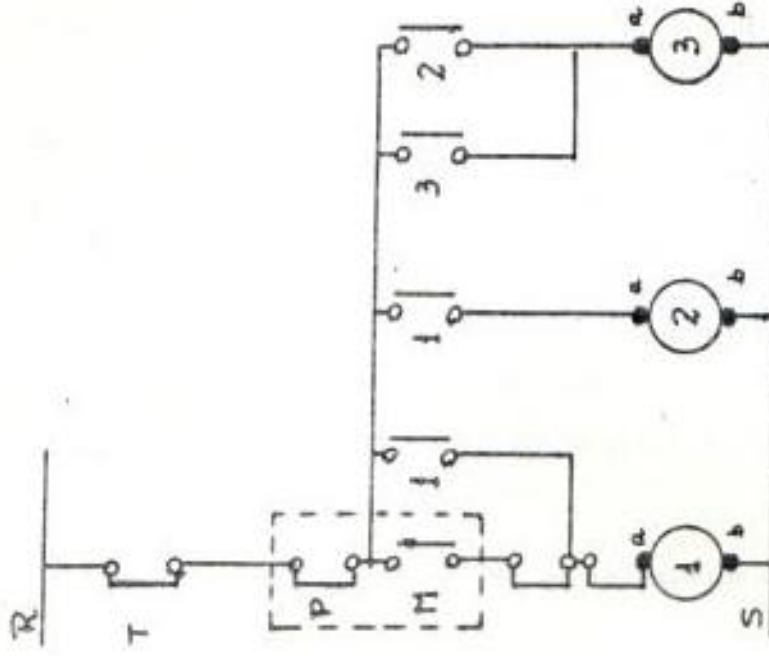


Figure No. 25

fase.

Esta resistencia se elimina progresivamente, siendo ésta la forma general de proceder de una sola vez.

La intensidad de arranque es proporcional a la tensión aplicada al motor; mientras que el par se reduce con el cuadrado de la relación entre tensiones.

5.3.2. Motores de rotor devanado.- El procedimiento Universal de arranque, tiene lugar por la eliminación progresiva de las resistencias intercaladas en el circuito rotatorio, alimentando el estator siempre a plena tensión.

La eliminación de las resistencias intercaladas puede efectuarse en dos o más posiciones de arranque, variando para las mismas condiciones los valores de intensidad y par. Figura No. 25.

Según la forma de eliminar las resistencias, se obtienen tipos diferentes de arrancadores.

- a. Eliminación a tiempo fijo.
- b. Eliminación en función de carga.

5.4. Arranque de motores de c.c.

- a. Reóstatos de arranque.- Es el procedimiento más sencillo para arrancar un motor de c.c., y está construido por un número de contactos conectados a grupos de resistencia, sobre la que se desliza otro contacto solidario que puede accionarse manualmente o de forma automática.

Hay que prevenir que la conexión del arrancador no influya sobre la excitación del mismo, de tal forma que, sea cualquiera el valor de la corriente de arranque, la corriente de excitación alcance el valor necesario. Figura No. 26.

1. Arrancador con bobina de mínima tensión.- Igual que el anterior, con un electroimán cuyo arrollamiento está conectado en serie con el circuito de excitación del motor, que se lo utiliza para casos de averías en las líneas o cortes eventuales del circuito de excitación. Figura No. 27.

2. Mínima tensión y máxima intensidad.- La bobina de máxima intensidad está constituida por un electroimán de núcleo móvil, que actúa si el valor de la corriente alcanza el límite señalado. Se aplica para cortes de tensión y contra sobrecargas. Figura No. 28.

ARRANCADOR PARA MOTOR SERIE

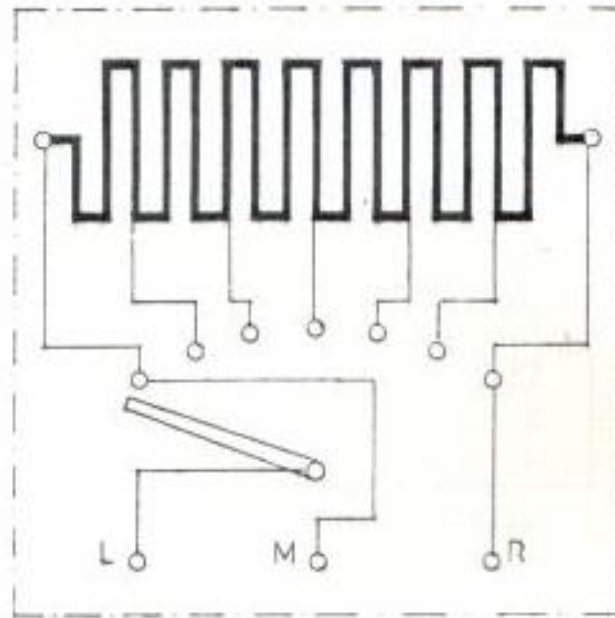
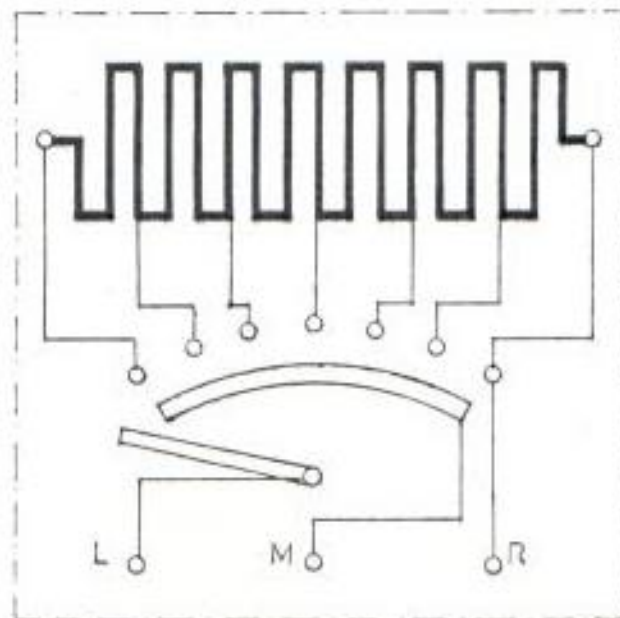


Figura No. 26

ARRANCADOR PARA MOTOR SHUNT



ARRANCADOR CON BOBINA DE MINIMA TENSION

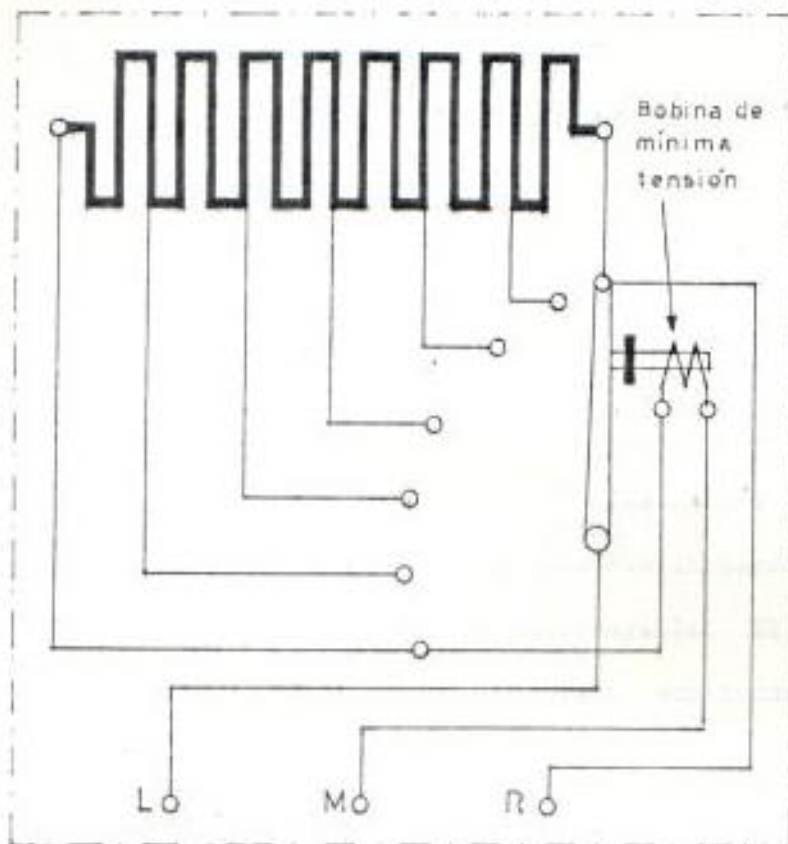


Figura No. 27

ARRANCADOR CON BOBINA DE MINIMA TENSION Y BOBINA DE MAXIMA INTENSIDAD

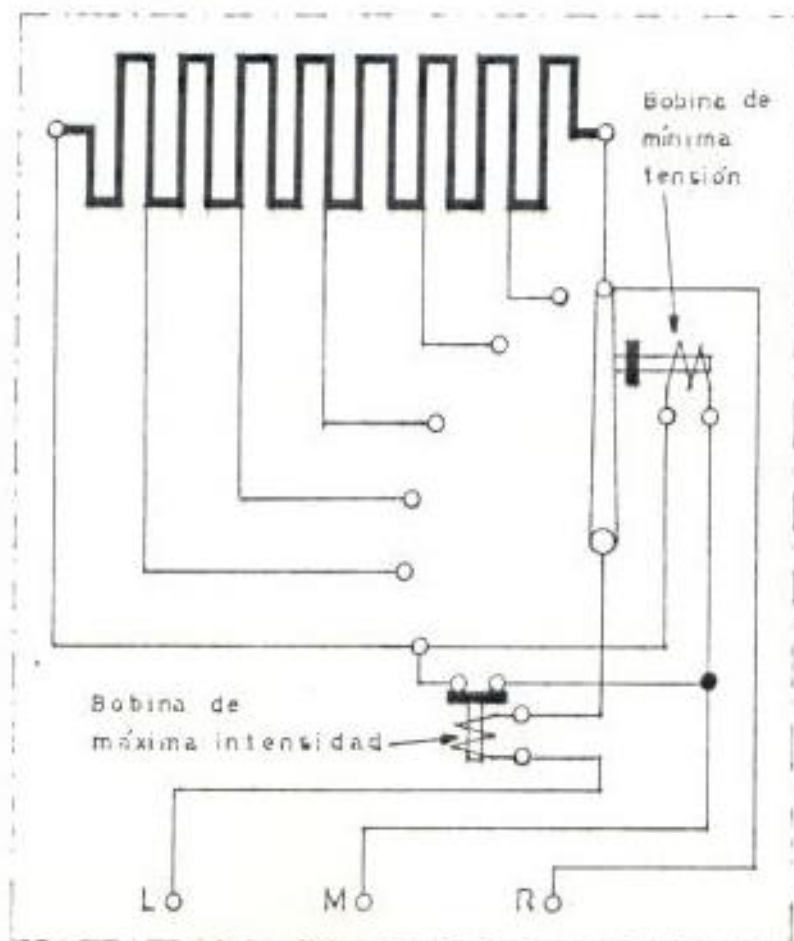


Figura No. 28

3. Arrancador inversor.- Finalmente, cuando el mo
tor por exigencias de ser
vicio debe cambiar frecuentemente de sentido de
giro, se instalan reóstatos de arranque combina-
dos con inversores. Figura No. 29.

5.5. Arranques de motores sincrónicos.- La mayor parte de
las cargas de corrien
te alterna tienen un factor de potencia atrasado, y dan
al sistema una carga reactiva considerable. El motor sin
crónico con un campo excitado, puede emplearse para -
compensar el bajo factor de potencia de otras cargas -
en la misma línea.

El control del motor sincrónico tiene 2 funciones, primero
arrancar el motor como uno de inducción, y segundo llevar
el motor a velocidad sincrónica, excitando el campo.

Un motor sincrónico moderno, tiene un devanado amortiguador
que está formado alrededor del campo de corriente conti-
nua, y tiene barras muy similares a cualquier motor de in
ducción de jaula de ardilla.

El arranque puede, por lo tanto, realizarse empleando cu
lesquiera de los arreglos explicados anteriormente para
arrancar el motor de inducción, con la diferencia princi-
pal que es el control del campo.

Puesto que el deslizamiento es del 100% al arrancar, el campo magnético rotatorio del estator corta a los devanados del rotor, que se encuentran estacionarios y que, de producir voltajes lo bastante elevados, causarían daños en el aislamiento si no se toman las precauciones de bidas.

Si el campo se conecta en cortocircuito, o bien si se conecta a una resistencia de descarga durante el período de arranque, la corriente que resulte producirá una caída de voltaje generado, y esta reduce el voltaje en los terminales del campo.

Sin embargo, se obtiene un mayor par de arranque si se de ja abierto el campo. Para aprovechar esto, puede usarse un interruptor de "apertura del campo", para dividir el circuito en dos, reduciendo el voltaje en los terminales del campo, arrancando a la mitad del valor que tendría de otra manera. Esto requiere cuatro anillos en lugar de dos.

Por medio de un devanado "amortiguador" o de jaula de ardi lla, el motor sincrónico acelerará hasta llegar aproximadamente al 95% de su velocidad sincrónica, con plena carga. Si se aplica corriente continua al campo, los polos del campo se "cierran" de manera que el rotor entra en sincro nismo. La aplicación manual al campo queda a juicio del operario, por lo que resultaría errático.

ARRANCADOR-INVERSOR

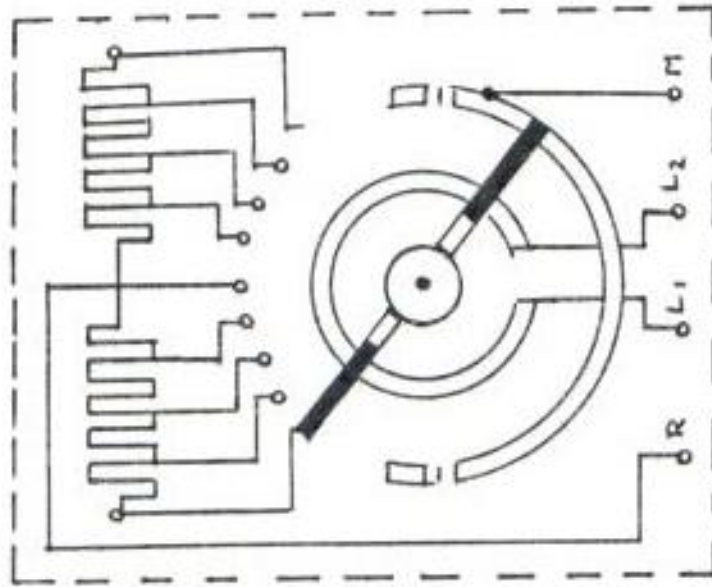


Figura No. 29

ESQUEMAS DESARROLLADOS DEL EQUIPO DE
MANDO

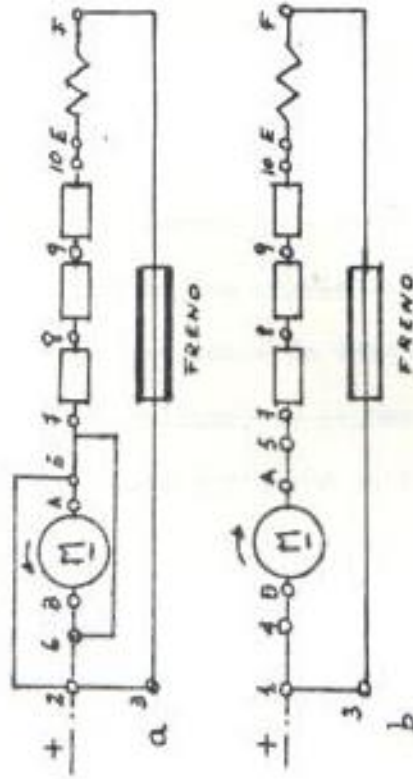


Figura No. 27

Puede usarse un relevador de tiempo definido, ajustándose éste para el máximo lapso que haya que requerir el motor en acelerar; sin embargo, aún este medio no es sa tisfactorio.

El voltaje inducido en el devanado de campo durante el período de arranque, produce una corriente en la resis tencia de descarga. La frecuencia de esta corriente va ría de la frecuencia de la línea, en reposo, a cero en la velocidad sincrónica. Esta vsriación de frecuencia pue de usarse para hacer que un relevador funcione a un va lor de deslizamiento predeterminado del motor. Este re levador hace que el campo se aplique automáticamente cuan do se ha obtenido la velocidad sincrónica apropiada.

- 5.6. Instalación y mantenimiento.- Todos los controles de los motores deberán ser insta lados en la máquina o motor que controle, a una distancia no mayor de 15 mts., norma que establece el Código Eléctri co Ecuatoriano.

Todos los controles deberán ser instalados en forma tal que no presenten peligro para su normal funcionamiento o que estén expuestos a fallas por causas extrañas.

Se deberán colocar en lugares de fácil acceso, para proceder al mantenimiento regular de los mismos y cambios que se requieran realizar. Hay que prever el tiempo aproximado de operación para proceder al reemplazo de las piezas sujetadas a desgaste, evitando así fallas que no se originan en la máquina o motor que controlan.

- 5.7. Equipos de maniobra de motores de c.c.- Las maniobras. que exige el servicio de los motores de corriente continua, es decir, arranque, inversión de giro, regulación de velocidad, frenado, etc., se pueden simplificar extraordinariamente mediante el empleo de los dispositivos denominados combinadores de mando y, también, controladores.

Los combinadores de mando pueden ser de segmentos o de levas. Los combinadores de mando de segmentos están constituidos por un tambor rotativo sobre el que van montados una serie de segmentos de contacto giratorios con el tambor, unidos eléctricamente, y de una serie de dedos de contacto fijos; los segmentos unen o separan algunos de estos dedos de contacto, de forma que pueden emplearse para conectar o desconectar resistencias de arranque o de regulación, invertir el sentido de giro, etc. El conjunto de segmentos y dedos de contacto están montados sobre un bastidor de hierro, aislados eléctricamente, y tapados después por una ca-

ja con su tapa correspondiente; generalmente, se instalan en posición vertical. Estos combinadores pueden accionarse, según los casos, por medio de volante, de manivela, de palanca, etc.

Cuando hay que maniobrar motores de gran potencia, o con muchos escalones de velocidad o previstos para numerosas maniobras, el número de dedos de contacto aumenta extraordinariamente y los segmentos conductores están sometidos a un desgaste antieconómico. En estos casos, es preferible el empleo de los combinadores de mando de levas, constituidos por varios y fuertes contactos móviles que cierran sobre contactos fijos y están montados sobre un soporte oscilante cuyo movimiento está mandado por levas mecánicamente solidarias al eje del combinador. Al girar el eje, giran también las levas, que abren y cierran los contactos correspondientes, en el orden y sucesión que sean necesarios: invertir el sentido de marcha, conectar o desconectar resistencia de arranque, etc.

Véase como ejemplo, en la figura No. 31, la aplicación de un combinador de mando para el arranque de un motor en serie. La resistencia R, se va desconectando a medida que se pasa de una posición del combinador a la posición siguiente, quedando totalmente desconectada en la última posición, lo que corresponde al régimen normal de marcha del motor.

APLICACION DE UN COMBINADOR DE MANDO, PARA EL ARRANQUE DE UN MOTOR SERIE.

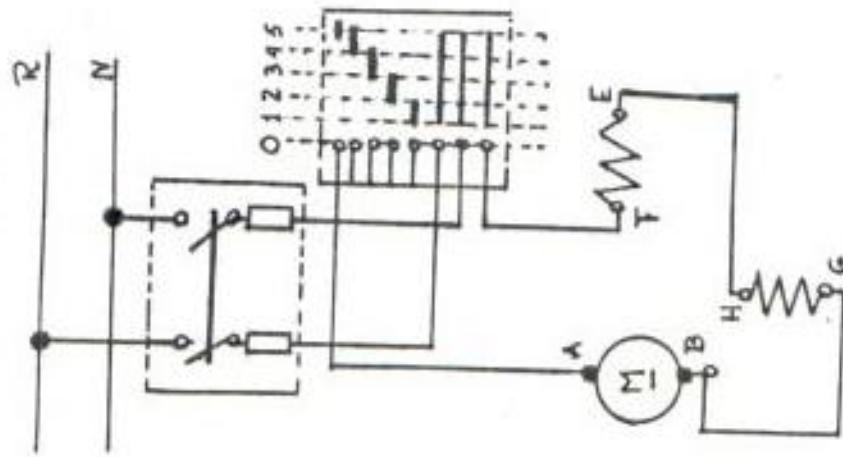


Figura No. 31

EQUIPO DE MANDO PARA REGULACION, FRENADO E INVERSION DEL SENTIDO DE GIRO DE UN MOTOR SERIE

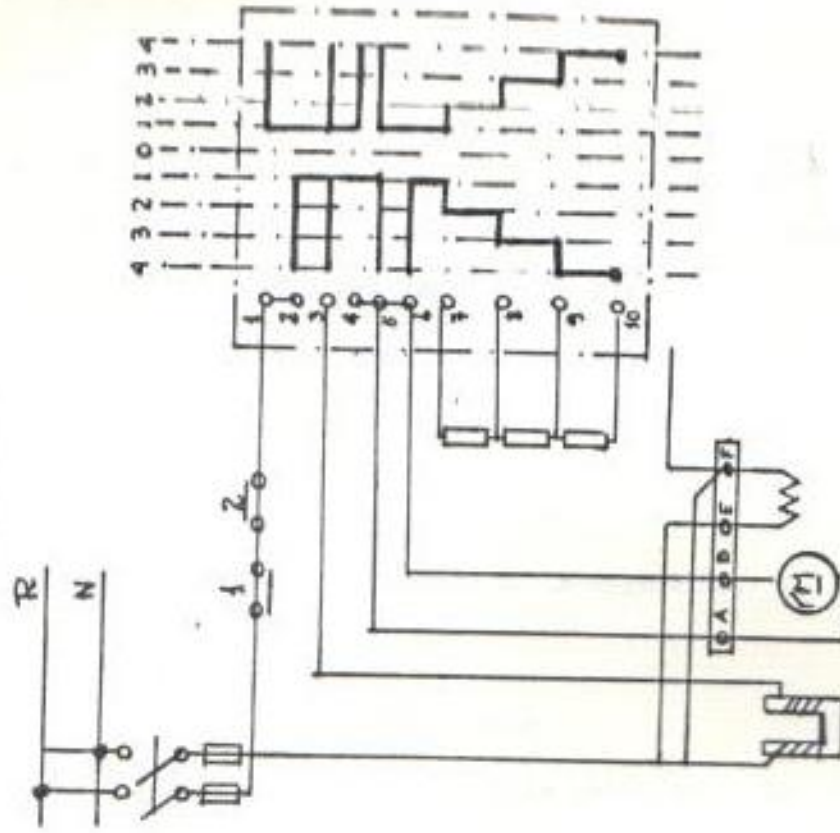


Figura No. 32

En la figura No. 32 se ha representado el equipo completo para el mando de un motor serie, que comprende en combinador de mando y elementos auxiliares y que, con las debidas variantes, podemos considerar aplicable a aparatos de elevación, vehículos de tracción eléctrica, etc., En donde:

Con el combinador de mando de la figura No. 32, se consigue:

1. Puesta en marcha del motor
2. Regulación reostática de la velocidad. Hay 4 escalones de velocidad que corresponden, respectivamente, a 3, 2 y 1 de las resistencias de regulación (dibujadas en la figura al lado del combinador) y, además, al caso en que no haya ninguna resistencia de regulación intercalada, es decir, a la velocidad máxima.
3. Inversión del sentido de giro del motor. Según se maniobre el combinador hacia la derecha o hacia la izquierda, el motor gira en uno u otro sentido, por inversión de las conexiones en el inducido. En ambos sentidos de giro son posibles los 4 escalones de velocidad citados anteriormente, tal como expresa la figura 33, donde se han representado los esquemas desarrollados para los 2 sentidos de giro, suponiendo conectadas todas las resistencias de regulación (es decir, en la posición de mini

ma velocidad). Los números y letras de esta figura, co rresponden con los de la figura No. 32.

Como elementos auxiliares de mando, en la figura antes mencionada se representan:

1. Un freno electromagnético, cuyas zapatas de freno ac túan al interrumpirse la corriente, parando el motor.
2. Dos interruptores final de carrera. El interruptor 1 actúa interrumpiendo la corriente, cuando el elemento accionado por el motor (grúa, máquina herramienta, etc.) llega a una de sus posiciones extremas (por ejemplo, la inferior en el caso de una grúa). El inte rruptor 2, actúa interrumpiendo la corriente cuando - el elemento que acciona el motor llega a otra de sus posiciones extremas (por ejemplo, la superior en el caso de una grúa). En ambos casos actúa el freno elec tromagnético, que para el motor. Téngase en cuenta que estos interruptores final de carrera, solamente cortan la corriente en uno de los polos del motor, es decir, actúan como interruptores unipolares, lo que es suficiente para parar el motor, pero no para dejarlo sin tensión, efecto que solamente se consigue accionando el interruptor principal.

5. 8. Proceso de control.- La gran importancia que últimamente ha alcanzado la técnica de la medición eléctrica, se debe principalmente a que, por procedimiento eléctrico, puede medirse y registrarse con rapidez, precisión, comodidad y seguridad, prácticamente todas las magnitudes físicas, eventualmente después de convertidas, por ejemplo, en tensiones, corrientes, frecuencias, etc. Aparte de esto, las magnitudes transformadas de esta forma, se pueden transmitir a cualquier distancia, o se las puede seguir tratando con miras a utilizarlas para mandos y regulaciones. De ahí que exista la gran variedad de procedimientos de medida, tipos de instrumentos y formas de ejecución.

Los instrumentos de medida se clasifican en instrumentos de inducción y de inscripción, y ambos como instrumentos para cuadros de distribución y portátiles.

El sistema de medida consiste en los órganos generadores de movimiento y el órgano móvil, cuya posición depende de la magnitud a medir.

- Instrumento de medida.- Sistema de medida con caja y accesorios incorporados.
- Aparato de medida.- Instrumento de medida con todos los accesorios, incluso los separadores.

- Longitud de escala.- Longitud del arco del margen de indicación en m.m.
- Campo de indicación.- Alcance total de la escala.
- Campo de medida.- La parte del alcance de la escala, para lo cual hay que atenerse a los límites de exactitud.
- Indicación errónea.- Diferencia entre el valor indicado y el correcto.
- Error de indicación.- Indicación errónea porcentual - en condiciones normales.

Con arreglo a su exactitud se clasifican en:

- Instrumentos de precisión o de medida fina.- Regulación 0.1; 0.2; 0.5 en porcentaje de la longitud de escala.
- Instrumentos industriales.- Regulación 1; 1.5; 2.5; 5.
Las inscripciones en las escalas de los instrumentos de medida dan a conocer sus características. Aparte de la marca de origen y unidad de la magnitud a medir.

Ejemplo:

V.I. Cos ϕ , KVAR, KW, etc., está incluido el símbolo de la clase del sistema de medida, el signo de corriente, la cifra de la clase, la marcha de la posición nominal, de la tensión de ensayo y, en caso necesario, otros datos referentes a condiciones normales y accesorios.

5.9. Controles Graficados.-

5.9.1. General.- Los instrumentos de medida con dispositivo registrador, llamados escuetamente registradores, sirven para anotar gráficamente el curso temporal de las magnitudes de medidas eléctricas.

5.9.2. Aplicación.- El uso de estos instrumentos es principalmente para el control de las redes de distribución que, para las demás instalaciones eléctricas, permitiendo la comprobación posterior de los procesos de servicio y de las perturbaciones ocurridas.

5.9.3. Procedimiento e Inscripción.- Es a tinta. Una pluma de tinta solidaria de la aguja del dispositivo de medida, escribe sobre una cinta de papel en movimiento.

Entre el electrodo fijado a la aguja y la cinta de pa
pel provista de una finísima capa metálica, circula -
una corriente continua. Al formarse un pequeño arco
eléctrico se va trazando una línea sobre la capa metá
lica de la cinta de papel.

5. 9.4. Constitución.- Fundamentalmente los dispositivos de
medida coinciden con los instrumentos
de indicación; sin embargo requieren un par de giro -
mucho mayor con el fin de vencer la fricción que se
produce durante la inscripción. Por consiguiente, pa
ra mediciones de corriente y tensión, sistemáticamente
se emplean dispositivos de medida de bobina giratoria.
Los dinamómetros se construyen siempre como dispositi-
vos de medida doble, y permiten hacer mediciones de po
tencia activa y reactiva, tanto en redes de corriente
alterna monofásica, como en instalaciones trifásicas
de tres y cuatro conductores. También están indicados
para la determinación de la potencia de corriente con-
tínua.

Si la cinta pasa por una superficie lisa, un dispositi-
vo de medida de tipo normal hace la inscripción sobre
una línea curva . Esta clase de inscripción se utili-
za solamente en las anchuras reducidas de registro, ha
bitualmente en equipos registradores múltiples.

Los modelos normales con mayor anchura de registro es tán provistos de una guía rectilínea. Figura No. 34. O sea que la inscripción la hacen únicamente sobre una línea recta. El mismo efecto, sin la guía rectilínea, se puede lograr dejando correr la cinta sobre una su perficie curva.

- 5.9.5. Accionamiento.- El accionamiento se realiza por meca nismo de relojería con cuerda a mano o eléctrica, por motor síncrono o mecanismo de avance gradual para conectar a una instalación de relojería central.

El avance del papel tiene que estar ajustado a la amplitud de las fluctuaciones de la magnitud de medida. Lo usual son avances de 10, 20, 30, 60 y 120 mm/h, y en modelos especiales hasta 24000 mm/h. El avance se puede variar cambiando las ruedas dentadas. También se las fabrica con mecanismo de engranaje y cambio de marcha.

METODO DE REGISTRO, AGUJA RECTA

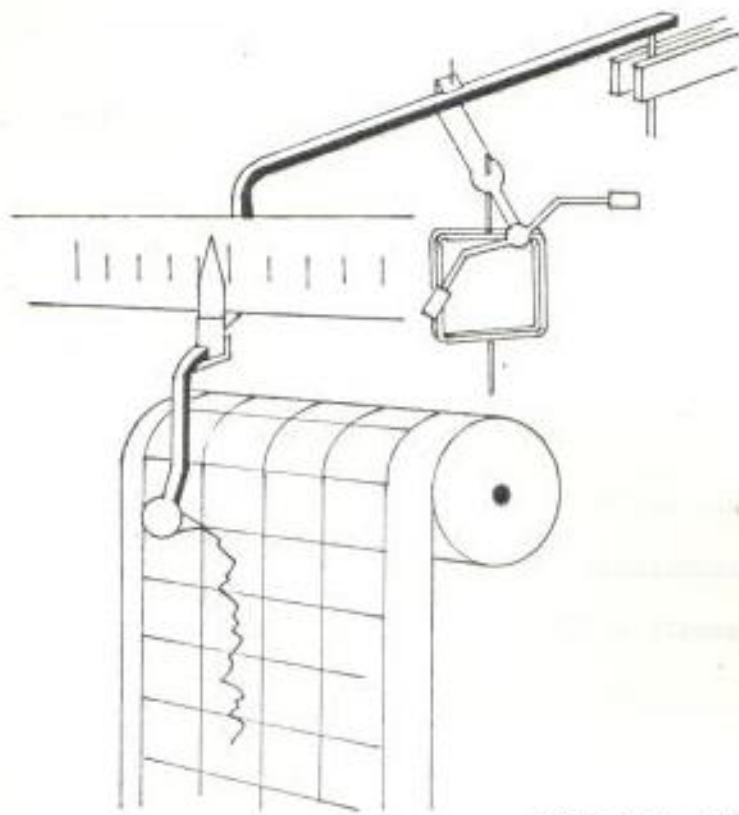


Figura No. 24

DIAGRAMA DE FUNCIONAMIENTO DE UNA MAQUINA PARA
SERVICIO CONTINUO

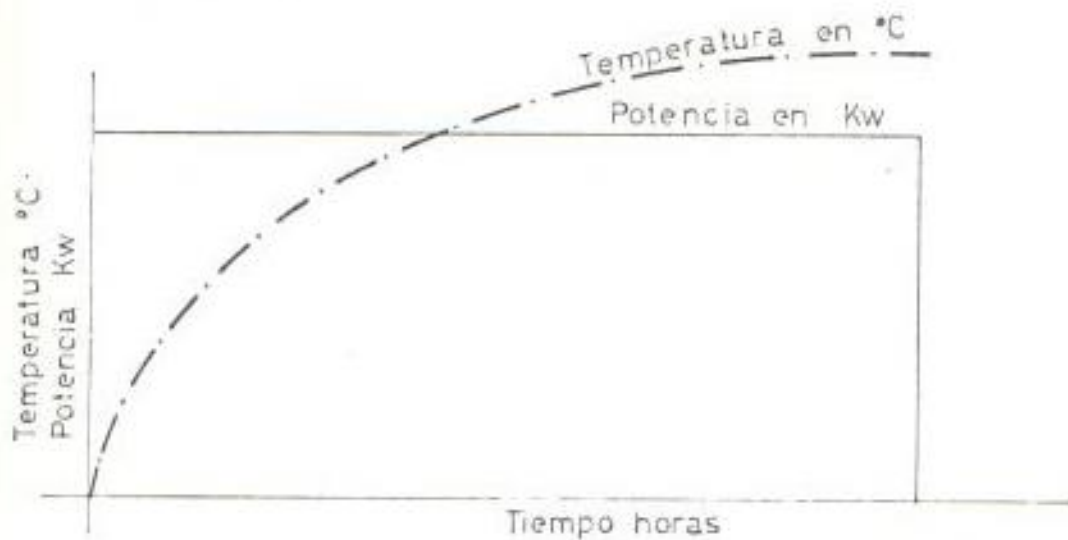


Figura No. 25

6. PROTECCION GENERAL

6.1. General.- En toda instalación de máquinas se debe proveer de las debidas protecciones, para así evitar fallas que influyen en el rendimiento de las mismas.

Por lo tanto se considera la protección eléctrica contra - cortocircuitos, sobrecargas, sobretensiones, etc., y la protección mecánica contra la acción de elementos extraños como agua, polvo o contacto de personas.

6.2. Protección mecánica.- Todas las máquinas eléctricas que se construyen tienen diversas protecciones generales y, si es necesario las protecciones especiales correspondientes.

Del funcionamiento continuo de una máquina depende su rendimiento y, por lo tanto, se requiere que ningún factor, por - extraño que sea, se lo deje de considerar, para así evitar - las fallas de las máquinas.

La protección mecánica que deben poseer las máquinas eléctricas, las podemos clasificar de acuerdo al servicio que van a realizar; y tenemos:

- Protección mecánica general.- Comprende la protección contra contacto de personas, in

roducción de cuerpos extraños y penetración de agua.

- Protección mecánica especial.- Comprende la protección contra la humedad, ambientes ácidos, explosiones, grisú, etc.

La construcción de motores y controles que actualmente se encuentra normalizada, nos da un amplio margen de protecciones que nos permite su uso en los diferentes campos de utilización.

- 6.3. Protección Eléctrica.- Los motores se construyen de forma que sus bobinados presenten en carga nominal, calentamientos compatibles con una larga duración de vida de sus aislantes; pero en caso de condiciones anormales en el suministro de energía o desperfectos de las máquinas que accionan, es necesario el elemento de protección correspondiente.

En la práctica se hayan sujetos a fallas por sobrecargas, variaciones de voltaje, fallas a tierra, etc.

Las sobrecargas más comunes en la práctica se deben con frecuencia a:

- sobrecarga aplicada constantemente por la máquina accionada.

- Sobrecargas que simulan una anomalía mecánica en la carga y que son debidas a la tensión de red que llega muy reducida.

- Las cargas mecánicas que retardan la aceleración y que, en ocasiones, hacen que el motor pierda velocidad o que alcance muy lentamente su velocidad nominal. Esto motiva una absorción de corriente de arranque durante un tiempo superior al normal.

- Los ciclos de trabajo para servicio intermitente, cuyos frecuentes arranques y paradas provocan repetidas y elevadas corrientes y exceden de la intensidad nominal del motor.

- La falta de una fase en las distribuciones polifásicas, evitando que el motor arranque, o bien, causando una corriente excesiva si la falta es cuando el motor está - en marcha.

- Las elevadas temperaturas del aire ambiente, que incrementan aún más las temperaturas normales del motor, aun que no sean excesivas las intensidades de carga.

Para obtener la protección perfecta de un motor, sería preciso que las características de calentamiento del motor y el relé de protección fueran idénticos.

7. CONDUCTORES

7.1. General.- Los conductores son los elementos que se emplean para unir eléctricamente los diversos aparatos y dispositivos que constituyen las estaciones de transformación y de distribución. Los conductores forman los circuitos a través de los cuales circulará la corriente; el sistema de circuitos podemos dividirlos en dos:

- a. Circuitos de potencia
- b. Circuitos de mando, medida y protección.

Los circuitos de potencia, incluyen todos los circuitos de instalación, excepto los de los cuadros de distribución, y por ellos circula la corriente principal de la estación.

Los circuitos de mando, medida y protección, tal como su nombre indica, están destinados a alimentar los aparatos y dispositivos de medida, control y protección de la instalación. Estos circuitos merecen un cuidadoso estudio en todos sus detalles, pues un fallo en ellos puede provocar de astrosas consecuencias.

Actualmente, sólo se emplean conductores de cobre o de aluminio, en forma de platinas, tubos, hilos, cables, etc., y la elección de cualquiera de estos tipos se realiza de acuerdo con las necesidades del servicio.

En la tabla a continuación, se resumen las propiedades conductoras del cobre y del aluminio.

CARACTERISTICAS	Cu	Al
Peso específico a 20° C en g/cm ²	8,913	2,7
Conductibilidad eléctrica a 20° C en m/ -mm ²	55-56	34,8
Porcentaje de conductibilidad		
a) a igualdad de sección en el cobre	100	62
b) a igualdad de peso en el cobre	100	205
c) a igualdad de peso en el aluminio	49	100

El cobre duro es el material más empleado, a causa de su baja resistencia, pérdidas reducidas, elevada conducción térmica y que además puede emplearse en instalaciones exteriores debido a su bajo grado de corrosión.

El Aluminio puro tiene coeficiente de conductividad de - 61 % del coeficiente del cobre, con la ventaja de ser un material más económico. Pero su carga de rotura es relativamente baja por lo que solamente debe destinarse a aquellos servicios en los que tengan importancia las consideraciones relativas a las caídas de tensión y no las que se relacionan con los esfuerzos electrodinámicos debidos a cor

tocircuitos; para estos últimos casos, resulta ventajosa la sustitución del aluminio puro por aleaciones especiales, por ejemplo de aluminio-silicio-magnesio, que presentan propiedades mecánicas muy parecidas a las del cobre. Además, hay que considerar que el aluminio sufre los efectos de la corrosión, por lo que no debe emplearse en instalaciones a la intemperie, si no se somete previamente a tratamientos térmicos adecuados.

7.2. Clasificación.- Por su constitución y forma los podemos - clasificar de manera general en:

- a. Alambre.- Conductor de un solo hilo.
- b. Cable.- Conductor de varios hilos.
- c. Desnudos.- Conductor descubierto de material aislante; cable o alambre.
- d. Aislados.- Conductor cubierto de material aislante; cable o alambre.
- e. Barras.- Conductor en forma de barra sea cilíndrica, plana.

7.3. Resistencia y reactancia de los conductores.- Cualquier conductor, incluso el de mejores características eléctricas, ofrece una resistencia al paso de la corriente eléctrica. En el caso de la corriente alterna, aparece además el concepto de reactancia.

El valor de la resistencia en corriente continua, puede determinarse mediante la conocida fórmula:

$$R = \rho \frac{l}{s} \text{ ohmios}$$

ρ = resistividad en mm^2/m

l = longitud del conductor en m

s = sección del conductor en mm^2

En corriente alterna, sin embargo, la resistencia medida en un conductor no coincide con el valor teórico expresado en la fórmula anterior, debido al denominado efecto pelicular; en corriente alterna aparece una tendencia de la corriente a acumularse en la parte periférica del conductor lo que, para efectos prácticos, es como si se redujera la sección del conductor, con el consiguiente aumento de la resistencia eléctrica; esta circunstancia influye desfavorablemente en la caída de tensión y en las pérdidas por efecto Joule. Por lo tanto, para una misma sección del conductor será necesario distinguir entre los valores de la resistencia efectiva en corriente continua y en corriente alterna. Como la corriente tiende a concentrarse en la parte periférica del conductor, un tubo de igual sección que un conductor macizo tendrá menos resistencia eléctrica; esta circunstancia y el hecho de que los tubos tienen mayor resistencia me

cánica que los conductores macizos de igual sección, ha
ce que, en muchas ocasiones sean aquellos preferidos pa
ra los circuitos de potencia en las instalaciones.

Además del efecto pelicular, aparece otra causa que au-
menta la resistencia de los conductores, el efecto de pro
ximidad, producido por los efectos de inducción entre las
corrientes de dos o más conductores próximos. Este fenómeno
causa una concentración de corriente en las partes de
los conductores que se hallan próximas entre sí, lo que
aumenta su resistencia efectiva. Este efecto debe te-
nerse en cuenta, sobre todo, en barras por las que cir-
cula corriente monofásica, siendo menores sus consecuencias
en las barras que transportan corriente continua y corrien-
te trifásica. Se puede reducir el efecto de proximidad se-
parando convenientemente los conductores, sobre todo si -
son barras, ya que dicho efecto está en relación inversa -
con la distancia entre conductores; por ejemplo, en tubos
montados a una distancia 6 veces mayor que su diámetro, el
aumento de resistencia por efecto de proximidad, es solament
e de 1 por 100.

El efecto de reactancia no tiene mucha importancia porque
en las estaciones transformadoras, las canalizaciones no suen
len tener mucha longitud, ya que la distancia entre genera-
dores, motores y transformadores o entre éstos y las líneas

de salida, es reducida. Si la disposición de la instala
ción hiciese que esta distancia resultara grande, el cál
culo de la reactancia puede hacerse por la fórmula:

$$X = 2 \pi f L$$

f = frecuencia en ciclos

L = inductancia o coeficiente de autoinducción en henrios

El valor de la inductancia L depende del coeficiente de au
toinducción del propio conductor y de los coeficientes de
inducción mutua con los conductores próximos. De una mane
ra general, la inductancia entre dos conductores paralelos
y recorridos por corrientes de sentidos inversos, vale

$$L = (0,5 + 4,6 \log \frac{D}{r}) 10^{-7} \text{ henrios/m}$$

D = distancia entre los ejes de los conductores en cm

r = radio del conductor en cm

- 7.4. Aislamiento.- Los conductores utilizados en la industria
son por lo general del tipo aislado, es de
cir con acumulaciones formadas y diseñadas de materias aig
lantes, individuales o complejas, las cuales se complemen-
tan en sus propiedades eléctricas que se deben alcanzar ba
jo condiciones extraordinarias de servicio.

7.4.1. Cualidades eléctricas.- La resistencia dieléctrica de todo material aislante es una función del espesor del material.

Los materiales aislantes se distinguen por su alta resistencia específica (10^8 — 10^{18} ohmios por cm). La resistencia superficial no es una cualidad específica del material sino una cualidad de capas ajenas absorbidas. Estas tienen importancia en cuanto a la iniciación de descargas erosivas y, en consecuencia, para la tensión de descarga.

La constante dieléctrica y el factor de pérdida son magnitudes que determinan decisivamente las cualidades de servicio de los conductores. A su producto son proporcionales las pérdidas dieléctricas, las cuales, si son demasiado elevadas, pueden dar comienzo a interrupciones por calentamiento. En este caso tiene vital importancia la conductibilidad térmica. Tabla No. 11.

7.4.2. Propiedades térmicas.- Es importante la antes citada conductibilidad térmica. En los materiales de aislamiento orgánico es bastante independiente de la composición del material; y en los materiales inorgánicos (cerámica) es mucho más elevada, pudiendo ser influenciada notablemente en caso de combinación de ambos.

Tabla No. 11

RESISTENCIA DIELECTRICA DE CAPAS FINAS

Presspan seco	=	120 kV/cm
Presspan embebido de aceite	=	400 kV/cm
Porcelana	=	300 kV/cm
Láminas aislantes	=	1500 kV/cm
Resina de epóxido	=	1000 kV/cm

CONSTANTES DIELECTRICAS

Aceite de transformadores		2,21
Askarel	=	5,5
Mica		6,5
Cerámica rutilica		30 ...80

El coeficiente de dilatación térmica informa la dilatación de un material al calentarse. Tabla No. 12.

Los materiales aislantes deben elegirse de tal forma que el aislamiento así obtenido, tenga la misma duración mecánica, eléctrica y química.

- 7.4.3. Del conductor.- Para la fabricación de cables y alambres se necesitan como masa aislante y material para el revestimiento, materias altamente elásticas, o por lo menos plásticas, ante todo si se trata de conductores no estacionarios. A estos pertenecen el caucho natural como materia prima, y compuesto con otros materiales se obtiene cualidades óptimas.

Ha sido posible mejorar especialmente algunas cualidades - utilizando una serie de productos sintéticos; y tenemos entre ellos: el polímero, una mezcla de butadieno - estirolo (buna S); el polímero de butadieno-acrilnitrilo, impermeable contra aceite pero semi-conductor (perbunan); el polímero de cloropreno con elevada resistencia de abrasión - (neopreno); y caucho de silicona con elevada resistencia - térmica.

Los cableados en instalaciones de mando y distribución, hoy en día se realizan con conductores revestidos de policloro-

Tabla No. 12

CONDUCTIBILIDAD TERMICA

Papel-Cartón	2,5	mW/(cm grd)
Resina de epóxido	2,3	mW/(cm grd)
Resina de epóxido con polvo de cuarzo	9,8	mW/(cm grd)
Porcelana	14	mW/(cm grd)
Cobre	3600	mW/(cm grd)

COEFICIENTE DE DILATACION TERMICA

Resina de epóxido endurecido en frío	=	100	um/(m grd)
Resina de epóxido con polvo de cuarzo	=	30	um/(m grd)
Porcelana	=	4	um/(m grd)
Cobre	=	17,5	um/(m grd)

ro de vinilo (PVC), incombustible. En la técnica de las altas frecuencias, donde tienen importancia las pérdidas dieléctricas bajas, se utilizan el Poliestirol y Polietileno. El Polietileno se lo utiliza para conductores de poca capacidad de transporte.

7.4.4. Instalación en Conduit e Intemperie

7.4.4.1. Distribución por caables, canaletas o bandejas.-

- Construcción.- Estarán hechas en láminas metálicas - con cubiertas removibles y articuladas para el alojamiento y protección de los conductores.
- Localización.- Este tipo debe ser colocado a la vista con una ventilación adecuada. Para lugares externos deben tener protección adicional contra las lluvias. En lugares expuestos a la acción de vapores corrosivos y de elementos químicos, no podrán ser utilizados.
- Capacidad de transporte.- No deben tener más de 30 conductores en cualquier sección transversal, a menos que los conductores sean para circuitos de señalización o mando entre el motor y el arrancador.

- Empalmes.- Los empalmes o tomas pueden ser realizados dentro de los canales, siempre que sean accesibles por medio de tapas desmontables o puertas.
- Sujeción.- Deben estar sujetadas a la estructura o cubierta del local con soportes distantes a intervalos no mayores de 2 metros.
- Circuitos derivados.- Los empalmes para circuitos derivados deben ser realizados en la bandeja, y las vías conductoras pueden ser en tubería rígida o flexible, de paredes gruesas o delgadas, o conductores blindados.

7.4.4.2. Conducto metálico rígido.-

- Uso.- Se utiliza para la conducción de cables, bajo toda condición atmosférica o localización. En lugares demasiado húmedos, debe protegerse contra la corrosión.
- Diámetro mínimo.- Se debe utilizar la tubería de 1/2 pulgada de diámetro. No se permiten más de 4 curvas de 90° entre cajas de empalme.
- Terminales y uniones.- Deben proveerse de rosca en los extremos para colocar la unión o terminal; y en el caso de que sean del tipo de

presión, conseguir que el cierre sea hermético, evitando que en los extremos quede rebabas.

- Número de conductores.- No deben colocarse más conductores de los indicados, según tablas especificadas en los Manuales de Construcción e Instalaciones eléctricas.

- Codos.- Los codos deben hacerse en forma tal, que el conducto no se dañe y que el diámetro interno no quede reducido.

8. MEMORIAS DEL CODIGO ELECTRICO ECUATORIANO

8.1. Memoria Descriptiva.- En el proceso de elaboración del Có
digo, fueron tomados en considera-
ción diferentes Códigos, Normas, etc., que establecen las
formas del uso de la electricidad en diferentes países.

Como guía fue seleccionado por la Comisión coordinadora el
Código Eléctrico Americano, por considerarlo el más comple-
to y de fácil explicación, además de que permite que con li
geros cambios aplicarlo a países que se encuentran en vías
de desarrollo.

Todas las normas establecidas en los diferentes capítulos -
que se conforma el Código, fueron analizadas de tal forma -
que sean aplicables a nuestro medio. En lo que se refiere
al capítulo "Motores y Sistemas de Control", se trató de sim
plificar y concretar las normas para que el desarrollo indus
trial no se vea impedido de alcanzar los niveles esperados.

Además, es necesario indicar que para obtener una mejor in
terpretación de las Normas del Proyecto, en el capítulo si
guiente constan las mismas con el respectivo análisis, que
ha sido escrito con tipo de letra diferente.

9. PROYECTO DE CODIGO ELECTRICO ECUATORIANO.- ANALISIS

Motores y Sistemas de Control

9.1. Objeto.- Este capítulo establece las normas mínimas de se
guridad en las instalaciones.

9.2. Alcance.- Las siguientes disposiciones generales abarcan
todo lo relacionado a motores y sistemas de con
trol.

9.3. Clasificación.-

9.3.1. Por Potencia.- Según sus capacidades se clasifican en:

- a. Motores de hasta 2 HP
- b. Motores de 2 HP a 10 HP
- c. Motores de 10 HP a 50 HP
- d. Motores de 50 HP a 100 HP
- e. Motores de 100 HP en adelante

La clasificación efectuada ha sido realizada de acuerdo al uso de los mismos y a su forma de pro
tección. En la práctica los motores de hasta 2 HP comúnmente son protegidos mediante un interruptor térmico, y en los motores fraccionarios la protec
ción de los mismos, está incluida.

Los motores de 10 HP en adelante, requieren de un arrancador a tensión reducida, para evitar fluctuaciones de voltaje en las líneas de alimentación debidas a las altas corrientes que se producen en el arranque.

Para los motores de elevadas potencias no requiere mayor explicación ya que por lo regular los mismos se los adquiere con su equipo completo de control.

9.3.2. Por voltaje.-

a. Corriente continua

- Tensiones de hasta 6 Voltios
- Tensiones de hasta 12 Voltios
- Tensiones de hasta 24 Voltios
- Tensiones de hasta 110 Voltios
- Tensiones de hasta 220 Voltios
- Tensiones de hasta 440 Voltios
- Tensiones de hasta 550 Voltios en adelante

b. Corriente Alterna.-

1. Monofásica: 120 Voltios - 2 hilos
- 120/240 Voltios - 3 hilos
- 120/208 Voltios - 3 hilos
- 120/210 Voltios - 3 hilos

127/220 Voltios - 3 hilos

2. Trifásica: 240 Voltios - Triángulo - 3 hilos
 208 Voltios - Estrella - 3 hilos
 120/240 Voltios - Triángulo - 4 hilos
 120/208 Voltios - Estrella - 4 hilos
 121/210 Voltios - Estrella - 4 hilos

NOTA: Referirse al Reglamento Nacional para la Instalación de Acometidas de Servicio Eléctrico: - Artículo No. 7.

La construcción de los motores de corriente alterna o continua, se encuentra actualmente normalizada universalmente, y, ya sea el Ecuador - un país importador o fabricante de los mismos, se debe considerar únicamente las tensiones normales a la que se los fabrica.

Además, todas las Empresas que suministran energía eléctrica poseen estos rangos de tensión de alimentación que están estipulados en el Reglamento mencionado anteriormente.

9.3.3. Por número de fases.-

- Monofásico de c.a. ó c.c.- Conexión bifilar con ó sin conductor a tierras.

- Bifásico de c.a.- Conexión bifilar con ó sin conductor a tierra.
- Trifásico de c.a.- Conexión tripolar con ó sin conductor a tierra.

Esta clasificación es suficiente para cubrir - las diferentes formas de conexión utilizadas - en nuestro medio, y han sido consideradas como las específicas para las diferentes formas de transporte de energía.

El uso del conductor de tierra es obligatorio como elemento de protección de los motores en el uso industrial.

9.3.4. Por tipos de servicios.-

Dependiendo del tipo y duración del trabajo de los motores:

- a. Servicio continuo o permanente.- La duración de servicio o potencia no nominal es tan larga que prácticamente la temperatura nominal de trabajo es constante.
- b. Servicio intermitente.- Los tiempos de conexión con potencia nominal, se intercambian con pausas de motor sin corriente. Estos son tan cortos que no permiten que el motor, se enfrie hasta -

alcanzar la temperatura del ambiente.

- c. Servicio de corta duración.- El tiempo que opera el motor, es tan corto que no alcanza la temperatura nominal de trabajo, es decir, que el intervalo de tiempo sin corriente es tan largo que el motor permanece a la temperatura del ambiente.
- d. Servicio continuo con carga de corto tiempo.- La duración del trabajo con carga del motor a potencia nominal, es tan corto que no alcanza la temperatura nominal de trabajo. La marcha en vacío es tan larga, que la temperatura del mismo tiende a alcanzar la del ambiente.
- e. Servicio continuo con carga intermitente.- Los tiempos de carga bajo potencia nominal, se intercambian con la pausa en vacío, las cuales son tan cortas que el motor no alcanza la temperatura final de marcha en vacío.

Las máquinas eléctricas tienen que adaptarse, - en su funcionamiento a diferentes clases de servicios de variadas características.

DIAGRAMA DE FUNCIONAMIENTO DE UNA MAQUINA PARA
SERVICIO TEMPORAL

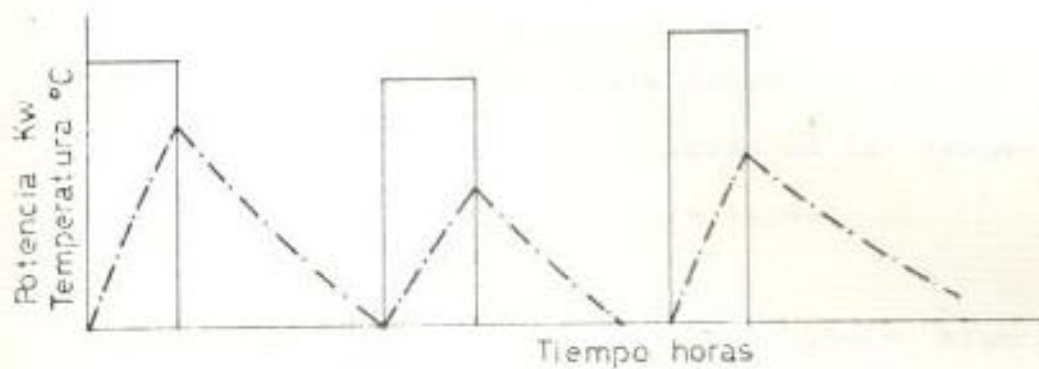


Figura No. 37

DIAGRAMA DE FUNCIONAMIENTO DE UNA MAQUINA PARA
SERVICIO INTERMITENTE

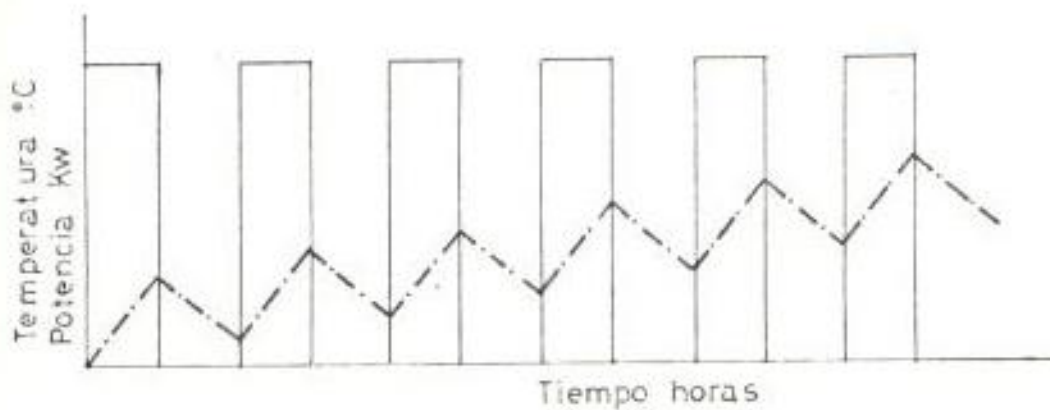


Figura No. 36

Servicio contínuo o permanente.- La máquina eléctrica está funcionando permanentemente, o por lo menos durante algunas horas a plena carga.

La figura No. 35 nos indica el diagrama de funcionamiento de una máquina para servicio contínuo y la misma considera la variación de la temperatura, en una máquina de este tipo.

Naturalmente estas máquinas han de estar bien dimensionadas, y debe procurarse una buena ventilación para que, en todos los casos, exista equilibrio entre el calor desarrollado y el calor disipado, de forma que la temperatura final no exceda de los límites previstos.

Servicio intermitente.- El accionamiento de muchas máquinas de trabajo, requiere un servicio intermitente, es decir constituido por una serie de etapas de funcionamiento, separadas por intervalos de reposo, o de marcha en vacío, con un régimen que se mantiene constante durante cada etapa de funcionamiento.

El ciclo de trabajo queda comprendido entonces - como el tiempo de arranque, más el tiempo de car

ga y más el tiempo de parada. Durante este período el motor se va calentando y enfriando alternativamente, pero el tiempo de parada no es suficiente para que la máquina se enfrie hasta la temperatura ambiente, por lo que irá, calentándose paulatinamente hasta alcanzar los valores límites de temperatura para la cual fue constituida, y que no debe sobrepasarse.

Los factores decisivos para el calentamiento de la máquina son, en este caso, la frecuencia de conexión, el trabajo de aceleración de frenado, y sobre todo, el factor de conexión, que es la relación porcentual entre el tiempo en que la máquina está bajo carga y el tiempo total de funcionamiento. Figura No. 36.

Servicio de corta duración.- El ciclo de trabajo y calentamiento para una máquina de este tipo, es como en la Figura No. 37, donde la carga actúa con toda intensidad durante corto tiempo; en el cual, los elementos constructivos de la máquina alcanzan temperaturas para las que han sido proyectadas (40, 50, 60°C).

A la marcha en carga, sucede una pausa durante la cual, la máquina queda en reposo, esta pausa debe

ser lo suficientemente larga, para que la máquina se enfríe hasta la temperatura ambiente.

El tiempo de funcionamiento a plena carga, debe ser menor que el requerido, para llegar al equilibrio térmico de la máquina.

Servicio continuo con carga de corto tiempo.- En este caso, la máquina está bajo carga durante breve período de funcionamiento, trabajando en vacío durante las pausas, con lo cual, la propia ventilación de la máquina puede evacuar una considerable cantidad de calor, bastante mayor que en el caso de carga de corta duración.

Esta es la clase de servicio de los motores para muchas máquinas y herramientas. Figura No. 38.

Servicio continuo con carga intermitente.- Este servicio, es una variante del servicio intermitente; solamente se diferencia de éste último en que la máquina funciona en vacío durante las pausas, con lo cual la propia ventilación puede enfriar la máquina durante las mismas; de ésta manera, la máquina puede someterse a una carga mayor.

Para el factor de conexión rigen los valores - normalizados, y que están considerados entre - un 30 a 60%. Figura No. 39.

9.3.5. Especiales.-

Se extiende al tipo de protección, aislamiento y dimensio nes, datos que dependen de la forma de trabajo, frecuencia de conexión, etc.

Ejemplos:

- Motores para grúas, talleres de laminación y otros de ejecución pesada con ejes reforzados.
- Motores para industria siderúrgica, con modificaciones frecuentes de velocidad.
- Motores blindados a prueba de presión y con protección contra explosiones.

Muchas veces, las máquinas eléctricas han de - trabajar en ambientes muy desfavorables ó en con diciones muy duras. En estos casos, las protec ciones contra los agentes exteriores, resultan insuficientes y por consiguiente se han de pre- veer protecciones especiales y adecuadas, en ca

DIAGRAMA DE FUNCIONAMIENTO DE UNA MAQUINA PARA
SERVICIO CONTINUO CON CARGA INTERMITENTE

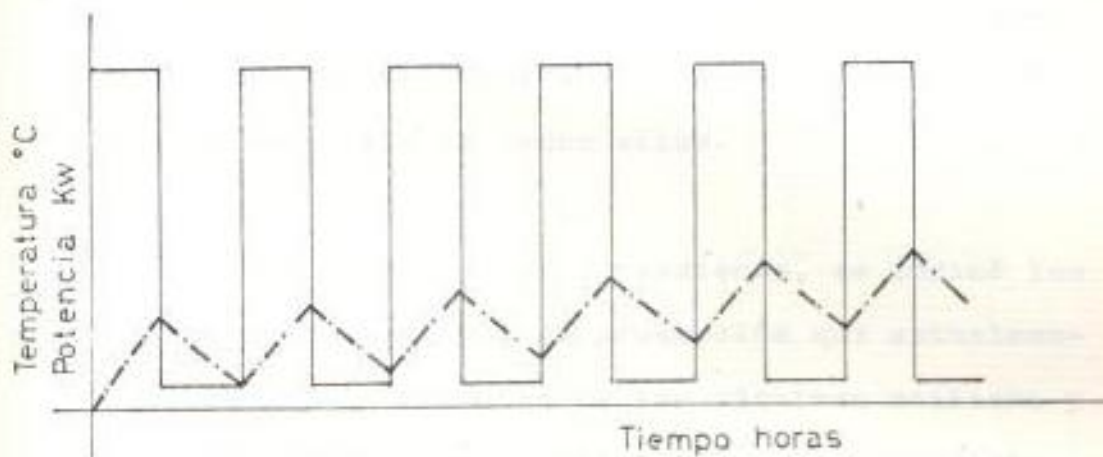


Figura No. 39

DIAGRAMA DE FUNCIONAMIENTO DE UNA MAQUINA PARA
SERVICIO CONTINUO CON CARGA TEMPORAL

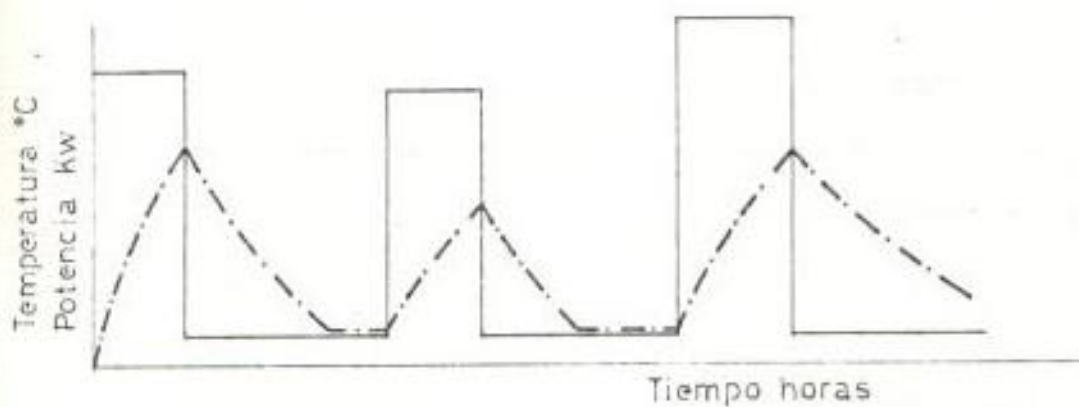


Figura No. 38

chorro de agua, sino que también permiten inmersiones momentáneas, como puede ser el caso en barcos de pequeños tonelajes, durante grandes temporales.

Para otra clase de ambientes como los lavaderos de carbón, además del ambiente extraordinariamente polvoriento, existe el peligro de explosión con gas grisú. En este caso, además de la protección absoluta contra el polvo de carbón, mediante el filtrado del aire de ventilación, hay que utilizar material antideflagrante, es decir apropiado para lugares donde puedan formarse mezclas explosivas de gases. Ya sabemos que en toda máquina eléctrica en movimiento, existen sobrecalentamientos; además, las partes eléctricas móviles en contacto producen un continuo chispeo; en atmósfera con peligro de explosión se ha de evitar que estos sobrecalentamientos provoquen esta explosión, para la cual la máquina ha de ser blindada, y convenientemente refrigerada.

Puede darse el caso de una explosión en el interior de la máquina, provocada, en este caso por la inevitable introducción de partículas de grisú, por lo tanto, la máquina ha de ser

capaz de resistir a la sobrepresión interior provocada por la explosión y, a la vez, ha de evitarse la transmisión de la explosión al exterior, evitando así resultados catastróficos.

Con los dos ejemplos expuestos, consideramos haber dado una idea aproximada de lo que significan las máquinas con protección especial.

9.4. Identificación.-

9.4.1. Identificación de los motores.- Deben estar marcados con la siguiente información:

- a. Nombre del fabricante
- b. Potencia en HP
- c. Tensión nominal envoltios
- d. Intensidad nominal, a plena carga en amperios
- e. Número de fases y forma de conexión
- f. Frecuencia en ciclos por segundo
- g. Velocidad nominal a plena carga

9.4.2. Identificación de los controles.- Deberán estar marcados de la siguiente forma.

- a. Nombre del fabricante
- b. Potencia en HP

- c. Tensión nominal en voltios
- d. Intensidad en amperios

Con los datos de identificación expuestos se considera que son suficientes para identificar de que maquinaria se trata, no con esto queremos decir, que serían los únicos que deban ser grabados en la placa de características correspondiente.

9.5. Ubicación.-

- a. Ubicación de motores.- Deben colocarse de modo que las operaciones de mantenimiento puedan efectuarse fácilmente.

Los motores con conmutadores y anillos colectores deben colocarse o protegerse de tal modo que las chispas no puedan alcanzar a ningún material combustible.

- b. Ubicación del Control.- Debe estar ubicado a la vista del motor ó de la maquina que controle. Una distancia de más de 15 mts. se considera no visible.

El motor eléctrico posee pocas partes sometidas a desgaste. En lo principal son los cojinetes,

la superficie del colector, los anillos rozantes y las escobillas. Los cojinetes de bolas ó de rodillos no sufren desgaste, en cambio - necesitan de vez en cuando un cambio de grasa, quitando toda la grasa vieja según las intru
ciones de servicio.

Es usual en las industrias los ciclos de mante
nimiento se realicen periódicamente, y por lo tanto la ubicación del mismo, debe ser reali
zada en un lugar accesible para que estas ope
raciones se efectúen fácilmente en un tiempo inferior al que se tomaría, si el motor se en
cuentra en lugares de difícil acceso.

Con mayor razón si se llega a producir una fa
lla del motor que paralice el trabajo de la má
quina que acciona.

Como conclusión podemos decir, que tanto la ubi
cación del motor, como la del control, deben - ser realizadas en lugares que no presenten peli
gros para los mismos, y de fácil acceso.

Una distancia de más de 15 metros se considera no visible porque en caso de falla, ó de insegu
ridad del operador de la maquinaria, llegue al

mismo, en un tiempo relativamente corto para des
conectarlo del servicio, evitando así que se pro
duzca fallas de mayor proporción.

9.6. Alambrado.-

9.6.1. Motor individual.- La sección del conductor de un circui-
to de alimentación de un motor con ré-
gimen continuo y carga aproximadamente constante debe ser
la necesaria para conducir mínimo el 125% de la corriente
nominal a plena carga del motor. Cuando la carga es varia-
ble se asumirá como si fuese continua o permanente (9.3.4.).
El porcentaje especificado rige para las siguientes condi-
ciones:

- a. Formas de instalación: En tubería rígida, conduit, -
bandejas, canaletas u otros -
similares.
- b. Temperatura del ambiente: Máximo 40°C.
- c. Longitud de la línea: Máximo 50 mts.

Para sección y capacidad de conductores referirse a:
Tabla No. 7 (esta tabla corresponde al capítulo que trata
los conductores. Proyecto de Código Eléctrico Ecuatoriano).

Los metales utilizados para el transporte de ener-
gía constan de cuerpos atómicos que están dispues-
tos en forma de red ordenada, y rodeado de una -

nube móvil de electrones. La conductibilidad es buena, pero va disminuyendo según sube la temperatura, a causa del frenado de electrones por oscilaciones reticulares.

Las impurezas por ejemplo (aleaciones), originan alteraciones de la constitución regular de la red, y por consiguiente una reducción de la conductividad.

Por lo tanto tratándose de un conductor de uso general, debemos considerar todos los factores que influyen en el transporte de la corriente - absorbida por el motor, siendo los principales, la longitud del conductor, sección transversal, su estructura molecular, temperatura permisible del material, y la diferencia de potencial.

$$R = \rho \frac{l}{A} \text{ , ohmios}$$

R = Resistencia en ohmios

l = Longitud de la línea en metros

ρ = Ohmios por m²

A = Metros cuadrados

La densidad de corriente de un conductor, se obtiene dividiendo la intensidad que lo atraviesa,

por la sección del mismo.

Para evitar el calor producido por el paso de la corriente en los conductores, es preciso - reducir las pérdidas de energía, pero dependiendo ésta de la intensidad que por el conductor circula, bastará para conseguir lo expresado, limitar la corriente en relación a la resistencia ohmica, y por consiguiente la sección del conductor.

$$g = \frac{I \times l \times \sqrt{3} \times \cos \phi}{K V_e} ; \text{ mm}^2$$

S = Sección del conductor

I = Corriente en amperios

l = Longitud del conductor en metros

Cos ϕ = Factor de potencia

K = Constante del material, 57 para el cobre y
35 para el aluminio (elemento más utilizado)

Ve = Caída de tensión de la línea

Por lo expuesto deducimos que el factor indicado del 125%, para el cálculo de la sección del conductor de alimentación de un motor, el cual está expuesto a diversas condiciones de trabajo, como se explicó anteriormente, está

de acuerdo para conseguir que el conductor presente condiciones aceptables de seguridad, para el transporte de la energía sin sobrepasar las temperaturas permitidas.

Con respecto a la temperatura máxima de 40°C, estipulada, para las condiciones ambientales, ha sido determinada para facilitar la transmisión del calor del conductor, al medio ambiente sin tomar precauciones especiales.

Cada tipo de conductor aislado está aprobado para ciertos usos y tiene una temperatura máxima de operación, dimensiones determinadas - que dan su máxima capacidad de transporte de corriente. Tablas de capacidad de conductor se encuentran estipuladas para diferentes tipos de conductores, sean desnudos o cubiertos por diferentes clases de aislamientos.

Por lo regular, las tablas que indican la capacidad de transporte de los conductores, está dada en base a temperaturas de 15 ó 20°C., cálculos realizados por experimentaciones, y que nos permite establecer las diferentes capacidades de los mismos.

Si un circuito está destinado a trabajar a temperaturas altas, es esencial el comprobar las caídas de tensión del conductor, a estas temperaturas, debido al aumento de las resistencias con la misma. Un factor de corrección determinado también experimentalmente igual a 0.313 % por cada grado centígrado, nos faculta para determinar la resistencia, que alcanzaría el conductor al trabajar a dicha temperatura.

$$R = R_1 + [1 + 0,00393 (T - T_1)] \quad , \text{ en donde}$$

R = Resistencia del conductor en ohmios

R₁ = Resistencia del conductor de tabla en
ohmios

T = Temperatura de trabajo

T₁ = Temperatura de tabla

Las formas de instalación, inciden también en la capacidad de transporte del conductor, porque la temperatura del aire en un sistema de conductos, depende de la magnitud y duración de la carga que llevan los conductores alojados en ellos, y la actitud de la estructura que forma la canalización para evacuar el calor hacia el ambiente que los rodea.

La capacidad de transporte de los conductores es mayor cuando están colocados al aire libre, que cuando se encuentran colocados en ductos, disminuyendo la capacidad hasta en un 30%.

En la fórmula determinada para el cálculo de la sección del conductor encontramos que su longitud, es directamente proporcional a la sección, es decir, que a mayor distancia correspondería mayor sección del conductor.

La distancia máxima de 50 metros para el conductor, se debe a pruebas realizadas que determinan que las capacidades de los mismos, son transmitidas sin mayores caídas de tensión y sin alzas de temperaturas.

Por lo tanto deducimos, que las normas establecidas para la sección del conductor de alimentación de un motor están de acuerdo, para garantizar los mínimos requisitos de seguridad que se necesitan en toda instalación.

- 9.6.2. Secundario de Rotor devanado.- Los conductores que conectan el secundario de un motor de c.a. de rotor devanado a su control, debe tener una capacidad de transporte del 125% de la corriente

secundaria del motor a plena carga para trabajo continuo.

Cuando la resistencia secundaria está separada del control la capacidad de transporte de los conductores entre ellos no será menos que la especificada en la tabla siguiente.

Clasificación del trabajo de la resistencia	Capacidad de transporte del conductor en tanto por cien- to de la intensidad <u>secunda</u> ria a plena carga
Arranque ligero	35
Arranque fuerte	45
Arranque extra fuerte	55
Trabajo intermitente ligero	65
Trabajo intermitente fuerte	85
Trabajo intermitente medio	75
Trabajo continuo	110

Esta norma establece las mismas condiciones pa
ra el cálculo de la sección del conductor que
alimenta al motor, siendo la única variación -
los porcentajes determinados para el cálculo -
de la sección de los conductores que conectan
la resistencia secundaria con el sistema de --
control.

Los porcentajes determinados corresponden a la clasificación del trabajo de la resistencia y se explican por sí mismo.

- 9.6.3. Conductores que alimentan a varios motores.- Los conductores que alimentan a dos o más motores deben ser de calibre suficiente para una corriente no menor que el 125% de la corriente a plena carga del motor de mayor potencia en el grupo, más las sumas de las corrientes nominales a plena carga de los demás motores del mismo grupo. Cuando los motores no funcionan simultáneamente a plena carga, podrá aplicarse el factor de demanda que corresponda al régimen de operación.

El porcentaje adicional establecido para sección del conductor es suficiente para transportar la corriente eléctrica de un conjunto de motores ya que se está considerando este porcentaje de acuerdo a la corriente nominal de plena carga del motor de mayor capacidad.

Las condiciones establecidas en 9.6.1., también se aplican para el conjunto de motores.

- 9.6.4. Carga mixta o combinada.- Los tipos de conductores que alimenten a motores, circuitos de alumbrado y otros aparatos deben ser dimensionados, de

forma tal, que puedan conducir la suma de todas las cargas y los porcentajes adicionales correspondientes, sin sobrepasar la temperatura permisible del aislamiento.

De igual forma que en la norma anterior el porcentaje adicional considerado en la sección del conductor, permite las seguridades mínimas requeridas por la instalación a pesar de que las cargas sean diferentes.

9.6.5. Factor de Demanda.- Se aplicará al alimentador que abastezca varios motores para tener menor sección que la especificada en 9.6.3., ó 9.6.4., cuando se trate:

- a. De grupos de motores que trabajan intermitentemente - Ref. 9.3.4.b.
- b. En instalaciones donde el funcionamiento de uno ó parte del grupo de motores bloquee el funcionamiento del resto de motores.
- c. En instalaciones donde la experiencia de operación del grupo de motores demuestra que la corriente de demanda real es inferior a lo especificado según 9.6.3. ó 9.6.4. Este literal se aplica únicamente cuando se trata de aumentos similares a realizarse.

Factor de demanda es la relación, entre el máxi

mo consumo de energía, y la carga total conectada, expresada en tanto por ciento.

$$\text{Factor de demanda} = \frac{\text{Potencia Absorbida}}{\text{Potencia total Instalada}} \text{ en } \%$$

De la fórmula expuesta determinamos que el factor nunca será mayor que la unidad, y por lo tanto, servirá para disminuir la sección del conductor, dependiendo del trabajo a que se encuentre sometido.

Este factor, influye directamente sobre el factor económico, ya que reduciendo la sección del conductor en una red de alimentación, disminuye el costo de la misma.

- 9.6.6. Sección mínima.- El número 12 AWG (3,31 mm²) será el diámetro mínimo requerido para la alimentación de los motores.

Excepciones:

- a. Motores de hasta 1 HP
- b. Alambrado de sistemas de control
- c. Motores de artefactos domésticos

Para la reducción de pérdidas ocasionadas en el transporte de la energía, se ha asumido por-

centajes adicionales a la sección del conductor, además de que se limitan las caídas de tensión, para así obtener las seguridades requeridas en toda instalación.

Es por esto que se determina que el diámetro mínimo corresponde al número 12 AWG, cuya sección es suficiente para transportar las corrientes de carga sin sobrecalentamientos.

Las excepciones realizadas son consideradas, en vista de que por lo regular su consumo es inferior a la capacidad de transporte, del conductor especificado.

9.7. Sistemas de Protección.-

9.7.1. Para sobrecarga.-

9.7.1.1. Motores.- Todo motor debe estar protegido contra sobrecargas por medio de un dispositivo que actúe por la sobrecorriente del mismo. La capacidad de ajuste del dispositivo debe ser máximo del 125% de la corriente nominal de plena carga.

9.7.1.2. Circuitos derivados.-

a. Capacidad o Ajuste para motor individual.- El dispo

sitivo de sobrecorriente del circuito derivado para un motor debe ser capaz de soportar la corriente de arranque. La protección de sobrecorriente se considera obtenida cuando es te dispositivo tenga una capacidad de ajuste que no pase de los valores indicados. Tablas No. 9.11.4., 9.11.5. Cuando el dispositivo de sobrecorriente no sea suficiente para la corriente de arranque del motor, podrá aumentarse pero en ningún caso su capacidad o ajus te debe exceder de 400 % de la corriente a plena carga del motor.

b. Conjunto de motores.-

Dos o más motores de cualquier potencia, cada uno con su protección contra sobrecarga, pueden conectarse a un circuito derivado, siem pre que se cumpla con la condición siguien te:

1. El circuito derivado debe estar protegido por fusibles o interruptores térmicos, magnéticos que tengan una capacidad que no exceda la especificada en el literal a., para el motor -

más grande conectado al circuito derivado, más las corrientes nominales a plena carga, de to dos los demás motores conectados al circuito.

- c. Protección combinada contra sobrecorriente.- La protección tección contra sobrecorriente, tanto del circuito derivado - como de la sobrecarga del motor, puede combinarse en una sola, si la capacidad o ajuste del dispositivo - proporciona la protección contra sobrecorriente especificada en el numeral 9.7.1.1.
- d. Capacidad de los interruptores automáticos.- Los interrup-terruptores automáticos para la protección de circuitos de rivados para motores deben tener capacidad para conducir continuamente no menos de 115% de la corriente nominal a plena carga de los motores.
- e. Derivación en puntos inaccesibles.- Si el punto de conexión de un circuito derivado para motores a los conductores alimentadores no es accesible, el dispositivo de sobrecorriente del circuito derivado puede colocarse donde sea accesible, siempre que se cumpla con algunas de las condiciones siguientes:

1. Que los conductores entre el punto de derivación y el dispositivo de sobrecorriente no sean más delgados que los alimentadores.
2. Que la longitud de los mismos conductores, no sea mayor de diez metros, y estén debidamente protegidos.

La corriente de arranque de los motores, alcanza valores aproximados de, 4, a 6 veces la corriente nominal de plena carga. El circuito de alimentación de los mismos, debe poseer un sistema de protección que accione en el caso de fallas o de cortocircuito, pero que no accione al paso de las corriente de arranque.

El elemento utilizado comúnmente para la protección de los circuitos de los motores, es el fusible, el cual está compuesto de aleaciones de metales, o simplemente de metales, que tienen un bajo punto de fusión; es decir se funden al paso de elevadas corrientes.

El porcentaje de 400% de la corriente a plena

carga del motor ha sido considerado como el máximo, tomando en consideración, las corrientes de arranque de los motores.

En muchos casos la protección por medio de fusibles, para la protección de los circuitos derivados, no es utilizado por la característica lenta que poseen para fundirse, al paso de sobrecorrientes. Es por eso que se utilizan los interruptores automáticos, de potencia, que desconectan las fallas o cortocircuitos por medio de disparadores electromagnéticos de sobreintensidad, de reacción rápida. Si en la red, se colocan varios interruptores de este tipo en serie, se requiere entonces la selectividad de los mismos, es decir, deben ser diseñados para que accione únicamente el interruptor más cercano al punto de falla.

El porcentaje de 115% de la corriente nominal a plena carga de los motores, ha sido considerado por las características que poseen estos instrumentos, que accionan únicamente en el caso de sobreintensidad, y permiten el paso de las corrientes de arranque.

En cualquier sistema de instalaciones puede darse el caso, de tener que llegar con la red a lugares inaccesibles, o simplemente a lugares de difícil acceso, para los operadores de la maquinaria, por lo tanto, hay que prever que la instalación presente las mejores protecciones, para así evitar, cualquier falla que se pueda producir. Es decir los sistemas de control de dicha maquinaria deben ser ubicados en lugares accesibles, y usando conductores del mismo diámetro de la red de alimentación.

La longitud de 10 metros como máximo, es una distancia considerada como preventiva, para evitar que se coloque los dispositivos de protección, a mayor distancia, donde seguramente, en caso de fallas, el conductor sufrirá recalentamientos al no producirse la desconexión inmediata del dispositivo de protección.

9.7.1.3. Alimentadores de circuitos.-

- a. Capacidad o ajuste para cargas de motores.- Los conductores alimentadores de circuitos derivados que abastezcan a varios motores deben tener una protección contra sobrecorrientes no mayor que la capacidad o ajuste del dispositivo

protector del circuito derivado que tenga la protección mayor, más la suma de las corrientes a carga plena de los motores de los demás circuitos derivados.

1. Si la capacidad obtenida de acuerdo con el párrafo anterior no corresponde a un fusible ó dispositivo de capacidad normal, puede usarse el fusible o dispositivo de capacidad inmediata superior.
 2. Si dos o más motores de un grupo necesitan arrancar simultáneamente, puede ser necesario instalar conductores alimentadores de mayor sección y consecuentemente aumentar la capacidad ó ajuste de la protección de sobrecorriente de los alimentadores.
- b. Capacidad o ajuste para cargas mixtas.- Si los conductores alimentadores abastecen cargas de motores y de alumbrado ó aparatos, el dispositivo protector de sobrecorriente de los alimentadores no debe exceder de la capacidad ó ajuste suficiente para llevar la carga de alumbrado y aparatos, más la capacidad que corresponde a los motores de acuerdo al numeral 9.7.1.1., según se trate de un solo motor o de 2 ó más motores.

Esta norma para los alimentadores de circuito es consecuencia de las normas establecidas anteriormente, por consiguiente no requiere explicación alguna.

9.7.2. Dispositivo de sobrecarga.-

a. Fusibles.- Elemento de protección que se funde al paso de sobrecorriente. Tabla 9.11.6.

b. Interruptores.-

1. Térmicos.- Elemento de protección, bimetálico, que actúa por la elevación de temperatura al paso de sobrecorriente.

2. Magnéticos.- Elemento de protección, disparo de bobina, acción realizada en caso de cortocircuito.

3. Térmico - magnético.- Elemento de protección combinada.

Pueden ser secos ó en baños de aceite según la capacidad o condiciones del ambiente.

La inercia y campo de ajuste de la desconexión térmica de sobreintensidad, se elegirán, de acuerdo con las características, y las condiciones de arranque del motor. El ajuste debe de hacerse, con arreglo a la corriente nominal del motor, y si se trata de una carga continua del motor, es mejor hacerlo con arreglo a la corriente de régimen del motor.

Las desconexiones protegen de forma segura en los térmicos, hasta una frecuencia de 30 maniobras - horas, y a mayor frecuencia hasta 60 maniobras - horas en servicio intermitente, si la corriente de arranque es como mínimo 6 veces la corriente nominal del motor, y el tiempo de arranque de un segundo como máximo (valores aproximados según cálculos de fabricantes).

Las desconexiones térmicas, por sobreintensidad están protegidas, contra cortocircuitos demasiado altos, por fusibles cuya corriente nominal máxima admisible, se elige con arreglo a la resistencia térmica al cortocircuito, del medio de desconexión.

Los fusibles como elementos de protección que se funden, al paso de corriente, sirven para la interrupción automática de circuitos de corriente, en caso de sobrecargas, y de cortocircuitos.

El metal para fusibles eléctricos es generalmente, una aleación, de bajo punto de fusión. Sus componentes principales son: bismuto, cadmio, plomo y estaño, en varias proporciones; y están comprendidos entre 60° y 200°C .

La resistencia del fusible, provoca una disipación de energía, liberación de calor, y aumento de temperatura. Una corriente suficiente - fundirá naturalmente el fusible, y abrirá, por consiguiente, el circuito siempre que el arco se apague. Los metales que se volatilizan fácilmente en el calor del arco deben ser preferidos a aquellos que funden, dejando glóbulos de metal caliente. La capacidad de un fusible cualquiera depende esencialmente de, sus formas, dimensiones, construcción y de todos los factores que afectan su capacidad de disipación del calor.

Los relés térmicos de protección, son destinados a controlar el calentamiento de los motores y provocan la apertura automática del contactor cuando se alcanza un calentamiento límite. Poseen siempre un elemento fundamental que se calienta en función de la corriente del motor que provoca la apertura automática de un contacto - cuando se alcanza su temperatura de reacción, - este elemento es conocido con el nombre de bimetal.

El calentamiento del bimetálico puede obtenerse, - bien por el paso directo de la corriente, ó por

el paso de la corriente a través de una pequeña resistencia calefactora dispuesta junto al bimet^{al}, y en serie con el mismo, o por medio de una corriente que proviene de un transformador de intensidad.

En todos estos casos, el calentamiento estabilizado del bimet^{al} bajo una intensidad dada, es simplemente proporcional al cuadrado de intensidad, y la temperatura que alcanza el bimet^{al}, es la suma de la producida por este calentamiento y la temperatura del ambiente que lo rodea.

Los controles electromagnéticos ó simplemente magnéticos, son empleados para proteger los circuitos contra los fuertes sobrecalentamientos que requieren una apertura rápida del contactor. Su empleo es necesario en instalaciones, en las que se pueda tener una variación brusca y anormal del par resistente de la máquina accionada.

Los relés actúan instantáneamente, cuando la intensidad alcanza el valor correspondiente al punto de regulación; y constan esencialmente de un circuito magnético y un mecanismo de des

conexión que actúa sobre un contacto. El mecanismo de desconexión es accionado por la armadura, que en su movimiento debido a la atracción magnética, desplaza una palanca que actúa sobre el contacto auxiliar de disparo.

Después de la apertura del contactor controlado, por el relé, la armadura de éste último, - vuelve a caer, y el contacto puede volver a adquirir su posición inicial.

La regulación de la intensidad de desconexión, se consigue, haciendo variar el entrehierro - del relé por rotación de un sector helicoidal sobre el que reposa la armadura móvil. Este sector, lleva un índice que se desplaza ante una escala graduada fija de acuerdo con el giro de un botón aislante.

El dispositivo de sobrecarga térmico - magnético, es una combinación de los explicados anteriormente.

La fabricación de estos controles, es por lo general realizada para que sus contactos trabajen o se desplacen en el aire, y en casos especiales el desplazamiento es realizado en un ba

ño de aceite, que sirve para la extinción del arco y mayor duración de los contactos.

Por lo general, el bimetal está formado por dos láminas estrechas y delgadas de metales diferentes, soldados, los cuales poseen distintos coeficientes de dilatación.

Ejemplo:

Ferroniquel para la lámina más dilatable, e invar prácticamente sin dilatación.

En estas condiciones el bimetal se curva, y presenta una deflexión variable. De acuerdo a la temperatura, al curvarse acciona un mecanismo que interrumpe el circuito desconectando el motor a la línea.

La regulación establecida para el dispositivo de protección, permite que no se produzca el accionamiento del mecanismo de control y se dispare, ya sea por el arranque del motor, o por una pequeña variación en la tensión de la red.

9.7.3. Para fallas a tierra.-

9.7.3.1. Protección: Las carcasas de motores y de controles deben ser

conectadas a tierra directamente ó a la tierra del sistema.

9.7.3.2. Tierra del sistema: Se considera tierra del sistema a un electrodo (varilla de cobre ó aleación) enterrado en la superficie de la tierra de manera vertical u horizontal.

La profundidad mínima es de 2 metros que se requiere enterrar la varilla.

El valor que debe tener la resistencia del sistema es de 5 ohmios máximo y la diferencia de potencial entre el motor o control no podrá ser mayor de 50 voltios, con respecto a tierra. (Capítulo Conexión a Tierra).

9.7.4. Por variación de voltaje.-

Sólo en casos especiales se requiere la protección para variación en el voltaje ya que por lo regular las acomodadas poseen este tipo de protección.

9.7.4.1. Baja Tensión: Las bobinas de disparo por mínima tensión podrán ser colocadas en los dispositivos de protección contra sobrecargas.

9.7.4.2. Sobre - tensión: Se colocarán igual que la anterior las bobinas de disparo por sobretensión.

9.7.4.3. Localización: Es suficiente la colocación de estas bobinas en el interruptor general del sistema, para que el sistema quede protegido.

Generalmente las acometidas poseen las bobinas correspondientes para la protección contra las variaciones de voltaje. Las empresas suministradoras de energía, entregan en la acometida sea ésta en conexión estrella o triángulo tensiones con margen de regulación establecidas. (x)

En el caso de conexión triángulo la regulación correspondiente es del margen de (2, -8%) (xx) en la conexión estrella es de (8, -2%), porcentajes que están de acuerdo a las tensiones por ellos suministradas. La ley de acometidas de servicio eléctrico contempla este margen de variaciones

(x) Empresa Eléctrica del Ecuador
Empresa Eléctrica Quito

(xx) Reglamento Nacional de Acometidas
Artículo No. 7-b, Año 1.965/62

Baja tensión.- Las tensiones nominales de ali
mentación deben permanecer dentro de los límites permitidos por el sistema -
al cual alimentan, existen sistemas en que el
margen de variación no permite una amplitud -
superior a - 7% del valor nominal de la tensión
por lo tanto se requiere las bobinas para pro -
tección por mínima tensión.

Estas bobinas hacen que el automático se dispare
cuando la tensión cae por debajo del límite
preestablecido por el constructor, protegiendo
así al sistema, en general, ó en casos especí-
ficos a los motores que alimentan; ya que es -
conocido que al existir una baja tensión auto-
máticamente se produce una sobrecarga en el -
mismo, ya que por lo regular un motor requiere
de un par constante para arrastrar la carga -
que debe mover, y como la velocidad de los mo-
tores de inducción no varía más allá de un 4 á
5% la potencia solicitada es prácticamente consta
nte.

Si la potencia es constante, con una tensión -
inferior a la nominal las corrientes de carga
aumentan, decreciendo las corrientes magneti -
zantes y de pérdida en el hierro, aparte de -

perjudicar el factor de potencia, según sea la magnitud de la baja de tensión. Al reducirse - las corrientes de pérdidas en el hierro, disminuyen también las pérdidas en el cobre en mayor proporción, ya que al crecer la corriente la temperatura aumenta y crece la resistencia de los - devanados.

Como las pérdidas por rozamiento y las adicionales permanecen constantes el conjunto global aumenta y disminuye el rendimiento, por lo tanto el peligro de deterioro es inminente.

Sobre - tensión.- Consiste en una bobina que - acciona solamente al alcanzar el límite permisible al cual ha sido diseñada - y desconecta el sistema protegiendo así los elementos a él conectados. En el caso de un motor al aumentarse el voltaje de alimentación se produce un aumento de velocidad, potencia y torque llegando al deterioro del aislamiento, y de mantener por un tiempo prolongado la sobretensión se produce la fundida del motor.

Localización.- Para que el sistema quede protegido, ésta bobina de protección por variación de voltaje debe ser colo-

cada en el interruptor principal; no por esto pueden ser colocadas exclusivamente en el interruptor principal para que el circuito quede protegido, ya que existen maquinarias que requieren un control regular de la tensión de alimentación, es decir que se colocará las bobinas en el interruptor de la máquina.

9.7.5. Protección mecánica.-

Los motores y sistemas de control normalizados se construyen con tipo de protección especiales para los lugares donde van a ser empleados. Tabla No. 9. 11.10.

Toda instalación debe estar protegida de manera que elementos extraños al sistema no ocasionen fallas en el mismo.

Los tipos de construcción modernos de motores y controles se encuentran actualmente normalizados, por lo tanto es suficiente conocer el trabajo que van a realizar, el lugar donde van a ser localizados, como las condiciones ambientales, etc., y luego referirse a los tipos de construcción generales que se encuentran determinados mediante las tablas formuladas por los fabricantes.

Con relación a los conductores es evidente que se debe proteger de forma tal que causas ajenas no interrumpen su normal funcionamiento, es por eso que se determinan diferentes tipos de canalizaciones para la ubicación del conductor.

9.8. Sistemas de Arranque

9.8.1. Uso del arrancador.- Todo motor debe tener un control capaz de arrancar y parar el motor que controla. Para motores de corriente alterna debe tener la capacidad de interrumpir la corriente a rotor frenado.

Excepciones:

- a. Motores de hasta 1/8 de HP
- b. Motores de uso electro - domésticos

La capacidad de ruptura del arrancador debe ser con el rotor frenado, es decir sin movimiento, por lo tanto para realizar la prueba del mismo se aplicará un voltaje reducido hasta alcanzar la corriente de régimen en los terminales del motor, luego se procederá a medir voltaje, y potencia.

Las excepciones realizadas se refieren únicamente a los motores de baja potencia, ya que

los mismos pueden ser conectados directamente a la red de uso común, porque las corrientes de arranque alcanzan valores relativamente pequeños y pueden ser absorbidos por la red.

- 9.8.2. Arranque directo.- Los motores pueden ser arrancados directamente a la línea hasta una potencia de 10 HP.

Teóricamente no existe razón alguna por la cual un motor de rotor en cortocircuito no pueda arrancarse directamente a la línea de alimentación. Más, si esto se hace, la corriente absorbida sería de 4 a 6 veces la corriente nominal del motor. Este consumo inicial no perjudica al motor pero puede causar perturbaciones en la línea de suministro.

Según el reglamento nacional para la instalación de Acometidas de Servicio Eléctrico, los motores pueden ser arrancados directamente a la línea hasta una potencia de 5 HP. La potencia indicada de 10 HP como máximo fue considerada por la Comisión Coordinadora de la realización del Código, porque consideraron que la corriente de arranque de los motores no alcanza valores muy altos de corriente para la red

de alimentación, en vista de que se asume que estas redes serán lo suficientemente capaces, ya que son para la alimentación industrial.

Con esta medida se reducen considerablemente los gastos de montaje e instalación para los pequeños industriales principalmente, eliminándose el arrancador a tensión reducida que tiene un costo relativamente alto comparado con un arrancador simple.

9.8.3. Arranque a tensión reducida.- Los motores de 10 HP en adelante se deben arrancar con potencia reducida. Existen varios métodos para poner en marcha al motor reduciendo la tensión de la línea de alimentación.

a. Autotransformador: Este aparato tendrá una posición de desconexión, una de marcha y por lo menos una de arranque. Se diseñará de manera que no pueda permanecer en la posición de arranque o en cualquier otra que deje fuera de funcionamiento el dispositivo de protección del circuito.

b. Arranque estrella - triángulo: Igual que en el anterior, tiene una posición de desconexión, una de puesta en marcha en estrella y una en (delta) triángulo o posición de trabajo.

c. Reostatos: Deberán estar diseñados de tal manera que no pueda quedar el contacto de la manivela entre dos segmentos. El punto o placa sobre el cual descansa la manivela cuando se halla en posición de arranque no tendrá conexión eléctrica alguna con la resistencia.

Para motores de corriente continua deben estar equipados con dispositivos automáticos que interrumpan la alimentación antes de que la velocidad del motor caiga por debajo de la tercera parte de su velocidad normal.

En el capítulo No. 5, hemos tratado los diferentes arranques utilizados para la puesta en marcha de los motores, y en esta norma únicamente se explica las condiciones que deben poseer cada uno de los arrancadores para su utilización.

9.8.4. Período de arranque.- Si el motor es arrancado manualmente, la protección contra sobrecarga puede excluirse del circuito durante el período de arranque, siempre que el dispositivo que la excluya no pueda dejarse en la posición de arranque. El motor se considera protegido en este período; si el circuito posee fusible o interruptores automáticos de acción retardada con capacidad o ajuste del 400% de la corriente a plena carga del -

motor. Si el arranque es automático el sistema de protección contra sobrecarga no puede ser eliminado.

Como hemos observado en el tema relacionado con los procedimientos de arranque de los motores, es posible que en los mismos sea suprimida la protección correspondiente y por lo tanto se proceda directamente con el arranque del motor. Es por esto que ésta norma establece la necesidad de que todo procedimiento de arranque sea realizado, de tal forma, que en ningún instante sea eliminada la protección, cuando menos del circuito de alimentación del motor.

El porcentaje de ajuste del 400% de la corriente a plena carga del motor para los equipos de protección es el límite a la que todo circuito debe poseer, para considerarse protegido, y evitar que cualquier corriente de falla ocasione daños mayores al sistema. Además, este valor es tomado con referencia a las corrientes de arranque, que son elevadas, y alcanzan valores de hasta 6 veces la normal de plena carga.

Para los fusibles o interruptores, debe ser la protección de acción retardada, para que al producirse las corrientes de arranque no alcancen a desconectar el circuito, en vista de que su tiempo de duración es reducido.

9.8.5. Limitación de velocidad.- Se deben usar dispositivos li
mitadores de velocidad en las
siguientes máquinas:

- a. Motores de corriente continua excitados separadamente
- b. Motores de corriente continua con excitación serie.
- c. Motogeneradores y convertidores que pueden ser impul
sados a velocidad excesiva del lado de corriente con
tínua.

Excepción: Cuando las características inherentes de la
máquina, el sistema, o la carga, limiten con seguridad -
la velocidad.

Un ejemplo común de motor de corriente contí-
nua con excitación separada se halla en el sis-
tema de velocidad Ward Leonard, cuyo uso está
muy extendido en ascensores, montacargas y o-
tras aplicaciones donde es necesario una regu
lación suave de velocidad desde el reposo has
ta la velocidad máxima. Figura No. 41 (Fig.19)

En la figura indicada anteriormente, G_1 y
 G_2 son dos generadores cuyos inducidos es
tán montados sobre un eje accionado por un mo
tor que no figura en el esquema, M es un motor
que acciona el tambor del ascensor u otra má-
quina. Los inductores del motor M y del gene-

rador G_2 están excitados por G_1 . Ajustando el reostato R se varía la tensión generada por G_1 y ésta a su vez hace variar la velocidad del motor M .

Es evidente que si el circuito inductor del motor M se interrumpiera accidentalmente mientras el motor estuviera cargado muy ligeramente, alcanzaría una velocidad excesiva. En muchas aplicaciones de este sistema, el motor está siempre cargado y no se precisa ningún limitador de velocidad.

La velocidad de un motor serie depende de su carga y se hará excesiva a carga nula o carga muy baja. Los motores de tracción son corriente^{mente} motores serie pero éstos están engranados a las ruedas del coche o locomotora y por tanto están siempre con carga.

Cuando un grupo motor generador consistente en un motor que acciona un generador de corriente continua de excitación compound, trabaja en paralelo con otra máquina análoga, o se emplea para cargar baterías de acumuladores, si el circuito del motor se abre accidentalmente mientras el generador sigue conectado a los colec-

tores de corriente continua o batería, el canerador funcionaría como motor y su velocidad alcanzaría límites peligrosos. Un convertidor sincrónico que trabaje en similares condiciones puede también embalsarse si se interrumpe accidentalmente la alimentación de corriente alterna.

Para salvaguardar las sobrevelocidades se monta en el eje de la máquina un dispositivo de protección, sea centrífugo que cierra o abre un contacto a una velocidad prefijada, disparando el interruptor y se produce la desconexión de la máquina de la alimentación.

9.8.6. Motores de velocidad variable.- Si son controlados por medio de regulación del campo, deben ser equipados, y conectados de tal forma que no puedan arrancar con un campo fácil a menos que el motor esté construido para este arranque.

La disminución del campo inductor es el método más corriente empleado para regular la velocidad de los motores de corriente continua. Si se hiciera arrancar éstos bajo campo inductor débil la corriente de arranque sería excesiva al menos que el motor estuviera diseñado para ese efecto.

9.9. sistema de Desconexión:

- a. Seccionador.- Dispositivo de desconexión del motor a la línea sin carga.
- b. Interruptor.- Dispositivo de desconexión del motor a la línea con carga. Ref. 9.7.2.
- c. Arrancador.- Dispositivo que se usa en ciertos casos como medio de desconexión.

9.9.1. Capacidad: Los sistemas de desconexión tendrán una capacidad de transporte según:

- a. Seccionador.- Capacidad de transporte igual a mayor a la intensidad de plena carga del sistema.
- b. Interruptor.- Capacidad igual al 125% de la intensidad del motor a plena carga que controla.
- c. Arrancador.- Igual que el interruptor.

En la norma correspondiente a los sistemas de protección se explicó los porcentajes de la intensidad de corriente a plena carga de los motores, como los sistemas utilizados para la protección de los motores son también utilizados como medio de conexión no se requiere una explicación adicional.

El seccionador debe tener la capacidad de trans

porte igual o mayor a la intensidad de plena carga del sistema, porque, todas las corrientes de alimentación del motor deben pasar sin producir sobrecalentamientos por él, para así evitar el deterioro del mismo. Por lo regular los seccionadores están formados por cuchillas que se ajustan a presión, al sufrir los sobrecalentamientos el material se comienza a fundir y se soldaría la cuchilla a su cavidad o enclavamiento.

9.10. Sistemas de puestas a tierra.

9.10.1. Conexión directa.- Es la unión del conductor de tierra con el electrodo (enterrado) de tierra.

9.10.2. Conexión al sistema.- Es la unión de los conductores de tierra de un sistema y éste conectado al electrodo de tierra.

9.10.3. Interruptor de puesta a tierra.- Consiste en una bobina que acciona un dispositivo de desconexión de la línea de alimentación al producirse una falla a tierra.

9.10.4. Conductor de Puesta a Tierra.- El calibre del conductor

para un sistema de corriente alterna o para un conductor de puesta a tierra común debe ser según Tabla No. 16, excepto cuando esté conectado a un electrodo de puesta a tierra no necesitará ser mayor que el número 6 AWG.

Tabla No. 16

TAMAÑO DE CONDUCTORES DE TIERRA

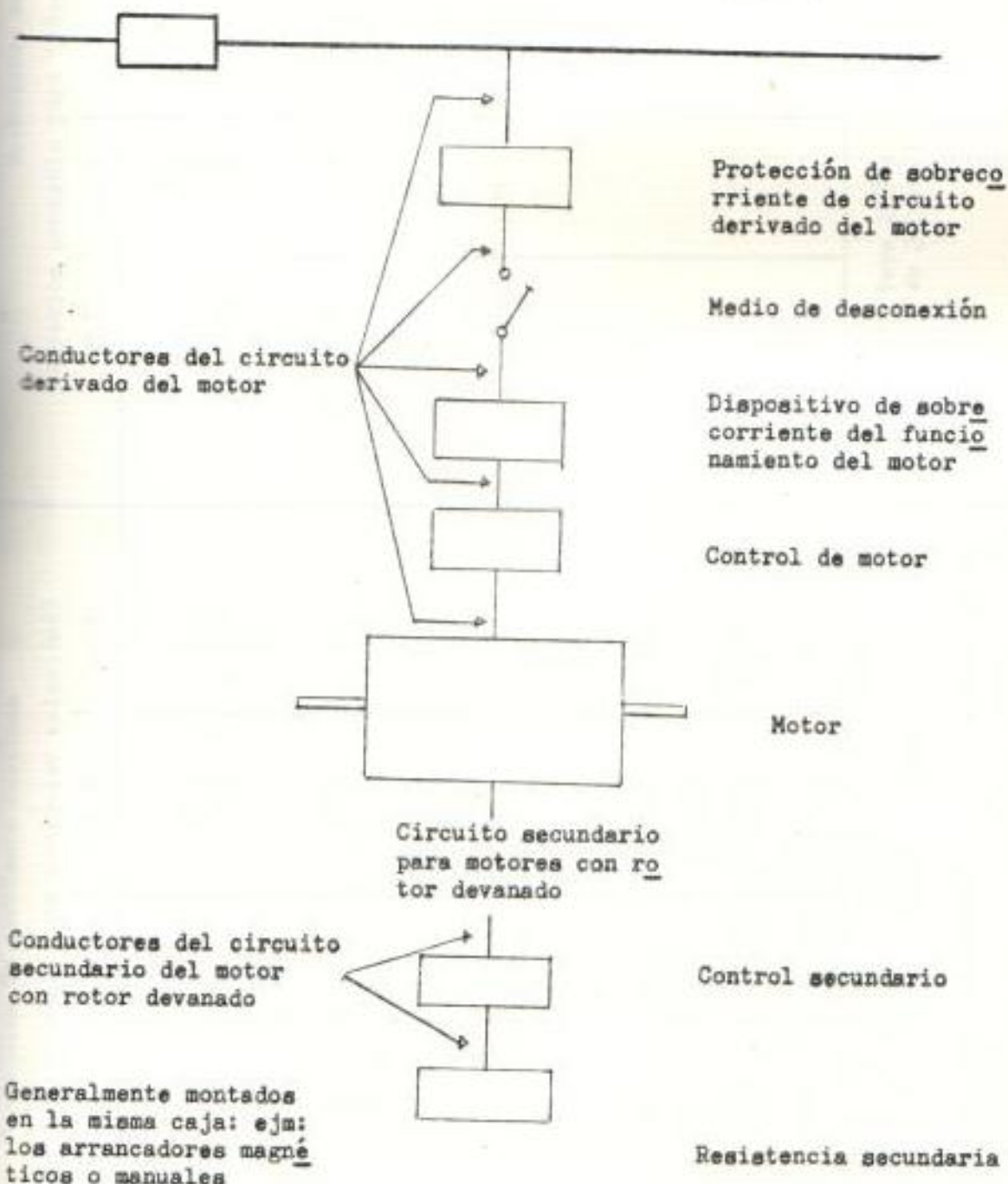
Tamaño del conductor de acometida máximo, o equivalente para conductores	Tamaños del conductor de cobre de puesta a tierra AWG n.º
2 ó más delgado	8
1 ó 0	6
00 ó 000	4
Mayor de 000 hasta 350 000 cm	2
Mayor de 350 000 cm hasta 600 000 cm	0
Mayor de 600 000 cm hasta 1 100 000 cm	00
Mayor de 1 100 000 cm	000

MOTORES CONTROLES

ALIMENTADORES Y CIRCUITOS DERIVADOS PARA MOTORES

Protección de sobrecorriente del alimentador

Conductores del alimentador



A.-Motores de corriente continua

(Amperios promedio para cualquier velocidad)

H.P.	110 V	220 V	550 V
1/2	4.8	2.4	1.4
3/4	7.0	3.5	1.8
1	9.0	4.5	2.6
1.1/2	13.2	6.6	3.4
2	17.2	8.6	5.0
3	25.0	12.5	8.3
5	42.0	21.0	12.0
7.1/2	61.0	30.5	16.0
10	80.0	40.0	23.0
15	118.0	59.0	31.0
20	156.0	78.0	38.0
25	193.0	96.5	46.0
30	230.0	115.0	61.0
40	306.0	158.0	75.0
50	378.0	188.0	90.0
60	450.0	225.0	111.0
75	562.0	281.0	148.0
100	.....	373.0	184.0
125	.....	465.0	220.0
150	.....	560.0	295.0
200	.....	478.0	

Para 380 voltios, incrementar las cifras de 550 voltios en 4%.

Para 440 voltios, reducir en 50% las cifras de 220 voltios.

Para 600 voltios, reducir en 10% las cifras para 550 voltios

B.-Motores monofásicos

(Amperios promedio para todas las velocidades y frecuencias)

H.P.	110 V	220 V	380 V	440 V
1/6	3.3	1.65	1	
1/4	4.8	2.4	1.4	
1/2	7.8	3.9	2.2	
3/4	10.8	5.4	3.1	
1	13.6	6.8	4.	
1.1/2	19.4	9.7	5.5	
2	25	12.5	7.2	
3	36	18	10	
5	58	29	17	
7.1/2	84	42	24	21.
10	104	52	30	26.

Para 208 y 200 voltios, incrementar las cifras de 220 voltios en 6% y 10% respectivamente.

H.P.	Motores de Inducción, Jaula de Ardilla y rotor, devanado - Amperios					Motor sincrónico, factor de potencia 100 % (-) Amperios				
	110 V	220 V	380 V	440 V	550 V	2,300 V	220 V	440 V	550 V	2,300 V
1/2	4.0	2.0	1.2	1.0	.8					
3/4	5.6	2.8	1.6	1.4	1.1					
1	7.0	3.5	2	1.8	1.4					
1.1/2	10.0	5.0	2.9	2.5	2.0					
2	13.0	6.5	3.8	3.3	2.6					
3	.....	9.0	5.2	4.5	4.0					
5	.....	15.0	8.7	7.5	6.0					
7.1/2	.....	22.0	13	11.0	9.0					
10	.....	27.0	16	14.0	11.0					
15	.....	40.0	23	20.0	16.0					
20	.....	52.0	30	26.0	21.0	7	54	27	22	5.4
25	.....	64.0	37	32.0	26.0	8.5	65	33	26	6.5
30	.....	78.0	45	39.0	31.0	10.5	86	43	35	8.0
40	.....	104.0	60	52.0	41.0	13	108	54	44	10.0
50	.....	125.0	73	63.0	50.0					
60	.....	150.0	87	75.0	60.0	16	128	64	51	12.0
75	.....	185.0	107	93.0	74.0	19	161	81	65	15.0
100	.....	246.0	143	123.0	98.0	25	211	106	85	20.0
125	.....	310.0	180	155.0	124.0	31	264	132	106	25.0
150	.....	360.0	208	180.0	144.0	37	...	158	127	30.0
200	.....	480.0	278	240.0	192.0	48	...	210	168	40.0

(-) Para un factor de potencia de 90 %, multiplicar la corriente dada en las Tablas. Para un factor de potencia de 80 %, multiplicar por 1.25.
 Para motores de 208 y 200 voltios incrementar las cifras de 220 voltios en 6 % y 10 % respectivamente.
 Para motores de 500 voltios incrementar las cifras de 550 voltios, en 11 %.

Tabla No. 9.11.4.

CAPACIDAD O AJUSTE DE LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCION DE CIRCUITOS DERIVADOS DE MOTOR PARA MOTORES MARCADOS CON UNA LETRA-CODIGO QUE ENDIQUE LOS KILOVATIOS DEL MOTOR CON ROTOR FRENADO

Tipo de motor	Porcentaje de corriente de plena carga		
	Capacidad de fusible	Ajuste de cortacircuito Tipo ins _t antáneo	Tipo temporizado
Todos los motores de corriente alterna, monofásicos y polifásicos de jaula de ardilla y sincrónicos a tensión completa, con arranque de resistencia o reactor:			
Letra Código A	150	...	150
Letra Código B a E	250	...	200
Letra Código F a V	300	...	250
Todos los motores de corriente alterna de jaula de ardilla y sincrónicos con arranque de autotransformador:			
Letra Código A	150	...	150
Letra Código B a E	200	...	200
Letra Código F a V	250	...	200

Tabla No. 9.11.5.

CAPACIDAD O AJUSTE MAXIMO DE LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCION DE CIRCUITOS DERIVADOS DE MOTOR PARA MOTORES NO MARCADOS CON UNA LETRA CODIGO, QUE INDIQUE LOS KILOVATIOS DEL MOTOR CON ROTOR FRENADO

Tipo de motor	Capacidad de fusible	Ajuste de cortacircuitos	
		Tipo ins- tantáneo	Tipo tem- porizado
Monofásicos, todos los tipos . . .	300	...	250
De jaula de ardilla y sincrónicos (arranque a carga plena por re- sistencia y reactor)	300	...	250
De jaula de ardilla y sincrónicos (arranque de autotransformador)			
No más de 30 amperios	250	...	200
Más de 30 amperios	200	...	200
De jaula de ardilla de alta reactan- cia.			
No más de 30 amperios	250	...	250
Más de 30 amperios	200	...	200
De rotor devanado	150	...	150
De corriente continua.			
No más de 50 caballos de fuerza	150	250	150
Más de 50 caballos de fuerza ..	150	175	150

Corriente de carga plena del motor en amperios	Mínima sección de conductores				A M P E R I O S		Fusible Automático	6	7	8	9
	Tipo R y T		Tipo R y H		Máxima capacidad de protección con tiempo	Máxima capacidad de fusible					
	Sección mm ²	Calibre A.W.G. y C.M.	Sección mm ²	Calibre A.W.G. y C.M.							
Col.No. 1	2	3	4	5	6	7	8	9			
1	2.5	14	2.5	14	2	1.25	15	15	15	15	15
2	2.5	14	2.5	14	3	2.50	15	15	15	15	15
4	2.5	14	2.5	14	6	5.00	15	15	15	15	15
6	2.5	14	2.5	14	8	7.50	20	15	15	15	15
8	2.5	14	2.5	14	10	10.0	25	20	20	20	20
10	2.5	14	2.5	14	15	12.5	30	25	20	20	15
12	2.5	14	2.5	14	15	15.0	40	30	20	20	15
14	2.5	14	2.5	14	20	17.5	45	30	25	25	20
16	4	12	4	12	20	20.0	50	35	30	30	25
18	4	12	4	12	25	22.5	60	40	40	35	25
20	6	10	6	10	25	25.0	60	45	40	40	30
24	6	10	6	10	30	30.0	80	50	40	40	30
28	10	8	10	8	35	35.0	90	60	50	50	40
											45

Tabla No. 9.11.6

La Tabla mencionada tiene distribuída la capacidad máxima permitida de los fusibles o interruptores automáticos de circuitos derivados en amperios por columnas que corresponden a las especificaciones de los motores por Letras de Código, y por la constitución de los mismos.

Columna No. 6.- Con Letras de Código.- Monofásico Jaula de Ardilla y sincrónico. Arranque a plena tensión con resistencia o reactancia. (Letras de Código F a V inclusive).

Sin Letras de Código.- Iguales a los de arriba.

Columna No. 7.- Con Letras de Código.- Monofásico Jaula de Ardilla y sincrónico. Arranque a plena tensión con resistencia o reactancia. (Letras de Código B a E inclusive). Autotransformador de arranque, F a V.

Sin Letras de Código.- Jaula de Ardilla y sincrónico con autotransformador de arranque. Alta reactancia Jaula de Ardilla. Ambos no más de 30 amperios.

Columna No. 8.- Con Letras de Código.- Jaula de Ardilla y sincrónico con autotransformador de arranque. B a E inclusive.

Sin Letras de Código.- Jaula de Ardilla y sincrónico con autotransformador de arranque. Alta reactancia Jaula de Ardilla. Ambos no más de 30 amperios.

Columna No. 9.- Con Letras de Código.- Todos los motores. Letras de Código A.

Sin Letras de Código.- Motores de c.c., Motores de c.a., Rotor devanado.

Tabla No. 9.11.7.

IDENTIFICACION DE MOTORES DE CORRIENTE ALTERNA

Letras Código	Relación kVA/HP para motores con rotor bloqueado
A	0.00 - 3.14
B	3.15 - 3.54
C	3.55 - 3.99
D	4.00 - 4.49
E	4.50 - 4.99
F	5.00 - 5.59
G	5.60 - 6.29
H	6.30 - 7.09
J	7.10 - 7.99
K	8.00 - 8.99
L	9.00 - 9.99
M	10.00 - 11.19
N	11.20 - 12.49
P	12.50 - 13.99
R	14.00 - 15.99
S	16.00 - 17.99
T	18.00 - 19.99
U	20.00 - 22.39
V	22.40 -

NOTA: Los motores con rotor devanado no tienen
Letras - Código.

CAPACIDAD DE LAS CONDENSADORAS USADAS CON MOTORES DE INDUCCION TRIFASICOS, 60 CICLOS, DE TIPO ABIERTO

Potencia del motor C. V.	3600 rpm		1800 rpm		1200 rpm		900 rpm		720 rpm		600 rpm	
	Capacidad máxima del condensador KVAR	Reducción de la corr. de la línea %	KVAR	%	KVAR	%	KVAR	%	KVAR	%	KVAR	%
10	2.5	9	4	11	4	12	5	17	5	23	7.5	28
15	2.5	9	5	11	5	11	7.5	16	7.5	21	10	26
20	5	9	5	10	5	11	7.5	15	10	20	12.5	24
25	5	9	7.5	10	7.5	10	10	14	10	19	15	22
30	7.5	9	10	9	10	10	10	13	12.5	18	15	21
40	10	9	10	9	10	10	12.5	12	15	16	17.5	19
50	12.5	9	12.5	9	12.5	9	15	12	20	15	22.5	17
60	15	9	15	8	15	9	15.5	11	22.5	14	25	16
75	17.5	9	17.5	8	17.5	8	20	10	27.5	13	30	15
100	22.5	9	22.5	8	22.5	8	25	10	35	12	37.5	14
125	25	9	27.5	8	27.5	8	30	9	40	11	47.5	13
150	32.5	9	35	8	35	8	37.5	9	47.5	11	55	13
200	42.5	9	42.5	8	42.5	8	45	9	60	10	67.5	12

10. CONEXION A TIERRA

10.1. General.- Todas las instalaciones de motores y sistemas de control, deben estar provistos de una toma de tierra, con el propósito de eliminar el potencial con respecto a tierra y permitir el paso de las corrientes de falla.

10.2. Definiciones.

10.2.1. Tierra.- La masa conductiva de la tierra, o de un conductor en conexión directa electricamente a ella, o la conexión accidental, o intencional entre un conductor y tierra.

10.2.2. Circuito de Tierra.- Es un circuito, donde uno ó más puntos del mismo están conectados a tierra.

10.2.3. Corriente de Tierra.- Es la corriente de falla, que fluye a tierra.

10.2.4. Electrodo de Tierra.- Es un conductor que se coloca en la tierra con el propósito de conexión del conductor de tierra.

10.2.5. Resistencia de Tierra.- Es la resistencia a través de la cual el sistema, se encuen-

tra conectado, y que sirve para limitar las corrientes que fluyen en el caso de falla.

10.2.6. Sistema de Tierra.- Es un sistema del cual su neutro, está conectado a tierra.

10.2.7. Tierra del motor o control.- Es la conexión del terminal de tierra, o la estructura del mismo con tierra.

10.2.8. Conductor de tierra.- Es el conductor del sistema, que se conecta a tierra.

10.3. Sistema de puesta a tierra.- Se exige que en los sistemas que alimentan circuitos interiores, un conductor del mismo vaya conectado a tierra, a fin de que el voltaje de cualquier otro conductor con relación a tierra no alcance un potencial de más de 50 voltios. La puesta a tierra ayuda en la prevención contra accidentes y peligro de incendios por falta de aislamiento o contactos eventuales entre conductores. (Proyecto de Código Eléctrico Ecuatoriano)

10.4. Medición de la resistencia de tierra.- Para medir la resistencia de una tierra es necesario practicar dos tomas de tierra even-

tuales, consistentes en varillas de 30 ó 60 cm. de lar
go, enterradas en el suelo a distancias de 6 y 12 me-
tros como mínimo, de la toma de tierra, cuya resisten-
cia se quiere medir. Un instrumento de lectura direc-
ta, llamado ohmetro de tierra puede conectarse a las
tres tierras por medio de conductores aislados. Un mag
neto o batería que lleva el instrumento proporciona la
corriente necesaria. Figura No. 42.

El instrumento marca la resistencia de la toma de tie-
rra directamente en ohmios. Si se dispone de un manan
tial de corriente continua o corriente alterna, así co
mo de un voltímetro y amperímetro, es posible medir -
también la resistencia de tierra, a este método se lo
conoce como medida por caída de potencial. Figura No.
43.

Las medidas de voltaje V y la medida de la corriente I ,
según la Ley de Ohm nos dan la medida de la resistencia.

10.5. Resistencia de Tierra.- El valor de la resistencia de
tierra depende de muchos facto
res, siendo sus principales:

1. La composición del suelo
2. La temperatura del suelo

MEDICION DE RESISTENCIA DE TIERRA

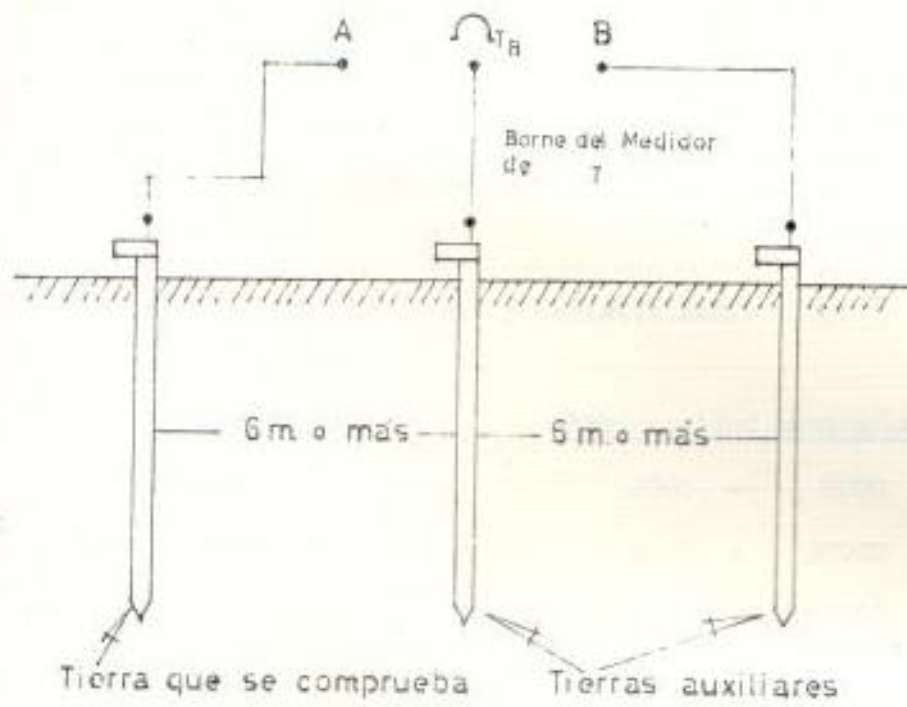
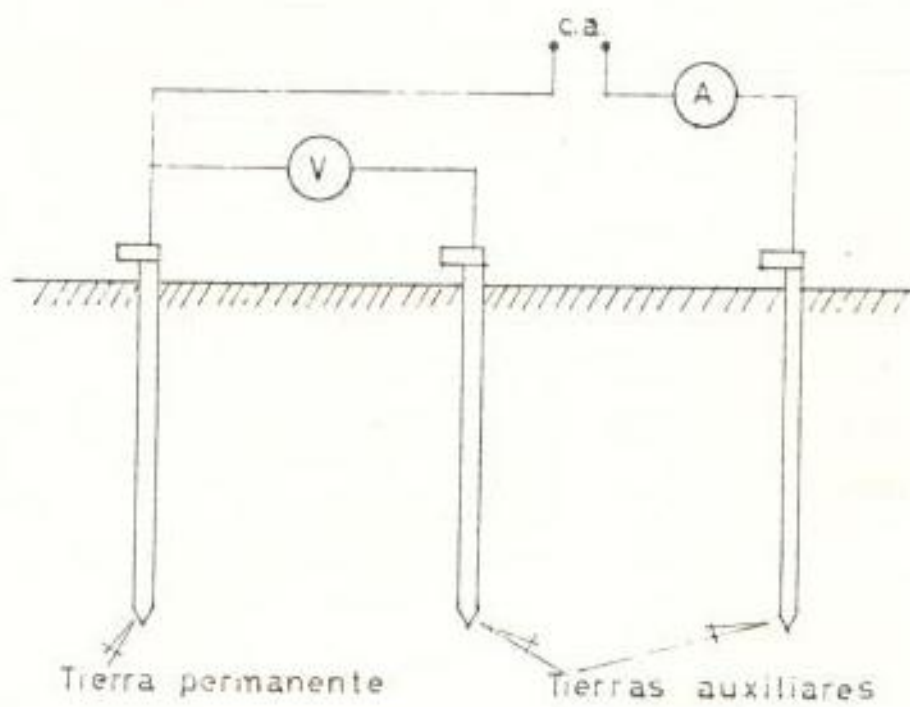


Figura No. 42



3. Contenido de humedad del suelo.
4. La composición mecánica del suelo.
5. El tamaño y forma, números y espacios entre electrodos.
6. La profundidad del electrodo.

Composición del suelo y Resistividad.-

<u>Composición</u>	<u>Resistividad ohmios/cm³</u>
Arcilla	2000 - 6000
Arena arcillosa	8000 - 20000
Pantano, turba	15000 - 30000
Arenas	25000 - 50000
Roca	Arriba de 100000

Contenido de Humedad del suelo y resistividad.-

<u>Contenido de humedad por peso en %</u>	<u>Resistividad ohmios/cm³</u>	
	<u>Pantanosos</u>	<u>Arenoso, arcilloso</u>
0 - 0	1000 x 10 ⁶	1000 x 10 ⁶
2 - 5	250000	150000
10 - 0	165000	43000
15 - 0	53000	18500
20 - 0	19000	10500
30 - 0	6400	4200

10.6. Métodos de variación de resistencia de tierra.- Cuando una tierra pasa de su valor máximo tolerado (25 ohmios) anteriormente - 5 ohmios establecidos, (Proyecto de Código Eléctrico Ecuatoriano), existen diversas formas para alcanzar estos valores límites, siendo las más usadas:

1. Empleando varillas de mayor diámetro.
2. Enterradas a mayor profundidad (mínimo 2 metros).
3. Disponiendo 2, 3 o más varillas en paralelo.
4. Por tratamiento químico del suelo.

El primer método no es altamente recomendable, en vista de que no se alcanza una reducción muy marcada del valor de la resistencia, al aumentar el diámetro de la varilla, por lo que se estima que el diámetro mayor a utilizar se sea un máximo de $\frac{3}{4}$ de pulgada. Es decir lo suficientemente gruesa para que no se doble al introducirla.

Figura No. 44

El segundo método, que trata la profundidad de la varilla, se deriva de las formas de constitución de los suelos, siendo las superficies más húmedas a mayores profundidades, donde el valor de la resistencia es relativamente más bajo. Figura No. 45.

EFFECTO DEL DIAMETRO DE LA VARILLA SOBRE LA RESISTENCIA

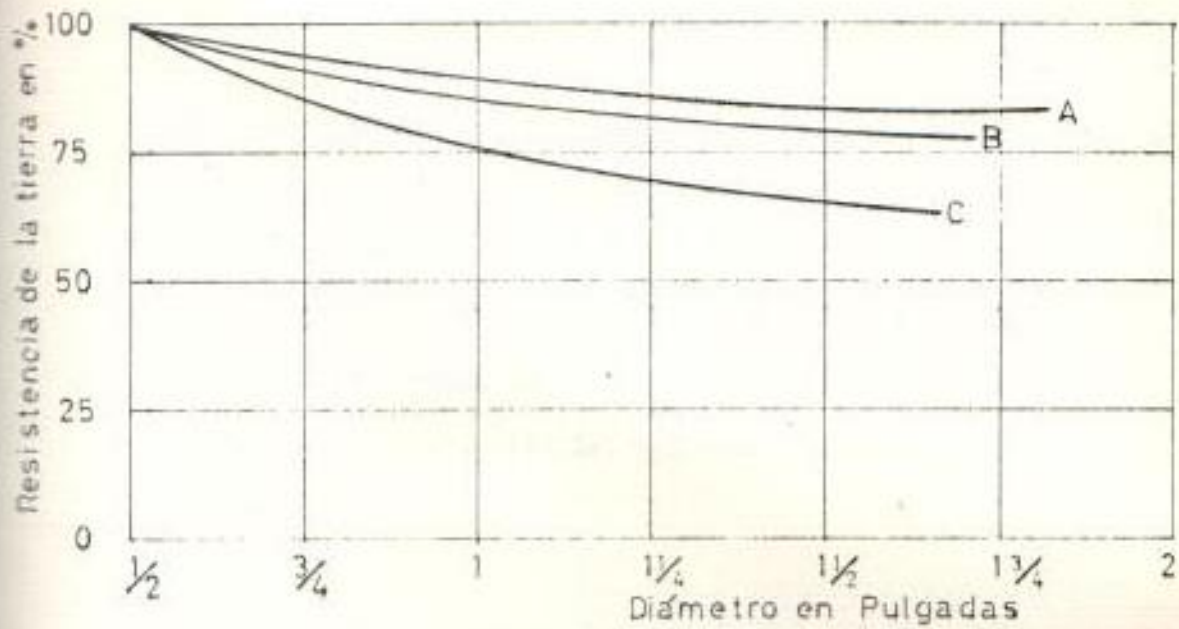
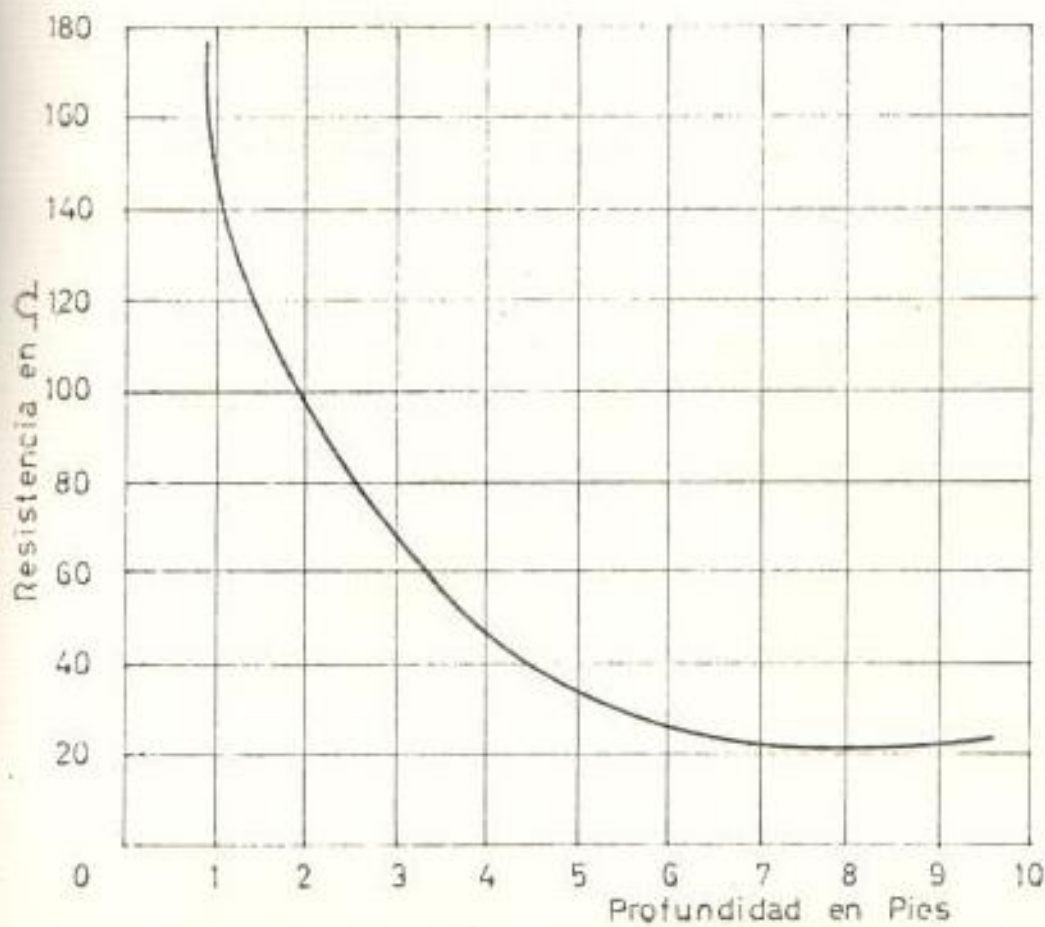


Figura No. 44

Figura No. 45

EFFECTO DE LA PROFUNDIDAD DE LA VARILLA SOBRE LA RESISTENCIA



El tercer método, es la aplicación de las varillas en paralelo, porque en muchos casos las formaciones del suelo son demasiado duras, y por más que se trate de introducir las varillas no se alcanzan valores acceptables de resistencias del suelo, siendo éste método muy eficaz para la variación del valor de la resistencia.

Figura No. 46.

El cuarto método, que es el tratamiento químico del suelo se lo realiza cuando por los métodos anteriormente enumerados, no ha sido posible conseguir valores reducidos de resistencia o cuando de antemano se conocen las características del suelo. Figura No. 47.

Los elementos químicos utilizados para obtener los valores reducidos de la resistencia del suelo son el sulfato de magnesio, sulfato de cobre, sal gema, sal común, etc. El sulfato de magnesio es el más recomendable por tener buena conductibilidad y escasa acción corrosiva, cuando se hace por primera vez es necesario humedecer la tierra para que el elemento químico se difunda. Figura No. 48 y 49.

EFFECTO DEL NUMERO DE VARILLAS SOBRE LA RESISTENCIA

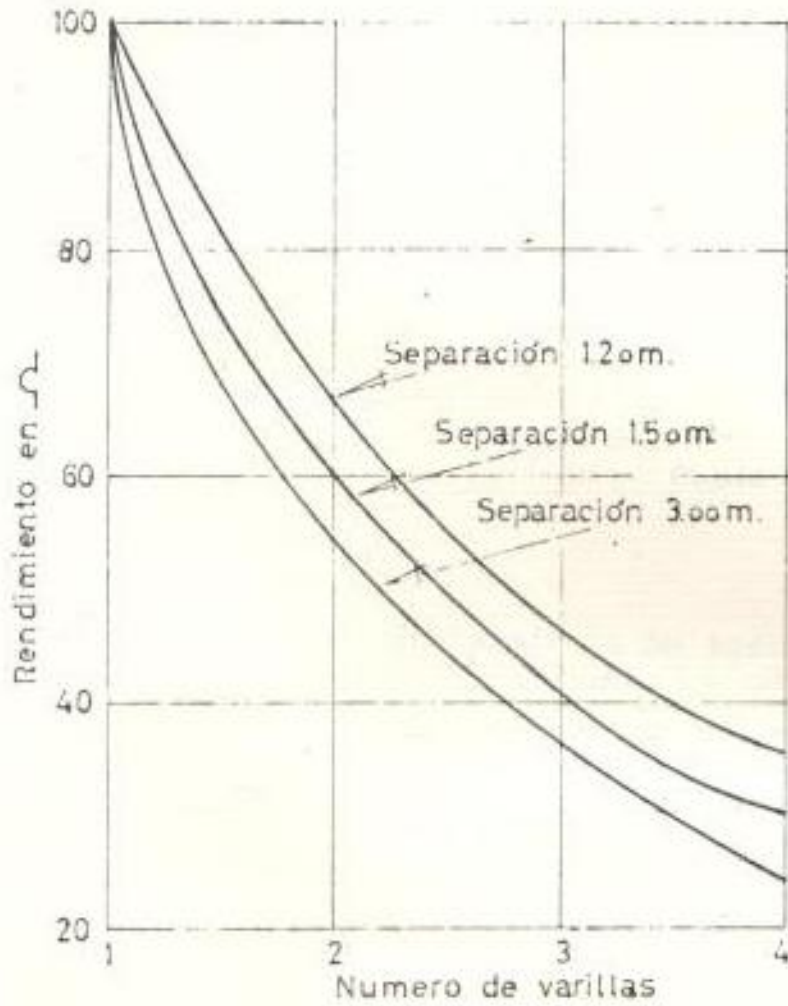


Figura No. 46

PROCEDIMIENTO QUIMICO PARA OBTENER VALORES REDUCIDOS DE RESISTENCIA DE TIERRA

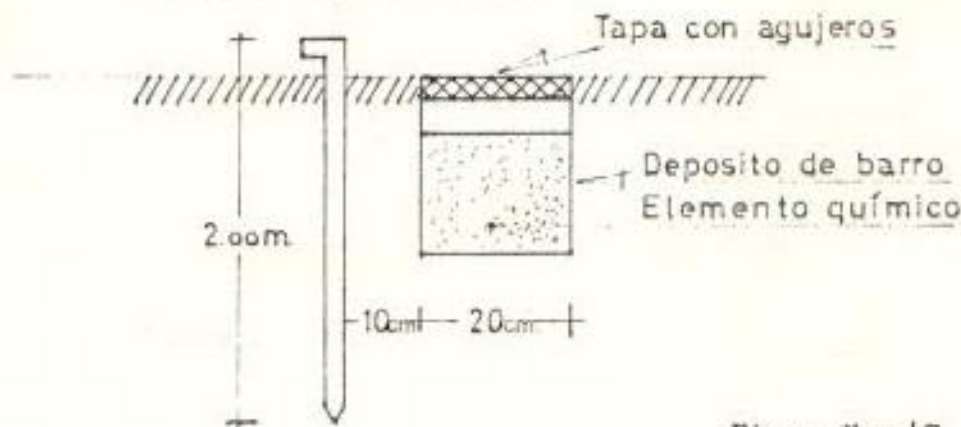


Figura No. 47

11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

11.1. Conclusiones

Primero.- La experiencia nos demuestra la necesidad inme-
diata de poseer un Código Eléctrico que norma-
lice y regule las formas de las instalaciones eléctricas
en general, evitando así instalaciones que presentan peli-
gros tanto para el lugar donde se encuentran, como para -
las personas que las utilizan. Es decir de los requisi-
tos mínimos de seguridad que toda instalación debe poseer.

Segundo.- Siendo el Ecuador un país importador de materia-
les y artefactos eléctricos, con la vigencia -
del Código, las compañías importadoras se limitarían a im-
portar exclusivamente materiales y artefactos que cumplan
con las normas determinadas, obteniéndose como resultado,
importaciones de productos de primera calidad.

Tercero.- Con el Desarrollo de la Electrificación en el
país por medio de los numerosos proyectos hidro-
eléctricos y del equipamiento de las Centrales Eléctricas
del país, obra que se encuentra realizando INECEL, se in-
crementará el desarrollo industrial del país, el mismo que
obligará, a los nuevos industriales a realizar sus insta-
laciones con personal capacitado, y por lo tanto mayor tra-
bajo para el profesional.

Cuarto.- El desarrollo industrial también comprende la fabricación y producción de artículos eléctricos y por lo tanto la urgencia del conjunto de normas se hacen necesarias de forma inmediata.

11.2. Recomendaciones

En vista de tener una idea aproximada de los numerosos problemas que existieron en la elaboración del proyecto de Código Eléctrico Ecuatoriano, y al haberse dictado normas que establecen condiciones de instalación diferentes a las utilizadas, hasta ahora, además de que difieren de normas establecidas en Códigos de países con un desarrollo industrial y general mayor que el nuestro, es necesario considerar algunas recomendaciones:

Primero.- El nombramiento de una Comisión formada por un conjunto de Ingenieros Eléctricos que representen a las Politécnicas, al Instituto Ecuatoriano de Electrificación, al Instituto Ecuatoriano de Normalización, para proceder a la revisión general del proyecto y obtener la aprobación del mismo en el menor tiempo posible.

Segundo.- Después de entrar en vigencia el Código es necesario estipular en el mismo que todas las instalaciones industriales principalmente, deben acogerse a las normas establecidas en un término no mayor de 2 años.

Tercero.- Proceder a la formación de una institución nacional que vigile y haga respetar las normas establecidas en el Código.

12. DIAGRAMAS, DISEÑO NORMALIZADO DE UNA INSTALACION DE MOTORES

12.1. General.- Para realizar el diseño normalizado de una instalación de motores, hemos considerado una Planta de Beneficio para Arroz, que la Federación de Cooperativas Arroceras del Ecuador se encuentra interesada en su construcción, al igual que el Ministerio de Agricultura y Ganadería, por tratar de tecnificar el proceso del arroz y la obtención de mejores resultados.

12.2. Memoria Descriptiva.- La Planta de la que nuestro estudio trata, está formada por silos de almacenamiento y una Piladora con capacidad para 80 - 100 quintales/hora de arroz pilado, es decir, listo para el expendio al público.

El diagrama general del proceso, nos indica los diferentes pasos que se deben seguir desde la recepción del grano, hasta la obtención del producto tecnificado.

12.3. Proceso de trabajo.- Una vez recibido el grano, este es almacenado en los silos, proceso realizado mediante un transportador neumático que

absorbe el grano de los patios una vez seco (29). Almacenado y comprobado el grado de humedad que no debe ser mayor de 13 a 15 %, se continúa con el proceso de pilada.- El grano es transportado por un elevador de cangilones - (5) a una tolva de alimentación, para luego pasar a una zaranda de pre-limpia (3), y ser librada de las impurezas, (pajas, piedras, etc.); las cuales son absorbidas por un extractor colector de basura (4), de ahí el producto libre de impurezas, es recibido por una nueva separadora de basura (7), de donde pasa a las descascaradoras (8), (9), (10), (11), para luego llegar a dos mesas separadoras de arroz (19), (20), las mismas que separan el arroz, del arroz con cáscara, para luego ser limpiado en los monitores y regresar el arroz con cáscara a las descascaradoras, el producto limpio pasa luego a los conos blanqueadores - (23), (24), (25), de donde el grano es pulido y se encuentra lista para su clasificación según el tamaño por un vibrador final (26), y luego se produce el envase del producto. Figura No. 12-1.

- 12.4. Diseño Eléctrico.- Para el accionamiento de los motores y alumbrado general, se ha proyectado una subestación, con capacidad de 225 KVA, formada por tres transformadores monofásicos de 75 KVA cada uno, conectados en triángulo estrella 13800/220/127 voltios. La tensión de alimentación de los motores es 220 voltios y el alumbrado es 127 voltios.

De la Subestación se derivan siete (7) circuitos, siendo únicamente utilizados seis (6), quedando un circuito de reserva.

El circuito general tiene como protección, un interruptor con capacidad de hasta 600 amperios, y 4500 amperios para ruptura de cortocircuito. Los siete circuitos secundarios o de distribución poseen interruptores individuales de diferentes capacidades.

El circuito de control de los motores, es realizado desde un panel tipo escritorio, en donde se encuentran ubicadas las botoneras individuales para arranque y parada de los mismos, más una lámpara piloto para indicación del motor en funcionamiento. Figura No. L-1, L-2. Además un Proyecto adicional para funcionamiento automático o manual.

12.5. Lista de máquinas y motores.-

1. Un elevador de cangilones de 10.50 metros de altura útil, con capacidad de 100 quintales/hora. Impulsado por moto-reductor de 2 HP, 65 RPM, 220/380 voltios 60 ciclos.
2. Una zaranda de pre-limpia doble, con capacidad para 100 quintales/hora, con motor incorporado de 2 HP a 1700 RPM, 220/380 voltios, 60 ciclos.

3. Un exhauster colector de basura, para la zaranda de pre-limpia, con motor eléctrico de 2 HP, 1700 RPM.
4. Un gusano sinfin transportador del grano para el elevador de alimentación de la tolva principal, de 3,60 metros de largo x 6" de ϕ . Con moto-reductor de 1.5 HP, 65 RPM.
5. Un elevador de alimentación de 6.50 metros de altura útil, con capacidad de 100 quintales/hora, y moto-reductor de 2 HP. 65 RPM.
6. Un elevador de alimentación de 6.50 metros de altura útil, con capacidad de 100 quintales/hora y moto-reductor de 2 HP, 65 RPM.
7. Una zaranda limpiadora de granos para el inicio del proceso, con motor de 5 HP, 1700 RPM
8. Una descascaradora de arroz, con capacidad de 30-50 quintales/hora y motor de 10 HP, 1700 RPM.
9. Una descascaradora de arroz, con capacidad de 30-50 quintales/hora y motor de 10 HP, 1700 RPM.
10. Un molino de piedra, para descascarar el grano accionado por motor de 10 HP.

11. Un molino de piedra, para descascarar el grano ac
cionado por motor de 10 HP.
12. Un elevador de cangilones con altura útil de 8.50
metros y capacidad de 100 quintales/hora, con mo-
tor eléctrico de 2 HP, 65 RPM.
13. Un elevador de cangilones con altura útil de 8.50
metros y capacidad de 100 quintales/hora, con mo-
tor eléctrico de 2 HP, 65 RPM.
14. Un elevador de cangilones con altura útil de 8.50
metros y capacidad de 100 quintales/hora, con motor
eléctrico de 2 HP, 65 RPM.
15. Un elevador doble para carga y descarga de igual
capacidad que los anteriores con motor eléctrico
de 3 HP, 65 RPM.
16. Un elevador doble para carga y descarga de igual
capacidad que los anteriores con motor eléctrico
de 3 HP, 65 RPM.
17. Un gusano sinfin, para el transporte del grano,
con motor eléctrico de 1.5 HP, 65 RPM.

18. Un gusano sinfin, para el transporte del grano, con motor eléctrico de 1.5 HP, 65 RPM.
19. Una separadora de arroz - Paddy, de 36 deldas con capacidad de 40 quintales/hora y motor eléctrico de 5 HP, 1700 RPM.
20. Una separadora de arroz - Paddy, de 36 deldas con capacidad de 40 quintales/hora y motor eléctrico de 5 HP, 1700 RPM.
21. Un monitor separador con capacidad de 60 quintales/hora, y motor eléctrico de 7.5 HP.
22. Un monitor separador con capacidad de 60 quintales/hora, y motor eléctrico de 7.5 HP.
23. Un cono blanqueador, pulidor, con capacidad de 40 quintales/hora, animado por motor eléctrico trifásico de 10 HP 1140 RPM.
24. Un cono blanqueador pulidor, con capacidad de 40 quintales/hora, animado por motor eléctrico trifásico de 10 HP 1140 RPM.
25. Un cono blanqueador pulidor, con capacidad de 40 quintales/hora, animado por motor eléctrico trifásico de 10 HP 1140 RPM.

26. Un vibrador separador de grano, con motor eléctrico incorporado de 2 HP, 1700 RPM.
27. Un extractor de refrigeración y limpieza en los conos blanqueadores con motores de 5 HP, 1700 RPM.
28. Un extractor de refrigeración y limpieza en los conos blanqueadores con motores de 5 HP, 1700 RPM.
29. Un transportador neumático, con capacidad de 10 toneladas/hora, para carga y descarga del grano, con motor eléctrico de 10 HP, 1700 RPM.

Todos los motores son del tipo Jaula de Ardilla, trifásicos, de construcción completamente cerrada, 220/380 voltios, 60 ciclos.

Nota: La lista de motores descrita corresponde al Proyecto original. Actualmente por diversas circunstancias, el diseño quedó reducido en la forma indicada en los planos L-1, L-2.

12.6.

DATOS TECNICOS

BARRA PRINCIPAL

Medidas	40 x 10/50 x 5 mm.
Conductor de alimentacion	40 x 10/50 x 5 mm
Amperios	720 amperios
Protección	600 amperios

BARRA DISTRIBUCION Circuito 1

Medidas	12 x 2 mm.
Conductor de alimentación	3, 1/0, 1, 2 AWG
Amperios	83.5/125 b.
Protección INT/FUS	120/150 amp.

BARRA DISTRIBUCION Circuito 2

Medidas	12 x 2 mm.
Conductor de alimentación	3, 1/0, 1, 2 AWG
Amperios	88/125 b.
Protección Int/Fus	130/150 amp.

BARRA DISTRIBUCION Circuito 3

Medidas	12 x 2 mm.
Conductor de alimentación	3, 1/0, 1, 2 AWG
Amperios	99.5/125 b.
Protección Int/Fus	130/150 amp.

BARRA DISTRIBUCION Circuito 4

Medidas	12 x 2 mm.
Conductor de alimentación	3, 1/0, 1,2 AWG
Amperios	83/125 b.
Protección Int/Fus	120/150 amp.

BARRA DISTRIBUCION Circuito 5

Medidas	12 x 2 mm.
Conductor de alimentación	3, 1/0, 1,2 AWG
Amperios	97/125 b.
Protección Int/Fus	130/150 amp.

BARRA DISTRIBUCION Circuito 6

Medidas	12 x 2 mm.
Conductor de alimentación	3, 1/0, 1,2 AWG
Amperios	100/125 b.
Protección Int/Fus	120/150 amp.

BARRA DISTRIBUCION Circuito 7

Medidas	12 x 2 mm.
Conductor de alimentación	3 2, 1, 4 AWG
Amperios	65/125 b.
Protección Int/Fus	80/150 amp.

12.6.1.

DATOS TECNICOS

MOTORES

Circuito C1

<u>Número</u>	<u>HP</u>	<u>Amperios</u>	<u>RPM</u>	<u>Térmico</u>	<u>Int/Fus</u>
1	2	6	65	7.5	15/20
2	2	6	1700	7.5	15/20
3	2	6	1700	7.5	15/20
4	1.5	4.5	65	6	12/15
5	2	6	65	7.5	15/20
6	2	6	65	7.5	15/20
7	5	14	1730	17.5	40/50
8	10	27	1730	31.5	70/100

Circuito C2

9	10	27	1730	34	70/100
10	10	29	1140	36.5	75/100
11	10	29	1140	36.5	75/100

Circuito C3

12	2	6	65	7.5	15/20
13	2	6	65	7.5	15/20
14	2	6	65	7.5	15/20
15	3	9	65	11.5	25/30
16	3	9	65	11.5	25/30

<u>Número</u>	<u>HP</u>	<u>Amperios</u>	<u>RPM</u>	<u>Térmico</u>	<u>Int/fus</u>
17	1.5	4.5	65	6	12/15
18	1.5	4.5	65	6	12/15
19	5	14	1700	17.5	40/50
20	5	14	1700	17.5	40/50
21	7.5	21	1730	26.5	50/60

Circuito C4

22	7.5	21	1730	26.5	50/60
23	10	29	1140	36.5	70/100
24	10	29	1140	36.5	70/100

Circuito C5

25	10	29	1140	36.5	70/100
26	2	6	1700	7.5	15/20
27	5	14	1730	17.5	40/50
28	5	14	1730	17.5	40/50
29	10	27	1730	34	70/100

Circuito C6

Reserva

Circuito C7

Alumbrado : 40 lámparas dobles de 40 W. cada uno

Tomacorrientes: 12 tomacorrientes de 110 y dos de 220 voltios distribuidos.

12.7. Diseño Adicional.- Para obtener un funcionamiento auto
mático o manual, hemos considerado un diseño adicional al original, cambiando los diferentes circuitos de fuerza por uno solo, manteniéndose los dos circuitos adicionales, para reserva y alumbrado, además se consideran los cambios que por causas distintas se realizaron en los motores y maquinarias.

Del diagrama del proceso de trabajo, obtenemos la formación de la cadena para el funcionamiento de los motores, pero para que se eviten los problemas que por muchos factores pueden existir, es necesario que los motores entren en funcionamiento en vacío, antes de recibir la materia prima.

Es decir, primero entrará en funcionamiento el último motor de la cadena, para seguir sucesivamente los demás.

En los motores de 7.5, 10 y 15 HP, se ha considerado tiempo de retardo al arranque, por medio de relés temporizados, evitando así caídas de tensión en el circuito, que pueden ser originadas por las altas corrientes de arranque.

Los silos de almacenamiento poseen control de nivel para vigilar la carga y descarga del producto.

12.8. Protección.- El sistema utiliza la misma protección general original, reemplazando únicamente los interruptores de potencias de cada circuito por un interruptor con capacidad de 450 amperios.

Los conductores de alimentación están considerados como base de 125 % del motor de mayor potencia, más la suma de los amperios de plena carga de los restantes.

Los interruptores principales de los circuitos de protección están tomados como base de 250 % y de 300 % para los fusibles.

Los térmicos de protección individual, están calculados para permitir el paso de corriente de hasta un 125 % de la corriente nominal de plena carga.

Conductores de alimentación de Motores AWG.- Para potencias hasta 5 HP conductor No. 12 y 14 para fuerza y neutro respectivamente.

Para 7.5 HP conductor No. 10 y 12 AWG para fuerza y neutro.

Para 10 HP conductor No. 8 y 10 AWG para fuerza y neutro.

Para 15 HP conductor No. 8 y 10 AWG para fuerza y neutro. 6 líneas de fuerza para el arranque estrella-triángulo automático.

La distancia promedio desde el panel de control al motor es de 15 metros.

Todos los motores son del tipo normal, de construcción completamente cerrada, rotor jaula de ardilla y aislamiento tropical.

- 12.9. Tablero de Distribución y Control de Motores.- Construido -
con pancha la
minada de 1/16" pintado con base anticorrosiva color gris y
acabado con esmalte color azul, con puerta al frente y cierre
mediante chapa tipo P-54 con llave.

Contiene en su interior los siguientes elementos:

- 9 Aisladores para barras tipo AR-750/1Kv. Marca Arteché
- 5 Metros de Platina de Cobre (600 Amps.) 40 x 5 mm. Marca Madeco.
- 1 Breaker principal tipo NF-400C ~~30~~ 450 A. Mitsubishi.
- 7 Interruptores termomagnéticos tipo DIII-15A. Ega.
- 2 Interruptores termomagnéticos tipo DIII-20A. Ega.
- 3 Interruptores termomagnéticos tipo DIII-30A. Ega.
- 3 Interruptores termomagnéticos tipo DIII-40A. Ega.
- 6 Interruptores termomagnéticos tipo DIII-50A. Ega.
- 2 Interruptores termomagnéticos tipo MIT -70A. Ega.
- 6 Contactores electromagnéticos tipo CK-06/65A. Agut.
- 3 Contactores electromagnéticos tipo CK-05/45A. Agut

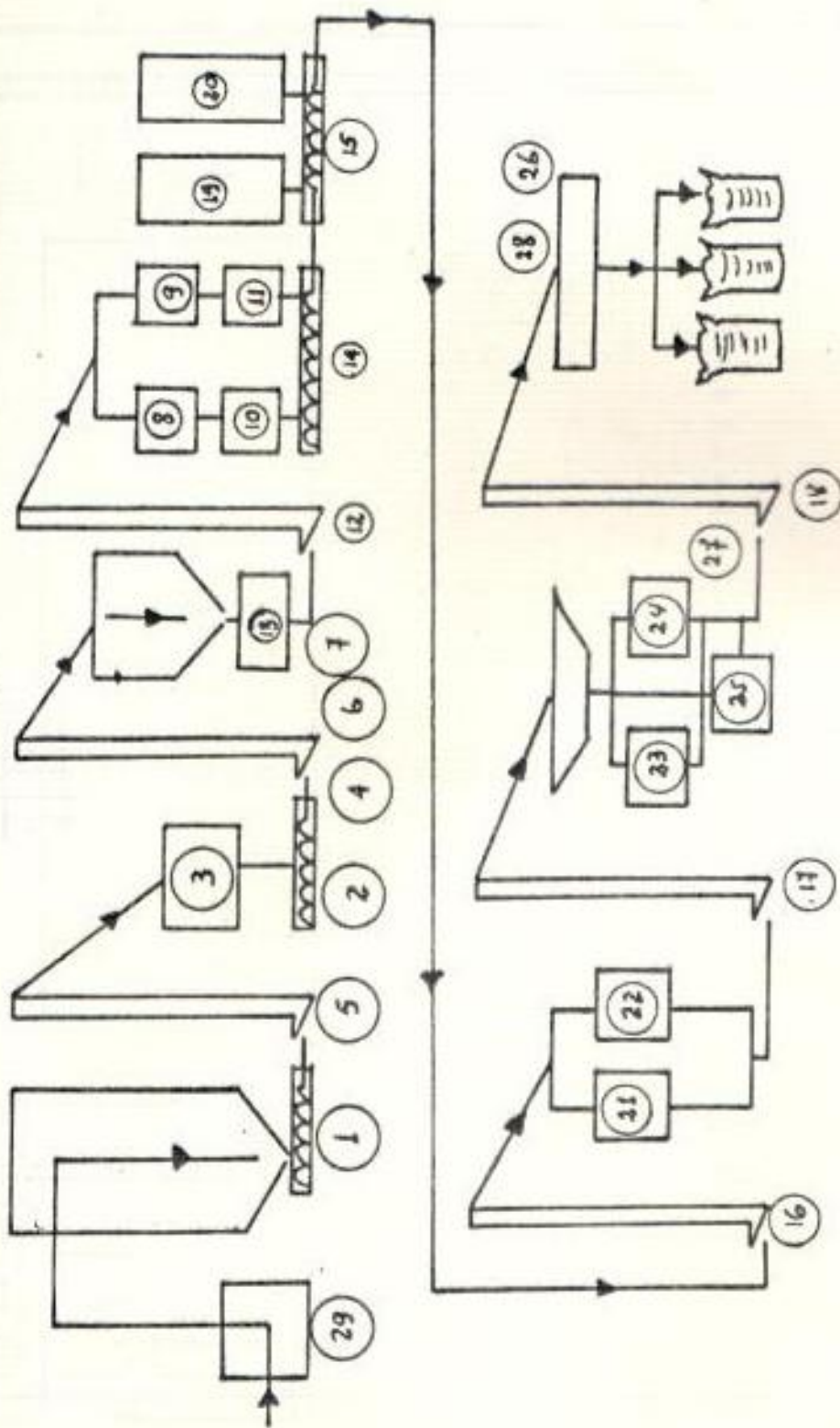
- 3 Contactores electromagnéticos tipo CK-03/25A. Agut.
- 5 Contactores electromagnéticos tipo CK-02/16A. Agut.
- 4 Contactores electromagnéticos tipo CK-01/10A. Agut.
- 2 Arrancadores automáticos tipo estrella-triángulo, com
puestos cada uno por: 3 Contactores magnéticos CK-03,
y relé térmico de protección, relé temporizado de 0-20
segundos.
- 6 Relés térmicos diferencial tipo Rik-1-29A. Agut.
- 3 Relés térmicos diferencial tipo Rik-1-22A. Agut.
- 9 Relés térmicos diferencial tipo Rik-1-13A. Agut.
- 5 Relés térmicos diferencial tipo Rik-4.8-7.5A. Agut.
- 10 Relés temporizados tipo TNID 220V. Agut.
- 6 Relés auxiliar tipo RL-2-00 220V. Agut.
- 30 Bornes tipo BS3 40A, Fuerza Agut.
- 45 Bornes tipo BSO 15A, Fuerza Agut.
- 78 Bornes tipo BM 2.6 Control. Agut.
- 1 Relé intermitente para señalización de disparo térmico,
marca Agut.

1210. Pupitre de Mando y Señalización.- Construido con plancha
laminada de 1/16" y pin
tado con base anticorrosiva y acabado con esmalte color -
azul.

Contiene en su interior y parte frontal los siguientes ele
mentos:

- 23 Indicadores luminosos tipo LP verde/250V. Agut.
- 23 Pulsadores marcha tipo IVS verdes. Agut.
- 23 Pulsadores paro tipo IVS rojos. Agut.
- 1 Indicador luminosos tipo LP rojo/250V. Agut.
- 78 Bornes tipo BM 2.6 control, Agut.
- 1 Selector de bloqueo tipo SL3S manual para auto. Agut.
- 1 Pulsador de emergencia tipo IE5S. Agut.

PROCESO DE FLUJO DEL PRODUCTO Y DIAGRAMA DE UBICACION DE LOS MOTORES Y MAQUINAS



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
 Dpto. de Ingeniería Eléctrica
 BIBLIOTECA
 Lav. No. POT - 044

Figura No. 12

DIAGRAMA DE UBICACION GENERAL DE LA MAQUINARIA

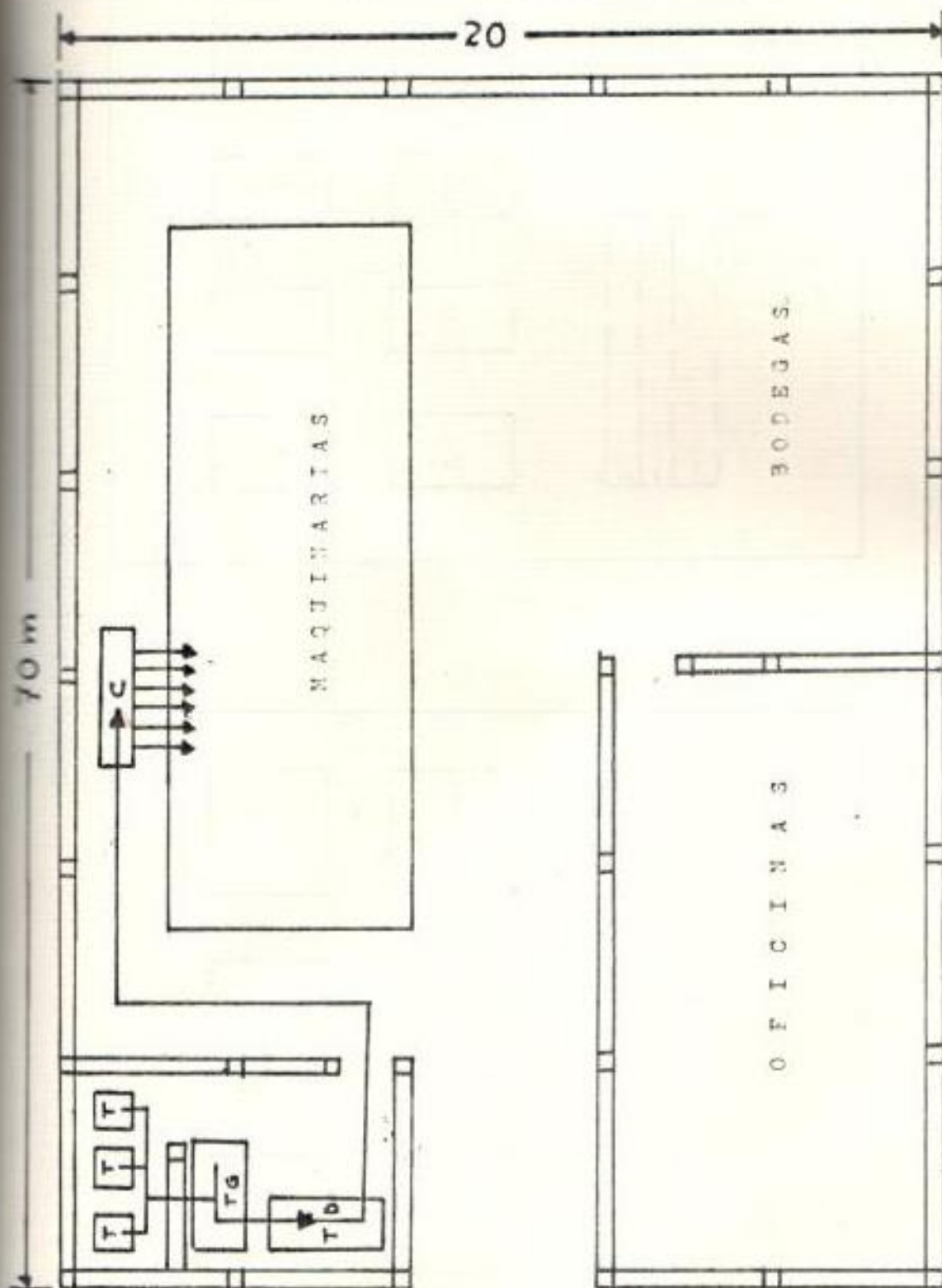


Figura No. 12-2

DISEÑO DE TABLEROS
GENERAL Y DISTRIBUCION

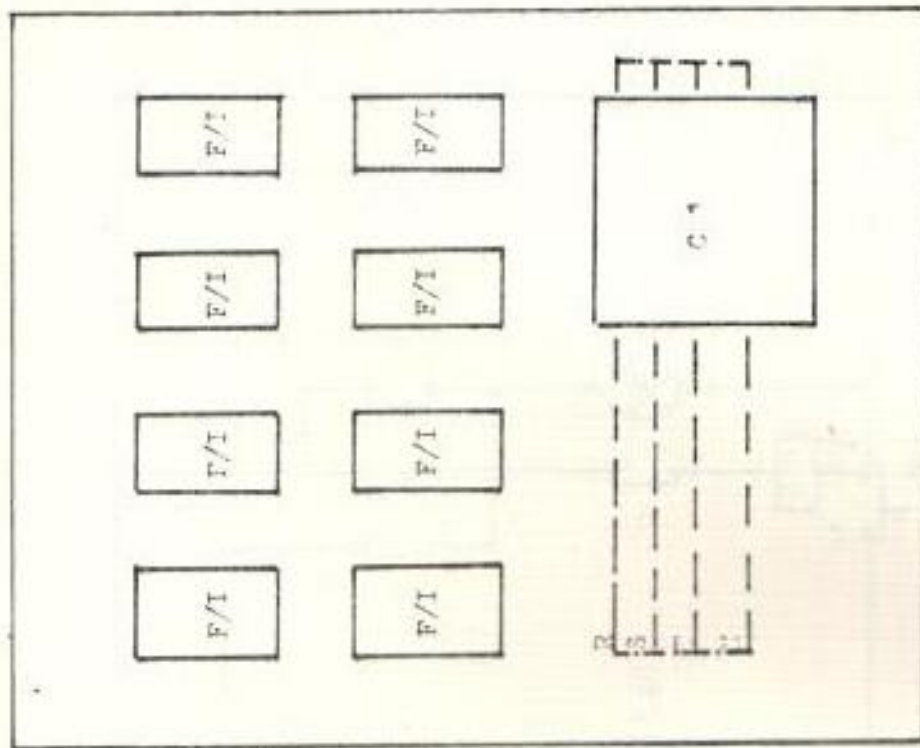
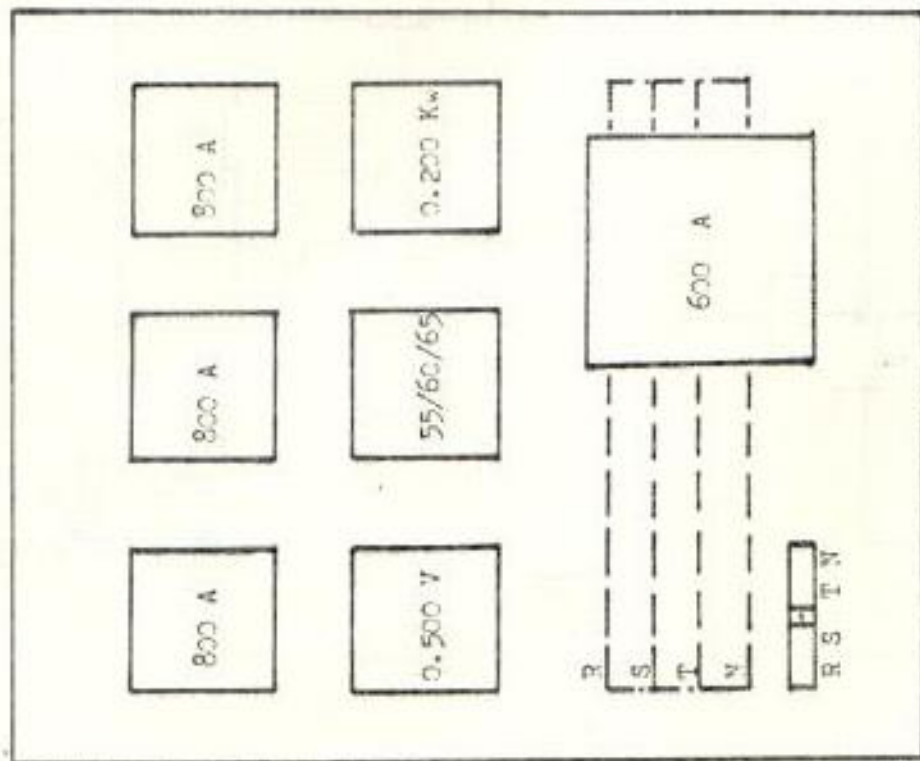


Fig. No. 12-7

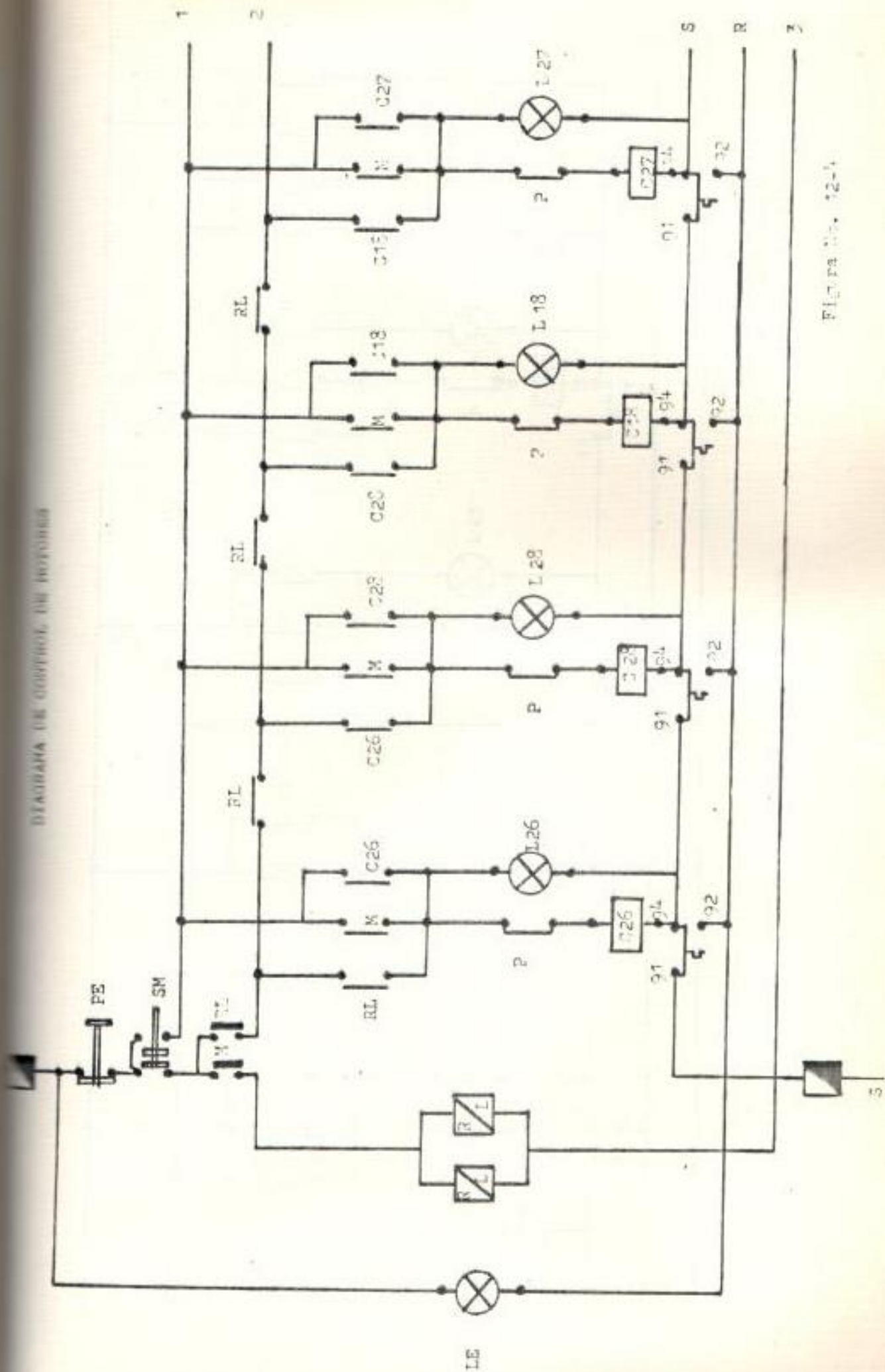
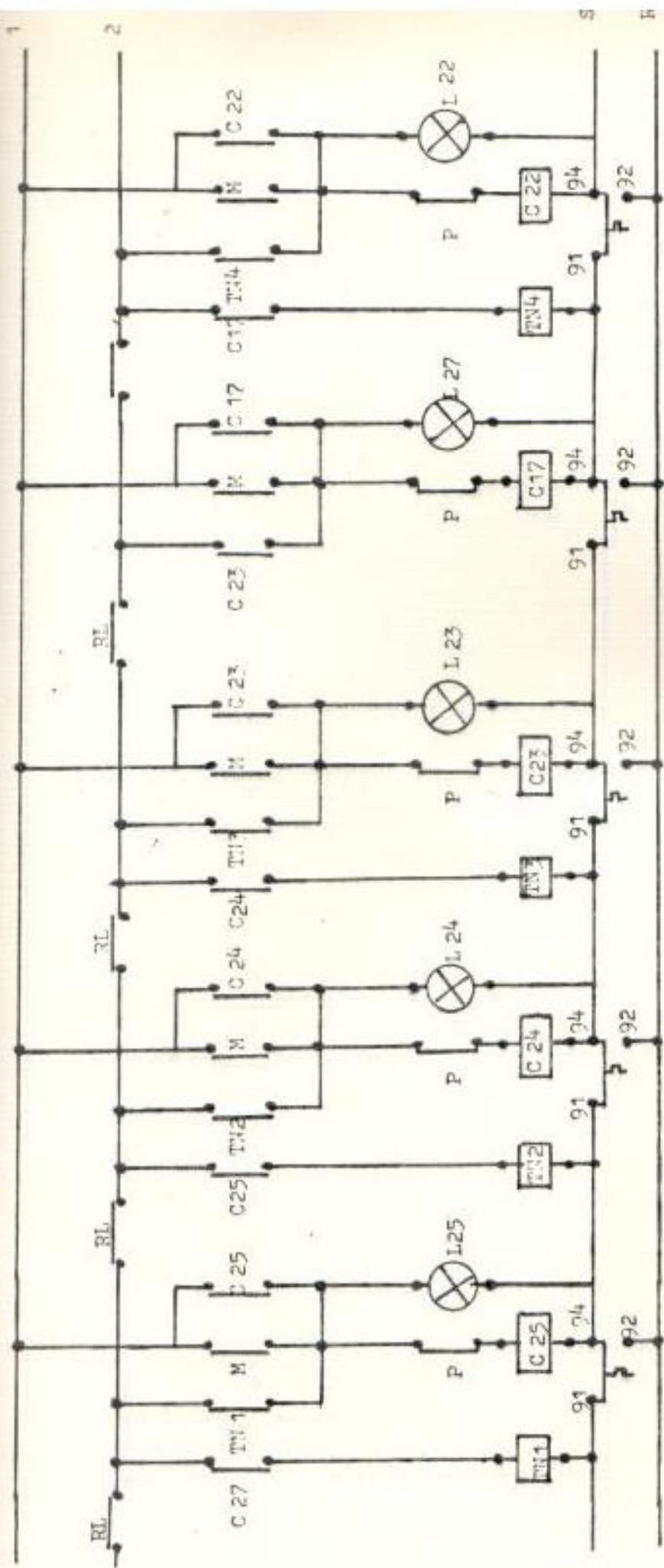


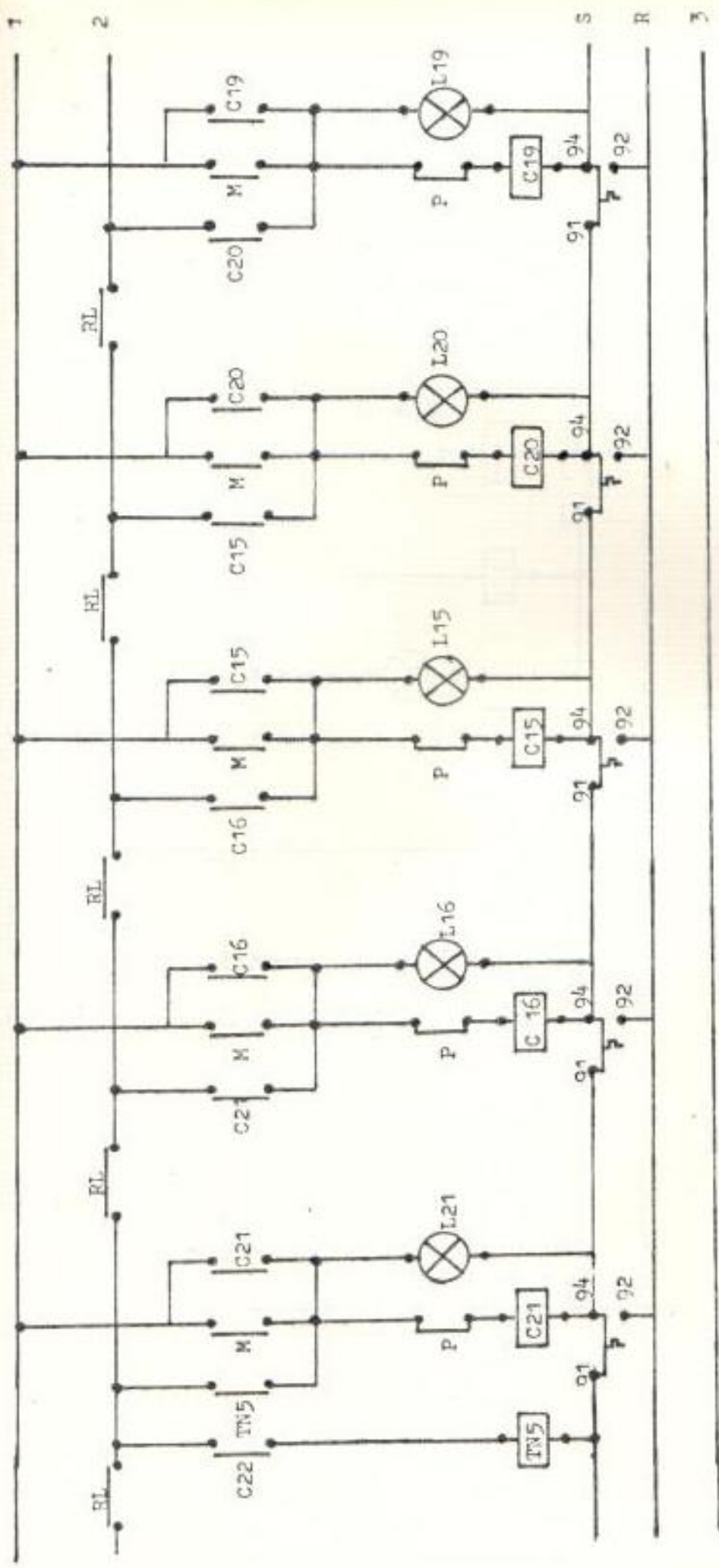
Figura No. 12-4

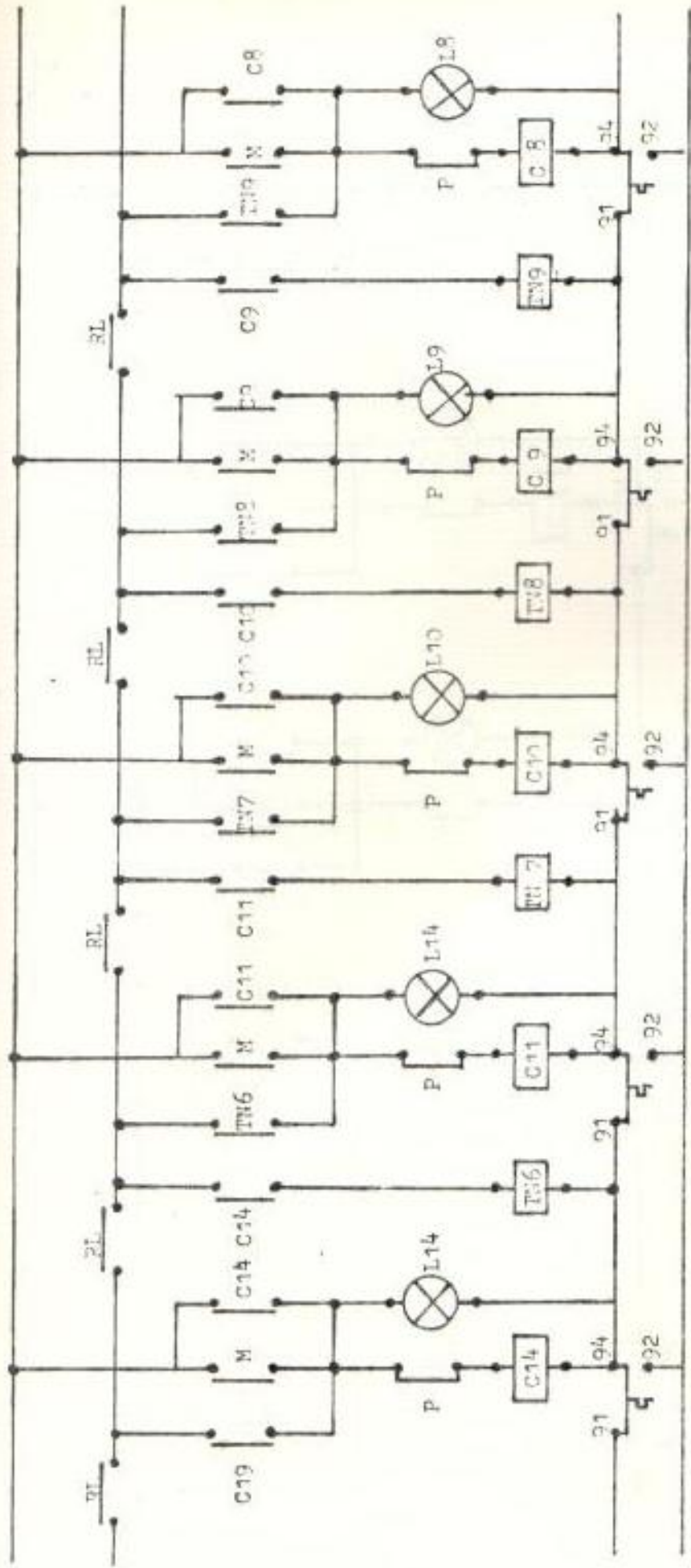


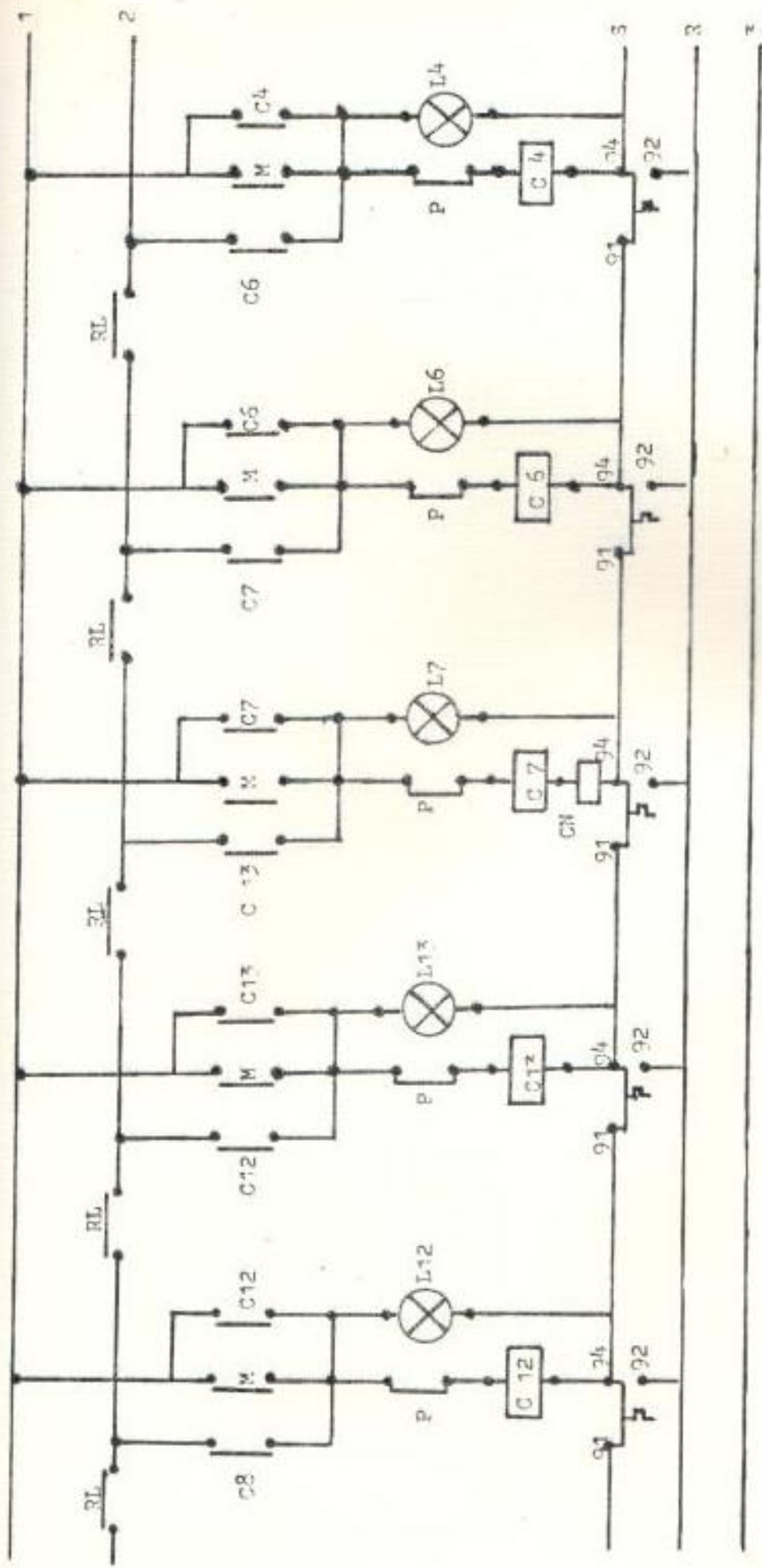
LE = Lámpara de señal
 RL = Relé auxiliar
 TN = Temporalizado neumático

M = Marcha
 P = Parada
 C = Bobina - contactor

FE = Pulsador emergencia
 SM = Selector de mando
 CN = Control de nivel







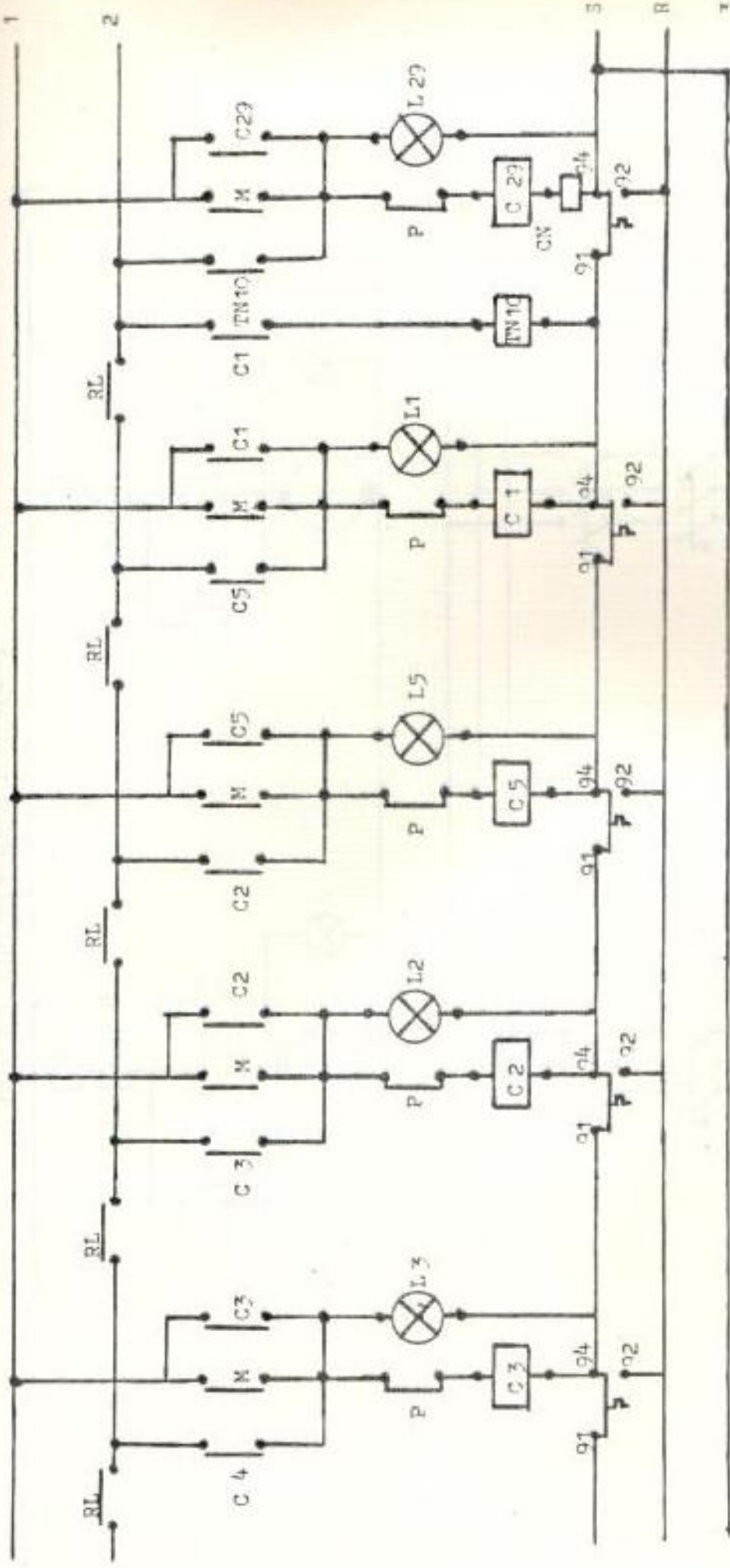


DIAGRAMA DE CONTROL PARA LOS MOTORES DEL SISTEMA
ARRANQUE DIRECTO Y MANDO A DISTANCIA

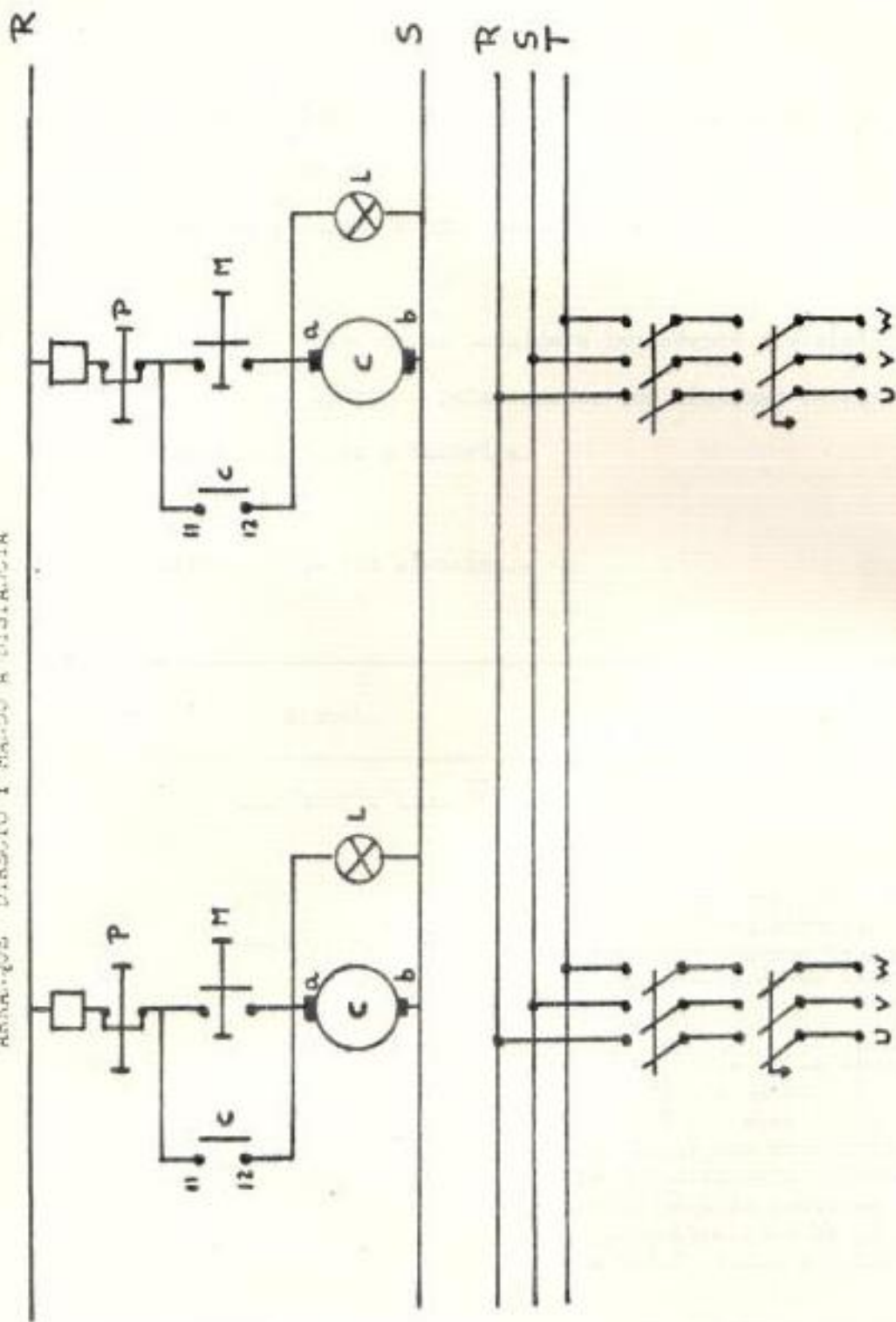


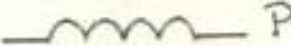
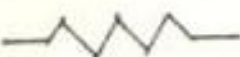
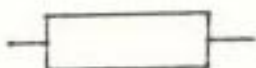
Figure No. 12-5

13. SIMBOLOGIA



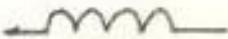


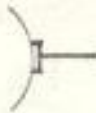
13.1. Objeto.- Esta norma tiene por objeto establecer los simbolos gráficos que la práctica aconseja utilizar en el campo de la ingeniería eléctrica.

13.2. Alcance.- Esta norma considera únicamente los símbolos gráficos relacionados con máquinas rotativas, transformadores y baterías.



13.3. Elementos de los símbolos.-

Número	Símbolo	Designación
	 P	Devanado.
		Se podrá emplear uno cualquiera de los tres símbolos, si bien en esta norma se emplea únicamente la forma preferida.
03-4.1-1		En esta forma no se especifica el número de semicírculo, pero, si se desea, se podrá establecer una distinción entre los diferentes devanados de una máquina según se indique a continuación en los <u>núme</u> ros 4.1-2, 4.1-3 y 4.1-4.

../.

Número	Símbolo	Designación
03.4.1-2		Devanado de conmutación o de <u>com</u> pensación.
03.4.1-3		Devanado serie.
03.4.1-4		Devanado de excitación en parale- lo o independiente.
03.4.1-5 03.4.1-6		Bornes de conexión, terminales. Estos símbolos se situarán de - tal forma que su centro se en- cuentre sobre la línea princi- pal del símbolo.
03.4.1-7		Escobillas sobre anillo colec- tor.
03.4.1-8		Escobillas sobre colector de delgas.

13.4. Símbolos generales de las máquinas.-

03.4.2-2		Motor
03.4.2-3		Máquina que puede actuar como - motor o como generador.
03.4.2-5		Motor de corriente continua. Símbolo general.
03.4.2-7		Motor de corriente alterna. Símbolo general.

13.5 Máquinas asincrónicas (a inducción).-

Número	Símbolo	Designación
03.4.4-1		Motor asincrónico (M), o generador asincrónico (G), de rotor en cortocircuito, símbolo general.
03.4.4-2		Motor asincrónico (M), o generador asincrónico (G), de rotor bobinado, símbolo general.
03.4.4-3		Motor asincrónico monofásico, de rotor en cortocircuito, sin bornes de salida para la fase auxiliar.
03.4.4-4		Motor asincrónico monofásico, de rotor en cortocircuito, con bornes de salida para la fase auxiliar.
03.4.4-5		Motor asincrónico monofásico, de rotor con anillos, sin bornes de salida para la fase auxiliar.
03.4.4-6		Motor asincrónico monofásico, de rotor con anillos, con bornes de salida para la fase auxiliar.
03.4.4-7		Motor asincrónico trifásico, de rotor en cortocircuito (y, por ejemplo con estator en triángulo).
03.4.4-8		Motor asincrónico trifásico, de rotor en cortocircuito, con seis bornes de salida del estator.

Número	Símbolo	Designación
03.4.4-9		Motor asincrónico trifásico, de rotor con anillos.
03.4.4-10		Motor asincrónico trifásico, de estator conectado en estrella, con dispositivo automático de arranque en el rotor.
03.4.4-11		Indicación de los bornes, de los anillos y de datos numéricos en un símbolo de una máquina simétrica. Ejemplo: motor asincrónico trifásico, de rotor con anillos, 500 V, 20 Kw, 60 Hz.
14.6. Máquinas sincrónicas.-		
03.4.5-2		Motor sincrónico, símbolo general.

Nota : Este capítulo ha sido tomado del Proyecto A4 de Norma Ecuatoriana, que trata de símbolos gráficos para esquemas eléctricos, aparatos de producción o de transformación de la energía eléctrica.

14. BIBLIOGRAFIA

- Electrical Engineering
Theory and Practice
William H. Erikson
Nelson H. Brant

- Westinghouse - Tables
Hints on Electrical Maintenance

- Motores Eléctricos
Instalación y Conservación
R. Ranlinson

- Standard Handbook for Electrical Engineers
Donald G. Fink
John M. Carrol

- Industrial Electrical Systems
Power Mc. Graw Hill

- Surge Phenomena in Electrical Machines
B. Heller
A. Veverka

- Electric Machinery
Fitzgerald - Kingsley - Kusko

- Electric Motors in Industry
Shoults - Rifland Johnson

- Duty Cycles and motor rating
Hildebrand

- Magnetic Control of Electric Motors
Heumann, G. W.

- Instalaciones Eléctricas
Ibbetson's - Cecsa

- Aparatos de Maniobra de Baja Tensión
AEG

- Manual AEG

- Electrical Supplies by General Electric

- Power System Division
Mc. Graw Edison

- Alternating - Current Machines
A.F. Pachstein - T.C. Lloy - A.G. Conrad

- Principles of Alternating - Current Machinery
Ralph R. Lawrence - Henry E. Richards

- Formulario de Electricidad Práctica
A. Alashue Aguarales

- Electricidad Industrial
P. Roberjot

- Tratado de Instalación Eléctrica
Ing. Francisco L. Singer

- Enciclopedia CEAC.

- Manual Standard del Ingeniero Electricista
A. E. Knowlton.

A P E N D I C E S

15. NORMALIZACION

- 15.1. Fundamentos de la normalización técnica.- La normalización nació con el hombre, como una tendencia natural a organizarse. Se inició con el lenguaje unificado para la designación de los objetos, se extendió a los conceptos de medida y luego ha servido para racionalizar todo el proceso de la producción y del comercio.

En las primeras épocas de la humanidad, la Normalización Técnica fue un hecho casi natural, en muchos casos intuitivos y falto de sistematización.

El primer acontecimiento fundamental para sistematizar ese proceso de normalización natural, ocurrió con el establecimiento de un sistema unificado de medida, basado en las dimensiones de este planeta. Con el advenimiento de la sociedad industrial, el proceso de normalización ha evolucionado de tal manera de constituir la base de la actividad del hombre.

En la actualidad no existe producción alguna que no esté relacionada en una u otra forma con la Normalización Técnica.

15.2. Ventajas de la Normalización.- De la misma manera que el individuo y la sociedad se apoya en reglas morales y en leyes para organizar las relaciones sociales, es necesario basarse en normas técnicas para mejorar las condiciones de producción, comercialización y utilización de los productos, objetos o servicios.

Entre las ventajas evidentes que disfrutaban, a breve o largo plazo, tanto los productores y consumidores como la economía general, deben citarse particularmente:

15.2.1. En el plano de la producción:

- organización racional de las fabricaciones desde la materia prima al producto terminado;
- eliminación del despilfarro;
- aumento de la producción;
- disminución de los productos almacenados, sin utilización;
- regularización de las fabricaciones en cuanto al tiempo;
- reducción del precio de costo.

15.2.2. En el plano del consumo:

- garantías precisas de calidad, regularidad, seguridad e intercambiabilidad;

- acceso fácil a datos técnicos antes dispersos o inciertos;
- posibilidad de comparar las ofertas;
- disminución de los precios para iguales resultados;
- facilidad para formular los pedidos;
- reducción de los plazos de entrega.

15.2.3. En el plano de la economía general:

- mejora de la producción en calidad, cantidad y regularidad;
- mayor ajuste entre la oferta y la demanda;
- disminución de los litigios;
- gastos de distribución más reducidos;
- establecimiento progresivo de un catálogo de productos nacionales;
- aumento de la productividad nacional;
- facilidades de venta en el mercado internacional;
- argumentos para la venta en el mercado internacional.

15.3. La Normalización Técnica en un país en vía de desarrollo

15.3.1. Producción:

En un país en vía de desarrollo se produce principalmente productos agrícolas destinados a satisfacer las necesidades de la población y artículos industriales de tecnología

relativamente elemental. Se exportan materias primas o productos elaborados o semielaborados.

Si no existen normas técnicas se producen los siguientes fenómenos:

- a) Los productos lanzados al mercado interno, son de calidad incierta y, por esta razón, los compradores nacionales dan sistemáticamente preferencia a los artículos de importación.

- b) Los compradores extranjeros, deseosos de asegurarse características de calidad constante, imponen sus - propias normas de compra y el país tropieza con dificultades para organizarse:
 - la producción;
 - el acondicionamiento;
 - la clasificación.

15.3.2. Importaciones:

Principalmente se importan maquinarias, productos elaborados o semielaborados.

Qué sucede si el país carece de normas técnicas?

- a) Corre el riesgo de recibir productos no intercambiables, que se ajustan deficientemente a sus necesidades o que tal vez ya fueron rechazados por compradores más exigentes.
- b) Incluso en el caso de artículos de buena calidad, se tendrá que hacer frente a varios problemas:
- El mantenimiento de las maquinarias (aprovisionamiento de piezas y repuestos);
 - dificultades de adaptación de la mano de obra - por la misma razón de diversidad de las calificaciones exigidas.

En conclusión la necesidad para un país, especialmente en vías de desarrollo, de mantener una organización muy eficiente y bien dotada para que: basándose en las circunstancias particulares del país, ponga en marcha - la Normalización Nacional que facilitará la resolución de los problemas del desarrollo.

- 15.4. Las Normas Técnicas.- Las normas técnicas comprenden todo aquello en lo cual ha sido indispensable, ponerse de acuerdo respecto de los productores y servicios, con miras a una mayor productividad.

Las normas pueden dividirse en:

Normas fundamentales:

terminología, unidades, símbolos, métodos de medida, nú
meros normales, documentación, clasificación, codifica-
ción.

Normas de Tecnología:

Disposiciones relativas a dimensiones, calidad y "apti-
tud para el uso"; método de ensayo (físicos, químicos,
mecánicos); métodos para toma de muestras y control de
la calidad; ensayo de recepción; prescripciones de segu-
ridad, códigos de buena práctica para la construcción,
instalación y conservación.

Todas estas normas constituyen las herramientas esencia-
les para la oficina de estudios, el fabricante y el com-
prador, así como para la investigación científica y téc-
nica. Se recurre a ellas igualmente para los estudios
de la organización, los métodos para la administración,
la documentación, la enseñanza y la preparación de tex-
tos legislativos y reglamentarios.

15.5. En qué consiste una actividad Nacional de Normalización?

La actividad básica consiste en establecer una colección
de normas de reconocida validez para la economía del país:

- Normas fundamentales (vocabulario, medidas);
- Materias primas;
- Productos fabricados en el país para el mercado inte
rior;
- Productos agrícolas destinados a la exportación;
- Productos importados.

Entonces es posible:

facilitar datos básicos a la enseñanza técnica, a los or
ganismos de investigación, a los laboratorios (metrolo-
gía, método de ensayo, control de calidad), y finalmente
a las empresas y a la administración.

proporcionar los elementos técnicos de una política de
la calidad (conformidad con las normas);

favorecer en el país el aprovechamiento de los resultados
obtenidos en los trabajos de Normalización Internacional;

inversamente hacer llegar al plano internacional, los in-
tereses y los puntos de vista nacionales.

Preocupación esencial del INEN es la de hacer que partici-
pen en la elaboración de las Normas, todos los sectores
interesados:

- productores;
- usuarios;
- organismos de investigación;
- Administración pública;
- Personalidades Científicas y Técnicas.

De esta suerte:

- Las normas serán mejor aceptadas; establecidas teniendo en cuenta todos los puntos de vista, las Normas responderán todas las necesidades de la economía nacional.
- Los más escogidos entre los hombres de este país, habrán aprendido a trabajar conjuntamente sobre problemas concretos de la técnica y la economía.

15.6. Instituto Ecuatoriano de Normalización.- Fue creado mediante Decreto No. 357 del 28 de Agosto de 1.970, expedido en el Registro Oficial No. 54 del 7 de Septiembre del mismo año. Oficialmente se encuentra trabajando desde Diciembre de 1.970 en su local de la Avda. Colón No. 1663 en Quito.

15.6.1. Organización.- Se han aprovechado las mejores experiencias internacionales, para dar a la organización del Instituto el carácter de agilidad y funcionalismo que debe tener para el cumplimiento de su misión. En el esquema aparte consta la organización actual del instituto.

15.6.2. Comités Técnicos y Subcomités especializados.- Los Comités Téc-

nicos de Normas están conformados por representantes del sector de la producción, de los Consumidores y de los Intereses Generales, los diferentes organismos del Gobierno y las Organizaciones profesionales. Los Comités Técnicos se subdividen a su vez en Subcomités Especializados para el estudio de las Normas Técnicas en campos más específicos: estos Subcomités tienen igualmente la representación de los tres sectores fundamentales que hacen la Normalización Técnica.

Los Comités y Subcomités tienen su propia Directiva formada por:

- Un Presidente del Comité o Subcomité;
- Un Vicepresidente;
- Un secretario.

El Secretario es el técnico o experto del Instituto a cargo del estudio de los problemas específicos de ese Comité o Subcomité.

Con relación a lo que Electricidad se refiere, corresponde al Comité CT.5, y al Subcomité CT.5 el cual está subdividido en:

- CT.5-1 Materiales conductores
- CT.5-2 Aparatos eléctricos
- CT.5-3 Aparatos de elevación
- CT.5-4 Iluminación
- CT.5-5 Código Eléctrico
- CT.5-6 Elementos Electrónicos

15.7. Elaboración de las normas Técnicas Ecuatorianas.- De acuerdo a la mejor experiencia internacional, las normas Técnicas Ecuatorianas se elaboran con el pleno conocimiento y participación de los sectores de la Producción, del Consumo y de los Intereses Generales; pasan por las siguientes etapas:

- Propuesta: Solicitud para el estudio de una Norma Técnica con datos suficientes para la preparación de un esquema;
- Esquema: Documento preparado por el INEN como base para el estudio de un anteproyecto;
- Anteproyecto: Esquema aprobado por el Comité o Subcomité y enviado a discusión pública;
- Proyecto: Anteproyecto aprobado por el Comité Técnico de Normas después de un período de discusión pública;
- Norma Técnica Ecuatoriana: Proyecto aprobado por el Consejo Directivo y expedido por el Secretario de Estado respectivo;

- Norma Técnica de Emergencia: Proyecto adoptado por el Consejo Directivo con este carácter.
- Norma Técnica Provisional: Proyecto adoptado por el Consejo Directivo.
- Período de Discusión Pública: Lapso en el cual el INEN, somete a consideración de las Instituciones o personas interesadas, los anteproyectos preparados por los Subcomités ó Comités.

El Consejo Directivo del Instituto resuelve en cada caso sobre el carácter con que se apruebe una norma ya sea obligatoria u opcional.

15.8. El Sello de conformidad con Normas Técnicas INEN:

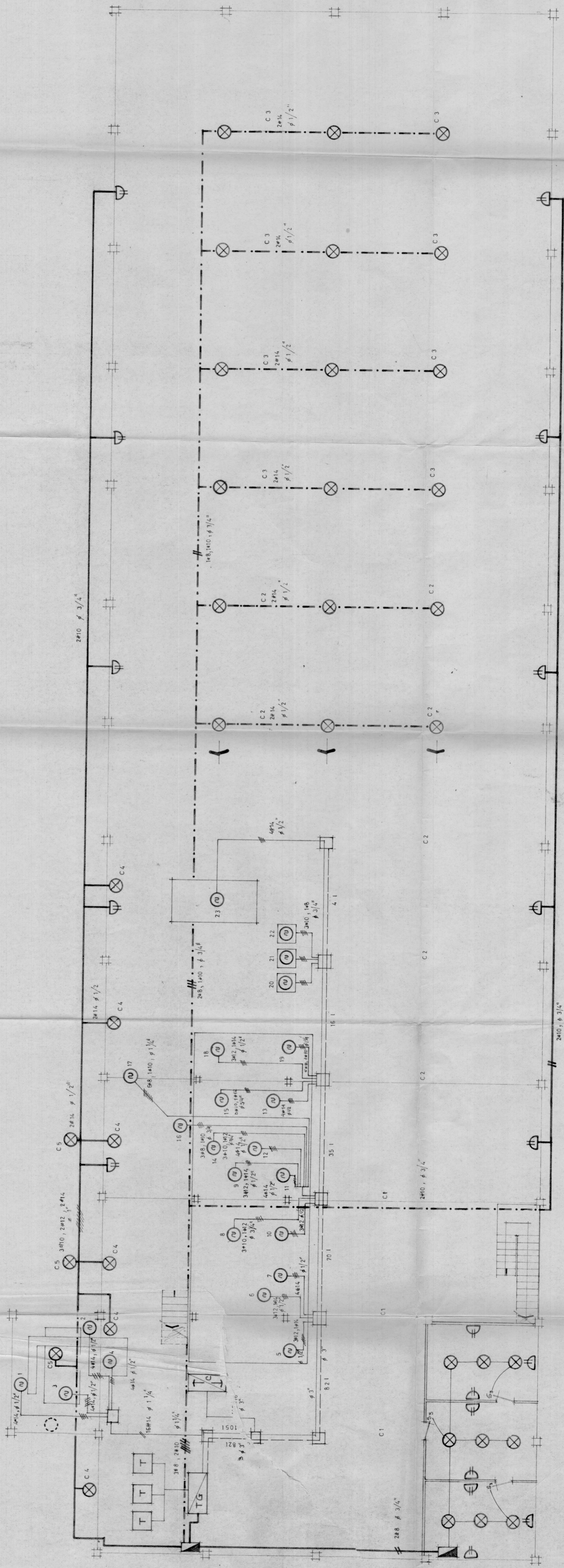
El Sello se aplica mediante contrato entre el Instituto y el productor, y por medio de un Reglamento que establece los requisitos que debe cumplir el producto y el sistema general de vigilancia que debe ejecutar el Instituto, estipulado por el Consejo Directivo del mismo para velar por el prestigio del sello, por ser cuestión de interés público.

La aplicación del Sello, desarrollada ampliamente en mu-

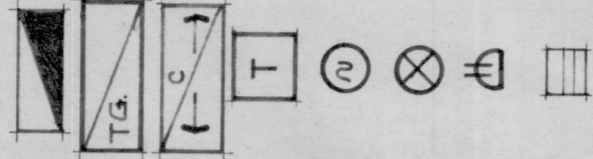
chos países del mundo, cumple con el propósito de ofrecer al consumidor una garantía permanente de la calidad del producto que consume y al productor una serie de ventajas que pueden sintetizarse así:

- la ampliación de sus mercados a nivel nacional por aumento de la confiabilidad de sus productos en razón de su certificación permanente de calidad;
- la aceptación de sus productos a nivel internacional, por cuanto crea y estimula una confianza plena de los compradores extranjeros;
- la eliminación de competencias desleales;
- el estímulo para una mayor eficiencia en la propaganda comercial.

La normalización técnica se encuentra en nuestros días, aplicándose en todos los países con el afán de conseguir la intercambiabilidad de los productos y así obtener un desarrollo inmediato, y a bajo costo de los pueblos. La ISO (International Standardization Organization), es el Organismo Internacional dedicado al estudio de las normas que deberán ser aplicadas principalmente en los productos de consumo que se fabriquen, hasta el momento, éste organismo tiene ejecutadas más de 2.000 normas y en estudio se encuentran muchas normas más.



SIMBOLOGIA:-



tablero de control de alumbrado
 tablero general
 tablero de control o mando
 transformador
 motores electricos trifasicos
 lamp. flourecentes dobles de 40w. c/u
 tomacorrientes doble 110 v.
 caja de paso (piso)

MATERIALES:-

conductores de cobre
 aislamiento tipo T.W
 tuberia rigida de 3" en canal
 tuberia E.M.T. de distribución
 linea alimentacion Alumbrado
 sobrepuesta en estructura metalica.

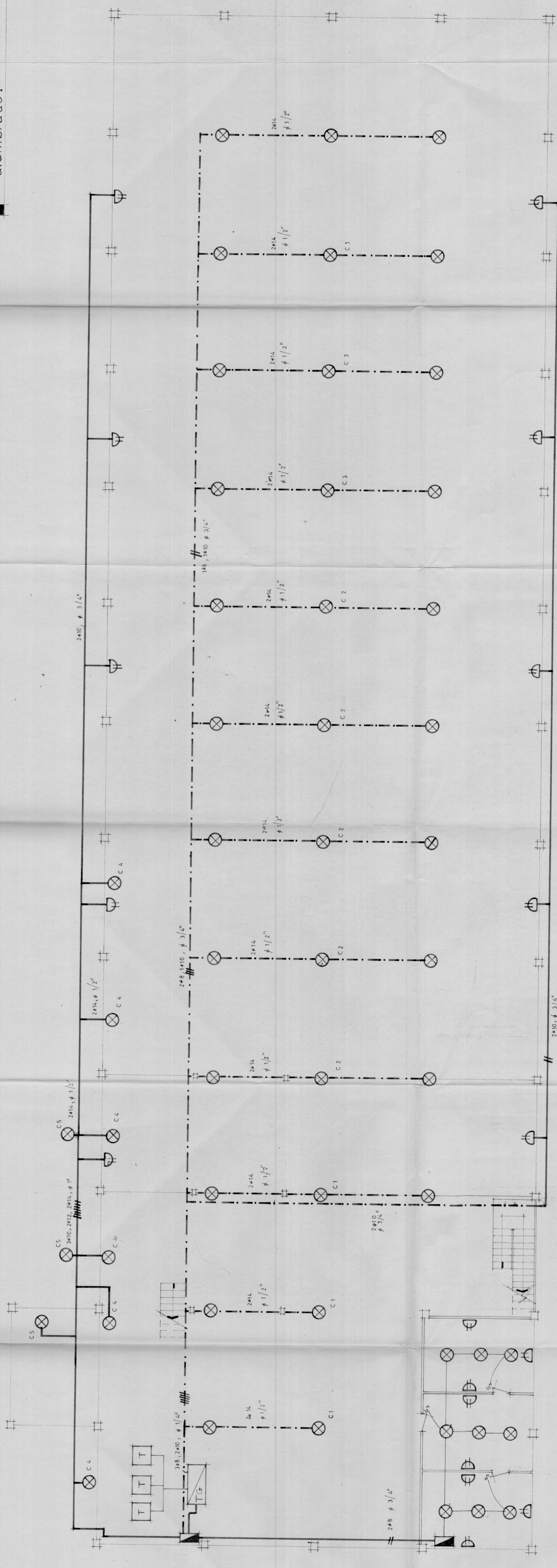
FENACCOOPARR.
 ESC. 11100
 GUAYABUIL, D.C., 75

DIAGRAMA ELECTRICO

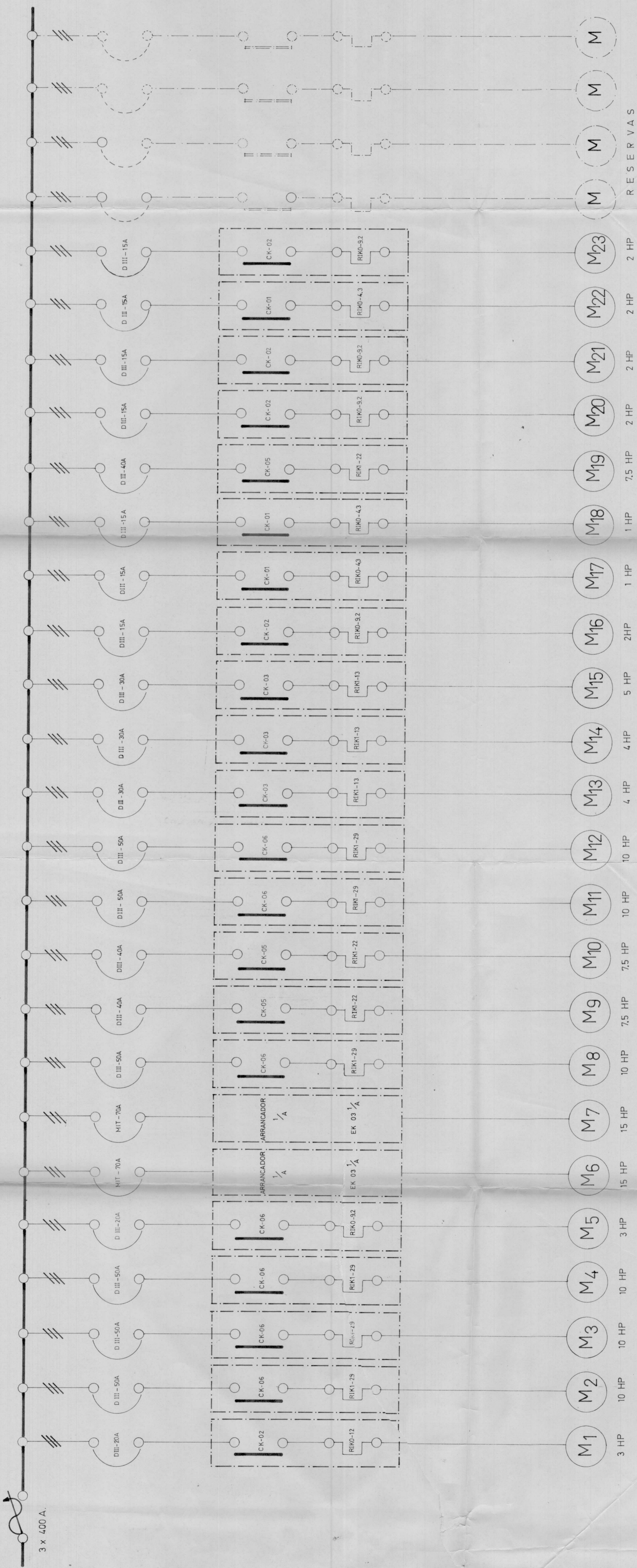
L. 1

PROYECTO: JOHN SOTOMAYOR DIBUJO: JOHN SOTOMAYOR

aluminado -



FENACCOOPARR.
DIAGRAMA ALUMBRADO ESC. 1:100
SUBMÓDULO DE C. 74 L. 2
PROYECTO: JOHN SOTOMAYOR. DIBUJO: JOHN SOTOMAYOR.



S I M B O L O G I A

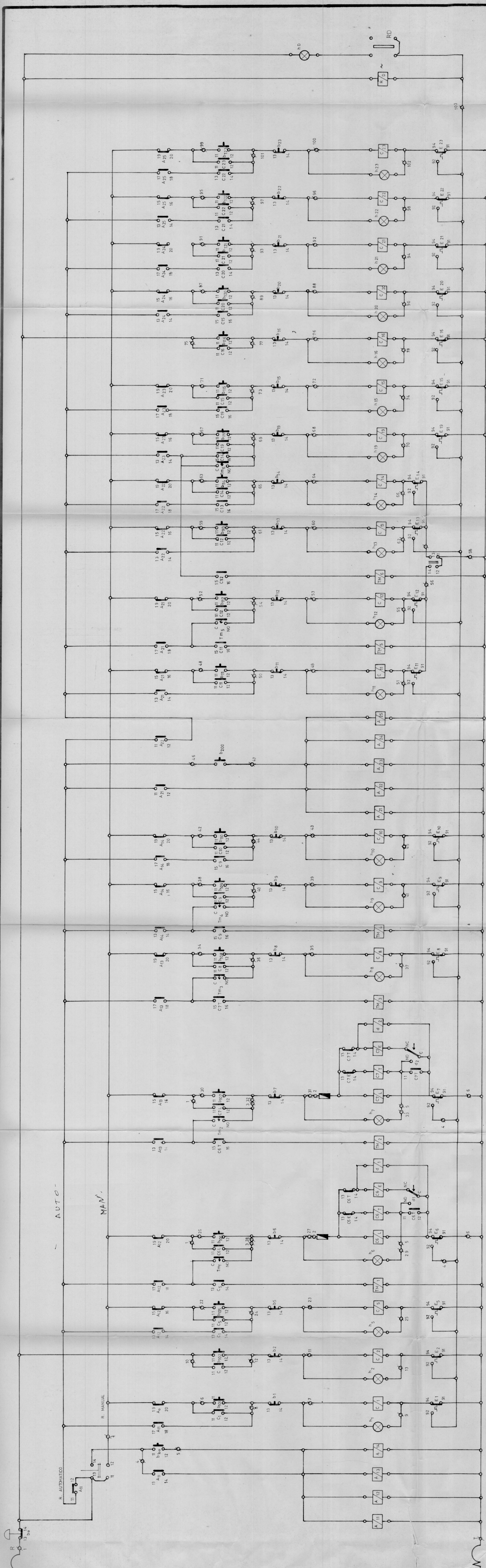
- INTERRUPTOR
- CONTACTOR
- RELE TERMICO
- MOTOR
- BARRA DE CH
- LINEA TRIFASICA
- INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO

FENACOOARR

DIAGRAMA ELECTRICO

ESC. GUAYAQUIL - MAR-75 **L4**

PROYECTO: **JOHN SOTOMAYOR** DIBUJO: **JOHN SOTOMAYOR**



SIMBOLOGIA

- | | | | |
|--|---|--|----------------------|
| | PULSADOR DE EMERGENCIA | | PULSADOR DE PARED |
| | FUSIBLE | | BOBINA RELE AUXILIAR |
| | SELECTOR DE MANDO | | RELE TERMICO |
| | PULSADOR DE MARCHA | | CONTACTO |
| | LAMPARA DE SENALIZACION | | CONTACTO TEMPORIZADO |
| | INTERRUPTOR CON PROTECCION TERMOMAGNETICA | | |