

UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABI
ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO ELECTRICO

TEMA:

“DISEÑO Y REPOTENCIACION DEL MODULO DE PRUEBAS DE UNA MAQUINA POLIFASICA DE INDUCCION CON UNA MAQUINA DE CORRIENTE CONTINUA APLICANDO EQUIPOS ELECTRICOS DE ULTIMA GENERACION.”.

AUTORES:

Gabriel Jesus Moncayo Cadena

Jesus Antonio Pin Mero

DIRECTOR DE TESIS

Ing. Enrique Figueroa

Manta- Manabí – Ecuador

2012 - 2013

CERTIFICACION

En calidad de director de tesis “DISEÑO Y REPOTENCIACION DEL MODULO DE PRUEBAS DE UNA MAQUINA POLIFASICA DE INDUCCION CON UNA MAQUINA DE CORRIENTE CONTINUA APLICANDO EQUIPOS ELECTRICOS DE ULTIMA GENERACION.” De los estudiantes de ingeniería eléctrica señores:

Gabriel Jesus Moncayo Cadena

Jesus Antonio Pin Mero

Certifico haber tutorado el proyecto de investigación durante su desarrollo tanto teórico como practico conforme a los lineamientos de la metodología de la investigación científica y de campo.

El proyecto realizado, los resultados y conclusiones son responsabilidad de los autores.

Particular que comunico a usted para los fines pertinentes.

.....

Ing. Enrique Figueroa

Director de tesis.

DECLARACION DE AUTORIA

La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestos en esta tesis corresponden exclusivamente al autor, y el patrimonio intelectual de la tesis de grado corresponderá a la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí

LOS AUTORES.

GABRIEL JESUS MONCAYO CADENA

JESUS ANTONIO PIN MERO

UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABI
ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA

Los miembros del tribunal examinador aprueban el informe y proyecto de la investigación sobre “DISEÑO Y REPOTENCIACION DEL MODULO DE PRUEBAS DE UNA MAQUINA POLIFASICA DE INDUCCION CON UNA MAQUINA DE CORRIENTE CONTINUA APLICANDO EQUIPOS ELECTRICOS DE ULTIMA GENERACION.” A los estudiantes Sr. Gabriel Jesus Moncayo Cadena, Sr. Jesus Antonio Pin Mero, luego de haber sido analizado por los señores miembros del tribunal de grado de la facultad de Ingeniería eléctrica, y en cumplimiento de lo que establece la ley se da por aprobada.

Manta, Enero del 2013

Para constancia firman:

.....

Miembro del tribunal

.....

Miembro del tribunal

.....

Director de tesis

DEDICATORIA

Este trabajo de tesis de grado está dedicado a **DIOS**, por darme la vida a través de mis queridos **PADRES** que siempre me alentaron a luchar por alcanzar mis metas y que en estos momentos deben sentir tanto orgullo como yo por estar culminando otra etapa de mi vida. A mi **ESPOSA** que ha estado a mi lado dándome cariño, confianza y apoyo incondicional para seguir adelante y alcanzar otra de mis metas planteadas. A mi **HIJA** que es el motivo y la razón que me ha llevado a seguir superándome día a día, para alcanzar mis más apreciados ideales de superación, y quiero dejar en ella una enseñanza que cuando se quiere alcanzar algo en la vida no hay tiempo ni obstáculo que lo impida para poder lograrlo.

A mis **HERMANAS** que a lo largo de esta carrera me supieron incentivar a no declinar por lograr mis objetivos, y por ultimo a mis **AMIGOS** de trabajo que siempre me apoyaron y con parte de su tiempo han permitido que yo pueda terminar mis estudios superiores y dedicarles estas líneas.

Mil palabras no bastarían para agradecerles su apoyo, su comprensión y sus consejos en los momentos difíciles.

A todos, espero no defraudarlos y contar siempre con su valioso apoyo, sincero e incondicional.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo y todo el esfuerzo que he realizado a lo largo de mi carrera, a Dios por darme y tenerme con vida para así lograr alcanzar mis objetivos propuestos, a mis padres ya que sin su apoyo incondicional y ayuda económica no habría podido salir adelante en mi carrera y en la vida en general.

A mi esposa por el apoyo recibido y por privarla de mi tiempo en muchas ocasiones, a mi hija para que le sirva de ejemplo a seguir y que sepa que cuando uno se propone algo en la vida lo va a lograr, a mi familia en general que de distintas maneras me han ayudado a seguir adelante, a mis maestros por compartir todos sus conocimientos adquiridos a lo largo de la vida, a mi director de tesis por dedicarnos su tiempo guiándonos en nuestro trabajo final.

INDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO I

| Generalidades | Pág. |
|-----------------------------|-------------|
| Introducción..... | 11 |
| Justificación del Tema..... | 13 |
| Objetivo general..... | 14 |
| Objetivos Específicos..... | 14 |

CAPÍTULO II

MARCO TEORICO

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Generalidades de la Maquina Polifásica de Inducción..... | 15 |
| Características eléctricas y constructivas del estator de la maquina polifásica..... | 25 |
| Características eléctricas y constructivas del rotor de la maquina Polifásica..... | 25 |
| Conexiones eléctricas del bobinado de la maquina polifásica de inducción..... | 27 |
| Aplicaciones y mantenimiento de la máquina polifásica de inducción..... | 28 |

CAPÍTULO III

| | |
|---------------------------------------------------------------|-----------|
| Generalidades de la máquina de corriente continua..... | 33 |
|---------------------------------------------------------------|-----------|

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Características eléctricas y constructivas del estator de la máquina de corriente continua..... | 43 |
| Características eléctricas constructivas del rotor de las máquinas de corriente continua..... | 51 |
| Conexiones eléctricas de la máquina de corriente continua para trabajar como motor eléctrico / generador dinamo..... | 56 |

CAPITULO IV

Montaje de las maquinas

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Armazón. Soportes generales..... | 65 |
| Armazón. Soporte de tablero..... | 65 |
| Tablero de conexiones..... | 65 |
| Control de Velocidad..... | 66 |
| Acople entre la maquina polifásica de inducción y la máquina de corriente continua..... | 79 |

CAPITULO V

Planos eléctricos del módulo de pruebas.

| | |
|-------------------------|----|
| Planos generales..... | 80 |
| Planos específicos..... | 83 |

CAPITULO VI

Esquemas de conexión y aplicación de la maquina polifásica de Inducción y la Máquina de corriente continua.

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Motor trifásico de inducción de dos polos conectado en triangulo..... | 88 |
| Moto trifásico de inducción de dos polos, estator conectado en triangulo doble paralelo serie..... | 90 |
| Motor trifásico de inducción de dos polos conectado en estrella..... | 92 |
| Motor trifásico de inducción de dos polos, estator conectado en estrella doble paralelo serie..... | 94 |
| Motor trifásico de inducción de cuatro polos conectado en triangulo..... | 96 |
| Motor trifásico de inducción de cuatro polos, estator conectado en triangulo, doble paralelo serie..... | 98 |
| Motor trifásico de inducción de cuatro polos conectado en estrella..... | 100 |
| Motor trifásico de inducción de cuatro polos, estator conectado en estrella doble paralelo serie..... | 102 |
| Motor de corriente continua conexión en derivación..... | 104 |
| Motor de corriente continua en serie..... | 107 |
| Generador de corriente directa conexión en serie..... | 109 |
| Generador en derivación con excitación independiente..... | 109 |
| Generador en derivación con autoexcitación..... | 112 |
| Generador compuesto de corriente directa..... | 112 |

CAPITULO VII

Conclusiones.....114

Bibliografía.....114

TEMA:

“DISEÑO Y REPOTENCIACION DEL MODULO DE PRUEBAS DE UNA MAQUINA POLIFASICA DE INDUCCION CON UNA MAQUINA DE CORRIENTE CONTINUA APLICANDO EQUIPOS ELECTRICOS DE ULTIMA GENERACION.”.

CAPITULO I

INTRODUCCION

Los motores eléctricos proporcionan la potencia motriz para controlar una parte considerable y en constante crecimiento de nuestra moderna economía industrial. La gama de tamaños y tipos de motores es enorme y el número y diversidad de aplicaciones se continúa extendiendo

Cualquiera comprende la función de un motor eléctrico. Cuando se le conecta un suministro eléctrico, gira su eje. Se dice que el motor convierte la energía eléctrica en energía mecánica. En diversas circunstancias presenta muchas ventajas respecto a los motores de combustión.

A igual tamaño y peso son más reducidos. Se pueden construir de cualquier tamaño. Tiene un par de giro elevado y, según el tipo de motor, prácticamente constante. Su rendimiento es muy elevado (típicamente en torno al 80%, aumentando el mismo a medida que se incrementa la potencia de la máquina). La gran mayoría de los motores eléctricos son máquinas reversibles pudiendo operar como generadores, convirtiendo energía mecánica en eléctrica.

Según la naturaleza de la corriente eléctrica transformada, los motores eléctricos se clasifican en motores de corriente continua, también denominada directa, motores de corriente alterna.

Motores de corriente alterna, se usan mucho en la industria, sobretodo, el motor trifásico asíncrono de jaula de ardilla.

Motores de corriente continua, suelen utilizarse cuando se necesita precisión en la velocidad, montacargas, locomoción, etc.

Motores universales. Son los que pueden funcionar con corriente alterna o continua, se usan mucho en electrodomésticos. Son los motores con colector.

Tanto unos como otros disponen de todos los elementos comunes a las máquinas rotativas electromagnéticas. Pero no nos quedemos aquí, realicemos una clasificación más amplia:

Motor de corriente alterna.

Podemos clasificarlos de varias maneras, por su velocidad de giro, por el tipo de rotor y por el número de fases de alimentación:

1. Por su velocidad de giro.

Asíncronos, Síncronos.

2. Por el tipo de rotor.

Motores de anillos rozantes, Motores con colector, Motores de jaula de ardilla.

3. Por su número de fases de alimentación.

Motores monofásicos, Motores bifásicos, Motores trifásicos.

Motor de corriente continua.

La clasificación de este tipo de motores se realiza en función de los bobinados del inductor y del inducido:

1. Motores de rotor devanado.

En derivación, Serie, Compuesto.

2. Motores de Imán Permanente (IP).

IP convencional, Rotor de Disco, Rotor de copa.

3. Motores de conmutación electrónica

Sin escobilla (excitados por posición), De pasos.

Con frecuencia se usan motores como dispositivos de corrección final en sistemas de control industrial. En una de esas aplicaciones el motor impulsa un servomecanismo y hace que el objeto se coloque en la posición deseada. Entre otras aplicaciones están abrir y cerrar válvulas, variar la velocidad de una bomba para ajustar el flujo de líquido variar la velocidad de un ventilador para ajustar el flujo de aire. También hay muchas aplicaciones más.

En el desarrollo de esta tesis a la que titulamos "DISEÑO Y REPOTENCIACION DEL MODULO DE PRUEBAS DE UNA MAQUINA POLIFASICA DE INDUCCION CON UNA MAQUINA DE CORRIENTE CONTINUA APLICANDO EQUIPOS ELECTRICOS DE ULTIMA GENERACION." se dejara muy claro el conocimiento práctico de la funcionabilidad del motor polifásico de inducción y del motor/generador de corriente continua, así como los tipos de conexiones más importantes.

Esta tesis proporciona una explicación básica pero muy completa de la construcción y funcionamiento de los dos tipos de máquinas antes mencionados.

JUSTIFICACIÓN

El diseño y repotenciación del módulo de pruebas de una maquina polifásica de inducción con una máquina de corriente continua aplicando equipos de última generación permitirá a los estudiantes de la escuela de ingeniería eléctrica, de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí conocer los fundamentos teóricos prácticos de la puesta en marcha de las máquinas de inducción y la construcción y funcionabilidad de las máquinas de corriente continua, permitiendo simulaciones a nivel de campo industrial en la rama eléctrica y fortaleciendo los conocimientos a los futuros profesionales de ingeniería eléctrica.

OBJETIVO GENERAL

Diseñar y repotenciar el módulo de pruebas para estudios y ensayos de una maquina polifásica de inducción, con una máquina de corriente continua, para el desarrollo intelectual y técnico de los estudiantes de ingeniería eléctrica.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estudiar el funcionamiento y comportamiento de la maquina polifásica de inducción.
- Estudiar el funcionamiento y comportamiento de una máquina de corriente continua.
- Diseñar y definir esquemas de fuerza y control para contribuir en el proceso enseñanza-aprendizaje de máquinas eléctricas.
- Describir la función de un motor, la función de un generador y relacionar los términos dinamo, motor y generador.

CAPITULO II

Generalidades de la Maquina Polifásica de Inducción.

Un motor de inducción es un transformador eléctrico cuyo circuito magnético se encuentra separado por un entrehierro en dos segmentos relativamente móviles, uno que conduce el devanado primario y el otro el devanado secundario. La corriente alterna suministrada al devanado primario desde un sistema de alimentación eléctrica induce una corriente opuesta en el devanado secundario, cuando este último se pone en cortocircuito o se cierra a través de una impedancia externa. El movimiento relativo entre las estructuras primaria y secundaria se produce por las fuerzas electromagnéticas correspondientes a la potencia que es transferida a través del entrehierro por inducción. La característica esencial que distingue a la máquina de inducción de otros tipos de motores eléctricos es que las corrientes del secundario son creadas únicamente por inducción, como en un transformador, en lugar de ser suministradas mediante una excitación de CD u otra fuente de energía externa, como en máquinas síncronas y de cd.

Los motores de inducción se clasifican como motores jaula de ardilla y motores de rotor devanado. Los devanados secundarios en los rotores de los motores jaula de ardilla están ensamblados a partir de barras conductoras cortocircuitadas por anillos frontales o están encapsulados en lugar de una aleación conductiva. Los devanados secundarios de los motores de rotor devanado se encuentran bobinados con conductores discretos con el mismo número de polos que el devanado primario en el estator. Los devanados del rotor se encuentran terminados en los anillos colectores en la flecha del motor. Los devanados pueden estar en cortocircuito mediante el apoyo de las escobillas en los anillos colectores, o pueden estar conectados a resistores o convertidores de estado sólido para arranque y control de velocidad.

-Características de construcción.

La estructura normal de un motor de inducción consta de un rotor cilíndrico que lleva el devanado secundario en ranuras en su periferia exterior y un núcleo anular circundante de acero laminado que lleva el devanado primario en ranuras en su periferia interna. El devanado primario se encuentra acomodado por lo regular para una alimentación trifásica, con tres conjuntos de grupos de bobinas multipolares exactamente iguales separadas por un tercio de distancia entre polos (paso polar). La superposición de los tres campos magnéticos estacionarios, pero alternos, producidos por los devanados trifásicos provoca un campo magnético giratorio distribuido de forma senoidal en sincronía con la frecuencia de la fuente

de alimentación; el tiempo de recorrido se fija desde la cresta del campo de un devanado de fase hasta el siguiente por el intervalo de tiempo entre el alcance de sus valores pico mediante los correspondientes corrientes de fase. La dirección de rotación se fija mediante la secuencia del tiempo de las corrientes en cinturones sucesivos de fases y así gran parte se revierte al invertir las conexiones de una fase de un motor bifásico o trifásico

La figura 2.1 muestra la sección transversal de un típico motor de inducción polifásico, teniendo en este caso un devanado primario trifásico de cuatro polos con 36 ranuras de estator y 28 de rotor, el devanado primario está compuesto por 36 bobinas idénticas, cada una abarca 8 dientes, uno menos que los nueve dientes en un paso polar. Se dice por tanto que el devanado tiene $8/9$ de pasos. Puesto que hay tres ranuras primarias por polo por paso, la fase A incluye cuatro "bandas de fase", con un espacio igual consistente cada uno de tres bobinas consecutivas conectadas en serie. Debido al corto paso polar, las partes superior e inferior de la bobina de cada fase se traslapan con la fase siguiente en cualquiera de los extremos. El devanado del rotor, o secundario, se compone solo de 28 barras idénticas de cobre o aluminio fundido sólidamente conectadas a anillos frontales conductores de cada extremo, formando así una estructura de jaula de ardilla. Tanto los núcleos del rotor como del estator se encuentran contruidos por lo regular en laminas de acero de silicio, con ranuras parcialmente cerradas, para obtener la máxima área periférica para conducir el flujo magnético del entrehierro.

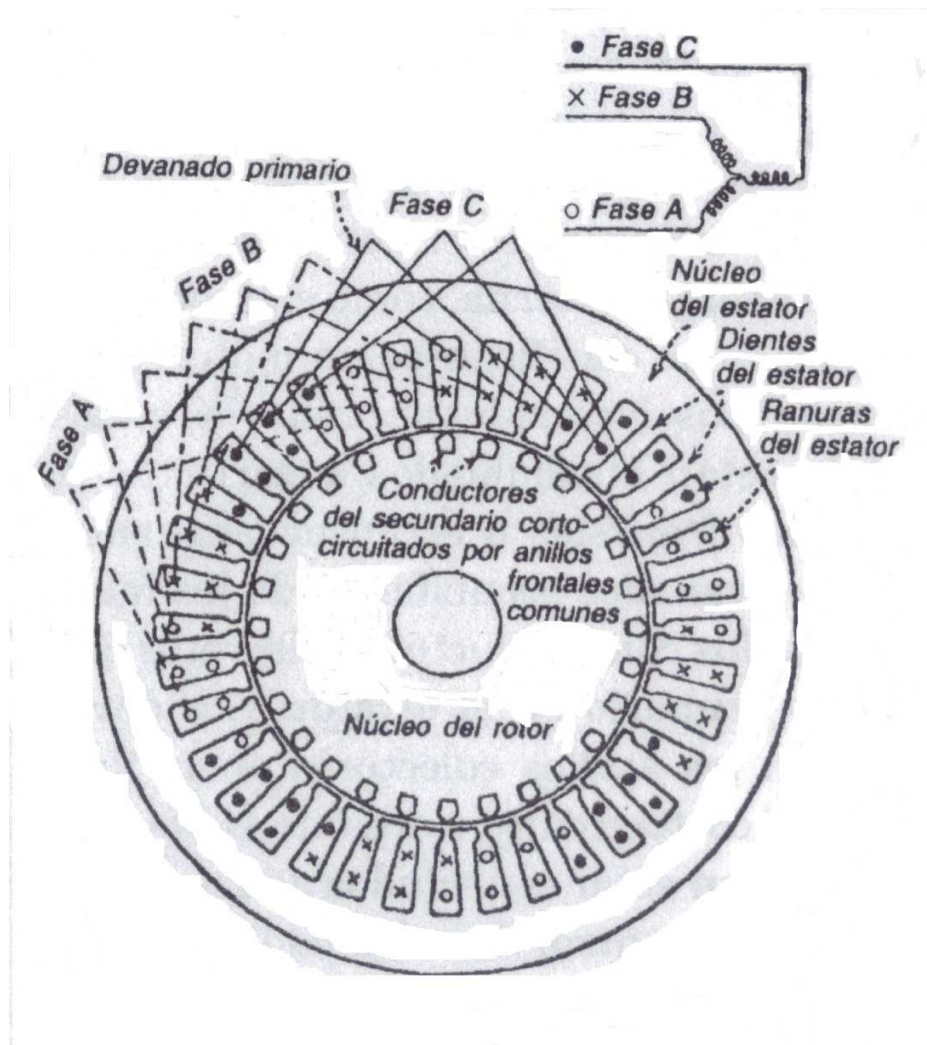


Figura 2.1 Sección de motor de inducción de jaula de ardilla, trifásico de 4 polos, devanado de estator de 8/9 de paso

-El Campo giratorio.

La clave para entender el motor de inducción es una cabal comprensión del campo magnético giratorio.

La onda rectangular en la figura 2.2 representa la fmm (fuerza magnetomotriz), o distribución de campo, producida por una bobina simple de paso entero (diametral). Se hace la suposición de que el entrehierro entre el estator y el rotor es uniforme y los efectos de las aberturas de las ranuras son despreciables. Para

calcular el campo resultante de todo el devanado, es más conveniente analizar el campo de cada bobina simple en sus componentes armónicas en el espacio como indica la figura 2.2.

Cuando dos campos de esta clase producidos por ranuras en bobinas adyacentes están sobrepuestos, las dos componentes senoidales fundamentales estarán desplazados por el ángulo de ranura θ , la componente de la tercera armónica mediante el ángulo 3θ , las de la quinta armónica por el ángulo 5θ , etc. De este modo, las componentes armónicas espaciales de mayor grado en el campo resultante están relativamente más reducidas en comparación con la fundamental. A causa de este efecto de distribuir el devanado en varias ranuras para cada banda de fase, y debido a las reducciones adicionales ocasionadas al paso fraccional y las conexiones de fase, los campos armónicos espaciales en un motor normal se reducen a valores despreciables, dejando solamente las componentes fundamentales de ondas senoidales para ser consideradas en la determinación de las características de operación.

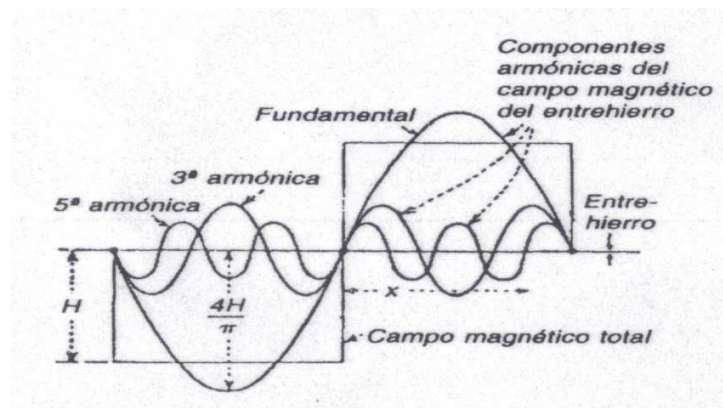


Figura 2.2 Campo magnético producido por una bobina simple.

La corriente alterna que fluye en el devanado de cada fase produce por tanto una distribución de onda senoidal de flujo magnético alrededor de la periferia, estacionaria en el espacio pero variando de forma de onda senoidal en el tiempo, en sincronía con las frecuencias de alimentación.

-Par, deslizamiento e impedancia del motor.

Cuando el rotor es estacionario, el campo magnético que gira corta los conductores del secundario cortocircuitados a velocidad síncrona e induce en ellos corrientes de frecuencia de línea. Para alimentar la caída de voltaje IR en el secundario, debe haber un componente de voltaje en fase temporal con la

corriente del secundario, y por lo tanto, la corriente del secundario debe retrasarse en la posición espacial detrás del campo que gira en el entrehierro. Se produce entonces un par correspondiente al producto del campo del entrehierro mediante la corriente del secundario por el seno del ángulo de su desplazamiento de fase espacial.

En reposo, la corriente del secundario es igual al voltaje de entrehierro dividido entre la impedancia del secundario a la frecuencia de la línea, o

$$I_2 = \frac{E_2}{Z_2} = \frac{E_2}{R_2 + jX_2}$$

Donde R_2 = resistencia efectiva del secundario y X_2 = reactancia de fuga del secundario a la frecuencia fundamental.

La velocidad a la que el campo magnético corta los conductores del secundario es igual a la diferencia entre la velocidad sincrónica y la velocidad real del rotor. La razón de la velocidad del campo relativa al rotor, a velocidad sincrónica se conoce como deslizamiento s :

FIGURA 2.3

Curva característica típica, de velocidad en función de par, de un motor de inducción de fase dividida y jaula de ardilla.

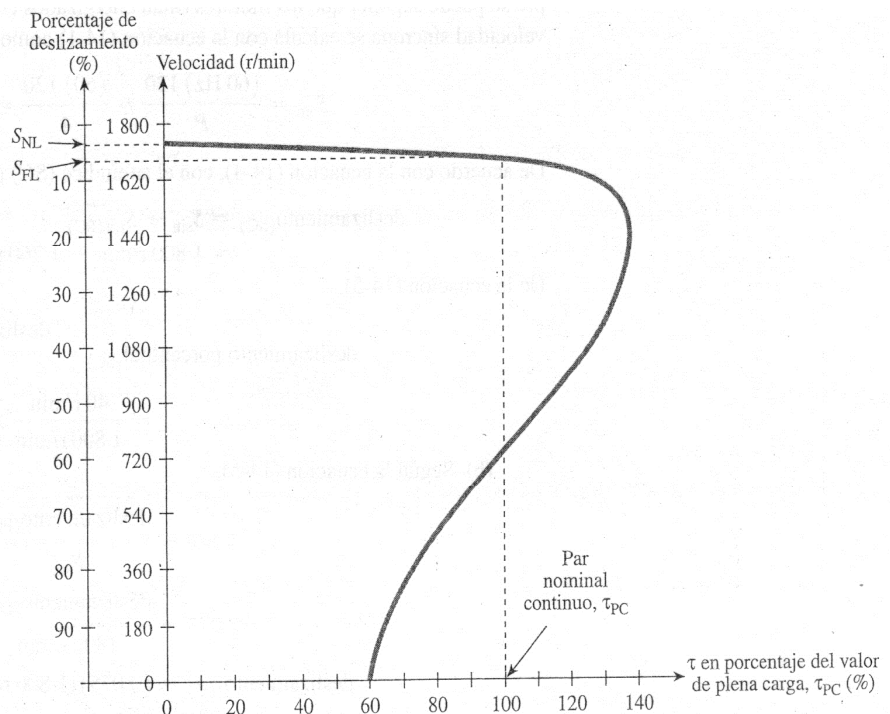


Figura 2.3 Curva de velocidad-par de motor

O bien:

$$s = \frac{N_s - N}{N_s}$$

$$N = (1 - s)N_s$$

Donde N = velocidad real y N_s = velocidad síncrona del rotor.

A medida que el rotor aumenta la velocidad, con un campo de entrehierro dado, el voltaje inducido en el secundario y la frecuencia disminuyen ambos en proporción a s . Así, el voltaje del secundario se convierte en sE_2 y la impedancia del secundario $R_2 + jsX_2$ o

$$I_2 = \frac{sE_2}{R_2 + jsX_2} = \frac{E_2}{(R_2/s) + jX_2}$$

Por consiguiente, la única manera de que el primario sea afectado por un cambio en la velocidad del motor, es que la resistencia del secundario vista desde el primario varíe inversamente con el deslizamiento.

En la práctica la resistencia y reactancia efectivas del secundario o R_2 y X_2 , cambian con la frecuencia del secundario, obedeciendo la variación del “efecto de película” o el desplazamiento de corriente dentro de la parte externa de los conductores, cuando la frecuencia es alta. Este efecto se emplea para hacer que la resistencia, y por tanto, el par, sean mayores en el arranque y a bajas velocidades del motor, al suministrar una doble jaula o construcción de barra profunda, como se muestra en la figura 2.6. El flujo de fuga entre las barras externa e interna provocan una alta reactancia en la barra interna, de modo que la mayor parte de la corriente debe fluir en las barras exteriores o en la parte superior de una barra profunda en paro, cuando la frecuencia es alta. A velocidad plena, la frecuencia del secundario es muy baja, y la mayoría de la corriente fluye en las barras internas, o sobre toda la sección transversal de una barra profunda, obedeciendo a su menor resistencia.

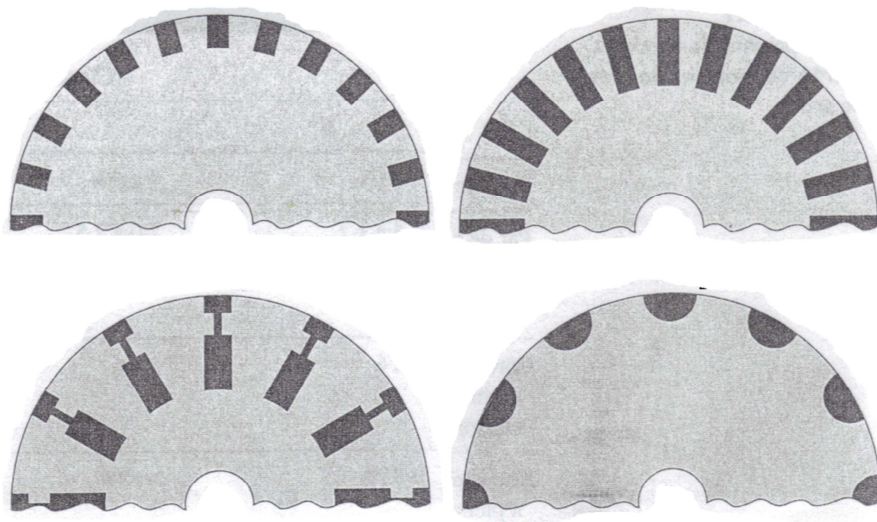


Figura 2.6 Formas alternas de barras de rotor de jaula de ardilla.

Tabla 1 características de los motores comerciales de inducción de jaula de ardilla de acuerdo con la clasificación en letras NEMA.

| Clase NEMA | Par de arranque (# de veces el nominal) | Corriente de Arranque | Regulación de Velocidad (%) | Nombre de clase Del motor |
|------------|-----------------------------------------|-----------------------|-----------------------------|--------------------------------------------------------|
| A | 1.5-1.75 | 5-7 | 2-4 | Normal |
| B | 1.4-1.6 | 4.5-5 | 3.5 | De propósito general |
| C | 2-2.5 | 3.5-5 | 4-5 | De doble jaula alto par |
| D | 2.5-3.0 | 3-8 | 5-8 , 8-13 | De alto par alta resistencia |
| F | 1.25 | 2-4 | mayor de 5 | De doble jaula, bajo par y baja corriente de arranque. |

*Los voltajes citados son para el voltaje nominal en el arranque

Motores de inducción de jaula de ardilla clase A.

El motor clase A es un motor de jaula de ardilla normal o estándar fabricado para uso a velocidad constante. Tiene grandes áreas de ranuras para una muy buena disipación de calor, y barras con ranuras ondas en el motor. Durante el periodo de arranque, la densidad de corriente es alta cerca de la superficie del rotor; durante el periodo de la marcha, la densidad se distribuye con uniformidad. Esta diferencia origina algo de alta resistencia y baja reactancia de arranque, con lo cual se tiene un par de arranque entre 1.5 y 1.75 veces el nominal (a plena carga). El par de arranque es relativamente alto y la baja resistencia del rotor produce una aceleración bastante rápida hacia la velocidad nominal. Tiene la mejor regulación de velocidad pero su corriente de arranque varía entre 5 y 7 veces la corriente nominal normal, haciéndolo menos deseable para arranque con línea, en especial en los tamaños grandes de corriente que sean indeseables.

Motores de inducción de jaula de ardilla clase B.

A los motores de clase B a veces se les llama motores de propósito general; es muy parecido al de la clase A debido al comportamiento de su deslizamiento-par. Las ranuras de su motor están embebidas algo más profundamente que en los motores de clase A y esta mayor profundidad tiende a aumentar la reactancia de arranque y la marcha del rotor. Este aumento reduce un poco el par y la corriente de arranque.

Las corrientes de arranque varían entre 4 y 5 veces la corriente nominal en los tamaños mayores de 5 HP se sigue usando arranque a voltaje reducido. Los motores de clase B se prefieren sobre los de la clase A para tamaños mayores.

Las aplicaciones típicas comprenden las bombas centrífugas de impulsión, las máquinas herramientas y los sopladores.

Motores de inducción de jaula de ardilla clase C.

Estos motores tienen un rotor de doble jaula de ardilla, el cual desarrolla un alto par de arranque y una menor corriente de arranque.

Debido a su alto par de arranque, acelera rápidamente, sin embargo cuando se emplea en grandes cargas, se limita la disipación térmica del motor por que la mayor parte de la corriente se concentra en el devanado superior. En condiciones

de arranque frecuente, el rotor tiene tendencia a sobre calentarse se adecua mejor a grandes cargas repentinas pero de tipo de baja inercia.

Las aplicaciones de los motores de clase C se limitan a condiciones en las que es difícil el arranque como en bombas y compresores de pistón

Motores de inducción de jaula de ardilla clase D.

Los motores comerciales de inducción de jaula de ardilla clase D se conocen también como de alto par y alta resistencia. Las barras del rotor se fabrican en aleación de alta resistencia y se colocan en ranuras cercanas a la superficie o están embebidas en ranuras de pequeño diámetro. La relación de resistencia a reactancia del rotor de arranque es mayor que en lo motores de las clases anteriores.

El motor está diseñado para servicio pesado de arranque, encuentra su mayor aplicación con cargas como cizallas o troqueles, que necesitan el alto par con aplicación a carga repentina la regulación de velocidad en esta clase de motores es la peor.

Motores de inducción de jaula de ardilla de clase F.

También conocidos como motores de doble jaula y bajo par. Están diseñados principalmente como motores de baja corriente, porque necesita la menor corriente de arranque de todas las clases. Tiene una alta resistencia del rotor tanto en su devanado de arranque como en el de marcha y tiende a aumentar la impedancia de arranque y de marcha, y a reducir la corriente de marcha y de arranque. El rotor de clase F se diseñó para remplazar al motor de clase B. El motor de clase F produce pares de arranque aproximadamente 1.25 veces el par nominal y bajas corrientes de arranque de 2 a 4 veces la nominal. Los motores de esta clase se fabrican de la capacidad de 25 hp para servicio directo de la línea. Debido a la resistencia del rotor relativamente alta de arranque y de marcha, estos motores tienen menos regulación de voltaje de los de clase B, bajan capacidad de sobrecarga y en general de baja eficiencia de funcionamiento. Sin embargo, cuando se arrancan con grandes cargas, las bajas de corrientes de arranque eliminan la necesidad de equipo para voltaje reducido, aún en los tamaños grandes.

-Factor de servicio.

Los motores en unidades de caballos de fuerza y de fracciones de caballo de fuerza, de propósito general, son proporcionados con un "factor de servicio", el cual permite que el motor libere más de los caballos de fuerza nominales, sin dañar su sistema de aislamiento. El motor es operado al voltaje y frecuencia nominales. Los factores de servicio estándar son de 1.4 para motores especificados entre $\frac{1}{2}$ y $\frac{1}{8}$ de caballo de fuerza; 1.35 para el rango de $\frac{1}{6}$ y $\frac{1}{3}$ de caballo de fuerza; 1.25 para $\frac{1}{2}$ caballo de fuerza para el tamaño del armazón para 1 caballo de fuerza a 3600 r/min. Para todos los motores más grandes, hasta 200 caballos de fuerza, el factor de servicio es 1.15. Entre 250 y 500 caballos de fuerza el factor de servicio es de 1.0.

-Motores de Jaula de Ardilla de velocidades múltiples.

Los motores de jaula de ardilla de velocidades múltiples deben ser del tipo de devanado sencillo o de dos devanados. Los primeros tienen un devanado del estator que se pueda conectar para suministrar una de dos velocidades, las que se encuentran en la razón 2:1. El método de conexión suele ser proporcionado por el fabricante del controlador. El armazón del motor de devanado sencillo de dos velocidades suele ser el mismo que el del motor de una sola velocidad. El motor de dos devanados tiene dos devanados separados del estator, como es el caso del motor que presentamos en nuestro tablero, los cuales se pueden bobinar para cualquier número de polos, de modo que se puedan obtener dos velocidades síncronas. Además, uno de los devanados del estator o los dos, se pueden disponer para ser reconectados, como en un motor de un solo devanado, lo que da un total de tres o cuatro velocidades, pero las dos velocidades que se obtienen con un solo devanado deben estar en la razón de 2:1. De este modo, un motor de dos devanados y cuatro velocidades de 1 800, 900, 1 200 y 600 r/min.

Los motores de velocidad múltiples se diseñan como: 1) Motores de par variable; 2) Motores de par constante y 3) Motores de Caballaje constante.

Los motores de par constante tienen caballos de potencia nominales en cada velocidad directamente proporcionales a esta última; por ejemplo, 20/10 Hp y 1200/600r/min y se emplean en transportadores, mezcladoras, compresores, prensas para imprimir y otras cargas de "par constante". Los motores de caballaje constante tienen los mismos caballos de potencia nominales a todas las velocidades; se usan principalmente en máquinas, herramientas, como son los tornos, mandriladoras, cepilladoras, y taladradoras radiales. A los motores de velocidades múltiples del tipo del par constante o de par variable, se les suele dar

un número nominal estándar de caballo de potencia a la velocidad tope, pero puede tener caballajes nominales particulares a las velocidades más bajas, ya que estas últimas se fijan por las razones de velocidades.

Características eléctricas y constructivas del estator de la maquina polifásica.

El tipo de motor que hemos utilizado para nuestra tesis es un motor jaula de ardilla de dos devanados primarios con una potencia de 6 Hp en cada devanado, con el cual podemos tener dos velocidades que son 3 400 rpm y 1 800 rpm ya que un devanado esta bobinado para 4 polos y el otro devanado ' esta bobinado para dos polos.

El estator consta de 48 ranuras; el núcleo del estator está construido con láminas de acero al silicio; el devanado primario de 4 polos consta de 48 bobinas idénticas.

El devanado primario de dos polos también consta de 48 bobinas idénticas, debido a la configuración de las bobinas no obtenemos las 3 600 rpm que debería dar un motor de 2 polos sino que obtenemos 3 400 rpm. El esquema de conexiones del devanado de 2 polos.

Características eléctricas y constructivas del rotor de la maquina Polifásica.

Un rotor de jaula de ardilla es la parte que rota usada comúnmente en un motor de inducción de corriente alterna. Un motor eléctrico con un rotor de jaula de ardilla también se llama "motor de jaula de ardilla". En su forma instalada, es un cilindro montado en un eje. Internamente contiene barras conductoras longitudinales de aluminio o de cobre con surcos y conectados juntos en ambos extremos poniendo en cortocircuito los anillos que forman la jaula. El nombre se deriva de la semejanza entre esta jaula de anillos y barras y la rueda de un hámster (ruedas probablemente similares existen para las ardillas domésticas).

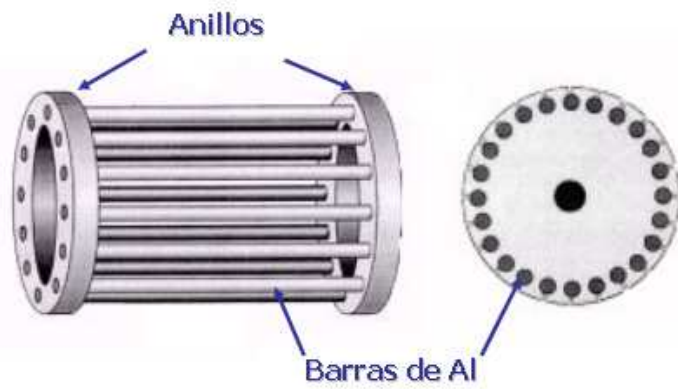
La base del rotor se construye con láminas de hierro apiladas. Los devanados inductores en el estator de un motor de inducción instan al campo magnético a rotar alrededor del rotor. El movimiento relativo entre este campo y la rotación del rotor induce corriente eléctrica, un flujo en las barras conductoras. Alternadamente estas corrientes que fluyen longitudinalmente en los conductores reaccionan con el campo magnético del motor produciendo una fuerza que actúa tangente al rotor, dando por resultado un esfuerzo de torsión para dar vuelta al eje. En efecto, el rotor se lleva alrededor el campo magnético, pero en un índice levemente más

lento de la rotación. La diferencia en velocidad se llama "deslizamiento" y aumenta con la carga. A menudo, los conductores se inclinan levemente a lo largo de la longitud del rotor para reducir ruido y para reducir las fluctuaciones del esfuerzo de torsión que pudieron resultar, a algunas velocidades, y debido a las interacciones con las barras del estator. El número de barras en la jaula de la ardilla se determina según las corrientes inducidas en las bobinas del estator y por lo tanto según la corriente a través de ellas. Las construcciones que ofrecen menos problemas de regeneración emplean números primos de barras.

El núcleo de hierro sirve para llevar el campo magnético a través del motor. En estructura y material se diseña para reducir al mínimo las pérdidas. Las láminas finas, separadas por el aislamiento de barniz, reducen las corrientes parásitas que circulan resultantes de las corrientes de Foucault (en inglés, 'eddy current'). El material, un acero bajo en carbono pero alto en silicio, llamado por ello acero al silicio, con varias veces la resistencia del hierro puro, en la reductora adicional. El contenido bajo de carbono le hace un material magnético suave con pérdida bajas por histéresis.

El devanado del rotor o secundario, que hemos utilizado en esta tesis consta simplemente de 40 barras de fundición de aluminio, conectadas con firmeza a los anillos conductores, con lo que se forma de esta manera una estructura de "jaula de ardilla". El núcleo del rotor está construido con laminaciones de acero al silicio, con ranuras parcialmente cerradas, con el fin de obtener el área periférica más grande posible para llevar el flujo magnético a través del entrehierro, como lo indica la figura 2.7.

Jaula de ardilla aislada



Aspecto de un rotor de jaula de ardilla

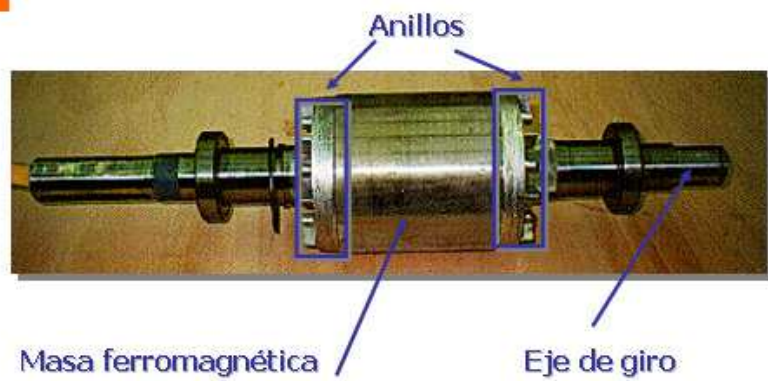
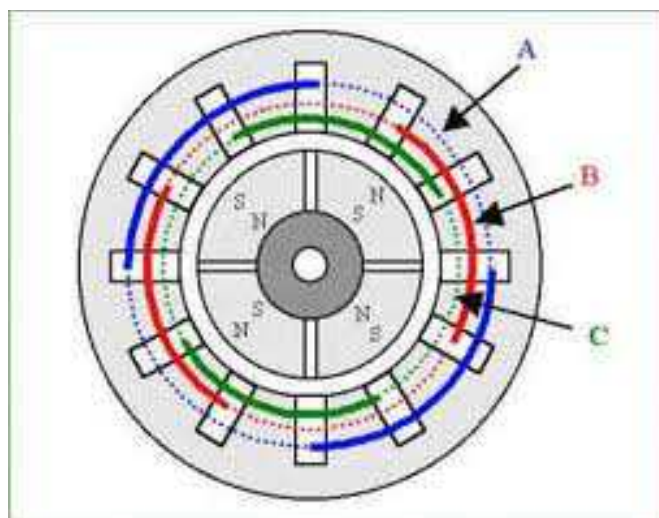


Figura 2.7

Conexiones eléctricas del bobinado de la maquina polifásica de inducción.



Mantenimiento de la máquina polifásica de inducción.

Los síntomas característicos de las distintas averías en los motores bifásicos y trifásicos se enumeran más abajo, seguidos de las causas más probables. Los números indicados entre paréntesis sirven de referencia para buscar en las páginas siguientes la correspondiente reparación.

1) Sí un motor polifásico no arranco, puede ello ser debido a las siguientes causas:

- a) Fusible fundido (1).
- b) Cojinetes desgastados (2).
- c) Sobrecarga (3).
- d) Interrupción en alguna fase (4).
- e) Bobina o grupo con cortocircuito (5).
- f) Borrás del rotor flojas (6).
- g) Conexiones internas equivocadas (7).
- h) Cojinetes agarrotados (8).
- i) Combinador defectuoso (9).
- j) Enrollamiento en contacto con la masa (10).

2) Si un motor polifásico no marcha con normalidad, la causa puede ser:

- a) Fusible fundido (1).
- b) Cojinetes desgastados (2).
- c) Cortocircuito en alguno bobina (5).
- d) Fase invertida (11).
- e) Interrupción en alguna de las fases (4).
- f) Conexión en paralelo invertida (12).
- g) Enrollamiento en contacto con la masa (10).
- h) Barras del rotor flojas (6).
- I) Tensión o frecuencia inadecuados.

3) Si el motor marchó muy despacio, la causa puede ser:

- a) Bobina o grupo con cortocircuito (5).
- b) Bobina o grupo invertido (7).
- c) Cojinetes desgastados (2).
- d) Motor que marcha con una sola fase (4).
- e) Barras del rotor flojas (6).

1) FUSIBLE FUNDIDO

Si estando en marcha un motor trifásico se funde un fusible, el motor continuará funcionando, pero como monofásico, solo trabajará parte del arrollamiento y esta parte tendrá que soportar toda la carga. Si en estas condiciones el motor continúa funcionando, aunque sea por poco tiempo, los arrollamientos se calentarán con exceso y acabarán por quemarse. Además, el motor funcionará con mucho ruido y su potencia quedará notablemente disminuida. Para localizar la avería se para el motor y se vuelve a poner en marcha. Un motor polifásico no arranca con un fusible fundido. El remedio será pues, cambiar el fusible quemado. Si el motor se halla conectado en estrella doble, en la fase abierta se inducirá una corriente que acelerará la destrucción del arrollamiento. Este detalle convendrá tenerlo muy presente.

2) COJINETES DESGASTADOS

Cuando los cojinetes están desgastados el rotor roza contra el estator y el motor produce mucho ruido. Si el desgaste es excesivo y el rotor queda reposando firmemente sobre el estator, no podrá girar. Para localizar esta avería en un motor pequeño se intentará mover el eje del rotor en sentido vertical.

Si tal movimiento resulta posible, los cojinetes estarán despostados. En tal caso se procederá al desmontar el rotor y se inspeccionará detenidamente el núcleo en busca de rozaduras motivadas por el continuo frotamiento contra el estator. El único remedio es cambiar los cojinetes.

Tratándose de motores grandes el ensayo se verifica mediante las láminas o calibres para entrehierros. Si los cojinetes están en perfectas condiciones el entrehierro, o espacio de aire entre el rotor y el estator debe ser el mismo en cualquier punto. Si no es así, los cojinetes están desgastados y deberán cambiarse.

3) SOBRECARGA

Para comprobar si el motor trabaja sobrecargado se suelta la correa de la polea receptora y se hace girar a mano. Por lo general la causa de que este eje no pueda girar suele ser algún mecanismo sucio o roto. También puede comprobarse la presencia de una sobrecarga con un amperímetro intercalado en uno de las fases. Si la corriente indicada por el amperímetro es superior al indicado en la placa de características, el motor arranca sobrecargado.

4) INTERRUPCIÓN EN ALGUNA FASE

Una interrupción en alguna parte del arrollamiento puede presentarse estando el motor en marcha. En este caso el motor continúa funcionando aunque con mucha menos potencia. Puede existir la Interrupción en alguna bobina o en la conexión entre dos grupos, e impedirá que el motor arranque. También puede ser la causa de tal avería un hilo roto o alguna conexión floja.

Si la interrupción se localiza dentro de una bobina será preciso sustituir ésta por otra en buen estado.

Estando el motor en marcha, si se presenta la avería en cuestión continuará funcionando; cuando está en reposo, si existe tal avería, el motor no podrá arrancar. El caso es similar al de un fusible fundido.

5) CORTOCIRCUITO EN UNA BOBINA O GRUPO

Un cortocircuito en el arrollamiento, suele ocasionar una marcha ruidosa y el desprendimiento de humo. Se localizará, por tanto, esta avería a simple vista o con el ensayo de fases equilibradas. La bobina defectuosa se cambiará o se dejará fuera de circuito.

Cuando por un motivo cualquiera salta el aislamiento del hilo de los arrollamientos, al entrar varias espiras en contacto directo se forma un cortocircuito en la bobina, que acaba por quemarse y sucesivamente se va transmitiendo la avería a las bobinas contiguas hasta quedar afectado un grupo completo. Una bobina con cortocircuito se deja fuera de circuito de manera diferente a las interrumpidas. Una vez localizada por examen directo o mediante un zumbador, se debe cortar por completo retorciendo los hilos cortados en cada lado. Hay que cerciorarse de que los hilos cortados están bien desnudos antes de retorcerlos. Cuando se ha quemado un grupo entero de bobinas, no habrá más remedio que rebobinar todo el motor. Este método se aplica también en el caso de que el devanado sea múltiple.

6) BARRAS DEL ROTOR FLOJAS

Una señal característica de la existencia de esta avería es el ruido que produce el motor al funcionar, su escasa potencia y las chispas que se producen entre las barras y los aros frontales de la jaula de ardilla.

En los motores con rotor en cortocircuito (jaula de ardilla) están las barras en cortocircuito por ambos extremos gracias a dos aros de cobre. Si una o varias de estas barras se aflojan y no establecen buen contacto con los citados aros, el motor no puede funcionar con normalidad y hasta en algunos casos no gira.

Las barras flojas se localizan disponiendo el rotor sobre un zumbador. La hoja de sierra vibrará sobre las barras no averiadas. También puede localizarse una barra floja por simple inspección, el remedio consiste en afianzar con soldadura las barras flojas.

7) CONEXIONES INTERNAS EQUIVOCADAS

El mejor método para comprobar si las conexiones internas en un motor polifásico han sido bien hechas, consiste en desmontar el rotor; conectar el estator o la red y disponer una bola de cojinete de gran tamaño en el interior de aquel.

Si las conexiones están equivocadas la bola permanece en reposo al conectar el motor a la red; en caso contrario se pondrá a rodar por el interior del estator. Tratándose de motores de media y de gran potencia, convendrá utilizar una tensión reducida, pues de lo contrario puede saltar un fusible.

También son métodos muy efectivos la jaula de ardilla y la brújula, (para el uso de la brújula debe aplicarse al bobinado una tensión de 6 a 12 voltios corriente continua. La brújula debe indicar los polos norte y sur alternado según el número de polos).

8) COJINETES AGARROTADOS

Cuando falta la lubricación en los cojinetes, el calentamiento dilata el eje y dificulta su giro. Si el calentamiento es excesivo los cojinetes pueden llegar a soldarse al eje, imposibilitando por completo su movimiento. En este caso se dice que los cojinetes están agarrotados.

Para reparar esta avería se intentará desmontar los escudos; el que cueste más trabajo en desmontar será el que contiene el cojinete averiado. Se desmonta este escudo junto con el rotor, se dispone el conjunto en posición horizontal y se mueve el escudo hacia adelante y hacia atrás. Si no se consigue moverlo se aflojará el tomillo que afirma el cojinete y se retirará éste junto con el rotor. Cuidese de que el anillo de engrase quede libre para esta operación. El cojinete podrá luego separarse del eje golpeándolo con un martillo. El eje deberá probablemente

tornearse después a un diámetro ligeramente menor y utilizar cojinetes adecuados. Sí se usan cojinetes de bolas sustitúyanse por otros nuevos,

9) COMBINADOR DEFECTUOSO

Sí los puntos del combinador o reóstato no establecen buen contacto, no arrancará el motor. Para localizar esta avería deberá consultarse en un texto sobre protección y maniobras de máquinas de CA.

10) ARROLLAMIENTO EN CONTACTO CON LA MASA

Un signo característico de la existencia de esta avería es la sacudida que se experimenta al tocar la carcasa o cualquier parte metálica del motor. Si hay más de un contacto del arrollamiento con la masa, se formará un cortocircuito que quemará el arrollamiento o hará saltar un fusible. Se localiza esta avería con la lámpara de prueba y se repara rebobinando todo el arrollamiento bien cambiando la bobina averiada.

11) FASE INVERTIDA

El signo característico de esta avería es la poca velocidad del motor, cuyas revoluciones son inferiores a las de régimen y un ronquido continuo motivado por la conexión errónea. Habrá que repasar todas las conexiones de acuerdo con el esquema de conexión y subsanar las equivocadas.

12) CONEXIÓN EN PARALELO INTERRUMPIDA

Este defecto es causa de que el motor emita un zumbido característico durante el funcionamiento; además, la potencia queda notablemente reducida. Se repararán cuidadosamente todos los circuitos en paralelo.

CAPÍTULO III

Generalidades de la máquina de corriente continua.

La corriente continua presenta grandes ventajas, entre las cuales está su capacidad para ser almacenada de una forma relativamente sencilla. Esto, junto a una serie de características peculiares de los motores de corriente continua, El entendimiento de tales máquinas, permiten al ingeniero una eficaz elección además de la posibilidad de evitar situaciones en las que se produzcan accidentes a causa del uso u operación inadecuada de los equipos que trabajan con este tipo de energía. Los conocimientos previos de teoría básica de circuitos eléctricos, serán de gran ayuda para comprender las funciones de cada uno de los componentes de las máquinas de corriente continua.

El control de posición, paro y velocidad la han convertido en una de las mejores opciones en aplicaciones de control y automatización de procesos.

-Fundamentos de las máquinas de corriente continua.

Las máquinas de corriente continua son generadores que convierten energía mecánica en energía eléctrica de corriente continua, y motores que convierten energía eléctrica de corriente continua en energía mecánica. La mayoría las máquinas de corriente continua son semejantes a las máquinas de corriente alterna ya que en su interior tienen corrientes y voltajes de corriente alterna. Las máquinas de corriente continua tienen corriente continua sólo en su circuito exterior debido a la existencia de un mecanismo que convierte los voltajes internos de corriente alterna en voltajes corriente continua en los terminales. Este mecanismo se llama colector, y por ello las máquinas de corriente continua se conocen también como máquinas con colector.

Todas las maquinas operan con dos devanados, uno se denomina inductor que está constituido por el campo magnético y el otro inducido sobre el cual se produce el fenómeno electromagnético de inducción, es decir uno es el que produce el flujo (inductor) y el otro se induce (inducido), la localización física de estos devanados puede variar dependiendo del tipo de maquina eléctrica de que se trate.

-Características de los Motores de Corriente Continua

El motor DC, así como el motor AC se basan en el principio de repulsión magnética, debido a las corrientes que circulan por las espiras, generando campos electromagnéticos y pares de fuerzas inducidas obligándolas a girar. Las aplicaciones de los motores de corriente continua se han mantenido en aplicaciones especialmente en máquinas, herramientas y en procesos industriales. La máquina de corriente continua es constructivamente más compleja que las máquinas de corriente alterna debido al empleo de escobillas, colector, etc.

La complejidad del motor de corriente continua frente a las máquinas de corriente alterna, las convierte comparativamente en menos robusta, además requiere mayor mantenimiento y a la vez tiene un mayor volumen y peso para la generación de la misma potencia. No obstante, el motor DC tiene múltiples aplicaciones, especialmente como motor, debido principalmente a:

Amplio rango de velocidades (ajustables de modo continuo y controlable con alta precisión).

Característica de torque-velocidad variable, constante o bien una combinación ideada por tramos.

Rápida aceleración, desaceleración y cambio de sentido de giro.

Posibilidad de frenado regenerativo.

Clases de motores de corriente continua:

Se pueden dividir dentro de dos grandes tipos:

-Motores de imán permanente, entre ellos:

-Motores de corriente continua sin escobilla.

-Servomotores.

Y en capacidades nominales de fracciones de caballo de potencia y los motores de corriente continua de campo devanado, los que a su vez se clasifican como:

-Motor en derivación, en el que el devanado del campo está conectado en paralelo con la armadura.

-Motor devanado en serie, en el que el devanado del campo está conectado en serie con la armadura.

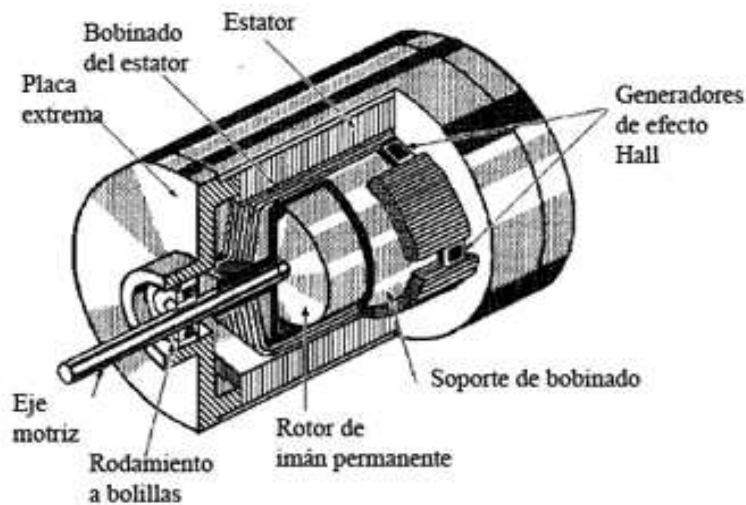
-Motor en compound, en el que se tiene un devanado del campo en serie y otro en paralelo.

-Motores de corriente continua de imán permanente:

Existen motores de imán permanente (PM, permanent magnet), en tamaños de fracciones de caballo y de números pequeños enteros de caballos. Tienen varias ventajas respecto a los del tipo de campo devanado. No se necesitan las alimentaciones de energía eléctrica para excitación ni el devanado asociado. Se mejora la confiabilidad, ya que no existen bobinas excitadoras del campo que fallen y no hay probabilidad de que se presente una sobre velocidad debida a pérdida del campo. Se mejoran la eficiencia y el enfriamiento por la eliminación de pérdida de potencia en un campo excitador. Así mismo, la característica par contra corriente se aproxima más a lo lineal. Un motor de imán permanente (PM) se puede usar en donde se requiere un motor por completo encerrado para un ciclo de servicio de excitación continua.

Los efectos de la temperatura dependen de la clase de material que se use en el imán. Los motores de número entero de caballos de potencia con imanes del tipo Alnico resultan menos afectados por la temperatura que los que tienen imanes de cerámica, porque el flujo magnético es constante. Las desventajas son la falta de control del campo y de características especiales velocidad-par. Las sobrecargas pueden causar desmagnetización parcial que cambia las características de velocidad y de par del motor, hasta que se restablece por completo la magnetización. En general, un motor PM de número entero de caballos es un poco más grande y más caro que un motor equivalente con devanado en derivación, pero el costo total del sistema puede ser menor.

Un motor PM es un término medio entre los motores de devanado compound y los devanados en serie. Tiene mejor par de arranque, pero alrededor de la mitad de la velocidad en vacío de un motor devanado en serie.



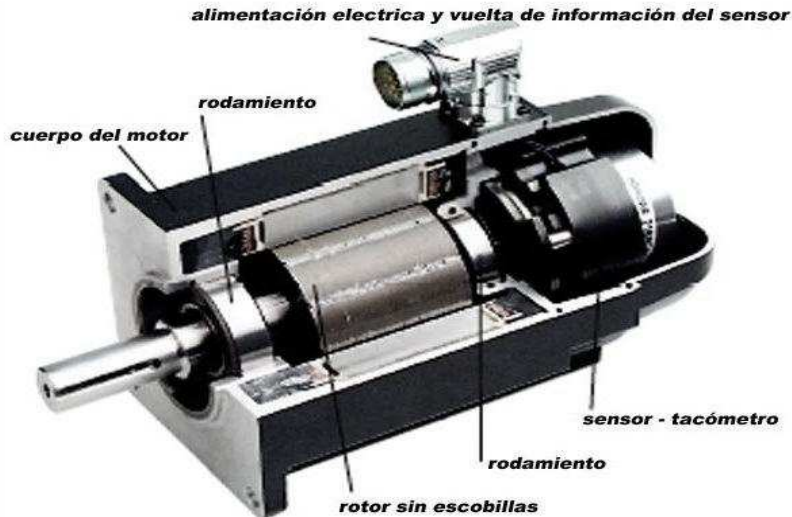
-Motores de corriente continúa sin escobillas

Los motores de corriente continua sin escobillas tienen una armadura estacionaria y una estructura rotatoria del campo, exactamente en forma opuesta a como están dispuestos esos elementos en los motores convencionales de corriente directa. Esta construcción aumenta la rapidez de disipación del calor y reduce la inercia del rotor. Imanes permanentes suministran el flujo magnético para el campo. La corriente directa hacia la armadura se conmuta con transistores, en vez de las escobillas y las delgas del colector de los motores convencionales de corriente directa.

Es normal que las armaduras de los motores de corriente continua sin escobillas contengan de dos a seis bobinas, en tanto que las armaduras de los motores convencionales de corriente continua contienen de 10 a 50. Los motores sin escobillas tienen menos bobinas porque se requieren dos o cuatro transistores para conmutar cada bobina del motor. Esta disposición se vuelve cada vez más costosa e ineficiente a medida que aumenta el número de devanados.

Los transistores que controlan cada devanado de un motor sin escobillas de corriente continua se activan y desactivan a ángulos específicos del rotor. Los transistores suministran pulsos de corriente a los devanados de la armadura, los cuales son semejantes a los que suministra un conmutador. La secuencia de conmutación se dispone para producir un flujo magnético rotatorio en el entrehierro, que permanece formando un ángulo fijo con el flujo magnético producido por los imanes permanentes del rotor. El par producido por un motor sin

escobillas de corriente continua es directamente proporcional a la corriente de la armadura.

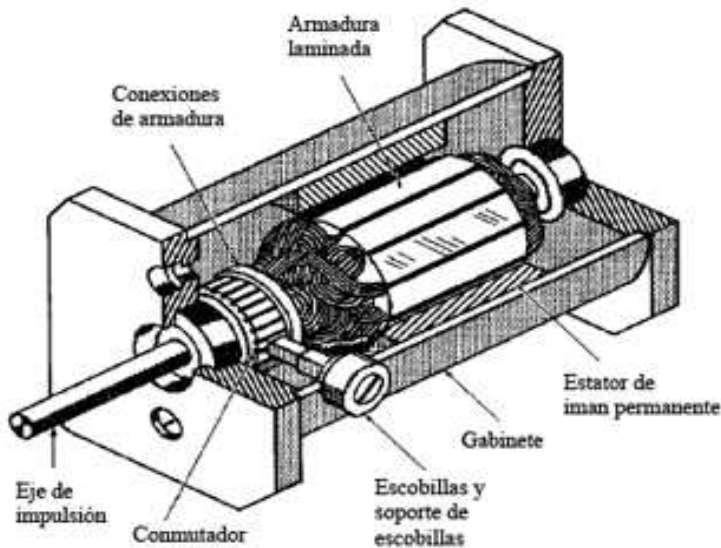


-Servomotores de corriente directa

Los servomotores de corriente continua son motores de alto rendimiento que por lo general se usan como motores primarios en computadoras, maquinaria controlada numéricamente u otras aplicaciones en donde el arranque y la detención se deben hacer con rapidez y exactitud. Los servomotores son de peso ligero, y tienen armaduras de baja inercia que responden con rapidez a los cambios en el voltaje de excitación. Además, la inductancia muy baja de la armadura en estos motores da lugar a una baja constante eléctrica de tiempo (lo normal entre 0.05 y 1.5 mS) que agudiza todavía más la respuesta del motor a las señales de comando. Los servomotores incluyen motores de imán permanente, circuito impreso y bobina (o coraza) móvil. El rotor de un motor acorazado consta de una coraza cilíndrica de bobinas de alambre de cobre o de aluminio. El alambre gira en un campo magnético en el espacio anular entre las piezas polares magnéticas y un núcleo estacionario de hierro. El campo es producido por imanes de fundición de Alnico cuyo eje magnético es radial. El motor puede tener dos, cuatro o seis polos.

Cada uno de estos tipos básicos tiene sus propias características, como son la inercia, forma física, costos, resonancia de la flecha, configuración de ésta, velocidad y peso. Aun cuando estos motores tienen capacidades nominales similares de par, sus constantes físicas y eléctricas varían en forma considerable.

La selección de un motor puede ser tan sencilla como ajustar uno al espacio del que se disponga. Sin embargo, en general éste no es el caso, ya que la mayor parte de los servosistemas son muy complejos.



-Motores de corriente continua con campo devanado

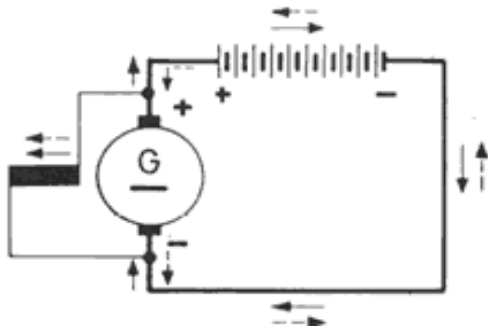
La construcción de esta categoría de motores es prácticamente idéntica a la de los generadores de corriente directa; con un pequeño ajuste, la misma máquina de corriente continua se puede operar como generador o como motor de corriente directa.

Los motores de corriente continua de imán permanente tienen campos alimentados por imanes permanentes que crean dos o más polos en la armadura, al pasar flujo magnético a través de ella. El flujo magnético hace que se cree un par en la armadura que conduce corriente. Este flujo permanece básicamente constante a todas las velocidades del motor, las curvas velocidad-par y corriente-par son lineales.

-Motores en derivación.

Es un motor de corriente continua cuyo bobinado inductor principal está conectado en derivación con el circuito formado por los bobinados inducidos e inductor auxiliar.

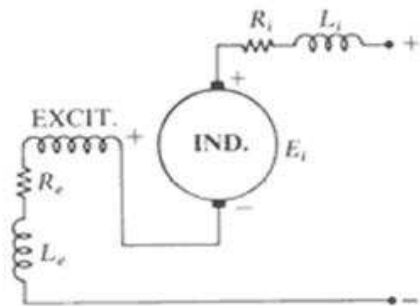
Al igual que en las dinamos shunt, las bobinas principales están constituidas por muchas espiras y con hilo de poca sección, por lo que la resistencia del bobinado inductor principal es muy grande.



-Motor devanado en serie

Es un tipo de motor eléctrico de corriente continua en el cual el devanado de campo se conecta en serie con la armadura. Este devanado está hecho con un alambre grueso porque tendrá que soportar la corriente total de la armadura.

Debido a esto se produce un flujo magnético proporcional a la corriente de armadura (carga del motor). Cuando el motor tiene mucha carga, el campo de serie produce un campo magnético mucho mayor, lo cual permite un esfuerzo de torsión mucho mayor. Sin embargo, la velocidad de giro varía dependiendo del tipo de carga que se tenga (sin carga o con carga completa). Estos motores desarrollan un par de arranque muy elevado y pueden acelerar cargas pesadas rápidamente.



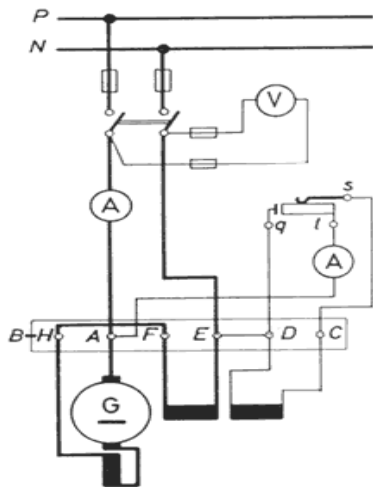
-Motor compound.

Es un motor de corriente continua cuya excitación es originada por dos bobinados inductores independientes; uno dispuesto en serie con el bobinado inducido y otro conectado en derivación con el circuito formado por los bobinados inducido, inductor serie e inductor auxiliar.

Los motores compuestos tienen un campo serie sobre el tope del bobinado del campo shunt. Este campo serie, el cual consiste de pocas vueltas de un alambre grueso, es conectado en serie con la armadura y lleva la corriente de armadura.

El flujo del campo serie varía directamente a medida que la corriente de armadura varía, y es directamente proporcional a la carga. El campo serie se conecta de manera tal que su flujo se añade al flujo del campo principal shunt. Los motores compound se conectan normalmente de esta manera y se denominan como compound acumulativo.

Esto provee una característica de velocidad que no es tan "dura" o plana como la del motor shunt, ni tan "suave" como la de un motor serie. Un motor compound tiene un limitado rango de debilitamiento de campo; la debilitación del campo puede resultar en exceder la máxima velocidad segura del motor sin carga.



Funcionamiento de los Motores de Corriente Continua

Un motor de corriente de continua basa su funcionamiento en la fuerza producida en un conductor a causa de la presencia de un campo magnético B sobre una intensidad de corriente eléctrica I .

La expresión que la rige es:

$$F_B = \int_L I \cdot d\vec{x} \times \vec{B}$$

Se obtendrá el valor máximo de fuerza cuando el campo magnético sea perpendicular al conductor y se tendrá una fuerza nula cuando el campo sea paralelo al flujo de corriente eléctrica donde 'l' es la longitud del conductor. El par motor M que se origina tiene un valor. Esa fuente de campo magnético proviene del devanado inductor. Este es recibido por el devanado inductor, este inductor hace girar el rotor, el cual recibe la corriente eléctrica de la fuente mediante un colector y sistema de escobillas.

El colector es básicamente un conmutador sincronizado con el rotor, que conmuta sus bobinas provocando que el ángulo relativo entre el campo del rotor y el del estator se mantenga, al margen de si el rotor gira o no, permitiendo de esta forma que el par motor sea independiente de la velocidad de giro de la máquina.

Al recibir la corriente eléctrica e iniciar el giro comienza a producirse una variación en el tiempo del flujo magnético por los devanados, produciendo una Fem. Inducida E_B que va en sentido contrario a la Fem. Introducida por la fuente, e.g, una batería.

Esto nos da como resultado un valor de intensidad resultante:

$$I = \frac{V - E_B}{R}$$

Cuando el motor inicia su trabajo, este inicialmente está detenido, existiendo un valor de E_B nulo, y teniéndose así un valor de intensidad retórica muy elevada que puede afectar el rotor y producir arcos eléctricos en las escobillas. Para ello se conecta una resistencia en serie en el rotor durante el arranque, excepto en los motores pequeños. Esta resistencia se calcula para que el motor de el par nominal en el arranque.

En ciertas condiciones de trabajo, un motor de corriente continua puede ser arrastrado por la carga y entonces funciona como generador. Esto es, el motor absorbe energía cinética de masa giratoria, de manera que la corriente circula ahora en sentido inverso, pues no la suministra la línea, sino que es devuelta a ella, por la Fem. Mayor del motor funcionando como generador.

Partes Fundamentales de un motor de corriente continua.

La máquina de corriente continua consta de dos piezas fundamentales, rotor y estator:

-Rotor.

También llamado armadura. Lleva las bobinas cuyo campo crea, junto al del estator, el par de fuerzas que le hace girar.



-Estator.

Es el que crea el campo magnético fijo, al que le llamamos Excitación. En los motores pequeños se consigue con imanes permanentes. Cada vez se construyen imanes más potentes, y como consecuencia aparecen en el mercado motores de excitación permanente, mayores.



-Aplicaciones Y Ventajas De Los Motores De Corriente Continua.

Aunque el precio de un motor de corriente continua es considerablemente mayor que el de un motor de inducción de igual potencia, existe una tendencia creciente a emplear motores de corriente continua en aplicaciones especiales. La gran variedad de la velocidad, junto con su fácil control y la gran flexibilidad de las características par-velocidad del motor de corriente continua, han hecho que en los últimos años se emplee éste cada vez más con máquinas de velocidad variable en las que se necesite amplio margen de velocidad y control fino de las mismas.

Existe un creciente número de procesos industriales que requieren una exactitud en su control o una gama de velocidades que no se puede conseguir con motores de corriente alterna. El motor de corriente continua mantiene un rendimiento alto en un amplio margen de velocidades, lo que junto con su alta capacidad de sobrecarga lo hace más apropiado que el de corriente alterna para muchas aplicaciones.

Los motores de corriente continua empleados en juguetes, suelen ser del tipo de imán permanente, proporcionan potencias desde algunos vatios a cientos de vatios. Los empleados en giradiscos, unidades lectoras de CD, y muchos discos de almacenamiento magnético son motores en los que el rotor es de imán fijo y sin escobillas. En estos casos el inductor, está formado por un juego de bobinas fijas, y un circuito electrónico que cambia el sentido de la corriente a cada una de las bobinas para adecuarse al giro del rotor. Este tipo de motores proporciona un buen par de arranque y un eficiente control de la velocidad.

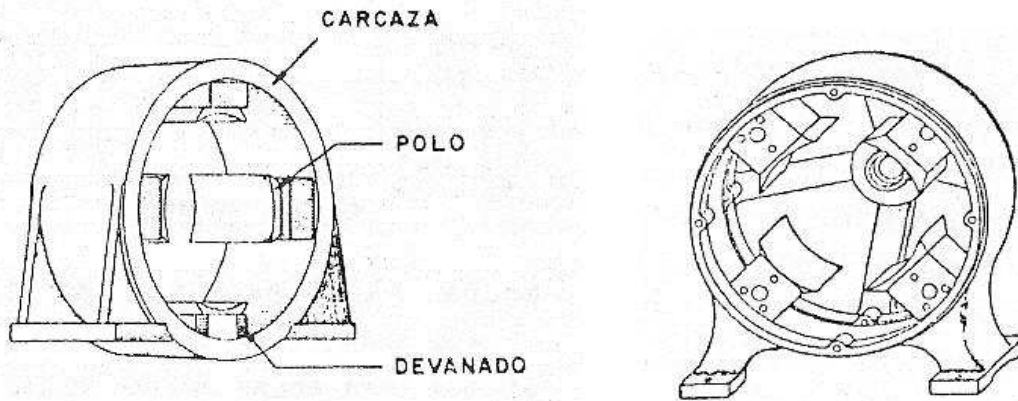
Una última ventaja es la facilidad de inversión de marcha de los motores grandes con cargas de gran inercia, al mismo tiempo que devuelven energía a la línea actuando como generador, lo que ocasiona el frenado y la reducción de velocidad.

Características eléctricas y constructivas del estator de la máquina de Corriente continúa

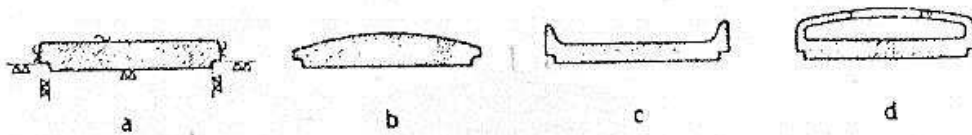
La estructura de la máquina de corriente continua que utilizamos en nuestra tesis, está constituido por dos polos; el número de polos principales depende de la potencia y la frecuencia de rotación habitualmente los polos son cuatro o seis, en las micro maquinas son dos, mientras que en las de potencia muy grandes, hasta unas cuantas decenas.

El estator de las máquinas de corriente continua está constituido por el yugo o carcasa que es básicamente un cilindro de acero, fierro y hasta de chapa

laminada, su sección es de forma variable y no se encuentra sujeta a variaciones de flujo su trabajo es más bien mecánico ya que tienen la función de soportar los polos y con las tapas que se localizan en ambos extremos por medio de las chumaceras soporta a la parte giratoria o armadura.



Algunas secciones típicas del yugo o carcasa se muestran a continuación:

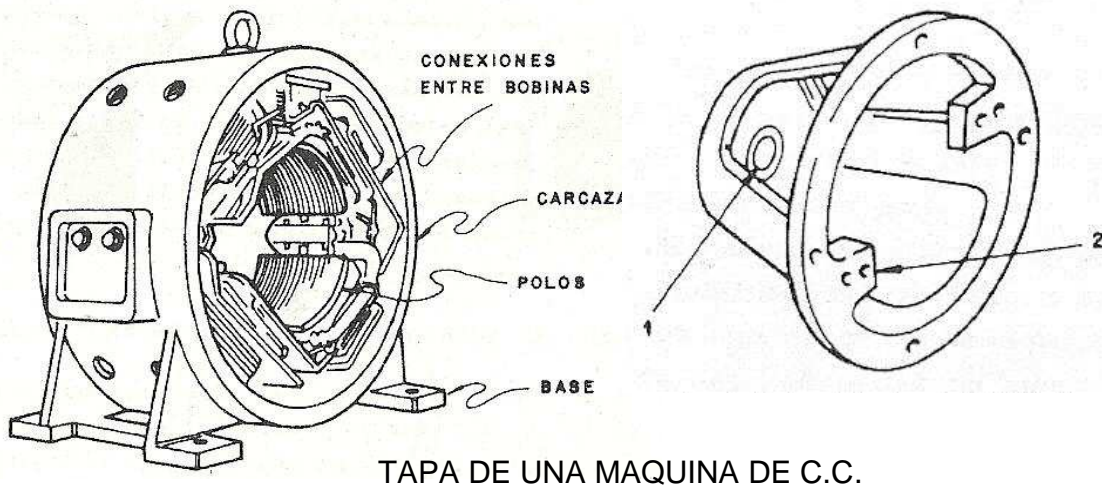


a-b) De cara lisa

c) Con Curvatura

d) De Cara Ranurada

La selección del material para el yugo o carcasa depende de las exigencias del proyecto o cálculo de la máquina en cuanto se refiere a las características magnéticas de los materiales. Si la construcción es del tipo soldado se puede usar fierro o acero, si en cambio la carcasa se obtiene por fusión se prefiere la chapa laminada que siendo más fácilmente moldeable permite realizar formas complejas.



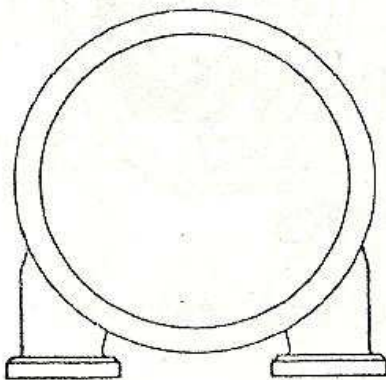
TAPA DE UNA MAQUINA DE C.C.

Apoyo de la flecha

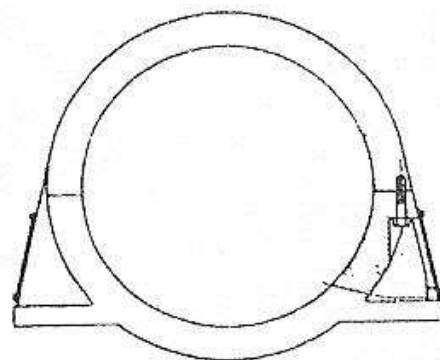
Agujeros para Tornillos De sujeción.

Las secciones de cara lisa se adoptan para máquinas de pequeña potencia y mediana potencia, las secciones con curvatura se reservan para las máquinas de gran potencia.

En las maquinas pequeña y medianas se construyen las carcasas de una sola pieza, en tanto que para las de potencias mayores se puede construir de dos partes conectadas o acopladas por medio de tornillos como parte integrante de la corona se puede tener la base de apoyo.



CARCAZA DE UNA PIEZA

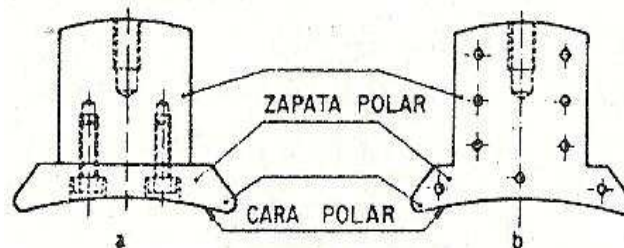


CARCAZA DE DOS SECCIONES

-Los Polos.

Los polos constituyen la parte principal del circuito magnético del inductor, se puede construir en forma maciza o bien de laminaciones, esta última solución es preferida normalmente con lo que se logra absorber las ligeras variaciones de flujo debidas al paso del flujo del polo al rotor a través del entrehierro. Las laminaciones, tienen un recubrimiento de barniz aislante y están unidas entre sí por medios mecánicos.

Estas laminaciones son de 1.0 a 1.2 mm de espesor y por lo general las laminaciones y la zapata polar son del mismo material. El polo está construido en una parte con sección cuadrada o rectangular en la cual se colocan las bobinas, y de una expansión o zapata polar en la extremidad, como se muestra en la figura siguiente:

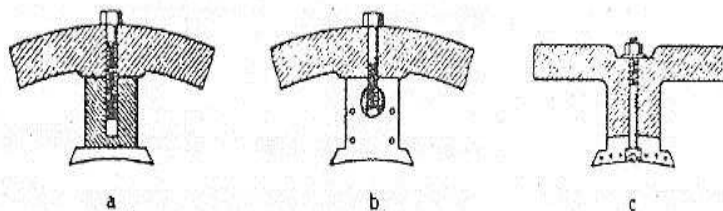


POLOS PARA MAQUINAS DE CORRIENTE CONTINUA

Con cara polar laminada

Con cara polar solida núcleo polar

Los polos se fijan al yugo o carcasa por distintos medios, el uso de tornillo es bastante común, pero también se puede usar el sistema de pija. En la siguiente figura se muestran algunas de las formas de sujeción al núcleo del polo



SISTEMA DE FIJACION DE POLOS A LA CARCAZA

-Por medio de tornillo

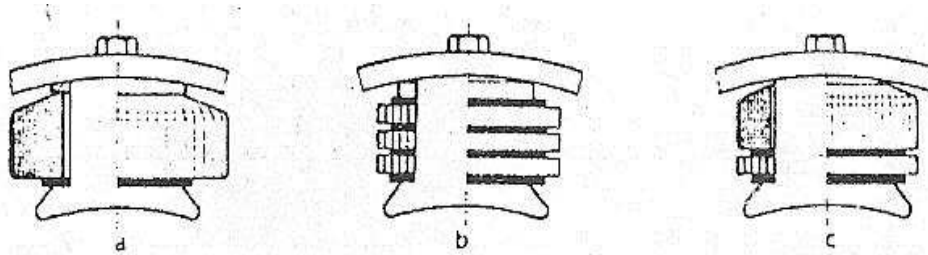
-Por medio de pija redonda

-Por medio de tornillos pasantes cuya cabeza se incrusta en la cara polar

-Las Bobinas Inductoras

Estas bobinas pueden ser constructivamente diferentes, según sea el tipo de excitación de la máquina, existen diferentes denominaciones y características de operación de las máquinas de corriente continua según sea la conexión existente entre los devanados de los polos (inductores) y los de la parte giratoria o armadura (inducido). Desde el punto de vista de las características constructivas de estas bobinas, se puede decir que en las maquinas con excitación en serie las bobinas inductoras están formadas de pocas espiras de conductor o barras de sección mayor que en las de conexión en derivación, en tal caso se pueden adoptar en algunos casos técnicas especiales de construcción. En las maquinas con excitación compuesta se tiene dos bobinas por polo de construcción semejante, unas a las de conexión en derivación y la otra a las de conexión en serie.

En la figura siguiente se muestran algunas formas típicas de estas bobinas y su montaje en el polo.

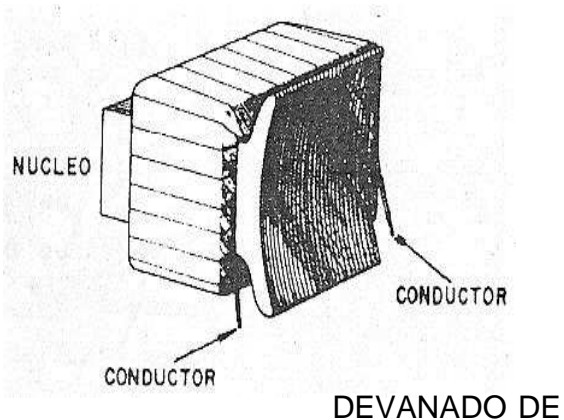
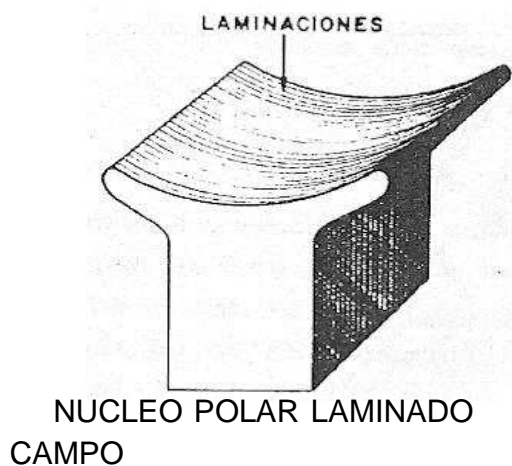


DISPOSICION DE LAS BOBINAS SOBRE LOS POLOS

Para maquinas con excitación en derivación.

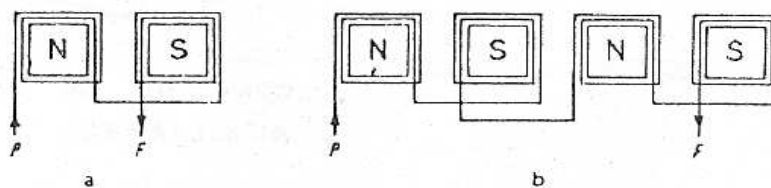
Para maquinas con excitación en serie.

Para maquinas con excitación compuesta.



En la construcción de las bobinas inductoras, aun cuando se usan alambres aislados (recubiertos de barniz aislante), con algodón o materiales sintéticos es conveniente que a las bobinas terminadas se les dé un baño de barniz aislante que además de reforzar al aislamiento le da mejor consistencia mecánica a la bobina.

La conexión entre las bobinas que se colocan sobre los polos se debe hacer de manera que se obtenga polaridad de sentido opuesto en forma alternativa como se muestra en la figura siguiente:

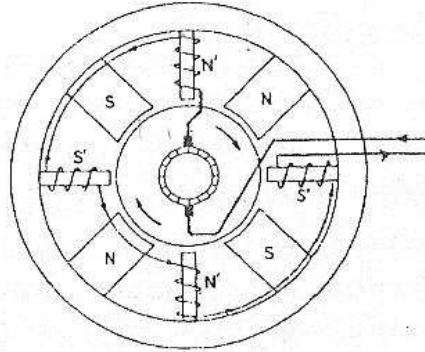


Para máquina de dos polos

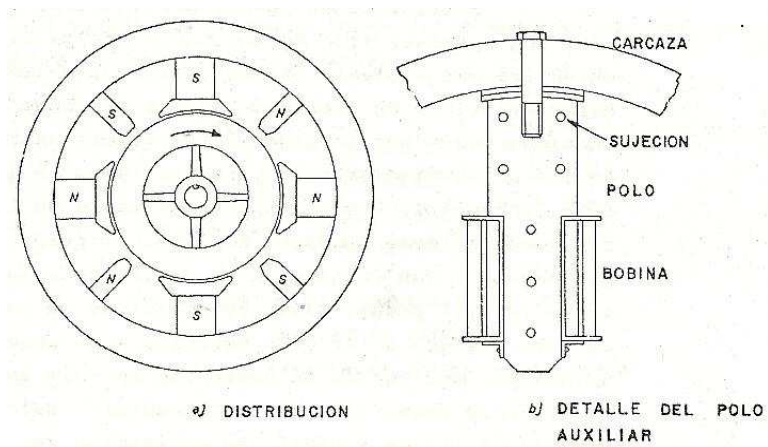
Para máquina de 4 polos

Entre polos inductores se encuentra localizados (a excepción de las máquinas de muy pequeña potencia) los llamados polos auxiliares (polos de conmutación). Estos polos auxiliares están formados de un núcleo de sección más pequeña que la de los polos principales, la bobina es similar a la que se inserta en los llamados polos principales de la máquina y son semejantes a los de las maquinas con

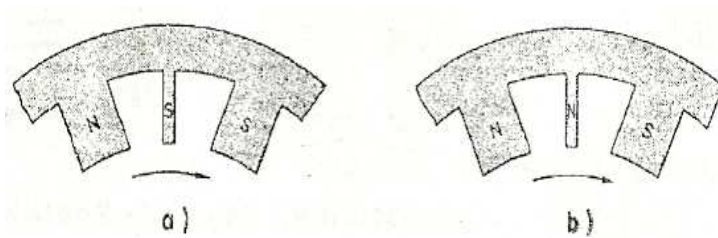
excitación serie. En la figura siguiente se muestra la conexión de estos polos con los polos principales



CONEXIÓN DE POLOS AUXILIARES



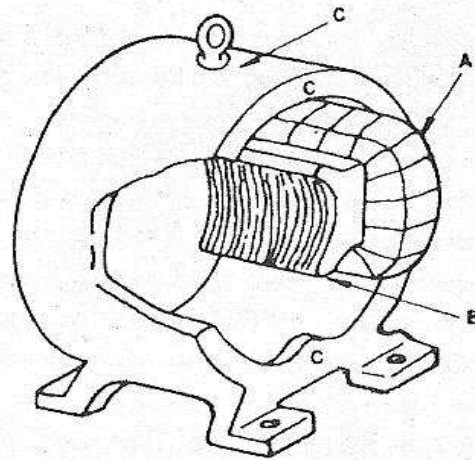
POLOS PRINCIPALES Y AUXILIARES



SUCESION DE POLORIDAD DE LOS POLOS AUXILIARES

Generador

Motor

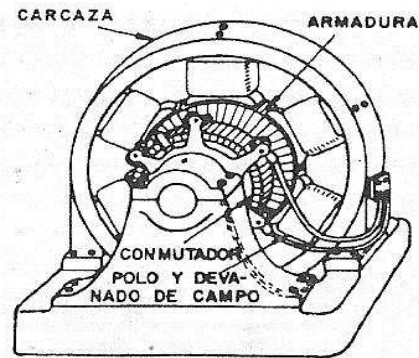
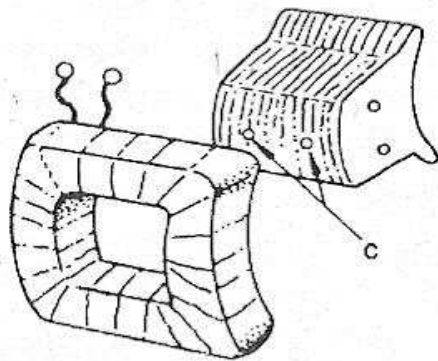


VISTA DE LA PARTE ESTACIONARIA DE UNA MAQUINA DE CORRIENTE CONTINUA

Devanado de campo

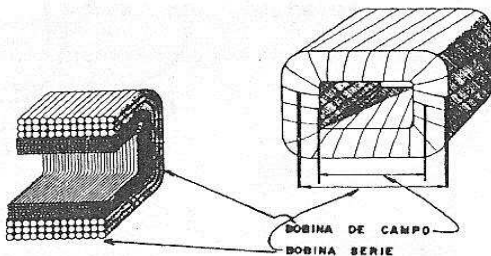
Polo

Carcaza o yugo

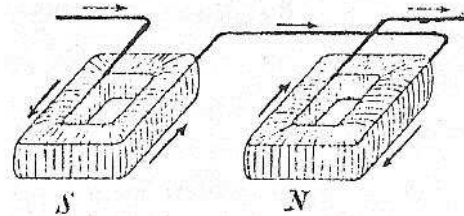


DETALLE DE POLO Y BOBINA DE CAMPO

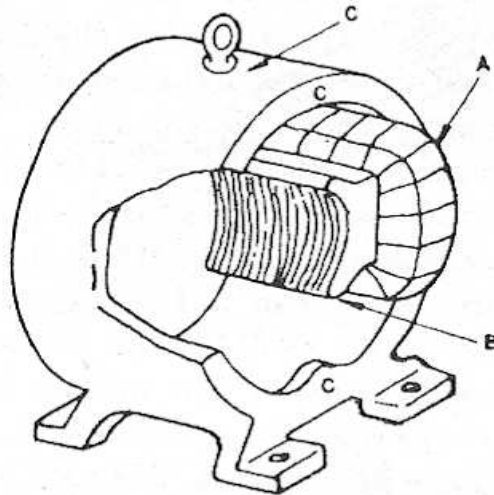
VISTA DE UNA MAQUINA DE C.C



BOBINA DE CAMPO
CONECTADAS EN SERIE



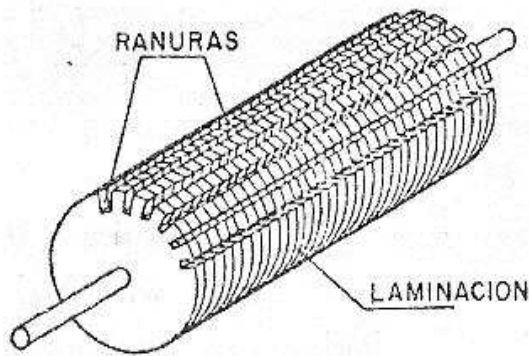
BOBINAS DE EXCITACIÓN



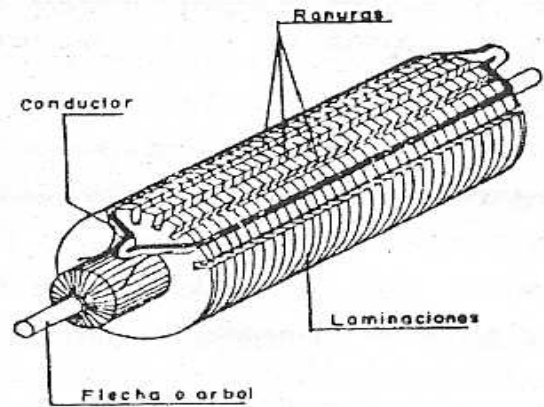
Características eléctricas y constructivas del Rotor de la máquina de Corriente continúa

El rotor o parte giratoria de las máquinas de corriente continua está constituido por el inducido o armadura y el colector o conmutador. El inducido o armadura está formado por un núcleo de discos o anillos ranurados de láminas magnéticas aisladas y montadas sobre el árbol. Las laminaciones son por lo general de 0.4 a 0.5mm de espesor y es deseable que sean tan delgadas como sea posible para reducir las pérdidas por corrientes circulantes en el núcleo. Para maquinas grandes o que operan con alta velocidad se usa normalmente laminación de acero al silicio, estas laminas tienen una capa delgada de barniz. En máquinas grandes las laminaciones se forman en bloques por separados por separadores de ventilación

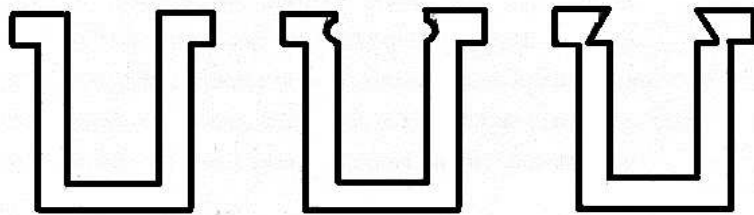
Las ranuras del núcleo o armadura sirven para alojar al llamado de armadura y se localizan en la periferia del rotor, pudiendo haber distintos tipos de ranuras, dependiendo del tamaño, velocidad de operación de las máquinas y tipo de conductor para las bobinas.



ROTOR SIN EL COLECTOR



ROTOR CON EL COLECTOR

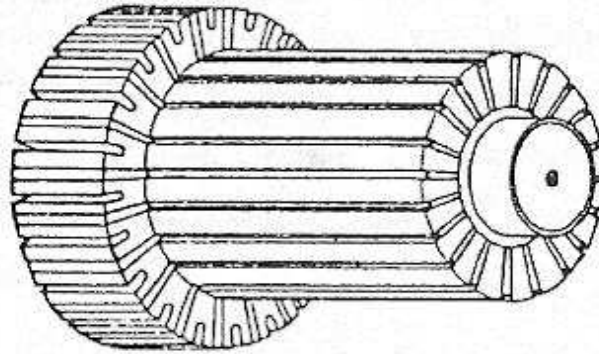


TIPOS DE RANURAS PARA MOTORES DE MAQUINAS DE CORRIENTE CONTINUA

El colector (conmutador)

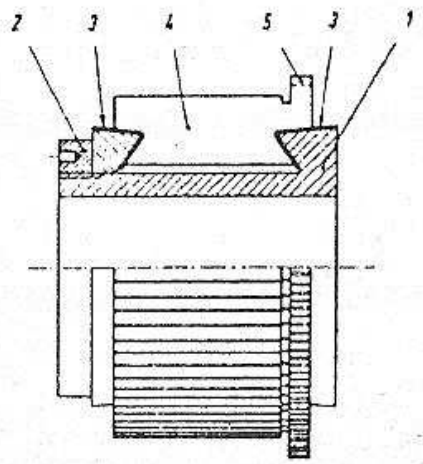
El colector de las máquinas de corriente continua está constituido por una serie de segmentos de cobre duro de sección trapezoidal, los segmentos se encuentran eléctricamente aislados y separados por hojas de mica o de micacita de 0.8mm de espesor por lo general.

Los segmentos de cobre con su aislamiento se unen de modo que forman un cilindro hueco que se monta sobre una base de acero cilíndrico y sujeto por medio de anillos. El aislamiento de mica entre segmentos o delgas del colector debe estar ligeramente sumido con respecto al cobre para evitar que se dañen las escobillas que están en contacto. Una vista del colector se muestra en la figura siguiente:



VISTA DEL COLECTOR

Las partes constitutivas del colector se muestran en la figura siguiente:



- Base de acero
- Anillo de bloqueo o sujeción
- Aislamiento de mica
- Segmento de cobre
- Conexiones o remate de los conductores del devanado
- Escobillas

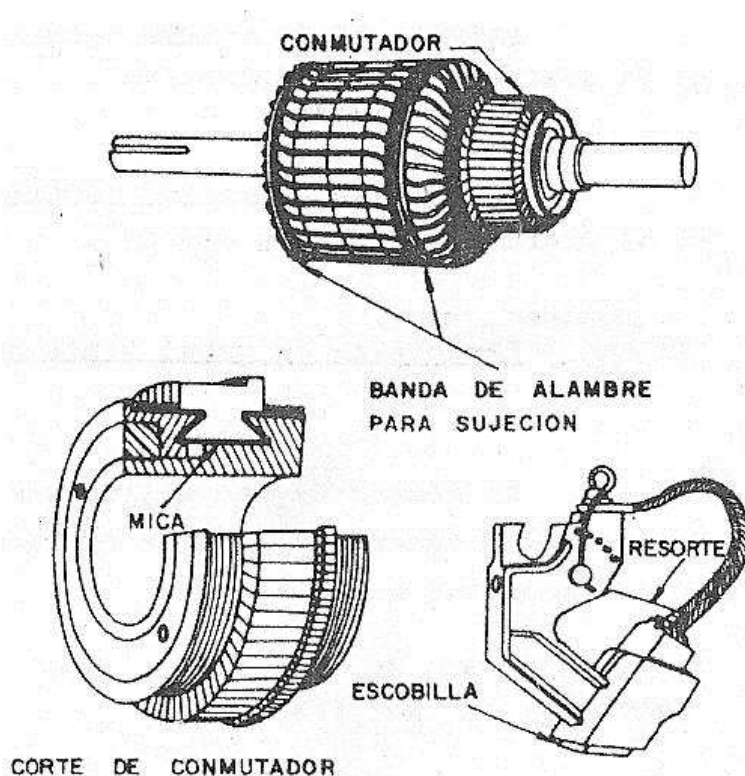
Las escobillas sirven para permitir el paso de la corriente al colector y se ajustan sobre este en forma de contacto a presión por medio del porta escobillas. Se fabrican por lo general de cuatro tipos:

- De metal grafitado
- De carbón grafitado
- De grafito
- De electro grafito

El tipo de escobilla que se use depende de la velocidad periférica del conmutador y también del voltaje de trabajo, por ejemplo para máquinas de alta velocidad se usan escobillas de grafito, para máquinas de baja velocidad, se puede usar el mismo tipo de escobilla, pero también existen la posibilidad de usar escobillas de electro grafito.

En la construcción de las escobillas se puede observar que en la parte superior opuesta a la superficie de contacto con el colector, generalmente están cobrizadas y algunas veces estañadas. El objetivo de este cobrizado o estañado, es asegurar el fácil paso de la corriente de la escobilla al circuito externo.

En la figura siguiente se muestra el rotor de una máquina de corriente continua.



Porta Escobillas

Sobre la carcasa o yugo de la maquina o sobre una de las tapas se encuentra fijo un anillo que puede girar parcialmente con respecto a la parte fija de la máquina, sobre tal anillo se tienen elementos de sujeción para el soporte de las porta escobillas. La posibilidad de movimiento del anillo se tiene para poder regular la posición de las escobillas sobre el llamado plano de conmutación.

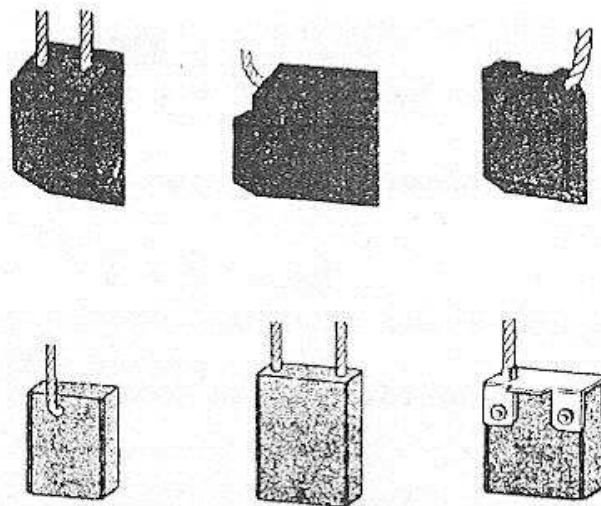
Los porta escobillas pueden adoptar distintas formas con relación a las características constructivas de la máquina, pero en forma independiente de la forma, siempre se componen de las siguientes partes:

Un soporte metálico (por lo general de bronce) a través del cual se fija el porta escobillas al árbol o elemento de sujeción, con un aislamiento interpuesto.

Una caja que sirva de guía a la escobilla

Un mecanismo de resorte que sirve para ejercer sobre la escobilla la presión contra el colector, esta presión se encuentra dentro del rango de 100 a 200 gramos/cm².

Un cable de cobre desnudo para hacer la conexión entre la escobilla y el circuito externo.



FORMAS DE ESCOBILLAS PARA MAQUINAS DE CORRIENTE CONTINUA

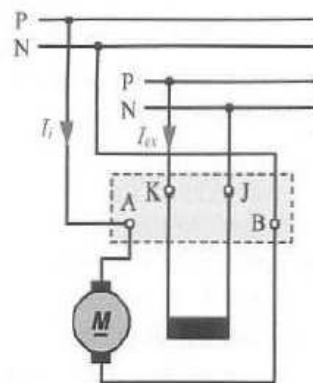
Conexiones eléctricas de la máquina de corriente continua para trabajo como motor eléctrico / generador dinamo.

-Conexión de los motores de C.C.

Por lo general, el campo magnético inductor o excitación de los motores de C.C. se produce con devanados dispuestos en las piezas polares y que generan dicho campo cuando son recorridas por la corriente eléctrica. Dependiendo de cómo se conecte el devanado de excitación respecto al inducido, al igual que ocurre con los generadores, se consiguen diferentes tipos de motores: motor de excitación independiente, motor de excitación en derivación o shunt, motor de excitación en serie y motor de excitación compound.

-Motor con Excitación independiente

En los motores con excitación independiente. El devanado de excitación se conecta a una fuente de tensión diferente a la aplicada al inducido, tal como se muestra en el esquema de conexiones de la figura siguiente. En la placa de características es necesario indicar tanto la tensión del inducido como la de la excitación. Las características de funcionamiento son similares a las del motor con excitación en derivación.

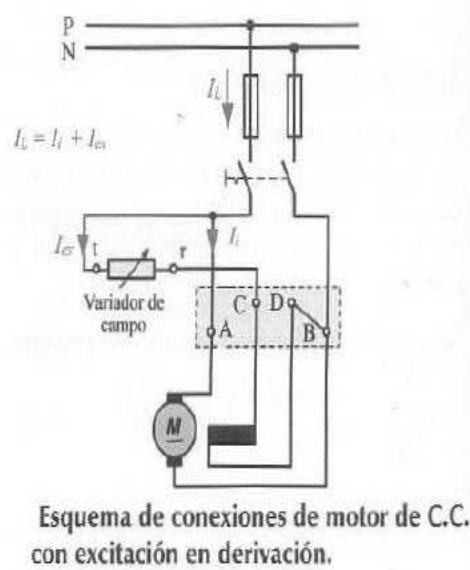


Esquema de conexiones de motor de C.C.
con excitación independiente.

La separación de la excitación aporta la ventaja de mayores posibilidades de regulación de velocidad que el motor derivación. Gracias al avance de las nuevas tecnologías, hoy en día se fabrican equipos electrónicos para el arranque y control de motores de corriente continua. Dada la posibilidad que poseen estos equipos de controlar separadamente diferentes variables, en combinación con motores de excitación independiente presentan innumerables ventajas.

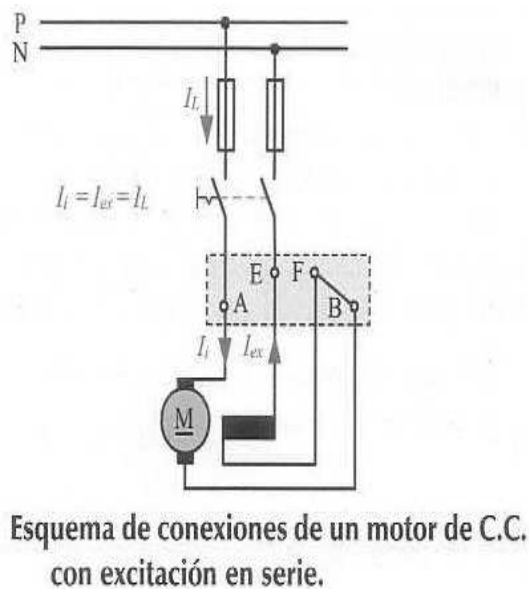
-Motor con excitación derivación o shunt

En el motor shunt el devanado de excitación se conecta en paralelo con el inducido. El devanado de los polos de conmutación se conecta en serie con el inducido. En la figura siguiente se pueden apreciar las conexiones de la placa de bornes de un motor de corriente continua con polos de conmutación. Se ha incluido una reóstato para limitar la corriente de arranque del inducido, y otro para poder regular el campo magnético inductor de la excitación.



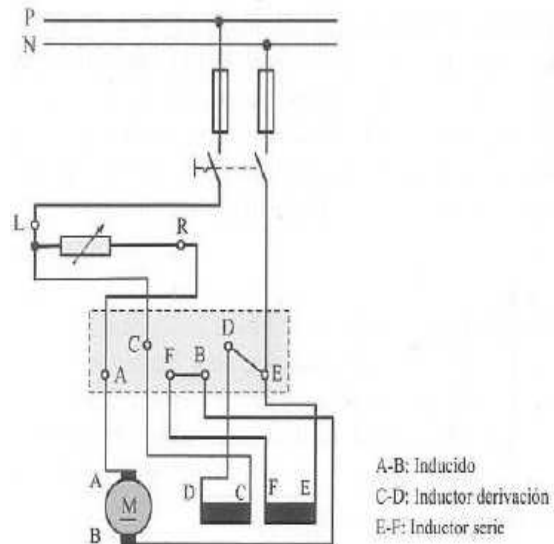
-Motor con excitación en serie

En estos motores se conecta el devanado de excitación en serie con el inducido. En la figura siguiente se ha representado el esquema de conexiones de un motor serie



-Motor de excitación Compound.

En estos motores se divide el devanado de excitación en dos partes. Una de ellas se conecta en serie con el inducido y la otra en derivación, tal como se muestra en el esquema de conexiones de la figura siguiente.



Esquema de conexiones de motor de C.C.
con excitación compound.

El motor de corriente continua o directa es básicamente un transductor de par que convierte la energía eléctrica en energía mecánica. El par desarrollado por el eje del motor es directamente proporcional al flujo en el campo y a la corriente en la armadura.

Los motores de corriente continua se clasifican de acuerdo al tipo de bobinado del campo como motores en derivación, en Serie, Shunt, Shunt estabilizado, o Compuesto (Compound). Sin embargo algunos de ellos pueden ser auto excitados o de excitación separada o pueden tener campos de imán permanente.

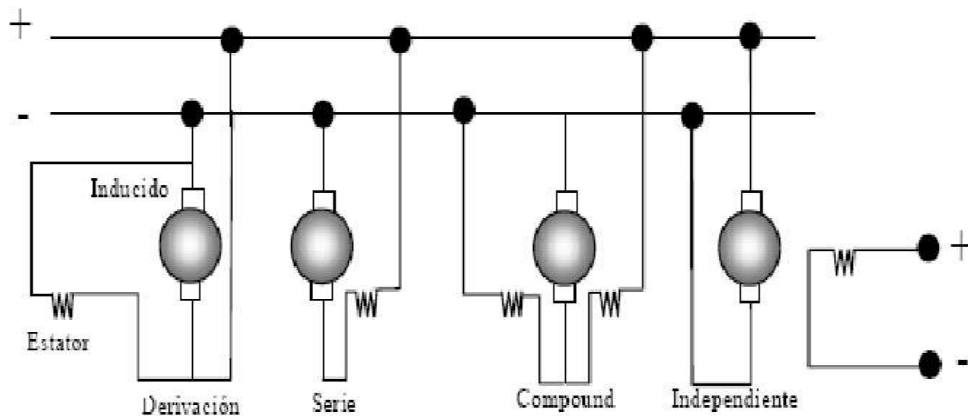


DIAGRAMA DE CONEXIÓN PARA LOS DISTINTOS TIPOS DE CONFIGURACIÓN DE MOTORES ELÉCTRICOS ALIMENTADOS CON CORRIENTE CONTINUA

-Conexiones de los Generadores C.C.

Los generadores de corriente continua son máquinas que transforman la energía mecánica en energía eléctrica. Su funcionamiento se reduce siempre al principio de la bobina giratorio dentro de un campo magnético. Si una armadura gira entre dos polos magnéticos fijos, la corriente en la armadura circula en un sentido durante la mitad de cada revolución, y en el otro sentido durante la otra mitad. Para producir un flujo constante de corriente en un sentido, o corriente continua, en un aparato determinado, es necesario disponer de un medio para invertir el flujo de corriente fuera del generador una vez durante cada revolución. En las máquinas antiguas esta inversión se llevaba a cabo mediante un conmutador, un anillo de metal partido montado sobre el eje de una armadura. Las dos mitades del anillo se aislaban entre sí y servían como bornes de la bobina. Las escobillas fijas de metal o de carbón se mantenían en contacto con el conmutador, que al girar conectaba eléctricamente la bobina a los cables externos. Cuando la armadura giraba, cada escobilla estaba en contacto de forma alternativa con las mitades del conmutador, cambiando la posición en el momento en el que la corriente invertía su sentido dentro de la bobina de la armadura. Así se producía un flujo de corriente de un sentido en el circuito exterior al que el generador estaba conectado.

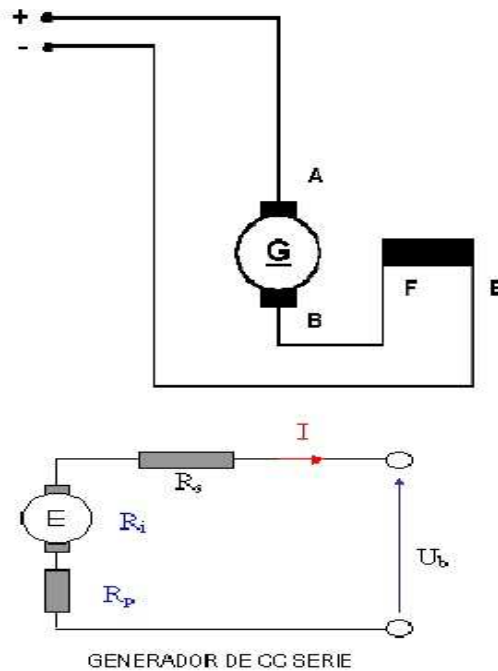
Los generadores de corriente continua funcionan normalmente a voltajes bastante bajos para evitar las chispas que se producen entre las escobillas y el conmutador a voltajes altos. El potencial más alto desarrollado para este tipo de generadores suele ser de 1.500 voltios. En algunas máquinas más modernas esta inversión se

realiza usando aparatos de potencia electrónica, como por ejemplo rectificadores de diodo. Los generadores modernos de corriente continua utilizan armaduras de tambor, que suelen estar formadas por un gran número de bobinas agrupadas en hendiduras longitudinales dentro del núcleo de la armadura y conectadas a los segmentos adecuados de un conmutador múltiple. Si una armadura tiene un solo circuito de cable, la corriente que se produce aumentará y disminuirá dependiendo de la parte del campo magnético a través del cual se esté moviendo el circuito. Un conmutador de varios segmentos usado con una armadura de tambor conecta siempre el circuito externo a uno de cable que se mueve a través de un área de alta intensidad del campo, y como resultado la corriente que suministran las bobinas de la armadura es prácticamente constante. Los campos de los generadores modernos se equipan con cuatro o más polos electromagnéticos que aumentan el tamaño y la resistencia del campo magnético.

TIPOS DE GENERADORES DE CORRIENTE CONTINUA.

-Generador de excitación en serie

El devanado inductor se conecta en serie con el inducido, de tal forma que toda la corriente que el generador suministra a la carga fluye por igual por ambos devanados. Dado que la corriente que atraviesa al devanado inductor es elevada, se construye con pocas espiras de gran sección. Tiene el inconveniente de no excitarse al trabajar en vacío. Asimismo se muestra muy inestable por aumentar la tensión en bornes al hacerlo la carga, por lo que resulta poco útil para la generación de energía eléctrica. Para la puesta en marcha es necesario que el circuito exterior esté cerrado.

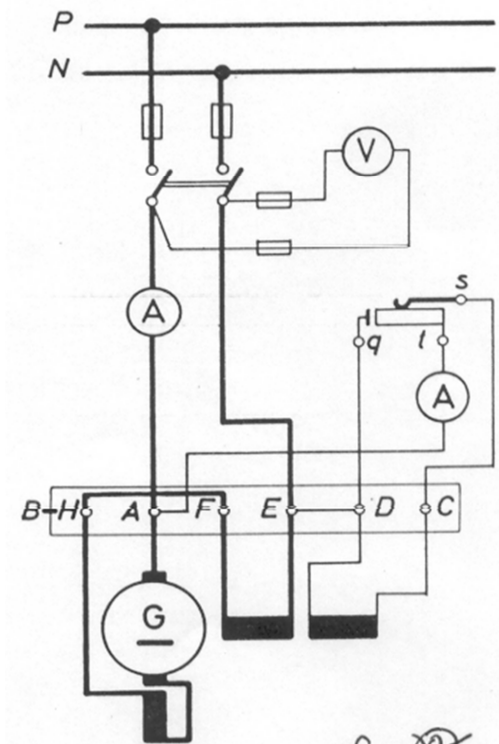
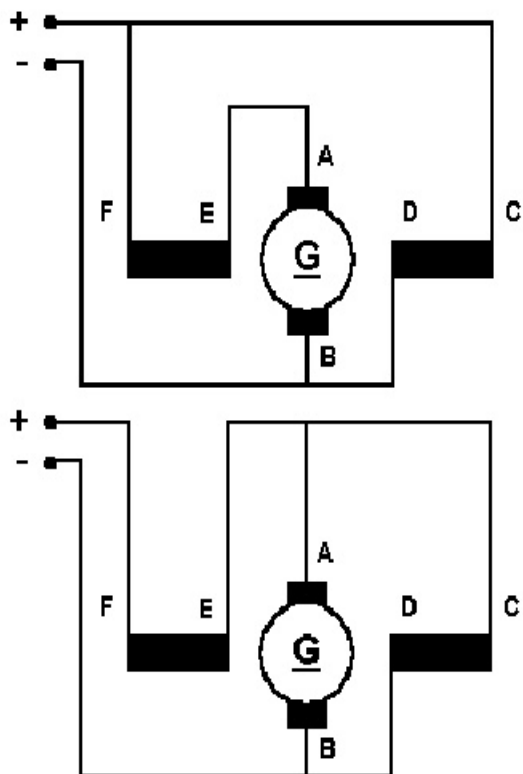


-Generador de excitación compuesta (Compound).

En el generador con excitación mixta o compuesta el circuito inductor se divide en dos partes independientes, conectando una en serie con el inducido y otra en derivación.

Existen dos modalidades, la compuesta corta que pone el devanado derivación directamente en paralelo con el inducido (EAC) y la compuesta larga que lo pone en paralelo con el grupo formado por el inducido en serie con el otro devanado (FC).

El devanado serie aporta solamente una pequeña parte del flujo y se puede conectar de forma que su flujo de suma al flujo creado por el devanado paralelo (aditiva) o de forma que su flujo disminuya el flujo del otro devanado (diferencial).

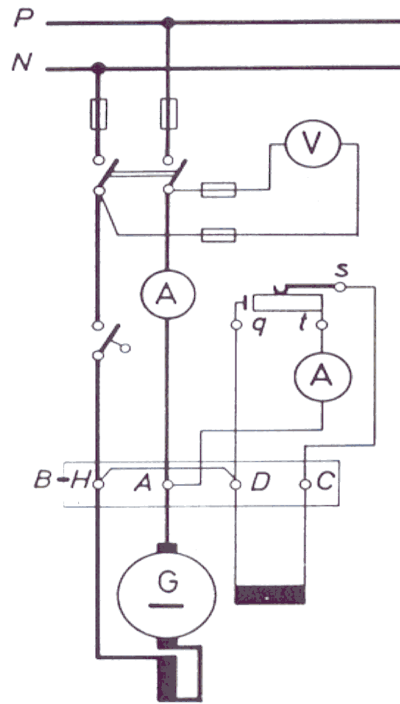


-Generador en derivación o de excitación en paralelo (shunt)

Siendo la dinamo o generador shunt una máquina auto excitada, empezará a desarrollar su voltaje partiendo del magnetismo residual tan pronto como el inducido empiece a girar. Después a medida que el inducido va desarrollando voltaje este envía corriente a través del inductor aumentando el número de líneas de fuerza y desarrollando voltaje hasta su valor normal. Puesto que circuito inductor y el circuito de la carga están ambos conectados a través de los terminales de la dinamo, cualquier corriente engendrada en el inducido tiene que dividirse entre esas dos trayectorias en proporción inversa a sus resistencias y, puesto que la parte de la corriente pasa por el circuito inductor es relativamente elevada, la mayor parte de la corriente pasa por el circuito de la carga, impidiendo así el aumento de la intensidad del campo magnético esencial para producir el voltaje normal entre los terminales.

El voltaje de una dinamo shunt variara en razón inversa de la carga, por la razón mencionada en el párrafo anterior. El aumento de la carga hace que aumente la caída de voltaje en el circuito de inducción, reduciendo así el voltaje aplicado al inductor, esto reduce la intensidad del campo magnético y por con siguiente, el voltaje del generador. Si se aumenta bruscamente la carga aplicada a una dinamo

shunt la caída de voltaje puede ser bastante apreciable; mientras que si se suprime casi por entero la carga, la regulación de voltaje de una dinamo shunt es muy defectuosa debido a que su regulación no es inherente ni mantiene su voltaje constante.

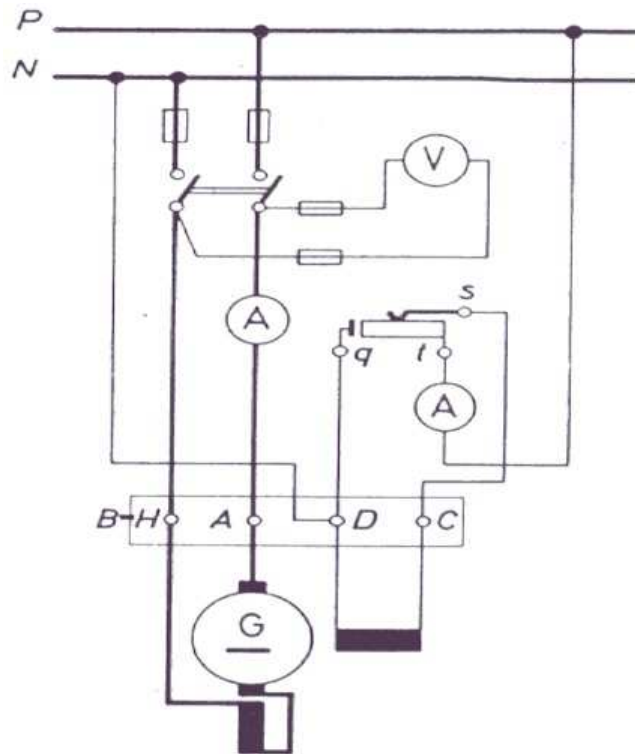


ESQUEMA DE CONEXIONES DE UN GENERADOR DE EXITACION EN PARALELO

-Generador Con Excitación Independiente

En este tipo de generador, la tensión en los bornes es casi independiente de la carga de la máquina y de su velocidad, ya que la tensión se puede regular por medio del reóstato de campo, aunque naturalmente, dentro de ciertos límites, porque la excitación del campo inductor no puede aumentar más allá de lo que permite la saturación. En la siguiente figura se representa el esquema de conexión es completo de un generador de corriente continua con excitación independiente; se supone que el sentido de giro de la máquina es a derechas lo que, por otro lado, es el que corresponde a casi todas las máquinas motrices. Si hubiere que

cambiar el sentido de giro, bastará con cambiar, las conexiones del circuito principal.



ESQUEMA DE CONEXIONES DE UN GENERADOR CON EXITACION INDEPENDIENTE

CAPITULO IV

Montaje de las máquinas.

Armazón. Soportes generales.-

En la construcción del tablero para montaje de las máquinas y sus dispositivos de control diseñamos un módulo de las siguientes características:

El armazón fue construido con ángulos de 1 ½ x 3/16 pulgadas, teniendo las dimensiones que se muestran en el capítulo 5.

Armazón. Soportes de tablero.-

El revestimiento de la estructura de ángulo se lo hizo con láminas de tool negro de 9mm en la parte posterior y lateral del módulo. Y en la parte frontal del armazón fue recubierta con mica acrílica de 6 mm incluyendo las puertas que cubren los motores de corriente alterna y continua en la parte inferior. En la parte interna se colocaron divisiones con playwood de 12 mm donde se colocaran los motores. Las imágenes de todo lo mencionado se muestran en el capítulo 5.

Tablero de conexiones.-

Para montar el tablero de conexiones utilizaremos los siguientes elementos:

- Seis contactores de 18 Amperios, bobina a 220 v
- Un relé de control de 220V 8 pines.
- Un temporizador ON DELAY a 110-220V.
- Un transformador de voltaje con tap, primario 220-240V secundario 12-60V.
- Dos pulsadores Rojos con luz piloto led 220V.
- Dos pulsadores Verdes con luz piloto led 220V.
- Un multímetro digital CAMSCO 3 fases, amperaje, y frecuencia, con 3 TC de 75/5 Amperios conectados directamente en las líneas del breaker de fuerza.
- Un voltímetro digital DC Hanyoung de 0 – 500 VDC.
- Un amperímetro digital DC Hanyoung de 0 – 5 ADC con una resistencia Shunt de

75 Amperios

- Un breaker 3 polos para circuito de fuerza.
- Un breaker 2 polos para circuito de control.
- Un relé térmico de 16 – 25 amperios.
- Un variador de frecuencia SIEMENS Micromaster 420.
- Un potenciómetro de 5 K Ω .
- Un selector de 2 posiciones.
- Conductor de cobre # 12 para circuito de fuerza.
- Conductor de cobre # 18 para circuito de Control.
- Amarras plásticas de 10 y 15 cm
- Terminales de ojo.
- Ciento sesenta Jack banana hembra.
- Un interruptor tipo ojo de cangrejo para iluminación.
- Dos lámparas fluorescentes decorativas de 20 w.
- Motor AC polifásico de 3400 y 1800 rpm de 6HP en cada velocidad.
- Moto Generador de 3200 rpm 34 vdc 6 HP.

Todos los puntos de los motores de corriente alterna y de corriente continua, los trasladamos por medio de cable # 12 al tablero eléctrico para poder realizar sus diferentes tipos de conexiones y de arranques con la ayuda de los diferentes dispositivos de fuerza y control existentes en el tablero, los diferentes tipos de conexión y arranque se analizaran y se graficaran en el capítulo 6.

Controles de velocidad.-

El variador MICROMASTER 420 es un convertidor de frecuencia (variador) para modificar la velocidad de motores trifásicos.

El convertidor está controlado por microprocesador y utiliza tecnología IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) de última generación. Esto le hace fiable y versátil. Un método especial de modulación por ancho de impulsos con frecuencia de pulsación seleccionable permite un funcionamiento silencioso del motor. Extensas funciones de protección ofrecen una protección excelente tanto del convertidor como del motor.

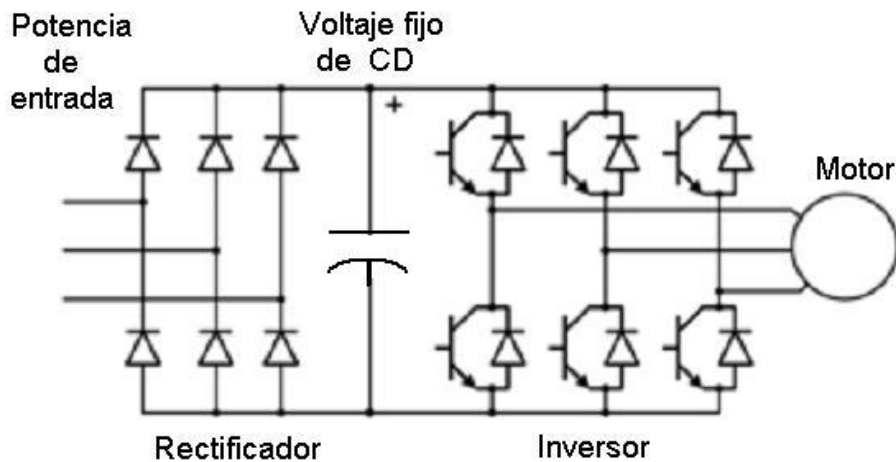
Como todos sabemos un variador de frecuencia es un sistema para el control de la velocidad rotacional de un motor de corriente alterna (AC) por medio del control de la frecuencia de alimentación suministrada al motor. Los dispositivos variadores de frecuencia operan bajo el principio de que la velocidad síncrona de un motor de corriente alterna (CA) está determinada por la frecuencia de CA suministrada y el número de polos en el estator, de acuerdo con la relación:

$$RPM = \frac{120 \times f}{p}$$

En los motores asíncronos las revoluciones por minuto son ligeramente menores por el propio asincronismo que indica su nombre. En estos se produce un desfase mínimo entre la velocidad de rotación (RPM) del rotor (velocidad "real" o "de salida") comparativamente con la cantidad de RPM del campo magnético (las cuales si deberían cumplir la ecuación arriba mencionada tanto en Motores síncronos como en motores asíncronos) debido a que sólo es atraído por el campo magnético exterior que lo aventaja siempre en velocidad (de lo contrario el motor dejaría de girar en los momentos en los que alcanzase al campo magnético).

Controlador del VFD.

El controlador de dispositivo de variación de frecuencia está formado por dispositivos de conversión electrónicos de estado sólido. El diseño habitual primero convierte la energía de entrada CA en CC usando un puente rectificador. La energía intermedia CC es convertida en una señal quasi-senoidal de CA usando un circuito inversor conmutado. El rectificador es usualmente un puente trifásico de diodos, pero también se usan rectificadores controlados. Debido a que la energía es convertida en continua, muchas unidades aceptan entradas tanto monofásicas como trifásicas (actuando como un convertidor de fase, un variador de velocidad).



Tan pronto como aparecieron los interruptores semiconductores fueron introducidos en los Variadores de Frecuencia, ellos han sido aplicados para los inversores de todas las tensiones que hay disponibles. Actualmente, los transistores bipolares de puerta aislada (IGBT) son usados en la mayoría de circuitos inversores.

Las características del motor CA requieren la variación proporcional del voltaje cada vez que la frecuencia es variada. Por ejemplo, si un motor está diseñado para trabajar a 460 voltios a 60 Hz, el voltaje aplicado debe reducirse a 230 volts cuando la frecuencia es reducida a 30 Hz. Así la relación voltios/hertzios deben ser regulados en un valor constante ($460/60 = 7.67 \text{ V/Hz}$ en este caso). Para un funcionamiento óptimo, otros ajustes de voltaje son necesarios, pero nominalmente la constante es V/Hz es la regla general. El método más novedoso y extendido en nuevas aplicaciones es el control de voltaje por PWM.

La modulación por ancho de pulsos también conocida como PWM, siglas en inglés de pulse-width modulation de una señal o fuente de energía es una técnica en la que se modifica el ciclo de trabajo de una señal periódica (una senoidal o una cuadrada, por ejemplo), ya sea para transmitir información a través de un canal de comunicaciones o para controlar la cantidad de energía que se envía a una carga.

La modulación por ancho de pulsos es una técnica utilizada para regular la velocidad de giro de los motores eléctricos de inducción o asíncronos. Mantiene el par motor constante y no supone un desaprovechamiento de la energía eléctrica. Se utiliza tanto en corriente continua como en alterna, como su nombre lo indica, al controlar: un momento alto (encendido o alimentado) y un momento bajo (apagado o desconectado), controlado normalmente por relevadores (baja frecuencia) o MOSFET o tiristores (alta frecuencia).

Otros sistemas para regular la velocidad modifican la tensión eléctrica, con lo que disminuye el par motor; o interponen una resistencia eléctrica, con lo que se pierde energía en forma de calor en esta resistencia.

Otra forma de regular el giro del motor es variando el tiempo entre pulsos de duración constante, lo que se llama modulación por frecuencia de pulsos.

En los motores de corriente alterna también se puede utilizar la variación de frecuencia.

La modulación por ancho de pulsos también se usa para controlar servomotores, los cuales modifican su posición de acuerdo al ancho del pulso enviado cada un cierto período que depende de cada servo motor. Esta información puede ser enviada utilizando un microprocesador como el Z80, o un microcontrolador.

CONEXIONES.

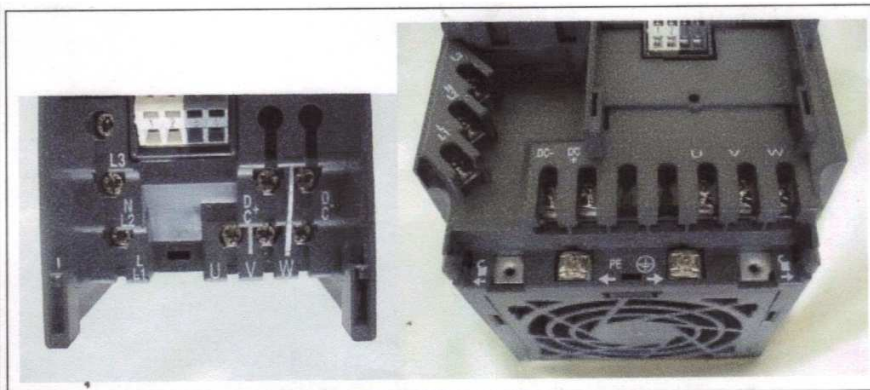
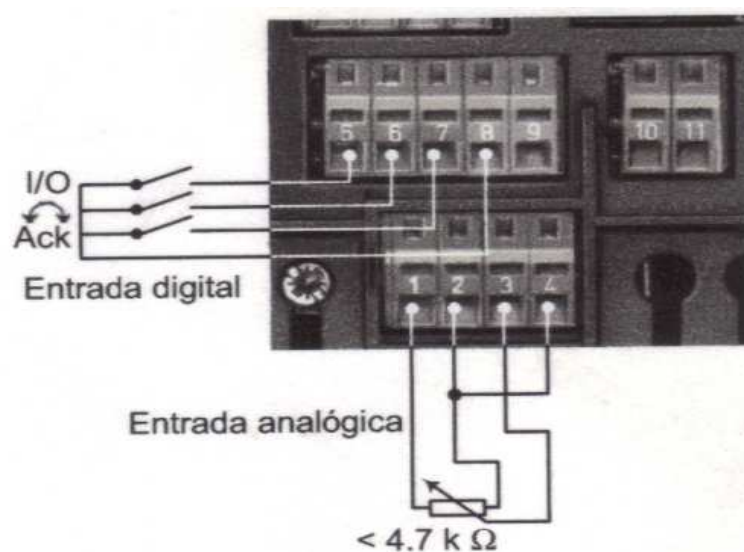
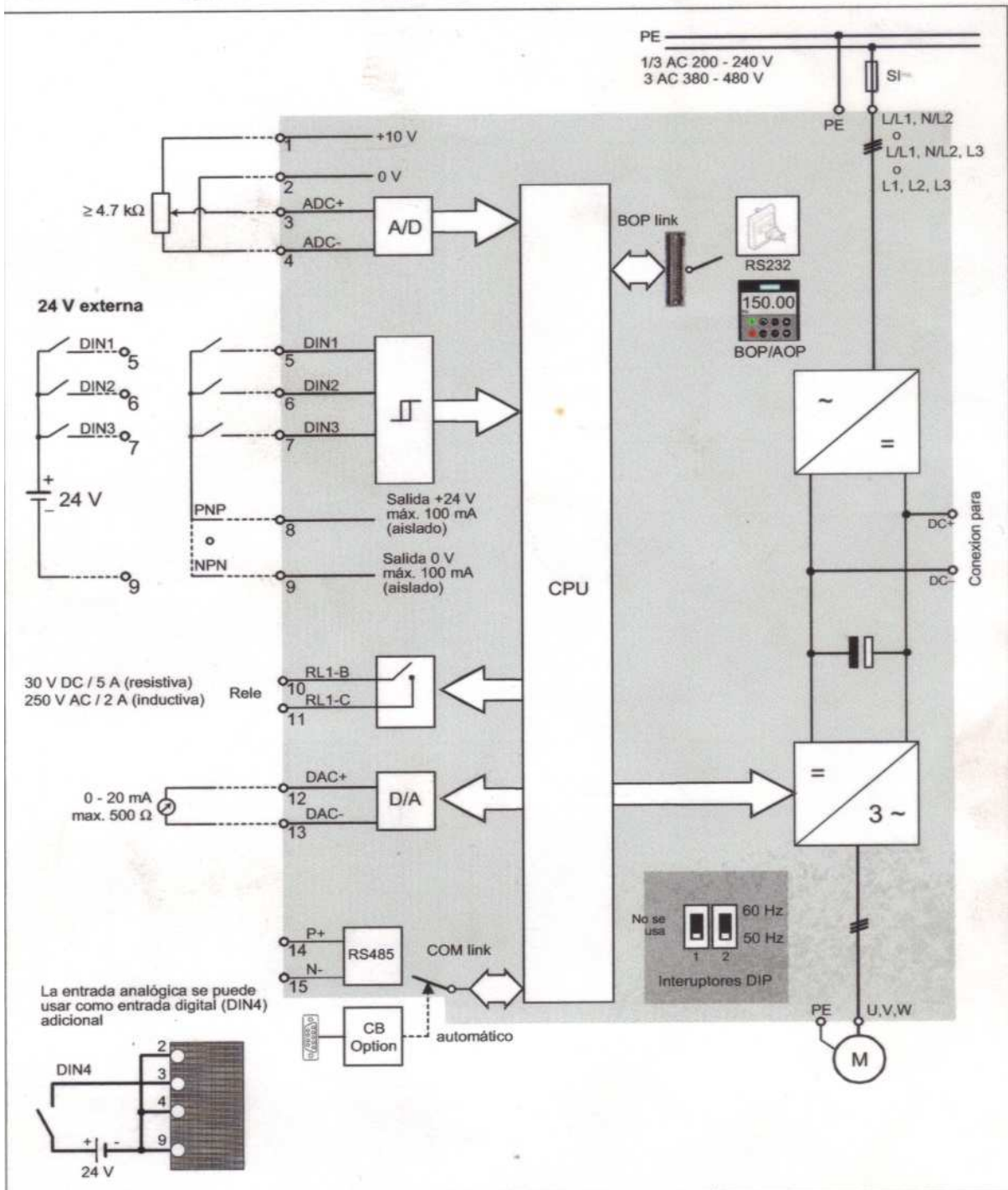


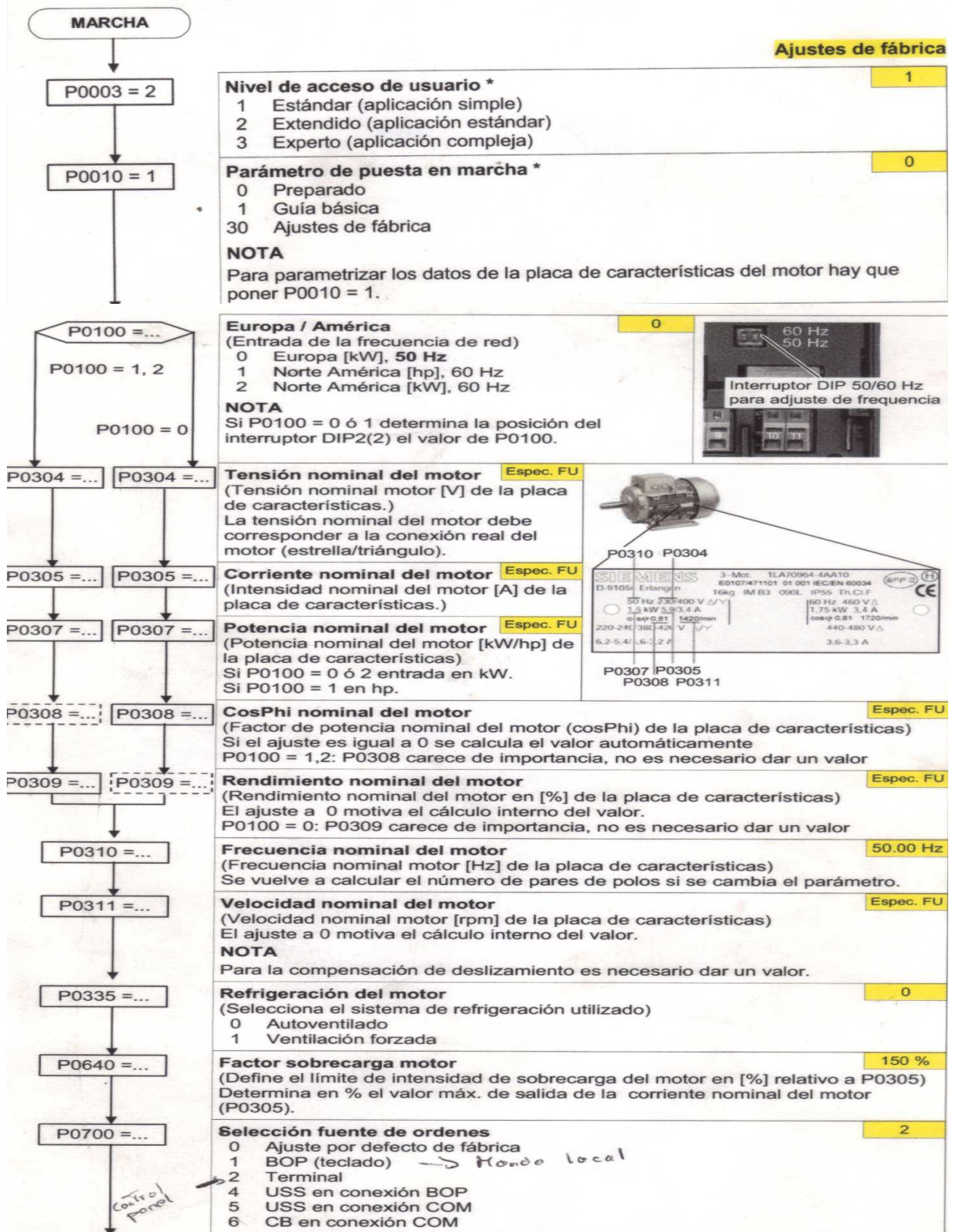
Figura 2-5 Bornes de conexión del MICROMASTER 420

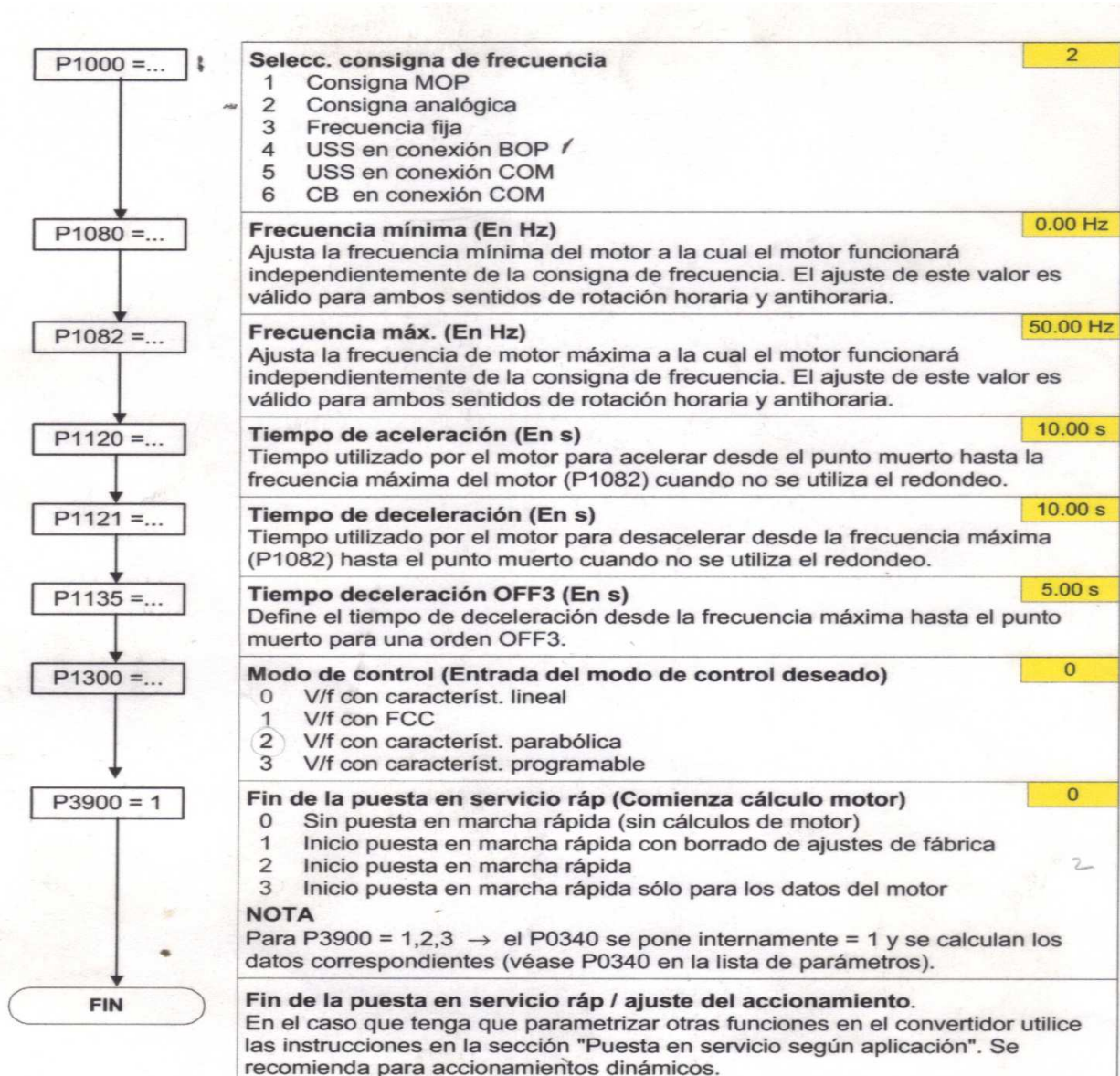


3.3 Diagrama de bloques



PUESTA EN MARCHA.





CODIGOS DE FALLAS

F0001 Sobrecorriente

Causa

Potencia del Motor (P0307) no corresponde a la potencia del convertidor (P0206).

Cortocircuito en la alimentación del motor.

Fallo a tierra.

Diagnóstico & Eliminar

La potencia del motor (P0307) debe corresponder a la potencia del convertidor (P0206).

El tamaño límite de cables no debe ser sobrepasado.

Los cables del motor y el motor no deben tener cortocircuitos o fallos a tierra.

Los parámetros del motor deben ajustarse al motor utilizado.

Debe corregirse el valor de la resistencia del estator (P0350).

El motor no debe estar obstruido o sobrecargado.

Incrementar el tiempo de rampa,

Reducir el nivel de elevación.

F0002 Sobretensión

Causa

Tensión circuito intermedio (r0026) sobrepasa el nivel de fallo (véase parámetro r0026).

NOTA

La sobretensión puede estar ocasionada bien por una tensión de alimentación demasiado alta o por un funcionamiento regenerativo del motor.

El modo regenerativo puede ser ocasionado por rampas de aceleración rápidas o cuando el motor es arrastrado por una carga activa.

Diagnóstico & Eliminar

Revisar lo siguiente:

Tensión alimentación (P0210) debe ajustarse dentro de los límites indicados en la placa de características.

El regulador del circuito intermedio debe estar habilitado (P1240) y parametrizado adecuadamente.

El tiempo de deceleración (P1121) debe ajustarse a la inercia de la carga.

La potencia de frenado requerida debe ajustarse a los límites especificados.

NOTA

Una inercia más alta necesita tiempos de rampa más largos; de otro modo, utilizar resistencias de frenado.

F0003 Subtensión

Causa

Fallo alimentación principal.

Carga brusca fuera de los límites especificados.

Diagnóstico & Eliminar

Tensión de alimentación (P0210) debe ajustarse dentro de los límites indicados en la placa de características.

El suministro de tensión no debe ser susceptible a fallos temporales o reducciones de tensión.

F0004 Sobretemperatura convertidor

Causa

Ventilación insuficiente.

Temperatura ambiente demasiado alta.

Diagnóstico & Eliminar

El ventilador debe girar cuando el convertidor esté funcionando.

La frecuencia de pulsación debe ajustarse al valor por defecto.

Temperatura ambiente podría ser superior a la especificada para el convertidor.

F0005 Convertidor I2T

Causa

Convertidor sobrecargado.

Ciclo de carga demasiado repetitivo.

Potencia motor (P0307) sobrepasa la capacidad de potencia del convertidor (P0206). Diagnóstico & Eliminar

Ciclo de carga debe situarse dentro de los límites especificados.

Potencia motor (P0307) debe ajustarse a la potencia del convertidor (P0206).

F0011 Sobretemperatura I2T del motor

Causa

Motor sobrecargado.

Diagnóstico & Eliminar

Ciclo de carga debe ser corregido.

La constante tiempo térmica del motor (P0611) debe ser corregida.

Debe ajustarse el nivel de aviso I2T del motor.

F0041 Fallo en la identificación de datos del motor

Causa

Fallo en la identificación de datos del motor.

Valor de alarma = 0: Sin carga

Valor de alarma = 1: Alcanzado nivel de limitación de corriente durante la identificación.

Valor de alarma = 2: Resistencia de estator identificada inferior a 0.1 % o superior a 100%.

Valor de alarma = 30: Regulador intensidad al límite de tensión.

Valor de alarma = 40: Inconsistencia en el juego de datos identificado, al menos un fallo identificado.

Porcentaje de valor basado en la impedancia $Z_b = V_{mot.nom} / \sqrt{3} / I_{mot.nom}$
Diagnóstico & Eliminar

0: Revisar que el motor está conectado al convertidor.

1-40: Revisar si los datos del motor en P304-311 son correctos.

Revisar qué tipo de cableado de motor se necesita (star, delta).

F0051 Fallo parámetro EEPROM

Causa

Fallo de lectura o escritura mientras guarda parámetros permanentes.

Diagnóstico & Eliminar

Reajuste de fábrica y nueva parametrización.

Cambio unidad

F0052 Fallo pila de energía

Causa

Fallo de lectura para información de pila de energía o datos no válidos.

Diagnóstico & Eliminar

Cambio de unidad

F0060 Timeout de Asdic

Causa

Fallo comunicaciones interno.

Diagnóstico & Eliminar

Si el fallo persiste, cambiar convertidor.

Contactar con el Servicio Técnico.

F0070 CB fallo consigna

Causa

Sin valores de consigna desde CB (tarjeta comunicación) durante tiempo de telegrama off.

Diagnóstico & Eliminar

Comprobar la CB y el maestro de comunicación.

F0071 USS (enlace BOP) fallo consigna

Causa

Sin valores de consigna del USS durante tiempo de telegrama off.

Diagnóstico & Eliminar

Revisar el maestro USS.

F0072 USS (enlace COMM) fallo consigna

Causa

Sin valores de consigna del USS durante el tiempo de telegrama off.

Diagnóstico & Eliminar

Revisar el maestro USS.

F0080 Pérdida señal de entrada ADC

Causa

Rotura de hilo.

Señal fuera de límites.

F0085 Fallo externo

Causa

Fallo externo disparado a través de los bornes de entrada.

Diagnóstico & Eliminar

Bloquear la entrada de borne para disparo de fallo.

F0101 Desbordamiento de memoria

Causa

Error software o fallo procesador.

Diagnóstico & Eliminar

Activar rutinas de autotest.

F0221 Realimentación PID por debajo del valor mín.

Causa

Realimentación PID por debajo del mín. valor P2268.

Diagnóstico & Eliminar

Cambiar los valores de P2268.

Ajustar la ganancia de realimentación.

F0222 Realimentación PID por encima valor máx.

Causa

Realimentación PID por encima máx. Valor P2267.

Diagnóstico & Eliminar

Cambiar valor de P2267.

Ajustar ganancia realimentación.

F0450 Fallo en test BIST

Causa

Valor de fallo:

1. Ha fallado alguno de los test de la sección de la etapa de potencia.
2. Ha fallado alguno de los test de las placas de mando.
4. Ha fallado alguno de los test funcionales.
8. Ha fallado alguno de los test de E/S.
16. La RAM interna ha fallado en su verificación al ponerla en marcha.

Diagnóstico & Eliminar

El convertidor puede ponerse en marcha pero determinadas acciones pueden no funcionar.

Sustituir el convertidor.

Acople entre la maquina AC y la maquina DC.-

Para el acople de las dos máquinas se colocó una base de ángulo de 2 x ½ pulgadas, la misma que está alojada en el interior del módulo en la parte inferior, en la cual anclamos los dos motores por medio de pernos para poder moverlos y ajustar la banda a las poleas. El motor de corriente alterna lleva una polea de 6 pulgadas y el motor de corriente continua una polea de 5 pulgadas, el acoplamiento de los dos motores se hace por medio de una banda.

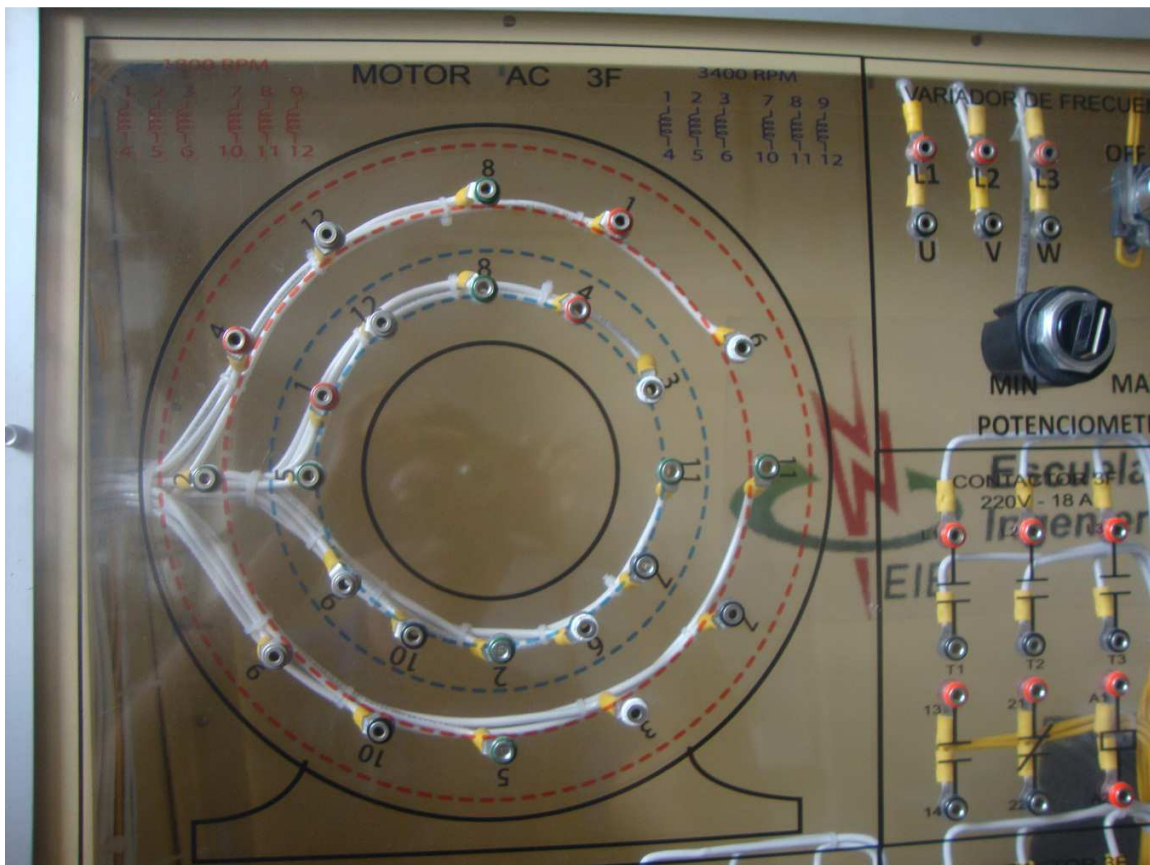
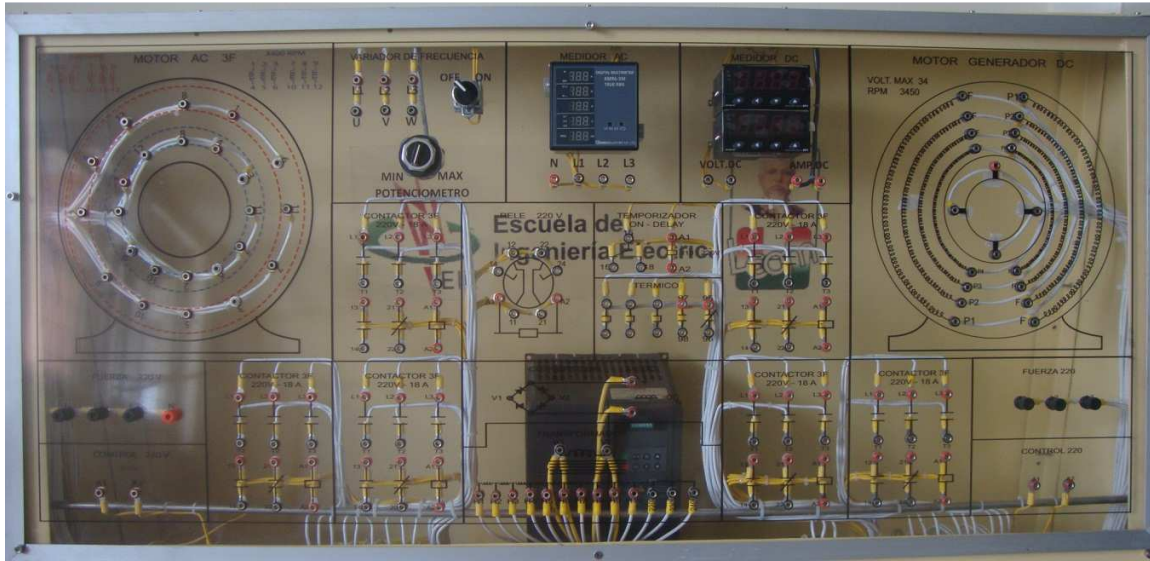
CAPITULO V

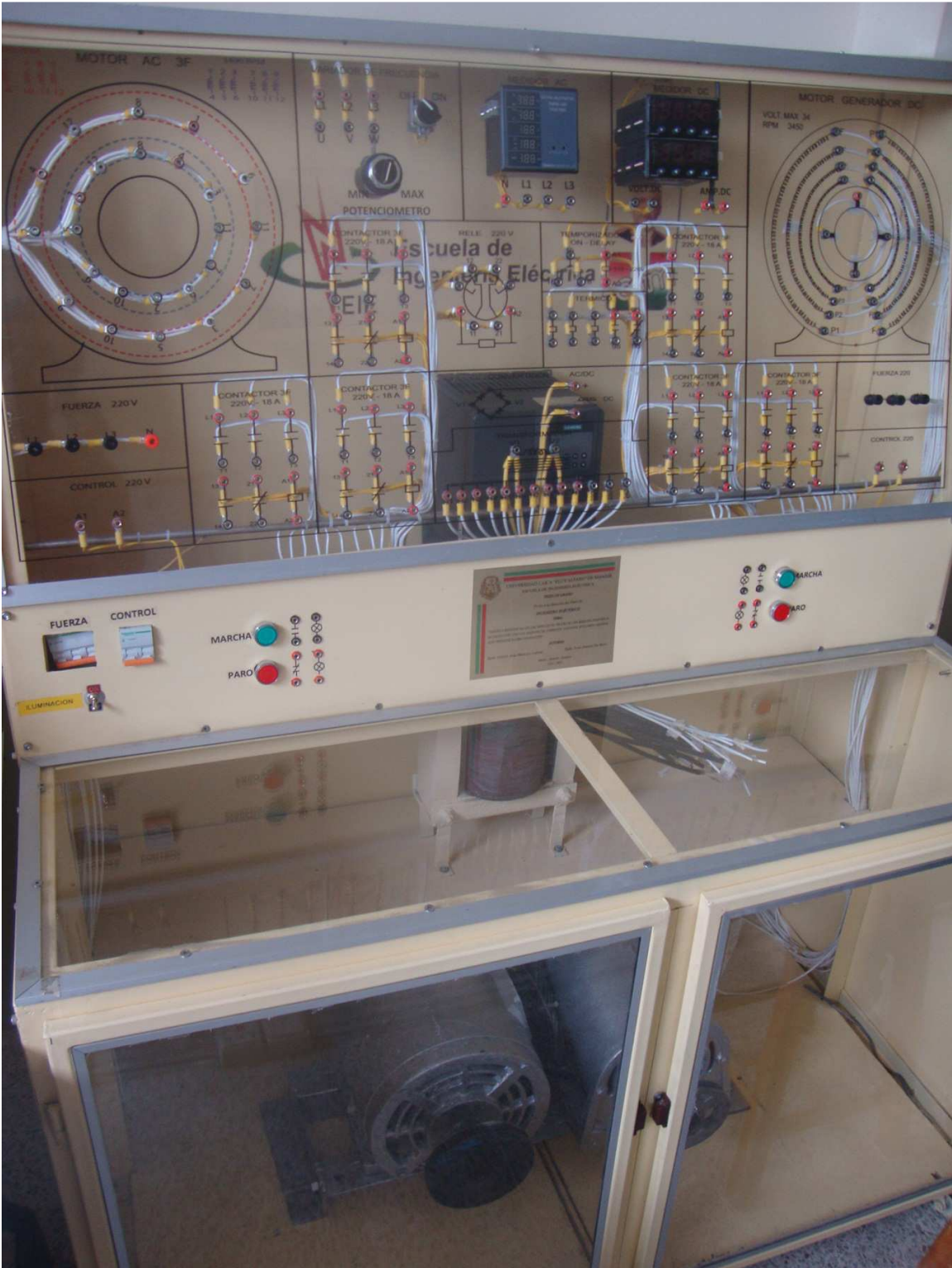
Planos del módulo de prueba.

A continuación se presentan fotos del módulo y de los motores



Las dimensiones del módulo son: 1,60 x 1,30 x 70 cm.





MOTOR POLIFASICO DE INDUCCION 3 Φ 220V 1800/3400 RPM



MOTOR / GENERADOR DC 3400 RPM 34 Volt. Max



CAPITULO VI

Esquemas de conexión y aplicación de la maquina polifásica de Inducción y la Máquina de corriente continua.

Durante la puesta en tensión de un motor, la corriente solicitada es considerable y puede provocar una caída de tensión que afecte al funcionamiento de los receptores, especialmente en caso de insuficiencia de la sección de la línea de alimentación. En ocasiones, la caída puede llegar a ser perceptible en los aparatos de alumbrado.

Para poner remedio a estos inconvenientes, ciertos reglamentos sectoriales prohíben el uso de motores de arranque directo que superen cierta potencia. Otros se limitan a imponer la relación entre la corriente de arranque y la nominal en base a la potencia de los motores. Los motores de jaula son los únicos que pueden acoplarse directamente a la red por medio de un equipo simple.

Tan sólo las extremidades de los devanados del estator sobresalen de la placa de bornes. Dado que el fabricante determina de manera definitiva las características del rotor, los distintos procesos de arranque consisten principalmente en hacer variar la tensión en las bornes del estator. En este tipo de motores, cuya frecuencia es constante, la reducción de la punta de corriente conlleva de manera automática una fuerte reducción del par.

Arranque directo

Se trata del modo de arranque más sencillo en el que el estator se acopla directamente a la red. El motor se basa en sus características naturales para arrancar. En el momento de la puesta bajo tensión, el motor actúa como un transformador cuyo secundario, formado por la jaula muy poco resistente del rotor, está en cortocircuito. La corriente inducida en el rotor es importante. La corriente primaria y la secundaria son prácticamente proporcionales.

Por tanto, se obtiene una punta de corriente importante en la red: $I_{\text{arranque}} = 5 \text{ a } 8$ veces la intensidad nominal.

El par de arranque medio es: $C_{\text{arranque}} = 0,5 \text{ a } 1,5 C_{\text{nominal}}$.

A pesar de las ventajas que conlleva (sencillez del equipo, elevado par de arranque, arranque rápido, bajo coste), sólo es posible utilizar el arranque directo en los siguientes casos:

– la potencia del motor es débil con respecto a la de la red, para limitar las perturbaciones que provoca la corriente solicitada.

- la máquina accionada no requiere un aumento progresivo de velocidad y dispone de un dispositivo mecánico (por ejemplo, un reductor) que impide el arranque brusco,
- el par de arranque debe ser elevado.

Por el contrario, siempre que:

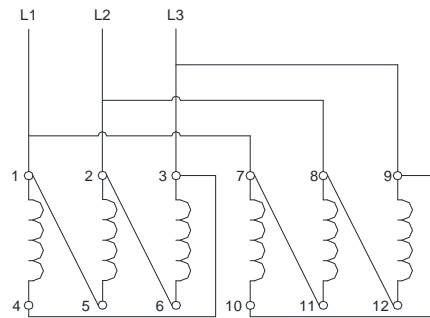
- la caída de tensión provocada por la corriente solicitada pueda perturbar el buen funcionamiento de otros aparatos conectados a la misma línea,
- la máquina accionada no pueda admitir sacudidas mecánicas,
- la seguridad o la comodidad de los usuarios se vea comprometida (por ejemplo, en el caso de las escaleras mecánicas),

Será imprescindible recurrir a una artimaña para disminuir la corriente solicitada o el par de arranque. En estos casos, el medio más utilizado consiste en arrancar el motor bajo tensión reducida.

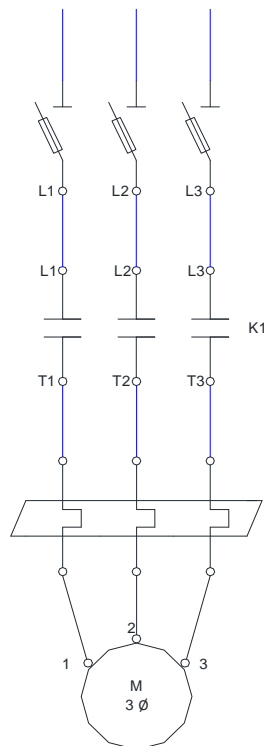
A continuación presentamos algunos esquemas de conexiones para los motores presentados en esta tesis.

MOTOR TRIFÁSICO DE INDUCCIÓN DE DOS POLOS CONECTADO EN DELTA (3400 RPM)

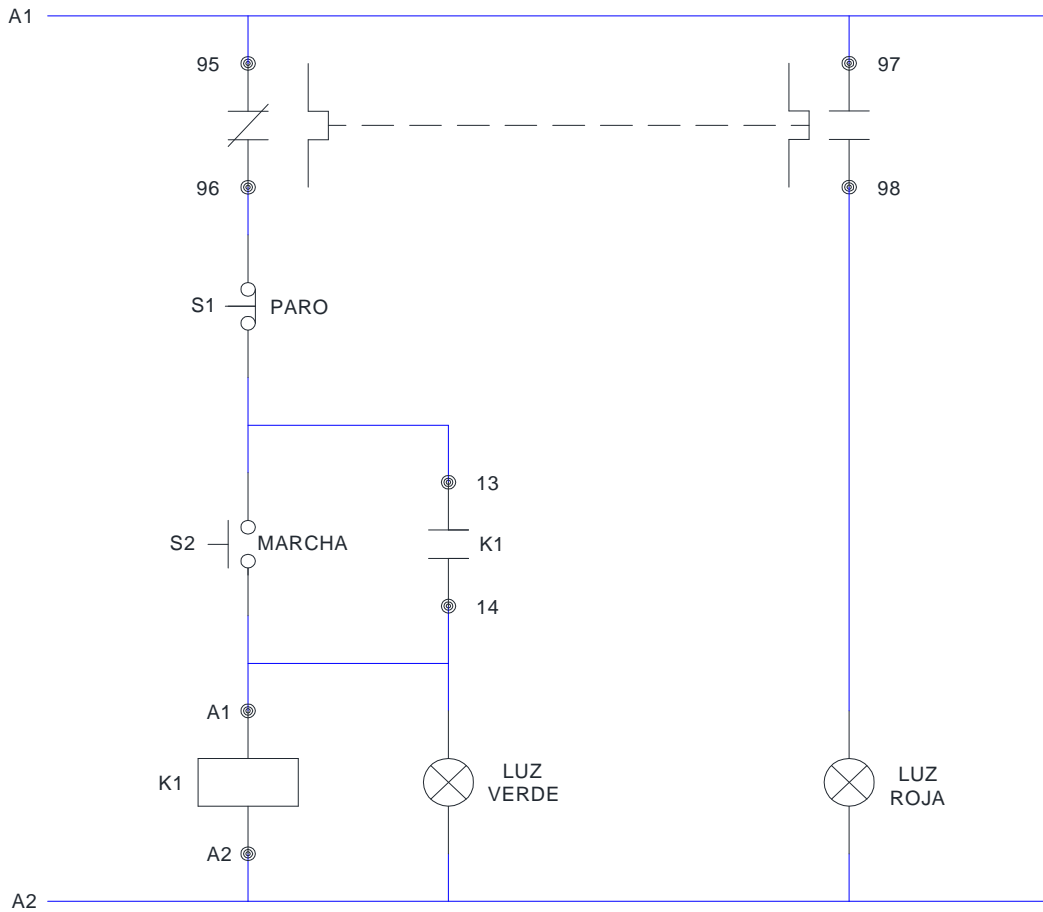
ESQUEMA DE BOBINAS



CIRCUITO DE FUERZA



CIRCUITO DE CONTROL

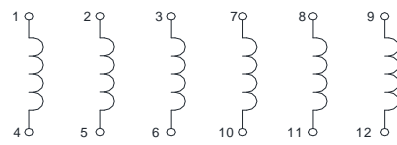


SIMBOLOGIA

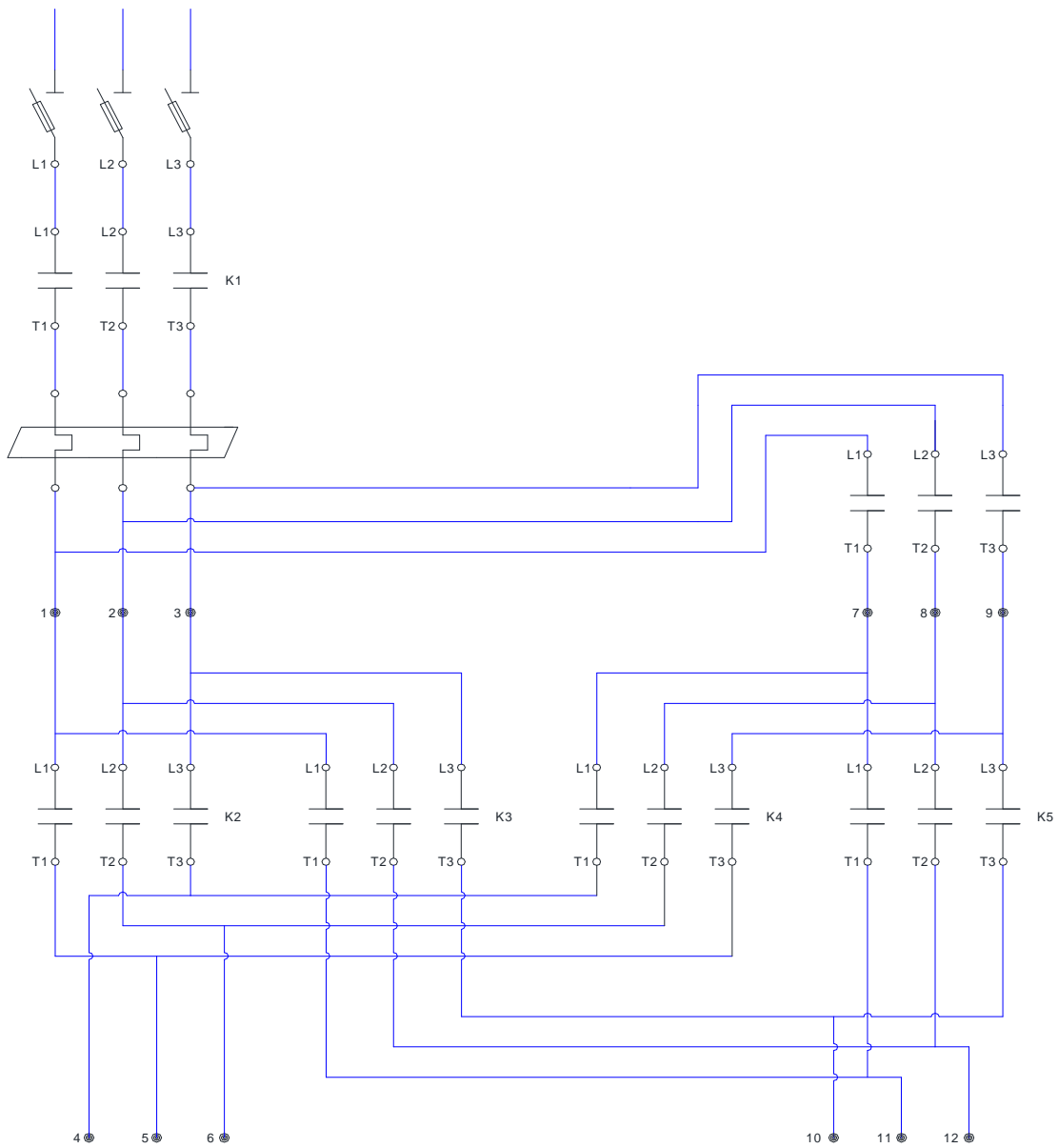
S1 = PULSADOR ROJO (PARO)
S2 = PULSADOR VERDE (MARCHA)
K1 = CONTACTOR 1

MOTOR TRIFÁSICO DE INDUCCIÓN DE DOS POLOS, ESTATOR CONECTADO EN DELTA,
DOBLE PARALELO SERIE (3400 RPM)

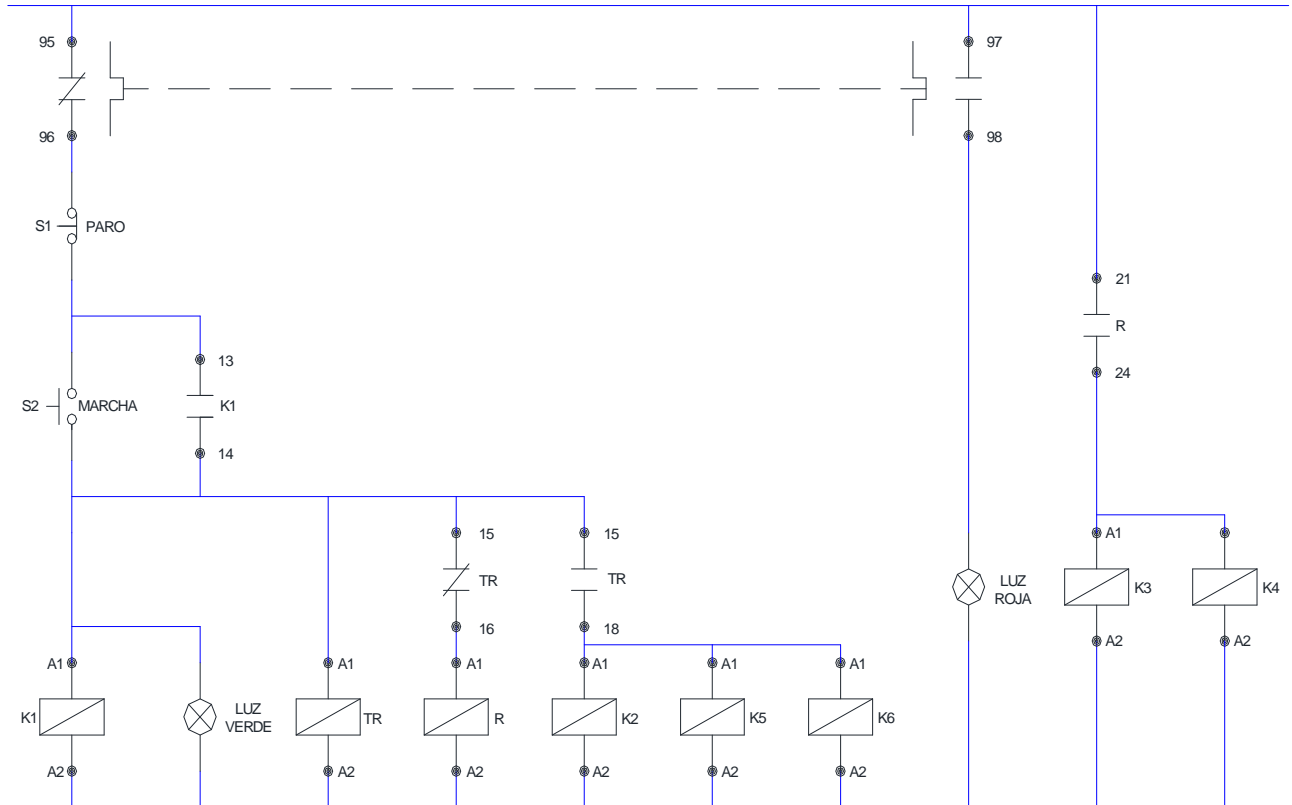
ESQUEMA DE BOBINAS



CIRCUITO DE FUERZA



CIRCUITO DE CONTROL

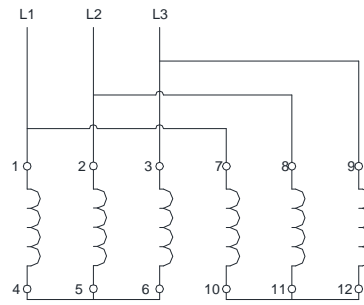


SIMBOLOGIA

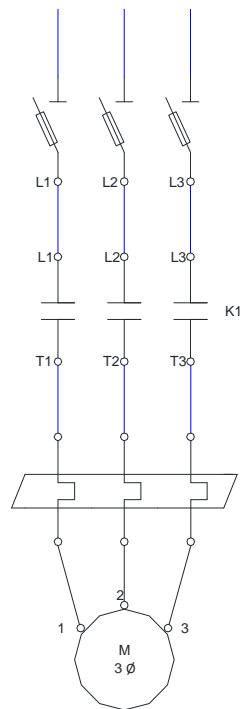
- S1 = PULSADOR ROJO (PARO)
- S2 = PULSADOR VERDE (MARCHA)
- K1 = CONTACTOR 1
- K2 = CONTACTOR 2
- K3 = CONTACTOR 3
- K4 = CONTACTOR 4
- K5 = CONTACTOR 5
- K6 = CONTACTOR 6
- TR= TEMPORIZADOR
- R = RELE

MOTOR TRIFÁSICO DE INDUCCIÓN DE DOS POLOS CONECTADO EN ESTRELLA (3400 RPM)

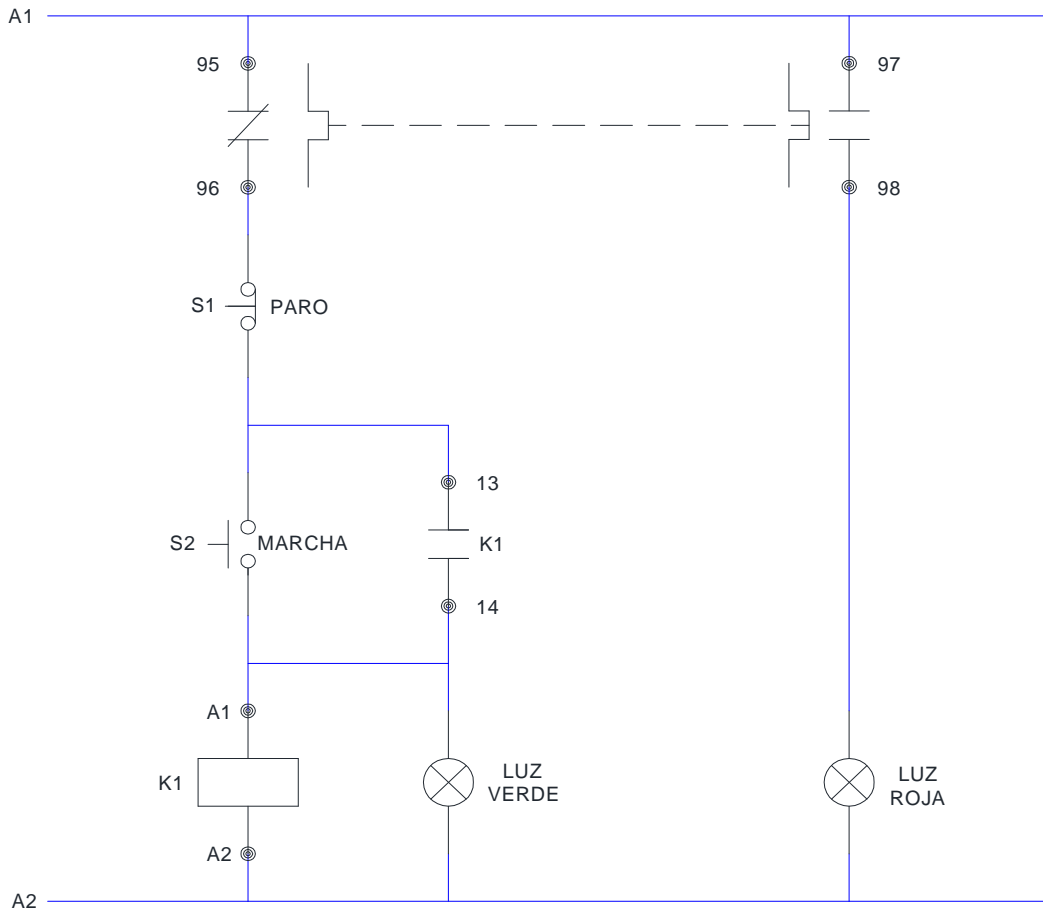
ESQUEMA DE BOBINAS



CIRCUITO DE FUERZA



CIRCUITO DE CONTROL

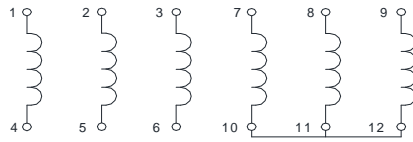


SIMBOLOGIA

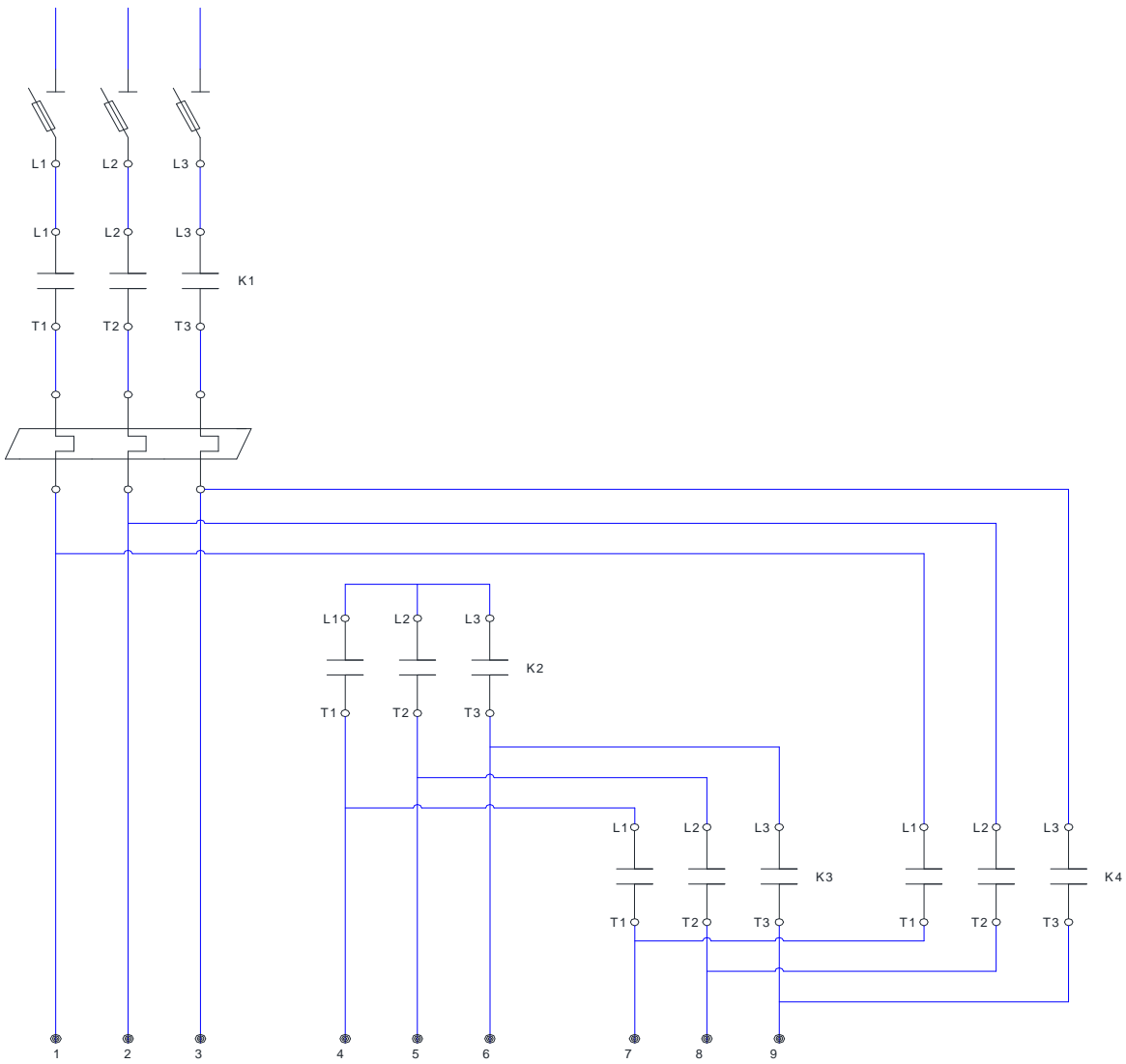
- S1 = PULSADOR ROJO (PARO)
- S2 = PULSADOR VERDE (MARCHA)
- K1 = CONTACTOR 1

MOTOR TRIFÁSICO DE INDUCCIÓN DE DOS POLOS CONEXIÓN DEL ESTATOR EN ESTRELLA, DOBLE PARALELO SERIE (3400 RPM)

ESQUEMA DE BOBINAS

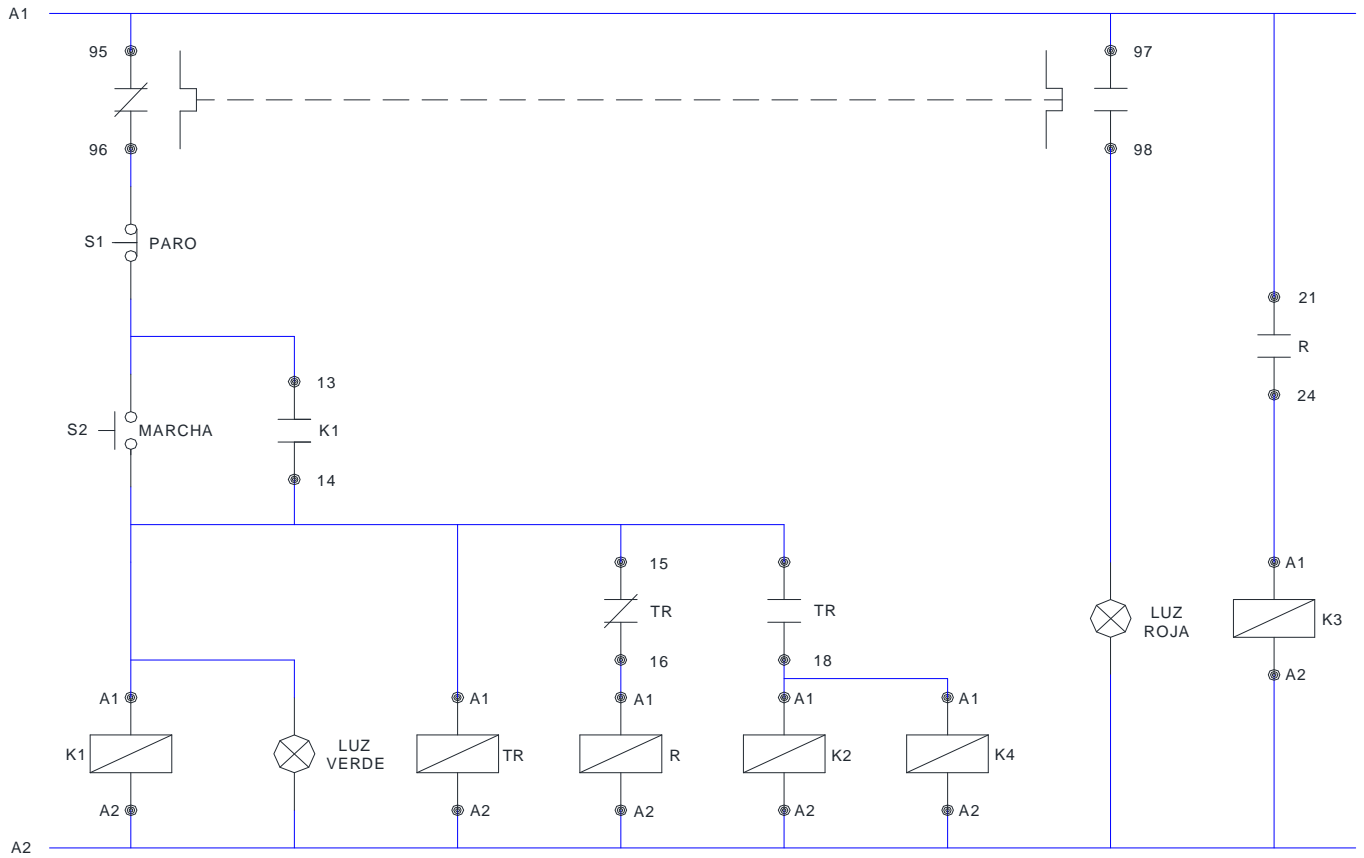


CIRCUITO DE FUERZA



BORNES DEL MOTOR

CIRCUITO DE CONTROL

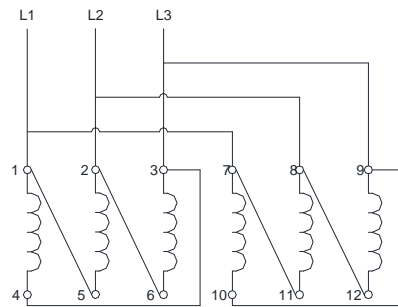


SIMBOLOGIA

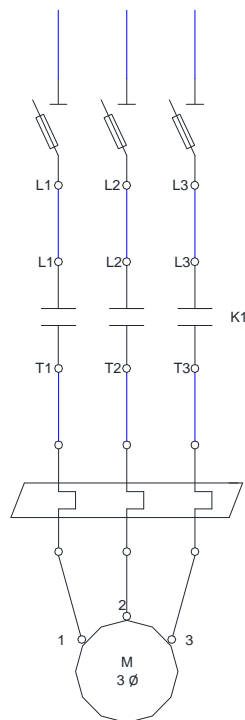
S1 = PULSADOR ROJO (PARO)
 S2 = PULSADOR VERDE (MARCHA)
 K1 = CONTACTOR 1
 K2 = CONTACTOR 2
 K3 = CONTACTOR 3
 K4 = CONTACTOR 4
 TR= TEMPORIZADOR
 R = RELE

MOTOR TRIFÁSICO DE INDUCCIÓN DE CUATRO POLOS CONECTADO EN DELTA (1800 RPM)

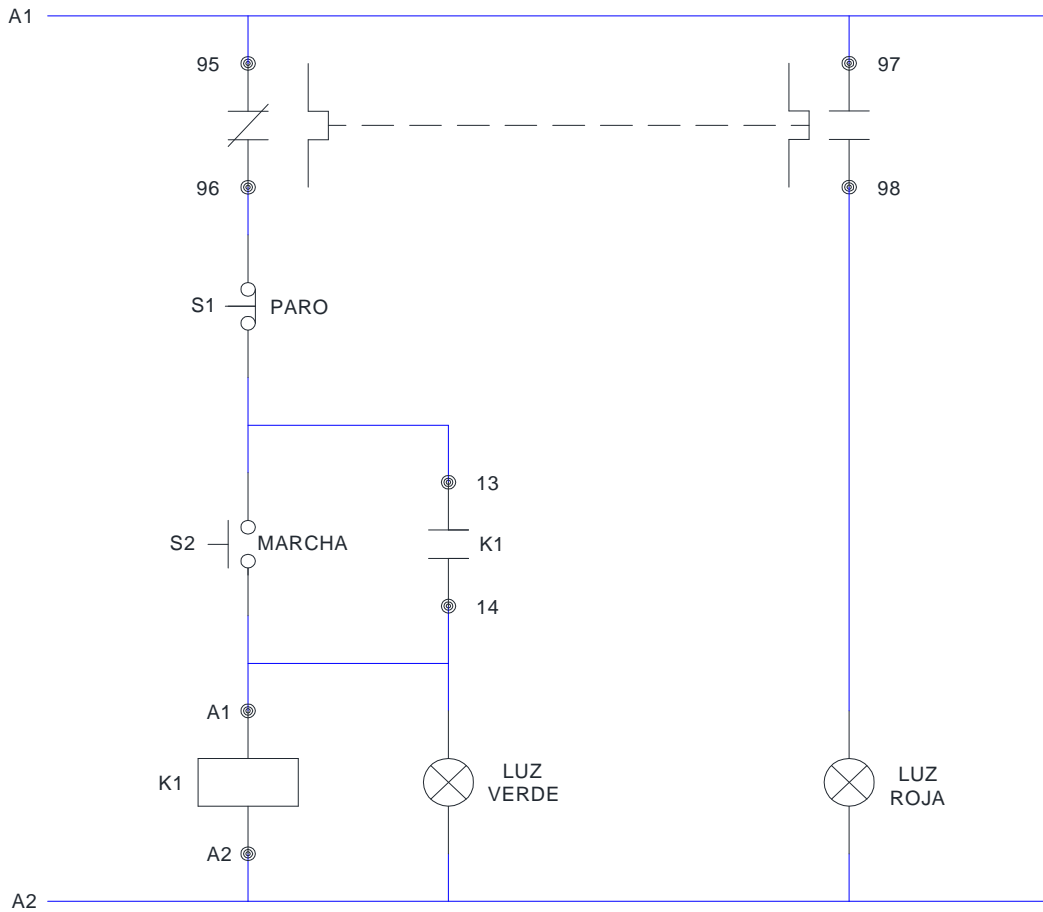
ESQUEMA DE BOBINAS



CIRCUITO DE FUERZA



CIRCUITO DE CONTROL

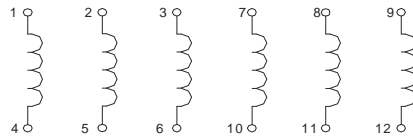


SIMBOLOGIA

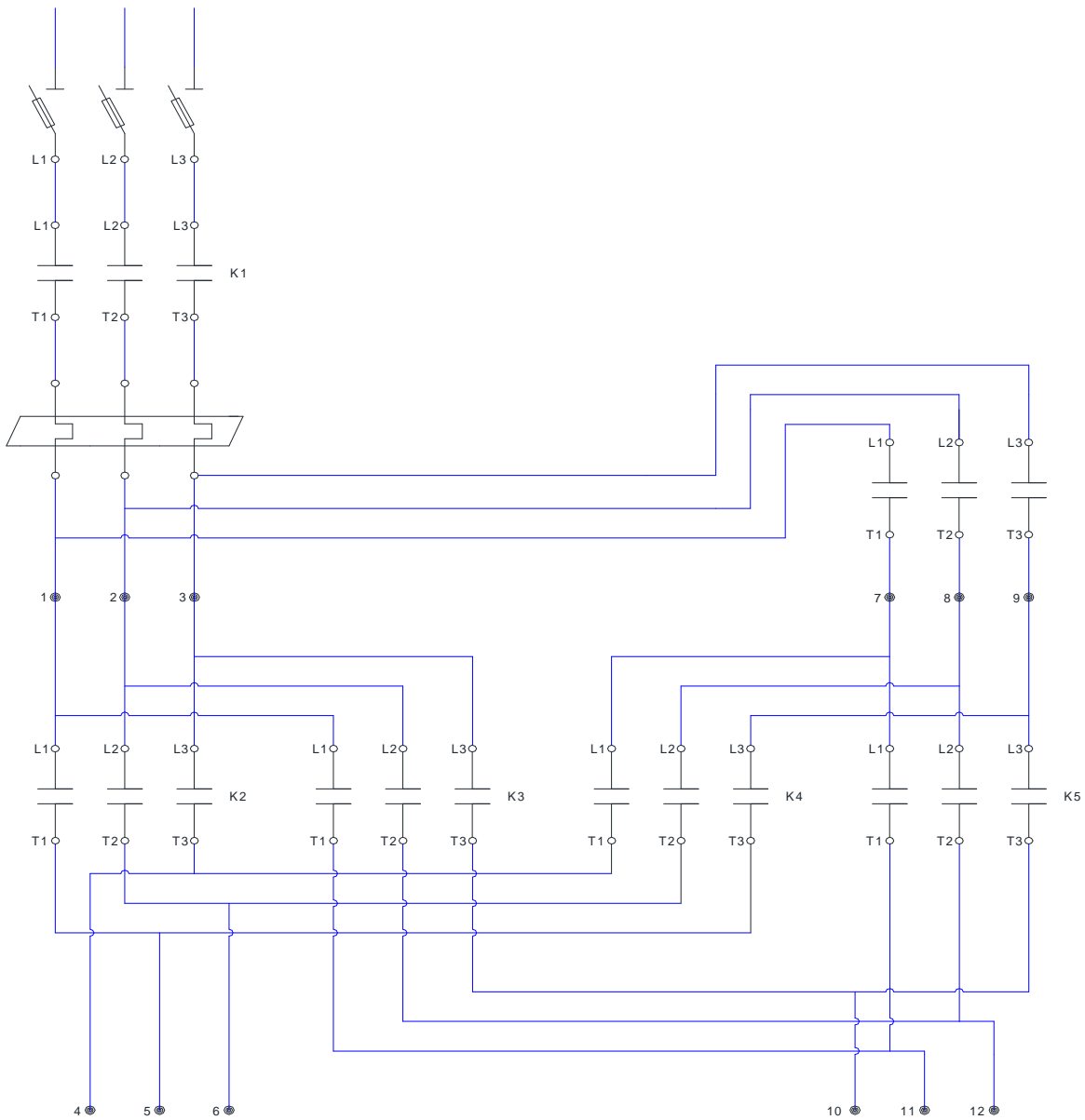
- S1 = PULSADOR ROJO (PARO)
- S2 = PULSADOR VERDE (MARCHA)
- K1 = CONTACTOR 1

MOTOR TRIFÁSICO DE INDUCCIÓN DE CUATRO POLOS, ESTATOR CONECTADO EN DELTA,
DOBLE PARALELO SERIE (1800 RPM)

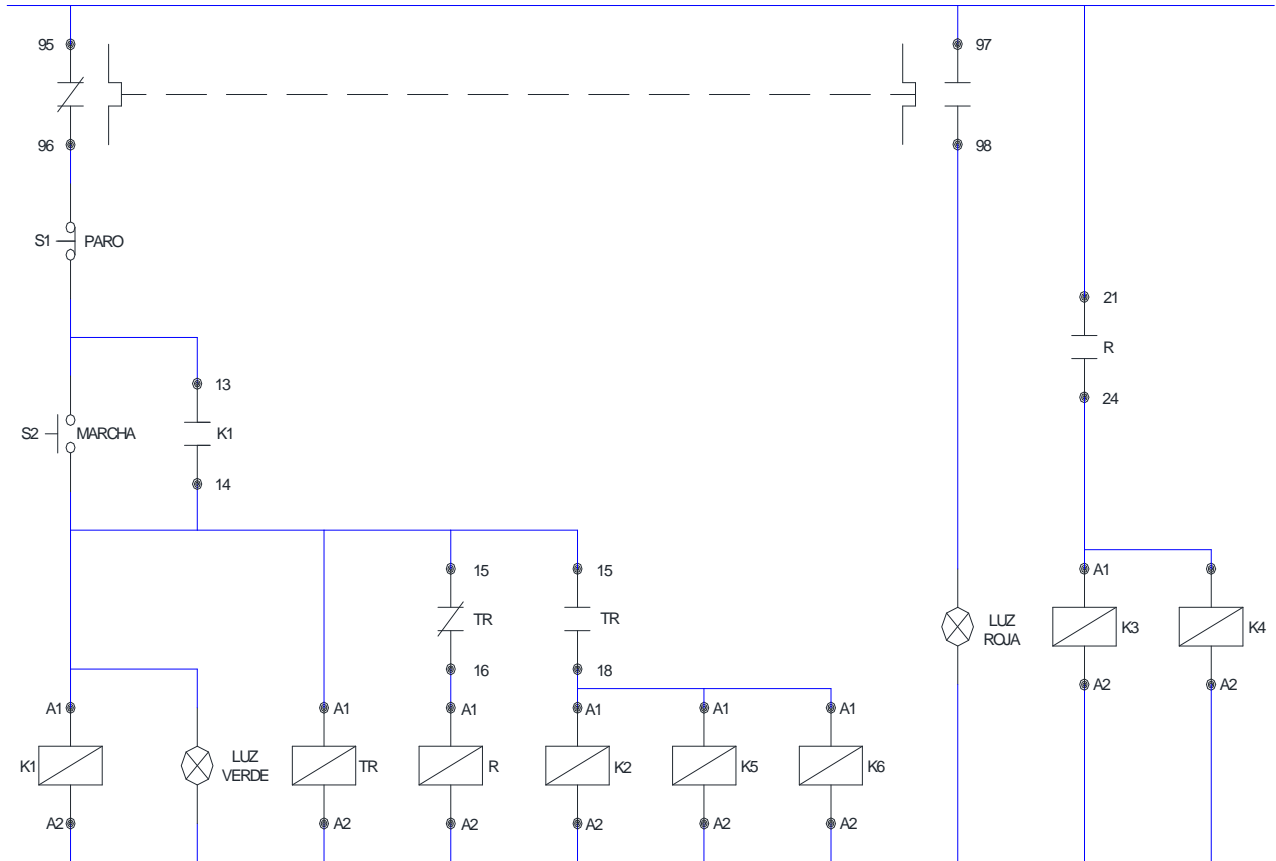
ESQUEMA DE BOBINAS



CIRCUITO DE FUERZA



CIRCUITO DE CONTROL

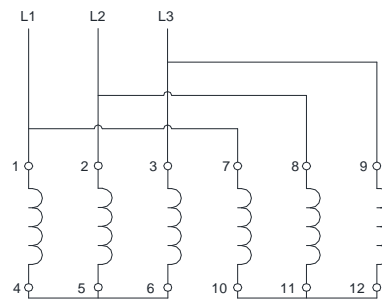


SIMBOLOGIA

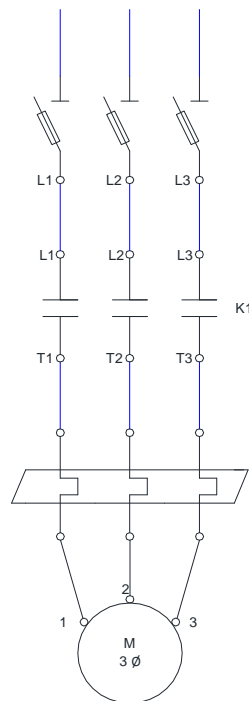
- S1 = PULSADOR ROJO (PARO)
- S2 = PULSADOR VERDE (MARCHA)
- K1 = CONTACTOR 1
- K2 = CONTACTOR 2
- K3 = CONTACTOR 3
- K4 = CONTACTOR 4
- K5 = CONTACTOR 5
- K6 = CONTACTOR 6
- TR= TEMPORIZADOR
- R = RELE

MOTOR TRIFÁSICO DE INDUCCIÓN DE CUATRO POLOS CONECTADO EN ESTRELLA (1800 RPM)

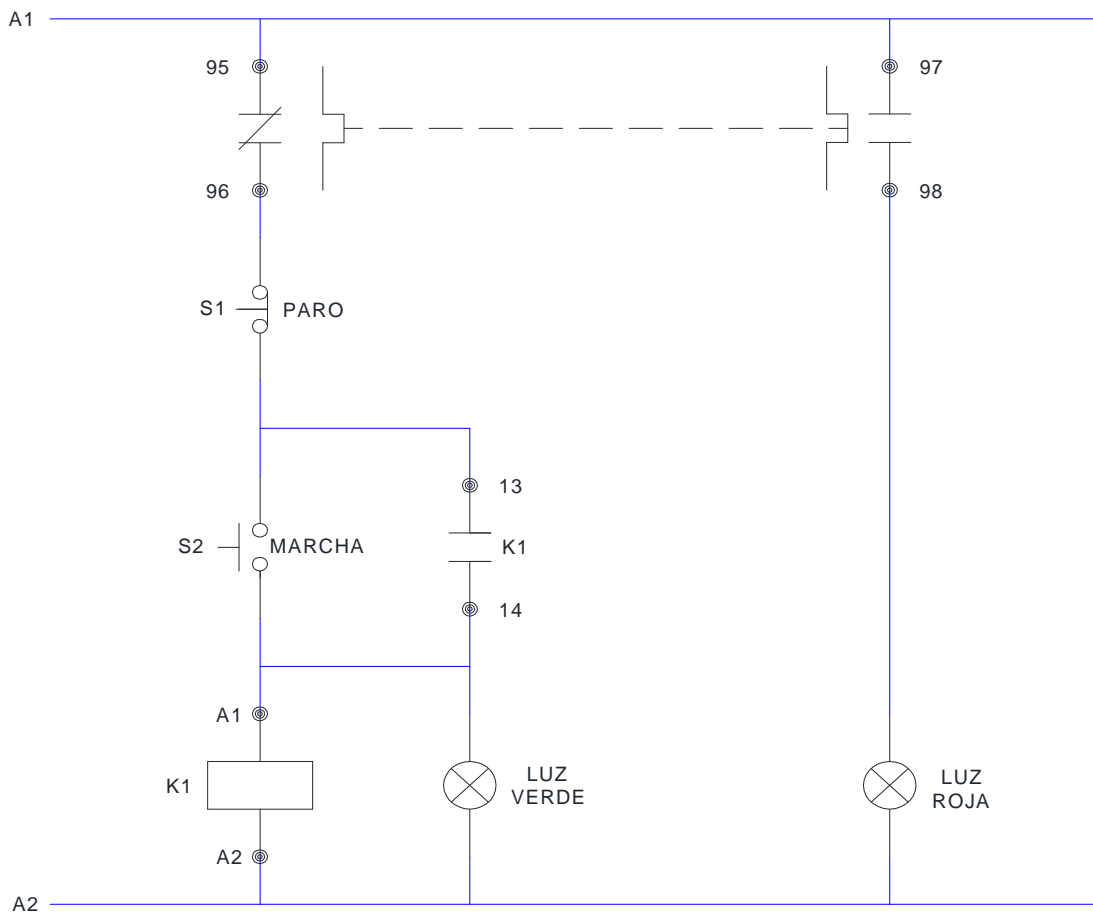
ESQUEMA DE BOBINAS



CIRCUITO DE FUERZA



CIRCUITO DE CONTROL

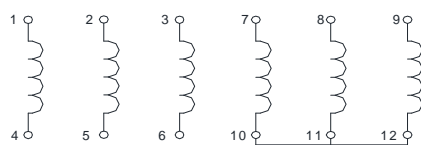


SIMBOLOGIA

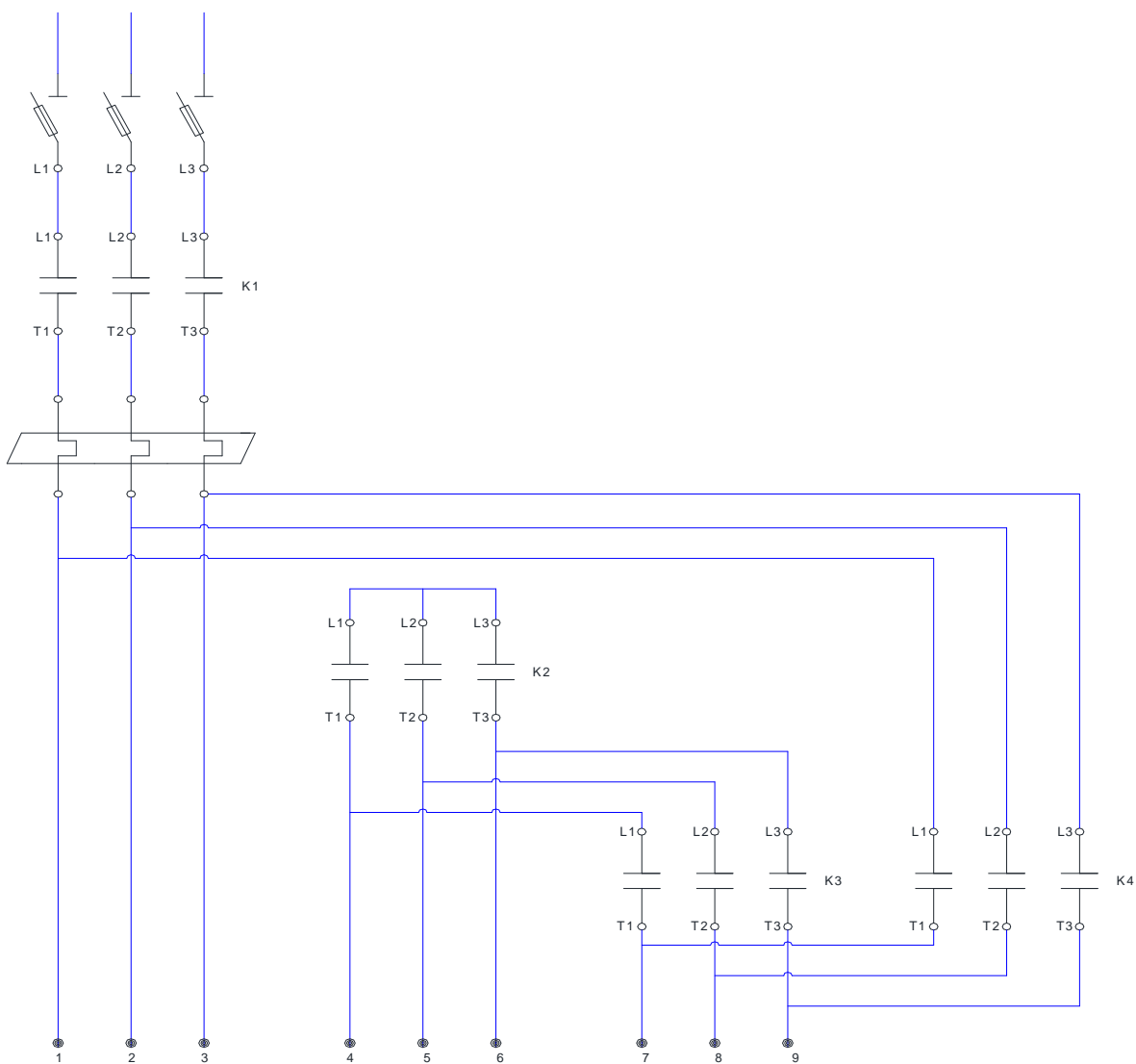
- S1 = PULSADOR ROJO (PARO)
- S2 = PULSADOR VERDE (MARCHA)
- K1 = CONTACTOR 1

MOTOR TRIFÁSICO DE INDUCCIÓN DE CUATRO POLOS CONEXIÓN DEL ESTATOR EN ESTRELLA, DOBLE PARALELO SERIE (1800 RPM)

ESQUEMA DE BOBINAS

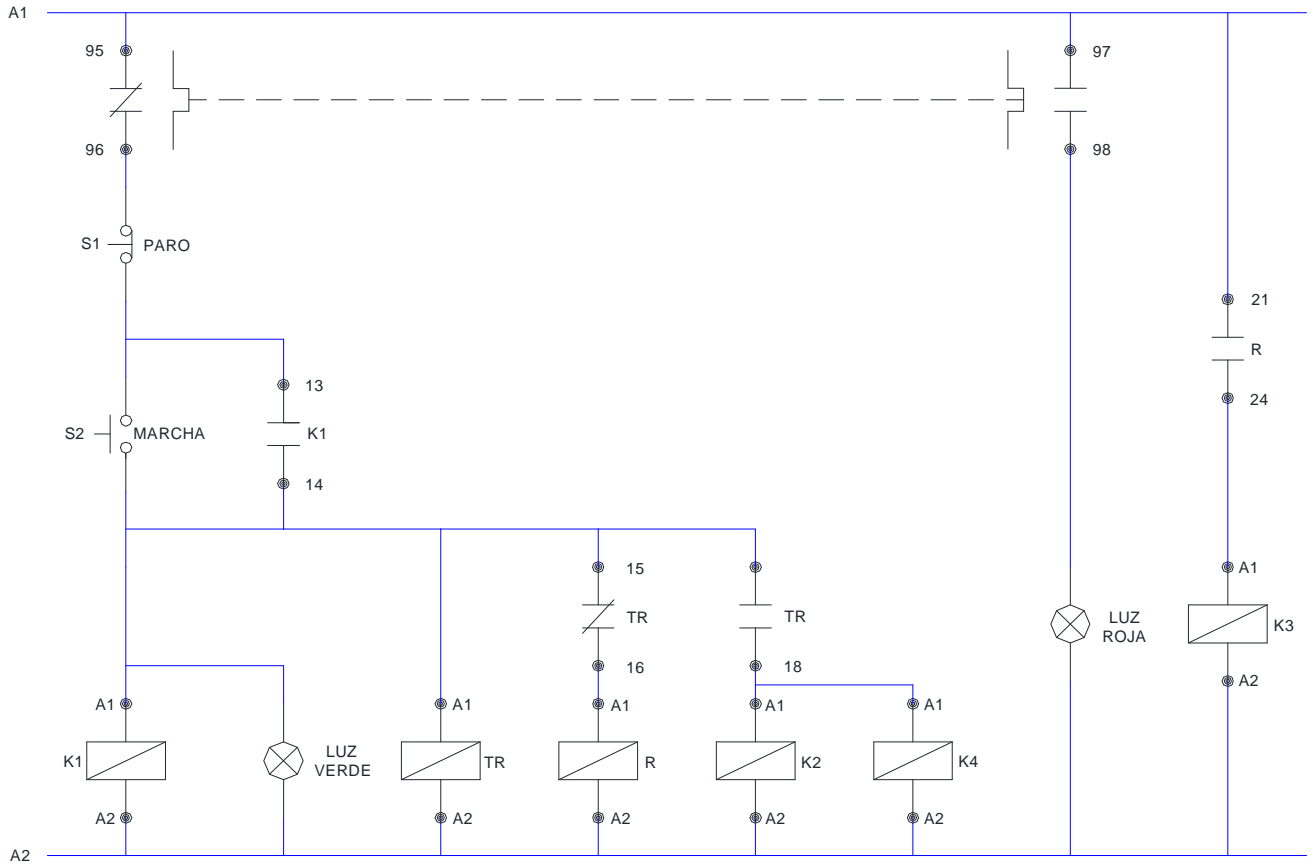


CIRCUITO DE FUERZA



BORNES DEL MOTOR

CIRCUITO DE CONTROL



SIMBOLOGIA

- S1 = PULSADOR ROJO (PARO)
- S2 = PULSADOR VERDE (MARCHA)
- K1 = CONTACTOR 1
- K2 = CONTACTOR 2
- K3 = CONTACTOR 3
- K4 = CONTACTOR 4
- TR = TEMPORIZADOR
- R = RELE

Conexiones del motor de corriente directa.

Transformador de voltaje:

Para poder conectar el motor de corriente directa, tenemos una fuente de voltaje que consiste en un transformador reductor de voltaje que va de 220 voltios en el primario, y en el secundario va de 12 a 60 V, con una capacidad de 1 KVA. Este tipo de transformador tiene su tap de regulación en el primario, como se muestra en la figura.

Este tipo de transformador tiene sus entradas enumeradas del 1 al 10 en el primario y con un rango de voltaje que va de 220 a 240 V dependiendo de la red, que serían los comunes como se muestra en la figura.

Este tipo de enumeraciones con su respectivo común nos permite obtener un voltaje variable en el secundario que es lo que queremos para poder variar las rpm en el motor CD.

Rectificador:

Al tener un voltaje variable alterno en el secundario, tenemos que rectificar este tipo de voltaje a través de los rectificadores para poder conectar el motor de corriente directa. Para esto se ha conectado un rectificador de capacidad variable en relación a la capacidad de transformador de voltaje alterno, y de esta manera tenemos una fuente de voltaje variable de corriente directa.

Motor de corriente continua.- conexión en derivación.

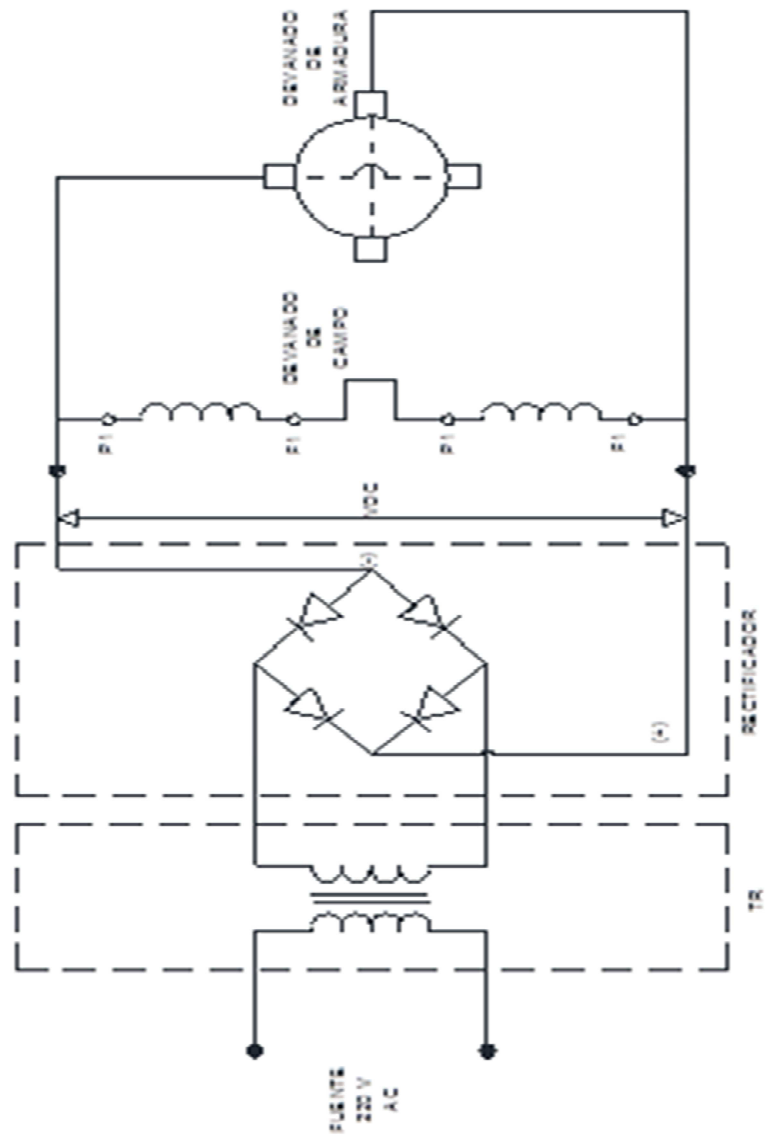
La conexión en derivación, como su nombre lo indica, consiste en conectar el devanado de campo y el devanado de la armadura en paralelo, a través de las líneas de alimentación. El voltaje a través de los dos devanados es del mismo valor pero la armadura toma más corriente que el devanado de campo, debido a que la armadura está compuesta de un tipo de alambre grueso y de pocas vueltas.

El par o la rotación son producidos por la interacción de la corriente que fluye por el devanado de la armadura y el campo magnético producido por el devanado de campo. El motor en derivación de corriente continua no tiene una eficiencia del cien por ciento; esto quiere decir que no toda la energía eléctrica que se proporciona al motor se convierte en potencia mecánica, sino que parte de esta energía se convierte en calor y se la conoce como la pérdida de la máquina. Esta pérdida aumenta con la carga. En el motor del trabajo práctico, los devanados están separados 180 grados y cada devanado tiene un principio y un final, de tal

manera que para determinar el devanado de campo tiene que conectar un principio con un final.

Este motor está diseñado para un rango de 12 V hacia 120 V. Como ya sabemos este tipo de motor de cd cuando se le varía el voltaje, varía la rpm y también varía su amperaje.

MOTOR DE C.D.
CONEXIÓN EN DERIVACIÓN



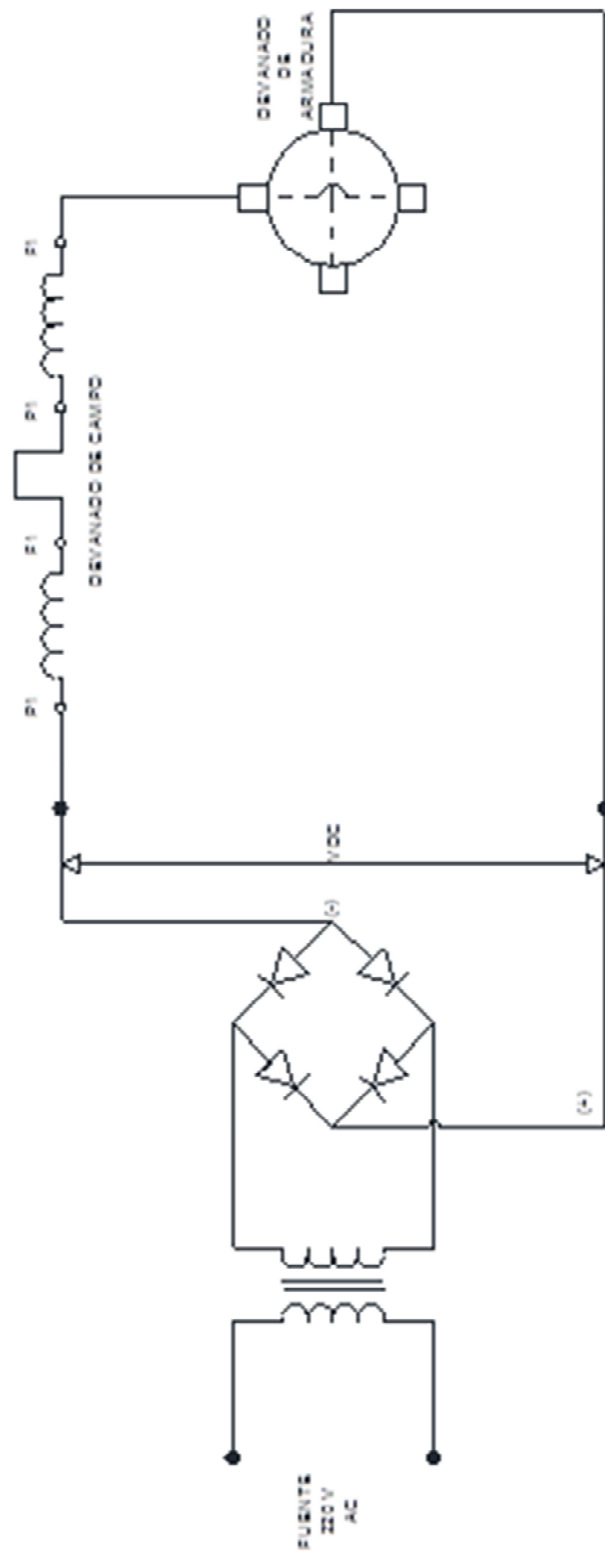
Motor de corriente continua.- Conexión en serie.

La conexión en serie como su nombre lo indica consiste en conectar el devanado de campo y el devanado de la armadura en serie, a través de las líneas de alimentación y la corriente atraviesa ambos devanados.

El voltaje de armaduras es casi igual al voltaje de la fuente debido a que su devanado de campo es bobinado con unas cuantas vueltas de alambre de calibre grueso semejante al motor en derivación.

El motor de CD conexión en serie tiene un par de arranque muy grande y su velocidad varía considerablemente cuando varía la carga. Si se remueve la carga completa y rápidamente el motor se acelera excesivamente. En este tipo de motor las bobinas están separadas 180 grados y para su compresión conectaremos los grupos de bobinas en el tablero de tal manera, que cuando se quiera conectar como motor se deberá conectar el principio con el final.

MOTOR DE C.D.
CONEXIÓN EN SERIE



Generador de corriente directa conexión en serie.

Este tipo de generador es el que tiene el devanado de campo conectado en serie con el devanado de armadura. El voltaje de salida del generador en serie de corriente directa es relativamente bajo, debido a que el devanado de la armadura, al devanado de campo y la carga está conectado en serie.

Cuando se desconecta la carga de los terminales de la salida del generador, se abre el circuito en serie y ninguna corriente puede fluir por el devanado de campo y el devanado de la armadura, desapareciendo el voltaje en los terminales, excepto el voltaje remanente existente en el núcleo.

Cuando la resistencia de la carga es muy alta, muy poca corriente fluye, el flujo de campo magnético es débil, y el voltaje de salida es bajo; es así que, cuando la carga sea grande o pequeña el voltaje en los terminales será fluctuante. Por lo tanto, en un generador en serie, los cambios en la corriente de carga afectan enormemente el voltaje de salida del generador, y debido a esto tienen una regulación de voltaje muy elevado, por lo que no conviene utilizarlo como fuente de potencia. En cambio, los generadores en serie se los utiliza en sistema de distribución de corriente directa como elevadores de voltaje de línea.

Generador en derivación con excitación independiente.

Una maquina de CD puede funcionar ya sea como motor o como generador, el motor convierte la potencia eléctrica en potencia mecánica, en tanto que el generador transforma la potencia mecánica en eléctrica. Por lo tanto, el generador debe ser impulsado mecánicamente a fin de que produzca electricidad.

Puesto que el campo es un electroimán, una corriente debe fluir a través de el para producir un campo magnético. Esta corriente se conoce como corriente de excitación y se puede suministrar al devanado de campo de dos formas: Puede provenir de una fuente externa independiente de CD en cuyo caso el generador se clasifica como generador con excitación independiente, o bien, puede provenir de la propia salida del generador.

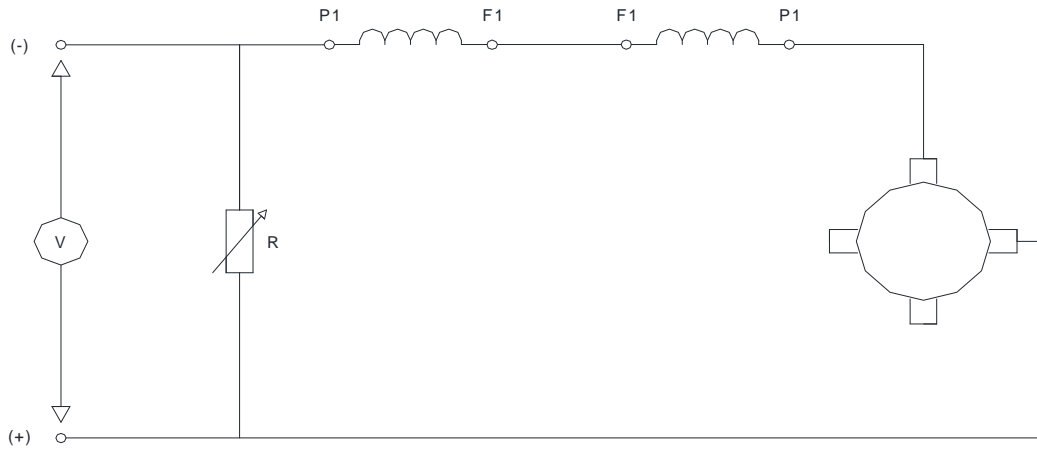
Suponga que el campo en derivación se excita por medio de una corriente directa, estableciéndose así un flujo magnético en el generador. Si se aplica un esfuerzo mecánico al eje, el rotor girara y las bobinas de la armadura cortaran el flujo magnético induciéndose en ella un voltaje. Este voltaje es de CA y para obtener la CD del generador, se deberá utilizar un rectificador. Con este fin se utiliza el conmutador y las escobillas.

El voltaje inducido en las bobinas depende exclusivamente de dos cosas: la velocidad de rotación y la intensidad del campo magnético, si la velocidad se duplica, el voltaje también se duplicara.

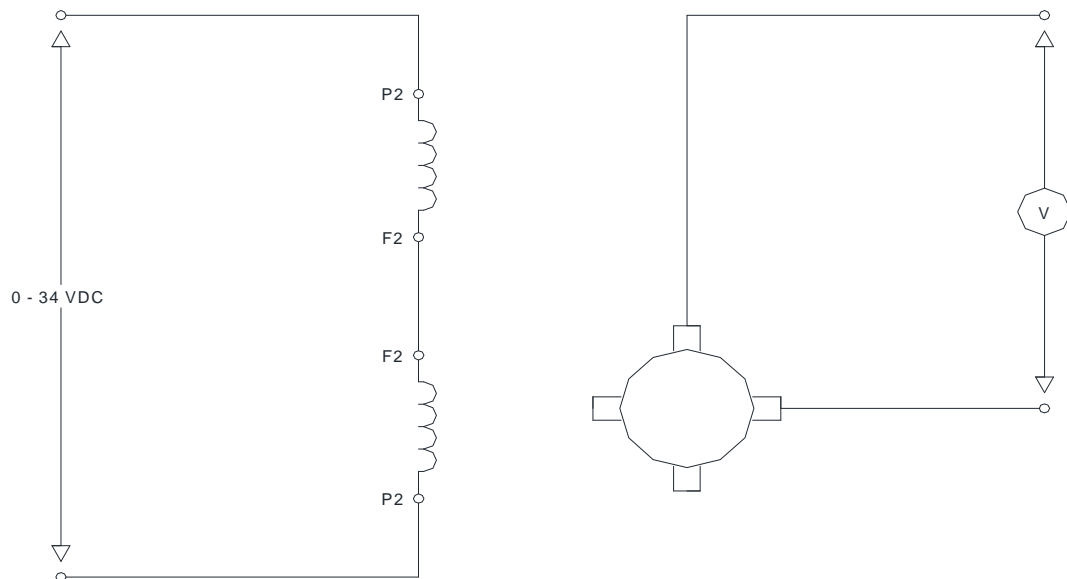
Aunque una excitación independiente requiere una fuente de CD también independiente, es útil en los casos en los que el generador deba responder rápidamente y con precisión a una fuente de control externo, o bien cuando el voltaje de salida deba variar en un rango amplio.

Si no se tiene una carga eléctrica conectada al generador, no fluirá corriente y solo habrá voltaje en la salida. En cambio, si se conecta una resistencia de carga a la salida, la corriente fluye y el generador comenzara a proporcionar potencia eléctrica a la carga.

GENERADOR EN SERIE



GENERADOR EN DERIVACIÓN CON EXCITACIÓN INDEPENDIENTE



Generador en derivación de corriente directa con autoexcitación.

Todos los generadores que se muestran a continuación tienen la misma construcción, la autoexcitación debido al magnetismo remanente de las partes de los polos del estator. Cuando gira la armadura, se induce un pequeño voltaje en sus devanados, cuando el devanado de campo se conecta en paralelo con la armadura se tendrá un pequeño flujo de corriente de campo, si esta pequeña corriente de campo fluye en sentido adecuado, el magnetismo remanente se refuerza lo cual aumenta más el voltaje de la armadura y por lo tanto se produce un rápido aumento de voltaje. Si la corriente de campo no fluye en sentido adecuado, el magnetismo remanente se reduce y no se generará voltaje; en este caso, la situación se corrige intercambiando simplemente los terminales del campo en derivación.

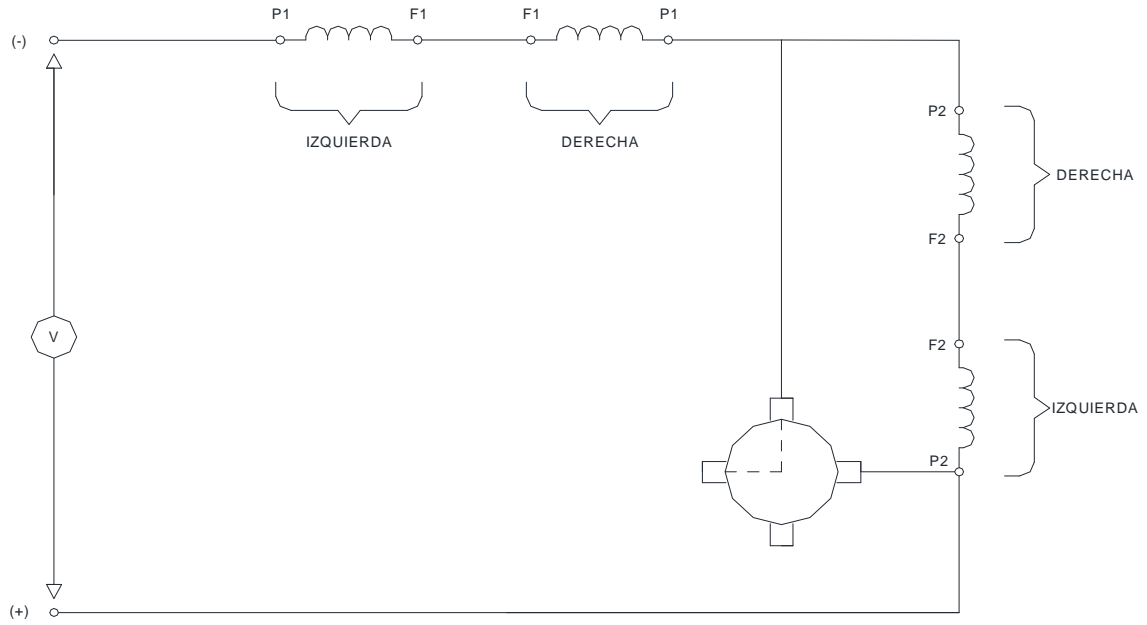
En el generador con autoexcitación el devanado de campo se conecta a la salida del generador, a través de un conmutador para que fluya la corriente por el campo en derivación.

Si la carga del generador se aumenta, el voltaje de la salida disminuye, debido a la reacción de la armadura y la caída de voltaje a través de la resistencia del devanado de la armadura. En este tipo de generador las bobinas están separadas 180 grados y para su comprensión conectamos los grupos de bobinas en el tablero de tal manera que cuando se quiera conectar como generador se deberá conectar un principio de la primera bobina con el principio de la siguiente bobina como se muestra en la figura.

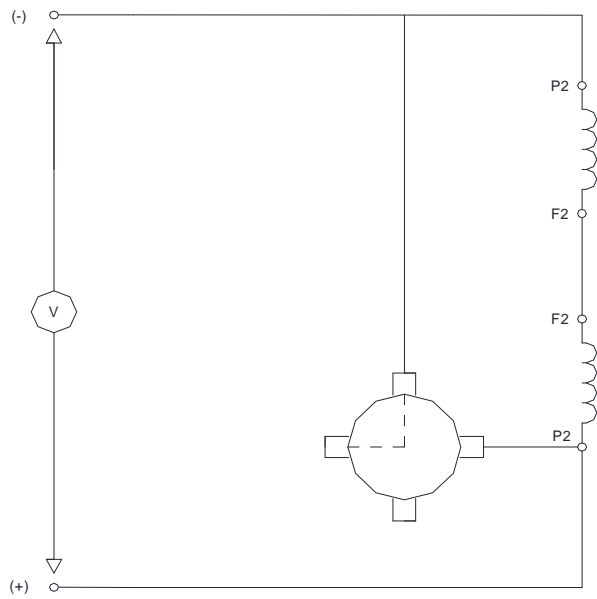
Generador compuesto de corriente directa.

El generador compuesto es aquel tipo de conexión en el cual sus devanados de campo y serie se pueden combinar de tal manera que su flujo de campo al conectarlo en serie nos sirva para reforzar u oponer el flujo de campo en derivación; esto quiere decir que los dos devanados del generador compuesto, se conectan para que sus campos magnéticos se refuercen entre sí. Así pues, cuando aumenta la corriente de carga, disminuye la corriente que pasa por el devanado de campo en derivación y por lo tanto se reduce la intensidad del campo magnético; si se hace pasar por el devanado de campo serie la corriente de carga, entonces aumentará la intensidad del campo magnético; si aumenta el campo magnético entonces se notará un cambio muy pequeño en el voltaje de salida cuando la carga varía de vacío a plena carga. En la figura podemos observar el comportamiento de la conexión del generador compuesto.

GENERADOR COMPUESTO



GENERADOR EN DERIVACIÓN



CAPITULO VII

Conclusiones.

Una vez realizado nuestro trabajo teórico práctico podemos concluir:

Los motores eléctricos tienen múltiples aplicaciones y están diseñados para funcionar en diversas condiciones.

El núcleo del rotor y estator de los motores de corriente alterna y continua no pueden ser contruidos con cualquier material, deben ser contruidos con acero al silicio también conocido como acero eléctrico.

En los arranques directos de los motores de inducción la intensidad de arranque puede ser de 5 a 8 veces la intensidad nominal.

Al aplicar arranques a tensión reducida se reduce el par de arranque pero también la intensidad de arranque.

Al aplicar un arranque con un variador de velocidad al motor arranca de manera suave manteniendo su par y minimizando caídas de tensión en la fuente de alimentación.

Las máquinas de corriente directa pueden trabajar como motor o generador según su conexión.

Bibliografía.

<http://books.google.com.ec/books?id=L2dhOvcw1UsC&pg=PR14&lpg=PR14&dq=motor+cc+conexion+en+derivacion&source=bl&ots=2TfEoZmT7a&sig=LEnu7DCmqX9sm8g4u-p19UpsVUU&hl=es-419&sa=X&ei=fTbFUJTsK47s9ASk5ICQCQ&sqj=2&ved=0CC8Q6AEwAQ#v=onepage&q=motor%20cc%20conexion%20en%20derivacion&f=false>

<http://www.monografias.com/trabajos10/motjaula/motjaula.shtml>

Fundamentos para el técnico embobinador.

Ricardo Ortiz Zuleta.

Electrónica Industrial Moderna.

Timothy J Maloney.

<http://www.nichese.com/motor>