



UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ
“EXTENSIÓN CHONE”

CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

TRABAJO DE TITULACIÓN

PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

INGENIERO ELÉCTRICO

TEMA:

“ARRANQUE TRIFÁSICO CON OPERACIÓN REVERSIBLE EN
ESTADO SÓLIDO PARA MOTORES DE CORRIENTE
DIRECTA”.

AUTOR:

BRUNO MIGUEL ANDRADE ALCÍVAR

TUTOR:

LIC. RODOLFO ACOSTA BRAVO

CHONE-MANABÍ-ECUADOR

2015



UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ
EXTENSIÓN CHONE

CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

Lic. Rodolfo Godofredo Acosta Bravo, Docente de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí campus Chone, en calidad de Tutor del Trabajo de Titulación,

CERTIFICO:

Que el presente Trabajo de Titulación con el tema: “ARRANQUE TRIFÁSICO CON OPERACIÓN REVERSIBLE EN ESTADO SÓLIDO PARA MOTORES DE CORRIENTE DIRECTA”, ha sido exhaustivamente revisada en varias sesiones de trabajo, se encuentra lista para su presentación y apta para su defensa.

Las opiniones y conceptos vertidos en este trabajo de titulación de Grado son fruto de la perseverancia y originalidad de su autor: BRUNO MIGUEL ANDRADE ALCÍVAR, siendo de su exclusiva responsabilidad

Chone, Febrero 2015

.....

Lic. Rodolfo Godofredo Acosta Bravo

TUTOR

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

La responsabilidad de las opiniones, investigaciones, presentados en este trabajo de Titulación de Grado, es exclusividad de su autor.

Chone, Febrero 2015

Bruno Miguel Andrade Alcívar
AUTOR



UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ
EXTENSIÓN CHONE

CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

INGENIEROS ELÉCTRICOS

Los miembros del Tribunal Examinador aprueban el informe de investigación, sobre el tema: “*ARRANQUE TRIFÁSICO CON OPERACIÓN REVERSIBLE EN ESTADO SÓLIDO PARA MOTORES DE CORRIENTE DIRECTA*”, elaborado por el egresado: Bruno Miguel Andrade Alcívar de la Carrera de INGENIERÍA ELÉCTRICA.

Chone, Febrero 2015

.....
.....
Dr. Víctor Jama Zambrano

DECANO

.....
.....
Lic. Rodolfo Godofredo Acosta B.

TUTOR DE TITULACIÓN.

.....
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

.....
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

.....
SECRETARIA

DEDICATORIA

Esta investigación va dedicada a Dios y a nuestro hermano mayor y salvador JESUCRISTO por darme sabiduría y fortaleza para seguir con mis estudios, a mis padres por sus consejos y cariño por guiarme en toda mi vida estudiantil, donde me infundieron valores respeto y responsabilidad.

A mis hijos en especial les dedico todo mi esfuerzo y sacrificio, a mi esposa por su apoyo incondicional, a todos mis docentes que con sus motivaciones me impartieron todo sus conocimientos y aprendizajes. Mil gracias.

Bruno Miguel...

AGRADECIMIENTO

A Dios todopoderoso que ha iluminado mi vida en todos los momentos felices y tristes, a mis amigos y compañeros que con su amistad y afecto, pasamos lindos momentos en el aula, que solo quedan recuerdo agradables en mi vida estudiantil.

A toda mi familia que estuvo cerca de mí en buenos y malos momentos, siempre apoyándome espiritualmente y económicamente

Especial agradecimiento al Lic. Rodolfo Acosta Bravo que a pesar de intensas obligaciones me brindó su apoyo incondicional en la elaboración y desarrollo de mi tesis de grado

Bruno Miguel...

ÍNDICE

CONTENIDO	Pág.
Portada	i
Certificado de aprobación del Tutor	ii
Certificación de Autoría	iii
Informe de Aprobación del Tribunal Examinador	iv
Dedicatoria	v
Agradecimiento	vi
Índice de Contenidos	vii
1. Introducción.	1
2. Planteamiento del problema.	3
2.1. Contexto.	3
2.1.1. Contexto Macro.	3
2.1.2. Contexto Meso.	3
2.1.3. Contexto Micro.	4
2.2. Formulación del problema.	5
2.3. Delimitación del problema.	5
2.4. Interrogantes de la investigación.	6
3. Justificación.	7
4. Objetivos.	9
4.1. Objetivo General.	9
4.2. Objetivos Específicos.	9
CAPITULO I	10
5. MARCO TEÓRICO	10
5.1. Disyuntor o interruptor.	10
5.1.1. Partes que forma un interruptor.	11
5.1.2. Interruptores magnéticos.	13
5.1.3. Clasificación.	14
5.1.4. Constitución de un Contactador.	14
5.1.5. Funcionamiento de un Contactador.	15

5.1.6.	Simbología y referenciado de bornes.	15
5.1.7.	Elección de un Contactor electromagnético.	16
5.1.8.	Los pasos a seguir para la elección de un Contactor.	17
5.1.9.	Aplicaciones.	17
5.1.10.	Control de encendido con Contactor.	17
5.1.11.	Tipos de arranques para motores eléctricos.	18
5.1.12.	Arranque estrella triangulo.	20
5.1.13.	Arranque por autotransformador.	21
5.1.14.	Arranque Wauchope.	21
5.1.15.	Arranque mediante resistencia en el estator.	21
5.1.16.	Arranque mediante resistencia en el rotor.	22
5.1.17.	Arranque por bobina.	22
5.1.18.	Arranque de dos velocidades.	23
5.1.19.	Arranque de tres velocidades.	23
5.2.	Motores de corriente directa.	24
5.2.1.	Fundamentos de operación.	25
5.2.2.	Tipología de los motores de corriente directa	27
5.2.3.	Partes de un motor de corriente continua.	29
5.2.4.	Velocidad del motor de corriente continua.	31
5.2.5.	Caja de bornes.	32
5.2.6.	Arranque parada y reversa.	33
5.2.7.	Arrancadores.	33
5.2.8.	Paro de marcha del motor del corriente continua.	36
5.2.9.	Frenado dinámico.	37
5.2.10.	Frenado con reversa.	39
5.2.11.	Reversa del motor de cc.	40
	CAPITULO II	45
6.	Hipótesis.	45
6.1.	Variables.	45
6.2.	Variable dependiente.	45
6.3.	Variable independiente.	45

CAPITULO III	46
7. Metodología.	46
7.1. Tipos de investigación.	46
7.2. Niveles de la investigación.	46
7.3. Métodos.	46
7.4. Técnicas de recopilación de la información.	47
7.5. Población.	47
7.6. Muestra.	47
CAPITULO IV	48
8. Marco administrativo.	48
8.1. Recursos humanos.	48
8.2. Recursos financiero	48
CAPITULO V	49
9. Resultados, análisis e interpretación de datos.	49
10. Comprobación de la hipótesis.	59
11. Conclusiones.	60
12. Recomendaciones.	61
13. Bibliografía.	62
Web grafía.	63
Anexos.	64

1. INTRODUCCIÓN.

En todo ámbito de la vida moderna, podemos encontrar muchos dispositivos y equipos que emplean motores eléctricos de diversos modelos, tamaños y potencias para realizar un determinado trabajo ya que todo proceso en general cuando de industria se refiere este necesita de motores.

La gran mayoría de ellos, funcionan con corriente alterna, o de lo contrario con corriente directa, que es también llamado como corriente continua. Sin embargo, la mayoría de los dispositivos y equipos que requieren poca potencia para poner en funcionamiento sus mecanismos emplean solamente motores de corriente directa de pequeño tamaño, aunque en ciertos campos se requiere de este tipo de equipos para poder realizar trabajos pesados, que utilizan como fuente de corriente eléctrica o fuerza electromotriz pilas, batería, o un convertidor de alta potencia que transforma la corriente alterna en directa.

Por las características típicas de un motor de corriente continua o directa, su uso se lo emplea en industria que deben controlar el giro y la potencia del motor, la forma correcta es empleando el arrancador, equipo que puede controlar el giro y la potencia de trabajo; de esta manera el proyecto propone el estudio y diseño de un prototipo de un arrancador trifásico con operación reversible para motores de corriente directa.

Estos motores de corriente continua tienen varias características que los hacen muy diferentes a los de corriente alterna, siendo una de las principales características que pueden funcionar a la inversa, es decir, no solamente pueden ser usados para transformar la energía eléctrica en energía mecánica, sino que también pueden funcionar como generadores de energía eléctrica, en otras palabras utilizando la energía mecánica esta la transforma en energía eléctrica, esto se debe porque tienen la misma naturaleza física.

Los motores de corriente continua tienen un par de arranque alto, en comparación con los de corriente alterna, también se puede controlar con mucha facilidad la velocidad, por estos motivos, son ideales para funciones que requieran un control de velocidad, por lo que son usados para tranvías, trenes, coches eléctricos, ascensores, cadenas productivas, y todas aquellas actividades donde el control de las funcionalidades del motor se hace esencial; y la manera de controlar el movimiento del rotor es usando un arrancador para motores trifásico con operación reversible.

Es por ello, que en el CAPÍTULO I, se detalla todo lo concerniente a la parte técnica, modelos gráficos, cálculos, demostración científica, comparación y desarrollo del tema propuesto como trabajo de Titulación, estando en ella incluidas las variables: arranque trifásico con operación reversible y motores de corriente directa.

En el CAPITULO II, se plantea la hipótesis, la que se formula, no con el fin de elaborar una teoría, sino, para servir de guía en la investigación científica detallada en este proyecto de tesis;

En el CAPITULO III, estará detallada la metodología que se aplicará a este proyecto, tales como los tipos de investigación, en este caso será de manera bibliográfica con los contenidos científicos citados, elaborados por otros autores y de criterio propio, por el conocimiento adquirido durante los años de estudio.

En el CAPITULO IV, se indica el marco administrativo y los recursos que se emplearon para el desarrollo de este trabajo;

En el CAPITULO V, se analizan los resultados de la investigación, obteniendo las conclusiones y mostrando las recomendaciones que el caso amerita.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

2.1. CONTEXTOS.

2.1.1. Contexto Macro.

De acuerdo a los procesos históricos del desarrollo de los motores de corriente continua se menciona que a nivel mundial los motores de corriente continua se emplearon para realizar diversa tareas en determinadas áreas de trabajo y cultura, por lo que se empleaban un sin números de acumuladores de corriente, encargadas de suministrar la fuerza electromotriz suficiente para darle el torque necesario al motor; teniéndose que controlar mediante dispositivos robustos llamados arrancadores electro mecánicos.

Por ello, con la revolución industrial a nivel mundial se desarrolló nuevas equipos de carácter técnico y con la invención de las maquinas eléctricas se logró automatizar ciertos modelos de trabajo; con la creación del motor eléctrico aparecieron los primeros sistemas automatizados para el área de la industria, tomando de esta manera gran importancia, porque se pudo alcanzar mayor producción con el menor tiempo.

2.1.2. Contexto Meso.

En la república del Ecuador, la gran mayoría de las empresas que producen de manera automatizada, tienen la necesidad de usar motores de corriente continua, ya que con este logran controlar el proceso de producción gracia a sus propiedades y atributos que caracterizan a los motores de corriente continua; al tener esta información se puede asegurar, que es inevitable la utilización de dispositivos arrancadores trifásicos en general con distintas tecnología de fabricación empleadas en aquellas empresas.

Se considera fundamental el uso de dispositivos que regulen el arranque de un motor de corriente continua, en donde el requerimiento de potencia de trabajo requerida exijan la utilización de este, como por ejemplo las empresas procesadoras de lácteos, embutidos, y cárnicos, así como también las empresas ensambladoras de utilitarios de cocina, y maquinarias de toda índole.

2.1.3. Contexto Micro.

En el ámbito provincial y local, luego a un análisis en varias empresas se pudo comprobar que se necesita elaborar un sistema de arranque que contribuya con el ahorro económico de manera que las empresas que usen los motores de corriente continua, tenga una reserva sustancial de dinero al momento de realizar un cambio de este tipo de dispositivo por razones de carácter técnico; todo esto se resalta debido a que los dispositivos que son necesarios para elaborar un arranque para los motores de corriente continua, tienen un elevado costo, razones suficiente para diseñar y elaborar de manera local y con un costo menor.

De esta manera se logrará contribuir con la creación de un modelo de arrancador trifásico con operación reversible de estado sólido, que va a ayudar con el aporte y al desarrollo de la provincia de Manabí y del Cantón Chone.

2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

¿Cómo contribuye un arranque trifásico con operación reversible en estado sólido para los motores de corriente directa?

2.3. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA.

2.3.1. CAMPO: Maquinas Eléctricas

2.3.2. ÁREA: Electrónica de Potencia.

2.3.3. ASPECTO.

- a) Arranque Trifásico con operación reversible en estado sólido.
- b) Motores de corriente directa.

2.3.4. PROBLEMA.

La falta de un Arranque Trifásico con operación reversible en estado sólido, aumenta las pérdidas en la industria productiva.

2.3.5. DELIMITACIÓN ESPACIAL.

Esta investigación se realizará en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Extensión Chone.

2.3.6. DELIMITACIÓN TEMPORAL.

El desarrollo de este proyecto se ejecutó en el segundo semestre del 2014.

2.4. INTERROGANTES DE LA INVESTIGACIÓN.

- a) ¿Qué es un arrancador trifásico?
- b) ¿Cuántos tipos de arrancadores trifásicos se catalogan?
- c) ¿Cómo diseñar y fabricar un arranque trifásico de estado sólido y operación reversible?
- d) ¿Qué es un motor trifásico de corriente continua?
- e) ¿Cómo funciona un motor trifásico de corriente continua?
- f) ¿De qué manera se instala el arranque trifásico de estado sólido y operación reversible en un motor trifásico de corriente continua?

3. JUSTIFICACIÓN

El proyecto que se propone se fundamenta en la necesidad de facilitar un sistema de arranque de estado sólido con un costo accesible para las empresas o fábricas que utilicen motores trifásicos para realizar un determinado trabajo, en donde el usuario requiere que el sistema de potencia sea lo suficientemente confiable, y capaz de soportar la carga de arranque, por la cual está diseñada a más de un sistema de monitoreo y fácil maniobra, lo que permite fundamentar la línea de investigación de los arrancadores para motores de corriente directa.

El desarrollo del proyecto del arranque, se reviste de **importancia** porque tendrá como esencia el poder adaptarse a los dispositivos adicionales que sirven para la visualización de los diferentes parámetros de funcionamiento de los motores de corriente continua, lo que permite el acoplamiento con cualquier dispositivo con características similares de aquellos que se puedan conseguir en las empresas que suministran estos elementos, favoreciendo la adaptación y modernidad.

Siendo oportuno el presente proyecto, se considera **original**, por cuanto nos existe en la biblioteca de la Universidad, investigación similar ya que se tiene pronosticado dar una solución a los diversos problemas que tiene al momento de arrancar estos tipos de motores debido a la alta concentración de corriente, es por esto, que el tema, tiene como **beneficiarios** a las empresas que tenga en función a estos motores, y mejor aún si es elaborado localmente, por lo que se abaratará su coste y mantenimientos en sus distintas etapas; por cuanto los sistemas actuales generan pérdidas al consumidor por sus elevados costos.

Las nuevas tecnologías otorgan un sinnúmero de alternativas para mejorar el control de los equipos que operan de manera complicada y con funciones adicionales lo que complica aún más su trabajo, es por eso que se debe tener pleno conocimiento del funcionamiento de los distintos dispositivos eléctricos y electrónicos para la elaboración de cualquier dispositivo de potencia y control.

Es **factible** el desarrollo del presente proyecto, ya que se posee los conocimientos básicos-técnicos, así como los recursos necesarios para su ejecución, además, porque se ha demostrado en diversos tópicos, que no solo lo importado por las grandes empresas es bueno, también lo hecho por personal idóneo de nuestra localidad es de buena calidad.

Es importante recalcar que mediante este diseño, se obtendrá una herramienta y/o equipo modelo **novedoso**, permitiendo ser utilizado en el futuro, en diferentes grupos de igual o similar características de motores para su demostración y posterior funcionamiento, por lo que el usuario podrá interpretar de manera clara, los distintos valores y parámetros de monitoreo para el motor y sus distintos elementos de control y así conseguir un correcto entendimiento de su funcionamiento.

Tomando en cuenta la intención del investigador en llevarla a cabo este proyecto, y en contar con un documento base para llevar a la práctica las observaciones y recomendaciones que se logren, se determina que se cumple con la **Misión** de la Universidad, al fomentar una formación académica, científica, tecnológica y humanista, con criterios de ética y valor que aportan decididamente al desarrollo de los habitantes de la zona Norte de Manabí, la Región y la República del Ecuador.

De igual manera, el desarrollo del Proyecto esta avalizado en la **Visión** de La Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, que es una Institución de Educación Superior moderna y líder en el campo de actividad académica-científica de profesionales especializados en quienes sobresalgan los conocimientos científicos, las practicas investigativas, los comportamientos éticos, los valores morales que se proyectan alcanzar los más altos estándares en calidad.

4. OBJETIVOS.

4.1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar y elaborar un prototipo de un arranque trifásico con operación reversible en estado sólido para motores de corriente directa, durante el segundo semestre del 2014.

4.1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- a) Describir que es un arrancador trifásico.
- b) Determinar los tipos de arrancadores trifásicos se catalogan.
- c) Modelar el diseño y fabricar un arranque trifásico de estado sólido y operación reversible.
- d) Detallar al motor trifásico de corriente continua.
- e) Especificar como funciona un motor trifásico de corriente continua.
- f) Especificar el método para instalar el arranque trifásico de estado sólido y operación reversible en un motor trifásico de corriente continua.

CAPITULO I

5. MARCO TEÓRICO.

5.1. Disyuntor o interruptor eléctrico.- Un disyuntor es un interruptor que puede ser manual o automático magneto-térmico, capaz de permitir o interrumpir el circuito eléctrico, según el funcionamiento o ante un aumento de la intensidad de corriente o frente a un cortocircuito.

Los interruptores eléctricos, son dispositivos que sirven para desviar u obstaculizar el flujo de corriente eléctrica. Van desde un simple interruptor que apaga o enciende un foco, hasta un complicado selector de transferencia automático de múltiples capas controladas por ordenadores.

Los materiales empleados para su fabricación dependen de la vida útil del interruptor, lo que para la mayoría de los interruptores domésticos se emplea una aleación de latón o aluminio para resistir la corrosión. Cuando se requiere una pérdida mínima se utiliza cobre puro debido a su alto factor de conductividad eléctrica. Para interruptores donde se requiera la máxima confiabilidad se utilizan contactos de cobre pero se aplica un baño con un metal más resistente al óxido como el estaño.

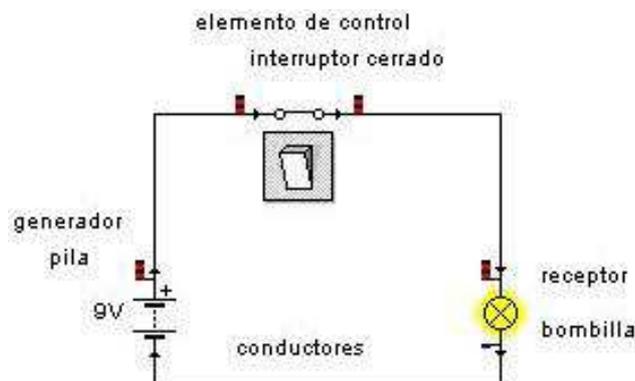


Fig. 1 funcionamiento del interruptor simple.

5.1.1. Partes que forman un interruptor.- Los componentes de un interruptor son:

- a) Actuantes, al accionarlos, abren o cierran un circuito.
- b) Pulsadores o momentáneos, requiere un operador que mantenga la presión sobre el actuante para que los contactos estén unidos.
- c) Cantidad de polos, es la cantidad de circuitos individuales que controla un interruptor; esos circuitos pueden ser de diferente voltaje.
- d) Cantidad de vías, un interruptor tiene diferentes posiciones en cada una de ellas realiza una acción diferente, p.ej. el de una sola vía es el utilizado para encender una lámpara, en una posición está encendida en otra se apaga.

Los interruptores se pueden clasificar mediante sus tipos y operatividad, entre ellos tenemos:

- a) Interruptores Basculante: Cuentan con una palanca que opera como actuante a manera de bascula, de ahí su nombre. Debe ser movilizada hacia una posición determinada con el fin de que se observe una transformación en el estado del contacto. En el mercado existen varios modelos de estos interruptores, con o sin luz piloto y varios colores, simples o conmutados.¹



Figura 2 interruptor basculante simple

¹ http://www.diotronic.com/componentes-mecanicos/interruptores/conmutadores-basculantes_p_189.aspx

b) Interruptor de pulsador: Como su nombre lo refiere, esta clase de interruptor está elaborado por un botón, el cual debe ser pulsado o presionado con el objetivo de que el estado del contacto sea modificado, en otras palabras, pasar de normalmente abierto a normalmente cerrado en un caso y en otro normalmente cerrado ha normalmente abierto en otro caso.²



Figura 3 de un interruptor d tipo pulsador

c) Interruptor rotativo: Dispone de un eje, el cual debe ser rotado hacia una postura específica con el propósito de que se observe un cambio en el estado del contacto.

d) Interruptor termo magnético: Se refiere a dos métodos de resguardo, en el primero el interruptor es apagado automáticamente en caso de presentarse un cortocircuito, en el segundo, hace referencia a la desactivación del interruptor cuando se produce una sobrecarga de corriente eléctrica.



Figura 4 de interruptores ferromagnético

e) Reed Switch: un interruptor ubicado en una cápsula de vidrio. Se activa cuando descubre un campo magnético.

² <http://www.shoptronica.com/interruptores-pulsadores-de-boton/1270-pulsador-de-panel-30x18mm-boton-cuadrado.html>

- f) Interruptor centrífugo: Es activado o desactivado cuando se expone a una fuerza de carácter centrífugo.
- g) Interruptores de transferencia: se basa en un traspaso de la carga de un circuito hacia otro cuando se presenta una falla de energía.
- h) Interruptor DIP: constan de un conjunto de pequeños interruptores ligados entre sí, constituyendo una doble línea de contactos.
- i) Interruptor de Mercurio: está compuesto por una pequeña dosis de mercurio ubicada en un conducto de vidrio. Es empleado con el fin de hallar inclinación.
- j) Interruptor diferencial o disyuntor: se caracteriza por interrumpir la corriente eléctrica cuando las personas se encuentran en peligro por falta de aislamiento.³



Fig. 5 figura del interruptor disyuntor.

5.1.2. Interruptores magnéticos (Contactor Relej).- Según Molina, Un Contactor es un dispositivo con capacidad de cortar la corriente eléctrica de un receptor o instalación con la posibilidad de ser accionado a distancia, que tiene dos posiciones de funcionamiento: una estable o de reposo, cuando no recibe

³ <http://bricos.com/2013/03/interruptores-electricos-clasificacion-y-componentes/>

acción alguna por parte del circuito de mando, y otra inestable, cuando actúa dicha acción. Este tipo de funcionamiento se llama de "todo o nada".

5.1.3. Clasificación.- La clasificación es dada en base a su función y construcción.

- a) **Contactores electromagnéticos.** Su accionamiento se realiza a través de un electroimán.
- b) **Contactores electromecánicos.** Se accionan con ayuda de medios mecánicos.
- c) **Contactores neumáticos.** Se accionan mediante la presión de un gas.
- d) **Contactores hidráulicos.** Se accionan por la presión de un líquido.

5.1.4. Constitución de un Contactador electromagnético.- Varía según la marca del proveedor o fabricante.

- a) **Contactos principales.** Son los destinados a abrir y cerrar el circuito de potencia. Están abiertos en reposo.
- b) **Contactos auxiliares.** Son los encargados de abrir y cerrar el circuito de mando. Están acoplados mecánicamente a los contactos principales y pueden ser abiertos o cerrados.
- c) **Bobina.** Elemento que produce una fuerza de atracción (FA) al ser atravesado por una corriente eléctrica. Su tensión de alimentación puede ser de (12, 24 y 220)V de corriente alterna, siendo la de 220V la más usual.
- d) **Armadura.** Parte móvil del Contactador. Desplaza los contactos principales y auxiliares por la acción (FA) de la bobina.
- e) **Núcleo.** Parte fija por la que se cierra el flujo magnético producido por la bobina.
- f) **Resorte.** Es un muelle encargado de devolver los contactos a su posición de reposo una vez cesa la fuerza FA.

5.1.5. Funcionamiento del Contactor.- A los contactos principales se conectan al circuito que se quiere gobernar. Asegurando el establecimiento y cortes de las corrientes principales y según el número de vías de paso de corriente, será bipolar, tripolar, tetrapolar, etc. realizándose las maniobras simultáneamente en todas las vías.

Los contactos auxiliares son de dos clases abiertos y cerrados. Estos forman parte del circuito auxiliar del Contactor y aseguran las auto alimentaciones, los mandos, enclavamientos de contactos y señalizaciones en los equipos de automatismo. Cuando la bobina del Contactor queda excitada por la circulación de la corriente, mueve el núcleo en su interior y arrastra los Contactor principales y auxiliares, estableciendo a través de los polos el circuito entre la red y el receptor. Este arrastre o desplazamiento puede ser:

Por rotación, pivote sobre su eje; Por traslación, deslizándose paralelamente a las partes fijas; Combinación de movimientos, rotación y traslación. Cuando la bobina deja de ser alimentada, abre los contactos por efecto del resorte de presión de los polos y del resorte de retorno de la armadura móvil.

La bobina está concebida para resistir los choques mecánicos provocados por el cierre y la apertura de los contactos y los choques electromagnéticos debidos al paso de la corriente por sus espiras, con el fin de reducir los choques mecánicos la bobina o circuito magnético, a veces los dos se montan sobre amortiguadores. Cuando se debe gobernar desde diferentes puntos, los pulsadores de marcha se conectan en paralelo y el de parada en serie.

5.1.6. Simbología y referenciado de bornes.- Los bornes de conexión de los contactores se nombran mediante cifras o códigos de cifras y letras que permiten identificarlos, facilitando la realización de esquemas y las labores de cableado.

- a) Los **contactos principales** se referencian con una sola cifra, del 1 al 16.
- b) Los **contactos auxiliares** están referenciados con dos cifras. Las cifras de unidades o cifras de función indican la función del contacto:
 - 1 y 2, contacto normalmente cerrados (NC).
 - 3 y 4, contacto normalmente abiertos (NA).
 - 5 y 6, contacto de apertura temporizada.
 - 7 y 8, contacto de cierre temporizado.

La cifra de las decenas indica el número de orden de cada contacto en el Contactor. En un lado se indica a qué Contactor pertenece.

- c) Las **bobinas** de un Contactor se referencian con las letras A1 y A2. En su parte inferior se indica a qué Contactor pertenece.
- d) El Contactor se denomina con las letras **KM** seguidas de un número de orden.

5.1.7. Elección de un Contactor electromagnético.- Es necesario conocer las siguientes características de la carga a ser controlada:

- a) La tensión nominal de funcionamiento, en voltios (V).
- b) La corriente de servicio (Ie) que consume, en amperios (A).
- c) La naturaleza y la utilización de la carga, o sea, su categoría de servicio.

Categoría de servicio	Ic / Ie	Factor de potencia
AC1	1	0,95
AC2	2,5	0,65
AC3	1	0,35
AC4	6	0,35

- d) La **corriente cortada**, que depende del tipo de categoría de servicio y se obtiene a partir de la corriente de servicio, amperios (A).

5.1.8. Los pasos a seguir para la elección de un Contactor.- para la correcta elección de un Contactor se puede seguir unos parámetros básico con el fin de tener en cuenta ciertos datos a la hora de comprar un elemento tan imprescindible como el Contactor, entre los son los siguientes:

Obtener la corriente de servicio (I_e) que consume la carga, a partir del tipo de carga, seguidamente, sacar la categoría de servicio, a si mismo, de la categoría de servicio elegida, conseguir la corriente de corte (I_c) con la que se obtendrá el calibre del contador.

Además, hay que considerar la condición del factor de potencia, ya que, en el caso de los circuitos de alumbrado con lámparas de descarga (vapor de mercurio, sodio,...) con factor de potencia 0,5 (sin compensar), su categoría de servicio es AC3, aunque por su naturaleza debería ser AC1. Mientras que si estuviera compensado a 0,95, su categoría sería AC1.

5.1.9. Aplicaciones.- Las aplicaciones de los contactores, en función de la categoría de servicio, son:

Categoría de servicio	Aplicaciones
AC1	Cargas puramente resistivas para calefacción eléctrica,...
AC2	Motores asíncronos para mezcladoras, centrífugas,...
AC3	Motores asíncronos para aparatos de aire acondicionado, compresores, ventiladores,...
AC4	Motores asíncronos para grúas, ascensores,...

Tabla 1 de categorización del uso del Contactor

5.1.10. Control de encendido con Contactor para motores eléctricos.- Al realizar esta operación se debe tener en cuenta el proceso por el cual un motor

entra en funcionamiento una vez que se energice sus bobinas y forme el campos magnético, para ello se demuestra mediante el diagrama de conexión la forma elemental en que se debe proponer los elementos para su correcto funcionamiento.

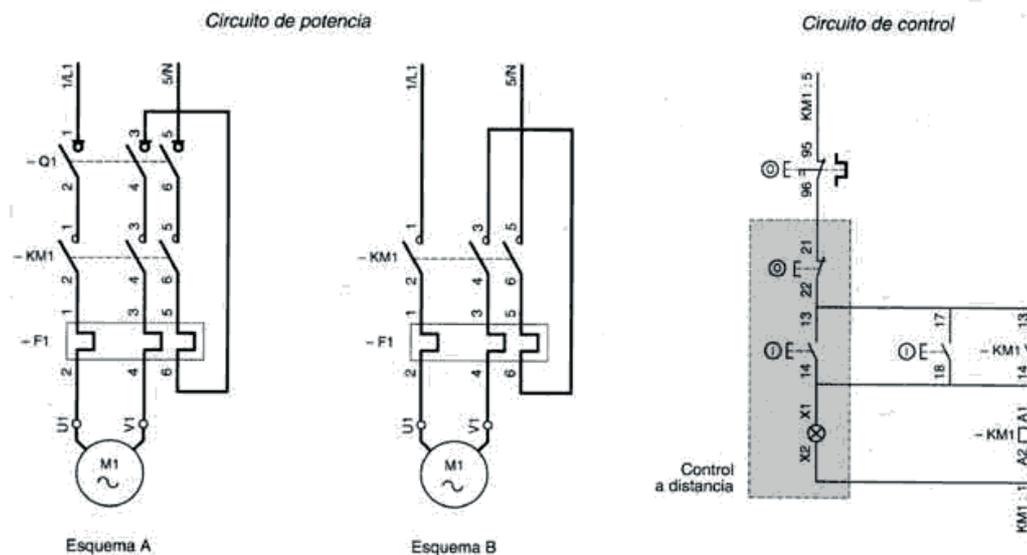


Figura 6 del esquema de conexión para el motor

Se observa dos clases de conexión del circuito de potencia, en el diagrama A se especifica la implementación de un relej térmico, conectado en serie con el Contactor y en el diagrama B lo suprime, además de aquello se provee el diagrama de conexión del sistema de control.

5.1.11. Tipos de arranques para motores eléctricos.- Arranque de motores eléctricos. Régimen transitorio en el que se eleva la Velocidad del mismo desde el estado de Motor detenido hasta el de motor girando a la velocidad de régimen permanente. El conjunto que se pone en marcha es inercial y disipativo, incluyendo en este último concepto a las cargas útiles, pues consumen Energía.⁴

Es importante la elección correcta de las características de los motores eléctricos y arrancadores a instalar están basados en el conocimiento de las particularidades de

⁴ http://www.ecured.cu/index.php/Arranque_de_motores_el%C3%A9ctricos

éste régimen transitorio. El comportamiento dinámico del conjunto motor-maquina accionada está regido por la siguiente ecuación diferencial:

$$T_m - T_r = J \times dw/dt.$$

Donde:

T_m : es el par motor,

T_r : el par resistente,

J : es el momento de inercia del conjunto motor-maquina accionada y

W : es la velocidad angular de dicho conjunto.

Para que el conjunto comience a girar se necesita que el par motor supere al par resistente, de manera de generar una aceleración angular de arranque. El proceso de arranque finaliza cuando se equilibra el par motor con el par resistente, estabilizándose la velocidad de giro del motor.

Los dispositivos de arranque pueden ser de operación manual o por contactores. Estos últimos permiten efectuar el mando a distancia del motor con cables de secciones pequeñas (sólo se requiere la corriente necesaria para la bobina del Contactor), lo que facilita el accionamiento y diseño del dispositivo de control por trabajar con intensidades reducidas.

La manera más sencilla de arrancar un motor de jaula es conectar el estator directamente a la línea, (Arranque directo a línea) en cuyo caso el motor desarrolla durante el arranque el par que señala su característica par-velocidad. En el instante de cerrar el Contactor del estator, el motor desarrolla el máximo par de arranque y la corriente queda limitada solamente por la impedancia del motor. A medida que el motor acelera, el deslizamiento y la corriente disminuyen hasta que se alcanza la velocidad nominal.⁵

El tiempo que se necesita para ello depende de la carga impuesta a la máquina, de su inercia y de su fricción. La carga de arranque no afecta al valor de la corriente

⁵ http://www.ecured.cu/index.php/Arranque_de_motores_el%C3%A9ctricos

de arranque sino simplemente a su duración. En cualquier motor de jaula, la corriente y el par dependen solo del deslizamiento. Cuando un motor de jaula se conecta directamente a la línea en vacío, según su potencia, puede adquirir la velocidad nominal en un segundo. Cuando la maquina arranca con carga de poca inercia, el tiempo de arranque del mismo motor podría aumentar a 5 ó 10 segundos, la sencillez del arranque directo hace posible el arranque con un simple Contactor, por lo que suele efectuar rara vez mediante arrancador manual.

Los arrancadores automáticos comprenden el Contactor trifásico con protección de sobrecarga y un dispositivo de protección de sobrecarga de tiempo inverso. El arranque y la parada se efectúan mediante pulsadores montados sobre la caja, pudiéndose también disponer de control remoto si fuera necesario.

5.1.12. Arranque estrella-triángulo.- Se trata de un método de arranque basado en las distintas relaciones de la tensión de línea y la compuesta, a la tensión de fase que representan los acoplamientos trifásicos estrella-triángulo. En consecuencia, el método solo será aplicado a motores trifásicos alimentados por una red trifásica cuyo devanado estatórico presente sus seis bornes accesibles.

Esta solución no solo permite la utilización del motor con dos tensiones distintas, que estén en la relación, sino, también, el arranque del motor, normalmente previsto para trabajar con la conexión triángulo a la tensión nominal, con una tensión reducida.

A base, pues, de un simple cambio de conexión de las fases de devanado estatórico, se tiene la posibilidad de reducir la tensión aplicada al motor en la puesta en marcha, limitando consecuentemente el golpe de corriente de arranque, en este simple principio está basado el método de arranque estrella-triángulo.⁶

⁶ http://www.ecured.cu/index.php/Arranque_de_motores_el%C3%A9ctricos

Normalmente, la puesta en servicio y el cambio de conexión se realiza mediante un conmutador manual rotativo de tres posiciones: paro–estrella–triángulo, si bien se refiere hoy en día confiar esta maniobra a dispositivos automáticos a base de tres contactores y un temporizador que fija el tiempo del cambio de la conexión estrella a la conexión triángulo a partir del instante de iniciarse el ciclo de arranque.

Se obtienen así las mejores características posibles del ciclo de arranque, a tenor del momento de inercia y del par resistente de la máquina, con valores de la corriente transitoria en la conexión triángulo más limitados. En motores trabajando gran parte de su tiempo de servicio con un par reducido por bajo de un tercio de su par nominal, puede ser interesante el utilizar en estos periodos la conexión estrella, mejorándose con ello el rendimiento y, sobre todo, el factor de potencia.

5.1.13. Arranque por autotransformador.- Este método utiliza un autotransformador para reducir la tensión en el momento del arranque, intercalado entre la red y el motor. En este caso se le aplica al motor la tensión reducida del autotransformador y una vez el motor en las proximidades de su velocidad de régimen se le conecta a la plena tensión de la red quedando el autotransformador fuera de servicio.

5.1.14. Arranque Wauchope.- El arranque wauchope es una modificación del arranque estrella–triángulo. Introduce una resistencia al cambiar de la posición estrella a la de triángulo, evitando los picos de corriente. Además de no desconectar el motor de la línea durante la conmutación, proporciona un impulso adicional de aceleración. Este método de arranque no solamente evita los transitorios de corriente, sino que logra un par continuo durante el periodo de arranque sin disminución de la velocidad durante la conmutación.

5.1.15. Arranque mediante resistencias en el estator.- Este método de arranque consiste en conectar el motor a la línea mediante una resistencia en serie en cada una de las fases. La resistencia se puede graduar en secciones para limitar la corriente de arranque a un valor pretendido según las normas de la compañía y el par que necesita la máquina de carga.

Los arrancadores de resistencias manuales de diferentes posiciones son normalmente del tipo de disco. En los arrancadores de Contactor se puede disponer uno de estos para obtener una aceleración adicional cortocircuitando la resistencia de arranque.

Cuando se necesita un arranque suave y gran par de arranque se puede conseguir esto mediante una resistencia única en cada una de las fases del estator. Cuando la resistencia tiene varios terminales se puede elegir el par de arranque mediante la posición del selector de las resistencias. Este método se emplea con motores de jaula de ascensores pequeños, donde, debido a la corta duración del periodo de carga, la resistencia se deja a menudo permanentemente al circuito.

5.1.16. Arranque mediante resistencias en el rotor.- Para este tipo de arranque se ha de utilizar un motor con el rotor bobinado. Se trata de conectar a las bobinas del rotor unas resistencias en serie y cortocircuitadas a su salida. En el primer tiempo se conectan todas las resistencias, en el segundo se elimina la mitad de las resistencias y en el tercero se cortocircuitan las bobinas del rotor funcionando el motor a su plena tensión como si fuera una jaula de ardilla.

5.1.17. Arranque por bobina.- A veces se emplea también el arranque por bobina aunque ésta no se pueda dividir fácilmente en secciones. Las características de arranque son muy parecidas a las del arranque por resistencias estático, pero el aumento de tensión en bornes a medida que el motor va adquiriendo la velocidad de sincronismo, lo que produce un mayor par máximo.

Un bajo factor de potencia del motor en el arranque da lugar a una resistencia más pequeña de la bobina para una reducción dada de la tensión con rotor parado, que la que se obtiene con resistencia estático. A medida que la velocidad del motor aumenta no solamente disminuye la corriente, sino que el factor de potencia aumenta y la tensión que cae de la bobina se desfasa con respecto a la caída de tensión en el motor, a medida que el motor va adquiriendo la velocidad nominal, mientras que la tensión en Bornes y el par aumenta por encima del valor que se obtiene con arranque o resistencia para las mismas condiciones iniciales.

5.1.18. Arranque de dos velocidades.- Son motores trifásicos con dos devanados separados normalmente conectados cada uno en estrella y teniendo también cada uno de ellos distinto número de polos para obtener una velocidad por cada bobinado. Estos tipos de motores solo se pueden conectar a una tensión y solamente se puede realizar el tipo de arranque directo.

También se pueden utilizar motores en conexión Dahlander que consiste en un bobinado en triángulo con seis salidas: las tres de la conexión triángulo y una más por cada bobina que parte del centro de la misma. La primera velocidad se conecta el motor en estrella y las otras salidas se dejan libres, y la velocidad rápida consiste en conectar la tensión a través de las conexiones nuevas y conectando en estrella las conexiones del triángulo. La velocidad rápida es el doble que la velocidad lenta.

5.1.19. Arranque de tres velocidades.- Estos motores tienen dos devanados que son. Uno independiente y otro en conexión Dahlander. La primera velocidad es la primera de la conexión Dahlander, la segunda es la del devanado independiente y la velocidad rápida es la segunda de la conexión Dahlander.⁷

⁷ http://www.ecured.cu/index.php/Arranque_de_motores_el%C3%A9ctricos.

5.2. Motores de corriente directa.- Según lo expresado por GARCÍA, da a conocer que: “Un pequeño motor común de corriente directa (C.D.) basa su funcionamiento en el rechazo que se produce entre el campo magnético que rodea al electroimán del rotor y el campo magnético de un imán permanente colocado de forma fija en el cuerpo del motor”.⁸

Para entender mejor se explican las características de los imanes permanentes y de los electroimanes, en la mayoría de los casos un imán se compone de una pieza completamente metálica u obtenida mediante un proceso de pulvi metalurgia, en otro de los casos es no tiene características metálicas.

Puede tener sección redonda, cuadrada, o rectangular y forma recta, curva, en herradura o semi herradura con diferentes longitudes. Su principal propiedad es que posee magnetismo permanente y polaridad diferente en cada uno de sus extremos, siendo el sentido de las líneas de fuerza del campo magnético del imán parten siempre desde el polo norte “N” al polo sur “S”.

Los imanes permanentes pueden tener formas tan diferentes: Cuadrada, Rectangular, Redonda, Con forma de herradura, Con forma de semi herradura, por lo que a uno de los extremos del imán le corresponde el polo norte y al otro, el polo sur. Su característica principal radica en que puede atraer algunos metales, así como a otro imán que le enfrentemos, cuando los polos magnéticos son diferentes.

Esta máquina de corriente continua es una de las más versátiles en la industria. Su fácil control de posición, par y velocidad la han convertido en una de las mejores opciones en aplicaciones de control y automatización de procesos. Pero con la llegada de la electrónica su uso ha disminuido en gran medida, pues los motores

⁸ García J. (2012). Así funciona el motor de corriente continua. Agosto 12, 2014, de Asifunciona.com Sitio web:
http://www.asifunciona.com/electrotecnia/af_motor_cd/af_motor_cd_2.htm

de corriente alterna, del tipo asíncrono, pueden ser controlados de igual forma a precios más accesibles para el consumidor medio de la industria.

A pesar de esto los motores de corriente continua se siguen utilizando en muchas aplicaciones de potencia (trenes y tranvías) o de precisión (máquinas, micro motores, etc.) y ahora en más siendo usados en toda la rama de la electrónica, cuando en robótica se emplea.

Un motor eléctrico de Corriente Continua es esencialmente una máquina que convierte energía eléctrica en movimiento o trabajo mecánico, a través de medios electromagnéticos.

5.2.1. Fundamentos de operación de los motores eléctricos.-

En magnetismo se conoce la existencia de dos polos: polo norte (N) y polo sur (S), que son las regiones donde se concentran las líneas de fuerza de un imán. Un motor para funcionar se vale de las fuerzas de atracción y repulsión que existen entre los polos.

De acuerdo con esto, todo motor tiene que estar formado con polos alternados entre el estator y el rotor, ya que los polos magnéticos iguales se repelen, y polos magnéticos diferentes se atraen, produciendo así el movimiento de rotación que dependiendo de la fuerza magnética es el torque desarrollado.

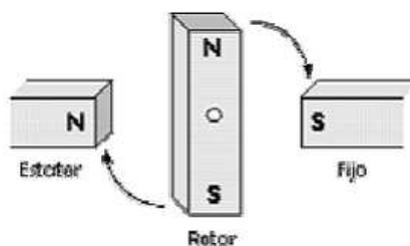


Figura del proceso magnético

Un motor eléctrico opera primordialmente en base a dos principios: El de inducción, descubierto por Michael Faraday en 1831; que señala, que si un

conductor se mueve a través de un campo magnético o está situado en las proximidades de otro conductor por el que circula una corriente de intensidad variable, se induce una corriente eléctrica en el primer conductor, y el principio que André Ampère que observó en 1820, en el que establece: que si una corriente pasa a través de un conductor situado en el interior de un campo magnético, éste ejerce una fuerza mecánica o f.e.m. (fuerza electromotriz), sobre el conductor.

El movimiento giratorio de los motores de C.C. se basa en el empuje derivado de la repulsión y atracción entre polos magnéticos. Creando campos constantes convenientemente orientados en estator y rotor, se origina un par de fuerzas que obliga a que la armadura (también le llamamos así al rotor) gire buscando "como loca" la posición de equilibrio.

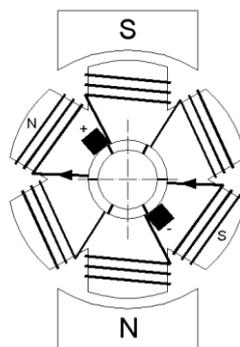


Figura de armado de los polos magnéticos de un motor de cd

Gracias a un juego de conexiones entre unos conductores estáticos, llamados escobillas, y las bobinas que lleva el rotor, los campos magnéticos que produce la armadura cambian a medida que ésta gira, para que el par de fuerzas que la mueve se mantenga siempre vivo.

Utilización de los motores de corriente directa [C.D.] o corriente continua [C.C.]
Se utilizan en casos en los que es importante el poder regular continuamente la velocidad del motor, además, se utilizan en aquellos casos en los que es imprescindible utilizar corriente directa, como es el caso de motores accionados por pilas o baterías. Este tipo de motores debe de tener en el rotor y el estator el mismo número de polos y el mismo número de carbones.

5.2.2. Tipología de los motores de corriente directa.- Los motores de corriente directa pueden ser de tres tipos según como se lo emplee en la producción y las características esenciales que en el exista, entre ellos tenemos los del tipo SERIE, PARALELO, COMPOUND.

a) Motor Serie.- Es un tipo de motor eléctrico de corriente continua en el cual el devanado de campo (campo magnético principal) 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.

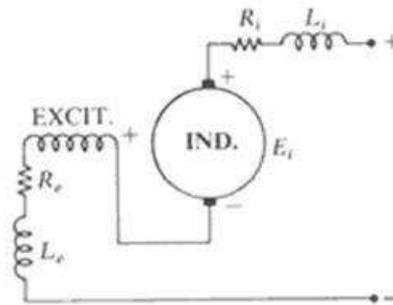


Figura de conexión interna de un motor serie de cd

b) Motor Shunt o Motor Paralelo.- 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.

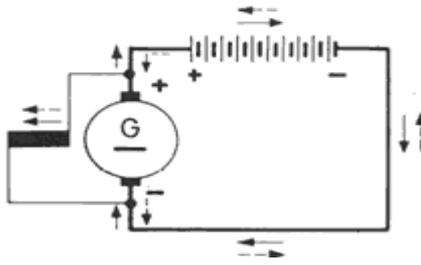


Figura de conexión interna de un motor paralelo de cd

c) **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. Los motores de corriente continua compound son algunas veces utilizados donde se requiera una respuesta estable de par constante para un rango de velocidades amplio.

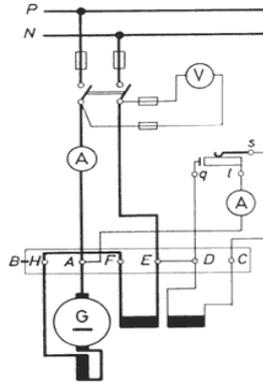


Figura de conexión interna de un motor compuesto de cd

5.2.3. Partes de un Motor de Corriente Continua.- Las partes fundamentales de un motor de corriente continua son:

a) 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.



Figura del estator de un motor de cd

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



Figura del inducido o rotor de un motor de cd

c) **Escobillas.-** Normalmente son dos tacos de grafito que hacen contacto con las bobinas del rotor a medida que éste gira, la conexión se conmuta entre unas y otras bobinas, y debido a ello se producen chispas que generan calor. Las escobillas se fabrican normalmente de grafito, y su nombre se debe a que los primeros motores llevaban en su lugar unos paquetes hechos con alambres de cobre dispuestos de manera que al girar el rotor "barrían", como pequeñas escobas, la superficie sobre la que tenían que hacer contacto.

d) **Colector:** Los contactos entre escobillas y bobinas del rotor se llevan a cabo intercalando una corona de cobre partida en sectores. El colector consta a su vez de dos partes básicas:

➤ **Delgas.-** Son los sectores circulares, aisladas entre sí, que tocan con las escobillas y a su vez están soldados a los extremos de los conductores que conforman las bobinas del rotor.

➤ **Micas.-** Son láminas delgadas del mismo material, intercaladas entre las delgas de manera que el conjunto forma una masa compacta y mecánicamente robusta.

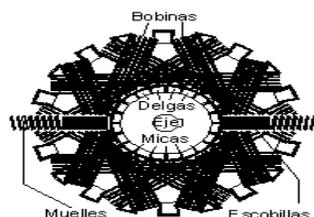


Figura de corte transversal de un motor de cd

Una vez analizado el fundamento de cómo es que funcionan y se mueven los motores de C.C., es fácil intuir que la velocidad que alcanzan éstos dependen en gran medida del equilibrio entre el par motor en el rotor y el par antagonista que presenta la resistencia mecánica en el eje.

d) Excitación.- Se denomina con este término, a la forma de conectar las bobinas del estator, es lo que se define cuando de motor se habla, al tipo de excitación que se aplica. Podemos distinguir entre:

➤ **Independiente.-** Los devanados del estator se conectan totalmente por separado a una fuente de corriente continua, y el motor se comporta exactamente igual que el de imanes permanentes. En las aplicaciones industriales de los motores de C.C. es la configuración más extendida.

➤ **Serie.-** Consiste en conectar el devanado del estator en serie con el de la armadura. Se emplea cuando se precisa un gran par de arranque, y precisamente se utiliza en los automóviles. Los motores con este tipo de excitación se empujan en ausencia de carga mecánica. Los motores con esta configuración funcionan también con corriente alterna.

➤ **Paralelo.-** Estator y rotor están conectados a la misma tensión, lo que permite un perfecto control sobre la velocidad y el par.

➤ **Compound.-** Del inglés, compuesto, significa que parte del devanado de excitación se conecta en serie, y parte en paralelo. Las corrientes de cada sección pueden ser aditivas o sustractivas respecto a la del rotor, lo que da bastante juego, pero no es este el lugar para entrar en detalles al respecto.

5.2.4. Velocidad del motor de corriente continua.- La configuración más popular es la de excitación independiente, y a ella se refieren las dos expresiones que vienen a continuación:

a) La velocidad es proporcional al valor de la tensión media de C.C. esto es válido siempre que se mantengan constantes, las condiciones de excitación y el par mecánico resistente.

b) El valor de la tensión media aplicada a las conexiones de la armadura del motor se distribuye fundamentalmente de la forma:

$$U = (R \times I) + E$$

U: Tensión media aplicada.

R x I: Caída de tensión debida a la corriente que circula por el inducido.

E: Fuerza contra electromotriz inducida (velocidad).

Según el literal (a), la velocidad se puede variar empleando rectificadores controlados para proporcionarle en todo momento la tensión media adecuada. Para medir su velocidad podemos emplear, según el literal (b), un método alternativo a la del dinamo tacométrica y que consiste en restar a la ecuación expresada anteriormente a la caída de tensión (RxI) en la resistencia de las bobinas de armadura, (con amplificadores operacionales) quedándonos solo con el valor correspondiente a la fuerza contra electromotriz (E), muestra directa de la velocidad.

En nuestro entorno, tendemos a pensar que allá donde encontremos motores de corriente continua es muy posible que sea debido a la necesidad de tener que poder variar la velocidad de forma sencilla y con gran flexibilidad.

5.2.5. Caja de bornes.- a diferencia de un motor de corriente alterna, el bornero de un motor de C.C. suele proporcionar dos parejas de conexiones, una para la excitación, y otra para la armadura. Al tratarse de devanados para corriente continua sus bornes estarán coloreados, habitualmente de rojo y negro.

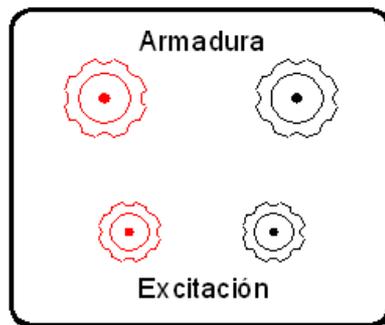


Figura de conectores de tipo bornera para motores de cc

Las tomas de estator y rotor deben ir debidamente diferenciadas, pero aún sin señales puede distinguirse entre unas y otras porque las de la armadura son de sección sensiblemente mayor.

5.2.6. Arranque, parada y reversa electrónica para motores de corriente continua.-

5.2.7. Arrancadores.- Muchos motores de cd se arrancan directo de la línea, como se muestra en la figura 12-26. Éste es el método que produce el máximo par de arranque y la aceleración más rápida; pero hay algunos casos en los que el motor no puede ser arrancado con seguridad en esta forma, porque el pico de corriente dura demasiado.⁹

Esto sucede cuando la carga tiene mucha inercia rotacional, el rotor mismo del motor tiene gran inercia, o ambas cosas. La inercia grande tiende a presentarse en los motores grandes. Así, como regla general, es probable que los motores grandes necesiten circuitos especiales de arranque, y no los motores pequeños.

⁹ MALONEY. T. *Electrónica industrial moderna 5^a edición, arranque paro y reversa (579-588)*, PEARSON EDUCACIÓN, México, 2006

Hay dos clases de circuitos de arranque para limitar el pico inicial de corriente en la armadura de un motor de cd:

- a) Circuitos que aumentan el voltaje aplicado V_A en forma gradual.
- b) Circuitos que intercalan resistor(es) limitador(es) en serie con la armadura, y después los desconectan a medida que el motor acelera.

La primera clase de circuitos de arranque usa uno o más SCR con un circuito de control de compuerta, que cambia en forma gradual el momento de disparo y con ello eleva el valor promedio de V_A . Como muestra la figura 12-35, el devanado de campo en derivación está activado por un voltaje estable de línea de cd.

Si hay un reóstato en el circuito del campo, debe ponerse en 0 _ antes de aplicar la corriente a la armadura. Eso hace que I_F sea la máxima posible, proporcionando una densidad de flujo máxima y un par máximo por ampere de corriente de armadura.

Cuando se cierra el interruptor SW para energizar la armadura, el circuito de control de compuerta dispara el SCR, para que entregue un voltaje aplicado V_A pequeño. A continuación eleva V_A en forma gradual.

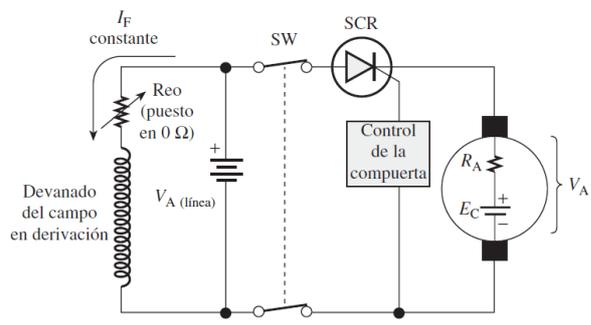


Figura de un arranque electrónico para motores cc.

Un ejemplo de circuito de arranque de resistor conmutado se ve en la figura 12-36. Cuando el interruptor principal se cierra, V_A (línea) se aplica al devanado del

campo en derivación. En el caso normal se cierra inicialmente el contacto (N.C.) del relevador $RA2-2$ en el escalón 2, por lo que el reóstato está en cortocircuito. Eso garantiza los valores máximos posibles de IF y de la intensidad del campo magnético B .

Un detector térmico de sobrecarga (OL) se conecta en serie con la armadura, en el escalón 3. Mientras no esté sobrecalentado, no habrá *disparado* el contacto OL (N.C.) en el escalón 5. Por consiguiente, el escalón 5 se conecta al interruptor de botón N.C. llamado PARO.

Si PARO no se acciona mecánicamente, permanece cerrado. Cuando el operador humano acciona el interruptor normalmente abierto (N.A.), de botón, llamado ARRANQUE, se energiza la bobina MS del arrancador de motor. Se queda en el estado energizado mediante su contacto $MS-2$ de servicio ligero en el escalón 6, en paralelo con el botón ARRANQUE, N.A. En el escalón 3, cuando el contacto N.A. de servicio rudo $MS-1$ se cierra, la corriente irrumpe en la armadura como se ve en la figura 12-36(b), pero se limita con los resistores de arranque $R1$ y $R2$, además de en las resistencias de devanado RA y R_{inter} , de valor bajo. Por consiguiente, $IA(\text{arranque})$ se limita a un valor seguro.

El rotor comienza a girar y la armadura comienza a generar fuerza contraelectromotriz EC , limitando más IA . Esto se ve con claridad en las gráficas de la figura 12-36(b). Pocos segundos después se cierra el contacto de retardo $MS-3$ del escalón 7. Eso energiza la bobina de $RA1$, relevador de aceleración #1.

El contacto instantáneo $RA1-1$ cierra el escalón 4, rodeando el resistor $R1$ limitador de corriente. Por consiguiente IA irrumpe de nuevo y el rotor tiene una ráfaga de aceleración. La figura 12-36(b) muestra esta respuesta. Algunos segundos después se cierra el contacto de retardo $RA1-2$ en el escalón 8 y energiza la bobina $RA2$. El contacto de servicio rudo $RA2-1$ en el escalón 4 se cierra y saca a $R2$ de la trayectoria de la corriente de armadura. IA aumenta de nuevo y el

motor acelera hasta la velocidad de plena marcha, como se indica en la figura 12-36(b).

Si R_{reo} se hubiera ajustado antes a un valor distinto de cero, la abertura del contacto N.C. $RA2-2$ pone la resistencia en serie con el devanado del campo en derivación. El ajuste de R_{reo} determina la velocidad de funcionamiento del motor, por su efecto sobre la densidad de flujo B . Para un motor configurado en derivación, un B más débil (menor corriente de campo IF) da como resultado mayor velocidad del eje.

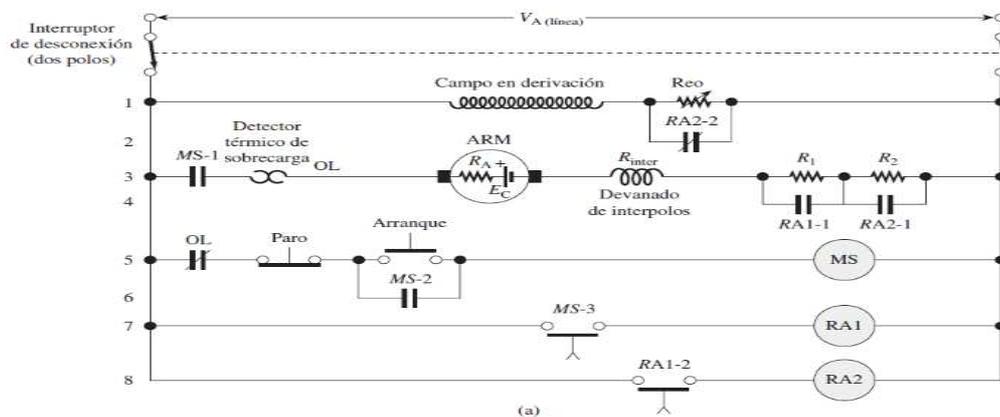


Figura de un circuito de arranque de motor con limitador de corriente, retardo de tiempo y protección de sobrecarga, formado por relevadores electromagnéticos.

5.2.8. Paro de marcha del motor de c.c.- Hay cuatro formas elementales de parar un motor:

1. Desconectar la corriente y dejarlo que se pare solo.
2. Desconectar la corriente y aplicar frenos de fricción mecánica.
3. Frenado dinámico.
4. Frenar con reversa o contramarcha.

Los métodos 1 y 2 se explican solos. Sin embargo, se debe tener en cuenta que cuando se desconecta la corriente, deben desconectarse al mismo tiempo la

armadura y el campo en derivación, o si no, primero debe desconectarse la armadura y después el campo en derivación. No se puede invertir el orden: primero desconectar el campo y en segundo lugar la armadura.

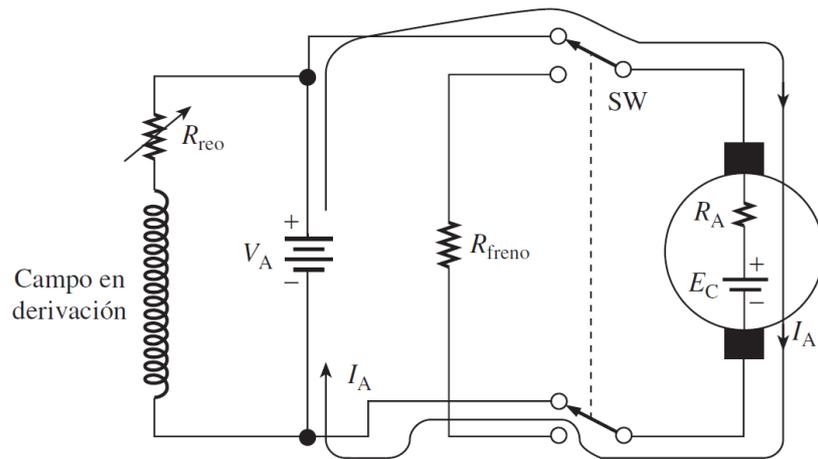
No es correcto tener el campo en derivación desenergizado cuando se conecta la armadura, porque con el flujo del campo magnético en cero, la armadura encuentra imposible generar alguna fuerza contra electromotriz para limitar su IA , independientemente de lo rápido que gire. Muchos circuitos de control motores de cd tienen un *detector de falla de campo* que desconecta en forma automática la armadura si la corriente del campo en derivación IF cesa de pasar por cualquier razón, debido a mal funcionamiento de la máquina o a error humano.

El método 2, que usa frenos de fricción, se implementa a veces para fines de seguridad.

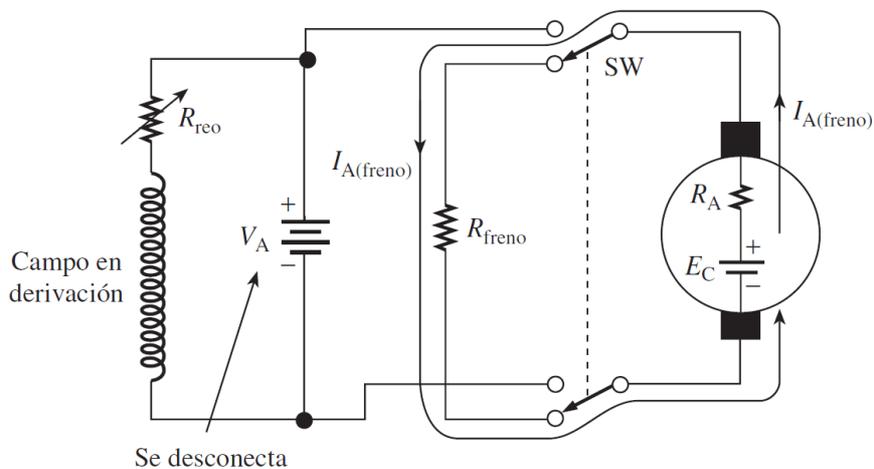
5.2.9. Frenado dinámico.- Cuando se quita el voltaje aplicado VA de las escobillas de la armadura, continúa existiendo la FCEM, EC , en ella, mientras el motor continúe girando. Si se conecta una carga eléctrica resistiva a las escobillas de la armadura, se puede usar la dínamo como generador, en forma temporal. Esto se ve en la figura.¹⁰

Frenado dinámico. (a) Cuando la armadura está excitada por VA , la corriente pasa por ella en la dirección que produce par de avance. (b) Cuando la fuerza contra electromotriz de la armadura activa R freno, pasa en la dirección que produce el par inverso (reversa).

¹⁰ MALONEY. T. *Electrónica industrial moderna 5^{ta} edición, arranque paro y reversa (579-588)*, PEARSON EDUCACIÓN, México, 2006



En la figura (a) la corriente I_A pasa por el devanado de armadura de arriba a abajo. Esta dirección de corriente produce par de avance (supongamos que sea en el sentido de las manecillas del reloj), por lo que la dínamo se motoriza en dirección de las manecillas del reloj. En la figura (b) el interruptor de dos polos se ha abierto.



Con eso se desconecta la fuente V_A de cd y se conecta la resistencia R_{freno} , de valor bajo, a través de la armadura. Ahora entra E_C como fuente energizadora del circuito de la armadura. Hace pasar corriente I_{freno} a través de R_{freno} y después por la armadura, de abajo hacia arriba. Como la corriente en los conductores de la armadura pasa ahora en dirección contraria a la de la parte (a), produce par con dirección opuesta, contraria a las manecillas del reloj en este caso.

Así, el par contrario a las manecillas del reloj ejerce acción de frenado, además de la tendencia a la desaceleración espontánea. El rotor se para pronto, como se ve en la figura 12-38. Cuando el motor cesa de girar, EC se vuelve cero y la acción de frenado cesa en forma natural.¹¹

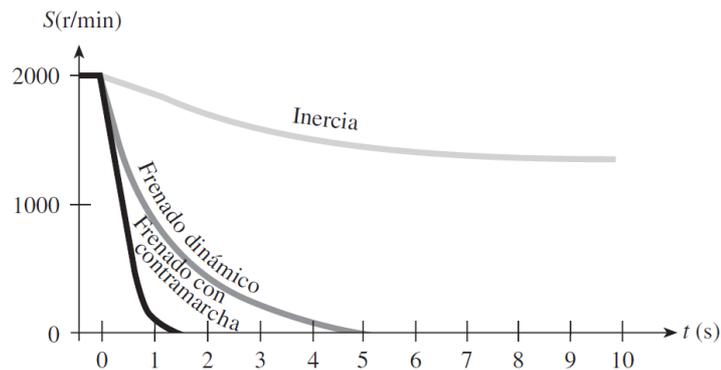


Figura del comportamiento del motor al ser frenado

Una mejora al frenado dinámico simple es el *frenado regenerativo*. En este método de frenado el motor se pasa al modo de generador, pero entonces la energía rotacional de la máquina se regresa en realidad a la fuente de cd, en lugar de disiparse en el aire ambiente, en la resistencia R_{freno} . Los vehículos eléctricos usan el frenado regenerativo en combinación con los frenos mecánicos. Esta práctica permite ahorrar energía, reducir los costos de recarga y aumentar su alcance de operación por la ciudad.

5.2.10. Frenado con reversa.- En el frenado dinámico el par de retardo es grande al principio, pero se debilita a medida que se desacelera el rotor. Esto se debe a que el EC generado disminuye. Un procedimiento más vigoroso de frenado es aplicar el voltaje V_A de la fuente de cd al devanado de armadura, con polaridad invertida. Esto se ve en el diagrama de la figura antes expuesta.

¹¹ MALONEY. T. *Electrónica industrial moderna 5ª edición, arranque paro y reversa* (579-588), PEARSON EDUCACIÓN, México, 2006

En realidad el frenado con reversa aumenta el par de frenado (supongamos que es contrario a las manecillas del reloj) a medida que se desacelera el motor. Puede ser impresionante la rapidez con que un motor rápido se para. En el momento en que se para el motor debe abrir un interruptor centrífugo fijo al eje del motor. Este *interruptor de velocidad cero*, llamado también *interruptor de contramarcha*, desconecta el devanado de armadura de la fuente de voltaje V_A .

Eso es necesario, para evitar que el motor acelere en dirección contraria después de frenar. En la figura 12-39, el interruptor de contramarcha de dos polos tiene sus barras atraídas hacia arriba, hacia la posición cerrada, cuando el eje está girando en sentido de las manecillas del reloj.

Cuando desaparece su fuerza centrífuga en el momento de parar la rotación, las barras bajan hacia su posición normalmente abierta.

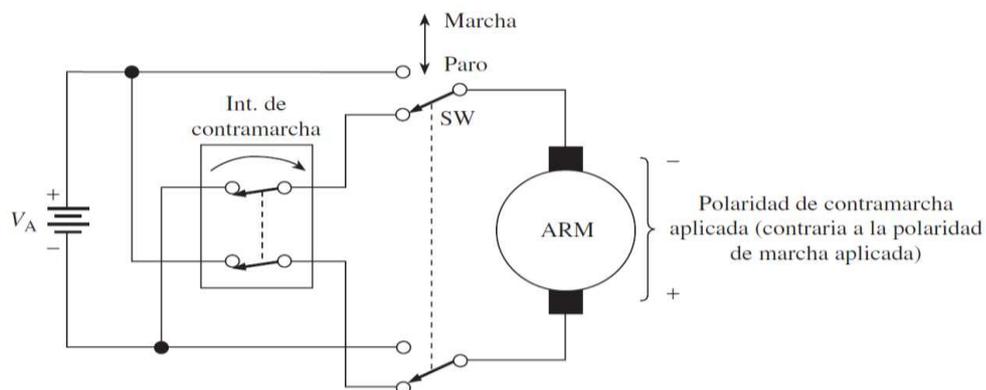


Figura del frenado en reversa o contra marcha de un motor cc.

El frenado en reversa o contramarcha es la técnica de aplicar polaridad invertida de V_A al devanado de armadura requiere el uso de un interruptor automático de frenado de contramarcha, para desconectar la armadura en el momento en que se detiene el rotor.

5.2.11. Reversa del motor de C.C.- Para un motor configurado en derivación, la dirección de rotación se invierte invirtiendo la polaridad del devanado de

armadura o la del devanado de campo, pero no ambas, siendo lo práctico es que es mejor invertir la armadura. Eso ayuda a evitar los problemas relacionados con tener desenergizado el campo en forma momentánea, mientras está energizada la armadura. De todos modos, muchos circuitos de control no permiten que se presente esa condición, como se mencionó arriba.

La figura siguiente muestra un circuito reversible de arranque de motor, para un motor configurado compuesto con interpolos. Es importante tener en cuenta que la dirección de la corriente a través del devanado del campo serie no se debe invertir. Si se invierte, su flujo se opondría al flujo principal creado por el devanado en derivación del campo, en lugar de ayudarlo, como se supone que debe hacerlo.

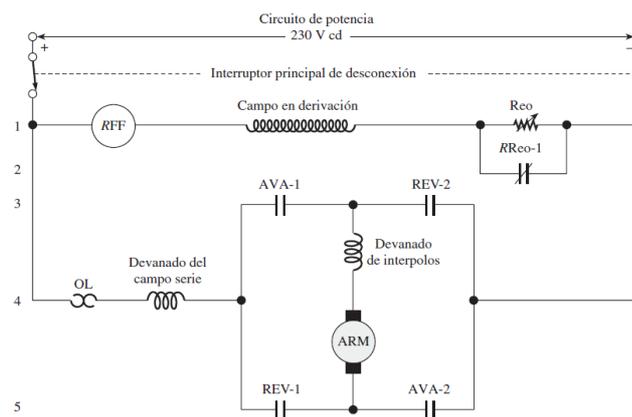


Figura de un circuito reversible de arranque de motor, configurado compuesto con interpolos

Sin embargo, la corriente del devanado del interpolo debe invertirse cuando se invierte la corriente de la armadura. Como al cambiar la dirección de la corriente en los conductores de la armadura hace que invierta su dirección magnética el flujo de reacción de la armadura, también los interpolos deben invertirse para contrarrestar y anular el flujo de reacción de la armadura.

En la figura 12-40, el circuito de potencia, de 230 V, que energiza en realidad los devanados del motor, se ve en el formato de escalera lógica, en las líneas 1 a 5. El circuito de control de bajo voltaje (115 V) está en los escalones 6 a 11.

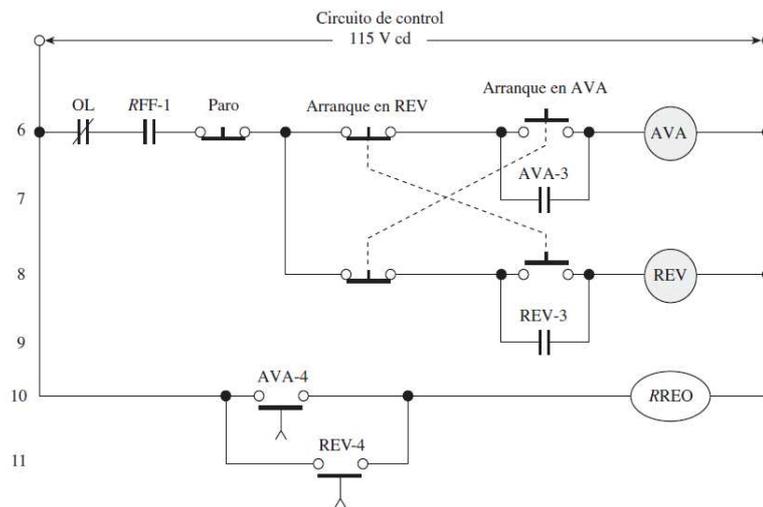


Figura del circuito de control

Cuando está cerrado el disyuntor de dos polos, la corriente I_F pasa por la bobina del relevador RFF sensor de corriente, después por el devanado de campo en derivación, después rodea al reóstato a través del contacto $RReo-1$, que es N.C. e inicialmente está en su estado normal. El objeto de RFF (relevador de falla de campo) es comprobar que siempre la corriente pase en realidad al circuito del campo en derivación.

La bobina de RFF está devanada con relativamente pocas vueltas de alambre grueso. Su resistencia, en consecuencia, es bastante baja, por lo que no afecta la corriente I_F que pasa por el devanado en derivación de alta resistencia. Mientras I_F continúe pasando en el devanado del campo en derivación, RFF estará energizado.¹²

¹² MALONEY. T. *Electrónica industrial moderna 5^{ta} edición, arranque paro y reversa* (579-588), PEARSON EDUCACIÓN, México, 2006

Eso cierra el contacto N.A. *RFF-1* en el escalón 6, que hace posible el arranque y el funcionamiento del motor. Si la corriente en el devanado de campo cesa por cualquier motivo, se desenergiza la bobina de *RFF*. Entonces el contacto *RFF-1* regresará a su condición abierta, y será imposible energizar la armadura con cualquiera de los contactores *AVA* o *REV*.

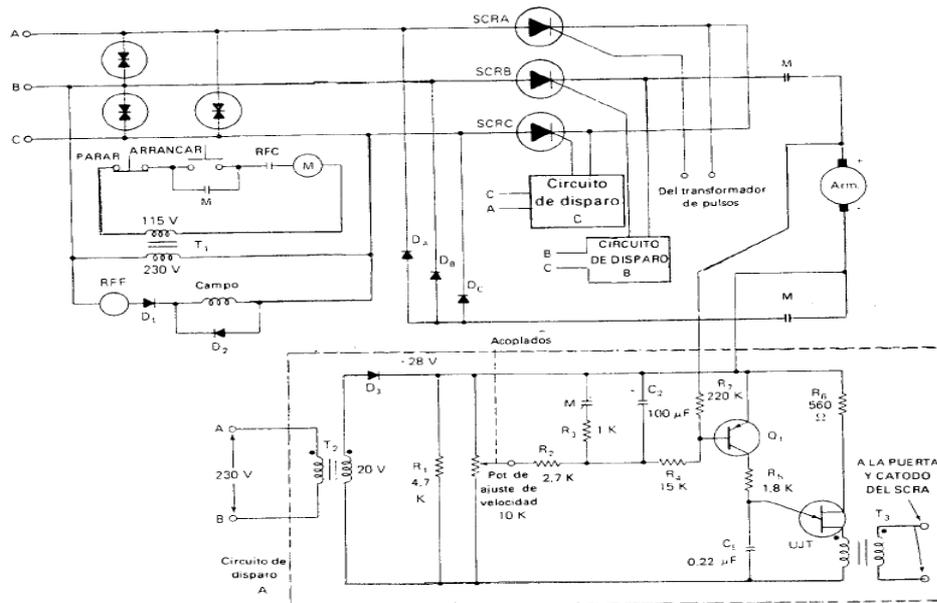
Al oprimir el botón de arranque *AVANCE* en el escalón 6 se energiza la bobina del Contactor *AVA*. Al mismo tiempo, su polo N.C. en el escalón 8 garantiza la desenergización de la bobina de *REV*. Se requiere ese enclavamiento en un circuito de control reversible, porque se debe evitar energizar al mismo tiempo las bobinas de *AVA* y de *REV*.

Cuando está energizado *AVA*, se auto sella a través del contacto N.A. de *AVA-3*, en el escalón 7. Sus contactos de uso rudo, *AVA-1* en el escalón 3 y *AVA-2* en el escalón 5 establecen una trayectoria de corriente como sigue: por *OL*, por el devanado de campo serie, de izquierda a derecha, por el contacto *AVA-1*, N.A., en el escalón 3, por la combinación del devanado de interpolo y armadura, de abajo a arriba y, por último, por el contacto N.A. *AVA-2* del escalón 5. El motor arranca y trabaja en la dirección de avance.

En el momento del arranque *IF* tiene su valor máximo posible, porque el reóstato del campo en derivación está en cortocircuito. Eso es necesario para proporcionar la máxima intensidad de campo *B*, para contribuir al par máximo de arranque, arranque. En consecuencia el motor acelera rápidamente.

Pocos segundos después de que se ha energizado la bobina de *AVA*, se cierra el contacto *AVA-4* del escalón 10, que es N.A. Eso acciona la bobina del relevador *RReo*, que abre el contacto N.A. *RReo-1* en el escalón 2. Ahora el reóstato puede controlar la corriente *IF*, haciendo posible que el operador ajuste manualmente la velocidad de marcha.

Siga con cuidado el circuito, para comprobar que el Contactor REV causa una inversión de la dirección de la corriente en los devanados de armadura y de interpolo, pero ninguna inversión en los devanados de los campos en derivación y serie.



Circuito completo del sistema de arranque, para y reversa para motores cc.

Se hace la propuesta del circuito equivalente al que proporciona el arranque, para y reversa de los motores de corriente continua, circuito que está elaborado con SCR, que son los encargados de suministrar la corriente necesaria a la armadura ya que estos hacen la función de los contactores, así mismo el circuito de control que será gobernado con la facilidad que requiere estos motores.

Por eso esta propuesta está basada en que el usuario tenga a mano una herramienta que cumpla con las exigencias tecnológicas permitiendo hoy en día, gracias a su sencillez y robustez, este circuito puede manejar altas corrientes de desempeño, lo que viabiliza el desarrollo de este modelo, y además el logro alcanzado será motivación de prácticas durante el ensayo y prueba para lanzar el prototipo.

CAPITULO II

6. HIPÓTESIS.

El diseño del arranque trifásico con operación reversible en estado sólido incide en el funcionamiento de los motores de corriente directa.

6.1. VARIABLES.

6.1.1. Variable Independiente.

El diseño del arranque trifásico con operación reversible en estado sólido.

6.1.2. Variable Dependiente.

Funcionamiento de motores de corriente directa.

6.1.3. Término de Relación.

Incidirá

CAPITULO III

7. METODOLOGÍA.

7.1. Tipo de Investigación.

En el desarrollo del trabajo investigativo, se aplicaron propiedades de la investigación de campo y documental, la investigación de campo, se desarrolló en los predios de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Extensión Chone. La investigación documental se procesa al recopilar la información requerida para este trabajo, tales como libros, revistas, etc.

7.2. Niveles de la Investigación.

Según los principios generales de la investigación se emplearon el método analítico para descomponer la información y profundizar en el problema además el método sintético para lograr una mejor comprensión e interpretación de la información recopilada.

7.3. Métodos.

Los métodos que se aplicaron en esta investigación:

a) Hipotético – Deductivo.- El método hipotético-deductivo tiene varios pasos esenciales: observación del fenómeno a estudiar, creación de una hipótesis para explicar dicho fenómeno, deducción de consecuencias o proposiciones más elementales que la propia hipótesis, y verificación o comprobación de la verdad de los enunciados deducidos comparándolos con la experiencia.

b) Sintético.- Es un proceso de razonamiento que tiende a reconstruir un todo, a partir de los elementos distinguidos por el análisis; se trata en consecuencia de hacer una explosión metódica y breve en resumen.

c) Inductivo.- Es aquel método científico que obtiene conclusiones generales a partir de premisas particulares, tratándose del método científico más usual, en el que pueden distinguirse cuatro pasos esenciales: la observación de los hechos para su registro; la clasificación y el estudio de estos hechos; la derivación inductiva que parte de los hechos y permite llegar a una generalización; y la contrastación.

d) Descriptivo.- Se ocupa de la descripción de datos y características de una población, siendo el objeto la adquisición de datos objetivos, precisos y sistemáticos que pueden usarse en promedios, frecuencias y cálculos estadísticos similares.

7.4. Técnicas de Recolección de la Información.

La técnica que se utilizó es la encuesta a estudiantes, la entrevista a docentes, en el que el investigador buscó recopilar datos por medio de cuestionario, fichas previamente diseñado, sin modificar el entorno ni controlar el proceso que está en observación

7.5. Población.

La población a utilizada en esta investigación fueron los Estudiantes del 8^{vo} semestre y Docentes del área técnica de la Carrera de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí Extensión Chone que suman 66 personas.

7.6. Muestra.

Se utilizará el 100% de la población constituida por tres docentes y sesenta y tres estudiantes, dando un total de sesenta y siete personas.

CAPITULO IV

8. MARCO ADMINISTRATIVO

8.1. Recursos:

8.1.1. Recursos Humanos:

Investigador, Bruno Miguel Andrade Alcívar

Tutor, Lic. Rodolfo Acosta Bravo

Estudiantes y Docentes, del área técnica de la Carrera de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Extensión Chone.

8.1.2. Recurso Financiero.

Los recursos financieros necesarios, fueron autofinanciados por el investigador, tales como:

PRESUPUESTO INICIAL REFERENCIAL

ÍTEMS	Unidad	CAN	C. UNITARIO	SUBTOTAL
Fotocopiados	U	450	0,03	13,50
Servicio de Internet	Meses	4	20,00	80,00
Alquiler del analiza. de fases	Días	22	30,00	660,00
Alquiler del osciloscopio	Días	22	30,00	600,00
Impresiones	U	1000	0,15	150,00
Copia de trabajo de investigación	U	1000	0,03	30,00
Encuadernación y empastado	U	6	10,00	60,00
Elaboración del prototipo	U	1	680	680,00
Subtotal				2.273,5
Imprevisto 10 %				227,35
TOTAL				2.500,85

Los recursos económicos utilizados en la investigación fueron autofinanciado por el investigador.

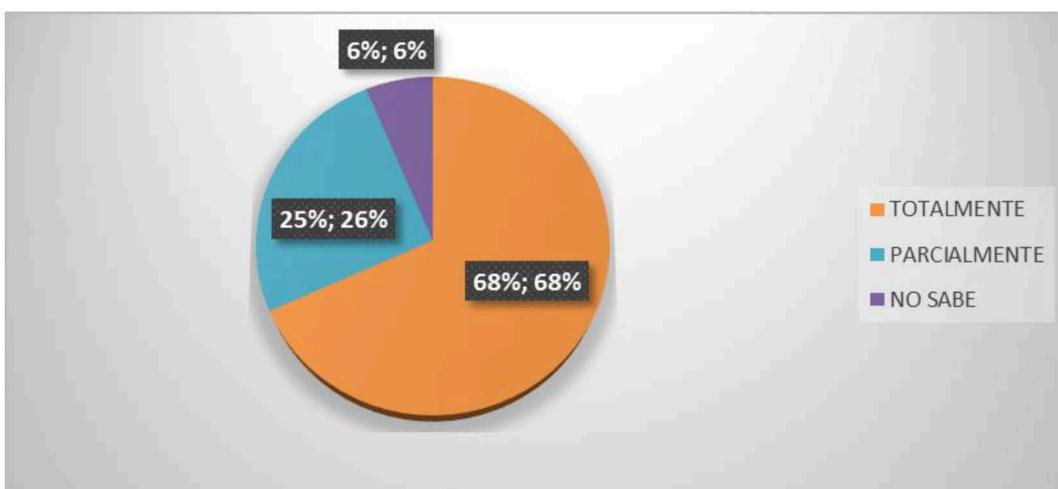
CAPITULO V

9. RESULTADOS OBTENIDOS DEL ANÁLISIS DE DATOS.

Según los datos obtenidos en la encuesta dirigida a los estudiantes, se analizaron las siguientes preguntas.

1. ¿Sabe usted que es un arrancador trifásico?

ALTERNATIVAS	F	%
TOTALMENTE	43	68,25
PARCIALMENTE	16	25,40
NO SABE	4	6,35
Total	63	100



Fuente: Estudiantes de 8vo semestre de Ingeniería Eléctrica
Autor: Bruno Andrade Alcívar
Fecha de ejecución: enero del 2015

Análisis e interpretación de datos,

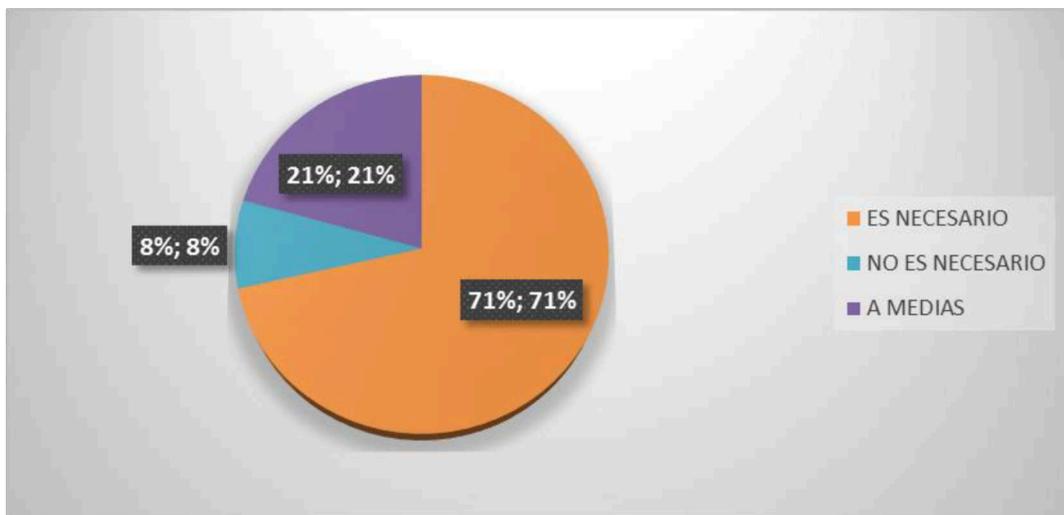
El 68% de la muestra seleccionada, informa que totalmente conoce sobre los arrancadores trifásicos.

El 25% de la muestra seleccionada, informa que parcialmente conoce sobre los arrancadores trifásicos.

El 6% de la muestra seleccionada, informa que no sabe sobre los arrancadores trifásicos.

2. ¿Es necesario conocer sobre los tipos de arrancador trifásico?

ALTERNATIVAS	f	%
ES NECESARIO	45	71,43
NO ES NECESARIO	5	7,94
A MEDIAS	13	20,63
Total	63	100



Fuente: Estudiantes de 8vo semestre de Ingeniería Eléctrica
Autor: Bruno Andrade Alcívar
Fecha de ejecución: enero del 2015

Análisis e interpretación de datos,

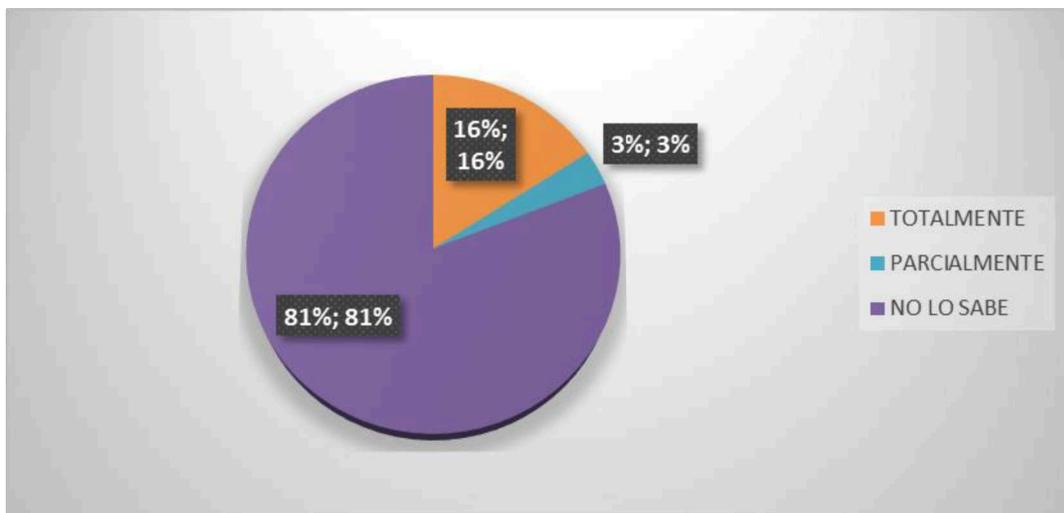
El 71% de la muestra seleccionada, informa que es necesario conocer sobre los tipos de arrancadores trifásicos.

El 21% de la muestra seleccionada, informa que no es necesario conocer sobre los tipos de arrancadores trifásicos

El 8% de la muestra seleccionada, informa que es necesario conocer a medias sobre los tipos de arrancadores trifásicos.

3. ¿Identifica usted al arrancador trifásico con operación reversible?

ALTERNATIVAS	f	%
TOTALMENTE	10	15,87
PARCIALMENTE	2	3,17
NO LO SABE	51	80,95
Total	63	100



Fuente: Estudiantes de 8vo semestre de Ingeniería Eléctrica
Autor: Bruno Andrade Alcívar
Fecha de ejecución: enero del 2015

Análisis e interpretación de datos,

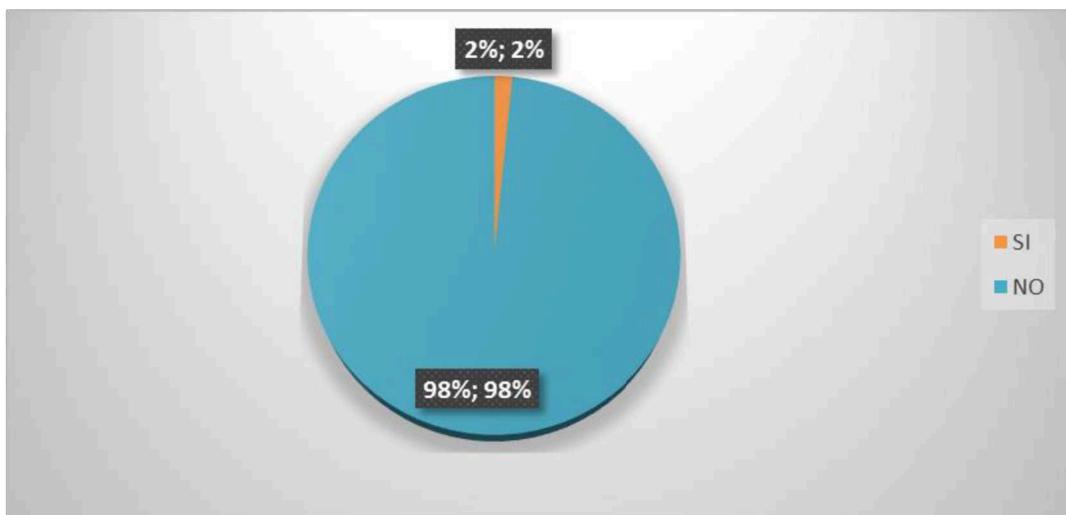
El 81% de la muestra seleccionada, informa que no sabe cómo poder identificar a los arrancadores trifásicos.

El 16% de la muestra seleccionada, informa saber totalmente cómo poder identificar a los arrancadores trifásicos.

El 3% de la muestra seleccionada, informa saber parcialmente cómo poder identificar a los arrancadores trifásicos

4. ¿Cree usted que en el Laboratorio de Ingeniería Eléctrica existe un arrancador trifásico de cualquier tecnología?

ALTERNATIVAS	f	%
SI	1	1,59
NO	62	98,41
Total	63	100



Fuente: Estudiantes de 8vo semestre de Ingeniería Eléctrica
Autor: Bruno Andrade Alcívar
Fecha de ejecución: enero del 2015

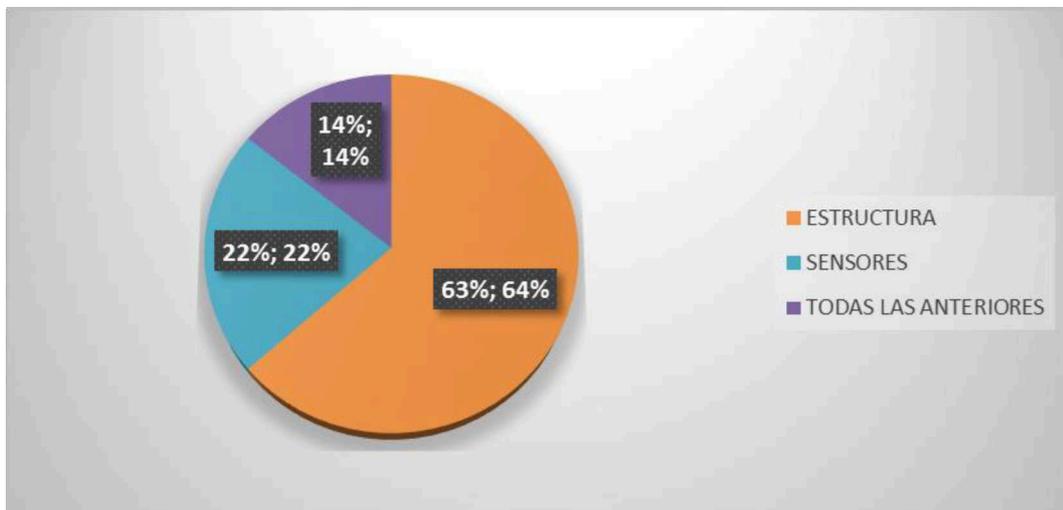
Análisis e interpretación de datos,

El 98% de la muestra seleccionada, informa que no hay en el laboratorio de la Carrera de Ingeniería Eléctrica arrancadores trifásicos.

El 2% de la muestra seleccionada, informa que si hay en el laboratorio de la Carrera de Ingeniería Eléctrica arrancadores trifásicos

5. ¿Cómo identifica un arrancador trifásico de estado sólido y uno convencional?

ALTERNATIVAS	f	%
ESTRUCTURA	40	63,49
SENSORES	14	22,22
TODAS LAS ANTERIORES	9	14,29
Total	63	100



Fuente: Estudiantes de 8vo semestre de Ingeniería Eléctrica
Autor: Bruno Andrade Alcívar
Fecha de ejecución: enero del 2015

Análisis e interpretación de datos,

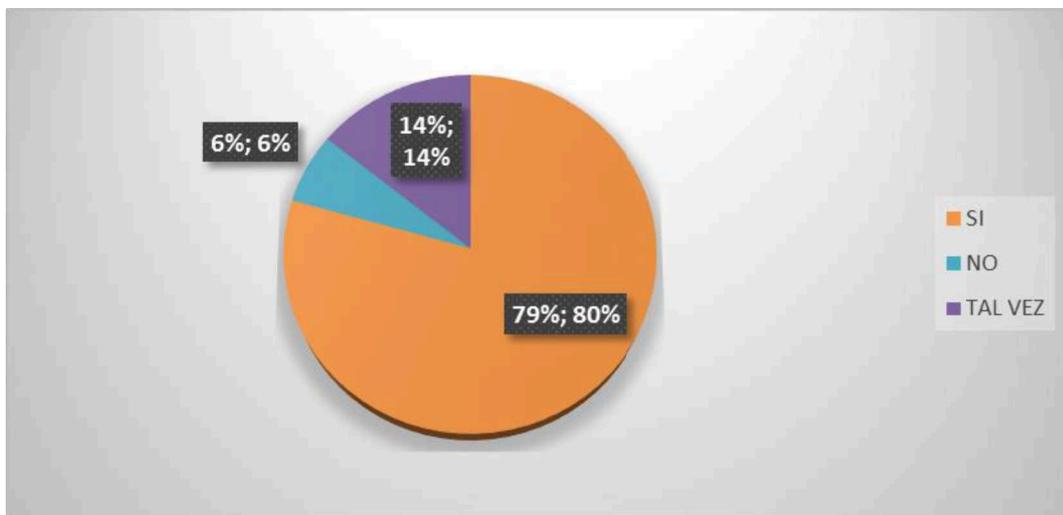
El 64% de la muestra seleccionada, informa que identifica a los arrancadores trifásicos de estado sólido de uno convencional, por su forma o estructura.

El 22% de la muestra seleccionada, informa que identifica a los arrancadores trifásicos de estado sólido de uno convencional, porque lleva sensores.

El 14 % de la muestra seleccionada, informa que identifica a los arrancadores trifásicos de estado sólido de uno convencional, por todas las anteriores.

6. ¿Sabe usted que es un motor trifásico?

ALTERNATIVAS	f	%
SI	50	79,37
NO	4	6,35
TAL VEZ	9	14,29
Total	63	100



Fuente: Estudiantes de 8vo semestre de Ingeniería Eléctrica

Autor: Bruno Andrade Alcívar

Fecha de ejecución: enero del 2015

Análisis e interpretación de datos,

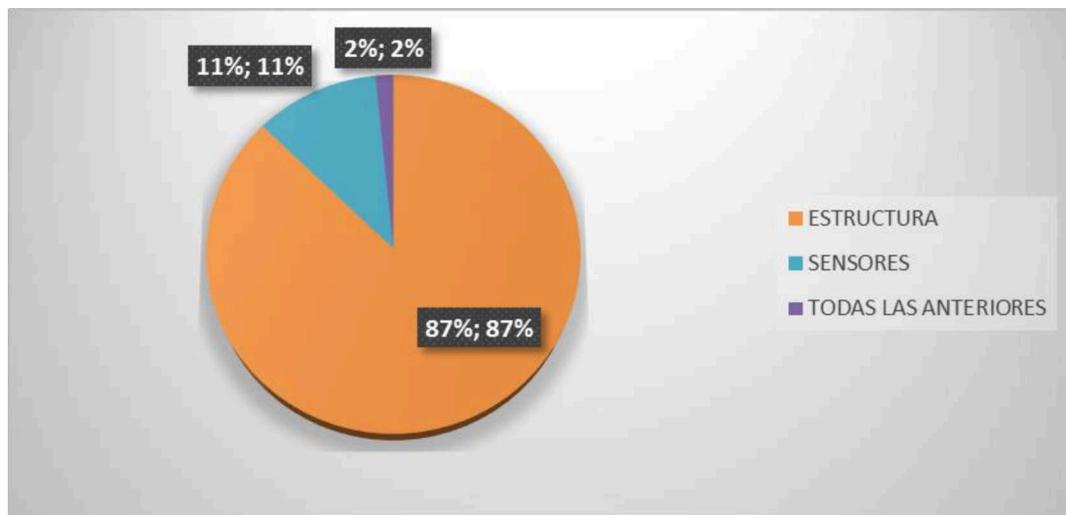
El 79% de la muestra seleccionada, informa que si sabe que es un motor trifásico.

El 14% de la muestra seleccionada, informa que tal vez sabe que es un motor trifásico.

El 6 % de la muestra seleccionada, informa que no sabe que es un motor trifásico.

7. ¿Cómo identifica los tipos de motores trifásicos?

ALTERNATIVAS	f	%
ESTRUCTURA	55	87,30
SENSORES	7	11,11
TODAS LAS ANTERIORES	1	1,59
Total	63	100



Fuente: Estudiantes de 8vo semestre de Ingeniería Eléctrica
Autor: Bruno Andrade Alcívar
Fecha de ejecución: enero del 2015

Análisis e interpretación de datos,

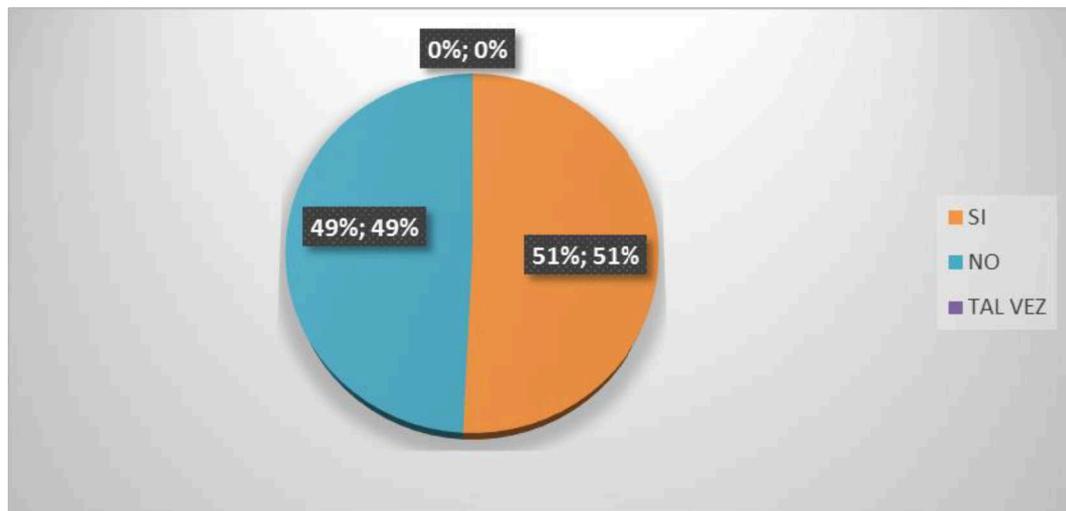
El 87% de la muestra seleccionada, informa que identifica los tipos de motores trifásicos, por su estructura.

El 11% de la muestra seleccionada, informa que identifica los tipos de motores trifásicos, por que usa sensores.

El 2 % de la muestra seleccionada, informa que identifica los tipos de motores trifásicos, por todas las anteriores.

8. ¿Conoce la diferencia de motores de CD y los motores de AC?

ALTERNATIVAS	f	%
SI	32	50,79
NO	31	49,21
TAL VEZ	0	0,00
Total	63	100



Fuente: Estudiantes de 8vo semestre de Ingeniería Eléctrica
Autor: Bruno Andrade Alcívar
Fecha de ejecución: enero del 2015

Análisis e interpretación de datos,

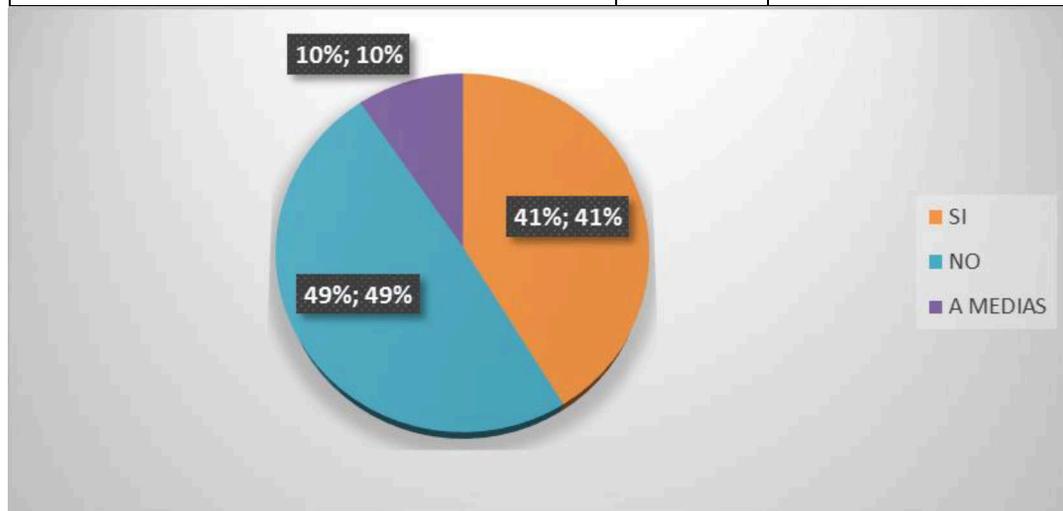
El 51% de la muestra seleccionada, informa que conoce la diferencia de los motores de CD y los motores de AC.

El 49% de la muestra seleccionada, informa que no conoce la diferencia de los motores de CD y los motores de AC.

El 0% de la muestra seleccionada, informa que tal vez conoce la diferencia de los motores de CD y los motores de AC.

9. ¿Cree usted saber los tipos de conexiones que se realiza para los arrancadores de estado sólido y los motores de corriente continua trifásicos?

ALTERNATIVAS	f	%
SI	26	41,27
NO	31	49,21
A MEDIAS	6	9,52
Total	63	100



Fuente: Estudiantes de 8vo semestre de Ingeniería Eléctrica
Autor: Bruno Andrade Alcívar
Fecha de ejecución: enero del 2015

Análisis e interpretación de datos,

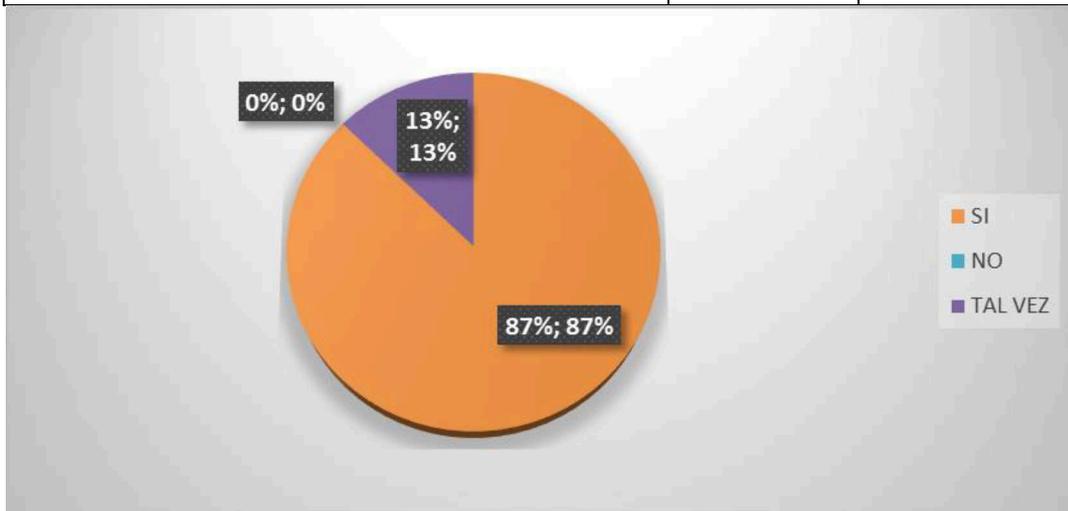
El 49% de la muestra seleccionada, informa no saber los tipos de conexiones que se realizan para los arrancadores de estado sólido y los motores de corriente continua trifásicos.

El 41% de la muestra seleccionada, informa saber los tipos de conexiones que se realizan para los arrancadores de estado sólido y los motores de corriente continua trifásicos.

El 10% de la muestra seleccionada, informa saber a medias los tipos de conexiones que se realizan para los arrancadores de estado sólido y los motores de corriente continua trifásicos.

10. ¿Considera usted que la Universidad debería tener estos elementos técnicos para el estudio y practica de los estudiantes de la carrera?

ALTERNATIVAS	f	%
SI	55	87,30
NO	0	0,00
TAL VEZ	8	12,70
Total	63	100



Fuente: Estudiantes de 8vo semestre de Ingeniería Eléctrica
Autor: Bruno Andrade Alcívar
Fecha de ejecución: enero del 2015

Análisis e interpretación de datos,

El 87% de la muestra seleccionada, informa que si considera que la Universidad debería tener estos elementos técnicos para el estudio y practica de los estudiantes de la Carrera de Ingeniería Eléctrica.

El 13% de la muestra seleccionada, informa que tal vez considera que la Universidad debería tener estos elementos técnicos para el estudio y practica de los estudiantes de la Carrera de Ingeniería Eléctrica.

El 0% de la muestra seleccionada, informa que no considera que la Universidad debería tener estos elementos técnicos para el estudio y practica de los estudiantes de la Carrera de Ingeniería Eléctrica.

10. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS.

Una vez analizados e interpretados los resultados de la encuesta y entrevista, comparados con los objetivos programados se pudo comprobar que la hipótesis planteada: “El diseño del arranque trifásico con operación reversible en estado sólido incide en el funcionamiento de los motores de corriente directa”, y con los resultados obtenidos en el análisis de los datos, se concluyó que la hipótesis es POSITIVA. Quedando demostrando en la siguiente secuencia de eventos:

En la pregunta dos, de la encuesta aplicada a los estudiantes de Ingeniería Eléctrica el 71% respondió que es necesario saber sobre los arrancadores trifásicos, lo que indica que mediante este trabajo se estima que el estudiante alcance nuevos conocimientos.

En la pregunta número cuatro, el 98% respondió no conocer si en el laboratorio de la carrera de ingeniería eléctrica hay un arrancador trifásico para motores de corriente continua, lo que sigue afirmando la hipótesis y hace realmente interesante la publicación de este trabajo de titulación.

Además en las preguntas número diez, el 87% de los encuestado manifiesta que es muy importante que la Universidad tenga estos tipos de elementos que serán de gran importancia para el estudiantado. Por otro lado, según la entrevista realizada a los docentes de la carrera, se pudo apreciar que hay congruencia, al compararlo con la encuesta realizada a los estudiantes, permitiendo afirmar aún más la hipótesis

De esto se concluye, que con el trabajo propuesto la incidencia será positiva en los estudiantes por el conocimiento que se generará en la “Universidad Laica Eloy Alfaro” de Manabí extensión Chone, mediante el uso de estos elementos de entrenamiento práctico.

11. CONCLUSIONES.

De los resultados obtenidos en la encuesta realizada a los estudiantes de la carrera de ingeniería eléctrica de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí extensión Chone se puede concluir:

Que los estudiantes de la carrera de ingeniería eléctrica de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí Extensión Chone, se encuentran con variado conocimiento cuando a motores eléctricos se refiere, esto obliga a que deban realizar análisis periódicos para verificar el nivel existente.

Que la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí extensión Chone no tiene prototipos de arrancadores para mejorar la enseñanza, que ayude a mejorar las practicas al momento de ingresar al laboratorio de especialidades y con ello alcanzar nuevos estándares de destrezas y actitudes.

Que la Universidad últimamente no ha adquirido bibliografía actualizada con nuevos tópicos y suficiente contenido técnico, para que el estudiante tenga a más del internet una herramienta que le sirva de guía al momento de realizar las investigaciones y no quedarse con la ignorancia por la falta de material técnico.

12. RECOMENDACIONES.

Se sugiere que las autoridades de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí extensión Chone, adquiera equipos con prototipos de arrancadores para motores de corriente continua. Teniendo como certeza que el valor de los sistemas sugeridos no tiene coste elevado y tener la absoluta certeza que el nivel de conocimiento se incrementará.

Además de aquellos se sugiere que adquieran nuevas fuentes de consulta bibliográficas actualizadas, para pedir información acerca del sistema eléctrico y electrónico de los diferentes modelos de arrancadores que hay en el mercado de consumo.

Realizar periódicamente la actualización de conocimientos del personal académico docente, con el fin de proteger el nivel de conocimiento que la sociedad del siglo XXI exige.

Que se amplíe los prototipos de arrancador trifásico para mejorar el desarrollo de las prácticas.

13. BIBLIOGRAFÍA

- BETTEGA Eric Armónicos: rectificadores y compensadores activos
- CALVAS Roland Las perturbaciones eléctricas en BT
- CALVAS Roland Perturbaciones en los sistemas electrónicos y esquemas de conexión a tierra
- COLLOMBET, Christian Los armónicos en las redes perturbadas y su tratamiento
- FIORINA Jean Noël Onduladores y armónicos (caso de cargas no lineales)
- FERRACCI, Philippe, La calidad de la energía eléctrica Original francés
- MALONEY Timothy J., Electrónica Industrial Moderna 5ta, Edición Pearson Educación, México
- SCHONEK Jacques Las peculiaridades del 3er armónico

WEB GRAFÍAS:

- http://www.asifunciona.com/electrotecnia/af_motor_cd/af_motor_cd_1.htm
- <http://www.nichese.com/motor-c.c.html>
- <http://www.buenastareas.com/ensayos/Arranque-a-Tension-Plena-Reversible-De/2886804.html>
- http://www.asifunciona.com/electrotecnia/af_motor_cd/af_motor_cd_2.htm

ANEXOS

ANEXO 1

UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ EXTENSIÓN CHONE

Encuesta dirigida a: Los estudiantes de la carrera de Ingeniería Eléctrica de la Extensión Chone.

OBJETIVO: Diseñar y elaborar un prototipo de un arranque trifásico con operación reversible en estado sólido para motores de corriente directa, durante el segundo semestre del 2014.

INSTRUCCIONES: Mucho agradeceré se sirva contestar las siguientes preguntas marcando con (X) en la, o las opciones que usted crea pertinente.

1. DATOS INFORMATIVOS

- 1.1. Lugar y fecha: Chone, septiembre del 2014
- 1.2. Ubicación: Rural () Urbana (X) Urbana marginal ()
- 1.3. Parroquia: Chone.
- 1.4. Autor: Bruno Andrade

2. CUESTIONARIO

2.1. ¿Sabe usted que es un arrancador trifásico?

Totalmente () Parcialmente () No Sabe ()

2.2. ¿Es necesario conocer sobre los tipos de arrancador trifásico?

Es necesario () No es necesario () A medias ()

2.3. ¿Identifica usted al arrancador trifásico con operación reversible?

Totalmente () Parcialmente () No Sabe ()

2.4. ¿Cree usted que en el Laboratorio de Ingeniería Eléctrica existe un arrancador trifásico de cualquier tecnología?

Si ()

No ()

2.5. ¿Cómo identifica un arrancador trifásico de estado sólido y uno convencional?

Por su estructura técnica ()

Utiliza sensores, actuadores y más ()

Todas las anteriores ()

2.6. ¿Sabe usted que es un motor trifásico?

Si ()

No ()

Tal vez ()

2.7. ¿Cómo identifica los tipos de motores trifásicos?

Por su estructura técnica ()

Por su funcionamiento ()

Todas las anteriores ()

2.8. ¿Conoce la diferencia motores de CD y los de AC?

Si ()

No ()

Tal vez ()

2.9. ¿Cree usted saber los tipos de conexiones que se realiza para los arrancadores de estado sólido y los motores de corriente continua trifásicos?

Si ()

No ()

A media ()

2.10. ¿Considera usted que la Universidad debería tener estos elementos técnicos para el estudio y practica de los estudiantes de la carrera?

Si ()

No ()

Tal vez ()

ANEXO 2

UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ EXTENSIÓN CHONE

Entrevista dirigida a: Los docentes de la carrera de Ingeniería Eléctrica de la Extensión Chone.

OBJETIVO: Diseñar y elaborar un prototipo de un arranque trifásico con operación reversible en estado sólido para motores de corriente directa, durante el segundo semestre del 2014.

INSTRUCCIONES: Mucho agradeceré se sirva contestar las siguientes preguntas marcando con (X) en la, o las opciones que usted crea pertinente.

1. DATOS INFORMATIVOS

- 1.1. Lugar y fecha: Chone, septiembre del 2014
- 1.2. Ubicación: Rural () Urbana (X) Urbana marginal ()
- 1.3. Parroquia: Chone.
- 1.4. Autor: Bruno Andrade

2. CUESTIONARIO

- 2.1. ¿Conoce usted si los estudiantes saben que es un arrancador trifásico?

.....

- 2.2. ¿Considera necesario que los estudiantes conozcan sobre los tipos de arrancador trifásico?

.....

- 2.3. ¿Sabe usted si los estudiantes identifican al arrancador trifásico con operación reversible?

.....

2.4. ¿Cree usted que en el Laboratorio de Ingeniería Eléctrica existe un arrancador trifásico de cualquier tecnología?

.....

2.5. ¿Cómo considera usted que los estudiantes identifican un arrancador trifásico de estado sólido y uno convencional?

.....

2.6. ¿Cree usted que los estudiantes saben lo que es un motor trifásico?

.....

2.7. ¿Sabe usted cómo los estudiantes identifican los tipos de motores trifásicos?

.....

2.8. ¿Cree usted que los estudiantes conocen la diferencia motores de CD y los de AC?

.....

2.9. ¿Considera usted que los estudiantes saben los tipos de conexiones que se realizan para los arrancadores de estado sólido y los motores de corriente continua trifásicos?

.....

2.10. ¿Considera usted que la Universidad debería tener estos elementos técnicos para practica de los estudiantes de la carrera?

.....

