



MÓDULO DIDÁCTICO
Especialidad: Electricidad con PLC
Curso: Instalaciones de motores eléctricos
Grado:12

AGOSTO 2020



DE DEPARTAMENTO DE
EDUCACIÓN
GOBIERNO DE PUERTO RICO

Página web: <https://de.pr.gov/>  Twitter: @educacionpr

NOTIFICACIÓN DE POLÍTICA PÚBLICA

El Departamento de Educación no discrimina de ninguna manera por razón de edad, raza, color, sexo, nacimiento, condición de veterano, ideología política o religiosa, origen o condición social, orientación sexual o identidad de género, discapacidad o impedimento físico o mental; ni por ser víctima de violencia doméstica, agresión sexual o acecho.

Nota. Este módulo está diseñado con propósitos exclusivamente educativos y no con intención de lucro. Los derechos de autor (*copyrights*) de los ejercicios o la información presentada han sido conservados visibles para referencia de los usuarios. Se prohíbe su uso para propósitos comerciales, sin la autorización de los autores de los textos utilizados o citados, según aplique, y del Departamento de Educación de Puerto Rico.

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE COLABORADORES	3
CARTA PARA EL ESTUDIANTE, LAS FAMILIAS Y MAESTROS... Error! Bookmark not defined.	
CALENDARIO DE PROGRESO EN EL MÓDULO	6
Unidad 1: Fundamentos de los motores DC.....	8
Lección 1: Características de funcionamiento de un motor DC.....	8
Lección 2: Tipos de motores DC.....	16
Lección 3: Conexiones de motores DC	22
Lección 4: Cálculos de potencia y velocidad motores DC.....	28
Lección 5: Aplicaciones de los motores DC.....	33
Unidad 2: Fundamentos de los motores AC	41
Lección 6: Características de funcionamiento de un motor AC.....	41
Lección 7: Tipos de motores AC.....	49
Lección 8: Conexiones de Motores AC Monofásicos y Trifásicos.....	62
Lección 9: Cálculos de potencia y velocidad motores AC.....	70
Lección 10: Aplicaciones de los motores AC.....	74
Unidad 3: Control de motores eléctricos	90
Lección 11: Arranque de motores eléctricos.....	90
Lección 12: Aceleración de motores eléctricos	100
Lección 13: Selección del control magnético.....	107
REFERENCIAS	125
GUÍA PARA ACOMODOS RAZONABLES PARA LOS ESTUDIANTES	126

LISTA DE COLABORADORES

José J. Ramos Mercado
Escuela Superior Vocacional
Tomás C. Ongay
Bayamón

Imel J. Adorno Soto
Escuela Superior Vocacional
Antonio Luchetti
Arecibo

Dennis Santana De Jesús
Escuela Superior Vocacional
Antonio Fernós Isern
San Lorenzo

Víctor L. Nieves-Flores
Centro Vocacional
Eugenio María de Hostos
San Juan

Cheryl Cintrón Serrano
Directora
Programa de Educación Industrial

CARTA PARA EL ESTUDIANTES, LAS FAMILIAS Y MAESTROS

Estimado estudiante:

Este módulo didáctico es un documento que favorece tu proceso de aprendizaje. Además, permite que aprendas en forma más efectiva e independiente, es decir, sin la necesidad de que dependas de la clase presencial o a distancia en todo momento. Del mismo modo, contiene todos los elementos necesarios para el aprendizaje de los conceptos claves y las destrezas de la clase de Instalación de Motores Eléctricos, sin el apoyo constante de tu maestro. Su contenido ha sido elaborado por maestros, facilitadores docentes y directores de los programas académicos del Departamento de Educación de Puerto Rico (DEPR) para apoyar tu desarrollo académico e integral en estos tiempos extraordinarios en que vivimos.

Te invito a que inicies y completes este módulo didáctico siguiendo el calendario de progreso establecido por semana. En él, podrás repasar conocimientos, refinar habilidades y aprender cosas nuevas sobre la clase de Instalación de Motores Eléctricos por medio de definiciones, ejemplos, lecturas, ejercicios de práctica y de evaluación. Además, te sugiere recursos disponibles en la internet, para que amplíes tu aprendizaje. Recuerda que esta experiencia de aprendizaje es fundamental en tu desarrollo académico y personal, así que comienza ya.

Estimadas familias:

El Departamento de Educación de Puerto Rico (DEPR) comprometido con la educación de nuestros estudiantes, ha diseñado este módulo didáctico con la colaboración de: maestros, facilitadores docentes y directores de los programas académicos. Su propósito es proveer el contenido académico de la materia de Instalación de Motores Eléctricos para las primeras diez semanas del nuevo año escolar. Además, para desarrollar, reforzar y evaluar el dominio de conceptos y destrezas claves. Ésta es una de las alternativas que promueve el DEPR para desarrollar los conocimientos de nuestros estudiantes, tus hijos, para así mejorar el aprovechamiento académico de estos.

Está probado que cuando las familias se involucran en la educación de sus hijos mejora los resultados de su aprendizaje. Por esto, te invitamos a que apoyes el desarrollo académico e integral de tus hijos utilizando este módulo para apoyar su aprendizaje. Es fundamental que tu hijo avance en este módulo siguiendo el calendario de progreso establecido por semana.

El personal del DEPR reconoce que estarán realmente ansiosos ante las nuevas modalidades de enseñanza y que desean que sus hijos lo hagan muy bien. Le solicitamos a las familias que brinden una colaboración directa y activa en el proceso de enseñanza y aprendizaje de sus hijos. En estos tiempos extraordinarios en que vivimos, les recordamos que es importante que desarrolles la confianza, el sentido de logro y la independencia de tu hijo al realizar las tareas escolares. No olvides que las necesidades educativas de nuestros niños y jóvenes es responsabilidad de todos.

Estimados maestros:

El Departamento de Educación de Puerto Rico (DEPR) comprometido con la educación de nuestros estudiantes, ha diseñado este módulo didáctico con la colaboración de: maestros, facilitadores docentes y directores de los programas académicos. Este constituye un recurso útil y necesario para promover un proceso de enseñanza y aprendizaje innovador que permita favorecer el desarrollo holístico e integral de nuestros estudiantes al máximo de sus capacidades. Además, es una de las alternativas que se proveen para desarrollar los conocimientos claves en los estudiantes del DEPR; ante las situaciones de emergencia por fuerza mayor que enfrenta nuestro país.

El propósito del módulo es proveer el contenido de la materia de Instalación de Motores Eléctricos para las primeras diez semanas del nuevo año escolar. Es una herramienta de trabajo que les ayudará a desarrollar conceptos y destrezas en los estudiantes para mejorar su aprovechamiento académico. Al seleccionar esta alternativa de enseñanza, deberás velar que los estudiantes avancen en el módulo siguiendo el calendario de progreso establecido por semana. Es importante promover el desarrollo pleno de estos, proveyéndole herramientas que puedan apoyar su aprendizaje. Por lo que, deben diversificar los ofrecimientos con alternativas creativas de aprendizaje y evaluación de tu propia creación para reducir de manera significativa las brechas en el aprovechamiento académico.

El personal del DEPR espera que este módulo les pueda ayudar a lograr que los estudiantes progresen significativamente en su aprovechamiento académico. Esperamos que esta iniciativa les pueda ayudar a desarrollar al máximo las capacidades de nuestros estudiantes.

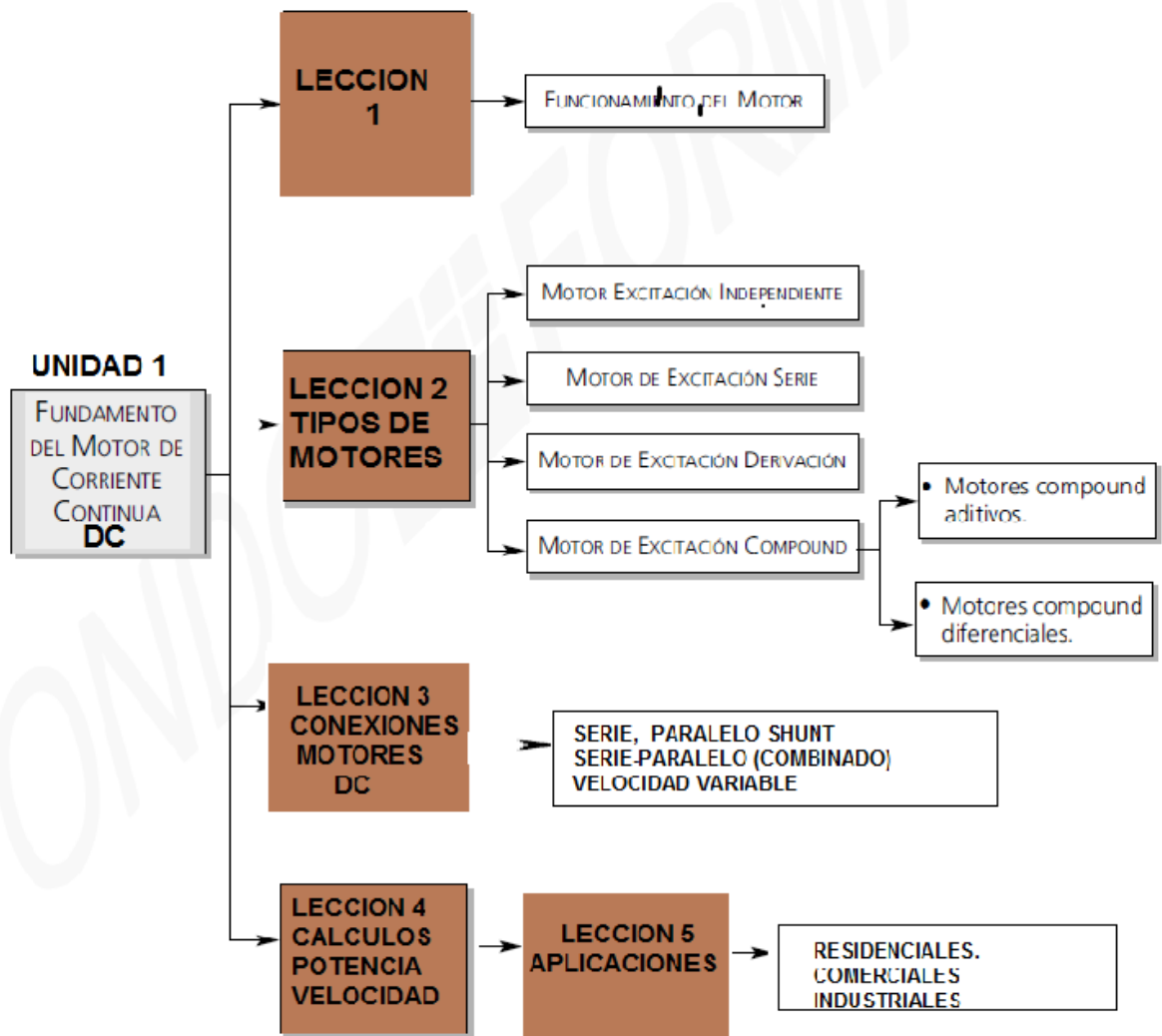
CALENDARIO DE PROGRESO EN EL MÓDULO

Este calendario esta creado para cubrir las primeras 10 semanas de clases.

DÍAS / SEMANAS	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES
1	Unidad 1 Lección 1	Unidad 1 Lección 1	Unidad 1 Lección 2	Unidad 1 Lección 2	Re enseñanza
2	Unidad 1 Lección 3	Unidad 1 Lección 3	Unidad 1 Lección 4	Unidad 1 Lección 4	Re enseñanza
3	Unidad 1 Lección 4	Unidad 1 Lección 5	Unidad 1 Lección 5	Unidad 1 Lección 5	Re enseñanza
4	Unidad 2 Lección 6	Unidad 2 Lección 6	Unidad 2 Lección 6	Unidad 2 Lección 7	Re enseñanza
5	Unidad 2 Lección 7	Unidad 2 Lección 7	Unidad 2 Lección 7	Unidad 2 Lección 8	Re enseñanza
6	Unidad 2 Lección 8	Unidad 2 Lección 9	Unidad 2 Lección 9	Unidad 2 Lección 9	Re enseñanza
7	Unidad 2 Lección 10	Unidad 2 Lección 10	Unidad 2 Lección 10	Unidad 2 Lección 10	Re enseñanza
8	Unidad 3 Lección 11	Unidad 3 Lección 11	Unidad 3 Lección 11	Unidad 3 Lección 11	Re enseñanza
9	Unidad 3 Lección 12	Unidad 3 Lección 12	Unidad 3 Lección 12	Unidad 3 Lección 12	Re enseñanza
10	Unidad 3 Lección 13	Unidad 3 Lección 13	Unidad 3 Lección 13	Unidad 3 Lección 13	Re enseñanza

Unidad 1: Fundamentos de los motores DC

Esquema de estudio



Unidad 1: Fundamentos de los motores DC

Lección 1: Características de funcionamiento de un motor DC

Estándares y expectativas:

Estándar A: Explica el funcionamiento de un motor DC.

Objetivos terminales: Al finalizar la lección sobre fundamentos motores DC, el estudiante:

T1 Explicará las características de funcionamiento de un motor DC.

T2 Mencionará las partes principales de un motor DC y su función.

Tiempo de trabajo: 2 días (100 minutos por día)

Instrucciones: Lee el siguiente párrafo y luego contesta las preguntas asignadas al final de la lectura.

Contenido:

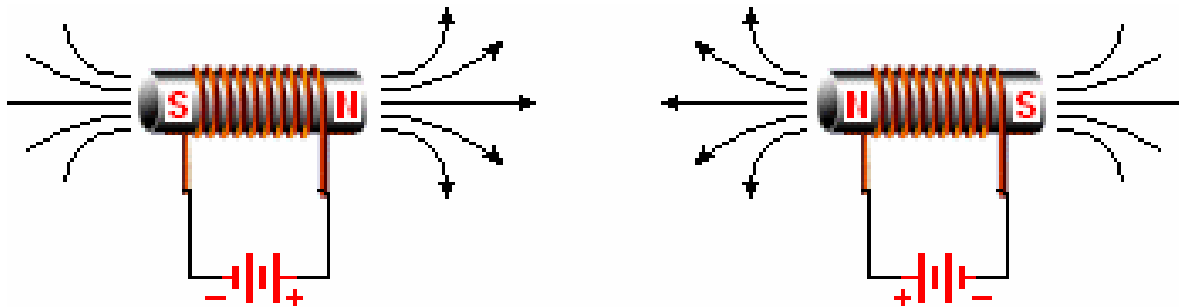
Introducción

El motor eléctrico permite la transformación de energía eléctrica en energía mecánica, esto se logra mediante la rotación de un campo magnético alrededor de una espira o bobinado que toma diferentes formas. Al pasar la corriente eléctrica por la bobina ésta se comporta como un imán cuyos polos se rechazan o atraen con el imán que se encuentra en la parte inferior; al dar media vuelta el paso de corriente se interrumpe y la bobina deja de comportarse como imán, pero por inercia se sigue moviendo hasta que da otra media vuelta y la corriente pasa nuevamente repitiéndose el ciclo haciendo que el motor rote constantemente.

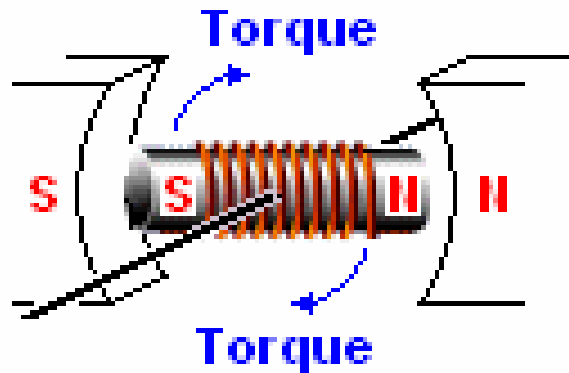
Son de los más comunes y económicos, y puedes encontrarlo en la mayoría de los juguetes a pilas, constituidos, por lo general, por dos imanes permanentes fijados en la carcasa y una serie de bobinados de cobre ubicados en el eje del motor, que habitualmente suelen ser tres.



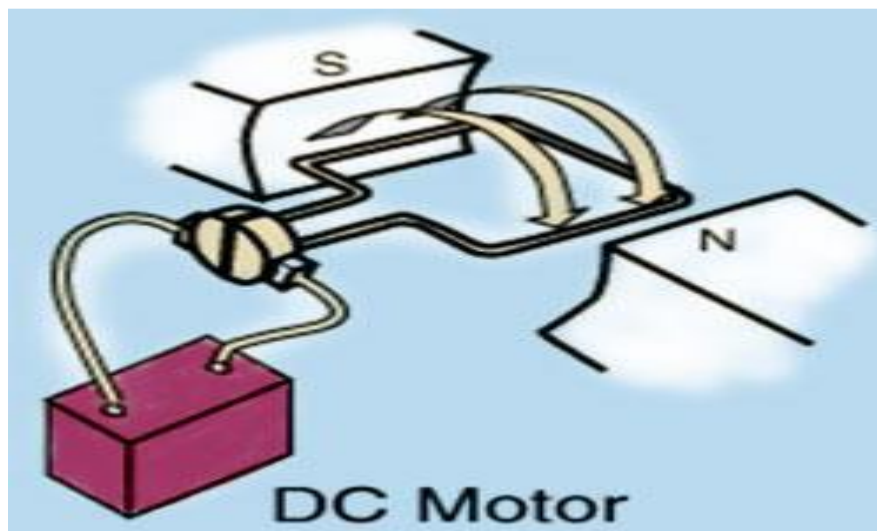
El funcionamiento se basa en la interacción entre el campo magnético del imán permanente y el generado por las bobinas, ya sea una atracción o una repulsión hacen que el eje del motor comience su movimiento, bueno, eso es a grandes rasgos, ahora nos metemos un poco más adentro, cuando una bobina es recorrida por la corriente eléctrica, esta genera un campo magnético y como es obvio este campo magnético tiene una orientación es decir dos polos un polo NORTE y un polo SUR, la pregunta es, cuál es ¿cuál? y la respuesta es muy sencilla, si el núcleo de la bobina es de un material ferromagnético los polos en este material se verían así...



Como puedes ver, estos polos pueden ser invertidos fácilmente con sólo cambiar la polaridad de la bobina, por otro lado, al núcleo de las bobinas las convierte en un electroimán, ahora bien, si tienes nociones de el efecto producido por la interacción entre cargas, recordarás que cargas opuestas o polos opuestos se atraen y cargas del mismo signo o polos del mismo signo se repelen, esto hace que el eje del motor gire produciendo un determinado torque (fuerza rotante) a. Motores de corriente directa (DC).



Te preguntarás que es el torque..., pues es simplemente la fuerza de giro, si quieres podríamos llamarle la potencia que este motor tiene, la cual depende de varios factores, como ser; la cantidad de corriente, el espesor del alambre de cobre, la cantidad de vueltas del bobinado, la tensión etc. esto es algo que ya viene determinado por el fabricante, y que nosotros poco podemos hacer, más que jugar con uno que otro parámetro que luego describiré. La imagen anterior fue solo a modo descriptivo, ya que por lo general suelen actuar las dos fuerzas, tanto atracción como repulsión, y más si se trata de un motor con bobinas impares. Estos motores disponen de dos bornes que se conectan a la fuente de alimentación y según la forma de conexión el motor girará en un sentido u otro, veamos eso justamente...



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 el motor 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

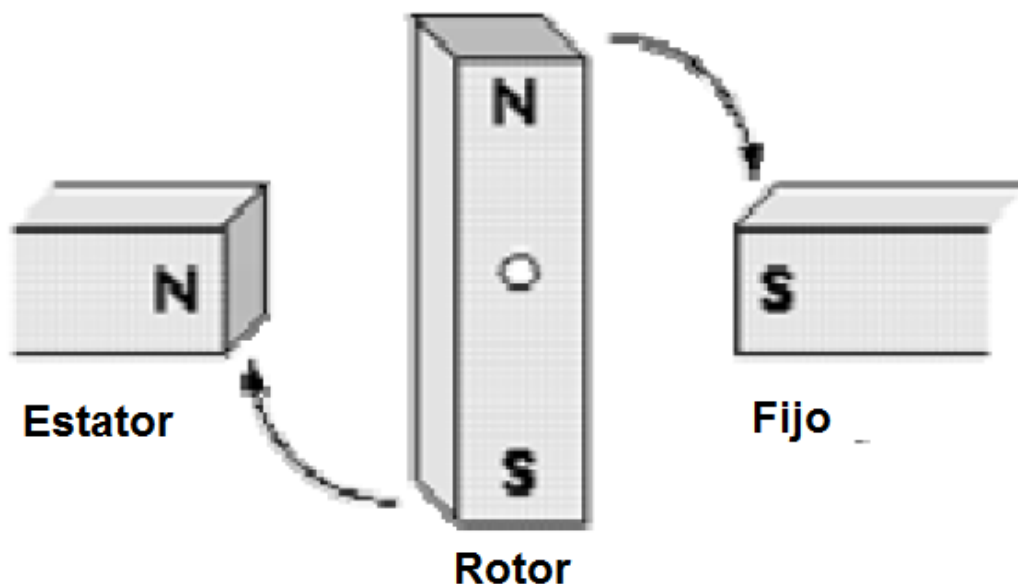
siguen utilizando en muchas aplicaciones de potencia (trenes y tranvías) o de precisión (máquinas, micro-motores, etc.)

Motor de corriente continua:

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

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.



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 Ampere 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 D.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. Favor de ver el video con el enlace a continuación.

https://www.youtube.com/watch?v=dxOL1V_bM7k

LAS PARTES FUNDAMENTALES DE UN MOTOR DE CORRIENTE CONTINUA SON:

Rotor	Estator
Eje	Armazón
Núcleo y Devanado	Imán permanente
Colector	Escobillas y porta escobillas
	Tapas

Rotor = Constituye la parte móvil del motor, proporciona el torque para mover a la carga.

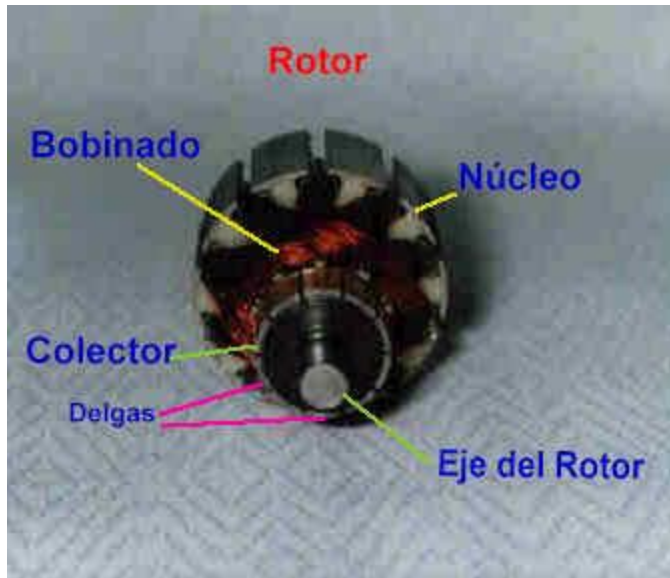
Eje = Formado por una barra de acero fresada. Imparte la rotación al núcleo, devanado y al colector.

Núcleo = Se localiza sobre el eje. Fabricado con capas laminadas de acero, su función es proporcionar un trayecto magnético entre los polos para que el flujo magnético del devanado circule.

Las laminaciones tienen por objeto reducir las corrientes parásitas en el núcleo. El acero del núcleo debe ser capaz de mantener bajas las pérdidas por histéresis.

Este núcleo laminado contiene ranuras a lo largo de su superficie para albergar al devanado de la armadura (bobinado).





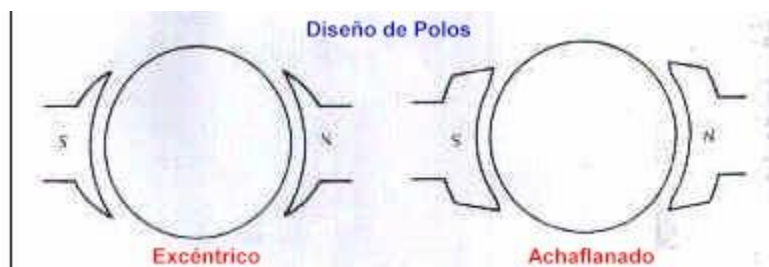
Estator = Constituye la parte fija de la máquina. Su función es suministrar el flujo magnético que será usado por el bobinado del rotor para realizar su movimiento giratorio.

Armazón = Denominado también yugo, tiene dos funciones primordiales: servir como soporte y proporcionar una trayectoria de retorno al flujo magnético del rotor y del imán permanente, para completar el circuito magnético.



Imán permanente = Compuesto de material ferromagnético altamente remanente, se encuentra fijado al armazón o carcasa del estator. Su función es proporcionar un campo

magnético uniforme al devanado del rotor o armadura, de modo que interactúe con el campo formado por el bobinado, y se origine el movimiento del rotor como resultado de la interacción de estos campos.



Escobillas

Las escobillas están fabricadas de carbón, y poseen una dureza menor que la del colector, para evitar que éste se desgaste rápidamente. Se encuentran albergadas por la porta escobillas. Ambos, escobillas y porta escobillas, se encuentran en una de las tapas del estator.

La función de las escobillas es transmitir la tensión y corriente de la fuente de alimentación hacia el colector y, por consiguiente, al bobinado del rotor. La función del porta escobillas es mantener a las escobillas en su posición de contacto firme con los segmentos del colector. Esta función la realiza por medio de resortes, los cuales hacen una presión moderada sobre las escobillas contra el colector. Esta presión debe mantenerse en un nivel intermedio pues, de ser excesiva, la fricción desgastaría tanto a las escobillas como al colector; por otro lado, de ser mínima esta presión, se produciría lo que se denomina "chisporroteo", que es cuando aparecen chispas entre las superficies del colector y las escobillas, debido a que no existe un buen contacto.

Devanado

Consta de bobinas aisladas entre sí y entre el núcleo de la armadura. Estas bobinas están alojadas en las ranuras, y están conectadas eléctricamente con el colector, el cual, debido a su movimiento rotatorio, proporciona un camino de conducción conmutado.

Colector

Denominado también conmutador, está constituido de láminas de material conductor (delgas), separadas entre sí y del centro del eje por un material aislante, para evitar cortocircuito con dichos elementos. El colector se encuentra sobre uno de los extremos del eje del rotor, de modo que gira con éste y está en contacto con las escobillas.

La función del colector es recoger la tensión producida por el devanado inducido, transmitiéndola al circuito por medio de las escobillas (llamadas también cepillos)

Assesment Lección 1

Luego de haber finalizado la lección favor de contestar las siguientes preguntas
(15 puntos)

1. ¿Qué es un motor eléctrico? (2puntos)
2. ¿Explica brevemente los dos principios de operación de un motor DC? (2puntos)
3. ¿Cuáles son las partes principales de motor DC? (2puntos)
4. ¿Cuáles es la función de cada parte de un motor DC? (5 puntos)
5. ¿Cuáles son las diferencias principales entre un colector y una armadura?
(2 puntos)
6. ¿Que significa “chisporroteo” cuando hablamos de motores DC? (2puntos)

Unidad 1: Fundamentos de los motores DC

Lección 2: Tipos de motores DC

Estándares y expectativas:

Estándar A: Explica los distintos tipos de motores DC.

Objetivos terminales: Al finalizar la lección sobre tipos de motores DC, el estudiante:

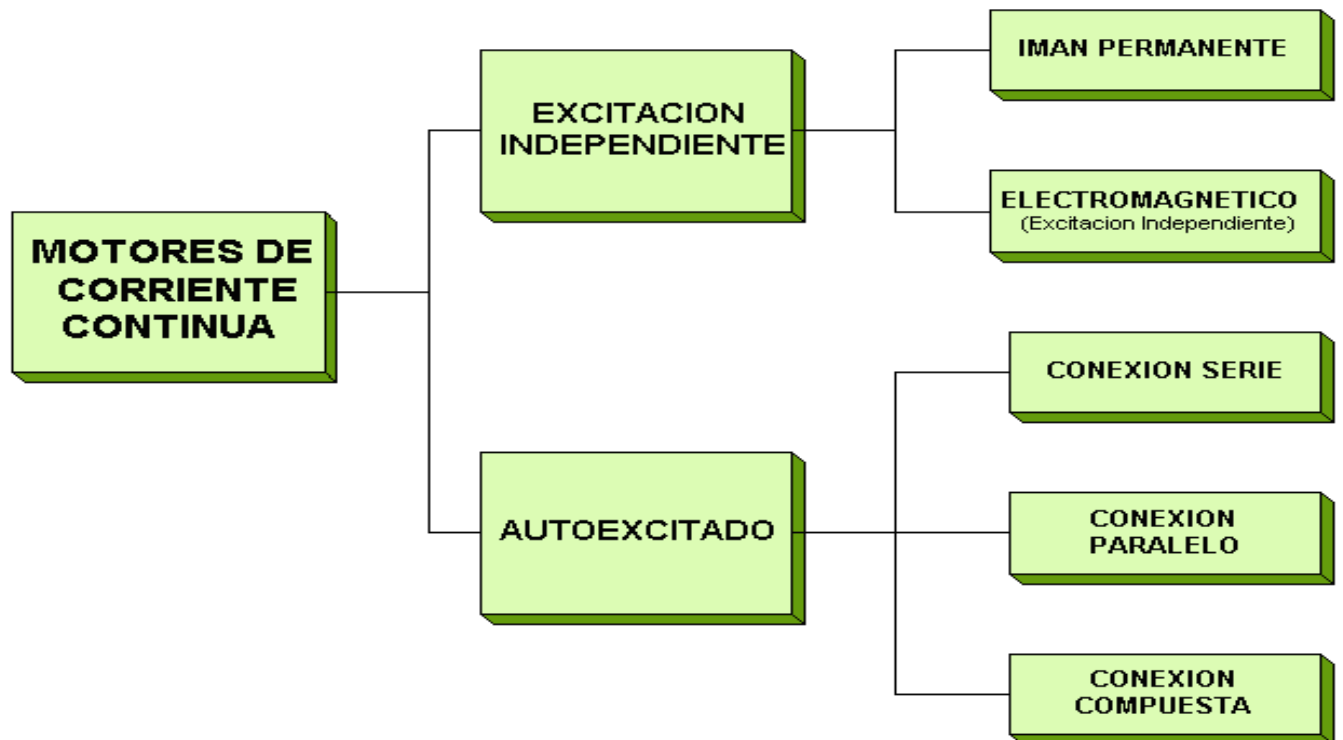
T1 Identificará y mencionará los distintos tipos de motores DC.

T2 Clasificará diferentes tipos de motores DC por funcionamiento y diseño.

Tiempo de trabajo: 2 días (100 minutos por día)

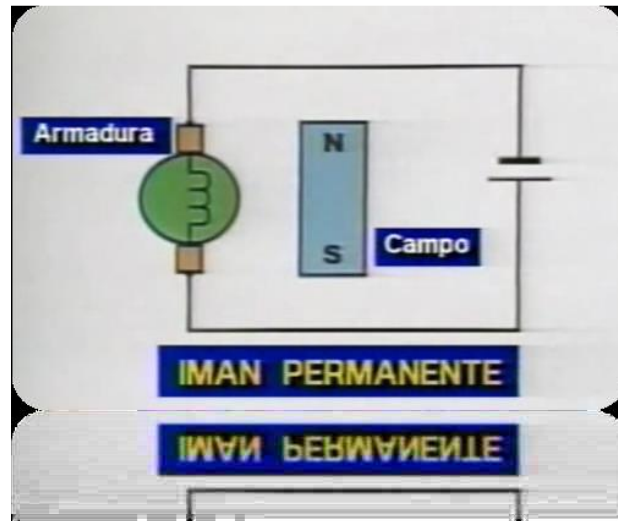
Instrucciones: Lee el siguiente párrafo y luego contesta las preguntas asignadas al final de la lectura.

Clasificación de motores de corriente continua



MOTORES DE CORRIENTE CONTINÚA DE IMÁN PERMANENTE: Existen motores de imán permanente (PM, permanent magnet), en tamaños de fracciones de caballo y de

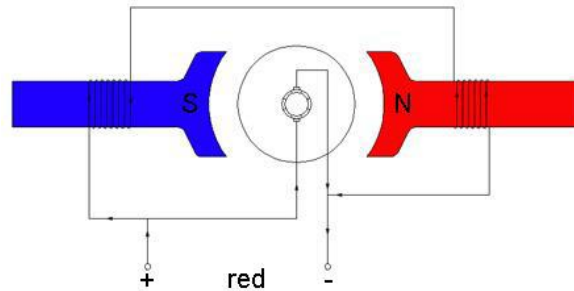
números pequeños enteros de caballos. Tienen varias ventajas respecto a los del tipo de campo devanado. No se necesitan las alimentaciones de energía eléctrica para excitación ni el devanado asociado. Se mejora la confiabilidad, ya que no existen bobinas excitadoras del campo que fallen y no hay probabilidad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



EXCITACIÓN INDEPENDIENTE: Los motores de excitación independiente tienen como aplicaciones industriales el torneado y taladrado de materiales, extrusión de materiales plásticos y goma, ventilación de horno, retroceso rápido en vacío de ganchos de grúas, desenrollado de bobinas y retroceso de útiles para serrar. El motor de excitación independiente es el más adecuado para cualquier tipo de regulación, por la independencia entre el control por el inductor y el control por el inducido. El sistema de excitación más fácil de entender es el que supone una fuente exterior de alimentación para el arrollamiento inductor. En la siguiente figura, se representa el inducido por un círculo; la flecha recta interior representa el sentido de la corriente principal y la flecha curva, el sentido de giro del inducido; el arrollamiento inductor o de excitación, se representa esquemáticamente, y el sentido de la corriente de excitación, por medio de una flecha similar.

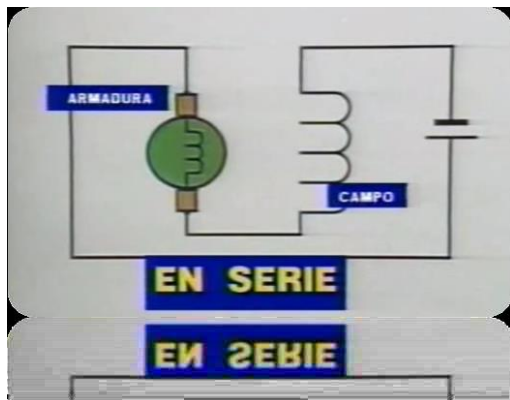
AUTOEXCITADO: El sistema de excitación independiente, solamente se emplea en la práctica en casos especiales debido, sobre todo, al inconveniente de necesitar una fuente independiente de energía eléctrica. Este inconveniente puede eliminarse con el denominado principio dinamoeléctrico o principio de autoexcitación, que ha hecho

posible el gran desarrollo alcanzado por las máquinas eléctricas de corriente continua en el presente siglo.



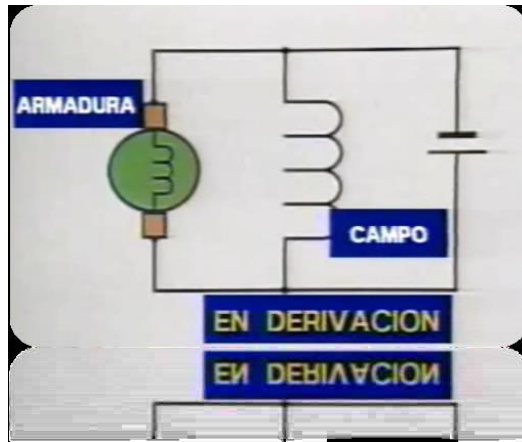
MOTOR SERIE: Es un tipo de motor eléctrico de corriente continua en el cual el devanado de campo (campo magnético principal) se conecta en serie con la armadura. Este devanado está hecho con un alambre grueso porque tendrá que soportar la corriente total de la armadura.

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.



MOTOR SHUNT O MOTOR PARALELO (DERIVACIÓN): Es un motor de corriente continua cuyo bobinado inductor principal está conectado en derivación con el circuito formado por los bobinados inducidos e inductor auxiliar.

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

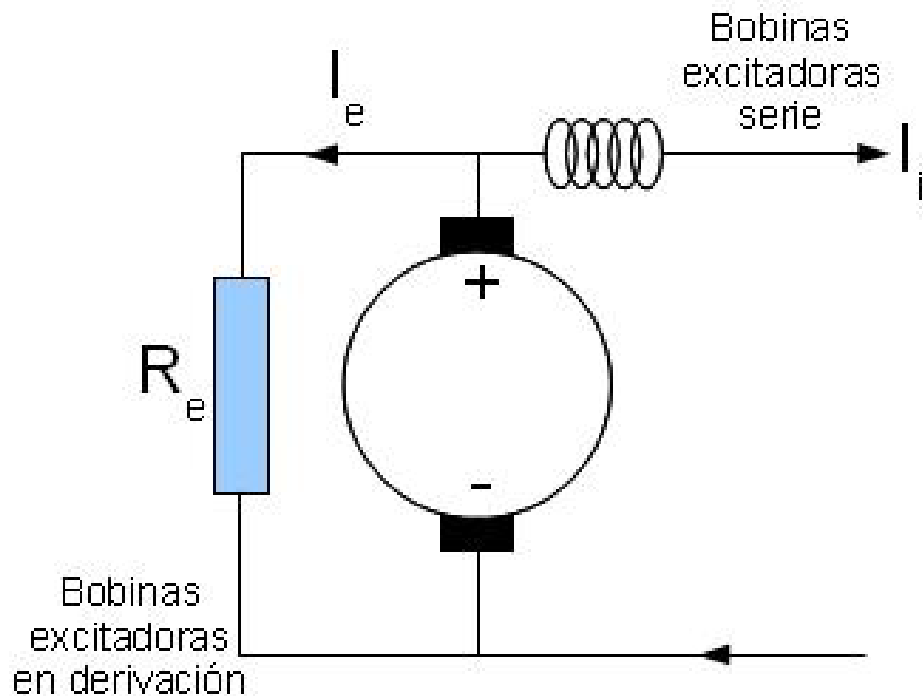


Conexión con excitación en derivación.

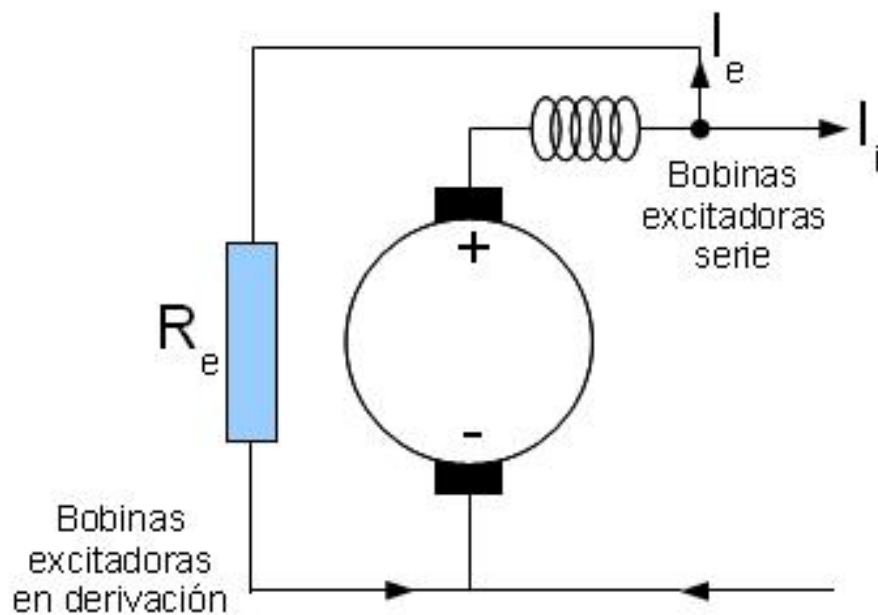
MOTOR COMPOUND: Es un motor de corriente continua cuya excitación es originada por dos bobinados inductores independientes; uno dispuesto en serie con el bobinado inducido y otro conectado en derivación con el circuito formado por los bobinados inducido, inductor serie e inductor auxiliar.

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. Cuando el campo serie se conecta de manera tal que su flujo se opone al flujo del campo principal shunt. Los motores compound que se conectan normalmente de esta manera se denominan como compound diferencial.

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.



(b) Derivación Corta



(a) Derivación Larga

Assesment Lección 2:

Luego de haber finalizado la lección favor de contestar las siguientes preguntas
(15 puntos)

1. ¿Cuáles son los diferentes tipos de motores DC? (2 puntos)

2. ¿Explica brevemente las características de funcionamiento de cada uno
 motores DC.? (4 puntos)

3. ¿Cuáles son las diferencias entre cada uno de los motores DC? (3 puntos)

4. ¿Realiza los diagramas esquemáticos que representen cada uno de los
 motores DC, en cuanto, a los campos, interpolo y armadura según aplique?
 (4 puntos)

5. ¿Cuáles son las diferencias principales entre un motor compound, derivación
 larga y corta? (2 puntos)

Unidad 1: Fundamentos de los motores DC

Lección 3: Conexiones de motores DC

Estándares y expectativas:

Estándar A: Explica y realiza conexión de un motor DC.

Objetivos terminales: Al finalizar la lección sobre Conexiones para motores DC:

T1 Identificará los terminales aplicados para cada uno de los motores DC.

T2 Realizara conexiones para cada tipo de motor DC, para cambio de rotación cw y ccw.

Tiempo de trabajo: 2 días (100 minutos por día)

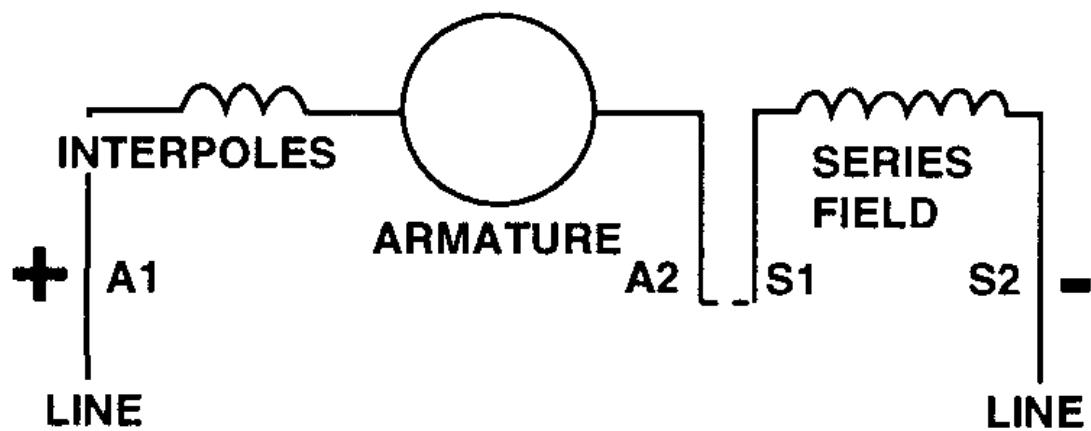
Instrucciones: Lee el siguiente párrafo y luego contesta las preguntas asignadas al final de la lectura.

Contenido: Todos los motores de corriente directa vienen diseñados para trabajar para una sola tensión o voltaje, en el caso de motor serie y en el Shunt y el compound pueden venir para dos tensiones. Esto se logra dividiendo el bobinado de campo en dos bobinados separados.

Solo se combinan los terminales de la armadura para que el mismo gire en una dirección en específico. Para cambiar la rotación de un motor DC, basta con invertir o permutar los terminales de la armadura. Los terminales de la armadura se identifican como A1, A2, los de los campos en serie como S1, S2, los campos en paralelo como F1, F2, o (F1, F2), (F3, F4), cuando son campos separados. En el caso de los interpolos, estos vienen combinado internamente en serie con la armadura o rotor, pero de no ser así se identifican como I1, I2.

Conexiones motor en serie:

SERIES MOTOR



CLOCK WISE CW (FOWARD-ADELANTE)

L1 (+) → A1

A2 → S1

L2 (-) → S2

COUNTER CLOCK WISE CCW (FOWARD-ADELANTE)

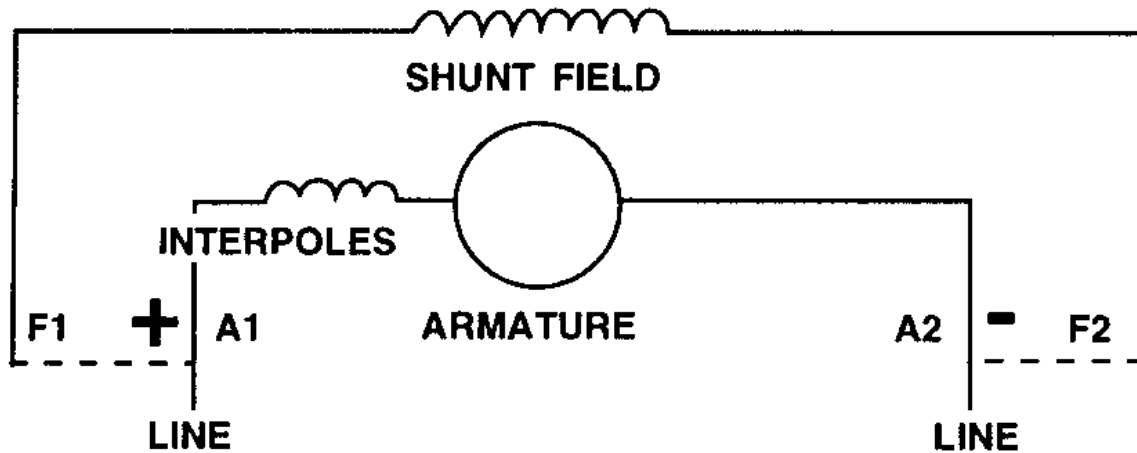
L1 (+) → A2

A1 → S1

L2 (-) → S2

Conexiones motor en Paralelo (SHUNT):

SHUNT MOTOR



CLOCK WISE CW (FOWARD-ADELANTE)

L1 (+) → A1 -F1

L2 (-) → A2-F2

COUNTER CLOCK WISE CCW (REVERSE-ATRAS)

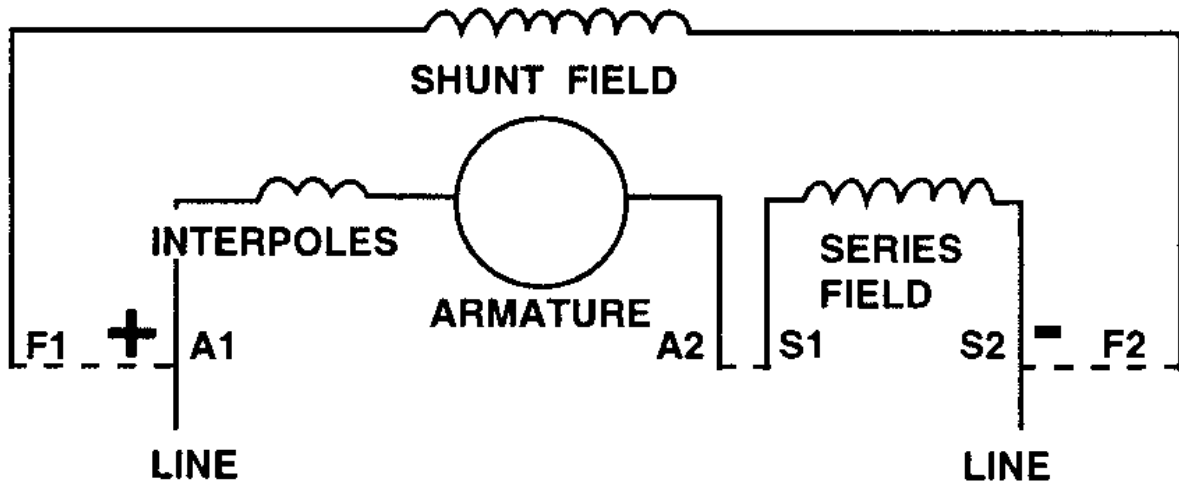
L1 (+) → A2 -F1

L2 (-) → A1-F2

Conexiones motor Serie-Paralelo (Compound):

Campo fijo. (F1, F2)

COMPOUND MOTOR



CLOCK WISE CW (FOWARD-ADELANTE)

L1 (+) → A1-F1

A2 → S1

L2 (-) → S2-F2

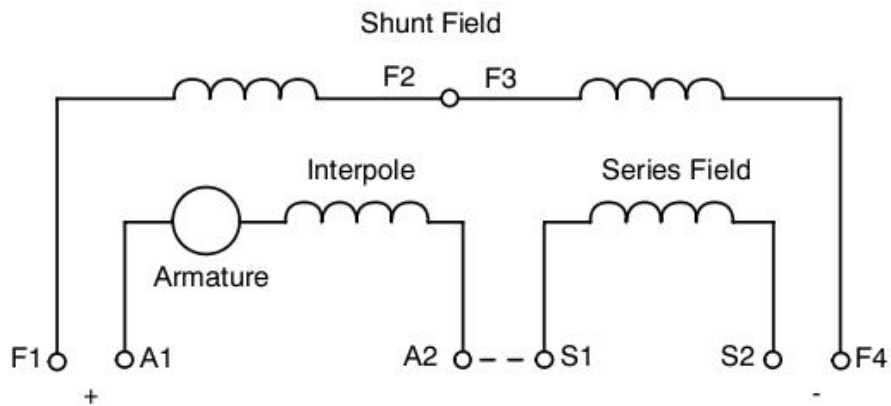
COUNTER CLOCK WISE CCW (REVERSE-ATRAS)

L1 (+) → A2

A1 → S1

L2 (-) → S2-F2

Conexiones motor Compound campo dividido(SHUNT FIELD SPLIT):



CLOCK WISE CW (FOWARD-ADELANTE)

L1 (+) → A1-F1
 A2 → S1
 F2- → F3
 L2 (-) → S2-F4

COUNTER CLOCK WISE CCW (REVERSE-ATRAS)

L1 (+) → A2-F1
 A1 → S1
 F2- → F3
 L2 (-) → S2-F4

Assesment Lección 3:

Luego de haber finalizado la lección favor de contestar las siguientes preguntas
(15 puntos)

1. ¿Cuáles son los diferentes componentes a conectarse en motores DC?
(4 puntos)
2. ¿Cómo se les cambia la rotación a los motores DC, cuáles serían las mismas?
(2 puntos).
3. ¿Cuáles son las diferencias entre un motor compound campo fijo y uno campo dividido C? (2 puntos).
4. ¿Escribe las conexiones para un motor compound en CW y CCW?
(4 puntos).
5. ¿Cómo se conectan los interpolos en el motor SHUNT y como serian identificados los terminales? (2 puntos)

Unidad 1: Fundamentos de los motores DC

Lección 4: Cálculos de potencia y velocidad motores DC

Estándares y expectativas:

Estándar A: Realiza cálculos aplicados a la velocidad y potencia en un motor DC.

Objetivos terminales: Al finalizar la lección sobre motores DC, el estudiante:

T1 Realizará cálculos de potencia a un motor DC.

T2 Determinará los factores que afectan la velocidad a los motores DC.

Tiempo de trabajo: 3 días (100 minutos por día)

Instrucciones: Lee el siguiente párrafo y luego contesta las preguntas asignadas al final de la lectura.

Contenido:

Cálculo Potencia mecánica.

El caballo de fuerza es una unidad que fue propuesta a finales del siglo XVIII por el ingeniero escocés James Watt, quien mejoró, diseñó y construyó máquinas de vapor, además de promover el uso de éstas en variadas aplicaciones.

Watt propuso esta unidad para expresar la potencia que podía desarrollar la novedosa máquina de vapor (en su época), con respecto a la potencia que desarrollaban los caballos. Estos animales eran las «máquinas» de trabajo que se usaban ampliamente para mover molinos, levantar cargas, mover carruajes y muchas otras actividades. Tras varios experimentos y aproximaciones de cómo medir y expresar la potencia de los caballos, James Watt estimó que un caballo podía levantar 330 libras-fuerza a una altura de 100 pies en un minuto.

Siendo:

Caballos de fuerza (HP)	
HP	$(\text{Pies} \times \text{Lbs}) \div (\text{T} \times 33,000)$
Pies	$(\text{HP} \times \text{T} \times 33,000) \div \text{Lbs}$
Lbs	$(\text{HP} \times \text{T} \times 33,000) \div \text{Pies}$
T	$(\text{Pies} \times \text{Lbs}) \div (\text{HP} \times 33,000)$

Ejemplo 1: ¿Cuál sería la capacidad en caballos de fuerza (HP) de un motor DC que tiene que levantar a una carga de 600 libras a una altura de 20 pies en 1?5 minutos?

Respuesta:

$$\begin{aligned}
 \text{Caballos de fuerza (HP)} &= (\text{Pies} \times \text{Lbs}) / (\text{T} \times 33,000) \\
 &= (20 \times 600) / (1.5 \times 33,000) \\
 &= 12000 / 49500 = 0.242\text{Hp.}
 \end{aligned}$$

Esta fórmula ha sido aplicada para cálculos de potencia eléctrica derivada de maquinarias y motores eléctricos y se establece la siguiente relación entre potencia mecánica (HP) y Potencia eléctrica.

Horse Power	
P=Potencia eléctrica	$\text{HP} \times 746 \text{ watts}$
HP	$\text{P} \div 746 \text{ watts}$

Aplicando esta relación en el ejemplo anterior:

$$\text{P=Potencia eléctrica} = \text{HP} \times 746 \text{ watts} = 0.242 \times 746 = 180.85 \text{ watts}$$

Cálculo fuerza rotante o Torque.

Como hemos hablado antes, hay ciertos conceptos que usamos comúnmente pero que probablemente no entendemos del todo. En las tablas de especificaciones del motor de un automóvil aparecen las palabras torque y potencia, pero ¿Qué significan? ¿Cómo los interpretamos?

El torque y la potencia son dos indicadores del funcionamiento del motor, nos dicen cuanta fuerza puede producir y con qué rapidez puede trabajar. a fuerza que producen los cuerpos en rotación es eso que llamamos torque. El torque es una fuerza que tiende a rotar o hacer que las cosas giren, por ejemplo, al abrir una puerta, al girar una llave en la cerradura o al lavarnos las manos, uno está aplicando un torque.

En el SI (Sistema Internacional de Unidades) se representan con las unidades Libras-pie, que son medidas de fuerza y distancia respectivamente. La velocidad de giro de la armadura se mide en Revoluciones por minuto (R.P.M)

Torque y Velocidad	
HP	$(T \times \text{RPM}) \div (5,250)$
RPM	$(5,250 \times \text{HP}) \div T$
T	$(5,250 \times \text{HP}) \div \text{RPM}$

Ejemplo #2: ¿Cuál sería la fuerza rotante (Torque) de un motor DC de 5 hp que se mueve a 1880 rpm?

Respuesta:

Torque (T)= $(5,250 \times \text{HP}) / \text{RPM} = (5,200 \times 5) / 1880 = 26000 / 1880 = 13.83$ pie-libras.

Cálculo de eficiencia;

Un motor se considera cargado cuando está en el rango donde la eficiencia disminuye significativamente con la disminución de la carga. Los motores sobrecargados pueden sobrecalentarse y perder eficiencia.

Fórmula eficiencia motor D.C (Corriente directa):

$$E_f = \frac{H_p \times 746}{V \times I}$$

E_f= eficiencia.

H_p= Caballos de fuerza del motor.

V= voltaje aplicado.

I= corriente a plena carga.

Ejemplo 3: ¿Cuál es la eficiencia en un motor DC de 5hp que tiene un voltaje de 220 v y una corriente de 17.8 a?

Respuesta:

$$E_f = (H_p \times 746) / (V \times I) = (5 \times 746) / (220 \times 17.8) = 3730 / 3916 = 0.953 = 95.3\%$$

Assesment Lección 4:

Luego de haber finalizado la lección favor de contestar las siguientes preguntas

(15untos)

1. ¿Cuál es diferencia entre Torque y Potencia en motores DC?
(1 puntos)
2. ¿Cómo determinamos la constante de fuerza y potencia? (2 puntos).
3. ¿Cuál sería la fuerza rotante de un motor DC de 5 hp que se mueve a 1880 rpm?
(2 puntos).
4. ¿Escribe las ecuaciones para buscar eficiencia, torque, potencia mecánica para motores DC? (4puntos).
5. ¿Resuelve los siguientes ejercicios de cálculos motores DC. (6 puntos)
 - A. ¿Cuál sería la capacidad en caballos de fuerza (HP) de un motor DC que tiene que levantar a una carga de 800 libras a una altura de 90 pies en 1?5 minutos?
 - B. ¿Cuál sería la fuerza rotante (Torque) de un motor DC de 7?5 hp que se mueve a 3600 rpm?
 - C. ¿Cuál es la eficiencia en un motor DC de 25 hp que tiene un voltaje de 220 v y una corriente de 90 a?

Unidad 1: Fundamentos de los motores DC

Lección 5: Aplicaciones de los motores DC

Estándares y expectativas:

Competencia A: Identifica aplicaciones para los motores DC en la industria y comercio.

Objetivos terminales: Al finalizar la lección sobre aplicaciones de los motores DC,

el estudiante:

T1 Identificará los usos y aplicaciones de los diferentes tipos de los motores DC.

T2 Clasificará los diferentes motores DC.

Tiempo de trabajo: 3 días (100 minutos por día)

Instrucciones: Lee el siguiente párrafo y luego contesta las preguntas asignadas al final de la lectura.

Contenido:

El motor de corriente continua fue uno de los objetivos centrales de investigación de Thomas A. Edison. Pero por sus ventajas competitivas, los motores de AC pronto llegaron a ser los favoritos de la industria. A pesar de la predominancia de los motores AC trifásicos, los motores DC tienen ventajas en ciertas aplicaciones industriales y son todavía ampliamente usados. Las ventajas de los motores DC incluyen un excelente control de la velocidad y la capacidad de proporcionar alto par a bajas velocidades. Sin embargo, una mayoría de los motores DC usan escobillas para transferir energía eléctrica al rotor del motor.

Los ensamblajes con escobillas no solamente requieren motores más grandes, sino que también se incrementan los requerimientos de mantenimiento. Cuando se desgastan las escobillas, se requiere mantenimiento y se genera polvo de carbón. Las escobillas son también sensibles a la contaminación, especialmente en máquinas que contienen materiales de silicona, y deben ser reemplazados periódicamente. Ya que la energía eléctrica se suministra como corriente alterna, se requiere un equipo adicional que genere energía DC, tal como un equipo motor generador o un sistema rectificador.

Si se utilizan baterías, podemos obtener la energía directamente de ellas. Aunque estas aplicaciones son algo especializadas, se están incrementando ya que la industria cada vez es más sensible a los problemas de calidad de la energía y a los altos costes de la

interrupción en la producción. Hay cuatro clases principales de motores de corriente continua: devanado serie, devanado shunt, devanado continuo y magnetismo permanente. Los devanados serie, devanado shunt, y motores de devanado compuesto todos requieren escobillas para suministrar corriente al estator. Las diferencias entre estos motores se basan en cómo el estator y el rotor se conectan.

Motor serie

: En un motor serie, como su nombre indica, el estator y el rotor se conectan en serie y la misma corriente pasa a través de ambos. En esta configuración, el par se incrementa en proporción al cuadrado del incremento de la corriente. Esta relación es verdad hasta que se alcanza la resistencia del motor, una condición conocida como saturación. Más al Motor serie.

En un motor serie, como su nombre indica, el estator y el rotor se conectan en serie y la misma corriente pasa a través de ambos. En esta configuración, el par se incrementa en proporción al cuadrado del incremento de la corriente. Esta relación es verdad hasta que se alcanza la resistencia del motor, una condición conocida como saturación. Más allá de la saturación, cualquier incremento de carga es directamente proporcional al incremento de la corriente.

Motor Shunt:

En un motor shunt, los circuitos del rotor y el estator se conectan en paralelo. El par y la velocidad de estos motores son relativamente independientes de la carga.

Consecuentemente, ajustándolos controles de la resistencia del estator y la resistencia del campo magnético, se obtiene un control relativamente exacto de la velocidad del motor.

Motor compuesto:

Un motor compuesto es una combinación de un motor serie y un motor shunt. Tiene dos ramales de circuitos básicos; una envolvente del circuito alrededor del estator, y el otro es un circuito serie que incluye tanto estator como rotor. Una característica de operación clave de este tipo de motor es que puede manejar un incremento repentino de las cargas sin un gran cambio en la velocidad.

Magnetismo permanente (PM):

Los motores de magnetismo permanente dependen del magnetismo inherente de los materiales – tales como aleaciones de cobalto, níquel, acero y titanio – para crear un campo magnético con motores que pueden tener hasta 600 HP. Pueden construirse de varias formas diferentes, y en algunas versiones operan con corriente AC. Sin embargo, la mayoría de los motores PM son de tipo DC sin escobillas. Un motor conmutado electrónicamente (ECM) es un tipo de motor.

Aplicaciones de motores DC.

Las principales aplicaciones de los tres tipos de motores de corriente continua se detallan a continuación.

Motores de serie

Los motores de corriente continua de la serie se utilizan donde arranque alto se requiere un par de torsión, y son posibles variaciones en la velocidad. Por ejemplo, los motores de la serie se utilizan en el sistema de tracción, grúas, compresores de aire, aspiradora, máquina de coser, etc.

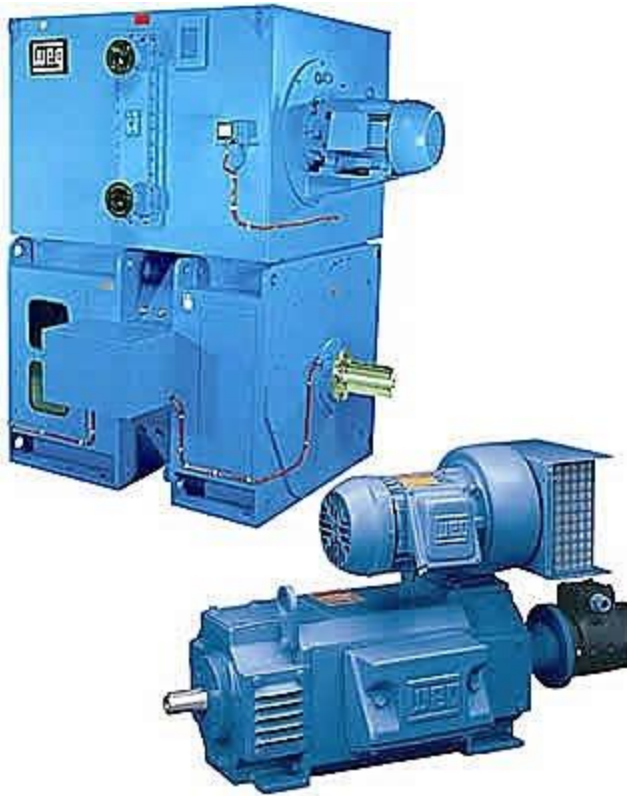
Shunt Motors

Los motores de derivación se utilizan donde la velocidad constante en las condiciones requeridas y de inicio no son severas. Las diversas aplicaciones del motor de derivación de CC se encuentran en máquinas de torno, bombas centrífugas, ventiladores, sopladores,

Motores compuestos (Compound).

Los motores compuestos se utilizan donde se requiere un par de arranque y una velocidad mayor bastante constante. Los ejemplos de uso de motores compuestos se encuentran en prensas, cizallas, transportadores, elevadores, laminadores, planificadores pesados, etc.

Las pequeñas máquinas de DC cuyas clasificaciones están en kilovatios fraccionados se utilizan principalmente como dispositivos de control, como en los generadores Techno para detección de velocidad y en los servomotores para posicionamiento y seguimiento.



Ver el siguiente enlace:

[www.electric**motors**.machinedesign.com](http://www.electricmotors.machinedesign.com)

Assesment Lección 5:

Luego de haber finalizado la lección favor de contestar las siguientes preguntas
(15 puntos)

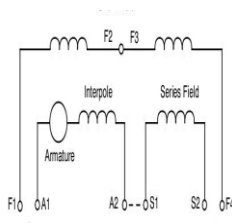
1. Menciona por lo menos dos aplicaciones o usos para los motores DC
(3 puntos)
2. ¿Qué criterios se consideran a la hora de escoger un tipo de motor DC sobre otro? (3 puntos).
3. ¿Cuál de los motores DC es el mejor para aplicaciones industriales y por qué?
(3 puntos).
4. Escribe cuatro cualidades del motor DC que lo hacen superior a uno AC
(4 puntos).
5. ¿En que se utilizan los motores DC que están clasificados en kilovatios?
. (2 puntos)

Examen Unidad 1: Fundamentos de los motores DC
Instalación de Motores Eléctricos eléctricos
Grado: 12

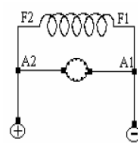
I. Escoge la mejor contestación:

- Un motor eléctrico de Corriente Directa (DC) es esencialmente una máquina que convierte energía eléctrica en movimiento o trabajo mecánico, a través de medios.:
a. térmicos b. electromagnéticos c. químicos. d. motores.
- El motor SHUNT también se conoce como:
a. serie b. compuesto c. serie-paralelo. d. derivación
- Lo que permite al arranque del motor SHUNT es un devanado en :
a. Paralelo. b. arranque. c. serie d. aleatorio.
- Para cambiar la rotación de un motor DC basta:
a. Insertar el rotor por el lado contrario b. Permutar T5 y T8
c. Permutar A1 y A2 d. No cambia su rotación.
- Un motor de Compound tiene _____arrollamiento(s) en serie con la armadura:
a. 1 b. 2 c. 3 d.
- Para cambiar la rotación a un motor compound basta permutar:
a. F1 y F2 b. A1 y A2 c. T1 y T3 d. S1 y S2
- La designación que lleva un motor DC en su alimentación:
a. L1 y L2 ó N b. T1, T4; T5 y T8 c. T5 y T8 d. T1 y T4
- El arrollamiento del rotor de un motor de DC se le llama:
a. Armadura. b. Jaula de ardilla c. Campos d. Bobina.
- La función de un control centrifugo en un motor DC es:
a. No usa dicho interruptor.
b. Desconectar la bobina de trabajo en un determinado tiempo
c. Desconectar la bobina de arranque en un determinado tiempo
d. Conectar la bobina de arranque.
- Un motor DC utiliza:
a. Escobillas b. Colector c. Armadura. d. Todas son correctas.

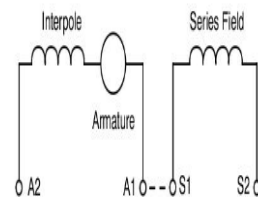
11. Para invertir el giro de rotación de un motor Serie basta permutar:
 a. S1 y S2 b. F1 y F2 c. A1 y A2 d. Ninguna es correcta
12. Una de las características que posee la combinación derivación (shunt) de un motor DC es:
 a. Posee un par de arranque elevado
 b. Un aumento de carga provoca una disminución en la velocidad
 c. Posee un par de arranque mediano y la velocidad es prácticamente independiente de las variaciones de la carga
 d. Ninguna es correcta
13. El motor universal se distingue porque:
 a. Trabaja con corriente alterna y/o directa
 b. La armadura está conectada en serie con el arrollamiento serie
 c. No se conecta en combinación shunt y compuesto
 d. Todas son correctas.
14. El artículo del NEC que cubre todo lo relacionado a los motores eléctricos lo es:
 a. Artículo 240 b. Artículo 340 c. Artículo 430 d. Artículo 550
15. El tipo de motor que representa la figura A es:
 a. Serie. b. Paralelo c. Compound d. Trifásico
16. El tipo de motor que representa la figura B es:
 a. Serie. b. SHUNT. c. Compound d. Trifásico
17. El tipo de motor que representa la figura C es:
 a. Serie. b. Paralelo c. Compound d. Trifásico



A



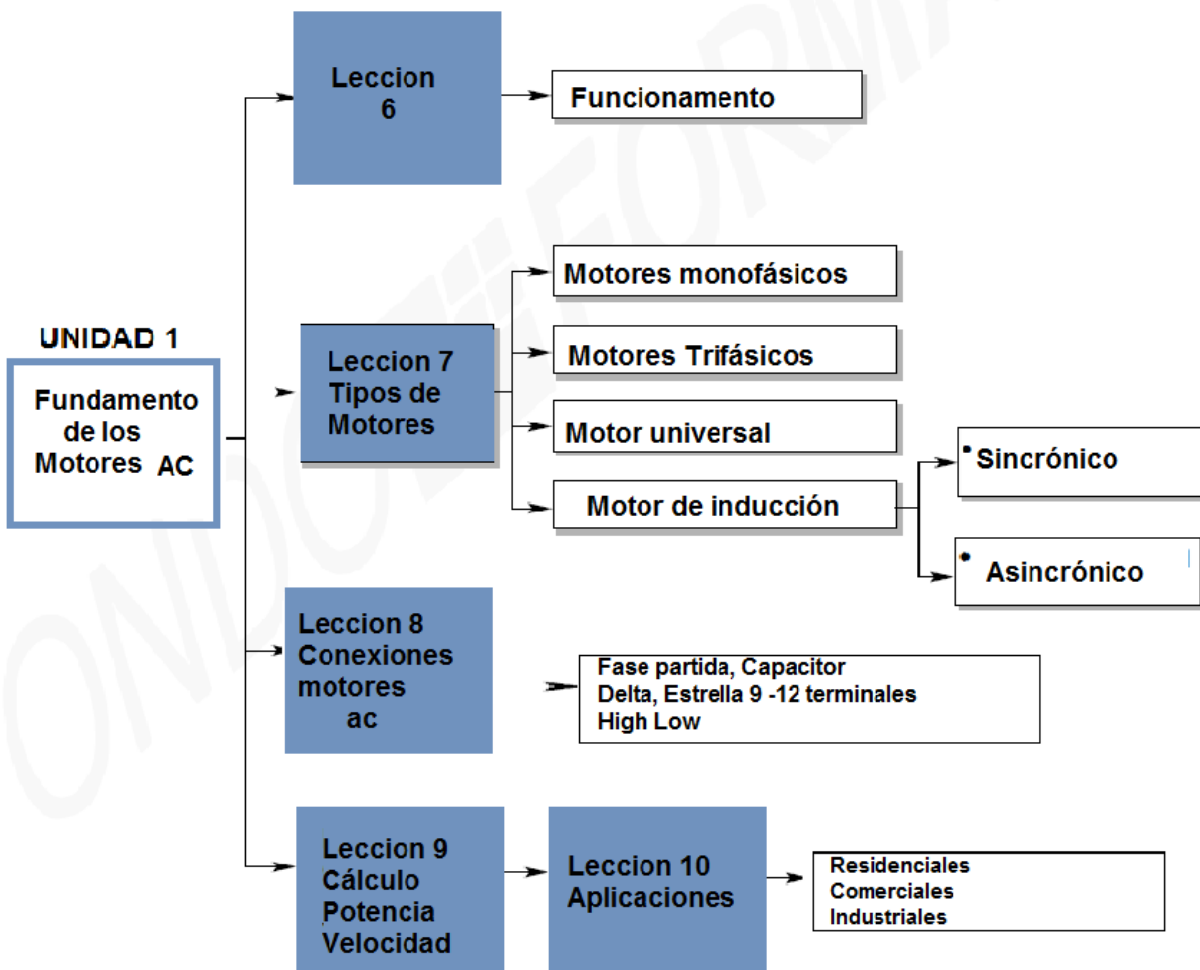
B



C

Unidad 2: Fundamentos de los motores AC

Esquema de estudio



Unidad 2: Fundamentos de los motores AC

Lección 6: Características de funcionamiento de un motor AC

Estándares y expectativas:

Estándar A: Explica el funcionamiento de los motores AC.

Objetivos terminales: Al finalizar la lección sobre el funcionamiento de los motores AC, el estudiante:

T1 Identificará las partes principales de un motor de inducción.

T2 Explicará los diferentes términos aplicados a motores AC.

Tiempo de trabajo: 3 días (100 minutos por día)

Instrucciones: Lee el siguiente párrafo y luego contesta las preguntas asignadas al final de la lectura.

Contenido:

Conceptos y términos importantes

- Estator, Polo, Fase.
- Jaula de ardilla, Fase partida (Split Phase).
- Bobina: Running, Start, CW CCW.
- Interruptor Centrífugo.
- RPM, Velocidad Sincrónica y Slip.
- Protección contra sobrecarga (Overload).
- Condensador (Capacitor), SCIR motor, PSC motor.
- Multi-velocidad, Dual Voltage.
- Nameplate, Frame size, Continuos duty, Limited duty.
- Service Factor, General purpose motors.

Motor de corriente alterna:

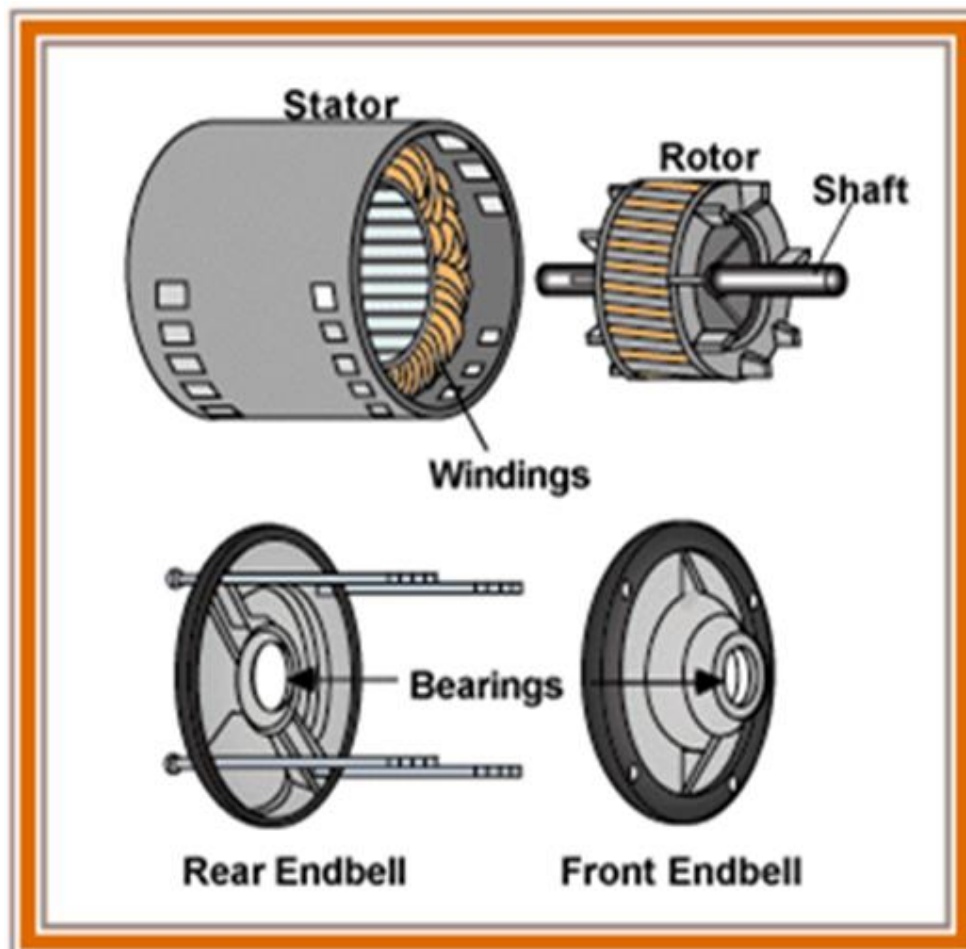
Se denomina motor de corriente alterna a aquellos motores eléctricos que funcionan con corriente alterna. Un motor es una máquina motriz, esto es, un aparato que convierte una forma cualquiera de energía en energía mecánica de rotación o par. Un motor eléctrico convierte la energía eléctrica en fuerzas de giro por medio de la acción mutua de los campos magnéticos.

Motor de inducción:

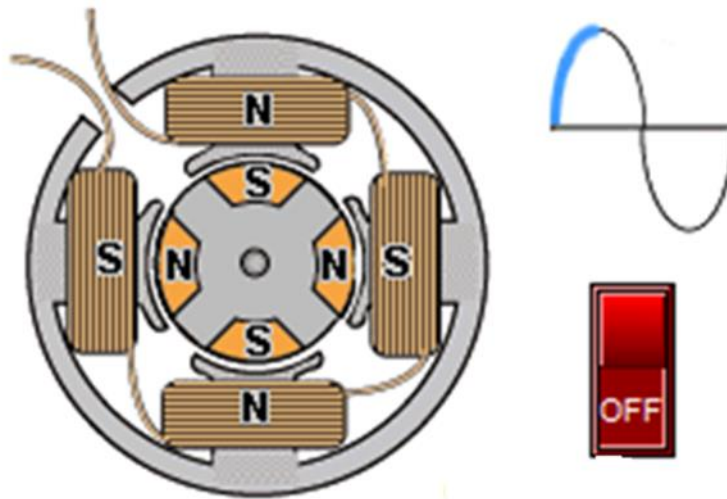
Sobre el 90 % de todos los motores son del tipo inducción, y trabajan con corriente alterna, un motor convierte energía eléctrica en energía mecánica. Cuando el motor no gira de forma normal,

dicho motor comienza a cambiar energía eléctrica en energía térmica o calorífica. Los dos problemas más comunes en los motores son; Cuando el rotor no puede girar, o cuando lo hace lentamente y con dificultad. Ambos problemas generan en el motor un calor excesivo que pueden redundar en daños al motor.

El rotor y el estator son las partes más importantes de un motor eléctrico. El rotor es la parte giratoria, el estator es una parte circular que genera el campo electromagnético. El rotor gira dentro de ese campo electromagnético, pero lo hace libremente. Las tapas, carcasa y caja de bolas o casquillos de cobre son utilizados para el ensamblaje completo del motor. Todas estas partes se fijan con tornillos y tuercas para mantener un alineamiento en el motor.



El motor de inducción trabaja con el principio de inducción electromagnética. El campo magnético estacionario presenta líneas de fuerza en forma circular a través del estator. El estator está compuesto por un núcleo de hierro laminado de baja reluctancia y un grupo de bobinas de cobre. Las líneas de fuerza electromagnética se sitúan en el centro del estator. Cuando la corriente fluye a través de la bobina se genera un fuerte campo magnético en la misma, (Regla de la mano derecha-Lenz Law). El estator induce en el rotor un campo magnético opuesto sobre el rotor. La corriente alterna genera un cambio de polaridad continua en el estator, pero en el rotor permanece constante. El rotor es atraído y repelido continuamente por el campo del estator.



POLOS DEL ESTATOR

Todo motor tiene un mínimo de dos electromagnético, llamado polos los cuales son necesarios en el estator. Existen motores con una mayor cantidad de polos los cuales se clasifican de la siguiente forma:

Bipolar = 2 polos.

Tetrapolar = 4 polos (más común)

Hexapolar = 6 polos.

Octapolar = 8 polos.

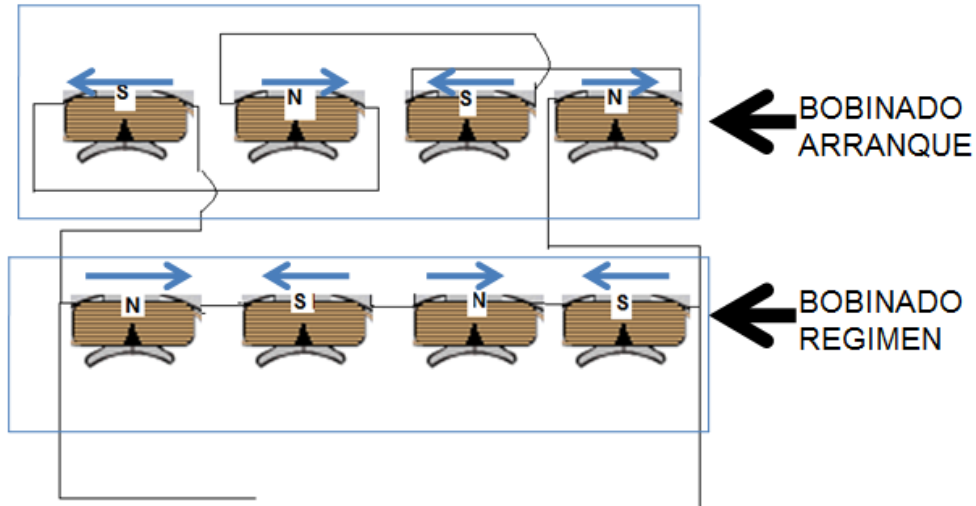
Decapolar= 10 polos.

Duodecapolar= 12 polos.

La polaridad del motor se denominan como Norte y Sur o en ocasiones como positivo y negativo. Los cambios de la polaridad en las bobinas se logran cuando se enrollan las bobinas continuas en direcciones opuestas.

(Derecha- izquierda o Izquierda –derecha).

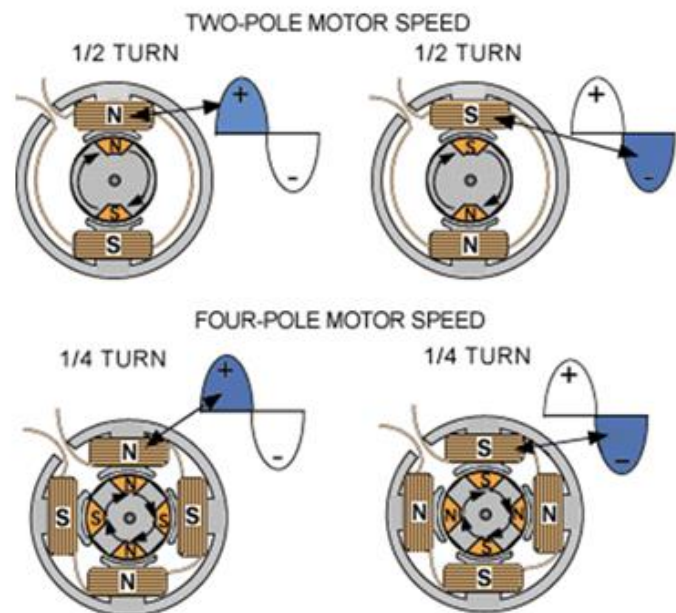
MOTOR TETRAPOLAR: POLOS CONSECUTIVOS







VELOCIDAD EN LOS MOTORES ELECTRICOS

la velocidad en los motores electricos esta determinada por el numero de polos en el estator de un motor electrico.

- A mayor número de polos menor velocidad.(viceversa)
- A mayor frecuencia mayor velocidad.(viceversa).



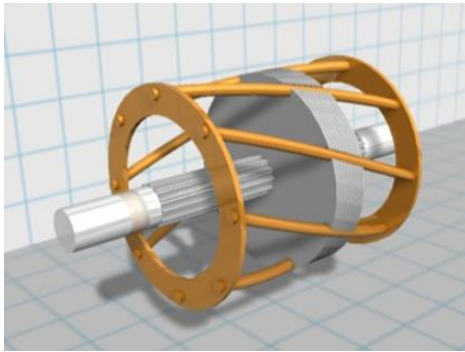
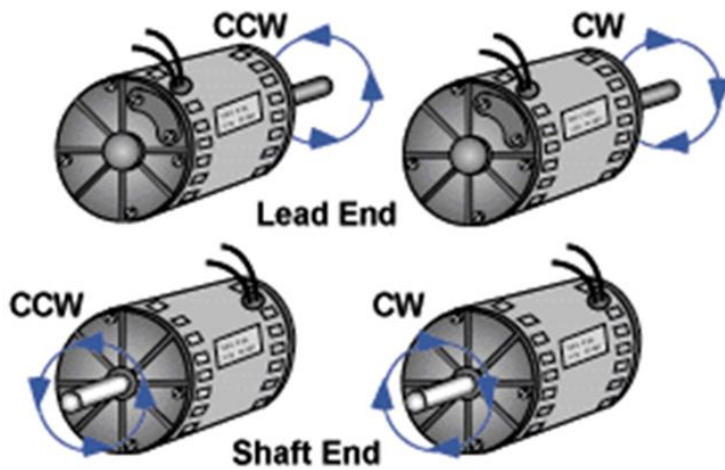
VELOCIDAD DEL MOTOR SEGUN EL NUMERO DE POLOS

POLES		SYNCHRONOUS SPEED	WITH A 4% SLIP	ACTUAL SPEED
	2	3600 RPM	144 RPM	3456 RPM
	4	1800 RPM	72 RPM	1728 RPM
	6	1200 RPM	48 RPM	1152 RPM
	8	900 RPM	36 RPM	864 RPM

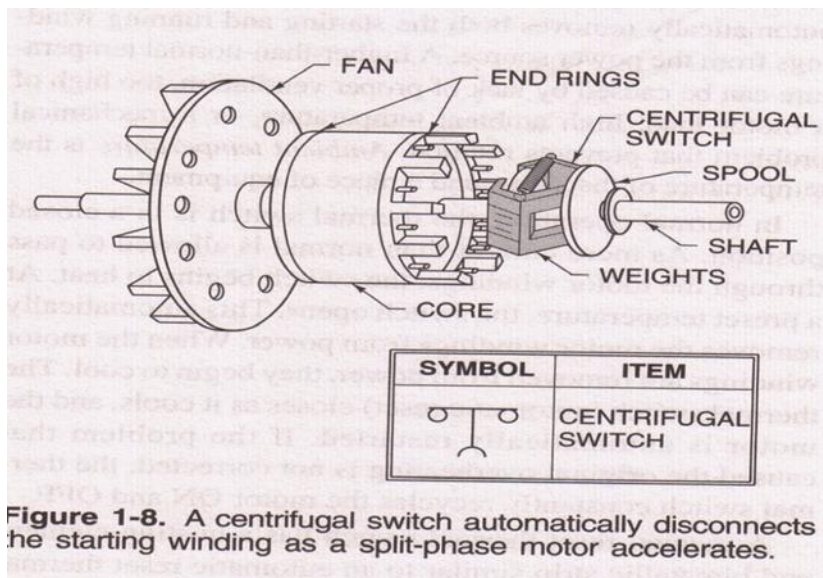
ROTACIÓN MOTORES ELÉCTRICOS:

La dirección de giro de la rotación de un motor eléctrico estará determinada por la dirección de la corriente en el bobinado de arranque. Para cambiar la rotación en un motor de fase partida basta con invertir el orden de entrada en el devanado o bobina de arranque.

La rotación de un motor será hacia adelante o a favor de las manecillas del reloj (Forward-CW-Clock wise), o será en reversa o en contra de las manecillas del reloj (Reverse-CCW-Counter Clock wise).



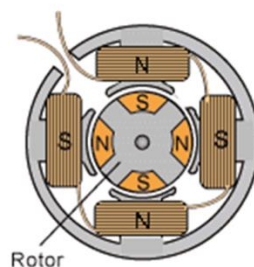
Un rotor de jaula de ardilla es la parte que rota usada comúnmente en un motor de inducción de corriente alterna. Un motor eléctrico con un rotor de jaula de ardilla también se llama "motor de jaula de ardilla". En su forma instalada, es un cilindro montado en un eje. Internamente contiene barras conductoras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



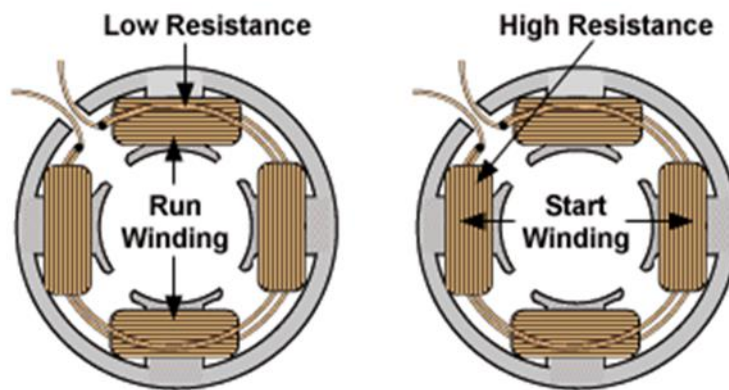
POLARIDAD DEL ROTOR

La base del rotor se construye de un apilado de laminación de hierro. El dibujo muestra solamente tres capas de apilado, pero se pueden utilizar muchas más.

Al energizar un circuito de un motor de inducción el estator induce un campo electromagnético de polaridad opuesta en el rotor. El rotor mantiene su polaridad fija, pero el estator varía su polaridad según el cambio de la corriente alterna. El rotor se mantiene girando a consecuencia del cambio en la polaridad del estator y en virtud de la ley de inercia. La polaridad del rotor y del estator pueden dar lugar a una condición llamada "Rotor bloqueado" (Locke rotor). Esto significa que el campo magnético puede seguir ejerciendo una fuerza magnética sobre el rotor a pesar de que este no pueda girar. Esto hace que el motor comience a generar energía calorífica, pudiendo ocasionar daños al motor.



BOBINAS DE ARRANQUE (START) Y DE REGIMEN (RUN)



Por lo general el estator se compone de dos bobinados principales conocidos como de arranque (Starting Winding), la de marcha o régimen (Running Winding). La bobina de arranque tiene una mayor resistencia que la de régimen y produce un campo magnético en desfase con el de arranque. El tamaño y largo del alambre usado en la bobina de arranque determinará la fuerza rotante o Torque del motor.

Assesment Lección 6

Luego de haber finalizado la lección favor de contestar las siguientes preguntas (15 puntos)

1. ¿Qué es un motor eléctrico AC? (2puntos)
2. ¿Explica brevemente las partes principales de un motor AC? (4 puntos)
3. ¿Cuál es la diferencia entre polo y fase? (2puntos)
4. ¿Cuáles es la diferencia entre las bobinas de arranque y régimen? (2 puntos)
5. ¿Explica lo que es un rotor del tipo jaula de ardilla?
(2 puntos)
6. ¿Qué significa "Rotor bloqueado" cuando hablamos de motores AC? (2puntos).

Unidad 2: Unidad 2: Fundamentos de los motores AC

Lección 7: Tipos de motores AC

Estándares y expectativas:

Estándar A: Explica el funcionamiento de los motores de inducción monofásico.

Objetivos terminales: Al finalizar la lección sobre el funcionamiento de los motores de inducción monofásico, el estudiante:

T1 Identificará las partes principales de un motor de inducción.

T2 Clasificará los diferentes motores de inducción.

Tiempo de trabajo: 4 días (100 minutos por día)

Instrucciones: Lee el siguiente párrafo y luego contesta las preguntas asignadas al final de la lectura.

Contenido:

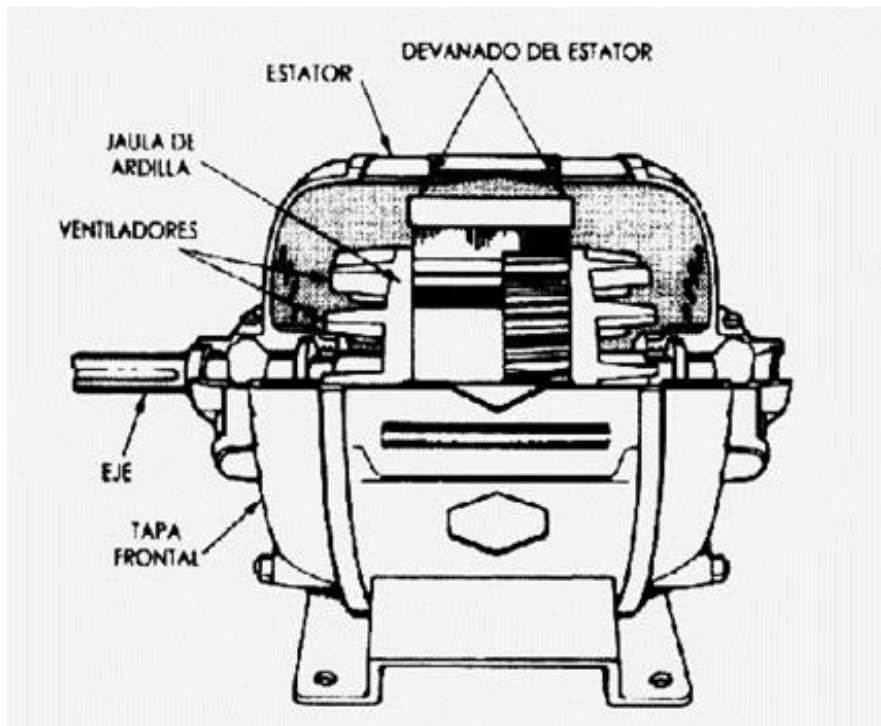
Motores Eléctricos A.C.

CORTE DE UN MOTOR DE JAULA DE ARDILLA:

El Motor Asincrónico tipo Jaula de Ardilla

Finalmente, aquí llegamos al motor eléctrico por excelencia. Es el motor relativamente más barato, eficiente, compacto y de fácil construcción y mantenimiento.



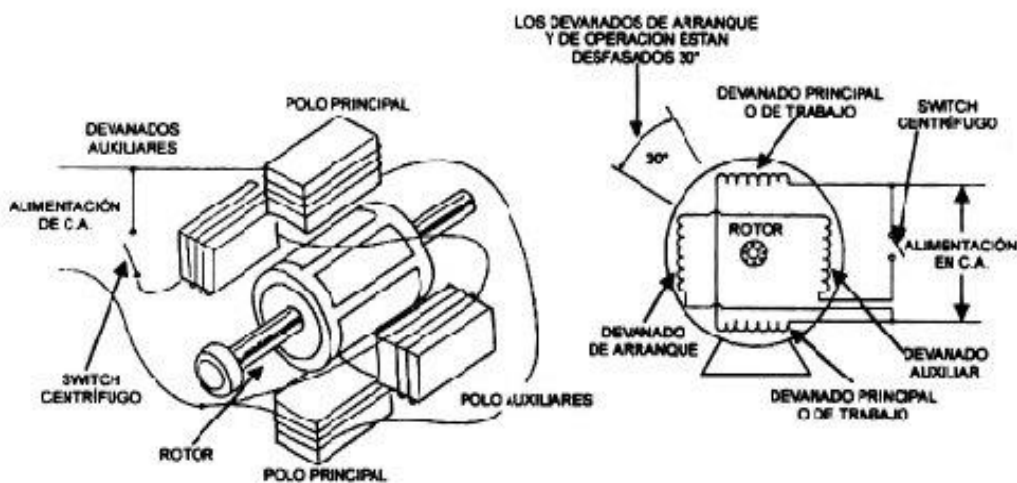
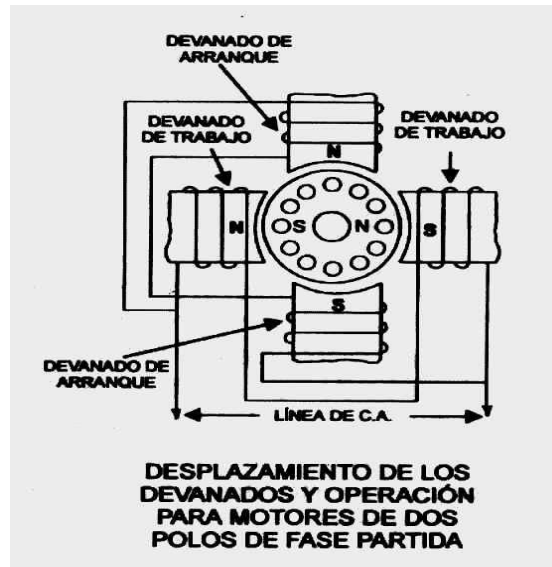


Siempre que sea necesario utilizar un motor eléctrico, se debe procurar seleccionar un motor asincrónico tipo jaula de ardilla y si es trifásico mejor.

Por otro lado, la única razón para utilizar un motor monofásico tipo jaula de ardilla en lugar de uno trifásico será porque la fuente de tensión a utilizar sea también monofásica. Esto sucede en aplicaciones de baja potencia. Es poco común encontrar motores monofásicos de mas de 3 KW. La diferencia con el motor de rotor bobinado consiste en que el rotor está formado por un grupo de barras de aluminio o de cobre en formas similar al de una jaula de ardilla.

MOTORES DE FASE PARTIDA:

Fueron estos los primeros motores monofásicos usados en la industria y aún perduran. Se usan en máquinas, bombas, ventiladores, lavadoras y una gran cantidad de otras aplicaciones. Se fabrican en potencias de 1/30 (25 W) a 1/2 HP (373W). El motor de fase partida tiene dos grupos de devanados, el de trabajo y el de arranque. Ambos bobinados se conectan en paralelo y la tensión de la red se aplica a ambos. El devanado de trabajo es de alambre más grueso y de más espiras y se aloja en la parte superior de las ranuras del estator y el bobinado de arranque de menos vueltas y alambre más fino se instala en la parte inferior o externa del estator.

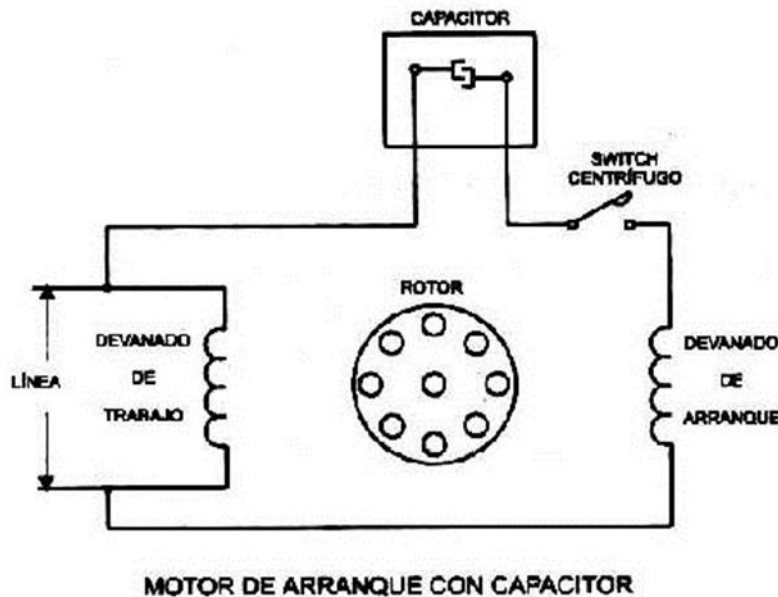


Una de las partes más importante de este tipo de motor es el mecanismo de arranque. En los monofásicos se utiliza uno especial a base de un interruptor centrífugo que desconecta el devanado de arranque de la red cuando el motor alcanza el 75-80 % de su velocidad quedando conectado solo el bobinado de trabajo. El interruptor está conectado en serie con el devanado de arranque por lo que al abrirse lo desconecta.

Si el interruptor centrífugo se encuentra abierto en el momento del arranque la corriente del bobinado de se eleva debido a la falta de giro del motor. Esto es comparable a un transformador al que le hemos hecho un cortocircuito en el bobinado secundario. En este caso el secundario

en el motor está representado por el bobinado del rotor que en este caso (jaula de ardilla) es prácticamente un cortocircuito.

MOTORES CON CAPACITOR DE ARRANQUE: Este motor es similar al de fase partida es su construcción excepto en que se conecta un capacitor en serie en el bobinado de arranque.



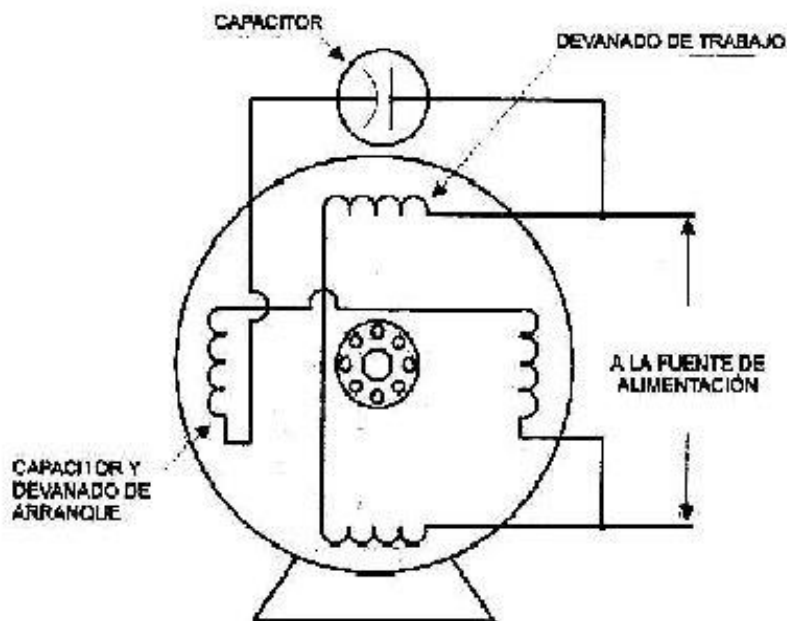
La corriente que es liberada por el capacitor durante el arranque hace que el par de arranque de estos motores sea dos veces mayor que uno de fase partida sin capacitor.

El par de arranque de un motor de fase partida con capacitor es producido por un campo magnético giratorio dentro del motor. Este campo realinea el devanado de arranque 90 grados eléctricos desfasados con respecto al bobinado de trabajo, lo que hace que la corriente en el devanado de arranque se adelante a la del devanado de trabajo.

Esta condición produce un campo magnético giratorio en el estator, el cual a su vez induce una corriente en el devanado del rotor efectuando la rotación.

MOTOR DE FASE PARTIDA CON CAPACITOR PERMANENTE

En estos motores el devanado de trabajo y arranque tienen un capacitor en serie. Este método evita el uso de interruptor de arranque, pero el par es menor en el arranque y el trabajo.



MOTOR DE C.A. MONOFÁSICO CON CAPACITOR PERMANENTE. NO REQUIERE DE SWITCH CENTRÍFUGO, YA QUE EL CAPACITOR NUNCA SE MUEVE DEL CIRCUITO

MOTORES DE POLOS SOMBREADOS

Se utilizan en general en ventiladores y sopladores de baja potencia, la mayoría está entre 1/100 y 1/20 HP.

Las ventajas:

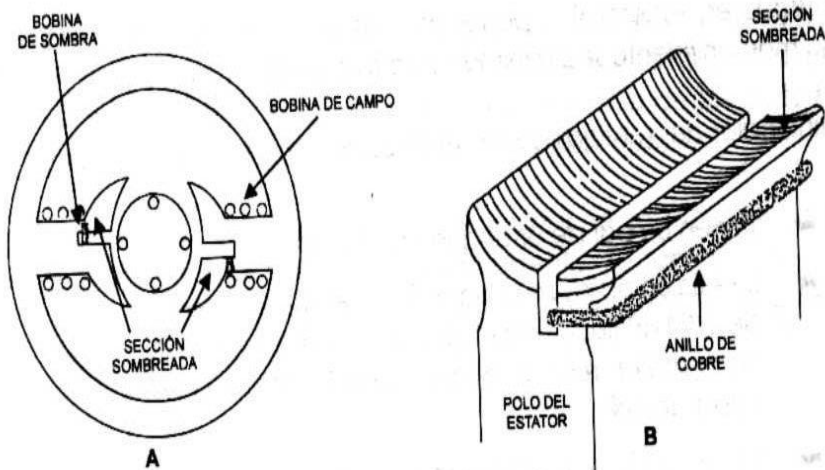
- A) simplicidad
- B) robustez
- C) bajo costo
- D) no necesita partes auxiliares como capacitadores, escobillas, centrífugos

Las desventajas:

- A) bajo par de arranque
- B) eficiencia baja menor del 35%
- C) factor de potencia pobre.**

MOTOR POLO SOMBREADO

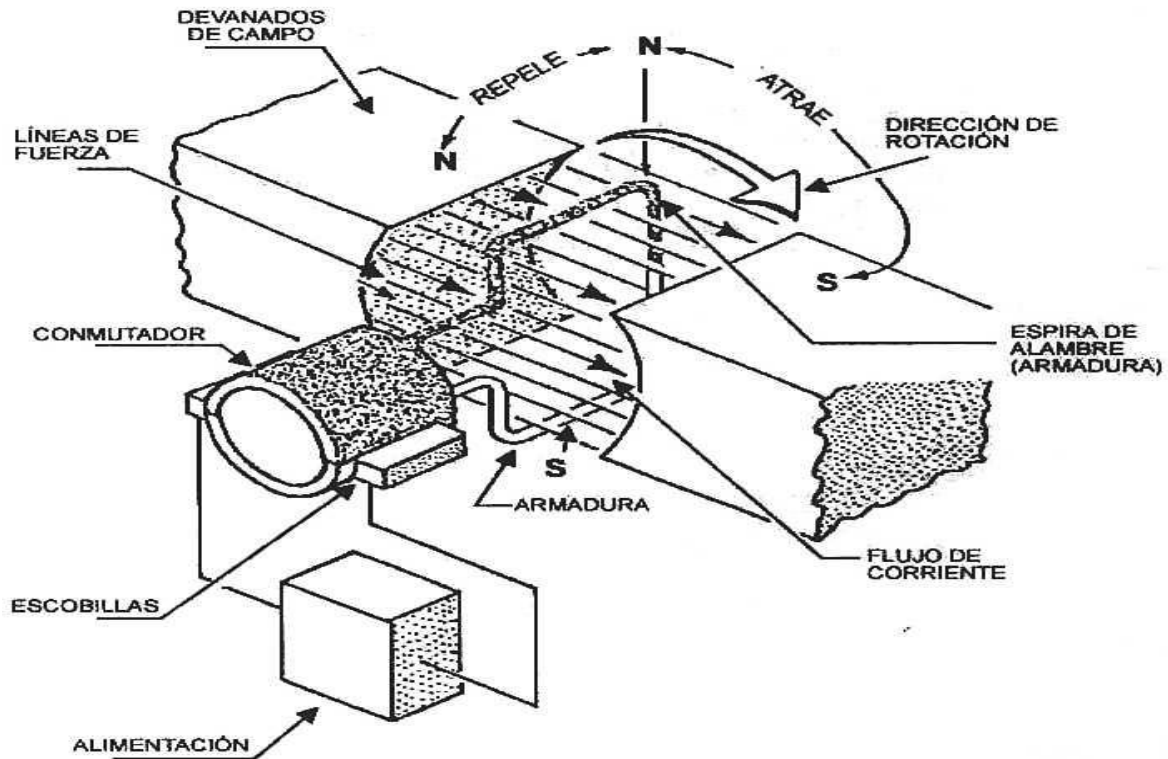
Una explicación simple de su funcionamiento es que al recibir el campo magnético el estator genera una tensión en la espira en cortocircuito que reduce el campo en esa zona iniciando el giro. Lo real es mucho más complejo pero lo dicho es lo básico.



EL MOTOR UNIVERSAL

Tiene la forma de un motor de corriente continua en conexión serie. La principal diferencia es que es diseñado para funcionar con corriente alterna. Se utiliza en los taladros, aspiradoras, licuadoras, lustradoras, etc. su eficiencia es baja (de orden del 51%), pero como se utilizan en máquinas de pequeña potencia esta ineficiencia no se considera importante.

- A) Estos motores tienen bobinado el estator y el rotor cuentan con colector y sus dos bobinados están en serie.
- B) Están contruidos en forma similar a uno de Corriente Continua.
- C) El colector y las escobillas actúan como un conmutador y mantiene al rotor girando mediante la acción de invertir los polos del campo respecto al de la armadura.



En el grafico se representa a la armadura como una sola espira que está dentro del campo magnético que forman los devanados del campo, el conmutador invierte el campo magnético que se opone, es repelido por un campo y atraído por el otro, esta acción hace girar al rotor.

EL MOTOR DEL PASO

Básicamente consiste en un motor con por lo menos cuatro bobinas que al ser energizadas con corriente continua de acuerdo a una secuencia, origina el avance del eje de acuerdo a ángulos exactos (submúltiplos de 360). Estos motores son muy utilizados en impresoras de microcomputadoras, en disquetera en general, el sistema de control de posición accionado digitalmente.



EL MOTOR TRIFÁSICO (POLIFÁSICO DE INDUCCIÓN):

El motor asíncrono trifásico está formado por un rotor, que puede ser de dos tipos: a) de jaula de ardilla; b) bobinado, y un estator, en el que se encuentran las bobinas inductoras. Estas bobinas son trifásicas y están desfasadas entre sí 120° . Según el Nikola Tesla en su diseño, cuando por estas bobinas circula un sistema de corrientes trifásicas, se induce un campo magnético giratorio que envuelve al rotor. Este campo magnético variable va a inducir una tensión en el rotor según la ley de inducción de Faraday.

Los **motores trifásicos** son máquinas eléctricas que transforman la energía eléctrica en energía mecánica mediante interacciones electromagnéticas. Están diseñados para funcionar con la potencia de corriente alterna (CA) trifásica utilizada en muchas aplicaciones industriales. La electricidad de la CA cambia de dirección negativa a positiva y viceversa muchas veces por segundo.

La AC que recibes en tu casa, por ejemplo, va de negativa a positiva y regresa 60 veces por segundo. Esta cambia la potencia en una onda continua suave llamada **onda sinusoidal**.

Por otra parte, la **alimentación trifásica** tiene tres fuentes de alimentación o tres corrientes alternas de la misma frecuencia que alcanzan su punto máximo en momentos alternos: eso significa que no hay dos ondas de CA en el mismo punto al mismo tiempo.

La energía eléctrica trifásica es el método más común en el uso de redes eléctricas en todo el mundo, ya que transfiere más energía y su uso es realmente importante en el sector industrial.

Las partes de un motor trifásico:

Un motor trifásico tiene dos partes principales: el rotor, que gira, y el estator que lo hace girar. El rotor es a menudo denominado jaula de ardilla porque consiste en una red circular de barras y anillos que se parecen un poco a una jaula conectada a un eje. En cuanto al estator, este consiste en un anillo con tres pares de bobinas, espaciadas uniformemente alrededor del rotor.

Ventajas de los motores trifásicos sobre los monofásicos.

Las ventajas de los **motores trifásicos** sobre los monofásicos se detallan a continuación:

La potencia entregada es constante.

Los motores de inducción polifásicos son de arranque automático y más eficiente. El motor monofásico no tiene par de arranque y requiere medios auxiliares para iniciar.

En comparación con el motor monofásico, el **motor trifásico** tiene un mayor factor de potencia y eficiencia.

Para transmitir la misma cantidad de energía a la misma tensión, una línea de transmisión trifásica requiere menos material conductor que una línea monofásica. Es por ello que el sistema de transmisión trifásico es más barato. Por ejemplo, para una cantidad dada de potencia, el sistema trifásico requiere conductores con un área de sección transversal más pequeña. Esto significa un ahorro de cobre y, por lo tanto, los costos de instalación originales son menores.

Los motores polifásicos tienen un par uniforme, mientras que la mayoría de los monofásicos tienen un par pulsante.

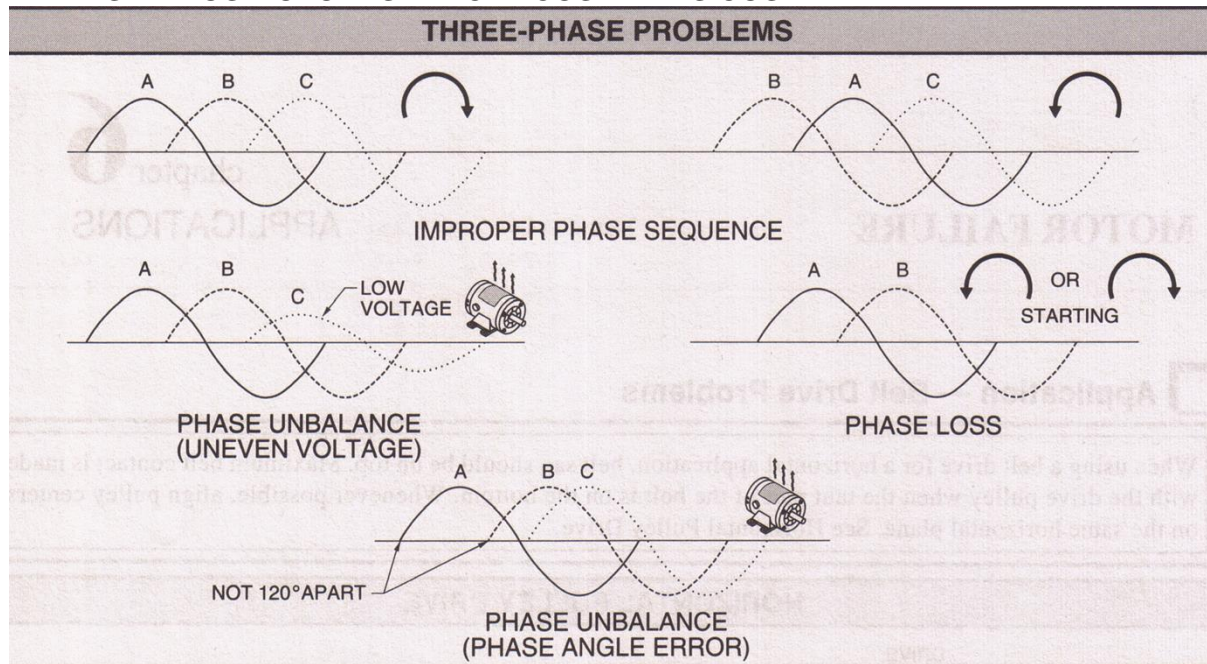
El funcionamiento paralelo de los **motores trifásicos** es más sencillo que el monofásico.

El sistema polifásico puede configurar el campo magnético giratorio en los devanados estacionarios.

En resumen, los **motores trifásicos** son muy robustos, relativamente baratos, generalmente más pequeños, tienen propiedades de arranque automático, proporcionan una salida más estable y requieren poco mantenimiento en comparación con los motores monofásicos.

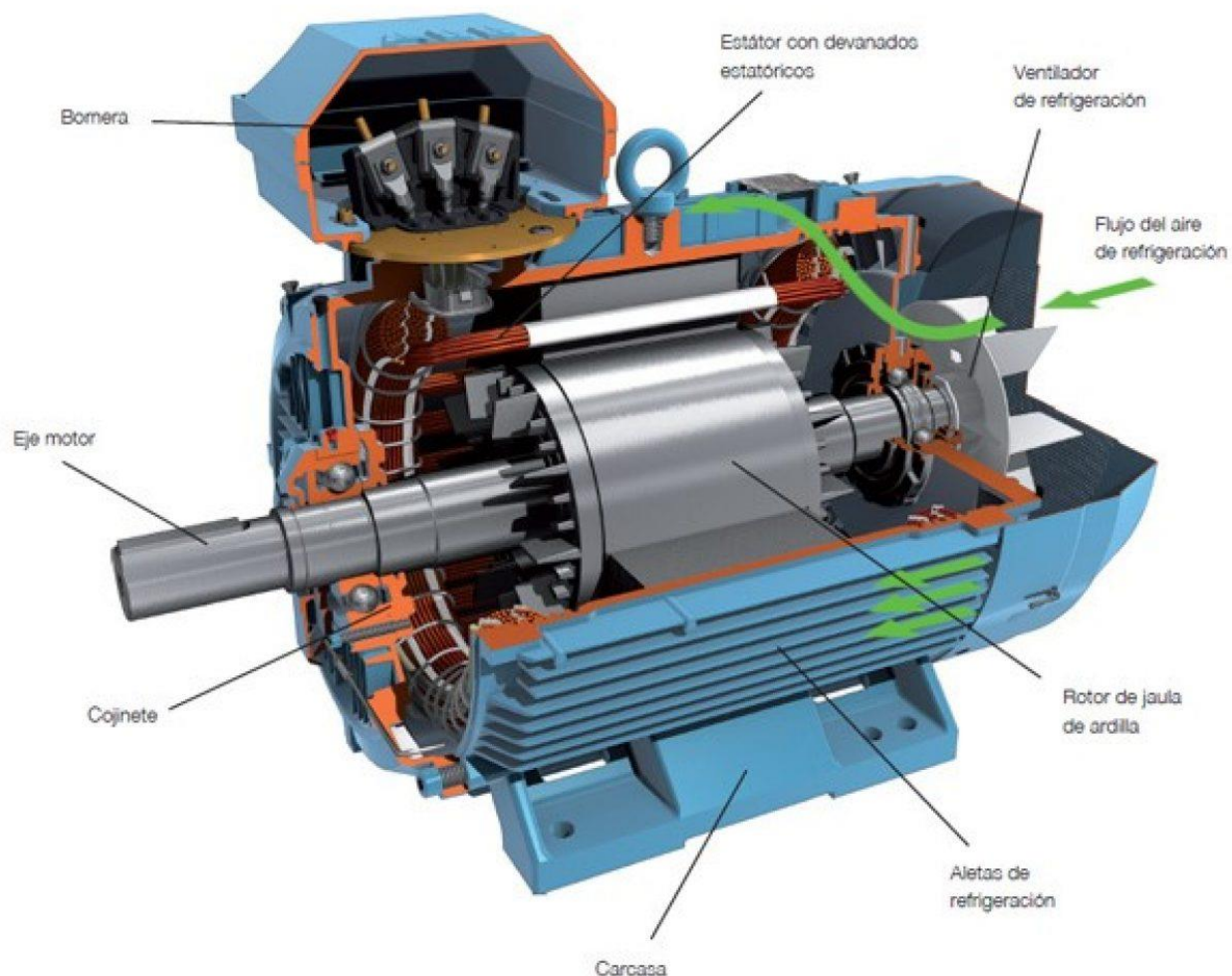


FALLAS EN LOS MOTORES ELÉCTRICOS TRIFÁSICOS:



Motor Sincrónico:

Una máquina sincrónica es una máquina de AC cuya velocidad bajo condiciones es estable es proporcional a la frecuencia de la corriente en su armadura. El campo o estator que crean las corrientes de armadura gira a la misma velocidad que el que crea la corriente del campo en el rotor (que gira a la velocidad sincrónica), y se produce un par estacionario.



Desarrollo:

Funcionamiento del motor síncrono

Una máquina síncrona es una máquina de corriente alterna cuya velocidad bajo condiciones de estado estable es proporcional a la frecuencia de la corriente en su armadura. El campo magnético que crean las corrientes de armadura gira a la misma velocidad que el que crea la corriente del campo en el rotor (que gira a la velocidad síncrona), y se produce un par estacionario.

Los polos del rotor están sometidos ahora a atracciones y repulsiones, en breves periodos de tiempo, por parte de los polos del estator, pero el rotor no consigue girar, entonces vibrará. Pero si llevamos el rotor a la velocidad de sincronismo, haciéndole girar mediante un motor auxiliar, al enfrentarse polos de signo opuestos se establece un **enganche magnético** que les obliga a seguir girando juntos, pudiéndose retirar el motor auxiliar.

Funcionamiento motor síncrono

Circuito magnético

- **Estator:** Parte fija.
- **Rotor:** Parte móvil que gira dentro del estator.
- **Entrehierro:** Espacio de aire que separa el estator del rotor y que permite que pueda existir movimiento . Debe ser lo más reducido posible.

Dos circuitos, uno en el rotor y otro en el estator

- **Arrollamiento o devanado de excitación o inductor:** Uno de los devanados, al ser recorrido por una corriente produce una fuerza magnetomotriz que crea un flujo magnético.
- **Inducido:** El otro devanado, en el que se induce una f.e.m. que da lugar a un par motor.

En el **estator** se alojan tres bobinas, desfasadas entre si 120° . Cada una de las bobinas se conecta a una de las fases de una conexión trifásica y dan lugar a un campo magnético rotante

La velocidad del campo magnético rotante se denomina velocidad síncrona (*s) y depende de la frecuencia de la red eléctrica a la que esté conectado el motor.

El Rotor: Desde el punto de vista constructivo se pueden distinguir dos formas típicas de rotor:

- **Rotor de jaula de ardilla:** Está constituido por barras de aluminio o de cobre.
- **Rotor bobinado o de anillos rozantes:** El rotor está constituido por tres devanados de hilo de cobre conectados en un punto común. Los extremos pueden estar conectados a tres anillos de cobre que giran solidariamente con el eje (anillos rozantes). Haciendo contacto con estos tres anillos se encuentran unas escobillas que permiten conectar a estos devanados que permiten regular la velocidad de giro del motor. Son más caros y necesitan mantenimiento.

Assesment Lección 7

Luego de haber finalizado la lección favor de contestar las siguientes preguntas
(15 puntos)

1. ¿Menciona varios tipos de motores eléctricos AC? (2puntos)
2. ¿Explica brevemente las diferencias entre los principales motores motor AC?
(3 puntos)
3. ¿Qué es un interruptor centrífugo y que motores lo utilizan? (2puntos)
4. ¿Cuál es la cualidad que distingue al motor universal de otros motores AC?
(2 puntos)

5. ¿Explica lo que es un rotor del tipo jaula de ardilla?
(2 puntos)
6. ¿Menciona cuatro ventajas de un motor trifásico sobre uno monofásico?
(4puntos).

Unidad 2: Fundamentos de los motores AC

Lección 8: Conexiones de Motores AC Monofásicos y Trifásicos

Estándares y expectativas:

Estándar A: Realiza conexiones para los motores AC.

Objetivos terminales: Al finalizar la lección sobre las conexiones de motores AC, el estudiante:

T1 Realizará diferentes conexiones eléctricas para motores DC.

T2 Explicará las conexiones para motores AC monofásicos y trifásicos.

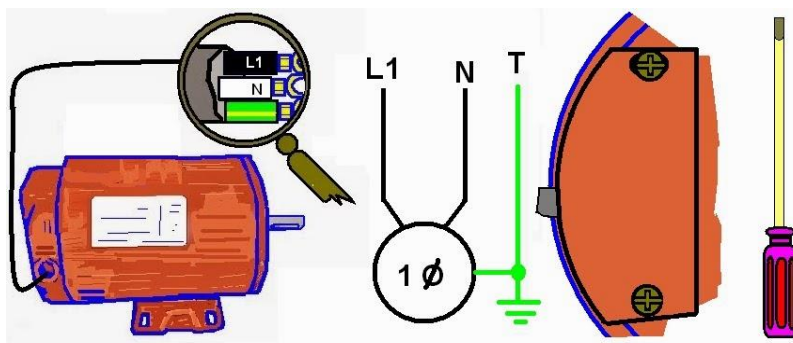
Tiempo de trabajo: 2 días (100 minutos por día)

Instrucciones: Lee el siguiente párrafo y luego contesta las preguntas asignadas al final de la lectura.

Contenido:

Los motores monofásicos de fase partida pueden girar porque en el arranque se conectan como motores bifásicos.

El cambio de giro se obtiene modificando la secuencia del bobinado de arranque con respecto al bobinado de trabajo.

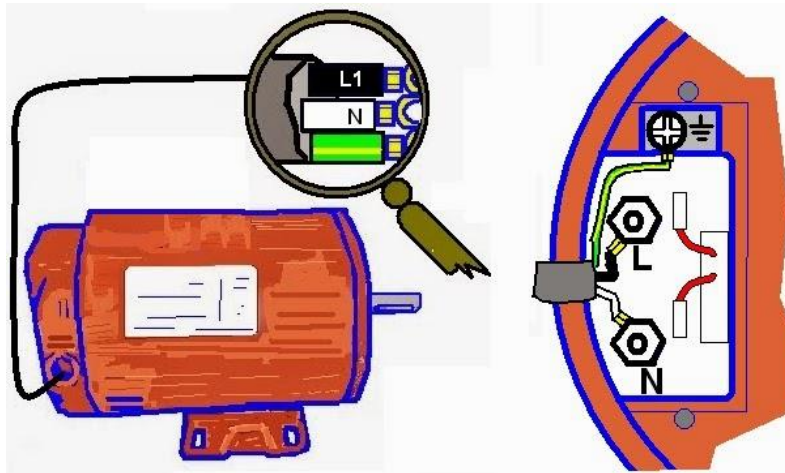


Tapa de conexiones de motor monofásico de fase partida

1.- En algunos casos los motores tienen indicaciones en la placa de datos en las que nos piden quitar la tapa de conexiones.

2.- E intercalar los cables “rojos”

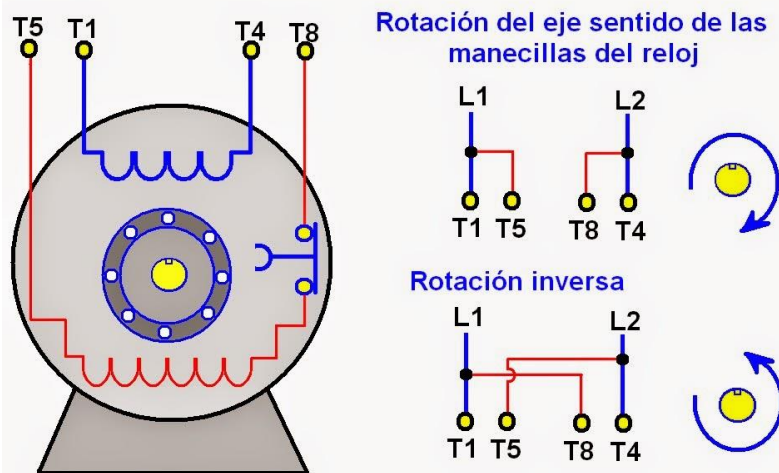
“Recordemos la seguridad siempre debemos asegurarnos que no debe poder ser alimentados circuitos mientras trabajamos con ellos, por lo que debemos bloquear y etiquetar interruptores”



Caja de conexiones de motor monofásico de fase partida.

Esto suele hacerse rápido por los electricistas expertos, los fabricantes ponen conexiones tipo terminal faston hembra bandera que facilitan la conexión y desconexión,

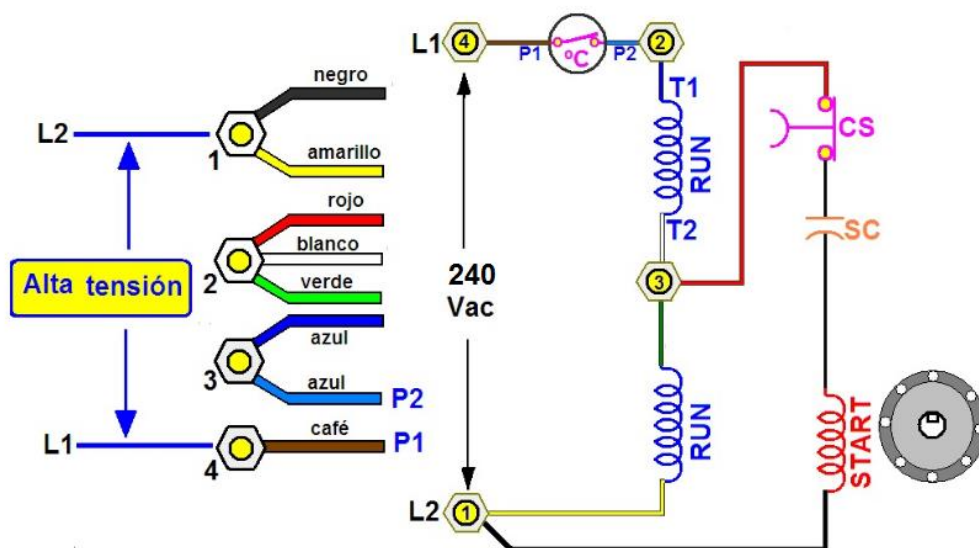
Estos cables son las terminales T5 y T8 pertenecientes al bobinado de arranque.



Conexiones para cambio de giro de motor monofásico de fase partida

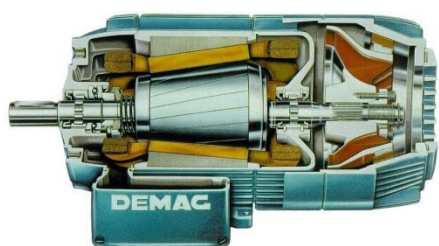
De no estar el cambio visible, es necesario quitar la tapa del motor y realizar las conexiones, es probable que se tenga que emplear cautín y soldadura.

CONEXIONES MOTOR TIPO CAPACITOR 240V



Los **motores trifásicos asíncronos** los podemos encontrar de dos clases:

- La primera clase es la que tiene el **rotor bobinado**.
- Y la segunda clase la que tiene el **rotor en cortocircuito** o también conocido rotor de **jaula de ardilla**, por su forma parecida a una jaula.



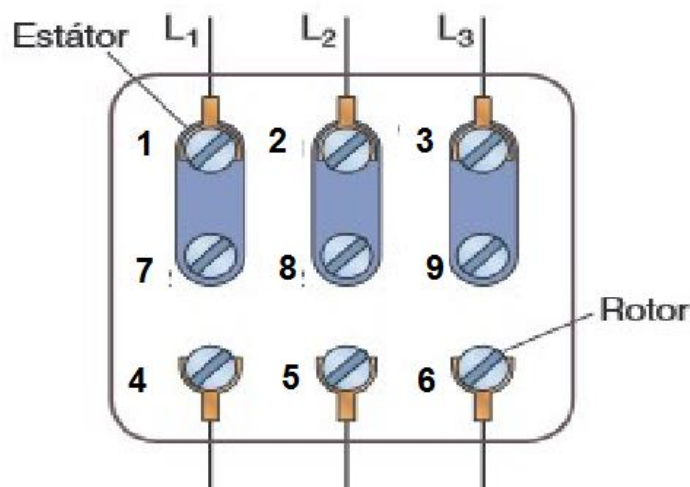
Todo circuito bobinado trifásico se puede conectar bien en estrella o bien en triángulo:

- En la conexión en **estrella** todos los finales de bobina se conectan en un punto común y se alimentan por los otros extremos libres.
- Por el contrario, en la conexión en **triángulo** cada final de bobina se conecta al principio de la fase siguiente, alimentando el sistema por los puntos de unión.

En la conexión estrella, la intensidad que recorre cada fase coincide con la intensidad de línea, mientras que la tensión que se aplica a cada fase es (raíz de 3) menor que la tensión de línea.

Por el contrario, en la conexión en triángulo la intensidad que recorre cada fase es (Raíz de 3) menor que la intensidad de línea, mientras que la tensión a la que queda sometida cada fase coincide con la tensión de línea.

En estas condiciones, si un motor está diseñado para aplicarle 230 V a cada fase, lo podremos conectar a la red de 230 V en triángulo y a la red de 400 V en estrella. En ambos casos, la tensión que se le aplica a cada fase es 230 V. Estas conexiones en estrella o triángulo se realizan en el motor sobre su propia placa de bornes.



Bornes de conexión de un motor trifásico

El motor de rotor en cortocircuito o jaula de ardilla es el de construcción más sencilla, de funcionamiento más seguro y de fabricación más económica; es por ello que el más utilizado. Su único **inconveniente** es el de absorber una elevada intensidad en el arranque a la tensión de funcionamiento.

En el momento del arranque este motor acoplado directamente a la red presenta un momento de rotación de 1,8 a 2 veces el de régimen, pero la intensidad absorbida en el arranque toma valores de 5 a 7 veces la nominal.

La intensidad en el momento del arranque de motores que no cumpla esta relación puede hacer que se tengan que sobredimensionar tanto protecciones como líneas eléctricas. Por el contrario, esta protección puede saltar y las líneas de alimentación pueden sufrir daños por sobre intensidad.

Para evitar este sobredimensionamiento lo que se hace es disminuir la tensión en el periodo de arranque y con ello la intensidad; una vez que se alcanza la velocidad de régimen se conecta el motor a su tensión nominal con lo que se logra amortiguar la intensidad de arranque.

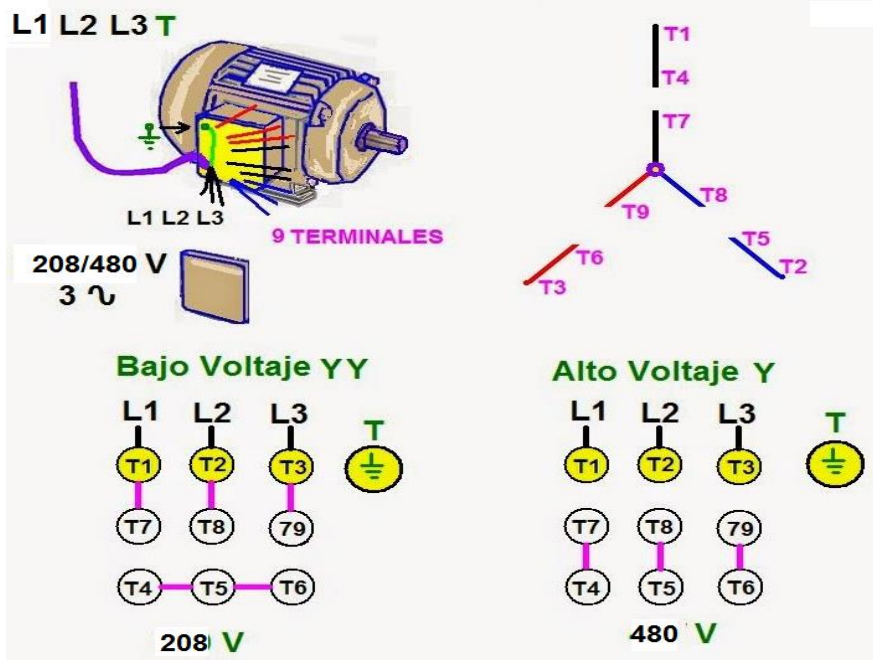
Esta doble alimentación conmutada tras un tiempo se puede hacer mediante tres procedimientos:

- Por un lado, tenemos el **arranque en estrella-triángulo** que es el método más utilizado y por el cual en estrella la intensidad es 3 veces menor que en triángulo.
- En segundo lugar, tenemos el **arranque mediante autotransformador**.

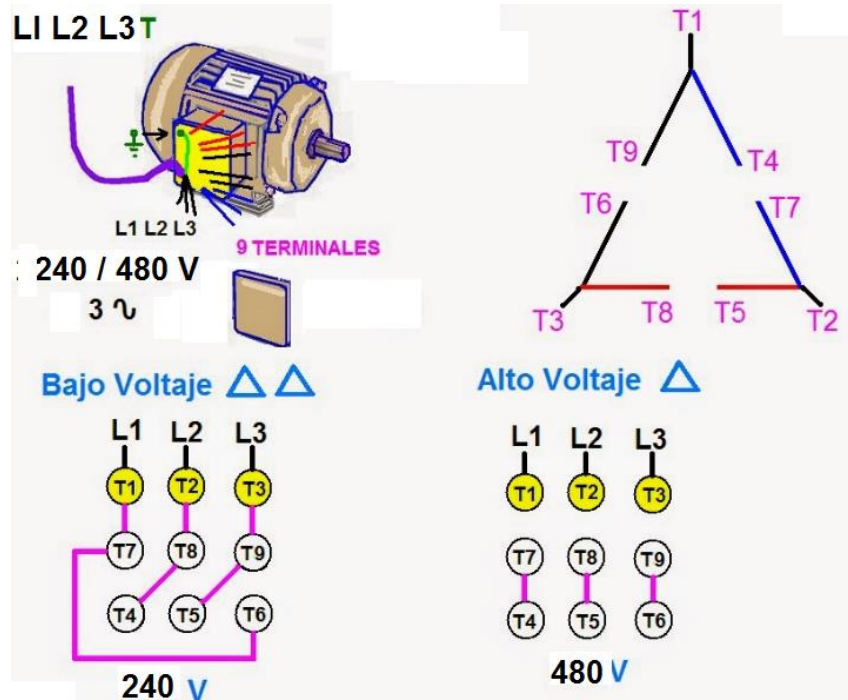
- Y, en tercer lugar, aunque casi no se utiliza, está el **arranque mediante resistencias en serie con el bobinado estático**.

CONEXIONES MOTORES TRIFÁSICOS 9 TERMINALES

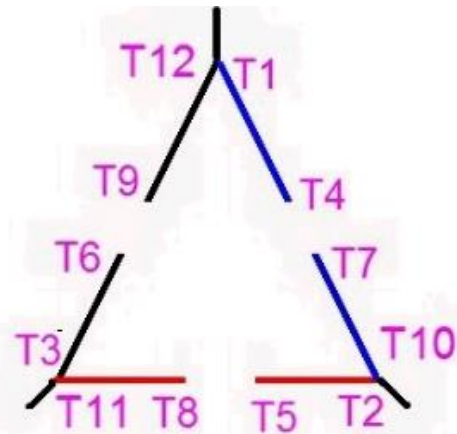
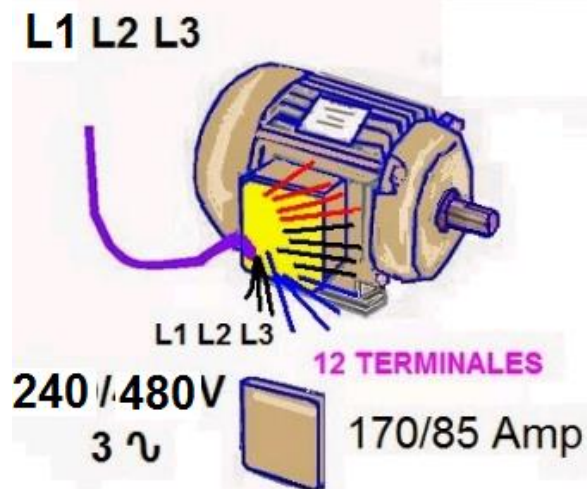
ESTRELLA (WYE)



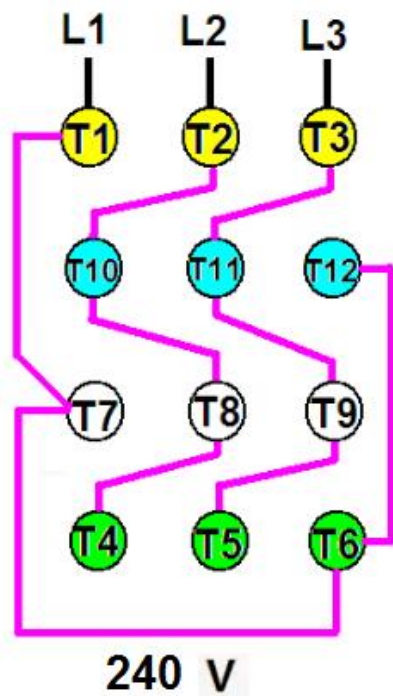
DEITA (TRIÁNGULO)



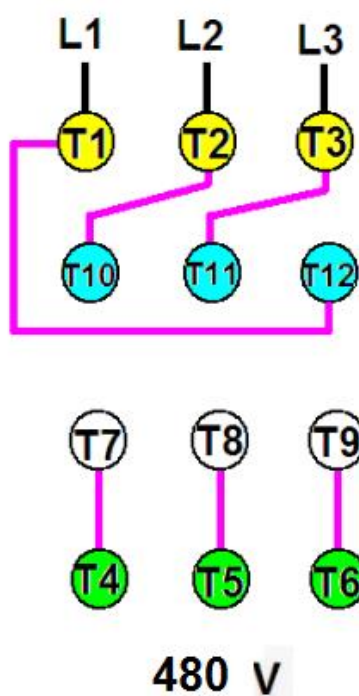
**CONEXIONES MOTORES TRIFÁSICOS 12 TERMINALES
DELTA (TRIÁNGULO)**



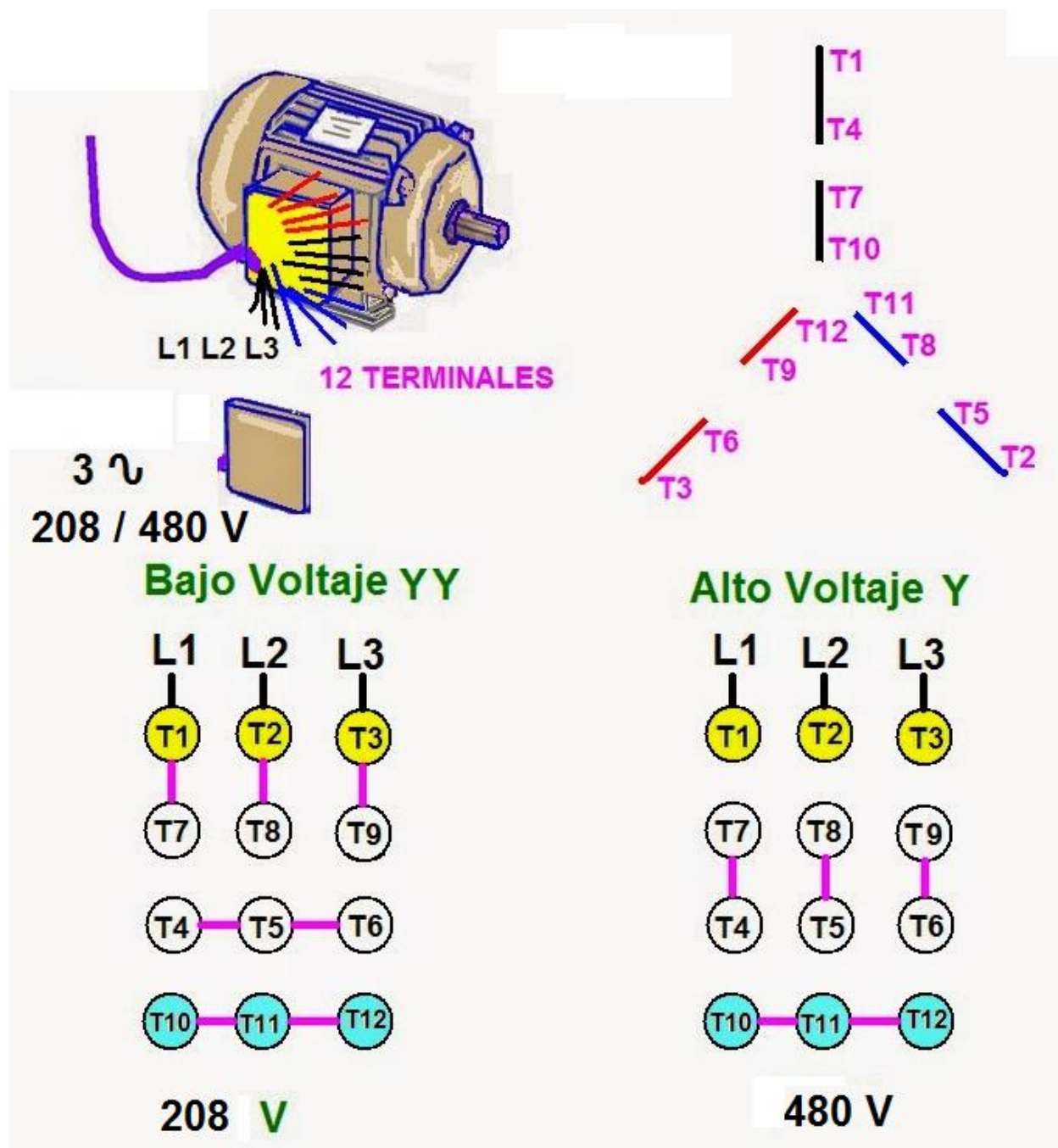
Bajo Voltaje $\Delta\Delta$



Alto Voltaje Δ



**CONEXIONES MOTORES TRIFÁSICOS 12 TERMINALES:
ESTRELLA (WYE)**



Assesment Lección 8

Luego de haber finalizado la lección favor de contestar las siguientes preguntas
(15 puntos)

1. ¿Menciona cuantas conexiones existen para motores trifásicos de 9 y 12
¿Terminales de motores eléctricos AC? (2 puntos)
2. Menciona los colores utilizados para identificar los terminales motor tipo
¿Capacitor AC? (3 puntos)
3. ¿Cuáles tres diferencias entre un motor en delta y uno en estrella? (3 puntos)
4. Menciona 2 diferencias entre un motor 9 terminales y uno de 12 terminales.
(2 puntos)
5. ¿Cuál es la mejor forma de arrancar motores trifásicos y por qué?
(3 puntos)
6. ¿Cómo se le cambia la rotación a un motor de fase partida?
(2puntos).

Unidad 2: Fundamentos de los motores AC

Lección 9: Cálculos de potencia y velocidad motores AC

Estándares y expectativas:

Estándares y expectativas:

Estándar A: Realiza cálculos aplicados a la velocidad y potencia en un motor AC.

Objetivos terminales: Al finalizar la lección sobre cálculos de potencia y velocidad para motores AC, el estudiante:

T1 Realizará cálculos de potencia a un motor AC.

T2 Determinará los factores que afectan la velocidad a los motores AC

Tiempo de trabajo: 3 días (100 minutos por día)

Instrucciones: Lee el siguiente párrafo y luego contesta las preguntas asignadas al final de la lectura.

Contenido:

Cálculo potencia mecánica.

Los cálculos de Potencia en los motores AC, son similares a los que se realizaron previamente con los motores DC. Ya que la carga en libras y la distancia o altura son elementos relacionados con el trabajo a realizar y no con el tipo de corriente a ser utilizado la ecuación a utilizarse es la misma que en DC.

Siendo :

Caballos de fuerza (HP)	
HP	$(\text{Pies} \times \text{Lbs}) \div (\text{T} \times 33,000)$
Pies	$(\text{HP} \times \text{T} \times 33,000) \div \text{Lbs}$
Lbs	$(\text{HP} \times \text{T} \times 33,000) \div \text{Pies}$
T	$(\text{Pies} \times \text{Lbs}) \div (\text{HP} \times 33,000)$

Ejemplo 1: ¿Cuál sería la capacidad en caballos de fuerza (HP) de un motor AC que tiene que levantar a una carga de 2000 libras a una altura de 90 pies en 2 minutos?

Respuesta:

$$\begin{aligned}\text{Caballos de fuerza (HP)} &= (\text{Pies} \times \text{Lbs}) / (\text{T} \times 33,000) \\ &= (90 \times 2000) / (2 \times 33,000) \\ &= 180,000 / 66,000 = 2.73\text{hp.}\end{aligned}$$

Esta fórmula ha sido aplicada para cálculos de potencia eléctrica derivada de maquinarias y motores eléctricos y se establece la siguiente relación entre potencia mecánica (HP) y Potencia eléctrica.

Horse Power	
P=Potencia eléctrica	HP x 746 watts
HP	P ÷ 746 watts

Aplicando esta relación en el ejemplo anterior:

$$P=\text{Potencia eléctrica}=\text{HP} \times 746 \text{ watts}=2.73 \times 746=2036.58 \text{ watts}$$

Calculo fuerza rotante o Torque.

Como hemos hablado antes, hay ciertos conceptos que usamos comúnmente pero que probablemente no entendemos del todo. En las tablas de especificaciones del motor de un automóvil aparecen las palabras torque y potencia, pero ¿Qué significan? ¿Cómo los interpretamos?

El torque y la potencia son dos indicadores del funcionamiento del motor, nos dicen cuanta fuerza puede producir y con qué rapidez puede trabajar.

Los cálculos de Torque en los motores AC, son similares a los que se realizaron previamente con los motores DC. Ya que la carga en libras y la fuerza rotante o torque son elementos relacionados con el trabajo a realizar y no con el tipo de corriente a ser utilizado la ecuación a utilizarse es la misma que en DC.

Torque y Velocidad	
HP	$(T \times \text{RPM}) \div (5,250)$
RPM	$(5,250 \times \text{HP}) \div T$
T	$(5,250 \times \text{HP}) \div \text{RPM}$

Ejemplo #2: ¿Cuál sería la fuerza rotante (Torque) de un motor AC de 5 hp que se mueve a 1880 rpm?

Respuesta:

Torque (T) = $(5,250 \times \text{HP}) / \text{RPM} = (5,200 \times 5) / 1880 = 26000 / 1880 = 13.83$ pie-libras.

Cálculo de Velocidad;

En un motor de corriente AC, .su velocidad está relacionada con el número de polos con el cual se construyó su estator y la frecuencia de corriente AC. A mayor número de polos menor velocidad y a mayor frecuencia, mayor velocidad.

La velocidad de un motor AC, que es lo mismo que la velocidad de giro de su rotor, se ve afectada, por un fenómeno que se llama deslizamiento (SLIP) el cual hace que el rotor siempre gire a una velocidad menor a la sincrónica (Velocidad campo magnético).

Revoluciones por minuto	
RPM	$(120 \times f) \div \# \text{ polos}$
f	Frecuencia en Hertz
120	Contante de minuto=60 minutos x 2
#Polos	Polos del estator (2 a 12)

Ejemplo 3: ¿Cuál es la velocidad en un motor AC de 4 polos que tiene una frecuencia 59?2 hz?

Respuesta:

RPM = $(120 \times f) / (\# \text{ polos}) = (120 \times 59.2) / (4) = 7104 / 4 = 1776$ rpm

Assesment Lección 9:

Luego de haber finalizado la lección favor de contestar las siguientes preguntas

(15 puntos)

1. ¿Cuál es diferencia entre Torque y Potencia en motores AC? (1 punto)
2. ¿Cómo determinamos la velocidad en los motores AC? (2 puntos)
3. ¿Cuál sería la fuerza rotante de un motor AC de 2½ hp. que se mueve a 3200 rpm? (2 puntos)
4. ¿Escribe las ecuaciones para buscar, torque, potencia mecánica y velocidad para motores AC? (4 puntos)
5. ¿Resuelve los siguientes ejercicios de cálculos motores DC. (6 puntos)
 - A. ¿Cuál sería la capacidad en caballos de fuerza (HP) de un motor AC que tiene que levantar a una carga de 1200 libras a una altura de 40 pies en 0.75 minutos?
 - B. ¿Cuál sería la fuerza rotante (Torque) de un motor AC de 7½ hp que se mueve a 3600 rpm?
 - C. ¿Cuál es la velocidad en un motor AC de 6 polos que tiene una frecuencia 60 hz?

Unidad 2: Fundamentos de los motores AC

Lección 10: Aplicaciones de los motores AC

Estándares y expectativas:

Estándar A: Identifica aplicaciones para los motores AC en la industria y comercio.

Objetivos terminales: Al finalizar la lección sobre aplicaciones de los motores AC, el estudiante:

T1 Identificará los usos y aplicaciones de los diferentes tipos de los motores AC.

T2 Clasificará los diferentes motores AC.

Tiempo de trabajo: 4 días (100 minutos por día)

Instrucciones: Lee el siguiente párrafo y luego contesta las preguntas asignadas al final de la lectura.

MOTOR UNIVERSAL

Los motores universales trabajan con voltajes de corriente continua o corriente alterna. Tal motor, llamado universal, se utiliza en sierras eléctricas, taladros, utensilios de cocina, ventiladores, sopladores, batidoras y otras aplicaciones donde se requiere gran velocidad de giro con cargas débiles o fuerzas resistentes pequeñas. Estos motores para corriente alternan y directa, incluyendo los universales, se distinguen por su conmutador devanado y las escobillas. Los componentes de este motor son: Los campos (estator), la masa (rotor), las escobillas (los excitadores) y las tapas (las cubiertas laterales del motor). El circuito eléctrico es muy simple, tiene solamente una vía para el paso de la corriente, porque el circuito está conectado en serie. Su potencial es mayor por tener mayor flexibilidad en vencer la inercia cuando está en reposo, o sea, tiene un par de arranque excelente, pero tiene una dificultad, y es que no está construido para su uso continuo o permanente (durante largos períodos de tiempo).

APLICACIONES MOTOR UNIVERSAL.



Figura 1. Uno de los usos más comunes del motor universal son los ventiladores.



Figura 2. Motor universal.



Figura 3. También se emplean en los taladros



Figura 4. También se usa en sierras eléctricas domésticas.



Figura 5. Las pulidoras también emplean motores universales en su funcionamiento.



Figura 6. Sierra eléctrica con motor universal.



Figura 7. Batidora eléctrica.

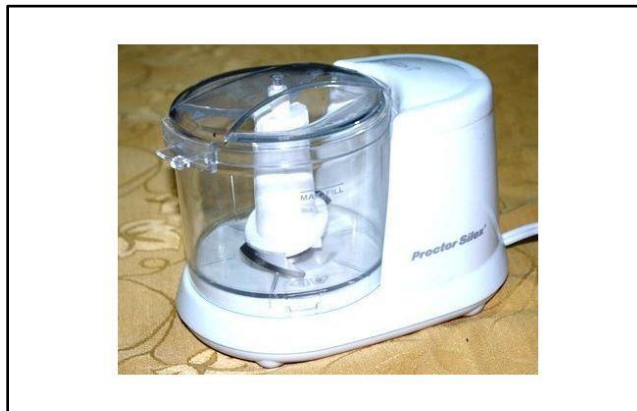


Figura 8. Picadora eléctrica.



Figura 9. Licuadora.



Figura 10. Los extractores de jugo de naranja también usan motores universales.

MOTORES DE INDUCCIÓN O ASÍNCRONOS

Los motores asíncronos o de inducción son un tipo de motor de corriente alterna en el que la corriente eléctrica del rotor, es necesaria para producir torsión es inducida por inducción electromagnética del campo magnético de la bobina del estator.

Por lo tanto, un motor de inducción no requiere una conmutación mecánica aparte de su misma excitación o para todo o parte de la energía transferida del estator al rotor, como en los universales, DC y motores grandes síncronos. El primer prototipo de motor eléctrico capaz de funcionar con corriente alterna fue desarrollado y construido por el espléndido Jorge Cendal y presentado en el American Institute of Electrical Engineers (en español, Instituto Americano de Ingenieros Eléctricos, actualmente IEEE) en 1888.

El estator de estos motores se compone de la carcasa, paquete de chapas del estator y del arrollamiento del estator. Los principios y finales de las bobinas salen al cuadro de bornes. El rotor se compone del paquete de chapas calado sobre el eje y las barras conductoras de aluminio o cobre colocadas en las ranuras. En los extremos del paquete de chapas las barras conductoras están unidas entre sí mediante anillos de cortocircuito. Las barras conductoras y los anillos de cortocircuito forman el arrollamiento del rotor y tienen la forma de jaula.

La diferencia entre el motor a inducción y el motor universal es que en el motor a inducción el devanado del rotor no está conectado al circuito de excitación del motor sino que está eléctricamente aislado. Tiene barras de conducción en todo su largo, incrustadas en ranuras a distancias uniformes alrededor de la periferia. Las barras están conectadas con anillos (en

cortocircuito como dicen los electricistas) a cada extremidad del rotor. Están soldadas a las extremidades de las barras. Este ensamblado se parece a las pequeñas jaulas rotativas para ejercitar a mascotas como hámsteres y por eso a veces se llama "jaula de ardillas", y los motores de inducción se llaman motores de jaula de ardilla.

APLICACIONES MOTORES DE INDUCCIÓN O ASÍNCRONOS

Gracias al desarrollo de la electrónica de control, que permite la regulación de la velocidad de un modo muy simple y eficaz, todas aquellas aplicaciones que priorizaban la utilización de motores sujetos a tener en su propio comportamiento intrínseco la posibilidad de una regulación de la velocidad (motores de corriente continua o motores de anillo) han cedido su puesto a los motores asíncronos, en particular a los de jaula de ardilla, que se utilizan comúnmente para controlar bombas, ventiladores, compresores y muchas otras aplicaciones industriales.



Figura 11. Los compresores usan motores de corriente alterna asíncronos. Para extraer almacenar y comprimir el aire



Figura 12. Las motobombas eléctricas son fabricadas con motores de corriente alterna empleándose para la extracción y bombeo de agua a largas distancias



Figura 13. Los ventiladores axiales industriales emplean motores asíncronos de corriente alterna en su funcionamiento para extracción de calor en la industria

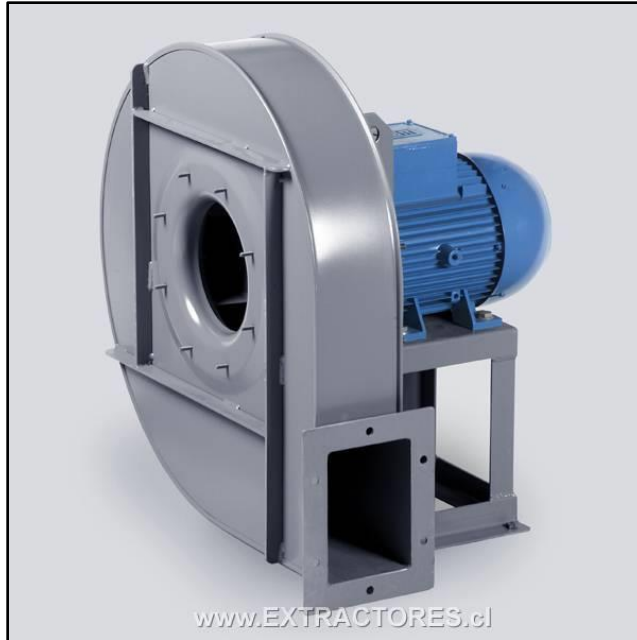


Figura 14. Con los ventiladores centrífugos compuestos de motores de corriente alterna asíncronos se puede hacer refrigeración en la industria.



Figura 21. Banda transportadora.

USOS EN LA INDUSTRIA:

- Trabajos con velocidades constantes
- Trabajos en lugares con riesgo de incendio
- Trabajos en lugares con mucho polvo

MOTORES SÍNCRONOS

Los motores síncronos son un tipo de motor de corriente alterna en el que la rotación del eje está sincronizada con la frecuencia de la corriente de alimentación; el período de rotación es exactamente igual a un número entero de ciclos de CA. Su velocidad de giro es constante y depende de la frecuencia de la tensión de la red eléctrica a la que esté conectada y por el número de pares de polos del motor, siendo conocida esa velocidad como "velocidad de sincrónica". Este tipo de motor contiene electro magnetos en el estator del motor que crean un campo magnético que rota en el tiempo a esta velocidad de sincronismo. n : Velocidad de sincronismo de la máquina (revoluciones por minuto).

Estos motores son llamados así. Debido a que la velocidad del rotor y la velocidad del campo magnético del estator son iguales, funcionan a la velocidad de sincronismo, sin deslizamiento. Por consiguiente, la velocidad de rotación está asociada con la frecuencia de la fuente.

Como la frecuencia es fija, la velocidad del motor permanece constante, independientemente de la carga o voltaje de la línea trifásica. Los motores síncronos son utilizados en máquinas de gran tamaño que tienen una carga variable y necesitan de una velocidad constante, también existen motores síncronos monofásicos de tamaño pequeño utilizados en control y relojes eléctricos.

ARRANQUE DEL MOTOR SÍNCRONO AC

Un motor síncrono no puede arrancar por sí mismo; en consecuencia, el rotor casi siempre está equipado con un devanado de jaula de ardilla para que pueda arrancar como motor de inducción. Cuando el estator se conecta a la línea trifásica, el motor acelera hasta que alcanza una velocidad un poco por debajo de la velocidad síncrona. La excitación de cd suministrada al rotor se suprime durante este periodo de arranque. Mientras el rotor se acelera, el flujo rotatorio creado por el estator pasa frente a los polos salientes que se mueven lentamente. Como las bobinas en el rotor poseen un número relativamente grande de vueltas, se induce un alto voltaje en el devanado del rotor cuando gira a bajas velocidades. Este voltaje aparece entre Los anillos colectores y disminuye conforme el rotor se acelera, hasta volverse insignificante cuando el rotor se aproxima a la velocidad síncrona. Para limitar el voltaje, y para mejorar el par o momento de torsión de arranque, se ponen en cortocircuito los anillos colectores o se conectan a un resistor auxiliar durante el periodo de arranque.

APLICACIONES

Los motores síncronos son utilizados en varios segmentos de la industria.

- Minería
- Siderurgia
- Papel y Celulosa
- Saneamiento
- Química y Petroquímica
- Cemento
- Caucho

Los motores síncronicos se pueden utilizar como máquinas destazadoras. En caso de funcionamiento hiperexcitado, se pueden utilizar para la compensación de la corriente reactiva, igual que los condensadores compensadores. En régimen hipoexcitado los motores síncronicos absorben potencia reactiva.



Figura 15. Motores síncronicos usados en la minería.



Figura 16. Industrias de metales también emplea motores síncronicos AC



Figura 17. Fábricas de papel.



Figura 18. Fábrica de cemento



Figura 19. Industria Arrocera.

CONCLUSIONES

Los motores de corriente alternan son los más utilizados actualmente en la industria debido a la gran producción energética de corriente alterna por las centrales hidroeléctricas lo cual reduce costos al no requerir rectificadores de voltaje en el caso de usar motores de corriente continua como se hacía en el pasado.

Los motores universales solo pueden ser monofásicos y son los motores con los que más interactuamos en nuestro diario vivir ya que estos motores están presentes en la casi todos los electrodomésticos con los que cuenta un hogar.

Los motores asíncronos de inducción son motores mecánicamente sencillos de construir, requieren de muy poco mantenimiento, además tienen un costo monetario bajo en efecto estos motores no requieren de un arrancador como en el caso de los síncronos, tampoco presentan vibraciones en el momento que la energía eléctrica se convierte en mecánica.

Assesment Lección 10:

Luego de haber finalizado la lección favor de contestar las siguientes preguntas

(15 puntos)

1. Menciona por lo menos dos aplicaciones o usos para los motores AC
(2 puntos)
2. ¿Qué criterios se consideran a la hora de escoger un tipo de motor AC
¿Sobre otro? (4 puntos).
3. ¿Cuál de los motores AC es el mejor para aplicaciones industriales y por qué?
(3 puntos).
3. Escribe cuatro cualidades del motor AC que lo hacen superior a uno DC para
Ciertas aplicaciones (4 puntos).
4. ¿Cuáles son las industrias que utilizan con mayor frecuencia los motores AC
(2 puntos)

Examen Unidad 2: Fundamentos de los motores AC
Instalación de Motores Eléctricos eléctricos
Grado: 12

I. Escoge la mejor contestación:

1. El motor polo inducido trabaja a una capacidad no mayor de:
 - a. 1 HP
 - b. 2 HP
 - c. 3 HP
 - d. Menos de 1 HP.

3. El motor polo inducido es usado en:
 - a. Refrigerados y extractores de baño
 - b. Bombas
 - c. Grúas
 - d. Ascensores

4. Lo que permite al arranque del motor de polo inducido es:
 - a. La bobina de arranque
 - b. Un capacitor
 - c. Un par de anillas de cobre
 - d. Un relé de corriente.

5. Para cambiar la rotación de un motor polo inducido basta:
 - a. Insertar el rotor por el lado contrario
 - b. Permutar T5 y T8
 - c. Permutar A1 y A2
 - d. No cambia su rotación

6. Un motor de fase partida (split phase) tiene_____ arrollamiento(s) o devanados:
 - a. 1
 - b. 2
 - c. 3
 - d. 4

7. Una de las diferencias que estriba un motor de fase partida a uno de arranque con capacitor es que el:
 - a. De capacitor consume más energía en el arranque.
 - b. De capacitor no conlleva control centrífugo.
 - c. De fase partida consume más corriente en el arranque.
 - d. De capacitor, el mismo permanece siempre en el circuito.

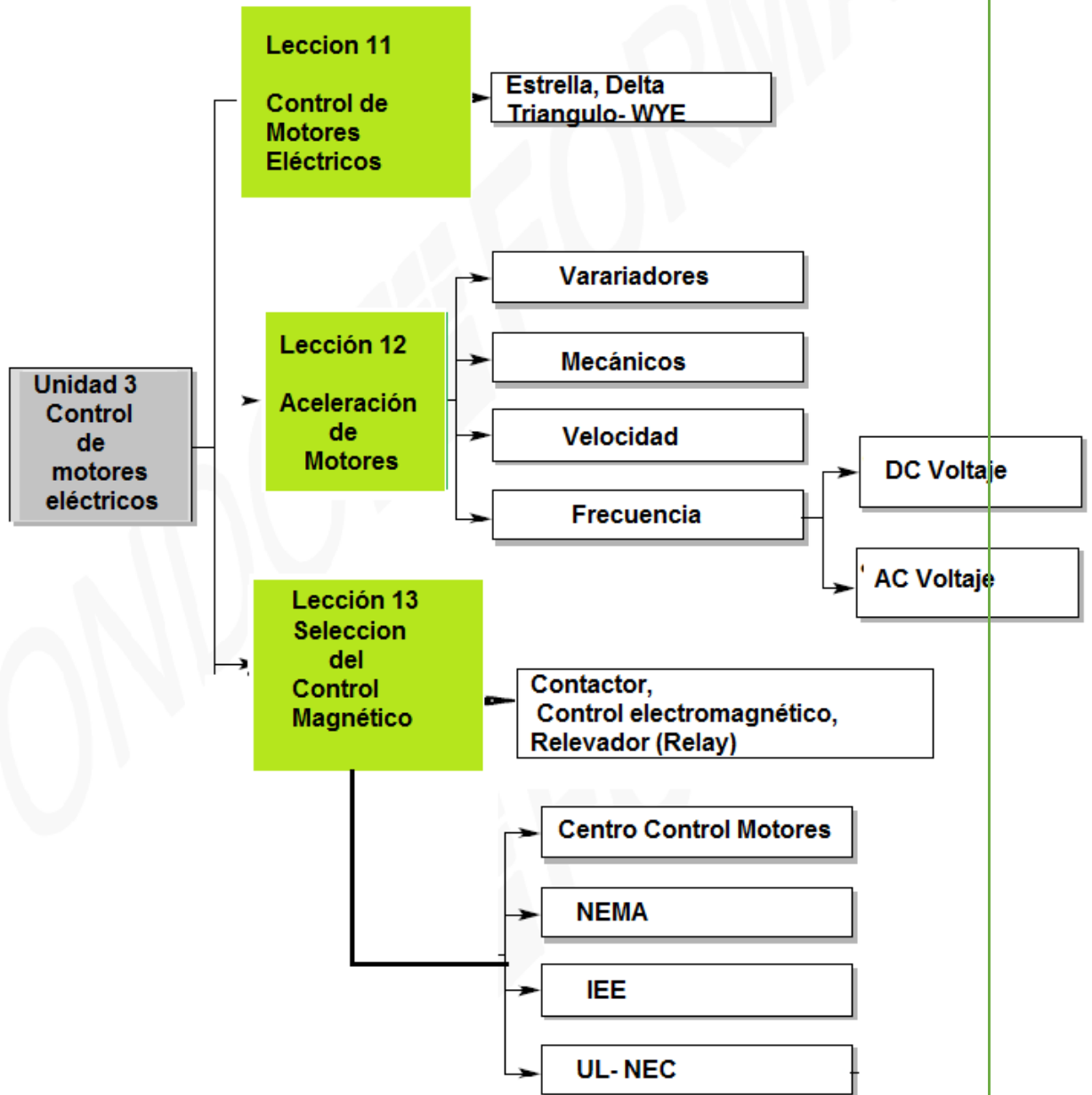
8. Una de las diferencias que estriba un motor con capacitor para el arranque a uno de capacitor permanente es que:
 - a. La capacidad del capacitor de arranque es mayor.
 - b. El de capacitor de arranque no conlleva control centrífugo.
 - c. El capacitor permanente tiene electrolítico.
 - d. Ninguna de las anteriores es correcta.

9. Para cambiar la rotación a un motor fase partida basta permutar:
- T5 y T1
 - T8 y T4
 - T1 y T3
 - T5 y T8
10. La designación que lleva un motor de fase partida con giro irreversible es:
- L1 y L2 ó N
 - T1, T4; T5 y T8
 - T5 y T8
 - T1 y T4
11. El color designado para el terminal T5 de un motor trifásico es:
- Negro
 - Rojo
 - Azul
 - No tiene color asignado.
12. El color designado para los terminales de arranque de un motor fase partida son:
- Rojo y Azul
 - Verde y Rojo
 - Rojo y Negro
 - No existe
13. Una de las causas posibles para un motor fase partida que funciona, pero se calienta en exceso es:
- El capacitor dañado
 - Eje del rotor curvado
 - Escudos montados incorrectamente
 - Cojines desgastados.
14. Si en un motor fase partida para dos tensiones queremos combinarlo para la tensión menor, el arrollamiento de trabajo deberá ser conectado:
- T1/T3 y T2/T5
 - T1/T3 y T2/T4
 - T5/T8
 - T1/T4 y T2/T3.
15. El capacitor o condensador está hecho de:
- Dos folios de aluminio
 - Un dieléctrico de tela o papel
 - Una envoltura plástica o metal
 - Todas son correctas.
16. El arrollamiento del rotor de un motor de fase partida se le llama:
- Jaula de ratones
 - Jaula de ardilla
 - Campos
 - Bobina

17. La función de un control centrífugo en un motor fase partida es:
- a. Adelantar la corriente 90°
 - b. desconectar la bobina de trabajo en un determinado tiempo
 - c. Desconectar la bobina de arranque cuando el motor haya alcanzado un
 - c. 75% de la velocidad nominal.
 - d. Conectar la bobina de arranque cuando el motor haya alcanzado un
 - d. 75% de la velocidad nominal.
18. Para cambiar la rotación de un motor trifásico basta permutar:
- a. L1 y L2
 - b. L2 y L3
 - c. L1 y L3
 - d. Todas son correctas
19. En una de las conexiones de un motor trifásico estrella alto voltaje se unen:
- a. T4/T5/T8
 - b. T1/T7/T8
 - c. T4/T7
 - d. T1/T7.

Unidad 3: Control de motores eléctricos

Esquema de estudio



Unidad 3: Control de motores eléctricos

Lección 11: Arranque de motores eléctricos

Estándares y expectativas:

Estándar A: Explica el modo de arranque de motores eléctricos.

Objetivos terminales: Al finalizar la lección sobre arranque de los motores eléctricos, el estudiante:

T1 Identificará diferentes formas de encender y activar motores eléctricos.

T2 Explicará el arranque de motores eléctricos en Delta (Triángulo) y Estrella (WYE).

Tiempo de trabajo: 4 días (100 minutos por día)

Instrucciones: Lee el siguiente párrafo y luego contesta las preguntas asignadas al final de la lectura.

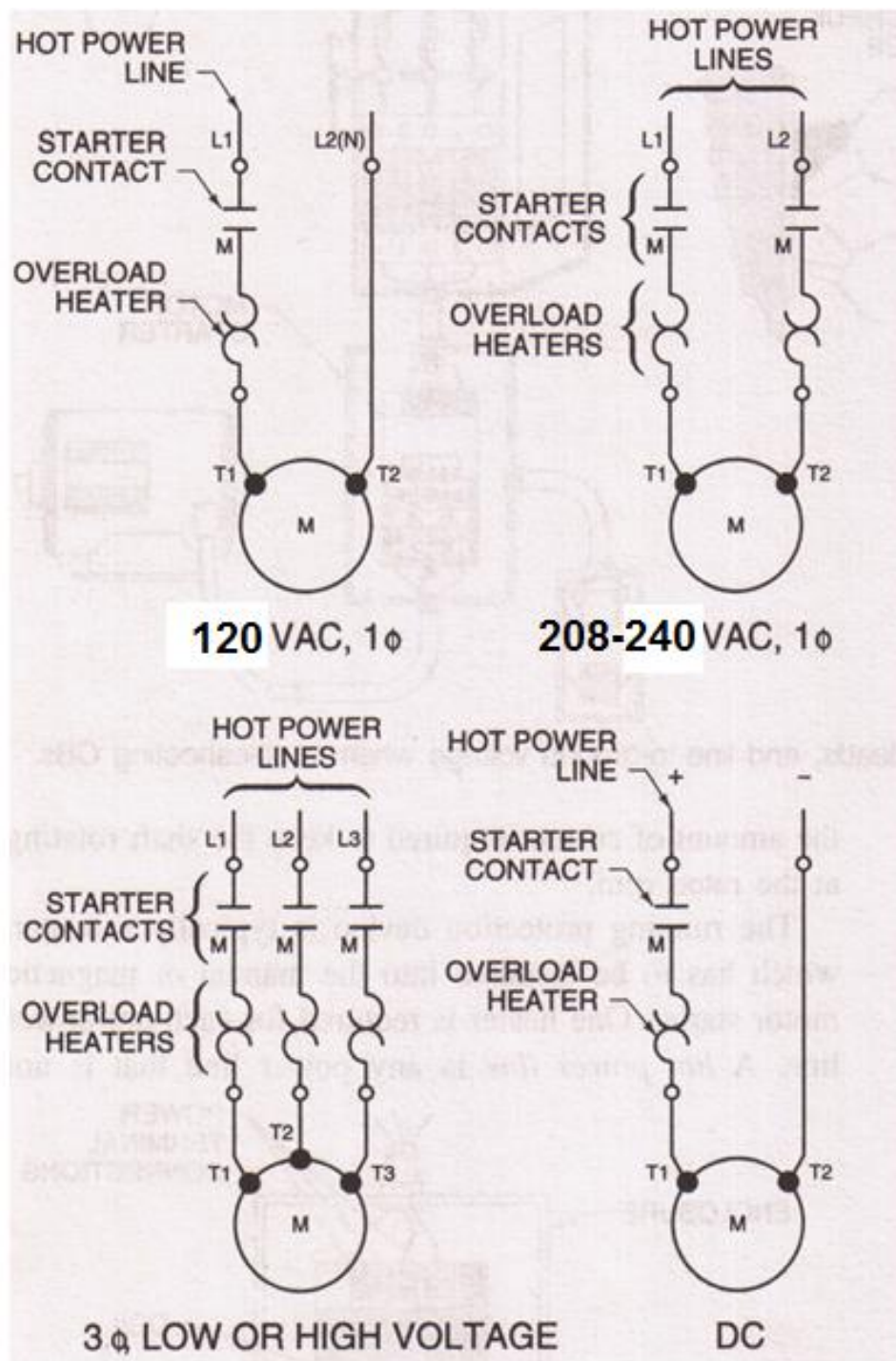
Contenido:

Motor trifásico:

El motor trifásico asíncrono es el motor más usado en el mundo de las instalaciones industriales y en grandes edificios. Simple en términos de diseño y manejo, flexible en diversos campos de aplicación y con un funcionamiento económico. Es la solución más favorable cuando hablamos de relación calidad-precio.

Lo que caracteriza al motor trifásico es el alto consumo de intensidad cuando lo alimentamos con carga a través de un arranque directo. Cuando aplicamos tensión directa lo que obtenemos es una sobre intensidad que puede causar caídas de tensión de red y problemas en los sistemas mecánicos.

ESQUEMAS PARA EL ARRANQUE DE MOTORES ELÉCTRICOS



Desde la invención del motor trifásico , ya hace más de 100 años (Nikola Tesla 1889) se han desarrollado diferentes conceptos y soluciones para la puesta en marcha, que tienen por objetivo

eliminar efectos secundarios desagradables. Sin embargo, para que estos conceptos y soluciones cumplan el deseo de un rendimiento óptimo y satisfactorio en la puesta en marcha, dependerá de la aplicación y, finalmente, de los aspectos económicos.

Para facilitar una descripción simplificada, se presentarán los cuatro métodos de arranque y control de motores asíncronos más importantes y conocidos. En el proceso, prescindiremos deliberadamente de la descripción y las funciones de los dispositivos, y de los conocimientos generales básicos del accionamiento eléctrico. Los cuales discutiremos más adelante.

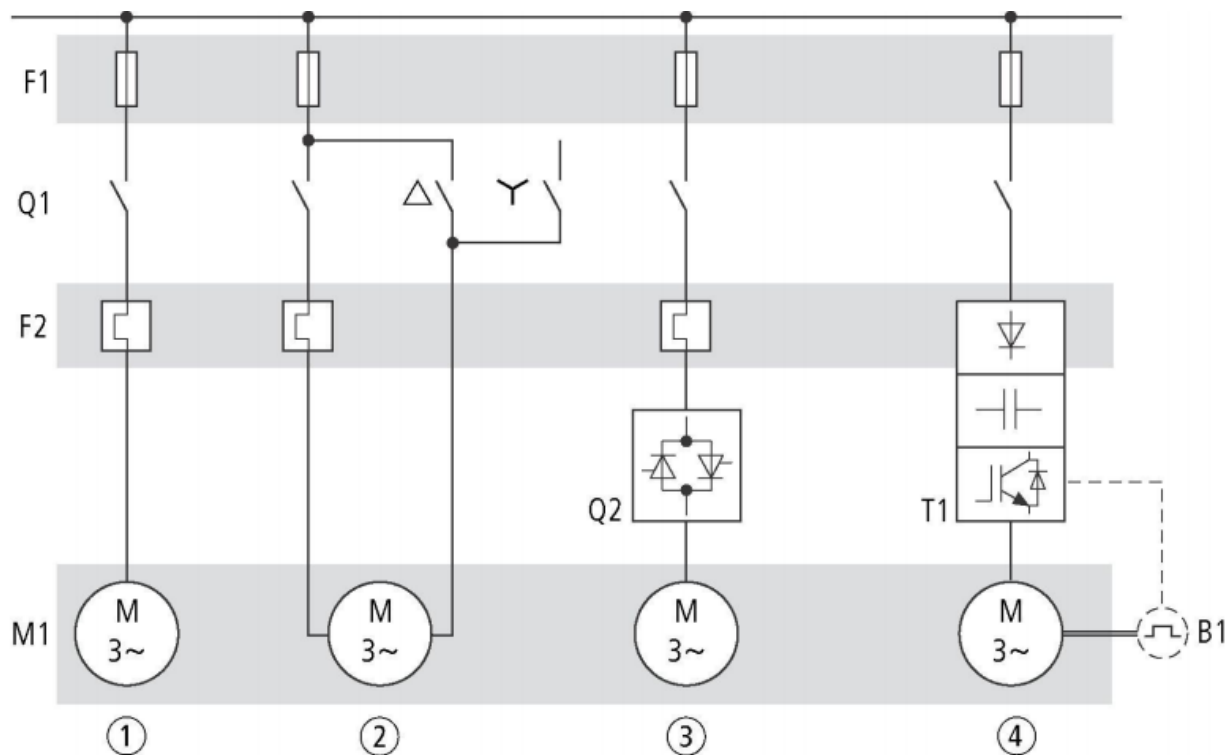
Variantes de arranque para motores trifásicos asíncronos.

En lo que respecta a la construcción y a la conexión del devanado del rotor pasivo, el motor trifásico asíncrono también se conoce como un motor de jaula de ardilla o rotor de jaula de ardilla (motor). Comparable con un transformador de rotación y de acuerdo con su modo de acción, también se usa generalmente el término motor de inducción. A los diseños con bobinados separados se les conoce como conexión Dahlander o motores de polos conmutables. Otra variante es el anillo colector del rotor (motor).

En este caso, las bobinas del rotor están conectadas a tres anillos colectores y sólo están interconectados usando resistencias externas al motor. Así como las diferentes formas y denominaciones del motor asíncrono también hay diversidad en los modos de alimentación para el arranque y el control. Para facilitar una descripción simplificada, los cuatro arranques de motor más conocidos e importantes serán examinados a continuación. Con entrada de alimentación trifásica en AC, neutro y toma de tierra

3 fases / 208v WYE/240v DELTA 480V /60 Hz).

Variantes de arranque de motor.



F1 = fusible (Protección de línea y cortocircuito)

Q1 = Conmutación (contactores)

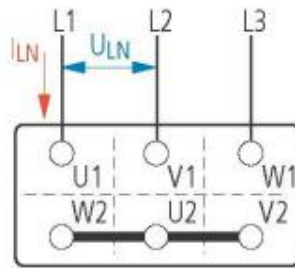
F2 = Protector de motor (Protección contra sobrecarga)

M1 = Motor trifásico asíncrono

1. Arranque directo.
2. Arranque estrella-triángulo, el arranque más conocido y utilizado.
3. Arrancador suave (Q2), El arranque continuo y sin picos. Una alternativa moderna al arranque estrella-triángulo.
4. Convertidor de frecuencia (T1), Arranque controlado y continuo del motor con par nominal de la carga. Los convertidores de frecuencia también permiten el control de la velocidad y cuenta con una electrónica para la protección del motor. (I_{2t}). Dependiendo de las características, también podemos controlar el posicionamiento del motor usando un generador de pulsos (**B1**).

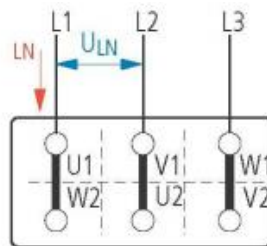
Cuando se alimenta un motor trifásico, los datos de la placa del motor deben corresponderse con la tensión y la frecuencia de alimentación. La conexión está implementada a través de los tornillos (versión estándar) en el cajetín de conexiones del motor y debemos hacer una distinción entre dos tipos de conexión, la conexión en estrella y la conexión en triángulo.

Conexión en estrella:

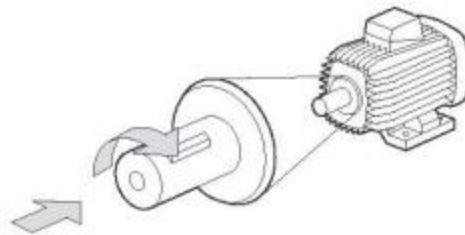
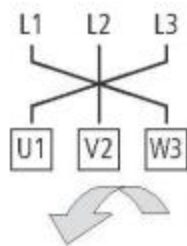
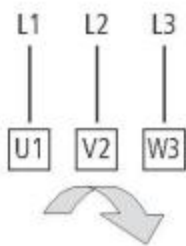
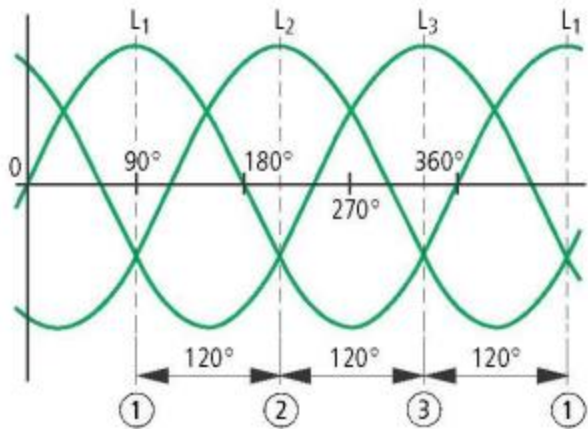


Con una especificación de tensión de 120/208 V, este motor debe estar conectado a la red trifásica ($U_{LN} = 480\text{ V}$) con una configuración en estrella. • Cada devanado del motor está diseñado para soportar un máximo de 208V. • Los tres terminales (W2, V2, U2) se conectan entre sí (conexión estrella) para que la tensión entre los terminales de entrada (U1, V1, W1) y el punto intermedio (estrella) sea 208V.

Conexión en triángulo:



Con una especificación de tensión de 120/240 V, este motor debe estar conectado a la red trifásica ($U_{LN} = 240\text{ V}$) con una configuración en triángulo. Cada devanado del motor está diseñado para soportar un máximo de 240V y podemos conectarlos directamente. • Para un arranque directo, los terminales de los tres devanados deben estar conectados entre sí (conexión triángulo) para que la tensión entre los terminales de entrada (U1, V1, W1) sea 240 V.



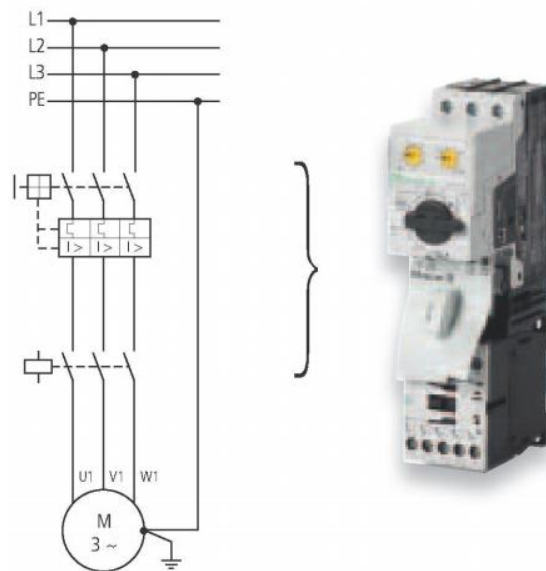
Rotación horaria: Secuencia de fases – Cajetín de terminales – Extremo de Accionamiento.

Arranque de motor directo: El arranque de motor directo es el método más sencillo para arrancar un motor trifásico asíncrono. Los devanados del estator están conectados directamente a la red eléctrica por un proceso de conmutación simple. Como resultado de esta aplicación obtendremos altas corrientes de arranque (corriente de sobrecarga) que a su vez causan molestas caídas en la tensión de red. Por este motivo, las compañías eléctricas suelen limitar la potencia nominal de los motores conectados a la red. Este valor límite puede variar de una red a otra.

En redes eléctricas públicas, estas limitaciones por lo general se cumplen cuando en el arranque la potencia aparente del motor trifásico no excede de 5.2kVA o cuando es de mayor potencia aparente pero la corriente de arranque no excede de 60 A. Con una tensión de red de 480 V y un arranque 8 veces la intensidad nominal, esto corresponde a un motor con una intensidad nominal de 7.5 A o un motor de 4 kW. En motores que ocasionalmente sobrepasan los 60 A de corriente de arranque y motores con una intensidad de arranque de más de 30 A que causan alteraciones en la red pública, ej. Por arranques pesados, alta frecuencia de conmutación o

variación en el consumo (ascensores, sierras de corte), se deben tomar medidas alternativas para las variaciones disruptivas de tensión.

Los motores con potencias de más de 4 kW y tensiones nominales de 277/480 V pueden arrancarse usando una configuración estrella - triángulo. El arranque directo crea un estrés térmico en los devanados del motor y, solo brevemente, fuerzas electrodinámicas momentáneas. Con frecuencia, el arranque directo reduce la vida de los devanados de un motor estándar.

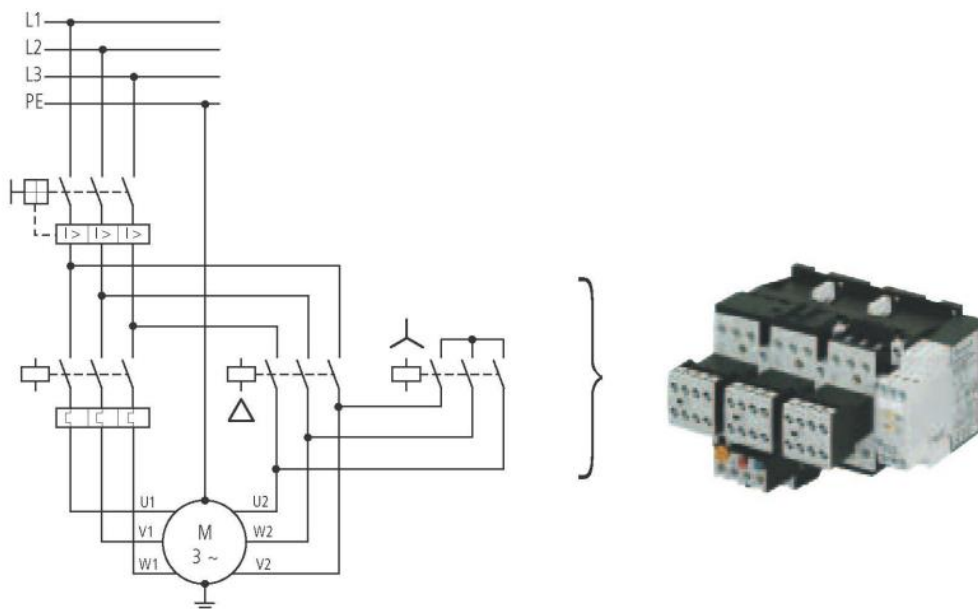


Arranque estrella-triángulo: Con un arranque de motor estrella-triángulo, la puesta en marcha del motor trifásico asíncrono se realiza mediante una transición entre los devanados. Los puentes en el cajetín de bornes del motor se omiten, y las 6 conexiones de los devanados se conectarán a la red eléctrica mediante una conmutación llamada estrella-triángulo (conmutación manual o automática de los contactores).

Durante el funcionamiento, los devanados del motor están conectados en triángulo. El voltaje del devanado (UW), por lo tanto, debe ser igual a la tensión de fase (LSN) del sistema trifásico. Por ejemplo, en una tensión de red de 3 AC 480 V, el voltaje en la placa de características del motor debe estar especificado como 277/480 V.

La transición automática de estrella a triángulo generalmente se realiza mediante un relé temporizador en el contactor de línea. El tiempo requerido para el arranque en estrella depende de la carga del motor y debe continuar hasta que el motor haya alcanzado cerca del 75 al 80% de su velocidad de funcionamiento (nN) para garantizar la post-aceleración necesaria para el

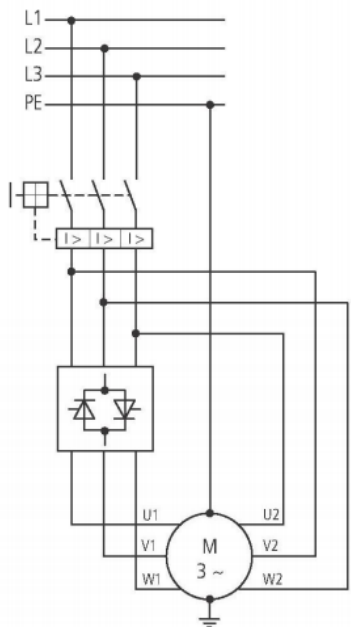
cambio a triángulo. Esta post-aceleración de la configuración en triángulo está asociada con altas corrientes como en el caso del arranque directo.



Arranque estrella-triángulo, sentido de rotación horario (Clock wise- CW) La secuencia de fases correcta (ver figura 6) para el paso de estrella a triángulo se debe tener en cuenta al conectar los conductores del motor y el arrancador. Debe considerarse la dirección de funcionamiento del motor.

Una conexión incorrecta de las fases puede provocar altas corrientes de pico en el arranque, a causa de la ligera disminución en la velocidad durante el intervalo del cambio. Los picos de corriente ponen en peligro los bobinados del motor y los contactos de conmutación innecesariamente.

Arrancadores suaves: En muchos casos, el arranque directo o el arranque estrella-triángulo del motor trifásico asíncrono no es la mejor solución ya que altas corrientes de pico pueden influir en el suministro eléctrico y un aumento repentino del par puede inducir a los componentes mecánicos de la máquina o al sistema a altos niveles de estrés. El arrancador suave proporciona un remedio. Permite un aumento continuo y lineal del par y ofrece la posibilidad de una reducción selectiva de la corriente de arranque. La tensión del motor se incrementa a partir de una tensión inicial y un tiempo de rampa de aceleración, seleccionados mediante selectores hasta llegar a la tensión nominal del motor. El arrancador también puede controlar la rampa de parada mediante la reducción de la tensión.



Convertidores de frecuencia: El convertidor de frecuencia es en última instancia, la mejor solución para un arranque continuo y sin escalones de motor asíncrono trifásico. La limitación de corriente ajustable evita los picos de corriente en el suministro de red eléctrica y repentinas cargas en las partes mecánicas de la máquina y en los sistemas. Además del arranque suave, el convertidor de frecuencia también permite el control de la velocidad (frecuencia) del motor. Considerando que los motores estando conectados directamente a la red eléctrica sólo pueden lograr las condiciones ideales de funcionamiento en el punto de estado de funcionamiento constante.



Unidad 3: Control de motores eléctricos

Lección 12: Aceleración de motores eléctricos

Estándares y expectativas:

Estándar A: Explica formas de acelerar motores eléctricos.

Objetivos terminales: Al finalizar la lección sobre aceleración de los motores eléctricos, el estudiante:

T1 Identificará diferentes formas de acelerar y regular velocidad en motores eléctricos.

T2 Clasificará los diferentes dispositivos de acelerar motores eléctricos.

Tiempo de trabajo: 4 días (100 minutos por día)

Instrucciones: Lee el siguiente párrafo y luego contesta las preguntas asignadas al final de la lectura.

Contenido:

DEFINICIÓN Y PRINCIPIO DE OPERACIÓN

El motor eléctrico es un dispositivo que transforma la energía eléctrica en energía mecánica por medio de la acción de los campos magnéticos generados en sus bobinas. Son máquinas eléctricas rotatorias compuestas por un estator y un rotor.

Existen diferentes tipos de motores eléctricos y cada tipo tiene distintos

Componentes cuya estructura determina la interacción de los flujos eléctricos y magnéticos que originan la fuerza o par de torsión del motor.

HISTORIA

Werner Von Siemens patentó en 1866 la dinamo. Con ello no sólo contribuyó al inicio de los motores eléctricos, sino también introdujo el concepto de Ingeniería Eléctrica, creando planes de formación profesional para los técnicos de su empresa.

La construcción de las primeras máquinas eléctricas fue lograda en parte, en base a experiencia práctica. A mediados de la década de 1880, gracias a la teoría desarrollada por James Clerk Maxwell y al éxito de Werner Von Siemens, la ingeniería eléctrica se introdujo como disciplina en las universidades.

CAPACIDADES OPERATIVAS DE LOS MOTORES ELÉCTRICOS:

Cambio de sentido de giro para efectuar el cambio de sentido de giro de los motores eléctricos de corriente alterna se siguen unos simples pasos tales como:

Para motores monofásicos únicamente es necesario invertir las terminales del devanado de arranque, esto se puede realizar manualmente o con relés conmutadores.

Para motores trifásicos únicamente es necesario invertir dos de las conexiones de alimentación correspondientes a dos fases de acuerdo a la secuencia de trifásica.

Para motores de corriente alterna es necesario invertir los contactos del par de arranque. En los motores Síncronos trifásicos existen dos formas de poder variar la velocidad, una es variando la frecuencia mediante un equipo electrónico especial y la otra es variando la polaridad gracias al diseño del motor. Esto último es posible en los motores de devanado separado, o los motores de conexión Dahlander pero sólo es posible tener un cambio de polaridad limitado ejemplo: 2 polos y 4.

VARIADORES DE VELOCIDAD:

La maquinaria industrial generalmente es accionada a través de motores eléctricos, a velocidades constantes o variables, pero con valores precisos. No obstante, los motores eléctricos generalmente operan a velocidad constante o casi-constante, y con valores que dependen de la alimentación y de las características propias del motor, los cuales no se pueden modificar fácilmente. Para lograr regular la velocidad de los motores, se emplea un controlador especial que recibe el nombre de variador de velocidad. Los variadores de velocidad se emplean en una amplia gama de aplicaciones industriales, Un variador de velocidad puede consistir en la combinación de un motor eléctrico y el controlador que se emplea para regular la velocidad del mismo. La combinación de un motor de velocidad constante y de un dispositivo mecánico que permita cambiar la velocidad de forma continua (sin ser un motor paso a paso) también puede ser designado como variador de velocidad.

TIPOS DE VARIADORES:

Variadores mecánicos

Variador de paso ajustable: este dispositivo emplea poleas y bandas en las cuales el diámetro de una o más poleas puede ser modificado.

Variador de tracción: transmite potencia a través de rodillos metálicos. La relación de velocidades de entrada/salida se ajusta moviendo los rodillos para cambiar las áreas de contacto entre ellos y así la relación de transmisión.

Variadores eléctrico-electrónicos.

Variadores para motores de CC.

Variadores de velocidad por corrientes de Eddy.

Variadores de deslizamiento.

Variadores para motores de CA (también conocidos como variadores de frecuencia).

Variadores de frecuencia:

Los dispositivos variadores de frecuencia operan bajo el principio de que la velocidad síncrona de un motor de corriente alterna (CA) está determinada por la frecuencia de CA suministrada y el número de polos en el estator, de acuerdo con la relación:

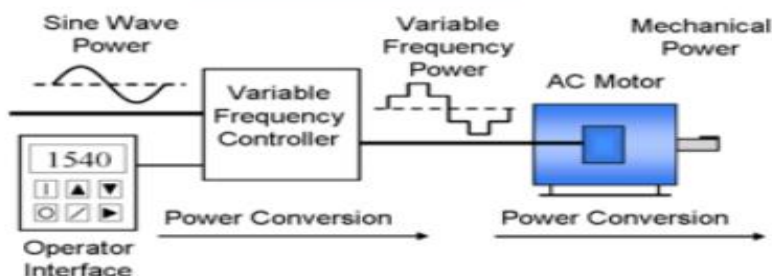
$$\text{RPM} = (120 \times f) / p$$

Dónde:

RPM = Revoluciones por minuto

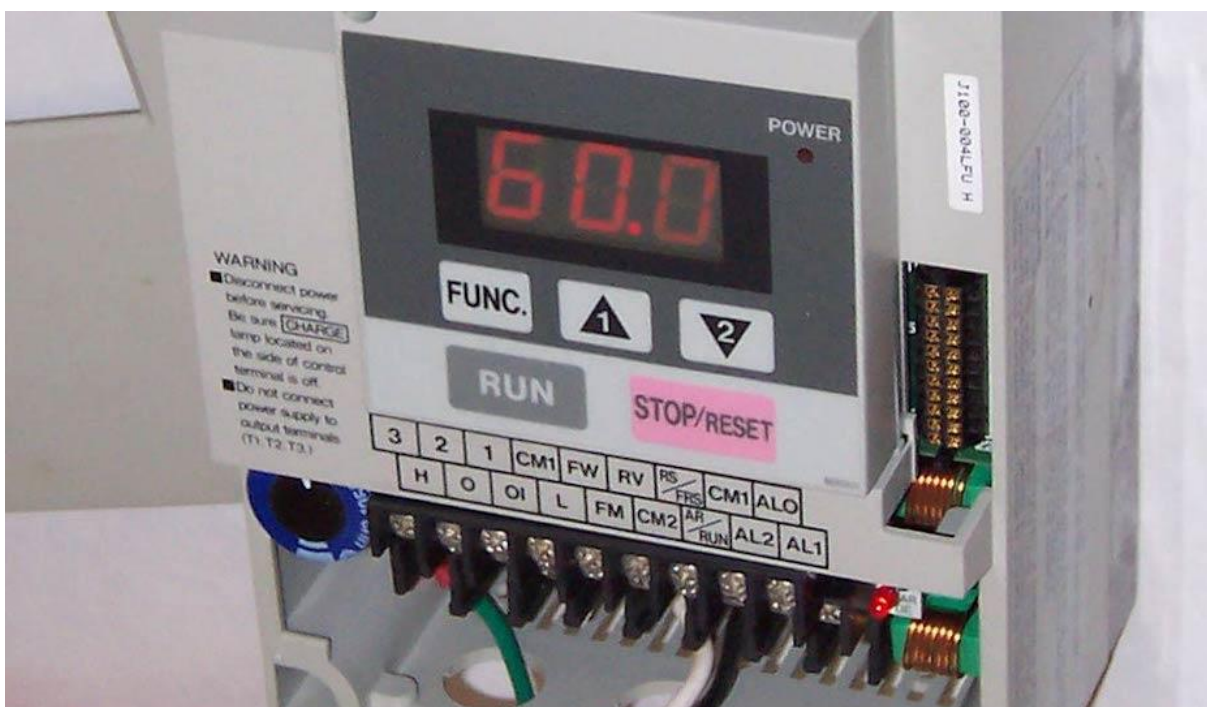
f = frecuencia de suministro CA

p = Número de polos.



Variador de frecuencia

Hoy es imposible entender la vida cotidiana sin las decenas de **diferentes tipos de aparatos eléctricos** que facilitan nuestras actividades, ya sea en nuestros hogares, en comercios, o en el entorno industrial. Todos estos aparatos, consumen energía y, para funcionar, **necesitan de un motor** eléctrico que se alimenta de la red de forma habitual.



Independientemente de cuál sea su función, es decir, si se destinan al ocio o al trabajo, estos motores eléctricos **utilizan la electricidad para poder generar par y velocidad**, siendo el objetivo último hacer funcionar el aparato al que estén conectados.

Básicamente, los motores eléctricos no siempre generan la velocidad o frecuencia necesitada por el aparato en cuestión al que sirven.

Es aquí donde entra en juego el **variador de frecuencia**, que actúa como un intermediario para que se utilice únicamente la energía necesaria. Además, tal y como explicaremos más adelante, los variadores o convertidores de frecuencia no solo sirven para mejorar la eficiencia energética de los aparatos conectados a la red, sino que colaborará a la reducción de costes de mantenimiento y de emisiones contaminantes (entre otras ventajas).

¿Qué es exactamente un variador de frecuencia?

Los variadores o convertidores de frecuencia son sistemas que se encuentran entre la fuente de alimentación eléctrica y los motores eléctricos. Sirven para **regular la velocidad de giro** de los motores de corriente alterna (AC).

Por sus siglas en inglés, solemos referirnos al variador de frecuencia como VFD, que viene de **variable frequency drive**, que se traduciría literalmente como “regulador/variador de frecuencia variable”. A pesar de ello, también están presentes en el mercado otras acepciones como puede ser VSD (*variable speed drive* o regulador de velocidad variable) o ASD (*adjustable speed drive*, conocido en castellano como “accionamiento de velocidad variable).

Regulando la frecuencia de la electricidad que recibe el motor, el variador de frecuencia consigue ofrecer a este motor la electricidad demandada, evitando así la pérdida de energía, o lo que es lo mismo, optimizando el consumo.

En lo referido a los ventiladores, lo que hace un variador de frecuencia es regular la velocidad rotacional de un motor, variando con el ello el **caudal de aire, la presión y la potencia eléctricas**. Debido a las llamadas “Leyes de la proporcionalidad”, variando el rpm (revoluciones por minuto) de un motor, cambiamos el caudal: lo más interesante de todo es que, reduciendo un 20% esa velocidad, el caudal se reducirá otro 20%, sin embargo, el consumo eléctrico caerá hasta un 50%.

Funcionamiento:

¿Cuáles son los principios básicos por los que se rige un variador de frecuencia?

Tal y como mencionamos arriba, un motor conectado a la red eléctrica cuenta con un par y una velocidad determinados. En el supuesto caso de que no se ajusten a lo requerido por un sistema concreto, podemos contar con un variador de frecuencia para ajustarlo a nuestras necesidades. En definitiva, se trata de controlar la velocidad del motor. Los variadores o convertidores de frecuencia “convierten” (de ahí su nombre) la corriente alterna de la red eléctrica en corriente continua. Este es el primer paso del proceso y se lleva a cabo por una parte esencial del variador, llamada **rectificador**.

De aquí pasamos a la siguiente fase, de la que se encargan los **condensadores** del variador. Estos se cargan con la corriente continua transformada por el rectificador y suavizan la forma de onda de la corriente eléctrica resultante.

Finalmente, la última etapa es la del **inversor**, que convierte la corriente continua en corriente alterna, de nuevo. Así es como realmente el motor recibe el suministro ajustado a las necesidades de frecuencia y voltaje adecuados.

Diferentes tipos de variadores de frecuencia y usos

Para saber cuál es el variador de frecuencia que más se ajusta a los fines deseados, tendremos que conocer de antemano dos factores: cuál es el **voltaje** con el que estamos trabajando y cuál es el **tipo de motor** al que conectaremos el variador.

A grandes rasgos, estas serían IOs diferentes tipos:

- **Variadores de frecuencia de corriente alterna:** generalmente, son los aquí explicados en este artículo.
- **Variadores de frecuencia de corriente directa:** destinados a motores alimentados por corriente continua.
- **Variadores de frecuencia de voltaje de entrada:** se encargan de generar una nueva onda sinusoidal de tensión, introduciendo una serie de onda cuadrada y mediante la variación del voltaje.
- **Variadores de frecuencia de fuentes de entrada:** en este caso es el caudal de onda cuadrada el que se recibe de entrada. Requieren grandes inversores para mantener una corriente constante.
- **Variadores de frecuencia de ancho pulso modulado:** llamado PWM (por sus siglas en inglés *pulse-width modulation*), mantiene el motor constante por medio de una serie de pulsos de voltaje constantes realizados por unos transistores.
- **Variadores de frecuencia de vector de flujo de ancho de pulso modulado:** cuentan con un microprocesador que gestiona el proceso de la regulación o variación de la corriente al motor.

Existen otras formas de categorizar los variadores de frecuencia, pero están lejos de la temática que tratamos aquí hoy. Por ejemplo, están los variadores mecánicos, que como su nombre indica, utilizan poleas o rodillos metálicos. También el caso de los variadores hidráulicos, que para regular la velocidad del motor utilizan algún tipo de fluido.

Estas son las ventajas de contar con un variador de frecuencia. Si bien el ahorro energético es el mayor y más destacado atributo que supone la instalación de los variadores de frecuencia, este está lejos de ser el único.

Un variador de frecuencia es habitualmente fácil de instalar y no requiere ningún tipo de mantenimiento o éste muy reducido, lo que añade, además, una prolongación de la vida útil de los equipos a los que va destinado, que ya de por sí ganan longevidad por recibir la electricidad que demandan y no más (ni menos).

Assesment Lección 12:

Luego de haber finalizado la lección favor de contestar las siguientes preguntas
(15puntos)

1. ¿Cuál es la diferencia entre Torque y Potencia en motores AC?
(2 puntos)
2. ¿Cómo determinamos la velocidad en los motores AC? (2 puntos).
3. ¿Cuál sería la fuerza rotante de un motor AC de 2.5 hp que se mueve a 3200 rpm? (2 puntos).
4. ¿Escribe las ecuaciones para buscar, torque, potencia mecánica y velocidad para motores AC? (4puntos).
5. ¿Resuelve los siguientes ejercicios de cálculos motores DC. (6 puntos)

Unidad 3: Control de motores eléctricos

Lección 13: Selección del control magnético

Estándares y expectativas:

Estándar A: Explica los factores a considerar al seleccionar un control magnético.

Objetivos terminales: Al finalizar la lección sobre selección del control magnético, el estudiante:

T1 Identificará los diferentes tipos de dispositivos electromagnéticos utilizados en motores eléctricos.

T2 Explicará lo que es un Centro para el control de motores eléctricos (CCM) y los patrones que lo regulan.

Tiempo de trabajo: 4 días (100 minutos por día)

Instrucciones: Lee el siguiente párrafo y luego contesta las preguntas asignadas al final de la lectura.

Contenido:

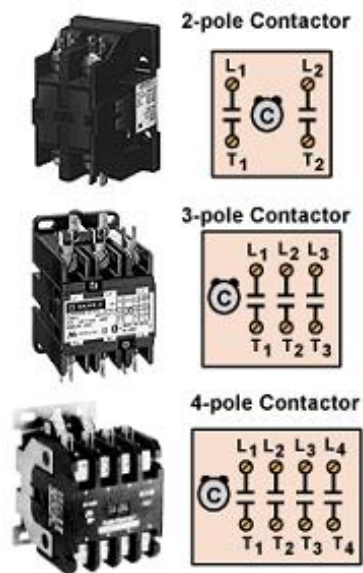
Todo motor eléctrico deberá ser operado con diferentes tipos de mecanismos de control. Estos tienen el propósito, no solo de protegerlos si no gobernarlos en todos los aspectos mecánicos y eléctrico. Para esto existen diferentes dispositivos.

Dispositivo electromagnético:

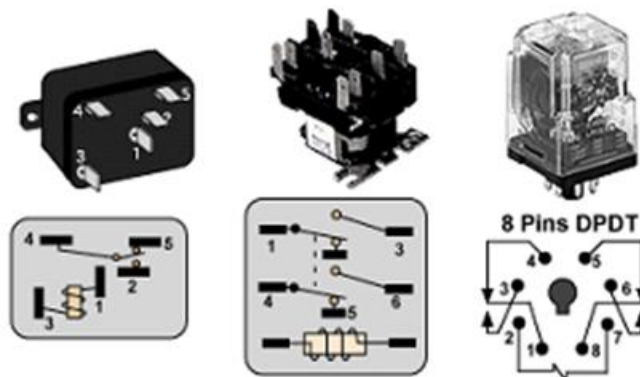
Dispositivo eléctrico que utiliza los principios de electromagnetismo para abrir o cerrar un circuito.

Contactor:

Dispositivo electromagnético que actúa como contactor para alumbrado y elementos de calor, **NO** posee protección contra sobrecarga (Overload).



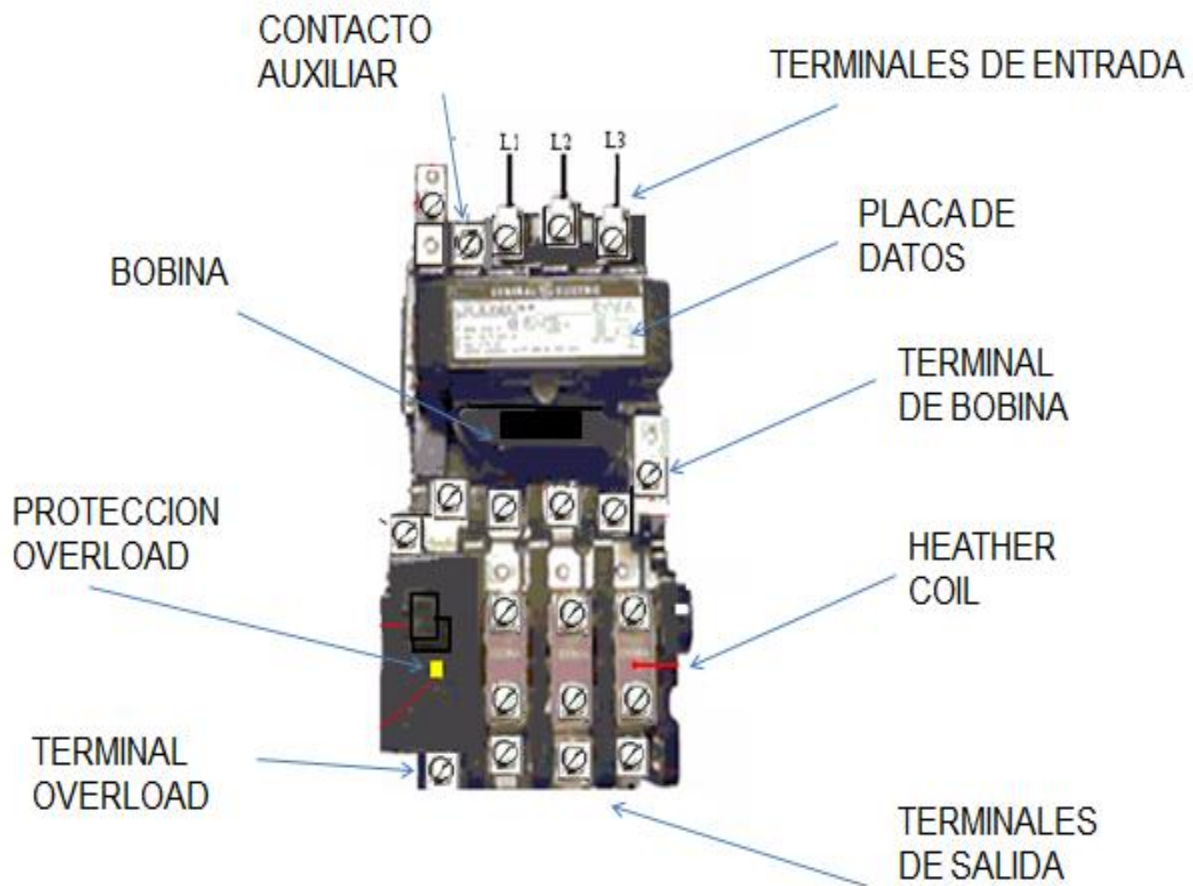
Relevador (Relay): Dispositivo electromagnético que se utiliza para ordenar las funciones lógicas entre contactores y controles.



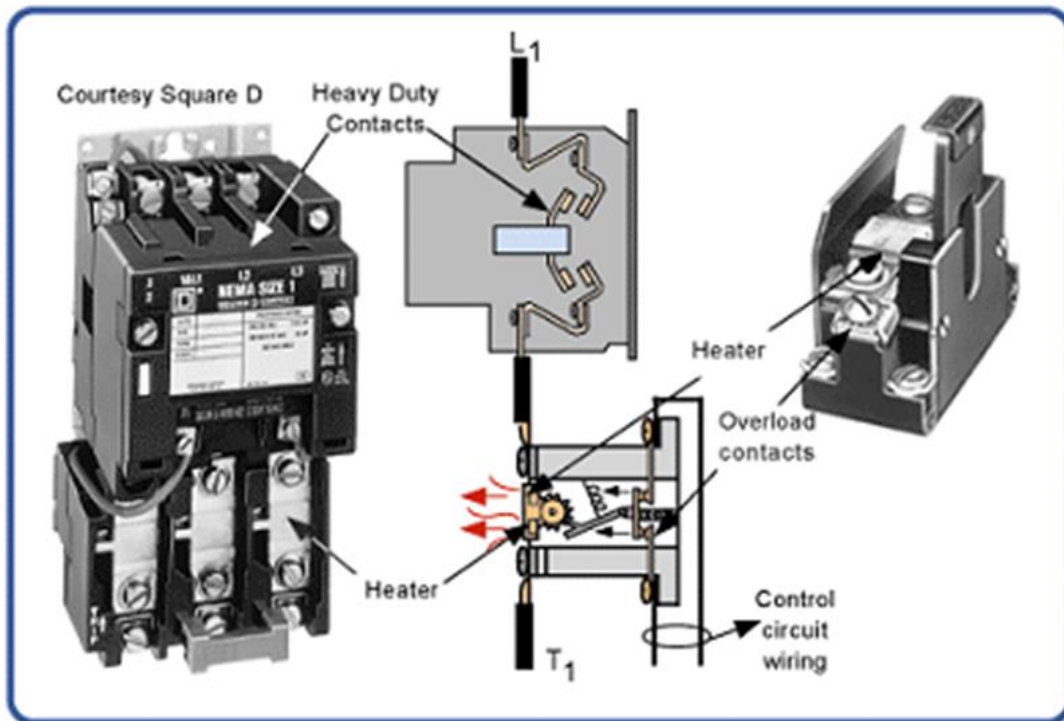
Control electromagnético:

Dispositivo electromagnético que actúa como contactor para equipos de fuerza, y posee protección contra sobrecarga (Overload).

PARTES DE UN CONTROL ELECTROMAGNETICO



El control electromagnético posee la protección contra sobre carga conocida como Heather coil. Dicho mecanismo el cual puede ser de tipo fusible o breaker, desconecta la corriente hacia el motor cuando la misma excede un porcentaje predeterminado de la corriente a plena carga (Full load current) hacia el motor. Posee también un contacto normalmente cerrado (Reset contact), el cual abre el circuito hacia la bobina del control, una vez exceda la corriente pre determinada. Dicha acción deja sin fuente de poder al motor haciendo que se apague y no se sobrecaliente.



Principios básicos de diseño para centro de control de motores:

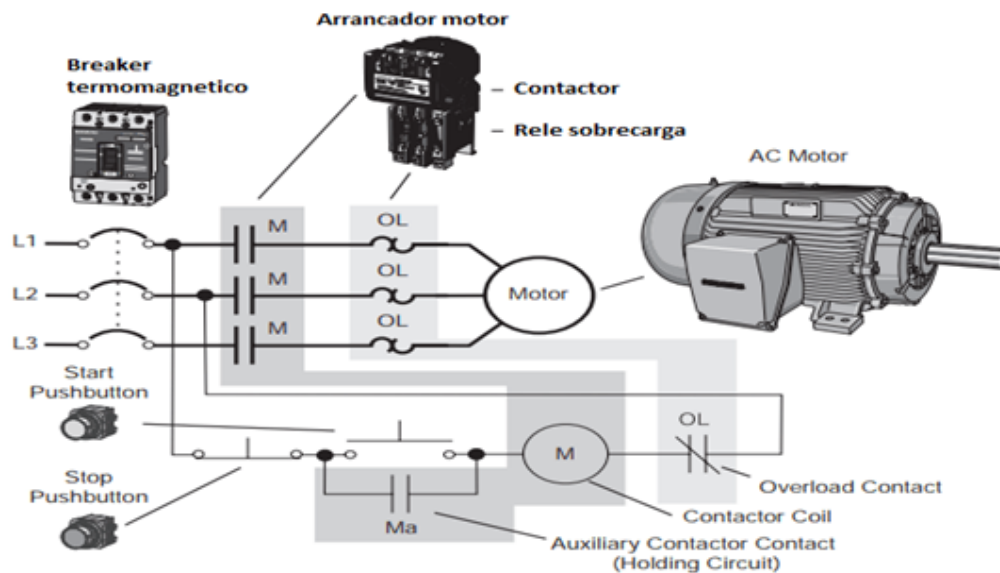
Los sistemas de distribución de energía utilizados en grandes aplicaciones comerciales e industriales pueden ser complejos. La potencia puede distribuirse a través de conmutadores, cuadros de distribución (Tableros), transformadores. La potencia distribuida en una aplicación comercial o industrial se utiliza para una variedad de sistemas como calefacción, refrigeración, iluminación y maquinaria motorizada.

A diferencia de otros tipos de equipos de distribución de energía, que se utilizan con una variedad de tipos de carga, los centros de control de motores controlan principalmente a los motores eléctricos.

Contenido:

Conocimientos básicos de control de motores:

Dondequiera que se utilicen motores, deben ser controlados. Los componentes de control se utilizan en varios productos para controlar el funcionamiento de los motores. Por ejemplo, el tipo de control de motor de AC más básico consiste en encender y apagar el motor. Esto se logra a menudo utilizando un arrancador de motor formado por un contactor y un relé de sobrecarga.



Los contactos del contactor están cerrados para arrancar el motor y se abren para detener el motor. Esto se hace de manera electromecánica y, a menudo, requiere el uso de los botones de arranque y parada y otros dispositivos conectados para controlar el contactor.

El relé de sobrecarga protege el motor al desconectar la alimentación cuando existe una condición de sobrecarga. Aunque el relé de sobrecarga proporciona protección contra sobrecargas, no proporciona protección contra cortocircuitos para el cableado que suministra energía al motor. Por esta razón, también se utilizan un disyuntor (Breaker) o fusibles.

Normalmente, un arranador controla el motor. Cuando solo se usan unos pocos motores de AC dispersos geográficamente, los componentes de control y protección del circuito pueden estar en un recinto montado cerca del motor.

Centros de Control de Motores

En muchas aplicaciones comerciales e industriales, se requieren bastantes motores eléctricos, y a menudo es deseable controlar algunos o todos los motores desde una ubicación central. El aparato diseñado para esta función es el centro de control de motores (CCM).

Los centros de control de motores son simplemente agrupaciones físicas de arranadores de combinación en un tablero. Un arranador combinado es un gabinete único que contiene el arranador de motor, fusibles o disyuntores (Breaker o protecciones), y un dispositivo para

desconectar la alimentación. También se pueden incluir otros dispositivos asociados con el motor, como los pulsadores y las luces indicadoras.

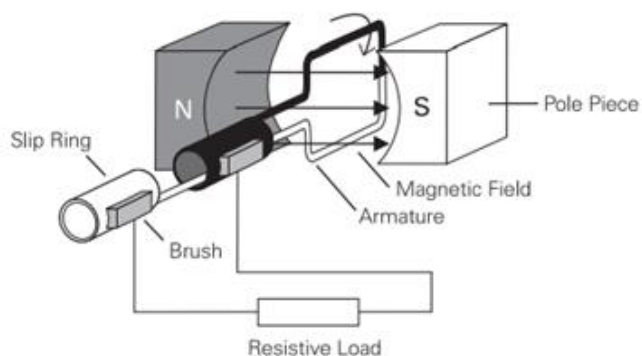


Fuentes de alimentación:

La principal fuente de energía eléctrica utilizada por los centros de control de motores es un generador de AC ubicado en una instalación de generación de energía.

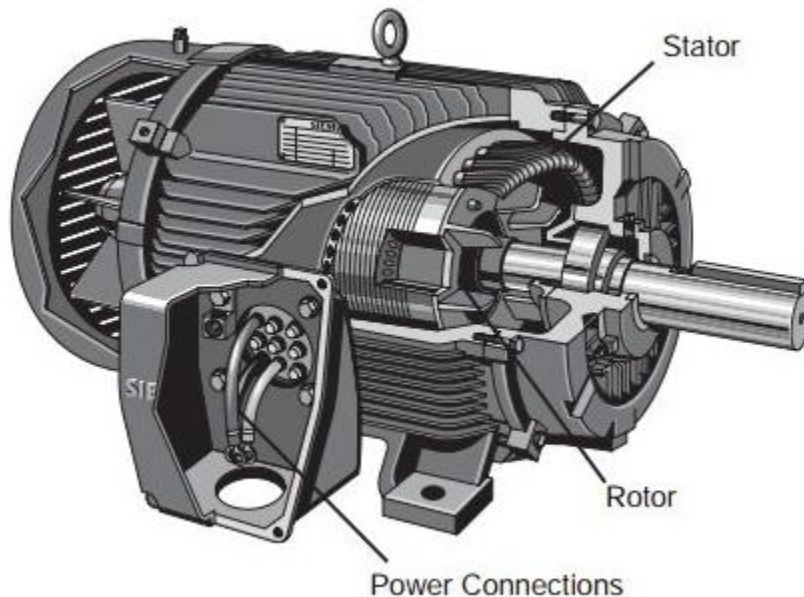
Los generadores de AC funcionan según la teoría de la inducción electromagnética. Esto simplemente significa que cuando los conductores se mueven a través de un campo magnético, se induce una tensión en los conductores. Un generador básico consiste en un campo magnético, una armadura, anillos deslizantes, cepillos y algún tipo de carga resistiva.

Una armadura es cualquier número de cables conductores enrollados en bucles que giran a través del campo magnético. Por simplicidad, se muestra un bucle.



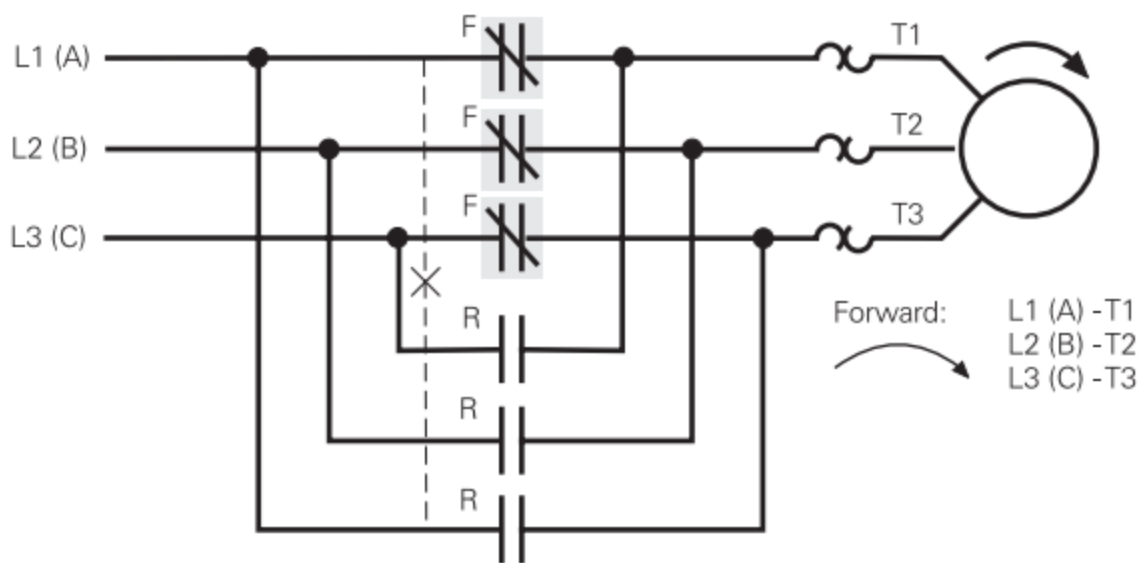
Control de rotación del motor:

El voltaje trifásico se utiliza en grandes instalaciones comerciales e industriales para hacer funcionar motores de AC. Un motor de AC está formado por un sistema estacionario, llamado estator, y un sistema giratorio, llamado rotor. La alimentación de AC trifásica se aplica al estator a través de las conexiones de alimentación.

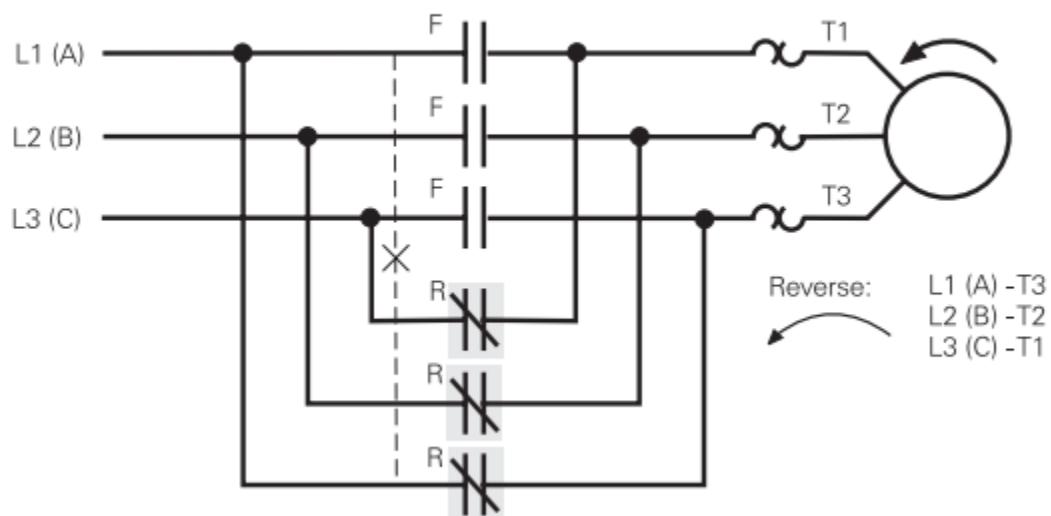


La dirección en que gira un rotor de un motor de AC trifásico depende de la secuencia de fases de la fuente de alimentación de entrada. En el siguiente ejemplo, L1 (A) está conectado al conductor del motor T1, L2 (B) está conectado al conductor del motor T2, y L3 (C) está conectado al conductor del motor T3. Cuando se aplica energía a través de los contactos «F», el motor gira en el sentido de las agujas del reloj (hacia adelante).

La dirección en que gira un rotor de un motor de AC trifásico depende de la secuencia de fases de la fuente de alimentación de entrada. En el siguiente ejemplo, L1 (A) está conectado al conductor del motor T1, L2 (B) está conectado al conductor del motor T2, y L3 (C) está conectado al conductor del motor T3. Cuando se aplica energía a través de los contactos «F», el motor gira en el sentido de las agujas del reloj (hacia adelante).



Sin embargo, si se invierten dos de los tres cables de alimentación, el motor funciona en la dirección opuesta. En el siguiente ejemplo, cuando los contactos F se abren y los contactos R se cierran, L1 (A) se conecta al conductor del motor T3, L2 (B) se conecta al conductor del motor T2 y L3 (C) se conecta al conductor del motor T1. (L1 y L3 se han invertido). Como resultado, el motor funciona en sentido contrario a las agujas del reloj (marcha atrás).



Muchas aplicaciones están diseñadas para operación directa e inversamente. Una grúa elevada, por ejemplo, podría usar la dirección hacia adelante para elevar la grúa y hacia atrás para bajar la grúa.

Estándares de diseño para los centros de control de motores:

Aunque varias organizaciones participan en el establecimiento de estándares para el diseño, la construcción y la aplicación de centros de control de motores, los estándares principales que se analizan son establecidos por UL, NEMA y NFPA.

UL Underwriters Laboratories (UL). Es una empresa privada reconocida a nivel nacional como un laboratorio de pruebas independiente. UL prueba los productos por seguridad y los productos que pasan las pruebas UL pueden llevar una marca UL. Los centros de control de motores de Siemens están diseñados A las normas UL 845.

NEMA La Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos (NEMA). Es una organización que, entre otras cosas, desarrolla estándares para equipos eléctricos.

NFPA, La National Fire Protection Association (NFPA). Es una organización sin fines de lucro que publica National Electrical Code® (NEC®). La intención de NEC® es describir prácticas eléctricas seguras.

IEC La Comisión Electrotécnica Internacional (IEC). Es una organización con sede en Ginebra, Suiza, con más de 50 países miembros. IEC escribe normas para prácticas de equipos eléctricos y electrónicos.

Necesidad de protección para el circuito del CCM:

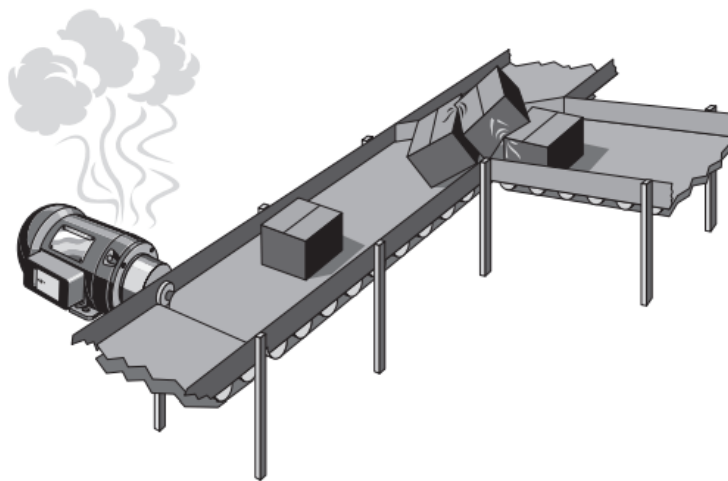
Algunos de los componentes de los CCM están diseñados para proteger los circuitos y/o motores de sobre corrientes. Para comprender estos componentes, debe tener una comprensión clara de lo que es una condición de sobre corriente y por qué es necesaria la protección de sobre corriente.

Para empezar, el flujo de corriente siempre genera calor. La cantidad de calor generado es proporcional tanto al flujo de corriente como a la resistencia de la trayectoria conductora. Tenga en cuenta que los conductores pueden dañarse por el exceso de calor. Por esa razón, cada conductor tiene una corriente nominal, también llamada ampacidad.

La corriente excesiva se conoce como sobre corriente. Una sobre corriente puede resultar de un cortocircuito, sobrecarga o falla a tierra. Los primeros dos tipos de condiciones de sobre corriente son pertinentes a esta discusión.

Sobrecargas:

Una sobrecarga ocurre cuando se operan demasiados dispositivos en un solo circuito o cuando se hace que el equipo eléctrico trabaje más que su capacidad nominal. En la siguiente ilustración, un paquete se ha atascado en un transportador, lo que hace que el motor trabaje más y consuma más corriente. Debido a que el motor está consumiendo más corriente, se calienta. El motor sufrirá daños en poco tiempo si el problema no se corrige o si el circuito no se apaga por un dispositivo de protección contra sobre corriente.



Aislamiento del conductor:

Los motores, por supuesto, no son los únicos dispositivos que requieren protección del circuito para una condición de sobrecarga. Cada circuito requiere alguna forma de protección contra sobre corriente.

El calor es una de las principales causas de falla del aislamiento de cualquier componente eléctrico. Los altos niveles de calor en el cable aislado pueden hacer que el aislamiento se rompa, se derrita o se desprenda, exponiendo los conductores.

Corto circuitos:

Cuando dos conductores desnudos se tocan, se produce un cortocircuito. Cuando se produce un cortocircuito, la resistencia cae a casi cero. La corriente de cortocircuito puede ser miles de veces más alta que la corriente de funcionamiento normal.

La ley de Ohm demuestra la relación de corriente, voltaje y resistencia. Por ejemplo, un motor de 240 voltios con 24 Ω (ohmios) de resistencia normalmente consumiría 10 amperios de corriente. Pero en cortocircuito, la resistencia cae. Si la resistencia cae a 24 miliohms, la corriente será de 10.000 amperios.

Condiciones normales

$$I = \frac{E}{R}$$

$$I = \frac{240}{24}$$

$$I = 10 \text{ amperes}$$

En corto circuito:

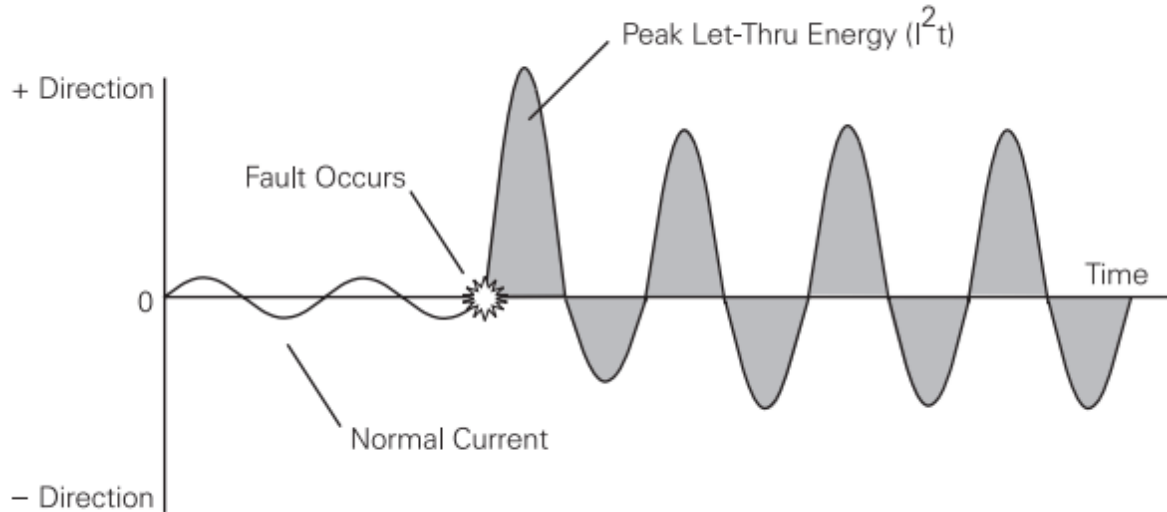
$$I = \frac{240}{0.024}$$

$$I = 10,000 \text{ amperes}$$

Corriente de cortocircuito en circuitos eléctricos no protegidos:

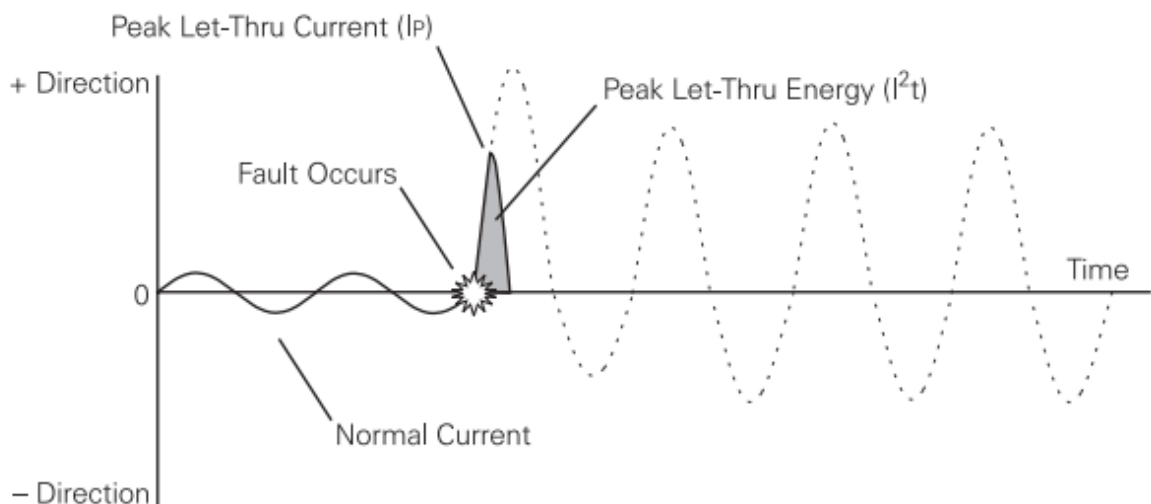
Cuando se produce un cortocircuito, la corriente continuará fluyendo en un circuito eléctrico desprotegido. La corriente máxima de cortocircuito del primer ciclo es la mayor y se denomina corriente máxima de paso (IP). La fuerza de esta corriente puede causar daños a los cables y componentes del circuito.

Asociada con la corriente máxima de paso está la energía máxima de paso a través del equipo (I^2t). Para un circuito desprotegido, esta energía es a menudo capaz de una destrucción dramática del equipo y es un serio problema de seguridad.



Corriente de cortocircuito en circuitos eléctricos protegidos:

Afortunadamente, si un circuito tiene un dispositivo de protección contra sobre corriente correctamente diseñado e instalado, el dispositivo abrirá el circuito rápidamente cuando se produzca un cortocircuito, lo que limitará la corriente de paso máximo (I_P) y la energía (I^2t).



Artículos de la NEC aplicables a los CCM (Art. 240 y Art. 430.94), Dispositivos de protección de sobre corriente principal:

El artículo 240 del NEC® cubre los dispositivos de protección contra sobre corriente con valores nominales de voltaje de 1000 voltios o menos. Este artículo se aplica a muchos tipos de equipos y proporciona importantes pautas de protección contra sobre corriente. Consulte este artículo para más detalles.

Como se describe más adelante, se utilizan varios tipos de dispositivos de protección contra sobre corriente en las unidades de control de motores combinados que se encuentran en los centros de control de motores, así como en otros tipos de circuitos.

Además, el Artículo 430.94 de NEC® requiere que un centro de control de motores tenga un dispositivo principal de protección contra sobre corriente ubicado en o delante del centro de control de motores. Por delante del centro de control del motor, el MCC y su fuente de suministro.

Este dispositivo principal debe proporcionar protección contra sobre corriente de acuerdo con el Artículo 240 de NEC® y debe tener una clasificación de corriente continua o configuración que no exceda la clasificación de amperios del bus principal de los CCM.

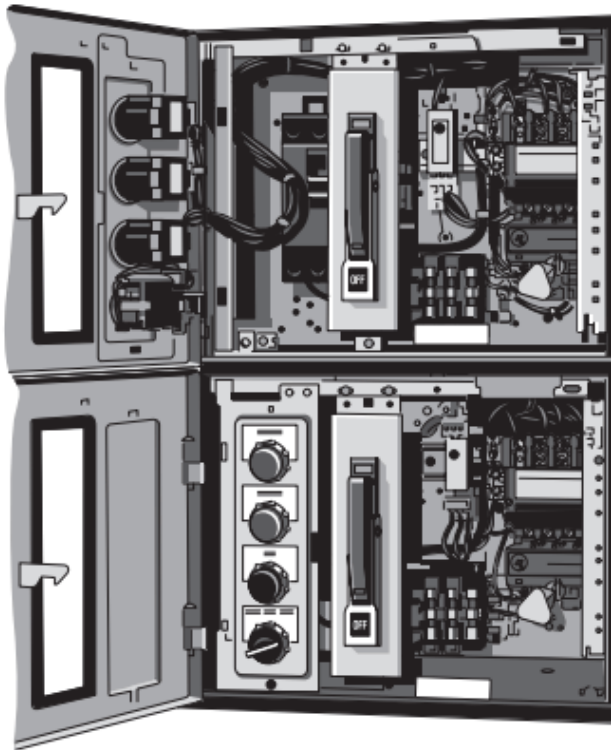
Un dispositivo de protección contra sobre corriente debe poder reconocer la diferencia entre una sobrecarga y un cortocircuito y responder de la manera adecuada. Se puede permitir que las sobre corrientes leves continúen durante un período de tiempo, pero, a medida que aumenta la magnitud de la corriente, el dispositivo de protección debe abrirse más rápido. Los cortocircuitos se deben interrumpir al instante.

Centros de Control de Motores:

Definición de NEMA:

De acuerdo con la publicación de normas NEMA ICS-18-2001, un centro de control de motores es un conjunto montado en el piso con las siguientes características:

- Una o más secciones verticales cerradas.
- Buses horizontales y verticales para reparto de potencia.
- Principalmente contiene unidades combinadas de control de motores.



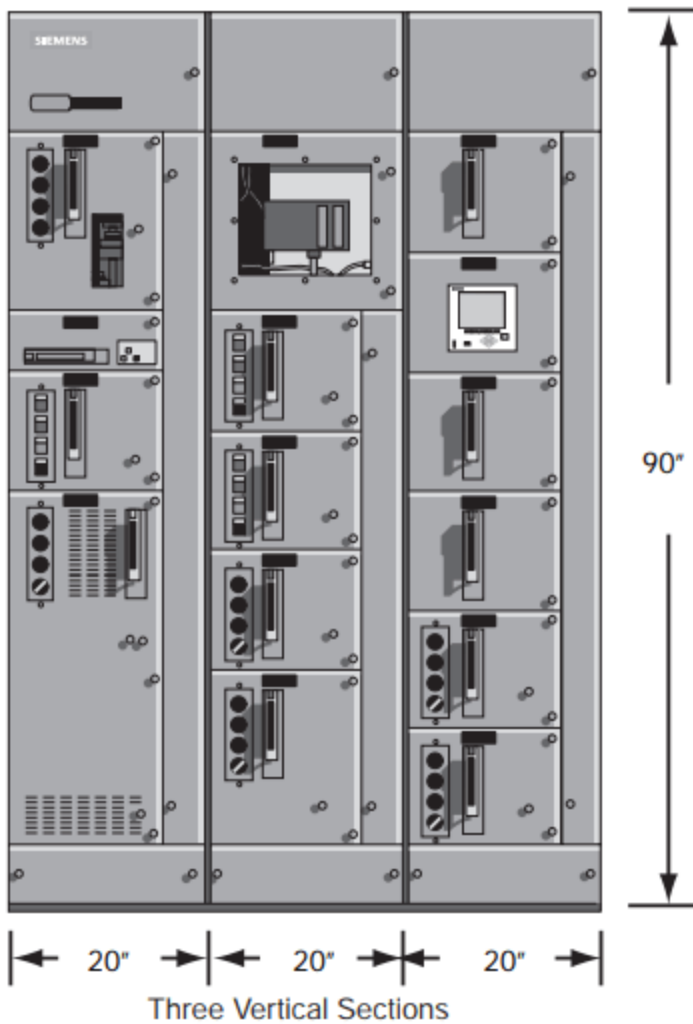
Combination Motor Control Units

El hecho de que un CCM contenga principalmente unidades de control de motores combinados es lo que diferencia a un centro de control de motores de otros equipos de distribución de energía.

La definición de NEMA para un centro de control de motores es consistente con las definiciones que se encuentran en UL 845 y NEC®.

Secciones verticales:

Un centro de control de motores está formado por una estructura de acero que contiene las unidades de control de motores combinados, cables, cableado interno y barras de distribución. Como indica la definición de NEMA, un centro de control de motores es un conjunto montado en el piso compuesto por secciones verticales cerradas. Una sección vertical puede estar sola como un centro de control de motor completo, o varias secciones pueden atornillarse y colocarse juntas. Secciones verticales son en general de 20 «de ancho por 90» de alto, pero las estructuras de menos de 90 «están disponibles, y las estructuras de más de 20» se usan a veces.

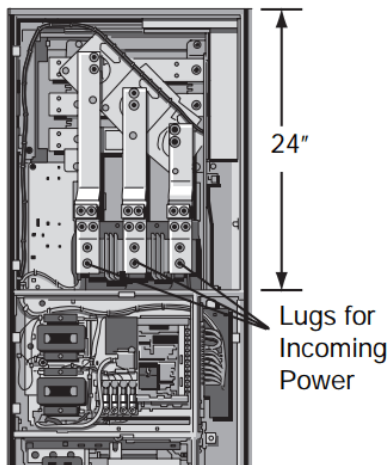


Tipos de cerramiento:

Un envoltorio rodea el equipo para proteger al personal del contacto con buses o conexiones energizadas y para proteger el equipo de condiciones externas. La cantidad de protección ambiental que proporciona un envoltorio depende del tipo de envoltorio.

La norma NEMA 250 y las publicaciones UL 50 y 508 proporcionan definiciones de tipo de encerramiento similares. Los siguientes tipos de caja están disponibles para los centros de control de motores:

- Tipo 1 – Estándar – Interior
- Tipo 1A – Junta delantera – Interior
- Tipo 2 – Prueba de goteo – Interior
- Tipo 12 – DustTight – Interior



- Tipo 3R – A prueba de lluvia – Al aire libre

Clasificación de voltaje de CCM:

Además de las diversas clasificaciones de componentes individuales utilizados en los centros de control de motores, los centros de control de motores también tienen una clasificación general de 600-1000 voltios. Esta es la tensión máxima que se puede aplicar a un centro de control de motores. Sin embargo, un centro de control de motores se puede conectar a una tensión más baja, y es común una tensión de alimentación trifásica de 480 VCA.

Hay varias formas de terminar la alimentación de entrada en un centro de control de motores. El cable se puede enrutar directamente a los terminales de alimentación de entrada, a los interruptores principales o a las desconexiones, a un Bloque de terminales en una sección vertical. Además, los cables de alimentación de entrada pueden entrar y salir del centro de control del motor desde la parte superior o inferior, según la aplicación. Finalmente, la potencia entrante se puede proporcionar mediante busway.

Barraje de entrada:

Cuando se usan barra de entrada principales, la cantidad de espacio vertical requerido varía según la clasificación de amperaje y el refuerzo del bus. Cuando las entradas de barra principales están ubicadas en la parte superior, como en la siguiente ilustración, se necesita espacio vertical adicional en la parte superior. En este ejemplo, la barra de entrada principales con capacidad para 600 amperios está ubicada en la parte superior del MCC, y se requieren 24" de espacio vertical. Un centro de control de motores también puede tener las entradas de barras ubicadas en la parte inferior.

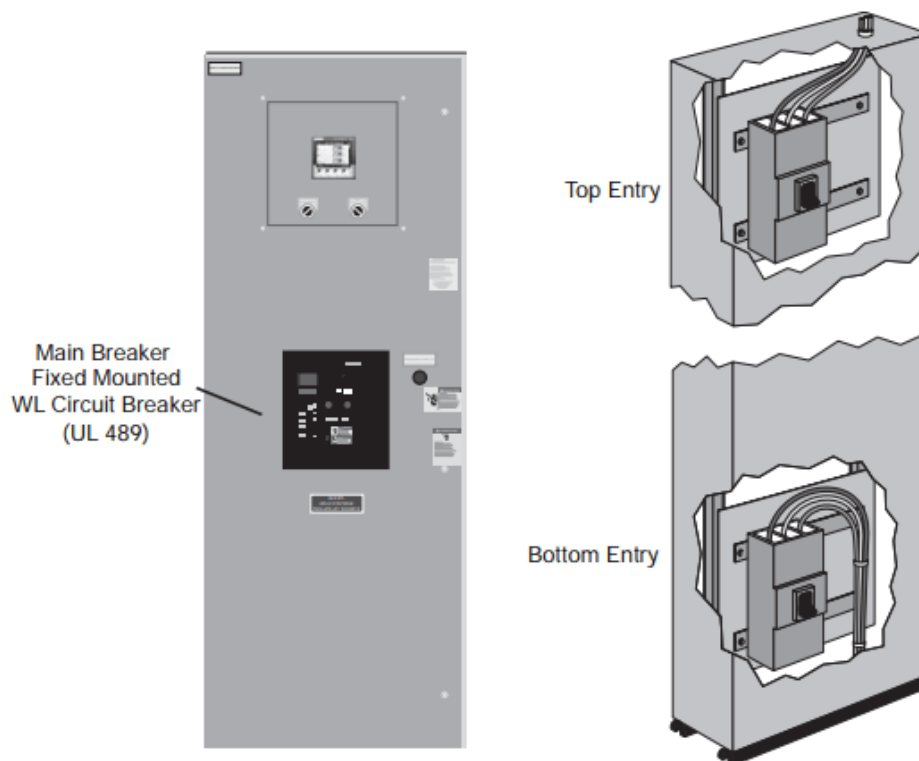
Dispositivo de desconexión principal:

Cuando se usa un dispositivo de desconexión principal, la desconexión se monta en la propia unidad. La cantidad de espacio requerido depende del breaker de desconexión utilizado. El espacio puede variar de 12 «a 72».

La entrada del cable puede ser desde la parte superior o inferior de la sección vertical. Los MCC tiastar pueden acomodar una variedad de dispositivos de desconexión principales, incluido un

interruptor de circuito principal (hasta 2000 amperios) o un interruptor fusible principal (hasta 1200 amperios).

Cuando se utiliza un disyuntor Siemens WL como dispositivo de desconexión principal, este dispositivo se puede configurar para utilizar su función Dynamic Cent Flash Sentry (DAS), que permite la configuración de interruptores alternativos con una energía potencial de destello de arco que se puede emplear cuando el personal está trabajando cerca de equipos energizados.



Aumento de la temperatura:

Las barras colectoras son los principales elementos de corriente del centro de control de motores. Antes de operar un centro de control de motores, las barras se encuentran a la temperatura del aire circundante. Esto se conoce como temperatura ambiente.

La temperatura aumenta en las barras del centro de control de motores durante la operación. La combinación de temperatura ambiente y aumento de temperatura permitido es igual a Temperatura máxima de las barras.

NEMA y UL tienen normas sobre el aumento de temperatura máximo de las barras colectoras utilizadas en los centros de control de motores.

La NEMA limita el aumento de temperatura a 65 ° C basándose en una temperatura ambiente de 40 ° C, para una temperatura de operación máxima de 105 ° C.

UL limita el aumento de temperatura a 50 ° C basado en una temperatura ambiente de 40 ° C, para una temperatura de operación máxima de 90 ° C. Los equipos eléctricos que lleven una marca UL deben cumplir o superar esta norma.

Assesment Lección 13:

Luego de haber finalizado la lección favor de contestar las siguientes preguntas
(15puntos)

1. ¿Cuál es diferencia entre Control, Contactor y Relay en motores AC?
(3 puntos)
2. ¿Menciona cinco tipos de cerramientos para los motores AC? (5 puntos).
3. ¿Qué significa el termino CCM aplicado a motores eléctricos?
(2puntos).
4. ¿Cuál es la temperatura ambiente a la cual NEMA limita los cerramientos AC?
(2 puntos).
5. ¿Cuál es el factor que produce mayor falla al aislamiento en los motores eléctricos?
. (6 puntos)

REFERENCIAS

Improving Motor and Drive System Performance: A Sourcebook for Industry. Industrial Technologies Program. U.S. Department of Energy. Energy Efficiency and Renewable Energy.

ELECTRICAL WIRING RESIDENTIAL- RAYC. MULLIN, 16TH EDITION. DELMAR CENGAGE LEARNING.

ELECTRICAL MOTOR CONTROLS- GLEN A. MAZUR, GARY ROCKYS. 1997.

MODERN COMERCIAL WIRING-HARVEY N. HOLZMAN, 8TH EDITION. THE GOODHEART-WILLCOX COMPANY, INC.

Daba technologies, Electricidad Moderna, Autor: Edwin Vázquez Chévere 9na edición.

GUÍA PARA ACOMODOS RAZONABLES PARA LOS ESTUDIANTES

Estimada familia:

El Departamento de Educación de Puerto Rico (DEPR) tiene como prioridad el garantizar que a sus hijos se les provea una educación pública, gratuita y apropiada. Para lograr este cometido, es imperativo tener presente que los seres humanos son diversos. Por eso, al educar es necesario reconocer las habilidades de cada individuo y buscar estrategias para minimizar todas aquellas barreras que pudieran limitar el acceso a su educación.

La otorgación de acomodados razonables es una de las estrategias que se utilizan para minimizar las necesidades que pudiera presentar un estudiante. Estos permiten adaptar la forma en que se presenta el material, la forma en que el estudiante responde, la adaptación del ambiente y lugar de estudio y el tiempo e itinerario que se utiliza. Su función principal es proveerle al estudiante acceso equitativo durante la enseñanza y la evaluación. Estos tienen la intención de reducir los efectos de la discapacidad, excepcionalidad o limitación del idioma y no, de reducir las expectativas para el aprendizaje. Durante el proceso de enseñanza y aprendizaje, se debe tener altas expectativas con nuestros niños y jóvenes.

Esta guía tiene el objetivo de apoyar a las familias en la selección y administración de los acomodados razonables durante el proceso de enseñanza y evaluación para los estudiantes que utilizarán este módulo didáctico. Los acomodados razonables le permiten a su hijo realizar la tarea y la evaluación, no de una forma más fácil, sino de una forma que sea posible de realizar, según las capacidades que muestre. El ofrecimiento de acomodados razonables está atado a la forma en que su hijo aprende. Los estudios en neurociencia establecen que los seres humanos aprenden de forma visual, de forma auditiva o de forma kinestésica o multisensorial, y aunque puede inclinarse por algún estilo, la mayoría utilizan los tres.

Por ello, a continuación, se presentan algunos ejemplos de acomodados razonables que podrían utilizar con su hijo mientras trabaja este módulo didáctico en el hogar. Es importante que como madre, padre o persona encargada en dirigir al estudiante en esta tarea los tenga presente y pueda documentar cuales se utilizaron. Si necesita más información, puede hacer referencia a la **Guía para la provisión de acomodados razonables** (2018) disponible por medio de la página www.de.pr.gov, en educación especial, bajo Manuales y Reglamentos.

GUÍA DE ACOMODOS RAZONABLES PARA LOS ESTUDIANTES QUE TRABAJARÁN BAJO MÓDULOS DIDÁCTICOS

Acomodos de presentación	Acomodos en la forma de responder	Acomodos de ambiente y lugar	Acomodos de tiempo e itinerario
Cambian la manera en que se presenta la información al estudiante. Esto le permite tener acceso a la información de diferentes maneras. El material puede ser presentado de forma auditiva, táctil, visual o multisensorial.	Cambian la manera en que el estudiante responde o demuestra su conocimiento. Permite a los estudiantes presentar las contestaciones de las tareas de diferentes maneras. Por ejemplo, de forma verbal, por medio de manipulativos, entre otros.	Cambia el lugar, el entorno o el ambiente donde el estudiante completará el módulo didáctico. Los acomodos de ambiente y lugar requieren de organizar el espacio donde el estudiante trabajará.	Cambian la cantidad de tiempo permitido para completar una evaluación o asignación; cambia la manera, orden u hora en que se organiza el tiempo, las materias o las tareas.
Aprendiz visual: <ul style="list-style-type: none"> Usar letra agrandada o equipos para agrandar como lupas, televisores y computadoras Uso de láminas, videos pictogramas. Utilizar claves visuales tales como uso de colores en las instrucciones, resaltadores (highlighters), subrayar palabras importantes. Demostrar lo que se espera que realice el estudiante y utilizar modelos o demostraciones. Hablar con claridad, pausado Identificar compañeros que puedan servir de apoyo para el estudiante Añadir al material información complementaria Aprendiz auditivo: <ul style="list-style-type: none"> Leerle el material o utilizar aplicaciones que convierten el 	Aprendiz visual: <ul style="list-style-type: none"> Utilizar la computadora para que pueda escribir. Utilizar organizadores gráficos. Hacer dibujos que expliquen su contestación. Permitir el uso de láminas o dibujos para explicar sus contestaciones Permitir que el estudiante escriba lo que aprendió por medio de tarjetas, franjas, láminas, la computadora o un comunicador visual. Contestar en el folleto. Aprendiz auditivo: <ul style="list-style-type: none"> Grabar sus contestaciones Ofrecer sus contestaciones a un adulto que documentará por escrito lo mencionado. 	Aprendiz visual: <ul style="list-style-type: none"> Ambiente silencioso, estructurado, sin muchos distractores. Lugar ventilado, con buena iluminación. Utilizar escritorio o mesa cerca del adulto para que lo dirija. Aprendiz auditivo: <ul style="list-style-type: none"> Ambiente donde pueda leer en voz alta o donde pueda escuchar el material sin interrumpir a otras personas. Lugar ventilado, con buena iluminación y donde se les permita el movimiento mientras repite en voz alta el material. Aprendiz multisensorial: <ul style="list-style-type: none"> Ambiente se le permita moverse, hablar, escuchar música mientras trabaja, cantar. Permitir que realice las actividades en 	Aprendiz visual y auditivo: <ul style="list-style-type: none"> Preparar una agenda detallada y con códigos de colores con lo que tienen que realizar. Reforzar el que termine las tareas asignadas en la agenda. Utilizar agendas de papel donde pueda marcar, escribir, colorear. Utilizar “post-it” para organizar su día. Comenzar con las clases más complejas y luego moverse a las sencillas. Brindar tiempo extendido para completar sus tareas. Aprendiz multisensorial: <ul style="list-style-type: none"> Asistir al estudiante a organizar su trabajo con agendas escritas o electrónicas. Establecer mecanismos para

Acomodos de presentación	Acomodos en la forma de responder	Acomodos de ambiente y lugar	Acomodos de tiempo e itinerario
<p>texto en formato audible.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Leer en voz alta las instrucciones. ▪ Permitir que el estudiante se grabe mientras lee el material. ▪ Audiolibros ▪ Repetición de instrucciones ▪ Pedirle al estudiante que explique en sus propias palabras lo que tiene que hacer ▪ Utilizar el material grabado ▪ Identificar compañeros que puedan servir de apoyo para el estudiante <p>Aprendiz multisensorial:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Presentar el material segmentado (en pedazos) ▪ Dividir la tarea en partes cortas ▪ Utilizar manipulativos ▪ Utilizar canciones ▪ Utilizar videos ▪ Presentar el material de forma activa, con materiales comunes. ▪ Permitirle al estudiante investigar sobre el tema que se trabajará ▪ Identificar compañeros que puedan servir de apoyo para el estudiante 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hacer presentaciones orales. ▪ Hacer videos explicativos. ▪ Hacer exposiciones <p>Aprendiz multisensorial:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Señalar la contestación a una computadora o a una persona. ▪ Utilizar manipulativos para representar su contestación. ▪ Hacer presentaciones orales y escritas. ▪ Hacer dramas donde represente lo aprendido. ▪ Crear videos, canciones, carteles, infografías para explicar el material. ▪ Utilizar un comunicador electrónico o manual. 	<p>diferentes escenarios controlados por el adulto. Ejemplo el piso, la mesa del comedor y luego, un escritorio.</p>	<p>recordatorios que le sean efectivos.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Utilizar las recompensas al terminar sus tareas asignadas en el tiempo establecido. ▪ Establecer horarios flexibles para completar las tareas. ▪ Proveer recesos entre tareas. ▪ Tener flexibilidad en cuando al mejor horario para completar las tareas. ▪ Comenzar con las tareas más fáciles y luego, pasar a las más complejas. ▪ Brindar tiempo extendido para completar sus tareas.

HOJA DE DOCUMENTAR LOS ACOMODOS RAZONABLES UTILIZADOS AL TRABAJAR EL MÓDULO DIDÁCTICO

Nombre del estudiante: _____

Número de SIE: _____

Materia del módulo: _____

Grado: _____

Estimada familia:

1.

Utiliza la siguiente hoja para documentar los acomodados razonables que utiliza con tu hijo en el proceso de apoyo y seguimiento al estudio de este módulo. Favor de colocar una marca de cotejo [✓] en aquellos acomodados razonables que utilizó con su hijo para completar el módulo didáctico. Puede marcar todos los que aplique y añadir adicionales en la parte asignada para ello.

Acomodos de presentación	Acomodos de tiempo e itinerario
<p>Aprendiz visual:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Usar letra agrandada o equipos para agrandar como lupas, televisores y computadoras <input type="checkbox"/> Uso de láminas, videos pictogramas. <input type="checkbox"/> Utilizar claves visuales tales como uso de colores en las instrucciones, resaltadores (<i>highlighters</i>), subrayar palabras importantes. <input type="checkbox"/> Demostrar lo que se espera que realice el estudiante y utilizar modelos o demostraciones. <input type="checkbox"/> Hablar con claridad, pausado <input type="checkbox"/> Identificar compañeros que puedan servir de apoyo para el estudiante <input type="checkbox"/> Añadir al material información complementaria <p>Aprendiz auditivo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Leerle el material o utilizar aplicaciones que convierten el texto en formato audible. <input type="checkbox"/> Leer en voz alta las instrucciones. <input type="checkbox"/> Permitir que el estudiante se grabe mientras lee el material. <input type="checkbox"/> Audiolibros <input type="checkbox"/> Repetición de instrucciones <input type="checkbox"/> Pedirle al estudiante que explique en sus propias palabras lo que tiene que hacer <input type="checkbox"/> Utilizar el material grabado <input type="checkbox"/> Identificar compañeros que puedan servir de apoyo para el estudiante <p>Aprendiz multisensorial:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Presentar el material segmentado (en pedazos) <input type="checkbox"/> Dividir la tarea en partes cortas <input type="checkbox"/> Utilizar manipulativos <input type="checkbox"/> Utilizar canciones 	<p>Aprendiz visual:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Utilizar la computadora para que pueda escribir. <input type="checkbox"/> Utilizar organizadores gráficos. <input type="checkbox"/> Hacer dibujos que expliquen su contestación. <input type="checkbox"/> Permitir el uso de láminas o dibujos para explicar sus contestaciones <input type="checkbox"/> Permitir que el estudiante escriba lo que aprendió por medio de tarjetas, franjas, láminas, la computadora o un comunicador visual. <input type="checkbox"/> Contestar en el folleto. <p>Aprendiz auditivo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Grabar sus contestaciones <input type="checkbox"/> Ofrecer sus contestaciones a un adulto que documentará por escrito lo mencionado. <input type="checkbox"/> Hacer presentaciones orales. <input type="checkbox"/> Hacer videos explicativos. <input type="checkbox"/> Hacer exposiciones <p>Aprendiz multisensorial:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Señalar la contestación a una computadora o a una persona. <input type="checkbox"/> Utilizar manipulativos para representar su contestación. <input type="checkbox"/> Hacer presentaciones orales y escritas. <input type="checkbox"/> Hacer dramas donde represente lo aprendido. <input type="checkbox"/> Crear videos, canciones, carteles, infografías para explicar el material. <input type="checkbox"/> Utilizar un comunicador electrónico o manual.

<p>Acomodos de presentación</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Utilizar videos <input type="checkbox"/> Presentar el material de forma activa, con materiales comunes. <input type="checkbox"/> Permitirle al estudiante investigar sobre el tema que se trabajará <input type="checkbox"/> Identificar compañeros que puedan servir de apoyo para el estudiante 	<p>Acomodos de tiempo e itinerario</p>
<p>Acomodos de respuesta</p> <p>Aprendiz visual:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Ambiente silencioso, estructurado, sin muchos distractores. <input type="checkbox"/> Lugar ventilado, con buena iluminación. <input type="checkbox"/> Utilizar escritorio o mesa cerca del adulto para que lo dirija. <p>Aprendiz auditivo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Ambiente donde pueda leer en voz alta o donde pueda escuchar el material sin interrumpir a otras personas. <input type="checkbox"/> Lugar ventilado, con buena iluminación y donde se les permita el movimiento mientras repite en voz alta el material. <p>Aprendiz multisensorial:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Ambiente se le permita moverse, hablar, escuchar música mientras trabaja, cantar. <input type="checkbox"/> Permitir que realice las actividades en diferentes escenarios controlados por el adulto. Ejemplo el piso, la mesa del comedor y luego, un escritorio. 	<p>Acomodos de ambiente y lugar</p> <p>Aprendiz visual y auditivo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Preparar una agenda detalladas y con códigos de colores con lo que tienen que realizar. <input type="checkbox"/> Reforzar el que termine las tareas asignadas en la agenda. <input type="checkbox"/> Utilizar agendas de papel donde pueda marcar, escribir, colorear. <input type="checkbox"/> Utilizar “post-it” para organizar su día. <input type="checkbox"/> Comenzar con las clases más complejas y luego moverse a las sencillas. <input type="checkbox"/> Brindar tiempo extendido para completar sus tareas. <p>Aprendiz multisensorial:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Asistir al estudiante a organizar su trabajo con agendas escritas o electrónicas. <input type="checkbox"/> Establecer mecanismos para recordatorios que le sean efectivos. <input type="checkbox"/> Utilizar las recompensas al terminar sus tareas asignadas en el tiempo establecido. <input type="checkbox"/> Establecer horarios flexibles para completar las tareas. <input type="checkbox"/> Proveer recesos entre tareas. <input type="checkbox"/> Tener flexibilidad en cuando al mejor horario para completar las tareas. <input type="checkbox"/> Comenzar con las tareas más fáciles y luego, pasar a las más complejas. <input type="checkbox"/> Brindar tiempo extendido para completar sus tareas.
<p>Otros:</p> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>	

2.

Si tu hijo es un candidato o un participante de los servicios para estudiantes aprendices del español como segundo idioma e inmigrantes considera las siguientes sugerencias de enseñanza:

- Proporcionar un modelo o demostraciones de respuestas escritas u orales requeridas o esperadas.
- Comprobar si hay comprensión: use preguntas que requieran respuestas de una sola palabra, apoyos y gestos.
- Hablar con claridad, de manera pausada.
- Evitar el uso de las expresiones coloquiales, complejas.
- Asegurar que los estudiantes tengan todos los materiales necesarios.
- Leer las instrucciones oralmente.
- Corroborar que los estudiantes entiendan las instrucciones.
- Incorporar visuales: gestos, accesorios, gráficos organizadores y tablas.
- Sentarse cerca o junto al estudiante durante el tiempo de estudio.
- Seguir rutinas predecibles para crear un ambiente de seguridad y estabilidad para el aprendizaje.
- Permitir el aprendizaje por descubrimiento, pero estar disponible para ofrecer instrucciones directas sobre cómo completar una tarea.
- Utilizar los organizadores gráficos para la relación de ideas, conceptos y textos.
- Permitir el uso del diccionario regular o ilustrado.
- Crear un glosario pictórico.
- Simplificar las instrucciones.
- Ofrecer apoyo en la realización de trabajos de investigación.
- Ofrecer los pasos a seguir en el desarrollo de párrafos y ensayos.
- Proveer libros o lecturas con conceptos similares, pero en un nivel más sencillo.
- Proveer un lector.
- Proveer ejemplos.
- Agrupar problemas similares (todas las sumas juntas), utilizar dibujos, láminas, o gráficas para apoyar la explicación de los conceptos, reducir la complejidad lingüística del problema, leer y explicar el problema o teoría verbalmente o descomponerlo en pasos cortos.
- Proveer objetos para el aprendizaje (concretizar el vocabulario o conceptos).
- Reducir la longitud y permitir más tiempo para las tareas escritas.
- Leer al estudiante los textos que tiene dificultad para entender.
- Aceptar todos los intentos de producción de voz sin corrección de errores.
- Permitir que los estudiantes sustituyan dibujos, imágenes o diagramas, gráficos, gráficos para una asignación escrita.
- Esbozar el material de lectura para el estudiante en su nivel de lectura, enfatizando las ideas principales.
- Reducir el número de problemas en una página.
- Proporcionar objetos manipulativos para que el estudiante utilice cuando resuelva problemas de matemáticas.

3.

Si tu hijo es un estudiante dotado, es decir, que obtuvo 130 o más de cociente intelectual (CI) en una prueba psicométrica, su educación debe ser dirigida y desafiante. Deberán considerar las siguientes recomendaciones:

- Conocer las capacidades especiales del estudiante, sus intereses y estilos de aprendizaje.
- Realizar actividades motivadoras que les exijan pensar a niveles más sofisticados y explorar nuevos temas.
- Adaptar el currículo y profundizar.
- Evitar las repeticiones y las rutinas.
- Realizar tareas de escritura para desarrollar empatía y sensibilidad.
- Utilizar la investigación como estrategia de enseñanza.
- Promover la producción de ideas creativas.
- Permitirle que aprenda a su ritmo.
- Proveer mayor tiempo para completar las tareas, cuando lo requiera.
- Cuidar la alineación entre su educación y sus necesidades académicas y socioemocionales.