



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

***FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ARAGON***

SISTEMAS ELECTRICOS DE CONTROL

T E S I S

PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO MECANICO ELECTRISISTA

PRESENTA:
NORMA ANGELICA GARCIA HERNANDEZ

ASESOR:
ING. ALEJANDRO RODRIGUEZ LORENZANA

MEXICO

2009.





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS:

A MIS PADRES:

**Guadalupe Hernández Mendoza
Esteban García Ortega**

Por todo su apoyo incondicional y por que todos sus esfuerzos y dedicación han dado como resultado este momento que hoy les ofrezco con todo mi amor

A MIS HERMANOS:

**Lucia, Mario, Sergio, Luis, Carmen,
Guadalupe, Patricia**

Porque todos y cada uno de ustedes han sido el ejemplo a seguir, porque cada uno de sus logros son el camino que guía mis pasos, y porque son aquellas personas que siempre admirare.

A MI AMIGA:

Claudia Yamel Vázquez Parada

Porque caminamos juntas esta aventura, porque no desistimos jamás y a pesar de todo, logramos conseguir lo que siempre deseamos, y porque eres la hermana que yo elegí.

A MI ASESOR:

Ing. Alejandro Rodríguez Lorenzana

Porque además de un maestro, siempre serás un amigo, y porque jamás encontrare a alguien tan incondicional, que me apoyo y me guió para alcanzar esta meta.

A MIS SOBRINOS:

Carlos, Ulises, Daniel, Alberto, Indira

Porque son la alegría de un mejor futuro, y la esperanza de un mejor mañana porque han sido siempre el mejor motivo para luchar por todos mis objetivos.

A MI ABUELITA:

Eladia Mendoza Rodríguez

Porque el primer sueño, la primera esperanza,
el primer amor incondicional fuiste tú, porque
siempre estarás en mi mente y mi corazón, y
hoy en este momento y en todos los momentos
de mi vida estarás presente

A MI HIJA:

Andrea Estefania García Hernández

Porque eres el reflejo de los mejores momentos de
de mi vida, y todas las tristeza, los desvelos, los
esfuerzo, los trabajos, se recompensan, con la
alegría que le das a mi vida, porque eres mi motor
para buscar un mejor futuro. **“TE AMO”**

A TI AMOR:

Gracias por regalarme todos tus
conocimientos, por compartir con migo
tu experiencia, y hoy, este, libro es la
recopilación de todas esas horas de
trabajo, por todo tu tiempo compartido,
gracias, y aunque no estemos juntos
jamás estaremos separados.

INDICE

OBJETIVO	3
INTRODUCCIÓN	4
CAPITULO I INTRODUCCION AL CONTROL DE MOTORES	6
1.1 GENERALIDADES	7
1.2 SIMBOLOGIA	11
1.3 ELEMENTOS DE MANDO	14
1.4 ELEMENTOS BASICOS	14
1.5 ELEMENTOS DE SALIDA	14
1.6 ELEMENTOS AUXILIARES	14
1.9 SISTEMA DE CONTROL SEMIAUTOMATICO	16
1.10 SISTEMA DE CONTROL AUTOMATICO	16
CAPITULO II ARRANQUE A TENSION PLENA PARA MOTORES MONOFASICOS	18
2.1 ARRANQUE DE UN MOTOR DE FASE PARTIDA, CON CAPACITOR DE ARRANQUE, CON ARRANCADOR MANUAL	19
2.2 ARRANQUE DE UN MOTOR DE FASE PARTIDA, CON CAPACITOR PERMANENTE, CON ARRANCADOR MANUAL	21
2.3 ARRANQUE DE UN MOTOR UNIVERSAL, CON ARRANCADOR MANUAL	23
2.4 ARRANQUE DE UN MOTOR DE REPULSION POR INDUCCION, CON ARRANCADOR MANUAL	26
2.5 ARRANQUE DE UN MOTOR DE CORRIENTE DIRECTA, CON ARRANCADOR MANUAL	27
2.6 CONTROL DE UN MOTOR DE FASE PARTIDA CON CAPACITOR DE ARRANQUE, CON ARRANCADOR ELECTROMAGNETICO	30
2.7 CONTROL DE UN MOTOR DE FASE PARTIDA CON CAPACITOR PERMANENTE, CON ARRANCADOR ELECTROMAGNETICO	31
2.8 CONTROL DE UN MOTOR UNIVERSAL CON ARRANCADOR ELECTROMAGNETICO	32
2.9 CONTROL DE UN MOTOR DE REPULSION POR INDUCCION, CON ARRANCADOR ELECTROMAGNETICO	33
2.10 CONTROL DE UN MOTOR DE CORRIENTE CONTINUA CON ARRANCADOR ELECTROMAGNETICO	34
CAPITULO III ARRANQUE A TENSION PLENA PARA MOTORES TRIFASICOS	35
3.1 CONTROL DE UN MOTOR JAULA DE ARDILLA, CON ARRANCADOR ELECTROMAGNETICO	36
3.2 CONTROL DE UN MOTOR DEVANADO, CON ARRANCADOR ELECTROMAGNETICO	40
3.3 CONTROL DE UN MOTOR SINCRONO, CON ARRANCADOR ELECTROMAGNETICO	41
3.4 CONTROL DE UN MOTOR DE DOS VELOCIDADES DE PAR CONSTANTE CON ARRANCADOR ELECTROMAGNETICO	42

CAPITULO IV INVERSION DE MARCHA DE LOS MOTORES ELECTRICOS	43
4.1 INVERSION DE MARCHA DE UN MOTOR DE FASE PARTIDA, CON CAPACITOR DE ARRANQUE, CON INTERRUPTOR DE TAMBOR	45
4.2 INVERSION DE MARCHA DE UN MOTOR DE FASE PARTIDA CON CAPACITOR PERMANENTE, CON INTERRUPTOR DE TAMBOR	46
4.3 INVERSION DE MARCHA DE UN MOTOR UNIVERSAL, CON INTERRUPTOR DE TAMBOR	47
4.4 INVERSION DE MARCHA DE UN MOTOR DE CORRIENTE DIRECTA CON INTERRUPTOR DE TAMBOR	48
4.5 INVERSION DE MARCHA DE UN MOTOR TRIFASICO JAULA DE ARDILLA, CON INTERRUPTOR DE TAMBOR	51
4.6 INVERSION DE MARCHA DE UN MOTOR DE ROTOR DEVANADO, CON INTERRUPTOR DE TAMBOR	52
4.7 INVERSION DE MARCHA DE UN MOTOR SINCRONO, CON INTERRUPTOR DE TAMBOR	53
4.8 INVERSION DE MARCHA DE UN MOTOR DE DOS VELOCIDADES DE PAR CONSTANTE, CON INTERRUPTOR DE TAMBOR	54
4.9 INVERSION DE MARCHA DE UN MOTOR DE FASE PARTIDA, DE ARRANQUE CON CAPACITOR, CON DOS CONTACTORES	55
4.10 INVERSION DE MARCHA DE UN MOTOR, CON CAPACITOR PERMANENTE, CON DOS CONTACTORES	58
4.11 INVERSION DE MARCHA DE UN MOTOR UNIVERSAL, CON DOS CONTACTORES	60
4.12 INVERSIN DE MARCHA DE UN MOTOR DE CORRIENTE DIRECTA CON DOS CONTACTORES	62
4.13 INVERSION DE MARCHA DE UN MOTOR JAULA DE ARDILLA CON DOS CONTACTORES	66
4.14 INVERSION DE MARCHA DE UN MOTOR SINCRONO CON DOS CONTACTORES	68
4.15 INVERSIN DE MARCHA DE UN MOTOR DE ROTOR DEVANADO CON DOS CONTACTORES	70
4.16 INVERSION DE MARCHA DE UN MOTOR DE DOS VELOCIDADES DE PAR CONSTANDE, CON DOS CONTACTORES	72
CAPITULO V ARRANQUE A TENSION REDUCIDA	76
5.1 OPERACION DE RELEVADORES DE TIEMPO	77
5.2 ARRANQUE DE UN MOTOR DEVANADO, POR RESISTENCIAS SECUNDARIAS	80
5.3 ARRANQUE A TENSION REDUCIDA DE UN MOTOR TRIFASICO JAULA DE ARDILLA, POR RESISTENCIAS PRIMARIAS	83
5.4 ARRANQUE A TENSION REDUCIDA POR AUTOTRANSFORMADOR	86
5.5 ARRANQUE A TENSION REDUCIDA ESTRELLA-DELTA	88
5.6 ARRANQUE A TENSION REDUCIDA ESTRELLA-DELTA REVERSIBLE	90
CONCLUSION	93
BIBLIOGRAFIA	94

OBJETIVO

MOSTRAR CONCEPTOS DE CONTROL ELECTRICO DE UNA FORMA SENSILLA, PARA QUE CUALQUIER EGRESADO O ALUMNO DE LA CARRERA DE INGENIERIA ELÉCTRICA, SE LE FACILITE EL DISEÑO DE TODO TIPO DE DIAGRAMAS DE CONTROL PARA LOS DIFERENTES TIPO DE MOTORES ELECTRICOS.

INTRODUCCIÓN

En la elaboración de sistemas de control eléctrico, se presentan una serie de dificultades para los la mayoría de los alumnos, de la carrera de Ingeniería Mecánica Eléctrica, existen innumerable bibliografía del tema pero muchos de ellos muestran un lenguaje demasiado rebuscado y muy poca explicación del funcionamiento real de los diferentes tipos de motores. Es por eso que pretendemos que este trabajo sirva de guía para lograr un mejor entendimiento de este tema.

En el capítulo uno se menciona los conceptos básicos cuando hablamos de control eléctrico, haciendo una descripción de los elementos principales y de sus partes fundamentales, para poder determinar su funcionamiento y saber detectar las posibles fallas que se presenten en los elementos de control. Mencionamos también la simbología más utilizada sin mostrar un exceso de ella para no crear confusión en el lector.

Al entrar al capítulo dos se muestran las características principales de los diferentes motores monofásico así como sus conexiones elementales y para que funcionen a tensión plena. Y lograr con esto diseñar los primeros circuitos de control de arranque y paro en este tipo de motores.

Terminando con los motores monofásicos, vamos al capítulo tres para conocer las características y conexiones de los motores trifásicos. Mostrando su sistema de control y de fuerza para lograr un arranque y para semiautomático.

En el capítulo cuatro se mencionan los diferentes métodos para lograr la inversión de giro de los motores eléctricos tanto de los monofásicos como de los trifásicos, empezando por la forma más sencilla, utilizando el interruptor de tambor, especificando el funcionamiento de dicho interruptor, mostrando la colocación de sus contactos y mostrar sus tres posiciones elementales, reversa, fuera, y adelante, para lograr integrarlo a los motores y obtener la inversión de giro. Pasando de este interruptor al diseño de inversión de giro utilizando arrancadores electromagnéticos y lograr esta misma inversión de giro.

En el capítulo cinco se muestra los relevadores de tiempo “ON-DELAY” Y “OF-DELAY” Explicando su funcionamiento, mostrando su simbología y dándole utilidad a sistemas automáticos de control, en este capítulo mostramos algunos ejemplos de diseño.

Lograr entender y aprender el control electromagnético nos permitirá aprender a manejar otros tipos de elementos de control como los PLC'S, para lograr ser más competentes dentro de la ingeniería eléctrica.

CAPITULO I

INTRODUCCION AL CONTROL DE MOTORES.

1.1 GENERALIDADES:

CONTROL: (def.).

Es la forma de gobernar cierta maquinaria o equipo además de brindar protección tanto a la maquina como al usuario.

En este capítulo se darán a conocer diferentes puntos que hay que aprender para poder comprender el funcionamiento de los sistemas controladores. Estos sistemas se dividen en dos. Primero se le llama sistema de control, y el segundo sistema de fuerza.

SISTEMA DE CONTROL

Es donde se procesa la secuencia de operación y se controla al sistema de fuerza. Como se muestra en la figura 1.1.1.

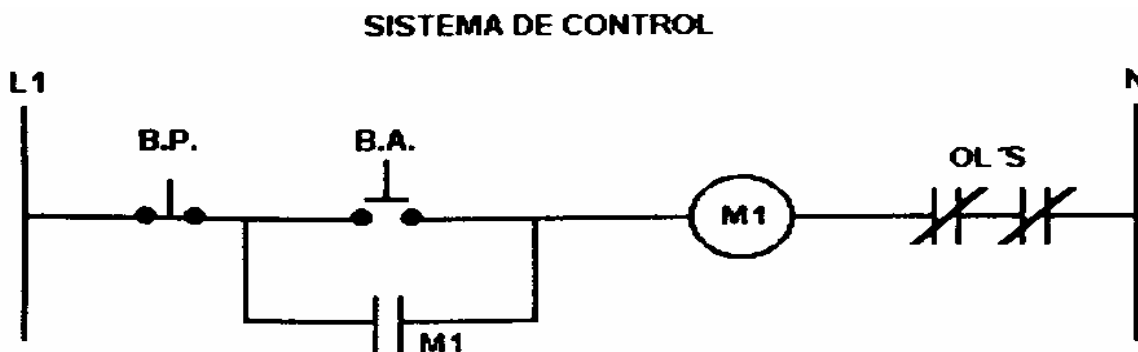


Figura 1.1.1

SISTEMA DE FUERZA.

En este sistema se reciben las señales procesadas del sistema de control, aquí es donde se controlan las cargas y se manejan las altas corrientes y voltajes que consumen estas (figuras 1.1.2).

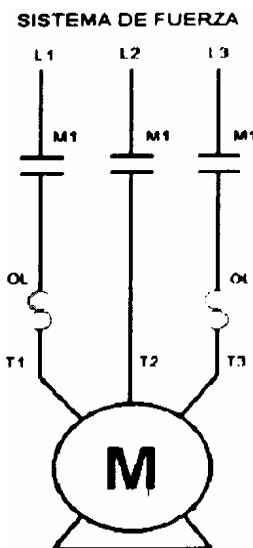


Figura 1.1.2

A continuación se mencionan varios de los puntos más importantes, que debemos considerar para comprender el funcionamiento de los sistemas de control y fuerza.

El botón de paro es de color rojo y para un arranque se suele elegir un color negro, verde o amarillo.

Se le da el nombre de estación de botones, porque es un pequeño gabinete que envuelve un conjunto de botones pulsadores.

Un arrancador es la unión de un contactor con un relevador de sobrecarga.

El elemento térmico pertenece al relevador de sobrecarga.

En un arrancador las entradas están marcadas con las letras L_1 , L_2 , L_3 y las salidas están marcadas con las letras T_1 , T_2 , T_3 .

NUCLEO DEL ARRANCADOR.

EL núcleo de un arrancador se divide en:

- a) Núcleo fijo
- b) Núcleo móvil

También cuenta con:

- a) Platinos fijos
- b) Platinos móviles

Los núcleos de los arrancadores se construyen de laminaciones de acero al Silicio. Se forman de laminaciones para evitar excesivos calentamientos.

BOBINA DE SOMBRA.

La bobina de sombra es una espira de cobre grueso que va colocada en el núcleo fijo, su función es la de cortocircuitar las laminaciones para eliminar las corrientes parásitas, y así crear un campo magnético uniforme, evitando vibraciones y calentamientos.

RELEVADORES DE SOBRECARGA.

Existen dos tipos de sobrecarga.

- a) la eléctrica
- b) la mecánica.

Un ejemplo de sobrecarga eléctrica. Es cuando a un motor trifásico solo le llegan dos de sus tres líneas.

Un ejemplo de una sobrecarga mecánica, es cuando existen problemas en sus valeros, flechas, etc.

Existen también dos tipos de relevadores de sobrecarga. Los cuales son:

1.- RELEVADORE DE SOBRECARGA DEL TIPO ALEACIÓN FUSIBLE.

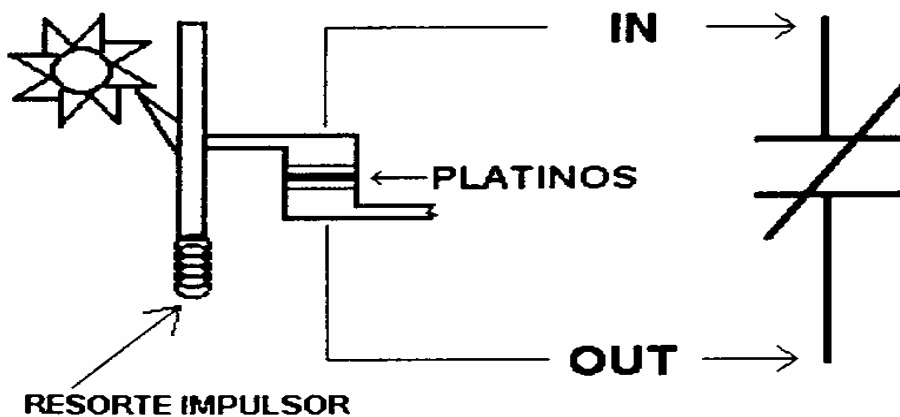


Figura 1.1.3

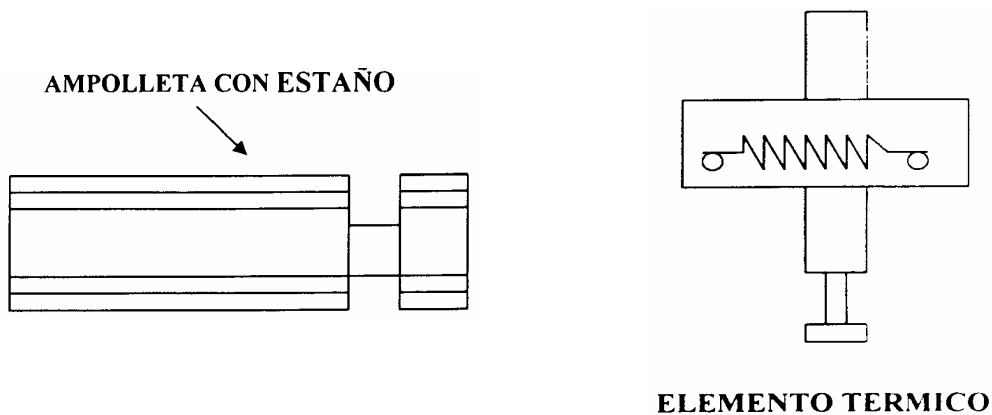


Figura 1.1.4

2.- RELEVADOR DE SOBRECARGA BIMETALICO.

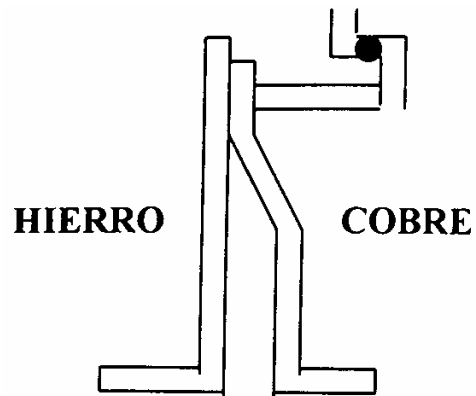


Figura 1.1.5

Si observamos la figura 1.1.5 consta de 2 tipos de metales Hierro y Cobre. La diferencia entre estos dos relevadores de sobrecarga, es que el bimetalico tiene regulador para diferentes capacidades de corriente y el de aleación fusible no , solo es de una capacidad.

El regulador del relevador bimetalico, tiene ciertos rangos. Según sea la necesidad del usuario.

La diferencia entre un arrancador, un contactor y un relevador de control son las siguientes:

El arrancador alimenta y protege al motor contra sobrecarga.

El relevador de control soporta corrientes muy pequeñas y es exclusivamente para el sistema de control.

El contactor es Exclusivamente para el sistema de fuerza y no contiene protección contra sobrecarga.

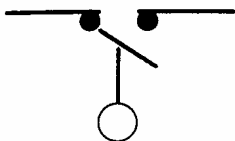
1.2 SIMBOLOGIA



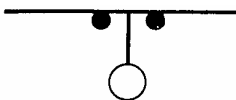
BOTON PULSADOR N. A.



BOTON PULSADOR N. C.



INTERRUPTOR DE FLOTADOR N. A.



INTERRUPTOR DE FLOTADOR N. C.



INTERRUPTOR DE LIMITE N. A.



INTERRUPTOR DE LIMITE N. C.



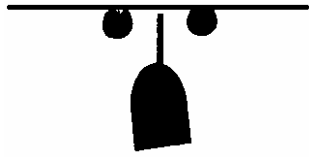
INTERRUPTOR DE TEMPERATURA N. A.



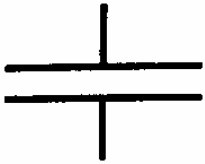
INTERRUPTOR DE TEMPERATURA N. C.



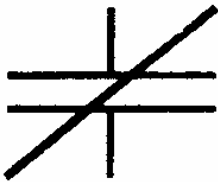
INTERRUPTOR DE PRECION N. A.



INTERRUPTOR DE PRECISION N. C.



CONTACTOR AUXILIAR N. A.



CONTACTOR AUXILIAR N. C.



**INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO O
INTERRUPTOR DEL TIPO AUTOMATICO**



CONTACTO DE FUERZA N. A.



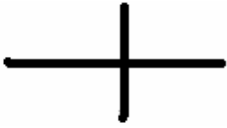
CONTACTO DE FUERZA N. C.



LINEA DE FUERZA



**PUNTO DE INTERSECCION O DE
CONEXION**



NO HAY CONEXION



SIMBOLO DE BOBINA



SIMBOLO DE UNA BOBINA



BOBINA DE UN CONTACTOR



BOBINA DE UN RELEVADOR DE UN CONTACTOR



BOBINA DE UN TIMER



SIMBOLO DE UN MOTOR

1.3 ELEMENTOS DE MANDO.

Los elementos de mando son los que envían la primer señal para que de inicio o fin, una secuencia de control. Como por ejemplo.

BOTONERAS E INTERRUPTORES

1.4 ELEMENTOS BASICOS.

Los elementos básicos son aquellos que reciben la señal de los elementos de mando y estos la procesan, realizando una secuencia de control.

Ejemplo:

TODO TIPO DE RELEVADORES.

1.5 ELEMENTOS DE SALIDA.

Elementos de salida: son aquellos que reciben la señal de control ya procesada, a su vez mandan la alimentación a la carga.

Ejemplo:

CONTACTORES, ARRANCADORES

1.6 ELEMENTOS AUXILIARES.

Los elementos auxiliares realizan ciertas funciones específicas, como es la de señalización, regulación de velocidades, tensión reducida, etc.

Ejemplo:

REOSTATOS, AUTOTRANSFORMADORES, LAMPARAS.

1.7 CONTROL A DOS HILOS.

Se le llama sistema de control a dos hilos por que llegan dos hilos o conductores a los elementos de mando(figura 1.1.6).

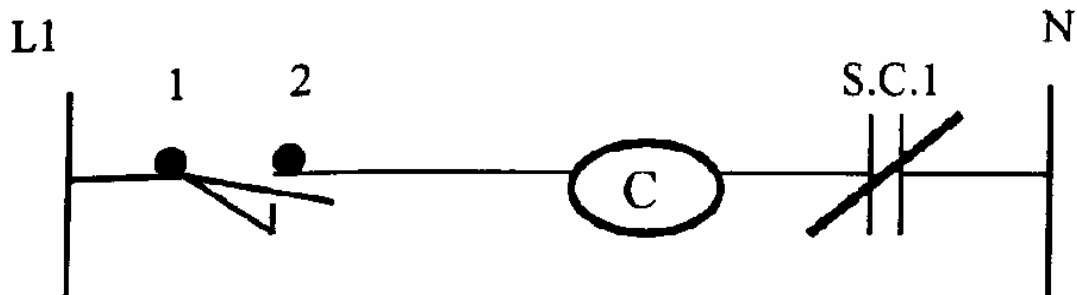


Figura 1.1.6

Para alambrear correctamente cualquier circuito siempre se sigue el diagrama en línea.

Las entradas son del lado izquierdo mientras que las salidas son del lado derecho.

1.8 SISTEMA DE CONTROL A TRES HILOS.

Se le llama sistema de control a tres hilos, porque llegan tres hilos o conductores a los elementos de mando.(figura 1.1.7)

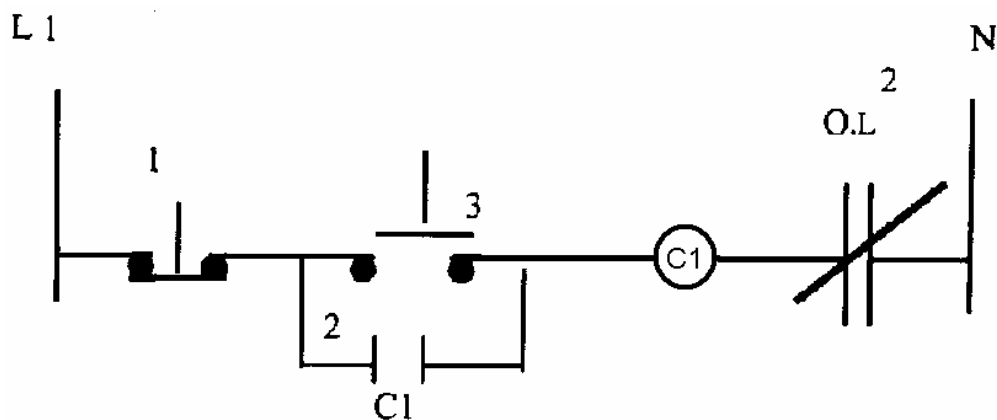


Figura 1.1.7

1.9 SISTEMA DE CONTROL SEMI-AUTOMATICO.

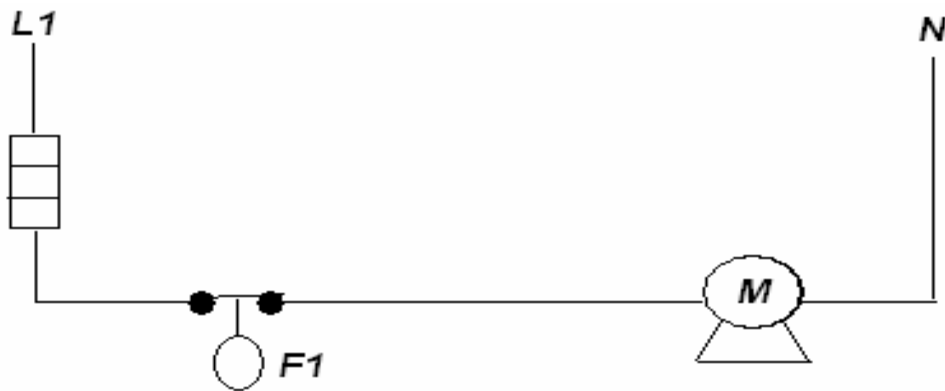
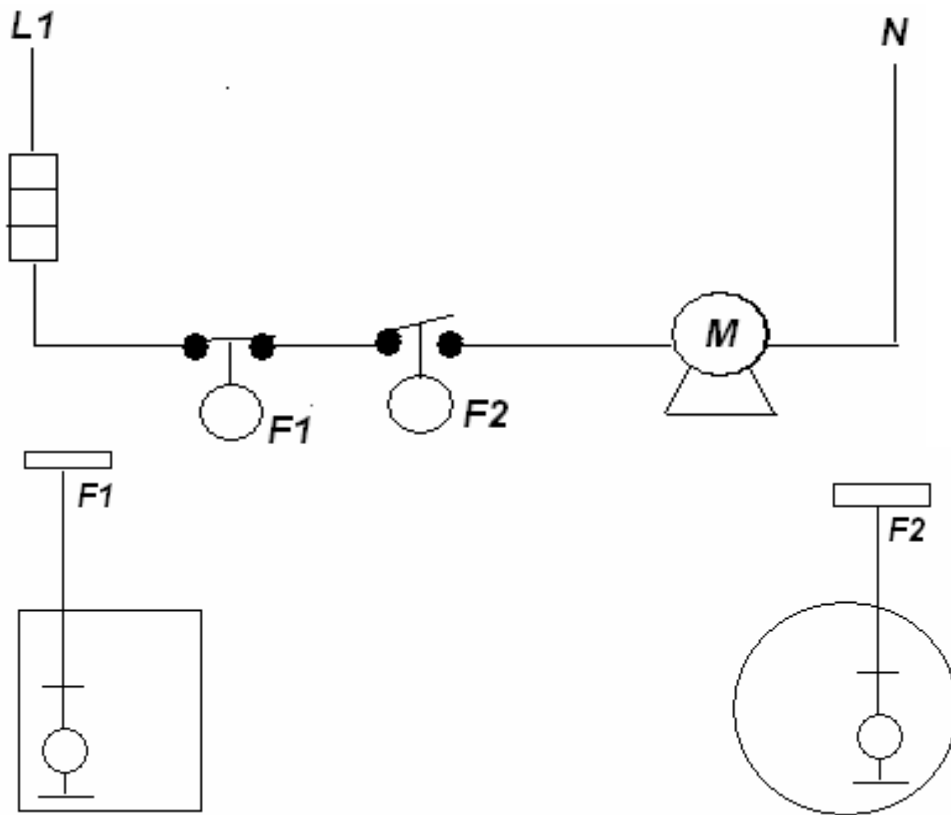


Figura 1.1.8

1.10 SISTEMA DE CONTROL AUTOMATICO PARA CISTERNA Y TANQUE ELEVADO.



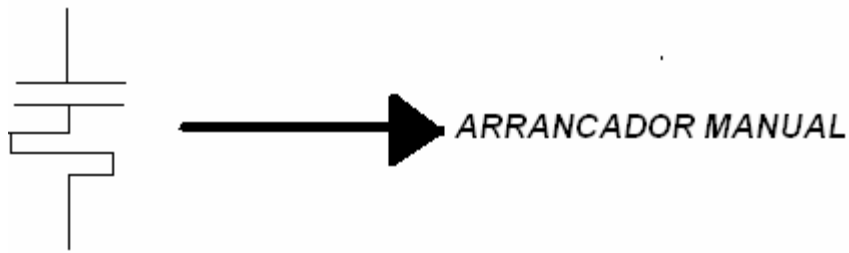
CISTERNA

TANQUE ELEVADO

Figura 1.1.9

Capacidad de la cisterna y la capacidad del tinaco, esto es con el objeto de determinar si el sistema a utilizar será automático o semiautomático.

Figura 1.1.10



Se llama arrancador manual porque proporciona protección contra sobrecarga. (Figura 1.1.10)

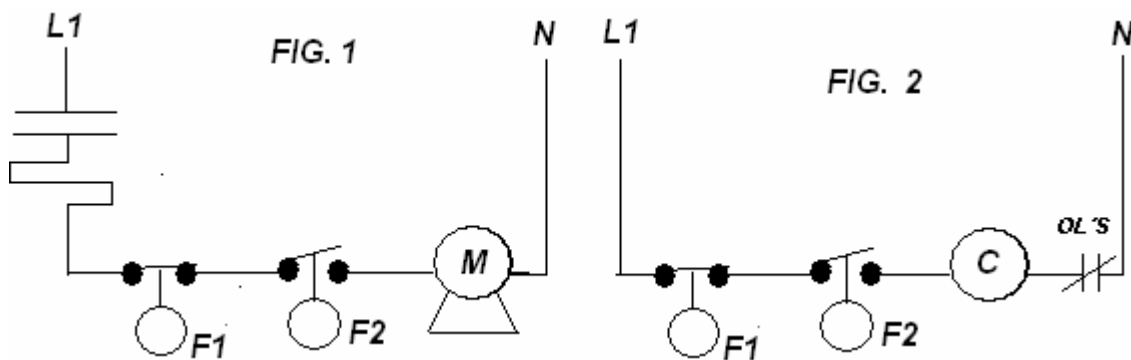


Figura 1.1.11

En la figura 1.1.11, las dividimos en figura 1 y figura dos es decir tenemos dos formas diferentes de controlar una motobomba, en la figura 1 conectamos directamente el motor a los interruptores de flotador y en la figura 2, controlamos al motor a través de un contactor, un motor debe llevar contactor cuando excede de 1 H. P. (caballos de fuerza)

CAPITULO II

ARRANQUE A TENSIÓN PLENA PARA MOTORES MONOFASICOS.

ARRANQUE A TENSIÓN PLENA PARA MOTORES MONOFASICOS.

2.1 ARRANQUE DE UN MOTOR DE FASE PARTIDA, CON CAPACITOR DE ARRANQUE, CON ARRANCADOR MANUAL.

A este motor se le da el nombre de motor de fase partida porque sus devanados se dividen en dos:

- a) Devanado de trabajo.
- b) Devanado auxiliar

La característica principal del devanado de trabajo es que tiene muchas espiras y es de calibre grueso, mientras que el devanado auxiliar es de calibre delgado y con pocas espiras.

Existen dos tipos de capacitares:

- a) Electrolítico
- b) Papel impregnado en aceite.

El motor con capacitor de arranque, utiliza un condensador del tipo electrolítico.

El capacitor tiene la función de ayudar a elevar el par de arranque del motor.

PAR DE ARRANQUE.

El par de arranque es la rapidez con que el motor sale de su punto muerto, rompiendo la inercia y alcanzando su máxima velocidad.

El motor con capacitor de arranque, cuenta con un interruptor centrífugo, cuya finalidad es la de desconectar el devanado auxiliar y al capacitor, este interruptor se abre aproximadamente cuando el motor alcanza el 75% de su velocidad nominal.

MOTOR MONOFASICO CON CAPACITOR DE ARRANQUE.

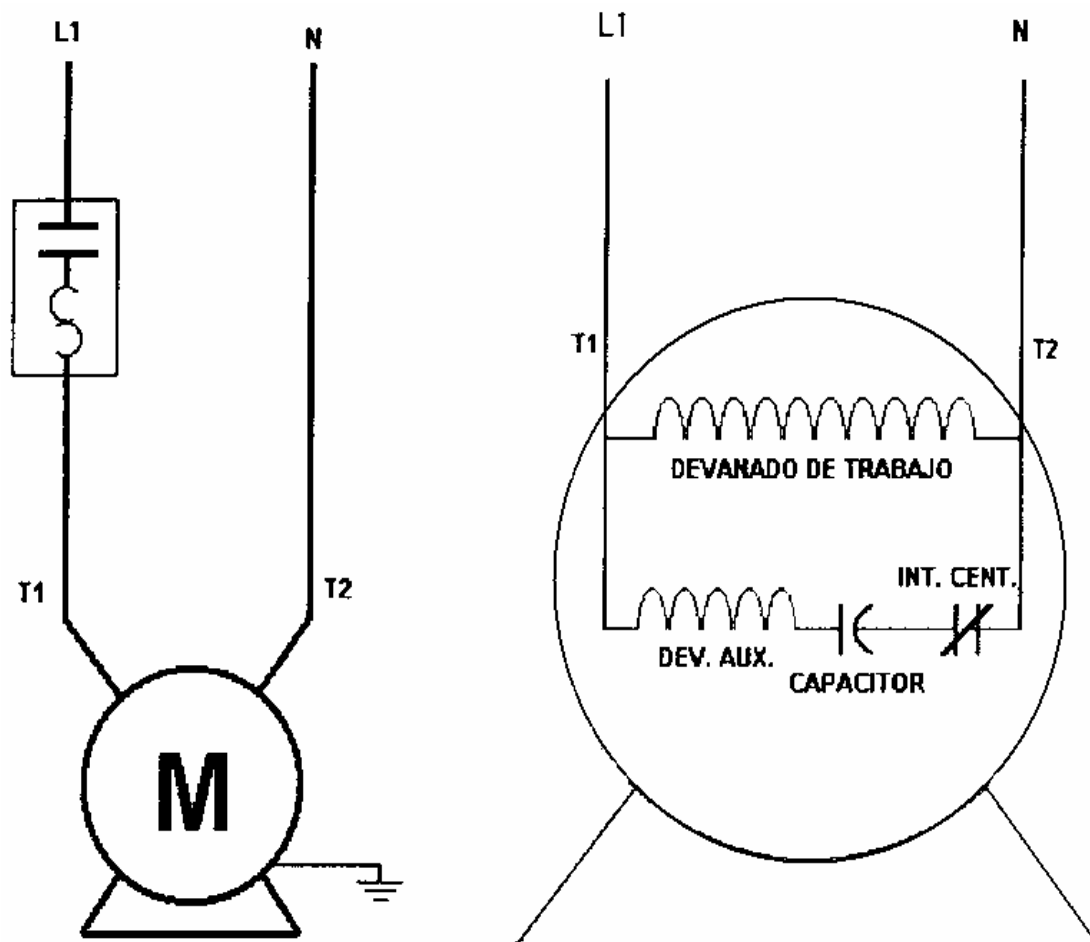


Figura 2.1.1

Analizamos el diagrama de la figura 2.1.1 del lado izquierdo muestra el sistema de fuerza y el del lado derecho las conexiones internas del motor de fase partida.

Este motor recibe el nombre de fase partida debido a que sus devanados se dividen en dos:

- Devanado principal o devanado de trabajo.
- Devanado auxiliar o devanado de arranque.

2.2 ARRANQUE DE UN MOTOR DE FASE PARTIDA CON CAPACITOR PERMANENTE, CON ARRANCADOR MANUAL.

Este tipo de motor, tiene dos devanados de las mismas características, un capacitor, como se observa en la figura 2.2.1(a) y su par de arranque es más suave.

El capacitor tiene la función de ayudar a mejorar el factor de potencia, este es del tipo de papel impregnado en aceite.

Para probar que un capacitor se encuentra en buen estado, se hace con un ohmetro, conectando las puntas como en la figura 2.2.1(a), en este caso la aguja marca a cero y después regresa al otro extremo. Como en la figura 2.2.2 (b) y se efectúa el mismo proceso. Si la aguja hace lo mismo de ir a cero y regresar, quiere decir que el capacitor se encuentra en buenas condiciones. Si el ohmetro se va a cero y la aguja no regresa, quiere decir que el capacitor se encuentra en corto circuito. Si la aguja no se mueve, esto nos indica que el capacitor esta abierto.

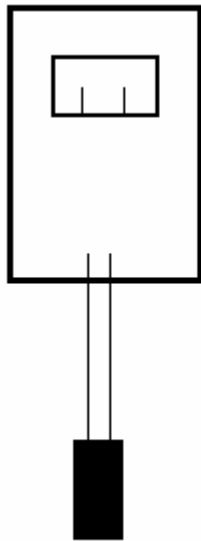


Figura 2.2.2 (a)

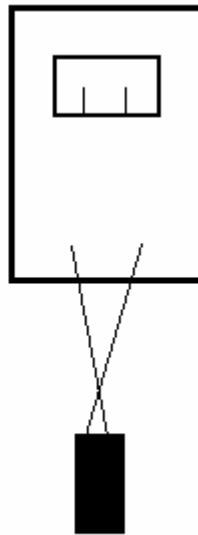


Figura 2.2.2 (b).

MOTOR DE FASE PARTIDA CON CAPACITOR PERMANENTE.

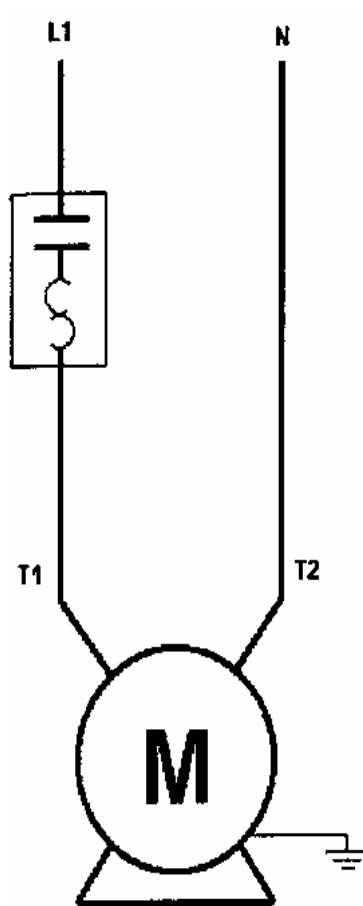


Figura 2.2.1 (a)

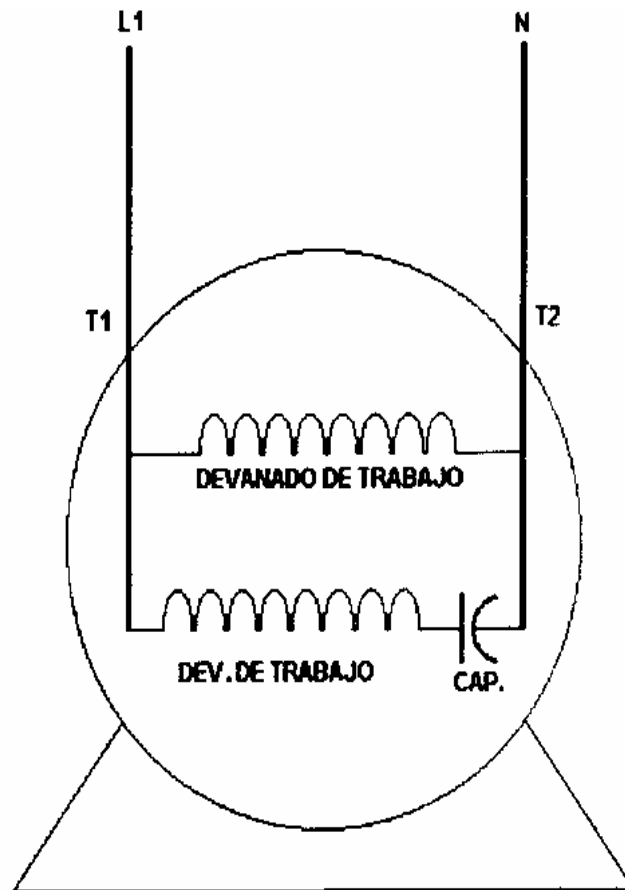


Figura 2.2.1 (b)

En la figura 2.2.1 (b) nos podemos percatar que los dos devanados en este motor no se puede distinguir un de devanado de otro ya que ambos son devanados gemelos, o sea que los dos son del mismo calibre y poseen el mismo numero de vueltas.

Este motor posee un bajo par de arranque y en consecuencia su corriente nominal también es baja, debido a esta característica lo encontraremos en lavadoras ya que la fuerza que necesita para trabajar depende del reductor de velocidades y no del motor.

2.3 ARRANQUE DE UN MOTOR UNIVERSAL, CON ARRANCADOR MANUAL.

CONEXIÓN PARA TRABAJAR CON C. C.

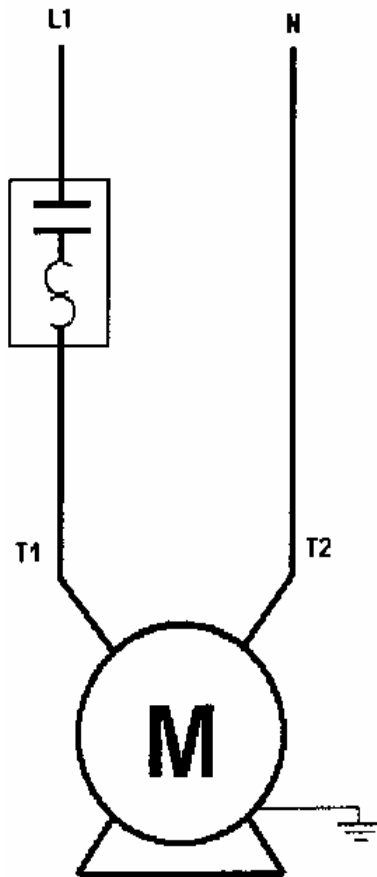


Figura 2.3.1 (a)

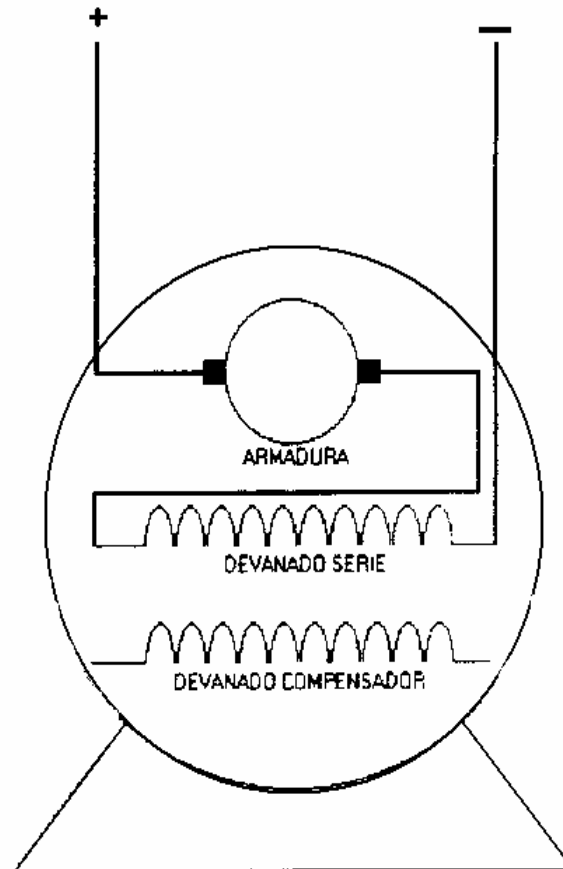


Figura 2.3.1 (b)

Para utilizar el motor con corriente continua solo se conecta la armadura en serie con el devanado serie. Como se muestra en la Figura 2.2.1(b)

Este motor alcanza una alta velocidad, por lo que se tiene que tener cuidado de no conectarlo en vacío, pues se corre el riesgo de que se desboqué

Estos motores son pequeños y de altas velocidades.

CONEXIÓN PARA TRABAJAR CON CORRIENTE ALTERNA.

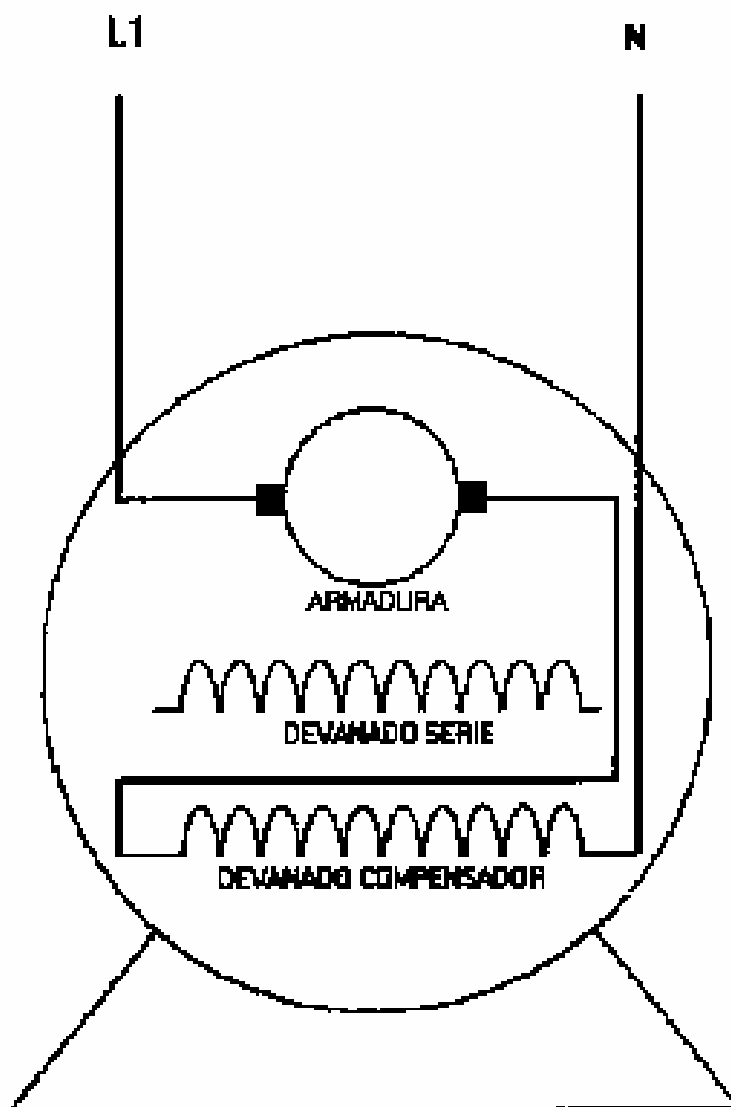


Figura 2.2.3.

En la figura 2.3.2 se observa que para este diagrama solo se conecta el devanado compensador en serie con la armadura, logrando que el motor trabaje eficientemente solo en corriente alterna

La función del devanado compensador, es la de eliminar las corrientes parásitas que se forman en la armadura, ya que la corriente alterna tiene la particularidad de crear estas corrientes.

CONEXIÓN UNIVERSAL.

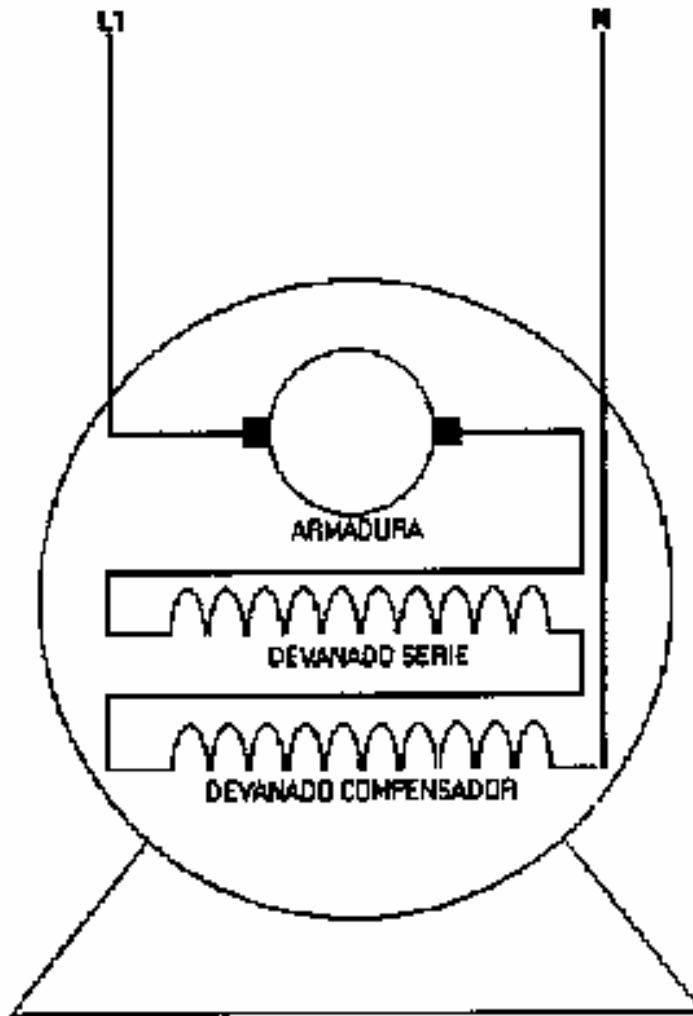


Figura 2.2.4

En esta conexión, se conectan en serie la armadura, el devanado serie y el devanado compensador. En la conexión de la figura 2.2.4 se puede observar que es una de las conexiones más completas, ya que se utilizan los tres devanados

La característica principal de esta conexión deriva en que el motor puede ser alimentado con corriente continua o con corriente alterna, de aquí surge el nombre de motor universal, ya que puede ser alimentado con cualquiera de los dos tipos de corrientes.

2.4 ARRANQUE DE UN MOTOR DE REPULSION POR INDUCCIÓN, CON ARRANCADOR MANUAL.

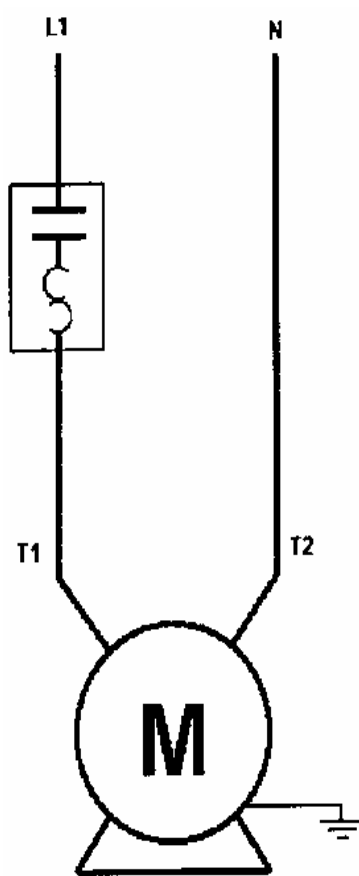


Figura 2.4.1 (a)

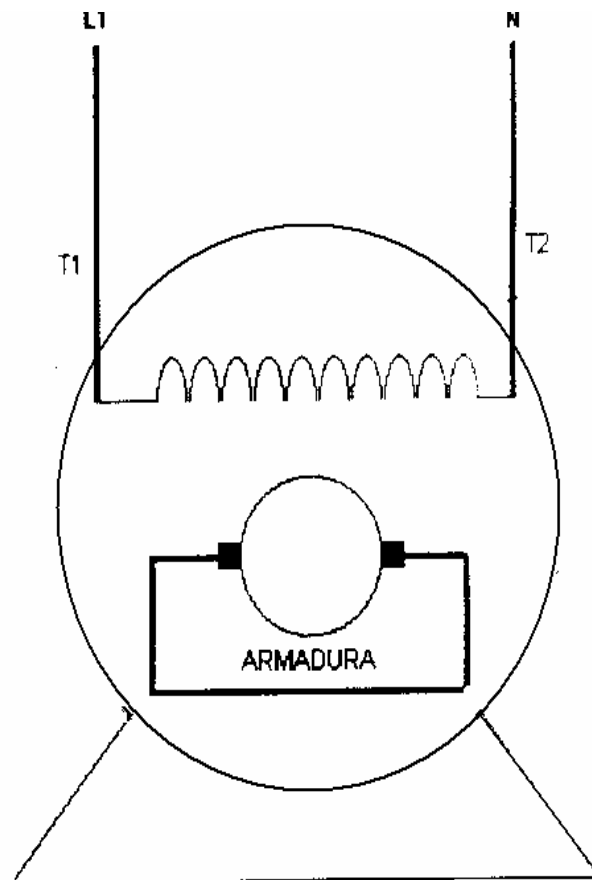


Figura 2.4.1 (b)

Este tipo de motor es el predecesor de los motores de fase partida.

Las características principales de este motor son que posee un elevado par de arranque y su corriente de trabajo es muy baja. (Figura 2.4.1(a) y 2.4.1 (b))

Este tipo de motor, a pesar de que posee muy buenas características, se volvió obsoleto ya que su construcción es muy compleja y por lo tanto muy costosa.

2.5 ARRANQUE DE UN MOTOR DE CORRIENTE DIRECTA, CON ARRANCADOR MANUAL.

Los motores de corriente continua son utilizados en donde se requiera una regulación de velocidad como por ejemplo, el sistema de transporte, la industria papelera, pañalera, etc.

Las características de sus devanados son las siguientes.

- El devanado serie: tiene pocas espiras y son de calibre grueso, posee una baja resistencia ohmica.
- El devanado paralelo: Tiene muchas espiras y es de calibre delgado, por lo que su resistencia ohmica es muy alta.

CONEXIÓN SERIE

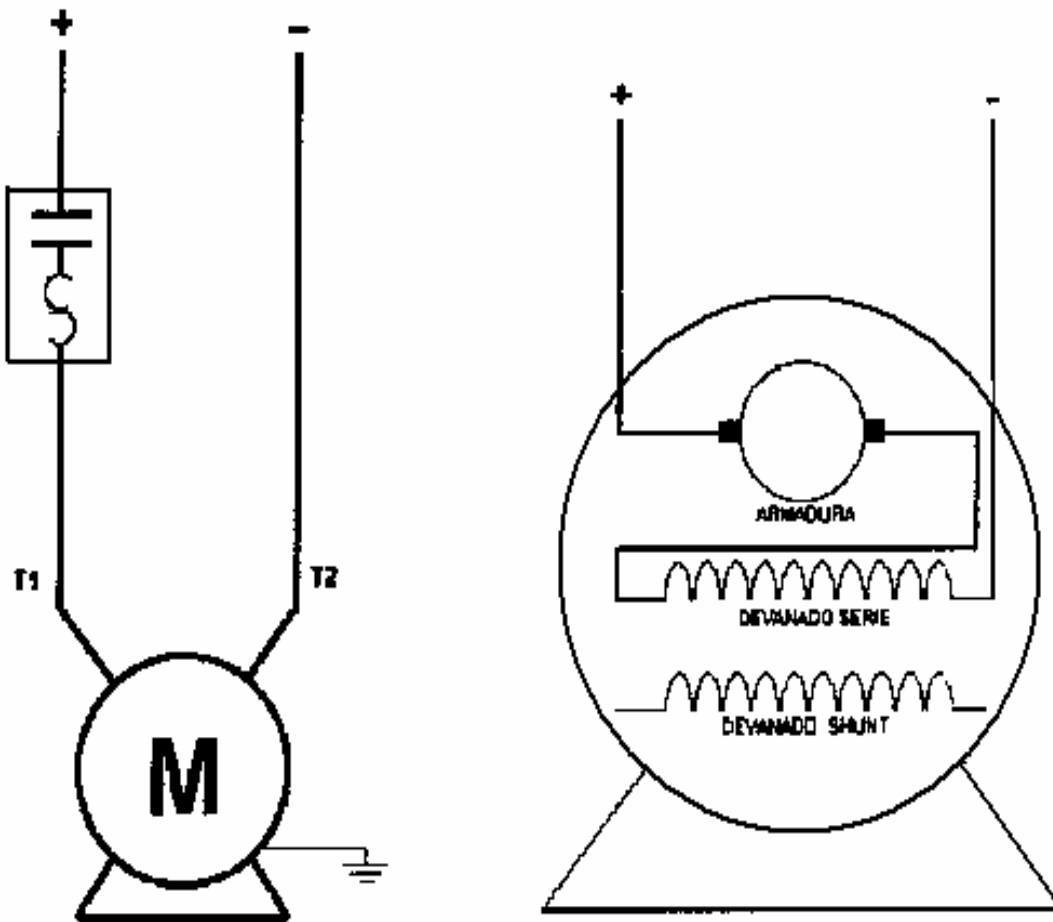


Figura 2.5.1

La conexión en serie tiene un elevado par de arranque y tiene la característica de que se desboca si trabaja en vacío.

CONEXIÓ EN PARALELO.

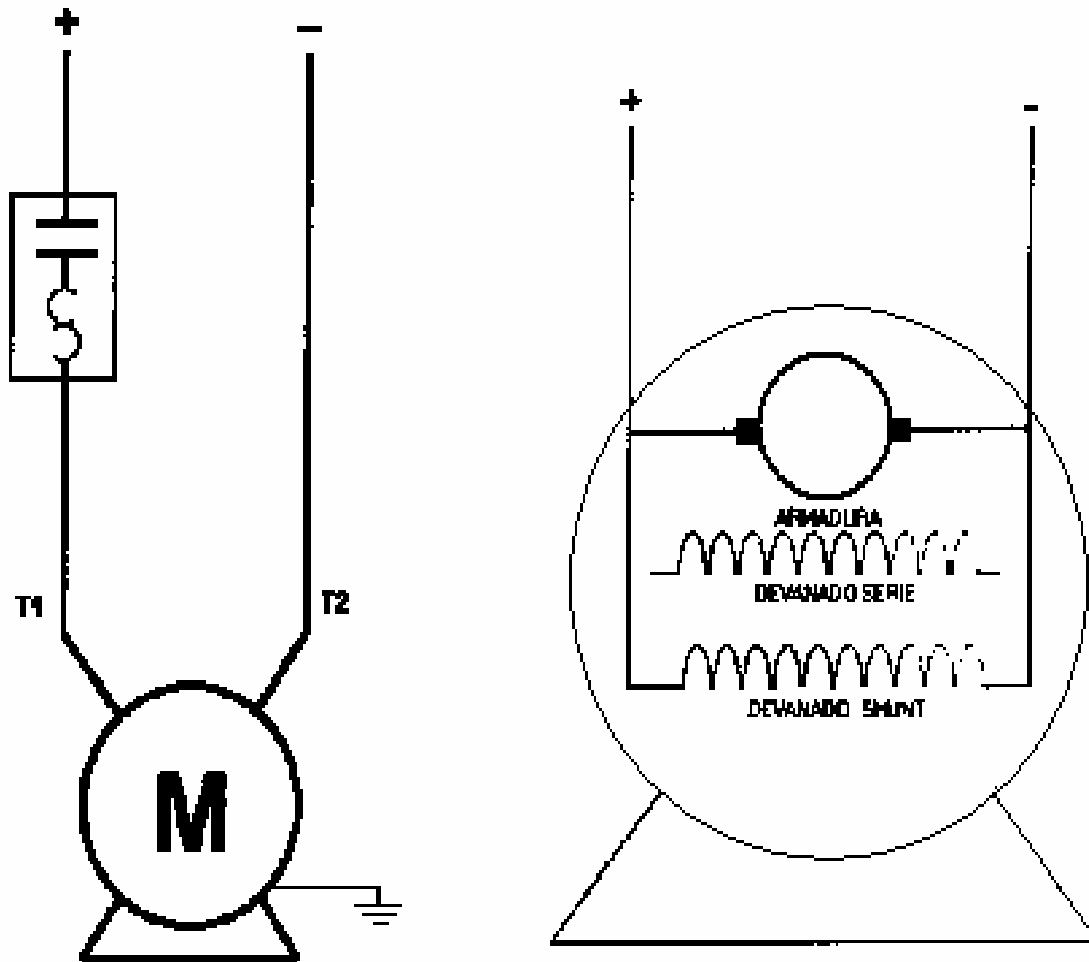


Figura 2.5.2

La característica principal de la conexión en paralelo, es, que tiene una velocidad constante y su par de arranque es bajo. (Figura 2.5.2)

CONEXIÓN MIXTA

En la conexión mixta (figura 2.5.3) el motor de corriente continua adquiere las ventajas de las conexiones en serie y paralelo, por lo que podemos conectar el motor sin carga ya que este no se desboca y tiene un elevado par de arranque.

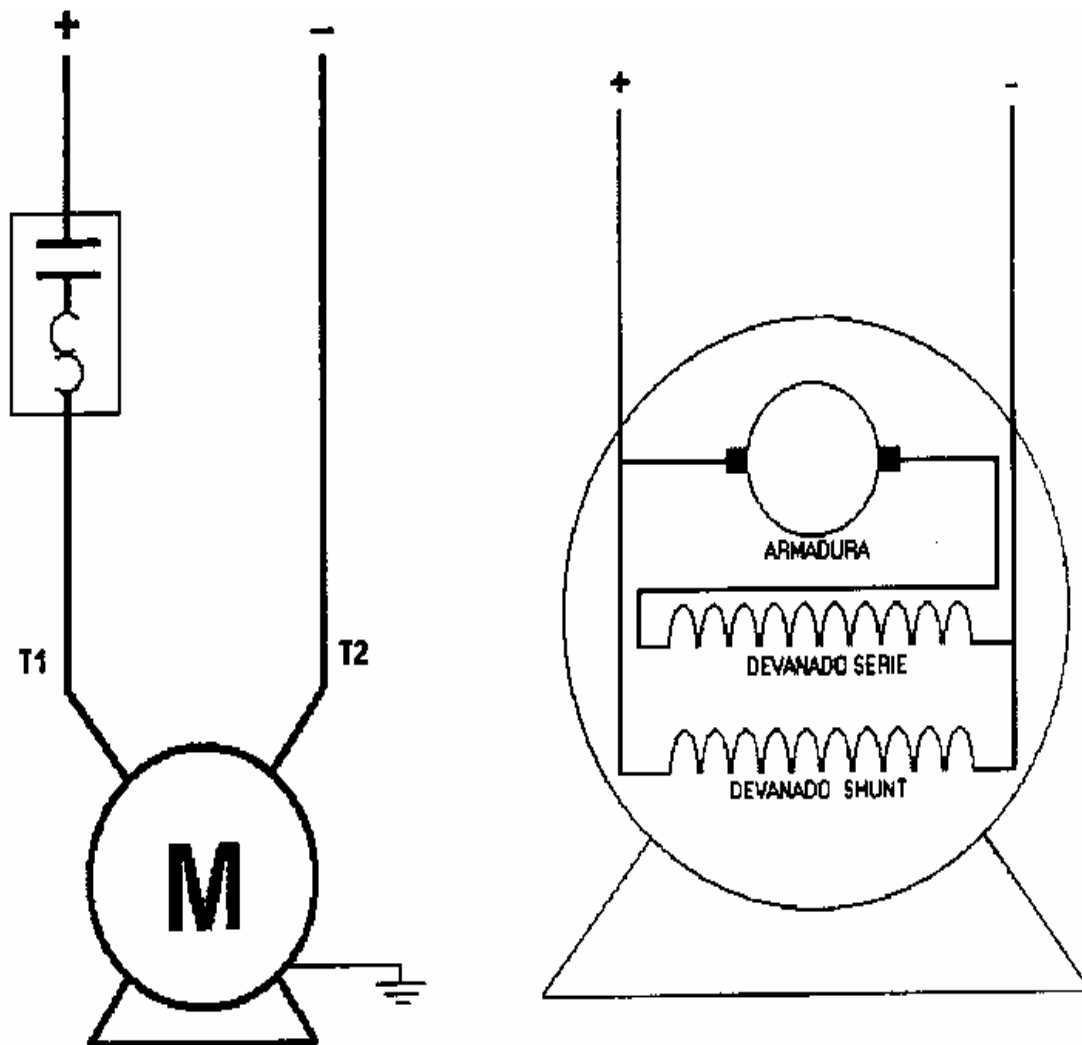


Figura 2.5.3

Los motores de corriente continua pueden ser construidos en tamaños muy compactos al igual que los motores universales, gracias a esto podemos encontrar este tipo de motores en aparatos electrodomésticos.

2.6 CONTROL DE UN MOTOR DE FASE PARTIDA, CON CAPACITOR DE ARRANQUE, CON ARRANCADOR ELECTROMAGNETICO.

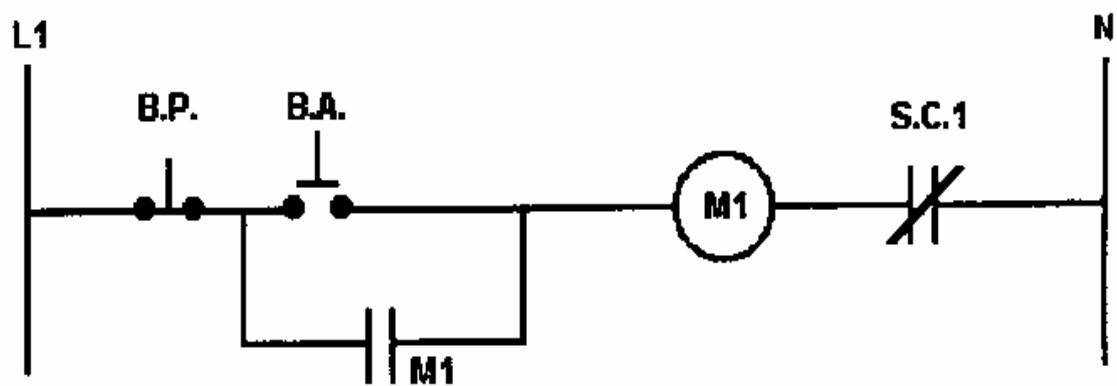


Figura 2.6.1

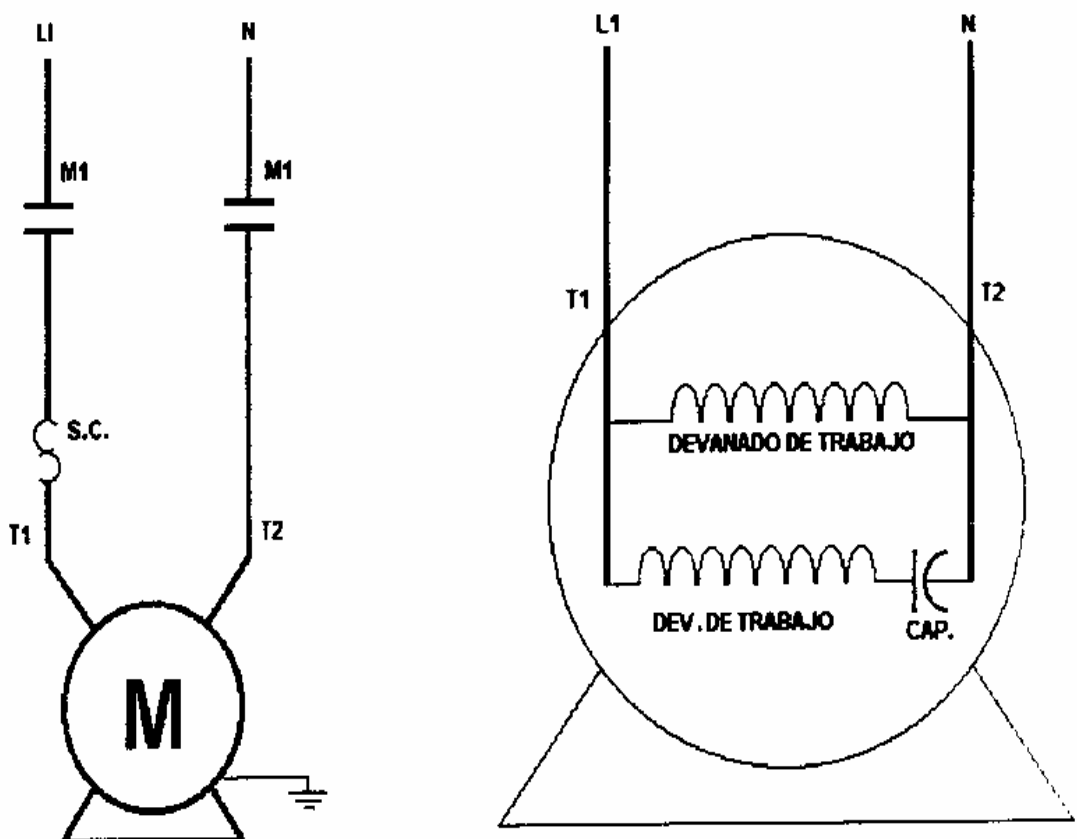


Figura 2.6.2

2.7 CONTROL DE UN MOTOR DE FASE PARTIDA, CON CAPACITOR PERMANENTE, CON ARRANCADOR ELECTROMAGNETICO.

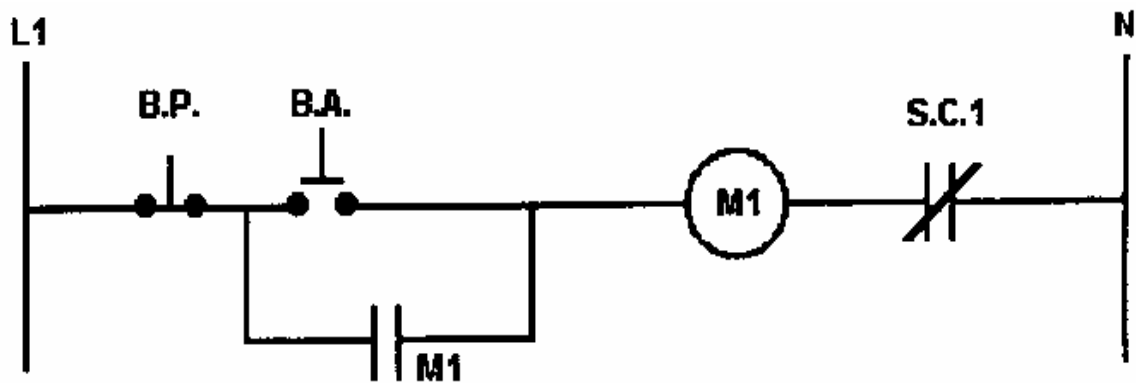


Figura 2.7.1

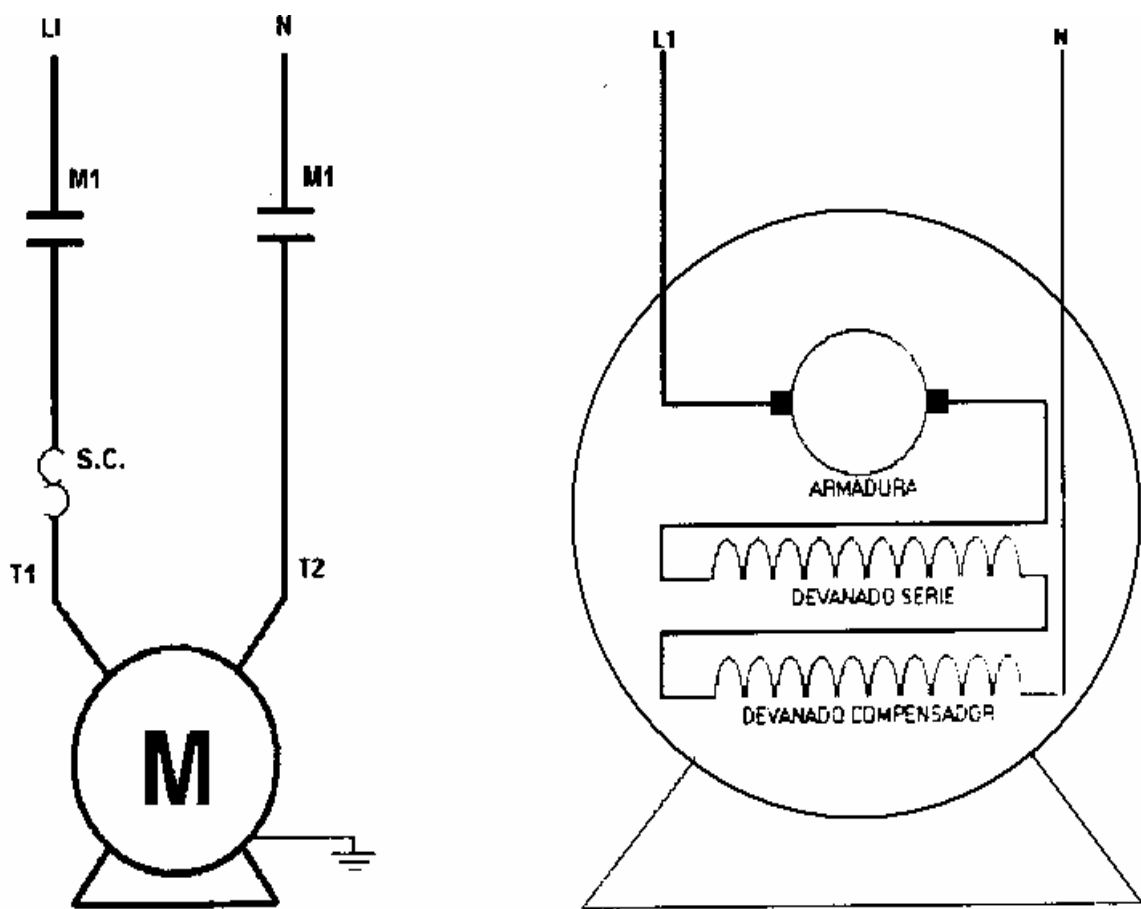


Figura 2.7.2

2.8 CONTROL DE UN MOTOR UNIVERSAL CON ARRANCADOR ELECTROMAGNETICO.

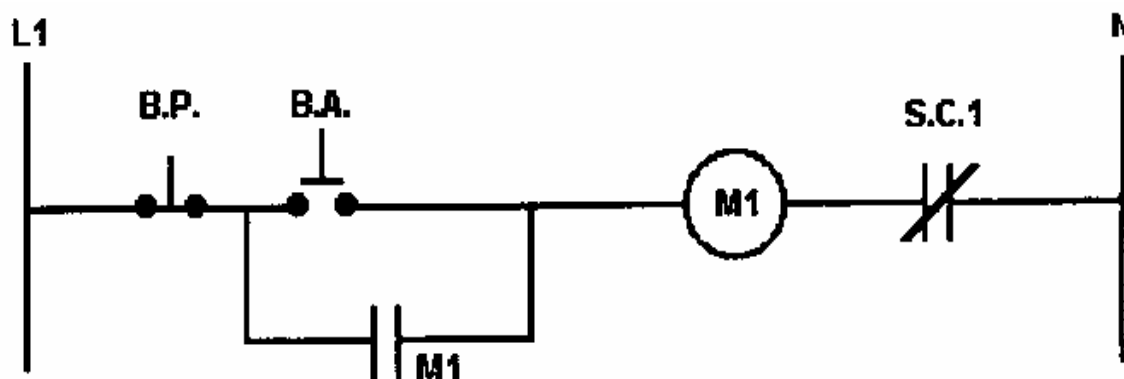


Figura 2.8.1

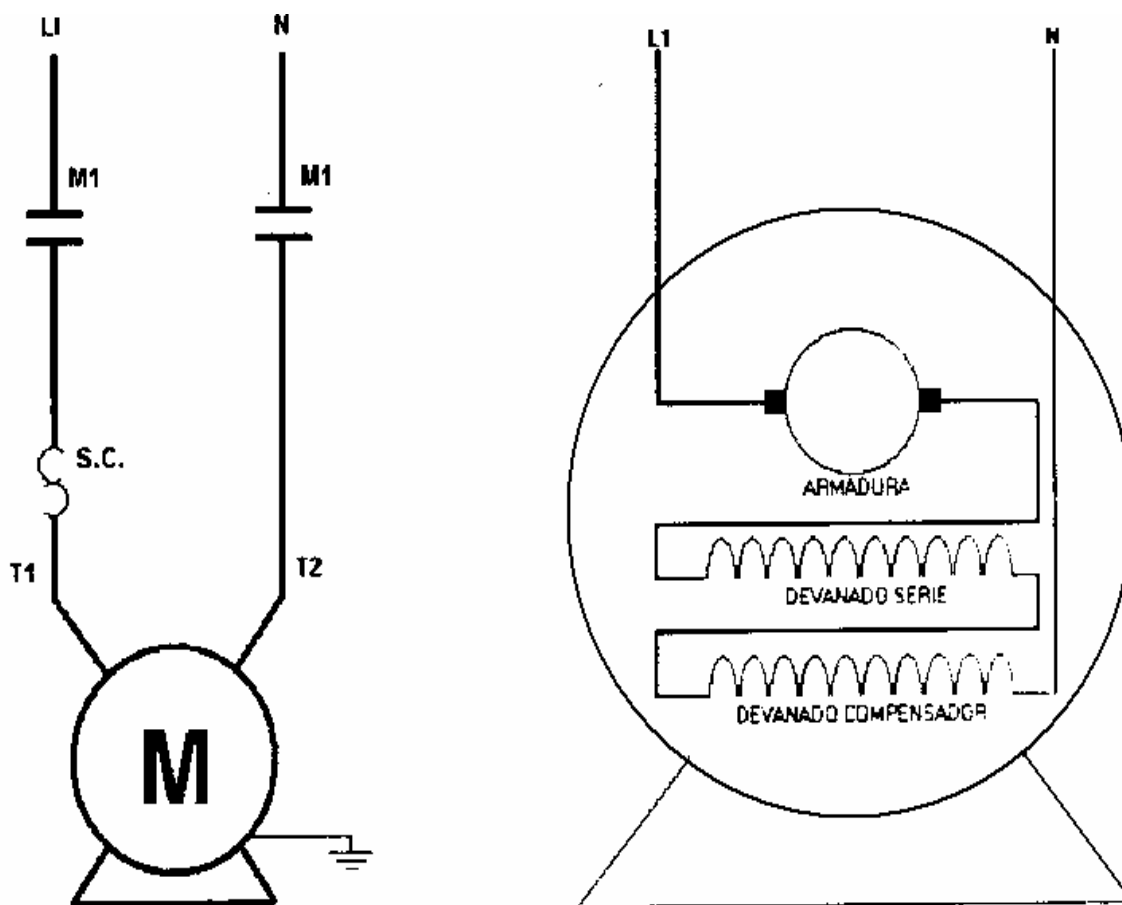


Figura 2.8.2

2.9 CONTROL DE UN MOTOR DE REPULSIÓN POR INDUCCIÓN, CON ARRANCADOR ELECTROMAGNETICO.

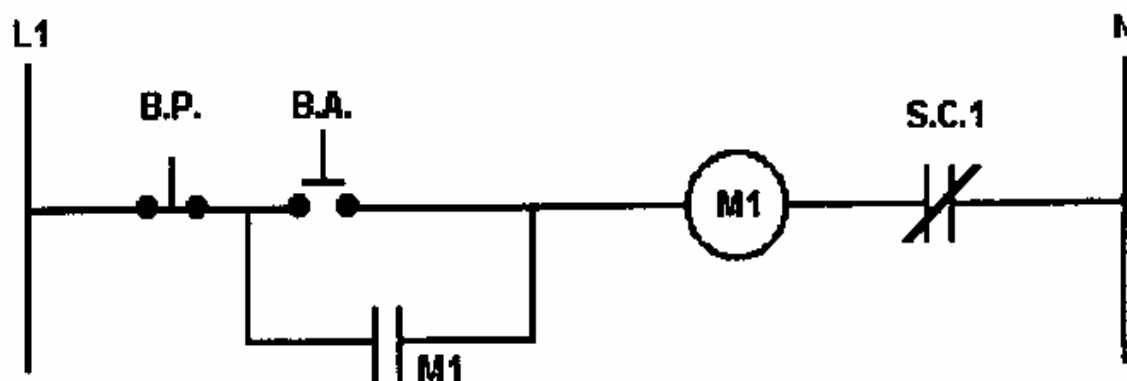


Figura 2.9.1

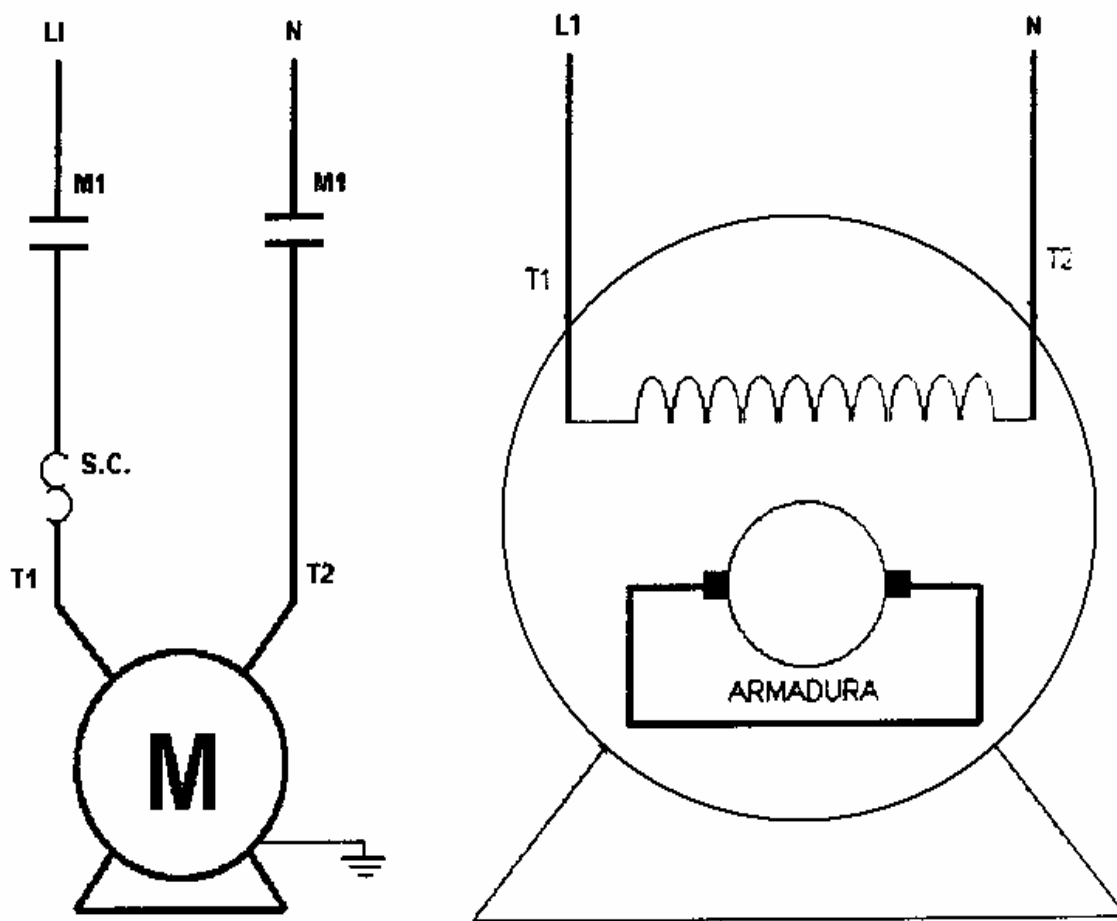


Figura 2.9.2

2.10 CONTROL DE UN MOTOR DE C. C., CON ARRANCADOR ELECTROMAGNETICO.

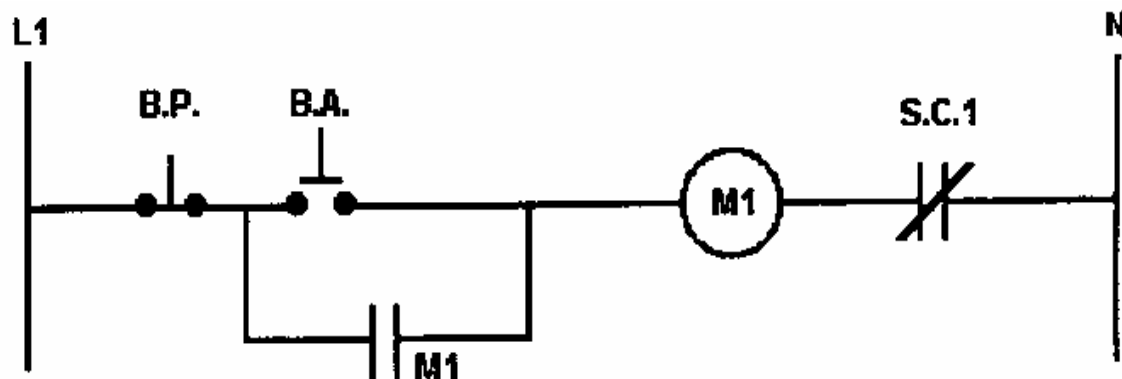


Figura 2.10.1

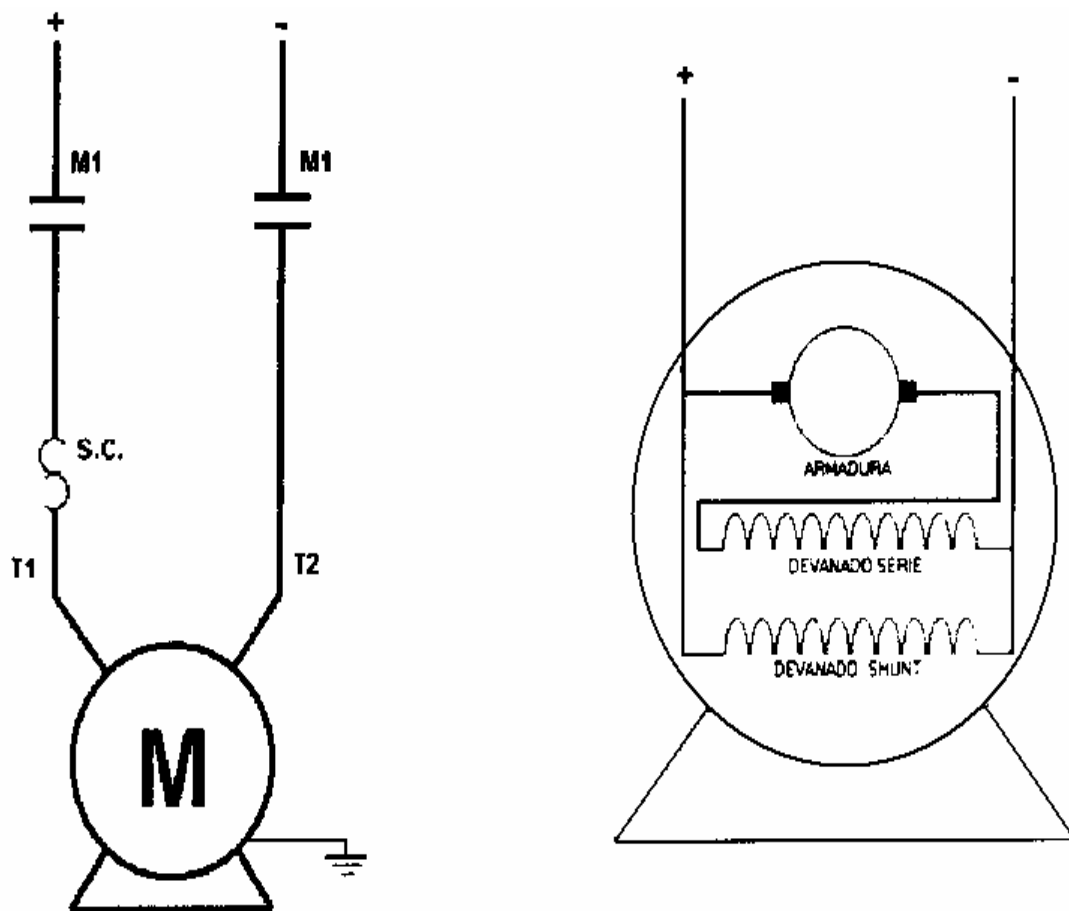


Figura 2.10.2

CAPITULO III

ARRANQUE A TENSIÓN PLENA PARA MOTORES TRIFASICOS.

ARRANQUE A TENSIÓN PLENA PARA MOTORES TRIFASICOS.

3.1 CONTROL DE UN MOTOR JAULA DE ARDILLA, CON ARRANCADOR ELECTROMAGNÉTICO.

El motor jaula de ardilla es más utilizado porque su construcción es más sencilla que los demás motores y su mantenimiento no es muy complicado y en consecuencia es muy económico, se utiliza en muchos tipos de trabajo.

Los motores jaula de ardilla suelen llamarse comúnmente motores de velocidad constante, pero si funcionan a velocidad asíncrona y su deslizamiento varia según varía la carga que se le aplica.

A estos motores se les puede realizar las conexiones estrella, delta, doble estrella, doble delta.

Cuando un motor tiene 9 puntas en su estator, es porque internamente tiene conectadas, las terminales 10,11 y 12.

Siempre hay que numerar las terminales de nuestro motor de la siguiente manera.(figura 3.1.1)

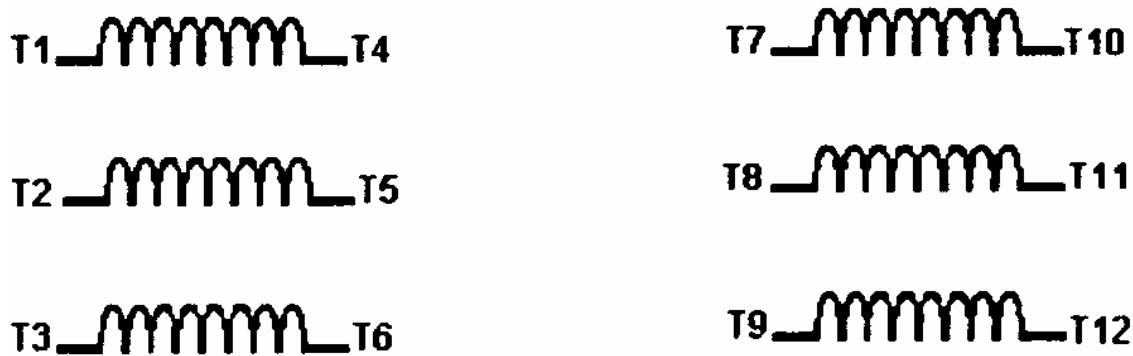


Figura 3.1.1

Cuando el motor tiene 6 puntas es porque ya tiene conectados internamente los devanados en grupos de dos, y solamente se puede conectar en estrella o delta para trabajar a 220V.

EN LOS SIGUIENTES DIAGRAMAS SE MUESTRAN LAS DIFERENTES FORMAS DE CONECTAR A LOS MOTORES TRIFASICOS.

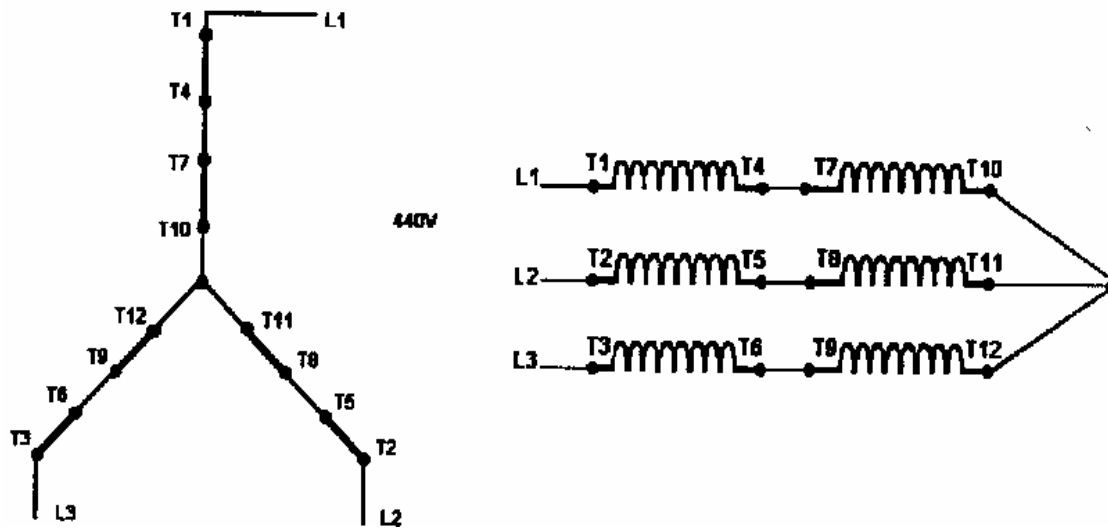


Figura 3.1.2

La conexión estrella para 440V, también es conocida como estrella serie, ya que los devanados se agrupan en dos y se conectan en serie.(Figura 3.1.2)

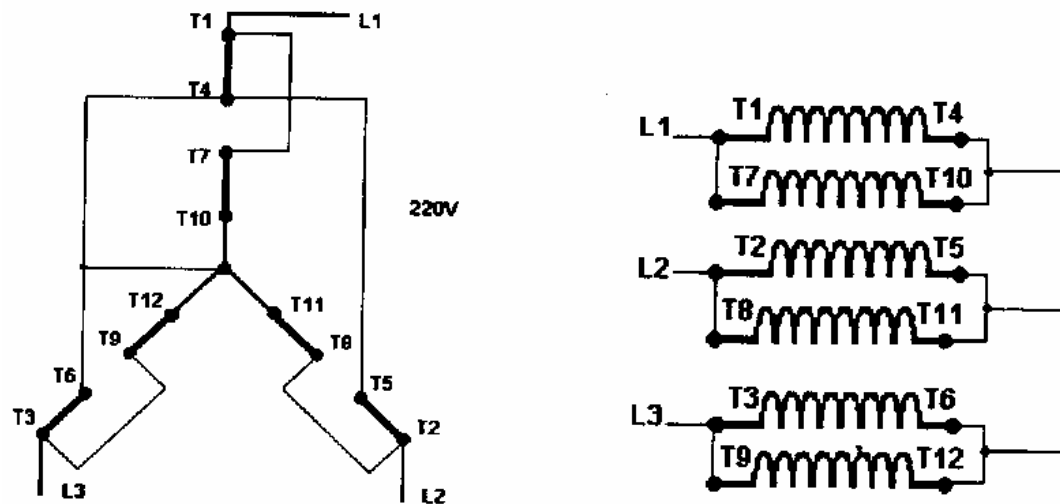
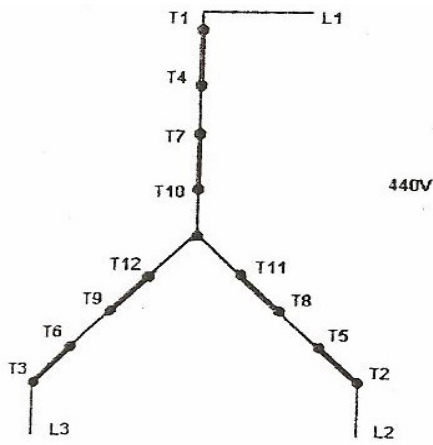


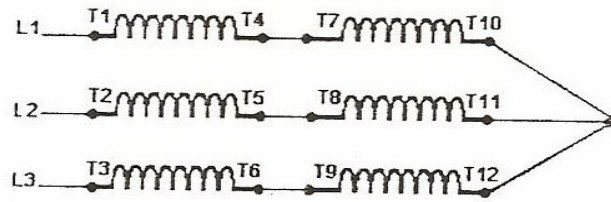
Figura 3.1.2

Estrella paralelo y doble estrella, en esta conexión los devanados se agrupan en dos y se conectan en paralelo.(Figura 3.1.2)

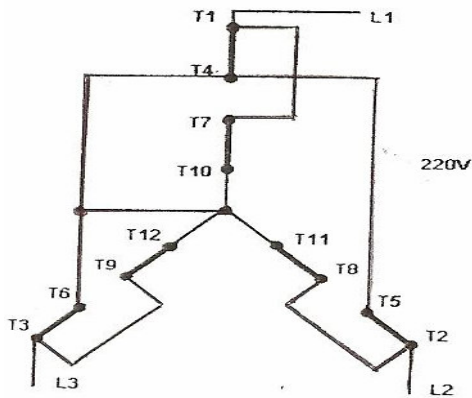
La conexión delta para 440V, también es conocida como delta serie ya que los devanados se agrupan en dos y se conectan en serie. (Figura 3.1.3)



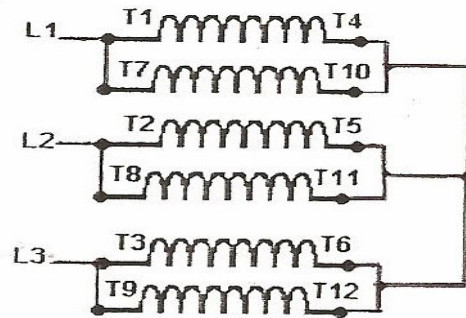
CONEXION ESTRELLA SERIE



La conexión delta para 220V, también es conocida como delta paralelo o doble delta, ya que sus devanados se agrupan en dos y se conectan en paralelo. (Figura 3.1.4)

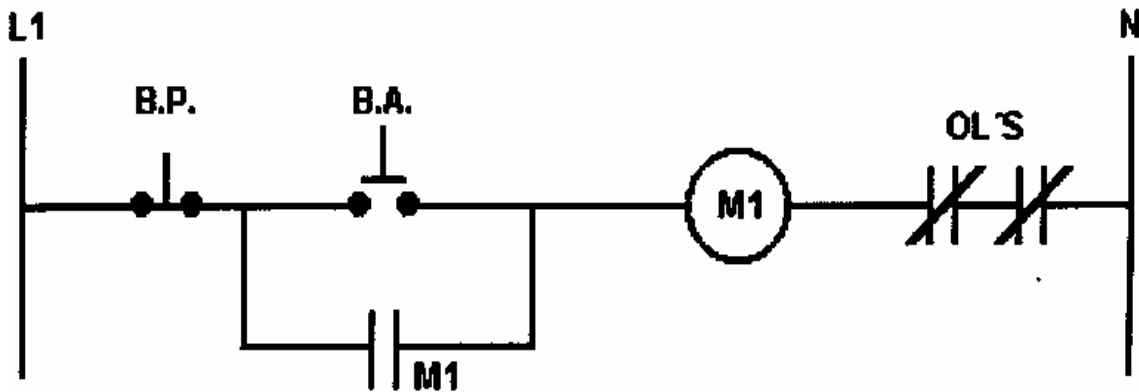


CONEXION ESTRELLA PARALELO

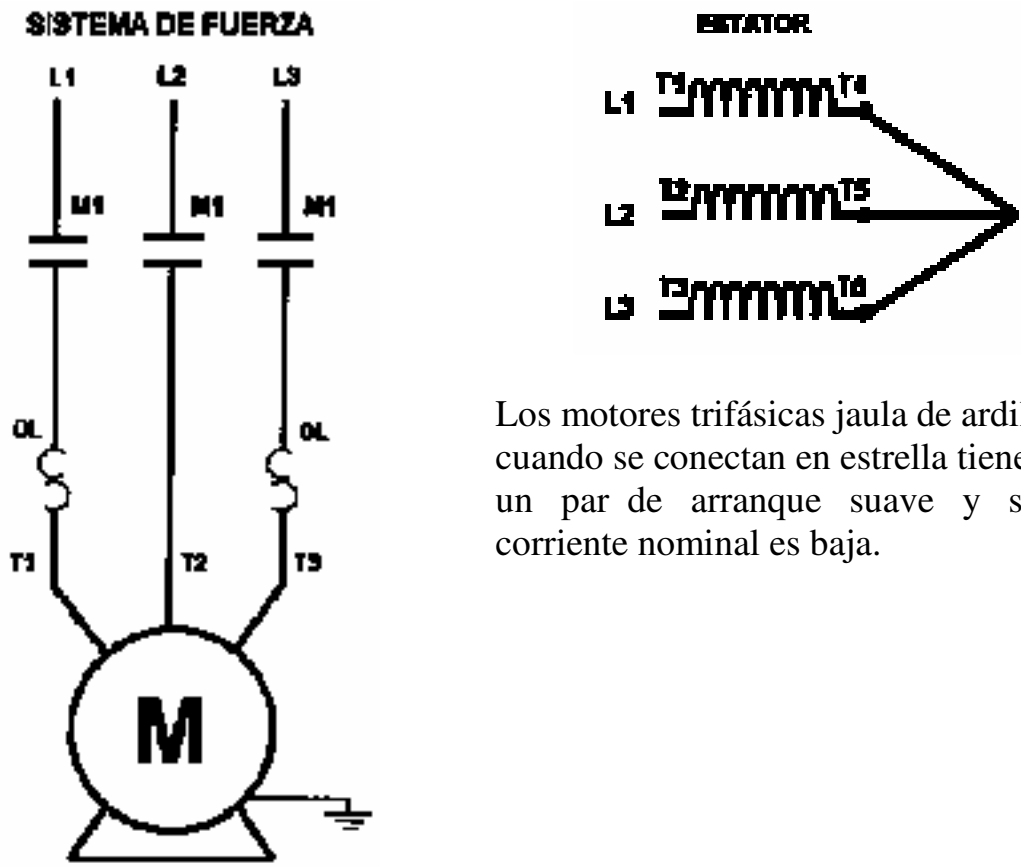


Las conexiones delta tienen un elevado par de arranque y su corriente nominal es elevada, pero su potencia es mayor que en la conexión estrella.

SISTEMA DE CONTROL Y FUERZA DE UN MOTOR TRIFASICO JAULA DE ARDILLA.



Figuras 3.1.5



Los motores trifásicos jaula de ardilla cuando se conectan en estrella tienen un par de arranque suave y su corriente nominal es baja.

Figura 3.1.6

3.2 CONTROL PARA UN MOTOR DE ROTOR DEVANADO, CON ARRANCADOR ELECTROMAGNÉTICO.

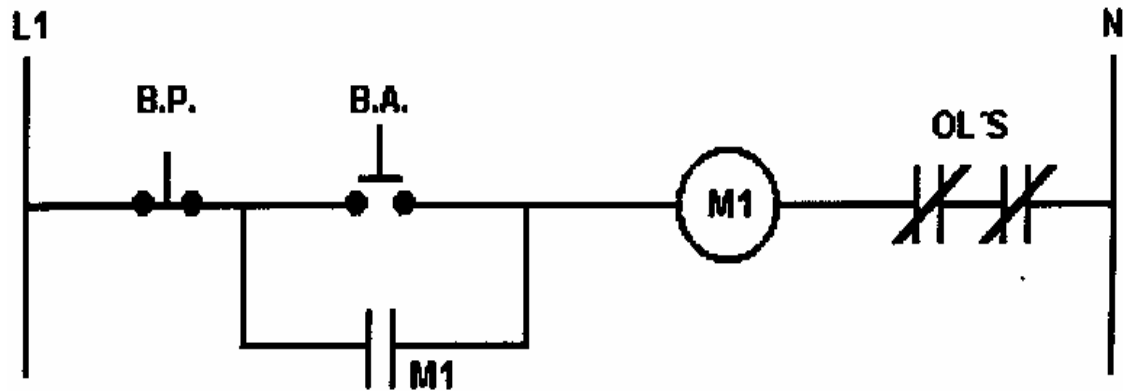


Figura 3.2.1

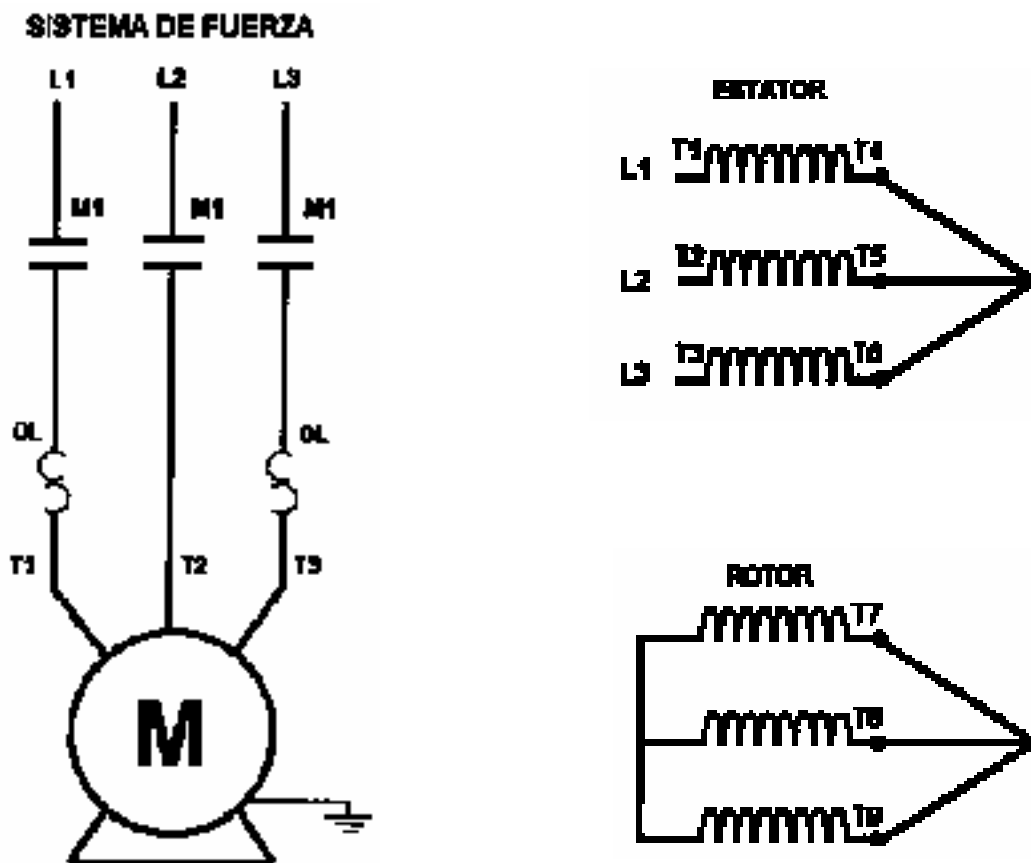


Figura 3.2.2

3.3 CONTROL DE UN MOTOR SINCRONO CON ARRANCADOR ELECTROMAGNÉTICO.

Se le llama máquina síncrona, porque la velocidad del campo magnético del rotor esta en sincronismo con la velocidad del campo magnético del estator.

Su característica principal es que mantiene su velocidad estable con carga ó sin carga, si no se alimenta su excitatriz se comporta como un motor jaula de ardilla.

En sincronismo produce un efecto capacitivo y se puede utilizar para corregir el factor de potencia

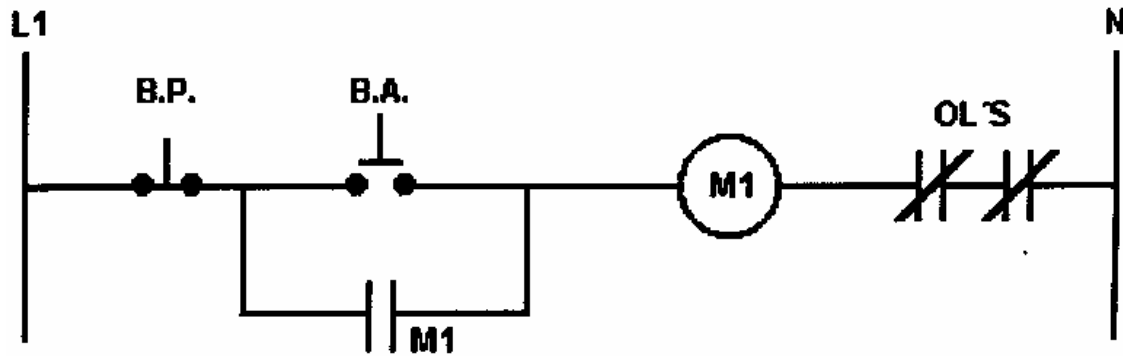


Figura 3.3.1

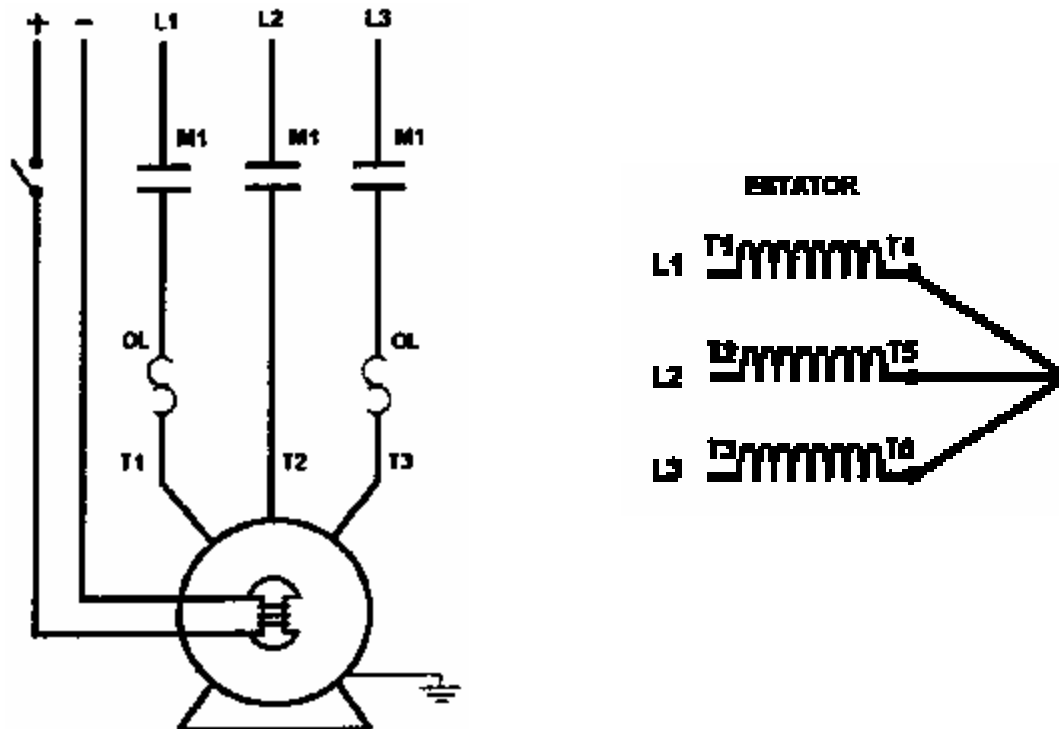


Figura 3.3.1

3.4 CONTROL DE UN MOTOR DE DOS VELOCIDADES DE PAR CONSTANTE, CON ARRANCADOR ELECTROMAGNETICO.

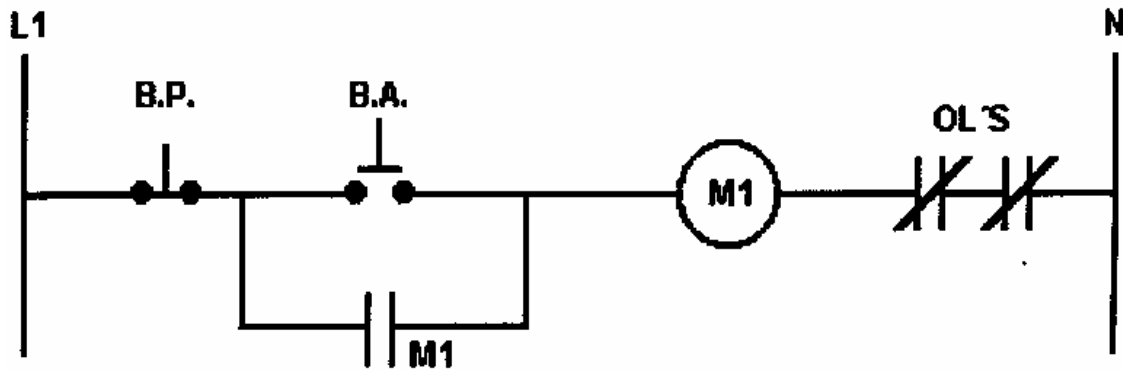
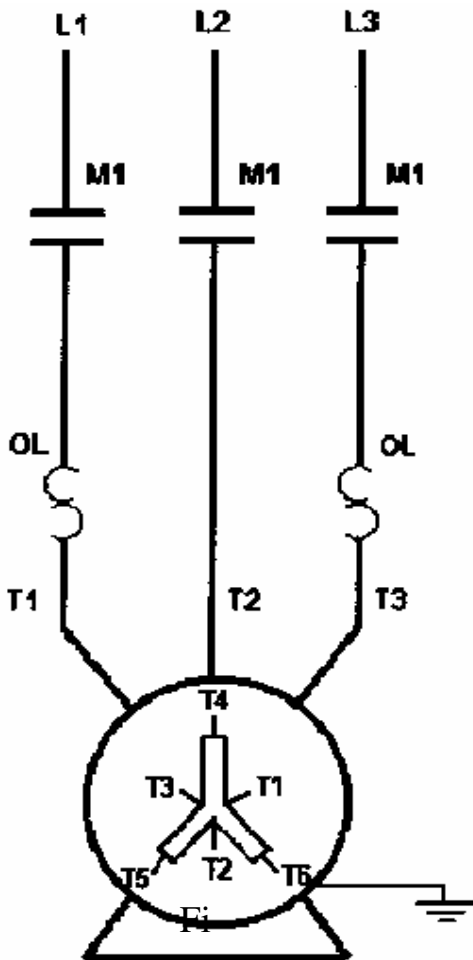


Figura 3.4.1

SISTEMA DE FUERZA



En los motores de dos velocidades de par constante solo hay que modificar las conexiones para obtener el cambio de velocidad

Para la velocidad baja solo se alimentan las puntas T₁, T₂, T₃, y las puntas T₄, T₅, T₆ se dejan sin alimentar. (Figura 3.4.2)

Para obtener la velocidad alta se energizan las puntas T₄, T₅, T₆, y las puntas T₁, T₂, T₃ se corto circuitan

CAPITULO IV

INVERSIÓN DE MARCHA DE LOS MOTORES ELECTRICOS.

INVERSIÓN DE MARCHA DE LOS MOTORES ELÉCTRICOS.

Un dispositivo muy utilizado para la inversión de giro de los motores eléctricos, es el interruptor de tambor, este controlador, es de acción manual y puede ser usado en cualquier tipo de motor, ya sea monofásico, bifásico o trifásico.

Este interruptor cuenta con tres posiciones, una para la reversa, otra para la posición paro o fuera y la tercera posición para adelante.

A continuación se muestran en forma física las tres posiciones del interruptor de tambor antes mencionadas.

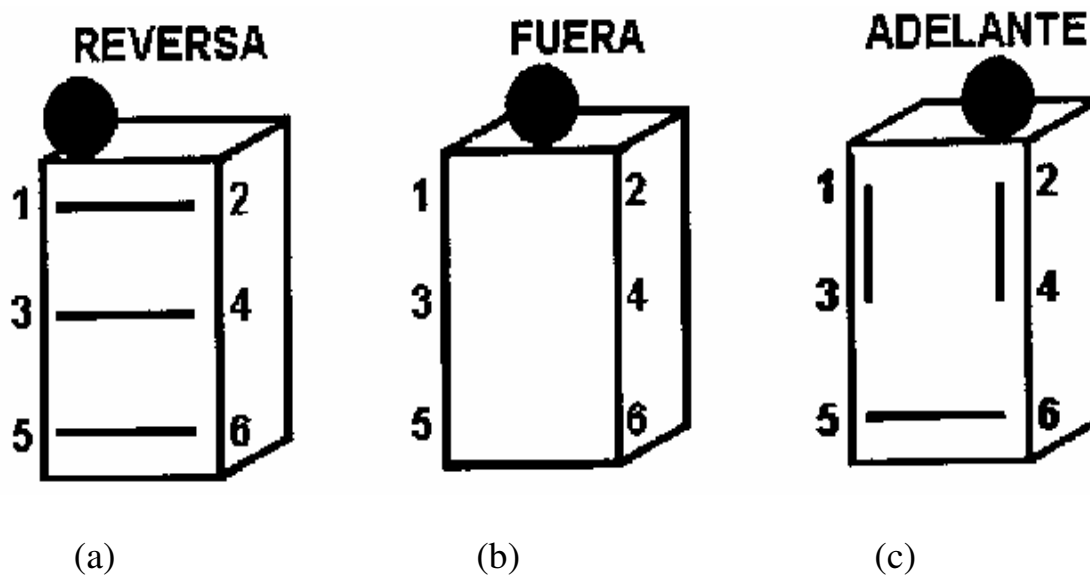


Figura 4.1.1.

La primera posición, Figura 4.1.1(a) que es la de reversa, nos indica la continuidad de las terminales, que es este caso es de la 1 a la 2, la 3 con la 4, y la 5 con la 6. Figura 4.1.1 (b). En la posición que es la de fuera, la continuidad no existe de ninguna terminal, y la tercera posición nos indica la continuidad de la terminal 1 con la 3, la 2 con la 4, la 5 con la 6. Figura 4.1.1(c)

4.1 INVERSIÓN DE MARCHA DE UN MOTOR DE FASE PARTIDA CON CAPACITOR DE ARRANQUE, CON INTERRUPTOR DE TAMBOR.

Para que un motor de fase partida invierta el sentido de giro, es necesario invertir la polaridad de cualquiera de sus dos devanados, es importante que solo se invierta uno, por que si se invierten las dos, entonces el motor no invierte el sentido de giro.

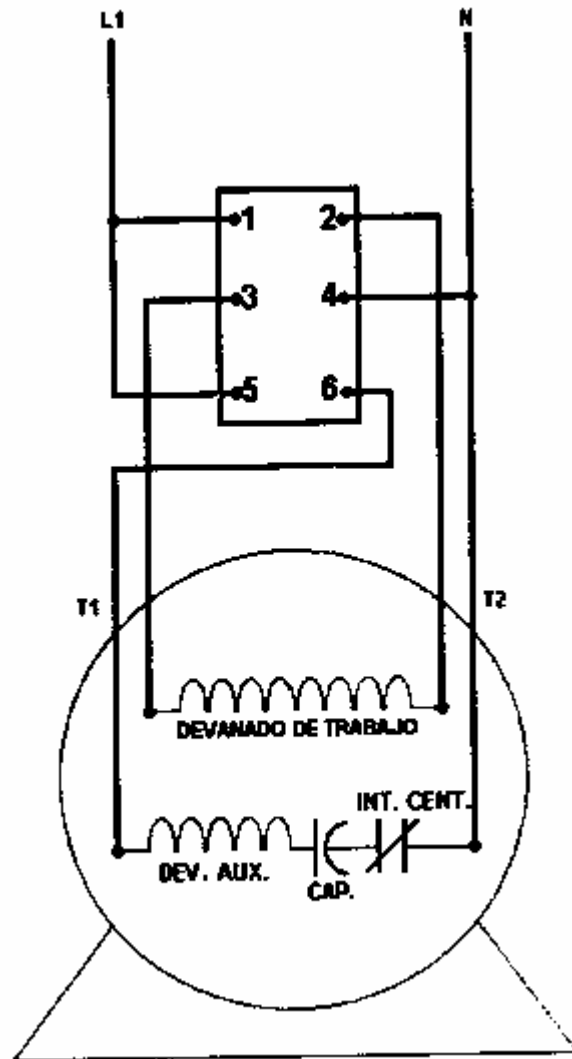


Figura 4.1.2

En este diagrama (Figura 4.1.2) se aprovechan las conmutaciones del interruptor de tambor, para hacer que se intercambien las puntas de alimentación del devanado de trabajo, con esto obtenemos una inversión de polaridad que nos ocasiona una inversión de marcha.

4.2 INVERSIÓN DE MARCHA DE UN MOTOR DE FASE PARTIDA CON CAPACITOR PERMANENTE, CON INTERRUPTOR DE TAMBOR.

Este motor de fase partida es diferente al anterior, pero las condiciones para que invierta el sentido de giro son exactamente las mismas.

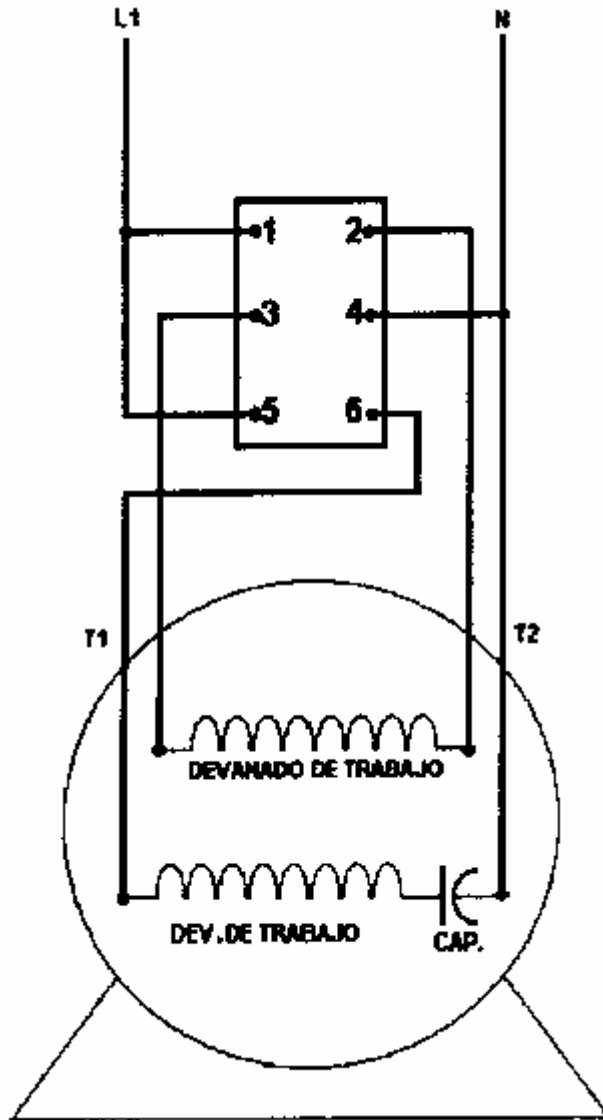


Figura 4.2.1

En la figura 4.2.1 al igual que en el de la figura 4.1.2 se aprovechan las conmutaciones del interruptor de tambor, para hacer que se intercambien las puntas de alimentación del devanado de trabajo, con esto obtenemos una inversión de polaridad que nos ocasiona una inversión de marcha.

4.3 INVERSIÓN DE MARCHA DE UN MOTOR UNIVERSAL, CON INTERRUPTOR DE TAMBOR.

Para obtener la inversión de marcha en el motor universal, debemos invertir la polaridad del devanado serie, es muy importante no invertir la polaridad del devanado compensador o la armadura, ya que el motor puede quemarse debido a que la función del devanado compensador es la de eliminar las corriente parásitas que se forman en la armadura.

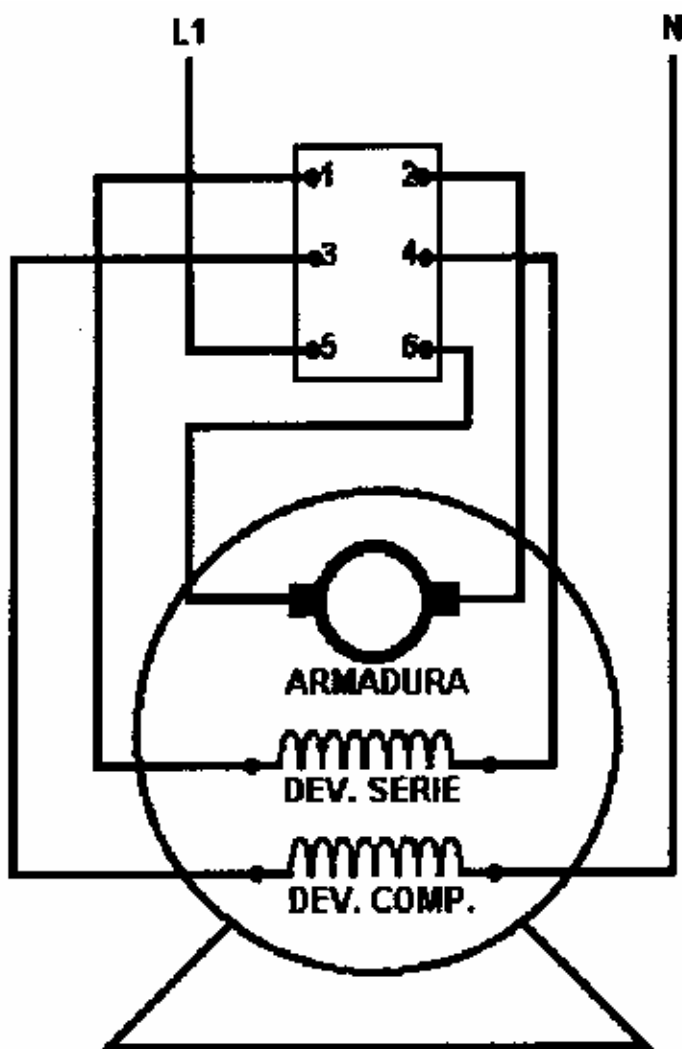


Figura 4.3.1

En el diagrama de la figura 4.3.1 se muestra la conexión del interruptor de tambor, haciendo la conmutación de las terminales de alimentación del devanado serie, este cambio nos ocasiona la inversión de polaridad y así obtenemos la inversión de marcha o giro.

4.4 INVERSIÓN DE MARCHA DE UN MOTOR DE CORRIENTE DIRECTA, CON INTERRUPTOR DE TAMBOR.

El motor de corriente directa tiene tres tipos de conexiones y en cada una, la forma para obtener la inversión de marcha es diferente.

1.- CONEXIÓN SERIE.

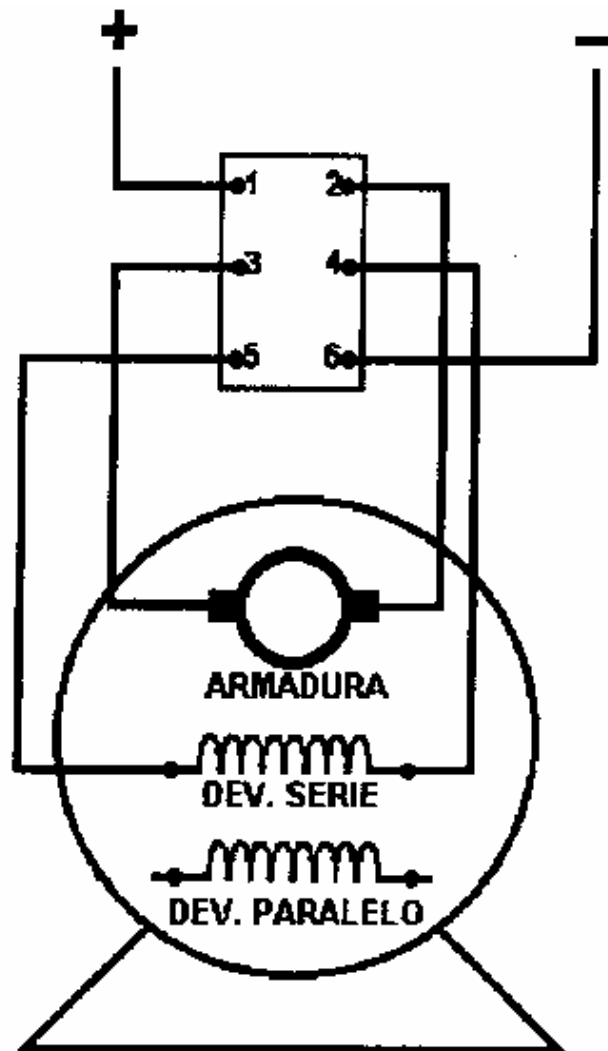


Figura 4.4.1

En la conexión serie del diagrama de la figura 4.4.1, estamos conmutando las terminales de alimentación de la armadura, ya que en esta conexión debemos invertir la polaridad de esta.

MOTOR DE CORRIENTE DIRECTA.

2.- CONEXIÓN PARALELO.

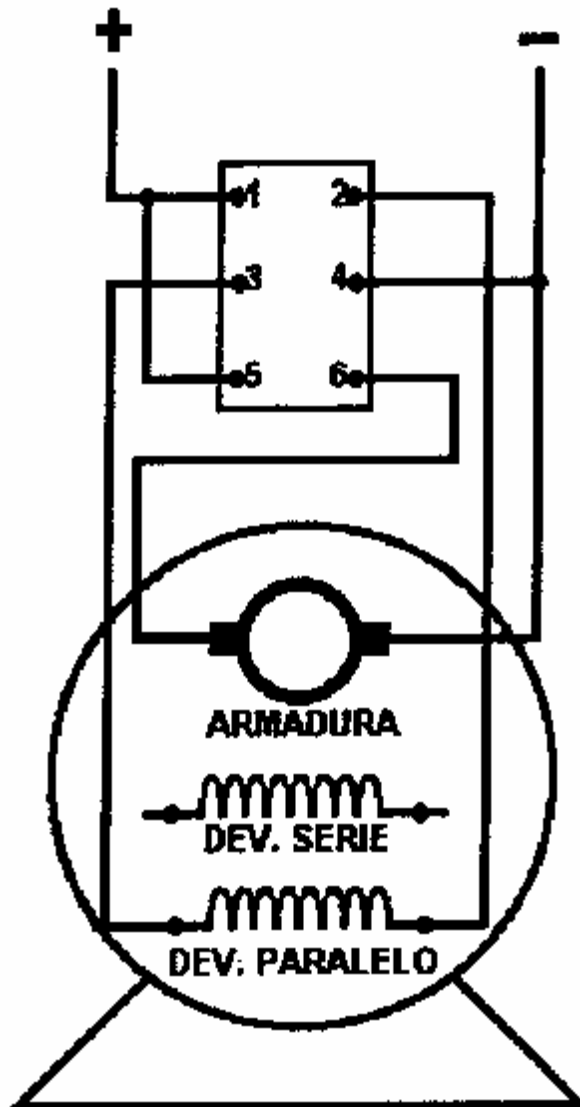


Figura 4.4.2

En la conexión paralelo del motor de corriente continua, debemos invertir la polaridad de la armadura o la del devanado paralelo.

En el diagrama de la figura 4.4.2 se utiliza la conmutación del interruptor para intercambiar las terminales de alimentación del devanado paralelo.

MOTOR DE CORRIENTE DIRECTA.

3.- CONEXIÓN MIXTA

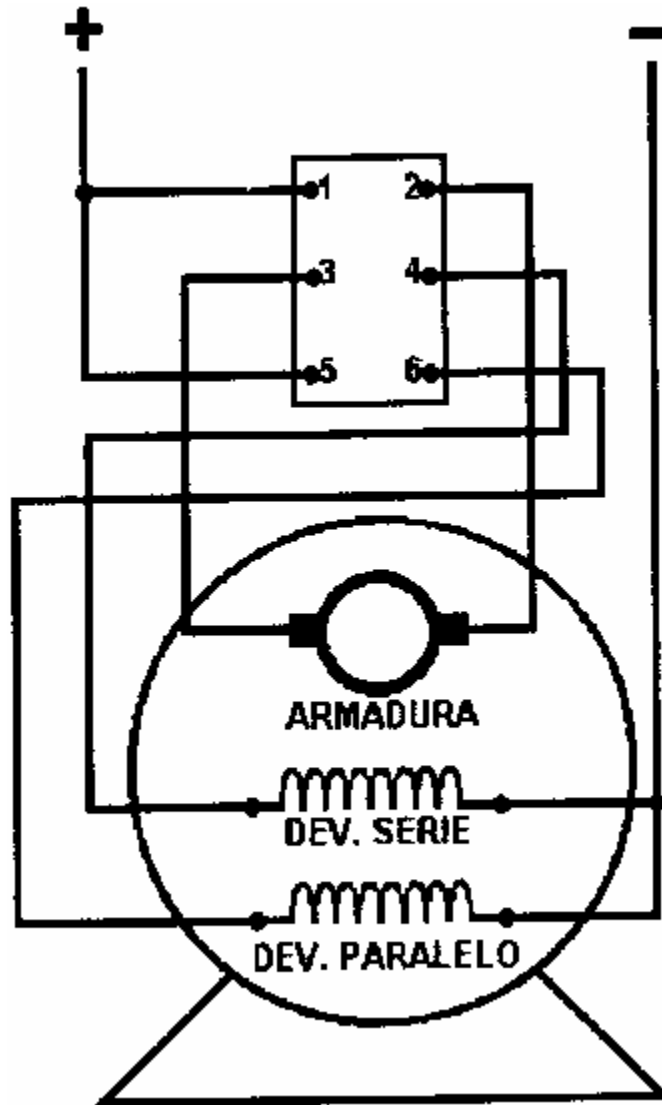


Figura 4.4.3

En el diagrama de la figura 4.4.3 utilizamos el interruptor de tambor para conmutar las terminales de alimentación de la armadura

Esta es la única forma de obtener la inversión de marcha en la conexión mixta. Hay que tomar en cuenta y considerar que si se invierte la polaridad del devanado serie, el motor se desbocara, y si se invierte la polaridad de el devanado paralelo, el motor no cambia el sentido de giro.

4.5 INVERSIÓN DE MARCHA DE UN MOTOR TRIFÁSICO JAULA DE ARDILLA, CON INTERRUPTOR DE TAMBOR.

Para obtener la inversión de marcha de un motor trifásico jaula de ardilla solo tenemos que intercambiar dos de sus fases cuales quiera que sean.

INVERSIÓN DE MARCHA CON INTERRUPTOR DE TAMBOR.

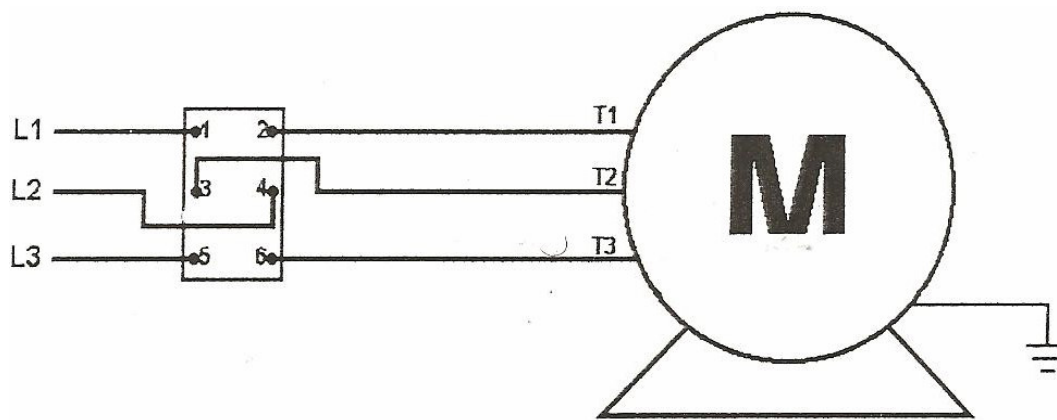


Figura 4.5.1

Observando el diagrama de la figura 4.5.1, podemos darnos cuenta que, el interruptor de tambor, conmutará las terminales de alimentación, T_1 y T_2 , y este cambio hace que se invierta el sentido de giro de el motor.

Las conexiones estrella y delta, para alta y baja tensión no afectan en la inversión de marcha.

4.6 INVERSIÓN DE MARCHA DE UN MOTOR DE ROTOR DEVANADO, CON INTERRUPTOR DE TAMBOR.

Para obtener la inversión de marcha de en un motor trifásico de rotor devanado, solo tenemos que intercambiar dos de sus fases cuales quieran que sean.

INVERSIÓN DE MARCHA CON INTERRUPTOR DE TAMBOR.

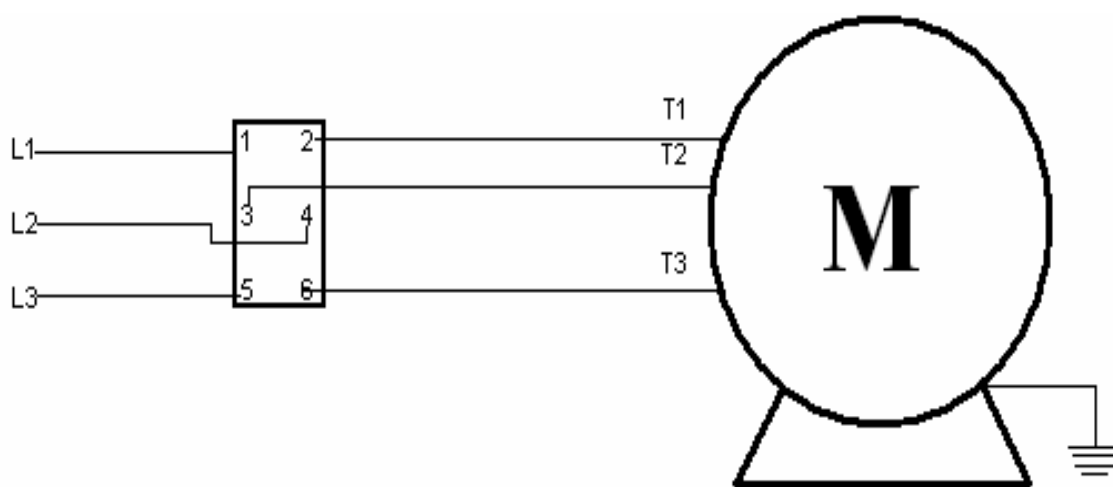


Figura 4.6.1

Observando el diagrama de la figura 4.6.1, podemos darnos cuenta que, el interruptor de tambor, conmutara las terminales de alimentación T_1 y T_2 , y este cambio hace que se invierta el sentido de giro de el motor.

Las conexiones estrella y delta, para alta y baja tensión no afectan en la inversión de marcha.

4.7 INVERSIÓN DE MARCHA DE UN MOTOR SINCRONO, CON INTERRUPTOR DE TAMBOR.

Para obtener la inversión de marcha en un motor trifásico sincrónico, solo tenemos que intercambiar dos de sus fases cuales quiera que sean.

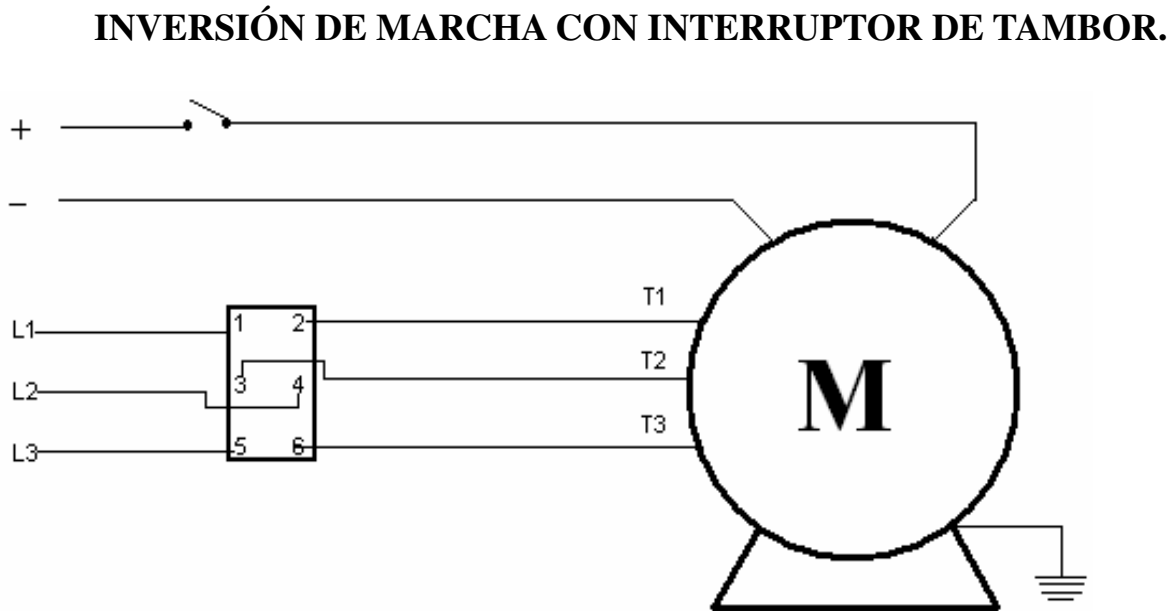


Figura 4.7.1

Observando la figura 4.7.1, podemos darnos cuenta que, el interruptor de tambor, conmutara las terminales de alimentación T_1 y T_2 , y este cambio hace que se invierta el sentido de giro de el motor.

Las conexiones estrella y delta, para alta y baja tensión no afectan en la inversión de marcha.

4.8 INVERSIÓN DE MARCHA DE UN MOTOR DE DOS VELOCIDADES DE PAR CONSTANTE, CON INTERRUPTOR DE TAMBOR.

Para obtener la inversión de marcha en un motor trifásico de dos velocidades de par constante, solo tenemos que intercambiar dos de sus fases cuales quiera que sean.

INVERSIÓN DE MARCHA CON INTERRUPTOR DE TAMBOR.

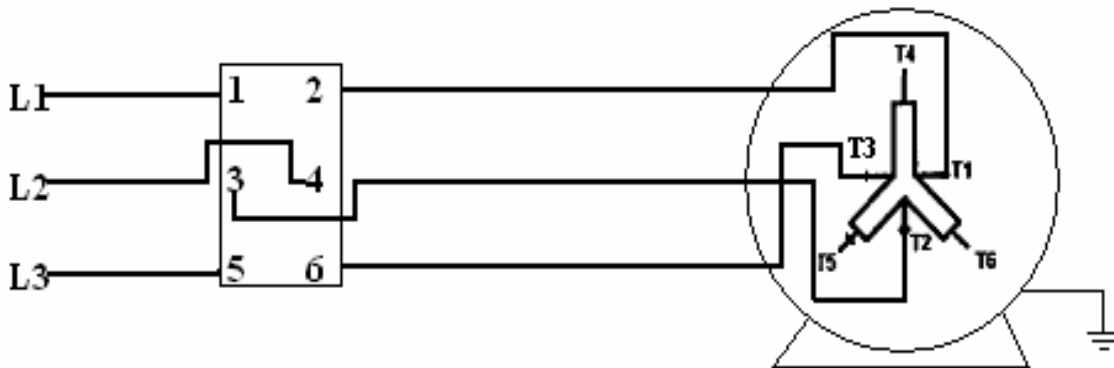


Figura 4.8.1

CONEXIÓN PARA VELOCIDAD BAJA.

Observando el diagrama de la figura 4.8.1, podemos darnos cuenta que, el interruptor de tambor, conmutara las terminales de alimentación T_1 y T_2 , y este cambio hace que se invierta el sentido de giro de el motor.

La velocidad baja se obtiene alimentando las terminales T_1 , T_2 y T_3 , Y las terminales T_4 , T_5 y T_6 se dejan Libres.

INVERSIÓN DE MARCHA CON INTERRUPTOR DE TAMBOR

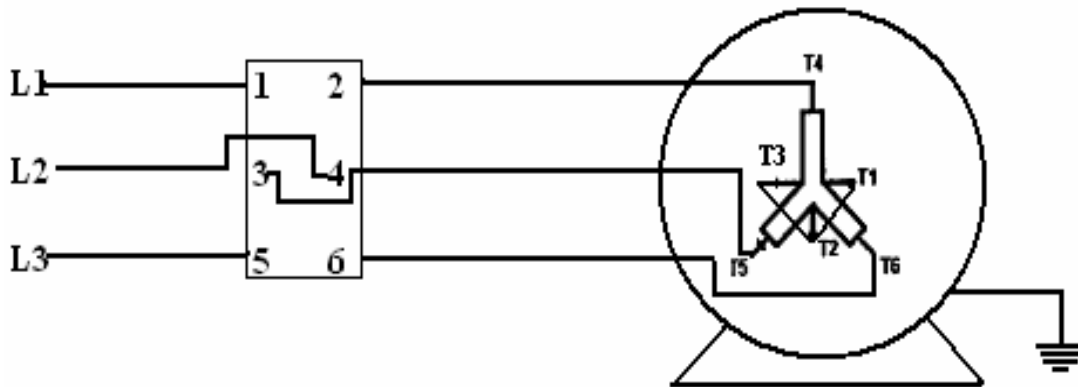


Figura 4.8.2

CONEXIÓN PARA VELOCIDAD ALTA.

Para obtener la velocidad alta. Tenemos que alimentar las terminales T_4 , T_5 y T_6 , Y las terminales T_1 , T_2 y T_3 se tienen que cortocircuitar. (Figura 4.8.2)

4.9 INVERSIÓN DE MARCHA DE UN MOTOR DE FASE PARTIDA DE ARRANQUE POR CAPACITOR, CON DOS CONTACTORES,

La utilización de contactores para la inversión de marcha, proporciona una gran ventaja, ya que a diferencia de el interruptor de tambor, en donde la inversión es en forma manual, con los contactores se puede hacer en forma semiautomática o automatita.

A continuación se muestra un sistema de control y un sistema de fuerza. El sistema de control es el que gobierna al sistema de fuerza y es donde se reciben las señales de arranque, paro y reversa, procesándose para realizar la secuencia de control de inversión de marcha.

El funcionamiento del sistema de control de la figura 4.9.1, se describe a continuación. Al oprimir el botón de arranque se energiza la bobina del contactor uno y esta cierra su contacto de enclave para sostener el sistema de control, al mismo tiempo cierra sus contactos en el sistema de fuerza, mandando la alimentación hacia el motor y este

comienza a trabajar en sentido horario, si se oprimiera el botón de reversa cuando esta trabajando el motor en sentido horario, no pasaría absolutamente nada. Porque el contactor uno, esta bloqueando la bobina del contactor dos, evitando que se energice. Para invertir el sentido de giro primeramente tenemos que oprimir el botón de paro y posteriormente oprimir el botón de reversa. De igual manera el contactor dos al energizarse se enclava, bloqueando la bobina del contactor uno y manda la alimentación al motor, para que trabaje en sentido antihorario.

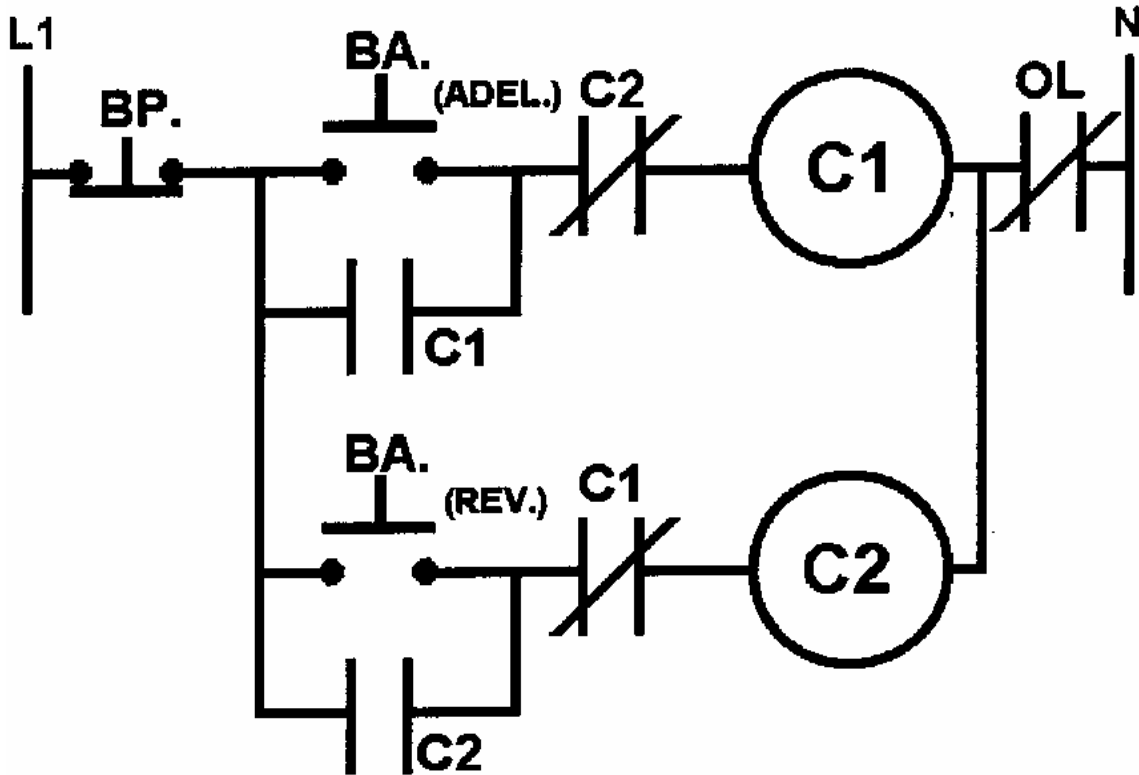
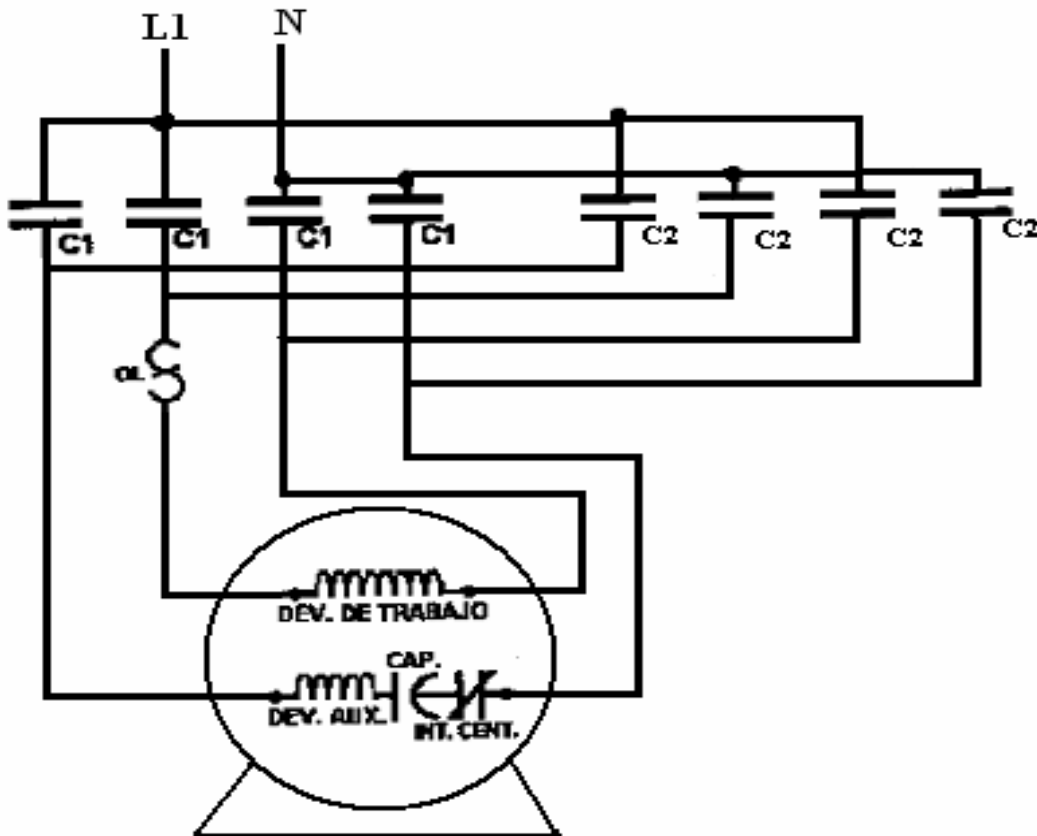


Figura 4.9.1

SISTEMA DE CONTROL REVERSIBLE

El sistema de fuerza funciona de la siguiente manera, cuando el contactor uno de energiza cierra sus contactos, mandando la alimentación hacia el motor en forma independiente para cada devanado, poniendo en marcha al motor en sentido horario, cuando el contactor dos se energiza mandando la alimentación hacia el motor, pero ahora cambia, las terminales de alimentación del devanado de trabajo, invirtiendo su polaridad en éste, por lo que ahora el motor gira en sentido anti horario.(figura 4.9.3)

SISTEMA DE FUERZA REVERSIBLE.



Figuras 4.9.2

4.10 INVERSIÓN DE MARCHA DE UN MOTOR DE FASE PARTIDA CON CAPACITOR PERMANENTE, CON DOS CONTACTORES.

El funcionamiento del siguiente sistema de control;(figura 4.10.1) se describe a continuación. Al oprimir el botón de arranque se energiza la bobina del contactor uno y esta cierra su contacto de enclave para sostener el sistema de control, al mismo tiempo cierra sus contactos en el sistema de fuerza, mandando la alimentación hacia el motor y este comienza a trabajar en sentido horario, si se oprimiera el botón de reversa cuando esta trabajando el motor en sentido horario, no pasaría absolutamente nada. Porque el contactor uno esta bloqueando la bobina del contactor dos, evitando que se energice. Para invertir el sentido de giro primeramente tenemos que oprimir el botón de paro y posteriormente oprimir el botón de reversa. De igual manera el contactor dos al energizarse se enclava, bloqueando la bobina del contactor uno y manda la alimentación al motor, para que trabaje en sentido antihorario.

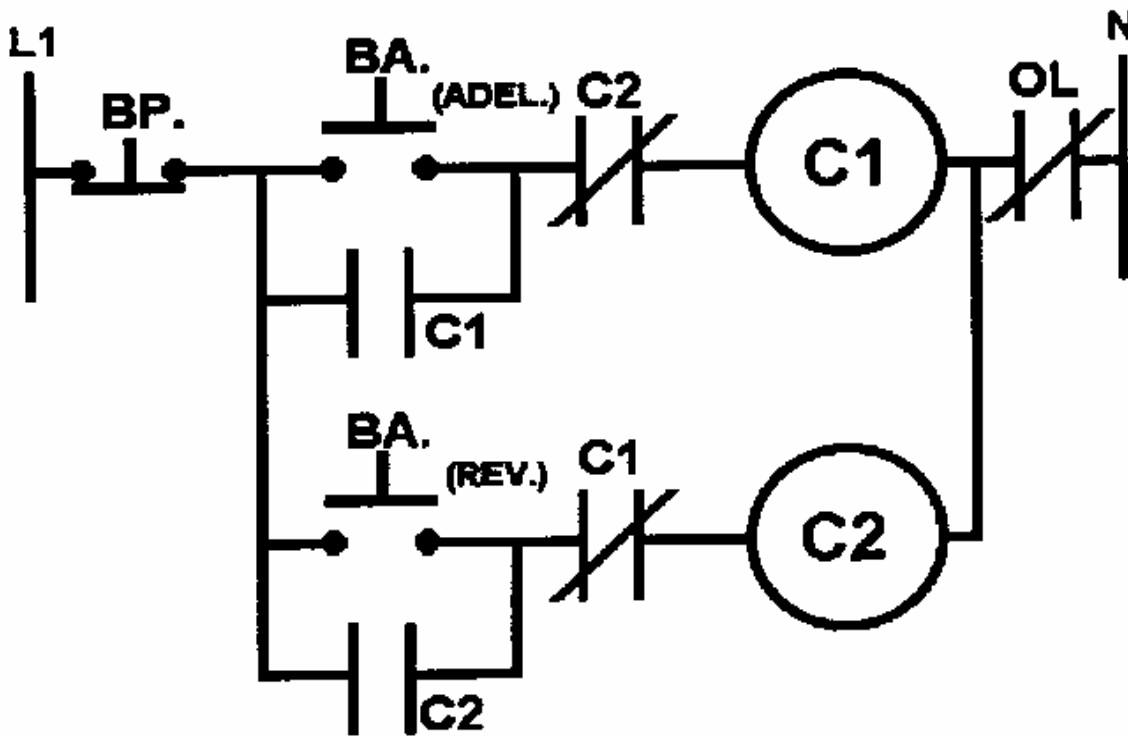


Figura 4.10.1

SISTEMA DE CONTROL REVERSIBLE.

El sistema de fuerza funciona de la siguiente manera, cuando el contactor uno de energiza cierra sus contactos, mandando la alimentación hacia el motor en forma independiente para cada devanado, poniendo en marcha al motor en sentido horario, cuando el contactor dos se energiza mandando la alimentación hacia el motor, pero ahora cambia, las terminales de alimentación del devanado de trabajo, invirtiendo su

polaridad en éste, por lo que ahora e motor gira en sentido anti horario. (Figura 4.10.2)

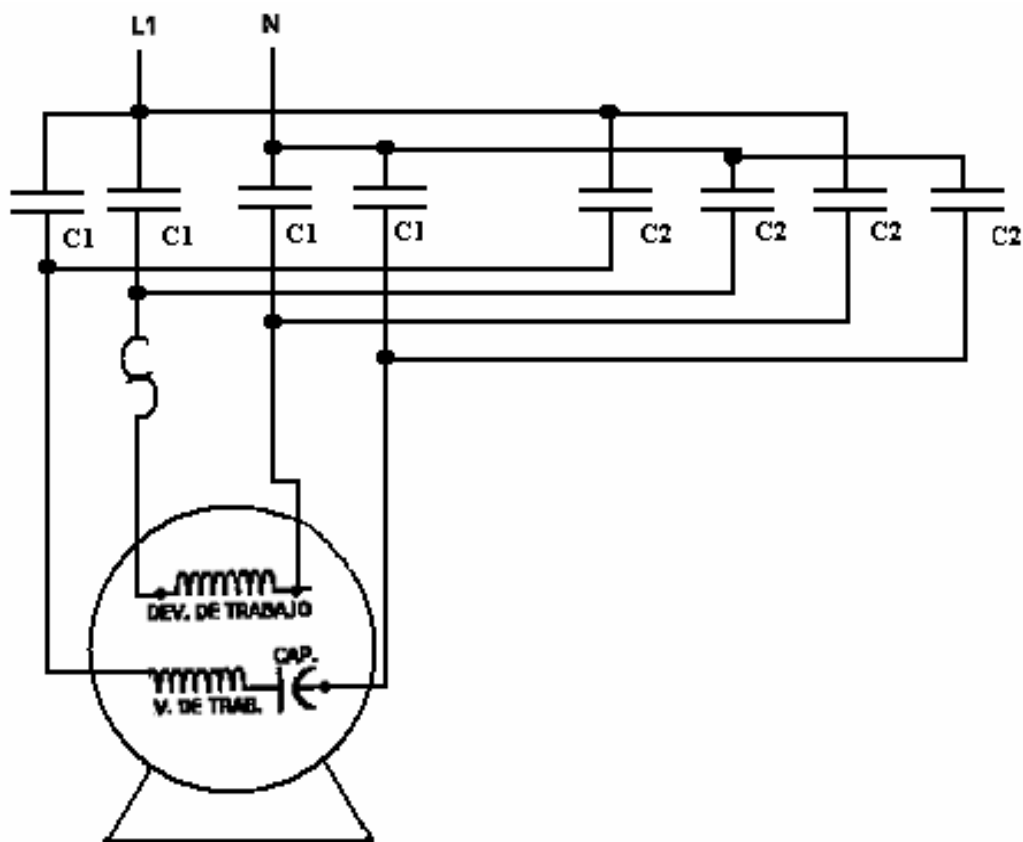


Figura 4.10.2

SISTEMA DE FUERZA REVERSIBLE.

4.11 INVERSIÓN DE MARCHA DE UN MOTOR UNIVERSAL, CON DOS CONTACTORES.

El funcionamiento del diagrama de la figura 4.11.1 siguiente se describe a continuación. Al oprimir el botón de arranque se energiza la bobina del contactor uno y esta cierra su contacto de enclave para sostener el sistema de control, al mismo tiempo cierra sus contactos en el sistema de fuerza, mandando la alimentación hacia el motor y este comienza a trabajar en sentido horario, si se oprimiera el botón de reversa cuando esta trabajando el motor en sentido horario, no pasaría absolutamente nada. Porque el contactor uno esta bloqueando la bobina del contactor dos, evitando que se energice. Para invertir el sentido de giro primeramente tenemos que oprimir el botón de paro y posteriormente oprimir el botón de reversa. De igual manera el contactor dos al energizarse se enclava, bloqueando la bobina del contactor uno y manda la alimentación al motor, para que trabaje en sentido antihorario.

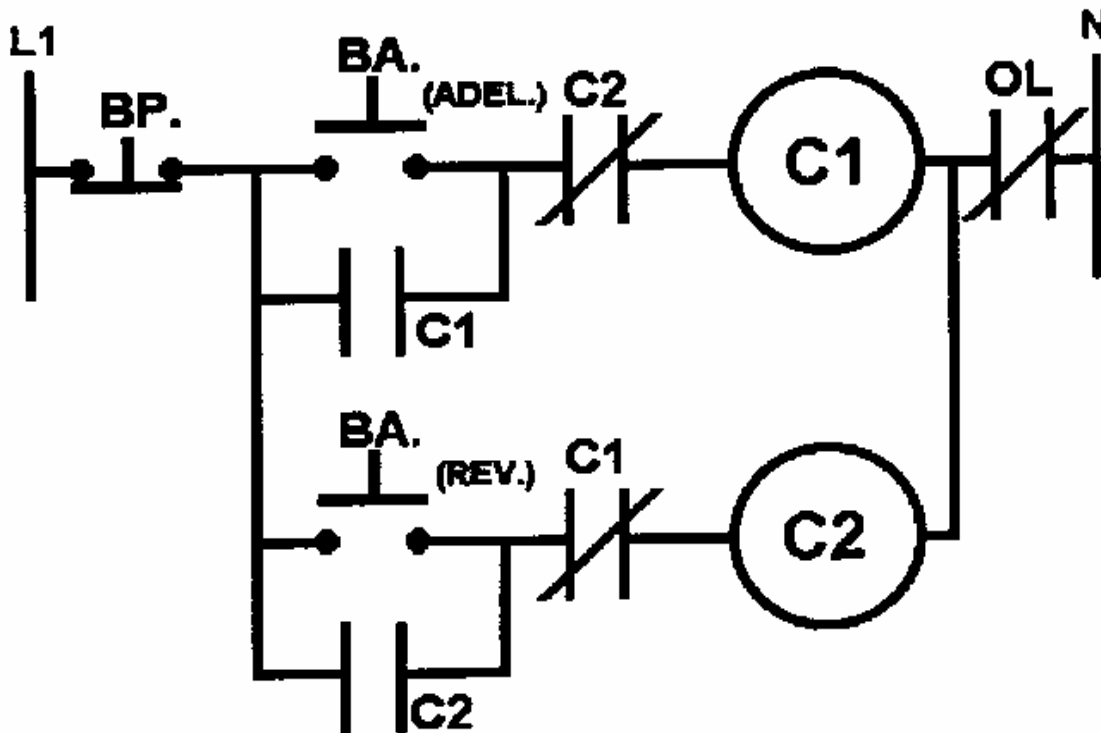


Figura 4.11.1

SISTEMA DE CONTROL REVERSIBLE

SISTEMA DE FUERZA REVERSIBLE PARA UN MOTOR UNIVERSAL.

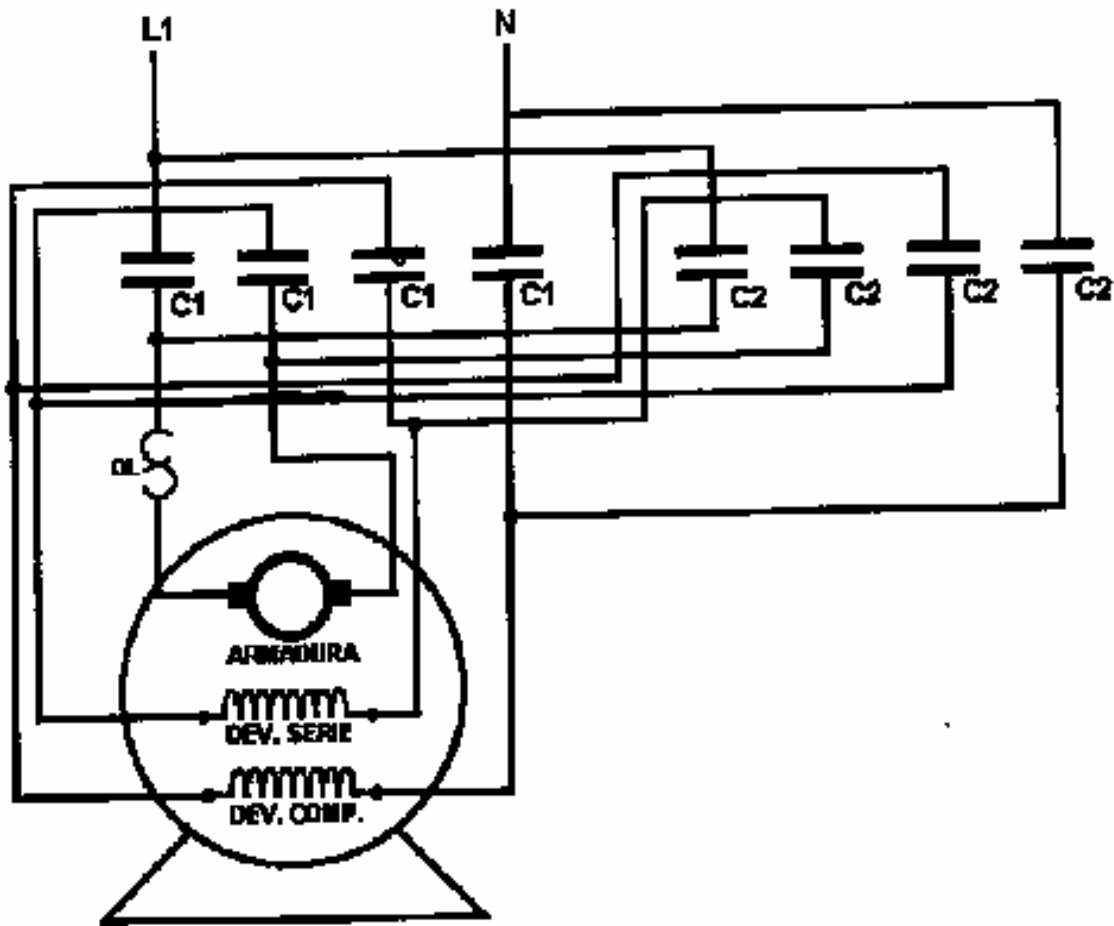
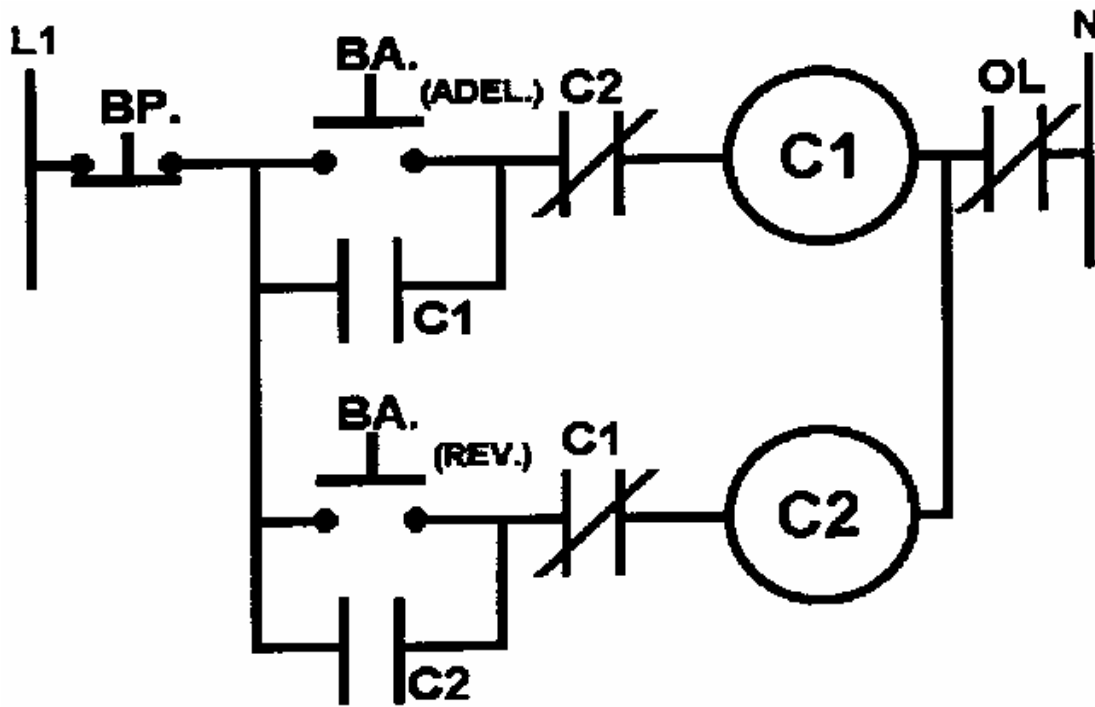


Figura 4.11.2

Cuando el contactor uno se energiza cierra sus contactos de mandando la alimentación hacía el motor en forma independiente para cada devanado, poniendo en marcha al motor en sentido horario, cuando el contactor dos se energiza manda la alimentación hacia el motor, pero ahora cambia las terminales de alimentación del devanado serie, invirtiendo su polaridad en este, por lo que ahora el motor gira en sentido antihorario. (Figura 4.11.2)

4.12 INVERSIÓN DE MARCHA DE UN MOTOR DE CORRIENTE DIRECTA, CON DOS CONTACTORES.

El funcionamiento del siguiente sistema de control, (Figuras 4.12.1) se describe a continuación. Al oprimir el botón de arranque se energiza la bobina del contactor uno y esta cierra su contacto de enclave para sostener el sistema de control, al mismo tiempo cierra sus contactos en el sistema de fuerza, mandando la alimentación hacia el motor y este comienza a trabajar en sentido horario, si se oprimiera el botón de reversa cuando esta trabajando el motor en sentido horario, no pasaría absolutamente nada. Porque el contactor uno esta bloqueando la bobina del contactor dos, evitando que se energice. Para invertir el sentido de giro primeramente tenemos que oprimir el botón de paro y posteriormente oprimir el botón de reversa. De igual manera el contactor dos al energizarse se enclava, bloqueando la bobina del contactor uno y manda la alimentación al motor, para que trabaje en sentido antihorario.



Figuras 4.12.1

SISTEMA DE CONTROL REVERSIBLE

SISTEMA DE FUERZA REVERSIBLE, PARA UN MOTOR DE CORRIENTE DIRECTA EN CONEXIÓN EN SERIE.

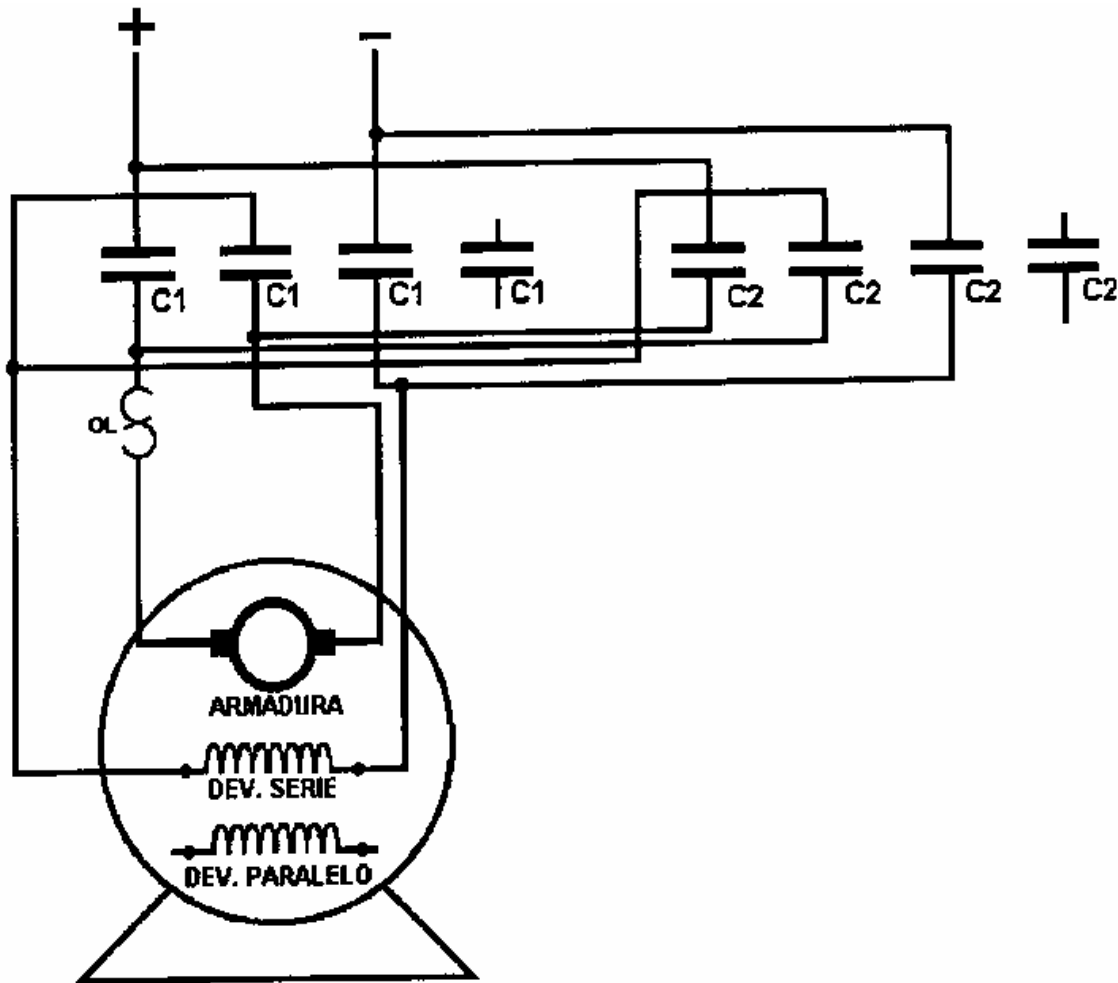


Figura 4.12.2

El sistema de fuerza de la figura 4.12.2, funciona de la siguiente manera, cuando el contactor uno de energiza cierra sus contactos, mandando la alimentación hacia el motor en forma independiente para cada devanado, poniendo en marcha al motor en sentido horario, cuando el contactor dos se energiza mandando la alimentación hacia el motor, pero ahora cambia, las terminales de alimentación del devanado de serie, invirtiendo su polaridad en éste, por lo que ahora el motor gira en sentido anti horario.

SISTEMA DE FUERZA REVERSIBLE, PARA UN MOTOR DE CORRIENTE DIRECTA EN CONEXIÓN EN PARALELO.

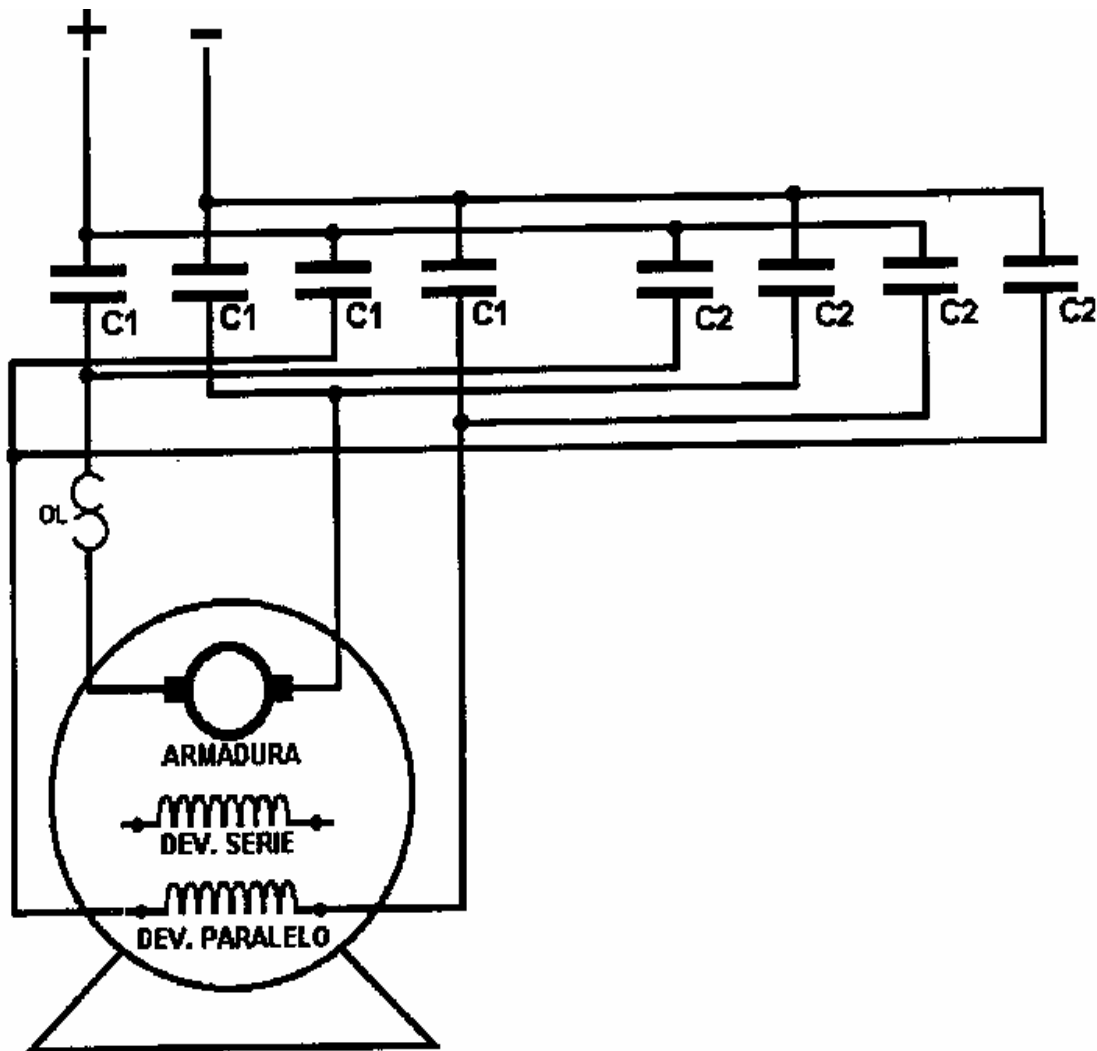
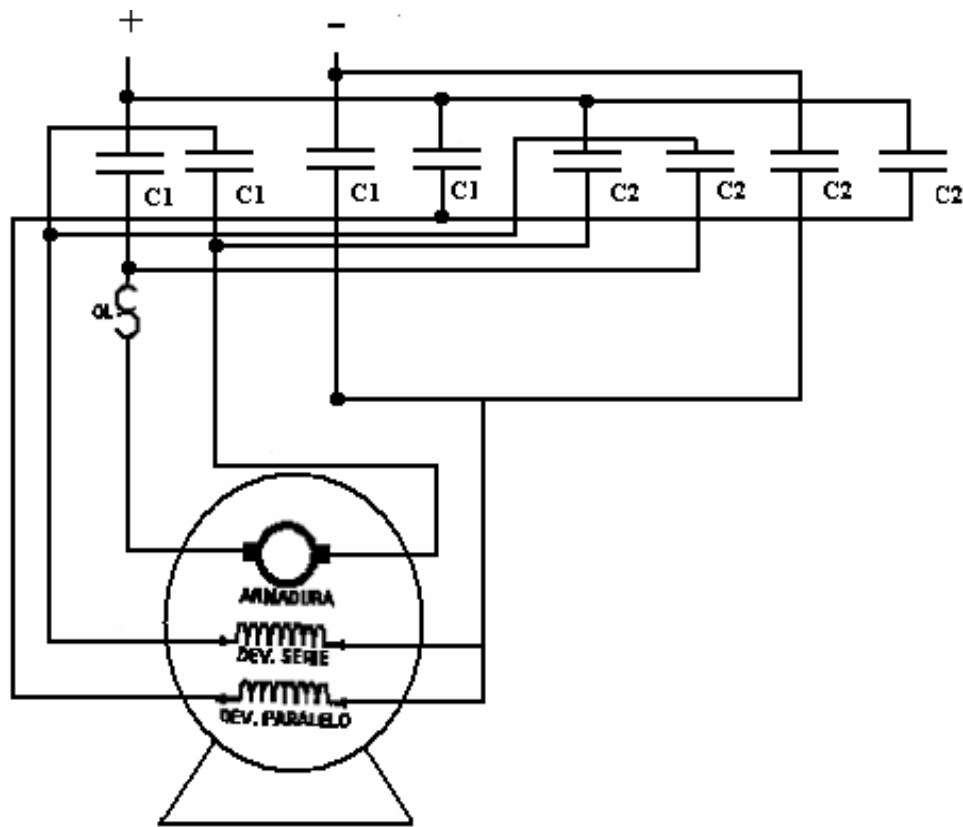


Figura 4.12.3

El sistema de fuerza funciona de la siguiente manera, cuando el contactor uno de energiza cierra sus contactos, mandando la alimentación hacia el motor en forma independiente para cada devanado, poniendo en marcha al motor en sentido horario, cuando el contactor dos se energiza mandando la alimentación hacia el motor, pero ahora cambia, las terminales de alimentación del devanado paralelo, invirtiendo su polaridad en éste, por lo que ahora el motor gira en sentido anti horario. (Figura 4.12.3)

SISTEMA DE FUERZA REVERSIBLE PARA UN MOTOR DE CORRIENTE DIRECTA EN CONEXIÓN MIXTA.



Figuras 4.12.4

El sistema de fuerza funciona de la siguiente manera, cuando el contactor uno de energiza cierra sus contactos, mandando la alimentación hacia el motor en forma independiente para cada devanado, poniendo en marcha al motor en sentido horario, cuando el contactor dos se energiza mandando la alimentación hacia el motor, pero ahora cambia, las terminales de alimentación del devanado serie, invirtiendo su polaridad en éste, por lo que ahora el motor gira en sentido anti horario. (Figura 4.12.4)

4.13 INVERSION DE MARCHA DE UN MOTOR JAULA DE ARDILLA CON DOS CONTACTORES.

El funcionamiento del siguiente sistema de control, (Figura 4.13.1) se describe a continuación. Al oprimir el botón de arranque se energiza la bobina del contactor uno y esta cierra su contacto de enclave para sostener el sistema de control, al mismo tiempo cierra sus contactos en el sistema de fuerza, mandando la alimentación hacia el motor y este comienza a trabajar en sentido horario, si se oprimiera el botón de reversa cuando esta trabajando el motor en sentido horario, no pasaría absolutamente nada. Porque el contactor uno esta bloqueando la bobina del contactor dos, evitando que se energice. Para invertir el sentido de giro primeramente tenemos que oprimir el botón de paro y posteriormente oprimir el botón de reversa. De igual manera el contactor dos al energizarse se enclava, bloqueando la bobina del contactor uno y manda la alimentación al motor, para que trabaje en sentido antihorario.

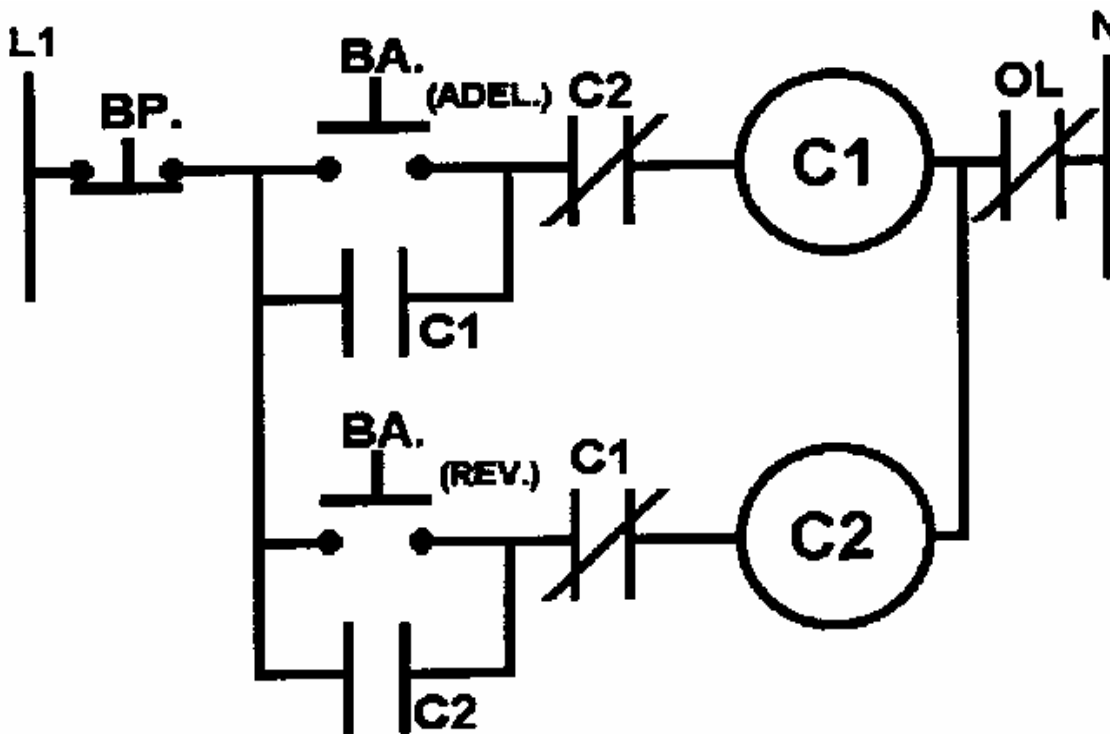


Figura 4.13.1

SISTEMA DE CONTROL REVERSIBLE.

SISTEMA DE FUERZA REVERSIBLE PARA UN MOTOR TRIFÁSICO JAULA DE ARDILLA.

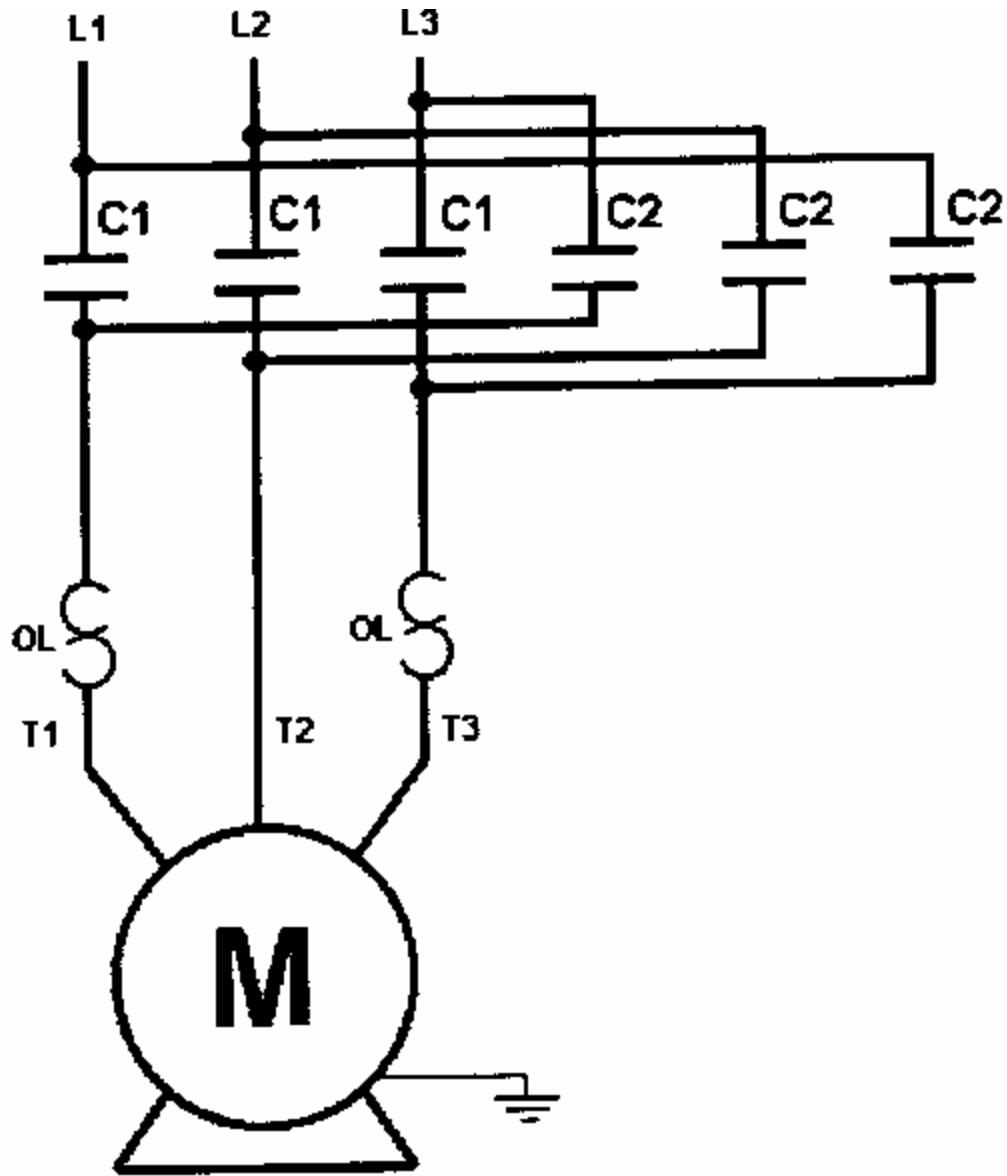


Figura 4.13.2

Cuando se energiza el contactor uno de la figura 4.13.2, cierra sus contactor uno, este cierra sus contactos de fuerza, mandando la alimentación al motor para que arranque en sentido horario, cuando se energiza el contactor dos este cierra sus contactos de fuerza, mandando la alimentación al motor, pero ahora a intercambiado la línea uno por la dos, para que arranque en sentido anti horario.

4.14 INVERSION DE MARCHA DE UN MOTOR SINCRONO, CON DOS CONTRACOTACTORES

SISTEMA DE CONTROL REVERSIBLE.

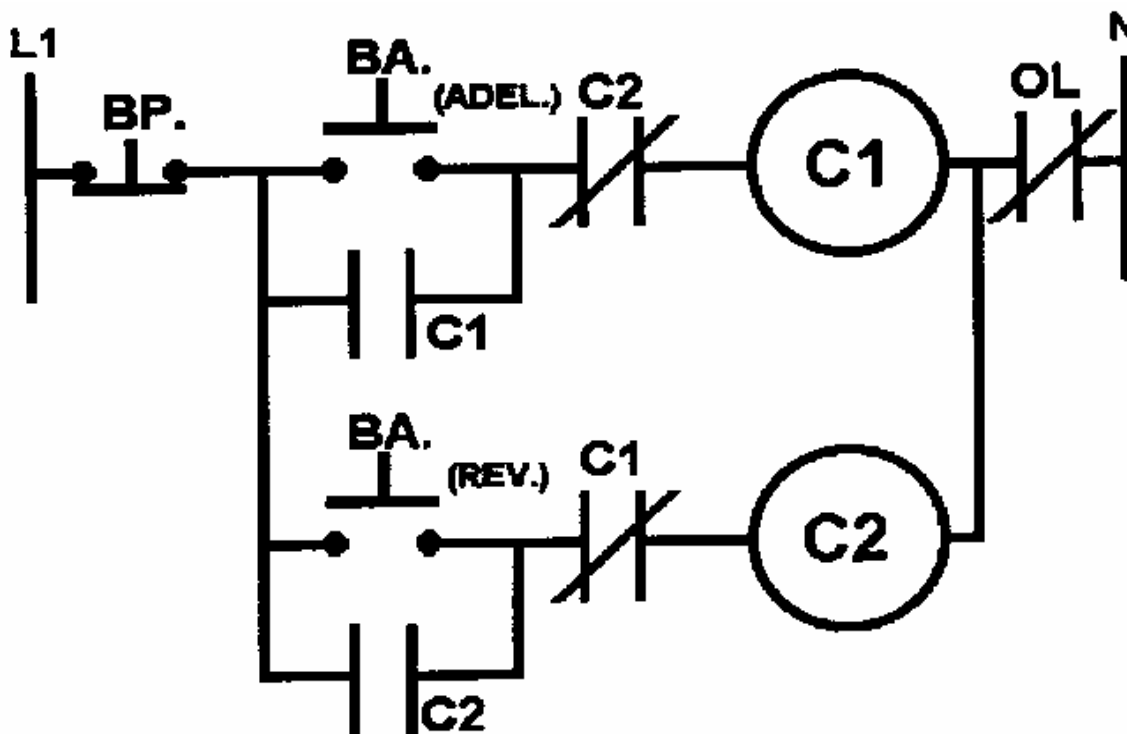


Figura 4.14.1

El funcionamiento del siguiente sistema de control de la figura 4.14.1 se describe a continuación. Al oprimir el botón de arranque se energiza la bobina del contactor uno y esta cierra su contacto de enclave para sostener el sistema de control, al mismo tiempo cierra sus contactos en el sistema de fuerza, mandando la alimentación hacia el motor y este comienza a trabajar en sentido horario, si se oprimiera el botón de reversa cuando esta trabajando el motor en sentido horario, no pasaría absolutamente nada. Porque el contactor uno esta bloqueando la bobina del contactor dos, evitando que se energice. Para invertir el sentido de giro primeramente tenemos que oprimir el botón de paro y posteriormente oprimir el botón de reversa. De igual manera el contactor dos al energizarse se enclava, bloqueando la bobina del contactor uno y manda la alimentación al motor, para que trabaje en sentido antihorario.

Cuando se energiza el contactor uno, (Figura 4.14.2) cierra sus contactos uno, este cierra sus contactos de fuerza, mandando la alimentación al motor para que arranque en sentido horario, cuando se energiza el contactor dos este cierra sus contactos de fuerza, mandando la alimentación al motor, pero ahora a intercambiado la línea uno por la dos, para que arranque en sentido antihorario.

**SISTEMA DE FUERZA REVERSIBLE.
PARA MAQUINA SINCRONA**

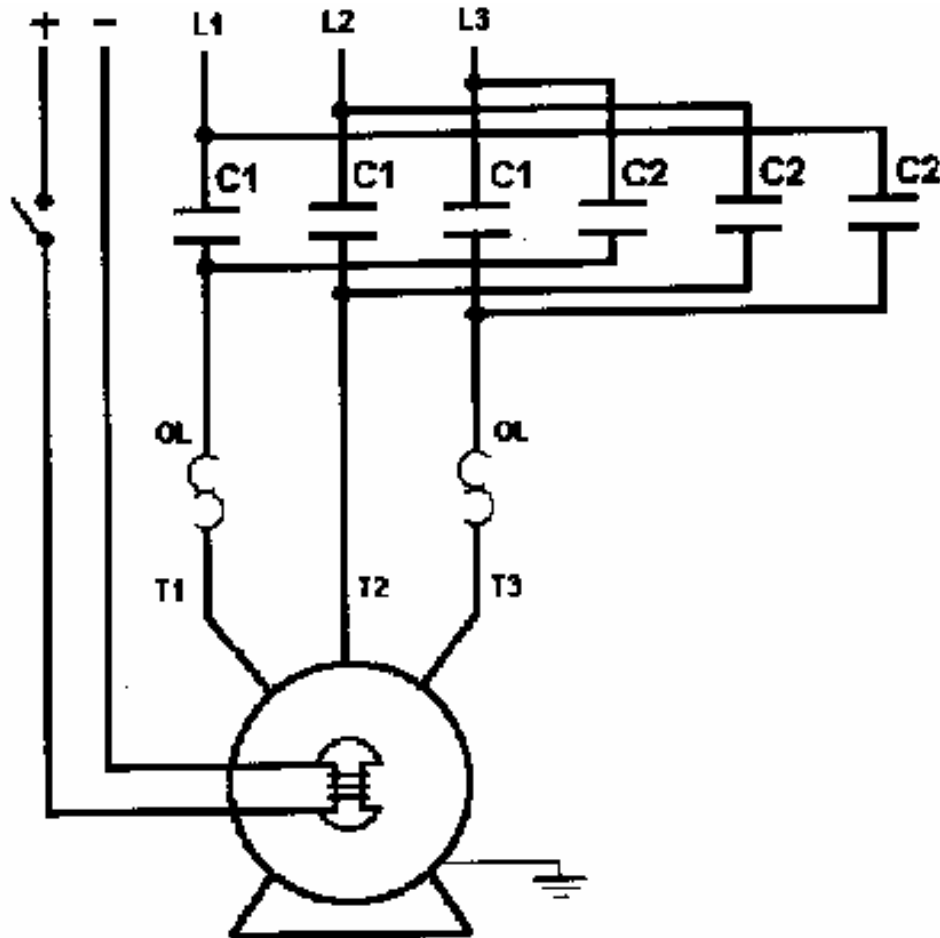


Figura 4.14.2

El rotor se alimenta con 120V corriente directa, esto es para que el rotor alcance la velocidad de sincronismo.

4.15 INVERSION DE MARCHA DE UN MOTOR DE ROTOR DEVANADO CON DOS CONTACTORES.

SISTEMA DE CONTROL REVERSIBLE.

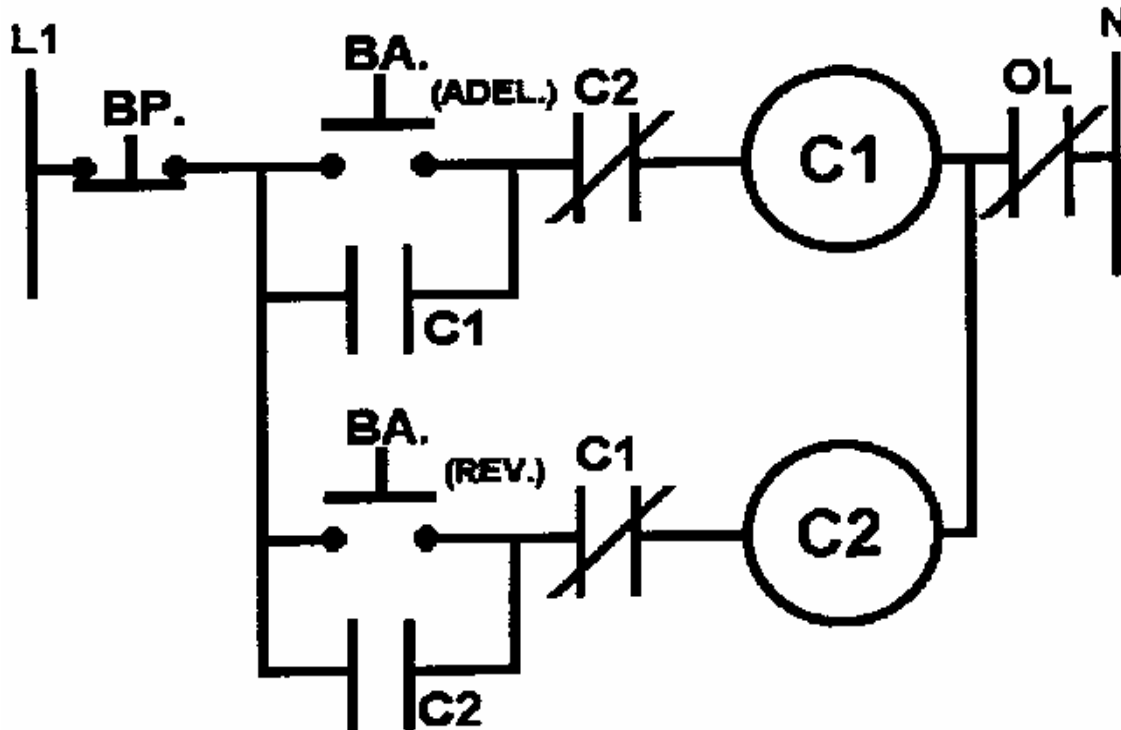


Figura 4.15.1

El funcionamiento del diagrama de la figura 4.15.1, se describe a continuación. Al oprimir el botón de arranque se energiza la bobina del contactor uno y esta cierra su contacto de enclave para sostener el sistema de control, al mismo tiempo cierra sus contactos en el sistema de fuerza, mandando la alimentación hacia el motor y este comienza a trabajar en sentido horario, si se oprimiera el botón de reversa cuando esta trabajando el motor en sentido horario, no pasaría absolutamente nada. Porque el contactor uno esta bloqueando la bobina del contactor dos, evitando que se energice. Para invertir el sentido de giro primeramente tenemos que oprimir el botón de paro y posteriormente oprimir el botón de reversa. De igual manera el contactor dos al energizarse se enclava, bloqueando la bobina del contactor uno y manda la alimentación al motor, para que trabaje en sentido antihorario.

A continuación se describe el funcionamiento del sistema de fuerza. (Figura 4.15.2) Cuando se energiza el contactor uno, cierra sus contactos, este cierra sus contactos

de fuerza, mandando la alimentación al motor para que arranque en sentido horario, cuando se energiza el contactor dos este cierra sus contactos de fuerza, mandando la alimentación al motor, pero ahora a intercambiado la línea uno por la dos, para que arranque en sentido antihorario.

SISTEMA DE FUERZA REVERSIBLE PARA UN MOTOR DE ROTOR DEVANADO.

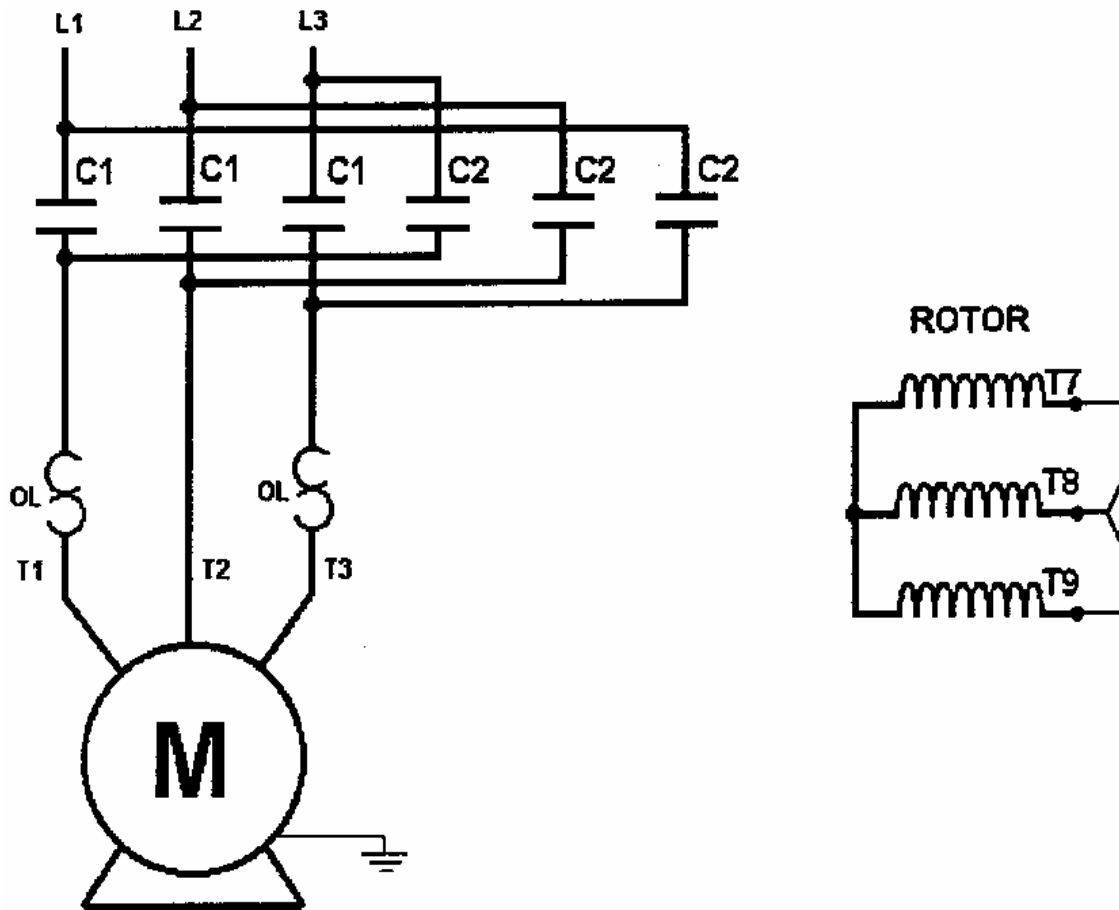


Figura 4.15.2

Las terminales T₇, T₈ y T₉, pertenece al rotor. Estas terminales deben corto circuitarse para que el motor pueda trabajar.

4.16 INVERSIÓN DE MARCHA DE UN MOTOR DE DOS VELOCIDADES DE PAR CONSTANTE, CON 5 CONTACTORES.

El sistema de control esta constituido por cinco contactores y un relevador de control, (figura 4.16.1) al oprimirse el botón de arranque en baja horario, se energizan los contactores uno y dos, sosteniéndose con un enclave de C_2 y bloqueando al relevador de control y a los contactores C_3 , C_4 y C_5 .

Al oprimir el botón de velocidad alta horario, se energizan los contactores tres y cuatro, se sostiene con un enclave de C_3 y este bloquea al relevador y el contactor dos, además C_4 energiza al contactor uno y este bloquea a C_5 .

Al oprimir el botón de arranque en baja antihorario, se energiza el contactor cinco, este se sostiene con su enclave y manda a energizar a C_2 y bloquea a C_1 .

Al oprimirse el botón de velocidad alta antihorario, se energiza el relevador de control uno, este se sostiene con su enclave y manda a energizar a C_5 , C_4 y C_3 además de bloquear a C_1 y C_2 .

Para hacer cualquier cambio de velocidad, siempre tenemos que oprimir el botón de paro.

Los contactos auxiliares de los relevadores de sobre carga, se encuentran conectados en serie a la alimentación del sistema de control, esto es con el propósito de desenergizar todo el sistema, en caso de una falla por sobrecarga, en cualquiera de las dos velocidades.

Este sistema de control esta provisto de dos pares de relevadores de sobrecarga, un par es para la protección de la velocidad bajas y el segundo par la velocidad alta.

SISTEMA DE CONTROL REVERSIBLE, PARA UN MOTOR DE DOS VELOCIDADES DE PAR CONSTANTE.

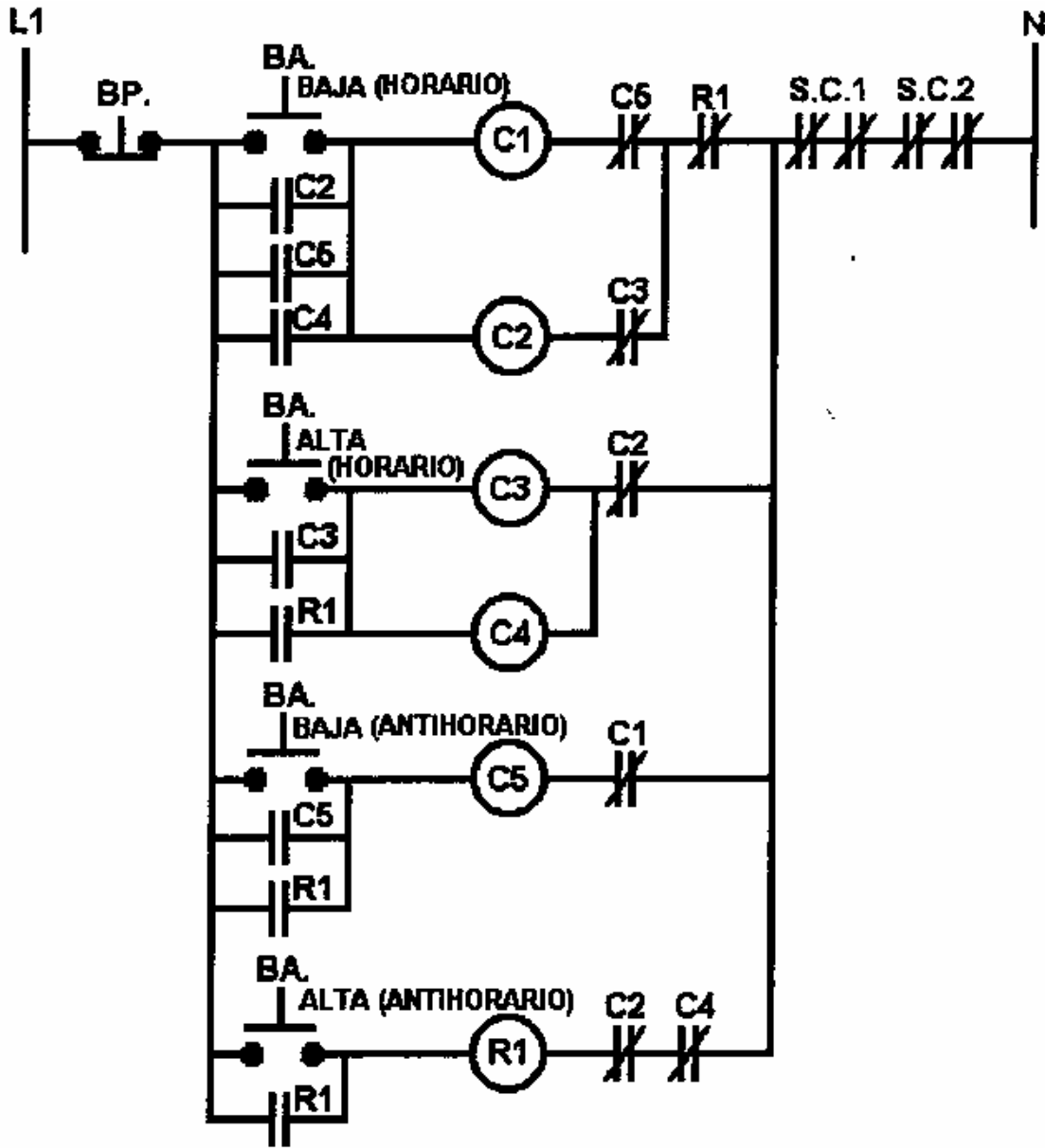


Figura 4.16.1

A continuación se describe el funcionamiento del sistema de fuerza del diagrama de la figura 4.16.2 del motor de dos velocidades de par constante.

Los contactores uno y cinco están designados para la inversión de marcha, el uno es para el sentido horario y el dos es para el sentido antihorario.

El contactor numero dos esta designado para la velocidad baja.

Los contactores tres y cuatro están designados para al velocidad alta.

Para que el motor trabaje en sentido horario y velocidad baja, tienen que cerrar sus platinos los contactores uno y dos.

Para que el motor trabaje en sentido horario y velocidad alta, tienen que cerrar sus platinos los contactos uno, tres y cuatro.

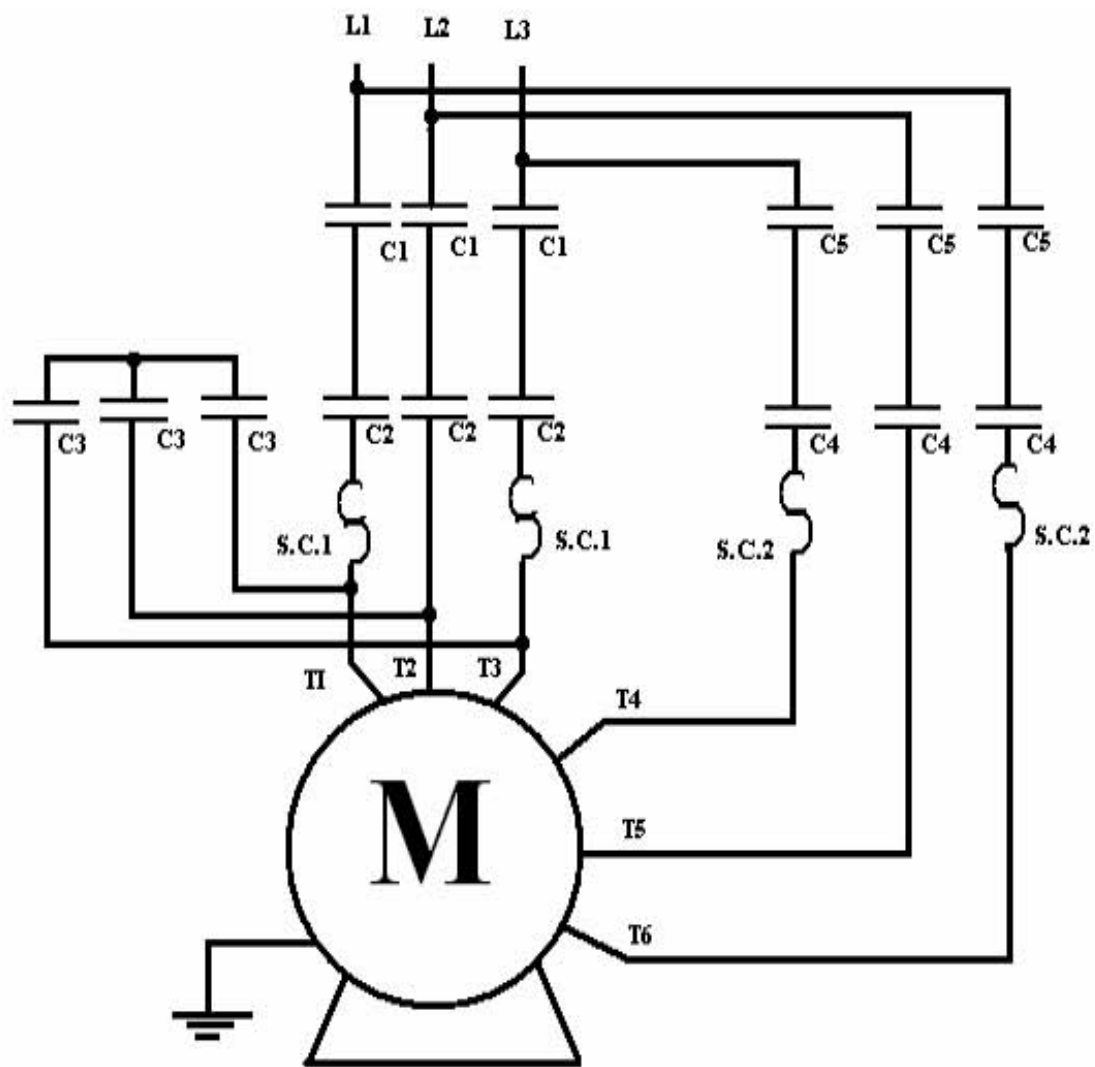
Para que el motor trabaje en sentido antihorario y velocidad baja, tienen que cerrar sus platinos los contactores cinco y dos.

Para que el motor trabaje en sentido antihorario a velocidad alta, tienen que cerrar sus platinos los contactores cinco, tres y cuatro.

Para realizar el cambio de conexión, para las velocidades ya no es en forma manual si no en forma automática a través de los contactores.

Cuando se utilizan dispositivos electromagnéticos como es el caso de los contactores. Nos permite realizar secuencias de control y fuerza muy complejas en forma semiautomática o automática

SISTEMA DE FUERZA PARA LA INVERSIÓN DE MARCHA DE UN MOTOR DE DOS VELOCIDADES DE PAR CONSTANTE.



CAPITULO V

ARRANQUE A TENSIÓN REDUCIDA.

5.1. OPERACIÓN DE LOS RELEVADORES DE TIEMPO.

Los relevadores de tiempo también son conocidos por temporizadores o timers, existen dos tipos, (Figura 5.1.1) de relevadores de tiempo, el primero es el on-delay y el segundo es el off-delay.

TEMPORIZADOR “ON-DELAY”.

Este tipo de timer comienza a contar el tiempo cuando su bobina esta energizada, al termino del tiempo, conmuta sus contactos, y cuando se desenergiza, conmuta en forma instantánea, volviendo a su estado original.

TEMPORIZADOR “OFF-DELAY”

Este timer comienza a contar el tiempo cuando se desenergiza su bobina, al energizar su bobina conmuta instantáneamente sus contactores, al termino del tiempo vuelve a conmutar para regresar a su estado original.

TIMER	N.C.	N.A.
ON-DELAY		
OFF-DELAY		

Figura 5.1.1

TABLA DE CONTACTOS.

SISTEMAS DE CONTROL, CON TIMER ON-DELAY.

La descripción de los sistemas de control con temporizadores on-delay es la siguiente, al oprimir el botón de arranque se energiza el motor (C₁) y este trabaja durante diez segundos, al término de este tiempo el motor para en forma automática. (Figura 5.1.2)

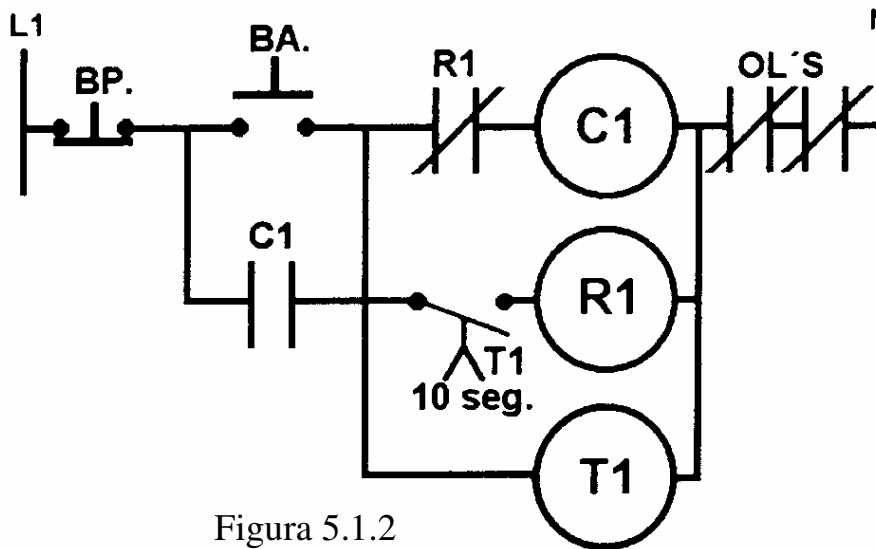


Figura 5.1.2

SISTEMA SE CONTROL CON CONTACTO N. A. ON-DELAY.

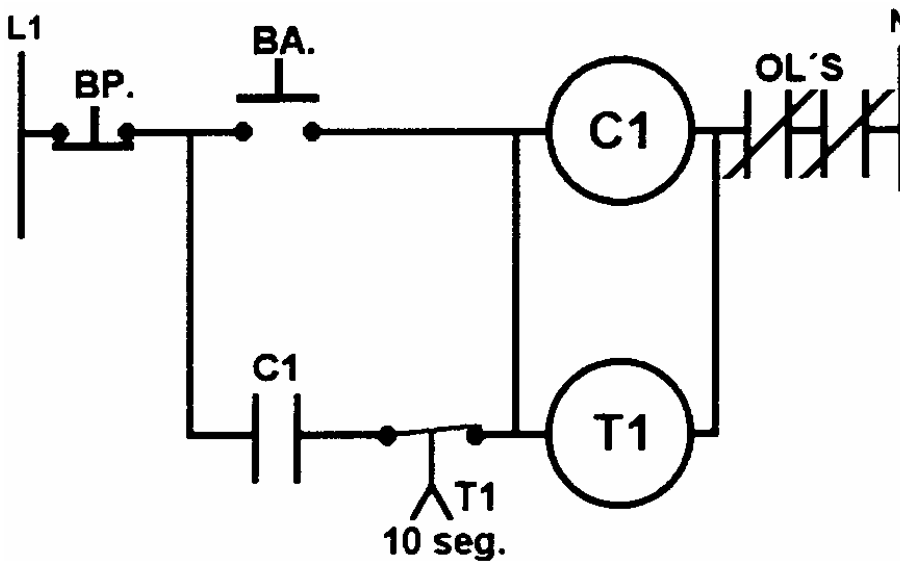


Figura 5.1.3

**SISTEMA DE CONTROL CON CONTACTO N. C. ON-DELAY
SISTEMAS DE CONTROL, CON TIMER OFF-DELAY.**

La descripción de los sistemas de control con temporizadores on-delay es la siguiente, (Figura 5.1.4) al oprimir el botón de arranque se energiza el motor (C₁) y este trabaja durante diez segundos, al término de este tiempo el motor para en forma automática.

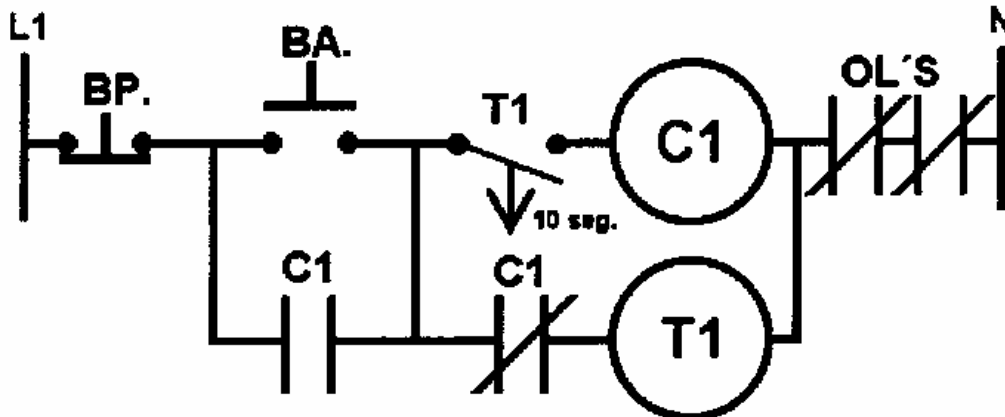


Figura 5.1.4

SISTEMA SE CONTROL CON CONTACTO N. A. OFF-DELAY.

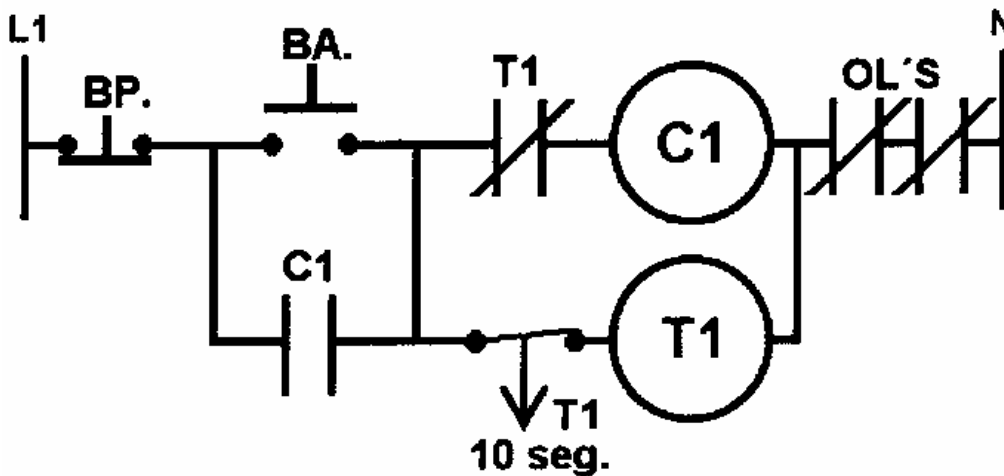


Figura 5.1.5

SISTEMA DE CONTROL CON CONTACTO N. C. OFF-DELAY

5.2 ARRANQUE DE UN MOTOR DE ROTOR DEVENEDO, POR RESISTENCIAS SECUNDARIA.

Se les llama resistencias secundaria por que estas no van conectadas a las líneas de alimentación, si no a los devanados del rotor,

Este sistema de arranque no es considerado tensión reducida, ya que la tensión de la fuente de alimentación es la misma que la que llega al motor.

La regulación del par de arranque se logra conectando las resistencias a los devanados del rotor, con esto se disminuye la corriente inducida en el rotor y en consecuencia se disminuye la intensidad del campo un par bajo, posteriormente se desconecta el primer banco de resistencias ocasionando que el motor aumenta su velocidad, y así sucesivamente se van desconectando todos los bancos de resistencias, hasta que el motor alcance su velocidad nominal.

El sistema de control de la figura 5.1.2, esta constituido por un botón de paro, un botón de arranque, cuatro contactores, tres temporizadores y sus contactos auxiliares de los relevadores de sobre carga.

Al oprimir el botón de arranque, se energiza el contactor uno, el cual cierra su contacto de enclave para sostener al sistema de control, al mismo tiempo se energiza el temporizador uno, el cual comienza a contar su tiempo que es de cinco segundos, al termino de este, cierra su contacto, energizando al contactor dos y el temporizador dos, comienza a contar su tiempo el cual es de cinco segundos. Al término de este, cierra su contacto, energizando al contactor tres y al temporizador tres, el cual empieza a contar su tiempo, que es de cinco segundos y al término de este, cierra su contacto energizando al contactor cuatro, dando por terminada la secuencia de control. El sistema de control se quedara trabajando por tiempo indefinido, hasta que se oprima el botón de paro y entonces todos los dispositivos volverán a su posición de reposo.

Los contactos auxiliares están conectados en serie con el sistema de control para poderlo desconectar en caso de que se presente una falla en el motor, por sobre carga.

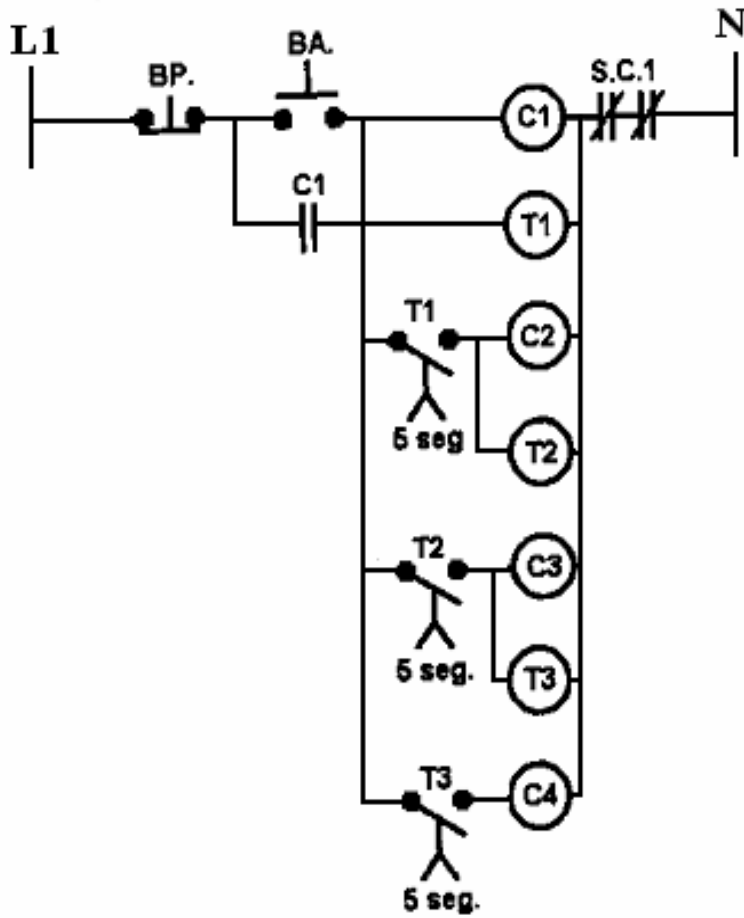


Figura 5.2.1

SISTEMA DE CONTROL PARA EL ARRANQUE A TENSION POR RESISTENCIAS SECUNDARIA.

SISTEMA DE FUERZA POR RESISTENCIAS SECUNDARIA PARA MOTOR DE ROTOR DEVANADO.

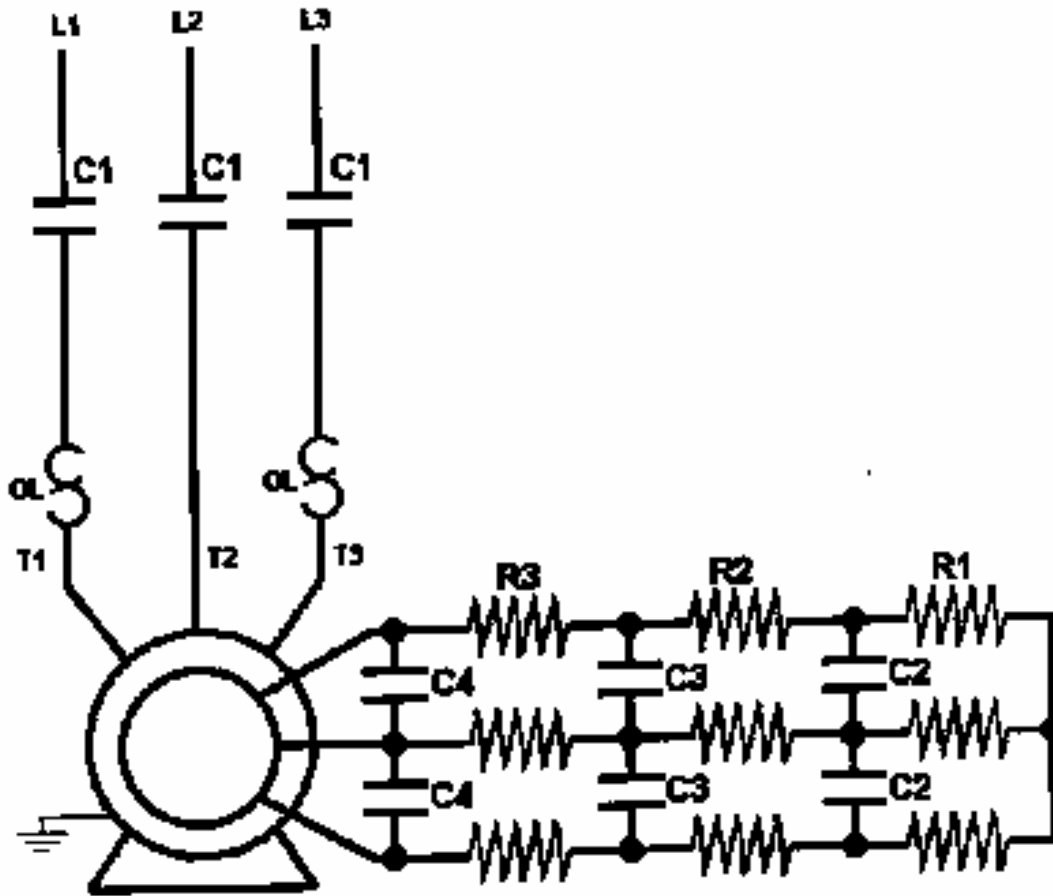


Figura 5.2.2

Cuando el sistema de control inicia su funcionamiento, el contactor uno de la figura 5.2.2 cierra sus platinos en el sistema de fuerza mandándole alimentación al motor, y comience a trabajar teniendo un par de arranque suave y una baja velocidad, ya que en el rotor se encuentra conectados tres bancos de resistencias, los cuales serán eliminados en lapsos de cinco segundos, primeramente, cinco segundos después de haber arrancado el moto, el contactor dos cierra sus contactos de fuerza para eliminar el primer grupo de resistencias (R_1), ocasionando que el motor aumente sus velocidad, otros cinco segundos después el contactor tres cierra sus contactos de fuerza eliminando al segundo grupo de resistencias (R_2), el motor vuelve a aumentar su velocidad, otros cinco segundos después el contactor cuatro cierra sus contactos de fuerza eliminando el ultimo grupo de resistencias (R_3). Alcanzando el motor su velocidad nominal.

5.3 ARRANQUE A TENSIÓN REDUCIDA DE UN MOTOR TRIFÁSICO JAULA DE ARDILLA, POR RESISTENCIAS PRIMARIAS.

Se le llama resistencias primarias, porque van conectadas entre las líneas de alimentación y el motor.

La tensión reducida se utiliza a partir de que el motor tenga una potencia de diez caballos de fuerza, o más

El propósito de utilizar tensión reducida es la de disminuir al máximo la corriente de Arranque de los motores de gran capacidad ya que estas corrientes provocan disturbios en los circuitos derivados. Uno de los problemas que pueden ocasionar estas elevadas corrientes de arranque, es por ejemplo que los relevadores, arrancadores, contactores, etc. Que se encuentran en los circuitos derivados de este sistema de fuerza, se desenergizaran por la baja corriente.

En este sistema de arranque a tensión reducida se utilizan las resistencias para disminuir la tensión de las líneas de alimentación, ya que como se sabe las resistencias conectadas en serie provocan caídas de tensión.

El sistema de control esta constituido por un botón de paro uno de arranque, dos contactores y un relevador de Tiempo, además de los contactos auxiliares de los relevadores de sobrecarga.

Al oprimir el botón de arranque, de la figura 5.3.1, se energiza el contactor uno, cerrando su contacto de enclave para sostener al sistema de control, al mismo tiempo se energiza el temporizador, el cual comienza a contar su tiempo, cinco segundos después cierra su contacto energizando al contactor dos, el sistema de control se queda operando por tiempo indefinido, hasta que se oprima el botón de paro, y los dispositivos controladores vuelvan a su posición de reposo.

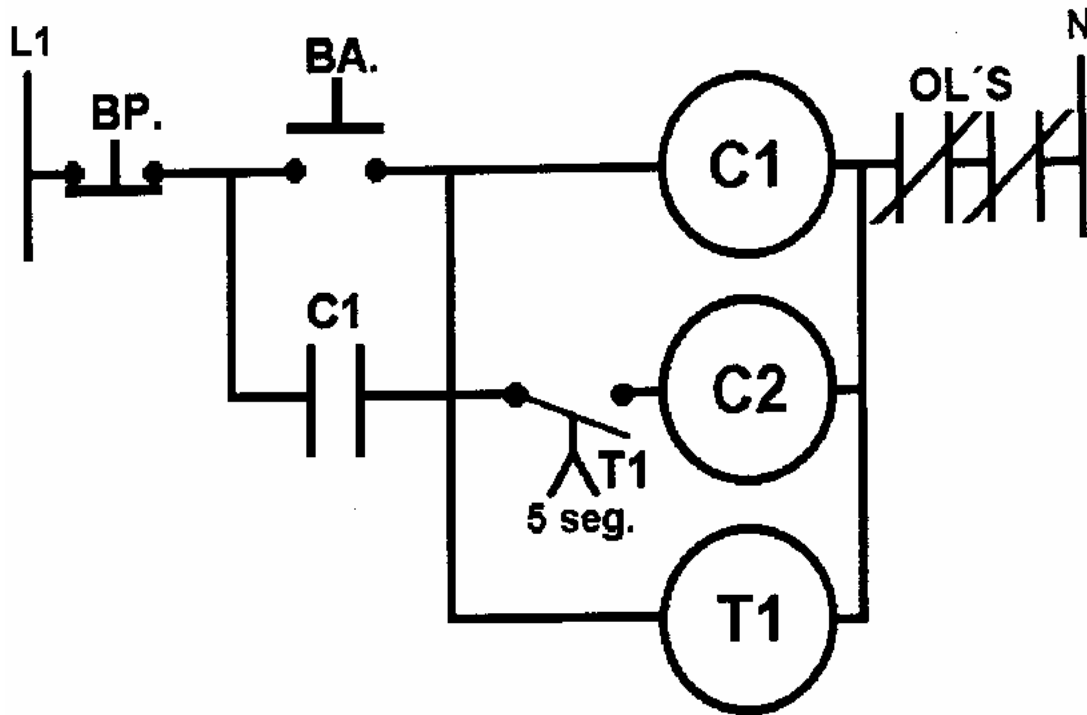


Figura 5.3.1

SISTEMA DE FUERZA PARA TENSIÓN REDUCIDA POR RESISTENCIAS PRIMARIAS.

El sistema de fuerza,(Figura 5.3.2) esta provisto de contactos, de los contactores uno y dos, tres resistencias primarias y un par de elementos térmicos, como protección contra sobre carga.

Cuando el sistema de control inicia su funcionamiento, el contactor uno cierra sus platinos en el sistema de fuerza, mandándole alimentación al motor a través de las resistencias, y comience a trabajar teniendo un par de arranque suave y una baja velocidad, posteriormente cuando el motor a alcanzado aproximadamente el 75% de su velocidad nominal, el contactor dos cierra sus contactos de fuerza para desconectar las resistencias y el motor alcanza su máxima velocidad.

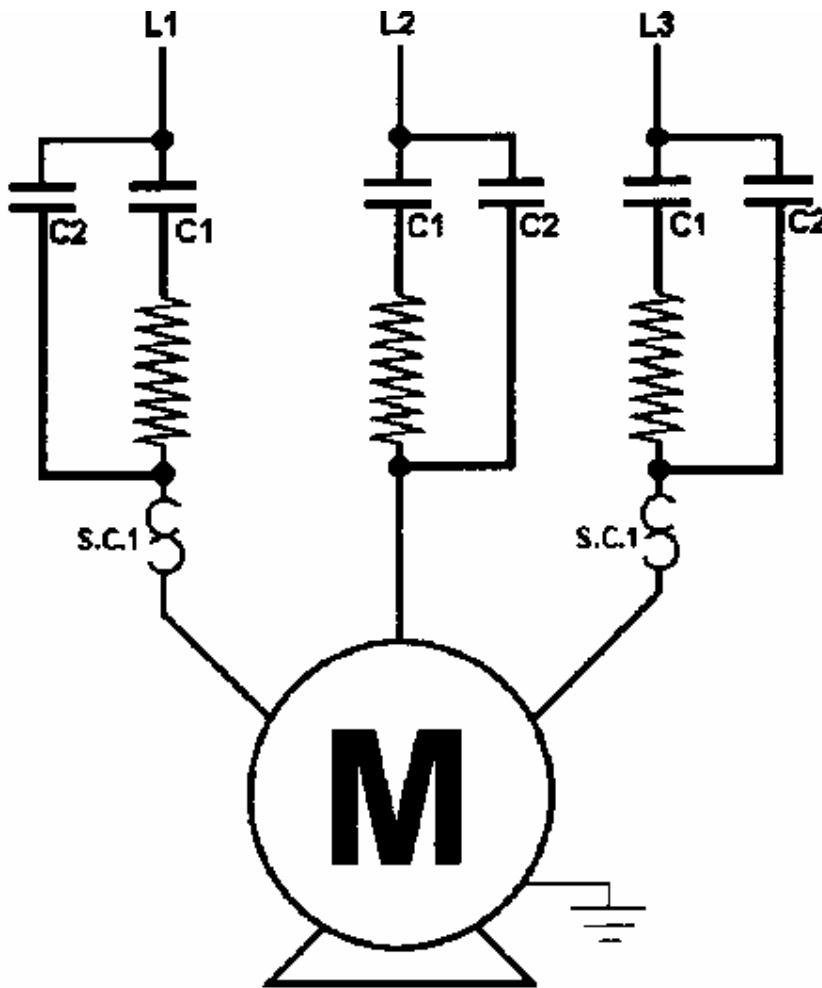


Figura 5.3.2

SISTEMA DE FUERZA A TENSIÓN REDUCIDA POR RESISTENCIAS PRIMARIAS.

5.4 ARRANQUE A TENSIÓN REDUCIDA POR AUTO TRANSFORMADOR.

El sistema de control de la figura 5.4.1, esta constituido por un botón de paro y uno de arranque, tres contactores, un relevador de tiempo y sus contactos auxiliares de los relevadores de sobre carga..

Al oprimir el botón de arranque se energizan los contactores uno y tres, y también el relevador de tiempo, el cual cierra su contacto de enclave para sostener al sistema de control, el timer comienza a contar su tiempo que es de cinco segundos, al termino de este cierra su contacto, energizando al contactor dos y desenergizando a los contactores uno y tres, el sistema de control se queda operando por tiempo indefinido hasta que se oprima el botón de paro, para que los dispositivos regresen a su posición de reposo.

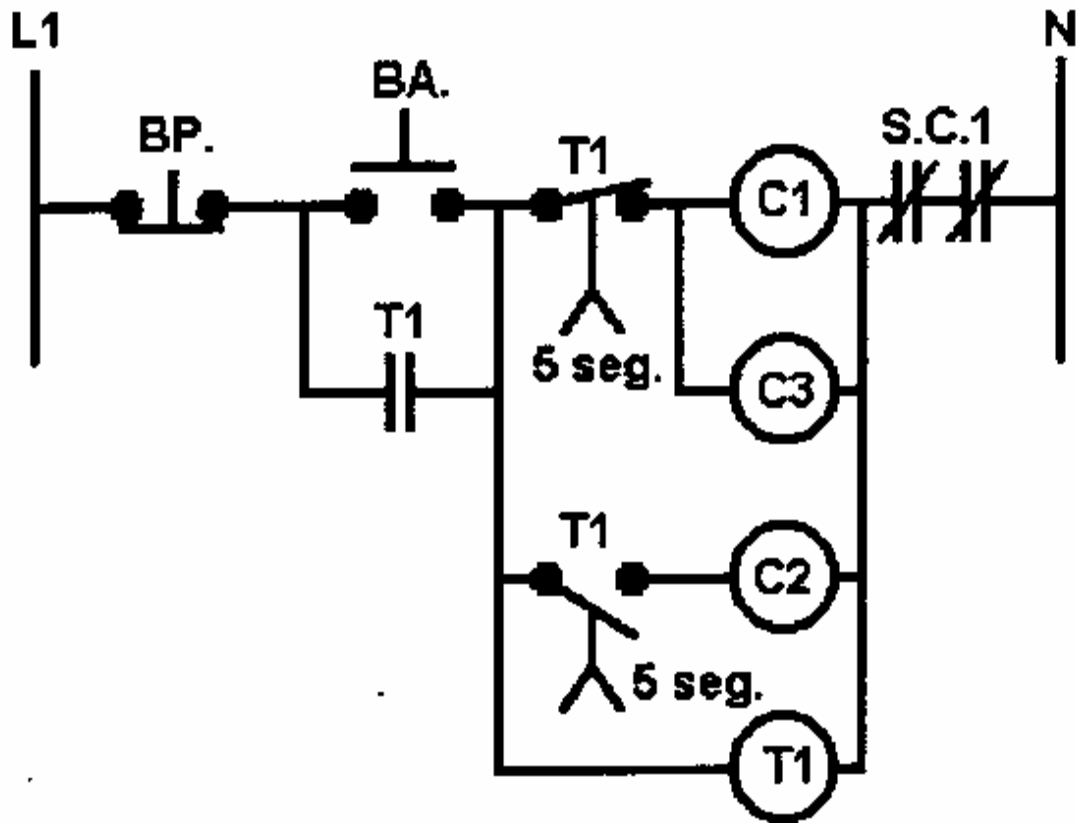


Figura 5.4.1

SISTEMA DE CONTROL PARA TENSIÓN REDUCIDA POR AUTO TRANSFORMADOR.

SISTEMA DE FUERZA A TENSIÓN REDUCIDA POR AUTOTRANSFORMADOR

Cuando el sistema de control inicia su funcionamiento, los contactores uno y tres (Figura 5.4.2), cierran sus platinos en el sistema de fuerza, mandándole alimentación al motor a través del auto transformador, y comience a trabajar teniendo un par de arranque suave y una baja velocidad, posteriormente cuando el motor a alcanzado aproximadamente el 75% de su velocidad nominal, el contactor dos cierra sus contactos de fuerza y los contactores uno y tres los abren para desconectar al autotransformador y el motor alcanza su máxima velocidad.

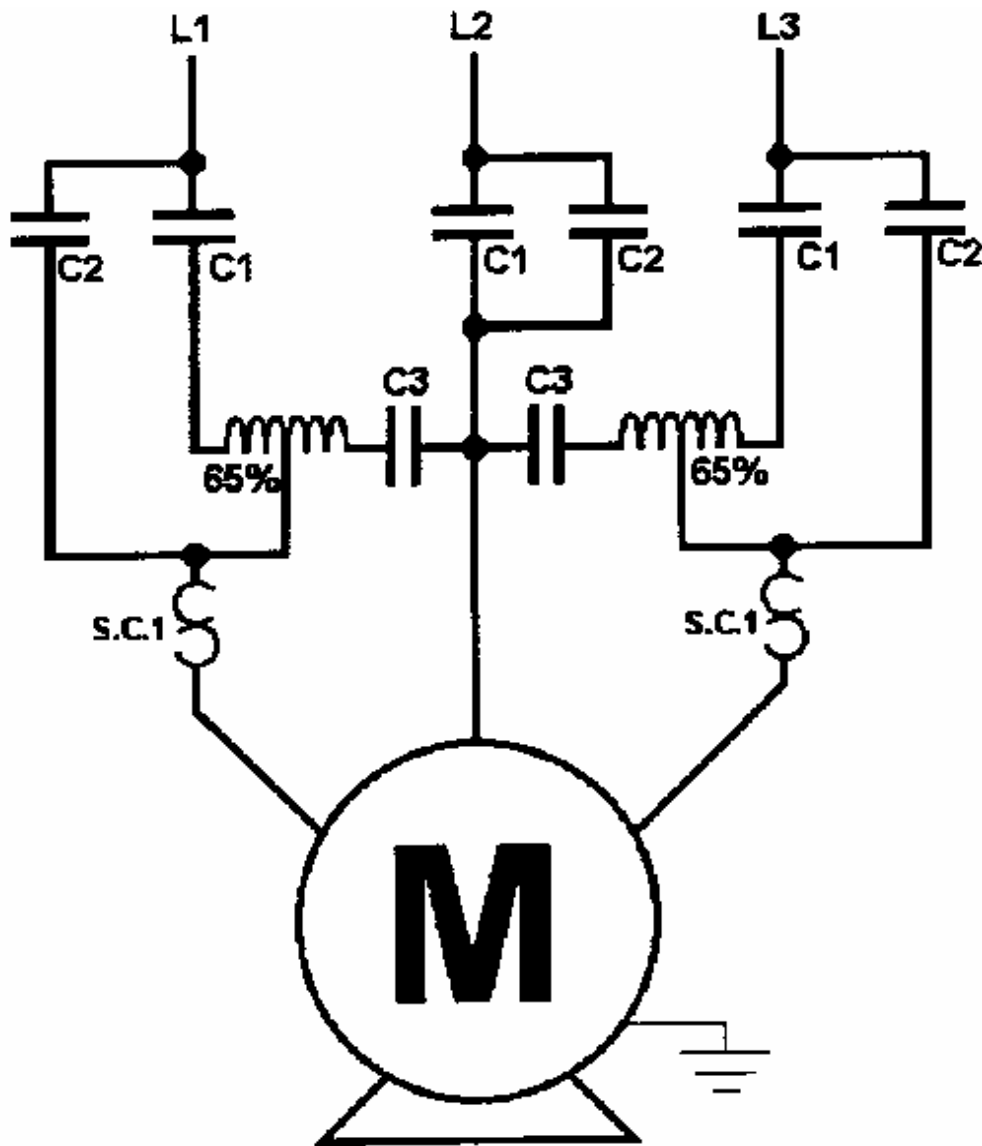


Figura 5.4.2

5.5. ARRANQUE A TENSIÓN REDUCIDA ESTRELLA-DELTA.

El sistema de control esta constituido por un botón de paro y uno de arranque, tres contactores, un relevador de tiempo y sus contactos auxiliares de los relevadores de sobre carga. (Figura 5.5.1)

Al oprimir el botón de arranque se energizan los contactores uno y dos y relevadote de tiempo, C₁ cierra su contacto de enclave para sostener el sistema de control, el timer comienza a contar su tiempo que es de cinco segundo, al termino de esta, cierra su contacto, desenergizando al contactor dos y energizando al tres, el sistema de control si queda operando por tiempo indefinido hasta que se oprima el botón de paro, para que los dispositivos regresen a su posición de reposo.

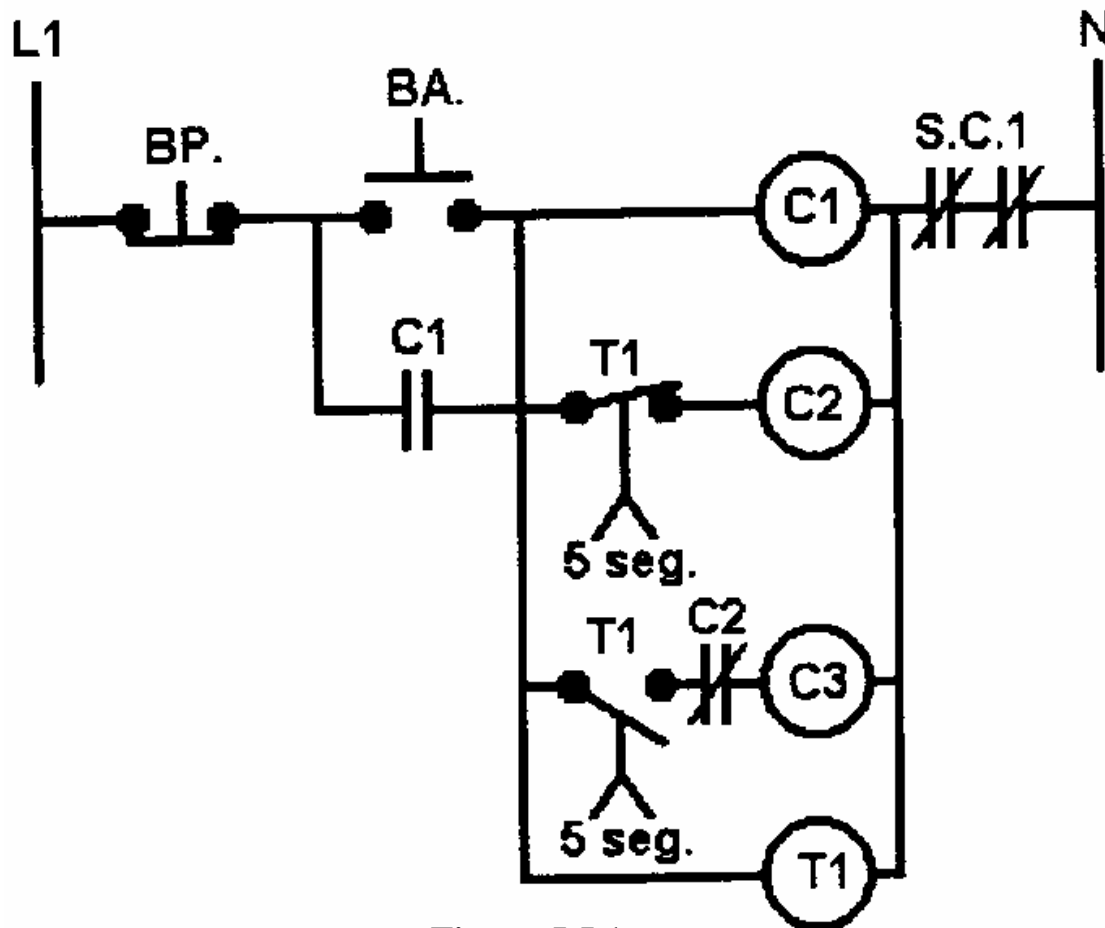


Figura 5.5.1

**SISTEMA DE CONTROL A TENSIÓN REDUCIDA ESTRELLA-DELTA.
SISTEMA DE FUERZA A TENSIÓN REDUCIDA ESTRELLA-DELTA.**

Cuando el sistema de control inicia su funcionamiento, (Figura 5.5.2) los contactores uno y dos cierran sus platinos en el sistema de fuerza, realizando una conexión estrella, y comienza a trabajar, teniendo un par de arranque suave y una baja velocidad, posteriormente cuando el motor a alcanzado aproximadamente el 75% de su velocidad nominal, el contactor dos abre sus contactos y el tres los cierra para desconectar la estrella y conectarlos en delta, y el motor alcanza su máxima velocidad.

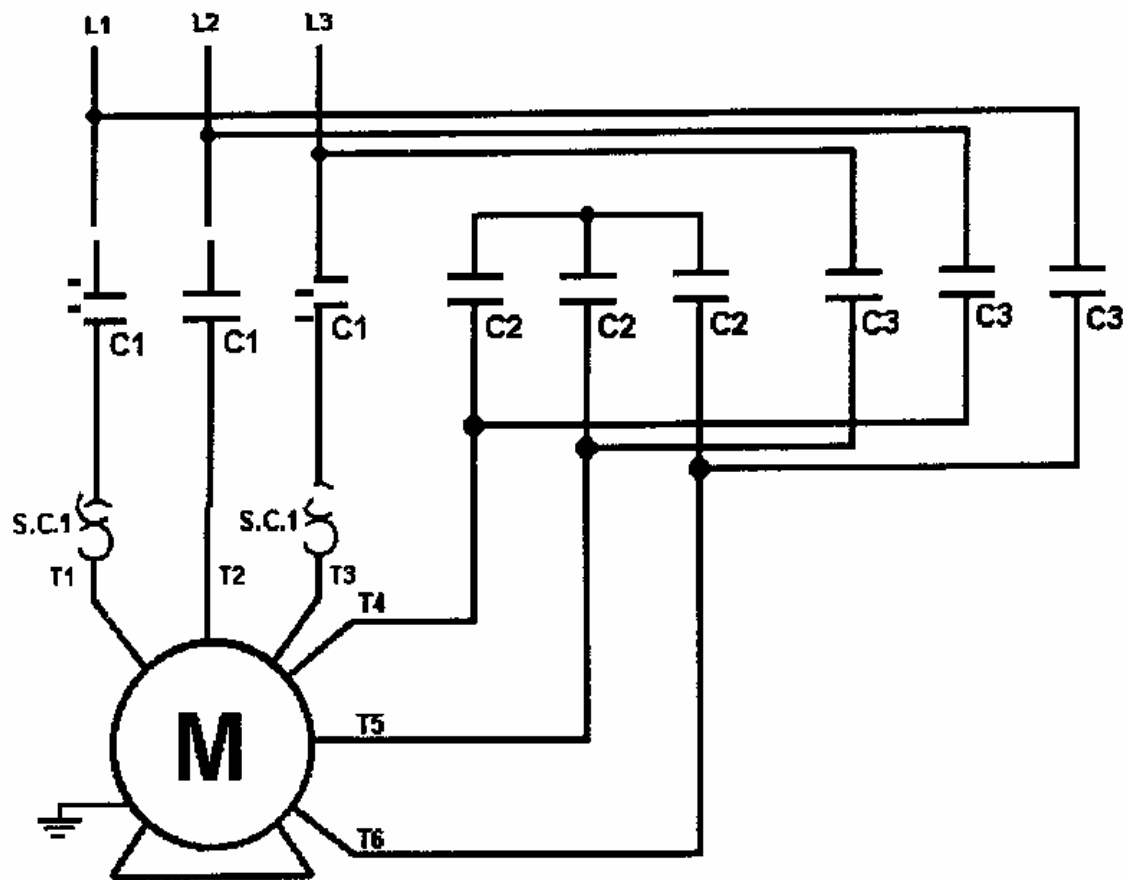


Figura 5.5.2

5.6. ARRANQUE A TENSIÓN REDUCIDA ESTRELLA-DELTA REVERSIBLE.

El sistema de control esta constituido por un botón de paro y uno de arranque, cuatro contactores, un relevador de tiempo y sus contactos auxiliares de los relevadores de sobre carga. (Figura 5.6.1)

SISTEMA DE CONTROL REVERSIBLE, ESTRELLA-DELTA.

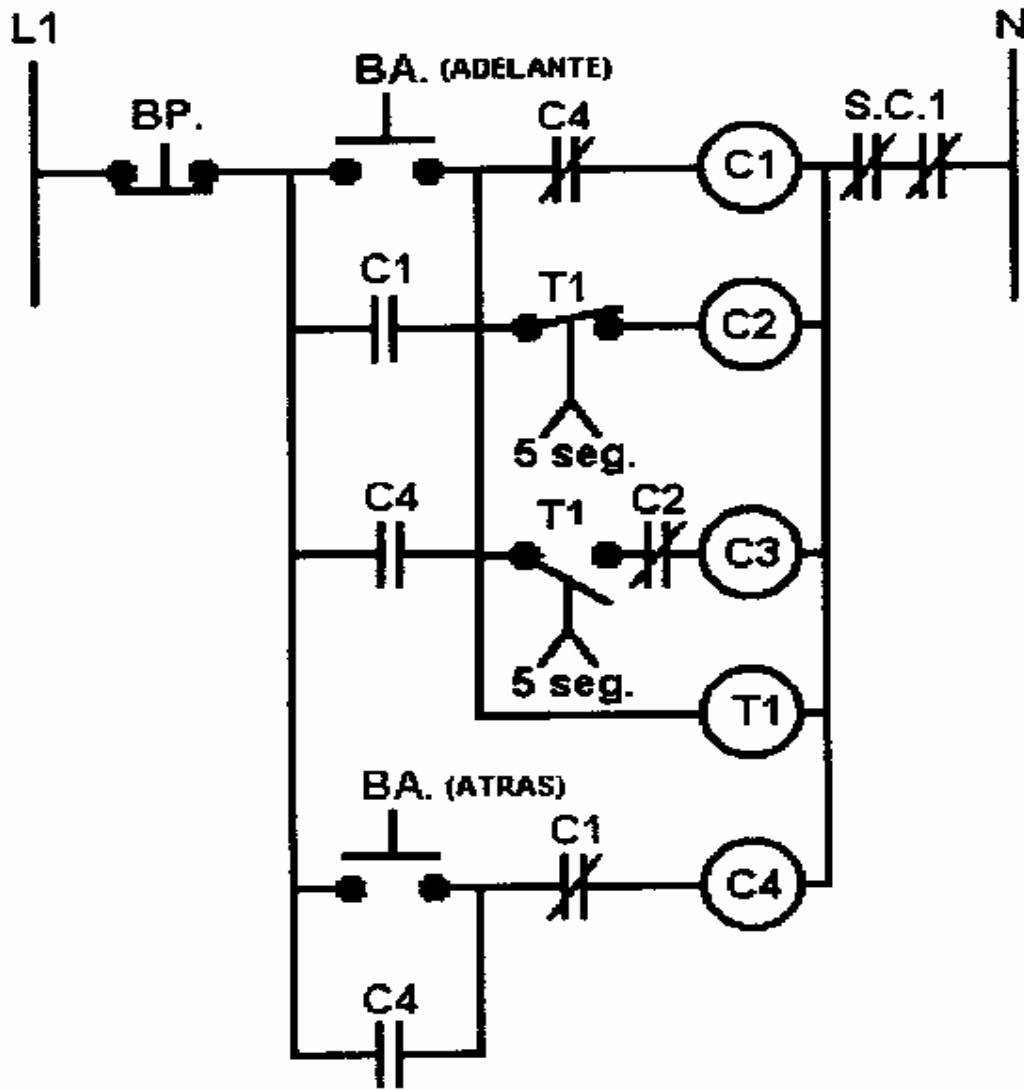


Figura 5.6.1

Al oprimir el botón de arranque en sentido horario, se energizan los contactores uno y dos, y el relevador de tiempo, C₁ cierra su contacto de enclave para sostener al sistema de control, el timer comienza a contar su tiempo que es de cinco segundos, el término de esta, cierra su contacto, desenergizando al contactor dos y energizando al tres, el sistema de control que da operando por tiempo indefinido hasta que se oprima el botón de paro, para que los dispositivos regresen a su posición de reposo,

Al oprimir el botón de arranque en sentido antihorario, se energizan los contactores cuatro y dos y, el relevador el tiempo C_4 cierra su contacto de enclave para sostener al sistema de control, el timer comienza a contar su tiempo que es de cinco segundos, al termino de este, cierra su contacto, desenergizando al contactor dos y energizando al tres, el sistema de control se queda operando por tiempo indefinido hasta que se oprima el botón de paro, para que los dispositivos regresen a su posición de reposo.

SISTEMA DE FUERZA REVERSIBLE.

Cuando el sistema de control de la figura 5.6.2, inicia su funcionamiento en sentido horario, los contactores uno y dos cierran sus platinos en el sistema de fuerza, realizando una conexión estrella, y comienza a trabajar, teniendo un par de arranque suave y una baja velocidad, posteriormente cuando el motor a alcanzado aproximadamente el 75% de su velocidad nominal, el contactor dos abre sus contactos y el tres los cierra para desconectar la estrella y conectarlo en delta, el motor alcanza su máxima velocidad.

Cuando el sistema de control inicia su funcionamiento en sentido antihorario, los contactores cuatro y dos, cierran sus platinos en el sistema de fuerza, realizando una conexión estrella, y comienza a trabajar, teniendo un par de arranque suave y una baja velocidad posteriormente cuando el motor a alcanzado aproximadamente el 75% de su velocidad nominal, el contáctor dos abre sus contactos y el contactor tres los cierra para desconectar la estrella y conectar delta, y el motor alcanza su máxima velocidad.

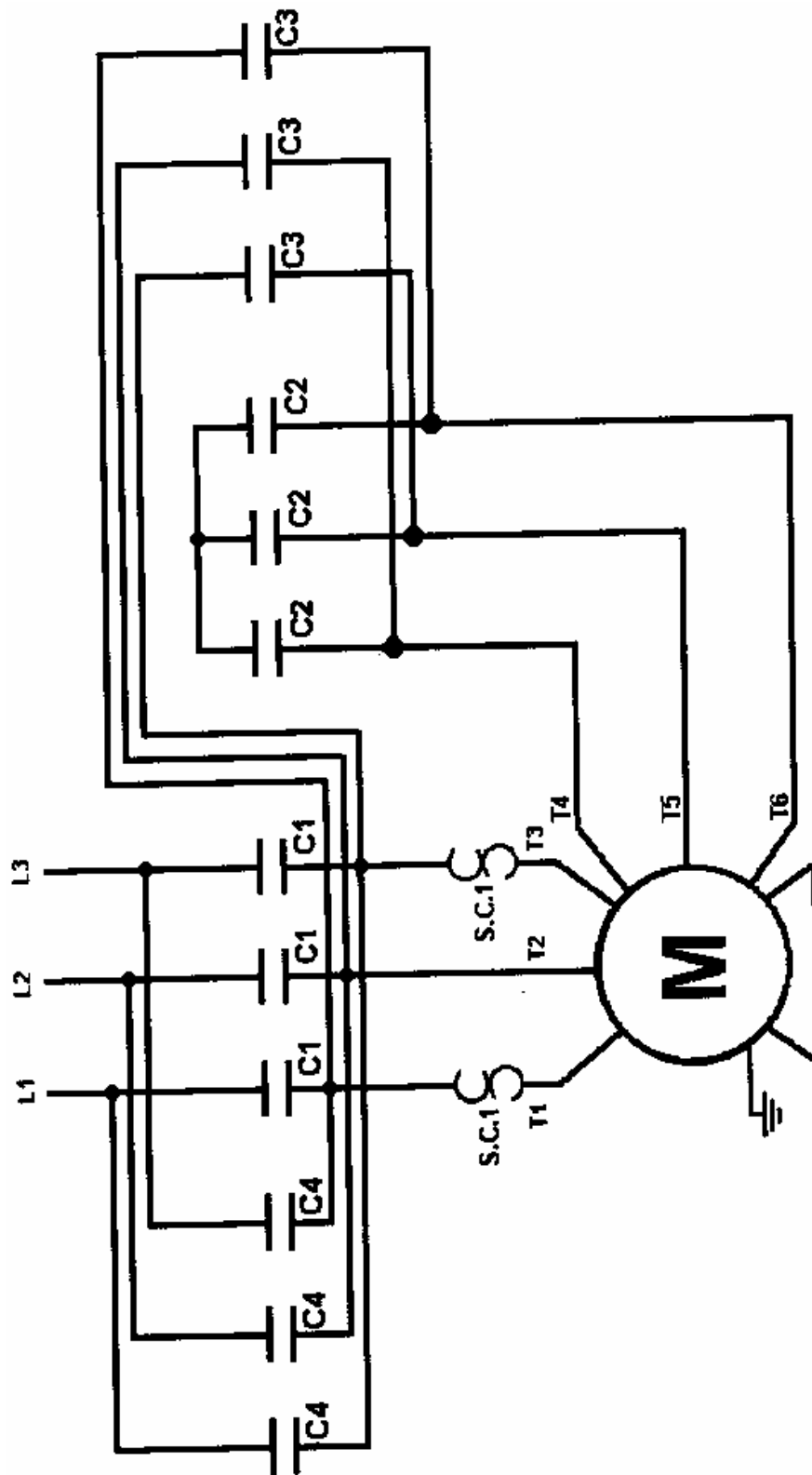


Figura 5.6.2

CONCLUSIONES.

A TRAVEZ DEL PRESENTE TRABAJO QUIERO FACILITAR LA COMPRESIÓN DE LOS SISTEMAS DE CONTROL, EMPEZANDO POR SABER LAS CONEXIONES DE LOS DIFERENTES MOTORES Y SU CLASIFICACIÓN ELEMENTAL CON LOS DISPOSITIVOS DE CONTROL, ASI COMO EL FUNCIONAMIENTO Y LA FORMA DE CONEXION A LOS DIFERENTES DISPOSITIVOS QUE SON CAPACES DE CONTOLARLOS, POE EJEMPLO LA VELOCIDAD, EL PAR.

LOGRANDO A TRAVÉZ DE ESTE CONOCIMIENTOS PODER REALIZAR DIRENTES TIPOS DE DISEÑOS Y APLICARLOS SEGUN LA NECESIDAD DEL CIRCUITO AL QUE NOS ENFRENTAMOS.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Reparación de Motores eléctricos I y II
R. Rosemberg
Editorial Gustavo G.
- 2.- Operación control y protección de motores eléctricos
Horacio Buitrón Sánchez
Editorial H.P
- 3.- Fundament6s de control para motores eléctricos
Boletín Square "D"
- 4.- Experimentos con equipo eléctrico
Wildy y Devito
Editorial Trillas.