



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN.  
CAMPUS 4.

DEPTO. DE INGENIERIA.

SECCION: ELECTRICA

Prácticas de Laboratorio.

## CONTROL ELECTROMECHANICO.



Asignatura: Control Electromecánico  
Clave de la Carrera: 11135)  
Clave de la Asignatura: 1622

Semestre: 2018- I  
Fecha de Elaboración: 11/09/17  
**Autores:**  
**Ing. Romero López Alfredo.**  
**Ing. Lima Gómez Ángel Isaías.**  
**Ing. Ávila Vázquez Arturo.**  
**Ing. Ramírez Juárez Rodrigo.**



## PROLOGO.

Este manual está dedicado a los alumnos pertenecientes a la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán en Ingeniería Mecánica Eléctrica, esperando que les sea de utilidad, pues en él hallarán diversas prácticas que se encuentran hoy en día en la industria, por tal motivo es indispensable que las experimenten y conozcan, para desarrollarse como buenos profesionistas dentro del área de control electromecánico.

Se pretende que el alumno, desde el inicio del curso, cumpla y establezca con objetivos claros que se llevaran durante el desarrollo de las sesiones de laboratorio.

Con todo esto no se pretende establecer o fijar normas de lo que es el control electromecánico pues, como profesores que impartimos esta especialidad, entendemos que en la teoría como en la práctica, la forma de aplicar las técnicas de control lo determina: el ingeniero a cargo (o de campo), las circunstancias, las necesidades reales de operación y de funcionamiento etc.

Por tal motivo, el profesor a cargo del laboratorio, debe de profundizar, aplicar y dar seguimiento a los temas vistos en clase y llevarlos a la práctica en el laboratorio.



---

## INDICE.

1. Identificación y denominación de los dispositivos básicos de control electromecánico, normas y simbología.
2. Operación de los dispositivos de mando, potencia y elementos.
3. Contactores y relevadores.
4. Arranque y paro de un motor trifásico de inducción a tensión plena.
5. Circuitos de dos hilos y tres hilos.
6. Inversión de giro.



## OBJETIVOS.

### **OBJETIVOS GENERALES DE LA ASIGNATURA.**

Al finalizar el curso el alumno conocerá las técnicas y la teoría de la operación y la manipulación de los elementos piloto, elementos de seguridad, tipos de arranque, dispositivos de mando y potencia, así como de los controladores eléctricos – electrónicos que intervienen en los diferentes tipos de sistemas de control de los motores eléctricos industriales.

### **OBJETIVOS DEL CURSO EXPERIMENTAL.**

Dar al estudiante una comprensión más específica de los conceptos técnicos de operación de los diversos tipos de controladores (eléctricos, electrónicos, electro neumáticos, etc.) de motores; a través de los diferentes estándares básicos de control que se encuentran en la industria.



## REGLAMENTO DE SEGURIDAD EN EL LABORATORIO.

- I. Si tiene alguna duda con la operación del equipo, consulte con el profesor.
- II. Dentro del laboratorio queda estrictamente prohibido.
  - Jugar.
  - Bromear.
  - Gritar
  - Correr.
  - Utilizar celulares para jugar o distraerse.
  - Comer alimentos y bebidas.
- III. Para desarrollar trabajos, o proyectos en el laboratorio, es requisito indispensable que esté presente el profesor responsable, en caso contrario no podrán hacer uso de las instalaciones.
- IV. Evite movimientos bruscos al usar, realizan conexiones y energizar el equipo.
- V. Revisar la conexión a tierra del módulo y consolas de equipo eléctrico.
- VI. No trabaje sobre pisos mojados; use de ser posible una base aislante.
- VII. Evite trabajar solo en el laboratorio.
- VIII. Realice las conexiones utilizando una sola mano, y mantenga la otra detrás de usted o metida en el bolsillo.
- IX. Obtener la aprobación del profesor antes de energizar el circuito ya que esto ayudara a impedir accidentes (recuerde que su profesor esta para ayudarle).
- X. Utilice las herramientas correctamente y no las use si no están en condiciones adecuadas
- XI. Es responsabilidad que el alumno reporte a su profesor a cargo, si el equipo de trabajo no funciona o está en mal estado.
- XII. Mantenga limpio y ordenado el espacio de trabajo, al inicio y al término de cada práctica, de lo contrario serán sancionados por su profesor.
- XIII. Coloque el material y equipo utilizado en el lugar indicado por el profesor al finalizar cada práctica.
- XIV. No hable ni distraiga a sus compañeros, al estar en funcionamiento una máquina o equipo, mantenga siempre la concentración en su actividad.
- XV. Jamás abandone una maquina cuando esté trabajando o parando. Quédese junto a ella hasta que se pare completamente.
- XVI. Obtenga permiso del profesor antes de utilizar alguna herramienta o equipo muy delicado o potente.



- XVII. Use gafas o protectores de seguridad para los ojos y use guantes en lugares o áreas peligrosas donde se produzcan chispas, pues recuerde sus ojos son un bien inapreciables.
- XVIII. Es responsabilidad del alumno, verificar las características de operación eléctrica y electrónica de los dispositivos a utilizar en cada una de las prácticas.
- XIX. El alumno deber contar y traer su manual completo y actualizado de prácticas al semestre en curso, de no ser así, no se le permitirá el acceso al laboratorio. El manual se podrá obtener en:  
**[http://olimpia.cuautitlan2.unam.mx/pagina\\_ingenieria](http://olimpia.cuautitlan2.unam.mx/pagina_ingenieria).**
- XX. El alumno que no traiga su reporte o su previo, a cada una de las sesiones de laboratorio, en tiempo y forma no se le permitirá ser evaluado y tendrá nula dicha práctica.
- XXI. La evaluación del laboratorio, será en base a lo siguiente:  
**A – (Aprobado)**; Cuando el promedio total de todas las prácticas de laboratorio sea mayor o igual a 6, siempre y cuando tengan el 90% de asistencia y el 80% de prácticas acreditadas en base a los criterios de evaluación.  
**NA – (No aprobado)** No se cumplió con los requisitos mínimos establecidos en el punto anterior.  
**NP – (No Presento)** con o sin asistencia pero que no haya entregado reporte alguno.
- XXII. Los casos no previstos en el presente reglamento serán resueltos por el Jefe de la Sección.
- XXIII. En caso de incurrir en faltas a las disposiciones anteriores, el alumno será acreedor a la siguiente sanción por parte del profesor de laboratorio según sea el caso y la gravedad, baja temporal o baja definitiva del grupo de laboratorio.



Las personas que trabajan con la electricidad, encaran el riesgo de sufrir un choque eléctrico, por lo que debe de hacer todo el esfuerzo posible para comprender el peligro que esta ocasiona, el siguiente esquema nos da una idea de los efectos fisiológicos de las corrientes en el cuerpo humano.





## INTRODUCCION.

Los sistemas de control para los motores eléctricos son vitales para el funcionamiento correcto del equipo moderno y maquinaria industrial, son el eslabón esencial en todo proceso industrial complejo. Estos sistemas pueden abarcar desde el simple arranque y paro de un motor eléctrico, hasta dirigir el flujo de energía de una fábrica completamente automatizada. Entre estos se encuentran los controladores semiautomáticos, en los que un operador humano debe realizar algunas de las funciones requeridas. La secuencia de control puede involucrar operaciones tales como la rápida parada, frenado, inversión de giro, limitación de la velocidad recorrido del equipo mecánico, sincronización de trenes motrices o regulación de la corriente, torsión y aceleración de los motores.

Este curso se preparó para dar al estudiante una comprensión total de la teoría y la operación de los dos tipos básicos de controles que se encuentran en la industria. Explica que tipos de motores hay disponibles, como funcionan, donde se utilizan y por qué se diseñan para funcionar de esa manera. Actualmente en su mayoría del equipo de control industrial y sus componentes auxiliares, son modelos estandarizados, diseñados para que sean compatibles con sistemas electromecánicos existentes.

Una característica notable de este manual, es que las prácticas están diseñadas bajo los Standares de las normas ANSI (American National Standards Institute), NOM 01 sede 2012 utilizando nomenclatura y simbología NEMA (National Electrical Manufacturers Association) y bajo los reglamentos y especificaciones de la IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers).

Finalmente, debido a que las prácticas están diseñadas bajo normas americanas, se le deja al alumno que, en toda práctica que realice, del laboratorio, utilice y se familiarice también con la norma y simbología IEC, esto representa un doble esfuerzo, pues realizará los esquemas tanto de Fuerza como de mando en ambas normas. De esa manera estará más preparado y será competente en la industria.



## Estructura de las prácticas de Control – Electromecánico.

Cada práctica está Estructurada de la siguiente manera:

### 1.- Objetivo.

Se pretende conseguir que el alumno sea capaz de relacionar los conocimientos adquiridos en la teoría, y los lleve a la práctica, sepa interpretar y desarrollar los esquemas de mando y potencia. Dichos esquemas estarán diseñados o planteados de una manera gradual y consecutiva para que el alumno pueda asimilar y obtener más habilidad en la elaboración e interpretación de esquemas de control de motores.

### 2.- Introducción.

Abordara de manera, práctica y fácil de entender el marco contextual de dicha práctica.

### 3.- Actividades Previas.

El alumno deberá de leer la práctica y desarrollar los puntos propuestos en las actividades previas, con el fin de comprender lo que realizará en el laboratorio, simulará el circuito propuesto y según sea el caso en cada práctica, diseñara, simulara, calculara y comprobara el funcionamiento del circuito que se le pida.

### 4.- Material y Equipo.

Se tomara como referencia los elementos y dispositivos empleados en cada circuito de cada práctica.

### 5.- Procedimiento.

Se indica una síntesis abreviada fácil de entender el enunciado a realizar en cada punto de la práctica.



## 6.- Esquema.

Se indica el conexionado entre los elementos y dispositivos empleados en los circuitos de mando y potencia para obtener el objetivo de la práctica.

## 7.- Cuestionario.

Después de cierto número de circuitos desarrollados en la práctica, se le plantea al alumno un **“Test de Conocimientos”**, para comprobar si ha asimilado el funcionamiento de los circuitos que han desarrollado.

## 8.- Conclusiones.

Se plantean un resumen breve de las resoluciones, y el análisis adquirido por el alumno al terminar cada práctica.

## 9.- Bibliografía.

Se anotará la fuente de información en la que se basó, e investigo las actividades previas, y el cuestionario para dicha práctica.



## PRACTICA 1

### “IDENTIFICACIÓN Y DENOMINACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS BÁSICOS DE CONTROL ELECTROMECAÁNICO, NORMAS Y SIMBOLOGÍA”.

#### 1.- OBJETIVO.

- 1) El alumno aprenderá a identificar los diferentes elementos y dispositivos en el control de máquinas eléctricas.
- 2) Conocerá las normas internacionales y nacionales eléctricas vigentes en los elementos y dispositivos de control de máquinas eléctricas.
- 3) Aprenderá la simbología y denominación de las partes de los elementos y dispositivos más utilizados en el control de máquinas eléctricas.
- 4) Interpretar la placa de datos técnicos de los elementos y dispositivos de mando y potencia.
- 5) Identificar los organismos de regulación, estandarización y protocolos de seguridad que certifican a los elementos y dispositivos de control de máquinas eléctricas.

#### 2.- INTRODUCCIÓN.

El mundo se ha industrializado y los países con un alto avance tecnológico, han creado normas internacionales que permiten entender los sistemas de fuerza y control de cualquier máquina a través de símbolos universales.

En la industria existen elementos y dispositivos de control eléctrico, que ayudan a la maquinaria a desarrollar ciertos procesos mecánicos con una exactitud tremenda en determinados tiempos de producción, sin estos dispositivos, las operaciones y ejecuciones de las maquinas industriales no tendrían dominio o una forma de ser controladas. Por tal motivo el técnico y el ingeniero a cargo deben estar altamente capacitados para operarlos de una forma correcta.

Los símbolos son una forma visual de mostrar y definir las funciones de los componentes o de un circuito de control eléctrico. En los diagramas elementales de circuitos, los símbolos representan los elementos básicos del circuito, es decir, los contactos de relevadores, bobinas, interruptores, botones de presión, transformadores y demás. Estos símbolos básicos son representaciones gráficas de las funciones eléctricas que ocurren en el circuito.



### 3.- ACTIVIDADES PREVIAS A LA PRÁCTICA.

El alumno Investigara y desarrollara lo siguiente:

- 1.- El alumno deberá de leer la práctica.
- 2.- Investigación de Normas.

*Normas Internacionales.*

- **IEC:** International Electrotechnical Commission (Comisión Electrotecnia Internacional) IEC 60947.
- **IEEE:** Institute of Electrical and Electronics Engineers (Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos).
- **DIN:** Deutsche Institut für Normung (Normas alemanas para la industria).
- **ANSI:** American National Standards Institute (Instituto de normalización nacional de USA).
- **ASA:** American Estandar Association (Asociación de Normas Norteamericanas).
- **JIC:** Joint Industry Council (Concilio de la Unión Industrial).
- **NEMA:** National Manufacturers Association (Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos).
- **RBT:** Reglamento de Baja Tensión.
- **NEC:** National Electrical Code (Código Nacional Eléctrico).

*Normas Nacionales.*

- **NOM:** Norma Oficial Mexicana.
- **NMX:** Normas Mexicanas (Centro de control de Motores).

2.- Investigue la marcación y reglas de la denominación numéricas o alfanuméricas de las terminales eléctricas y letra de codificación de los dispositivos de control (Elementos Piloto, Relé de Control, Contactar, Disyuntor - Guarda motor, Diferencial, Relevador de Sobre carga, Finales de Carrera).

3.- Investigue normas NMX – J – 136 ANCE y la norma IEC 60617.

4.- Organismos de regulación, estandarización en la seguridad de los dispositivos de control eléctrico industriales. (Dibuje o pegue imagen de los mismos).

**NOTA:** El contenido por cada tema y punto a investigar será de mínimo 1 cuartilla, deberá contener las ilustraciones pertinentes (logos, esquemas, dispositivos, etc.)



#### 4.- MATERIAL Y EQUIPO.

- Módulos de control.

#### 5.- PROCEDIMIENTO.

1.- Dibuje el símbolo, letra de codificación y marcado alfanumérico de terminales (denominación de terminales) de los elementos y dispositivos de control, bajo la norma IEC y NEMA, según corresponda la **Tabla 1.1**.

Tabla 1.1 Dispositivos más usados en Control Electromecánico.

Dispositivo.	Norma I E C.	Norma ANSI.
Contacto N.O.		
Contacto N.C.		
Contacto N.O accionado por pulsador.		
Contacto N.C accionado por pulsador.		



Dispositivo.	Norma I E C.	Norma ANSI.
Contacto N.C accionado por palanca.		
Lámpara Piloto.		
Bobina de operación.		
Conmutador selector.		
Contacto N.O de nivel de líquido.		
Contacto N.C de nivel de líquido.		
Contacto N.O de presión.		
Contacto N.C de presión.		



<b>Dispositivo.</b>	<b>Norma I E C.</b>	<b>Norma A N S I.</b>
<b>Contacto N.O de temperatura.</b>		
<b>Contacto N.C de temperatura.</b>		
<b>Contacto N.O de tiempo On Delay.</b>		
<b>Contacto N.C de tiempo On Delay.</b>		
<b>Contacto N.O de tiempo Off Delay.</b>		
<b>Contacto N.C de tiempo Off Delay.</b>		
<b>Contacto de Limite.</b>		



<b>Dispositivo.</b>	<b>Norma I E C.</b>	<b>Norma A N S I.</b>
<b>Fusible.</b>		
<b>Motor Monofásico.</b>		
<b>Motor 3F Jaula de Ardilla.</b>		
<b>Motor 3F Síncrono.</b>		
<b>Motor 3F Rotor Devanado.</b>		
<b>Motor de C.D.</b>		



3.- Según la Norma IEC 60947 fascículo 1.

¿Qué parámetros eléctricos, define, de un contactor? Y ¿Cuales son algunas de las más importantes?

---

---

---

4.- Menciona 3 órganos reguladores que certifican, estandarizan las condiciones de pruebas, y de seguridad de los equipos de control de motores industriales, a nivel internacional y dibuje sus logos.

Nombre de la Certificadora.	Logo.



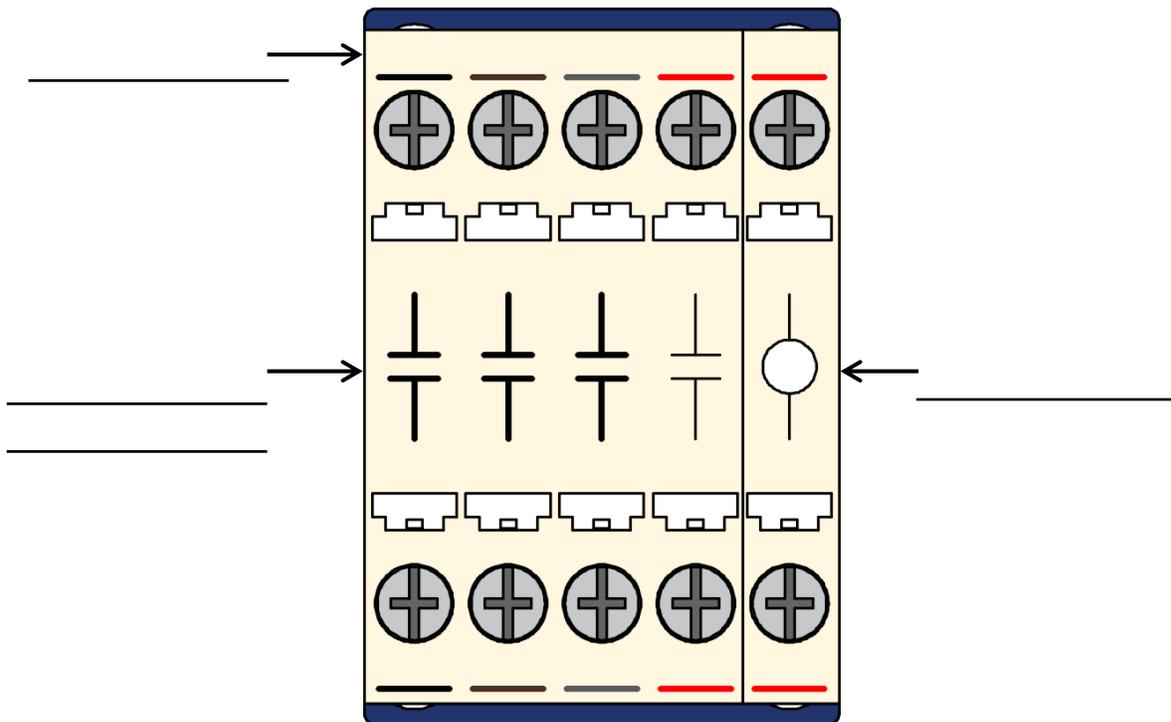
5.- ¿Qué norma mexicana, rige los centros de control de motores?

6.- Compara los símbolos de la tabla 1.1 con los de la NMX – J – 136 ANCE y la norma IEC 60617.

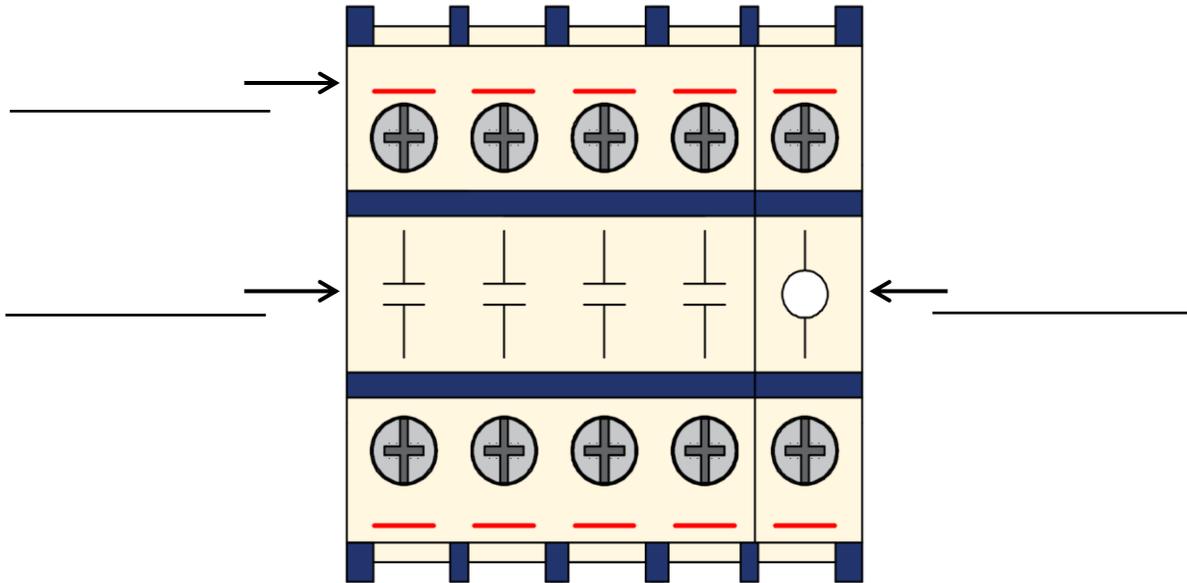
7.- ¿Son iguales los símbolos de la norma mexicana a los de los símbolos de la norma internacional? \_\_\_\_\_

8.- Dado los siguientes dibujos, identifica y escribe sobre las líneas:

- Nombre del dispositivo y/o elemento(s).
- La denominación alfanumérica de cada terminal eléctrica.
- La letra código que define al dispositivo.
- Escribe el nombre de las terminales o contactos principales del dispositivo o elemento(s).



Nombre del Dispositivo: \_\_\_\_\_



Nombre del Dispositivo: \_\_\_\_\_

## 6.- CUESTIONARIO.

- 1.- ¿Qué es una norma?
- 2.- ¿Qué es una norma eléctrica y cuál es la diferencia entre un código eléctrico?
- 3.- ¿Para qué sirven las normas internacionales y nacionales?
- 4.- ¿Para qué sirven los símbolos?
- 5.- ¿Cuáles son algunos criterios para escoger un contactor principal?

## 7.- CONCLUSIONES.

## 8.- BIBLIOGRAFÍA.



## **PRACTICA 2.**

### **“OPERACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS DE MANDO Y POTENCIA PRINCIPALES.”**

#### **1.- OBJETIVO.**

El alumno a prendera a:

- 1) Identificar, por medio del voltímetro los estados de los contactos, y entenderá la diferencia entre un contacto normalmente abierto (N.O. o N.A.) y un normalmente cerrado (N.C.) (Botonería).
- 2) Diferenciar entre un contactor, y un relevador de control (o auxiliar), sus usos, y verificar los estados de sus contactos en las terminales eléctricas con ayuda del óhmetro.
- 3) Conectar, energizara y operara el contactor y relevador de control.

#### **2.- INTRODUCCIÓN.**

Los dispositivos piloto tales como: Finales de carrera, sensores, transductores y botones, suministran e interrumpen la energía a las bobinas de relevadores y contactores. Los relevadores y contactores son dispositivos electromecánicos, debido a que producen fuerzas mecánicas cuando pasan corrientes eléctricas a través de las bobinas de alambre. En respuesta a la fuerza eléctrica ejercida en su bobina, los contactores como relevadores de control cierran o abren contactos de potencia y de control N.O (N.A) y N.C respectivamente, por el movimiento de un muelle en la armadura móvil de este.

Un relevador de control, también llamado relevador auxiliar es un interruptor de baja potencia que funciona eléctricamente tal como el contactor, cierra o abre un conjunto de contactos de control cuando se aplica energía a su bobina.



Un contactor es un interruptor de alta potencia que cierran o abren repetidamente las líneas principales de energía de las máquinas. Mediante estos es posible manejar grandes corrientes y altos voltajes con relativa facilidad mediante controles de botón. El equipo de control se puede montar en un lugar remoto y se puede controlar el motor desde una gran cantidad de puntos. Además es fácil realizar la secuencia, aceleración, inversión y paro automático con facilidad.

Por otra parte, los contactos de estos dos dispositivos, tiene la finalidad de suministrar o interrumpir el paso de corrientes a un circuito o elemento, existen solo dos tipos:

- Contactos normalmente abiertos (N.O. NORMAL OPEN o N.A. NORMALMENTE ABIERTOS) llamados también contactos de cierre. En estado de reposo o sin energizar la bobina, estos se les considera de tipo "a".
- Contactos normalmente cerrados (N.C. NORMAL CLOSE o NORMALMENTE CERRADOS) llamados también contactos de apertura. En estado de reposo o sin energizar la bobina, estos se les considera de tipo "b".

Para identificar si un contacto es N.A o N.C se usa un óhmetro en modo continuidad, es muy importante que la comprobación de estos se haga sin que los contactos tengan tensión ya que esta podría falsear la medición del multímetro indicándonos resultados erróneos.

Para comprobar contactos con un multímetro en un circuito con tensión se comprueba el contacto midiendo la tensión que hay en cada terminal o punto del contacto. Debemos conocer el tipo de tensión en el circuito para colocar el voltímetro en la escala correcta y después se coloca una punta del multímetro en un terminal y la otra en la carcasa o negativo del circuito.

Se comprueba el valor y después se realiza lo mismo con el otro terminal. Si tenemos tensión en un terminal y en el otro no, tenemos el contacto abierto. Si tenemos tensión en los dos terminales tenemos el contacto cerrado. En el caso que no tengamos tensión en ninguno de los terminales del contacto tenemos el circuito sin tensión o abierto en otro punto.

Aunque la diferencia está bien definida desde el punto de vista del fabricante, se debe señalar que es posible utilizar los relevadores como contactores **cuando** los requerimientos de energía **están dentro** de la capacidad del relevador, y que los contactores se pueden utilizar en circuitos relevadores con altas corrientes, aunque **no es recomendable** y la norma lo prohíba.



### 3.- ACTIVIDADES PREVIAS A LA PRÁCTICA.

El alumno Investigara y desarrollara lo siguiente:

1. Investigue cuantos tipos y clases de botones existen en el control de motores industriales y su denominación alfanumérica de sus terminales eléctricas. (con imágenes).
2. Investigue cuantos tipos y clases de selectores industriales existen y como se denominan sus terminales eléctricas (con imágenes).
3. ¿Qué es un contactor?, simbología de las partes principales (IEC y NEMA) y explique cómo funciona.
4. ¿Qué es un relé de control?, simbología de las partes principales (IEC y NEMA) y explique cómo funciona.
5. ¿Qué es una lámpara piloto? simbología de las partes principales (IEC y NEMA) y explique cómo funciona.

**NOTA:** El contenido por cada tema y punto a investigar será de mínimo 1 cuartilla, deberá contener las ilustraciones pertinentes (logos, esquemas, dispositivos, etc.)

### 4.- MATERIAL Y EQUIPO.

- Módulos de control.
- Fuente de alimentación trifásica 220V c.a.
- Voltímetro.
- Cables de conexión.

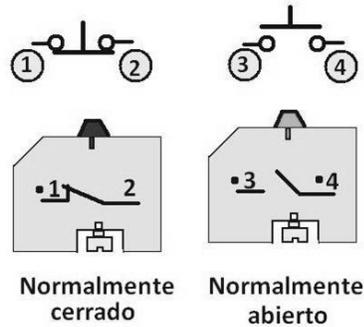
### 5.- PROCEDIMIENTO.

***¡Precaución!!:*** ¡En esta práctica se utilizan voltajes de 120V y 220V! ¡No hagan conexiones o desconexiones con la fuente encendida o energizada! ¡Asegúrese de que esté conectada la terminal de tierra de cada tablero a la tierra del módulo o de la fuente de energía!



1.- Asegúrese de bajar el Switch seccionador tipo navaja principal, antes de hacer cualquier tipo de conexión.

Verifique los estados y funcionalidad de los siguientes pulsadores e interruptores de control.



1.- Identifique un botón de paro, con ayuda de un Voltímetro en modo continuidad verifique el estado de sus contactos.

Observaciones:

---

2.- Identifique un botón de arranque, con ayuda de un Voltímetro en modo continuidad verifique el estado de sus contactos.

Observaciones:

---

3.- Identifique un interruptor Selector, con ayuda de un Voltímetro en modo continuidad verifique el estado de sus contactos.

Observaciones:

---

Verifique los estados y funcionalidad de los siguientes dispositivos de control y potencia.

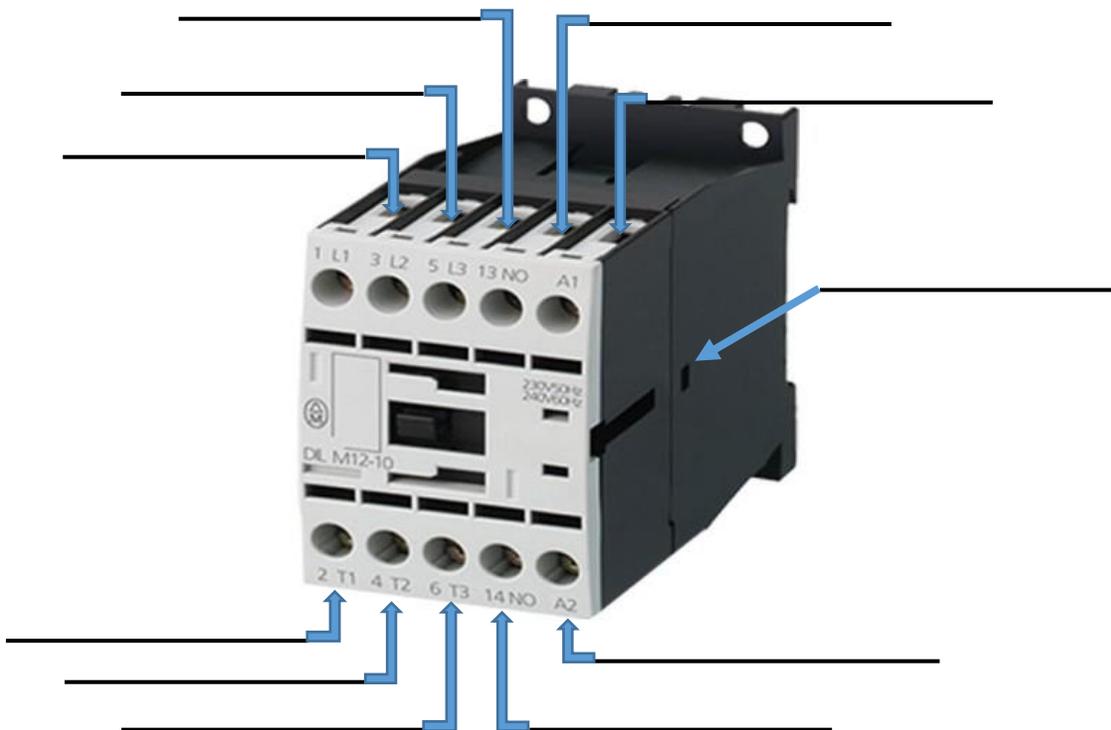
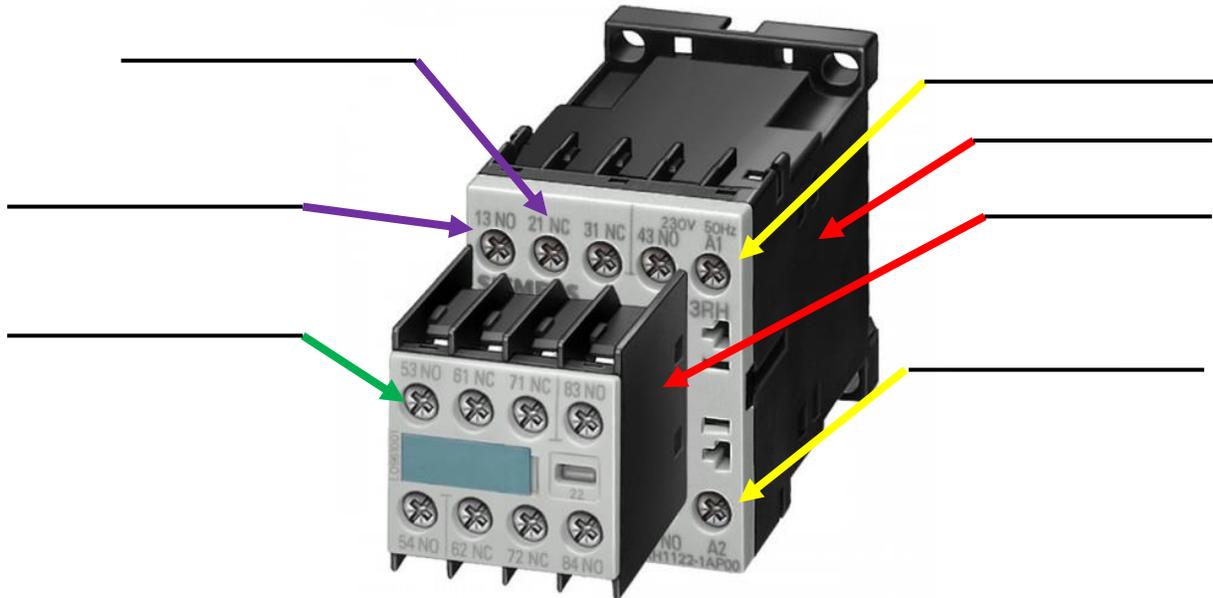


2.- Tomando como referencia un Contactor del módulo de control, y con ayuda de un multímetro (modo de continuidad) identifique cuáles son los contactos normalmente abiertos o normalmente cerrados y dibújelos. Ponga su numerología, abreviatura y simbología bajo las normas NEMA e IEC de los mismos.

CONTACTOR.	
NEMA.	IEC.



3.- Identifique y escriba el nombre del elemento y terminal para cada dibujo.





4.- Tome un multímetro, póngalo en modo de continuidad, con la ayuda e indicaciones del profesor energiza la bobina de un contactor, coloque las puntas del multímetro en las terminales del contacto N.C. (11, 12 respectivamente). Observe que pasa cuando se des energiza la bobina (No alimente las líneas de potencia)

Observaciones: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

5.- Repita el paso 4 pero ahora para el contacto N.O. (13,14 respectivamente).

Observaciones: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

6.- Realice el mismo procedimiento del paso anterior pero ahora, **primero**, ponga las puntas del multímetro en las terminales respectivamente del contacto N.C **antes de** energizar el contactor, y después energícelo. Repita lo mismo para el contacto N.O.  
**NOTA: NO RETIRE LAS PUNTAS HASTA QUE EL PROFESRO LE DIGA.**

7.- Al desenergiza el contactor ¿Que sucede con los contactos N.O y N.C respectivamente?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

8.- Realice los pasos 5,6 y 7 pero ahora con un Relevador de Control (RC).

Observaciones: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

9.- ¿Qué diferencia hay entre un Relevador de Control y un Contactor?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



## 6.-CUESTIONARIO.

- 1.- ¿Qué es un contactor?
- 2.- ¿Qué es un relé de control y como se usan?
- 3.- Mencione al menos 3 diferencias entre un contactor y un relé de control?
- 4.- Mencione al menos 4 campos de aplicación donde se usan los contactores.
- 5.- Mencione las partes de un contactor.
- 6.- ¿Es posible y correcto usar un relé de control como contactor? Explique su respuesta.
- 6.- Explique el fenómeno magnético y electromecánico que sucede en una bobina de c.a. de un contactor al ser energizada.
- 7.- Investigue cuáles son los rangos de voltaje que puede trabajar una bobina de c.a. y una c.c. de un contactor.

## 7.- CONCLUSIONES.

## 8.- BIBLIOGRAFIA.



---

## PRÁCTICA 3.

### CONTACTORES Y RELEVADORES.

#### 1.- OBJETIVO.

- El alumno diferenciará el funcionamiento entre contactores y relevadores auxiliares.
- El alumno aprenderá las principales características de los contactores y relevadores auxiliares.

#### 2.- MATERIAL Y EQUIPO.

Módulo de conexiones de control electromecánico. (Contactores y relevadores auxiliares).

Motor trifásico de inducción.

Cables de conexiones.

#### 3.- INTRODUCCIÓN.

Los dispositivos piloto, como los sensores, transductores o monitores de magnitudes físicas, suministran o interrumpen la corriente eléctrica a las bobinas de los relevadores auxiliares y contactores, los que a su vez, cambian de estado sus contactos y cierran o abren las líneas de energía de los circuitos eléctricos.

Los relevadores auxiliares y contactores son dispositivos electromecánicos que producen fuerzas mecánicas cuando se energizan las bobinas de operación. En respuesta a estas fuerzas, los contactos se cierran o abren por el movimiento de émbolos o armaduras.

Un relevador auxiliar es un interruptor de baja potencia que funciona eléctricamente y cierra o abre un conjunto de contactos de control cuando se energiza su bobina.

Un contactor es un interruptor de alta potencia que funciona eléctricamente y cierra o interrumpe repetidamente un circuito de fuerza de energía eléctrica.

Es posible utilizar los relevadores auxiliares como contactores cuando los requerimientos de la energía están dentro de la capacidad del relevador, los contactores, normalmente, son utilizados en circuitos de altas corrientes.

Las figuras 1 y 2 ilustran el contactor y relevador auxiliar respectivamente.



#### 4.- DESARROLLO.

4.1.- Identifique los contactores y relevadores auxiliares del módulo de conexiones.

Los contactos del contactor y relevador auxiliar se identifican con dos dígitos:

Primer dígito: Indica la cantidad de contactos

Segundo dígito: Indica el estado del contacto (1 y 2 cerrado, 3 y 4 abierto).

4.2.- Observe los contactos de fuerza y contactos de control del contactor.  
¿Explique por qué son de diferente tamaño?

4.3.- Armar el circuito de la figura 3. Al energizar la bobina del contactor los contactos de control y de fuerza cambian de estado arrancando el motor trifásico.

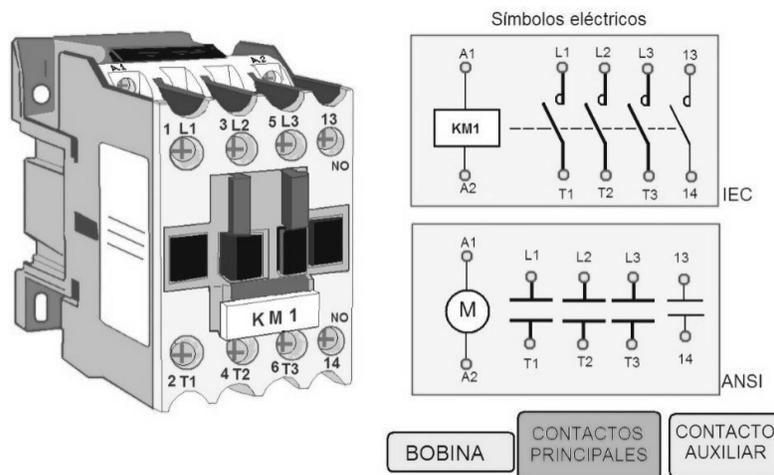


Figura 1 Contactor, contactos de fuerza y auxiliares.



Figura 2 Relevador auxiliar y contactos.



4.4.- Armar el circuito de la figura 4. Al energizar la bobina del relevador auxiliar los contactos cambian de estado encendiendo o apagando las lámparas.

4.5.- Observe los contactos de control del relevador auxiliar. ¿Explique por qué sus contactos son todos iguales?

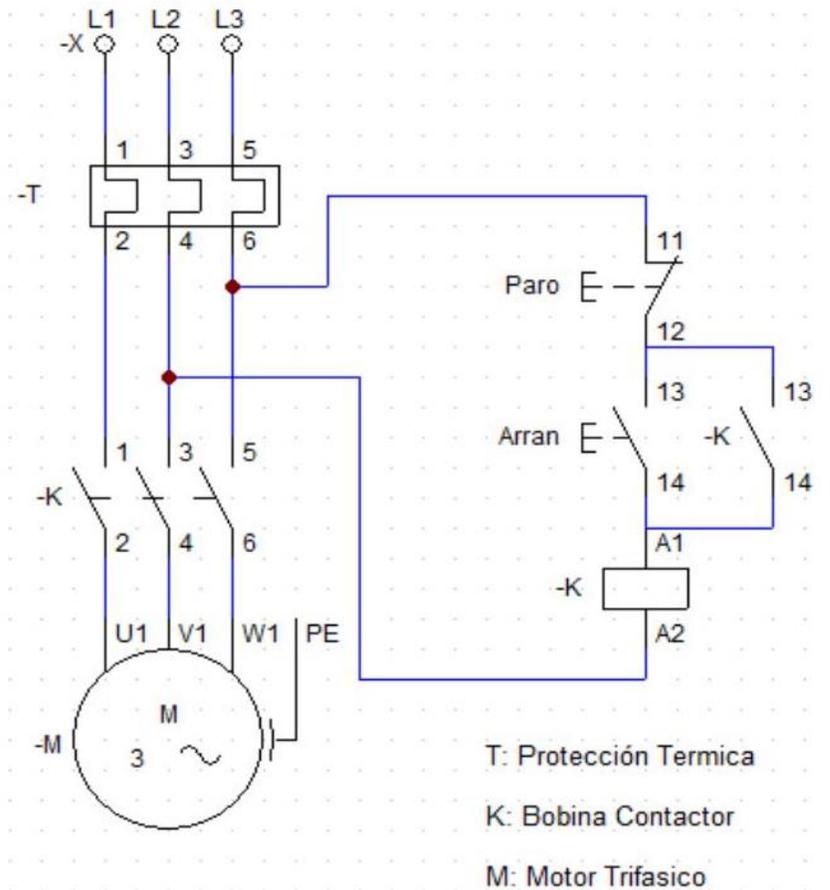


Figura 3.

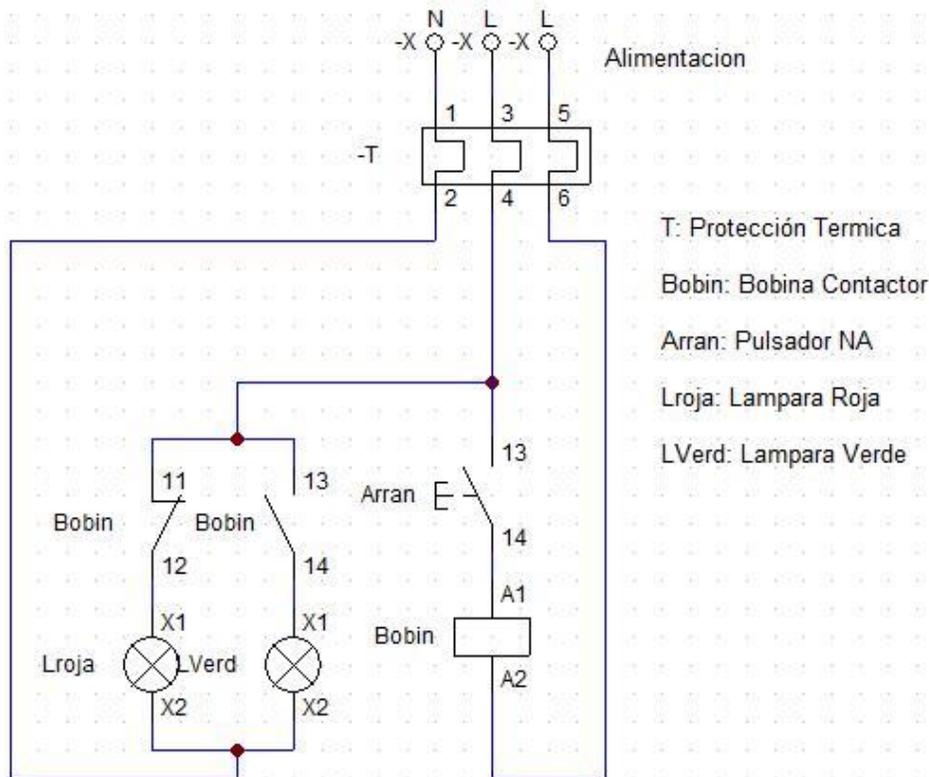


Figura 4.

4.6.- Desconecte la fuente de alimentación, guarde los módulos y cables de conexión.

### 5.- CUESTIONARIO.

1. ¿Qué es un relevador auxiliar de control?
2. ¿Qué es un Contactor?
3. Mencione la diferencia entre un contactor y un relevador de control
4. Mencione las especificaciones principales de un relevador de control
5. Mencione las especificaciones principales de un contactor
6. ¿Es posible utilizar un relevador auxiliar cómo contactor?

### 6.- CONCLUSIONES.

### 7.- BIBLIOGRAFÍA.



---

## PRÁCTICA 4 “ARRANQUE Y PARO DE UN MOTOR TRIFÁSICO DE INDUCCIÓN A TENSION PLENA”

### 1.- OBJETIVO.

- El alumno aprenderá el diagrama de control para el arranque y paro de un motor trifásico de inducción a tensión plena.
- El alumno visualizará la operación del motor trifásico de inducción con el uso de lámparas de señalización.

### 2.- MATERIAL Y EQUIPO.

Módulo de conexiones de control electromecánico.

Motor trifásico de inducción.

Cables de conexiones.

### 3.- INTRODUCCIÓN.

Hay dos tipos de controladores de motor para funcionamiento a voltaje total: manuales y magnéticos. El problema consiste en arrancar y parar un motor de inducción trifásico a través de un interruptor. Para arrancar el motor solo se necesita suministrar energía de c.a. a sus terminales; para pararlo basta con interrumpir la energía de c.a. y permitir que el motor reduzca su velocidad.

En consecuencia, todo lo que se requiere es un conjunto de contactos en el circuito del motor y la manera de abrirlos y cerrarlos. Esta operación de abrir y cerrar puede ser manual donde se opera directamente el interruptor o a través de dispositivos de control. (Botones, contactores, etc.).

El circuito de fuerza del motor debe estar provisto de una protección de sobrecarga para protegerlo. En condiciones de falla esta protección desconecta el motor de la línea de alimentación.

El control remoto o desde una estación de botones hace más segura la operación del motor y es necesario un contactor magnético. Este contactor tiene un conjunto de contactos en el circuito de fuerza del motor que permiten iniciar y parar el flujo de corriente eléctrica a través de botones pulsadores. El contactor tiene una bobina de operación que al ser energizada cierra los contactos del circuito de fuerza y se inicia el arranque, cuando se interrumpe la energía de la bobina los contactos se abren y el motor se para. Para el control del motor se requiere un botón de arranque y de paro. Puede conectarse una lámpara de señalización para indicar el funcionamiento del motor.

El arranque de un motor a tensión plena es un procedimiento sencillo que consiste en aplicar la tensión total de línea a los bornes del motor por medio de un interruptor o contactor, en un solo tiempo. La corriente que absorbe el motor con este tipo de arranque puede tomar



Valores de 5 a 7 veces la corriente nominal, por lo que se emplea para el arranque y paro de motores de pequeña y media potencia. Cuando se realiza el arranque directo utilizando un contactor, debe tenerse en cuenta lo siguiente:

1. El arrancador es simple, económico, de fácil instalación, mantenimiento y adquisición en el mercado.
2. El contactor debe estar dimensionado para soportar la corriente nominal del motor y la protección de sobrecarga regulada para dicha corriente.
3. La corriente pico de arranque es elevada.
4. El par de arranque es superior al nominal.

El sistema debe limitarse a motores de baja capacidad

#### 4.- DESARROLLO.

4.1.- Con los cables de conexión, el motor y los contactos de fuerza del contactor arme el circuito de la figura 1. Conecte las terminales L1, L2 y L3 a la fuente trifásica fija de C.A. de 220 V. Opere manualmente el contactor y el motor debe comenzar a girar.

El motor arranca y para sólo con operar manualmente el contactor.

Comente las desventajas del arranque y paro de un motor a través de la operación manual del contactor.

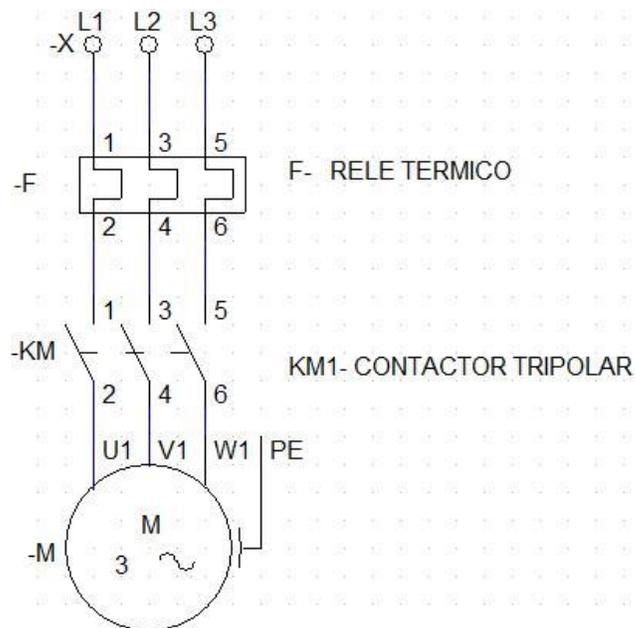


Figura 1.



4.2.- Con los cables de conexión, los contactos auxiliares y bobina de operación del contactor, los botones pulsadores y la lámpara de señalización arme el circuito de control de la figura 2. Conecte las terminales L1, L2 y L3 a la fuente trifásica fija de C.A. de 220 V.

Utilice un botón pulsador “NA” para el arranque del motor y otro botón pulsador “NC” para el paro. Utilice las lámparas de señalización para indicar que el motor está en operación y paro.

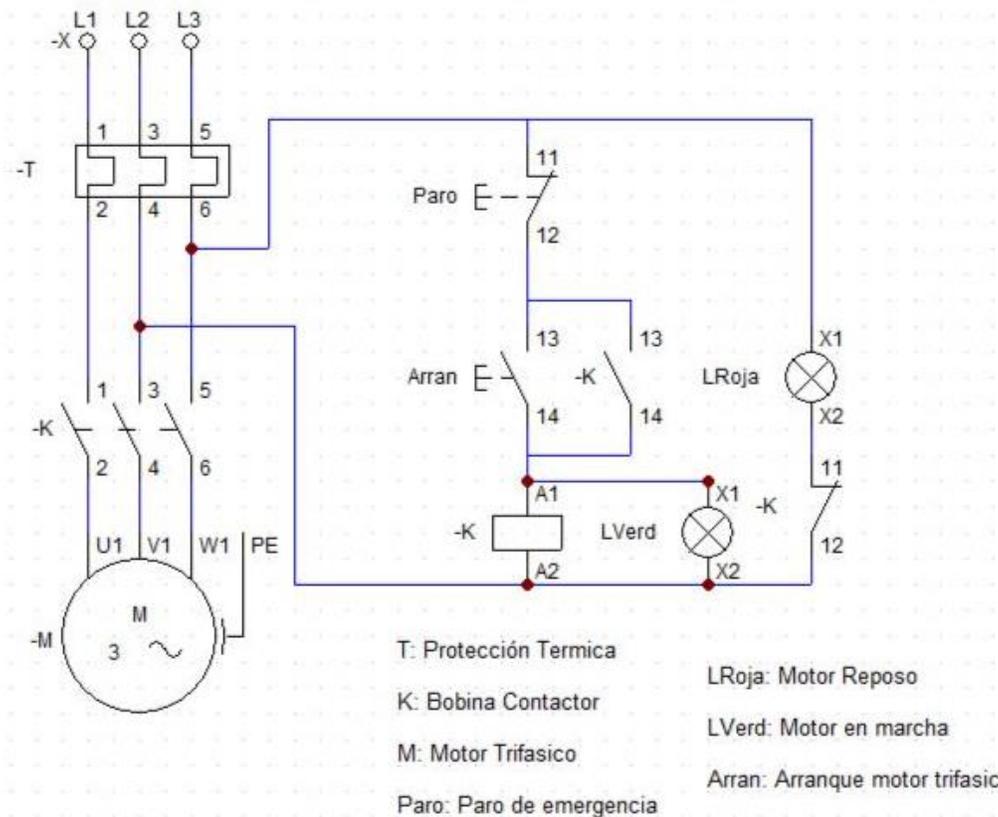


Figura 2.

Del circuito anterior, indique cual es el contacto de enclavamiento y explique cuál es su función.

4.3.- Desconecte la fuente de alimentación, guarde los módulos y cables de conexión.



## 5.- CUESTIONARIO.

1. ¿Por qué es mejor arrancar y parar los motores eléctricos a través de dispositivos de control, como estaciones de botones?
2. ¿Por qué se dice que es arranque a tensión plena?
3. ¿Qué ventajas y desventajas tiene arrancar un motor a tensión plena?
4. En el circuito de control, ¿Qué función tienen los contactos auxiliares K?
5. ¿Qué entiende por corriente de arranque del motor trifásico de inducción?
6. En motores de capacidad fraccionaria se puede utilizar un relevador auxiliar en lugar de un contactor ¿Por qué?

## 6.- CONCLUSIONES.

## 7.-BIBLIOGRAFÍA.



## PRÁCTICA 5.

### Circuitos de dos hilos y tres hilos.

#### OBJETIVOS

- El alumno deberá ser capaz de leer y entender un circuito de fuerza y control para el paro y arranque de un motor a dos y tres hilos.
- Realizar las conexiones para controlar un motor a dos y tres hilos mediante un contactor.
- Observar y entender el funcionamiento de una fotorresistencia en el arranque de un motor.

Realizar la señalización para el paro y arranque de un motor mediante contactores auxiliares.

#### INTRODUCCIÓN.

NOTA: Para tener derecho a efectuar la práctica correspondiente, el alumno desarrollará los temas sugeridos, el contenido será mínimo de una cuartilla.

#### TEMAS SUGERIDOS

- Que es un interruptor diferencial y disyuntor.
- Circuito de fuerza y circuito de control eléctrico.
- Contactor (funcionamiento, características, partes que lo conforman).
- Tipos de conexiones en un motor trifásico a 9 puntas.
- Funcionamiento de una fotorresistencia.

#### EQUIPO

- Cables de conexión banana-banana.
- Motor trifásico de inducción.
- Módulo de control.
- Módulo de interruptores.
- Módulo de interruptores de límite.

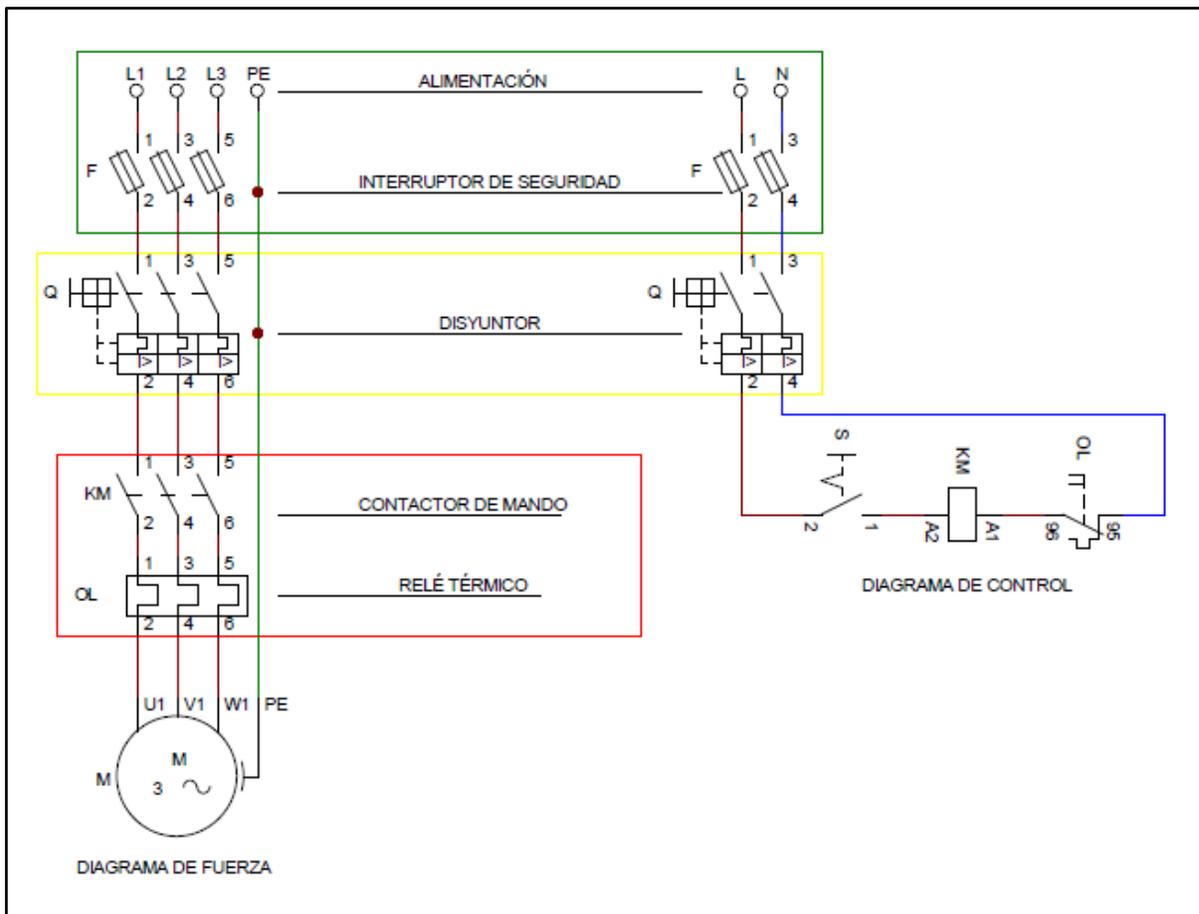
#### DESARROLLO

##### 1. Circuito de control y fuerza para el paro y arranque de un motor trifásico a dos hilos.



- 1.1 Arma el diagrama eléctrico que se muestra en la *figura 1.1* en el módulo de control electromecánico. Utiliza los cables banana–banana.
- 1.2 No conectes la alimentación hasta el punto 1.6.
- 1.3 No conectes el motor hasta que llegues al punto 1.10.

Utiliza los bornes de las líneas  $L1$ ,  $L2$ ,  $L3$  y  $N$  que se encuentran horizontalmente en la parte superior de los bornes de los contactores para

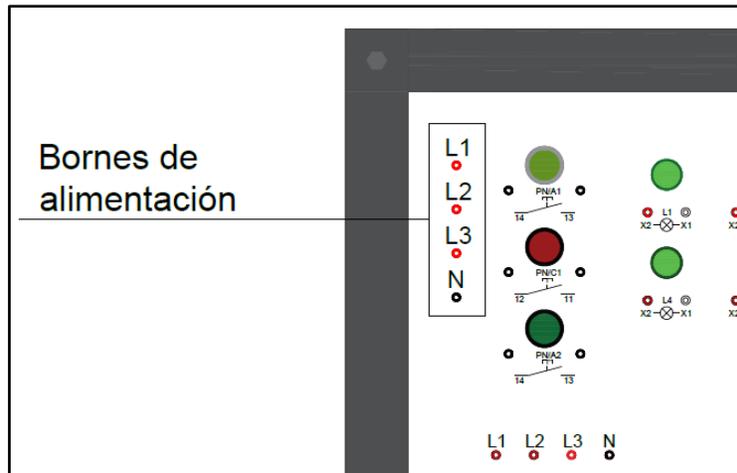


Conectar el circuito de fuerza y control.

**Figura 1.1: Paro y arranque a dos hilos.**

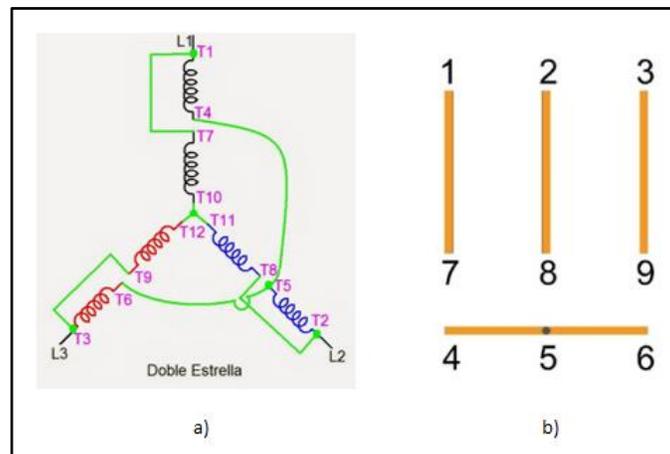
- 1.1 Verifica que el interruptor de seguridad este abierto de no ser así ábrelo.

Conecta las líneas de suministro eléctrico en los respectivos bornes de alimentación del módulo que se encuentran en la parte superior izquierda, observa la *figura 1.2*.



**Figura 1.2: Bornes de alimentación trifásica.**

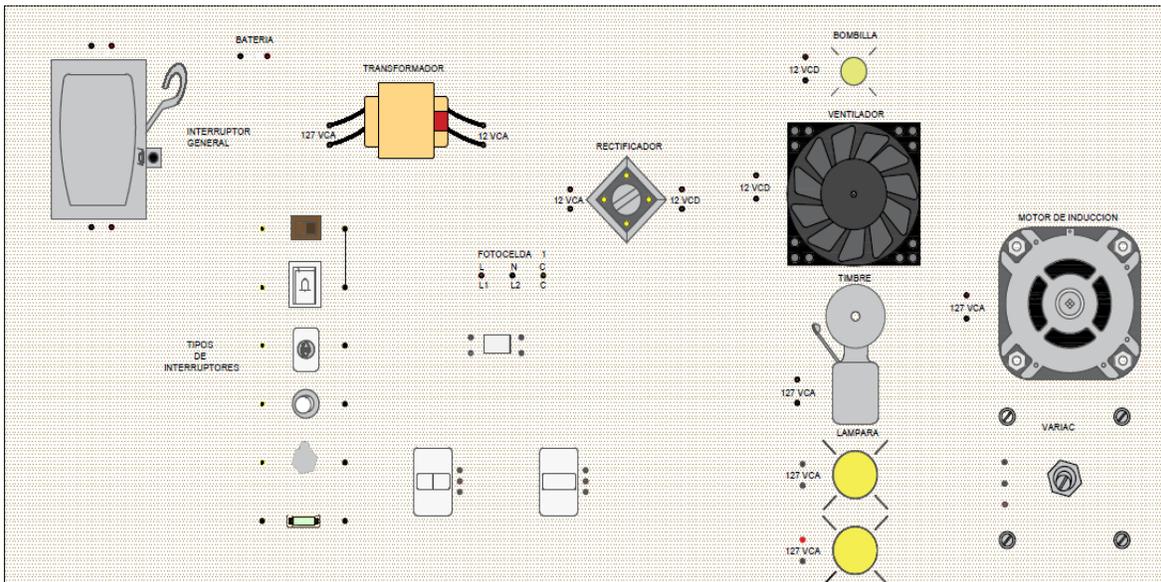
- 1.1 Cierra el interruptor de seguridad y presiona el interruptor.
- 1.2 Verifica que todo funcione correctamente y el contactor se haya enclavado correctamente.
- 1.3 Para el motor y abre el interruptor de seguridad.
- 1.4 Para conectar el motor trifásico sigue la configuración en estrella que se muestra en la *figura 1.3*. Las conexiones las puedes verificar en la placa de datos del motor.



**Figura 1.3: Configuración doble estrella en paralelo para un motor trifásico, a) diagrama eléctrico, b) conexión en el módulo.**

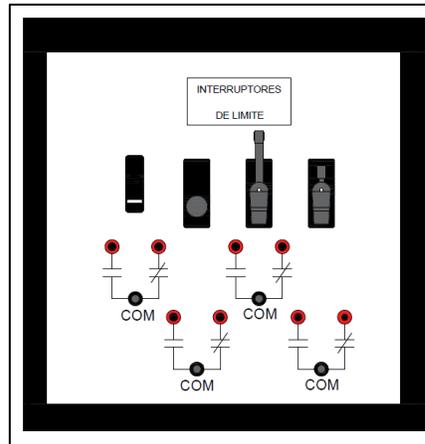


- 1.1 Cierra el interruptor de seguridad.
- 1.2 Presiona el interruptor para arrancar el motor.
- 1.3 Para el motor y abre el interruptor de seguridad.
- 1.4 Utiliza el módulo de interruptores que se muestra en la figura 3 y sustituye el interruptor que utilizaste por cada uno de los que vienen en el módulo como son:
  - Apagador.
  - Cola de rata.
  - Presión (push).
  - Llave.
  - Timbre.
  - Volquete.



**Figura 1.4: Módulo de interruptores.**

- 1.5 Observa el funcionamiento de cada uno de los interruptores.
- 1.6 Ahora utiliza el módulo de interruptores de límite que se muestra en la figura 1.4.
- 1.7 Usa un interruptor NO.
- 1.8 Abre el interruptor de seguridad.

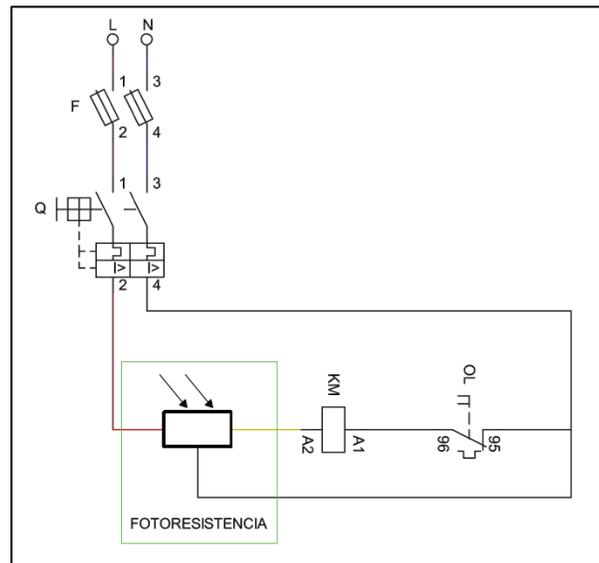


**Figura 1.5: Módulo de interruptores de limite.**

## 2. Circuito de control y fuerza para el paro y arranque de un motor trifásico usando fotorresistencia.

2.1. Sustituye el interruptor por la fotorresistencia que viene en el módulo de interruptores.

2.2. Para conectar la fotorresistencia se conecta a la línea (rojo), neutro (negro) y a la bobina (amarillo), observa la *figura 1.5*. En esta ocasión la fotorresistencia será el elemento de control que abra o cierre el paso de corriente.



**Figura 1.6: Circuito de control a dos hilos con fotorresistencia.**

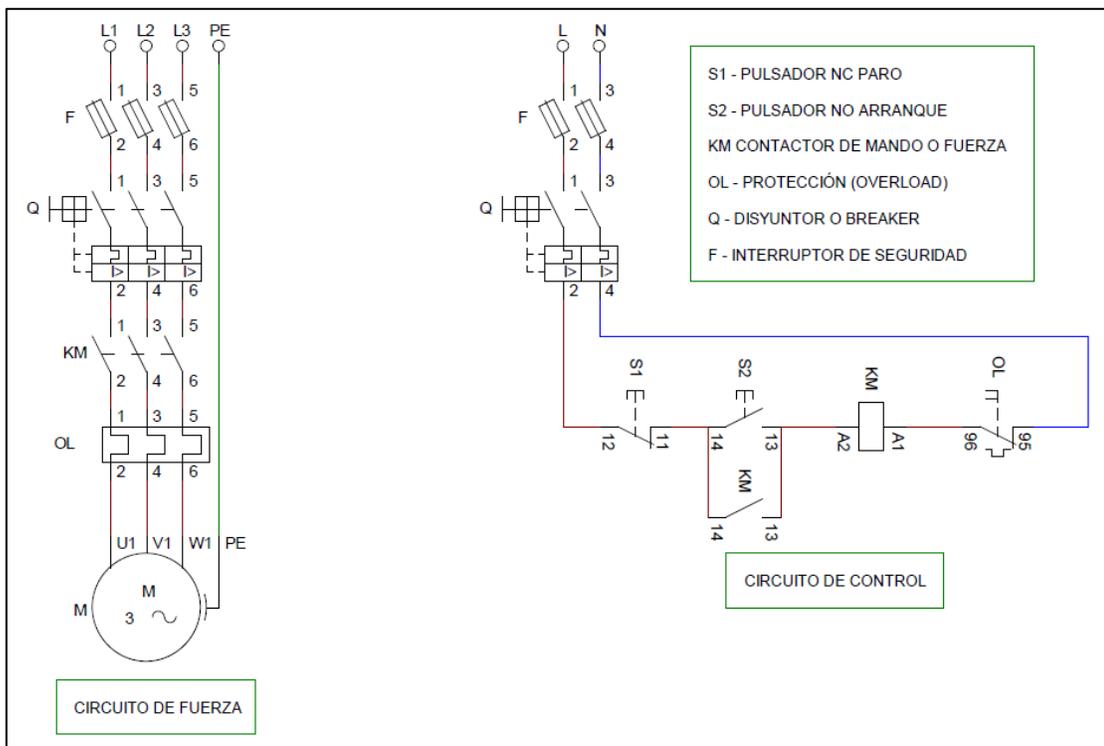


- 2.3. Cierra el interruptor de seguridad.
- 2.4. Expón la fotorresistencia a la luz y observa lo que sucede.
- 2.5. Para el motor y abre el interruptor de seguridad.

### 3. Circuito de control y fuerza a 3 hilos para el paro y arranque de un motor trifásico mediante pulsadores.

- 3.1. Realiza el circuito a tres hilos que se muestra en la *figura 1.6*.
- 3.2. Observa que el circuito de fuerza es igual y no requiere modificaciones.
- 3.3. Por seguridad desconecta el motor.
- 3.4. En este circuito utiliza los pulsadores *NO* y *NC* que vienen en el módulo de control para controlar el paro y arranque.

Utiliza un contacto auxiliar *NO* en paralelo al pulsador de arranque *NO* para



realizar el enclavamiento de la bobina.

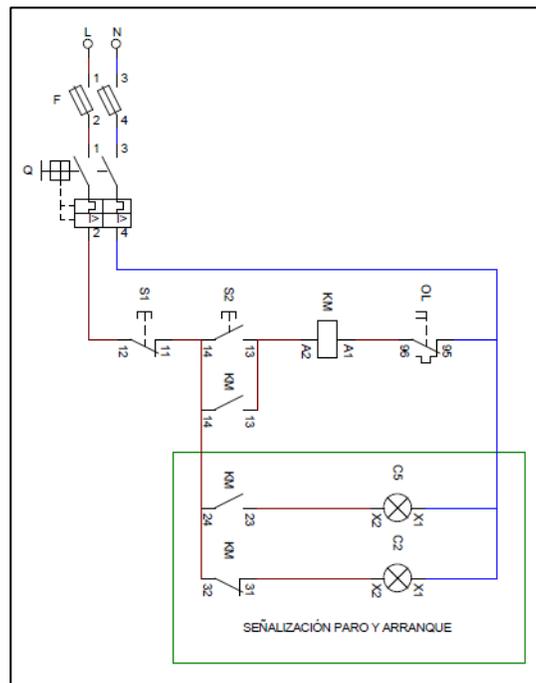
**Figura 1.7: Circuito de control y fuerza a tres hilos**



- 3.6. Cierra el interruptor de seguridad.
- 3.7. Presiona el pulsador de arranque y verifica que el contactor haya enclavado correctamente.
- 3.8. Si el circuito funciona correctamente presiona el pulsador de paro y abre el interruptor de seguridad.
- 3.9. Vuelve a conectar el motor y cierra el interruptor de seguridad.
- 3.10. Arranca el motor presionando el pulsador de arranque.
- 3.11. Para el motor presionando el pulsador de paro y abre el interruptor de seguridad.

#### 4. Señalización para el paro y arranque de un motor trifásico mediante lámparas piloto.

- 4.1. En esta parte se implementaran lámparas para indicar cuando el motor está en marcha (*lámpara verde – C5*) y cuando está en paro (*lámpara roja – C2*).
- 4.2. Para conectar la lámpara de marcha envía un cable banana-banana de línea a un contacto auxiliar de la bobina NO, a su vez este va en serie con la lámpara verde y posteriormente a neutro. Observa la *figura 1.8*.
- 4.3. En el caso de paro el procedimiento es el mismo, solo que ahora se utiliza un contacto auxiliar NC.





**Figura 1.8: Circuito de control y mando a tres hilos con señalización.**

- 4.4. Ambos contactos auxiliares son controlados por la bobina de mando.
- 4.5. Cierra el interruptor de seguridad.
- 4.6. Observa que la lámpara de paro está encendida, ahora procede a dar marcha al motor.
- 4.7. Para el motor y abre el interruptor de seguridad.

**CUESTIONARIO**

1. Menciona 5 partes de un contactor.

---

---

---

---

2. Del circuito a tres hilos menciona cuales son los tipos de elementos que contiene el circuito.

---

---

---

---

3. Dibuja la simbología de los diferentes interruptores que se utilizaron en la práctica.

4. Define que es un circuito a dos hilos.

---

---

---

---

5. Define que es un circuito a tres hilos.

---

---

---

---

**CONCLUSIONES  
BIBLIOGRAFIA.**



## PRÁCTICA 6.

### Inversión de giro.

#### OBJETIVOS

- El alumno será capaz de realizar y comprender la inversión de giro de un motor monofásico con capacitor de arranque y un motor trifásico de inducción.
- Realizar la inversión de giro de un motor monofásico con capacitor de arranque y un motor trifásico de inducción mediante un interruptor de tambor.
- Comprender las tres posiciones de un interruptor de tambor.
- Realizar la inversión de giro de un motor trifásico mediante contactores.

#### INTRODUCCIÓN

NOTA: Para tener derecho a efectuar la práctica correspondiente, el alumno desarrollará los temas sugeridos, el contenido será mínimo de una cuartilla.

#### TEMAS SUGERIDOS.

- Interruptor de tambor tres posiciones.
- Inversión de giro en un motor monofásico.
- Inversión de giro de un motor trifásico de inducción.

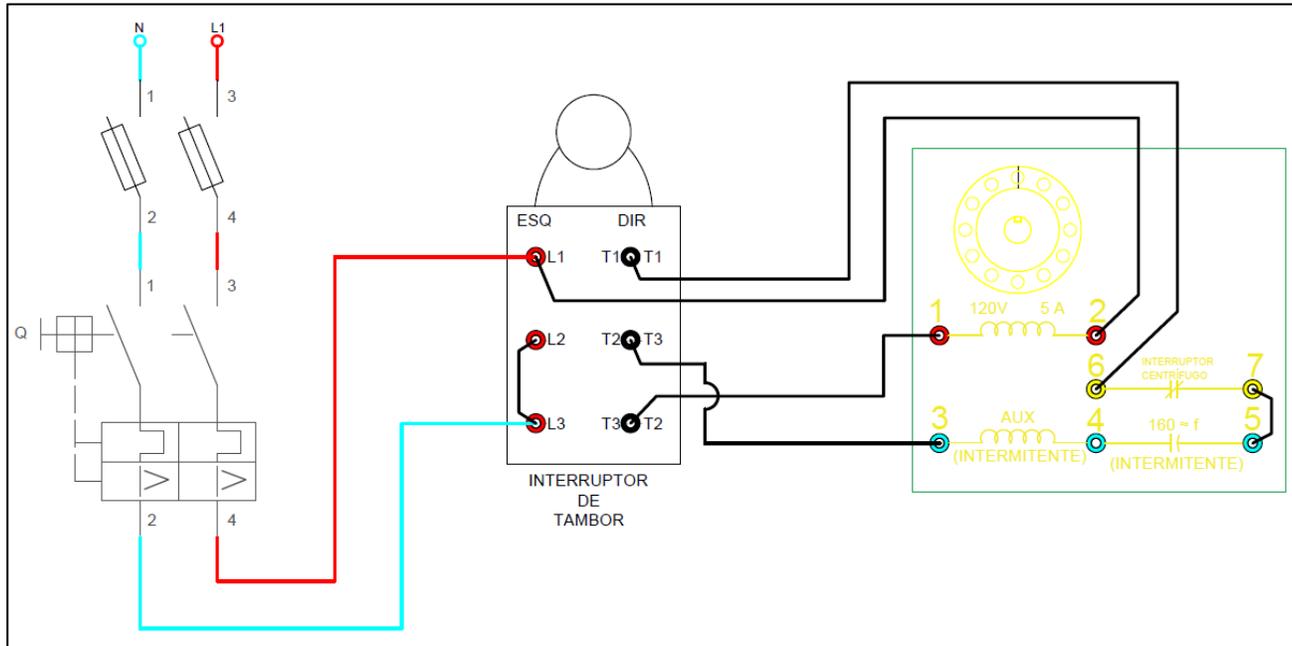
#### EQUIPO

- Interruptor de tambor tres posiciones.
- Motor monofásico de inducción con capacitor de arranque.
- Motor trifásico de inducción.
- Módulo de control.
- Cables banana-banana.

#### DESARROLLO

##### 1. Inversión de giro de un motor monofásico con capacitor.

- 1.1 Conecta el circuito que se muestra en la *figura 2.1*.
- 1.2 Antes de conectar la alimentación verifica que el interruptor de seguridad este abierto.
- 1.3 El interruptor de tambor cuenta con tres posiciones que son *ESQ*, *0* y *DIR*.



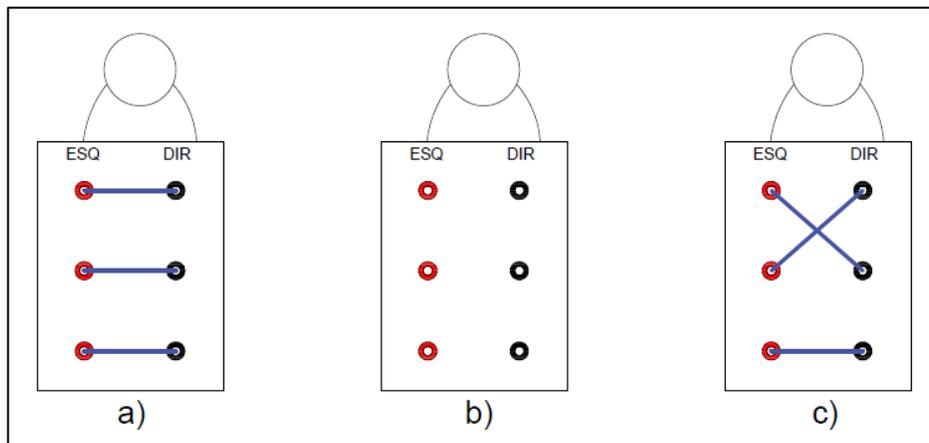
1.4 Verifica que el interruptor se encuentre en la posición 0.

**Figura 2.1: Conexión de un motor monofásico con capacitor de arranque a un interruptor de tambor.**

1.5 Cierra el interruptor de seguridad.

1.6 Para arrancar el motor cambia la posición del interruptor de tambor a ESQ.

1.7 El motor deberá girar en sentido horario, observa la figura 2.2 a), en esta posición los dos devanados tanto de marcha como auxiliar están conectados en paralelo a línea y neutro.





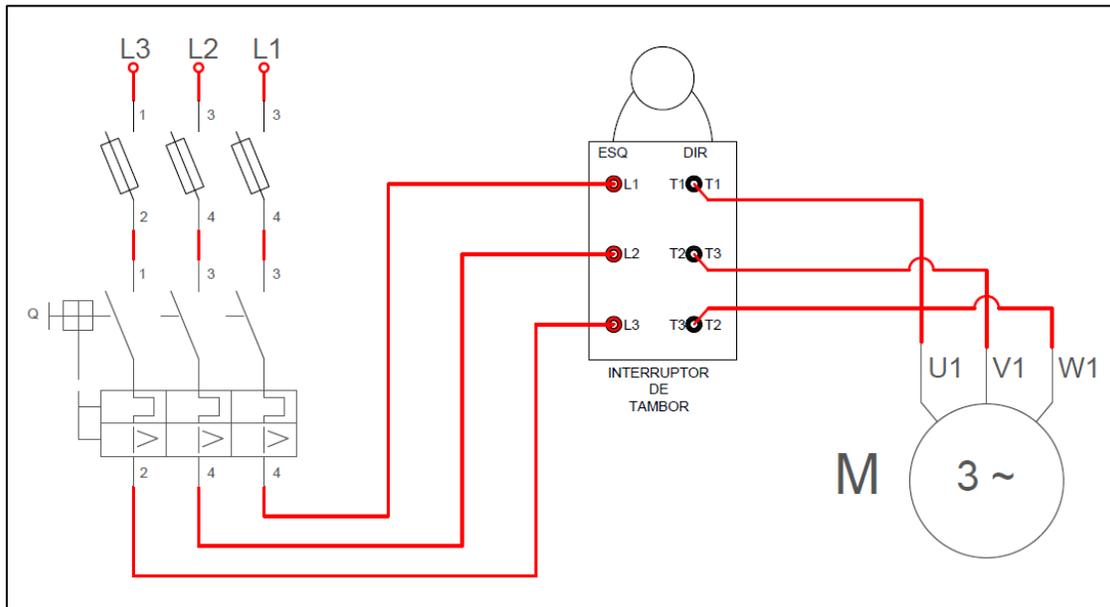
---

**Figura 2.2: Posiciones de un interruptor de tambor, a) marcha adelante, b) motor en paro, c) marcha en reversa.**

- 1.8 Posiciona nuevamente el interruptor en 0.
- 1.9 Espera a que el motor disminuya la velocidad.
- 1.10 Para invertir el giro de dirección se requiere cambiar las puntas de alguno de los devanados.
- 1.11 Observa la figura 2.2 c), el interruptor en esta posición tiene la finalidad de intercambiar las puntas del devanado auxiliar en los puntos L y N, lo que invertirá la corriente y el giro se invertirá.
- 1.12 Cambia el interruptor a la posición DIR.
- 1.13 Como puedes ver el motor cambia de dirección al invertir el sentido de la corriente del devanado auxiliar.
- 1.14 Analiza el diagrama de la figura 2.1 con las dos posiciones del interruptor de tambor que se muestran en la figura 2.2 para entender mejor el funcionamiento.
- 1.15 Cambia el interruptor a la posición 0.
- 1.16 Abre el interruptor de seguridad.

**2. Inversión de giro de un motor trifásico de inducción mediante un interruptor de tambor.**

- 2.1 Conecta el circuito de la *figura 2.3* usando ahora un motor de corriente trifásica de inducción.
- 2.2 Para conectar el motor sigue la configuración doble estrella que se vio en la práctica 1.
- 2.3 Cierra en interruptor de seguridad.
- 2.4 Para dar marcha al motor cambia el interruptor de tambor en la posición *ESQ*.
- 2.5 En esta posición las líneas se conectan directamente de *L1* a *U1*, *L2* a *V1* y de *L3* a *W1*, por lo que la dirección del motor es sentido horario.
- 2.6 Cambia el interruptor de tambor a la posición 0.
- 2.7 Espera a que disminuya la velocidad.
- 2.8 Para realizar la inversión de giro se deben cambiar de posición la conexión dos líneas, al invertir el orden, el sentido de la corriente cambia y el giro también.
- 2.9 Cambia el interruptor de tambor a la posición *DIR*



**Figura 2.3: Conexión de un motor trifásico de inducción a un interruptor de tambor.**

- 2.10 Observa que el motor gira en sentido anti-horario.
- 2.11 En esta posición el interruptor de tambor intercambia las líneas L1 y L2.
- 2.12 Analiza el circuito y observa cómo se intercambian de posición las líneas. Regresa a la figura 2.2 si es necesario.
- 2.13 Cambia de posición el interruptor de tambor a 0.
- 2.14 Abre el interruptor de seguridad.

### 3. Inversión de giro de un motor trifásico de inducción mediante contactores.

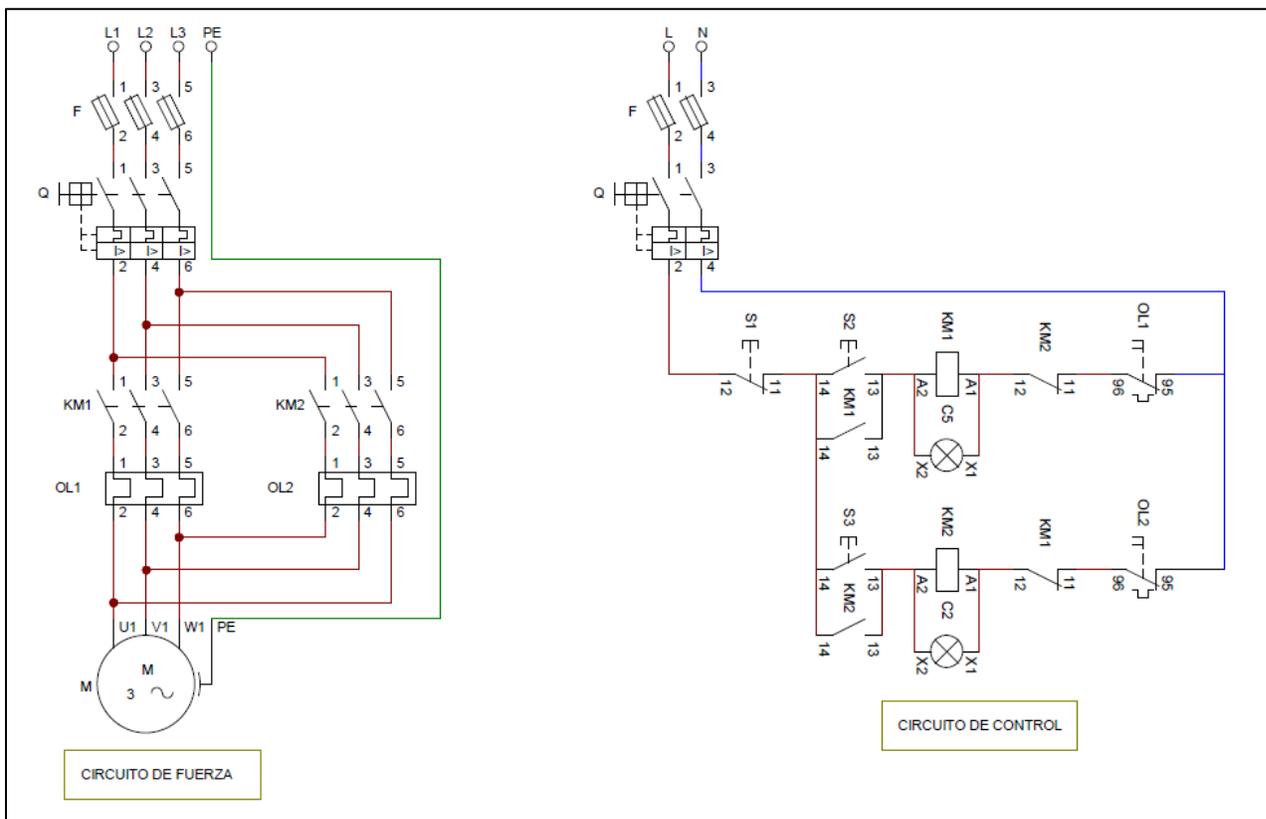
- 3.1 Conecta el circuito de fuerza de la figura 2.4.
- 3.2 No conectes el motor hasta el punto 3.11.

Para realizar la inversión de giro cambia las líneas L1 y L3 que van conectadas al motor que vienen del contactor KM2.

- 3.4 Observa que para el circuito de control basta con implementar un solo pulsador de paro, a partir de ahí puedes introducir dos lazos para la primera y segunda bobina.
- 3.5 Asegúrate de conectar los contactos auxiliares de seguridad de manera que cuando se active KM1, KM2 no se pueda activar y viceversa.
- 3.6 Cierra el interruptor de seguridad.



- 3.7 Presiona el pulsador de arranque S2 y verifica que el contactor KM1 se haya enclavado correctamente.
- 3.8 Presiona el pulsador S3 para verificar que el contactor auxiliar KM1 de seguridad funciona.
- 3.9 Presiona el pulsador de paro.
- 3.10 Realiza el mismo procedimiento con el contactor KM2 y su contacto auxiliar de seguridad.
- 3.11 Abre el interruptor de seguridad.
- 3.12 Una vez que todo funcione correctamente conecta el motor trifásico de inducción.



**Figura 2.4: Circuito de inversión de giro de un motor trifásico de inducción mediante contactores.**



- 3.12 Cierra el interruptor de seguridad.
- 3.13 Presiona el pulsador de arranque S2.
  
- 3.14 El motor debe girar en sentido horario.
- 3.15 Presiona el pulsador de arranque S1 para detener el motor.
- 3.16 Presiona el pulsador S3 para arrancar el motor en reversa.
- 3.17 Para el motor.
- 3.18 Abre el interruptor de seguridad.

**CUESTIONARIO**

1. Menciona 5 elementos de un interruptor de tambor.

---

---

---

---

---

2. Describa brevemente el principio de funcionamiento de un motor monofásico.

---

---

---

---

---

3. Describa brevemente el principio de funcionamiento de un motor trifásico

---

---

---

---

---

4. Realiza el circuito de control en simbología americana.

5. Realiza el circuito eléctrico para realizar la inversión de giro de un motor monofásico con capacitor de arranque usando tres contactores y cambiando la corriente del devanado principal.

**CONCLUSIONES**  
**BIBLIOGRAFIA**



## BIBLIOGRAFIA.