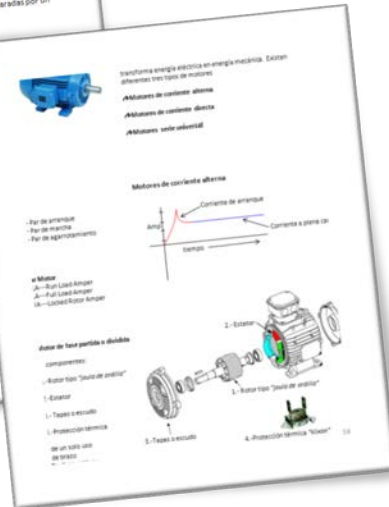
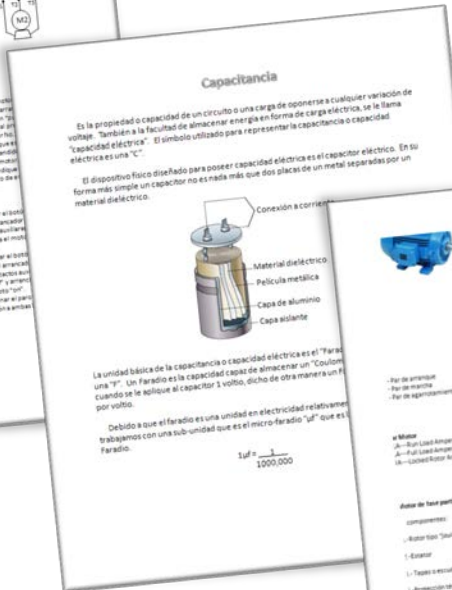
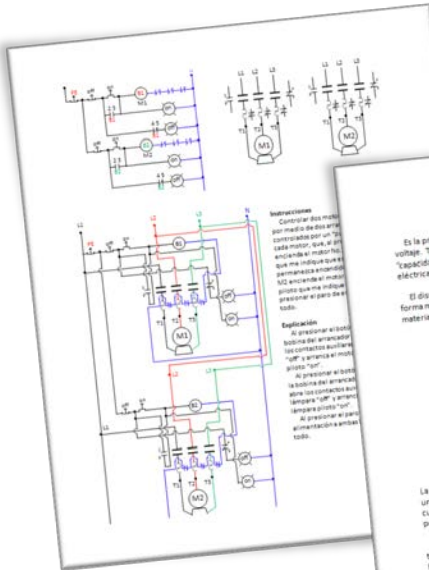
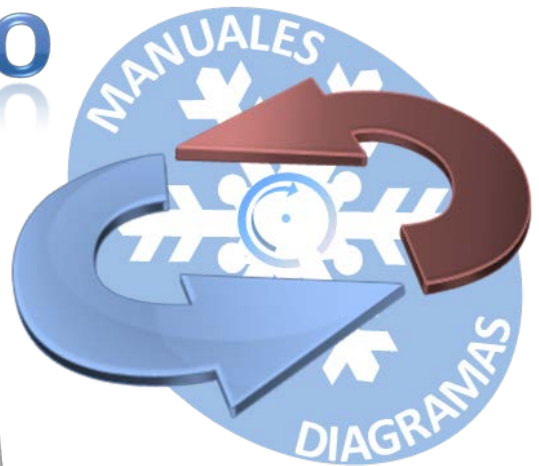


# SISTEMA ELECTRICO INDUSTRIAL



© Pioneer Breaker & Control

<http://www.manualdeaireacondicionado.blogspot.mx>

DIAGRAMAS  
CALCULO ELÉCTRICO  
RELEVADORES, ARRANCADORES  
MOTORES ELÉCTRICOS  
CAPACITORES  
DIAGRAMAS DE ALAMBRADO DE MOTORES TRIFASICOS

# Índice

## Instalaciones del sistema eléctrico Industrial

**Reactancia**-----pág. 2

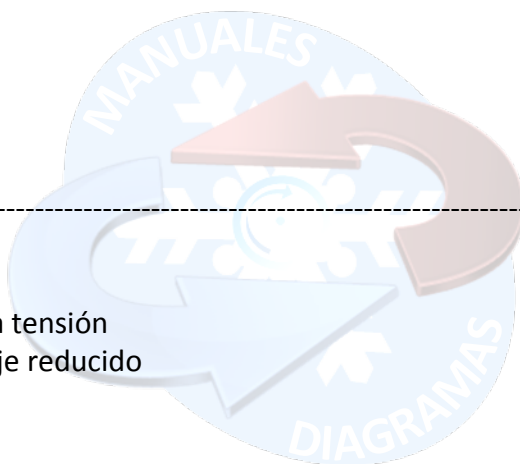
- ↗Inductancia
- ↗Reactancia inductiva
- ↗Capacitancia
- ↗Reactancia capacitiva
- ↗Impedancia
- ↗Potencia eléctrica
- ↗Factor de potencia

**Control eléctrico**-----pág. 35

- ↗Relevadores
- ↗Contactores
- ↗Arrancadores a plena tensión
- ↗Arrancadores a voltaje reducido

**Motores eléctricos(1 $\phi$ , 3 $\phi$ )**-----pág. 55

- ↗Motores de corriente alterna
- ↗Motores de corriente directa



# Reactancia

Se le llama Reactancia a la oposición que ofrecen algunas cargas (inductores, capacitores) al paso de la corriente alterna siendo su unidad de medida el Ohm " $\Omega$ " y se simbolizará mediante una "X".

## Inductancia

Es la propiedad o capacidad de un circuito o una carga (inductor) de oponerse a cualquier cambio de valor de la corriente (amperes) y siendo su unidad de medida el "Henry" (H) y la vamos a representar con una "L".

Los dispositivos eléctricos que nos proporcionan la inductancia les vamos a llamar "inductores". Los inductores también se les conoce como bobinas, reactores y en algunos casos bobinas de choque. La inductancia por lo tanto ahoga o restringe los cambios bruscos de corriente. La inductancia reacciona contra los cambios de corriente ya sea aumentando ó disminuyendo la corriente.

### Autoinducción

A la inducción de un inductor o bobina se le llama autoinducción. Se le da este nombre a causa de que se induce en él un voltaje en él mismo "FCEM".

Es decir el cambio de su campo electromagnético induce un voltaje en sus propias espiras. En el caso de un conductor recto único, su propio campo induce una corriente en él.

### Inducción mutua

Cuando el flujo magnético o electromagnético de un conductor o un imán induce un voltaje a otro aislado eléctricamente se dice que existe inducción mutua. Mediante la inducción mutua circuitos que están separados eléctricamente pueden acoplarse magnéticamente o electromagnéticamente. El transformador eléctrico funciona en base al principio de la inducción mutua.

### Reactancia Inductiva

A la oposición que ofrece un inductor o bobina al paso de los electrones se le llama Reactancia Inductiva ( $X_L$ ) siendo también su unidad de medida el Ohm ( $\Omega$ ). La reactancia inductiva es como la resistencia que controla el valor de la corriente en un circuito. La reactancia difiere de la resistencia eléctrica en que no convierte la energía en calorífica, por lo tanto es incorrecto utilizar el término "*la resistencia de la bobina*" aunque ambas se expresen en Ohms.

$$X_L = 2\pi \cdot F \cdot L$$

# Ley de Lenz y FCEM

Al voltaje inducido en un conductor o bobina, por su propio campo electromagnético le vamos a llamar FCEM(fuerza contra electromotriz), recordemos que la fuerza electromotriz es otro nombre del voltaje, ya que la FEM inducida siempre se opone o va en contra a la acción de la fuente de voltaje, se le conoce como FCEM que también le podemos llamar FEM inversa o voltaje inverso.

El termino inverso implica que el voltaje inducido está trabajando en contra del esfuerzo de la fuente de voltaje.

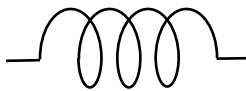
El concepto del contenido de la ley de Lenz se uso para explicar el comportamiento de la inducción.

La ley de Lenz establece que: *“La FCEM inducida siempre tendrá una polaridad que se opondrá a la fuerza que la creó.”*

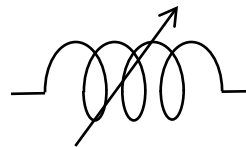
## Factores que determinan a la inducción

1. El tipo de material del núcleo.
2. El numero de vueltas o espirales.
3. El calibre del conductor de la bobina.
4. El espacio entre las vueltas de las espirales.
5. El diámetro de la bobina o núcleo.

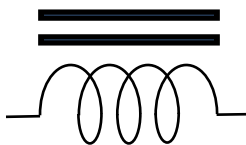
Una manera de clasificar a los inductores es por el tipo de material utilizado en su núcleo



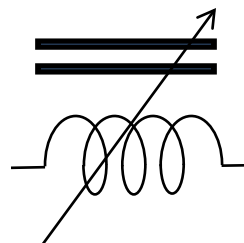
Inductor con núcleo de aire



Inductor con núcleo variable

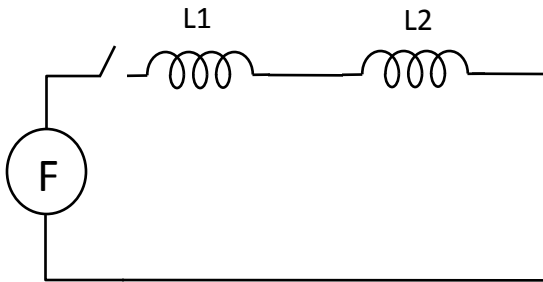


Inductor con núcleo de hierro

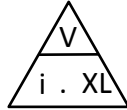


Inductor con núcleo de hierro variable

## Diagrama de un circuito con inductores conectados en serie



Formulas:

$LT = L1 + L2$	$VL = I \cdot XL$
$XL = 2\pi \cdot F \cdot L$	$VLT = VL1 + VL2$
$IT = \frac{VT}{XLT}$	

Datos:

$$VT = 120v$$

$$60 \text{ hz}$$

$$L1 = .4H$$

$$L2 = .6H$$

Calcular:

$$XLT = 376.99\Omega$$

$$LT = 1H$$

$$IT = 0.3183Amp$$

$$VLT = 119.995v$$

$$VL1 = 47.998v$$

$$VL2 = 71.997v$$

$$XL1 = 150.796 \Omega$$

$$XL2 = 226.194 \Omega$$

$$LT = L1 + L2 \quad LT = .4 + .6 = 1H$$

$$XL1 = 2\pi \cdot F \cdot L$$

$$XL1 = 6.283185307 \times 60 \times .4 = 150.796 \Omega$$

$$XL2 = 2\pi \cdot F \cdot L$$

$$XL2 = 6.283185307 \times 60 \times .6 = 226.194 \Omega$$

$$XLT = XL1 + XL2$$

$$XLT = 150.796\Omega + 226.194\Omega = 376.99\Omega$$

$$IT = \frac{VT}{XLT}$$

$$IT = \frac{120v}{376.99\Omega} = 0.3183Amp$$

$$VL1 = I \cdot XL1$$

$$VL1 = 0.3183amp \times 150.796\Omega = 47.998v$$

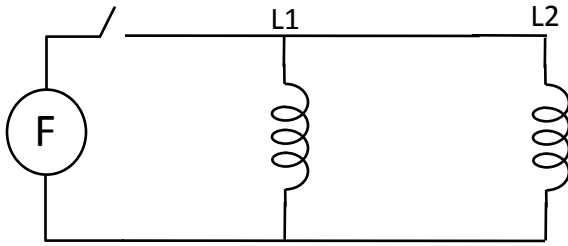
$$VL2 = I \cdot XL2$$

$$VL2 = 0.3183amp \times 226.194\Omega = 71.997v$$

$$VLT = VL1 + VL2$$

$$VLT = 47.998v + 71.997v = 119.995v$$

## Diagrama de un circuito con inductores conectados en paralelo



Datos:  
 $V_T = 120\text{V}$   
 $60\text{ Hz}$   
 $L_1 = .4\text{H}$   
 $L_2 = .6\text{H}$

Calcular:  
 $X_{LT} = X_{LT} = 90.4777\Omega$   
 $LT = LT = 0.24\text{H}$   
 $I_T = 1.321\text{A}$   
 $I_{L_1} = 0.795\text{A}$   
 $I_{L_2} = 0.530\text{A}$   
 $X_{L_1} = 150.796\Omega$   
 $X_{L_2} = 226.1946\Omega$

### Formulas:

Solo para dos

$$LT = \frac{L_1 \cdot L_2}{L_1 + L_2}$$

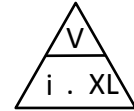
Tres en adelante

$$LT = \frac{1}{\frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \frac{1}{L_3}}$$

$$XL = 2\pi \cdot F \cdot L$$

$$X_{LT} = \frac{X_{L_1} \cdot X_{L_2}}{X_{L_1} + X_{L_2}}$$

$$I_T = \frac{V_T}{X_{LT}}$$



En un circuito con inductores en paralelo el voltaje será el mismo para todas las bobinas.

$$LT = \frac{L_1 \cdot L_2}{L_1 + L_2}$$

$$LT = \frac{.4\text{H} \times .6\text{H}}{.4\text{H} + .6\text{H}} = \frac{0.24}{1} = 0.24\text{H} \quad LT = 0.24\text{H}$$

$$XL = 2\pi \cdot F \cdot L$$

$$X_{L_1} = 2\pi \cdot F \cdot L = 150.796\Omega$$

$$X_{L_2} = 2\pi \cdot F \cdot L = 226.1946\Omega$$

$$X_{LT} = \frac{X_{L_1} \cdot X_{L_2}}{X_{L_1} + X_{L_2}}$$

$$X_{LT} = \frac{150.796 \times 226.1946}{150.796 + 226.1946} = \frac{34109.24}{376.9906} = 90.4777\Omega$$

$$X_{LT} = 90.4777\Omega$$

$$I_T = \frac{V_T}{X_{LT}}$$

$$I_T = \frac{120\text{V}}{90.4777} = 1.321\text{A}$$

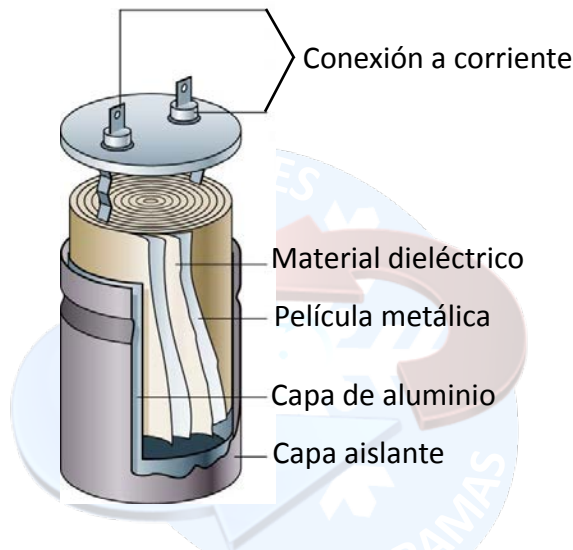
$$I_{L_1} = \frac{V_{L_1}}{X_{L_1}} = 0.795\text{A}$$

$$I_{L_2} = \frac{V_{L_2}}{X_{L_2}} = 0.530\text{A}$$

# Capacitancia

Es la propiedad o capacidad de un circuito o una carga de oponerse a cualquier variación de voltaje. También a la facultad de almacenar energía en forma de carga eléctrica, se le llama "capacidad eléctrica". El símbolo utilizado para representar la capacitancia o capacidad eléctrica es una "C".

El dispositivo físico diseñado para poseer capacidad eléctrica es el capacitor eléctrico. En su forma más simple un capacitor no es nada más que dos placas de un metal separadas por un material dieléctrico.



La unidad básica de la capacitancia o capacidad eléctrica es el "Faradio" y la abreviaremos con una "F". Un Faradio es la capacidad capaz de almacenar un "Coulomb" de carga eléctrica cuando se le aplique al capacitor 1 voltio, dicho de otra manera un Faradio equivale a 1 coulomb por voltio.

Debido a que el faradio es una unidad en electricidad relativamente grande normalmente trabajamos con una sub-unidad que es el micro-faradio " $\mu\text{f}$ " que es la millonésima parte de un Faradio.

$$1\mu\text{f} = \frac{1}{1000,000}$$

## Factores que determinan la capacidad eléctrica de la capacitancia

La capacidad eléctrica de un capacitor está determinada por cuatro factores:

1. El área de las placas
2. La distancia entre placas
3. El tipo del material dieléctrico
4. La temperatura

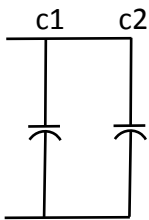
## Clasificación de los capacitores

Los capacitores se clasifican en dos tipos que son los capacitores secos o electrolíticos y permanentes o impregnados en aceite que físicamente los podemos diferenciar.

Los capacitores secos o electrolíticos tienen una capacidad eléctrica de 100µf en adelante mientras que los impregnados en aceite o permanentes tienen una capacidad menor de 100µf, siendo esta otra característica que nos ayudará a diferenciar entre los tipos de capacitores.

## Formulas para calcular capacidad total (CT) y reactancia capacitiva total (XCT) en un circuito con capacitores conectados en serie y/o paralelo.

Paralelo



Solo para dos capacitores

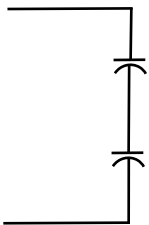
$$XCT = \frac{XC_1 \cdot XC_2}{XC_1 + XC_2}$$

$$CT = C_1 + C_2 + C_3 \dots$$

Para tres en adelante

$$XCT = \frac{1}{\frac{1}{XC_1} + \frac{1}{XC_2} + \frac{1}{XC_3}}$$

Serie



Solo para dos capacitores

$$CT = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2}$$

$$XCT = XC_1 + XC_2 + XC_3 \dots$$

Para tres en adelante

$$CT = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}}$$



## Comportamiento de los capacitores en serie y en paralelo

Los capacitores en un circuito en **paralelo** siempre va a tender a aumentar la capacitancia, esto se debe a que las placas de almacenamiento de los capacitores aumentarán en área y la separación entre placas por el material dieléctrico no variará considerablemente.

$$C_T = C_1 + C_2 + C_3 \dots$$

Los capacitores en **serie** siempre tenderán a tener como la capacitancia resultante menor que la menor que tengamos en el circuito, esto se debe a que el área de las placas de los capacitores no aumentarán, en cambio el material dieléctrico que separa a las placas si aumentará.

$$C_T = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}}$$

## Comportamiento de los capacitores en la corriente alterna

Un capacitor controla la corriente en un circuito de corriente alterna. Controla la corriente almacenando energía eléctrica que produce un voltaje en el capacitor. El voltaje producido por la energía almacenada en el capacitor siempre estará en oposición al voltaje de la fuente.

## Reactancia capacitiva

Como en la inductancia, la capacitancia controla la corriente en un circuito de corriente alterna sin convertir la energía eléctrica en energía calorífica por lo tanto a la oposición que ofrece la capacitancia a la corriente eléctrica le vamos a llamar "Reactancia Capacitiva" (XC) ya que la reactancia capacitiva ofrece una forma de oponerse a los electrones en unidades de ohms, podremos por lo consiguiente aplicar la ley de Ohm para determinar la corriente en un circuito.

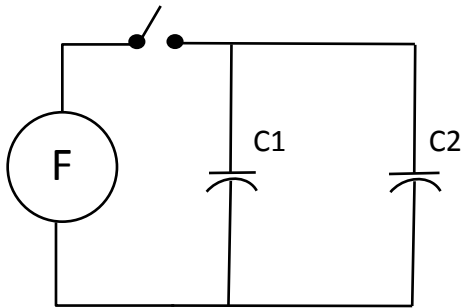
$$X_C = \frac{1}{2\pi \cdot F \cdot \mu f} \quad 1 \mu f = \frac{1}{1000,000} = 0.000001$$

## Capacidad real (CR)

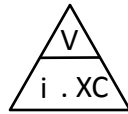
Es el valor casi exacto del capacitor la cual calcularemos con la siguiente formula dando como resultado el valor real con gran precisión:

$$CR = \frac{2655 \times \text{Amp}}{\text{Voltaje}}$$

Diagrama de un circuito con capacitores conectados en paralelo



Nota: En un circuito en paralelo el voltaje será el mismo en cada capacitor, solo deberá calcularse la intensidad.



Datos:

$$V_T = 240\text{v}$$

$$60\text{hz}$$

$$C_1 = 15\mu\text{f}$$

$$C_2 = 30\mu\text{f}$$

Calcular:

$$X_{CT} = 58.95181065\Omega$$

$$I_T = 45.03654\text{A}$$

$$X_{C1} = 176.8659\Omega$$

$$X_{C2} = 88.4251\Omega$$

$$I_{C1} = 1.3569\text{A}$$

$$I_{C2} = 2.7141\text{A}$$

$$C_T = 45\mu\text{f}$$

$$C_R = 45.03654\mu\text{f}$$

$$X_{C1} = \frac{1}{2\pi \cdot F \cdot \mu\text{f}} = 6.283185307 \times 60 \times 0.000015 = \frac{1}{0.005654} = 176.8659\Omega$$

$$X_{C2} = \frac{1}{2\pi \cdot F \cdot \mu\text{f}} = 6.283185307 \times 60 \times 0.000030 = \frac{1}{0.011309} = 88.4251\Omega$$

$$X_{CT} = \frac{X_{C1} \cdot X_{C2}}{X_{C1} + X_{C2}} = \frac{15639.3848}{265.291} = 58.95181065\Omega$$

$$I_T = \frac{V_T}{X_{CT}} = \frac{240\text{v}}{58.9518} = 45.03654\text{A}$$

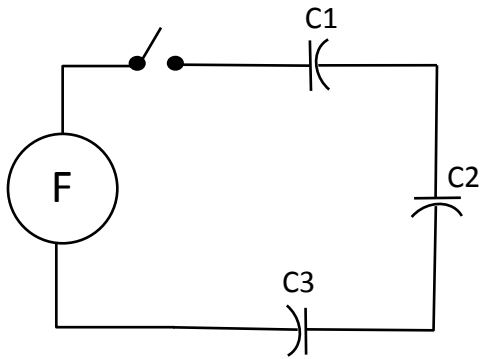
$$I_{C1} = \frac{V_T}{X_{C1}} = 1.3569\text{A}$$

$$I_{C2} = \frac{V_T}{X_{C2}} = 2.7141\text{A}$$

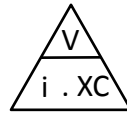
$$C_T = C_1 + C_2 = 15\mu\text{f} + 30\mu\text{f} = 45\mu\text{f}$$

$$C_R = \frac{2655 \times \text{Amp}}{240\text{v}} = 45.03654\mu\text{f}$$

## Diagrama de un circuito con tres capacitores conectados en serie



Nota: En un circuito en serie la intensidad será la misma en cada capacitor y solo deberá calcularse el voltaje.



Calcular:

Datos:  
 $V_T = 240\text{v}$   
 $60\text{hz}$   
 $C_1 = 20\mu\text{f}$   
 $C_2 = 10\mu\text{f}$   
 $C_3 = 15\mu\text{f}$

$X_{CT} = 574.7262141\Omega$   
 $I_T = 0.417590139\text{A}$   
 $X_{C_1} = 132.6291257\Omega$   
 $X_{C_2} = 256.2582385\Omega$   
 $X_{C_3} = 176.8388499\Omega$

$V_{C_1} = 55.38461504\text{v}$   
 $V_{C_2} = 110.7962247\text{v}$   
 $V_{C_3} = 73.84615991\text{v}$   
 $C_T = 4.61538463\mu\text{f}$   
 $C_R = 4.619590913\mu\text{f}$

$$X_{C_1} = \frac{1}{2\pi \cdot F \cdot \mu\text{f}} = 6.283185307 \times 60 \times 0.00002 = 0.007539822 = 132.6291257\Omega$$

$$X_{C_2} = \frac{1}{2\pi \cdot F \cdot \mu\text{f}} = 6.283185307 \times 60 \times 0.00001 = 0.003769911 = 256.2582385\Omega$$

$$X_{C_3} = \frac{1}{2\pi \cdot F \cdot \mu\text{f}} = 6.283185307 \times 60 \times 0.000015 = 0.005654866 = 176.8388499\Omega$$

$$X_{CT} = X_{C_1} + X_{C_2} + X_{C_3} = 574.7262141\Omega$$

$$V_{C_1} = I \cdot X_{C_1} = 55.38461504\text{v}$$

$$V_{C_2} = I \cdot X_{C_2} = 110.7962247\text{v}$$

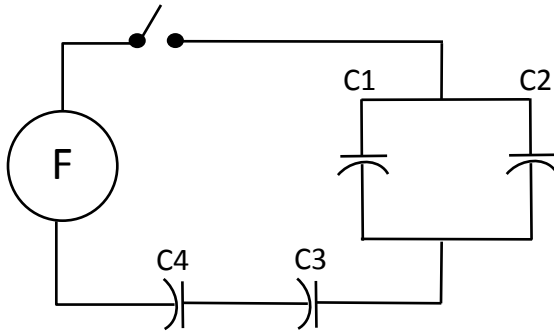
$$V_{C_3} = I \cdot X_{C_3} = 73.84615991\text{v}$$

$$I_T = \frac{V_T}{X_{CT}} = \frac{240\text{v}}{574.7262141\Omega} = 0.417590139\text{A}$$

$$C_T = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}} = \frac{1}{0.05 + 0.1 + 0.066666666} = 4.61538463\mu\text{f}$$

$$C_R = \frac{2655 \times \text{Amp}}{\text{Voltaje}} = 4.619590913\mu\text{f}$$

# Diagrama de un circuito con cuatro capacitores con conexión mixta



Datos:

$$V_T = 220\text{v}$$

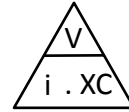
$$60\text{hz}$$

$$C_1 = 43.47\mu\text{f}$$

$$C_2 = 13.99\mu\text{f}$$

$$C_3 = 12.67\mu\text{f}$$

$$C_4 = 10.86\mu\text{f}$$



Calcular:

$$X_{CT} = 499.7758437\Omega$$

$$I_T = 0.440197346\text{A}$$

$$X_{C_1} = 61.02099226\Omega$$

$$X_{C_2} = 189.6056298\Omega$$

$$X_{C_3} = 209.3593043\Omega$$

$$X_{C_4} = 244.2525542\Omega$$

$$X_{Ca} = 46.16398519\Omega$$

$$V_{C_1} = 220\text{v}$$

$$V_{C_2} = 220\text{v}$$

$$V_{C_3} = 92.15941011\text{v}$$

$$V_{C_4} = 107.5193261\text{v}$$

$$V_{Ca} = 20.32126376\text{v}$$

$$C_T = 3.766597113\mu\text{f}$$

$$I_{C_1} = 3.60531666\text{A}$$

$$I_{C_2} = 1.1603031\text{A}$$

$$I_{C_3} = 0.440197346\text{A}$$

$$I_{C_4} = 0.440197346\text{A}$$

$$I_{Ca} = 0.440197346\text{A}$$

$$C_R = 5.312381607\mu\text{f}$$

$$X_{C_1} = \frac{1}{2\pi \cdot F \cdot \mu\text{f}} = 6.283185307 \times 60 \times 0.00004347 = 0.016387803 = 61.02099226\Omega$$

$$X_{C_2} = \frac{1}{2\pi \cdot F \cdot \mu\text{f}} = 6.283185307 \times 60 \times 0.00001399 = 0.005274105 = 189.6056298\Omega$$

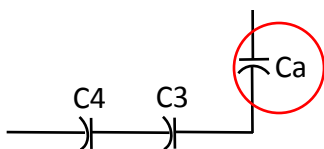
$$I_{C_1} = \frac{V_T}{X_{C_1}} = 3.60531666\text{A}$$

$$I_{C_2} = \frac{V_T}{X_{C_2}} = 1.1603031\text{A}$$

Convertir C1 y C2 a "Ca"

$$X_{Ca} = \frac{X_{C_1} \cdot X_{C_2}}{X_{C_1} + X_{C_2}} = \frac{11569.92367}{250.6266221} = 46.16398519\Omega$$

$$I_{Ca} = \frac{V_T}{X_{Ca}} = 4.76561976\text{A}$$



$$C_{Ta} = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2} = \frac{608.1453}{57.46} = 10.58380265\mu\text{f}$$

$$V_{Ca} = I \cdot X_{Ca} = 20.32126376\text{v}$$

$$XC_3 = \frac{1}{2\pi \cdot F \cdot \mu f} = 6.283185307 \times 60 \times 0.00001267 = \frac{1}{0.004776477} = 209.3593043\Omega$$

$$XC_4 = \frac{1}{2\pi \cdot F \cdot \mu f} = 6.283185307 \times 60 \times 0.00001086 = \frac{1}{0.004094123} = 244.2525542\Omega$$

$$XCT = XC_3 + XC_4 + XCa = 499.7758437\Omega$$

$$\begin{aligned} VC_3 &= I \cdot XC_3 = 92.15941011v \\ VC_4 &= I \cdot XC_4 = 107.5193261v \\ VCa &= I \cdot XCa = 20.32126376v \end{aligned} \quad \left. \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right\} 220v$$

$$IT = \frac{VT}{XCT} = 0.440197346A$$

$$CT = \frac{1}{\frac{1}{C_3} + \frac{1}{C_4} + \frac{1}{Ca}} = \frac{1}{0.078926598 + 0.092081031 + 0.094483999} = 3.766597113\mu f$$

$$CR = \frac{2655 \times \text{Amp}}{\text{Voltaje}} = 5.312381607\mu f$$

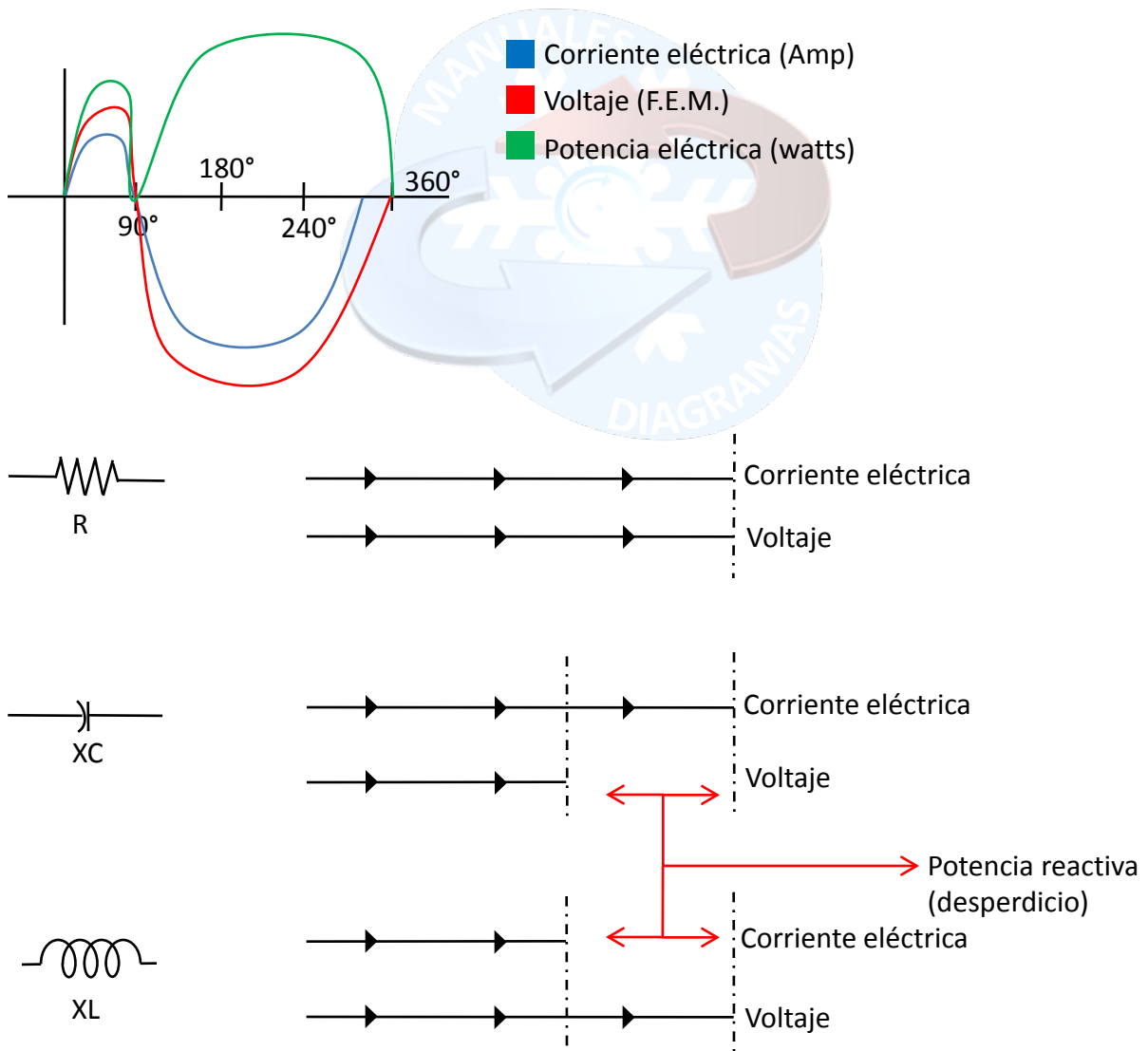
# IMPEDANCIA

A la combinación de reactancias con la resistencia eléctrica se le conoce como Impedancia y su símbolo es una "Z". Siendo su unidad de medida también el ohm. En un circuito eléctrico que contenga resistencia y reactancia, la corriente y el voltaje en el ciclo de la corriente alterna no pueden estar en fase ni pueden estar desfasados  $90^\circ$ .

Si el circuito contiene resistencia y capacitancia la corriente eléctrica estará adelantada respecto al voltaje y si contiene resistencia e inductancia la corriente estará retrasada.

Cuando en el circuito contenga resistencia capacitancia e inductancia "RCL" el desfaseamiento dependerá de los valores relativos de la capacitancia e inductancia.

En los circuitos que contengan resistencia y reactancia la potencia aparente será mayor que la eficaz, su factor de potencia será menor que la unidad.



**Potencia real** es la que en el proceso de transformación de la energía eléctrica se aprovecha como trabajo.

- Unidades: Watts (W)
- Símbolo: PR
- Formula:  $P = V \cdot I \cdot \phi$

**Potencia aparente** es la que suministra una planta eléctrica sea o no utilizada

- Unidades: VA
- Símbolo: PA
- Formula:  $PA = V \cdot I$

**HP “horse power”**(caballo de fuerza) Es la unidad que se utiliza para medir la potencia necesaria para levantar 75kg a un metro en un segundo, en un motor eléctrico equivale a 746 watts

- Unidades: HP
- Símbolo: HP
- Formula:  $HP = \frac{PR}{746w}$

**FP “Factor de potencia”** Es un indicador del correcto aprovechamiento de la energía eléctrica. El Factor de Potencia puede tomar valores entre 0 y 1, lo que significa que:



- Símbolo: FP
- Formula:  $FP = \cos \phi \times 100 = \%$

Problema:

Un motor de 208v trabaja con una intensidad de 12A y revisando la frecuencia de la corriente alterna me encuentro que la corriente está retrasada respecto al voltaje 35°  
¿Cuál será la potencia del motor?

Datos:

calcular:

VT=208v

PR= 2044.603503W

IT=12°

PA= 2496VA

□∅=35°

HP= 2.740HP

$$PR = V \cdot I \cdot \cos \emptyset$$

$$PR = 208v \times 12A \times 35 \cos \emptyset = 2044.603503W$$

$$PA = V \cdot I$$

$$PA = 208v \times 12A = 2496VA$$

$$HP = \frac{PR}{746w}$$

$$HP = \frac{2044.603503}{746w} = 2.740HP$$

Problema:

En un circuito eléctrico el voltaje está retrasado respecto a la corriente 70° y el voltaje del circuito es de 80v, tiene una corriente eléctrica de 4Amp. ¿Cuál será la potencia eléctrica del circuito?

Datos:

calcular:

VT=80v

PR= 109.4464W

IT=4A

□∅=70°

$$PR = V \cdot I \cdot \cos \emptyset$$

$$PR = 80v \times 4A \times 70 \cos \emptyset = 109.4464W$$

$$73^\circ = 93.55894w$$

$$70^\circ = 109.4464w$$

Nótese que conforme bajan los grados aumenta la potencia eléctrica.

$$5^\circ = 318.7823w$$



Problema:

En un circuito la corriente esta adelantada respecto al voltaje 25°, la corriente total es de 8.4A  
¿Cuál será el valor de la corriente resistiva del circuito?

Datos:                      calcular:

$$I_T = 8.4A \quad I_R = 7.612985411$$

$$\phi = 25^\circ$$

Formula Intensidad resistiva:

$$I_R = I_T \cdot \cos \phi \quad I_R = 8.4A \cdot 0.906307787 = 7.612985411$$

Formulas para calcular los grados de desfase:

$$\cos \phi = \frac{P_R}{P_A}$$
$$\cos \phi = \frac{I_R}{I_T}$$

Presionar cociente inverso en la calculadora para obtener los grados.

Problema:

Si en un wattmetro de un circuito me indica 813w teniendo un voltaje de 220v y el amperímetro me da una medición de 6Amp ¿Cuál será el ángulo de desfase respecto al voltaje?

Datos:

$$W = 813w$$

$$V_T = 220V$$

$$I_T = 6Amp$$

calcular:

$$\phi = 51^\circ$$

$$HP = 1.0898HP$$

$$P_A = 1320vA$$

$$FP = 61.5\%$$

$$P_A = V \cdot I \quad P_A = 220v \times 6A = 1320vA$$

$$\cos \phi = \frac{P_R}{P_A} \quad \frac{813}{1320} = 0.615909 = 51.98199 = 51^\circ$$

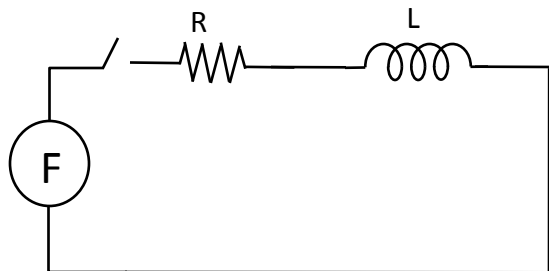


$$FP = 0.615909 \times 100 = 61.5909\%$$

$$HP = \frac{P_R}{746w} \quad HP = \frac{813}{746w} = 1.0898HP$$

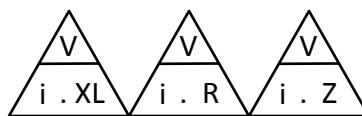
## Circuitos RL en serie

En un **circuito RL** serie en corriente alterna, se tiene una resistencia y una bobina en serie. La intensidad en ambos elementos es la misma.



$$V = \sqrt{V_R^2 + V_L^2}$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2} \quad \cos \phi = \frac{V_R}{V_T} = \frac{R}{Z} = \frac{P_R}{P_A}$$



Datos:

$V_T = 120\text{v}$

60hz

$R_1 = 2\text{k}\Omega$

$L_1 = 3\text{H}$

Calcular:

$I_T = 0.052227745\text{A}$

$Z = 2297.629345\Omega$

$X_L = 1130.973355\Omega$

$V_R = 104.45549\text{v}$

$V_L = 59.06818799\text{v}$

$V_T = 120\text{v}$

$P_R = 5.455474716\text{w}$

$P_A = 6.2673294\text{vA}$

$\text{FP} = 87\%$

$\phi = 29^\circ$

$$X_L = 2\pi \cdot F \cdot L$$

$$X_L = 6.283185307 \times 60 \times 3 = 1130.973355\Omega$$

$$\begin{aligned} Z &= \sqrt{4\text{M}\Omega + 1279100.605\Omega} \\ Z &= \sqrt{5279100.605\Omega} \\ Z &= 2297.629345\Omega \end{aligned}$$

$$I = \frac{V_T}{Z} = 0.052227745\text{A}$$

$$V_R = I \cdot R = 104.45549\text{v}$$

$$V_L = I \cdot X_L = 59.06818799\text{v}$$

$$P_A = V \cdot I = 6.2673294\text{vA}$$

$$\cos \phi = \frac{V_R}{V_T} = \left( \frac{R}{Z} \right) = \frac{P_R}{P_A} \rightarrow \cos \phi = \frac{R}{Z} = 0.87046242 \quad -\cos \phi = 29.4875^\circ = 29^\circ$$

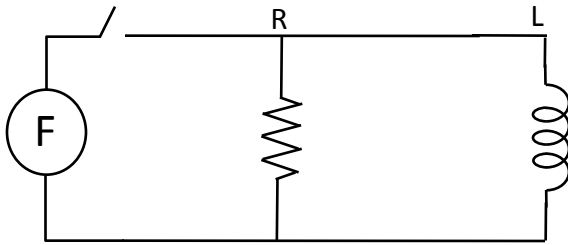
$$\text{FP} = \cos \phi \times 100 = 87.046242 = 87\%$$

$$P_R = \cos \phi \cdot V \cdot I = 5.455474716\text{w}$$

$$\begin{aligned} V &= \sqrt{V_R^2 + V_L^2} \\ V &= \sqrt{10910.94939 + 3489.050832} \\ V &= \sqrt{14400.00022} \\ V &= 120\text{v} \end{aligned}$$

## Circuitos RL en paralelo

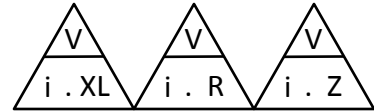
En un **circuito RL** paralelo en corriente alterna, se tiene una resistencia y una bobina conectados en paralelo. El voltaje en ambos elementos es la misma.



$$I_T = \sqrt{I_L^2 + I_R^2}$$

$$Z = \frac{V_T}{I_T}$$

$$\cos \phi = \frac{P_R}{P_A} = \frac{R}{X_L} = \frac{I_R}{I_T}$$



Datos:

$$V_T = 120\text{v}$$

$$60\text{hz}$$

$$R_1 = 2\text{k}\Omega$$

$$L_1 = 3\text{H}$$

Calcular:

$$I_T = 0.121893022$$

$$Z = 984.4698083\Omega$$

$$X_L = 1130.973355\Omega$$

$$I_R = 0.06\text{A}$$

$$I_L = 0.106103295\text{A}$$

$$P_R = 8.4\text{w}$$

$$P_A = 14.62\text{vA}$$

$$\text{FP} = 56\%$$

$$\phi = 61^\circ$$

$$X_{L1} = 2\pi \cdot F \cdot L$$

$$X_L = 6.283185307 \times 60 \times 3 = 1130.973355\Omega$$

$$I_L = \frac{V_T}{X_L} = \frac{120}{1130.973355} = 0.106103295\text{A}$$

$$I_R = \frac{V}{R} = \frac{120}{2\text{k}\Omega} = 0.06\text{A}$$

$$Z = \frac{V_T}{I_T} = \frac{120}{0.121893022} = 984.4698083\Omega$$

$$I_T = \sqrt{I_L^2 + I_R^2}$$

$$I_T = \sqrt{0.011257909 + 0.0036}$$

$$I_T = \sqrt{0.014857909}$$

$$I_T = 0.121893022$$

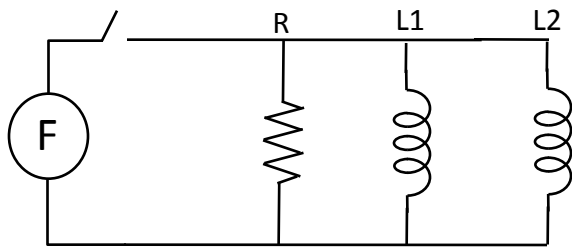
$$\cos \phi = \frac{I_R}{I_T} = \frac{0.06}{0.106103295\text{A}} = 0.565486679 \quad -\cos \phi = 61.73767329 = 61^\circ$$

$$\text{FP} = \cos \phi \times 100 = 56.5486679 = 56\%$$

$$P_R = \cos \phi \cdot V \cdot I = 8.410695341\text{w} = 8.4\text{w}$$

$$P_A = V \cdot I = 14.62716264\text{vA} = 14.62\text{vA}$$

## Circuitos RL en paralelo con dos bobinas y una resistencia



$$I_T = \sqrt{I_L^2 + I_R^2} \quad \cos \phi = \frac{P_R}{P_A} = \frac{R}{X_L} = \frac{I_R}{I_T}$$

$$Z = \frac{V_T}{I_T} \quad L_T = \frac{L_1 \cdot L_2}{L_1 + L_2}$$

Datos:

$$V_T = 120\text{v}$$

$$60\text{hz}$$

$$R_1 = 1\text{k}\Omega$$

$$L_1 = 2\text{H}$$

$$L_2 = 4\text{H}$$

Calcular:

$$I_T = 0.267194994\text{A}$$

$$Z = 449.1102105\Omega$$

$$X_{L1} = 753.9822369\Omega$$

$$X_{L2} = 1507.964474\Omega$$

$$I_R = 0.12\text{A}$$

$$I_{L1} = 0.159154943\text{A}$$

$$I_{L2} = 0.079577471\text{A}$$

$$P_R = 14\text{w}$$

$$P_A = 32\text{vA}$$

$$\text{FP} = 44\%$$

$$\phi = 63^\circ$$

$$L_T = 1.33\text{H}$$

$$X_{L1} = 2\pi \cdot f \cdot L$$

$$X_{L1} = 6.283185307 \times 60 \times 2 = 753.9822369\Omega$$

$$X_{L2} = 2\pi \cdot f \cdot L$$

$$X_{L2} = 6.283185307 \times 60 \times 4 = 1507.964474\Omega$$

$$L_T = \frac{L_1 \cdot L_2}{L_1 + L_2}$$

$$L_T = \frac{2 \cdot 4}{2 + 4} = \frac{8}{6} = 1.33\text{H}$$

$$I_{L1} = \frac{V_T}{X_{L1}} = \frac{120}{753.9822369} = 0.159154943\text{A}$$

$$I_{L2} = \frac{V_T}{X_{L2}} = \frac{120}{1507.964474} = 0.079577471\text{A}$$

$$0.238732414\text{A}$$

$$Z = \frac{V_T}{I_T} = \frac{120}{0.267194994} = 449.1102105\Omega$$

$$\cos \phi = \frac{I_R}{I_T} = 0.44911021 \quad \phi = \cos^{-1}(0.44911021) = 63.3138973^\circ = 63^\circ$$

$$\text{FP} = \cos \phi \times 100 = 44.911021 = 44\%$$

$$P_R = \cos \phi \cdot V \cdot I = 14.39999998\text{w} = 14\text{w}$$

$$P_A = V \cdot I = 32.06339928\text{vA} = 32\text{vA}$$

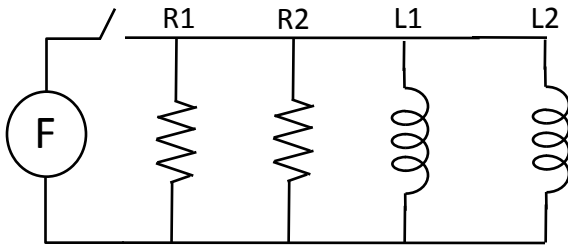
$$I_T = \sqrt{I_L^2 + I_R^2}$$

$$I_T = \sqrt{0.056993165 + 0.0144}$$

$$I_T = \sqrt{0.071393165}$$

$$I_T = 0.267194994\text{A}$$

## Circuitos RL en paralelo con dos bobinas y dos resistencias



$$R_T = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \quad I_T = \sqrt{I_L^2 + I_R^2}$$

$$L_T = \frac{L_1 \cdot L_2}{L_1 + L_2} \quad X_{LT} = \frac{X_{L1} \cdot X_{L2}}{X_{L1} + X_{L2}}$$

Datos:

$$V_T = 120V$$

$$60Hz$$

$$R_1 = 500\Omega$$

$$R_2 = 1500\Omega$$

$$L_1 = 5H$$

$$L_2 = 4H$$

Calcular:

$$I_T = 0.701191955A$$

$$Z = 342.2743206\Omega$$

$$X_{LT} = 837.7580411\Omega$$

$$X_{L1} = 1884.955592\Omega$$

$$X_{L2} = 1507.964474\Omega$$

$$I_{R1} = 0.48\Omega$$

$$I_{R2} = 0.16\Omega$$

$$R_T = 375\Omega$$

$$I_{RT} = 0.64A$$

$$L_T = 2.22H$$

$$I_{L1} = 0.127323954A$$

$$I_{L2} = 0.159154943A$$

$$P_R = 62W$$

$$P_A = 68VA$$

$$FP = 91\%$$

$$\phi = 24^\circ$$

$$X_{L1} = 2\pi \cdot F \cdot L$$

$$X_{L1} = 6.283185307 \times 60 \times 5 = 1884.955592\Omega$$

$$X_{L2} = 2\pi \cdot F \cdot L$$

$$X_{L2} = 6.283185307 \times 60 \times 4 = 1507.964474\Omega$$

$$X_{LT} = \frac{X_{L1} \cdot X_{L2}}{X_{L1} + X_{L2}}$$

$$R_T = \frac{1884.955592 \cdot 1507.964474}{1884.955592 + 1507.964474} = \frac{2842446.068}{3392.920066} = 837.7580411\Omega$$

$$L_T = \frac{L_1 \cdot L_2}{L_1 + L_2}$$

$$L_T = \frac{5 \cdot 4}{5 + 4} = \frac{20}{9} = 2.22H$$

$$I_{L1} = \frac{V}{X_{L1}} = 0.127323954$$

+

$$I_{L2} = \frac{V}{X_{L2}} = 0.159154943$$

$$0.286478897A = I_T = \frac{V}{X_{LT}} = 0.286478897A$$

$$I_{RT} = \frac{V}{R_T} = \frac{240}{375} = 0.64A$$

$$R_T = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

$$R_T = \frac{500 \cdot 1500}{500 + 1500} = \frac{7500000}{2000} = 375\Omega$$

$$Z = \frac{V_T}{I_T} = \frac{240}{0.701191955A} = 342.2743206\Omega$$

$$I_T = \sqrt{I_L^2 + I_R^2}$$

$$I_T = \sqrt{0.082070158 + 0.4096}$$

$$I_T = \sqrt{0.491670158}$$

$$I_T = 0.701191955A$$

$$\cos\phi = \frac{I_R}{I_T} = 0.912731521 \quad -\cos\phi = 24.11440039^\circ = 24^\circ$$

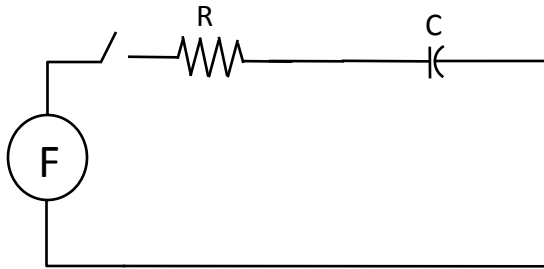
$$P_R = \cos\phi \cdot V \cdot I = 62.75479665W = 62W$$

$$FP = \cos\phi \times 100 = 91.2731521 = 91\%$$

$$P_A = V \cdot I = 68.75493528VA = 68VA$$

## Circuitos RC en serie

En un **circuito RC** serie en corriente alterna, se tiene una resistencia y una capacitor en serie. La intensidad en ambos elementos es la misma.



$$V_T = \sqrt{V_R^2 + V_C^2} \quad \cos \phi = \frac{V_R}{V_T} = \frac{R}{Z}$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X_C^2} \quad I_T = \frac{V_T}{Z}$$

Datos:

$$V_T = 480\text{v}$$

$$60\text{hz}$$

$$R_1 = 800\Omega$$

$$C_1 = 80\mu\text{f}$$

Calcular:

$$I_T = 0.599485316\text{A}$$

$$Z = 800.6868334\Omega$$

$$V_R = 479.5882535\text{v}$$

$$X_C = 33.15728033\Omega$$

$$V_C = 19.87730268\text{v}$$

$$P_R = 287.5068133\text{w}$$

$$P_A = 287.7529517\text{vA}$$

$$FP = 99.91\%$$

$$\phi = 2.37^\circ$$

$$X_C = \frac{1}{2\pi \cdot F \cdot \mu\text{f}} = 6.283185307 \times 60 \times 0.00008 = \frac{1}{0.030159289} = 33.15728033\Omega$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X_C^2}$$

$$Z = \sqrt{640.000 + 1099.405239}$$

$$Z = \sqrt{641099.4052}$$

$$Z = 800.6868334\Omega$$

$$I_T = \frac{V_T}{Z} = \frac{480}{800.6868334} = 0.599485316\text{A}$$

$$\cos \phi = \frac{R}{Z} = \frac{800}{800.6868334} = 0.999144619 = 2.370000251 = 2.37^\circ$$



$$FP = \cos \phi \times 100 = 99.9144619 = 99.91\%$$

$$V_R = I \cdot R = 479.5882535\text{v}$$

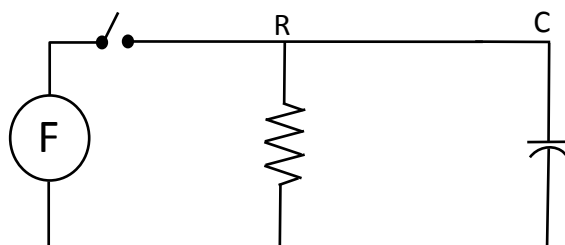
$$V_C = I \cdot X_C = 19.87730268\text{v}$$

$$P_R = V \cdot I \cdot \cos \phi = 287.5068133\text{w}$$

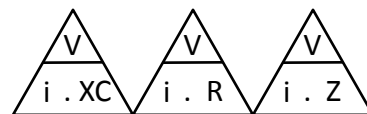
$$P_A = V \cdot I = 287.7529517\text{vA}$$

## Circuitos RC en paralelo

En un **circuito RC** paralelo en corriente alterna, se tiene una resistencia y una capacitor en paralelo. El voltaje en ambos elementos es la misma.



$$\cos\phi = \frac{P_R}{P_A} = \frac{I_R}{I_T}$$



$$I_T = \sqrt{I_R^2 + I_C^2} \quad Z = \frac{V_T}{I_T}$$

Datos:

$$V_T = 480\text{v}$$

$$60\text{hz}$$

$$R_1 = 800\Omega$$

$$C_1 = 80\mu\text{f}$$

Calcular:

$$I_T = 14.48888736\text{A}$$

$$Z = 3.12883785\Omega$$

$$I_R = 0.6\text{A}$$

$$X_C = 33.15728033\Omega$$

$$I_C = 14.47645872\text{A}$$

$$P_R = 291.2311824\text{w}$$

$$P_A = 6954.665933\text{vA}$$

$$\text{FP} = 4.1\%$$

$$\phi = 87.6^\circ$$

$$X_C = \frac{1}{2\pi \cdot F \cdot \mu\text{f}} = 6.283185307 \times 60 \times 0.00008 = 0.030159289 = 33.15728033\Omega$$

$$I_T = \sqrt{I_R^2 + I_C^2}$$

$$I_T = \sqrt{0.36 + 209.5678571}$$

$$I_T = \sqrt{209.9278571}$$

$$I_T = 14.48888736\text{A}$$

$$I_C = \frac{V}{X_C} = 14.47645872\text{A}$$

$$I_R = \frac{V}{R} = 0.6\text{A}$$

$$Z = \frac{V_T}{I_T} = 3.12883785\Omega$$

$$\cos\phi = \frac{I_R}{I_T} = \frac{0.6}{14.48888736} = 0.041411047 \quad -\cos\phi = 87.62664312 = 87.6^\circ$$



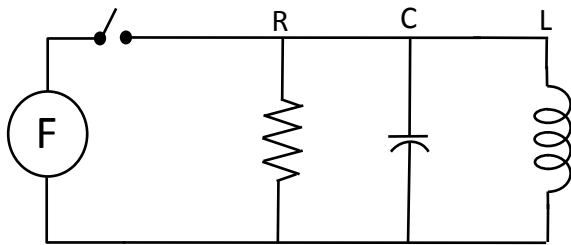
$$\text{FP} = \cos\phi \times 100 = 4.1411047 = 4.1\%$$

$$P_R = V \cdot I \cdot \cos\phi = 291.2311824\text{w}$$

$$P_A = V \cdot I = 6954.665933\text{vA}$$

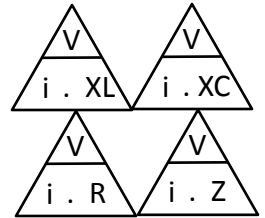
## Circuitos RCL en paralelo

En un **circuito RCL** paralelo en corriente alterna, se tiene una resistencia, una bobina y un capacitor en paralelo. El voltaje en los tres elementos es la misma.



$$\cos \phi = \frac{P_R}{P_A} = \frac{I_R}{I_T} \quad Z = \frac{V_T}{I_T}$$

$$I_T = \sqrt{(I_C + I_L)^2 + I_R^2}$$



Datos:

$$V_T = 480\text{V}$$

$$60\text{Hz}$$

$$R_1 = 3500\Omega$$

$$C_1 = 7.5\mu\text{f}$$

$$L_1 = 5\text{H}$$

Calcular:

$$I_T = 0.481440603\text{A}$$

$$Z = 432.0366805\Omega$$

$$I_R = 0.05942857\text{A}$$

$$X_C = 353.6776999\Omega$$

$$X_L = 1884.955592\Omega$$

$$I_C = 0.588106064\text{A}$$

$$I_L = 0.110347427\text{A}$$

$$P_R = 12.3611427\text{W}$$

$$P_A = 100.1396454\text{VA}$$

$$\text{FP} = 12.3\%$$

$$\phi = 82.9^\circ$$

$$X_C = \frac{1}{2\pi \cdot F \cdot \mu\text{f}} = 6.283185307 \times 60 \times 0.0000075 = 0.002827433 = 353.6776999\Omega$$

$$X_L = 2\pi \cdot F \cdot L = 6.283185307 \times 60 \times 5 = 1884.955592\Omega$$

$$\begin{aligned} I_T &= \sqrt{(I_C + I_L)^2 + I_R^2} \\ I_T &= \sqrt{0.2282533 + 0.003531755} \\ I_T &= \sqrt{0.231785055} \\ I_T &= 0.481440603\text{A} \end{aligned}$$

$$Z = \frac{V_T}{I_T} = 432.0366805\Omega$$

$$I_R = \frac{V_T}{R} = 0.05942857\text{A}$$

$$I_C = \frac{V_T}{X_C} = 0.588106064\text{A}$$

$$I_L = \frac{V_T}{X_L} = 0.110347427\text{A}$$

$$\cos \phi = \frac{I_R}{I_T} = \frac{0.05942857}{0.481440603} = 0.12343905 \quad -\cos \phi = 82.90937818 = 82.9^\circ$$



$$\text{FP} = \cos \phi \times 100 = 12.343905 = 12.3\%$$

$$P_R = V \cdot I \cdot \cos \phi = 12.3611427\text{W}$$

$$P_A = V \cdot I = 100.1396454\text{VA}$$



# FORMULAS

## INDUCTANCIA

### Inductancia "L"

Unidad de medida: Henry -"H"

### Inductancia total (LT):

#### Serie

$$LT = L1 + L2 + L3...$$

#### Paralelo

Solo para dos

$$LT = \frac{L1 \times L2}{L1 + L2}$$

Tres en adelante

$$LT = \frac{1}{\frac{1}{L1} + \frac{1}{L2} + \frac{1}{L3}}$$

#### Serie

### Reactancia

### Inductiva Total "XLT":

$$XLT = XL1 + XL2 + XL3...$$

Solo para dos

$$XLT = \frac{XL1 \times XL2}{XL1 + XL2}$$

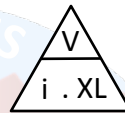
#### Paralelo

Tres en adelante

$$XLT = \frac{1}{\frac{1}{XL1} + \frac{1}{XL2} + \frac{1}{XL3}}$$

### Reactancia Inductiva "XL" - Ω

$$XL = 2\pi \times F \times L$$



## CAPACITANCIA

### Capacitancia total (CT):

### Capacitancia "C"

Unidad de medida: Faradios -"f"  
(solo se usarán microfaradios "μf")

#### Serie

Solo para dos

$$CT = \frac{C1 \times C2}{C1 + C2}$$

Tres en adelante

$$CT = \frac{1}{\frac{1}{C1} + \frac{1}{C2} + \frac{1}{C3}}$$

#### Paralelo

$$CT = C1 + C2 + C3...$$

#### Serie

### Reactancia

### Capacitiva Total "XCT":

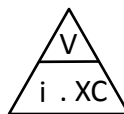
$$XCT = XC1 + XC2 + XC3...$$

Solo para dos

$$XCT = \frac{XC1 \times XC2}{XC1 + XC2}$$

Tres en adelante

$$XCT = \frac{1}{\frac{1}{XC1} + \frac{1}{XC2} + \frac{1}{XC3}}$$



### Reactancia Capacitiva "XL" - Ω

$$XC = \frac{1}{2\pi \times F \times \mu f} \quad \frac{\mu f}{1000,000}$$

Comprobación:

$$\frac{2655 \times \text{Amp}}{\text{voltaje}}$$

# Impedancia (Z)

## POTENCIA REAL/APARENTE

$$PR = V \cdot I \cdot \cos \phi = \text{watts}$$

$$PA = V \cdot I = \text{va (volt-Amper)}$$

$$HP = \frac{P.R.}{746w}$$

## Intensidad resistiva

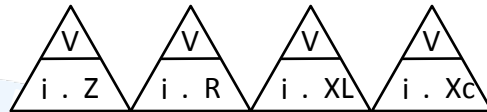
$$IR = IT \cdot \cos \phi \quad \cos \phi = \frac{I.R.}{I.T.}$$

## CIRCUITOS R-L (paralelo)

$$IT = \sqrt{IL^2 + IR^2}$$

$$Z = \frac{VT}{IT} = \frac{XL \cdot R}{\sqrt{XL^2 + R^2}}$$

$$\cos \phi = \frac{P.R.}{P.A.} = \frac{R}{Z} = \frac{VR}{VT}$$



$$\frac{813w}{1320va}$$

Ej.

$$\cos \phi = \frac{P.R.}{P.A.}$$

$$= 0.615909 = \cos \phi = 51.98199$$

$$F.P. = \times 100 = 61\%$$

$$51^\circ$$

Cociente inverso  
(shift + cos)

## CIRCUITOS RL(serie)

$$Z = \sqrt{R^2 + XL^2}$$

$$\cos \phi = \frac{P.R.}{P.A.} = \frac{R}{Z}$$

$$I = \frac{V}{Z}$$

## CIRCUITOS RLC(paralelo)

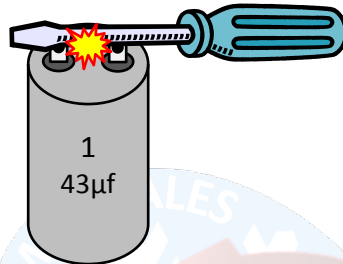
$$Z = \frac{VT}{IT}$$

$$\cos \phi = \frac{P.R.}{P.A.} = \frac{IR}{IT}$$

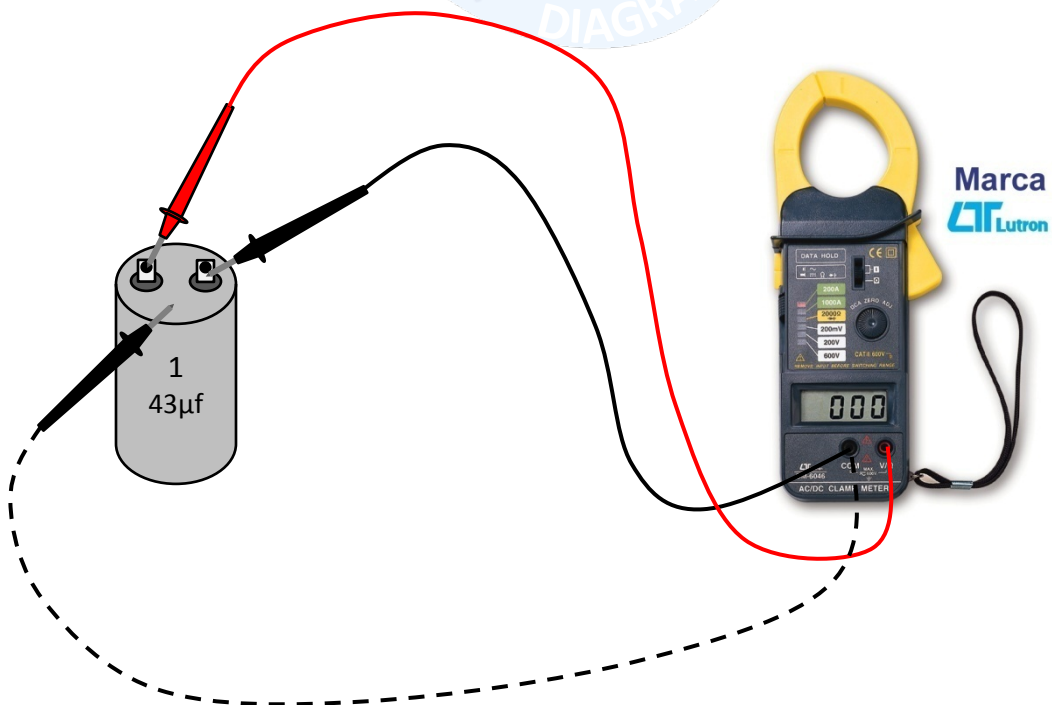
$$IT = \sqrt{IR^2 + (IC - IL)^2}$$

### Pruebas de seguridad

Antes de trabajar con cualquier capacitor se deben hacer unas pruebas de seguridad para comprobar el correcto funcionamiento del capacitor y evitar accidentes. Unir los polos del capacitor con un material conductor para provocar una descarga teniendo cuidado de no tocar con la mano los polos del capacitor. Usar lentes de seguridad.



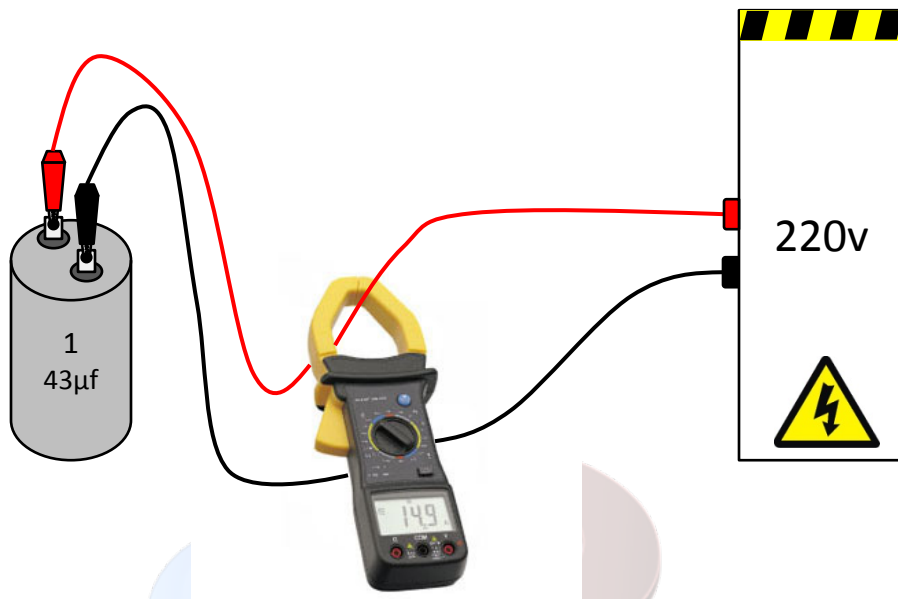
También se debe realizar una prueba de continuidad para asegurarse de que el capacitor no este dañado por dentro, utilizando el multímetro en la posición de Ohm y colocando las puntas en cada polo del capacitor, luego una punta en un polo y la otra punta en el cuerpo del capacitor, en ambas pruebas el multímetro no deberá marcar nada.



## Como tomar la medición

Conectar el capacitor a una fuente de corriente alterna 220v, el multímetro deberá estar en la posición de "Amp" y con el gancho se tomará una de las líneas de conexión del capacitor y este mostrará los amperes para calcular la capacidad real del capacitor.

Ejemplo:



En caso de que el amperímetro de una medida muy variable se deberá hacer un devanado con la línea conectada al capacitor y el resultado se dividirá entre el numero de vueltas, por ejemplo:



3.03amp

$$I = \frac{3.03}{3} = 1.01\text{Amp}$$

## Practica No.1

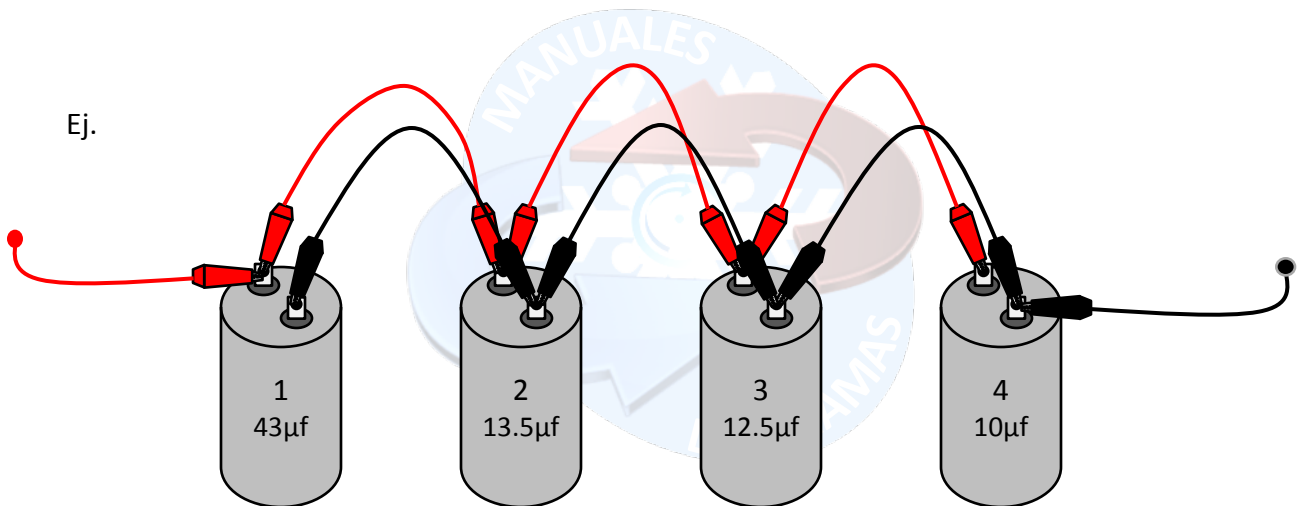
Calcular la capacidad real de cada capacitor, conectar los cuatro capacitores en **paralelo** y alimentar con 220v de corriente alterna, utilizar el amperímetro de gancho para medir la intensidad en una de sus líneas y realizar los cálculos correspondientes.

$$CR1 = \frac{2655 \times 3.60A}{220v} = 43.47\mu f$$

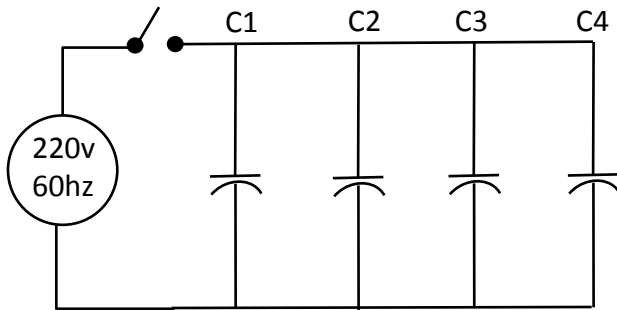
$$CR2 = \frac{2655 \times 1.16A}{220v} = 13.99\mu f$$

$$CR3 = \frac{2655 \times 1.05A}{220v} = 12.67\mu f$$

$$CR4 = \frac{2655 \times 0.90A}{220v} = 10.86\mu f$$



## Practica No. 1



$$I_C = \frac{V}{X_C}$$

### Pruebas físicas

$$I_{C1} = 3.60531666A \quad \text{---} \rightarrow 3.57A$$

$$I_{C2} = 1.1603031A \quad \text{---} \rightarrow 1.24A$$

$$I_{C3} = 1.05082494A \quad \text{---} \rightarrow 1.1A$$

$$I_{C4} = 0.90070706A \quad \text{---} \rightarrow 0.56A$$

$$X_C = \frac{1}{2\pi \cdot F \cdot \mu f}$$

$$X_{C1} = 61.02099226\Omega \quad \text{---} \rightarrow 61.62464986\Omega$$

$$X_{C2} = 189.6056298\Omega \quad \text{---} \rightarrow 177.4193548\Omega$$

$$X_{C3} = 209.3593249\Omega \quad \text{---} \rightarrow 200\Omega$$

$$X_{C4} = 244.2525542\Omega \quad \text{---} \rightarrow 392.8571429\Omega$$

$$X_{CT} = \frac{1}{\frac{1}{X_{C1}} + \frac{1}{X_{C2}} + \frac{1}{X_{C3}} + \frac{1}{X_{C4}}}$$

$$X_{CT} = 32.75197915\Omega \quad \text{---} \rightarrow 34.0030934\Omega$$

$$I_T = \frac{V_T}{X_{CT}}$$

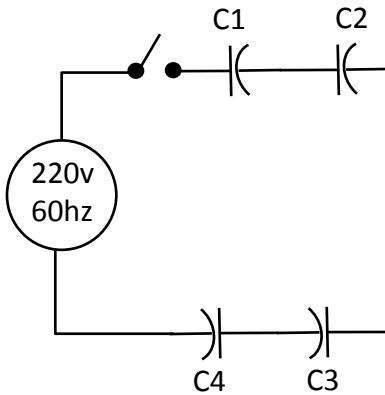
$$I_T = 6.717151321A \quad \text{---} \rightarrow 6.46999958A$$

$$C_R = \frac{2655 \times 6.717151321A}{220V}$$

$$I_T = 81.06380344\mu f \quad \text{---} \rightarrow 78.0811313\mu f$$

## Practica No.2

Conectar los cuatro capacitores en serie y realizar los cálculos.



$$V = I \cdot XC$$

### Pruebas físicas

$$VC_1 = 19.06260205v \rightarrow 16.4v$$

$$VC_2 = 59.23169278v \rightarrow 47v$$

$$VC_3 = 65.40263191v \rightarrow 52.1v$$

$$VC_4 = 76.30307321v \rightarrow 104.5v$$

$$XC = \frac{1}{2\pi \cdot F \cdot \mu f}$$

$$XC_1 = 61.02099226\Omega \rightarrow 52.49777919\Omega$$

$$XC_2 = 189.6056298\Omega \rightarrow 150.4509526\Omega$$

$$XC_3 = 209.3593249\Omega \rightarrow 166.7764815\Omega$$

$$XC_4 = 244.2525542\Omega \rightarrow 334.5132881\Omega$$

$$XCT = XC_1 + XC_2 + XC_3 + XC_4$$

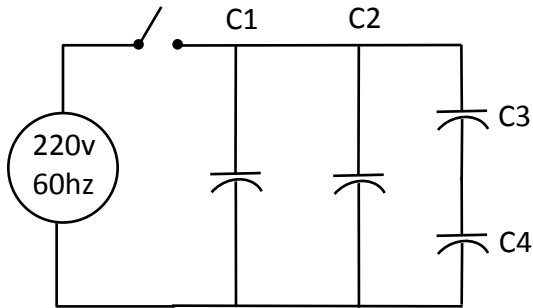
$$XCT = 704.2385012\Omega \rightarrow 704.2385014\Omega$$

$$IT = \frac{VT}{XCT} \quad IT = 0.312394167A$$

$$CT = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \frac{1}{C_4}} \quad CT = 3.766597129\mu f$$

### Practica No.3

Circuito con capacitores con conexión mixta



$$I_C = \frac{V}{X_C}$$

#### Pruebas físicas

$I_{C1} = 3.60531666A$	-----> 3.41A
$I_{C2} = 1.1603031A$	-----> 1.21A
$I_{C3} = 0.484996194A$	-----> 0.36A
$I_{C4} = 0.484996194A$	-----> 0.36A

$$V = \frac{I}{X_C}$$

$$V_{C1} = 220v$$

$$V_{C2} = 220v$$

$$V_{C3} = 101.5384614v \text{ -----> } 73.3v$$

$$V_{C4} = 118.4615385v \text{ -----> } 149.7v$$

$$X_C = \frac{1}{2\pi \cdot F \cdot \mu f}$$

$$X_{C1} = 61.02099226\Omega$$

$$X_{C2} = 189.6056298\Omega$$

$$X_{C3} = 209.3593249\Omega$$

$$X_{C4} = 244.2525542\Omega$$

$$I_T = \frac{V_T}{X_{CT}}$$

$$I_T = 5.250621721A$$

$$C_T = C_1 + C_2 + C_a$$

$$C_T = 63.30769\mu f$$

$$X_{CT} = \frac{1}{\frac{1}{X_{C1}} + \frac{1}{X_{C2}} + \frac{1}{X_{Ca}}}$$

$$X_{CT} = 41.8998\Omega$$

$$C_a = \frac{C_3 \cdot C_4}{C_3 + C_4}$$

$$C_a = 5.84765\mu f$$

$$C_R = \frac{2655 \times 5.250621721}{220v}$$

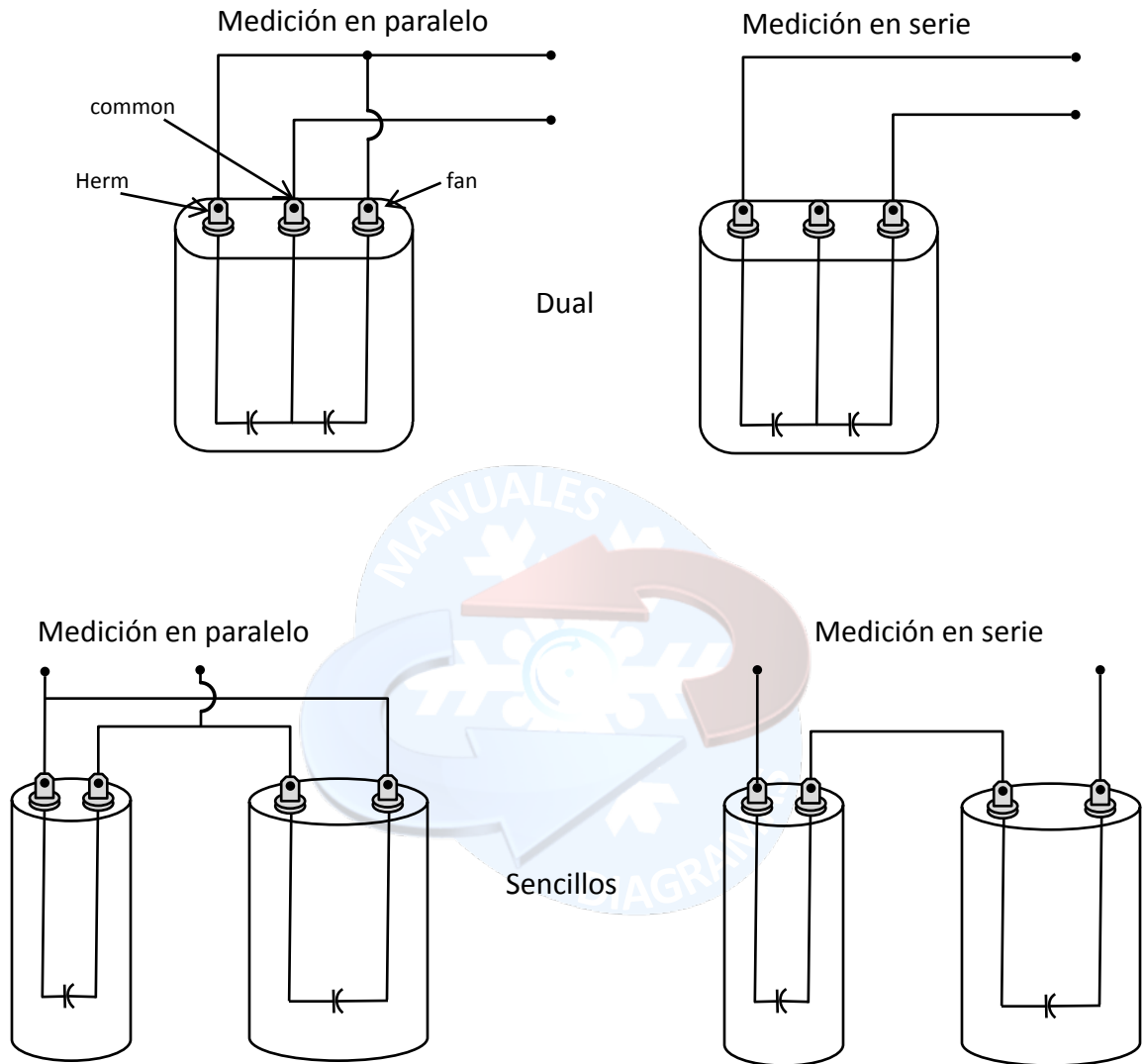
$$C_R = 63.36545759\mu f$$

$$X_{Ca} = X_{C3} + X_{C4}$$

$$X_{Ca} = 453.6118791\Omega$$



## Practicas con capacitores Duales



### Practica No. 1

Calcular la capacidad real de "fan" y "Herm" del capacitor Dual en serie y paralelo

Fan

$$CR = \frac{2655 \times 0.81A}{220v} = 21.84\mu f$$

Paralelo

$$CR = \frac{2655 \times 3.42A}{220v} = 41.273\mu f$$

Herm

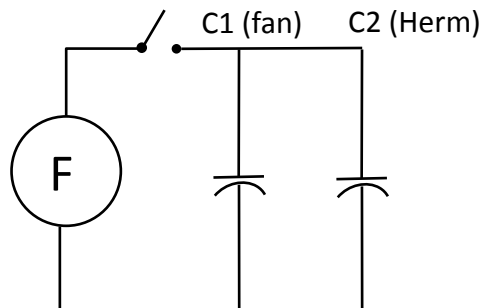
$$CR = \frac{2655 \times 1.57A}{220v} = 18.94\mu f$$

Serie

$$CR = \frac{2655 \times 0.84A}{220v} = 10.13\mu f$$

## Practica No.1

### Prueba de capacitor Dual en paralelo



Datos:

$V_T = 220\text{v}$

60hz

$C_1 = 21.84\mu\text{f}$

$C_2 = 18.94\mu\text{f}$

Calcular:

$I_{C_1} = 1.81136692\text{A}$

$I_{C_2} = 1.57084642\text{A}$

$I_T = 3.382213339\text{A}$

$X_{C_1} = 121.4552378\Omega$

$X_{C_2} = 140.0518836\Omega$

$X_{CT} = 65.04616295\Omega$

$C_T = 40.78\mu\text{f}$

$C_R = 40.81716552\mu\text{f}$

$$X_C = \frac{1}{2\pi \cdot F \cdot \mu\text{f}}$$

$$X_{C_1} = 121.4552378\Omega$$

$$X_{C_2} = 140.0518836\Omega$$

$$X_{CT} = \frac{X_{C_1} \cdot X_{C_2}}{X_{C_1} + X_{C_2}} \quad X_{CT} = 65.04616295\Omega$$

$$I_C = \frac{V}{X_C}$$

$$I_{C_1} = 1.81136692\text{A}$$

$$I_{C_2} = 1.57084642\text{A}$$

$$I_T = \frac{V_T}{X_{CT}}$$

$$I_T = 3.382213339\text{A}$$

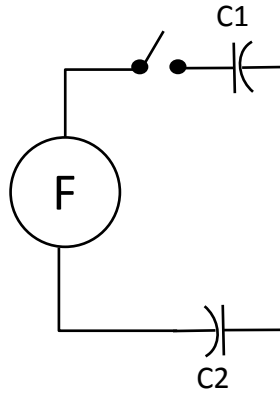
$$C_T = C_1 + C_2$$

$$C_T = 40.78\mu\text{f}$$

$$C_R = \frac{2655 \times 3.382213339\text{A}}{220\text{v}} = 40.81716552\mu\text{f}$$

## Practica No.2

Prueba de capacitor Dual en serie



Datos:

$$V_T = 220\text{v}$$

$$60\text{hz}$$

$$C_1 = 21.84\mu\text{f}$$

$$C_2 = 18.94\mu\text{f}$$

Calcular:

$$V_{C_1} = 102.1775321\text{v}$$

$$V_{C_2} = 117.8224677\text{v}$$

$$I_T = 0.84127728\text{A}$$

$$X_{C_1} = 121.4552378\Omega$$

$$X_{C_2} = 140.0518836\Omega$$

$$X_{CT} = 261.5071214\Omega$$

$$C_T = 10.14344286\mu\text{f}$$

$$C_R = 10.15268717\mu\text{f}$$

$$X_C = \frac{1}{2\pi \cdot F \cdot \mu\text{f}}$$

$$X_{C_1} = 121.4552378\Omega$$

$$X_{C_2} = 140.0518836\Omega$$

$$X_{CT} = X_{C_1} + X_{C_2}$$

$$X_{CT} = 261.5071214\Omega$$

$$V_C = I \cdot X_C$$

$$V_{C_1} = 102.1775321\text{v}$$

$$V_{C_2} = 117.8224677\text{v}$$

$$I_T = \frac{V_T}{X_{CT}}$$

$$I_T = 0.84127728\text{A}$$

$$C_T = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2}$$

$$C_T = 10.14344286\mu\text{f}$$

$$C_R = \frac{2655 \times 0.84127728\text{A}}{220\text{v}} = 10.15268717\mu\text{f}$$

### Practica No. 3

Calcular la capacidad real de "C1" y "C2" conectados tipo Dual en serie y paralelo.

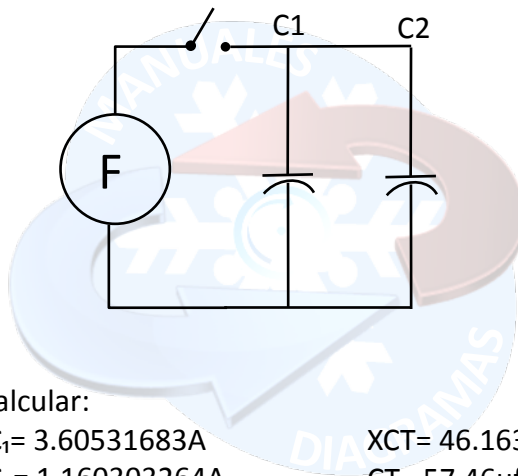
$$C1 \\ CR = \frac{2655 \times 3.60A}{220v} = 43.47\mu f$$

$$\text{Paralelo} \\ CR = \frac{2655 \times 4.68A}{220v} = 56.47\mu f$$

$$C2 \\ CR = \frac{2655 \times 1.16A}{220v} = 13.99\mu f$$

$$\text{Serie} \\ CR = \frac{2655 \times 0.86A}{220v} = 10.37\mu f$$

#### Paralelo



Datos:

$V_T = 220v$

60hz

$C1 = 43.47\mu f$

$C2 = 13.99\mu f$

Calcular:

$IC_1 = 3.60531683A$

$IC_2 = 1.160303264A$

$IT = 4.76561976A$

$XC_1 = 61.02099226 \Omega$

$XC_2 = 189.6056298 \Omega$

$XCT = 46.16398519\Omega$

$CT = 57.46\mu f$

$CR = 57.51236574\mu f$

$$XC = \frac{1}{2\pi \cdot F \cdot \mu f}$$

$$XC_1 = 61.02099226\Omega$$

$$XC_2 = 189.6056298\Omega$$

$$XCT = \frac{XC_1 \cdot XC_2}{XC_1 + XC_2} \quad XCT = 46.16398519\Omega$$

$$IC = \frac{V}{XC}$$

$$IC_1 = 3.60531683A$$

$$IC_2 = 1.160303264A$$

$$IT = \frac{V_T}{XCT}$$

$$IT = 4.76561976A$$

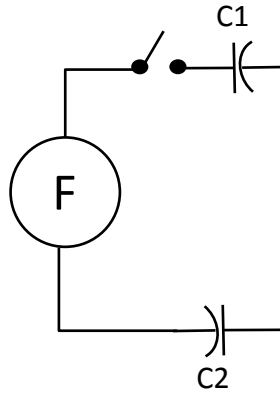
$$CT = C_1 + C_2$$

$$CT = 57.46\mu f$$

$$CR = \frac{2655 \times 3.382213339A}{220v} = 57.51236574\mu f$$

## Practica No.4

Prueba de capacitores permanentes sencillos conectados tipo Dual en **serie**



Datos:

$$V_T = 220\text{v}$$

$$60\text{hz}$$

$$C_1 = 43.47\mu\text{f}$$

$$C_2 = 13.99\mu\text{f}$$

Calcular:

$$V_{C_1} = 53.56421511\text{v}$$

$$V_{C_2} = 166.4357849\text{v}$$

$$I_T = 0.877799805\text{A}$$

$$X_{C_1} = 61.02099226\ \Omega$$

$$X_{C_2} = 189.6056298\ \Omega$$

$$X_{CT} = 250.6266221\ \Omega$$

$$C_T = 10.58380265\ \mu\text{f}$$

$$C_R = 10.59344765\ \mu\text{f}$$

$$X_C = \frac{1}{2\pi \cdot F \cdot \mu\text{f}}$$

$$X_{C_1} = 61.02099226\ \Omega$$

$$X_{C_2} = 189.6056298\ \Omega$$

$$X_{CT} = X_{C_1} + X_{C_2}$$

$$X_{CT} = 250.6266221\ \Omega$$

$$V_C = I \cdot X_C$$

$$V_{C_1} = 53.56421511\text{v}$$

$$V_{C_2} = 166.4357849\text{v}$$

$$I_T = \frac{V_T}{X_{CT}}$$

$$I_T = 0.877799805\text{A}$$

$$C_T = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2}$$

$$C_T = 10.58380265\mu\text{f}$$

$$C_R = \frac{2655 \times 0.84127728\text{A}}{220\text{v}} = 10.59344765\mu\text{f}$$

# CONTROL ELÉCTRICO

## Relevador (Relay, relé)



Es un dispositivo electromecánico, que funciona como un interruptor controlado por un circuito eléctrico en el que, al ser alimentada la bobina se activa un electroimán, y este acciona un juego de varios contactos que permiten abrir o cerrar otros circuitos eléctricos.

Existen diferentes tipos de relevadores, dependiendo del número de contactos, de la intensidad, tipo de corriente, tiempo de activación y desactivación entre otros. *fig.1*



*fig.1* Relevador de tiempo "time relay"  
Permite la activación o desactivación de los contactos tras un determinado lapso de tiempo.

Diagrama eléctrico

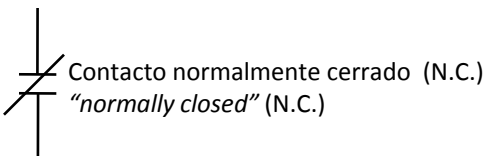
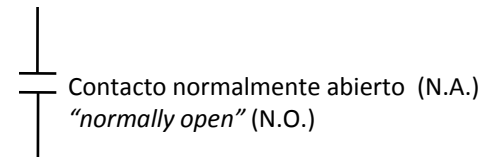
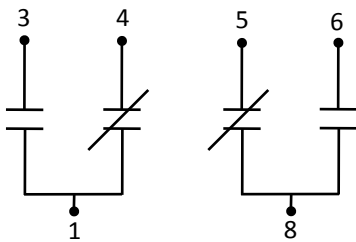
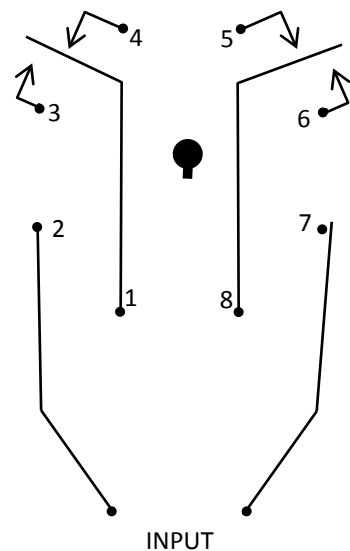
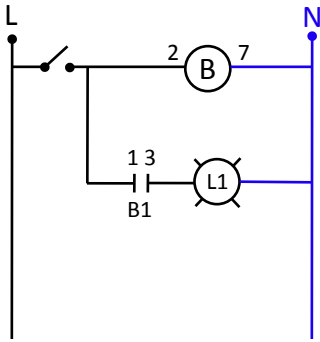


Diagrama físico



## Práctica No. 1



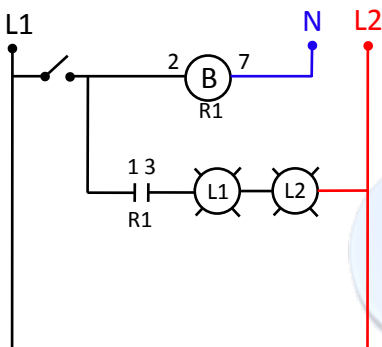
### Instrucciones:

Controlar una lámpara incandescente de 120v por medio de un relevador que lo controla un interruptor.

### Explicación:

Al cerrar el interruptor alimentará la bobina cerrando los contactos R1 1,3 encendiendo la lámpara incandescente.

## Práctica No. 2



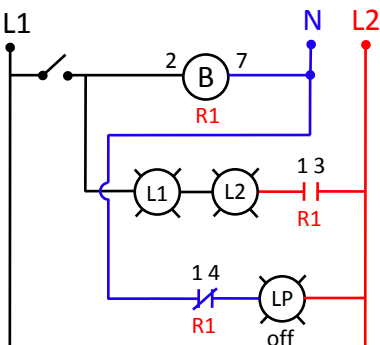
### Instrucciones:

Controlar una lámpara incandescente de 240v por medio de un relevador que lo controla un interruptor utilizando dos líneas.

### Explicación:

Al cerrar el interruptor alimentará el relevador y este activará los contactos R1 1,3 cerrando el circuito y encendiendo las lámparas L1 y L2 de 120v

## Práctica No. 3



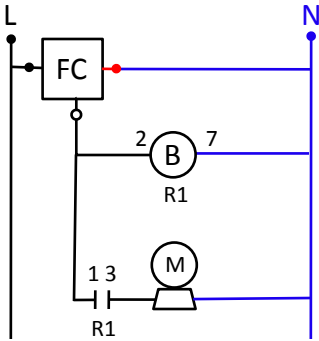
### Instrucciones:

Controlar una lámpara incandescente de 240v por medio de un relevador que lo controla un interruptor utilizando dos líneas y que me indique que está apagada la lámpara usando una lámpara piloto de 120v

### Explicación:

Al cerrar el interruptor se alimenta el relevador y cierra el contacto R1 1,3 y se abre R1 1,4 y se encienden las lámparas L1 y L2, y se apaga la lámpara piloto "off".

### Práctica No. 4



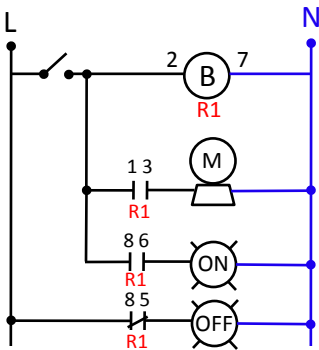
#### Instrucciones:

Controlar un motor eléctrico de 127v por medio de un relevador que lo controla una fotocelda

#### Explicación:

Al activarse la fotocelda alimentará la bobina del relevador y cerrará el contacto R1 1,3 encendiendo el motor, y se apagará cuando la luz incida en la fotocelda.

### Práctica No. 5



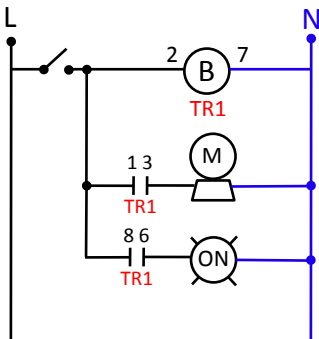
#### Instrucciones:

Controlar un motor eléctrico de 127v por medio de un relevador que lo controla un interruptor y con una lámpara piloto que me indique que el motor está encendido y otro que está apagado.

#### Explicación:

Al cerrar el interruptor alimenta el relevador y abre R1 8,5 apagando la lámpara piloto "off", cierra R1 1,3 y R1 8,6 encendiendo el motor y la lámpara piloto "on".

### Práctica No. 6



#### Instrucciones:

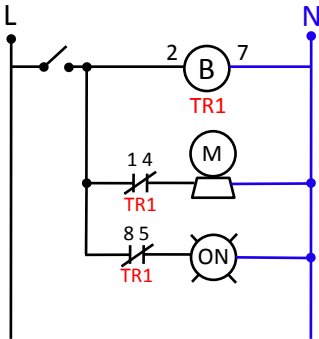
Controlar un motor eléctrico de 127v por medio de un relevador de tiempo que al cerrar el interruptor pase un tiempo y encienda el motor y una lámpara piloto que me indique que está encendido.

#### Explicación:

Al cerrar el interruptor alimentará el relevador de tiempo y tras pasar un determinado lapso de tiempo cerrará los contactos TR1 1,3 y TR1 8,6 encendiendo el motor eléctrico y la lámpara piloto "on".



## Práctica No. 7



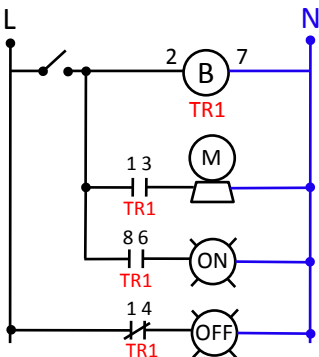
### Instrucciones:

Controlar un motor eléctrico de 127v por medio de un relevador de tiempo que al cerrar el interruptor encienda el motor y una lámpara piloto que me indique que está encendido y tras pasar un determinado lapso de tiempo se apaguen.

### Explicación:

Al cerrar el interruptor alimentará el relevador de tiempo y este mantendrá los contactos cerrados TR1 1,4 y TR1 8,5 encendiendo el motor eléctrico y la lámpara piloto “on”, y tras pasar un tiempo el relevador abrirá los contactos TR1 1,4 y TR1 8,5 apagando el motor y la lámpara piloto “on”.

## Práctica No. 8



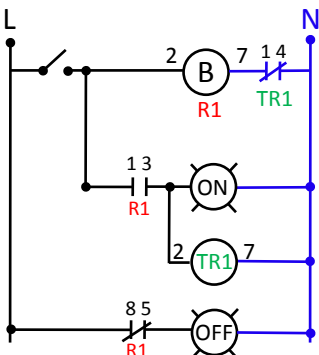
### Instrucciones:

Controlar un motor eléctrico de 127v por medio de un relevador de tiempo que al cerrar el interruptor encienda el motor y una lámpara piloto que me indique que está encendido y otra que me indique que está apagado y tras pasar un determinado lapso de tiempo se apaguen el motor y “LP on” y se encienda la “LP off”.

### Explicación:

Al cerrar el interruptor alimentará el relevador de tiempo y cerrará los contactos TR1 1,3 y TR1 8,6 encendiendo el motor eléctrico y la lámpara piloto “on”, y tras pasar un tiempo el relevador abrirá los contactos TR1 1,3 y TR1 8,6 apagando el motor y la lámpara piloto “on” y encenderá la lámpara piloto “off”.

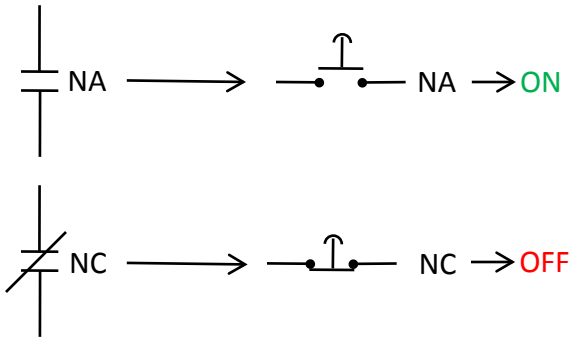
## Práctica No. 9



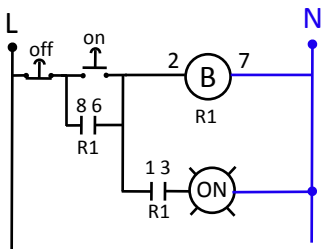
### Explicación:

Al cerrar el interruptor alimentará la bobina R1 y cerrará R1 1,3 encendiendo la lámpara piloto “on” y apagando “off” también alimentará al relevador de tiempo que tras un determinado paso de tiempo abrirá TR1 -1,4 apagando la bobina R1 y apagará TR1 reiniciando el ciclo.

## Push Button



### Práctica No. 10



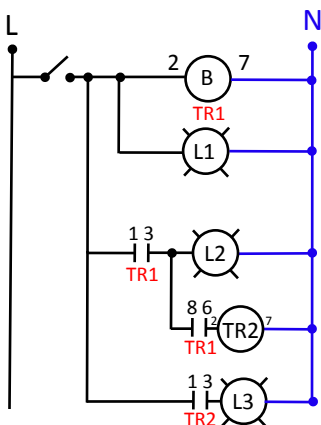
#### Instrucciones:

Controlar una lámpara por medio de un relevador que lo controlan un switch “push button on” y un “push button off” que al presionar “PB on” encienda la lámpara piloto y se apague con el “PB off”.

#### Explicación:

Al presionar el botón “on” alimentara la bobina y activará los contactos 8,6 creando un sostenimiento de corriente permitiendo a la bobina permanecer encendida al igual que la lámpara piloto. Al presionar “off” se corta la corriente de la bobina volviendo a su estado original.

### Práctica No. 11



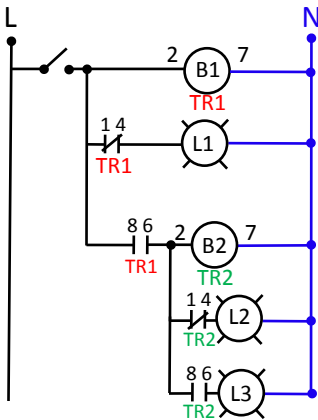
#### Instrucciones:

Controlar tres lámparas piloto mediante dos relevadores de tiempo controlados a su vez por un interruptor que al cerrarlo se enciendan las lámparas piloto una seguida de la otra separadas por un determinado lapso de tiempo.

#### Explicación:

Al cerrar el interruptor se alimenta TR1 y al mismo tiempo enciende L1, pasa un tiempo y se cierran “TR1 1,3” y “TR1 8,6” encendiendo L2 y alimentando TR2, pasa otro tiempo y se cierra “TR2 1,3” encendiendo L3.

## Práctica No. 12



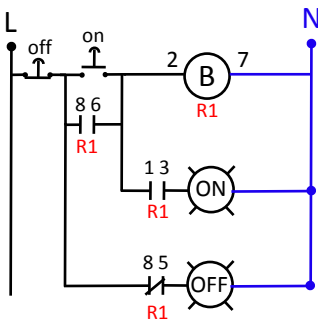
### Instrucciones:

Controlar tres lámparas piloto mediante dos relevadores de tiempo controlados a su vez por un interruptor que al cerrarlo se enciendan las lámparas de tal manera que encienda el primero y tras un tiempo se apague, luego se encienda el segundo, pase un tiempo y se apague, y cuando se encienda el tercero se mantendrá encendido.

### Explicación:

Al cerrar el interruptor se alimenta "TR1" y "L1", pasa un tiempo y se abre "TR1 1,4" y cierra "TR1 8,6" alimentando "TR2" y "L2", pasa un tiempo y se abre "TR2 1,4" y cierra "TR2 8,6" encendiendo "L3"

## Práctica No. 13



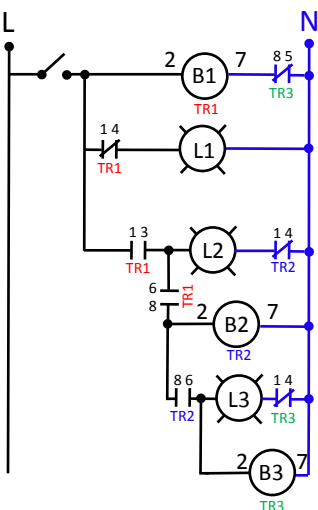
### Instrucciones:

Controlar dos lámparas piloto por medio de un relevador controlado por un interruptor "push button" on/off, que al presionar "on" se mantendrá encendida la lámpara piloto "on" y se apagará la lámpara "off". Al presionar el "push button off" se apagará la lámpara "on" y encienda "off".

### Explicación:

Al presionar el botón "on" alimenta la bobina abre NC 8,5 apagando la lámpara "off" y cierra los contactos R1 8,6 y R1 1,3 encendiendo la lámpara piloto "on" y creando un sostenimiento de la corriente se mantendrá encendida hasta presionar el botón de "off".

## Práctica No. 14



### Instrucciones:

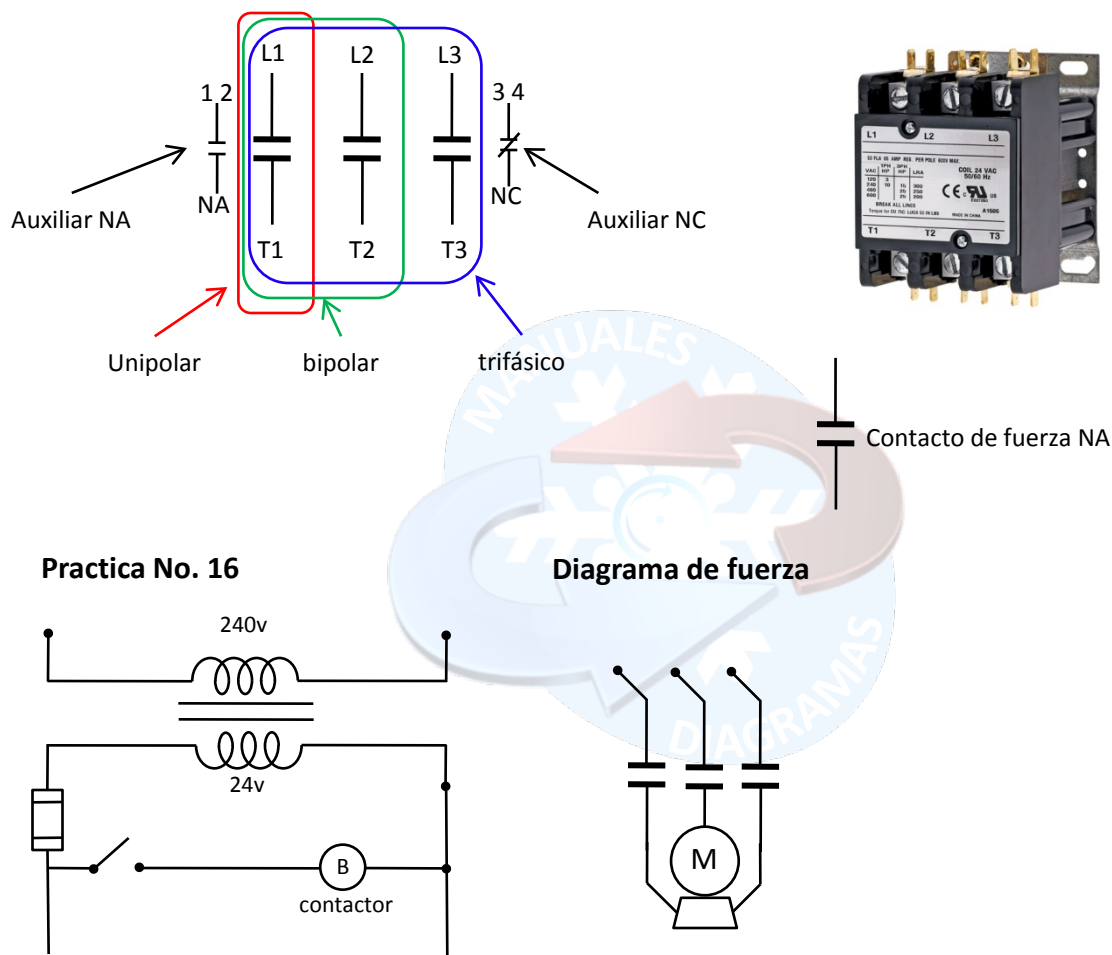
Controlar tres lámparas piloto por medio de tres relevadores de tiempo controlados por un interruptor que al cerrarlo se encienda "L1" pase un tiempo y se apague y se encienda "L2" pase un tiempo y se apague y se encienda "L3" pase un tiempo y se apague y vuelva a iniciar el ciclo.

### Explicación:

Al cerrar el interruptor alimenta "TR1" y enciende "L1" pasa un tiempo y se abre "TR1 1,4" apagando "L1" y cierra "TR1 1,3" y "TR1 8,6" encendiendo "L2" y alimentando a "TR2", pasa un tiempo y se abre "TR2 1,4" apagando "L2" y cierra "TR2 8,6" encendiendo "L3" y alimentando a "TR3", pasa un tiempo y se abren "TR3 1,4" y "TR3 8,5" apagando "L3" y reiniciando el ciclo.

## Contadores

Un contador al igual que un relevador también es un control eléctrico pero a diferencia de que este soporta voltajes y amperajes muy superiores, tiene además dos relevadores auxiliares uno NA y un NC.



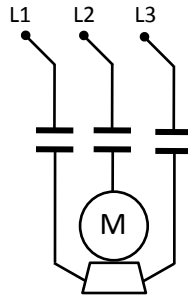
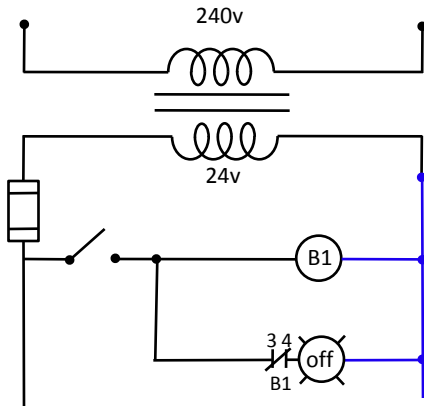
### Instrucciones:

Controlar un motor eléctrico de 240v monofásico por medio de un interruptor y un contactor manejando 24v el control.

### Explicación:

Al cerrar el interruptor, alimenta el contactor y este enciende el motor eléctrico.

## Practica No. 17



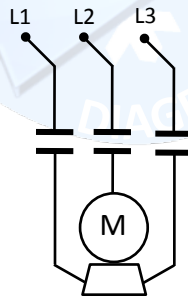
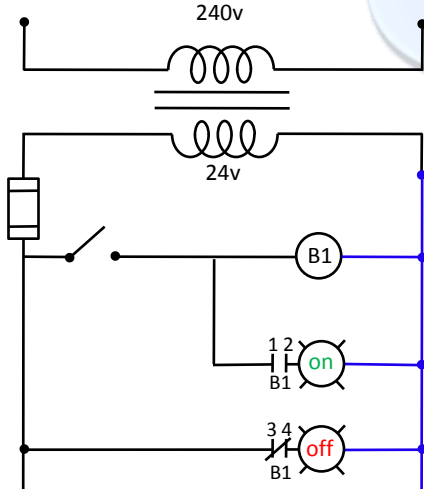
### Instrucciones:

Controlar un motor eléctrico de 240v trifásico por medio de un interruptor y un contactor manejando 24v el control, y que tenga una lámpara piloto que me indique que el motor está apagado.

### Explicación:

Al cerrar el interruptor alimenta el contactor y este enciende el motor eléctrico, y abre el contacto "B1 3,4" apagando la lámpara piloto "off".

## Practica No. 18



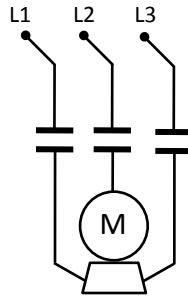
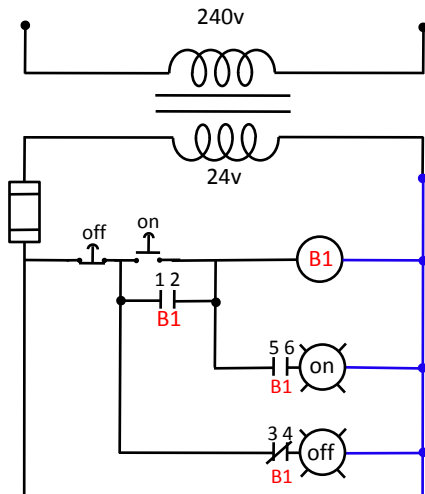
### Instrucciones:

Controlar un motor eléctrico de 240v trifásico por medio de un interruptor y un contactor manejando 24v el control, y que tenga una lámpara piloto que me indique que el motor está encendido y otra que me indique que está apagado.

### Explicación:

Al cerrar el interruptor alimenta el contactor y este enciende el motor eléctrico, y cierra el contacto B1-1,2 encendiendo la lámpara piloto "on" y abre el contacto B1-3,4 apagando la lámpara "off".

## Practica No. 19



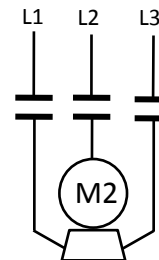
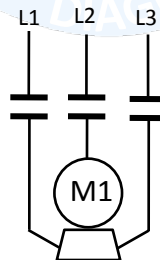
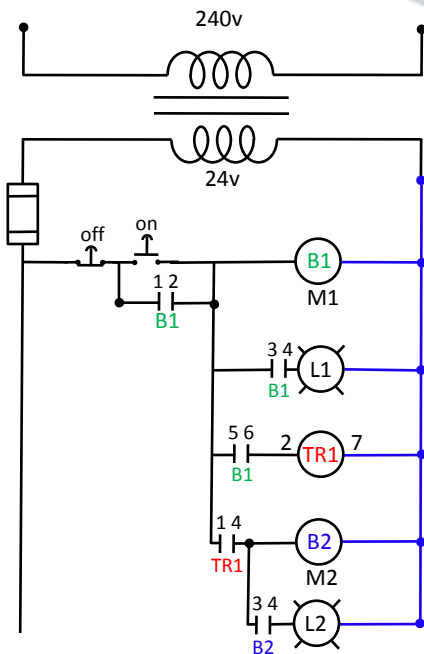
### Instrucciones:

Controlar un motor eléctrico de 240v trifásico por medio de un contactor con control de 24v , controlado por un “push button” on/off, y que tenga una lámpara piloto que me indique que el motor está encendido y otra que me indique que está apagado

### Explicación:

Al presionar “on” alimenta la bobina del contactor y cierra los contactos B1-1,2/5,6 encendiendo el motor y la lámpara piloto con un sostenimiento de corriente, contactos B1-3,4 se abren apagando la lámpara piloto “off”.

## Practica No. 20



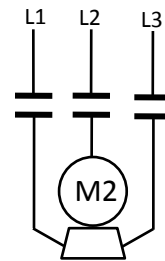
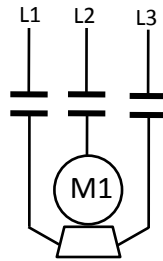
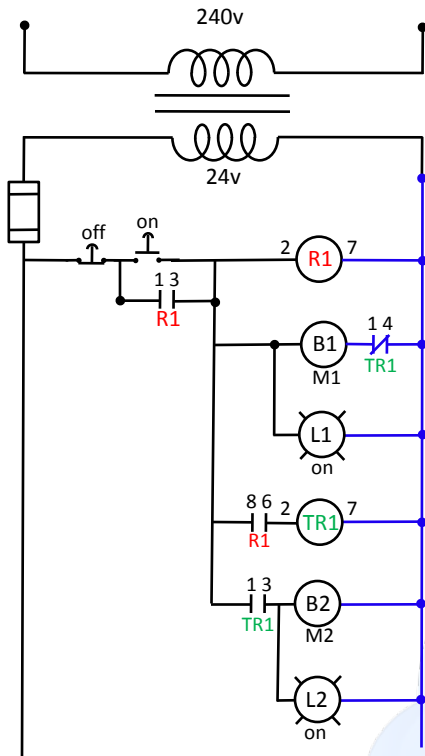
### Instrucciones:

Controlar dos motores eléctricos 3Ø por medio de dos Contactores que lo controlan un “push button” on/off, que al presionar “on” se encienda el motor No.1 y una lámpara que me indique que está encendido, pase un tiempo y se encienda el motor No.2 y una lámpara que me indique que está encendido.

### Explicación:

Al presionar “on” alimenta la bobina del contactor y cierra los contactos B1-1,2/3,4/5,6 alimentando el contactor No.1 encendiendo el motor y la lámpara piloto con un sostenimiento de corriente, pasa un tiempo y TR1 cierra los contactos TR1-1,4 alimentando el contactor No.2 y encendiendo el motor No.2 y su lámpara piloto.

## Practica No. 21



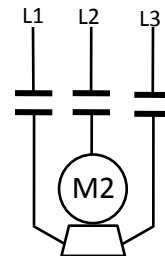
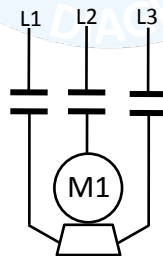
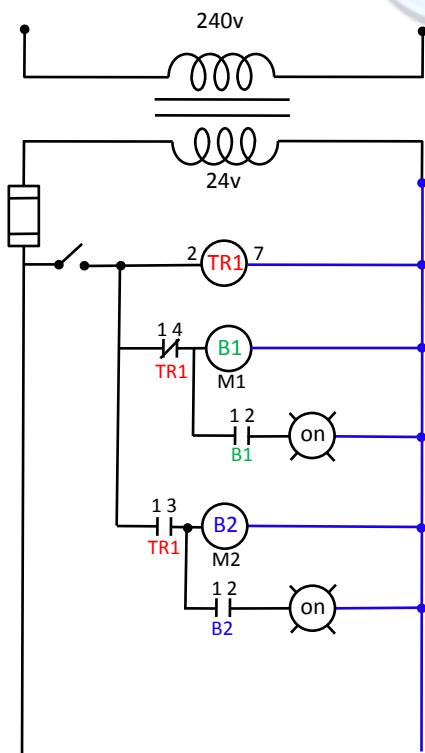
### Instrucciones:

Controlar 2 motores eléctricos 3Ø de 240v que al presionar “on” encienda el motor No.1 y una lámpara piloto que me indique que está encendido, pase un tiempo y se apague y se encienda el motor No.2 y una lámpara que me indique que está encendido.

### Explicación:

Al presionar “on” alimenta la bobina del contactor No.1 y L1, el relevador cierra R1-8,6 alimentando TR1 que tras pasar un tiempo abre TR1-1,4 apagando el motor No.1 y L1 y cierra TR1- 1,3 alimentando la bobina del contactor No.2 encendiendo el motor No.2 y L2.

## Practica No. 22



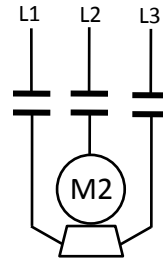
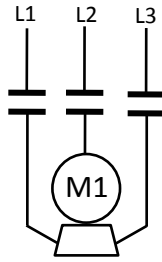
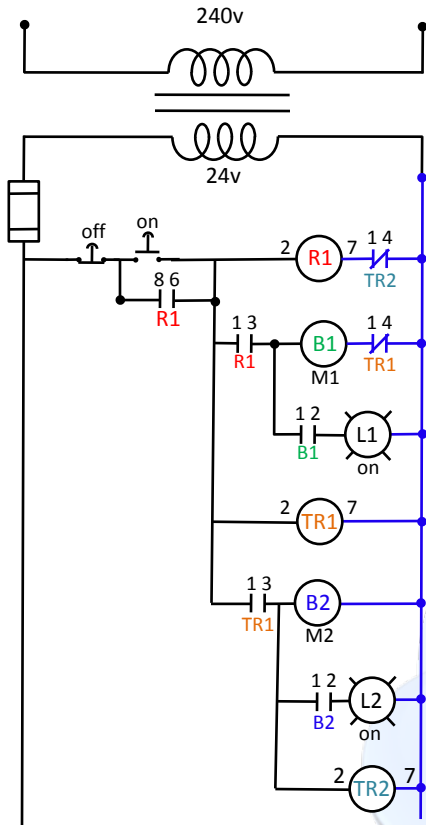
### Instrucciones:

Controlar dos motores eléctricos 3Ø de 240v por medio de dos contactores controlados por un interruptor, que al cerrarse encienda el motor No.1 y una lámpara piloto que me indique que está encendido, al pasar un tiempo se apaguen y enciendan el motor No.2 y una lámpara piloto que me indique que está encendido.

### Explicación:

Al cerrar el interruptor alimenta la bobina del contactor No.1 y este cierra B1-1,2 encendiendo el motor No.1 y la lámpara piloto “on” y, transcurrido un tiempo de abre TR1-1,4 apagando el motor y la lámpara piloto “on”, se cierra TR1-1,3 alimentando la bobina del contactor No.2 y este cierra B2-1,2 encendiendo el motor No.2 y la lámpara piloto “on”.

## Practica No. 23



**Instrucciones:**

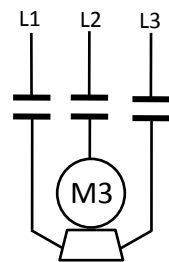
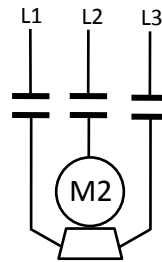
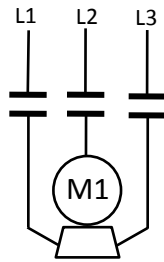
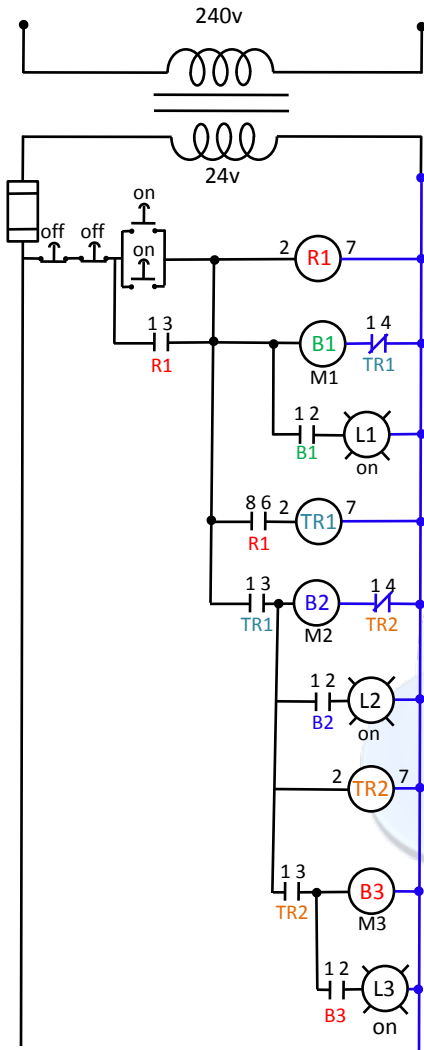
Controlar dos motores eléctricos 3Ø de 240v por medio de 2 contactores que lo controla un “push button” on/off, que al presionar “on” se encienda el motor No.1 y una lámpara piloto “on”, tras pasar un tiempo se apaguen y encienda el motor No.2 y una lámpara piloto “on”, y tras pasar un determinado tiempo se apague todo.

**Explicación:**

Al presionar “on” alimentará R1 cerrando R1-1,3/8,6 alimentando a TR1 y B1 y cerrará B1-1,2 encendiendo el motor No.1 y su lámpara piloto “L1”, tras pasar un tiempo se abrirá TR1-1,4 apagando el motor No.1 y su lámpara piloto, y cerrará TR1-1,3 alimentando la bobina del contactor No.2 (B2) y este cerrará B2-1,2 encendiendo el motor No.2 , su lámpara piloto y TR2, tras pasar un tiempo TR2 abrirá TR2-1,4 cortando corriente a R1 y apagando todo.



## Practica No. 24

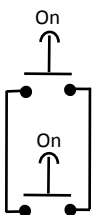


### Instrucciones:

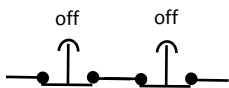
Controlar tres motores eléctricos 3Ø 240v por medio de tres contactores que lo controlan dos "push button" on/off, que al presionar cualquier botón "on" encienda el motor No.1 y una lámpara piloto "on", pase un tiempo y se apaguen y encienda el motor No.2 y una lámpara piloto "on", pase un tiempo y se apaguen y encienda el motor No.3 y una lámpara piloto "on" y se quede encendido.

### Explicación:

Al presionar cualquier botón "on" alimentará R1 creando un sostenimiento de corriente, a la vez, alimentará B1 y TR1, cerrará B1-1,2 encendiendo el motor No.1 y su lámpara piloto "on" (L1), al pasar un tiempo, TR1 activará TR1-1,3/1,4 apagando el motor No.1 y L1 y alimentará a TR2 y B2 y encenderá el motor No.2 y L2, al pasar un tiempo, TR2 activará TR2-1,3/1,4, apagando el motor No.2 y se alimentará a B3, y este activará B3-1,2 encendiendo el motor No.3 y L3.



Se utilizarán dos "push button on" conectados en paralelo para poder encender el circuito con cualquiera de los dos sin importar cual alejados estén el uno del otro.

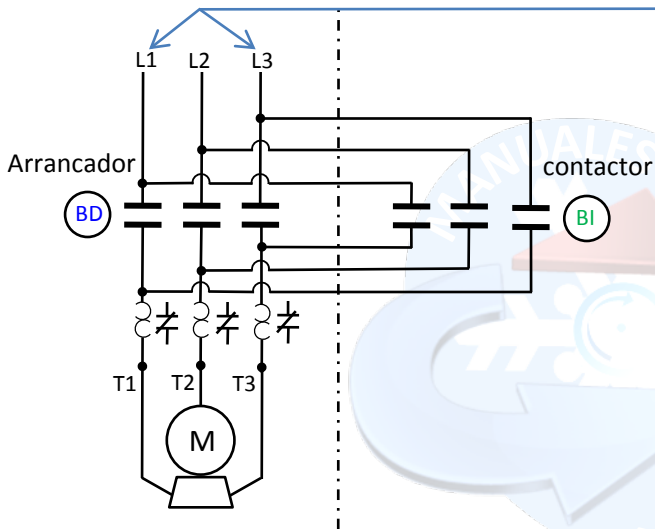


Se utilizarán dos "push button off" conectados en serie para poder apagar el circuito con cualquiera de los dos sin importar cual alejados estén el uno del otro.

## Arrancador Magnético Reversible

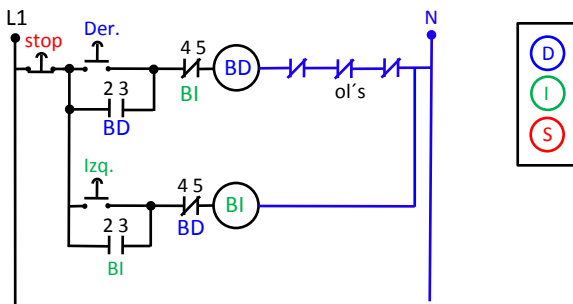


Un arrancador magnético reversible tiene la función de arrancar, detener e invertir la marcha de un motor “*jaula de ardilla*”, este dispositivo consta de un arrancador magnético y un contactor enclavado eléctricamente.



La función del contactor en un arrancador magnético reversible es intercambiar las fases *L1* a *L3* permitiendo al motor girar en sentido contrario al activarse.

Diagrama de control de un arrancador magnético reversible con estación de tres botones



Al presionar el botón *Derecha* se alimentará la bobina “*BD*”(arrancador) y este abrirá *BD-4,5* evitando que se active la bobina “*BI*”, y al presionar el botón *izquierda* se alimentará la bobina “*BI*” (contactor) y abrirá *BI-4,5* cortando la alimentación a “*BD*”.

Con esto se crea un *anclaje* que permitirá controlar la dirección de la marcha del motor con los botones *izquierda* y *derecha*.

### Diagrama de Fuerza

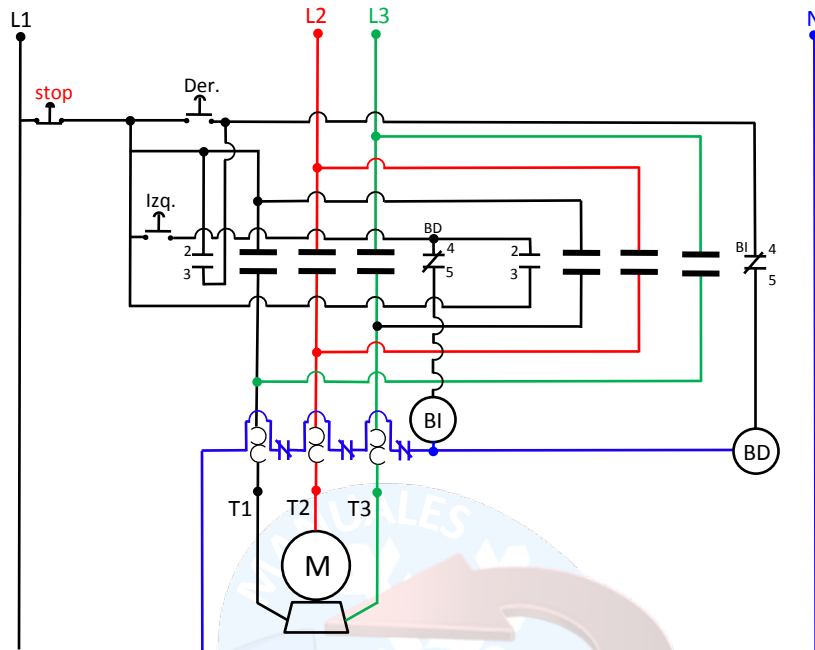
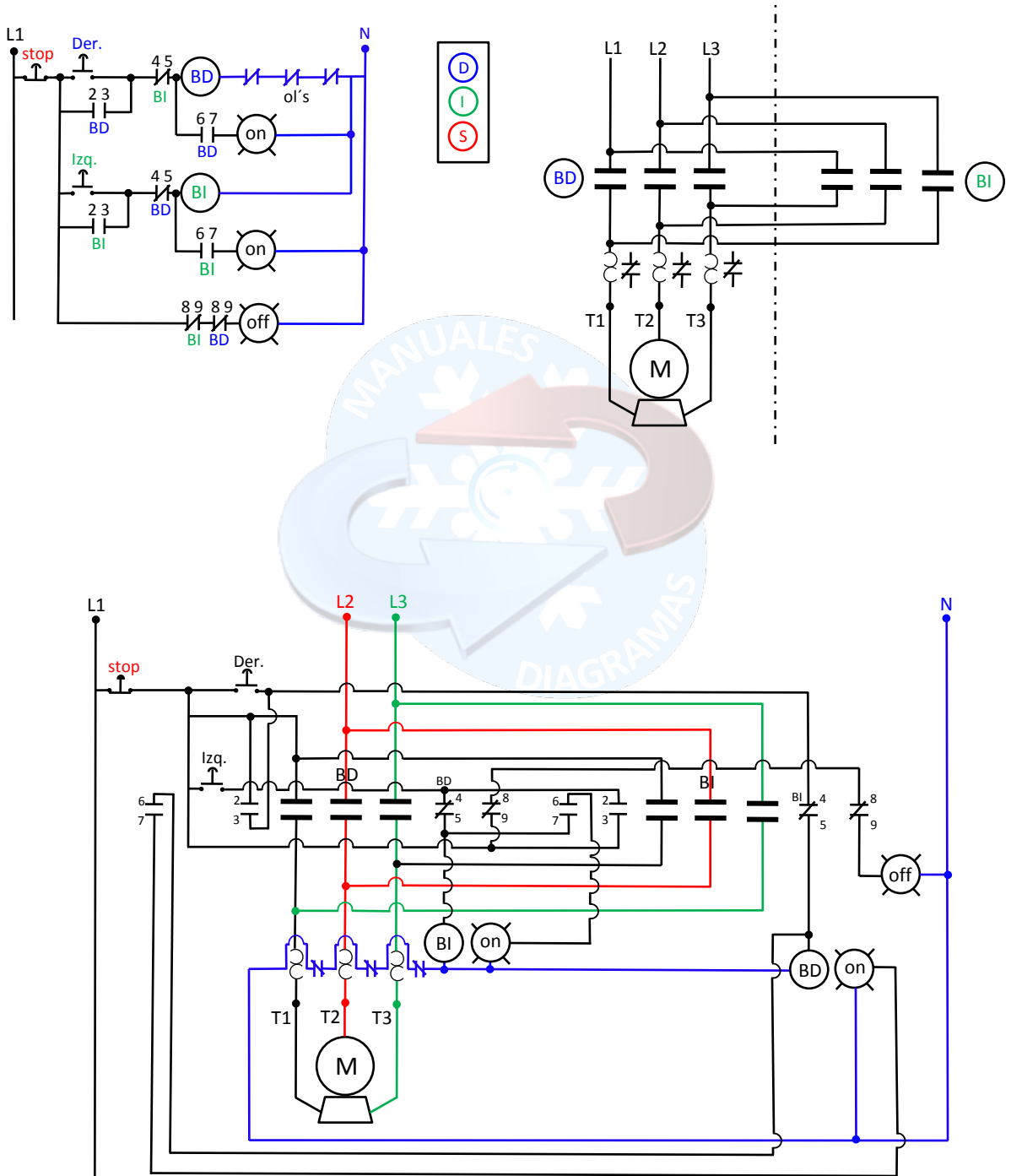


Diagrama de control de un arrancador magnético reversible con estación de tres botones y lámparas piloto on/off



# ARRANCADOR MAGNETICO



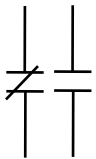
Su función principal, es parecida al contactor, con la diferencia de que cuenta con protecciones térmicas que cortarán el flujo de corriente en caso de un calentamiento por sobrecorriente.

Se usará un arrancador magnético dependiendo del tamaño de la carga a controlar (NEMA), por ejemplo: Si desea controlar un motor de 200v a 230v se usará un arrancador magnético de 7¼ HP. Si el motor es de 460v a 575v el arrancador será de 10HP.

## Simbología



Contactos NC de doble corriente



Contactos auxiliares NA y NC



Elementos térmicos de sobrecorriente "heaters"



Contactos de fuerza NA

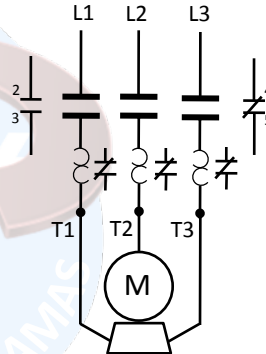


Motor eléctrico

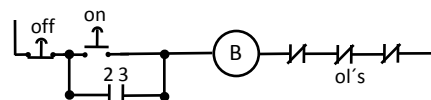


Paro de emergencia

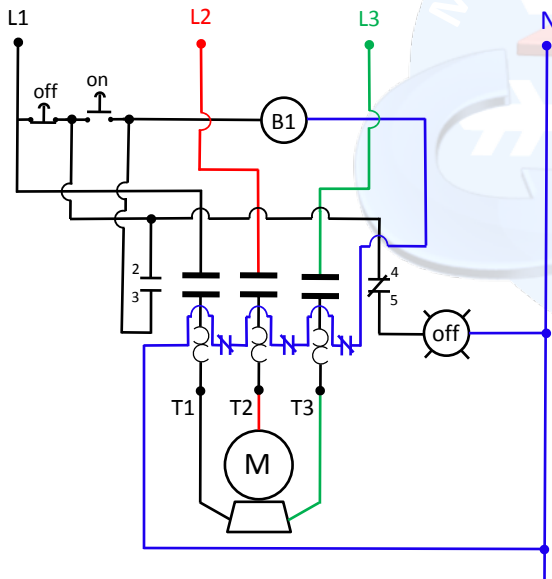
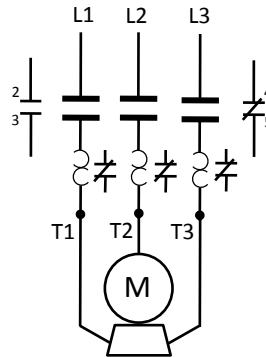
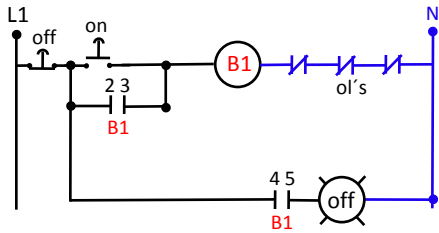
## Diagrama de fuerza



## Diagrama de control



## Practica No.1



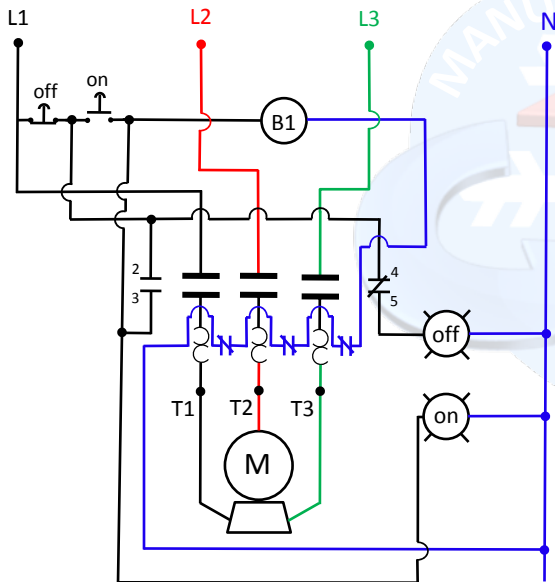
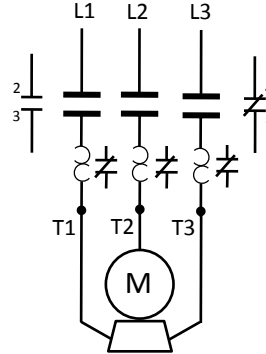
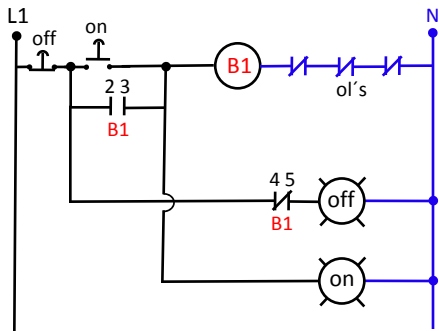
### Instrucciones

Controlar un motor eléctrico 3Ø por medio de un arrancador magnético controlado por un "push button" on/off, y una lámpara piloto que me indique que el motor está apagado, que al presionar "on" arranque el motor y la lámpara piloto "off" se apague.

### Explicación

Al presionar "on" alimenta la bobina del arrancador magnético y este abre los contactos auxiliares 4,5 y apaga la lámpara "off" y arranca el motor. Aux-2,3 se cierran para crear un sostenimiento de corriente.

## Practica No.2



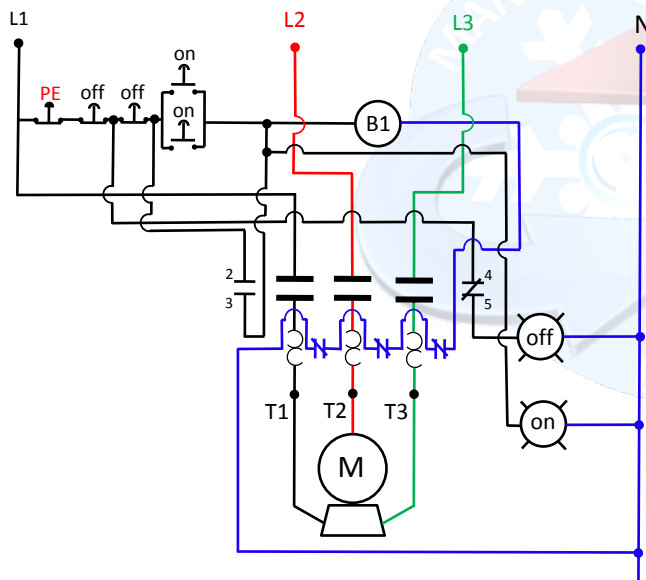
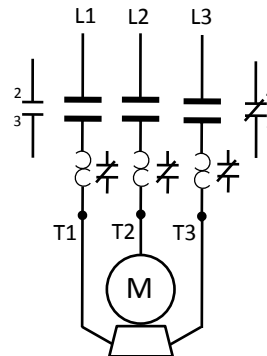
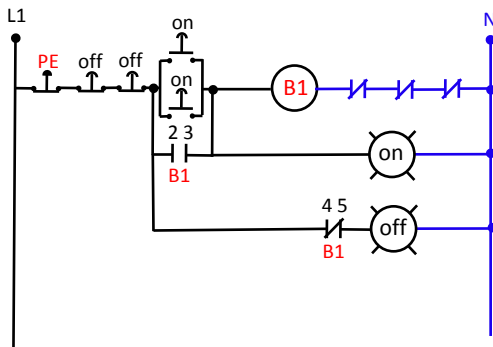
### Instrucciones

Controlar un motor eléctrico 3Ø de 240v con un arrancador magnético controlado con un "push button" on/off, que al presionar "on" arranque el motor y una lámpara piloto que me indique que el motor está encendido, y al presionar "off" se apague y encienda una lámpara piloto que me indique que el motor está apagado.

### Explicación

Al presionar "on" alimenta la bobina del arrancador magnético B1 y este abre los contactos auxiliares 4,5 y apaga la lámpara "off" y arranca el motor y la lámpara piloto "on". Aux-2,3 se cierran para crear un sostenimiento de corriente.

## Practica No.3



### Instrucciones

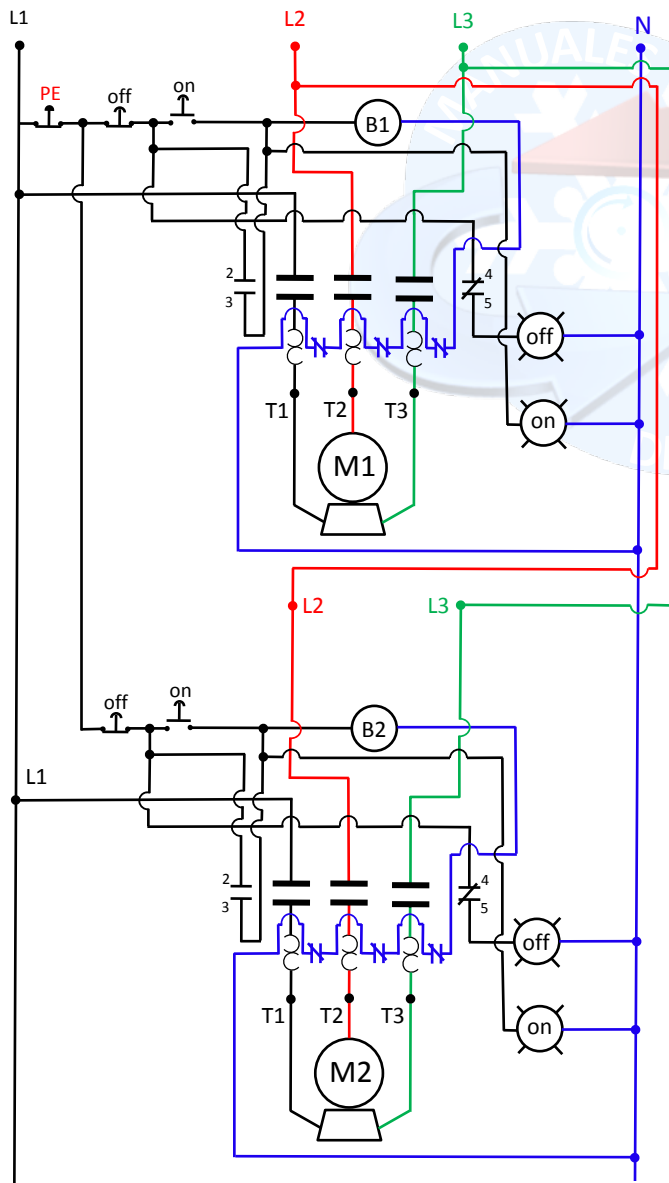
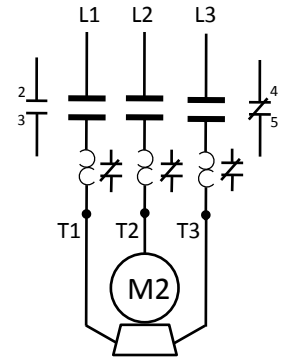
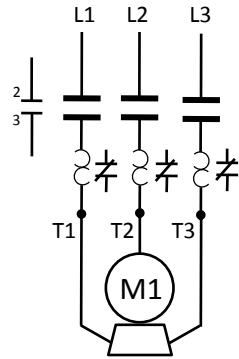
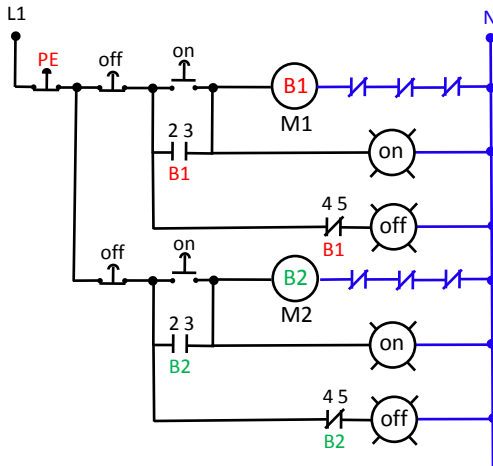
Controlar un motor eléctrico 3Ø de 240v con un arrancador magnético controlado con dos “push button” on/off y un paro de emergencia. Al presionar cualquier “on” arranque el motor y una lámpara piloto que me indique que el motor está encendido, y al presionar cualquier “off” se apague y encienda una lámpara piloto que me indique que el motor está apagado, y que al presionar el paro de emergencia abra todo el circuito.

### Explicación

Al presionar cualquier botón “on” alimenta la bobina del arrancador magnético B1 y este abre los contactos auxiliares 4,5 y apaga la lámpara “off” y arranca el motor y la lámpara piloto “on”. Al presionar el paro de emergencia cortará la alimentación a la bobina del arrancador y se apagará todo.



## Practica No.4



### Instrucciones

Controlar dos motores eléctricos 3Ø de 240v por medio de dos arrancadores magnéticos controlados por un "push button" on/off para cada motor, que, al presionar "on" de M1, encienda el motor No.1 y una lámpara piloto que me indique que está encendido y permanezca encendido. Y al presionar "on" de M2 encienda el motor No.2 y una lámpara piloto que me indique que está encendido. Y al presionar el paro de emergencia se apague todo.

### Explicación

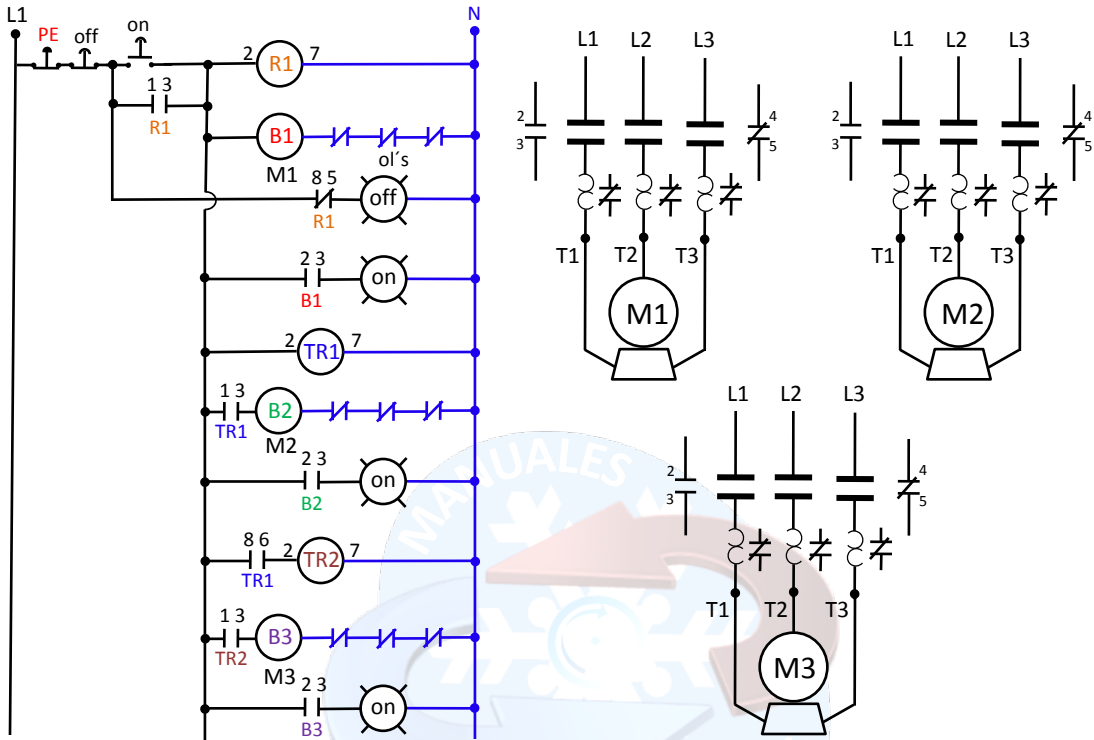
Al presionar el botón "on" de M1 alimenta la bobina del arrancador magnético B1 y este abre los contactos auxiliares 4,5 y apaga la lámpara "off" y arranca el motor No.1 y la lámpara piloto "on".

Al presionar el botón "on" de M12 alimenta la bobina del arrancador magnético B12 y este abre los contactos auxiliares 4,5 y apaga la lámpara "off" y arranca el motor No.2 y la lámpara piloto "on".

Al presionar el paro de emergencia cortará la alimentación a ambas bobinas y se apagará todo.

## Practica No.5

Diagrama de control

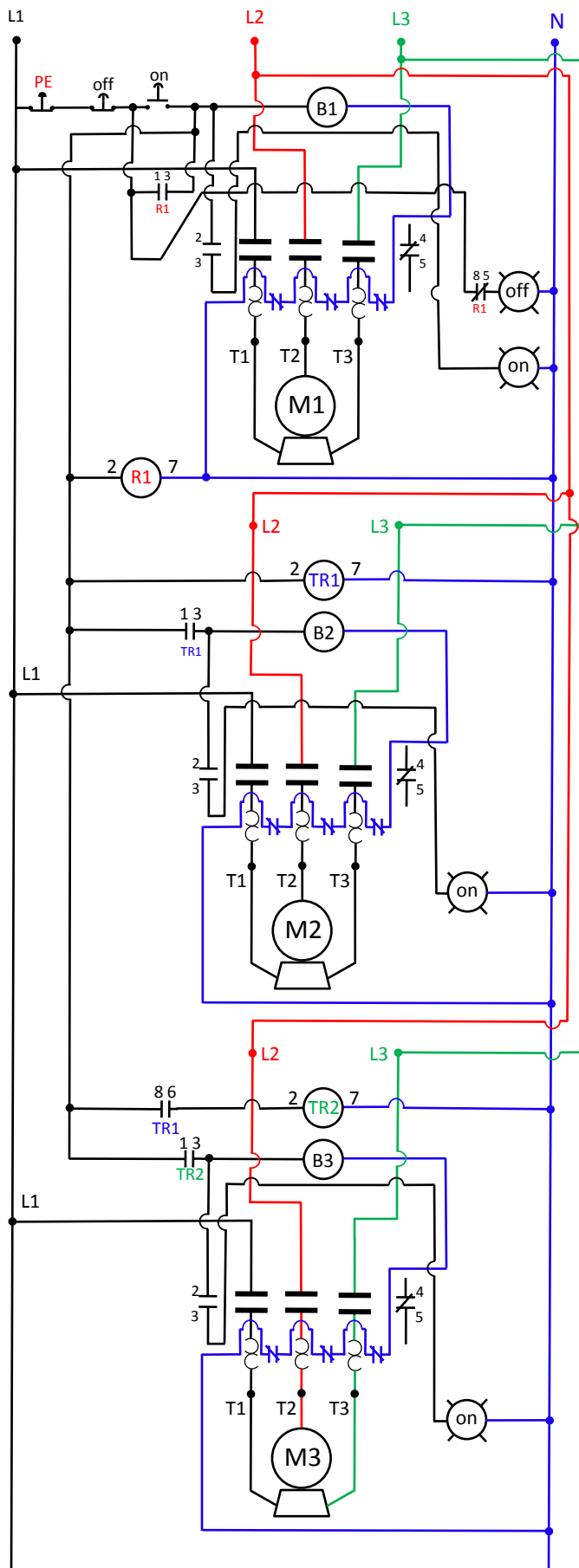


### Instrucciones

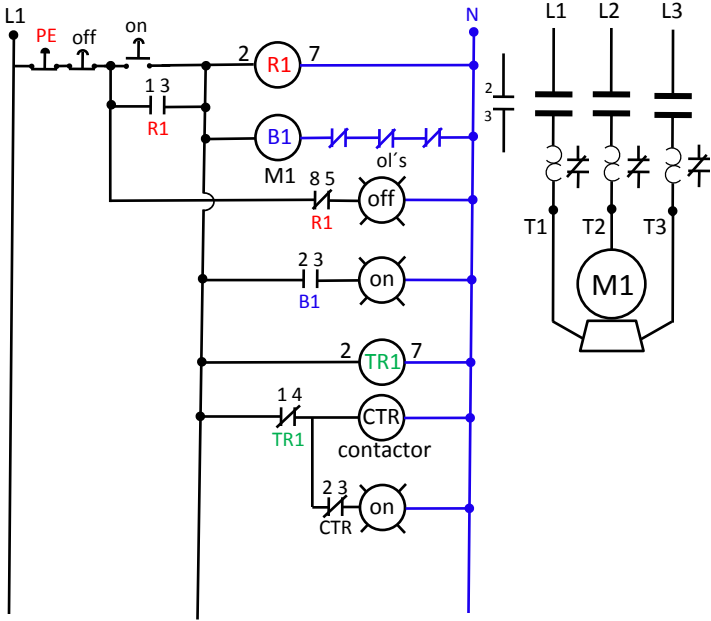
Controlar tres motores eléctricos trifásicos de 240v por medio de tres arrancadores magnéticos, un "push button" on/off y un paro de emergencia. Que al presionar "on", encienda el primer motor y una lámpara piloto que me indique que está encendido, pase un tiempo, y se encienda el motor No.2 y una lámpara piloto "on", pase un tiempo, y se encienda el tercer motor con su lámpara piloto "on". Al presionar el paro de emergencia se apagará todo el circuito.

### Explicación

Al presionar el botón "on", se alimentará la bobina del arrancador magnético No.1 (B1) y cerrará **B1-2,3** encendiendo la lámpara piloto "on" y el motor arrancará, a la vez, se alimentan R1 creando un sostenimiento de corriente, y TR1, que, al pasar un lapso de tiempo cerrará **TR1-1,3-8,6**, alimentando a **TR2** y a la bobina del arrancador No.2 (B2) y este cerrará B2-2,3, encendiendo el motor No.2 y la lámpara piloto "on", al pasar un lapso de tiempo se cerrará **TR2-1,3**, alimentando a la bobina del arrancador No.3 cerrando **B3-2,3**, encendiendo el motor No.3 y la lámpara piloto "on". Al presionar el paro de emergencia se apagará todo el circuito.



## Practica No.6

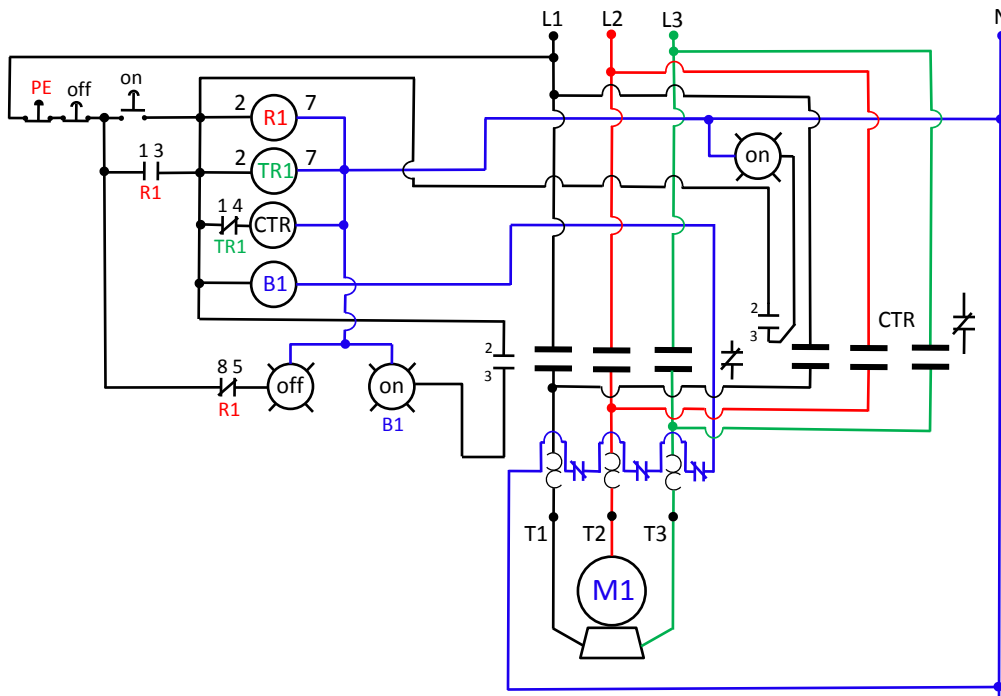


### Instrucciones

Controlar un motor eléctrico trifásico de 240v por medio de un arrancador magnético ayudado por un contactor en paralelo, controlado por un "push button" on/off y un paro de emergencia. Que al presionar "on", alimente el arrancador magnético junto con el contactor y encienda una lámpara piloto que me indique que el motor está encendido, y otra lámpara piloto que me indique que el contactor está encendido, al pasar un tiempo, el contactor se apagará junto con su lámpara piloto "on", pero el motor seguirá en funcionamiento.

### Explicación

Al presionar "on" se alimentará a R1 para crear un sostenimiento de corriente, el arrancador magnético (B1) y la lámpara piloto "on" se alimentará junto con el contactor (CTR) y su lámpara piloto "on", ambos alimentarán al motor, tras pasar un lapso de tiempo, se abrirá TR1-1,4 y apagará el contactor junto con su lámpara piloto "on", pero B1 seguirá alimentando el motor hasta que se presione "off" o el paro de emergencia.



# MOTORES ELÉCTRICOS 1Ø - 3Ø



Un motor eléctrico es un dispositivo rotativo que transforma energía eléctrica en energía mecánica. Existen diferentes tres tipos de motores

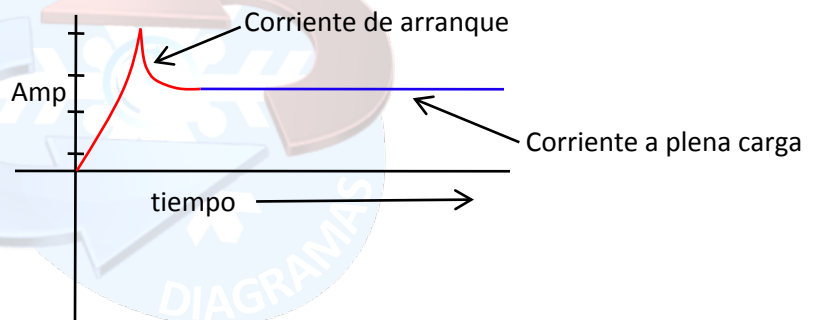
↗ Motores de corriente alterna

↗ Motores de corriente directa

↗ Motores serie universal

## Motores de corriente alterna

- 1.- Par de arranque
- 2.- Par de marcha
- 3.- Par de agarrotamiento



### Par Motor

RLA---Run Load Amper

FLA---Full Load Amper

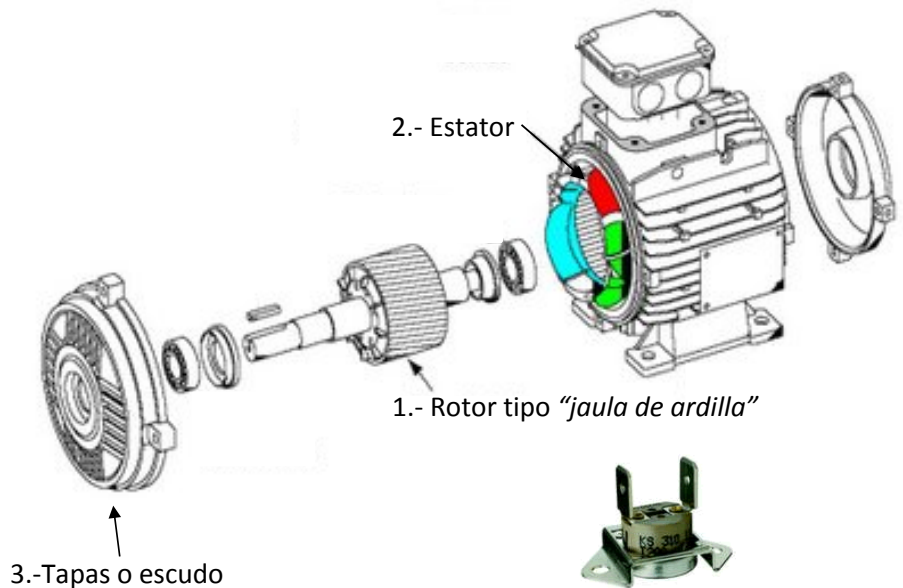
LRA---Locked Rotor Amper

## Motor de fase partida o dividida

componentes:

- 1.-Rotor tipo "jaula de ardilla"
- 2.-Estator
- 3.- Tapas o escudo
- 4.-Protección térmica

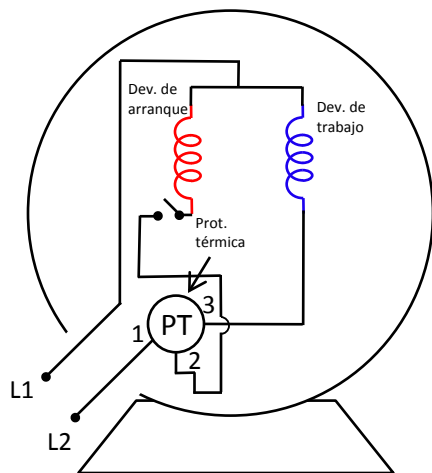
- de un solo uso
- de brazo
- De disco o klixon



4.-Protección térmica "klixon"

## Motor de fase partida de una velocidad (4 polos) una sola tensión

Diagrama simplificado



El numero de revoluciones por minuto (RPM) del motor dependerá del numero de polos que tenga, entre mas polos tenga el motor serán menos RPM, entre menos polos tenga serán mas las RPM.

Por ejemplo: motor con 1500 RPM - 2 polos  
motor con 1250 RPM - 4 polos

Las RPM también dependerá si el motor es **síncrono** o **asíncrono**.

En un motor **síncrono**, la velocidad del rotor es igual a la de los polos del estator.

En un motor **asíncrono**, la velocidad del rotor no es igual a la de los polos del estator.

Por ejemplo: un motor síncrono gira a 1800 RPM  
un motor asíncrono gira a 1725 RPM

El sentido de giro del motor se interpreta de la siguiente manera:

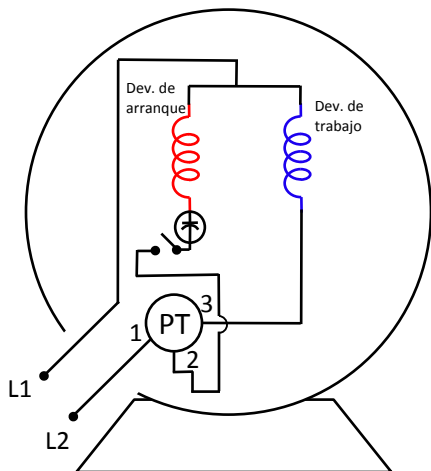
**CW** - "clock wise" (sentido de las manecillas del reloj "SMR")



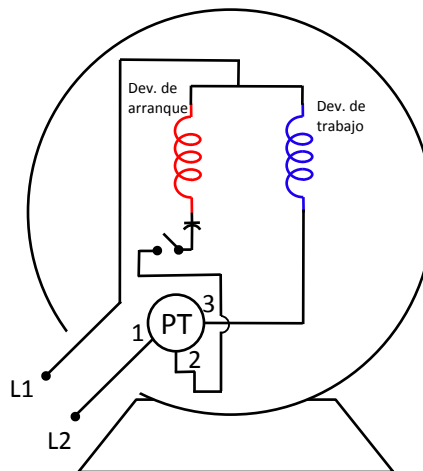
**CCW** - "clock counter wise" (sentido contrario de las manecillas del reloj "SCMR").



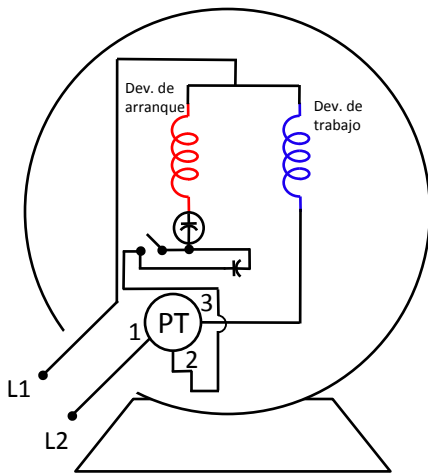
Motor de fase partida de una velocidad (4 polos) una sola tensión con capacitor **seco**.



Motor de fase partida de una velocidad (4 polos) una sola tensión con capacitor **permanente**.

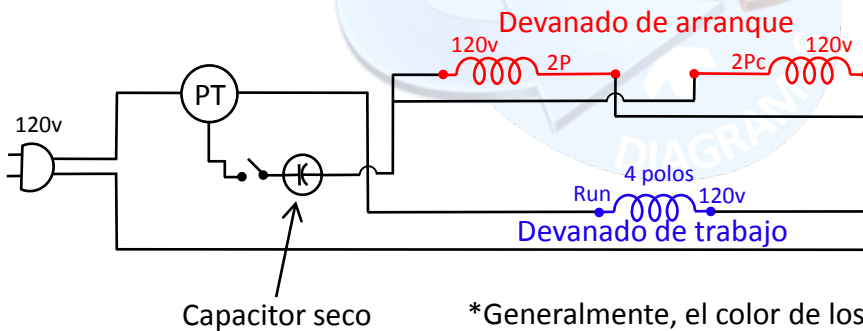


Motor de fase partida de una velocidad (4 polos) una sola tensión con capacitor **seco** y **permanente**.



### Conexiones de un motor de fase partida, dos voltajes 120v/240v una sola velocidad

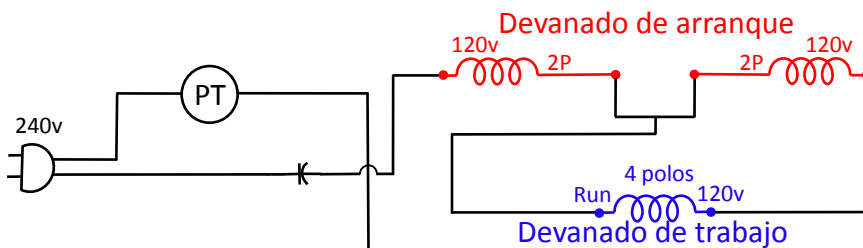
Conexión para voltaje **menor**, 120v (paralelo)



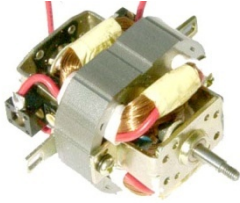
Capacitor seco

\*Generalmente, el color de los cables del capacitor seco son de color **café**.

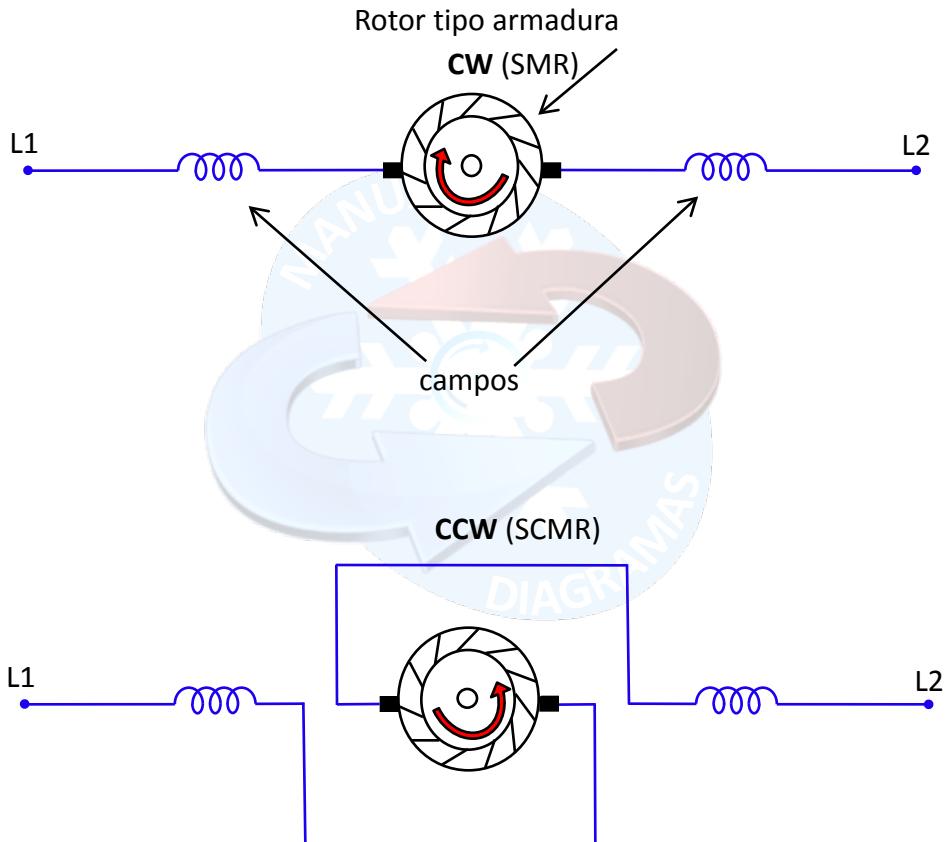
Conexión para voltaje **mayor**, 240v (serie)



## Motor serie universal



Los motores eléctricos serie universal funcionan con corriente alterna o directa, se usan generalmente en aparatos electrodomésticos como licuadoras, ventiladores, taladros, etc.



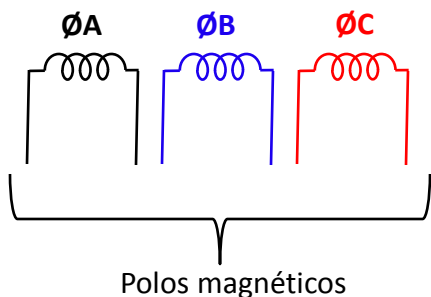
A los motores serie universal se les puede reducir las RPM simplemente disminuyendo el voltaje. Nunca se debe aumentar el voltaje por encima del límite para el cual fue hecho el motor.

Por ejemplo:

↑	127v-----3600 RPM
↕	64v-----1800 RPM
↓	32v-----900 RPM



# Motores Trifásicos



En un motor trifásico las RPM dependerán de la conexión en Delta "Δ" ó Estrella "Y", también se podrán cambiar si se cambia la frecuencia "hz".

Para cambiar el sentido de giro, solo hace falta intercambiar dos de las fases.  
por ejemplo:

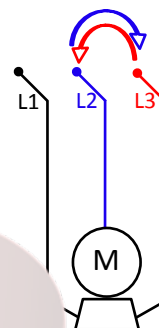


Diagrama vectorial

Las terminales se identificarán en el siguiente orden:

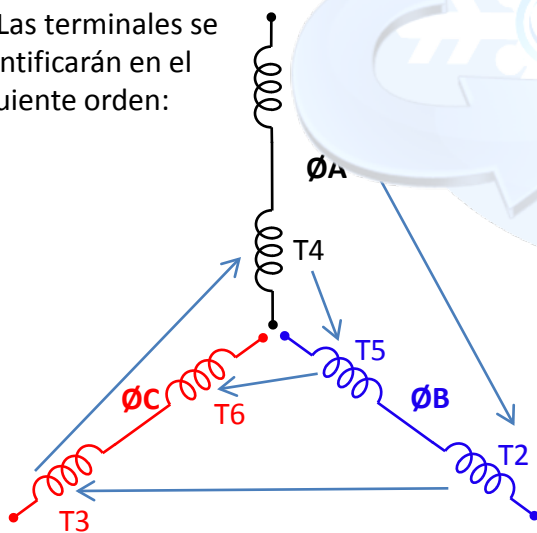


Diagrama vectorial de un motor trifásico  
Dos polos, una tensión, 6 puntos en estrella.

Conexiones en estrella

Unir

T4, T5 y T6

L1-----T1

L2-----T2

L3-----T3

Cambiar el sentido de giro

Unir

T4, T5 y T6

L1-----T1

L2-----T3

L3-----T2

## Diagrama vectorial

motor trifásico

Dos polos, una tensión, 6  
puntos en estrella.

Conexiones en  
estrella

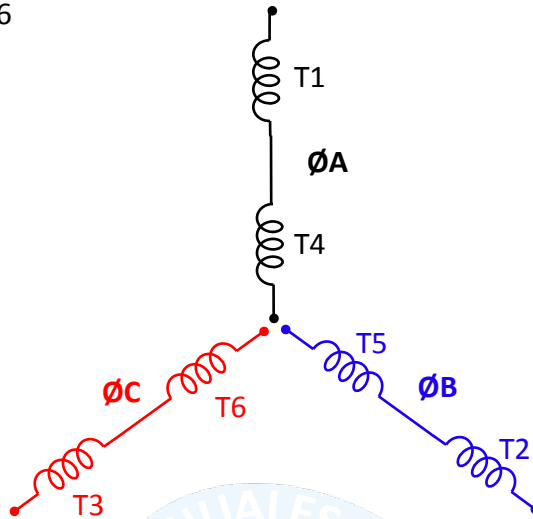
Unir

T4, T5 y T6

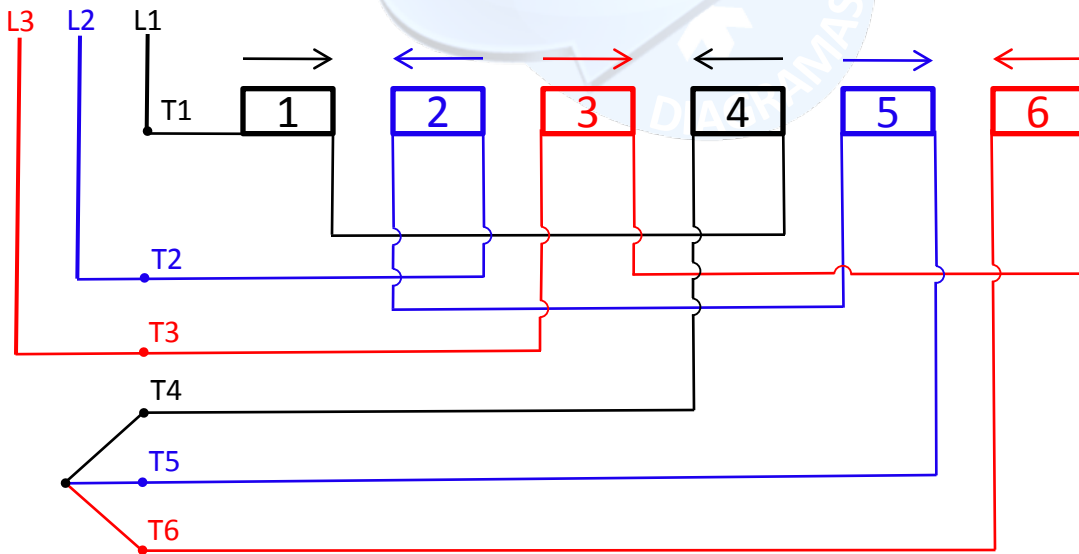
L1-----T1

L2-----T2

L3-----T3

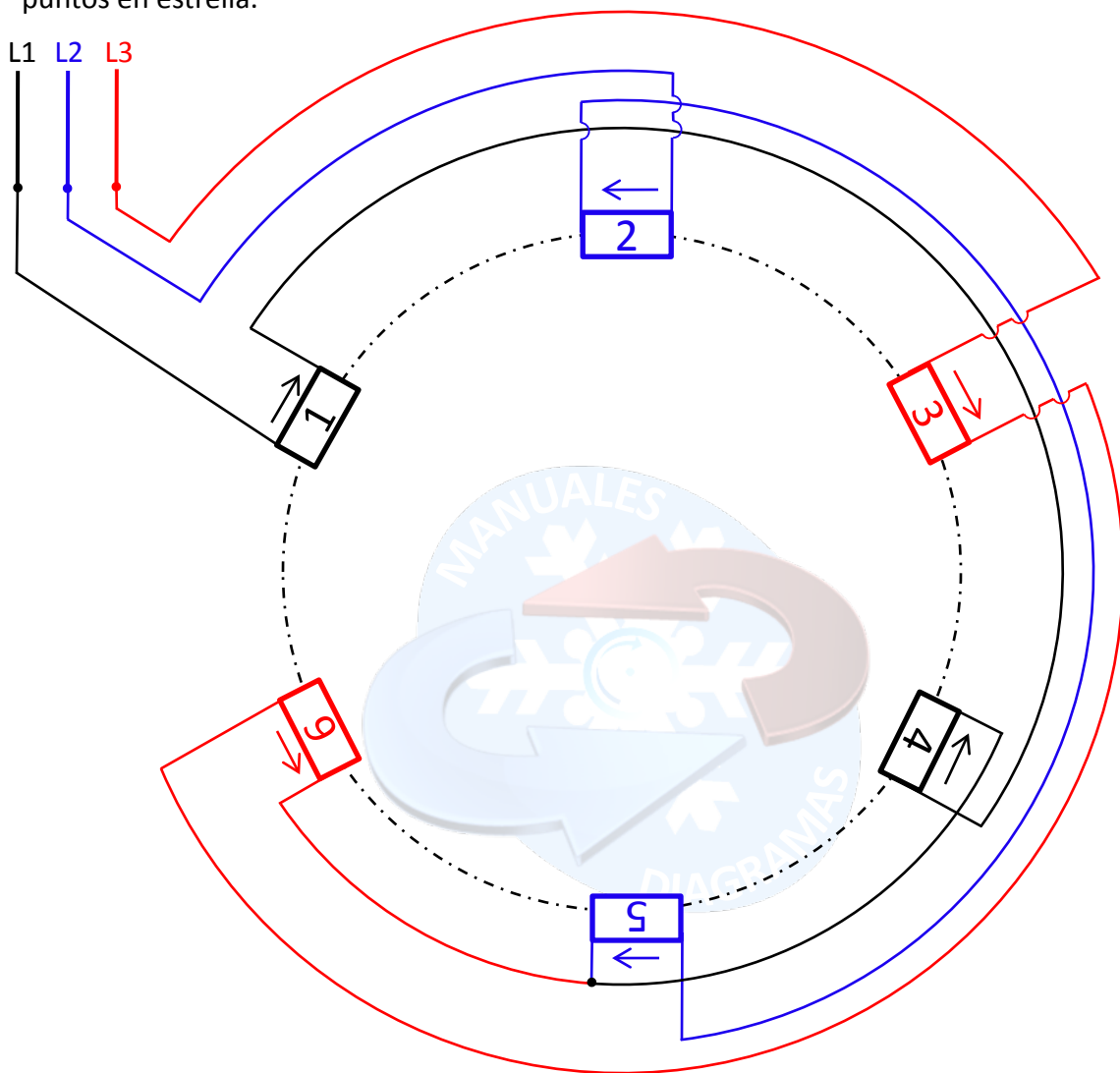


## Diagrama lineal a bloques



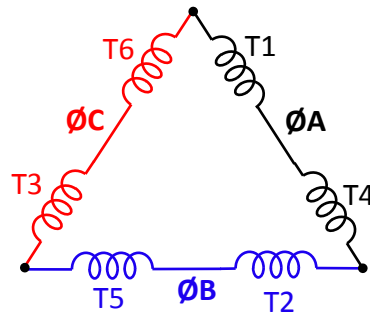
motor trifásico  
Dos polos, una tensión, 6  
puntos en estrella.

Diagrama circular



motor trifásico  
 Dos polos, una tensión, 6  
 puntos en **Delta**.

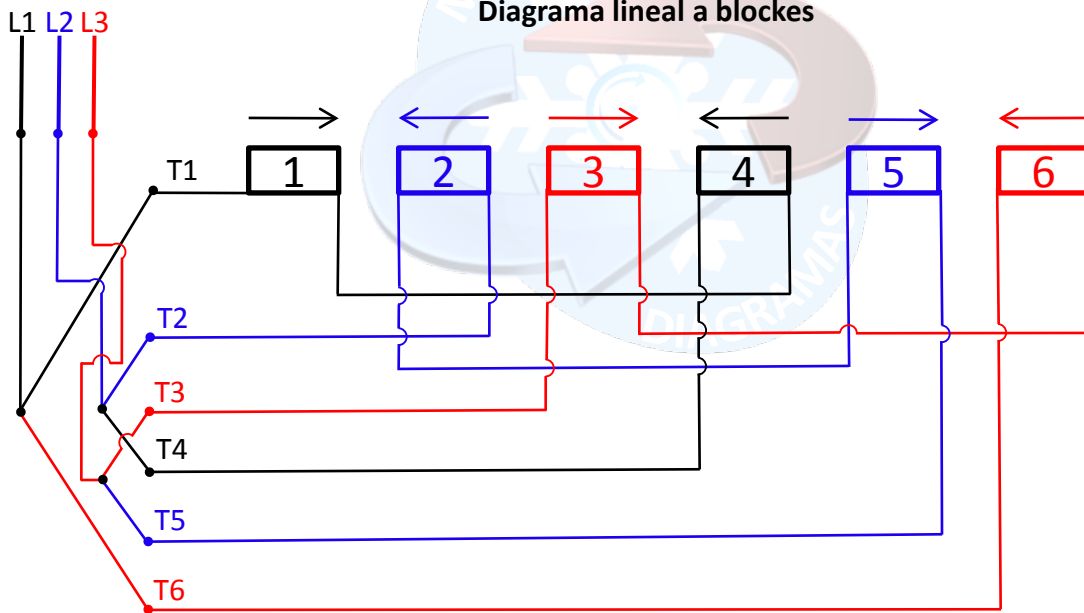
Diagrama vectorial



Conexiones en Delta

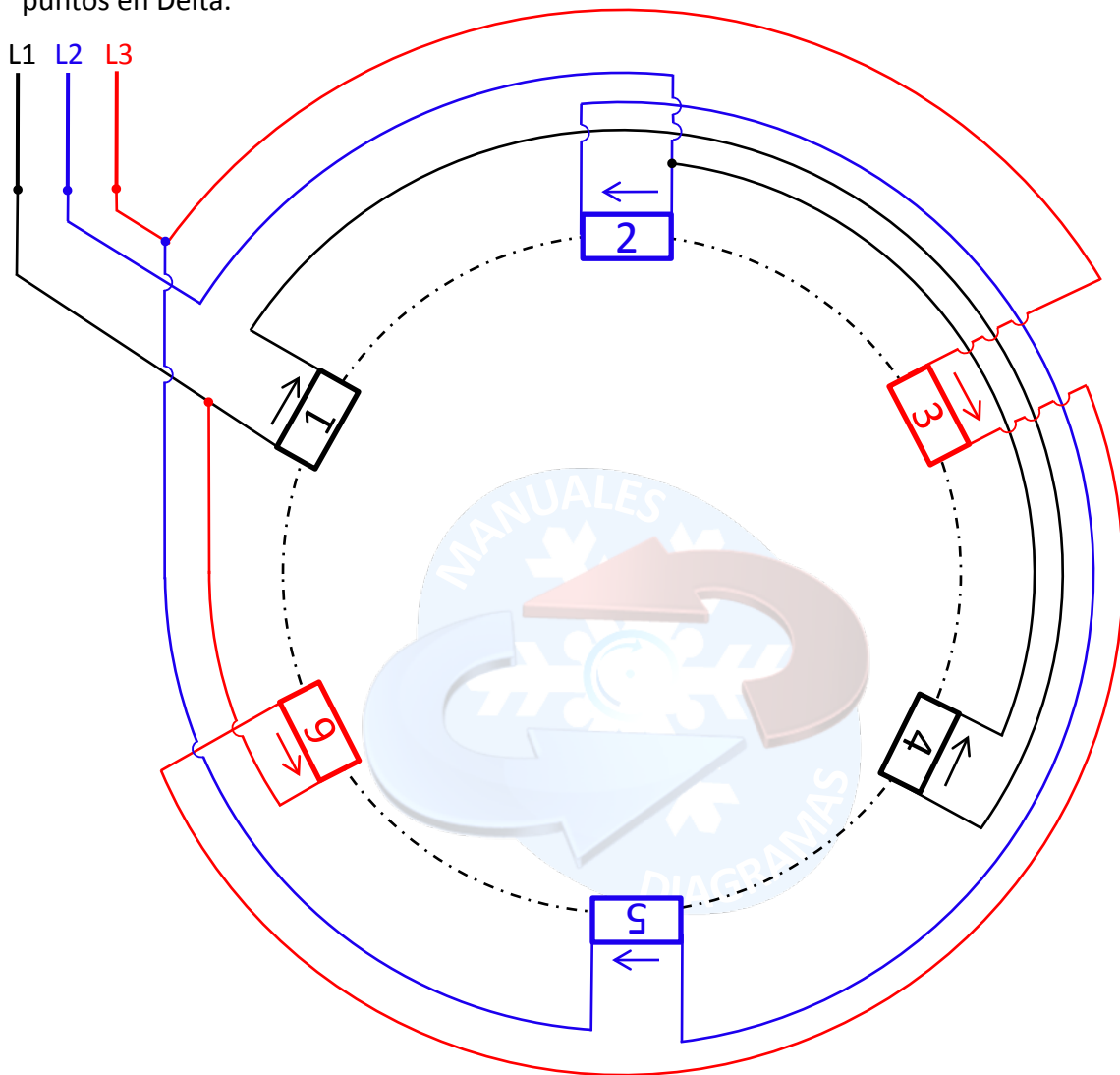
L1-----T1 y T6  
 L2-----T2 y T4  
 L3-----T3 y T5

Diagrama lineal a blocks



motor trifásico  
Dos polos, una tensión, 6  
puntos en Delta.

Diagrama circular

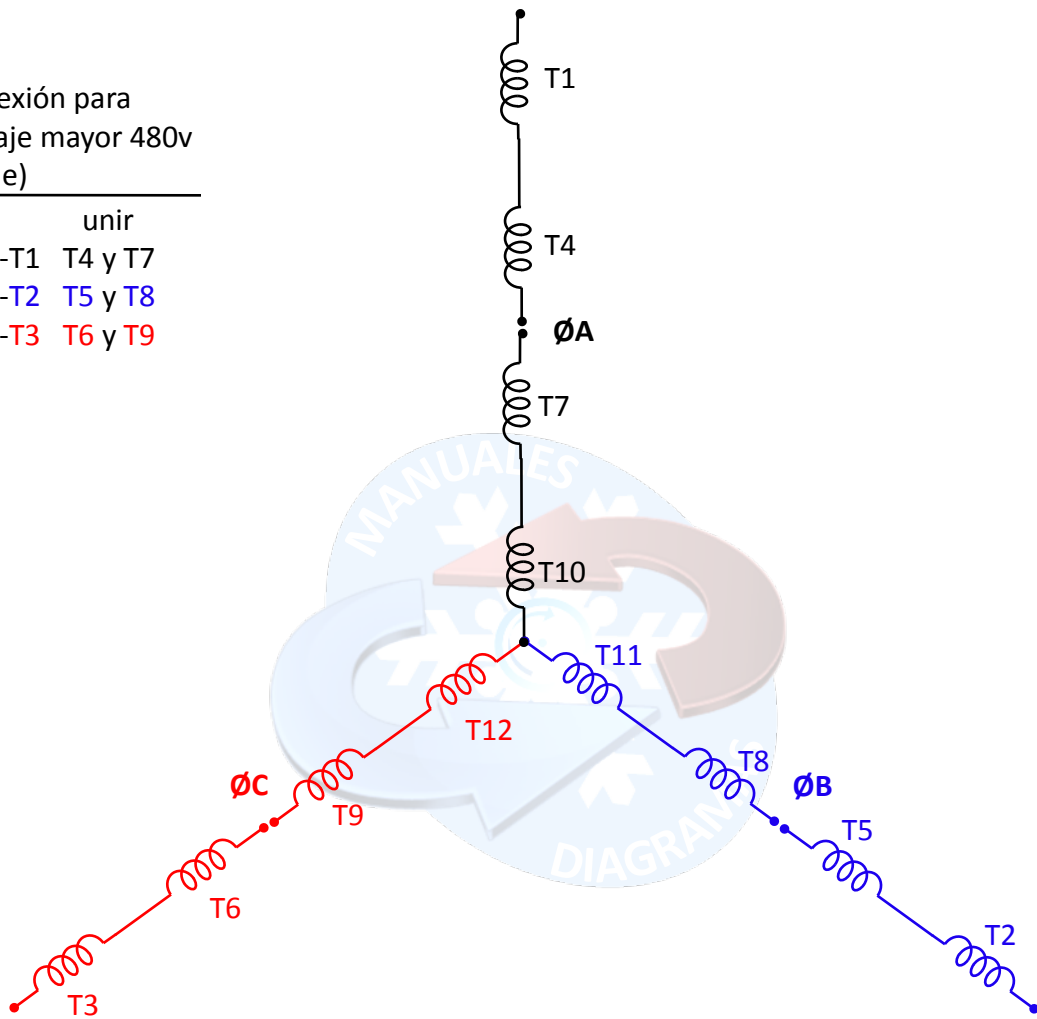


Motor trifásico, 9 puntas,  
dos tensiones 240v/480v  
en estrella

## Diagrama vectorial

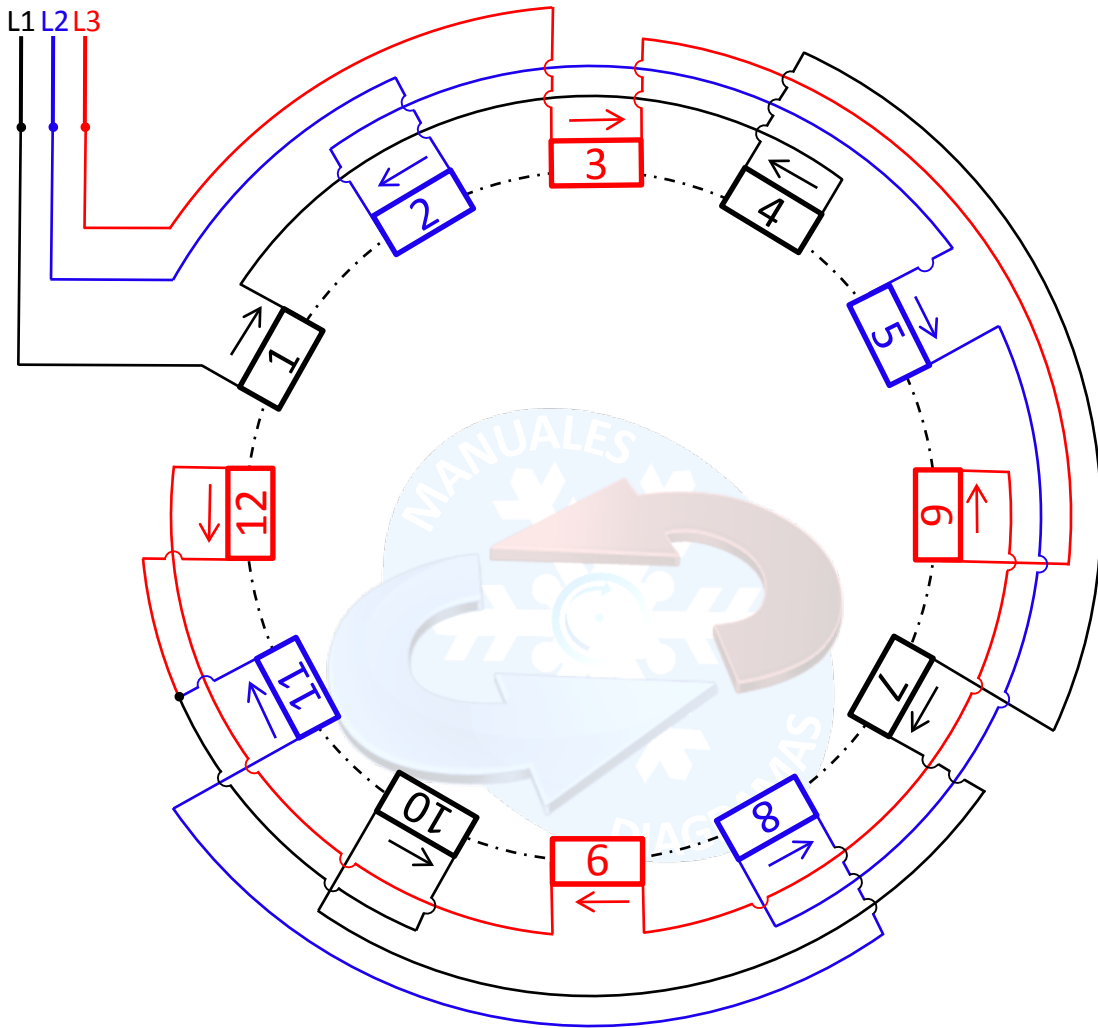
Conexión para  
voltaje mayor 480v  
(serie)

	unir
L1---T1	T4 y T7
L2---T2	T5 y T8
L3---T3	T6 y T9



Motor trifásico, 9 puntas,  
dos tensiones 240v/480v  
en estrella. Conexión para  
voltaje mayor. 480v

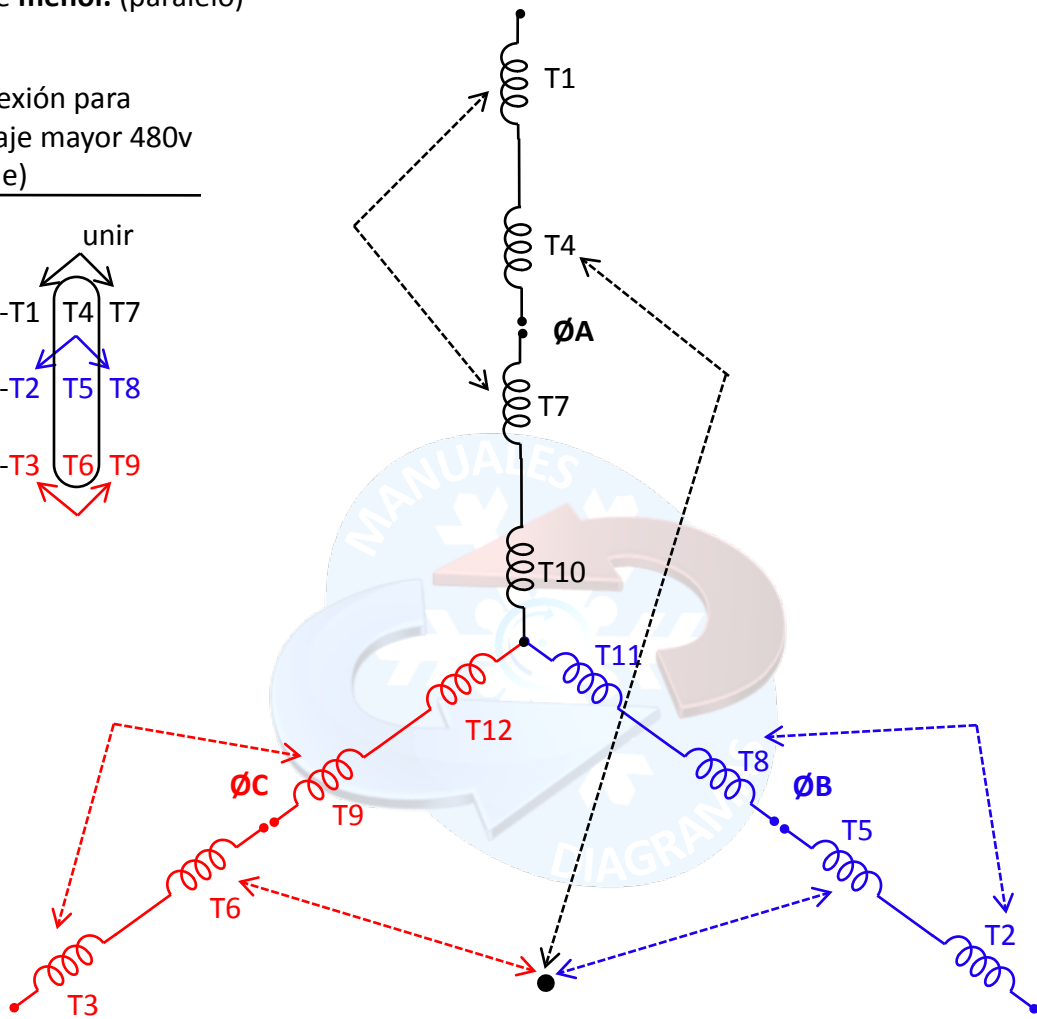
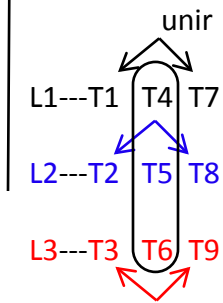
Diagrama circular



Motor trifásico, 9 puntas,  
dos tensiones 240v/480v  
en estrella, Conexión para  
voltaje **menor**. (paralelo)

### Diagrama vectorial

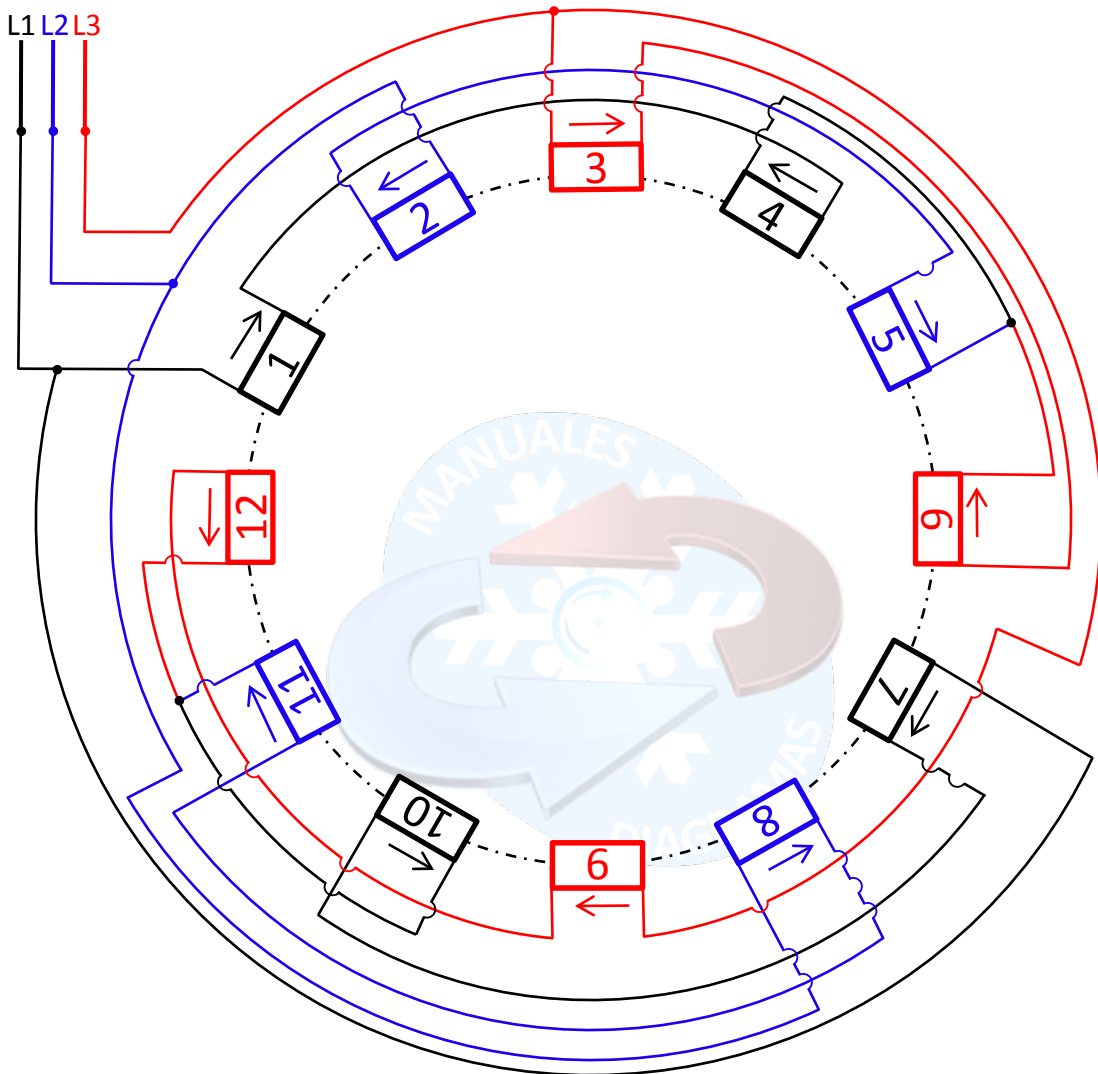
Conexión para  
voltaje mayor 480v  
(serie)





Motor trifásico, 9 puntas, dos tensiones 240v/480v en estrella. Conexión para voltaje menor. 240v (paralelo)

Diagrama circular

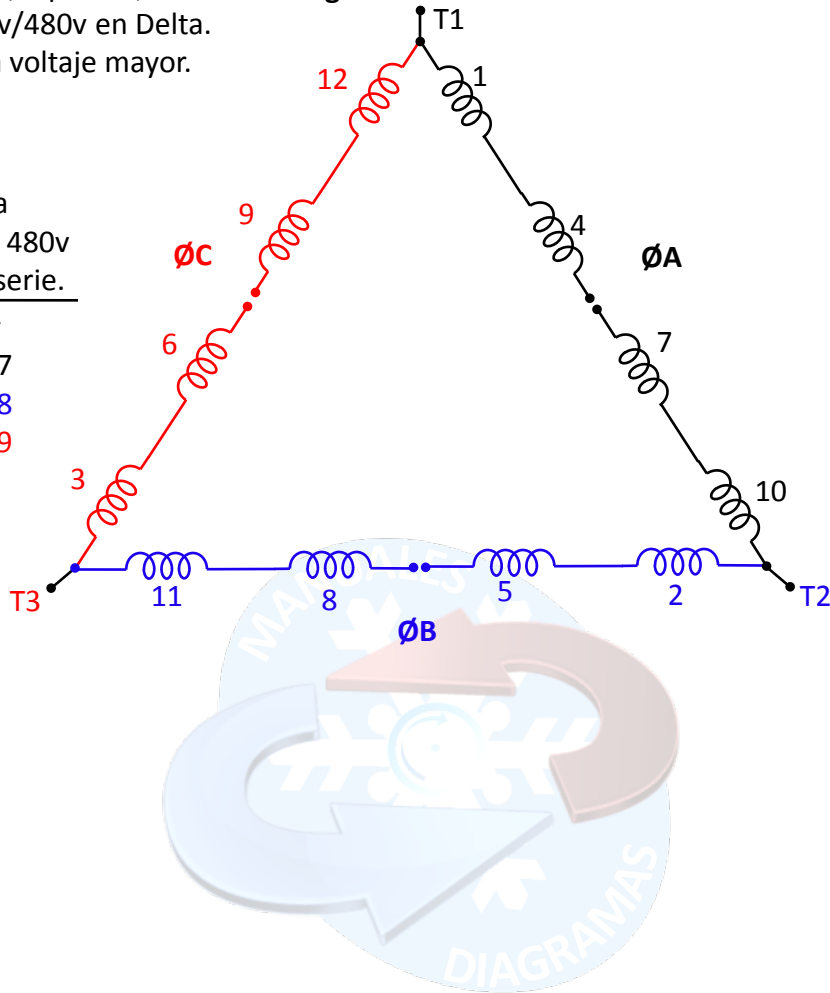


Motor trifásico, 9 puntas, dos tensiones 240v/480v en Delta. Conexión para voltaje mayor. 480v (serie)

Conexión para voltaje mayor 480v una Delta en serie.

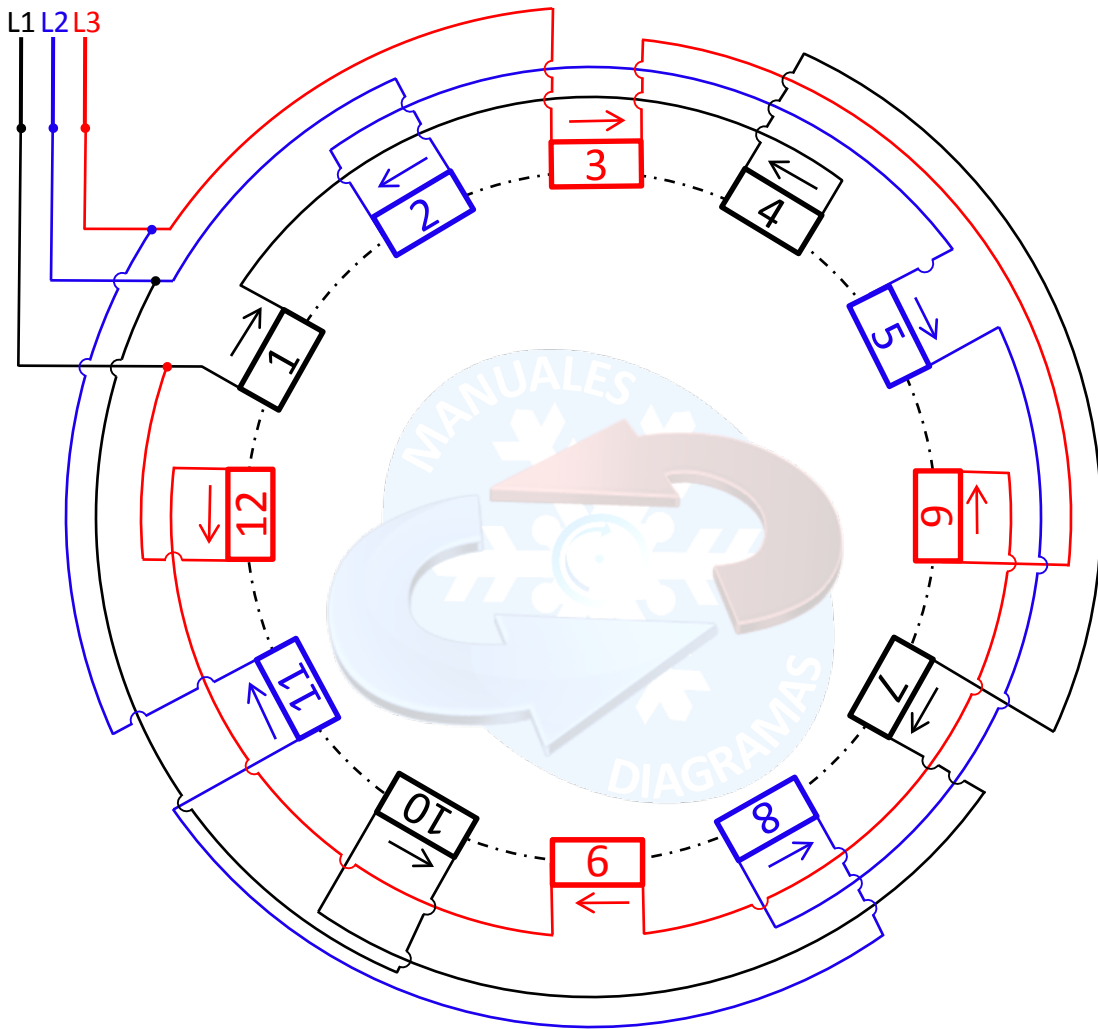
	unir
L1---T1	T4--T7
L2---T2	T5--T8
L3---T3	T6--T9

Diagrama vectorial



Motor trifásico, 9 puntas, dos  
tensiones 240v/480v en Delta.  
Conexión para voltaje mayor.  
480v (serie)

### Diagrama circular



Conexión para voltaje menor 240v, dos Deltas en paralelo.

L1 $\leftrightarrow$ T1 $\leftrightarrow$ T6 $\leftrightarrow$ T7

L3<-->T3<-->T5<-->T9

Diagrama de un sistema de potencia trifásico con bobinas de reactancia y corrientes de falla. El diagrama muestra un sistema trifásico con tres terminales de salida: T1 (superior), T2 (inferior derecha) y T3 (inferior izquierda). Las bobinas de reactancia están conectadas en un triángulo entre los terminales de salida y un punto central común. Las bobinas están etiquetadas con números 1 a 12. Las corrientes de falla se indican con flechas y números: 12 (rojo) en la rama T1-T2, 9 (rojo) en la rama T2-T3, 6 (rojo) en la rama T3-T1, 4 (negro) en la rama T1-T2, 7 (negro) en la rama T2-T3, 10 (negro) en la rama T3-T1, 11 (azul) en la rama T1-T2, 8 (azul) en la rama T2-T3, 5 (azul) en la rama T3-T1. Las corrientes de falla se indican con flechas y números: 12 (rojo) en la rama T1-T2, 9 (rojo) en la rama T2-T3, 6 (rojo) en la rama T3-T1, 4 (negro) en la rama T1-T2, 7 (negro) en la rama T2-T3, 10 (negro) en la rama T3-T1, 11 (azul) en la rama T1-T2, 8 (azul) en la rama T2-T3, 5 (azul) en la rama T3-T1. Las corrientes de falla se indican con flechas y números: 12 (rojo) en la rama T1-T2, 9 (rojo) en la rama T2-T3, 6 (rojo) en la rama T3-T1, 4 (negro) en la rama T1-T2, 7 (negro) en la rama T2-T3, 10 (negro) en la rama T3-T1, 11 (azul) en la rama T1-T2, 8 (azul) en la rama T2-T3, 5 (azul) en la rama T3-T1. Las corrientes de falla se indican con flechas y números: 12 (rojo) en la rama T1-T2, 9 (rojo) en la rama T2-T3, 6 (rojo) en la rama T3-T1, 4 (negro) en la rama T1-T2, 7 (negro) en la rama T2-T3, 10 (negro) en la rama T3-T1, 11 (azul) en la rama T1-T2, 8 (azul) en la rama T2-T3, 5 (azul) en la rama T3-T1.

Motor trifásico, 9 puntas, dos tensiones 240v/480v con dos Deltas. Conexión en paralelo para voltaje menor 240v.

### Diagrama circular

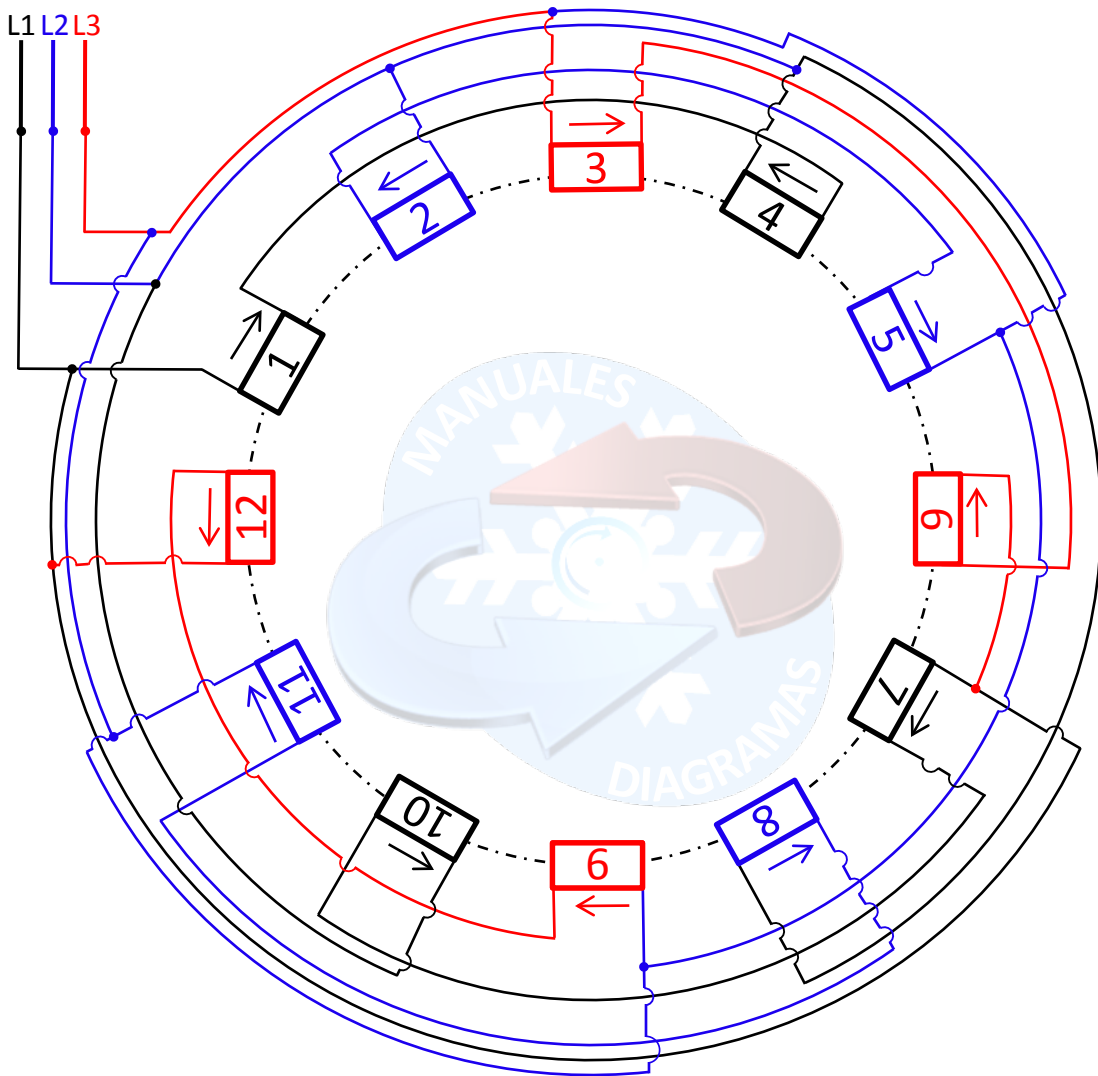
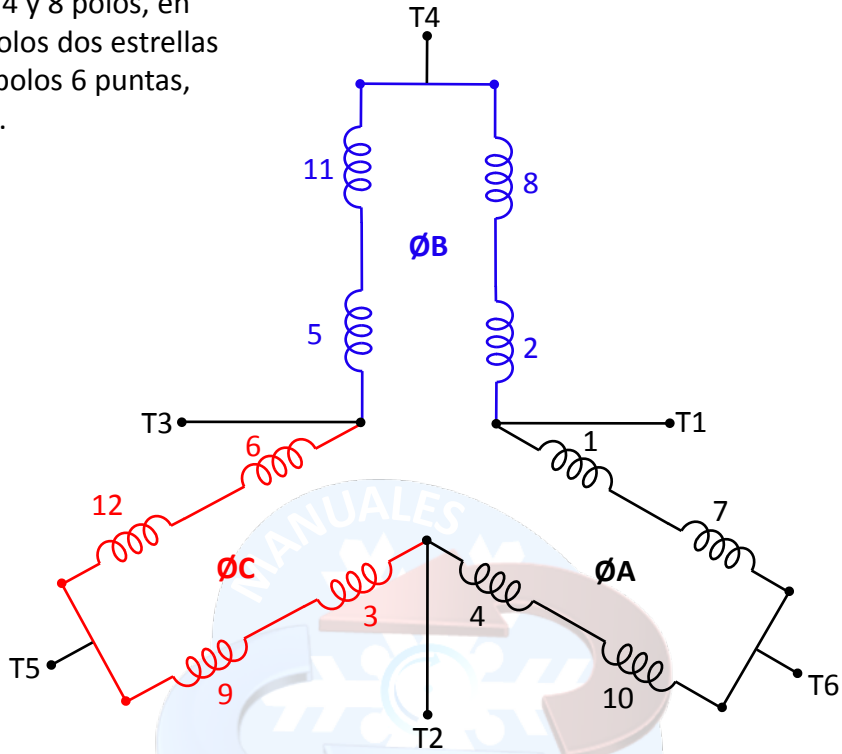


Diagrama vectorial de un motor trifásico de inducción de par constante, 4 y 8 polos, en Delta serie 8 polos dos estrellas en paralelo, 4 polos 6 puntas, un solo voltaje.



velocidad	L1	L2	L3	Aislarse separados	Unirse comúnmente
Menor (8 polos)	T1	T2	T3	"T4" "T5" "T6"	
Mayor (4 polos)	T6	T4	T5		"T1" "T2" "T3"