Fecha de aplicación: (Día – Mes – Año):	
Fecha de entrega: (día-mes-año)	
Programa de Formación: INSTALACIÓN DE SISTEMAS ELÉCTRICOS RESIDENCIALES Y COMERCIALES.	
Código del Programa de Formación: 832223 V 1.	
Competencia: INTERPRETACIÓN DE SISTEMAS ELÉCTRICOS POLIFÁSICOS EN APLICACIONES RESIDENCIALES Y COMERCIALES.	
resultado de aprendizaje: rap2: conectar los componentes del circuito eléctrico y equipos de medida, acorde con las especificaciones técnicas.	
Nombre del Aprendiz:	Código Ficha:

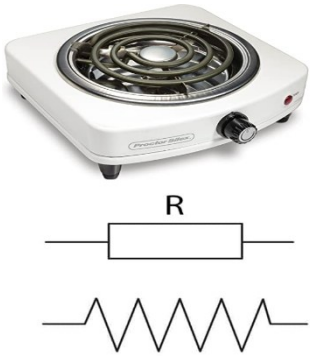
INTRODUCCIÒN CORRIENTE ALTERNA: La corriente alterna presenta múltiples ventajas frente a la corriente directa o continua. En primer lugar, permite aumentar o disminuir el voltaje de manera sencilla mediante el uso de transformadores, lo que facilita su distribución. Además, puede transportarse a grandes distancias con menores pérdidas de energía. Otra ventaja importante es que puede convertirse fácilmente en corriente continua cuando se requiere. Asimismo, al incrementar su frecuencia por medios electrónicos hasta alcanzar valores muy altos (frecuencias de radio), es posible transmitir voz, imagen, sonido y señales de control de forma inalámbrica a largas distancias. Finalmente, los motores y generadores que funcionan con corriente alternan son estructuralmente más simples y requieren menor mantenimiento en comparación con los de corriente directa.

CIRCUITOS RESISTIVOS:

Una resistencia como ya sabemos es un elemento pasivo de comportamiento lineal. Las resistencias transforman la energía eléctrica en luz y/o calor. Una parrilla eléctrica, un bombillo incandescente, una plancha son ejemplos de resistencia eléctrica.

Es el momento de introducir el concepto Impedancia:

IMPEDANCIA es la oposición que presenta un elemento conectado a un circuito por el cual circula la corriente eléctrica alterna. La impedancia puede estar constituida por uno o la combinación de resistencias, inductancias y capacitancias. La letra utilizada para la impedancia es la **Z** y la unidad de medida es el Ω.



https://www.amazon.com/-/es/

Desde el punto de vista de análisis de circuitos se establece la resistencia eléctrica como una impedancia a 0°. Esto utilizando las matemáticas se describirá así:

Impedancia resistiva: $\overline{Z_R} = R \langle 0° \quad [\Omega]$

Por ejemplo, una resistencia de una estufa eléctrica se escribiría: $\overline{Z_R} = 163 \langle 0° \quad [\Omega]$
En este ejemplo la parrilla tiene 163 Ω y se encuentra a 0°.

La ley de Ohm también aplica en corriente alterna, pero de una forma más general. Ahora debemos reescribir la fórmula y será la que se utilizará siempre para cualquier circuito:

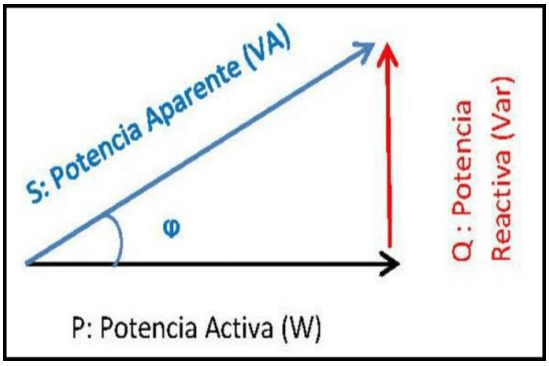
Ley de Ohm: $\overline{V} = \overline{I} \cdot \overline{Z}$

Note con cuidado como las letras se refieren a vectores.
En un circuito resistivo $Z = R$ por lo que $V = I \cdot R$ que es la fórmula que ya conocíamos!
Se sugiere visitar: http://fasores.aulamoisan.es/



Potencia aparente: $\boldsymbol{S}$ $(\boldsymbol{VA})$

La potencia aparente especifica la potencia eléctrica suministrada en una carga. Para distinguirla de la potencia activa, el valor se especifica en voltiamperios (VA).



https://www.researchgate.net/figure1Triangulo

En los circuitos de corriente directa y en los de corriente alterna sin inductancia o capacitancia, la potencia aparente es igual a la potencia real. Si ocurren pérdidas de potencia reactiva en una carga (por ejemplo, un motor eléctrico), la potencia de entrada ya no concordará con la potencia consumida por la máquina. La potencia aparente puede desglosarse en potencia activa y potencia reactiva. La relación entre estos tres valores se ilustra claramente en el triángulo de potencia.

La potencia aparente es el producto de la corriente y el voltaje, mientras que los valores de la potencia reactiva y aparente resultan del ángulo de cambio de fase φ. En términos generales, el valor de φ debe mantenerse tan bajo como sea posible de manera que se convierta tanta potencia aparente como sea posible en potencia activa.

$$\boldsymbol{S = V * I}$$ **Potencia aparente**

Potencia activa: $\boldsymbol{P}$ $(\boldsymbol{W})$

Es la potencia capaz de transformar la energía eléctrica en trabajo. Los diferentes dispositivos eléctricos existentes convierten la energía eléctrica en otras formas de energía tales como: mecánica, lumínica, térmica, química, etc. Esta potencia es, por lo tanto, la realmente consumida por los circuitos y, en consecuencia, cuando se habla de demanda eléctrica, es esta potencia la que se utiliza para determinar dicha demanda.

$$\boldsymbol{P = V * I * Cos\ \varphi}$$ **Potencia activa**

Potencia reactiva: $\boldsymbol{Q}$ $(\boldsymbol{VAr})$

Esta potencia no se consume ni se genera en el sentido estricto (el uso de los términos "potencia reactiva generada" y/o "potencia reactiva consumida" es una convención) y en circuitos lineales solo aparece cuando existen bobinas o condensadores. Por ende, es toda aquella potencia desarrollada en circuitos inductivos.

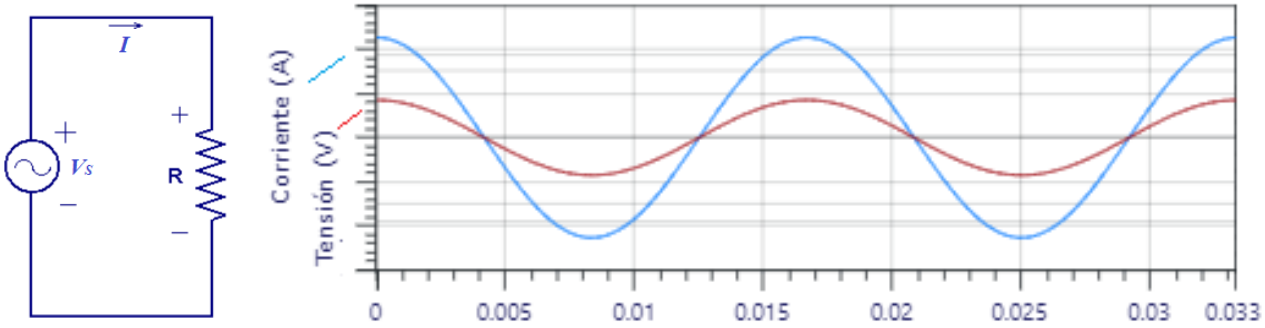
$$\boldsymbol{Q = V * I * Sen\ \varphi}$$ **Potencia reactiva**

Factor de potencia: $\boldsymbol{fp} = \frac{P}{S}$

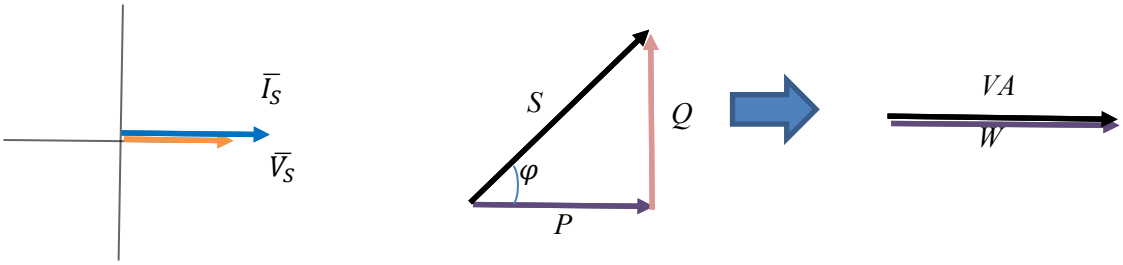
Se define factor de potencia, $\boldsymbol{fp}$ de un circuito de corriente alterna, como la relación entre la potencia activa (P), y la potencia aparente (S). El resultado es la medida de la capacidad de una carga de absorber potencia activa. Por esta razón, $\boldsymbol{fp = 1}$ en cargas puramente resistivas; y en elementos inductivos y capacitivos ideales sin resistencia $\boldsymbol{fp = 0}$.

En un **circuito resistivo:**

- ✓ $Z = R$ La impedancia de un circuito resistivo es la resistencia.
- ✓ El voltaje y la corriente están en fase.
- ✓ $\varphi = 0°$ El ángulo que hay entre el voltaje y la corriente.



- ✓ El factor de potencia es 1. Es decir $\text{Cos}\,\varphi = 1$
- ✓ φ es el ángulo que hay entre los fasores del voltaje y la corriente.
- ✓ Los fasores y el triángulo de potencia quedarían así:



Toda la potencia del circuito se convierte en luz y/o calor. Toda la potencia del circuito es potencia activa.

- ✓ Potencia activa: $P = V * I * Cos\,\varphi$
- ✓ Potencia reactiva: $Q = V * I * Sen\,\varphi$
- ✓ Potencia aparente o total: $S = V * I$
- ✓ Potencia aparente o total: $\boldsymbol{S} = \sqrt{P^2 + Q^2}$



ACTIVIDAD 1 ESTUDIO DE CASOS:

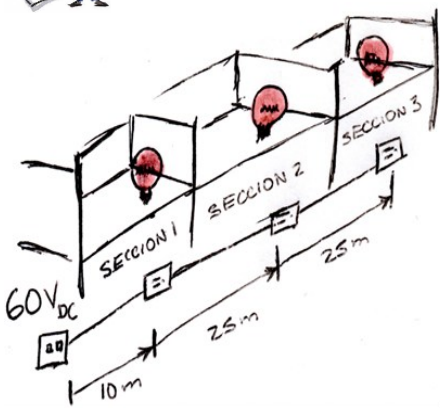


Fig.2. Estantes de lámparas. (Fuente: propia)

Usted se encuentra desarrollando la etapa productiva de su proceso de formación en la empresa, EL GRAN FERRETERO reconocida por la comercialización de productos para el hogar. Dentro de sus funciones, ha sido asignado como responsable de la sección de lámparas que operan con corriente alterna (AC). El área bajo su responsabilidad está organizada en tres secciones de estantería, donde cada una alimenta un conjunto de lámparas a través de un tomacorriente independiente. Todos los tomacorrientes están conectados a una fuente de 120 V AC y se encuentran distribuidos según la figura 2. El conductor que suministra la energía presenta una resistencia de 1 Ω por cada 10 metros de longitud, lo cual puede generar caídas de tensión a lo largo del circuito.

La distribución de la carga es la siguiente:

- Sección 1: 10 lámparas de 60 W a 120 V AC
- Sección 2: 20 lámparas de 60 W a 120 V AC
- Sección 3: 10 lámparas de 60 W a 120 V AC

A partir de esta información, su jefe le solicita realizar los siguientes análisis:

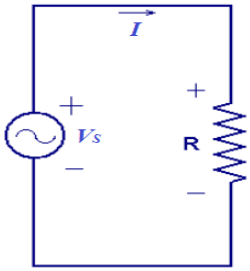
Actividades a desarrollar

- Determinar la tensión presente en cada tomacorriente cuando todas las lámparas se encuentran encendidas.
- Calcular la corriente total que circula por el circuito alimentador, considerando que existe una única línea de alimentación.
- Calcular la potencia total instalada en el sistema de iluminación.
- Determinar la corriente que consume cada sección de manera independiente.
- Estimar la caída de tensión en cada tramo del conductor.
- Identificar cuál sección presenta mayor caída de tensión y justificar la respuesta.
- Verificar si los niveles de tensión en cada tomacorriente son adecuados para el correcto funcionamiento de las lámparas.
- Calcular la resistencia total del circuito alimentador en función de su longitud.
- Analizar el comportamiento del circuito si una de las secciones se desconecta.
- Determinar el consumo total de energía del sistema en un periodo de tiempo determinado (por ejemplo, 1 hora).
- Proponer mejoras en la instalación para reducir las pérdidas de energía.
- Explicar la importancia de considerar la caída de tensión en instalaciones eléctricas reales.
- Calcular la eficiencia del sistema teniendo en cuenta las pérdidas en los conductores.
- Determinar qué sección representa la mayor carga dentro del sistema y analizar su impacto en la instalación.



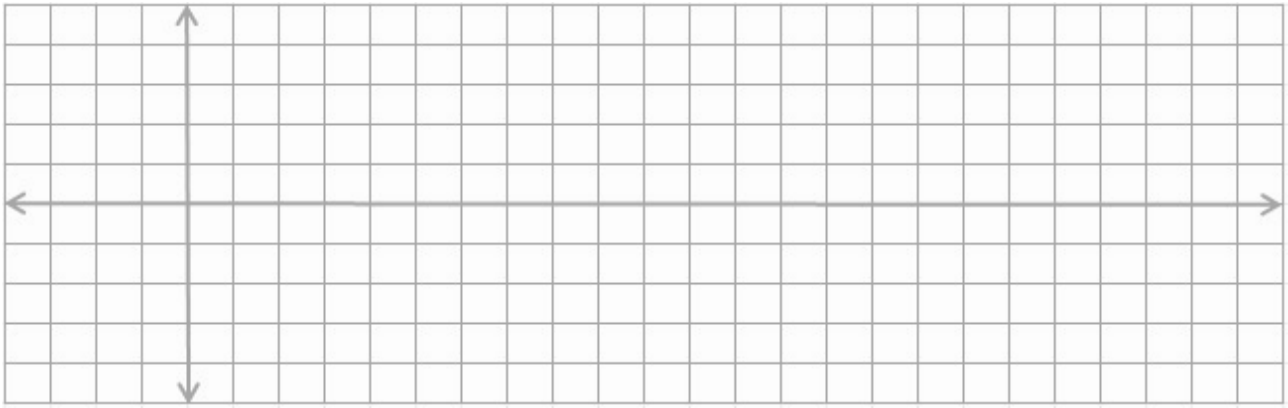
ACTIVIDAD 2 : Realice los siguientes ejercicios, además de ejecutar el montaje respectivo en el laboratorio según lo indique su instructor:

- Una fuente a 60 Hz con valor 80 V RMS a 0 °
- Una resistencia de 100 Ω

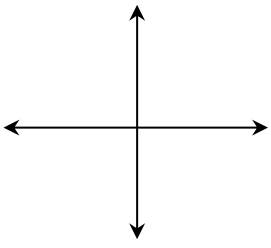


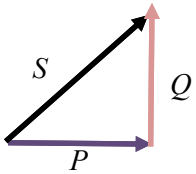
Calcular:

- Impedancia total del circuito
- Intensidad total del circuito
- Tensión en la resistencia
- Fasores de la tensión de la fuente y de la corriente total
- Triángulo de potencia activa, reactiva y aparente del circuito
- Factor de potencia
- Gráfico ondulatorio de tensión de fuente y corriente total



$I =$
$fp =$
$P =$
$Q =$
$S =$

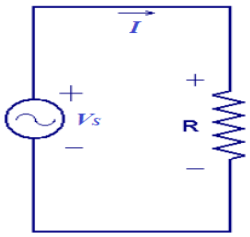




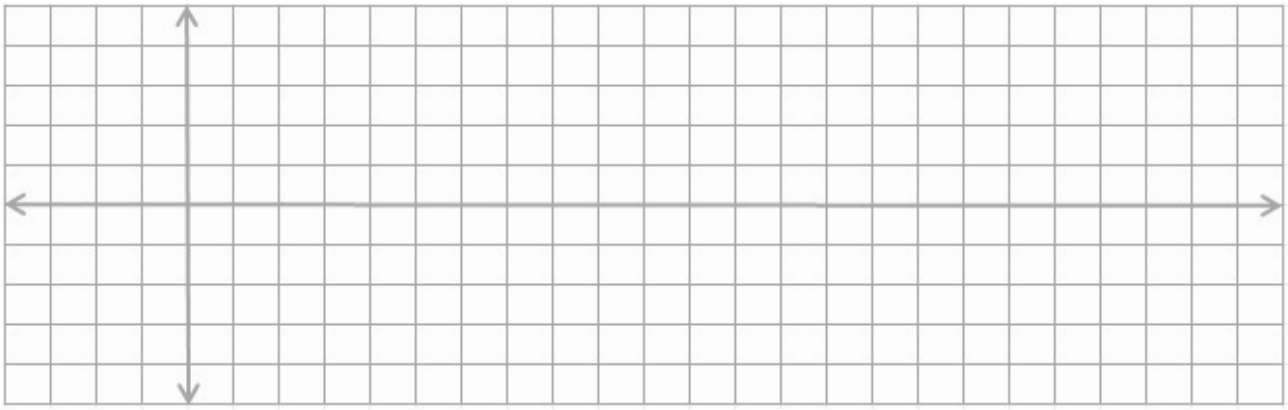
Segundo ejercicio:

- Una fuente a 60 Hz con valor 120 V RMS a 30 ° $\overline{V_S} = 120 \angle 30° \ V$
- Una resistencia de 240 Ω

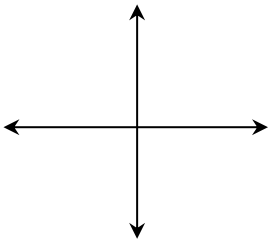
Calcular:

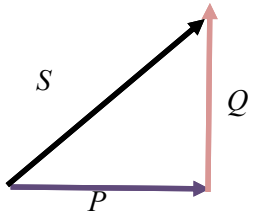


- Impedancia total del circuito
- Intensidad total del circuito
- Tensión en la resistencia
- Fasores
- Triángulo de potencia
- Factor de potencia
- Gráfico ondulatorio de tensión de fuente y corriente total



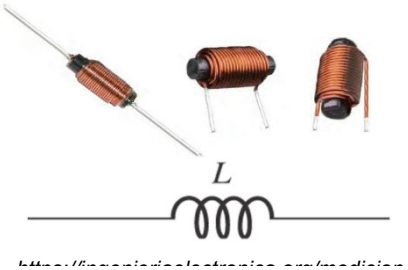
$I =$
$fp =$
$P =$
$Q =$
$S =$





CIRCUITOS INDUCTIVOS

Una Inductancia es un elemento pasivo de comportamiento lineal en estado estacionario. Las inductancias transforman la energía eléctrica en campo magnético. Las máquinas que contengan bobinas, devanados o arrollamientos son ejemplos de inductancia eléctrica. Transformadores, motores, relés son algunos ejemplos. La inductancia también es una impedancia, es decir, también se opone al paso de la corriente. A diferencia de la resistencia eléctrica una inductancia presenta impedancia a 90°. Esto utilizando las matemáticas se describirá así:



Impedancia inductiva: $\overline{Z_L} = X_L \angle 90° \quad [\Omega]$

La inductancia se puede considerar como la descripción de los detalles de la construcción de la bobina: cantidad de espiras, calibre del conductor, material del núcleo etc. Todos esos factores hacen que una bobina genere más o menos campo magnético y eso se refleja en la unidad de medida de la inductancia que es el Henrio [H]. De esta forma una inductancia…

Inductancia: $L \quad [H]$

Existe una relación directa entre la inductancia y la impedancia inductiva. Esta depende de la frecuencia de la red en Hertz. Se denomina reactancia inductiva…

Reactancia inductiva: $\boldsymbol{X_L} = 2\pi \cdot f \cdot L \quad [\Omega]$

Por ejemplo, una inductancia de $500\ mH$: $\boldsymbol{L} = 0{,}5 \quad [H]$

La reactancia inductiva es: $\boldsymbol{X_L} = 2\pi \cdot 60 \cdot 0{,}5 \quad [\Omega]$

$\boldsymbol{X_L} = 188{,}5 \quad [\Omega]$



La impedancia inductiva es: $\overline{\boldsymbol{Z_L}} = 188{,}5 \angle 90° \quad [\Omega]$

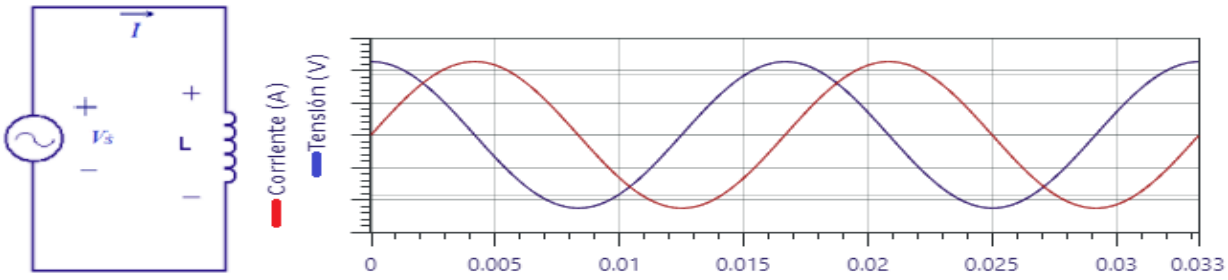
Ley de Ohm: $\overline{\boldsymbol{V}} = \overline{\boldsymbol{I}} \cdot \overline{\boldsymbol{Z}}$

Note con cuidado como las letras se refieren a vectores.

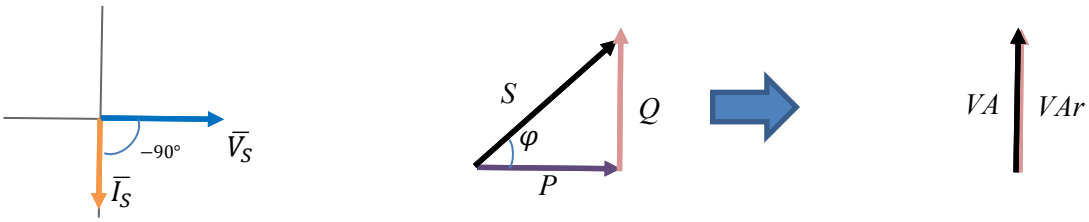
En un circuito inductivo
$Z = X_L$

por lo que $V = I \cdot X_L$
En un **circuito inductivo:**

- ✓ $Z = X_L$ La impedancia de un circuito inductivo es la reactancia inductiva.
- ✓ La corriente del circuito está en atraso 90° respecto al voltaje de la fuente.
- ✓ $\varphi = -90°$



- ✓ El factor de potencia es 0. Es decir $\cos\varphi = 0$
- ✓ Los fasores y el triángulo de potencia quedarían así:



- ✓ Toda la potencia del circuito se convierte en campo magnético. Toda la potencia del circuito es potencia reactiva positiva (se consume potencia reactiva).

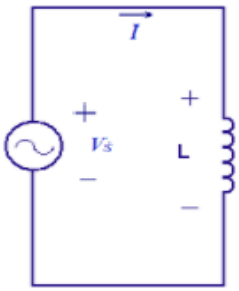
- ✓ Potencia activa: $P = V * I * Cos\ \varphi$
- ✓ Potencia reactiva: $Q = V * I * Sen\ \varphi$
- ✓ Potencia aparente o total: $S = V * I$
- ✓ Potencia aparente o total: $\boldsymbol{S} = \sqrt{P^2 + Q^2}$

Se sugiere visitar: http://fasores.aulamoisan.es/

Actividad 3 : Realice los siguientes ejercicios, además de ejecutar el montaje respectivo en el laboratorio según lo indique su instructor:

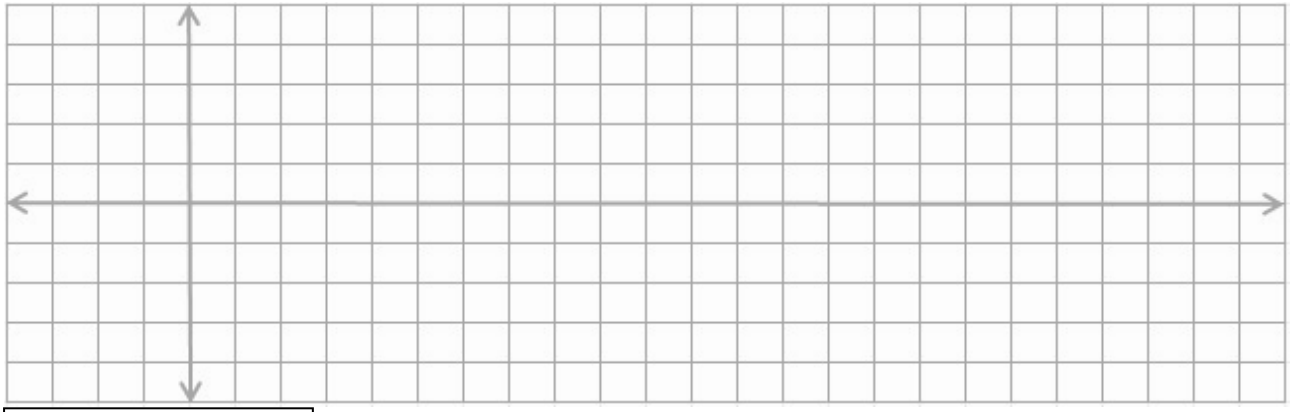
Una fuente a 60 Hz con valor 80 V RMS a 0 °

- Una inductancia de 265 mH.

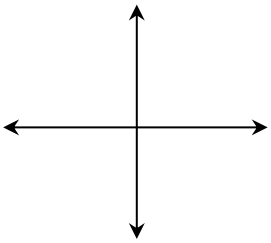


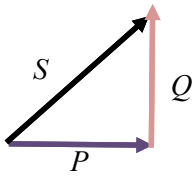
Calcular:

- Impedancia total del circuito, reactancia total del circuito
- Intensidad total del circuito
- Tensión en la inductancia
- Fasores de la tensión de la fuente y de la corriente total
- Triángulo de potencia activa, reactiva y aparente del circuito
- Factor de potencia
- Gráfico ondulatorio de tensión de fuente y corriente total



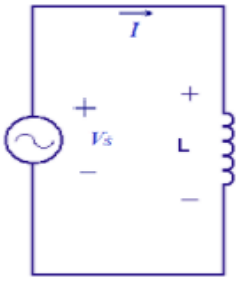
$I =$
$fp =$
$P =$
$Q =$
$S =$





Segundo ejercicio:

- Una fuente a 60 Hz con valor 120 V RMS a 30 ° $\overline{V_S} = 120 \langle 30° \ V$
- Una inductancia de 637 mH.

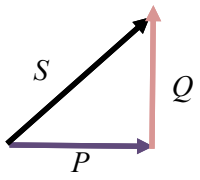


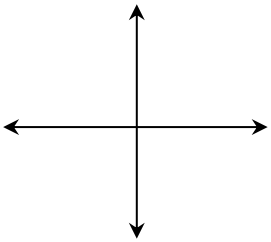
Calcular:

- Impedancia total del circuito, reactancia total del circuito
- Intensidad total del circuito
- Tensión en la resistencia
- Fasores
- Triángulo de potencia
- Factor de potencia
- Gráfico ondulatorio de tensión de fuente y corriente total



$I =$
$fp =$
$P =$
$Q =$
$S =$





CIRCUITOS CAPACITIVOS



Una capacitancia es un elemento pasivo de comportamiento lineal en estado estacionario. Las capacitancias transforman la energía eléctrica en campo eléctrico. Las máquinas que contengan bobinas, devanados o arrollamientos son ejemplos de inductancia eléctrica. Los bancos correctores de factor de potencia son ejemplos de circuitos capacitivos.
La capacitancia también es una impedancia, es decir, también se opone al paso de la corriente. La capacitancia presenta impedancia a -90°. Esto utilizando las matemáticas se describirá así:

Impedancia capacitiva: $\overline{\boldsymbol{Z_C}} = X_C \angle -90° \quad [\Omega]$

La capacitancia se puede considerar como la descripción de los detalles de la construcción del capacitor: material del dieléctrico, ancho de las placas, alto del condensador, etc. Todos esos factores hacen que un condensador genere más o menos campo eléctrico y eso se refleja en la unidad de medida de la capacitancia que es el Faradio [F]. De esta forma una capacitancia.

Capacitancia: $\boldsymbol{C} \quad [F]$

Existe una relación directa entre la capacitancia y la impedancia capacitiva. Esta depende de la frecuencia de la red en Hertz. Se denomina reactancia inductiva…

Reactancia inductiva: $\boldsymbol{X_C} = \frac{1}{2\pi \cdot f \cdot C} \quad [\Omega]$

Por ejemplo, una capacitancia de 250 μF: $\boldsymbol{C} = 0{,}00025 \quad [F]$
La reactancia capacitiva es:

$$\boldsymbol{X_C} = \frac{1}{2\pi \cdot 60 \cdot 0{,}00025} \quad [\Omega]$$

$$\boldsymbol{X_C} = 10{,}61 \quad [\Omega]$$

La impedancia capacitiva es: $\overline{\boldsymbol{Z_C}} = 10{,}61 \angle -90° \quad [\Omega]$

Ley de Ohm: $\overline{\boldsymbol{V}} = \overline{\boldsymbol{I}} \cdot \overline{\boldsymbol{Z}}$

Note con cuidado como las letras se refieren a vectores.

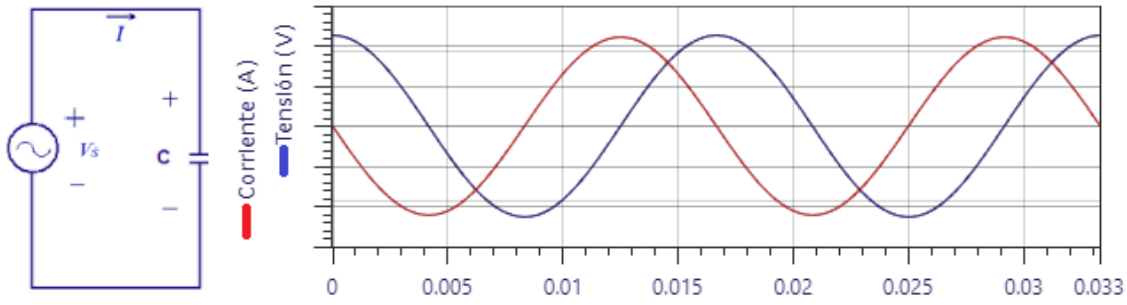


En un circuito capacitivo

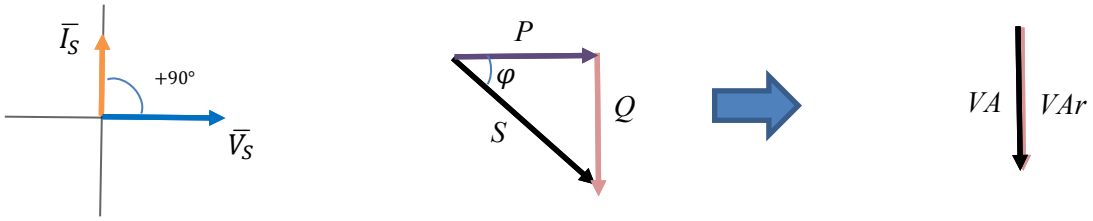
$Z = X_C$

por lo que: $V = I \cdot X_C$
En un **circuito capacitivo:**

- ✓ $Z = X_C$ La impedancia de un circuito capacitivo es la reactancia capacitiva.
- ✓ La corriente del circuito está en adelanto 90° respecto al voltaje de la fuente.
- ✓ $\varphi = +90°$



- ✓ El factor de potencia es 0. Es decir $\cos\varphi = 0$
- ✓ Los fasores y el triángulo de potencia quedarían así:



- ✓ Toda la potencia del circuito se convierte en campo eléctrico. Toda la potencia del circuito es potencia reactiva negativa (se entrega potencia reactiva).

- ✓ Potencia activa: $P = V * I * Cos\ \varphi$
- ✓ Potencia reactiva: $Q = V * I * Sen\ \varphi$
- ✓ Potencia aparente o total: $S = V * I$
- ✓ Potencia aparente o total: $\boldsymbol{S} = \sqrt{P^2 + Q^2}$

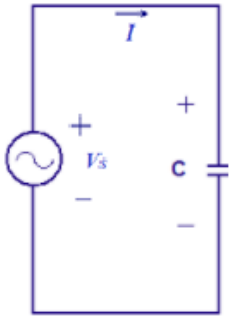
Se sugiere visitar: http://fasores.aulamoisan.es/



Actividad: Realice los siguientes ejercicios, además de ejecutar el montaje respectivo en el laboratorio según lo indique su instructor:

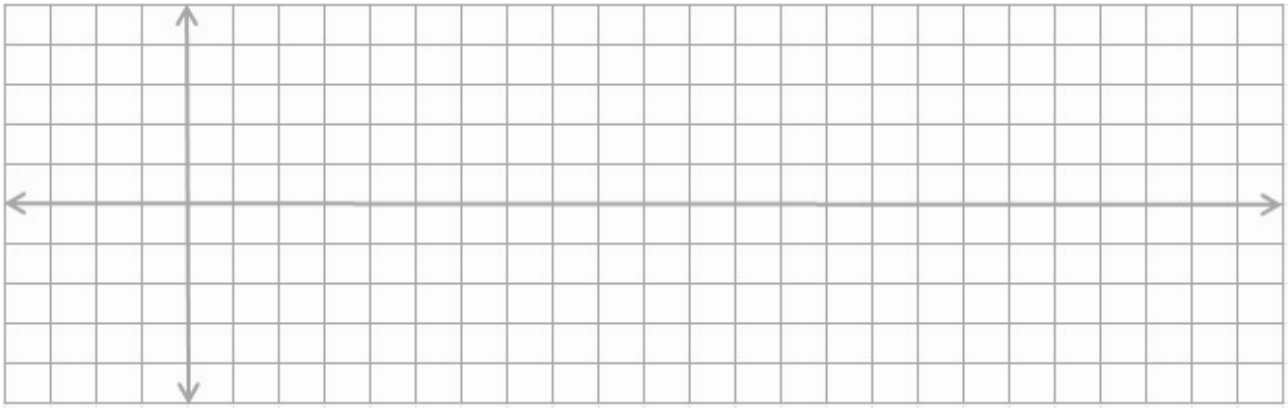
En el ejemplo siguiente tendremos los siguientes valores:

- Una fuente a 60 Hz con valor 80 V RMS a 0 °
- Una inductancia de 25 µF.

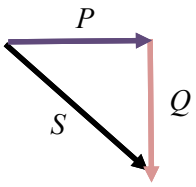


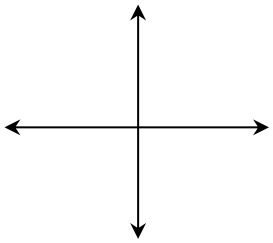
Calcular:

- Impedancia total del circuito, reactancia total del circuito
- Intensidad total del circuito
- Tensión en la capacitancia
- Fasores de la tensión de la fuente y de la corriente total
- Triángulo de potencia activa, reactiva y aparente del circuito
- Factor de potencia
- Gráfico ondulatorio de tensión de fuente y corriente total



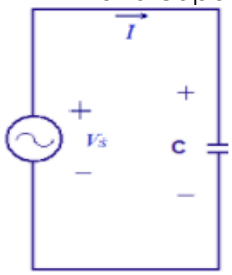
$I =$
$fp =$
$P =$
$Q =$
$S =$





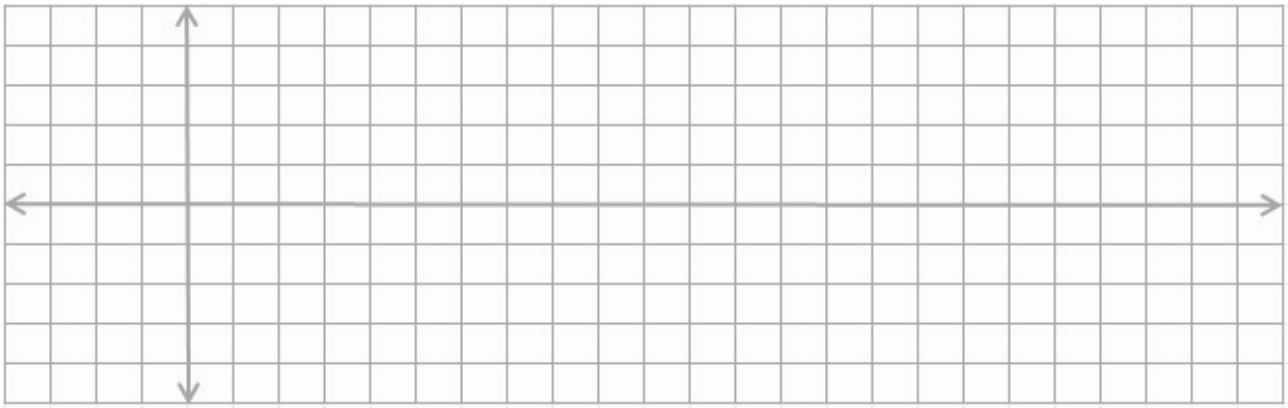
Segundo ejercicio:

- Una fuente a 60 Hz con valor 120 V RMS a 30 ° $\overline{V_S} = 120 \langle 30° \ V$
- Una capacitancia de 110 µF.

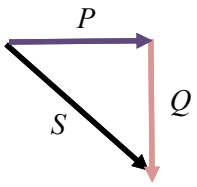


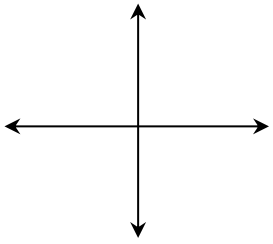
Calcular:

- Impedancia total del circuito, reactancia total del circuito
- Intensidad total del circuito
- Tensión en la resistencia
- Fasores
- Triángulo de potencia
- Factor de potencia
- Gráfico ondulatorio de tensión de fuente y corriente total



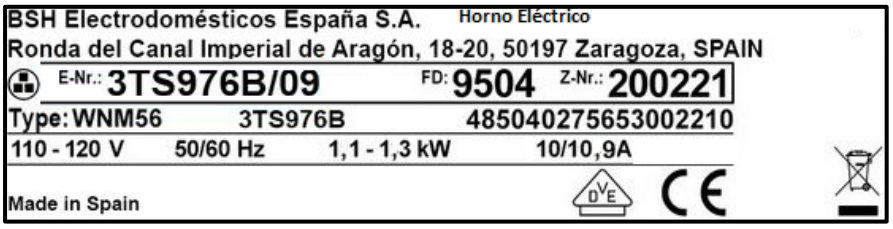
$I =$
$fp =$
$P =$
$Q =$
$S =$





SISTEMAS MONOFÁSICOS CON UNA SOLA CARGA

Las placas de las máquinas eléctricas son esenciales para determinar el comportamiento del circuito eléctrico. A continuación, la placa de un horno eléctrico.





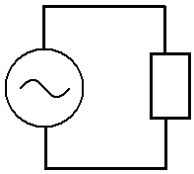
https://www.siemens-home.bsh-group.com/es/tienda/buscador-repuestos

De la anterior podemos inferir datos de fabricación como país de origen, número serial, modelo y algunos datos eléctricos, que para este caso serían:

$$V_S = 120\,V \quad 60\,Hz \qquad P = 1300\,W \qquad I = 10{,}9\,A$$



Actividad: Realice los siguientes ejercicios apoyado de su instructor:
¿Podremos determinar los datos faltantes del circuito para este horno? ¿Factor de potencia, potencia reactiva, potencia aparente? Preste atención a su instructor para resolver el circuito.

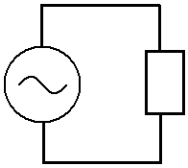


$V_S = 120\,V$

LOAD
$P = 1300\,W$
$I = 10{,}9\,A$

Circuito	
$\cos\varphi =$	
$\varphi =$	
$Q =$	VAr
$S =$	VA

Ahora resuelva el circuito para los datos faltantes del siguiente motor monofásico:



$V_S = 120\,V$

LOAD
$P = 0{,}75\,kW$
$\cos\varphi = \ 0{,}66\downarrow$

Circuito	
$I =$	
$\varphi =$	
$Q =$	VAr
$S =$	VA

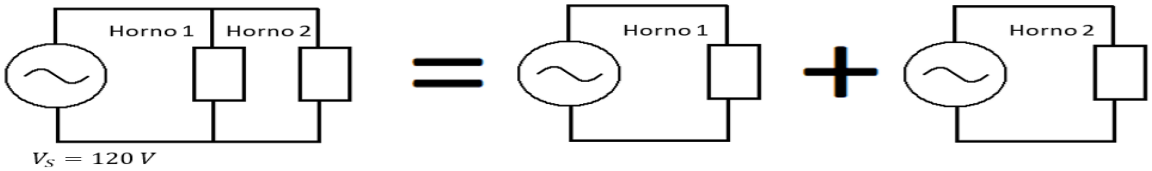


https://spanish.alibaba.com/

SISTEMAS MONOFÁSICOS EN PARALELO CON EL MISMO FACTOR DE POTENCIA



Actividad: Realice los siguientes ejercicios apoyado de su instructor: ¿Qué pasará entonces si colocamos dos hornos en paralelo?



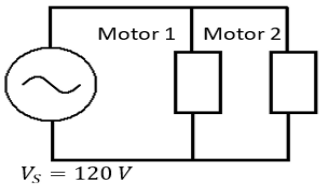
$V_S = 120\,V$

Circuito		
$I =$		A
$\cos\varphi =$		
$\varphi =$		
$Q =$		VAr
$S =$		VA

HORNO 1
$P = 1300\,W$
$I = 10{,}9\,A$

HORNO 2
$P = 1\,kW$
$\cos\varphi = \ 1$

¿Podremos determinar los datos faltantes para el circuito que alimenta estos hornos? ¿Factor de potencia, potencia reactiva, potencia aparente? Preste atención a su instructor para resolver el circuito. Ahora resuelva el circuito para los datos faltantes de los siguientes motores monofásicos conectados en paralelo:



=

+

Circuito	
$I =$	A
$\cos\varphi =$	
$\varphi =$	
$Q =$	VAr
$S =$	VA

Motor 1
$P = 750\ W$
$\cos\varphi =$ 0,66 ↓

Motor 2
$P = 1\ kW$
$\cos\varphi =$ 0,66 ↓

MEDICIÓN DE CIRCUITOS EN PARALELO CON PLACAS DIFERENTES

Ahora a practicar lo que ya hemos aprendido: Los siguientes motores se encuentran en el taller del SENA.



Actividad: Realice las siguientes mediciones apoyado de su instructor:
Realice la medida de cada motor conectado individualmente y luego para el circuito con los tres motores en paralelo. Para cada una de las cuatro mediciones genere la siguiente tabla:

Circuito medido			
$I =$	A	$P =$	W
$\cos\varphi =$		$Q =$	VAr
$\varphi =$		$S =$	VA



Motor 1
$P = 1{,}5\ kW$
$\cos\varphi =$ 0,75 ↓



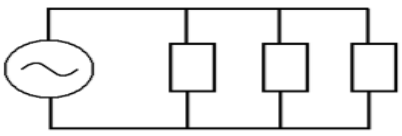
Motor 2
$P = 2\ kW$
$\cos\varphi =$ 0,65 ↓



Motor 3
$P = 3\ kW$
$\cos\varphi =$ 0,82 ↓

Ahora resuelva el circuito utilizando cálculos para encontrar:

Circuito calculado	
$I =$ 72,3474 A	$P = 6500\ W$
$\cos\varphi = 0{,}748702$	$Q = 5755{,}158\ VAr$
$\varphi = 41{,}52191$	$S = 8681{,}689\ VA$



Realice una tabla comparativa y obtenga las conclusiones entre el circuito medido y el circuito calculado

Circuito medido			
$I =$	A	$P =$	W
$\cos\varphi =$		$Q =$	VAr
$\varphi =$		$S =$	VA

VS

Circuito calculado			
$I =$	A	$P =$	W
$\cos\varphi =$		$Q =$	VAr
$\varphi =$		$S =$	VA