PROCESO DE GESTIÓN DE FORMACIÓN PROFESIONAL INTEGRAL

FORMATO GUÍA DE APRENDIZAJE

IDENTIFICACIÓN DE LA GUIA DE APRENDIZAJE

- Denominación del Programa de Formación: **TC INSTALACION DE SISTEMAS ELECTRICOS RESIDENCIALES Y COMERCIALES**
- Código del Programa de Formación: 832202 V2
- Nombre del Proyecto : Remodelación de algunas areas de la infraestructura de la Institución Educativa Rural Jhon f Kennedy cumpliendo con las normas del REGLAMENTO TECNICO DE INSTALACIONES ELECTRICAS - RETIE vigente
- Fase del Proyecto : ANALISIS
- Actividad de Proyecto : AP02 -IDENTIFICAR PARÁMETROS ELÉCTRICOS EN INSTALACIONES INDUSTRIALES PARA ESTABLECER LAS ACCIONES PERTINENTES DE MEJORAMIENTO
- Competencia: Montar componentes eléctricos de acuerdo con procedimiento técnico
- Resultados de Aprendizaje Alcanzar:
- RAP1: COMPRENDER LOS PRINCIPIOS Y SIMBOLOGÍA ELÉCTRICA DE ACUERDO CON LA NORMATIVIDAD Y ESTÁNDARES INTERNACIONALES VIGENTES
- RAP2: CONECTAR LOS COMPONENTES DEL CIRCUITO ELÉCTRICO Y EQUIPOS DE MEDIDA, ACORDE CON LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS
- RAP3: INTERPRETAR LA RESPUESTA DEL CIRCUITO ELÉCTRICO, Y PLANTEAR OPCIONES DE MEJORA DE ACUERDO CON PARÁMETROS TÉCNICOS DEFINIDOS
- Duración de la Guía: 96 horas

2. PRESENTACIÓN

INTRODUCCIÓN

En el progreso del estudio de todos los diferentes tópicos de la ingeniería eléctrica, la parte referente a los circuitos polifásicos en general y trifásicos en particular, resulta de vital importancia ya que hace parte de los conocimientos que el ingeniero debe tener claros día a día en el ejercicio profesional. Los sistemas reales de interconexión eléctrica se llevan a cabo disponiéndose en configuraciones trifásicas, bifásicas y monofásicas y es un deber entonces aprender algunos conceptos que faciliten su entendimiento.

3. FORMULACIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

3.1 Actividades de Reflexión Inicial

Talento Humano: En el proceso de formación se cuenta con la orientación del instructor Sena del área de electricidad, el cual tiene la competencia para planear, el modelo del aprendizaje apropiado para la transmisión del saber al grupo de aprendices.
Ayudas Metodológicas y Medios Didácticos: Para Facilitar el desarrollo de las capacidades los aprendices disponen de medios didácticos como computadores, videobeam, computadores portátiles y de ayudas didácticas como textos, videos, manuales y catálogos con información técnica de los equipos para las instalaciones eléctricas
Escenarios, Equipos e Instrumentos: El laboratorio de electricidad es el ambiente de aprendizaje dispuesto para el desarrollo de las capacidades de los aprendices. Este ambiente consta de los equipos necesarios y suficientes para el correcto desarrollo de las actividades curriculares; Los equipos a utilizar de manera continua son: Multimetro digital y Multimetro análogo, interruptores, pinzas voltiamperímetricas, etc.

3.2 Actividades de contextualización e identificación de conocimientos necesarios para el aprendizaje.)

Historia de los circuitos trifásicos
Nikola Tesla, un inventor Serbio-Americano fue quien descubrió el principio del campo magnético rotatorio en 1882, el cual es la base de la maquinaria de corriente alterna.

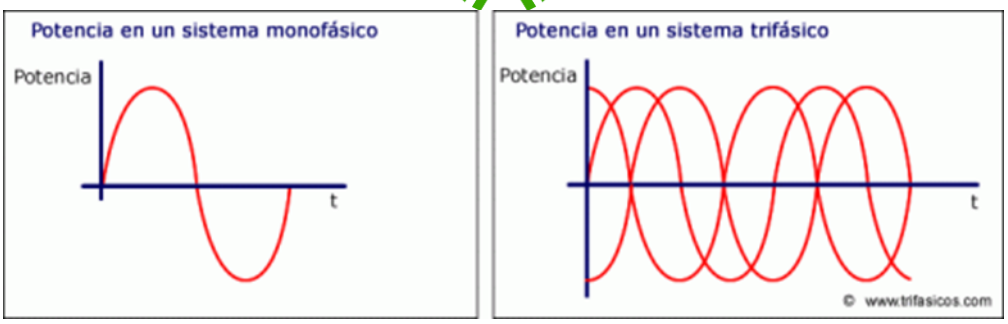
Él inventó el sistema de motores y generadores de corriente alterna polifásica que da energía al planeta. Sin sus inventos el día de hoy no sería posible la electrificación que impulsa al crecimiento de la industria y al desarrollo de las comunidades.
El descubrimiento del campo magnético rotatorio producido por las interacciones de corrientes de dos y tres fases en un motor fue uno de sus más grandes logros y fue la base para la creación de su motor de inducción y el sistema polifásico de generación y distribución de electricidad. Gracias a esto, grandes cantidades de energía eléctrica pueden ser generadas y distribuidas eficientemente a lo largo de grandes distancias, desde las plantas generadoras hasta las poblaciones que alimentan. Aún en estos días se continúa utilizando la forma trifásica del sistema polifásico de Tesla para la transmisión de la electricidad, además la conversión de electricidad en energía mecánica es posible debido a versiones mejoradas de los motores trifásicos de Tesla.



En Mayo de 1885, George Westinghouse, cabeza de la compañía de electricidad Westinghouse compró las patentes del sistema polifásico de generadores, transformadores y motores de corriente alterna de Tesla.
En octubre de 1893 la comisión de las cataratas del Niagara otorgó a Westinghouse un contrato para construir la planta generadora en las cataratas, la cual sería alimentada por los primeros dos de diez generadores que Tesla diseñó. Dichos dinamos de 5000 caballos de fuerza fueron los más grandes construidos hasta el momento. General Electric registró algunas de las patentes de Tesla y recibió un contrato para construir 22 millas de líneas de transmisión hasta Buffalo. Para este proyecto se utilizó el sistema polifásico de Tesla. Los primeros tres generadores de corriente alterna en el Niagara fueron puestos en marcha el 16 de noviembre de 1896.

¿Por qué se usan los circuitos trifásicos?
La principal aplicación para los circuitos trifásicos se encuentra en la distribución de la energía eléctrica por parte de la compañía de luz a la población. Nikola Tesla probó que la mejor manera de producir, transmitir y consumir energía eléctrica era usando circuitos trifásicos.
Algunas de las razones por las que la energía trifásica es superior a la monofásica son :
La potencia en KVA (Kilo Volts Ampere) de un motor trifásico es aproximadamente 150% mayor que la de un motor monofásico.

En un sistema trifásico balanceado los conductores necesitan ser el 75% del tamaño que necesitarían para un sistema monofásico con la misma potencia en VA por lo que esto ayuda a disminuir los costos y por lo tanto a justificar el tercer cable requerido.
La potencia proporcionada por un **sistema monofásico cae tres veces por ciclo**. La potencia proporcionada por un sistema trifásico nunca cae a cero por lo que la potencia enviada a la carga es siempre la misma.



Conceptos

Para comprender como funcionan los circuitos trifásicos es necesarios primero conocer cómo se denominan las partes que lo componen así como todos los conceptos relacionados. Sin un claro entendimiento de todo esto se pueden ocasionar confusiones a la hora de resolver un problema con circuitos trifásicos.

Voltajes trifásicos balanceados

Para que los tres voltajes de un sistema trifásico estén balanceados deberán tener amplitudes y frecuencias idénticas y estar fuera de fase entre sí exactamente 120°.

Importante: En un sistema trifásico balanceado la suma de los voltajes es igual a cero:

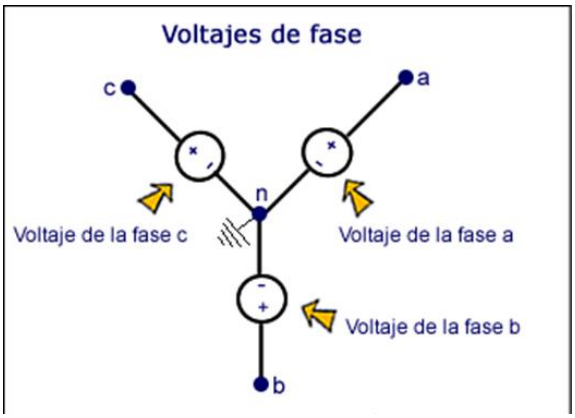
$$Va + Vb + Vc = 0$$

Circuito trifásico balanceado

Si las cargas se encuentran de manera que las corrientes producidas por los voltajes balanceados del circuito también están balanceadas entonces todo el circuito está balanceado.

Voltajes de fase

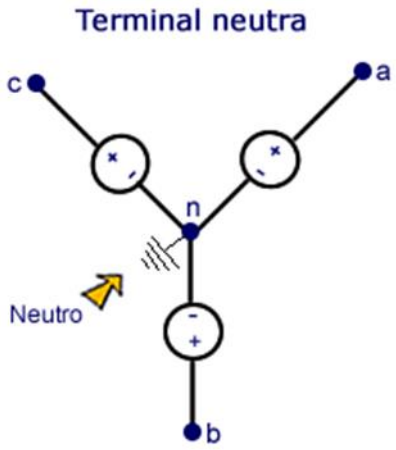
Cada bobina del generador puede ser representada como una fuente de voltaje senoidal. Para identificar a cada voltaje se les da el nombre de voltaje de la **fase a,** de la **fase** b y de la **fase c.**



Neutro

Normalmente los generadores trifásicos están conectados en Y para así tener un punto neutro en común a los tres voltajes. Raramente se conectan en delta los voltajes del generador ya que en

conexión en delta los voltajes no están perfectamente balanceados provocando un voltaje neto entre ellos y en consecuencia una corriente circulando en la delta.



3.1 Actividades de apropiación del conocimiento (Conceptualización y Teorización).

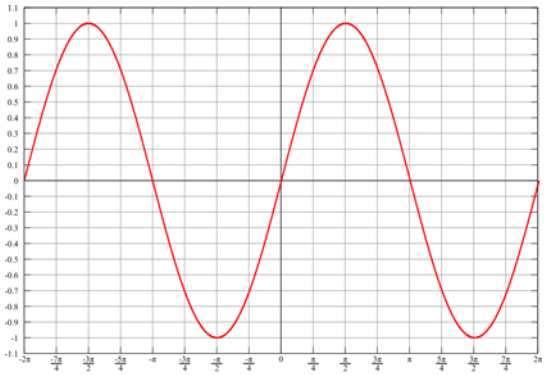
Un sistema polifásico es el formado por varias fuentes de tensión monofásicas senoidales de igual frecuencia y amplitud pero desfasadas entre si un ángulo igual a 360º/n, donde n es el número de fases. El más utilizado es el trifásico que está formado por tres fuentes de tensión, distribuyéndose las mismas a tres o cuatro hilos. Si se distribuyen tres hilos (conductores de fase) se tiene siempre la misma tensión entre cada dos hilos, normalmente dicha tensión es de 380V entre fases**. (220√3)**

Si se distribuyen cuatro hilos (los tres conductores de fase más el conductor de neutro) se obtienen dos tensiones distintas: **entre el neutro y cualquiera de las fases** (normalmente 220V) (**127√3)** llamada **tensión simple o de fase** y **entre dos fases cualquiera** (normalmente 380V), (**220√3**) llamada **tensión compuesta o de línea.**

El sistema trifásico, en el que las tres fases tienen unas tensiones **desfasadas entre sí de 120º,** es el más empleado debido a las siguientes ventajas:

- La posibilidad de disponer de dos tensiones distintas, la más alta para receptores de mucho consumo (ascensores, bombas y aparatos industriales) y la otra menor para consumos domésticos y de alumbrado en los que prima la seguridad.
- Permite la utilización de receptores monofásicos y trifásicos
- Menores pérdidas en el transporte de energía y por tanto uso de conductores de menor sección
- Mejor rendimiento en los receptores y de los generadores trifásicos que en los monofásicos

Aunque a las viviendas suelen llegar conductores activos (aquellos por los que circula corriente en condiciones normales), fase y neutro con una tensión de 220V **(127√3),** hasta los bloques de vivienda se llevan 4 conductores, 3 fases y el neutro que luego se reparten a razón de una fase y neutro por vivienda. Y la tensión de 380V (220√3) existente entre cada dos fases se suele emplear para la alimentación de **motores trifásicos** de gran potencia como los de los ascensores.



Un sistema monofásico es aquel que consta de **una única corriente o fase**, por lo tanto el voltaje o tensión varia de la misma forma. La tensión y la frecuencia dependen de cada país.

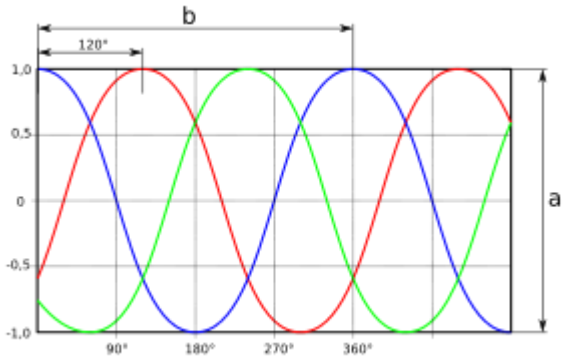
Sistema Trifásico

Un sistema trifásico es un sistema de producción, distribución y consumo de energía eléctrica, que se forman con **tres corrientes alternas monofásicas de igual frecuencia y amplitud**, contienen una diferencia de fase de 120° entre ellas, cada una de las corrientes monofásicas que forman el sistema se designa con el nombre de la fase. **Existen dos tipos de conexión en triángulo y en estrella.**

En un sistema polifásico se diferencian las siguientes tensiones y corrientes:

1. **TENSION DE LINEA O COMPUESTA (VL):** es la tensión entre dos conductores activos. Es la tensión que existe entre dos fases. Se calcula: Uab=Ua-Ub
2. **TENSIÓN DE FASE O SIMPLE (VF):** Es la tensión entre un conductor de línea y el neutro. Se denominan con la letra U y el subíndice correspondiente a la fase (Ua,Ub, etc).
3. **INTENSIDAD DE LÍNEA (IL):** Es la Intensidad que circula por los conductores de línea. Intensidad que circula por los conductores entre el generador y la carga. Serán :Ia,Ib, etc
4. **INTENSIDAD DE FASE (IF):** es la Intensidad que circula por los bobinados del alternador o por cada una de las fases del receptor. Intensidad que suministra uno de los generadores o que consume uno de los receptores. Se denomina Iab

Se llama de FASE al interior del generador – receptor, y de LINEA al exterior



3.1 Actividades de transferencia del conocimiento.

Por lo general, todos los circuitos de corriente alterna tienen **resistencia (R), inductancia (L) y capacitancia (C)**. Cuando la capacitancia y la inductancia totales del circuito son de un valor pequeño comparadas con la resistencia, puede aplicarse la **Ley de Ohm** para calcular la intensidad de la corriente en cualquier parte del circuito: I =V/R; pero cuando la capacitancia y la inductancia no tienen un valor pequeño producen diferencias de fase o retardos entre la corriente y el voltaje, por ello la Ley de Ohm ya no podrá aplicarse en su forma original.

Al aplicar una corriente alterna a un circuito en el que existe resistencia pero no hay inductancia, el voltaje y la corriente a través de la resistencia alcanzan sus valores máximos y al mismo tiempo sus valores cero. En este caso, **el voltaje y la corriente están en fase**, es decir, no hay retraso entre ellas, por este motivo la Ley de Ohm se aplica de la misma manera que si se tratara de un circuito de corriente directa**.**

Reactancia inductiva.

De acuerdo con la Ley de Lenz, la acción de un inductor es tal que se opone a cualquier cambio en la corriente. Como la corriente alterna cambia constantemente, un inductor se opone de igual manera a ello, por lo que reduce la corriente en un circuito de corriente alterna.

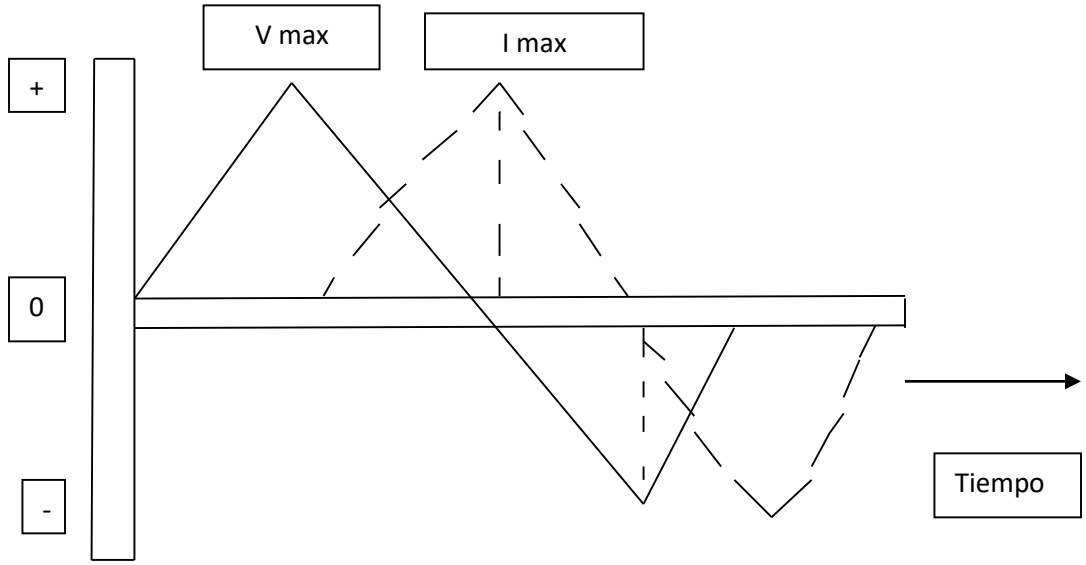
A medida que aumenta el valor de la inductancia, mayor es la reducción de la corriente. De igual manera, como las corrientes de alta frecuencia cambian más rápido que las de baja, mientras mayor sea la frecuencia mayor será el efecto de reducción. Donde la **capacidad de un inductor para reducirla es directamente proporcional a la inductancia y a la frecuencia de la corriente alterna**. Este efecto de la inductancia (reducir la corriente), se puede comparar en parte al que produce una resistencia. Sin embargo, como una resistencia real produce energía calorífica al circular una corriente eléctrica por ella, para diferenciarlas se le denomina **reactancia inductiva** al efecto provocado por la inductancia.

Por definición: **la reactancia inductiva (X_L) es la capacidad que tiene un inductor para reducir la corriente en un circuito de corriente alterna. Su expresión matemática es:**

$$X_L = 2 \pi f L$$

Donde:
X_L = reactancia inductiva expresada en ohms (Ω).
f = frecuencia de la corriente alterna medida en ciclos/seg. = hertz (Hz).
L = inductancia expresada en Henry (H).

En un circuito eléctrico donde existe únicamente **inductancia,** la onda de intensidad de corriente se atrasa **¼ de ciclo, es decir, 90°,** por esta razón se dice que se encuentran desfasadas 90° como se ve en la figura siguiente. Ello se debe al efecto producido por la **reactancia inductiva X_L.**



Gráfica que muestra un desfasamiento de 90° entre la corriente y el voltaje debido al efecto de la reactancia inductiva. Cuando el voltaje es máximo, el valor de la intensidad de corriente es cero.

Reactancia Capacitiva.

Al introducir un **condensador eléctrico o capacitor** en un circuito de corriente alterna, las placas se cargan y la corriente eléctrica disminuye a cero. Por lo tanto, el capacitor se comporta como una

resistencia aparente. Pero en virtud de que está conectado a una **FEM** alterna se observa que a medida que la frecuencia de la corriente aumenta, el efecto de resistencia del capacitor disminuye. Como un capacitor **se diferencia de una resistencia pura por su capacidad para almacenar cargas,** el efecto que produce de reducir la corriente se le da el nombre de **reactancia capacitiva (X_C)**. El valor de ésta en un capacitor **varía de manera inversamente proporcional a la frecuencia de la corriente alterna**. Su expresión matemática es:

$$X_C = \frac{1}{2 \pi f C}$$

Donde:

X_C = reactancia capacitiva en ohms (Ω).
f = frecuencia de la corriente alterna medida en ciclos/seg = hertz (Hz).
C = capacitancia calculada en faradios (F).

Por definición: La reactancia capacitiva (X_C) es la propiedad que tiene un capacitor para reducir la corriente en un circuito de corriente alterna. Como la corriente en un circuito capacitivo aumenta según se incrementa la frecuencia de la corriente alterna, se observa que la reactancia capacitiva (X_C) actúa en forma inversa a la inductiva.

A la diferencia entre **X_L- X_C** se le da simplemente el nombre de **reactancia (X)** y se expresa como:

$$X = X_L - X_C$$

Concepto de impedancia (Z)

En los circuitos de corriente alterna (AC) los receptores presentan una oposición a la corriente que no depende únicamente de la resistencia óhmica del mismo, puesto que los efectos de los campos magnéticos variables (bobinas) tienen una influencia importante. En AC, la oposición a la corriente recibe el nombre de **impedancia** (Z), que obviamente se mide en Ω. La relación entre V, I, Z, se determina mediante la "Ley de Ohm generalizada".

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

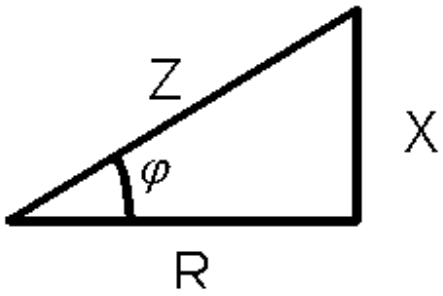
Donde:

- I: intensidad eficaz en A
- V: tensión eficaz en V.
- **Z**: impedancia en Ω.

La impedancia puede calcularse como:

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

Donde:
- Z: impedancia en Ω.
- R: resistencia en Ω.
- X: reactancia en Ω.
Se puede demostrar que los tres componentes (R, X, Z) se relacionan mediante un triángulo rectángulo. Aplicando el Teorema de Pitágoras o relaciones trigonométricas, se pueden obtener muchas más fórmula que relacionen R, X y Z.



coseno -> $\cos\varphi = \frac{R}{Z}$

seno -> $sen\varphi = \frac{X}{Z}$

tangente -> $tg\varphi = \frac{X}{R}$

Ejemplo

Un motor se comporta como un receptor inductivo de R=17,3 (Ω) y X_L=10 (Ω) y está conectado a una toma de 230 V/50 Hz. Determinar su intensidad.

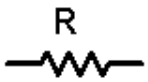
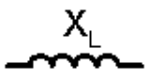
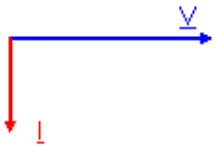
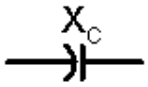
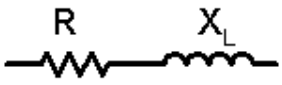
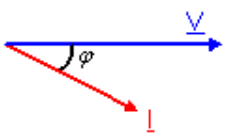
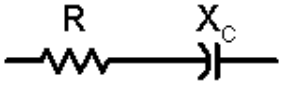
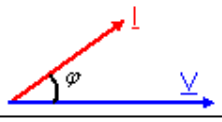
La impedancia:

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2} = \sqrt{(17{,}3)^2 + (10)^2} = 20\ (\Omega)$$

La intensidad:

$$\mathrm{I} = \frac{V}{Z} = \frac{230\ (\mathrm{V})}{20\ (\Omega)} = 11{,}5\ (\mathrm{A})$$

En la siguiente tabla puede verse un resumen del valor de impedancia de cada tipo de receptor en AC.

RECEPTOR	CIRCUITO EQUIVALENTE	OPOSICIÓN A LA CORRIENTE	IMPEDANCIA	ÁNGULO CARACTERÍSTICO (DESFASE I con V)
Resistencia		Por resistencia	Z=R	0º 
Bobina ideal		Por reactancia inductiva	$Z=X_L$	90º en retraso 
Condensador		Por reactancia capacitiva	$Z=X_C$	90º en adelanto 
Inductivo		Por resistencia y reactancia inductiva	$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$ $\varphi = tg^{-1}\frac{X_L}{R}$	φº en retraso 
Capacitivo		Por resistencia y reactancia capacitiva	$Z = \sqrt{R^2 + X_C^2}$ $\varphi = tg^{-1}\frac{X_C}{R}$	φº en adelanto 

4. ACTIVIDADES DE EVALUACIÓN

Estimado aprendiz:
La actividad de aprendizaje se satisface a través del desarrollo de diferentes evaluaciones en los ambientes de aprendizaje: Se debe tener en cuenta que cada Guía Taller Laboratorio entregada por su Instructor contiene las actividades propuestas y que deben ser resueltas y entregadas como evidencia de trabajo. Además se hace una evaluación escrita al final de cada guía donde se debe demostrar el conocimiento referente a cada tema desarrollado.

Evidencias de Aprendizaje	Criterios de Evaluación	Técnicas e Instrumentos de Evaluación
Evidencias de Conocimiento : **Realizar pruebas de desarrollo teóricos y prácticos de cálculos matemáticos y físicos.** **Evidencias de Desempeño:** **Mediciones a través de Multímetro de tensiones y corrientes.** **Evidencias de Producto:** **Entregar cálculos solicitados para las mediciones de magnitudes**	Utiliza e interpreta la documentación técnica para identificar la conexión de los equipos y Máquinas que conforman el sistema polifásico. Determina los parámetros característicos del sistema polifásico. Realiza el cálculo de los parámetros eléctricos con fundamento en la aplicación de Principios y leyes. Interpreta el plano eléctrico de acuerdo con las normas eléctricas vigentes. Realiza las diferentes actividades programadas individualmente y en equipo con responsabilidad y actitud ositiva	Cuestionario acerca de los temas desarrollados en clase. Trabajos en equipo e individuales de prácticas con instrumentos de medición y sus correspondientes registros. Mediante listas de chequeo verificar el desarrollo de los trabajos prácticos..

5. GLOSARIO DE TÉRMINOS

- Corriente Alterna
- Factor de Potencia
- Sistemas Trifásicos
- Voltaje de Línea
- Voltaje de Fase
- Ondas senoidales
- Reactancia Capacitiva
- Reactancia Inductiva
- Impedancia
- Conexión delta

- Conexión Estrella

6. REFERENTES BILBIOGRÁFICOS

- ✓ Física Universitaria Sears Zemansky 12 ava edición
- ✓ Electricidad Y Magnetismo Raymond A Serway

7. CONTROL DEL DOCUMENTO

	Nombre	**Cargo**	**Dependencia**	**Fecha**
Autor (es)	**Isaías Guzmán Montealegre**	**Instructor**	**CTMAE**	**Noviembre de 2024**

8. CONTROL DE CAMBIOS (diligenciar únicamente si realiza ajustes a la guía)

	Nombre	**Cargo**	**Dependencia**	**Fecha**	**Razón del Cambio**
Autor (es)					