**PROCESO GESTIÓN DEL TALENTO HUMANO**

**FORMATO INFORME MENSUAL EJECUCIÓN CONTRACTUAL**

Barranquilla, Septiembre de 2025

Señora
**ANA ISABEL MEJIA BRUNVIG**
**SUPERVISORA CONTRATO No.**
Coordinador TIC y Energías
TIC y Energías
Barranquilla

**Asunto:** Informe mensual de ejecución contractual Mes Septiembre del año 2025

**Referencia:** No 7363309 del año 2025

MIGUEL ANGEL ROSALES DIAZ, identificado con la cédula de ciudadanía No. 72.275.235 de Barranquilla, en mi calidad de Contratista del SENA, en TIC, en cumplimiento del Contrato de Prestación de Servicios de la referencia, a continuación, presento el Informe de actividades realizadas en el mes objeto de cobro.

**Valor y forma de Pago:** Un pago correspondiente al mes de septiembre de 2025 por valor de ($4.599.511). Los honorarios serán pagados por el SENA al contratista de acuerdo al cronograma definido por la Dirección Administrativa y Financiera de la Dirección General, en la cuenta de Ahorros No. 40425422964 de Bancolombia, cuyo titular es el Contratista.

**Plazo:** Será hasta el 23 de diciembre de 2025.

| |
|---|
| **OBJETO:** Prestar servicios personales como instructor para impartir formación profesional titulada y complementaria en el área de Electricidad Industrial de acuerdo con la programación académica del SENA Centro Nacional Colombo Alemán. |

**Obligaciones Específicas:**

| No | Obligaciones | Acciones realizadas | Evidencias |
|---|---|---|---|
| 1 | Formular proyecto formativo, planeación pedagógica del proyecto y recursos didácticos para el desarrollo de las competencias | Cumplir a cabalidad con la obligación e Impartir formación a los programas de formación asignados. | Reporte de SOFIA Plus |
| 2 | Realizar el alistamiento de las actividades de aprendizaje a orientar teniendo en cuenta: ambientes, número de aprendices y equipos | Cumplir a cabalidad con la obligación e Impartir formación a los programas de formación asignados. | Reporte de SOFIA Plus |
| 3 | Orientar el desarrollo de las actividades de Aprendizaje promoviendo el aprendizaje significativo y la solución creativa de problemas | Cumplir a cabalidad con la obligación e Impartir formación a los programas de formación asignados. | Reporte de SOFIA Plus |
| 4 | Utilizar herramientas tecnológicas que El SENA brinda para la gestión del aprendizaje y apoyo a los procesos formativos | Cumplir a cabalidad con la obligación e Impartir formación a los programas de formación asignados. | Reporte de SOFIA Plus |
| 5 | Registrar oportunamente en aquellos casos de inasistencias y deserciones | Cumplir a cabalidad con la obligación e Impartir formación a los programas de formación asignados. | Reporte de SOFIA Plus |
| 6 | Emitir juicios de evaluación con base en la valoración de las evidencias de Aprendizaje, las características y premisas evaluativa | Cumplir a cabalidad con la obligación e Impartir formación a los programas de formación asignados. | Reporte de SOFIA Plus |
| 7 | Atender con oportunidad y eficiencia las sugerencias indicadas por el Supervisor del Contrato | Cumplir a cabalidad con la obligación e Impartir formación a los programas de formación asignados. | Reporte de SOFIA Plus |
| 8 | Presentar informes mensuales en los cuales se evidencie los avances respecto al cumplimiento de los indicadores, metas u objetivos | Cumplir a cabalidad con la obligación e Impartir formación a los programas de formación asignados. | Reporte de SOFIA Plus |

A continuación, relaciono los desplazamientos que realicé previo a la presentación de este informe. Una vez finalizado cada desplazamiento presenté al ordenador del gasto el informe en el Formato Informe Legalización Desplazamiento Contratista GTH-F-087, en el que se describieron las actividades desarrolladas y los resultados de cada desplazamiento. Cada informe cuenta con el visto bueno del Supervisor.

Se lista a continuación el soporte de la legalización de los desplazamientos realizados, los cuales forman parte integral del presente informe de ejecución contractual.

| ITEM | No DE LA ORDEN DE VIAJE | LUGAR DE DESPLAZAMIENTO | FECHA DE DESPLAZAMIENTO INICIAL | FECHA DE DESPLAZAMIENTO FINAL |
|---|---|---|---|---|
| | | | | |

**Nota 1:** Por cada desplazamiento que haya realizado el contratista, adjuntará el respectivo informe que la soporte. En caso de haber realizado el desplazamiento en fecha posterior a la presentación del informe de ejecución contractual, deberá reportarlo en el siguiente informe de ejecución contractual.

Para el trámite de la cuenta me permito adjuntar: Documentos electrónicos enunciados como evidencias del cumplimiento de las obligaciones contractuales y los desplazamientos realizados y el No. 7981711690 de la planilla, operador Aportes en línea y periodo Agosto 2025. (Decreto Ley 2106 de 2019 – “Decreto Ley Anti trámites”)

Evidencias en 11 folios

Cordialmente,

MIGUEL A ROSALES DIAZ

**MIGUEL ANGEL ROSALES DIAZ**

**Contratista**

**C.C. No. 72.275.235**

Recibí a satisfacción:

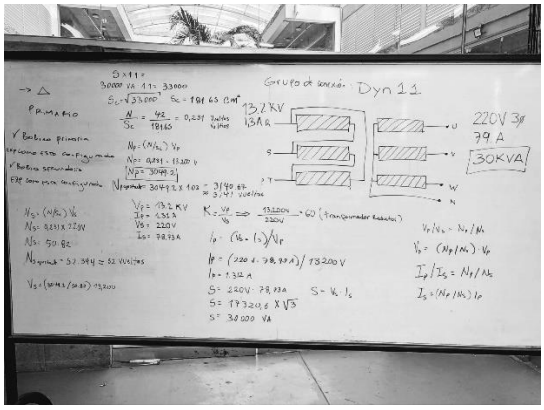
**ANA ISABEL MEJIA BRUNVIG**

**Supervisora Contrato 5775073 de 2024**

**Coordinador TIC y Energías**

**Evidencias septiembre**

**Tei 59**

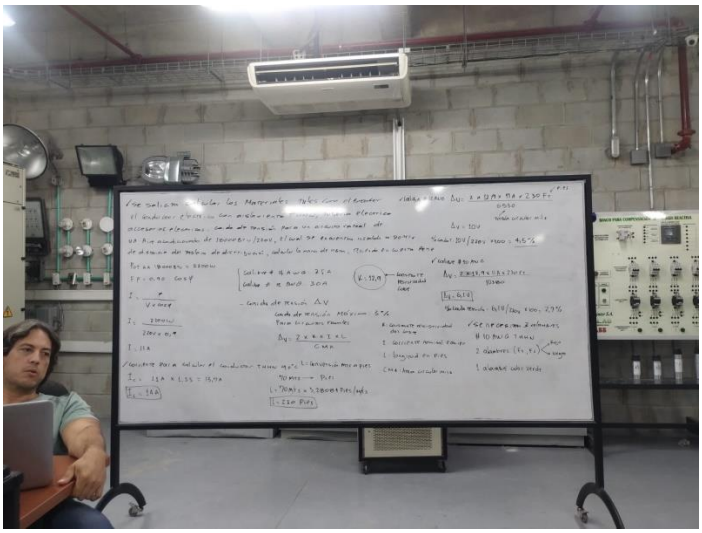


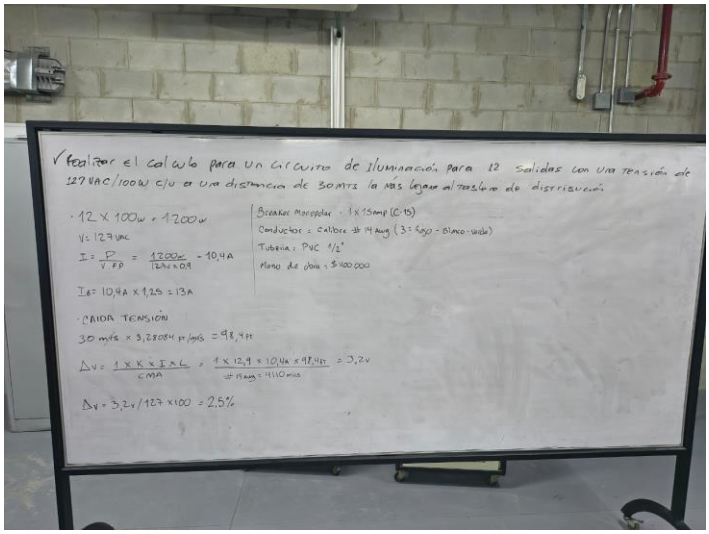


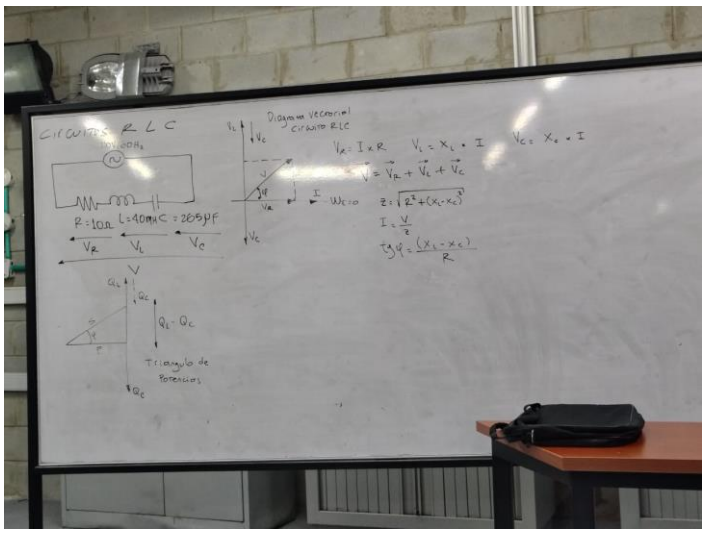


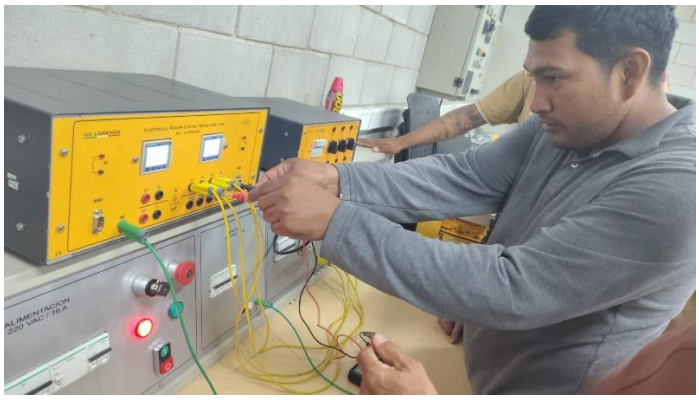


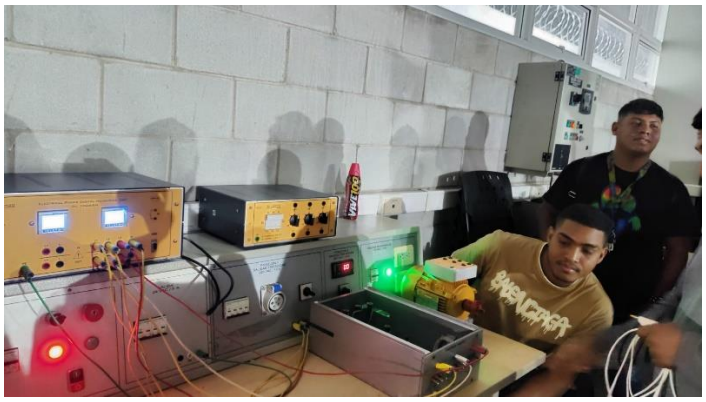

**Tei 62**




Realizar el calculo para un circuito de iluminación para 12 salidas con una tensión de 127 VAC/100W c/u a una distancia de 30 mts la más lejana al tablero de distribución.
· 12 X 100w = 1200w
V= 127 VAC
I = P / V.FP = 1200w / 127v x 0.9 = 10,4A
IB= 10,4A X 1,25 = 13A
Breaker Monopolar · 1 x 15amp (C-15)
Conductor : Calibre # 14 Awg (3: Rojo - Blanco - Verde)
Tubería : PVC 1/2"
Mano de obra : $400.000
· CAIDA TENSIÓN
30 mts x 3,28084 ft/mts = 98,4ft
ΔV = 1 X K X I X L / CMA = 1 X 12,9 X 10,4A X 98,4ft / #14awg = 3,2v
ΔV = 3,2v / 127 x100 = 2.5%


Circuitos R L C
Diagrama Vectorial Circuito RLC
R=10Ω L=40mC = 265μF
Triangulo de Potencias


ALIMENTACION
220 VAC / 16 A



**GUÍA DE APRENDIZAJE (Formato GFPI-F-135 V04)**

**1. IDENTIFICACIÓN DE LA GUÍA DE APRENDIZAJE**

- **Denominación del Programa de Formación:** Tecnólogo en Electricidad Industrial.
- **Código del Programa de Formación:** 821222.
- **Nombre del Proyecto Formativo:** Gestión del Mantenimiento Predictivo y Correctivo en Sistemas de Distribución Eléctrica de Media Tensión.
- **Fase del Proyecto:** Ejecución y Control.
- **Actividad de Proyecto:** Verificar y documentar la finalización de un mantenimiento a un transformador de distribución según protocolos técnicos y orden de trabajo.
- **Competencia:** 280101087 - Ejecutar el mantenimiento de transformadores eléctricos serie 15 kV hasta 500 kVA según normatividad vigente.
- **Resultado de Aprendizaje (RA):**
    - Comprobar la ejecución del mantenimiento de acuerdo con la orden de trabajo.
- **Duración de la Guía:** 48 Horas.

**2. PRESENTACIÓN**

Estimado Aprendiz,

En el mantenimiento eléctrico, tan importante como ejecutar una tarea es saber verificarla. La labor de comprobación es una de las más críticas y de mayor responsabilidad, pues garantiza que un equipo vital como el transformador volverá a servicio en condiciones óptimas de seguridad y confiabilidad.

Esta guía lo formará en el rol de inspector o supervisor técnico. Aprenderá a auditar un trabajo de mantenimiento finalizado, contrastando la evidencia en campo y los resultados de las pruebas con lo documentado en la orden de trabajo. Esta habilidad es fundamental para asegurar la calidad, cumplir con la normativa y, lo más importante, proteger la integridad del sistema eléctrico y de quienes lo operan.

**3. FORMULACIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE**

- **Actividad de Aprendizaje AA1: Auditoría Técnica y Documental del Mantenimiento de un Transformador de Distribución.**

**Descripción:** Partiendo de un escenario simulado donde se le entrega una **Orden de Trabajo (OT)** de un mantenimiento ya ejecutado a un transformador de distribución, usted deberá realizar un proceso completo de comprobación. La actividad se divide en:

1. **Revisión Documental:** Analizar la OT diligenciada para verificar que esté completa: datos del equipo, descripción de las tareas realizadas (limpieza, ajuste de conexiones, etc.), y registro de los valores de las pruebas eléctricas efectuadas (resistencia de aislamiento, relación de transformación).

2. **Inspección Visual Post-Mantenimiento:** Realizar una inspección sensorial detallada del transformador (en el taller, desenergizado) para verificar el estado físico posterior al mantenimiento. Se debe comprobar la limpieza, ausencia de fugas de aceite, estado de los bushings, apriete de conexiones, correcta conexión a tierra, y ausencia de herramientas o materiales extraños.
3. **Análisis de Resultados de Pruebas:** Comparar los valores de las pruebas eléctricas registrados en la OT con los valores de referencia normativos o de placa del transformador para determinar si son aceptables.
4. **Elaboración de Informe de Conformidad:** Diligenciar una lista de chequeo de verificación y redactar un breve informe final donde se aprueba la ejecución del mantenimiento o se reportan las "no conformidades" encontradas, justificando técnicamente su decisión.

    a. **Ambiente Requerido:** Taller de Electricidad con un transformador de distribución (tipo poste o pedestal, desenergizado para la inspección), acceso a herramientas manuales y equipos de medición (para demostración de cómo se obtuvieron los valores).

    b. **Estrategias Didácticas Activas:** Simulación, Estudio de Caso, Práctica Guiada.

    c. **Materiales de Formación:** Consultar el **Módulo de Formación: Verificación del Mantenimiento de Transformadores**. Se le proporcionará una Orden de Trabajo simulada (diligenciada con datos), un formato de Lista de Chequeo y la placa de características del transformador del taller.

    d. **Evidencias de Aprendizaje:**

        - **De Conocimiento:** Responder el "Cuestionario sobre Verificación y Pruebas de Mantenimiento".
        - **De Desempeño y Producto:** Realizar la inspección visual y entregar la "Lista de Chequeo de Verificación" diligenciada junto con el "Informe de Conformidad".

    e. **Instrumentos de Evaluación:**

        - Cuestionario (IE-AA1-EV01-Cuestionario).
        - Lista de Chequeo de Desempeño y Producto (IE-AA1-EV01-Chequeo).

## 4. ACTIVIDADES DE EVALUACIÓN

| Evidencias de Aprendizaje | Criterios de Evaluación | Técnicas e Instrumentos de Evaluación |
|---|---|---|
| **Conocimiento:** Cuestionario resuelto. | - Interpreta los resultados de las pruebas eléctricas (aislamiento, TTR) según la normativa y los compara con los valores de placa.<br>- Describe los procedimientos de inspección y seguridad para la comprobación del mantenimiento. | **Técnica:** Formulación de preguntas.<br>**Instrumento:** Cuestionario (IE-AA1-EV01-Cuestionario). |
| **Desempeño y Producto:** Inspección visual y entrega de Lista de Chequeo e Informe. | - Realiza la inspección visual post-mantenimiento siguiendo un protocolo técnico.<br>- Contrasta la información de la orden de trabajo con la evidencia física y documental.<br>- Diligencia el informe y la lista de chequeo reportando conformidad o no conformidades de manera clara. | **Técnica:** Observación Directa y Valoración de Producto.<br>**Instrumento:** Lista de Chequeo (IE-AA1-EV01-Chequeo). |

## 5. GLOSARIO DE TÉRMINOS

- **Bushings:** Aisladores de porcelana o poliméricos que permiten el paso de los conductores de alta y baja tensión a través del tanque del transformador.
- **Megóhmetro (Megger):** Instrumento para medir la resistencia de aislamiento de un equipo eléctrico.
- **Orden de Trabajo (OT):** Documento formal que autoriza y registra la ejecución de una tarea de mantenimiento.
- **Resistencia de Aislamiento:** Medida de la oposición que ofrece el material aislante al paso de una corriente de fuga. Se mide en Ohmios (generalmente Megaohmios).
- **TTR (Transformer Turns Ratio):** Prueba de Relación de Transformación. Verifica que la relación entre las espiras del devanado primario y secundario sea la correcta.

## 6. REFERENTES BIBLIOGRÁFICOS


- Ministerio de Minas y Energía. (2013). *Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE)*.
- EN 60076-1. *Transformadores de potencia*. Normativa técnica internacional.
- Manuales de mantenimiento de fabricantes de transformadores (ej. ABB, Siemens, Schneider Electric).

**MATERIAL DE FORMACIÓN**

**Módulo: Verificación del Mantenimiento de Transformadores**

**1. La Orden de Trabajo (OT): Su Documento Guía**
La OT es el registro oficial del mantenimiento. Al recibirla para verificar, debe revisar tres secciones clave:

- **Datos del Equipo:** ¿Corresponden el serial, la potencia (kVA) y los voltajes con la placa del transformador que está inspeccionando?
- **Tareas Ejecutadas:** Debe haber una lista de chequeo o descripción de las labores realizadas: limpieza de aisladores, revisión de nivel de aceite, ajuste de conexiones, pruebas realizadas, etc.
- **Resultados de Mediciones:** Esta es la sección más crítica. Debe contener los valores numéricos de las pruebas eléctricas que se realizaron.

**2. La Inspección Visual Post-Mantenimiento: Ojos de Experto**
Después de revisar el papel, vaya al equipo. Busque evidencia de un trabajo bien hecho:

- **Limpieza General:** El tanque, los radiadores y, sobre todo, los **bushings** deben estar limpios y libres de polvo o contaminación, ya que esto puede causar descargas eléctricas.
- **Nivel de Aceite:** Verifique el indicador de nivel. Debe estar en el rango correcto según la temperatura ambiente. Un nivel bajo puede indicar una fuga.
- **Fugas de Aceite:** Inspeccione cuidadosamente todas las juntas, válvulas y la base del tanque en busca de manchas o goteos de aceite.
- **Estado de los Bushings:** No deben tener fisuras, partiduras ni estar sucios.
- **Conexiones Eléctricas:** Verifique visualmente que las conexiones en los bornes de alta y baja tensión estén firmes y que no presenten signos de sobrecalentamiento (decoloración).
- **Conexión a Tierra:** La conexión del tanque a la malla de puesta a tierra debe estar presente, ser robusta y sin corrosión.
- **Seguridad:** El área alrededor debe estar despejada. No deben haber herramientas, trapos ni materiales olvidados sobre o cerca del transformador. La señalización de riesgo eléctrico debe estar en su lugar y visible.

**3. Interpretación de Pruebas Eléctricas Fundamentales**
Usted debe ser capaz de "traducir" los números de la OT.

- **Prueba de Resistencia de Aislamiento (Megger):**
    - **¿Qué mide?** La "salud" del aislamiento interno entre los devanados y entre los devanados y el tanque.

- **¿Cómo se interpreta?** Un valor **ALTO** es bueno (significa que el aislamiento es excelente y no hay fugas de corriente). Un valor bajo es una señal de alarma (humedad, suciedad o deterioro).
- **Valores de Referencia (RETIE):** Para equipos de media tensión (como un transformador de 15 kV), los valores deben ser de **varios cientos o miles de Megaohmios (MΩ)**. El valor mínimo aceptable depende de la tensión, pero nunca debe ser inferior a unas pocas decenas de MΩ.

- **Prueba de Relación de Transformación (TTR):**
  - **¿Qué mide?** Verifica que la relación de voltajes entre el lado primario y secundario es la correcta según el diseño.
  - **¿Cómo se interpreta?** El resultado de la prueba debe ser **casi idéntico** al valor que se calcula con los voltajes de la placa de características.
  - **Valores de Referencia:** Se acepta una desviación máxima del **±0.5%** con respecto al valor teórico. Una desviación mayor podría indicar espiras en cortocircuito, un problema muy grave.

**4. El Informe Final: Su Veredicto Técnico**

Una vez completada la revisión documental y la inspección, debe formalizar su hallazgo.

- **Lista de Chequeo:** Es una herramienta objetiva para no olvidar ningún punto. Márquela a conciencia.
- **Informe de Conformidad:** Es un documento breve que concluye:
  - "Se comprueba la correcta ejecución del mantenimiento según OT N° XXXX. El equipo se encuentra en condiciones óptimas para su puesta en servicio."
  - **O, si hay problemas:** "Se reporta NO CONFORMIDAD en la ejecución del mantenimiento... Se encontró [describir el problema, ej: una fuga de aceite en el bushing de X1 / el valor de resistencia de aislamiento es de solo 10 MΩ, por debajo del mínimo aceptable]. El equipo NO debe ser energizado hasta corregir la novedad."

**Lista de Chequeo de Desempeño y Producto (IE-AA1-EV01-Chequeo)**

**(Para ser diligenciada por el instructor durante y después de la actividad del aprendiz)**

**Nombre del Aprendiz: _____ Fecha: _____**

| Ítem a Verificar | CUMPLE | NO CUMPLE | OBSERVACIONES |
|---|---|---|---|
| **A. REVISIÓN DOCUMENTAL (PRODUCTO)** | | | |
| 1. Analiza la OT e identifica si los datos del equipo son correctos. | | | |
| 2. Verifica que las tareas descritas en la OT estén completas y firmadas. | | | |
| 3. Compara el valor de Resistencia de Aislamiento de la OT con el estándar y lo evalúa correctamente. | | | |
| 4. Calcula la relación de transformación teórica y la compara con el valor de la OT, evaluando la desviación. | | | |
| **B. INSPECCIÓN VISUAL (DESEMPEÑO)** | | | |
| 5. Antes de acercarse, pregunta y se asegura de las condiciones de seguridad (desenergización). | | | |
| 6. Realiza una inspección sistemática del transformador (de arriba a abajo). | | | |
| 7. Verifica visualmente el estado, limpieza y apriete de los bushings y conexiones. | | | |
| 8. Inspecciona el nivel de aceite y busca activamente posibles puntos de fuga. | | | |
| 9. Verifica la conexión a tierra del tanque. | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **C. INFORME FINAL (PRODUCTO)** | | | |
| 10. Diligencia esta misma lista de chequeo de forma coherente con sus hallazgos. | | | |
| 11. Redacta un informe final claro, conciso y con justificación técnica de su veredicto (Conforme o No Conforme). | | | |
| 12. El informe final está bien redactado, sin errores y presentado de forma profesional. | | | |

**Resultado:** APROBADO / NO APROBADO

**Firma Instructor:** _____

**Formato de Orden de Trabajo (Diligenciado - Para la actividad del aprendiz)**

| | |
|---|---|
| **ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO ELÉCTRICA OT N°:** | MTTO-TR-2024-051 |
| **Fecha de Solicitud:** | 9/08/2025 |
| **EMPRESA:** | ENERGIA SAS |
| **NIT:** | 900.123.456-7 |

**Prioridad:**

| | | |
|---|---|---|
| [ ] ALTA (Urgente) | [ X ] MEDIA (Programada | [ ] BAJA (Rutinaria) |

**SECCIÓN 1: IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO**

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Tipo de Equipo:** | TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN | **TAG / ID del Activo:** | |
| **Ubicación Técnica:** | Subestación Patio - Circuito 3 | **Potencia (kVA):** | 112.5 |
| **Marca / Fabricante:** | Magnetrón S.A. | **Serie N°:** | |
| **Tensión Primaria (V):** | 13.200 V | **Tensión Secundaria (V):** | 208/227 V |
| **Grupo de Conexión:** | Dyn5 | **Impedancia (%Z):** | |

**SECCIÓN 2: DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO**

**Tipo de Mantenimiento:**

| | | |
|---|---|---|
| [ X ] PREVENTIVO | [ ] CORRECTIVO | [ ] PREDICTIVO |

**Descripción de la Falla o Síntoma (si aplica):** No aplica

**Descripción de Tareas a Realizar:** Se hará revisión rutinaria del Transformador para verificar su buen estado de funcionamiento.

**SECCIÓN 3: EJECUCIÓN DEL MANTENIMIENTO (A diligenciar por el técnico ejecutor)**

| | |
|---|---|
| **Fecha de Ejecución:** 9/08/2025 | **Hora Inicio:** 8:00 Am |

| |
|---|
| **Técnico(s) Responsable(s):** Miguel Rosales Diaz |

**VERIFICACIÓN DE TAREAS EJECUTADAS (Marcar con X)**

| | |
|---|---|
| Desenergización y bloqueo del equipo (Reglas de Oro) | X |
| Limpieza general de tanque y radiadores | X |
| Limpieza y revisión de bushings de AT y BT | X |
| Verificación de nivel de aceite dieléctrico | X |
| Inspección de empaques en busca de fugas | X |
| Ajuste y torque de conexiones en AT y BT | X |
| Verificación de estado de la conexión a tierra | X |
| Medición de Resistencia de Aislamiento | X |
| Medición de Relación de Transformación (TTR) | X |
| Revisión de estado de pintura y corrosión | X |

**Observaciones del Técnico:**

| |
|---|
| Mantenimiento ejecutado sin novedades. Se encontró una conexión floja en el bushing de X2, la cual fue corregida. El nivel de aceite está OK. Equipo limpio y en buen estado general. |

**SECCIÓN 4: REGISTRO DE PRUEBAS ELÉCTRICAS**

| Resistencia de Aislamiento (Megóhmetro a 5kV, 1 min) | Valor Medido (MΩ) | Aceptable ( > 1000 MΩ ) |
|---|---|---|
| Devanado AT vs. BT + Tierra | 4.250 MΩ | SÍ |
| Devanado BT vs. AT + Tierra | 1.890 MΩ | SÍ |
| Devanado AT vs. BT | 6.100 MΩ | SÍ |

**2. MEDICION TTR**

| Relación de Transformación (TTR) | Posición TAP: 2 (Nominal) | Relación Teórica (Placa): |
|---|---|---|
| Fase A (H1-H3 / X1-X0) | Relación Medida: 54.61 % | Desviación: 0.13% |
| Fase B (H1-H3 / X2-X0) | Relación Medida: 54.58 % | Desviación: 0.07% |
| Fase C (H1-H3 / X3-X0) | Relación Medida: 54.60 % | Desviación: 0.11% |

*Nota para el aprendiz: La tensión fase-neutro en secundaria es 127V. La tensión fase-fase es 220V. En conexión estrella, V_linea = V_fase * √3. Aquí se usó una tensión de referencia de 242.2V para el cálculo teórico TTR.

**SECCIÓN 5: REPUESTOS Y MATERIALES UTILIZADOS**

| Ítem | Descripción | Cantidad |
|---|---|---|
| **1** | Paños absorbentes industriales | 5 unidades |
| **2** | Limpiador dieléctrico en spray | 1 unidad |
| **3** | | |
| **4** | | |

**SECCIÓN 6: CIERRE Y APROBACIÓN**

| | |
|---|---|
| Nombre del Ejecutor: Miguel Rosales Diaz | Firma: |
| Nombre del Supervisor (quien verifica): Alex Char | Firma: |

**ESTADO FINAL DEL EQUIPO:**

| | |
|---|---|
| OPERATIVO (Liberado para servicio) | Operativo |
| NO CONFORME (Requiere intervención adicional) | N/A |

| | |
|---|---|
| **Fecha de Cierre:** | 9/08/2025 |

**Formato de Orden de Trabajo (En Blanco- Para la actividad del aprendiz)**

| | |
|---|---|
| **ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO ELÉCTRICA OT N°:** | |
| **Fecha de Solicitud:** | |
| **EMPRESA:** | |
| **NIT:** | |

**Prioridad:**

| | | |
|---|---|---|
| [ ] ALTA (Urgente) | [ ] MEDIA (Programada | [ ] BAJA (Rutinaria) |

**SECCIÓN 1: IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO**

| | |
|---|---|
| **Tipo de Equipo:** | **TAG / ID del Activo:** |
| **Ubicación Técnica:** | **Potencia (kVA):** |
| **Marca / Fabricante:** | **Serie N°:** |
| **Tensión Primaria (V):** | **Tensión Secundaria (V):** |
| **Grupo de Conexión:** | **Impedancia (%Z):** |

**SECCIÓN 2: DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO**

**Tipo de Mantenimiento:**

| | | |
|---|---|---|
| [ ] PREVENTIVO | [ ] CORRECTIVO | [ ] PREDICTIVO |

| |
|---|
| **Descripción de la Falla o Síntoma (si aplica):** |

| |
|---|
| **Descripción de Tareas a Realizar:** |

**SECCIÓN 3: EJECUCIÓN DEL MANTENIMIENTO (A diligenciar por el técnico ejecutor)**

| **Fecha de Ejecución:** | **Hora Inicio:** |
|---|---|

| **Técnico(s) Responsable(s):** |
|---|

**VERIFICACIÓN DE TAREAS EJECUTADAS (Marcar con X)**

| | |
|---|---|
| Desenergización y bloqueo del equipo (Reglas de Oro) | |
| Limpieza general de tanque y radiadores | |
| Limpieza y revisión de bushings de AT y BT | |
| Verificación de nivel de aceite dieléctrico | |
| Inspección de empaques en busca de fugas | |
| Ajuste y torque de conexiones en AT y BT | |
| Verificación de estado de la conexión a tierra | |
| Medición de Resistencia de Aislamiento | |
| Medición de Relación de Transformación (TTR) | |
| Revisión de estado de pintura y corrosión | |

**Observaciones del Técnico:**

| |
|---|
| |

**SECCIÓN 4: REGISTRO DE PRUEBAS ELÉCTRICAS**

| **Resistencia de Aislamiento (Megóhmetro a 5kV, 1 min)** | **Valor Medido (MΩ)** | **Aceptable ( > 1000 MΩ )** |
|---|---|---|
| Devanado AT vs. BT + Tierra | | |
| Devanado BT vs. AT + Tierra | | |
| Devanado AT vs. BT | | |

**2. MEDICION TTR**

| **Relación de Transformación (TTR)** | **Posición TAP: 2 (Nominal)** | **Relación Teórica (Placa):** |
|---|---|---|
| Fase A (H1-H3 / X1-X0) | Relación Medida: % | Desviación: % |
| Fase B (H1-H3 / X2-X0) | Relación Medida: % | Desviación: % |
| Fase C (H1-H3 / X3-X0) | Relación Medida: % | Desviación: % |

*Nota para el aprendiz: La tensión fase-neutro en secundaria es 127V. La tensión fase-fase es 220V. En conexión estrella, V_linea = V_fase * √3. Aquí se usó una tensión de referencia de 242.2V para el cálculo teórico TTR.

**SECCIÓN 5: REPUESTOS Y MATERIALES UTILIZADOS**

| Ítem | Descripción | Cantidad |
|---|---|---|
| **1** | | |
| **2** | | |
| **3** | | |
| **4** | | |

**SECCIÓN 6: CIERRE Y APROBACIÓN**

| | |
|---|---|
| Nombre del Ejecutor: | Firma: |
| Nombre del Supervisor (quien verifica): | Firma: |

**ESTADO FINAL DEL EQUIPO:**

| | |
|---|---|
| OPERATIVO - Liberado para servicio | |
| NO CONFORME - Requiere intervención adicional | |

| | |
|---|---|
| **Fecha de Cierre:** | |

**NOTA:**

Cómo usar este formato en la actividad:

Entregue la OT diligenciada al aprendiz.

Pídale que realice los 4 pasos de la actividad de aprendizaje:

Analizar este documento (Secciones 1 a 5).

Ir al taller a realizar la inspección visual del transformador real (desenergizado).

Analizar los resultados de las pruebas (Sección 4), rehaciendo los cálculos si es necesario para validarlos.

Llenar la Sección 6 con su nombre como supervisor, su firma, y marcar si el equipo está "Operativo" o "No Conforme", basándose en su auditoría completa.

Entregar la Lista de Chequeo y el Informe de Conformidad como evidencias finales.

**INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN # 1**

**Nombre Aprendiz:** **Programa de formación:** **Fecha:**

**Tiempo de duración: 1 hora**

**Estimado aprendiz a continuación encontraras una serie de preguntas acerca de los temas desarrollados en el ambiente de formación, y la guía de aprendizaje.**

**Preguntas abiertas: a continuación, encontraras preguntas del tipo abiertas te invito a reflexionar y analizar adecuadamente tu respuesta.**

**Cuestionario sobre Verificación y Pruebas de Mantenimiento (IE-AA1-EV01-Cuestionario)**

**1. ¿Cuál es el propósito principal de contrastar la Orden de Trabajo con la inspección física del transformador?**

**2. Mencione tres puntos críticos a revisar durante una inspección visual post-mantenimiento a un transformador.**

**3. Si en la OT de un transformador de 13.200V / 220V se reporta un valor de resistencia de aislamiento de 5 MΩ entre el devanado primario y tierra, ¿consideraría este valor aceptable? Justifique su respuesta.**

**4. La placa de un transformador indica una relación de 13.200V / 240V. El reporte de la prueba TTR en la OT indica un valor medido de 55.2. ¿Es correcta esta medición? (Relación = Vp / Vs)**

**5. ¿Cuál es la primera y más importante acción de seguridad que debe realizar antes de iniciar cualquier inspección física a un transformador que ha estado en servicio?**

**6. ¿Cuál es el documento final que formaliza la aprobación de un mantenimiento y autoriza la puesta en servicio del equipo?**

**INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN # 1**

**RESPUESTA AL CUESTIONARIO**

**1. ¿Cuál es el propósito principal de contrastar la Orden de Trabajo con la inspección física del transformador?**
**R/:** El propósito es verificar que las tareas documentadas en el papel realmente se ejecutaron correctamente en el equipo. Asegura la coherencia entre el registro y la realidad, garantizando la trazabilidad y la calidad del mantenimiento.

**2. Mencione tres puntos críticos a revisar durante una inspección visual post-mantenimiento a un transformador.**
**R/:** 1) El estado y limpieza de los bushings (aisladores), ya que la contaminación puede causar fallas. 2) La ausencia de fugas de aceite, especialmente en juntas y válvulas. 3) El correcto apriete y estado de la conexión de puesta a tierra del tanque.

**3. Si en la OT de un transformador de 13.200V / 220V se reporta un valor de resistencia de aislamiento de 5 MΩ entre el devanado primario y tierra, ¿consideraría este valor aceptable? Justifique su respuesta.**
**R/:** No, no se consideraría aceptable. Es un valor extremadamente bajo para un equipo de media tensión. Un aislamiento saludable en un transformador de 13.2 kV debería arrojar valores de cientos o miles de Megaohmios (MΩ). Un valor de 5 MΩ indica una falla grave en el aislamiento (probablemente por humedad, contaminación o deterioro severo) y el equipo presenta un alto riesgo de falla si se energiza.

**4. La placa de un transformador indica una relación de 13.200V / 240V. El reporte de la prueba TTR en la OT indica un valor medido de 55.2. ¿Es correcta esta medición? (Relación = Vp / Vs)**
**R/:** Sí, la medición es correcta.

- Cálculo teórico: Relación = 13.200 V / 240 V = 55.0
- El valor medido es 55.2. La desviación es: ((55.2 - 55.0) / 55.0) * 100 = 0.36%.
- Como 0.36% es menor que la desviación máxima permitida del 0.5%, el resultado es aceptable.

**5. ¿Cuál es la primera y más importante acción de seguridad que debe realizar antes de iniciar cualquier inspección física a un transformador que ha estado en servicio?**
**R/:** La primera y más importante acción es **verificar la ausencia total de tensión** en todos sus terminales (alta y baja tensión) utilizando un detector de tensión adecuado y certificado, siguiendo siempre las 5 Reglas de Oro de la seguridad eléctrica.

**6. ¿Cuál es el documento final que formaliza la aprobación de un mantenimiento y autoriza la puesta en servicio del equipo?**
**R/:** El **Informe de Conformidad** o el **Acta de Liberación de Equipo**, que se emite después de que la lista de chequeo de verificación ha sido completada y todos los puntos han sido aprobados.

**INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN # 1**

**Nombre Aprendiz:** **Programa de formación:** **Fecha:**

**Tiempo de duración: 1 hora**

**Estimado aprendiz a continuación encontraras una serie de preguntas acerca de los temas desarrollados en el ambiente de formación, Transformadores eléctricos.**

**Preguntas selección múltiple te invito a reflexionar y analizar adecuadamente tu respuesta.**

1. **Un transformador elevador tiene:**

   a) Más vueltas en el devanado primario que en el secundario
   b) Menos vueltas en el devanado primario que en el secundario
   c) El mismo número de vueltas en ambos devanados
   d) No tiene devanados

2. **¿Qué es la relación de transformación (a) de un transformador?**

   a) La relación entre la corriente del primario y la corriente del secundario.
   b) La relación entre el número de espiras del primario y el número de espiras del secundario.
   c) La relación entre la potencia del primario y la potencia del secundario.
   d) La relación entre la resistencia del primario y la resistencia del secundario.

3. **Si un transformador elevador tiene una relación de transformación de 1:10, ¿qué significa esto?**
   a) La tensión del secundario es 10 veces menor que la del primario.
   b) El número de espiras del primario es 10 veces mayor que el del secundario.
   c) La tensión del secundario es 10 veces mayor que la del primario.
   d) La corriente del secundario es 10 veces mayor que la del primario.

4. **¿Cuál de las siguientes afirmaciones es CORRECTA sobre la relación de transformación y las corrientes?**
   a) La relación de transformación es directamente proporcional a la relación de corrientes (Ip/Is).
   b) La relación de transformación es inversamente proporcional a la relación de corrientes (Ip/Is).
   c) La relación de transformación no tiene relación con las corrientes.
   d) La relación de transformación es igual a la relación de corrientes (Ip/Is).

**Preguntas abiertas: a continuación, encontraras preguntas del tipo abiertas te invito a reflexionar y analizar adecuadamente tu respuesta.**

5. **Explica en tus propias palabras qué representa la relación de transformación y por qué es un parámetro fundamental en el diseño y operación de transformadores.**

6. **Describe cómo se puede determinar experimentalmente la relación de transformación de un transformador. ¿Qué instrumentos de medida se necesitarían y qué precauciones se deben tomar?**

**INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN # 1**

**Preguntas problemas de calculo**

7. **Un transformador elevador tiene una relación de transformación de 1:5. Si el primario está conectado a una fuente de 48V y consume una potencia de 120W, calcula:**
   a) La tensión en el secundario (Vs).
   b) La corriente en el primario (Ip).
   c) La corriente en el secundario (Is).

8. **Un transformador monofásico tiene 700 espiras en el devanado primario y 100 espiras en el devanado secundario. Si se le aplica una tensión de 125V al primario, calcula:**
   a) La relación de transformación (a).
   b) La tensión en el secundario (Vs).
   c) Si la corriente en el secundario es de 12A, ¿cuál es la corriente en el primario (Ip), asumiendo un transformador ideal?
   d) calcular el calibre de las bobina primaria y secundaria

9. **Un transformador reductor se utiliza para convertir 13200v a 120V. Si el devanado secundario tiene 180 espiras, calcula:**
   a) La relación de transformación (a).
   b) El número de espiras en el devanado primario (Np).
   c) Si el transformador tiene una potencia nominal de 37.5 kVA, calcula las corrientes nominales en el primario y el secundario.

10. **Se mide la corriente en el primario de un transformador ideal y resulta ser de 3A. La corriente en el secundario es de 200A. Si el número de espiras en el primario es de 1200, ¿cuál es el número de espiras en el secundario?**

# Calculo transformador eléctrico

Calcular un transformador con las siguientes especificaciones:

Voltaje primario de 127 Voltios

Voltaje Secundario con dos salidas de 35 Voltios y 6 amperios con Tap central.

**1. Cálculo de la Potencia del Transformador (P)**

Primero, necesitamos determinar la potencia que manejará el transformador. Esto se basa en el voltaje y la corriente del devanado secundario.

- **Voltaje secundario total (Vs):** Como tienes dos salidas de 35V con una toma central (35V - 0V - 35V), el voltaje total del secundario es la suma de ambos, es decir, 70V.
- **Corriente del secundario (Is):** La corriente que necesitas es de 6 amperios.
- **Potencia (P):** La potencia aparente (en Volt-Amperes, VA) se calcula multiplicando el voltaje total del secundario por la corriente.

**P = Vs X Is =** 70V X 6A = 420 VA

Para los cálculos, es una buena práctica añadir un 10% extra para compensar las pérdidas de energía en el transformador.

**Potencia de Diseño (Pd) =** 420 VA X 1.10 = 462 VA

Usaremos este valor de potencia para los siguientes cálculos.

**2. Cálculo del Tamaño del Núcleo (Sección del Núcleo)**

El tamaño del núcleo de hierro es crucial y está directamente relacionado con la potencia que puede manejar el transformador. La sección transversal del núcleo (Sc) se puede calcular con la siguiente fórmula:

$$\mathbf{Sc\ (en\ cm^2) = \sqrt{Pd}}$$

Donde Pd es la potencia de diseño.

$$Sc = \sqrt{462} \approx 21.49\ cm^2$$

Puedes redondear este valor a 21.5 $cm^2$. Esta sección del núcleo es el área de la parte central del núcleo de láminas de hierro-silicio.

**3. Cálculo de la Cantidad de Vueltas por Voltio (N/V)**

Una vez que tenemos la sección del núcleo, podemos determinar cuántas vueltas de alambre se necesitan por cada voltio. Para esto, se utiliza una constante que depende de la calidad del núcleo de hierro y la frecuencia de la red eléctrica (generalmente 50 o 60 Hz). Una constante comúnmente utilizada para cálculos prácticos es 42.

$$\text{Vueltas por Voltio (N/V)} = 42 / Sc$$

$$N/V = 42 / 21.5 \approx 1.95 \text{ vueltas/voltio}$$

Esto significa que necesitarás aproximadamente 1.95 vueltas de alambre por cada voltio que desees en tus bobinas.

**4. Cálculo de la Cantidad de Vueltas de las Bobinas**

Ahora podemos calcular el número de vueltas para el devanado primario y secundario.

**a) Devanado Primario (Np)**

Se multiplica el número de vueltas por voltio por el voltaje del primario.

$$Np = (N/V) * Vp = 1.95 * 127V \approx 248 \text{ vueltas}$$

Es una buena práctica agregar un 3-5% de vueltas adicionales al primario para compensar caídas de tensión por la carga.

$$Np_ajustado = 248 * 1.03 \approx 255 \text{ vueltas}$$

Por lo tanto, el devanado primario tendrá **255 vueltas**.

**b) Devanado Secundario (Ns)**

El devanado secundario tiene dos bobinas de 35V cada una. El cálculo se hace para cada una de estas secciones.

$$Ns \text{ (por sección)} = (N/V) * Vs_sección = 1.95 * 35V \approx 68.25 \text{ vueltas}$$

Puedes redondear a **68 o 69 vueltas** para cada sección de 35V. Así, desde un extremo hasta la toma central tendrás 69 vueltas, y desde la toma central hasta el otro extremo, otras 69 vueltas.

**5. Determinación de la Cantidad de Hierro**

La "cantidad de hierro" se refiere al tamaño y peso del núcleo. Ya hemos calculado la sección del núcleo (Sc ≈ 21.5 $cm^2$). El núcleo está formado por láminas de hierro en forma de 'E' y 'I'.[3]

La sección del núcleo (Sc) es el producto de la anchura de la lengüeta central de la 'E' (lado 'a') por la altura del apilamiento de las láminas (lado 'b').

$$Sc = a * b$$

Para determinar la cantidad de hierro, debes:

1. **Elegir un tamaño de laminación estándar:** Existen tablas de fabricantes que te proporcionan las dimensiones de las láminas. Por ejemplo, podrías buscar una lámina cuya lengüeta central (lado 'a') sea de una medida conveniente.
2. **Calcular la altura del apilamiento (b):** Una vez que eliges la lámina y conoces el lado 'a', puedes calcular 'b'.

$$b = Sc / a$$

3. **Calcular el peso:** Con las dimensiones del núcleo, puedes calcular su volumen y, con la densidad del hierro-silicio (aproximadamente 7.65 g/cm³), puedes estimar el peso total del hierro necesario. Los catálogos de los fabricantes de laminaciones suelen proporcionar el peso por centímetro de apilamiento para cada tipo de lámina, lo que simplifica este cálculo.

**Consideración Adicional: Calibre de los Conductores**

Aunque no lo preguntaste directamente, es fundamental seleccionar el calibre (grosor) adecuado del alambre para cada devanado para que pueda manejar la corriente sin sobrecalentarse.

- **Corriente del secundario (Is):** Ya sabemos que es de **6 Amperios**.
- **Corriente del primario (Ip):** Se calcula a partir de la potencia y el voltaje del primario.

$$Ip = P_d / Vp = 462 \text{ VA} / 127 \text{ V} \approx 3.64 \text{ Amperios}$$

Con estos valores de corriente, puedes consultar una tabla de calibres de alambre (AWG) para seleccionar el más adecuado.[4] Para 6A en el secundario, necesitarías un calibre más grueso que para los 3.64A del primario. Se recomienda un calibre que soporte un poco más de la corriente calculada para evitar el sobrecalentamiento.

**Tabla de Calibres AWG para Bobinado de Transformadores (1 a 20 Amperios)**

| Capacidad de Corriente Requerida (Amperios) | Calibre (AWG) Recomendado | Diámetro (mm) | Área (mm²) | Capacidad Máxima Aproximada (A)* |
|---|---|---|---|---|
| **1.0 A** | 22 | 0.644 | 0.326 | 1.2 A |
| **1.6 A** | 21 | 0.723 | 0.411 | 1.6 A |
| **2.0 A** | 20 | 0.812 | 0.518 | 2.0 A |
| **2.5 A** | 19 | 0.912 | 0.653 | 2.6 A |
| **3.2 A** | 18 | 1.024 | 0.823 | 3.2 A |
| **4.0 A** | 17 | 1.150 | 1.04 | 4.1 A |
| **5.0 A** | 16 | 1.291 | 1.31 | 5.2 A |
| **6.0 A** | **15** | **1.450** | **1.65** | **6.6 A** |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **7.0 A - 8.0 A** | 14 | 1.628 | 2.08 | 8.3 A |
| **9.0 A - 10.0 A** | 13 | 1.828 | 2.63 | 10.5 A |
| **11.0 A - 13.0 A** | 12 | 2.053 | 3.31 | 13.2 A |
| **14.0 A - 16.0 A** | 11 | 2.305 | 4.17 | 16.6 A |
| **17.0 A - 20.0 A** | 10 | 2.588 | 5.26 | 21.0 A |

**¿Cómo Usar la Tabla?**

1. **Calcula la Corriente:** Determina la corriente máxima que circulará por tu bobina (primaria o secundaria).
    - Corriente Primaria (Ip) = Potencia (VA) / Voltaje Primario (VP)
    - Corriente Secundaria (Is) = Potencia (VA) / Voltaje Secundario (Vs)
2. **Busca en la Tabla:** Localiza tu valor de corriente en la primera columna ("Capacidad de Corriente Requerida").
3. **Selecciona el Calibre:** La segunda columna te dará el calibre AWG recomendado. Siempre es mejor redondear hacia arriba (elegir el calibre que soporte un poco más de corriente) para tener un margen de seguridad.

**Ejemplo aplicado a tu transformador:**

- **Corriente Primaria: 3.64 A.** En la tabla, este valor cae entre 3.2 A y 4.0 A. Para estar seguro, seleccionas el calibre que soporta 4.1 A, que es el **AWG 17**.
- **Corriente Secundaria: 6 A.** Buscas 6 A en la primera columna. La fila correspondiente indica que necesitas un **AWG 15**, que soporta hasta 6.6 A.

Recuerda siempre utilizar **alambre magneto (cobre esmaltado)** para este tipo de proyectos. El esmalte es el aislante que evita cortocircuitos entre las vueltas.

1. **Tabla de Potencia vs. Sección del Núcleo:** Para calcular rápidamente qué tan grande debe ser el área central de tu núcleo.
2. **Tabla de Laminaciones Estándar (EI):** Para encontrar un tamaño de hierro comercial que corresponda con la sección que calculaste.

**Parte 1: Tabla de Potencia vs. Sección del Núcleo (Sc)**

La sección del núcleo (el área de la columna central del núcleo por donde pasa el bobinado) se calcula en función de la potencia del transformador. La fórmula más común y práctica es:

**Sección del Núcleo (Sc) en cm² = √(Potencia en VA)**

Esta tabla te da los valores ya calculados para un rango amplio de potencias.

| Potencia (VA) | Sección del Núcleo (Sc) Requerida (cm²) |
|---|---|
| 10 VA | 3.2 cm² |
| 20 VA | 4.5 cm² |
| 30 VA | 5.5 cm² |
| 50 VA | 7.1 cm² |
| 75 VA | 8.7 cm² |
| 100 VA | 10.0 cm² |
| 150 VA | 12.2 cm² |
| 200 VA | 14.1 cm² |
| 250 VA | 15.8 cm² |
| 300 VA | 17.3 cm² |
| 400 VA | 20.0 cm² |
| **462 VA** | **21.5 cm²** |
| 500 VA | 22.4 cm² |
| 600 VA | 24.5 cm² |
| 750 VA | 27.4 cm² |
| 1000 VA | 31.6 cm² |

**Para tu transformador de 462 VA, necesitas una sección de núcleo de aproximadamente 21.5 cm².**

**Parte 2: Tabla de Laminaciones Estándar (EI) y Selección del Hierro**

Ahora que sabes que necesitas un núcleo de **21.5 cm²**, debes encontrar un tamaño de lámina de hierro (conocidas como "chapas" o "láminas EI") que te permita conseguir esa área.

La sección del núcleo (Sc) se obtiene multiplicando el ancho de la lengüeta central de la lámina "E" (medida **A**) por la altura del apilamiento de las chapas (medida **B**).

**Sc = A x B**

Aquí tienes una tabla con medidas de láminas EI estándar y cómo puedes combinarlas para obtener la sección que necesitas.

| Tipo de Lámina (Estándar) | Medida "A" (Lengüeta Central) | Área de la Ventana (cm²) |
|---|---|---|
| EI-375 (3/8") | 0.95 cm | 1.13 cm² |
| EI-50 (1/2") | 1.27 cm | 2.02 cm² |
| EI-625 (5/8") | 1.58 cm | 3.14 cm² |
| EI-75 (3/4") | 1.90 cm | 4.51 cm² |
| EI-87 (7/8") | 2.22 cm | 6.13 cm² |
| EI-100 (1") | 2.54 cm | 7.99 cm² |
| EI-120 (1 3/16") | 3.00 cm | 11.25 cm² |
| EI-125 (1 1/4") | 3.17 cm | 12.58 cm² |
| EI-138 (1 3/8") | 3.49 cm | 15.11 cm² |
| EI-150 (1 1/2") | **3.81 cm** | **18.17 cm²** |
| EI-175 (1 3/4") | 4.44 cm | 24.74 cm² |
| EI-200 (2") | 5.08 cm | 32.26 cm² |

**El área de la ventana es importante porque es el espacio donde debe caber todo tu alambre de cobre (primario y secundario).*

**¿Cómo seleccionar el hierro para tu proyecto (Sc = 21.5 cm²)?**

Tu objetivo es encontrar una combinación de "A" y "B" que dé como resultado 21.5 cm².

**Opción 1: Usar una lámina EI-150 (la más común para esta potencia)**

- La medida de su lengüeta central (**A**) es de **3.81 cm**.
- Ahora calculamos la altura del apilamiento (**B**) que necesitas:
    - B = Sc / A = 21.5 cm² / 3.81 cm = **5.64 cm**

**Conclusión Opción 1:**
Debes comprar láminas **EI-150** y apilarlas hasta alcanzar una altura de **5.6 cm** (puedes redondear a 5.5 cm o 5.7 cm según las láminas que tengas). Esta es una excelente opción porque el núcleo es casi cuadrado (3.81 cm x 5.6 cm), lo cual es ideal para la eficiencia.

**Opción 2: Usar una lámina más ancha, por ejemplo, EI-175**

- La medida de su lengüeta central (**A**) es de **4.44 cm**.
- Calculamos la altura del apilamiento (**B**):
    - B = Sc / A = 21.5 cm² / 4.44 cm = **4.84 cm**

**Conclusión Opción 2:**
Puedes usar láminas **EI-175** y apilarlas hasta una altura de **4.8 cm**. Esto te daría un núcleo más "chato" y ancho.

**Recomendación Final:**

La **Opción 1 con láminas EI-150** es la más balanceada y comúnmente utilizada para un transformador de ~450-500 VA. Es más fácil encontrar carretes (armazones plásticos) para esta medida de núcleo.

**Resumen para tu compra:**

- **Tipo de Hierro:** Láminas de Hierro al Silicio, tipo **EI-150**.
- **Cantidad:** Suficientes para un apilado de **5.6 cm** de altura.

**GUÍA DE APRENDIZAJE (Formato GFPI-F-135 V04)**

**1. IDENTIFICACIÓN DE LA GUÍA DE APRENDIZAJE**

- **Denominación del Programa de Formación:** Tecnólogo en Electricidad Industrial.
- **Código del Programa de Formación:** 821222.
- **Nombre del Proyecto Formativo:** Gestión del Mantenimiento Predictivo y Correctivo en Sistemas de Distribución Eléctrica de Media Tensión.
- **Fase del Proyecto:** Planeación y Ejecución.
- **Actividad de Proyecto:** Planificar y programar los recursos (personal, tiempo, repuestos y procedimientos) para una intervención de mantenimiento a un transformador, asegurando el cumplimiento de los protocolos del fabricante.
- **Competencia:** 280101087 - Ejecutar el mantenimiento de transformadores eléctricos serie 15 kV hasta 500 kVA según normatividad vigente.
- **Resultado de Aprendizaje (RA):**

Administrar las intervenciones en el mantenimiento de los transformadores eléctricos cumpliendo con los protocolos del fabricante.

- **Duración de la Guía:** 48 Horas.

**2. PRESENTACIÓN**

Estimado Aprendiz,

Un mantenimiento exitoso no empieza con la herramienta en la mano, sino con un plan bien estructurado. La administración de una intervención es el proceso cerebral detrás de la acción física; es donde se define el qué, quién, cuándo y cómo de un trabajo para garantizar que se realice de manera eficiente, segura y, crucialmente, siguiendo las especificaciones de quienes mejor conocen el equipo: sus fabricantes.

En esta guía, usted asumirá el rol de un planificador de mantenimiento. Aprenderá a interpretar manuales técnicos, a desglosar una intervención en tareas específicas, a asignar recursos y a crear la documentación necesaria para que el equipo técnico en campo ejecute el trabajo sin contratiempos y con la máxima calidad. Esta competencia es la que diferencia a un técnico de un gestor técnico.

**3. FORMULACIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE**

- **Actividad de Aprendizaje AA2: Planificación y Programación de un Mantenimiento Preventivo.**

**Descripción:** A partir de un escenario donde se debe programar el mantenimiento preventivo anual para un transformador de distribución específico (usando el del taller), y con acceso al **manual técnico del fabricante** (o un extracto del mismo), usted deberá:

1. **Consultar el Protocolo del Fabricante:** Leer y analizar el capítulo de mantenimiento del manual para identificar todas las tareas, pruebas, puntos de lubricación y tipos de insumos (ej. tipo de aceite, empaques) especificados por el fabricante para la rutina anual.
2. **Elaborar un Plan de Mantenimiento:** Crear un documento que detalle paso a paso el procedimiento de la intervención. Este plan debe incluir:

**Tareas:** Lista secuencial de todas las actividades a realizar (desde los permisos de trabajo hasta la limpieza final).

**Recursos Humanos:** Definir el equipo de trabajo (ej. 2 técnicos electricistas, 1 supervisor) y las responsabilidades de cada uno.

**Recursos Materiales:** Listado detallado de herramientas, EPP, repuestos e insumos específicos (ej. "Llave de torque de 1/2"", "Filtro de sílica gel referencia XYZ", "10 litros de aceite dieléctrico tipo II").

**Tiempos Estimados:** Asignar un tiempo estimado a cada tarea principal para calcular la duración total de la intervención (Ventana de Mantenimiento).

3. **Crear la Orden de Trabajo:** Diligenciar el formato de Orden de Trabajo (OT) con toda la información de la planificación, dejándola lista para ser entregada al equipo ejecutor.

- **Ambiente Requerido:** Ambiente de formación con acceso a computadores, conexión a internet. Se proporcionará un extracto del manual técnico de un transformador y el formato de Plan de Mantenimiento y Orden de Trabajo.
- **Estrategias Didácticas Activas:** Aprendizaje Basado en Problemas, Simulación de Roles.
- **Materiales de Formación:** Consultar el **Módulo de Formación: Administración de Intervenciones de Mantenimiento**.

**Evidencias de Aprendizaje:**

**De Conocimiento:** Responder el "Cuestionario sobre Protocolos y Planificación del Mantenimiento".

**De Producto:** Entregar el "Plan de Mantenimiento" y la "Orden de Trabajo" diligenciada para la intervención.

**Instrumentos de Evaluación:**

- Cuestionario (IE-AA2-EV01-Cuestionario).
- Lista de Chequeo para Plan y OT (IE-AA2-EV01-Chequeo).

**4. ACTIVIDADES DE EVALUACIÓN**

| Evidencias de Aprendizaje | Criterios de Evaluación | Técnicas e Instrumentos de Evaluación |
|---|---|---|
| **Conocimiento:** Cuestionario resuelto. | - Interpreta la información técnica de los manuales del fabricante para definir las tareas de mantenimiento.<br>- Describe la importancia de seguir los protocolos del fabricante y los riesgos de desviarse de ellos. | **Técnica:** Formulación de preguntas.<br>**Instrumento:** Cuestionario (IE-AA2-EV01-Cuestionario). |
| **Producto:** Plan de Mantenimiento y Orden de Trabajo diligenciada. | - Estructura un plan de mantenimiento secuencial y lógico basado en el protocolo del fabricante.<br>- Asigna los recursos (humanos, materiales, tiempo) de manera coherente con las tareas a ejecutar.<br>- Diligencia la orden de trabajo con toda la información necesaria para que un tercero pueda ejecutar la intervención. | **Técnica:** Valoración de Producto.<br>**Instrumento:** Lista de Chequeo (IE-AA2-EV01-Chequeo). |

## 5. GLOSARIO DE TÉRMINOS

- **Protocolo del Fabricante:** Conjunto de instrucciones, especificaciones y procedimientos definidos por quien diseñó y construyó el equipo para su correcta operación y mantenimiento.
- **Plan de Mantenimiento:** Documento detallado que describe el alcance, los pasos, los recursos y los tiempos para una intervención específica.
- **Ventana de Mantenimiento:** Periodo de tiempo programado durante el cual un equipo se saca de servicio para ser intervenido.
- **Sílica Gel:** Agente desecante utilizado en el respirador de los transformadores para evitar que la humedad del aire entre en contacto con el aceite dieléctrico.

## 6. REFERENTES BIBLIOGRÁFICOS


- Manuales de Instalación, Operación y Mantenimiento de transformadores de distribución de diferentes fabricantes.
- Moubray, J. (1997). *Reliability-centered Maintenance*. Industrial Press Inc. (Referencia para conceptos avanzados de gestión de mantenimiento).
- IEEE Std C57.93-2007 - *IEEE Guide for Installation and Maintenance of Liquid-Immersed Power Transformers*.

**MATERIAL DE FORMACIÓN**

**Módulo: Administración de Intervenciones de Mantenimiento**

**1. La Biblia del Equipo: El Manual del Fabricante**

El manual técnico no es una sugerencia, es una instrucción. Ignorarlo es la principal causa de fallas prematuras y pérdida de garantías. Al planificar un mantenimiento, debe buscar en él:

- **Frecuencia de las Tareas:** El manual define qué se debe hacer cada 6 meses, cada año (anual), o cada 5 años.
- **Procedimientos Específicos:** Detalla cómo realizar tareas clave, como la toma de muestras de aceite, el cambio del sílica gel o el ajuste del cambiador de TAPs.
- **Especificaciones de Insumos:** Es la sección más crítica. Indica el **tipo exacto** de aceite dieléctrico, la referencia de los empaques, los valores de torque para los pernos, etc. Usar un insumo no aprobado puede dañar el equipo.
- **Diagramas y Planos:** Muestra la ubicación de los componentes, facilitando la planificación.

**2. Desglosando la Intervención: Creación del Plan de Mantenimiento**

Un buen plan convierte una tarea compleja en una serie de pasos manejables.

- **Fase 1: Preparación (Pre-Trabajo)**

**Permisología:** Gestionar el permiso de trabajo y el permiso de desenergización (libranza).

**Alistamiento de Recursos:** Asegurar que todas las herramientas, repuestos e insumos estén disponibles en sitio.

**Charla de Seguridad:** Reunir al equipo 5 minutos antes para discutir los riesgos y el procedimiento.

- **Fase 2: Ejecución**

**Desenergización y Bloqueo:** Aplicar las 5 Reglas de Oro.

**Ejecución de Tareas:** Seguir la secuencia lógica:

1. Inspección externa inicial.
2. Toma de muestra de aceite (si aplica).
3. Limpieza de bushings y tanque.
4. Revisión y ajuste de conexiones.
5. Revisión de accesorios (nivel, termómetro, sílica gel).
6. Realización de pruebas eléctricas (Megger, TTR).

**Limpieza Final:** Retirar todas las herramientas y limpiar la zona de trabajo.

- **Fase 3: Cierre**
    - **Retiro de Bloqueos:** Quitar la seguridad personal.

- **Normalización:** Coordinar la energización del equipo.
- **Diligenciamiento:** Llenar la OT con los resultados y observaciones.
- **Notificación:** Informar al centro de control o al jefe de área que el trabajo ha finalizado y el equipo está en servicio.

**3. La Asignación de Recursos: Personas, Herramientas y Tiempo**

- **Personal:** Defina roles. ¿Quién lidera (supervisor)? ¿Quién ejecuta las tareas mecánicas? ¿Quién realiza las pruebas eléctricas? Esto optimiza el tiempo.
- **Herramientas:** Sea específico. No es "un juego de llaves", es "un juego de llaves mixtas de 8mm a 19mm y un torquímetro de 20-150 Lb-pie". Esto evita retrasos.
- **Tiempo (HH - Horas-Hombre):** La estimación del tiempo es crucial.
  - **Duración de la Tarea:** ¿Cuánto tiempo toma cada paso?
  - **Horas-Hombre:** Es el número de personas multiplicado por la duración. (Ej: Una tarea de 2 horas con 2 técnicos consume 4 HH). Esto es vital para calcular costos y programar personal.

**4. La Orden de Trabajo (OT) como Herramienta de Gestión**

En este RA, usted no recibe la OT, usted la **crea**. La OT es la instrucción formal para el equipo ejecutor. Al diligenciarla, usted está "administrando" la intervención. Asegúrese de que las secciones 1, 2 y la descripción de tareas de la 3 queden perfectamente claras y detalladas, basadas en su Plan de Mantenimiento.

**Cuestionario sobre Protocolos y Planificación del Mantenimiento (IE-AA2-EV01-Cuestionario)**

**1. ¿Por qué es críticamente importante seguir los protocolos del fabricante en lugar de usar procedimientos genéricos para el mantenimiento de un transformador?**
**R/:** Porque cada fabricante tiene diseños, materiales y tolerancias específicas. Usar un procedimiento genérico puede llevar a: (a) aplicar un torque incorrecto que dañe un empaque, (b) usar un tipo de aceite incompatible que degrade el aislamiento interno, o (c) omitir la revisión de un componente específico de ese modelo. Seguir el protocolo del fabricante asegura la confiabilidad, el rendimiento para el cual fue diseñado y la validez de la garantía.

**2. ¿Qué es una "Ventana de Mantenimiento" y por qué es un factor clave en la planificación?**
**R/:** Es el período de tiempo total acordado y programado durante el cual el transformador estará fuera de servicio. Es un factor clave porque obliga al planificador a estimar con precisión la duración de todas las tareas, para asegurar que el trabajo se complete dentro de ese tiempo y minimizar el impacto en la producción o en el servicio a los clientes que dependen de ese transformador.

**3. Al planificar una intervención, ¿qué información buscaría en el manual técnico para seleccionar el aceite dieléctrico de reemplazo?**

**R/:** Buscaría la sección de "Especificaciones Técnicas" o "Mantenimiento". Específicamente, necesito encontrar el **tipo de aceite** (ej. Tipo I o Tipo II, mineral o vegetal) y la **norma técnica** que debe cumplir (ej. ASTM D3487). Usar un aceite incorrecto es una de las fallas más graves que se pueden cometer.

**4. ¿Cuál es la diferencia entre un "recurso" y una "tarea" en un Plan de Mantenimiento?**
**R/:** Una **tarea** es una acción o un paso a ejecutar (ej. "Limpiar los bushings"). Un **recurso** es lo que se necesita para ejecutar esa tarea (ej. "Paños dieléctricos", "un técnico electricista", "30 minutos"). El plan organiza los recursos para cumplir con las tareas.

**5. Usted debe programar el cambio de empaques de un transformador. ¿Qué tres piezas clave de información del equipo necesita para asegurarse de comprar los repuestos correctos?**
**R/:** Necesito:

1. **Marca y Modelo** del transformador.
2. **Número de Serie** del equipo.
3. **Planos del fabricante** o el manual que detalle el número de parte específico de los empaques.

**6. ¿Qué significa "administrar una intervención"? Mencione al menos tres actividades que esto implica.**
**R/:** Administrar una intervención significa planificar, organizar, dirigir y controlar todos los aspectos de un trabajo de mantenimiento. Implica:

1. **Planificar:** Definir el alcance, los pasos y los procedimientos a seguir.
2. **Organizar:** Asignar y asegurar la disponibilidad de todos los recursos (personal, herramientas, repuestos, tiempo).

3. **Dirigir/Documentar:** Crear la documentación necesaria (Plan de Mantenimiento, OT) para guiar la ejecución.

**Lista de Chequeo para Plan y OT (IE-AA2-EV01-Chequeo)**

**(Para ser diligenciada por el instructor al revisar los documentos del aprendiz)**

**Nombre del Aprendiz:** _____ **Fecha:** _____

| Ítem a Verificar | CUMPLE | NO CUMPLE | OBSERVACIONES |
|---|---|---|---|
| **A. PLAN DE MANTENIMIENTO (PRODUCTO)** | | | |
| 1. El plan se basa claramente en las tareas extraídas del manual del fabricante. | | | |
| 2. Describe una secuencia lógica de pasos (preparación, ejecución, cierre). | | | |
| 3. Define un equipo de trabajo adecuado para la intervención. | | | |
| 4. El listado de herramientas y EPP es específico y completo para las tareas. | | | |
| 5. El listado de insumos y repuestos es específico (menciona tipo/referencia) según protocolo. | | | |
| 6. La estimación de tiempos (ventana de mantenimiento) es realista. | | | |
| **B. ORDEN DE TRABAJO (PRODUCTO)** | | | |
| 7. La OT está correctamente diligenciada con los datos del equipo y del trabajo a realizar. | | | |
| 8. La descripción de las tareas en la OT es un resumen claro y accionable del plan de mantenimiento. | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 9. Se especifican las pruebas eléctricas a realizar como parte del protocolo. | | | |
| 10. Los campos de la OT están listos para que el técnico ejecutor pueda registrar la información en campo. | | | |
| **C. PRESENTACIÓN GENERAL** | | | |
| 11. Ambos documentos son claros, están bien organizados y presentados de forma profesional. | | | |

**Resultado:** APROBADO / NO APROBADO

**Firma Instructor:** _____

**PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ANUAL**

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Documento N°:** | **PM-PLAN-TR-SUB-04-2024** | **Versión:** | **1.0** |
| **Equipo a Intervenir:** | Transformador de Distribución TR-SUB-04 | **Fecha de Elaboración:** | 14/Mayo/2024 |
| **Ubicación:** | Subestación Patio - Circuito 3 | **Elaborado por:** | |
| **Tipo de Mantenimiento:** | Preventivo Anual, según protocolo del fabricante Magnetrón S.A. (Manual TR-D-150, Sec. 5.2) | | |

**1. ALCANCE DEL TRABAJO**

Ejecutar el mantenimiento preventivo anual al transformador de distribución TR-SUB-04 de 150 kVA, con el fin de asegurar su confiabilidad operativa, verificar el estado de sus componentes y corregir posibles anomalías incipientes, siguiendo estrictamente los protocolos definidos por el fabricante.

**2. RIESGOS Y MEDIDAS DE CONTROL**

| Riesgo Identificado | Medida de Control Preventiva | EPP Requerido |
|---|---|---|
| **Contacto Eléctrico Directo/Indirecto** | Aplicación rigurosa de las 5 Reglas de Oro. Verificación de ausencia de tensión con detector certificado. Delimitación y señalización del área. | Casco con barbuquejo, guantes dieléctricos Clase 2 + guantes de vaqueta, botas dieléctricas, ropa de protección contra arco eléctrico (Categoría 2). |
| **Caídas a diferente nivel** | Uso de escaleras dieléctricas en buen estado y aseguradas. Prohibido subir al tanque del transformador. | Arnés de seguridad y eslinga de posicionamiento si se trabaja cerca de bordes desprotegidos. |
| **Contacto con Aceite Dieléctrico** | Uso de guantes de nitrilo para manipulación de muestras o limpieza de pequeños derrames. Disponer de kit anti-derrames en el sitio. | Guantes de nitrilo, gafas de seguridad. |

| | | |
|---|---|---|
| **Atrapamiento / Golpes** | Mantener el área de trabajo ordenada. Comunicación constante entre los miembros del equipo. Inspección previa de herramientas manuales. | Guantes de vaqueta, botas de seguridad. |

**3. RECURSOS NECESARIOS**

- **3.1. Personal Requerido (Equipo de Trabajo):**

**1 Supervisor/Líder de Maniobra:** Responsable de los permisos, la seguridad y la verificación final.

**2 Técnicos Electricistas:** Responsables de la ejecución de las tareas mecánicas y eléctricas.

- **3.2. Herramientas y Equipos:**

| Categoría | Ítem | Cantidad |
|---|---|---|
| **Herramienta Manual** | Juego de llaves mixtas (8mm a 19mm) | 1 juego |
| | Juego de copas y ratchet de 1/2" | 1 juego |
| | Torquímetro de 1/2"\| (rango 20-150 Lb-pie) | 1 unidad |
| | Destornilladores de pala y estrella aislados | 1 juego |
| | Alicates y pinzas aisladas | 1 juego |
| **Equipos de Medición** | Detector de Tensión de Media Tensión (Pértiga) | 1 unidad |
| | Megóhmetro digital 5 kV | 1 unidad |
| | Medidor de Relación de Transformación (TTR) | 1 unidad |
| | Multímetro Categoría IV | 1 unidad |
| **Equipos de Seguridad** | Kit de bloqueo y etiquetado (candados y tarjetas) | 1 kit |
| | Kit de puesta a tierra temporal para 15 kV | 1 kit |
| | Escalera dieléctrica extensible | 1 unidad |
| | Kit ambiental para control de derrames | 1 unidad |

**3.3. Insumos y Repuestos:**

| Ítem | Descripción | Referencia / Especificación | Cantidad |
|---|---|---|---|
| 1 | Limpiador Dieléctrico en Spray | No conductor, alta evaporación | 1 lata |
| 2 | Paños absorbentes industriales | libres de pelusa | 10 unidades |
| 3 | Kit de toma de muestra de aceite | Jeringa de vidrio 50cc + manguera | 1 kit |
| 4 | Grasa conductora para terminales | Base de cobre/zinc | 1 tarro pequeño |
| 5 | Marcadores industriales y etiquetas | para rotular | 3 dif colores |

**4. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN (PASO A PASO)**

**Tiempo Total Estimado de Intervención (Ventana de Mantenimiento): 3.5 horas**

| Paso | Tarea | Responsable | Tiempo Est. (min) | Punto de Verificación / Observación |
|---|---|---|---|---|
| **FASE I: PREPARACIÓN (30 min)** | | | | |
| 1.1 | Diligenciar Permiso de Trabajo y Análisis de Riesgos (AR). | Supervisor | 10 | Firmas completas antes de iniciar. |
| 1.2 | Realizar Charla de Seguridad de 5 minutos en sitio. | Supervisor | 5 | Todo el personal debe participar y firmar asistencia. |
| 1.3 | Inspeccionar y alistar todas las herramientas, EPP e insumos. | Técnicos | 15 | Asegurar que los equipos de prueba tengan certificado de calibración vigente. |
| **FASE II: EJECUCIÓN (150 min)** | | | | |
| 2.1 | **APLICAR LAS 5 REGLAS DE ORO** (Corte, Bloqueo, Verificación, Puesta a Tierra, Señalización). | Todos | 30 | El supervisor debe verificar cada paso. **Punto crítico de seguridad**. |
| 2.2 | Realizar inspección visual inicial (buscar fugas, daños evidentes). | Técnico 1 | 10 | Registrar hallazgos en la OT. |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 2.3 | Limpiar con limpiador dieléctrico todos los bushings de AT y BT. | Técnico 2 | 20 | Los aisladores deben quedar completamente limpios y secos. |
| 2.4 | Limpiar tanque y radiadores con paños. | Técnico 1 | 15 | Retirar polvo y cualquier contaminación. |
| 2.5 | Verificar apriete de todas las conexiones empernadas en AT y BT con torquímetro. Aplicar grasa conductora. | Técnico 2 | 20 | Usar torque especificado en manual (Ej: 55 Lb-pie para terminales de BT). |
| 2.6 | Verificar conexión a tierra del tanque. Ajustar si es necesario. | Técnico 1 | 5 | Conexión debe ser firme y sin corrosión. |
| 2.7 | Realizar prueba de Resistencia de Aislamiento. | Técnico 2 | 20 | Registrar los 3 valores (AT vs BT+GND, BT vs AT+GND, AT vs BT) en la OT. |
| 2.8 | Realizar prueba de Relación de Transformación (TTR). | Técnico 1 | 30 | Registrar los valores para las 3 fases y calcular la desviación. |
| **FASE III: CIERRE Y NORMALIZACIÓN (30 min)** | | | | |
| 3.1 | Retirar todas las herramientas y | Todos | 10 | No debe quedar ningún objeto |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | limpiar el área de trabajo. | | | extraño sobre o cerca del equipo. |
| 3.2 | Retirar puestas a tierra temporales, bloqueos y señalización. | Supervisor | 10 | Seguir secuencia inversa de las Reglas de Oro. |
| 3.3 | Coordinar con Centro de Control la energización del equipo. | Supervisor | 5 | Esperar confirmación de normalización exitosa. |
| 3.4 | Diligenciar y firmar la Orden de Trabajo con todos los resultados. | Supervisor | 5 | Asegurar que toda la información es correcta y legible. |

**5. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN**

El mantenimiento se considerará exitoso y el equipo podrá ser liberado para servicio si se cumplen **TODAS** las siguientes condiciones:

- Todas las tareas del plan fueron ejecutadas.
- No se detectaron fugas de aceite ni daños físicos en los componentes.
- Las conexiones eléctricas quedaron firmes y con el torque adecuado.
- El valor de Resistencia de Aislamiento es superior a 1000 MΩ en todas las mediciones.
- La desviación en la prueba TTR es inferior al ±0.5% en todas las fases.

**6. DOCUMENTACIÓN A GENERAR**

1. **Orden de Trabajo (MTTO-TR-2024-051)** completamente diligenciada y firmada.
2. **Registro Fotográfico** del antes, durante (tareas clave) y después del mantenimiento.

Este plan detallado le da al aprendiz una visión completa de lo que implica "administrar" la intervención, desde la seguridad y los recursos hasta el procedimiento paso a paso y los criterios para dar por terminado el trabajo.

**GUÍA DE APRENDIZAJE (Formato GFPI-F-135 V04)**

**1. IDENTIFICACIÓN DE LA GUÍA DE APRENDIZAJE**

- **Denominación del Programa de Formación:** Tecnólogo en Electricidad Industrial.
- **Código del Programa de Formación:** 821222.
- **Nombre del Proyecto Formativo:** Gestión del Mantenimiento Predictivo y Correctivo en Sistemas de Distribución Eléctrica de Media Tensión.
- **Fase del Proyecto:** Ejecución.
- **Actividad de Proyecto:** Ejecutar las tareas de mantenimiento preventivo a un transformador de distribución, aplicando los procedimientos técnicos seguros y registrando los hallazgos en la orden de trabajo.
- **Competencia:** 280101087 - Ejecutar el mantenimiento de transformadores eléctricos serie 15 kV hasta 500 kVA según normatividad vigente.
- **Resultado de Aprendizaje (RA):**

Realizar operaciones de mantenimiento y de gestión a transformadores eléctricos de acuerdo con la orden de trabajo.

- **Duración de la Guía:** 96 Horas.

**2. PRESENTACIÓN**

Estimado Aprendiz,

Ha llegado el momento de aplicar la teoría y la planificación en el campo. Este es el núcleo de la labor técnica: la ejecución precisa y segura de las operaciones de mantenimiento. Un transformador es un equipo robusto pero sensible; cada acción, desde la limpieza de un aislador hasta el apriete de un tornillo, tiene un impacto directo en su vida útil y en la seguridad del sistema.

En esta guía, usted asumirá el rol del **técnico ejecutor**. Aprenderá a seguir un procedimiento paso a paso, a utilizar las herramientas y equipos de medición de forma correcta, y a registrar con precisión cada hallazgo. Esta es una actividad de alta responsabilidad donde la atención al detalle, el cumplimiento de las normas de seguridad y la calidad del trabajo manual son primordiales.

**3. FORMULACIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE**

- **Actividad de Aprendizaje AA3: Ejecución Práctica de Rutinas de Mantenimiento Preventivo.**

**Descripción:** Siguiendo la **Orden de Trabajo (OT MTTO-TR-2024-051)** y el **Plan de Mantenimiento (PM-PLAN-TR-SUB-04-2024)** elaborados en las actividades anteriores, usted, como parte de un equipo técnico, deberá ejecutar las operaciones de mantenimiento en el transformador del taller. La actividad práctica se centrará en:

**Alistamiento y Seguridad:** Realizar la charla de seguridad, inspeccionar herramientas y EPP, y ejecutar el procedimiento de las **5 Reglas de Oro** en el tablero de seccionamiento que alimenta al transformador del taller.

**Operaciones de Mantenimiento Mecánico:**

- Realizar la limpieza técnica de los bushings de AT y BT utilizando limpiador dieléctrico y paños adecuados.
- Limpiar el tanque y los radiadores.
- Inspeccionar visualmente todos los empaques en busca de signos de fugas de aceite.
- Verificar el correcto apriete de las conexiones de potencia (bornes de AT y BT) utilizando un torquímetro calibrado al valor especificado.

**Operaciones de Mantenimiento Eléctrico (Pruebas):**

- Ejecutar la medición de **Resistencia de Aislamiento** con el Megóhmetro, siguiendo el protocolo de conexión para las tres mediciones (AT vs BT+T, BT vs AT+T, AT vs BT).
- Ejecutar la medición de **Relación de Transformación** con el TTR, conectando el equipo a los terminales correspondientes.

**Gestión y Registro:** Diligenciar en tiempo real la Orden de Trabajo, marcando las tareas ejecutadas, anotando los valores numéricos obtenidos en las pruebas y registrando cualquier observación o anomalía encontrada durante la intervención.

**Ambiente Requerido:** Taller de Electricidad con transformador de distribución, tablero de seccionamiento, y todo el conjunto de herramientas, EPP y equipos de medición listados en el plan de mantenimiento.

**Estrategias Didácticas Activas:** Demostración, Simulación, Práctica Guiada en Taller.

**Materiales de Formación:** Consultar el **Módulo de Formación: Ejecución de Operaciones de Mantenimiento a Transformadores**. Utilizar la OT y el Plan de Mantenimiento previamente desarrollados.

**Evidencias de Aprendizaje:**

- **De Conocimiento:** Responder el "Cuestionario sobre Procedimientos de Ejecución y Seguridad".
- **De Desempeño:** Observación directa del instructor durante la ejecución de las tareas de limpieza, ajuste y medición en el transformador.
- **De Producto:** Entregar la "Orden de Trabajo" completamente diligenciada con los resultados de la intervención práctica.

**Instrumentos de Evaluación:**

- Cuestionario (IE-AA3-EV01-Cuestionario).
- Lista de Chequeo de Desempeño y Producto (IE-AA3-EV01-Chequeo).

**4. ACTIVIDADES DE EVALUACIÓN**

| **Evidencias de Aprendizaje** | **Criterios de Evaluación** | **Técnicas e Instrumentos de Evaluación** |
|---|---|---|
| **Conocimiento:** Cuestionario resuelto. | - Describe el procedimiento correcto para la ejecución de pruebas de aislamiento y TTR.<br>- Justifica la importancia de las 5 Reglas de Oro y el uso de EPP específico para trabajos en media tensión. | **Técnica:** Formulación de preguntas. **Instrumento:** Cuestionario (IE-AA3-EV01-Cuestionario). |
| **Desempeño:** Ejecución de las tareas en el taller. | - Aplica correctamente los procedimientos de seguridad (5 Reglas de Oro).<br>- Utiliza las herramientas y equipos de medición de forma técnica y segura.<br>- Realiza las tareas de limpieza y ajuste mecánico siguiendo las buenas prácticas. | **Técnica:** Observación Directa. **Instrumento:** Lista de Chequeo (IE-AA3-EV01-Chequeo). |
| **Producto:** Orden de Trabajo diligenciada. | - Registra de forma clara, precisa y legible los valores de las mediciones y las observaciones del mantenimiento en la Orden de Trabajo. | **Técnica:** Valoración de Producto. **Instrumento:** Lista de Chequeo (IE-AA3-EV01-Chequeo). |

**5. GLOSARIO DE TÉRMINOS**

- **Torquímetro:** Herramienta que permite aplicar un par de apriete (torque) específico y controlado a un tornillo o tuerca. Esencial para asegurar conexiones eléctricas sin dañarlas.
- **Libranza (Permiso de Desenergización):** Procedimiento formal para solicitar, autorizar y ejecutar la desenergización de un equipo para poder intervenirlo de forma segura.
- **Buenas Prácticas:** Conjunto de procedimientos y técnicas que, por experiencia y consenso técnico, se consideran las más seguras y eficientes para realizar una tarea.
- **Registro:** Acción de anotar y documentar un dato, medición o evento. Es la evidencia del trabajo realizado.

**6. REFERENTES BIBLIOGRÁFICOS**


- Manuales de Instalación, Operación y Mantenimiento de transformadores de distribución.
- OSHA 29 CFR 1910.269 - *Electric Power Generation, Transmission, and Distribution*. (Norma de seguridad de referencia internacional).
- NFPA 70E - *Standard for Electrical Safety in the Workplace*.

**MATERIAL DE FORMACIÓN**

**Módulo: Ejecución de Operaciones de Mantenimiento a Transformadores**

**La Seguridad como Prioridad Absoluta: Las 5 Reglas de Oro en la Práctica**

Este no es un procedimiento teórico, es su seguro de vida.

1. **Corte Efectivo:** Identifique el interruptor o seccionador correcto. No adivine.
2. **Bloqueo y Señalización:** Use un candado personal en el interruptor. Su vida depende de que nadie más pueda re-energizar. La tarjeta debe tener su nombre, la fecha y el motivo.
3. **Verificación de Ausencia de Tensión:** ¡El paso más crítico! Use una pértiga con detector de tensión certificado para **media tensión**. Verifique en **cada una de las fases**.
4. **Puesta a Tierra Temporal:** Conecte el equipo de puesta a tierra. Primero a la malla de tierra, y luego, con la pértiga, a cada una de las fases. Esto lo protege de tensiones inducidas o energizaciones accidentales.
5. **Delimitar y Señalizar:** Use conos y cinta de peligro para evitar que personal no autorizado ingrese a su zona de trabajo.

**2. Ejecución de Tareas Mecánicas: La Precisión Importa**

- **Limpieza de Bushings:** Use paños limpios y secos, impregnados con limpiador dieléctrico. NUNCA use agua o solventes comunes. El objetivo es remover la capa de contaminación que puede conducir la electricidad.
- **Uso del Torquímetro:**
    1. Seleccione el valor de torque indicado en el manual (ej. 55 Lb-pie).
    2. Ajuste el torquímetro a ese valor.
    3. Aplique fuerza de manera suave y constante hasta que la herramienta haga "clic". Ese es el apriete exacto. No aplique más fuerza.

**3. Ejecución de Pruebas Eléctricas: Técnica y Metodología**

- **Conexión del Megóhmetro (Prueba de Aislamiento):**
    - **Medición AT vs BT+Tierra:** Conecte el terminal "LINE" del megger a uno de los bushings de Alta Tensión. Conecte el terminal "EARTH" a un bushing de Baja Tensión y también al tornillo de puesta a tierra del tanque.
    - **Medición BT vs AT+Tierra:** Invierta la conexión. "LINE" a un bushing de Baja Tensión y "EARTH" a uno de Alta Tensión y al tornillo de tierra.
    - **Medición AT vs BT:** "LINE" a un bushing de Alta Tensión y "EARTH" a uno de Baja Tensión, SIN conectar nada al tornillo de tierra del tanque.

**Importante:** Después de cada medición, ponga a tierra los terminales probados por un momento para descargar cualquier energía capacitiva almacenada.

- **Conexión del TTR (Prueba de Relación de Transformación):**

El equipo TTR tiene cables marcados como H (para el lado de High Voltage/Alta Tensión) y X (para el lado de Low Voltage/Baja Tensión).

Conecte los cables H a los bushings de alta tensión (ej. H1, H2, H3) y los cables X a los bushings de baja tensión (ej. X1, X2, X3 y X0 para el neutro).

Siga el diagrama de conexión del manual del TTR. Una conexión incorrecta arrojará un error o una lectura inválida.

**4.La Gestión en Campo: El Diligenciamiento de la OT**

La OT no se llena en la oficina al final del día, se llena en campo, durante el trabajo.

- **Marque cada tarea inmediatamente después de completarla.** Esto evita olvidos.
- **Anote el valor de la medición tan pronto lo obtenga.** No confíe en su memoria.
- **Sea descriptivo en las observaciones.** No escriba "OK". Escriba "Nivel de aceite en la mitad del visor a 25°C". No escriba "Conexión floja". Escriba "Se encontró perno de conexión en X2 con bajo torque. Se ajustó a 55 Lb-pie según especificación". Esta información es oro para el historial del equipo.

**INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN Y SU DESARROLLO**

**Cuestionario sobre Procedimientos de Ejecución y Seguridad (IE-AA3-EV01-Cuestionario)**

**1. ¿Por qué es obligatorio utilizar un detector de tensión de Media Tensión (pértiga) para verificar la ausencia de tensión, incluso si el interruptor principal está visiblemente abierto?**
**R/:** Porque un interruptor puede fallar mecánicamente y parecer abierto sin estarlo eléctricamente. Además, pueden existir retornos de energía por otros circuitos o tensiones inducidas. La única forma 100% segura de confirmar la ausencia de energía es con una medición directa en el punto de trabajo con un instrumento certificado para esa clase de tensión.

**2. ¿Qué riesgo se corre si se utiliza un trapo húmedo o sucio para limpiar un bushing de 13?2 kV?**

**R/:** Se corre un riesgo altísimo de falla del aislamiento. La humedad y la suciedad son conductoras a altos voltajes. Al limpiar con un trapo húmedo, se puede dejar una película conductora sobre la superficie del aislador que, al energizar, creará un camino para la corriente, causando una descarga disruptiva (flameo o *flashover*), lo que puede destruir el bushing y causar una falla grave del transformador.

**3. ¿Qué sucede si se aplica un torque excesivo (más del especificado) a una conexión empernada en un transformador?**

**R/:** Se puede dañar permanentemente el componente. Un torque excesivo puede estirar y deformar el perno (llevándolo más allá de su límite elástico), dañar las roscas del bushing o aplastar y destruir el empaque de sellado, creando una futura fuga de aceite.

**4. Durante una prueba de aislamiento (meggueado), usted obtiene una lectura que sube y baja constantemente y no se estabiliza. ¿Qué podría indicar este comportamiento?**

**R/:** Generalmente indica la presencia de **humedad o contaminación** en el aislamiento. La corriente de fuga no es estable porque está buscando caminos a través de partículas de agua o suciedad, lo que causa fluctuaciones en la lectura. Es una señal clara de un problema de aislamiento.

**5. ¿Cuál es el propósito de conectar el equipo de puesta a tierra temporal después de haber verificado la ausencia de tensión?**

**R/:** Es una medida de protección para el personal. Si por alguna razón imprevista el circuito se energiza accidentalmente mientras se está trabajando (ej. un error de operación remota, un rayo que cae en la línea), la puesta a tierra temporal derivará esa corriente de falla directamente a tierra, creando un cortocircuito que disparará las protecciones aguas arriba y protegerá a los técnicos de una electrocución.

**6.¿Por qué es importante registrar las observaciones detalladas (ej. "se encontró corrosión leve en el perno de tierra") en la Orden de Trabajo, aunque el problema se haya corregido?**

**R/:** Porque crea un **historial del equipo**. Si en el próximo mantenimiento se vuelve a encontrar corrosión en el mismo punto, indica un problema recurrente que puede necesitar una solución de fondo (ej. mejorar el tipo de conector, aplicar un recubrimiento protector). Sin el registro detallado, esta información se pierde y solo se corrigen síntomas en lugar de causas.

**Lista de Chequeo de Desempeño y Producto (IE-AA3-EV01-Chequeo)**

**(Para ser diligenciada por el instructor durante la práctica del aprendiz)**

**Nombre del Aprendiz: _____ Fecha: _____**

| Ítem a Verificar | CUMPLE | NO CUMPLE | OBSERVACIONES |
|---|---|---|---|
| **A. SEGURIDAD (DESEMPEÑO)** | | | |
| 1. Participa activamente en la charla de seguridad y utiliza su EPP completo en todo momento. | | | |
| 2. Ejecuta o simula correctamente la secuencia de las 5 Reglas de Oro, sin omitir pasos. | | | |
| 3. Mantiene una postura segura y ergonómica durante las tareas. | | | |
| **B. EJECUCIÓN TÉCNICA (DESEMPEÑO)** | | | |
| 4. Realiza la limpieza de los bushings de manera meticulosa y con los materiales adecuados. | | | |
| 5. Utiliza el torquímetro de forma correcta (selección de escala y aplicación de fuerza). | | | |
| 6. Conecta los equipos de medición (Megger, TTR) de forma segura y en los terminales correctos. | | | |
| 7. Opera los equipos de medición siguiendo el procedimiento técnico para obtener una lectura válida. | | | |
| 8. Demuestra cuidado y orden con las herramientas y el área de trabajo. | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **C. GESTIÓN Y REGISTRO (PRODUCTO)** | | | |
| 9. Diligencia la Orden de Trabajo a medida que avanza en las tareas. | | | |
| 10. Los valores numéricos de las pruebas están registrados de forma clara y en las unidades correctas. | | | |
| 11. Las observaciones escritas en la OT son técnicas, descriptivas y relevantes. | | | |
| 12. El documento final (OT) está completo, limpio y firmado. | | | |

**Resultado:** APROBADO / NO APROBADO

**Firma Instructor:** _____

**Ejercicios de Corrección del Factor de Potencia**

**Planteamiento del problema:**

**Una instalación industrial tiene una carga de 100 kW y opera con un factor de potencia de 0,6 en atraso. Se desea instalar un banco de capacitores para mejorar el factor de potencia a 0,95 en atraso. La instalación está conectada a una red de 480 V y 60 Hz.**

**Objetivo:**

Calcular la potencia reactiva del banco de capacitores necesario y la capacitancia de dichos capacitores.

**Resolución del Ejercicio**

A continuación, se presentan los pasos para solucionar el problema.

**Paso 1: Calcular los ángulos de potencia inicial y final.**

El factor de potencia es el coseno del ángulo (θ) entre la potencia activa y la aparente.

- **Ángulo inicial ($\theta_1$):**
    - $\cos(\theta_1) = 0,6$
    - $\theta_1 = \arccos(0,6) = 53,13°$
- **Ángulo final ($\theta_2$):**
    - $\cos(\theta_2) = 0,95$
    - $\theta_2 = \arccos(0,95) = 18,19°$

**Paso 2: Calcular la potencia reactiva inicial ($Q_1$).**

La potencia reactiva se puede encontrar utilizando la potencia activa (P) y la tangente del ángulo de potencia.

- **Fórmula: $Q_1 = Pot * \tan(\theta_1)$**
- **Cálculo:** $Q_1 = 100$ kW * $\tan(53,13°) = 133,3$ kVAR

**Paso 3: Calcular la potencia reactiva final ($Q_2$).**

Esta es la potencia reactiva que tendrá el sistema una vez que se haya mejorado el factor de potencia.

- **Fórmula:** $Q_2 = P * \tan(\theta_2)$
- **Cálculo:** $Q_2 = 100$ kW * $\tan(18,19°) = 32,86$ kVAR

**Paso 4: Calcular la potencia reactiva del banco de capacitores (Qc).**

La potencia reactiva necesaria del banco de capacitores es la diferencia entre la potencia reactiva inicial y la final.

- **Fórmula:** $Qc = Q_1 - Q_2$
- **Cálculo:** Qc = 133,3 kVAR - 32,86 kVAR = 100,44 kVAR

Este es el tamaño del banco de capacitores que se necesita para corregir el factor de potencia de 0,6 a 0,95.

**Paso 5: Calcular la capacitancia (C) del banco de capacitores.**

Para determinar la capacitancia requerida, se utiliza la siguiente fórmula.

- **Fórmula:** $C = Qc / (2 * \pi * f * V^2)$
- **Cálculo:** $C = 100,44 * 10^3$ VAR / $(2 * \pi * 60$ Hz $* (480$ V$)^2) \approx 0,001157$ Faradios

Para expresar este valor de una manera más práctica, se puede convertir a microfaradios (µF):

- **Capacitancia en µF:** 0,001157 F * 1,000,000 µF/F = 1157 µF

**Resumen de Resultados**

- **Potencia reactiva del banco de capacitores requerido:** 100,44 kVAR
- **Capacitancia necesaria:** 1157 µF

Al instalar un banco de capacitores con estas especificaciones, la instalación industrial podrá mejorar su factor de potencia de 0,6 a 0,95, lo que resulta en un uso más eficiente de la energía eléctrica y una posible reducción en los costos de facturación por parte de la compañía eléctrica.

2. **Una carga industrial tiene una potencia activa (P) de 3500 Watts (3,5 kW) y opera con un factor de potencia de 0,5 en atraso. Se desea instalar un banco de capacitores para mejorar el factor de potencia a 0,95 en atraso. Asumiremos que la instalación está conectada a una red de 480 V y 60 Hz, como en el ejemplo anterior, para poder calcular la capacitancia.**

**Objetivo:**

Calcular la potencia reactiva del banco de capacitores (Qc) necesario y la capacitancia (C) de dicho banco.

**Resolución del Ejercicio**

A continuación se detallan los pasos para solucionar el problema.

**Paso 1: Calcular los ángulos de potencia inicial y final**

El factor de potencia es el coseno del ángulo (θ) entre la potencia activa y la potencia aparente.

- **Ángulo inicial ($\theta_1$):**
    - $\cos(\theta_1) = 0,5$
    - $\theta_1 = \arccos(0,5) = 60°$
- **Ángulo final ($\theta_2$):**

- $\cos(\theta_2) = 0,95$
- $\theta_2 = \arccos(0,95) \approx 18,19°$

**Paso 2: Calcular la potencia reactiva inicial ($Q_1$)**

Esta es la potencia reactiva que consume la carga actualmente.

- **Fórmula:** $Q_1 = P * \tan(\theta_1)$
- **Cálculo:** $Q_1 = 3500 \text{ W} * \tan(60°) \approx 6062,18 \text{ VAR}$ (o 6,06 kVAR)

**Paso 3: Calcular la potencia reactiva final ($Q_2$)**

Esta será la potencia reactiva del sistema después de la corrección.

- **Fórmula:** $Q_2 = P * \tan(\theta_2)$
- **Cálculo:** $Q_2 = 3500 \text{ W} * \tan(18,19°) \approx 1149,88 \text{ VAR}$ (o 1,15 kVAR)

**Paso 4: Calcular la potencia reactiva del banco de capacitores (Qc)**

La potencia reactiva que debe suministrar el banco de capacitores es la diferencia entre la potencia reactiva inicial y la final.

- **Fórmula:** $Qc = Q_1 - Q_2$
- **Cálculo:** $Qc = 6062,18 \text{ VAR} - 1149,88 \text{ VAR} = 4912,3 \text{ VAR}$ (o 4,91 kVAR)

Este es el tamaño del banco de capacitores que se requiere para lograr la corrección deseada.

**Paso 5: Calcular la capacitancia (C) del banco de capacitores**

Para determinar el valor de la capacitancia necesaria, se utiliza la siguiente fórmula, asumiendo una tensión de 480 V y una frecuencia de 60 Hz.

- **Fórmula:** $C = Qc / (2 * \pi * f * V^2)$
- **Cálculo:** $C = 4912,3 \text{ VAR} / (2 * \pi * 60 \text{ Hz} * (480 \text{ V})^2) \approx 0,0000566$ Faradios

Para una mejor comprensión, se convierte este valor a microfaradios (µF):

- **Capacitancia en µF:** $0,0000566 \text{ F} * 1,000,000 \text{ µF/F} \approx 56,6 \text{ µF}$

**Resumen de Resultados**

- **Potencia reactiva del banco de capacitores requerido (Qc):** 4912,3 VAR o 4,91 kVAR
- **Capacitancia necesaria (C):** 56,6 µF

Al instalar un capacitor o un banco de capacitores con estas especificaciones, la carga industrial mejorará su factor de potencia de 0,5 a 0,95, lo que optimiza el consumo de energía y puede generar ahorros significativos en la factura eléctrica al reducir o eliminar las penalizaciones por bajo factor de potencia.

3. **Una carga industrial consume una potencia activa (P) de 5 kW (5000 Watts) y opera con un factor de potencia de 0,6 en atraso. Se quiere instalar un banco de capacitores para corregir el factor de potencia a 0,95 en atraso. La instalación está conectada a una red monofásica de 220 V y 60 Hz.**

**Paso 1: Calcular los ángulos de potencia inicial y final**

El factor de potencia (FP) es el coseno del ángulo (θ) entre la potencia activa y la aparente.

- **Ángulo inicial ($\theta_1$):**
    - $FP_1 = \cos(\theta_1) = 0,6$
    - $\theta_1 = \arccos(0,6) \approx 53,13°$
- **Ángulo final ($\theta_2$):**
    - $FP_2 = \cos(\theta_2) = 0,95$
    - $\theta_2 = \arccos(0,95) \approx 18,19°$

**Paso 2: Calcular la potencia reactiva inicial ($Q_1$)**

Es la potencia reactiva que la carga consume actualmente.

- **Fórmula:** $Q_1 = P * \tan(\theta_1)$
- **Cálculo:** $Q_1 = 5000\ W * \tan(53,13°) \approx 6666,67$ VAR (o 6,67 kVAR)

**Paso 3: Calcular la potencia reactiva final ($Q_2$)**

Esta será la potencia reactiva del sistema una vez corregido el factor de potencia.

- **Fórmula:** $Q_2 = P * \tan(\theta_2)$
- **Cálculo:** $Q_2 = 5000\ W * \tan(18,19°) \approx 1643,0$ VAR (o 1,64 kVAR)

**Paso 4: Calcular la potencia reactiva del banco de capacitores (Qc)**

La potencia reactiva que debe aportar el banco de capacitores es la diferencia entre la potencia reactiva inicial y la final.

- **Fórmula:** $Qc = Q_1 - Q_2$
- **Cálculo:** Qc = 6666,67 VAR - 1643,0 VAR = 5023,67 VAR (o 5,02 kVAR)

**Este es el tamaño del banco de capacitores necesario para realizar la corrección.**

**Paso 5: Calcular la capacitancia (C) del banco de capacitores**

Para encontrar el valor de la capacitancia, se utiliza la siguiente fórmula para sistemas monofásicos.

- **Fórmula:** $C = Qc / (2 * \pi * f * V^2)$
- **Cálculo:** $C = 5023,67\ VAR / (2 * \pi * 60\ Hz * (220\ V)^2) \approx 0,000275$ Faradios

Para expresar el valor de una manera más convencional, se convierte a microfaradios (µF):

- **Capacitancia en µF:** 0,000275 F * 1,000,000 µF/F ≈ 275 µF

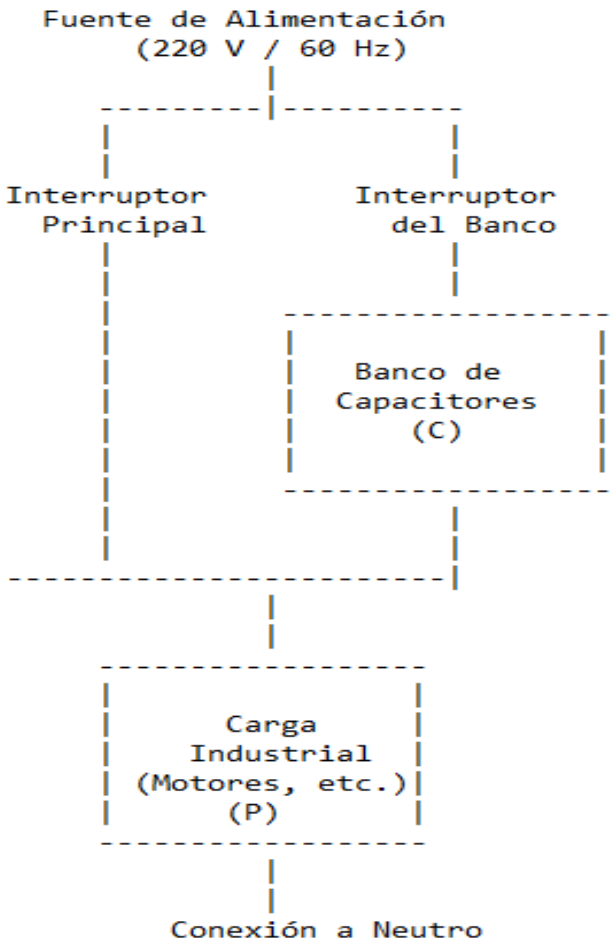
**Resumen de Resultados**

- **Potencia reactiva del banco de capacitores requerido (Qc):** 5023,67 VAR o 5,02 kVAR.
- **Capacitancia necesaria (C):** 275 µF.

**Dibujo de Conexión del Banco de Capacitores**

Para corregir el factor de potencia, el banco de capacitores se debe conectar **en paralelo** con la carga industrial. De esta manera, el capacitor suministra la potencia reactiva que la carga inductiva (motores, etc.) demanda, en lugar de que esa potencia reactiva sea suministrada por la red eléctrica.

**Esquema simplificado de la conexión:**




**Explicación del diagrama:**

- La **Fuente de Alimentación** provee la energía eléctrica.
- La **Carga Industrial** es el equipo que consume la potencia activa (P) y la potencia reactiva inicial ($Q_1$).
- El **Banco de Capacitores (C)** se conecta en paralelo a la carga. Su función es generar la potencia reactiva (Qc) necesaria para la corrección.
- Al estar en paralelo, tanto la carga como el banco de capacitores reciben el mismo voltaje (220 V) de la fuente. La corriente total que la fuente debe suministrar se reduce porque ya no tiene que entregar la mayor parte de la potencia reactiva.

**Actividad en ambiente de formación**

**Nombre aprendiz:**

**Programa de formación:**

**Ficha:**

**Actividades**

1. **¿Que indica un voltímetro de C.C al ser conectado a una red de C.A?**

   a. El valor eficaz b . Cero c. El valor Máxima d. Se quema el fusible del multímetro

2. **De todos los valores que componen una C.A Senoidal, ¿Cuál es el que se utiliza siempre en cálculos y medidas?**

   a. El valor eficaz b . El valor máximo c. El valor medio d. Ninguna de las anteriores

3. **¿Porque es interesante conocer el valor máximo de la tensión en un sistema de C.A?**
   a. Es el que se utiliza comúnmente para realizar cálculos y medidas
   b. Es el que hay que tener en cuenta para la elección de los aislantes
   c. De él depende el valor de la frecuencia
   d. Es el número de ciclos que se produce en un segundo

4. **De los componentes que a continuación se exponen ¿Cuál de ellos produce un atrazo de 90 grados a la corriente con respecto a la tensión?**

   a. Una bobina b. condensador c. Resistencia d. Diodo

5. **Las bobinas y los condensadores no consumen realmente energía eléctrica, ¿cómo se denomina la potencia eléctrica que intercambian con el generador?**

   a. Potencia activa b. potencia reactiva c. potencia aparente d. potencia disipada

6. **Cuando se conecta una resistencia a una red de C.A se produce un desfase entre la tensión y la corriente de:**

   a. 0° b. 90° c. 45° d. 120°

7. **Cuando se conecta un capacitor a una red de C.A se produce un desfase entre la tensión y la corriente de:**

   a. 0° b. 90° c. 45° d. 120°

8. **Con un voltímetro de C.A se mide una tensión de 100 V, ¿Cuál es el valor máximo de la tensión?**

9. **Calcula la frecuencia de un C.A, si su periodo es de 5 ms**

10. **Las características eléctricas de una plancha eléctrica son R: 50 Ohmios, V: 220 V, calcula la intensidad, la potencia que consume la plancha y el voltaje máximo de la red a la cual se conecta dicha carga.**

11. **Determina el valor eficaz de una tensión de 380 voltios de C.A**

12. **Calcula el periodo para una frecuencia de 60 Hz**

13. **Se conecta un condensador de 200 Uf a un generador de funciones senoidales de 100Hz y 60 V, Determina la intensidad de la corriente y la potencia reactiva, dibujar el diagrama vectorial.**

14. **Se conecta una bobina de 2 H un generador de funciones senoidales de 120Hz y 120 V, Determina la intensidad de la corriente y la potencia reactiva, dibujar el diagrama vectorial.**

15. **Se conecta una Resistencia de 500Ω un generador de funciones senoidales de 60Hz y 120 V, Determina la intensidad de la corriente y la potencia, dibujar el diagrama vectorial.**

**Ejercicio de corrección de factor de potencia paso a paso, asumiendo una fuente de alimentación trifásica de 220 V.**

**Ejercicio: Corrección del Factor de Potencia en un Sistema Trifásico**

**Objetivo:** Demostrar cómo se puede mejorar el factor de potencia de una carga inductiva trifásica utilizando un banco de condensadores.

**Materiales:**

- Fuente de alimentación trifásica de 220 V (con Neutro y Tierra).
- Unidad de Carga Inductiva (LAB-VOLT 6311-02).
- Unidad de Carga Capacitiva (DE LORENZO DL 10040C).
- Unidad de Medición Digital de Potencia Eléctrica (DE LORENZO DL 10065N).
- Cables de conexión con terminales de seguridad (tipo banana o adecuados para los equipos).

**Advertencias de Seguridad:**

- **Trabajo con alta tensión:** 220 V pueden ser peligrosos. Asegúrate de que todas las conexiones estén bien hechas antes de energizar.
- **Conexión a Tierra (PE):** Siempre conecta las tomas "PE" de todos los equipos a la tierra de seguridad de la instalación.
- **Desenergizar:** Antes de hacer o modificar cualquier conexión, asegúrate de que la fuente de alimentación esté completamente desconectada.
- **Cargas:** Evita sobrepasar las corrientes o potencias nominales de los equipos. Las cargas LAB-VOLT especifican 0.1A, 0.2A, 0.4A para las resistencias y las bobinas, y 1200Ω, 600Ω, 300Ω para las resistencias, y 3.2H, 1.6H, 0.8H para las bobinas.
- **Capacitores:** Los capacitores pueden retener carga. Ten precaución al manipular el banco de condensadores después de desenergizarlo.

---

**Procedimiento de Conexión:**

1. **Conexión a Tierra (¡Primero y más importante!):**
    - Conecta un cable desde el terminal **"PE"** del **DL 10040C** a la tierra de la fuente de alimentación.
    - Conecta un cable desde el terminal **"PE"** del **DL 10065N** a la tierra de la fuente de alimentación.
2. **Conexión de la Fuente de Alimentación a la Unidad de Medición (DL 10065N):**

- Conecta las fases L1, L2, L3 y el Neutro (N) de tu fuente de alimentación trifásica de 220 V a los terminales de **ENTRADA ("IN")** del **DL 10065N** (L1, L2, L3, N).
- *Nota: Aunque tu fuente sea de 220V entre fases, el neutro es importante para cargas desequilibradas y mediciones precisas.*

3. **Conexión de la Carga Inductiva (LAB-VOLT 6311-02):**
   - Utilizaremos la unidad "CARGA INDUCTIVA".
   - Conecta los terminales de **SALIDA ("OUT")** del **DL 10065N** (L1, L2, L3, N) a la unidad de carga inductiva.
   - **Configura la carga inductiva:**
     - **Internamente:** Cada sección de la carga inductiva (roja, negra, azul) tiene tres interruptores. Para una carga equilibrada, selecciona el mismo valor de inductancia en las tres secciones (por ejemplo, 1.6 H en cada una, o 0.8 H). Enciende los tres interruptores que corresponden al valor deseado en cada sección.
     - **Conexión de la carga a la salida del DL 10065N:** Conecta los terminales L1, L2, L3 de la salida del medidor a los terminales superiores de cada sección de la carga inductiva (roja, negra, azul). Conecta los terminales inferiores de las tres secciones de la carga inductiva entre sí para formar un punto neutro de la carga y conecta este punto neutro al terminal N de la salida del medidor (esto sería una conexión en estrella de la carga). Si la carga es solo entre fases, no uses el neutro de la carga.
4. **Conexión del Banco de Condensadores (DL 10040C) - Inicialmente Desconectado:**
   - Conecta los terminales de **ENTRADA** del **DL 10040C** (los C1, C2, C3 superiores, cerca del interruptor F1 F2 F3) **en paralelo** con la salida del DL 10065N, es decir, a los mismos puntos donde conectaste la carga inductiva.
     - L1 (salida DL 10065N) a C1 (entrada DL 10040C)
     - L2 (salida DL 10065N) a C2 (entrada DL 10040C)
     - L3 (salida DL 10065N) a C3 (entrada DL 10040C)
   - **Asegúrate de que el interruptor principal (F1 F2 F3) del banco de condensadores esté en "OFF" y todas las perillas (C1, C2, C3 inferiores) estén en "off".**
5. Aquí está el diagrama de conexiones:

**Esquema de Conexión (Conceptual):**

**FUENTE TRIFÁSICA (220V)**

L1, L2, L3, N

[DL 10065N - Medidor de Potencia] ---PE---

| IN OUT |

+----------+

L1, L2, L3, N

[Carga Inductiva LAB-VOLT]

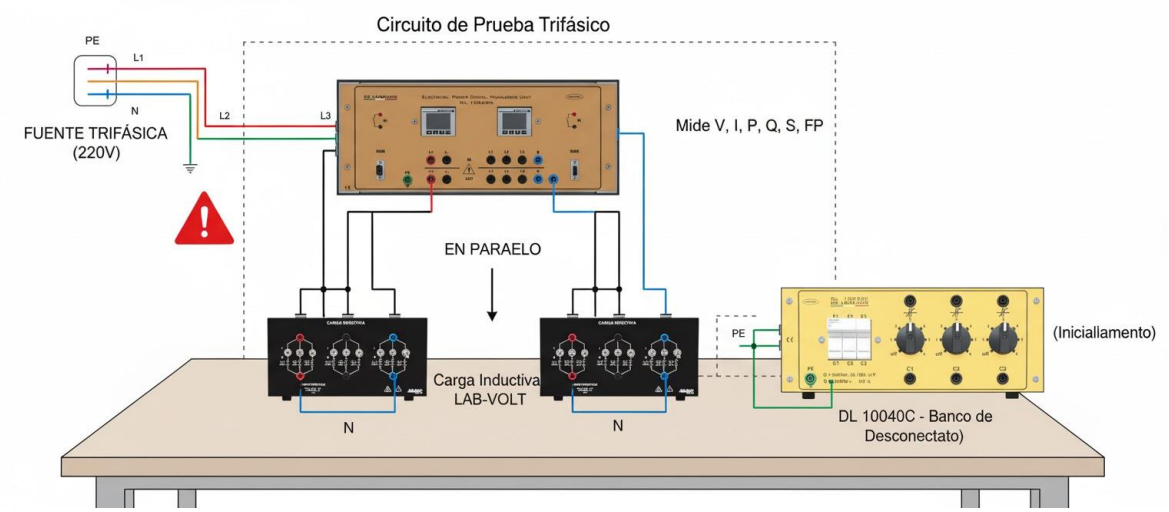
(L1, L2, L3 y Neutro de la carga)

EN PARALELO con la carga (L1, L2, L3)

[DL 10040C - Banco de Condensadores] ---PE---

C1, C2, C3 (entradas superiores)

(Interruptor F1 F2 F3 OFF, Perillas OFF)



**Procedimiento del Ejercicio:**

**Paso 1: Medición de la Carga Inductiva sin Compensación**

1. Asegúrate de que todas las conexiones estén correctas y seguras.
2. Verifica que el interruptor principal (F1 F2 F3) del **DL 10040C** esté en "OFF" y todas sus perillas en "off".
3. Energiza la fuente de alimentación trifásica.
4. Enciende la unidad **DL 10065N**. Los medidores digitales deben mostrar los valores.
5. **Toma de Datos (Sin Compensación):** Registra los siguientes valores del **DL 10065N**:
    - **Voltaje (V):** Aproximadamente 220 V entre fases.
    - **Corriente (I):** Corriente por fase de la carga.
    - **Potencia Activa (P):** En Watts (W).
    - **Potencia Reactiva (Q):** En VAr (debe ser inductiva, es decir, positiva si el medidor la muestra así, o con un signo que indique inductiva).
    - **Potencia Aparente (S):** En VA.
    - **Factor de Potencia (FP o Cos ϕ):** Debe ser un valor bajo e inductivo (rezagado).

**Paso 2: Corrección del Factor de Potencia con el Banco de Condensadores**

1. **Enciende el banco de condensadores:** Sube el interruptor principal (F1 F2 F3) del **DL 10040C**.
2. **Ajusta la capacitancia:** Comienza a girar las perillas de los bancos de condensadores (C1, C2, C3 inferiores) del **DL 10040C** gradualmente, seleccionando el mismo número de paso en las tres fases para mantener la carga equilibrada (por ejemplo, todas a "1", luego "2", etc.).
3. Mientras ajustas, observa los cambios en los valores mostrados en el **DL 10065N**:
    - **Factor de Potencia (FP):** Debería empezar a aumentar, acercándose a 1.
    - **Potencia Reactiva (Q):** Debería disminuir, acercándose a cero (o incluso volviéndose negativa si te pasas de compensación, indicando una carga global capacitiva).
    - **Corriente (I):** Debería disminuir (este es uno de los beneficios principales de la corrección del factor de potencia).
    - **Potencia Activa (P) y Aparente (S):** La potencia activa (P) debería permanecer relativamente constante, mientras que la potencia aparente (S) debería disminuir junto con la corriente.

4. **Toma de Datos (Con Compensación):** Una vez que observes una mejora significativa en el factor de potencia (por ejemplo, a 0.9 o más), registra nuevamente todos los valores del **DL 10065N**. Puedes probar diferentes configuraciones de las perillas para ver cómo el FP reacciona.

**Paso 3: Análisis de Resultados**

1. Compara los valores registrados en el Paso 1 (sin compensación) con los del Paso 2 (con compensación).
2. Calcula el factor de potencia (si tu medidor no lo da directamente) usando P/S.
3. Discute los siguientes puntos:
    - ¿Cómo cambió el factor de potencia?
    - ¿Cómo se modificó la corriente del circuito? ¿Por qué es beneficiosa esta reducción?
    - ¿Qué pasó con la potencia reactiva?
    - ¿La potencia activa (P) cambió significativamente? Explica por qué.
    - ¿Cuáles son las implicaciones de un factor de potencia mejorado en un sistema eléctrico real (pérdidas, capacidad de los cables, multas, etc.)?

**Consideraciones Adicionales:**

- **Carga Resistiva:** Puedes añadir la unidad de "CARGA RESISTIVA" LAB-VOLT 6311-02 en paralelo con la carga inductiva para tener una carga R-L más compleja, lo que es aún más representativo de cargas industriales reales. Si la conectas, asegúrate de que también va a las salidas del DL 10065N.
- **Variedad de Inductancias/Capacitancias:** Experimenta con diferentes valores de inductancia en la carga inductiva y diferentes pasos de capacitancia en el banco de condensadores para ver el efecto.
- **Desequilibrio:** Si seleccionas diferentes valores de capacitancia o inductancia en las tres fases, el circuito se desequilibrará, lo que puede ser un tema de estudio avanzado. Para este ejercicio inicial, es mejor mantenerlo equilibrado.

| VALORES MEDIDOS | | | | POTENCIAS | | | F.P |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARGA | | V | I | W | VA | VAR | COS O |
| R1,R2,R3 | 1200 | | | | | | |
| R1,R2,R3 | 600 | | | | | | |
| R1,R2,R3 | 300 | | | | | | |

| VALORES CALCULADOS | | | | POTENCIAS | | | F.P |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARGA | | V | I | W | VA | VAR | COS O |
| R1,R2,R3 | 1200 | | | | | | |
| R1,R2,R3 | 600 | | | | | | |
| R1,R2,R3 | 300 | | | | | | |

| VALORES MEDIDOS | | | | POTENCIAS | | | F.P |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARGA | | V | I | W | VA | VAR | COS O |
| L1,L2,L3 | | | | | | | |
| L1,L2,L3 | | | | | | | |
| L1,L2,L3 | | | | | | | |

| VALORES CALCULADOS | | | | POTENCIAS | | | F.P |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARGA | | V | I | W | VA | VAR | COS O |
| L1,L2,L3 | | | | | | | |
| L1,L2,L3 | | | | | | | |
| L1,L2,L3 | | | | | | | |

| VALORES MEDIDOS | | | | POTENCIAS | | | F.P |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARGA | | V | I | W | VA | VAR | COS O |
| C1,C2,C3 | | | | | | | |
| C1,C2,C3 | | | | | | | |
| C1,C2,C3 | | | | | | | |

| VALORES CALCULADOS | | | | POTENCIAS | | | F.P |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARGA | | V | I | W | VA | VAR | COS O |
| C1,C2,C3 | | | | | | | |
| C1,C2,C3 | | | | | | | |
| C1,C2,C3 | | | | | | | |

# TIEMPO ACT. APOYO A LA FORMACION

**INSTRUCTOR:** MIGUEL ANGEL ROSALES DIAZ

**CENTRO DE FORMACIÓN:** CENTRO NACIONAL COLOMBO ALEMAN

**FECHA INICIAL:** 01/09/2025 00:00:00

**FECHA FINAL:** 30/09/2025 23:59:59

## ACTIVIDADES ACADÉMICAS

**FICHA DE APRENDIZAJE:** 3214100 - ELECTRICIDAD INDUSTRIAL

| | |
|---|---|
| • COMPETENCIA DE APRENDIZAJE: | ANALIZAR CIRCUITOS ELÉCTRICOS DE ACUERDO CON EL MÉTODO REQUERIDO |
| • COMPETENCIA DE APRENDIZAJE: | APLICACIÓN DE CONOCIMIENTOS DE LAS CIENCIAS NATURALES DE ACUERDO CON SITUACIONES DEL CONTEXTO PRODUCTIVO Y SOCIAL. |
| • COMPETENCIA DE APRENDIZAJE: | APLICAR PRÁCTICAS DE PROTECCIÓN AMBIENTAL, SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO DE ACUERDO CON LAS POLÍTICAS ORGANIZACIONALES Y LA |
| • COMPETENCIA DE APRENDIZAJE: | CONSTRUIR ACOMETIDAS E INSTALAR EQUIPOS DE MEDIDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN REQUERIDOS PARA EL USO DE INSTALACIONES |
| • COMPETENCIA DE APRENDIZAJE: | CONSTRUIR SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA DE ACUERDO CON NORMATIVIDAD VIGENTE |

| | |
|---|---|
| • COMPETENCIA DE APRENDIZAJE: | DESARROLLAR EL AUTOMATISMO DEL SISTEMA MECATRÓNICO DE ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS. |
| • COMPETENCIA DE APRENDIZAJE: | DESARROLLAR PROCESOS DE COMUNICACIÓN EFICACES Y EFECTIVOS, TENIENDO EN CUENTA SITUACIONES DE ORDEN SOCIAL, PERSONAL Y PRODUCTIVO. |
| • COMPETENCIA DE APRENDIZAJE: | EJECUTAR ACCIONES ADMINISTRATIVAS DE ACUERDO CON LAS ÓRDENES DE TRABAJO. |
| • COMPETENCIA DE APRENDIZAJE: | Ejecutar el mantenimiento correctivo a equipos y elementos eléctricos de acuerdo con especificaciones técnicas |
| • COMPETENCIA DE APRENDIZAJE: | EJECUTAR EL MANTENIMIENTO DE SISTEMAS ELÉCTRICOS DE DISTRIBUCIÓN Y POTENCIA EN BAJA Y MEDIA TENSIÓN SEGÚN NORMATIVIDAD VIGENTE |
| • COMPETENCIA DE APRENDIZAJE: | EJECUTAR EL MANTENIMIENTO DE TRANSFORMADORES ELÉCTRICOS SERIE 15 KV HASTA 500 KVA SEGÚN NORMATIVIDAD VIGENTE |

## RESULTADOS DE APRENDIZAJE

ADMINISTRAR LAS INTERVENCIONES EN EL MANTENIMIENTO DE LOS TRANSFORMADORES ELÉCTRICOS CUMPLIENDO CON LOS PROTOCOLOS DEL FABRICANTE.

COMPROBAR LA EJECUCIÓN DEL MANTENIMIENTO DE ACUERDO CON LA ORDEN DE TRABAJO

PREPARAR ACCIONES DE MANTENIMIENTO EN TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN MT/BT DE ACUERDO CON LOS PROTOCOLOS DEL FABRICANTE

REALIZAR OPERACIONES DE MANTENIMIENTO Y DE GESTIÓN A TRANSFORMADORES ELÉCTRICOS DE ACUERDO CON LA ORDEN DE TRABAJO

| | |
|---|---|
| • COMPETENCIA DE APRENDIZAJE: | EJECUTAR EL MANTENIMIENTO PROACTIVO AL MOTOR Y/O GENERADOR ELÉCTRICO HASTA MEDIA TENSIÓN, SEGÚN NORMATIVIDAD VIGENTE. |

| | |
|---|---|
| • COMPETENCIA DE APRENDIZAJE: | Ejercer derechos fundamentales del trabajo en el marco de la constitución política y los convenios internacionales. |
| • COMPETENCIA DE APRENDIZAJE: | Enrique Low Murtra-Interactuar en el contexto productivo y social de acuerdo con principios éticos para la construcción de una cultura de paz. |
| • COMPETENCIA DE APRENDIZAJE: | GENERAR HÁBITOS SALUDABLES DE VIDA MEDIANTE LA APLICACIÓN DE PROGRAMAS DE ACTIVIDAD FÍSICA EN LOS CONTEXTOS PRODUCTIVOS Y SOCIALES. |
| • COMPETENCIA DE APRENDIZAJE: | Gestionar procesos propios de la cultura emprendedora y empresarial de acuerdo con el perfil personal y los requerimientos de los contextos productivo y social. |
| • COMPETENCIA DE APRENDIZAJE: | INSPECCIONAR LA CALIDAD DEL SERVICIO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA CON BASE EN LAS NORMAS Y PROCEDIMIENTOS ESTABLECIDOS POR LA CREG |
| • COMPETENCIA DE APRENDIZAJE: | INSTALAR REDES INTERNAS DE ACUERDO CON EL DISEÑO ELÉCTRICO |

## RESULTADOS DE APRENDIZAJE

DILIGENCIAR INFORMACIÓN VINCULADA A LA EJECUCIÓN DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA SEGÚN LA POLÍTICA DE LA EMPRESA

ORGANIZAR LOS INSUMOS NECESARIOS PARA INICIAR LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA INTERNA DE ACUERDO CON EL DISEÑO

REALIZAR REDES INTERNAS DE ACUERDO AL DISEÑO CUMPLIENDO CON NORMAS Y PROCEDIMIENTOS ESTABLECIDOS POR EL RETIE Y RETILAP

VERIFICAR EL FUNCIONAMIENTO DE LA RED INTERNA DE ACUERDO CON EL DISEÑO

| | |
|---|---|
| • COMPETENCIA DE APRENDIZAJE: | INTERACTUAR EN LENGUA INGLESA DE FORMA ORAL Y ESCRITA DENTRO DE CONTEXTOS SOCIALES Y LABORALES SEGÚN LOS CRITERIOS ESTABLECIDOS POR |

• COMPETENCIA DE APRENDIZAJE: INTERPRETAR SISTEMAS POLIFÁSICOS DE ACUERDO CON APLICACIONES INDUSTRIALES

## RESULTADOS DE APRENDIZAJE

IDENTIFICAR PARÁMETROS ELÉCTRICOS BÁSICOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN ASOCIADOS AL CIRCUITO ELÉCTRICO POLIFÁSICO DE ACUERDO CON EL TIPO DE CARGA INSTALADA.

REALIZAR PRUEBAS Y MEDICIONES EN LOS CIRCUITOS ELÉCTRICOS POLIFÁSICOS DE ACUERDO CON NORMATIVA DE SALUD Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO.

REGISTRAR LOS DATOS DE PRUEBAS Y MEDICIONES DE ACUERDO CON LAS CARACTERÍSTICAS DEL CIRCUITO.

VERIFICAR PARÁMETROS ELÉCTRICOS Y DATOS, DE PRUEBAS Y MEDICIONES DE ACUERDO CON LAS CARACTERÍSTICAS DEL CIRCUITO.

• COMPETENCIA DE APRENDIZAJE: Orientar investigación formativa según referentes técnicos

• COMPETENCIA DE APRENDIZAJE: Razonar cuantitativamente frente a situaciones susceptibles de ser abordadas de manera matemática en contextos laborales, sociales y personales.

• COMPETENCIA DE APRENDIZAJE: Resultado de Aprendizaje de la Inducción.

• COMPETENCIA DE APRENDIZAJE: RESULTADOS DE APRENDIZAJE ETAPA PRACTICA

• COMPETENCIA DE APRENDIZAJE: SOLICITAR E IDENTIFICAR MATERIALES, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS REQUERIDOS PARA LA EJECUCIÓN DE LA OBRA

• COMPETENCIA DE APRENDIZAJE: TRABAJAR EN ALTURAS DE ACUERDO CON NORMATIVA DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

| | |
|---|---|
| • COMPETENCIA DE APRENDIZAJE: | Utilizar herramientas informáticas de acuerdo con las necesidades de manejo de información |

**HORAS DEDICADAS EN LA FICHA :** 115,20

**FICHA DE APRENDIZAJE:** 3066089 - ELECTRICIDAD INDUSTRIAL

| | |
|---|---|
| • COMPETENCIA DE APRENDIZAJE: | ANALIZAR CIRCUITOS ELÉCTRICOS DE ACUERDO CON EL MÉTODO REQUERIDO |
| • COMPETENCIA DE APRENDIZAJE: | APLICACIÓN DE CONOCIMIENTOS DE LAS CIENCIAS NATURALES DE ACUERDO CON SITUACIONES DEL CONTEXTO PRODUCTIVO Y SOCIAL. |
| • COMPETENCIA DE APRENDIZAJE: | APLICAR PRÁCTICAS DE PROTECCIÓN AMBIENTAL, SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO DE ACUERDO CON LAS POLÍTICAS ORGANIZACIONALES Y LA |
| • COMPETENCIA DE APRENDIZAJE: | CONSTRUIR ACOMETIDAS E INSTALAR EQUIPOS DE MEDIDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN REQUERIDOS PARA EL USO DE INSTALACIONES |
| • COMPETENCIA DE APRENDIZAJE: | CONSTRUIR SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA DE ACUERDO CON NORMATIVIDAD VIGENTE |
| • COMPETENCIA DE APRENDIZAJE: | DESARROLLAR EL AUTOMATISMO DEL SISTEMA MECATRÓNICO DE ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS. |

| | |
|---|---|
| • COMPETENCIA DE APRENDIZAJE: | DESARROLLAR PROCESOS DE COMUNICACIÓN EFICACES Y EFECTIVOS, TENIENDO EN CUENTA SITUACIONES DE ORDEN SOCIAL, PERSONAL Y PRODUCTIVO. |
| • COMPETENCIA DE APRENDIZAJE: | EJECUTAR ACCIONES ADMINISTRATIVAS DE ACUERDO CON LAS ÓRDENES DE TRABAJO. |
| • COMPETENCIA DE APRENDIZAJE: | Ejecutar el mantenimiento correctivo a equipos y elementos eléctricos de acuerdo con especificaciones técnicas |
| • COMPETENCIA DE APRENDIZAJE: | EJECUTAR EL MANTENIMIENTO DE SISTEMAS ELÉCTRICOS DE DISTRIBUCIÓN Y POTENCIA EN BAJA Y MEDIA TENSIÓN SEGÚN NORMATIVIDAD VIGENTE |
| • COMPETENCIA DE APRENDIZAJE: | EJECUTAR EL MANTENIMIENTO DE TRANSFORMADORES ELÉCTRICOS SERIE 15 KV HASTA 500 KVA SEGÚN NORMATIVIDAD VIGENTE |

## RESULTADOS DE APRENDIZAJE

ADMINISTRAR LAS INTERVENCIONES EN EL MANTENIMIENTO DE LOS TRANSFORMADORES ELÉCTRICOS CUMPLIENDO CON LOS PROTOCOLOS DEL FABRICANTE.

COMPROBAR LA EJECUCIÓN DEL MANTENIMIENTO DE ACUERDO CON LA ORDEN DE TRABAJO

PREPARAR ACCIONES DE MANTENIMIENTO EN TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN MT/BT DE ACUERDO CON LOS PROTOCOLOS DEL FABRICANTE

REALIZAR OPERACIONES DE MANTENIMIENTO Y DE GESTIÓN A TRANSFORMADORES ELÉCTRICOS DE ACUERDO CON LA ORDEN DE TRABAJO

| | |
|---|---|
| • COMPETENCIA DE APRENDIZAJE: | EJECUTAR EL MANTENIMIENTO PROACTIVO AL MOTOR Y/O GENERADOR ELÉCTRICO HASTA MEDIA TENSIÓN, SEGÚN NORMATIVIDAD VIGENTE. |
| • COMPETENCIA DE APRENDIZAJE: | Ejercer derechos fundamentales del trabajo en el marco de la constitución política y los convenios internacionales. |

| | |
|---|---|
| • COMPETENCIA DE APRENDIZAJE: | Enrique Low Murtra-Interactuar en el contexto productivo y social de acuerdo con principios éticos para la construcción de una cultura de paz. |
| • COMPETENCIA DE APRENDIZAJE: | GENERAR HÁBITOS SALUDABLES DE VIDA MEDIANTE LA APLICACIÓN DE PROGRAMAS DE ACTIVIDAD FÍSICA EN LOS CONTEXTOS PRODUCTIVOS Y SOCIALES. |
| • COMPETENCIA DE APRENDIZAJE: | Gestionar procesos propios de la cultura emprendedora y empresarial de acuerdo con el perfil personal y los requerimientos de los contextos productivo y social. |
| • COMPETENCIA DE APRENDIZAJE: | INSPECCIONAR LA CALIDAD DEL SERVICIO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA CON BASE EN LAS NORMAS Y PROCEDIMIENTOS ESTABLECIDOS POR LA CREG |
| • COMPETENCIA DE APRENDIZAJE: | INSTALAR REDES INTERNAS DE ACUERDO CON EL DISEÑO ELÉCTRICO |

**RESULTADOS DE APRENDIZAJE**

DILIGENCIAR INFORMACIÓN VINCULADA A LA EJECUCIÓN DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA SEGÚN LA POLÍTICA DE LA EMPRESA

ORGANIZAR LOS INSUMOS NECESARIOS PARA INICIAR LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA INTERNA DE ACUERDO CON EL DISEÑO

REALIZAR REDES INTERNAS DE ACUERDO AL DISEÑO CUMPLIENDO CON NORMAS Y PROCEDIMIENTOS ESTABLECIDOS POR EL RETIE Y RETILAP

VERIFICAR EL FUNCIONAMIENTO DE LA RED INTERNA DE ACUERDO CON EL DISEÑO

| | |
|---|---|
| • COMPETENCIA DE APRENDIZAJE: | INTERACTUAR EN LENGUA INGLESA DE FORMA ORAL Y ESCRITA DENTRO DE CONTEXTOS SOCIALES Y LABORALES SEGÚN LOS CRITERIOS ESTABLECIDOS POR |
| • COMPETENCIA DE APRENDIZAJE: | INTERPRETAR SISTEMAS POLIFÁSICOS DE ACUERDO CON APLICACIONES INDUSTRIALES |

**RESULTADOS DE APRENDIZAJE**

IDENTIFICAR PARÁMETROS ELÉCTRICOS BÁSICOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN ASOCIADOS AL CIRCUITO ELÉCTRICO POLIFÁSICO DE ACUERDO CON EL TIPO DE CARGA INSTALADA.

REALIZAR PRUEBAS Y MEDICIONES EN LOS CIRCUITOS ELÉCTRICOS POLIFÁSICOS DE ACUERDO CON NORMATIVA DE SALUD Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO.

REGISTRAR LOS DATOS DE PRUEBAS Y MEDICIONES DE ACUERDO CON LAS CARACTERÍSTICAS DEL CIRCUITO.

VERIFICAR PARÁMETROS ELÉCTRICOS Y DATOS, DE PRUEBAS Y MEDICIONES DE ACUERDO CON LAS CARACTERÍSTICAS DEL CIRCUITO.

| | |
|---|---|
| • COMPETENCIA DE APRENDIZAJE: | Orientar investigación formativa según referentes técnicos |
| • COMPETENCIA DE APRENDIZAJE: | Razonar cuantitativamente frente a situaciones susceptibles de ser abordadas de manera matemática en contextos laborales, sociales y personales. |
| • COMPETENCIA DE APRENDIZAJE: | Resultado de Aprendizaje de la Inducción. |
| • COMPETENCIA DE APRENDIZAJE: | RESULTADOS DE APRENDIZAJE ETAPA PRACTICA |
| • COMPETENCIA DE APRENDIZAJE: | SOLICITAR E IDENTIFICAR MATERIALES, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS REQUERIDOS PARA LA EJECUCIÓN DE LA OBRA |
| • COMPETENCIA DE APRENDIZAJE: | TRABAJAR EN ALTURAS DE ACUERDO CON NORMATIVA DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO |
| • COMPETENCIA DE APRENDIZAJE: | Utilizar herramientas informáticas de acuerdo con las necesidades de manejo de información |

| | |
|---|---|
| **HORAS DEDICADAS EN LA FICHA :** | 54,00 |

| TOTAL HORAS ACTIVIDADES ACADÉMICAS: | 169,20 |
|---|---|

## EVENTOS DE DIVULGACIÓN TECNOLÓGICA - EDT´s

| FICHA | FECHA INICIO | FECHA FINAL | EVENTO | HORAS |
|---|---|---|---|---|

| TOTAL TIEMPO EDT´s: | 0,00 |
|---|---|

## ACTIVIDADES ADICIONALES

| FECHA INICIAL | FECHA FINAL | ACTIVIDAD | HORAS |
|---|---|---|---|

| TOTAL ACTIVIDADES ADICIONALES: | 0,00 |
|---|---|

**INSTRUCTOR:** MIGUEL ANGEL ROSALES DIAZ

**CENTRO DE FORMACIÓN:** CENTRO NACIONAL COLOMBO ALEMAN

# Diagramar Consulta Horario y Disponibilidad de un Instructor

### Detalle del Instructor

| | |
|---|---|
| NIS | 7917583 |
| Nombre del Instructor | MIGUEL ANGEL ROSALES DIAZ |
| Tipo Documento | CC |
| Número de Documento | 72275235 |
| Responsabilidad | INSTRUCTOR - 2025 |
| Fecha Inicial | 01/09/2025 |
| Fecha Final | 30/09/2025 |

Consultar Horario

## Horario

Vista del Horario: Mensual

- Tiempo Disponible
- Evento Asignado
- Evento Seleccionado

| LUNES | MARTES | MIERCOLES | JUEVES | VIERNES | SABADO DOMINGO |
|---|---|---|---|---|---|
| 01/09/25 | 02/09/25 | 03/09/25 | 04/09/25 | 05/09/25 | 06/09/25 |
| 00:00 - 12:30: Disponible<br>12:30 - 18:30: (3066089)EJECUTAR EL MANTENIMIENTO DE TRANSFORMADORES ELECTRONICOS | 00:00 - 18:30: Disponible<br>18:30 - 21:59: (3214100)INSTALAR REDES INTERNAS DE ACUERDO CON EL DISEÑO ELÈCTRONICO - | 00:00 - 18:30: Disponible<br>18:30 - 21:59: (3214100)INSTALAR REDES INTERNAS DE ACUERDO CON EL DISEÑO ELÈCTRONICO - | 00:00 - 18:30: Disponible<br>18:30 - 21:59: (3214100)INSTALAR REDES INTERNAS DE ACUERDO CON EL DISEÑO ELÈCTRONICO - | 00:00 - 12:30: Disponible<br>12:30 - 18:30: (3066089)TRANSFORMADORES ELECTRONICOS SERIE 15 KV HASTA 500 KVA SEGUN NORMATIVIDAD VIGENTE - MIGUEL ROSALES | 00:00 - 06:30: Disponible<br>06:30 - 20:30: 07/09/25 |
| 08/09/25 | 09/09/25 | 10/09/25 | 11/09/25 | 12/09/25 | 13/09/25 |
| 00:00 - 12:30: Disponible<br>12:30 - 18:30: (3066089)EJECUTAR EL MANTENIMIENTO DE TRANSFORMADORES ELECTRONICOS | 00:00 - 18:30: Disponible<br>18:30 - 21:59: (3214100)INSTALAR REDES INTERNAS DE ACUERDO CON EL DISEÑO ELÈCTRONICO - | 00:00 - 18:30: Disponible<br>18:30 - 21:59: (3214100)INSTALAR REDES INTERNAS DE ACUERDO CON EL DISEÑO ELÈCTRONICO - | 00:00 - 18:30: Disponible<br>18:30 - 21:59: (3214100)INSTALAR REDES INTERNAS DE ACUERDO CON EL DISEÑO ELÈCTRONICO - | 00:00 - 12:30: Disponible<br>12:30 - 18:30: (3066089)TRANSFORMADORES ELECTRONICOS SERIE 15 KV HASTA 500 KVA SEGUN NORMATIVIDAD VIGENTE - MIGUEL ROSALES | 00:00 - 06:30: Disponible<br>06:30 - 20:30: 14/09/25 |
| 15/09/25 | 16/09/25 | 17/09/25 | 18/09/25 | 19/09/25 | 20/09/25 |
| 00:00 - 12:30: Disponible<br>12:30 - 18:30: (3066089)EJECUTAR EL MANTENIMIENTO DE TRANSFORMADORES ELECTRONICOS | 00:00 - 18:30: Disponible<br>18:30 - 21:59: (3214100)INSTALAR REDES INTERNAS DE ACUERDO CON EL DISEÑO ELÈCTRONICO - | 00:00 - 18:30: Disponible<br>18:30 - 21:59: (3214100)INSTALAR REDES INTERNAS DE ACUERDO CON EL DISEÑO ELÈCTRONICO - | 00:00 - 18:30: Disponible<br>18:30 - 21:59: (3214100)INSTALAR REDES INTERNAS DE ACUERDO CON EL DISEÑO ELÈCTRONICO - | 00:00 - 12:30: Disponible<br>12:30 - 18:30: (3066089)TRANSFORMADORES ELECTRONICOS SERIE 15 KV HASTA 500 KVA SEGUN NORMATIVIDAD VIGENTE - MIGUEL ROSALES | 00:00 - 06:30: Disponible<br>06:30 - 20:30: 21/09/25 |
| 22/09/25 | 23/09/25 | 24/09/25 | 25/09/25 | 26/09/25 | 27/09/25 |
| 00:00 - 12:30: Disponible<br>12:30 - 18:30: (3066089)EJECUTAR EL MANTENIMIENTO DE TRANSFORMADORES ELECTRONICOS | 00:00 - 18:30: Disponible<br>18:30 - 21:59: (3214100)INSTALAR REDES INTERNAS DE ACUERDO CON EL DISEÑO ELÈCTRONICO - | 00:00 - 18:30: Disponible<br>18:30 - 21:59: (3214100)INSTALAR REDES INTERNAS DE ACUERDO CON EL DISEÑO ELÈCTRONICO - | 00:00 - 18:30: Disponible<br>18:30 - 21:59: (3214100)INSTALAR REDES INTERNAS DE ACUERDO CON EL DISEÑO ELÈCTRONICO - | 00:00 - 12:30: Disponible<br>12:30 - 18:30: (3066089)TRANSFORMADORES ELECTRONICOS SERIE 15 KV HASTA 500 KVA SEGUN NORMATIVIDAD VIGENTE - MIGUEL ROSALES | 00:00 - 06:30: Disponible<br>06:30 - 20:30: 28/09/25 |
| 29/09/25 | 30/09/25 | 01/10/25 | 02/10/25 | 03/10/25 | 04/10/25 |
| 00:00 - 12:30: Disponible<br>12:30 - 18:30: (3066089)EJECUTAR EL MANTENIMIENTO DE TRANSFORMADORES ELECTRONICOS | 00:00 - 18:30: Disponible<br>18:30 - 21:59: (3214100)INSTALAR REDES INTERNAS DE ACUERDO CON EL DISEÑO ELÈCTRONICO - | | | | 05/10/25 |