

PROYECTO DE LABORATORIO DE  
LÍNEAS DE TRANSMISIÓN Y SUBESTACIONES

**PLAN MAESTRO DE MANTENIMIENTO DE UN TRANSFORMADOR DE  
POTENCIA EN MICROSOFT PROJECT**

Una subestación requiere realizar el mantenimiento preventivo anual de transformadores de potencia. Se deberán planificar, asignar recursos y programar todas las actividades (pruebas eléctricas y no eléctricas, inspecciones, limpieza, seguridad, análisis y retorno a servicio) en Microsoft Project, considerando el tiempo fuera de operación del equipo (outage).

**Objetivo general**

Desarrollar un plan maestro de gestión de mantenimiento preventivo anual para un transformador de potencia, aplicando principios técnicos, planificación de recursos y secuencia lógica de actividades en Microsoft Project.

**Objetivos específicos**

- Diseñar una Estructura de Desglose del Trabajo (WBS)<sup>1</sup> que organice de forma clara, lógica y jerárquica todas las actividades necesarias para un mantenimiento preventivo en un transformador de potencia.
- Modelar un cronograma integral en Microsoft Project, incorporando relaciones de dependencia, asignación de recursos humanos y materiales, definición de calendarios, identificación del camino crítico, análisis de holguras y estimación de costos, con el propósito de familiarizarse con la herramienta y sus aplicaciones en la gestión de mantenimiento.
- Investigar las pruebas técnicas requeridas, tanto eléctricas como no eléctricas, detallando su objetivo, personal involucrado, instrumentación y duración estimada, como insumo para la planificación de actividades de mantenimiento.
- Determinar el tiempo total de indisponibilidad (outage<sup>2</sup>) del transformador proponiendo estrategias de optimización orientadas a reducir dicho tiempo, garantizando en todo momento la seguridad operativa y la calidad técnica de la intervención.

**Escenarios asignados por paralelo**

**Paralelo 101 – Transformador A:**

30 MVA — 69 kV / 13.8 kV — Δ-Y — Subestación “La Esperanza”

---

<sup>1</sup> WBS: (Work Breakdown Structure) Es la división jerárquica y ordenada de un proyecto en tareas específicas, que facilita su planificación y control.

<sup>2</sup> Outage: Es el tiempo total en que el transformador permanece fuera de servicio durante el mantenimiento programado.

Condiciones: transformador de media potencia con operación en horas pico. Mayor énfasis en pruebas del sistema de enfriamiento, aislamiento y aceite.

Supuestos operativos: jornada laboral de 8 h, clima seco, personal mínimo 1 ingeniero + 2 ayudantes, laboratorio disponible en 48 h, permisos de trabajo y LOTO<sup>3</sup> previos, disponibilidad de EPP<sup>4</sup> y equipos de prueba estándar.

### **Paralelo 102 – Transformador B:**

50 MVA — 138 kV / 13.8 kV — Y-Δ — Subestación “San Gabriel”

Condiciones: transformador de potencia con mayor criticidad operativa. Se espera una planificación más detallada, énfasis en pruebas de alta tensión y seguridad, así como estrategias más rigurosas para optimizar el outage.

Supuestos operativos: mayor criticidad, coordinación con despacho, pruebas de alta tensión más exigentes, cromatografía de gases, prueba de furanos, inhibidores de antioxidante en el aceite, de ventana de trabajo limitada, mismas dotaciones mínimas.

Cada paralelo desarrollará un proyecto independiente, adaptado a las condiciones técnicas de su transformador.

### **Conformación de equipos**

El desarrollo del proyecto se llevará a cabo en grupos conformados por tres estudiantes. Cada integrante deberá participar activamente en al menos una de las áreas fundamentales que estructuran el trabajo, garantizando así una distribución equitativa de responsabilidades y una participación efectiva en el logro de los objetivos planteados.

Las áreas de participación se dividen en tres componentes principales:

- Investigación técnica: comprende la búsqueda, análisis y documentación de las pruebas eléctricas y no eléctricas aplicables al mantenimiento de transformadores, así como la revisión de normas, estándares y tiempos de ejecución asociados.
- Planificación en Microsoft Project: incluye la construcción del WBS, la definición de recursos humanos y materiales, la identificación de dependencias e hitos, y la determinación del camino crítico del proyecto.
- Documentación y comunicación técnica: Esta última incluye la elaboración del informe técnico y del memo ejecutivo, que constituye un entregable obligatorio y servirá como base de la presentación final del proyecto.

---

<sup>3</sup> LOTO: Procedimiento de bloqueo y rotulado (Lockout-Tagout) que garantiza que un equipo permanezca desenergizado y aislado durante tareas de mantenimiento, evitando su reenergización accidental.

<sup>4</sup> EPP: Equipo de protección personal.

Todos los integrantes del equipo serán responsables solidariamente del producto final. Asimismo, cada estudiante deberá evidenciar su contribución individual, tanto en la documentación escrita como durante la exposición y defensa del proyecto.

No se permitirá la conformación de grupos con un número diferente de integrantes, salvo situaciones excepcionales debidamente justificadas y aprobadas por el docente.

Al cierre del proyecto, cada grupo deberá evidenciar el aporte individual de cada integrante mediante: Sección firmada en el informe (por tareas asignadas) y su debida participación en la exposición final.

### **Alcance mínimo esperado**

Los estudiantes deberán:

- 1. Investigar las pruebas técnicas necesarias** —tanto eléctricas como no eléctricas— relacionadas con el mantenimiento de transformadores (por ejemplo: termografía, pruebas de aceite, TTR, entre otras).

Para cada prueba deberán identificar y documentar:

- Duración estimada
- Personal requerido
- Recursos e instrumentos necesarios
- Dependencias con otras actividades
- Impacto en el outage: indicar si la actividad bloquea o no bloquea el retorno a servicio del transformador. (Columna obligatoria en el cronograma).

- 2. Elaborar la planificación completa en Microsoft Project**, incorporando todos los elementos esenciales de un plan de mantenimiento:

- WBS estructurado (mínimo 8 a 10 actividades, con subtareas si aplica)
- Duraciones justificadas con base en normas técnicas, manuales de fabricantes o referencias confiables.
- Dependencias lógicas entre actividades (no se pueden realizar pruebas sin aseguramiento previo)
- Asignación de recursos humanos y materiales
- Identificación del camino crítico
- Definición de línea base
- Inclusión de hitos relevantes (al menos dos: inicio y fin del outage)

Se deberán generar y entregar evidencias gráficas de: Diagrama de Gantt con predecesoras visibles, hoja de recursos, diagrama de red, camino crítico, comparación con línea base. Cada actividad debe estar claramente relacionada con la WBS y los recursos asignados.

Adicional deberán proponer mejoras que permitan optimizar el tiempo de indisponibilidad (outage), asegurando que no se vea comprometida la seguridad operativa ni la calidad técnica del mantenimiento.

- 3. Memo ejecutivo y Exposición final**, cada grupo deberá elaborar un memo ejecutivo como parte del entregable final. Este documento debe sintetizar de forma clara, concisa y técnica los aspectos más relevantes del proyecto de mantenimiento desarrollado en Microsoft Project, y servirá como base para la presentación final oral.

El memo deberá incluir al menos:

- Tiempo total de indisponibilidad (outage) calculado.
- Actividades críticas y justificación de su secuencia.
- Recursos humanos y materiales utilizados.
- Estrategias propuestas para optimizar el outage.
- Riesgos identificados y medidas de mitigación.

El memo no debe exceder una página y funcionará como un resumen ejecutivo de la planificación realizada.

La exposición final se desarrollará a partir de este documento, y deberá presentar los resultados de forma clara y estructurada, abordando los puntos anteriores. La duración máxima de la presentación será de 10 minutos por grupo y se permitirá un breve espacio para preguntas y respuestas al finalizar.

La exposición debe mostrar:

- Contexto y objetivos
- Escenario técnico
- Resumen de actividades planificadas
- Camino crítico y outage
- Estrategias de optimización
- Conclusiones

El informe técnico completo será entregado como respaldo y se evaluará de manera complementaria al desempeño en la exposición.

### **Entregables**

Se espera que por grupo se presente el archivo .MPP de Microsoft Project, el informe técnico en PDF y el memo ejecutivo (1 página, PDF). En caso de atraso, se aplicará una penalización del 10 % por día, con un máximo de tres días de tolerancia. Pasado este plazo, no se aceptará ningún trabajo. La fecha de entrega se encuentra en las políticas del curso.

**Rúbrica**

<b>Criterio</b>	<b>Descripción</b>	<b>Ponderación</b>
Investigación técnica	Calidad y profundidad sobre pruebas eléctricas y no eléctricas; uso de normas y fuentes	20%
WBS y planificación	Claridad jerárquica, estructura lógica y dependencias	15%
Cronograma en MS Project	Recursos, calendarios, hitos, camino crítico y línea base	25%
Análisis del outage	Cálculo correcto e identificación de actividades que bloquean retorno a servicio	15%
Memo ejecutivo y exposición	Capacidad de síntesis, claridad de resultados y defensa oral	15%
Informe técnico final	Redacción técnica, coherencia y evidencias gráficas	10%

**Docente**

**Mgtr. Jocelyne Salgado**