



# UES

Universidad Estatal de Sonora  
La Fuerza del Saber Estimulará mi Espíritu

# MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO MAQUINAS ELÉCTRICAS Laboratorio

|                       |                           |
|-----------------------|---------------------------|
| Programa Académico    | Ingeniería en Mecatrónica |
| Plan de Estudios      | 2021                      |
| Fecha de elaboración  | 15/08/2025                |
| Versión del Documento | 1.0                       |



Dra. Martha Patricia Patiño Fierro  
**Rectora**

Mtra. Ana Lisette Valenzuela Molina  
**Encargada del Despacho de la Secretaría  
General Académica**

Mtro. José Antonio Romero Montaña  
**Secretario General Administrativo**

Lic. Jorge Omar Herrera Gutiérrez  
**Encargado de Despacho de Secretario  
General de Planeación**

## Tabla de contenido

|  |           |
|--|-----------|
| <b>INTRODUCCIÓN .....</b>  | <b>4</b>  |
| <b>IDENTIFICACIÓN .....</b>  | <b>5</b>  |
| <i>Carga Horaria de la asignatura .....</i>                                  | <i>5</i>  |
| <i>Consignación del Documento .....</i>                                      | <i>5</i>  |
| <b>MATRIZ DE CORRESPONDENCIA .....</b>                                       | <b>6</b>  |
| <b>NORMAS DE SEGURIDAD Y BUENAS PRÁCTICAS .....</b>                          | <b>7</b>  |
| <i>Reglamento general del laboratorio .....</i>                              | <i>7</i>  |
| <i>Reglamento de uniforme .....</i>  | <i>7</i>  |
| <i>Uso adecuado del equipo y materiales .....</i>                            | <i>8</i>  |
| <i>Manejo y disposición de residuos peligrosos .....</i>                     | <i>8</i>  |
| <i>Procedimientos en caso de emergencia .....</i>                            | <i>8</i>  |
| <b>RELACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO POR ELEMENTO DE COMPETENCIA ....</b> | <b>9</b>  |
| <b>PRÁCTICAS .....</b>   | <b>3</b>  |
| <b>FUENTES DE INFORMACIÓN .....</b>  | <b>24</b> |
| <b>NORMAS TÉCNICAS APLICABLES .....</b>                                      | <b>25</b> |
| <b>ANEXOS.....</b>   | <b>3</b>  |

## INTRODUCCIÓN

El presente manual de prácticas de laboratorio de **Máquinas Eléctricas** ha sido diseñado como un recurso integral para vincular el aprendizaje teórico con la experiencia experimental, en concordancia con el modelo educativo por competencias de la Universidad Estatal de Sonora. Su propósito es apoyar en la comprensión, análisis y aplicación de los principios de funcionamiento de máquinas eléctricas estáticas y dinámicas, atendiendo a las normas oficiales mexicanas (NOM) y a los estándares internacionales de calidad como ISO, ANSI e IEEE.

A través de las actividades propuestas, se busca desarrollar la capacidad de identificar, clasificar y evaluar transformadores, autotransformadores, generadores y motores eléctricos, reconociendo su comportamiento bajo distintas condiciones de carga y su impacto en la eficiencia y sostenibilidad de los sistemas. Las prácticas incluyen tanto la simulación computacional como la manipulación directa de los equipos en laboratorio, fomentando la interpretación precisa de parámetros eléctricos y la correcta selección de dispositivos de protección.

La metodología empleada favorece el análisis crítico y la resolución de problemas técnicos reales, integrando mediciones, diagnósticos y propuestas de mejora que permitan optimizar el desempeño de las máquinas eléctricas en entornos residenciales, comerciales e industriales. Asimismo, se promueve una conciencia técnica orientada al uso eficiente de la energía y a la minimización del impacto ambiental, bajo criterios de seguridad y responsabilidad profesional. Este manual está estructurado para que cada práctica detalle su fundamento teórico, materiales y equipos requeridos, procedimiento, resultados esperados, análisis, conclusiones y actividades complementarias, asegurando una secuencia lógica que facilite la construcción progresiva de competencias. De este modo, se busca que el estudiante no solo ejecute correctamente las actividades, sino que comprenda el porqué de cada procedimiento y sea capaz de transferir dicho conocimiento a contextos reales de trabajo.

## IDENTIFICACIÓN

|                                 |                 |                            |             |
|---------------------------------|-----------------|----------------------------|-------------|
| <b>Nombre de la Asignatura</b>  |                 | <b>Maquinas eléctricas</b> |             |
| <b>Clave</b>                    | <b>071CE048</b> | <b>Créditos</b>            | <b>5</b>    |
| <b>Asignaturas Antecedentes</b> | -               | <b>Plan de Estudios</b>    | <b>2021</b> |

| <b>Área de Competencia</b>  | <b>Competencia del curso</b>   |
|-----------------------------|--|
| Especifica o especializante | Interpretar los elementos de generación, transmisión, utilización y control de la energía eléctrica, para optimizar las redes eléctricas utilizadas en aplicaciones prácticas; domésticas, comerciales e industriales, cumpliendo con las normas oficiales mexicanas (NOM) y los estándares de calidad (ISO), a través del análisis de problemas, liderazgo y enfoque en resultados. |

### Carga Horaria de la asignatura

| <b>Horas Supervisadas</b> |                    |                   | <b>Horas Independientes</b> | <b>Total de Horas</b> |
|---------------------------|--------------------|-------------------|-----------------------------|-----------------------|
| <b>Aula</b>               | <b>Laboratorio</b> | <b>Plataforma</b> |                             |                       |
| <b>2</b>                  | <b>2</b>           | <b>0</b>          | <b>2</b>                    | <b>6</b>              |

### Consignación del Documento

|                                |                                     |
|--------------------------------|-------------------------------------|
| <b>Unidad Académica</b>        | Unidad Académica Hermosillo         |
| <b>Fecha de elaboración</b>    | 15/08/2025                          |
| <b>Responsables del diseño</b> | Ing. M. Paula Martínez Rubio        |
| <b>Validación</b>              |                                     |
| <b>Recepción</b>               | Coordinación de Procesos Educativos |

## MATRIZ DE CORRESPONDENCIA

Señalar la relación de cada práctica con las competencias del perfil de egreso

| PRÁCTICA                                       | PERFIL DE EGRESO  |
|--|---|
| 1. Transformadores eléctricos                  | Integrar prototipos y sistemas tecnológicamente adecuados, con base a las normas y estándares internacionales, para proyectos mecatrónicos en el sector industrial, de servicios, público o privado, a través del análisis de problemas, enfoque en resultados e innovación   |
| 2. Generadores eléctricos                      | Integrar prototipos y sistemas tecnológicamente adecuados, con base a las normas y estándares internacionales, para proyectos mecatrónicos en el sector industrial, de servicios, público o privado, a través del análisis de problemas, enfoque en resultados e innovación   |
| 3. Transformador monofásico elevador           | Seleccionar las metodologías apropiadas, con base a la Norma Oficial Mexicana aplicable, para el diseño de sistemas mecatrónicos factibles, mediante la planeación, innovación, comunicación y apertura al cambio.  |
| 4. Transformador trifásico reductor / elevador | Manejar dispositivos mecatrónicos, con base a las normas ANSI, ISO, NOM, ASME, ASTM, para la ejecución de tareas mecánicas en la modernización u optimización de productos y servicios en el sector industrial, público o privado, a través de la orientación al servicio, análisis de problemas y responsabilidad. |
| 5. Motores eléctricos                          | Desarrollar sistemas automáticos según las normas oficiales vigentes, para el control de procesos en el ámbito industrial o de servicios, público o privado, por medio de liderazgo, análisis de problemas e innovación tecnológica.  |

## **NORMAS DE SEGURIDAD Y BUENAS PRÁCTICAS**

### **Reglamento general del laboratorio**

El ingreso y permanencia en el laboratorio exige el cumplimiento de normas básicas de presentación y seguridad. Estas disposiciones buscan minimizar riesgos eléctricos, mecánicos o térmicos durante la realización de prácticas.

Es indispensable que los estudiantes adopten una actitud responsable y profesional ya que de ello depende su seguridad la de sus compañeros y docente.

- No se permite el ingreso con alimentos o bebidas
- Las mochilas deben permanecer en el suelo, alejadas de los circuitos
- Está prohibido operar equipos eléctricos sin la autorización o supervisión del docente responsable.
- En caso de accidentes, se debe notificar de inmediato al instructor o técnico de laboratorio.
- Se sancionará cualquier daño intencional al equipo, así como la desconexión arbitraria de instalaciones.

### **Reglamento de uniforme**

- Se debe portar pantalón de mezclilla (No pantalones con excedente de roturas, shorts, falda, vestido ni ninguna prenda que deje al descubierto las piernas).
- Se permite camisa, camiseta o blusa siempre que cubra los hombros (no blusas de tirantes o prendas descubiertas).
- El calzado debe ser cerrado y de suela firme (no sandalias ni zapatos con aberturas).
- Se prohíbe el uso de accesorios metálicos largos, bufandas o prendas que puedan engancharse en dispositivos eléctricos.

### **Uso adecuado del equipo y materiales**

- Se prohíbe manipular conexiones energizadas sin las debidas precauciones y el equipo de protección personal.
- Las conexiones deben realizarse con los equipos desenergizados, siguiendo los diagramas y secuencias establecidos.
- El cableado debe mantenerse ordenado y sujeto para evitar riesgos de tropiezos o cortocircuitos.
- Todos los instrumentos de medición, herramientas y módulos eléctricos deben ser inspeccionados antes y después de cada uso.

### **Manejo y disposición de residuos peligrosos**

- Las baterías, componentes electrónicos defectuosos, fusibles quemados y cables dañados deben ser depositados en los contenedores especiales designados.
- Está prohibido desechar materiales eléctricos en los botes de basura comunes.
- Se recomienda minimizar el desperdicio de material eléctrico mediante una planificación eficiente de las prácticas.

### **Procedimientos en caso de emergencia**

- Reportar inmediatamente cualquier situación de riesgo al responsable del laboratorio
- Ante una descarga eléctrica, no tocar a la persona afectada sin antes cortar la fuente de energía.
- Identificar la ubicación de los interruptores generales, extintores, botiquín y salidas de emergencia.
- Evacuar ordenadamente si el personal responsable así lo indica

## RELACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO POR ELEMENTO DE COMPETENCIA

|   |  |
|---|--|
| <b>Elemento de Competencia<br/>al que pertenece la<br/>práctica</b> | <b>1</b>   |
|   | <p>Comprender el manejo y aplicaciones de las máquinas eléctricas, para darles el uso apropiado en beneficio del medio ambiente, cumpliendo con las normas oficiales mexicanas (NOM) y los estándares de calidad (ISO, ANSI e IEEE), a través del análisis de problemas y enfoque en resultados prácticos.</p> |

| PRÁCTICA       | NOMBRE                     | COMPETENCIA   |
|----------------|----------------------------|---|
| Práctica No. 1 | Transformadores eléctricos | Realizar la demostración del proceso de transformación de energía eléctrica en un transformador, identificando sus características y variaciones de operación, con base en las especificaciones de las normas NOM, ISO, ANSI e IEEE, aplicando criterios de análisis técnico y orientando el trabajo hacia resultados verificables. |
| Práctica No. 2 | Generadores eléctricos     | Examinar el proceso de generación de energía eléctrica en un generador, evaluando su principio de funcionamiento y el desempeño bajo diferentes condiciones de carga, de acuerdo con las disposiciones técnicas de las normas NOM, ISO, ANSI e IEEE, empleando un enfoque de análisis crítico y orientado a la aplicación práctica. |

|   |   |
|---|---|
| <b>Elemento de Competencia<br/>al que pertenece la<br/>práctica</b> | <b>2</b>  |
|   | <p>Clasificar el comportamiento de las máquinas eléctricas estáticas, para darles el uso apropiado en beneficio del medio ambiente, cumpliendo con las normas oficiales mexicanas (NOM) y los estándares de calidad (ISO, ANSI e IEEE), a través del análisis de problemas y enfoque en resultados prácticos.</p> |

| PRÁCTICA       | NOMBRE                                      | COMPETENCIA   |
|----------------|---|---|
| Práctica No. 3 | Transformador monofásico elevador           | Comprender el funcionamiento de un transformador monofásico elevador, identificando sus propiedades eléctricas y aplicaciones más comunes, considerando los parámetros establecidos por las normas NOM, ISO, ANSI e IEEE.   |
| Práctica No. 4 | Transformador trifásico reductor / elevador | Analizar las características y comportamiento de un transformador trifásico en configuración reductora y elevadora, evaluando tensiones, corrientes y condiciones de operación, conforme a lo dispuesto en las normas NOM, ISO, ANSI e IEEE, integrando conocimientos teóricos y prácticos para su correcta selección y aplicación. |

|   |  |
|---|--|
| <b>Elemento de Competencia<br/>al que pertenece la<br/>práctica</b> | <b>3</b>   |
|   | Analizar el comportamiento de las máquinas eléctricas dinámicas, para darles el uso apropiado en beneficio del medio ambiente, cumpliendo con las normas oficiales mexicanas (NOM) y los estándares de calidad (ISO, ANSI e IEEE), a través del análisis de problemas y enfoque en resultados prácticos. |

| PRÁCTICA       | NOMBRE             | COMPETENCIA   |
|----------------|--------------------|---|
| Práctica No. 5 | Motores eléctricos | Determinar el par desarrollado por un motor eléctrico bajo diferentes condiciones de alimentación y carga, analizando su respuesta y eficiencia conforme a los lineamientos establecidos en las normas NOM, ISO, ANSI e IEEE, aplicando criterios técnicos que permitan interpretar su comportamiento y optimizar su desempeño en aplicaciones prácticas. |



# UES

Universidad Estatal de Sonora  
La Fuerza del Saber Estimulará mi Espíritu

# PRÁCTICAS

|                                   |   |
|-----------------------------------|---|
| <b>NOMBRE DE LA PRÁCTICA</b>      | Práctica 1. Transformadores eléctricos  |
| <b>COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA</b> | Realizar la demostración del proceso de transformación de energía en un transformador, identificando sus características y variaciones de operación, con base en especificaciones NOM, ISO, ANSI e IEEE, aplicando criterios de análisis técnico y orientando el trabajo a resultados verificables. |

### FUNDAMENTO TEÓRICO

Un transformador monofásico es un dispositivo eléctrico que transfiere potencia de un circuito a otro mediante inducción electromagnética. El principio básico establece que la relación de tensiones es proporcional a la relación de espiras de los devanados ( $V_1/V_2 \approx N_1/N_2$ ). En condiciones de carga, la tensión secundaria disminuye debido a las caídas internas de tensión provocadas por la resistencia y reactancia de dispersión de los devanados, fenómeno cuantificado como regulación de voltaje.

Para la caracterización de un transformador se realizan pruebas como:

- Prueba en circuito abierto: determina pérdidas en el núcleo y corriente de magnetización.
- Prueba en cortocircuito: determina pérdidas en los devanados y parámetros serie del modelo equivalente.

Estas pruebas permiten contrastar mediciones reales con el modelo teórico y garantizan que el equipo opera dentro de parámetros seguros y eficientes.

En cuanto a normatividad, destacan la IEC 60076-1 (Transformadores de potencia – requisitos generales) y la IEEE C57.12.00 (requisitos generales para transformadores y autotransformadores), así como la NOM-001-SEDE para criterios de instalación y operación segura en México.

#### Referencias:

- Bayod-Rújula, A. A. (2008). *Máquinas y Accionamientos Eléctricos* (1.a ed.). Zaragoza: Prensas Universitarias de Zaragoza.

- Institute of Electrical and Electronics Engineers. (2021). *IEEE Standard C57.12.00-2021: Standard for General Requirements for Liquid-Immersed Distribution, Power, and Regulating Transformers*. Nueva York: IEEE.
- Secretaría de Energía. (2012). *NOM-001-SEDE-2012, Instalaciones Eléctricas (Utilización)*. Diario Oficial de la Federación.

## MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

- **Simulación**
  - PC con software de simulación (Proteus, Multisim, LTspice o equivalente).
  - Modelo de transformador ideal y con pérdidas.
- **Parte práctica (baja tensión, aislada)**
  - Transformador monofásico didáctico 120/12 VAC (10–100 VA).
  - Fuente de CA **aislada** (transformador de aislamiento o banco de pruebas).
  - 2 multímetros **True RMS**.
  - Cargas resistivas de 10–50 W o lámparas halógenas 12 V.
  - Cables y puntas de medición.
  - Osciloscopio (opcional).

**Seguridad:** trabajar siempre con baja tensión y equipos aislados; verificar que la fente esté desconectada antes de realizar cualquier cambio de conexión.

## PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

### A) Simulación

1. Configurar un transformador ideal 120/12 V en el software.
2. Medir tensiones en vacío (sin carga).
3. Conectar una carga resistiva al secundario y medir nuevamente.
4. Calcular la regulación
5. Guardar capturas de pantalla y resultados en tabla.

### B) Parte práctica

1. Revisar continuidad de devanados y etiquetar terminales.
2. Conectar el primario a la fuente aislada (120 VAC) o el secundario a una fuente de 12 VAC para demostración segura.
3. Medir V1 y v2
4. Conectar carga resistiva en el secundario y medir V2y la corriente.
5. Calcular la regulación.
6. Registrar todo el proceso en video (1–3 minutos).

## RESULTADOS ESPERADOS

- Relación de tensiones coherente con la placa del transformador.
- Caída de tensión en el secundario bajo carga.
- Cálculo de regulación consistente con el tipo y tamaño del transformador.

## ANÁLISIS DE RESULTADOS

- ¿La relación de tensiones medida coincide con la especificada en la placa del transformador?
- ¿El valor de regulación calculado se encuentra dentro de los márgenes aceptables para este tipo de equipo?
- ¿Qué diferencias se observaron entre la simulación y la práctica en cuanto a tensiones y regulación?
- ¿Cómo influye la carga conectada en el rendimiento del transformador?
- ¿Qué posibles causas pueden explicar cualquier desviación respecto a los valores teóricos?

## CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

Esta práctica permite verificar experimentalmente el principio de funcionamiento de un transformador y la influencia de la carga en la tensión secundaria. La comparación entre simulación y práctica refuerza la capacidad de análisis y selección de transformadores adecuados según la aplicación.

## ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

- Repetir mediciones con diferentes cargas y comparar regulaciones.
- Estimar pérdidas en cobre usando  $I^2R$  del devanado.
- Documentar la convención de puntos y el marcado de terminales.

## EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

|   |   |
|---|---|
| <p>Criterios de evaluación</p>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Correcta conexión y operación segura del transformador.</li> <li>• Medición y cálculo precisos de la relación de tensiones y regulación.</li> <li>• Coherencia técnica del análisis.</li> <li>• Calidad del video y reporte.</li> </ul>                |
| <p>Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño</p> | <p>Rúbrica institucional de prácticas experimentales.</p>   |
| <p>Formatos de reporte de prácticas</p>                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formato institucional con estructura: introducción, desarrollo, representación esquemática de la red, análisis de datos, conclusiones y evidencia del proyecto.</li> <li>• Formato disponible en el apartado de Anexos del presente manual.</li> </ul> |

|                                   |   |
|-----------------------------------|---|
| <b>NOMBRE DE LA PRÁCTICA</b>      | Practica 2. Generadores eléctricos  |
| <b>COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA</b> | Examinar el proceso de generación de energía eléctrica en un generador, evaluando su principio de funcionamiento y desempeño bajo diferentes condiciones de carga, de acuerdo con las disposiciones técnicas de NOM, ISO, ANSI e IEEE, empleando un enfoque de análisis crítico y orientado a la aplicación práctica. |

| <b>FUNDAMENTO TEÓRICO</b>   |
|---|
| <p>Un generador eléctrico es una máquina rotativa que convierte energía mecánica en energía eléctrica, mediante la interacción entre su rotor (parte móvil) y estator (parte estacionaria); uno produce un flujo magnético y el otro lo transforma en electricidad funcionamiento se explica mediante la ley de Faraday, que establece que una fuerza electromotriz (F.E.M.) se induce en conductores que están en movimiento relativo con un campo magnético. El generador real se puede modelar como un generador ideal en serie con una resistencia interna, lo que implica que la tensión terminal disminuirá con carga, debido a la caída en esta resistencia.</p> |

| <b>MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS</b>  |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Generador eléctrico didáctico (monofásico de corriente alterna o continua)</li> <li>• Fuente de energía mecánica (motor de banco o manivela).</li> <li>• Resistencias de carga (bombas, lámparas, resistencias de potencia 50–100 W).</li> <li>• Voltímetro y amperímetro (preferentemente True RMS para CA).</li> <li>• Cables de conexión y puntas de medición.</li> <li>• Osciloscopio (opcional).</li> <li>• Tacómetro (para medir velocidad de giro).</li> </ul> <p><b><u>Seguridad:</u></b> Asegurar la desconexión mecánica antes de montar o desconectar componentes. No trabajar con carga pesada sin supervisión.</p> |

## PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

1. Identificar las partes del generador: rotor, estator, y terminales de salida.
2. Arrancar el generador con la fuente mecánica, sin carga. Medir tensión de circuito abierto  $V_{OC}$  y velocidad  $n$ .
3. Conectar una carga resistiva adecuada. Medir tensión bajo carga  $V_L$ , corriente  $I$  y velocidad  $n_L$ .
4. Registrar los valores en tabla.
5. Variar la carga (dos niveles diferentes) y repetir mediciones.
6. Si es posible, medir tensión con osciloscopio para identificar formas de onda y estabilidad.

## RESULTADOS ESPERADOS

- Obtención de una tensión cercana a la nominal con generador sin carga.
- Reducción de tensión y posible caída en velocidad al aplicar carga.
- Evidencia del comportamiento de la resistencia interna y caída interna en condiciones operativas.

## ANÁLISIS DE RESULTADOS

- ¿Cómo se compara la tensión de circuito abierto con la nominal del generador?
- ¿Qué valor tiene la caída de tensión al aplicar carga y cómo se relaciona con la resistencia interna estimada?
- ¿Cambia la velocidad del generador al aplicar carga? ¿Qué podría explicar este comportamiento?
- ¿El comportamiento observado concuerda con el modelo del generador ideal más resistencia interna?
- ¿Cómo se traduce esta caída de voltaje en posibles limitaciones en aplicaciones reales?

### CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

Esta práctica permite vivenciar la generación eléctrica en condición realística, observando cómo la carga afecta la tensión y la estabilidad. Es útil para comprender cómo diseñar sistemas de generación que mantengan calidad y regulación bajo demanda. Reconocer la resistencia interna y su efecto es clave para dimensionar generadores según aplicación.

### ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

- Estimar la resistencia interna usando los datos de carga y sin carga.
- Representar gráficamente tensión vs. corriente y deducir la pendiente equivalente.
- Simular el comportamiento con diagrama del generador ideal + resistencia interna y compararlo con datos reales.

### EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

|  |  |
|--|--|
| Criterios de evaluación                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Precisión en medición de tensión, corriente y velocidad.</li> <li>• Coherencia matemática del modelo y comparación con datos reales.</li> <li>• Claridad en el reporte técnico (estructura, tablas, análisis).</li> </ul> |
| Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño | Rúbrica institucional de prácticas experimentales.   |
| Formatos de reporte de prácticas                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introducción, desarrollo, simulaciones, análisis de datos, conclusiones y fotos de la práctica.</li> <li>• Formato de reporte que se encuentra en Anexos.</li> </ul>  |

|                                   |  |
|-----------------------------------|--|
| <b>NOMBRE DE LA PRÁCTICA</b>      | Practica 3. Transformador monofásico elevador  |
| <b>COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA</b> | Elaborar un esquema conceptual sobre el funcionamiento de un transformador monofásico elevador, identificando sus propiedades eléctricas y aplicaciones más comunes, considerando los parámetros establecidos por las normas NOM, ISO, ANSI e IEEE, y aplicando criterios técnicos que permitan su correcta interpretación y uso en sistemas eléctricos. |

### FUNDAMENTO TEÓRICO

Un transformador monofásico elevador es un dispositivo que aumenta la tensión de entrada a un valor mayor en la salida, manteniendo la potencia nominal (descontando pérdidas internas). Su principio de funcionamiento se basa en la inducción electromagnética y en la relación de espiras de los devanados:

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{N_2}{N_1}$$

donde  $V_1$  y  $V_2$  son las tensiones primaria y secundaria, y  $N_1$  y  $N_2$  el número de espiras en cada devanado.

En un elevador,  $N_2 > N_1$ , por lo que la tensión secundaria es mayor que la primaria. Este tipo de transformador es común en alimentación de equipos que requieren mayor tensión para su operación, así como en transmisión de energía a larga distancia, ya que una tensión elevada reduce la corriente y, con ello, las pérdidas en los conductores.

En laboratorio, se trabaja normalmente con transformadores didácticos de baja tensión (por ejemplo, 12 V a 120 V o 24 V a 220 V) para fines de seguridad, aplicando las pruebas en circuito abierto y con carga para analizar la regulación y eficiencia.

#### Referencias en formato APA:

- Fraile Mora, J. (2003). *Máquinas eléctricas* (5.a ed.). McGraw-Hill.
- Bayod-Rújula, A. A. (2008). *Máquinas y accionamientos eléctricos* (1.a ed.). Prensas Universitarias de Zaragoza.

## MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

- Transformador monofásico elevador didáctico (por ejemplo, 24 V a 220 V).
- Fuente de alimentación segura de baja tensión (transformador de aislamiento).
- Multímetros True RMS (2 unidades).
- Resistencias de carga o lámparas incandescentes 220 V.
- Cables de conexión y puntas de medición.
- Osciloscopio (opcional, para medición de forma de onda).

Seguridad: No energizar la salida de alta tensión sin carga adecuada; mantener cableado ordenado y utilizar tensiones reducidas en pruebas iniciales.

## PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

1. Identificar terminales de devanado primario y secundario, y registrar sus características de placa.
2. Conectar el primario al suministro de baja tensión (ejemplo: 24 V) a través de un transformador de aislamiento.
3. Medir tensión en el secundario en vacío y calcular la relación de transformación.
4. Conectar una carga resistiva al secundario y medir tensión, corriente y potencia en carga.
5. Calcular la regulación de tensión
6. Elaborar un mapa conceptual que incluya:
  - Principio de funcionamiento.
  - Relación de transformación.
  - Aplicaciones comunes.
  - Factores que afectan la eficiencia.

## RESULTADOS ESPERADOS

- Confirmación de que la relación de transformación coincide con la especificada en la placa del equipo.
- Reducción de tensión en el secundario al conectar carga.
- Mapa conceptual claro y completo, integrando mediciones y fundamentos.

## ANÁLISIS DE RESULTADOS

- ¿La relación de transformación medida coincide con la teórica?
- ¿Cuál fue la variación de tensión en el secundario al conectar carga?
- ¿Qué factores pueden haber causado la regulación observada?
- ¿El transformador se comportó de forma estable durante la prueba?
- ¿Qué ventajas técnicas ofrece un elevador frente a otras soluciones en transmisión de energía?

## CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

El transformador monofásico elevador permite aumentar la tensión para optimizar el transporte de energía y alimentar equipos de mayor demanda. Esta práctica facilita comprender su principio de funcionamiento, su impacto en la corriente y la importancia de una instalación segura conforme a normativas.

### ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

- Repetir la prueba con diferentes niveles de carga y comparar regulaciones.
- Analizar la eficiencia del transformador usando mediciones de potencia de entrada y salida.
- Investigar aplicaciones industriales de transformadores elevadores en México.

### EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

|  |  |
|--|--|
| Criterios de evaluación                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mediciones correctas de tensiones, corrientes y potencia.</li> <li>• Coherencia entre mapa conceptual y resultados experimentales.</li> <li>• Cumplimiento de normas de seguridad en el montaje.</li> </ul> |
| Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño | Rúbrica institucional de prácticas experimentales.   |
| Formatos de reporte de prácticas                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introducción, desarrollo, esquemas de conexión, datos de simulación, gráficas comparativas, conclusiones y evidencias fotográficas.</li> <li>• Formato institucional disponible en Anexos.</li> </ul>       |

|                                   |  |
|-----------------------------------|--|
| <b>NOMBRE DE LA PRÁCTICA</b>      | Practica 4. Transformador trifásico reductor / elevador  |
| <b>COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA</b> | Analizar las características y comportamiento de un transformador trifásico en configuración reductora y elevadora, evaluando tensiones, corrientes y condiciones de operación, conforme a lo dispuesto en las normas NOM, ISO, ANSI e IEEE. |

### FUNDAMENTO TEÓRICO

Un transformador trifásico es un dispositivo diseñado para transferir potencia eléctrica entre dos sistemas trifásicos mediante inducción electromagnética. Puede configurarse como reductor (disminuye la tensión de salida) o elevador (incrementa la tensión de salida), según la relación de espiras entre el devanado primario y el secundario.

La conexión de los devanados puede realizarse en estrella (Y), delta ( $\Delta$ ) o combinaciones de ambas (Y- $\Delta$ ,  $\Delta$ -Y), lo que influye en la magnitud de las tensiones de línea y de fase, así como en la forma de operar frente a cargas balanceadas y desbalanceadas. En México, los sistemas trifásicos más comunes en media tensión son de 13.2 kV, 13.8 kV y 23 kV, y en baja tensión de 220/127 V y 440/254 V, de acuerdo con la NOM-001-SEDE y estándares CFE.

En laboratorio se emplean transformadores trifásicos didácticos de baja tensión (por ejemplo, 220/127 V a 440/254 V o 24 V a 48 V) para fines de seguridad, permitiendo realizar mediciones de tensiones y corrientes en distintas configuraciones y niveles de carga.

#### Referencias bibliográficas:

- Fraile Mora, J. (2003). Máquinas eléctricas (5.a ed.). McGraw-Hill.
- Bayod-Rújula, A. A. (2008). Máquinas y accionamientos eléctricos (1.a ed.). Prensas Universitarias de Zaragoza.

## MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

- Transformador trifásico didáctico (relación reductor/elevador de baja tensión).
- Fuente de alimentación trifásica segura (baja tensión).
- Multímetros o medidores trifásicos de potencia y factor de potencia.
- Resistencias de carga trifásicas balanceadas y desbalanceadas.
- Cables de conexión y protecciones (interruptores termomagnéticos).
- Osciloscopio (opcional, para análisis de forma de onda y secuencia de fases).

Seguridad: Trabajar únicamente con tensiones seguras para laboratorio; verificar que las conexiones estén firmes antes de energizar; respetar el orden de secuencia de fases.

## PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

1. Identificar terminales y placas de características del transformador.
2. Conectar el transformador en configuración estrella–estrella y medir tensiones de línea y de fase sin carga.
3. Repetir la medición en configuración delta–delta y registrar valores.
4. Conectar cargas balanceadas al secundario y medir tensiones, corrientes y potencias en ambas configuraciones.
5. Repetir el procedimiento con cargas desbalanceadas y registrar resultados.
6. Cambiar la conexión para que el transformador opere como reductor y luego como elevador.
7. Elaborar una síntesis con los resultados y un esquema de las conexiones utilizadas.

## RESULTADOS ESPERADOS

- Confirmación de la relación de transformación en cada configuración.
- Identificación de diferencias en tensiones y corrientes entre conexión estrella y delta.
- Comparación de comportamiento entre modo reductor y elevador.

## ANÁLISIS DE RESULTADOS

- ¿La relación de transformación medida en cada configuración coincide con la especificada?
- ¿Qué diferencias se observaron en tensiones y corrientes entre conexión estrella y delta?
- ¿Cómo afecta la configuración del devanado al comportamiento con carga desbalanceada?
- ¿Qué variaciones se encontraron al operar el transformador como reductor y como elevador?
- ¿En qué aplicaciones prácticas se prefiere un transformador trifásico elevador o reductor?

## CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

La práctica permite comprender el efecto de las configuraciones de conexión y el cambio entre modos reductor y elevador en transformadores trifásicos. Este conocimiento es esencial para seleccionar adecuadamente el equipo según los requerimientos de la red y de las cargas conectadas

### ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

- Elaborar diagramas fasoriales de las configuraciones estrella y delta medidas en la práctica.
- Calcular el rendimiento del transformador a partir de las potencias medidas.
- Investigar especificaciones de transformadores trifásicos utilizados en la industria mexicana.

### EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

|  |  |
|--|--|
| Criterios de evaluación                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mediciones correctas de tensiones, corrientes y potencias.</li> <li>• Síntesis clara con resultados y esquemas de conexión.</li> <li>• Cumplimiento de normas de seguridad en el montaje.</li> </ul>  |
| Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño | Rúbrica institucional de prácticas experimentales.   |
| Formatos de reporte de prácticas                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introducción, desarrollo, esquemas de conexión, datos de simulación, gráficas comparativas, conclusiones y evidencias fotográficas.</li> <li>• Formato institucional disponible en Anexos.</li> </ul> |

|                                   |   |
|-----------------------------------|---|
| <b>NOMBRE DE LA PRÁCTICA</b>      | Practica 5. Motores eléctricos  |
| <b>COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA</b> | Evaluar el desempeño de un motor de inducción trifásico mediante la medición de su eficiencia y determinar la curva par–velocidad de un motor de corriente continua, interpretando los resultados para su aplicación en sistemas eléctricos industriales. |

### FUNDAMENTO TEÓRICO

El motor de inducción trifásico es una máquina robusta y ampliamente utilizada en aplicaciones industriales debido a su sencillez constructiva y bajo mantenimiento. Su eficiencia se determina comparando la potencia mecánica de salida con la potencia eléctrica de entrada, considerando pérdidas en el cobre, el hierro y mecánicas (Chapman, 2012).

El motor de corriente continua (CC), aunque menos utilizado en aplicaciones modernas, es fundamental en la enseñanza de máquinas eléctricas debido a su facilidad para controlar velocidad y par. La curva par–velocidad muestra la relación inversa entre ambas magnitudes y permite analizar el comportamiento bajo distintas condiciones de carga (Fitzgerald et al., 2014).

#### Referencias bibliográficas

- Chapman, S. J. (2012). *Máquinas eléctricas* (6.<sup>a</sup> ed.). McGraw-Hill.
- Fitzgerald, A. E., Kingsley, C., & Umans, S. D. (2014). *Máquinas eléctricas* (7.<sup>a</sup> ed.). McGraw-Hill

## MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

- Motor de inducción trifásico de 2 HP, 220/440 V.
- Motor de corriente continua de 1 HP, 220 V.
- Dinamómetro o freno de Prony
- Multímetros digitales.
- Tacómetro digital.
- Fuente de alimentación trifásica y fuente CC.
- Amperímetros y voltímetros adecuados al rango.
- Wattmetro trifásico.
- Resistencias de carga para ensayos.

## PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

### A. Ensayo de eficiencia en motor de inducción trifásico

1. Verificar conexiones según placa de características y normas de seguridad.
2. Medir tensión y corriente en vacío y con carga nominal.
3. Registrar la potencia de entrada con el wattmetro.
4. Calcular la potencia mecánica de salida a partir del torque medido y la velocidad del eje.
5. Determinar la eficiencia como la razón entre potencia mecánica y potencia eléctrica de entrada.

### B. Curva par-velocidad en motor de corriente continua

1. Conectar el motor CC a la fuente y verificar polaridad.
2. Incrementar progresivamente la carga mediante el freno de Prony o el dinamómetro.
3. Medir la velocidad del eje y el par desarrollado para cada punto de carga.
4. Graficar la curva par-velocidad y analizar su tendencia.

## RESULTADOS ESPERADOS

- Obtener valores de eficiencia que se aproximen a los reportados en la placa del motor de inducción trifásico, con variaciones menores al 5 %.
- Observar que la eficiencia aumenta con la carga hasta un punto óptimo y luego disminuye por efecto de las pérdidas adicionales.
- En el motor de corriente continua, registrar una curva par–velocidad con pendiente negativa, donde el par aumenta conforme disminuye la velocidad.
- Comprobar que los valores de par y velocidad sean coherentes con las especificaciones del fabricante y con el comportamiento teórico de cada tipo de motor.

## ANÁLISIS DE RESULTADOS

- ¿Cuál fue la eficiencia máxima alcanzada por el motor de inducción trifásico?
- ¿En qué condiciones se alcanzó dicha eficiencia?
- ¿Cómo se comportó la curva par–velocidad del motor de corriente continua?
- ¿Coinciden los resultados con el comportamiento teórico esperado para cada tipo de motor?
- ¿Qué diferencias se observan entre el desempeño de ambos motores en términos de control y eficiencia?

## CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

La evaluación de la eficiencia en motores de inducción trifásicos y la determinación de la curva par–velocidad en motores de corriente continua permitió corroborar la relación directa entre las condiciones de carga y el rendimiento de cada equipo. En ambos casos, los resultados obtenidos se aproximaron a los valores teóricos y a las especificaciones del fabricante, validando los principios electromecánicos estudiados. El análisis comparativo evidencia que, mientras el motor de inducción presenta un rendimiento óptimo cercano a su carga nominal, el motor de corriente continua ofrece un control más preciso del par y la velocidad, lo que lo hace adecuado para aplicaciones que demandan regulación dinámica.

### ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

- Investigar y documentar un caso real de aplicación industrial de un motor de inducción trifásico y otro de motor CC.
- Elaborar un diagrama de control de arranque estrella-triángulo.
- Simular el comportamiento de un motor CC en software como MATLAB o Proteus.
- Realizar un cuadro comparativo entre los parámetros de placa y los valores medidos experimentalmente.

### EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

|  |   |
|--|---|
| Criterios de evaluación                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conexión correcta de los motores</li> <li>• Registro y precisión en mediciones</li> <li>• Análisis técnico en respuestas</li> <li>• Presentación ordenada del reporte</li> </ul> |
| Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño | Rúbrica institucional de prácticas experimentales.  |
| Formatos de reporte de prácticas                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introducción, marco teórico, metodología, resultados, análisis, conclusiones, evidencias gráficas y mediciones</li> <li>• Formato institucional disponible en Anexos.</li> </ul> |

## FUENTES DE INFORMACIÓN

Flores, M. A., & Salazar, J. L. (2021). Manual de prácticas de máquinas eléctricas. Universidad Tecnológica de Querétaro. Recuperado de <http://www.utq.edu.mx>

Hernández, R., & Torres, P. (2020). Prácticas de laboratorio de máquinas eléctricas. Universidad Veracruzana. Recuperado de <https://www.uv.mx>

Sánchez, J. C., & Rivera, A. (2019). Fundamentos de máquinas eléctricas. Universidad Autónoma de Nuevo León. Editorial UANL.

Secretaría de Educación Pública. (2018). Guía técnica para prácticas de laboratorio de electromecánica. SEP, Dirección General de Educación Superior Tecnológica.

IEEE Standards Association. (2010). IEEE Std 112-2010 – Standard Test Procedure for Polyphase Induction Motors and Generators. IEEE.

## **NORMAS TÉCNICAS APLICABLES**

### **1. NOM-001-SEDE-2022**

Instalaciones eléctricas (utilización).

Establece los lineamientos mínimos de seguridad para el diseño, instalación y mantenimiento de instalaciones eléctricas en baja y media tensión. Regula aspectos como canalizaciones, protecciones, conexión a tierra, interruptores, tableros y distribución de cargas. Su cumplimiento es obligatorio en instalaciones nuevas o modificadas, y busca prevenir riesgos eléctricos y garantizar la eficiencia del sistema.

### **2. NOM-029-STPS-2011**

Mantenimiento de sistemas eléctricos en los centros de trabajo – Condiciones de seguridad.

Determina los procedimientos y medidas de seguridad que deben aplicarse durante trabajos de mantenimiento eléctrico. Exige análisis de riesgo, uso de equipo de protección personal (EPP), señalización y protocolos de desconexión. Aplica tanto a mantenimiento preventivo como correctivo.

### **3. NOM-113-STPS-2009**

Trabajos en altura – Condiciones de seguridad e higiene.

Aunque no se refiere exclusivamente a electricidad, es fundamental cuando se realizan instalaciones o mantenimientos eléctricos en techos o fachadas. Define los requisitos mínimos de seguridad para prevenir caídas y proteger la integridad física de los trabajadores.



# UES

Universidad Estatal de Sonora  
La Fuerza del Saber Estimulará mi Espíritu

## ANEXOS



# REPORTE DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Nombre del Programa Académico

Nombre y Número de la Práctica

Nombre del Docente

Miembros del Equipo

Fecha de realización o entrega





## INTRODUCCIÓN

## FUNDAMENTOS TEÓRICOS

**OBJETIVO DE LA PRÁCTICA**

|                                |  |
|--------------------------------|--|
| <b>OBJETIVO DE LA PRÁCTICA</b> |  |
| <b>Objetivos específicos</b>   |  |
|                                |  |
|                                |  |

**HIPÓTESIS, EXPECTATIVA O PLANTEAMIENTO EXPERIMENTAL**

|  |
|--|
| <b>HIPÓTESIS, EXPECTATIVA O PLANTEAMIENTO EXPERIMENTAL</b> |
|  |

**MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS**

| ELEMENTOS    | CARACTERÍSTICAS |
|--------------|-----------------|
| Materiales   |                 |
| Equipamiento |                 |
| Reactivos    |                 |

## PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

## PROCESAMIENTO DE DATOS

## RESULTADOS

## ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

## CONCLUSIONES



## BIBLIOGRAFÍA



## ANEXOS



# UES

Universidad Estatal de Sonora  
La Fuerza del Saber Estimulará mi Espíritu