

Mantenimiento de máquinas eléctricas

GUÍA DIDÁCTICA DEL PROFESOR

Índice

1. Presentación de la guía	3
2. Introducción al módulo	4
3. Capacidades terminales y criterios de evaluación	9
4. Orientaciones metodológicas	15
5. Índice secuencial de las unidades de trabajo: organización de los contenidos	16
6. Estructura de las unidades de trabajo del libro del alumno	17
7. Distribución temporal de las unidades de trabajo	17
8. Elementos curriculares o unidades de trabajo	18
Capítulo 1. Introducción al taller de máquinas eléctricas	18
Capítulo 2. Construcción de transformadores eléctricos de pequeña potencia	20
Capítulo 3. Ensayo de transformadores eléctricos	23
Capítulo 4. Máquinas de corriente continua y sus bobinados	25
Capítulo 5. Mantenimiento y reparación de máquinas eléctricas de CC	28
Capítulo 6. Ensayo de máquinas eléctricas de corriente continua	31
Capítulo 7. Máquinas de corriente alterna y sus bobinados	35
Capítulo 8. Mantenimiento y reparación de máquinas eléctricas de CA	40
Capítulo 9. Ensayo de máquinas eléctricas de corriente alterna	44
9. Actividades, cuestiones, problemas y prácticas propuestas	47
10. Material didáctico (material y equipos didácticos)	51
11. Material pedagógico de apoyo para la impartición del módulo	53

1. Presentación de la guía

La guía didáctica del profesor del módulo Mantenimiento de Máquinas Eléctricas se ha elaborado con el objetivo de prestar al profesor que imparte la asignatura una propuesta didáctica de apoyo pedagógico para el desarrollo de su función docente.

En la guía se incluyen y se describen los materiales curriculares que presentó el Ministerio de Educación y Ciencia cuando se diseñaron los ciclos formativos y en los que se exponen la definición y el desarrollo de los procesos de enseñanza-aprendizaje de los Ciclos Formativos, tanto de grado superior como de grado medio de la Formación Profesional actual.

Se recogen en esta guía el Real Decreto 629/1995, publicado en el B.O.E. de 17.08.1995, donde se desarrolla el Título del módulo, y el Real Decreto 196/1996, publicado en el B.O.E. de 07.03.96, donde se desarrolla el currículo del módulo.

La guía sigue las directrices trazadas por el libro publicado por el Ministerio de Educación y Ciencia sobre propuestas didácticas de apoyo al profesor, editado por la Dirección General de Formación Profesional Reglada y Promoción Educativa, en el que se orienta al profesor sobre la programación de los contenidos y las actividades de formación que pueden ser adaptadas y aplicadas por los docentes de forma directa.

La guía está dividida en 10 apartados, que son:

- Introducción al módulo.
- Capacidades terminales y criterios de evaluación.
- Orientaciones metodológicas.
- Índice secuencial de las unidades de trabajo: organización de los contenidos.
- Estructura de las unidades de trabajo del libro del alumno.
- Distribución temporal de las unidades de trabajo.
- Elementos curriculares o unidades de trabajo.
- Actividades, cuestiones, problemas y prácticas propuestas.
- Material didáctico (material y equipos didácticos).
- Material pedagógico de apoyo para la impartición del módulo.

A continuación se desarrollan cada uno de estos 10 puntos.

2. Introducción al módulo

El desarrollo didáctico y la programación del módulo Mantenimiento de Máquinas Eléctricas se obtiene a partir del perfil del ciclo formativo Equipos e Instalaciones Electrotécnicas.

El ciclo formativo Equipos e Instalaciones Electrotécnicas está dividido en 12 módulos profesionales, como unidades coherentes de formación, necesarios para obtener la titulación de técnico en Equipos e Instalaciones Electrotécnicas. La duración establecida para este ciclo es de 2.000 horas, incluida la formación en centros de trabajo. Estas 2.000 horas se dividen en 2 periodos anuales lectivos, cinco trimestres en el centro educativo y el sexto trimestre en el centro de trabajo.

Uno de los módulos incluidos en este ciclo formativo es el de *Mantenimiento de Máquinas Eléctricas*, que tiene una duración aproximada de 130 horas, a impartir en el 2º curso, con una frecuencia de 6 horas por semana.

La competencia general de este módulo está recogida en la unidad de competencia nº 4 del real decreto del título, y que dice:

Construir, mantener y ensayar máquinas eléctricas estáticas y rotativas.

Es importante que las realizaciones que se planteen como básicas tengan como punto de referencia el sistema productivo y en concreto la ocupación o el puesto de trabajo que pueden desempeñar los técnicos que realizan este módulo.

REALIZACIONES PROFESIONALES REFERENCIADAS A LA OCUPACIÓN	CRITERIOS BÁSICOS DE REALIZACIÓN
Construir transformadores eléctricos de pequeña potencia mediante el uso de los planos constructivos, documentación técnica y medios apropiados, realizando los ensayos y pruebas establecidos en los protocolos normalizados.	<ul style="list-style-type: none">- La documentación técnica recoge la información necesaria (dimensiones, chapa magnética, espiras, diámetro de los conductores) para la construcción del transformador, partiendo de las características prescritas (tensiones en primario y secundario, potencia, dimensiones máximas).- A partir de la documentación técnica, en la construcción de transformadores eléctricos de pequeña y mediana potencia:<ul style="list-style-type: none">• La preparación de las máquinas, herramientas y útiles adecuados se realiza de acuerdo con el tipo de transformador que debe ser construido.

REALIZACIONES PROFESIONALES REFERENCIADAS A LA OCUPACIÓN	CRITERIOS BÁSICOS DE REALIZACIÓN
	<ul style="list-style-type: none"> • El acopio de materiales se realiza de acuerdo con el plan de montaje. • La construcción de las bobinas se realiza utilizando los conductores de tipo y diámetro indicados, aislando las capas convenientemente e indicando claramente las salidas. • El ensamblaje, conexionado y acabado del transformador se realiza de acuerdo con los planos y/o croquis constructivos. – Los ensayos (en vacío, en cortocircuito, aislamiento, rigidez dieléctrica...) se realizan siguiendo los protocolos establecidos, recogiendo los resultados (tensiones de primario y secundario, pérdidas en el cobre y en el hierro...) en el informe correspondiente, con la precisión requerida y en el formato adecuado.
<p>Mantener transformadores eléctricos de media potencia, siguiendo los programas de mantenimiento periódicos establecidos, localizando las causas de avería, corrigiendo los defectos encontrados y realizando los ensayos normalizados para el restablecimiento fiable del servicio.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – El informe periódico correspondiente al programa de mantenimiento preventivo del transformador recoge los resultados, modificaciones e incidencias detectadas y corregidas siguiendo el protocolo establecido (atendiendo a las características eléctricas –tensiones, intensidades, equilibrado de fases– y físicas –temperatura, fijaciones, conexiones, vibraciones, refrigeración, pintura–). – La causa de avería en el transformador se diagnostica en un tiempo adecuado. – Las características constructivas del transformador averiado (esquemas de conexiones, número de espiras, diámetro del hilo, forma constructiva del transformador y tipo de aislamiento) se obtienen con detalle en el proceso de desmonte y se recogen en el documento correspondiente.

REALIZACIONES PROFESIONALES REFERENCIADAS A LA OCUPACIÓN	CRITERIOS BÁSICOS DE REALIZACIÓN
	<ul style="list-style-type: none"> – Las operaciones necesarias para la reparación del transformador (acopio de materiales, preparación de máquinas y herramientas, elaboración de las bobinas, aislamientos y barnizados, montaje, conexiones y acabados) se realizan en el tiempo y con la calidad adecuadas. – Los resultados obtenidos en las pruebas y ensayos normalizados, tanto en vacío como en carga, se corresponden con los parámetros indicados en la placa de características del transformador, asegurando la fiabilidad y seguridad en su funcionamiento. – El informe sobre la corrección de averías, pruebas y ensayos realizados en el transformador recoge la información suficiente y precisa sobre dichas operaciones, evaluando el alcance de la avería, sirviendo de base para la actualización del “Histórico” del mismo.
<p>Mantener y ensayar máquinas eléctricas de corriente continua, siguiendo los programas periódicos de mantenimiento establecidos, localizando y corrigiendo las causas de avería, realizando los ensayos normalizados, asegurando el rendimiento y seguridad en su régimen nominal de funcionamiento.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – El informe periódico correspondiente al programa de mantenimiento preventivo de la máquina eléctrica de corriente continua (CC) recoge los resultados, modificaciones e incidencias detectadas y corregidas siguiendo el protocolo establecido (atendiendo a las características eléctricas –resistencia de devanados, tensiones e intensidades en el inducido e inductor, potencia, aislamientos, rigidez dieléctrica– y físicas –estado del colector y escobillas, cojinetes, temperatura, fijaciones, conexiones, vibraciones, refrigeración, pintura–). – Ante una avería en la máquina eléctrica de CC, se diagnostica la causa de la misma, mediante la aplicación de un procedimiento sistemático previamente establecido y utilizando las herramientas e instrumentos oportunos.

REALIZACIONES PROFESIONALES REFERENCIADAS A LA OCUPACIÓN	CRITERIOS BÁSICOS DE REALIZACIÓN
	<ul style="list-style-type: none"> – Las características constructivas de la máquina eléctrica de CC averiada (esquemas de conexiones, tipo y características del bobinado, diámetro del hilo, despiece mecánico) se obtienen con detalle en el proceso de desmonte y se recogen en el documento adecuado. – Las operaciones necesarias para la reparación de la máquina de CC (acopio de materiales, preparación de máquinas y herramientas, elaboración de las bobinas, aislamientos y barnizados, montaje, conexiones y acabados) se realizan en el tiempo y con la calidad adecuadas. – Los resultados obtenidos en las pruebas y ensayos normalizados, tanto en vacío como en carga, se corresponden con los parámetros indicados en la placa de características de la máquina eléctrica de CC, asegurando la fiabilidad y seguridad en su funcionamiento. – El informe sobre la corrección de averías, pruebas y ensayos realizados en la máquina eléctrica de CC recoge la información suficiente y precisa sobre dichas operaciones, evaluando el alcance de la avería, sirviendo de base para la actualización del “Histórico” de la misma.
<p>Mantener y ensayar máquinas eléctricas rotativas de corriente alterna, siguiendo los programas periódicos de mantenimiento establecidos, localizando y corrigiendo las causas de avería, realizando los ensayos normalizados, asegurando el rendimiento y seguridad en su régimen nominal de funcionamiento.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – El informe periódico correspondiente al programa de mantenimiento preventivo de la máquina eléctrica de corriente alterna (CA) recoge los resultados, modificaciones e incidencias detectadas y corregidas, siguiendo el protocolo establecido (atendiendo a las características eléctricas –tensiones, intensidades, potencia, r.p.m., aislamientos, rigidez dieléctrica– y físicas –estado del colector y escobillas, en su caso, cojinetes, temperatura, fijaciones, conexiones, vibraciones, refrigeración, pintura–).

REALIZACIONES PROFESIONALES REFERENCIADAS A LA OCUPACIÓN	CRITERIOS BÁSICOS DE REALIZACIÓN
	<ul style="list-style-type: none">- Ante una avería en la máquina eléctrica de CA, se diagnostica la causa de la misma, mediante la aplicación de un procedimiento sistemático previamente establecido y utilizando las herramientas e instrumentos oportunos.- Las características constructivas de la máquina eléctrica de CA averiada (esquemas de conexiones, tipo y características del bobinado, diámetro del hilo, despiece mecánico) se obtienen con detalle en el proceso de desmonte y se recogen en el documento adecuado al respecto.- Las operaciones necesarias para la reparación de la máquina eléctrica de CA (acopio de materiales, preparación de máquinas y herramientas, elaboración de las bobinas, aislamientos y barnizados, montaje, conexiones y acabados) se realizan en el tiempo y con la calidad adecuadas.- Los resultados obtenidos en las pruebas y ensayos normalizados, tanto en vacío como en carga, se corresponden con los parámetros indicados en la placa de características de la máquina eléctrica de CA, asegurando la fiabilidad y seguridad en su funcionamiento.- El informe sobre la corrección de averías, pruebas y ensayos realizados en la máquina eléctrica de CA recoge la información suficiente y precisa sobre dichas operaciones, evaluando el alcance de la avería, sirviendo de base para la actualización del "Histórico" de la misma.

3. Capacidades terminales y criterios de evaluación

En este apartado se describen las capacidades terminales y sus correspondientes criterios de evaluación, correspondientes al Real Decreto del título, a partir de las realizaciones planteadas en el apartado anterior.

El título profesional y por tanto las competencias que adquieren los alumnos que realizan este ciclo formativo está basado en la suma de las diferentes capacidades terminales que se adquieren con cada uno de los módulos que forman el ciclo formativo.

Las capacidades terminales del módulo Mantenimiento de Máquinas Eléctricas, así como sus correspondientes criterios de evaluación, según el Real Decreto del currículo publicado en el B.O.E. son:

CAPACIDADES TERMINALES	CRITERIOS DE EVALUACIÓN
Realizar las operaciones necesarias para la construcción de pequeños transformadores monofásicos y trifásicos.	<ul style="list-style-type: none">– Explicar la tipología y características de las averías típicas que se producen en los transformadores monofásicos y trifásicos.– Describir las técnicas generales y los medios específicos utilizados para la construcción de transformadores monofásicos y trifásicos.– Describir el proceso general y sistemático utilizado para la construcción de pequeños transformadores monofásicos y trifásicos.– Explicar los tipos, características y parámetros fundamentales (número de espiras por voltio, relación de transformación, tensión de cortocircuito, tipo de conexión...) de los transformadores monofásicos y trifásicos.– Enumerar los tipos de ensayos normalizados más habituales que se realizan en la construcción de pequeños transformadores monofásicos y trifásicos.– En un caso práctico de construcción de un transformador trifásico de baja potencia:

CAPACIDADES TERMINALES	CRITERIOS DE EVALUACIÓN
	<ul style="list-style-type: none">• Interpretar la documentación técnica (planos, esquemas, lista de materiales) correspondiente al transformador que hay que fabricar, relacionando los símbolos y representaciones gráficas con los elementos y procedimientos que se van a utilizar.• Acopiar los materiales necesarios para la construcción del transformador, siguiendo las especificaciones de la documentación técnica.• Escoger las herramientas y medios de producción necesarios para la construcción del transformador.• Realizar el plan de montaje del transformador atendiendo a las características constructivas del mismo y a la disponibilidad de medios y materiales.• Realizar la construcción de los núcleos magnéticos y de las bobinas con las características documentadas y aplicando procedimientos normalizados.• Realizar el ensamblaje de bobinas y núcleos magnéticos de acuerdo con los planos y/o croquis constructivos, respetando las normas de seguridad personal y de los medios y materiales utilizados.• Realizar los conexionados y bornes terminales de acuerdo con la documentación técnica del transformador.• Realizar los ensayos normalizados para pruebas de transformadores utilizando los instrumentos y medios apropiados, respetando las normas de seguridad personal y de los medios y materiales utilizados, recogiendo en el documento oportuno los datos requeridos, realizando cuando sea conveniente la representación gráfica de los parámetros característicos del transformador (relación de transformación, corriente de cortocircuito...).

CAPACIDADES TERMINALES	CRITERIOS DE EVALUACIÓN
<p>Diagnosticar averías en las máquinas eléctricas de corriente continua (CC) de pequeña potencia y realizar las operaciones necesarias para el mantenimiento de las mismas, actuando bajo normas de seguridad personal y de los materiales utilizados.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Explicar la tipología y características de las averías típicas que se producen en las máquinas de CC (generadores y motores) y especificar los elementos responsables de las mismas (cojinetes, escobillas, colectores, anillos rozantes, bobinados...). – Describir el proceso general y sistemático utilizado para el diagnóstico y reparación de averías en máquinas eléctricas de CC. – Describir las técnicas generales y los medios específicos (lámpara de prueba, brújula, “zumbador”...) utilizados para la localización de averías típicas en máquinas de CC. – Explicar los tipos, características y parámetros fundamentales (polos, ranuras, espiras, bobinas...) de los bobinados utilizados en las máquinas eléctricas de CC. – Enumerar y describir los tipos de ensayos normalizados que se realizan después de reparar las máquinas eléctricas de CC, indicando las magnitudes y parámetros principales que se deben controlar. – En un caso práctico de reparación de averías, simuladas o reales, en un motor y en un generador eléctrico: <ul style="list-style-type: none"> • Identificar los síntomas de la avería caracterizándola por los efectos detectados en la máquina, realizando las pruebas y operaciones oportunas. • Realizar al menos una hipótesis de la causa posible de la avería, explicando la relación existente entre los efectos detectados y la posible causa propuesta. • Realizar un plan de intervención para la detección de la causa posible de la avería. • Desmontar la máquina, utilizando las herramientas adecuadas y realizando los croquis y operaciones necesarios para el montaje posterior.

CAPACIDADES TERMINALES	CRITERIOS DE EVALUACIÓN
	<ul style="list-style-type: none">• Especificar por escrito las operaciones de mecanizado y ajuste que hay que realizar en los elementos mecánicos (ejes, colectores...) de la máquina eléctrica.• Obtener el esquema del bobinado de la máquina, identificando el tipo y características del mismo.• Realizar las bobinas de la máquina, utilizando los medios y materiales necesarios (bobinadoras, moldes, hilos, barnices...), siguiendo los procedimientos normalizados.• Verificar los parámetros característicos de las bobinas (continuidad, aislamiento...) y realizar el marcaje de terminales.• Montar las bobinas en el núcleo magnético y realizar las conexiones oportunas.• Sustituir los elementos mecánicos deteriorados y/o fuera de tolerancia.• Realizar el montaje de la máquina utilizando los medios y herramientas apropiados.• Efectuar los ensayos normalizados, utilizando los instrumentos y máquinas apropiados, recogiendo los datos obtenidos en el documento correspondiente.• Verificar que los resultados obtenidos se ajustan a los parámetros indicados en la placa de características de la máquina o, en su caso, a las características especificadas.• Elaborar un informe-memoria de las actividades desarrolladas y resultados obtenidos, estructurándola en los apartados necesarios para una adecuada documentación de las mismas (descripción del proceso seguido, medios utilizados, esquemas y planos utilizados, cálculos, medidas...).

CAPACIDADES TERMINALES	CRITERIOS DE EVALUACIÓN
<p>Diagnosticar averías en las máquinas eléctricas de corriente alterna (CA) monofásicas y trifásicas de pequeña potencia y realizar las operaciones necesarias para el mantenimiento de las mismas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Explicar la tipología y características de las averías típicas que se producen en las máquinas de CA (generadores y motores) y especificar los elementos responsables de las mismas (cojinetes, escobillas, colectores, anillos rozantes...). – Describir el proceso general y sistemático utilizado para el diagnóstico y reparación de averías en máquinas eléctricas de CA. – Describir las técnicas generales y los medios específicos (lámpara de prueba, brújula, “zumbador”...) utilizados para la localización de averías típicas en máquinas de CA. – Explicar los tipos, características y parámetros fundamentales (polos, fases, espiras, bobinas...) de los bobinados utilizados en las máquinas eléctricas de CA (monofásicas y trifásicas). – Enumerar y describir los tipos de ensayos normalizados que se realizan después de reparar las máquinas eléctricas de CA, indicando las magnitudes y parámetros principales que se deben controlar. – En los dos casos prácticos, simulados o reales, que se indican a continuación: avería en un motor monofásico de inducción y avería en un motor trifásico de inducción: <ul style="list-style-type: none"> • Identificar los síntomas de la avería caracterizándola por los efectos detectados en la máquina, realizando las pruebas y operaciones oportunas. • Realizar al menos una hipótesis de la causa posible de la avería, explicando la relación existente entre los efectos detectados y la posible causa propuesta. • Realizar un plan de intervención para la detección de la causa posible de la avería. • Desmontar la máquina, utilizando las herramientas adecuadas y realizando los croquis y operaciones necesarios para el montaje posterior.

CAPACIDADES TERMINALES	CRITERIOS DE EVALUACIÓN
	<ul style="list-style-type: none"> • Especificar por escrito las operaciones de mecanizado y ajuste que hay que realizar en los elementos mecánicos (ejes, colectores...) de la máquina eléctrica. • Obtener el esquema del bobinado de la máquina, identificando el tipo y características del mismo. • Realizar las bobinas de la máquina, utilizando los medios y materiales necesarios (bobinadoras, moldes, hilos, barnices...), siguiendo los procedimientos normalizados. • Verificar los parámetros característicos de las bobinas (continuidad, aislamiento...) y realizar el marcaje de terminales. • Montar las bobinas en el núcleo magnético y realizar las conexiones oportunas. • Sustituir los elementos mecánicos deteriorados o fuera de tolerancia. • Realizar el montaje de la máquina utilizando los medios y herramientas apropiados. • Efectuar los ensayos normalizados, utilizando los instrumentos y máquinas apropiados, recogiendo los datos obtenidos en el documento correspondiente. • Verificar que los resultados obtenidos se ajustan a los parámetros indicados en la placa de características de la máquina o, en su caso, a las características especificadas. • Elaborar un informe-memoria de las actividades desarrolladas y resultados obtenidos, estructurándola en los apartados necesarios para una adecuada documentación de las mismas (descripción del proceso seguido, medios utilizados, esquemas y planos usados, cálculos, medidas...).

4. Orientaciones metodológicas

Se van a exponer una serie de orientaciones metodológicas encaminadas a conseguir que el alumno conozca la importancia del tema del mantenimiento de las máquinas eléctricas dentro del proceso productivo de cualquier industria, servicio, residencia, etc., y se interese “profesionalmente” en esta materia técnica.

Los temas deben exponerse en un lenguaje sencillo a la vez que técnico para que el alumno, futuro profesional, vaya conociendo la terminología y el argot que se utiliza en el campo de las máquinas eléctricas.

Los diferentes temas que componen el módulo son materias difícilmente transportables al aula, por lo que debemos realizar el trabajo en los talleres y valernos de material gráfico como diapositivas, vídeos, catálogos comerciales, etc., para que el alumno conozca los materiales, componentes de las máquinas, aparatos de medida, bancos de ensayo, etc.

El tema relativo a las máquinas eléctricas nos permite realizar prácticas con materiales reales, como puede ser el proceso de construcción de máquinas, reparación, mantenimiento, etc.

Se deben suministrar a los alumnos esquemas reales sencillos de bobinado, planos mecánicos de despiece de máquinas, documentos normalizados de mantenimiento preventivo de máquinas, etc., para que puedan correlacionar la información teórica impartida con el desarrollo práctico en el mundo laboral de los diferentes temas

Utilizar información técnico-comercial, de empresas o distribuidores de la zona, para que los alumnos conozcan los materiales, características, aplicaciones, formas de comercialización, etc.

Inculcar la idea de trabajo en equipo, o de cuadrillas, diseñando los trabajos o actividades por equipos de alumnos (2 ó 3 por actividad), que es lo que se van a encontrar después en el mundo del trabajo.

Plantear las prácticas en función del orden de ejecución de las tareas, la exactitud en los montajes y las conexiones, las verificaciones y comprobaciones de las máquinas y sobre todo guardar y hacer guardar las normas básicas de seguridad.

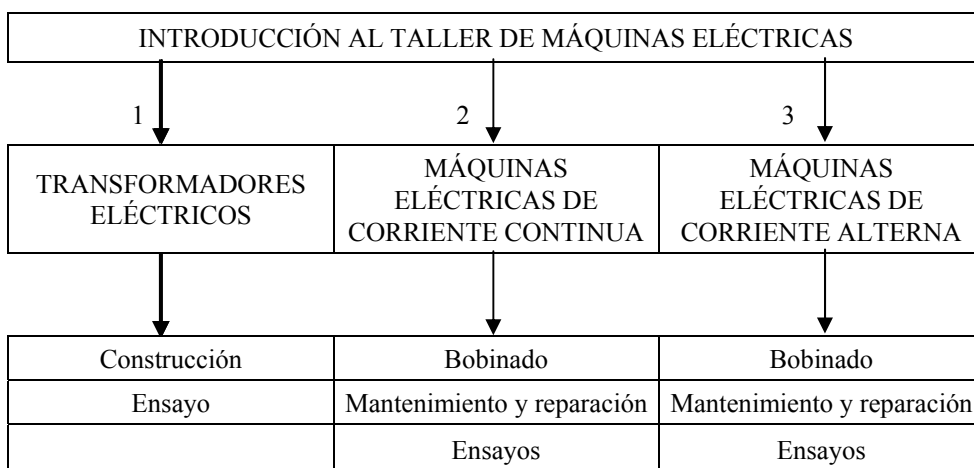
Los alumnos deberán realizar, con la ayuda del material necesario, al menos tres prácticas sobre los siguientes procesos:

- Construcción de una máquina eléctrica estática.
- Reparación de una máquina rotativa de CC.
- Ensayo de máquinas eléctricas estáticas de CA.
- Proceso de localización de averías.
- Procedimientos de bobinado en CC y CA.

5. Índice secuencial de las unidades de trabajo: organización de los contenidos

El módulo de Mantenimiento de máquinas eléctricas se estructura con las siguientes unidades de trabajo, en el siguiente orden secuencial:

- 1.- Introducción al taller de máquinas eléctricas.
- 2.- Construcción de transformadores eléctricos de pequeña potencia.
- 3.- Ensayo de transformadores eléctricos.
- 4.- Máquinas de corriente continua y sus bobinados.
- 5.- Mantenimiento y reparación de máquinas eléctricas de CC.
- 6.- Ensayo de máquinas eléctricas de corriente continua.
- 7.- Máquinas de corriente alterna y sus bobinados.
- 8.- Mantenimiento y reparación de máquinas eléctricas de CA.
- 9.- Ensayo de máquinas eléctricas de corriente alterna.



6. Estructura de las unidades de trabajo del libro del alumno

Cada una de las unidades didácticas o capítulos del libro está compuesta por los siguientes apartados:

- Introducción.
- Contenidos.
- Objetivos.
- Desarrollo de los contenidos.
- Actividades, problemas o prácticas propuestas.

7. Distribución temporal de las unidades de trabajo

Según se indicaba en el apartado 2 de esta guía, este módulo se imparte en el 2º curso del ciclo formativo y tiene una duración de 130 horas lectivas, a razón de 6 horas a la semana.

La distribución de los tiempos o temporalización de las diferentes unidades o capítulos que forman el módulo es:

Capítulo 1.- Introducción al taller de máquinas eléctricas	3 horas
Capítulo 2.- Construcción de transformadores eléctricos de pequeña potencia	9 horas
Capítulo 3.- Ensayo de transformadores eléctricos	4 horas
Capítulo 4.- Máquinas de corriente continua y sus bobinados	15 horas
Capítulo 5.- Mantenimiento y reparación de máquinas eléctricas de CC	18 horas
Capítulo 6.- Ensayo de máquinas eléctricas de corriente continua	14 horas
Capítulo 7.- Máquinas de corriente alterna y sus bobinados	18 horas
Capítulo 8.- Mantenimiento y reparación de máquinas eléctricas de CA	34 horas
Capítulo 9.- Ensayo de máquinas eléctricas de corriente alterna	15 horas

8. Elementos curriculares o unidades de trabajo

Los elementos curriculares que definen cada una de las unidades de trabajo o capítulos del libro son:

Capítulo 1. Introducción al taller de máquinas eléctricas

PROCEDIMIENTOS (CONTENIDOS ORGANIZADORES)	CONOCIMIENTOS (CONTENIDOS SOPORTE)
<ul style="list-style-type: none"> – Análisis del taller de máquinas eléctricas del centro educativo. – Clasificación del proceso de obtención de máquinas revisadas, reparadas, fabricadas y ensayadas. – Valoración de la importancia del mantenimiento preventivo y reparador, y del ensayo de las máquinas eléctricas. – Análisis comparativo entre los costes generales de reparación de una máquina y del producto nuevo. – Demostración de las principales técnicas, tecnologías y procesos aplicados en el mantenimiento, reparación y ensayo de máquinas eléctricas. – Aplicación de las normas establecidas para: <ul style="list-style-type: none"> • Interpretación de documentos. • Identificación del tipo y características de la máquina. • Comprensión y análisis de esquemas. • Técnicas aplicadas para el cálculo y diseño de esquemas. • Métodos mecánicos para el desmontaje/montaje de los elementos de las máquinas. • Identificación de los útiles, herramientas, aparatos eléctricos y máquinas que se utilizan en este taller. • Procedimiento para la recogida de datos y su posterior traslado a los informes correspondientes. 	<ul style="list-style-type: none"> 1.1. Máquinas auxiliares en el taller. <ul style="list-style-type: none"> 1.1.1. Taladradora. 1.1.2. Electro esmeriladora. 1.1.3. Bobinadora. 1.2. Herramientas auxiliares. 1.3. Horno de secado. 1.4. Aparatos de medidas mecánicas. <ul style="list-style-type: none"> 1.4.1. El calibre. 1.4.2. Micrómetro o palmer. 1.5. Aparatos de medidas eléctricas. 1.6. Máquinas eléctricas y elementos auxiliares para ensayos. 1.7. Simbología eléctrica más usada. 1.8. Equipo de máquinas para bobinar. 1.9. Materiales para bobinados. 1.10. Instalaciones eléctricas. 1.11. Normas de seguridad. 1.12. Actividades de taller propuestas.

PROCEDIMIENTOS (CONTENIDOS ORGANIZADORES)	CONOCIMIENTOS (CONTENIDOS SOPORTE)
<ul style="list-style-type: none"> – Análisis de las normas de seguridad que deben aplicarse en el mantenimiento, reparación y ensayo de las máquinas eléctricas; definiendo las principales causas de riesgo, los medios de protección y las actuaciones en caso de accidente. 	

ACTIVIDADES DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE	CRITERIOS DE EVALUACIÓN
<ul style="list-style-type: none"> – Realización de una visita didáctica al taller de máquinas eléctricas del centro educativo, explicando sus características, instalaciones y equipamiento. – Definición de los procesos y fases de trabajo en la fabricación, mantenimiento, reparación y ensayo de máquinas eléctricas. – Interpretación por medio de láminas, catálogos comerciales, máquinas disponibles en el taller..., de los distintos prototipos que pueden ser objeto de fabricación, mantenimiento, reparación y ensayo por parte de los alumnos. – Demostración de las diferencias más significativas entre las máquinas eléctricas convencionales y de experimentación. – Definición de las características propias de los materiales magnéticos, eléctricos y aislantes, utilizados en las máquinas eléctricas. – Manipulación generalizada de los aparatos mecánicos y eléctricos disponibles en el taller de máquinas eléctricas. – Evaluación de los riesgos propios de los trabajos del taller de máquinas eléctricas, relacionándolos con las causas mecánicas y eléctricas. – Aplicación de las normas de comportamiento y seguridad a seguir en el taller de máquinas eléctricas. 	<ul style="list-style-type: none"> – Describir las características, instalaciones y equipamiento general del taller de máquinas eléctricas del centro educativo. – Explicar de forma generalizada los productos reparados, fabricados y ensayados en el taller de máquinas eléctricas. – Describir la secuencia y las fases de los procesos en el mantenimiento, reparación, fabricación y ensayo de máquinas eléctricas. – Enumerar los útiles, herramientas, aparatos de medida y maquinaria empleados en estos trabajos. – Identificar los hilos, aislantes, barnices y otros materiales propios que se utilizan en el taller de máquinas eléctricas. – Diferenciar las características de las máquinas eléctricas convencionales y de experimentación. – Valorar las operaciones de comprobación durante las fases del trabajo y de los resultados del ensayo final. – Describir las causas de riesgos más frecuentes que se presentan en el taller de máquinas eléctricas, las normas de seguridad y las actuaciones en caso de accidente.

Capítulo 2. Construcción de transformadores eléctricos de pequeña potencia

PROCEDIMIENTOS (CONTENIDOS ORGANIZADORES)	CONOCIMIENTOS (CONTENIDOS SOPORTE)
<ul style="list-style-type: none"> – Interpretación a partir de la documentación técnica (información, planos, esquemas...) empleada en la construcción de pequeños transformadores de: <ul style="list-style-type: none"> • Dimensiones. Potencia aparente. • Tensiones e intensidades primaria y secundaria. • Tipo y constitución del núcleo. Secciones neta y geométrica. • Características y sección/diámetro de los conductores. • Número de espiras. Caídas de tensión. • Forma y características de las bobinas. • Sistema de refrigeración. Densidad de corriente en los bobinados. • Conexiones. Terminales. Técnicas de acabado. – Elaboración de los cálculos para la obtención de la información técnica necesaria para la construcción de un pequeño transformador (partiendo de una potencia prefijada o de un núcleo determinado). <ul style="list-style-type: none"> • Determinación de todas las características en función de la inducción, tensiones, frecuencia y densidades de corriente. – Aplicación de programas informáticos para el cálculo de pequeños transformadores. – Clasificación y aplicación de los materiales empleados en la construcción de pequeños transformadores: <ul style="list-style-type: none"> • Chapas magnéticas. Inducción máxima. • Conductores. Aislamiento. Densidad de corriente. • Soporte de las bobinas. Tubos. Carretes. 	<ul style="list-style-type: none"> 2.1. Constitución del transformador. <ul style="list-style-type: none"> 2.1.1. Circuito magnético. 2.1.2. Circuitos eléctricos. 2.2. Principio de funcionamiento del transformador. <ul style="list-style-type: none"> 2.2.1. Clasificación de los transformadores. <ul style="list-style-type: none"> 2.2.1.1. Los transformadores de potencia. 2.2.1.2. Transformadores de medidas. 2.2.2. Autotransformadores. 2.2.3. Símbolos para representar los transformadores. 2.3. Cálculo analítico de transformadores de pequeña potencia. <ul style="list-style-type: none"> 2.3.1. Sección del núcleo. 2.3.2. Número de espiras. 2.3.3. Sección de los conductores de los bobinados. 2.4. Proceso de construcción de un transformador. <ul style="list-style-type: none"> 2.4.1. Cálculos necesarios. 2.4.2. Proceso de montaje. 2.4.3. Ensayos previos al montaje de la carcasa. 2.4.4. Barnizado. 2.5. Ejemplos resueltos. 2.6. Reparación de transformadores y autotransformadores. 2.7. Cálculo de pequeños transformadores mediante ábacos. <ul style="list-style-type: none"> 2.7.1. Sección del núcleo. 2.7.2. Número de espiras. 2.7.3. Diámetro del hilo.

PROCEDIMIENTOS (CONTENIDOS ORGANIZADORES)	CONOCIMIENTOS (CONTENIDOS SOPORTE)
<ul style="list-style-type: none"> • Aislante de sostén y de acabado. • Terminales. Bornes. – Distinción de las secuencias de las fases del proceso de fabricación: <ul style="list-style-type: none"> • Armado y aislamiento del núcleo. • Diseño y construcción de las bobinas. • Montaje y operaciones de acabado. – Relación de las secuencias de trabajo con las herramientas y máquinas que se emplean, los materiales utilizados y el producto obtenido. – Identificación de las normas de seguridad en la construcción de transformadores eléctricos de pequeña potencia. 	

ACTIVIDADES DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE	CRITERIOS DE EVALUACIÓN
<ul style="list-style-type: none"> – Definición, a partir de la documentación técnica aportada para la construcción de un transformador, de: <ul style="list-style-type: none"> • Tipo de transformador. • Características del núcleo. • Diámetro de los conductores. • Forma, características y dimensiones de las bobinas. • Tipo de conexiones y terminales. • Procedimientos de fabricación. • Proceso de acabado. – Aplicación de las normas y cálculos para elaborar la información técnica necesaria para la construcción de un pequeño transformador. Aplicación de programas informáticos. 	<ul style="list-style-type: none"> – Describir, a partir de la documentación técnica para la construcción de un transformador eléctrico de pequeña potencia, los siguientes conceptos: <ul style="list-style-type: none"> • Tipo, características y dimensiones del núcleo, bobinas y del conjunto. • Materiales y calidad de los mismos que se emplean en cada uno de los elementos. • Proceso y procedimiento de fabricación que deben llevarse a cabo para alcanzar correctamente su ejecución. – Realizar el cálculo de un pequeño transformador, en donde quede determinado: <ul style="list-style-type: none"> • Potencia. Secciones neta y geométrica del núcleo. • Inducción máxima. Flujo total.

ACTIVIDADES DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE	CRITERIOS DE EVALUACIÓN
<ul style="list-style-type: none"> – Definición de los materiales empleados en la fabricación de pequeños transformadores (materiales magnéticos, eléctricos, aislantes...) describiendo sus características y aplicaciones. – Demostración de los métodos de fabricación de elementos no disponibles (elementos de circuito magnético, fabricación de moldes y carretes...). – Planificación de la secuencia de las principales fases del trabajo (armado del núcleo, fabricación de bobinas, montajes, colocación de terminales...) describiendo cada una de ellas. – Aplicación de útiles y máquinas para la fabricación de pequeños transformadores. – Realización de la fabricación y montaje de un pequeño transformador, mediante los siguientes elementos: <ul style="list-style-type: none"> • Núcleo. Elementos de unión. • Fabricación de bobinas. Colocación de terminales. • Ensamblajes. Acabados. Barnizados. – Utilizando los medios apropiados (máquinas, herramientas, útiles...) que intervienen en cada caso, analizando sus características y modo de utilización. – Aplicación de los criterios de calidad establecidos para cada uno de los elementos, y del conjunto fabricado. – Aplicación de las normas de seguridad establecidas en la fabricación de pequeños transformadores. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tensiones. Número de espiras del primario y secundario. • Densidades de corriente. Secciones/dímetros de los conductores. • Dimensiones totales del núcleo y bobinas. – Explicar las distintas técnicas que se emplean en la fabricación y montaje de pequeños transformadores. – Reconocer el tipo y calidad de los distintos materiales y su aplicación adecuada para la construcción de pequeños transformadores. – Valorar los siguientes aspectos ante un transformador ya fabricado: <ul style="list-style-type: none"> • La construcción del núcleo y las bobinas ha sido correcta. • El sistema elegido para el montaje ha sido el adecuado. • Los terminales están bien conexionados. • El conjunto se atiene a las dimensiones establecidas. • El acabado se ha realizado correctamente. – Describir las normas de seguridad en la construcción y montaje de transformadores eléctricos de pequeña potencia.

Capítulo 3. Ensayo de transformadores eléctricos

PROCEDIMIENTOS (CONTENIDOS ORGANIZADORES)	CONCEPTOS (CONTENIDOS SOPORTE)
<ul style="list-style-type: none"> – Análisis del protocolo de ensayo establecido para la obtención y verificación de los parámetros de un transformador eléctrico. – Análisis de la realización de los métodos para obtener: <ul style="list-style-type: none"> • Tensiones nominales del primario y secundario en la prueba de vacío y de carga. • Pérdidas en el circuito magnético mediante el ensayo de vacío. • Pérdidas en los circuitos eléctricos a través del ensayo de cortocircuito. • Medidas de temperatura en diferentes estados de funcionamiento. • Medidas de la resistencia de aislamiento. • Verificación de la rigidez dieléctrica del aceite refrigerante. – Determinación de las características (tipo, escala, precisión...) de los aparatos utilizados para la realización de los ensayos. – Planificación de la recogida de resultados obtenidos en los diferentes ensayos y su traslado al informe correspondiente. – Elaboración del cálculo del rendimiento del transformador con los datos obtenidos en los ensayos. – Definición de la secuencia racionalizada de los ensayos y de los métodos para la recogida de datos. – Identificación de las normas de seguridad en el ensayo de transformadores eléctricos. 	<ul style="list-style-type: none"> 3.1. Funcionamiento en vacío. <ul style="list-style-type: none"> 3.1.1. Pérdidas en el hierro. 3.1.2. Relación de transformación en vacío. 3.2. Ensayo de cortocircuito. <ul style="list-style-type: none"> 3.2.1. Pérdidas en el cobre. 3.2.2. Tensión de cortocircuito. 3.2.3. Impedancia, resistencia e inductancia de cortocircuito. 3.2.4. Intensidad máxima de cortocircuito. 3.2.5. Factor de potencia en cortocircuito. 3.2.6. Caída de tensión activa y reactiva. 3.3. Rendimiento. 3.4. Medidas de temperatura. <ul style="list-style-type: none"> 3.4.1. Calentamiento de un transformador. 3.4.2. Refrigeración de los transformadores. 3.5. Medidas de aislamiento y continuidad. 3.6. Ensayo de la rigidez dieléctrica del aceite. 3.7. Actividades de taller propuestas. <ul style="list-style-type: none"> 3.7.1. Ensayos de vacío. <ul style="list-style-type: none"> 3.7.1.1. Material recomendado para el ensayo de vacío. 3.7.2. Ensayo de cortocircuito. <ul style="list-style-type: none"> 3.7.2.1. Material recomendado para ensayo en cortocircuito.

ACTIVIDADES DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE	CRITERIOS DE EVALUACIÓN
<ul style="list-style-type: none"> – Análisis de la documentación para pruebas de ensayo de transformadores eléctricos. – Ejecución, a partir de la documentación técnica aportada, de los métodos de ensayo para obtener: <ul style="list-style-type: none"> • Tensiones en el primario y secundario. • Pérdidas en el circuito magnético. Ensayo de vacío. • Pérdidas en los circuitos eléctricos. Ensayo de cortocircuito. • Medidas de temperatura. • Medidas de aislamiento y continuidad. • Estado de la rigidez dieléctrica del aceite refrigerante. – Interpretación de las características (tipo, escala, precisión...) de los aparatos de medida necesarios para la realización de los ensayos de transformadores. – Realización de los ensayos normalizados indicados, utilizando los instrumentos y aparatos de medida apropiados. – Planificación de la recogida de los datos obtenidos para su correcto traslado al informe correspondiente. – Realización del cálculo del rendimiento del transformador, por el método de las pérdidas separadas, de acuerdo con los datos obtenidos en los ensayos. – Evaluación de la calidad de los medios y procedimientos utilizados: <ul style="list-style-type: none"> • Conexiones bien hechas. • Lecturas de aparatos de medida correctas. • Comprobación de operaciones de cálculo. – Aplicación de las normas de seguridad establecidas para el ensayo de transformadores eléctricos. 	<ul style="list-style-type: none"> – Describir el protocolo de ensayo de un transformador eléctrico. – Enumerar los procedimientos de ensayo para obtener: <ul style="list-style-type: none"> • Tensiones nominales del primario y secundario. • Pérdidas en el circuito magnético. • Pérdidas en los circuitos eléctricos. • Temperatura en vacío y con diferentes cargas. • Comprobación de la continuidad en los bobinados. • Medidas de aislamiento entre las bobinas y entre éstas y masa. • Rigidez dieléctrica del aceite refrigerante. – Reconocer el tipo, calidad y precisión de los aparatos empleados en los ensayos eléctricos. – Identificar los métodos para la recogida de datos y su traslado al informe correspondiente. – Enumerar los datos necesarios y fórmulas empleadas para el cálculo del rendimiento de un transformador por el método indirecto. – Explicar la teoría aplicada a los ensayos realizados, para obtener los datos resultantes de las pérdidas en el hierro y en el cobre. – Valorar la realización de los ensayos normalizados a los transformadores eléctricos y sus aplicaciones. – Describir las normas de seguridad en la realización de ensayos de transformadores eléctricos.

Capítulo 4. Máquinas de corriente continua y sus bobinados

PROCEDIMIENTOS (CONTENIDOS ORGANIZADORES)	CONCEPTOS (CONTENIDOS SOPORTE)
<ul style="list-style-type: none"> – Análisis de los elementos del circuito inductor de las máquinas eléctricas de corriente continua (CC). <ul style="list-style-type: none"> • Constitución del estator. Polos de excitación. Núcleos. Bobinas polares. Designación de terminales. Conexiones. • Polos auxiliares. Características. • Diferencias entre generadores y motores. – Análisis de la constitución del circuito inducido de las máquinas eléctricas de corriente continua (CC). <ul style="list-style-type: none"> • Elementos del núcleo magnético del rotor. Ranuras. Dientes. Delgas. Colector. • Elementos relativos a los bobinados del rotor. Espira. Bobina. Lados activos. Cabezas. Capas. Secciones inducidas. – Determinación de las condiciones del bobinado inducido. <ul style="list-style-type: none"> • Paso polar. Ancho de bobina. Características. • Paso parcial anterior y posterior. • Conexión de las bobinas. Bobinados cerrados. • Bobinados imbricados y ondulados. • Paso resultante. Paso de colector. – Clasificación de los bobinados imbricados simples: <ul style="list-style-type: none"> • Tipos. Progresivos y regresivos. • Número de ramas en paralelo. Condiciones. • Número de delgas del colector. • Conexiones equipotenciales. – Aplicación de los bobinados imbricados múltiples. Características. 	<ul style="list-style-type: none"> 4.1. Constitución de las máquinas eléctricas de corriente continua. 4.2. Bobinado inductor. <ul style="list-style-type: none"> 4.2.1. Excitación independiente. 4.2.2. Excitación serie. 4.2.3. Excitación shunt. 4.2.4. Excitación compound. 4.3. Bobinado de conmutación. 4.4. Placa de bornas de una máquina de CC. 4.5. Bobinado inducido. <ul style="list-style-type: none"> 4.5.1. Bobinados de una y dos capas por ranura. 4.5.2. Bobinados cerrados. 4.5.3. Condiciones que han de cumplir los bobinados inducidos de corriente continua. <ul style="list-style-type: none"> 4.5.3.1. Número de bobinas. 4.5.3.2. Secciones inducidas. 4.5.3.3. Número de delgas. 4.5.3.4. Paso de ranuras. 4.5.3.5. Ancho de sección. 4.5.3.6. Clases de bobinados en corriente continua. 4.6. Bobinados imbricados simples. <ul style="list-style-type: none"> 4.6.1. Conexiones equipotenciales. <ul style="list-style-type: none"> 4.6.1.1. Número de conexiones equipotenciales. 4.6.1.2. Paso de bobina equipotencial. 4.6.2. Cálculo de esquemas para los bobinados imbricados simples. <ul style="list-style-type: none"> 4.6.2.1. Posibilidad de ejecución. 4.6.2.2. Paso de ranuras. 4.6.2.3. Número de delgas del colector.

PROCEDIMIENTOS (CONTENIDOS ORGANIZADORES)	CONCEPTOS (CONTENIDOS SOPORTE)
<ul style="list-style-type: none"> – Análisis del proceso de cálculo de un bobinado imbricado. <ul style="list-style-type: none"> • Datos necesarios para el cálculo. – Diseño del esquema de bobinado imbricado simple. <ul style="list-style-type: none"> • Representación circular, rectangular y simplificada. • Indicación de los polos, líneas neutras y escobillas. – Clasificación de los bobinados ondulados en serie. <ul style="list-style-type: none"> • Tipos. Progresivos y regresivos. • Número de ramas en derivación. • Número de escobillas. • Condiciones del paso de colector. Soluciones. – Explicación de los bobinados en serie-paralelas. Características. – Análisis del proceso de cálculo de un bobinado ondulado en serie. <ul style="list-style-type: none"> • Datos necesarios para el cálculo. – Diseño del esquema de un bobinado en serie. <ul style="list-style-type: none"> • Representación circular, rectangular y simplificada. • Indicación de los polos, líneas neutras y escobillas. 	<ul style="list-style-type: none"> 4.6.2.4. Paso de colector. 4.6.2.5. Ancho de sección. 4.6.2.6. Paso de conexión. 4.6.2.7. Paso de escobillas. 4.7. Ejemplos resueltos de bobinados imbricados simples. 4.8. Bobinados imbricados múltiples. <ul style="list-style-type: none"> 4.8.1. Bobinados imbricados dobles. <ul style="list-style-type: none"> 4.8.1.1. Escobillas. 4.8.1.2. Conexiones equipotenciales. 4.9. Ejemplos resueltos de bobinados imbricados dobles. 4.10. Bobinados ondulados serie. <ul style="list-style-type: none"> 4.10.1. Número de ramas paralelas. 4.10.2. Número de escobillas. 4.10.3. Condiciones que han de cumplir los bobinados ondulados serie. 4.10.4. Empleo de una sección muerta. 4.11. Proceso de cálculo de los bobinados ondulados. 4.12. Ejemplos resueltos de bobinados ondulados serie.

ACTIVIDADES DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE	CRITERIOS DE EVALUACIÓN
<ul style="list-style-type: none"> – Definición y aplicación de los elementos del circuito inductor de las máquinas eléctricas de corriente continua (CC). <ul style="list-style-type: none"> • Circuito magnético. Tipos de polos. Bobinados polares. Circuito inductor. Determinación de polaridades. 	<ul style="list-style-type: none"> – Reconocer los elementos que componen el circuito inductor de las máquinas eléctricas de corriente continua (CC): <ul style="list-style-type: none"> • Explicar la función de cada uno de ellos. • Describir las posibles variantes.

ACTIVIDADES DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE	CRITERIOS DE EVALUACIÓN
<ul style="list-style-type: none"> – Definición y aplicación de los elementos que constituyen el circuito inducido de las máquinas eléctricas de CC. <ul style="list-style-type: none"> • Tipos de rotor. Características de las ranuras. Necesidad del colector. Explicación de la relación entre el número de ranuras y delgas. Secciones inducidas. • Características de las bobinas del rotor. Tipo de bobinado. – Resolución y definición a partir del número de polos, ranuras y secciones inducidas, los pasos del bobinado. <ul style="list-style-type: none"> • Observaciones a considerar si los bobinados son simples o múltiples, cruzados o sin cruzar. – Análisis de las diferencias y condiciones de los bobinados imbricados y ondulados y las dificultades de su ejecución. – Realización del cálculo de bobinados imbricados: <ul style="list-style-type: none"> • Aplicación de las variantes: simples, múltiples, cruzados y sin cruzar. – Elaboración del esquema en representación rectangular de un bobinado imbricado simple, sin cruzar. <ul style="list-style-type: none"> • Aplicación de los métodos para situar los polos, indicar el sentido de las corrientes y localizar las escobillas. • Secuencia del trazado del esquema. – Realización del cálculo de bobinados ondulados: <ul style="list-style-type: none"> • Aplicación de las condiciones y posibles soluciones. • Introducción en el cálculo de las variantes: simple, múltiple, cruzado y sin cruzar. – Elaboración del esquema en representación rectangular de un bobinado ondulado simple en serie: 	<ul style="list-style-type: none"> – Reconocer los elementos que constituyen el circuito del inducido de las máquinas de CC: <ul style="list-style-type: none"> • Explicar la función de cada uno de ellos. • Describir las posibles variantes. – Enumerar los datos necesarios y describir el procedimiento a seguir para realizar el cálculo del bobinado inducido de una máquina de CC: <ul style="list-style-type: none"> • Diferenciar los casos particulares de los distintos tipos de bobinados. – Relacionar las técnicas y métodos gráficos adecuados a las representaciones de estos bobinados. – Calcular y trazar el esquema del bobinado imbricado del inducido de una máquina de CC: <ul style="list-style-type: none"> • Enumerar las características y dificultades de estos bobinados. – Calcular y trazar el esquema del bobinado ondulado del inducido de una máquina de CC: <ul style="list-style-type: none"> • Enumerar las características y dificultades de estos bobinados. – Seleccionar las técnicas y métodos gráficos adecuados a las representaciones de estos bobinados. – Determinar, en los esquemas, los polos de la máquina, el sentido de las corrientes y la posición, número y polaridad de las escobillas.

ACTIVIDADES DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE	CRITERIOS DE EVALUACIÓN
<ul style="list-style-type: none"> • Aplicación de los métodos para situar los polos, indicar el sentido de las corrientes y localizar las escobillas. • Realizar con los mismos datos un esquema circular simplificado. 	

Capítulo 5. Mantenimiento y reparación de máquinas eléctricas de CC

PROCEDIMIENTOS (CONTENIDOS ORGANIZADORES)	CONCEPTOS (CONTENIDOS SOPORTE)
<ul style="list-style-type: none"> – Análisis del programa de mantenimiento preventivo que se realiza a las máquinas eléctricas de corriente continua (CC). – Determinación de los procesos, útiles, herramientas, aparatos y máquinas utilizados en el mantenimiento preventivo. – Análisis secuencial del mantenimiento preventivo de una máquina eléctrica de CC: <ul style="list-style-type: none"> • Comprobación de los anclajes. Eliminación de vibraciones y ruidos. • Limpieza de los aislamientos eléctricos. Secado. Rebarnizado. • Pruebas de aislamiento y de continuidad de los circuitos. • Limpieza del colector. Estado y presión de las escobillas. • Revisión de los bornes y conexiones interiores. • Conservación de los cojinetes. Comprobación de la regularidad del entrehierro. – Análisis de las pruebas para la localización de averías, y sistemas de reparación en las máquinas eléctricas de CC: <ul style="list-style-type: none"> • Averías del circuito inductor: Descebado. Aislamiento defectuoso. Conexiones incorrectas. 	<ul style="list-style-type: none"> 5.1. Interpretación de los programas de mantenimiento de las máquinas de CC. 5.2. Útiles, aparatos y herramientas a utilizar en el mantenimiento preventivo de máquinas de CC. 5.3. Secuencia de operaciones que requiere el mantenimiento preventivo. <ul style="list-style-type: none"> 5.3.1. Análisis del estado general de la máquina. 5.3.2. Revisión de anclajes y elementos móviles. 5.3.3. Comprobación de circuitos. <ul style="list-style-type: none"> 5.3.3.1. Localización de derivaciones. 5.3.3.2. Localización de cortocircuitos. 5.3.3.3. Localización de interrupciones. 5.4. Rebobinado de inducidos de máquinas eléctricas de C.C. <ul style="list-style-type: none"> 5.4.1. Toma de datos al extraer el arrollamiento deteriorado. <ul style="list-style-type: none"> 5.4.1.1. Recomendaciones a tener en cuenta. 5.4.2. Aislamiento del núcleo.

PROCEDIMIENTOS (CONTENIDOS ORGANIZADORES)	CONCEPTOS (CONTENIDOS SOPORTE)
<ul style="list-style-type: none"> • Pérdida del entrehierro: Sustitución de cojinetes. Equilibrado del rotor. • Mal estado del colector: Rebaje de micas. Rectificación del colector. • Escobillas gastadas: Reposición. Ajuste del portaescobillas. • Bobina del inducido abierta: Inspección del colector. Sistemas de reparación. • Bobina del inducido en cortocircuito: Inspección del colector. Localización por “zumbador”. Sistemas de reparación. • Bobina del inducido derivada a masa: Localización con lámparas de prueba. Sistemas de reparación. <p>– Elaboración del procedimiento para la reposición total del bobinado inducido de una máquina eléctrica de CC de pequeña potencia:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Análisis de las características constructivas del rotor y del tipo de bobinado. • Recogida de datos en el documento apropiado. • Operaciones de desbobinado y preparación de los elementos mecánicos (ranuras, eje, colector...). • Secuenciación de las operaciones para la reposición del bobinado (elección del hilo, elaboración/montaje de las bobinas, conexiones, operaciones de aislamiento, elección del tipo de barnizado). <p>– Relación de útiles, herramientas y máquinas para realizar los trabajos mecánicos y eléctricos necesarios.</p> <p>– Identificación de las normas de seguridad en las operaciones de mantenimiento y reparación de las máquinas eléctricas de CC.</p>	<ul style="list-style-type: none"> 5.4.3. Bobinado del inducido. 5.4.4. Cierre de las ranuras. 5.4.5. Conexión de las bobinas a las delgas del colector. 5.4.6. Zunchado del inducido. <ul style="list-style-type: none"> 5.4.6.1. Zunchado con cuerda. 5.4.6.2. Zunchado con alambre. 5.4.7. Comprobación eléctrica del inducido. <ul style="list-style-type: none"> 5.4.7.1. Prueba de cortocircuitos entre espiras y entre delgas. 5.4.7.2. Prueba de aislamiento. 5.4.7.3. Comprobación de la intensidad generada por cada bobina. 5.4.8. Impregnación y secado del inducido. 5.4.9. Torneado y rectificación de micas del colector. 5.4.10. Equilibrado mecánico del inducido. 5.5. Construcción de las bobinas polares. <ul style="list-style-type: none"> 5.5.1. Preparación del molde adecuado. 5.5.2. Ejecución de la bobina polar. 5.5.3. Conexión de las bobinas polares. 5.5.4. Determinación de las polaridades. 5.6. Informe del trabajo realizado. 5.7. Normas de seguridad aplicables.

ACTIVIDADES DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE	CRITERIOS DE EVALUACIÓN
<ul style="list-style-type: none"> – Interpretación de los programas de mantenimiento preventivo que se aplican a las máquinas eléctricas de corriente continua (CC). – Definición de los procesos y aplicaciones de los útiles, herramientas, aparatos y máquinas que se utilizan en el mantenimiento preventivo. – Planificación, sobre una máquina convencional de CC, de la secuencia de las operaciones que requiere el mantenimiento preventivo: <ul style="list-style-type: none"> • Análisis del estado general de la máquina. • Revisión del anclaje y elementos móviles. • Comprobación de las características eléctricas. • Pruebas de aislamiento y temperaturas de funcionamiento. • Estado del colector y escobillas. • Comprobación de conexiones y bornes. • Normas para el traslado de las operaciones realizadas al informe correspondiente. – Aplicación de las técnicas para la localización de averías –en el caso práctico de una máquina de CC con desperfectos– hasta definir los elementos afectados y planificar su reparación. – Realización de las siguientes operaciones de reparación: <ul style="list-style-type: none"> • Rebaje de micas y rectificación del colector. • Resolver averías de bobinas abiertas, en cortocircuito y derivadas a masa. • Equilibrado del rotor. – Realización de la reposición total del bobinado inducido de una máquina eléctrica de CC de pequeña potencia, incluyendo: 	<ul style="list-style-type: none"> – Describir los programas de mantenimiento preventivo que se aplican a las máquinas eléctricas de corriente continua (CC). – Identificar los procesos y operaciones, y enumerar los útiles, herramientas, aparatos y máquinas que se requieren para el mantenimiento preventivo. – Explicar, ante una máquina convencional de CC, las operaciones de mantenimiento preventivo que deben realizarse en: <ul style="list-style-type: none"> • Elementos de fijación del estator y del eje del motor. • Sistemas de aislamiento y ventilación. • Partes móviles del circuito eléctrico. • Elementos fijos del circuito eléctrico. – En el caso práctico de una máquina eléctrica de CC averiada, descubrir la causa, identificar la avería, describir el proceso de reparación y enumerar los útiles, herramientas y aparatos necesarios para su correcta reparación. – En el caso práctico de la reposición total del bobinado inducido del rotor de un motor de CC de pequeña potencia: <ul style="list-style-type: none"> • Explicar el proceso de recogida de datos del rotor. • Seleccionar los métodos para el desbobinado –si procede– del inducido. • Relacionar las operaciones para el aislamiento de las ranuras. • Describir los métodos para la fabricación y posterior montaje de las bobinas. • Justificar las técnicas de aislamiento de los conductores y métodos de soldadura en el colector. • Decidir el tipo de barnizado que debe aplicarse al rotor.

ACTIVIDADES DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE	CRITERIOS DE EVALUACIÓN
<ul style="list-style-type: none"> • Recogida de las características constructivas del rotor. • Desbobinado –si procede– del rotor. • Definición del bobinado a realizar. • Preparación y aislamiento de las ranuras. • Ejecución y montaje de las bobinas. • Aislamiento de terminales y soldadura al colector. • Barnizado del rotor. • Manipulación correcta de los útiles, herramientas y máquinas utilizadas en los trabajos descritos. • Elaboración de un informe detallado de las operaciones realizadas, material empleado, herramientas y máquinas utilizadas; así como el tiempo empleado en cada una de las operaciones. <p>– Aplicación de las normas de seguridad en los trabajos de mantenimiento y reparación de las máquinas eléctricas de CC.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Determinar los tipos de herramientas que deben utilizarse en cada una de estas operaciones. <p>– Enumerar los riesgos y normas de seguridad que deben aplicarse en el mantenimiento y reparación de las máquinas eléctricas de CC.</p>

Capítulo 6. Ensayo de máquinas eléctricas de corriente continua

PROCEDIMIENTOS (CONTENIDOS ORGANIZADORES)	CONCEPTOS (CONTENIDOS SOPORTE)
<ul style="list-style-type: none"> – Análisis de la organización de los ensayos de las máquinas eléctricas de corriente continua (CC), especificando el tipo, relacionando los aparatos a utilizar, indicando las etapas, definiendo las operaciones, ordenando la recogida de datos y clasificando los resultados. – Determinación de los métodos para la interpretación de los protocolos de ensayos normalizados que se aplican a las máquinas eléctricas de CC. 	<ul style="list-style-type: none"> 6.1. Identificación del tipo de máquinas corriente continua por su placa de bornas. 6.2. Funcionamiento de la dinamo de excitación independiente. <ul style="list-style-type: none"> 6.2.1. Puesta en funcionamiento o arranque. 6.2.2. Características de vacío. <ul style="list-style-type: none"> 6.2.2.1. Ensayo de vacío de la dinamo de excitación independiente.

PROCEDIMIENTOS (CONTENIDOS ORGANIZADORES)	CONCEPTOS (CONTENIDOS SOPORTE)
<ul style="list-style-type: none"> – Determinación de las reglas para identificar el tipo, simbología, características y bornes de las máquinas eléctricas de CC. – Análisis de las pérdidas y rendimiento de las máquinas eléctricas de CC: <ul style="list-style-type: none"> • Clasificación y determinación de las pérdidas. • Ensayo de la resistencia de aislamiento. • Métodos para la medición de temperaturas de funcionamiento. • Determinación del rendimiento. – Planificación de los ensayos normalizados que se practican en los generadores de CC: <ul style="list-style-type: none"> • Determinación de la característica de vacío. • Determinación de la característica en carga. • Determinación de la característica de regulación. • Determinación de la característica exterior e interior. • Determinación del rendimiento: <ul style="list-style-type: none"> ♦ Analizando el objeto del ensayo, interpretando las curvas de los diferentes tipos de generadores y recogiendo y trasladando los datos al informe correspondiente. – Planificación de los ensayos normalizados que se practican a los motores de CC: <ul style="list-style-type: none"> • Determinación de la característica de velocidad. • Determinación de la característica del par motor. • Determinación del rendimiento: <ul style="list-style-type: none"> ♦ Analizando el objeto del ensayo, interpretando las curvas de los diferentes tipos de motores y recogiendo y trasladando los datos al informe correspondiente. – Identificación de las normas de seguridad que deben aplicarse en los ensayos de máquinas eléctricas de CC. 	<ul style="list-style-type: none"> 6.2.3. Material recomendado para el ensayo de vacío. 6.2.4. Características de carga. <ul style="list-style-type: none"> 6.2.4.1. Ensayo de carga de la dinamo de excitación independiente. 6.2.5. Material recomendado para el ensayo de carga. 6.2.6. Estabilidad de una máquina con excitación independiente. 6.3. Dinamos autoexcitadas. <ul style="list-style-type: none"> 6.3.1. Principio de autoexcitación. 6.3.2. Condiciones de cebado. 6.3.3. Comprobación práctica. 6.4. Funcionamiento de la dinamo de excitación serie. <ul style="list-style-type: none"> 6.4.1. Puesta en marcha de la dinamo serie. 6.4.2. Características de vacío. 6.4.3. Características de carga. <ul style="list-style-type: none"> 6.4.3.1. Ensayo de carga de la dinamo serie. 6.4.4. Material recomendado para el ensayo en carga de la máquina serie. 6.4.5. Estabilidad de una máquina serie. 6.5. Dinamo de excitación shunt. <ul style="list-style-type: none"> 6.5.1. Puesta en marcha de la dinamo shunt. 6.5.2. Características de vacío. <ul style="list-style-type: none"> 6.5.2.1. Ensayo de vacío. 6.5.3. Materiales recomendados para los ensayos de vacío y carga. 6.5.4. Características de carga. <ul style="list-style-type: none"> 6.5.4.1. Ensayo de carga de la dinamo shunt. 6.5.5. Estabilidad de una máquina shunt.

PROCEDIMIENTOS (CONTENIDOS ORGANIZADORES)	CONCEPTOS (CONTENIDOS SOPORTE)
	<ul style="list-style-type: none"> 6.6. Características de regulación para la dinamo de excitación shunt. <ul style="list-style-type: none"> 6.6.1. Cálculos del reóstato de campo R1. <ul style="list-style-type: none"> 6.6.1.1. Ensayo para obtener las características de regulación. 6.7. Motor de corriente continua. <ul style="list-style-type: none"> 6.7.1. Características de velocidad en los motores serie, shunt y compound. <ul style="list-style-type: none"> 6.7.1.1. Variación del flujo inductor. 6.7.1.2. Variación de la velocidad al cambiar el valor de tensión aplicada. 6.7.1.3. Ensayos de regulación de velocidad en los motores de c.c. 6.7.2. Material recomendado para el ensayo de regulación de velocidad. 6.7.3. Características de par motor en los motores shunt y serie. <ul style="list-style-type: none"> 6.7.3.1. Motor shunt. Par motor. 6.7.3.2. Motor serie. Par motor. 6.7.3.3. Ensayo para trazar la curva de par motor. 6.7.4. Material recomendado para el ensayo de par motor. 6.8. Cambios de temperatura en las máquinas. <ul style="list-style-type: none"> 6.8.1. Calentamiento de las máquinas de c.c. 6.9. Informe de los ensayos realizados. 6.10. Normas de seguridad aplicables.

ACTIVIDADES DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE	CRITERIOS DE EVALUACIÓN
<ul style="list-style-type: none"> – Definición de la planificación de los ensayos de las máquinas eléctricas de corriente continua (CC), interpretando el tipo, manipulando los aparatos a utilizar, definiendo las etapas, analizando las operaciones y aplicando las técnicas apropiadas para la recogida de datos. – Interpretación de los protocolos de ensayo normalizado, destinados a las máquinas eléctricas de CC. – Aplicación de las normas para la identificación del tipo, simbología, características y bornes de las máquinas eléctricas de CC. – Realización de las pruebas para determinar las pérdidas y el rendimiento de las máquinas eléctricas de CC, registrando: <ul style="list-style-type: none"> • Pérdidas constantes, en la excitación y debidas a la intensidad. • Valores de la temperatura de la máquina. • Resistencia de aislamiento. • Rendimiento. – Ejecución de los ensayos normalizados que se efectúan a los generadores de CC, seleccionando las máquinas, realizando los montajes, instalando los aparatos necesarios, efectuando las conexiones precisas, vigilando las constantes y tomando y registrando los datos correspondientes para obtener: <ul style="list-style-type: none"> • Característica de vacío de una dinamo derivación. • Característica exterior de una dinamo con excitación independiente y en derivación. • Característica de regulación de una dinamo derivación. 	<ul style="list-style-type: none"> – Describir los protocolos de ensayo de las máquinas eléctricas de corriente continua (CC), distinguiendo el tipo, justificando los aparatos a utilizar, enumerando las operaciones y clasificando los datos recogidos para su traslado al informe correspondiente. – Justificar los informes y protocolos de ensayo que se aplican a las máquinas de CC. – Reconocer las normas para identificar los tipos, simbología, características de excitación, forma de conexión y bornes correspondientes de las máquinas eléctricas de CC. – Enumerar los métodos para determinar las pérdidas y rendimiento de las máquinas eléctricas de CC. – Explicar los procedimientos empleados en los ensayos de generadores de CC, para la determinación de: <ul style="list-style-type: none"> • Característica de vacío. • Característica exterior. • Característica de regulación. – Explicar los procedimientos empleados en los ensayos de motores de CC para la determinación de: <ul style="list-style-type: none"> • Característica de velocidad. • Característica del par motor. – Identificar las máquinas, seleccionar los aparatos empleados y verificar las conexiones de cada uno de los ensayos descritos. – Evaluar los resultados obtenidos en los diferentes ensayos y pruebas, trasladando los datos al informe-memoria correspondiente.

ACTIVIDADES DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE	CRITERIOS DE EVALUACIÓN
<ul style="list-style-type: none"> – Ejecución de los ensayos normalizados que se efectúan a los motores de CC, seleccionando las máquinas, realizando los montajes, instalando los aparatos necesarios, efectuando las conexiones precisas, vigilando las constantes y anotando y trasladando los datos al informe correspondiente para obtener: <ul style="list-style-type: none"> • Característica de velocidad de los motores serie, derivación y compuesto. • Característica del par motor de los motores serie y derivación. – Representación de las curvas con los datos obtenidos en los ensayos de generadores y motores y evaluación de los resultados. – Redacción de un informe-memoria correspondiente al ensayo realizado, registrando los métodos, analizando las pruebas y recogiendo los datos en el documento apropiado. – Aplicación de las normas de seguridad correspondientes a los ensayos efectuados. 	<ul style="list-style-type: none"> – Enumerar las normas de seguridad que se aplican a los ensayos de máquinas eléctricas de CC.

Capítulo 7. Máquinas de corriente alterna y sus bobinados

PROCEDIMIENTOS (CONTENIDOS ORGANIZADORES)	CONCEPTOS (CONTENIDOS SOPORTE)
<ul style="list-style-type: none"> – Análisis de la función de los arrollamientos del estator en una máquina de corriente alterna (CA). – Análisis que deben cumplir los bobinados de CA respecto a las espiras, f.e.m.s. y desfases. – Determinación de las funciones que realizan los circuitos eléctricos del inductor e inducido de las máquinas de CA: <ul style="list-style-type: none"> • Análisis de las diferencias entre generador y motor. 	<ul style="list-style-type: none"> 7.1. Constitución de una máquina de corriente alterna. <ul style="list-style-type: none"> 7.1.1. Alternador. 7.1.2. Motores. 7.2. Clasificación de los bobinados de las máquinas de CA. <ul style="list-style-type: none"> 7.2.1. En función del número de fases. 7.2.2. Atendiendo a la amplitud de las bobinas. 7.2.3. Según la distribución de las bobinas.

PROCEDIMIENTOS (CONTENIDOS ORGANIZADORES)	CONCEPTOS (CONTENIDOS SOPORTE)
<ul style="list-style-type: none"> – Análisis de los sistemas de conexión de las bobinas: bobinados concéntricos y excéntricos: <ul style="list-style-type: none"> • Tipos de cabezas de las bobinas. • Formación de grupos de bobinas. Sistemas de conexión. • Conexión de los grupos de bobinas de una fase. – Determinación de las relaciones más importantes de los bobinados de CA: <ul style="list-style-type: none"> • Número de ranuras, polos y fases. • Bobinas y capas por ranuras. • Número de bobinas por grupos. • Número de grupos por fase. – Determinación de los principios y extremos de las fases: <ul style="list-style-type: none"> • Desfases de los principios de fase. Bobinados monofásicos y trifásicos. Traducción a las ranuras correspondientes. • Composición de los cuadros de principio de fase. • Elección de los principios más adecuados. – Análisis del proceso de cálculo de los bobinados concéntricos de CA: <ul style="list-style-type: none"> • Condiciones de estos bobinados. Posibilidad de realización. Datos necesarios para el cálculo. • Número de bobinas por grupo y grupos de bobinas por fase. • Amplitud del grupo y ancho de bobina. • Elección de los principios de fase. – Realización del esquema de un bobinado concéntrico: 	<ul style="list-style-type: none"> 7.2.4. Teniendo en cuenta el sentido de avance de la corriente. 7.2.5. En función del número de grupos por fase. 7.2.6. En función del número de haces activos por ranura. 7.3. Cálculo de los bobinados concéntricos trifásicos. <ul style="list-style-type: none"> 7.3.1. Datos necesarios. 7.3.2. Posibilidad de ejecución. 7.3.3. Número de grupos del bobinado. 7.3.4. Número de bobinas por grupo. 7.3.5. Número de ranuras por polo y fase. 7.3.6. Amplitud de grupos. 7.3.7. Paso de principios. 7.3.8. Tabla de principios. 7.4. Velocidad de los motores eléctricos de CA. 7.5. Ejemplos resueltos de bobinados concéntricos trifásicos. 7.6. Bobinados de motores monofásicos con circuito de arranque. <ul style="list-style-type: none"> 7.6.1. Bobinados monofásicos separados. <ul style="list-style-type: none"> 7.6.1.1. Número de bobinas por grupo del devanado principal. 7.6.1.2. Amplitud de grupos del devanado principal. 7.6.1.3. Número de bobinas por grupo del devanado auxiliar. 7.6.1.4. Amplitud de grupo del devanado auxiliar. 7.6.1.5. Paso de ciclo. 7.6.1.6. Paso de principios. 7.6.1.7. Tabla de principios.

PROCEDIMIENTOS (CONTENIDOS ORGANIZADORES)	CONCEPTOS (CONTENIDOS SOPORTE)
<ul style="list-style-type: none"> • Indicación de los extremos de las fases, sentidos de las corrientes y formación de los polos. – Análisis de las diferencias entre los bobinados excéntricos y los concéntricos: <ul style="list-style-type: none"> • Bobinados excéntricos enteros y fraccionados. Generalidades. • Condiciones de los bobinados excéntricos enteros a una y dos capas. – Análisis del proceso de cálculo de los bobinados excéntricos de CA: <ul style="list-style-type: none"> • Condiciones de estos bobinados. Posibilidades de realización. Datos necesarios para el cálculo. • Ancho de bobina. Posibilidades de variación. • Número de bobinas por grupo y de grupos por fase. • Elección de los principios de fase. – Realización del esquema de un bobinado excéntrico a una capa y de otro a doble capa: <ul style="list-style-type: none"> • Indicación de los extremos de las fases, sentido de las corrientes y formación de los polos. – Identificación de las características diferenciadoras de los bobinados excéntricos fraccionarios. Aplicaciones. – Análisis de los bobinados ondulados de CA. Características especiales. Aplicaciones. 	<ul style="list-style-type: none"> 7.6.2. Bobinados monofásicos superpuestos. <ul style="list-style-type: none"> 7.6.2.1. Bobinas por grupo y amplitud del bobinado principal. 7.6.2.2. Bobinas por grupo y amplitud del bobinado auxiliar. 7.6.2.3. Tabla de principios. 7.7. Ejemplos resueltos bobinados monofásicos. 7.8. Bobinados excéntricos. <ul style="list-style-type: none"> 7.8.1. Bobinados enteros y fraccionarios. 7.8.2. Bobinados imbricados enteros de una capa. <ul style="list-style-type: none"> 7.8.2.1. Cálculos para realizar el esquema de un bobinado imbricado de una capa. 7.8.3. Bobinados imbricados enteros de dos capas. <ul style="list-style-type: none"> 7.8.3.1. Cálculos para realizar el esquema de un bobinado imbricado de dos capas. 7.9. Ejemplos resueltos de los bobinados excéntricos de una y dos capas. 7.10. Bobinados ondulados de corriente alterna. <ul style="list-style-type: none"> 7.10.1. Bobinados ondulados enteros y fraccionarios. 7.10.2. Cálculos necesarios para hacer el esquema de un bobinado ondulado. 7.11. Ejemplos resueltos de bobinados ondulados trifásicos. 7.12. Placa de bornas de una máquina de CA.

ACTIVIDADES DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE	CRITERIOS DE EVALUACIÓN
<ul style="list-style-type: none"> – Definición y aplicación de los elementos del circuito inductor de las máquinas eléctricas de corriente alterna (CA). – Análisis de las funciones que realiza el circuito inductor: <ul style="list-style-type: none"> • Diferencias entre generadores y motores. – Definición y aplicación de los elementos que constituyen el circuito inducido de los motores de CA: <ul style="list-style-type: none"> • Tipos de rotor. – Resolución y definición a partir del tipo de bobinado, número de polos, ranuras, capas y fases, de los siguientes datos: <ul style="list-style-type: none"> • Ancho de la bobina y número de bobinas por grupo. • Número de grupos por fase. Tipo de conexión de los grupos. • Principios de fase. – Análisis de las diferencias y condiciones de los bobinados concéntricos, y los excéntricos a una o dos capas: <ul style="list-style-type: none"> • Características peculiares de los concéntricos. • Condiciones del ancho de bobina en los excéntricos. – Realización del cálculo de bobinados concéntricos de CA: <ul style="list-style-type: none"> • Trifásicos bipolares y multipolares. • Monofásicos con bobinado auxiliar. – Elaboración del esquema de representación de los siguientes bobinados concéntricos: <ul style="list-style-type: none"> • Trifásico. Bipolar y multipolar. • Monofásico. Bobinado principal y auxiliar. 	<ul style="list-style-type: none"> – Reconocer los elementos que componen el circuito inductor de las máquinas eléctricas de corriente alterna (CA): <ul style="list-style-type: none"> • Explicar la función de cada uno de ellos. • Describir las variantes en los generadores y motores síncronos y asíncronos. – Reconocer los elementos que constituyen el circuito inducido de los motores de CA: <ul style="list-style-type: none"> • Rotores en cortocircuito. Tipos de jaulas. • Rotores bobinados. Características. – Enumerar los datos necesarios y el procedimiento a seguir para realizar el cálculo del bobinado inductor de un motor de CA: <ul style="list-style-type: none"> • Diferenciar los distintos tipos de bobinas. • Relacionar los casos particulares. – Describir el proceso y realizar el cálculo de los bobinados concéntricos de CA: <ul style="list-style-type: none"> • Trifásicos bipolares y multipolares. • Monofásico con bobinado auxiliar. – Seleccionar las técnicas y métodos gráficos adecuados a las representaciones de estos bobinados. – Deducir y trazar el esquema de los bobinados concéntricos monofásicos y trifásicos. – Calcular los siguientes tipos de bobinados excéntricos de CA: <ul style="list-style-type: none"> • Excéntricos enteros a una capa. • Excéntricos enteros a doble capa. • Excéntricos fraccionarios simétricos. – Seleccionar las técnicas y métodos gráficos adecuados a las representaciones de estos bobinados. – Realizar los esquemas de los bobinados excéntricos trifásicos a una y dos capas:

ACTIVIDADES DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE	CRITERIOS DE EVALUACIÓN
<ul style="list-style-type: none">- Aplicación del sentido de las corrientes a las entradas de las fases y comprobación del número de polos.- Realización del cálculo de bobinados excéntricos de CA:<ul style="list-style-type: none">• Excéntricos enteros a una y dos capas.• Excéntricos fraccionarios. Aplicación de las condiciones de simetría.- Elaboración del esquema de representación de los siguientes bobinados excéntricos:<ul style="list-style-type: none">• Bobinado excéntrico a una capa.• Bobinado excéntrico a dos capas.• Estudio preliminar con una fase para situar las bobinas del grupo y los grupos de la fase.- Aplicación del sentido de las corrientes trifásicas a las entradas de las fases del bobinado y comprobación del número de polos.- Realización del cálculo de un bobinado ondulado de CA.- Elaboración del esquema de representación de un bobinado ondulado de CA.- Utilización de técnicas informáticas para el cálculo y representación de bobinados de CA.	<ul style="list-style-type: none">• Aplicar los métodos para situar las bobinas en el grupo y los grupos en la fase.- Determinar en los esquemas el sentido de las corrientes de entrada a las fases y verificar el número de polos de la máquina.

Capítulo 8. Mantenimiento y reparación de máquinas eléctricas de CA

PROCEDIMIENTOS (CONTENIDOS ORGANIZADORES)	CONCEPTOS (CONTENIDOS SOPORTE)
<ul style="list-style-type: none"> – Análisis de los programas de mantenimiento preventivo que se realizan a las máquinas eléctricas de corriente alterna (CA). – Determinación de los procesos, útiles, herramientas, aparatos y máquinas utilizados en el mantenimiento preventivo. – Análisis secuencial del mantenimiento preventivo de una máquina eléctrica de CA: <ul style="list-style-type: none"> • Comprobación de los anclajes. Eliminación de vibraciones. • Limpieza de los aislamientos eléctricos. • Pruebas de aislamiento y de continuidad de las fases. • Limpieza de anillos rozantes. Verificación de desgastes. • Revisión de los bornes y conexiones interiores. • Conservación de los cojinetes. Comprobación del entrehierro. • Verificación del funcionamiento de los desconectores centrífugos, manuales y para anillos rozantes. – Análisis de las pruebas para la localización de averías y sistemas de reparación en las máquinas eléctricas de CA: <ul style="list-style-type: none"> • Bobina del estator abierta. Efectos que origina. Localización mediante óhmetro. Sistemas de reparación. • Bobina del estator en cortocircuito. Efectos que origina. Localización visual. Sistemas de reparación. • Bobina del estator derivada a masa. Efectos que origina. Métodos de localización. Sistemas de reparación. 	<ul style="list-style-type: none"> 8.1. Interpretación de los programas de mantenimiento de las máquinas de CA. 8.2. Útiles, aparatos y herramientas a utilizar en el mantenimiento preventivo de máquinas de CA. 8.3. Secuencia de operaciones que requiere el mantenimiento preventivo. <ul style="list-style-type: none"> 8.3.1. Análisis del estado general de la máquina. 8.3.2. Revisión de anclajes y elementos móviles. 8.3.3. Comprobación de circuitos. <ul style="list-style-type: none"> 8.3.3.1. Localización de derivaciones. 8.3.3.2. Localización de cortocircuitos. 8.3.3.3. Localización de interrupciones. 8.3.3.4. Conexiones erróneas. 8.4. Rebobinado de las máquinas de CA. <ul style="list-style-type: none"> 8.4.1. Toma de datos al extraer el arrollamiento. <ul style="list-style-type: none"> 8.4.1.1. Recomendaciones a tener en cuenta. 8.4.2. Aislamiento del núcleo. 8.4.3. Ejecución de las bobinas. 8.4.4. Colocación de las bobinas en las ranuras. 8.4.5. Cierre de las ranuras. 8.4.6. Conexiones de los devanados. 8.4.7. Comprobaciones eléctricas. 8.4.8. Aislamiento y amarre de bobinados. 8.4.9. Impregnación y secado. 8.5. Informe del trabajo realizado. 8.6. Rebobinado para modificar características de tensión, frecuencia y velocidad.

PROCEDIMIENTOS (CONTENIDOS ORGANIZADORES)	CONCEPTOS (CONTENIDOS SOPORTE)
<ul style="list-style-type: none"> • Conexiones defectuosas entre las bobinas y entre los grupos de bobinas. Efectos que origina. Localización y reparación. • Averías por falta de una fase. Efectos que origina. Sistemas de reparación. • Averías de los rotores en cortocircuito y bobinados. Métodos de localización y reparación. – Elaboración del procedimiento para la reposición total del bobinado estatórico de los siguientes tipos de motores de corriente alterna de pequeña/mediana potencia: <ul style="list-style-type: none"> ♦ Motor monofásico con bobinado de arranque. ♦ Motor trifásico con bobinado a una capa. ♦ Motor trifásico con bobinado a dos capas. • Análisis de las características constructivas del estator y tipo de bobinado. • Recogida de datos en el documento apropiado. • Operaciones de desbobinado. Limpieza y aislamiento de las ranuras. • Secuenciación de las operaciones para la reposición del bobinado (elección del hilo; elaboración de las bobinas preformadas; colocación en las ranuras; conexión de las bobinas, grupos y fases; operaciones de aislamiento; sujeción de cabezas; barnizado de soporte...). – Relación de útiles, herramientas y máquinas para realizar los trabajos necesarios de rebobinado. – Determinación del cambio de tensión o el número de polos de un motor de CA. Verificación de los resultados. Condiciones que aconsejan estos cambios. – Planificación de las normas de seguridad en las operaciones de mantenimiento y reparación de las máquinas eléctricas rotativas de CA. 	<ul style="list-style-type: none"> 8.6.1. Cambios de tensión. 8.6.2. Cambio de frecuencia y velocidad a tensión constante. 8.7. Normas de seguridad aplicables.

ACTIVIDADES DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE	CRITERIOS DE EVALUACIÓN
<ul style="list-style-type: none"> – Interpretación de los programas generales de mantenimiento preventivo que se aplican a las máquinas eléctricas de corriente alterna (CA). – Definición de los procesos y aplicaciones de los útiles, herramientas, aparatos y máquinas que se utilizan en el mantenimiento preventivo. – Planificación sobre un motor convencional de CA, de la secuencia de las operaciones que requiere el mantenimiento preventivo: <ul style="list-style-type: none"> • Análisis del estado general del motor. • Revisión del anclaje y elementos móviles. • Pruebas de aislamiento y temperaturas de funcionamiento. • Consumo de corriente en vacío y con carga. • Estado y funcionamiento de los elementos desconectores, si los tiene. • Normas para el traslado de las operaciones realizadas al informe correspondiente. – Aplicación de las técnicas para la localización de averías –en el caso práctico de un motor de CA con desperfectos– hasta determinar los elementos afectados y planificar su reparación. – Realización de las siguientes operaciones de reparación en los estatores de máquinas de CA: <ul style="list-style-type: none"> • Resolver averías en bobinas abiertas, en cortocircuito y derivadas a masa. – Realización de la reposición total del bobinado del estator de, al menos, los siguientes tipos de motores de CA de pequeña potencia: <ul style="list-style-type: none"> • Motor monofásico con bobinado de arranque. 	<ul style="list-style-type: none"> – Describir los programas de mantenimiento preventivo que se aplican a las máquinas eléctricas de corriente alterna (CA). – Identificar los procesos y operaciones, y enumerar los útiles, herramientas, aparatos y máquinas que se requieren para el mantenimiento preventivo. – Explicar ante un motor convencional de CA las operaciones de mantenimiento preventivo que deben realizarse en: <ul style="list-style-type: none"> • Elementos de fijación del estator y del eje del motor. • Sistemas de aislamiento y ventilación. • Elementos fijos del circuito eléctrico. • Desconectores y anillos rozantes si los tuviera. – En el caso práctico de un motor de CA averiado, descubrir la causa, identificar la avería, describir el proceso de reparación y enumerar los útiles, herramientas y aparatos necesarios para su correcta reparación. – En el caso práctico de la reposición total del bobinado del estator de los siguientes tipos de motores de CA de pequeña potencia: <ul style="list-style-type: none"> ♦ Motor monofásico con bobinado auxiliar. ♦ Motor trifásico con bobinado a una capa. ♦ Motor trifásico con bobinado a dos capas. • Explicar el proceso de recogida de datos del inductor. • Seleccionar los métodos para el desbobinado del estator. • Relacionar las operaciones para el aislamiento de las ranuras. • Describir los métodos para la fabricación y posterior montaje de las bobinas.

ACTIVIDADES DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE	CRITERIOS DE EVALUACIÓN
<ul style="list-style-type: none"> • Motor trifásico con bobinado a una capa. • Motor trifásico con bobinado a dos capas. Actuando en los tres casos con el siguiente procedimiento: • Recogida de las características del estator. • Desbobinado –si procede– del motor. • Definición del bobinado a realizar. • Preparación y aislamiento de las ranuras. • Formación de las bobinas y su colocación posterior. • Conexión de bobinas y grupos. • Aplicación de métodos para sujeción de las cabezas. • Aislamiento entre fases y barnizado final. • Elaboración de un informe detallado de las operaciones realizadas, material empleado, herramientas y máquinas utilizadas; así como el tiempo empleado en cada una de las operaciones. – Resolución mediante los cálculos correspondientes del cambio de tensión o del número de polos de un motor trifásico de CA. – Aplicación de las normas de seguridad en los trabajos de mantenimiento y reparación de las máquinas eléctricas de CA. 	<ul style="list-style-type: none"> • Considerar las operaciones de aislamiento de terminales y de los métodos de conexión de bobinas y grupos. • Decidir la forma de sujeción de las cabezas de las bobinas y el tipo de aislamiento entre las fases. • Determinar los tipos de herramientas utilizadas y la preparación de las máquinas de bobinar. – Describir el proceso de cálculo para el cambio de tensión o el número de polos en un motor trifásico de CA. – Realizar un informe-memoria del mantenimiento/repación efectuado, describiendo el proceso seguido, enumerando los medios y materiales utilizados, y determinando el tiempo empleado en cada una de las operaciones. – Enumerar los riesgos y normas de seguridad que deben aplicarse en el mantenimiento y reparación de las máquinas eléctricas de CA.

Capítulo 9. Ensayo de máquinas eléctricas de corriente alterna

PROCEDIMIENTOS (CONTENIDOS ORGANIZADORES)	CONCEPTOS (CONTENIDOS SOPORTE)
<ul style="list-style-type: none"> – Análisis de la organización de los ensayos de las máquinas eléctricas de corriente alterna (CA), especificando el tipo, relacionando los aparatos a utilizar, indicando las etapas, definiendo las operaciones, ordenando la recogida de datos y clasificando los resultados obtenidos. – Determinación de los métodos para la interpretación de los protocolos de ensayo normalizados que se aplican a las máquinas eléctricas de CA. – Determinación de las normas para identificar el tipo, simbología, características y formas de conexión de las máquinas eléctricas de CA. – Análisis de los ensayos normalizados que se aplican a los generadores de CA: <ul style="list-style-type: none"> • Determinación de la velocidad sincrónica. • El generador síncrono en marcha en vacío. Curva característica. • El generador síncrono con carga. Regulación de la corriente de excitación. Curvas características en función del tipo de carga. • Comprobación de la secuencia de fases. – Determinación de los ensayos del motor síncrono: <ul style="list-style-type: none"> • Métodos para la puesta en marcha. Comprobación de la velocidad de sincronismo. • Sobreexcitación del motor en vacío. Absorción de corriente capacitiva. • Funcionamiento en carga. Operaciones de regulación. – Determinación de los ensayos de los motores asíncronos: 	<ul style="list-style-type: none"> 9.1. Placa de bornas en las máquinas de corriente alterna. 9.2. Alternador y partes principales. <ul style="list-style-type: none"> 9.2.1. Estator. 9.2.2. Rotor. 9.2.3. Excitatriz. 9.3. Principio de funcionamiento del alternador. <ul style="list-style-type: none"> 9.3.1. Velocidad síncrona y frecuencia de un alternador. 9.3.2. Potencia generada por un alternador. 9.4. Alternadores de excitación independiente y autoexcitados. 9.5. Ensayo de vacío a un alternador. <ul style="list-style-type: none"> 9.5.1. Puesta en marcha del alternador. 9.5.2. Realización del ensayo en vacío. 9.5.3. Material recomendado para el ensayo de vacío. 9.6. Ensayo de cortocircuito del generador síncrono. <ul style="list-style-type: none"> 9.6.1. Impedancia síncrona. 9.6.2. Material recomendado para el ensayo de cortocircuito. 9.7. El generador síncrono en carga. <ul style="list-style-type: none"> 9.7.1. Ensayo a tensión constante. 9.7.2. Ensayo a excitación constante. 9.7.3. Ensayo con intensidad de carga constante. 9.7.4. Material recomendado para ensayos de carga. 9.8. Motores síncronos. <ul style="list-style-type: none"> 9.8.1. Arranque del motor síncrono. 9.8.2. Curvas en V de motor síncrono. 9.8.3. Ensayo del motor síncrono.

PROCEDIMIENTOS (CONTENIDOS ORGANIZADORES)	CONCEPTOS (CONTENIDOS SOPORTE)
<ul style="list-style-type: none"> • Análisis de los métodos de arranque de los motores con rotor en cortocircuito y bobinado. • Comprobación del deslizamiento en diferentes estados del motor. • Definición de las características del motor en vacío y con carga. • Medida del rendimiento y del factor de potencia. • Ensayo de calentamiento. Medición de la temperatura. – Elaboración del informe del ensayo realizado, analizando los métodos, definiendo las pruebas y trasladando los datos recogidos al documento correspondiente. – Planificación de las normas de seguridad que deben aplicarse en los ensayos de máquinas eléctricas de CA. 	<ul style="list-style-type: none"> 9.8.4. Material recomendado para el ensayo. 9.9. El motor asíncrono. <ul style="list-style-type: none"> 9.9.1. Ensayo de vacío al motor asíncrono. 9.9.2. Ensayo en carga del motor asíncrono. 9.9.3. Material recomendado para realizar los ensayos. 9.10. Cambios de temperatura en las máquinas. <ul style="list-style-type: none"> 9.10.1. Calentamiento de la máquina. 9.11. Informe de los ensayos realizados. 9.12. Normas de seguridad aplicables.

ACTIVIDADES DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE	CRITERIOS DE EVALUACIÓN
<ul style="list-style-type: none"> – Definición de la planificación de los ensayos de máquinas eléctricas de corriente alterna (CA), interpretando el tipo, definiendo los aparatos a utilizar, planificando las etapas, analizando las operaciones y aplicando las técnicas apropiadas para la recogida de datos. – Interpretación de los protocolos de ensayo normalizados, destinados a las máquinas eléctricas de CA. – Aplicación de las normas para la identificación del tipo de máquina, simbología empleada y determinación de las características. 	<ul style="list-style-type: none"> – Describir los protocolos de ensayo de las máquinas eléctricas de corriente alterna (CA), distinguiendo el tipo, justificando los aparatos a utilizar, enumerando las operaciones y clasificando los datos recogidos para su traslado al informe correspondiente. – Clasificar los informes y protocolos de ensayo que se aplican a las máquinas de CA. – Reconocer las normas para identificar el tipo de máquina, simbología y características de potencia, tensión, intensidad, revoluciones, rendimiento y factor de potencia. – Explicar los métodos empleados en los ensayos de generadores de CA:

ACTIVIDADES DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE	CRITERIOS DE EVALUACIÓN
<ul style="list-style-type: none"> – Ejecución de los ensayos normalizados que se realizan a los generadores de CA: <ul style="list-style-type: none"> • Definiendo la velocidad sincrónica. • Probando el generador síncrono con marcha en vacío y representando la curva correspondiente. • Aplicando diferentes tipos de carga al generador síncrono y regulando la corriente de excitación para obtener las curvas características. • Probando la secuencia de fases. – Ejecución de los ensayos que se realizan al motor síncrono: <ul style="list-style-type: none"> • Aplicando los métodos para la puesta en marcha. • Produciendo la sobreexcitación al motor en vacío, para conseguir absorber corriente capacitiva. • Realizando operaciones de regulación del motor con funcionamiento a diferentes cargas. – Ejecución de los ensayos de los motores asíncronos: <ul style="list-style-type: none"> • Evaluando los métodos de arranque de los motores trifásicos con rotor de jaula y rotor bobinado. • Definiendo el deslizamiento absoluto y relativo. • Probando el motor en vacío y con carga, registrando y analizando los datos obtenidos. • Experimentando los cambios de temperatura del motor en diferentes estados. – Redacción del informe-memoria correspondiente al ensayo realizado, registrando los métodos, analizando las pruebas y recogiendo los datos en el documento apropiado. – Aplicación de las normas de seguridad establecidas en los ensayos realizados. 	<ul style="list-style-type: none"> • Determinando la velocidad sincrónica. • Describiendo las características del generador síncrono funcionando en vacío y con carga, y evaluando los resultados obtenidos. • Reconociendo el tipo de carga aplicada al generador y ajustando la corriente de excitación para conseguir la curva característica. • Verificando la secuencia de fases. – Explicar los procedimientos empleados en el ensayo del motor síncrono: <ul style="list-style-type: none"> • Describiendo el procedimiento para la puesta en marcha. • Relacionando el aumento de la sobreexcitación con la absorción de corriente capacitiva. • Enumerando las operaciones de regulación del motor a diferentes cargas. – Explicar los ensayos realizados a los motores asíncronos: <ul style="list-style-type: none"> • Enumerando las ventajas e inconvenientes de los métodos de arranque en los diferentes tipos de motores. • Valorando las características de la curva representativa de las variables del motor en vacío y con carga. • Verificando la temperatura de funcionamiento. – Realizar un informe-memoria correspondiente al ensayo efectuado, describiendo el proceso seguido, enumerando los medios utilizados, explicando los esquemas, analizando las pruebas y clasificando los datos en el documento apropiado. – Enumerar las normas de seguridad que se deben aplicar en los ensayos de las máquinas eléctricas rotativas de CA.

9. Actividades, cuestiones, problemas y prácticas propuestas

Las actividades, cuestiones, problemas y prácticas propuestas que se plantean en el libro son un modelo indicativo de lo que los profesores pueden plantear o proponer como aplicación o desarrollo de los temas tratados en cada capítulo, siendo el profesor el que mejor conoce las necesidades y los recursos de sus alumnos y por lo tanto el que debe elaborar y proponer las acciones más convenientes.

Capítulo 1

1. Describe los circuitos eléctricos con que cuenta el taller.
2. Describe cada una de las máquinas auxiliares que tiene este taller.
3. Relaciona y describe las máquinas para ensayos, existentes en el taller de máquinas.
4. Relaciona los aparatos de medidas eléctricas y explica qué mide cada uno.
5. Los aparatos de medidas mecánicas nos sirven para...
6. Escribe todo lo que sepas sobre materiales aislantes.
7. Relaciona el contenido del armario de herramientas.
8. Explica en qué se diferencian a simple vista las máquinas de c.c. y las de c.a.
9. Dibuja los símbolos que recuerdas de los aparatos de medidas eléctricas e indica su significado.
10. Mide el espesor de una chapa de transformador apreciando centésimas.

Capítulo 2

1. Define las partes de un transformador.
2. Explica las diferencias existentes entre transformador y autotransformador.
3. ¿Cuál es la razón por la que se dice que los transformadores sólo funcionan con corriente alterna?
4. ¿Por qué se dice que los transformadores son máquinas estáticas?
5. La f.e.m. en los transformadores es proporcional a...
6. Calcular analíticamente un transformador para 220/24 V y 6 A.
7. Calcular el transformador del ejercicio anterior mediante ábacos.
8. Relaciona por orden de ejecución los pasos a seguir para hacer el rebobinado del transformador o del autotransformador.
9. La sección del núcleo de un transformador es directamente proporcional a...
10. ¿Cuáles son las pruebas que se deben hacer a los pequeños transformadores antes y después de estar totalmente terminados?

Capítulo 3

1. Explica para qué se hace un ensayo a un transformador.
2. ¿Qué tipo de pérdidas se producen en un transformador?
3. ¿Cuáles son las pérdidas que se producen en el circuito eléctrico?
4. El ensayo de vacío nos proporciona las pérdidas en el circuito...
5. ¿Con qué aparato se mide la intensidad de cortocircuito?
6. La clase del aparato de medida es importante. ¿Qué clase es mejor: 1, 1,5, 0,5?
7. ¿Cómo se llama el aparato de medida que nos da la resistencia de aislamiento?
8. Diseña un dossier para recoger todos los datos importantes de las pruebas realizadas a un transformador.
9. Comprueba la reglamentación que afecta a los transformadores separadores de circuitos (MIE BT 035). Haz un resumen.
10. Enumera algunas normas de seguridad a tener en cuenta en los ensayos de transformadores.

Capítulo 4

1. Relaciona las partes principales de una máquina de c.c.
2. Explica la función que realiza cada una de las partes de la máquina de c.c.
3. ¿Cuáles son los posibles tipos de bobinados que puede llevar un inducido?
4. ¿Qué datos son necesarios para calcular un bobinado inducido?
5. Explica la diferencia existente entre un bobinado inducido imbricado y uno ondulado.
6. Calcular y dibujar el esquema del bobinado imbricado necesario, para un inducido de: $K = 20$, $2p = 4$, $U = 1$, no cruzado y ponerle conexiones equipotenciales de 1ª clase.
7. Calcular y dibujar esquema para inducido, con los siguientes datos: Imbricado simple y progresivo, $K = 20$, $2p = 4$, $U = 1$.
8. Dibujar el esquema de bobinado imbricado doble, con los siguientes datos: $K = 12$, $2p = 4$, $U = 2$, poner conexiones equipotenciales de 1ª y 2ª clase.
9. Dibujar esquema de bobinado ondulado serie simple, con los datos siguientes: $K = 14$, $2p = 6$, $U = 2$.
10. Calcular y dibujar esquema de bobinado ondulado serie simple con los datos siguientes: $K = 17$, $2p = 4$, $U = 2$, no cruzado.

Capítulo 5

1. Explica en breves palabras el significado de mantenimiento preventivo.
2. Escribe todo lo que sepas sobre el tacómetro.
3. ¿Para qué sirven los aislantes en las máquinas de c.c.?
4. ¿Cómo se llaman las herramientas que nos permiten sacar los rodamientos de las máquinas?
5. Explica cómo se localizan los cortocircuitos en los inducidos.
6. ¿Cómo se puede saber qué bobina inductora está abierta?
7. Enumera los pasos más importantes a dar para hacer el rebobinado del circuito inductor de una dinamo.
8. Relaciona todos los pasos previos al rebobinado de un inducido.
9. ¿Cómo se hace el barnizado de las bobinas polares de una máquina de c.c.?
10. Relaciona algunas normas de seguridad, a tu juicio importantes, que se han de observar en el taller de máquinas.

Capítulo 6

1. Dibujar el esquema de conexiones necesario para hacer el ensayo de vacío a la dinamo de excitación independiente.
2. Explica el significado de la curva de vacío de una dinamo.
3. Dibujar el esquema de conexiones necesario para hacer el ensayo de carga de una dinamo de excitación independiente.
4. Explica el proceso a seguir para hacer el ensayo de carga de una dinamo de excitación shunt.
5. Dibuja el esquema de conexiones de la dinamo autoexcitada en derivación.
6. Explica en qué consiste la característica de velocidad en los motores de c.c.
7. Explica las razones de la importancia del par motor.
8. Dibujar el esquema de conexión necesario para el arranque del motor de excitación shunt.
9. Relaciona los aparatos de medida necesarios para hacer un ensayo de par al motor de excitación serie.
10. Explica qué medidas de seguridad tienes en cuenta al hacer los ensayos.

Capítulo 7

1. Define las partes de un motor de corriente alterna.
2. Explica las diferencias entre motor y generador de c.a.
3. Tipos de inducidos que puede tener un motor trifásico.
4. Calcular el número de polos que tendrán los siguientes motores:
Motor 1.- 2 CV, 220 V, trifásico, 1.500 r.p.m., 50 Hz.
Motor 2.- 1 CV, 220 V, monofásico, 3.000 r.p.m., 50 Hz.
5. Calcular y dibujar el bobinado cuyos datos son $K = 24$, $q = 3$, r.p.m. = 3.000, conexión por polos.
6. Calcular y dibujar el bobinado cuyos datos son $K = 18$, $2p = 4$, $q = 1$, conexión por polos consecuentes.
7. Dibujar el esquema del bobinado cuyos datos son $K = 24$, $2p = 4$, $q = 1$, conexión por polos superpuestos.
8. Calcular y dibujar el bobinado cuyos datos son $K = 18$, $2p = 2$, $q = 3$, imbricado de dos capas.
9. Explica las diferencias entre un devanado concéntrico y uno imbricado.
10. ¿Qué es un devanado superpuesto?

Capítulo 8

1. Explica en breves palabras el significado de mantenimiento preventivo.
2. Escribe todo lo que sepas sobre el tacómetro.
3. ¿Para qué sirven los aislantes en las máquinas de c.a.?
4. ¿Cómo se llaman las herramientas que nos permiten sacar los rodamientos de las máquinas?
5. Explica cómo se localizan los cortocircuitos en los devanados.
6. ¿Cómo se puede saber qué bobina está abierta?
7. Enumera los pasos más importantes a dar para hacer un rebobinado.
8. Relaciona todos los pasos previos antes de decidir hacer un rebobinado.
9. ¿Cómo se hace el barnizado de un devanado de una máquina de c.a.?
10. Relaciona algunas normas de seguridad, a tu juicio importantes, que se han de observar en el taller de máquinas.

Capítulo 9

1. Dibujar la placa de bornas de un alternador con sus circuitos y letras correspondientes.
2. Describe las tres partes fundamentales de un alternador.
3. ¿Qué significa velocidad de sincronismo y cómo se calcula?
4. ¿Cuál es la fórmula que ha de aplicarse para calcular la potencia generada por un alternador, conectado en triángulo?
5. La corriente empleada en el circuito de excitación del alternador, es ¿c.a. o c.c.?
6. El sincronoscopio tiene como función...
7. Explica cómo realizar el ensayo de vacío del alternador.
8. ¿Cómo se calcula el rendimiento del estator en los motores asíncronos?
9. El factor de potencia para distintas cargas en el motor asíncrono se calcula por la expresión...
10. Dibuja el esquema de conexiones a realizar para hacer el ensayo en carga del motor asíncrono trifásico.

10. Material didáctico (material y equipos didácticos)

En primer lugar debemos considerar el libro de Mantenimiento de Máquinas Eléctricas como el primer material didáctico con el que cuentan el profesor y el alumno para el aprendizaje, ya que el módulo es ya de por sí complicado para la localización y utilización de material didáctico que nos ayude a desarrollar las clases.

El libro se ha diseñado pensando en ello y se ha procurado ilustrar profusamente incluyéndose en él 208 figuras, esquemas y planos, 57 tablas y cuadros, etc., que facilitan la localización y comprensión de las diferentes partes de las máquinas eléctricas.

Desde el punto de vista práctico, el material didáctico de apoyo más idóneo para impartir las clases comprende:

- Muestras de los elementos de que constan las máquinas.
- Catálogos de fabricantes.
- Material gráfico o soportes informáticos facilitados por las casas comerciales.
- Reglamento electrotécnico de baja tensión.
- Vídeos y diapositivas adquiridas a empresas.

- Vídeos y material gráfico realizado por parte de alumnos o profesores, etc.
- Equipo básico del MEC para el desarrollo del módulo.

Los materiales que pueden ser de más utilidad para las necesidades específicas de las prácticas docentes de este módulo en el taller, y que vienen descritas en el libro del Ministerio sobre los Ciclos Formativos de Formación Profesional, en el apartado Dominio Profesional (equipos, materiales, información, procesos, etc.), son los que después intervienen en los sistemas productivos, por lo que los reproducimos a continuación dada su importancia:

Medios:

Herramientas manuales para trabajos eléctricos (pelacables, tenazas de presión...). Herramientas manuales para trabajos mecánicos (alicates, destornilladores, llaves inglesas, fijas, gatos mecánicos, martillos...). Instrumentos de medida y prueba (óhmetro, voltímetro, amperímetro, vatímetro, polímetro, pinzas amperimétrica y vatimétrica, fasímetro, medidor de aislamiento, telurómetro, brújula, lámparas de prueba serie y paralelo, “zumbador”...). Instrumentos de medida mecánicos (calibre, tornillo micrométrico...). Máquinas para bobinado de máquinas eléctricas y accesorios. Bancos de ensayo de máquinas eléctricas. Instrumentos (manuales o informáticos) para el diseño de pequeños y medios transformadores eléctricos.

Materiales:

Hilos y pletinas. Barnices. Materiales aislantes. Materiales ferromagnéticos. Elementos de conexionado. Refrigerantes líquidos.








Información técnica:











Esquemas de bobinados de máquinas eléctricas. Planos mecánicos de despiece de máquinas eléctricas. Procedimientos normalizados para ensayos de máquinas eléctricas. Documentos normalizados de mantenimiento preventivo de máquinas eléctricas.


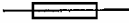




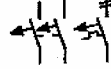

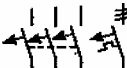



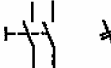

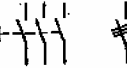





Procesos de localización de averías en las máquinas eléctricas. Procedimientos de ensayo de máquinas eléctricas. Procedimientos de mantenimiento de máquinas eléctricas. Procedimientos de bobinados varios en CC y CA para la reparación de máquinas.










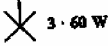

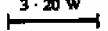




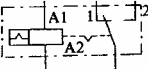
Construcción de máquinas eléctricas estáticas. Reparación y mantenimiento de máquinas eléctricas estáticas y rotativas de CC y CA. Ensayos de máquinas eléctricas estáticas y rotativas de CC y CA.

11. Material pedagógico de apoyo para la impartición del módulo

UNIDAD DE MEDIDA	
Descripción	Símbolo
VOLTÍMETRO	
AMPERÍMETRO	
VATÍMETRO	
FRECUENCIÓMETRO	
FASÍMETRO	
ÓHMETRO	
MEGÓHMETRO	

SISTEMA MOTOR	
Descripción	Símbolo
MAGNETOELÉCTRICO DE BOBINA MÓVIL	
MAGNETOELÉCTRICO DE IMÁN MÓVIL	
MAGNETOELÉCTRICO CON RECTIFICADOR	
MAGNETOELÉCTRICO CON TERMOELEMENTO	
MAGNETOELÉCTRICO DIFERENCIAL	
ELECTROMAGNÉTICO	
ELECTROMAGNÉTICO DIFERENCIAL	
ELECTROMAGNÉTICO DE VIBRACIÓN	
ELECTROMAGNÉTICO SIN HIERRO	
FERRODINÁMICO	

SIMBOLOGÍA ELÉCTRICA		
DESCRIPCIÓN	SIMBOLOS	
	R. MULTIFILAR	R. UNIFILAR
CUADRO DE DISTRIBUCIÓN		
CORTACIRCUITO FUSIBLE		
INTERRUPTOR DIFERENCIAL BIPOLAR		
INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO UNIPOLAR (PIA)		
INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO BIPOLAR (PIA)		
INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO TRIPOLAR (PIA)		
INTERRUPTOR UNIPOLAR		
INTERRUPTOR BIPOLAR		
INTERRUPTOR TRIPOLAR		
INTERRUPTOR DOBLE		
CONMUTADOR		

SIMBOLOGÍA ELÉCTRICA (Cont.)		
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLOS	
	R. MULTIFILAR	R. UNIFILAR
CONMUTADOR DE CRUZAMIENTO		
TOMA DE CORRIENTE MONOFÁSICA		
TOMA DE CORRIENTE MONOFÁSICA CON TIERRA		
TOMA DE CORRIENTE TRIFÁSICA CON TIERRA		
LÁMPARA INCANDESCENTE		
LÁMPARA FLUORESCENTE		
TIMBRE		
ZUMBADOR		
SIRENA		
BOCINA		
TELERRUPTOR		




















SIMBOLOGÍA ELÉCTRICA (Cont.)		
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLOS	
	R. MULTIFILAR	R. UNIFILAR
TRANSFORMADOR MONOFÁSICO		
AUTOTRANSFORMADOR MONOFÁSICO		
TRANSFORMADOR TRIFÁSICO		
GENERADOR DE CORRIENTE CONTINUA		
MOTOR DE CORRIENTE CONTINUA		
GENERADOR DE CORRIENTE ALTERNA		
MOTOR ASÍNCRONO TRIFÁSICO CON ROTOR EN CORTO (JAULA DE ARDILLA)		
MOTOR ASÍNCRONO TRIFÁSICO CON ROTOR BOBINADO		
<p>Las nuevas tendencias en simbología las marcan los fabricantes de materiales eléctricos, evolucionando continuamente fundamentalmente en lo que respecta a materiales de automatismos. Así a continuación observaremos algunos símbolos en su representación antigua y nueva. Es necesario conocer las dos, puesto que en la práctica están coexistiendo.</p>		

NOMENCLATURA DE LOS CONDUCTORES			
DESIGNACIÓN	COLOR	ANTIGUA	NUEVA
CORRIENTE ALTERNA. FASE 1	NEGRO	R	L1
CORRIENTE ALTERNA. FASE 2	MARRÓN	S	L2
CORRIENTE ALTERNA. FASE 3	GRIS	T	L3
CORRIENTE ALTERNA. NEUTRO	AZUL	Mp	N
CONDUCTOR DE PROTECCIÓN	AMARILLO/VERDE	SL	PE
CORRIENTE CONTINUA. POSITIVO	ROJO	P	L+
CORRIENTE CONTINUA. NEGATIVO	NEGRO	N	L-
CORRIENTE CONTINUA. NEUTRO	AZUL	Mp	M
CONDUCTOR NEUTRO A TIERRA	AMARILLO/VERDE	Mp/SL	PEN
MASA EN GENERAL	-	-	\perp MM
TIERRA EN GENERAL	-	-	\perp E

Además de poner el símbolo de un componente en el circuito, es necesario acompañarlo de una letra que nos permita distinguir mediante un subíndice, los diferentes elementos del mismo tipo que hay en un mismo circuito.

NOMENCLATURA DE LOS COMPONENTES		
COMPONENTES	ANTIGUA	NUEVA
INTERRUPTORES DE POTENCIA, PROTECCIÓN Y AUTOMÁTICOS.	a	Q
RESISTENCIAS INCORPORADAS, DE AJUSTE, NTC Y PTC.	r, f	R
INTERRUPTORES, SELECTORES, PULSADORES, CONMUTADORES.	b	S
TRANSFORMADORES DE POTENCIA, DE INTENSIDAD Y DE TENSIÓN.	m	T
RECTIFICADORES, CONVERTIDORES, MODULADORES.	n	U
TUBOS DE VACÍO, DE GAS, DIODOS, TRANSISTORES, TIRISTORES.	p	V
HILOS DE CONEXIÓN. CABLES, BARRAS, ANTENAS.	-	W
REGLETAS DE BORNES, TIRAS DE TERMINALES, CLAVIJAS DE PRUEBA.	b	X
ELECTROVÁLVULAS, EMBRAGUES ELÉCTRICOS, FRENOS ELÉCTRICOS.	s	Y
SIMULADOR DE CABLE, FILTRO DE CRISTAL.	-	Z
COMBINACIONES DE APARATOS, AMPLIFICADORES.	u	A
CONVERTIDORES DE MEDIDAS, SONDAS, MICRÓFONOS, ELEMENTOS FOTOELÉCTRICOS, ALTAVOCES.	f	B
CONDENSADORES	k	C
ELEMENTOS MONOESTABLES, APARATOS DE CINTA MAGNÉTICA.	u	D
ELEMENTOS O EQUIPOS NO COMPRENDIDOS EN OTRAS DESIGNACIONES.	u	E
FUSIBLES, RELÉS TÉRMICOS, RELÉS MAGNÉTICOS, RELÉS MAGNETOTÉRMICOS.	e	F
SUMINISTRADORES DE CORRIENTE, BATERÍAS, GENERADORES.	m	G
APARATOS DE SEÑALIZACIÓN, ÓPTICOS Y ACÚSTICOS.	h	H
CONTACTORES DE POTENCIA, CONTACTORES AUXILIARES, RELÉS AUXILIARES, TEMPORIZADORES.	c,d	K
BOBINAS, REACTANCIAS.	k	L
MOTORES DE JAULA Y ANILLOS ROZANTES.	m	M
APARATOS INDICADORES, REGISTRADORES, CONTADORES.	g	P

Los símbolos generales de accionamiento mecánico más utilizados, que posteriormente se asocian a contactos abiertos, cerrados, conmutados, etc., son los relacionados a continuación.

MANDO MECÁNICO		
DENOMINACIÓN	SÍMBOLO	
ROTATIVO CON ENGANCHE		
PULSADOR DE SETA		
ACCIONAMIENTO POR VOLANTE		
ACCIONAMIENTO POR PEDAL		
ACCIONAMIENTO RESTRINGIDO		
ACCIONAMIENTO POR PALANCA		
ACCIONAMIENTO POR PALANCA CON MANETA		
ACCIONAMIENTO POR LLAVE		
ACCIONAMIENTO POR MANIVELA		
SIMBOLOGÍA DE AUTOMATISMOS		
DENOMINACIÓN	ANTIGUA	NUEVA
CONTACTO ABIERTO (NA)		
CONTACTO CERRADO (NC)		
CONTACTO CONMUTADO		
CONTACTO ABIERTO CON SOLAPE		
CONTACTO CERRADO CON SOLAPE		

SIMBOLOGÍA DE AUTOMATISMOS (Cont.)		
DENOMINACIÓN	ANTIGUA	NUEVA
CONTACTO DE APERTURA Y CIERRE CON SOLAPE		
PULSADOR CERRADO EN REPOSO		
PULSADOR ABIERTO EN REPOSO		
INTERRUPTOR		
CONTACTO DE APERTURA TEMPORIZADO CON RETARDO A LA APERTURA		
CONTACTO DE APERTURA TEMPORIZADO CON RETARDO AL CIERRE		
CONTACTO DE CIERRE TEMPORIZADO CON RETARDO AL CIERRE		
CONTACTO DE CIERRE CON RETARDO A LA APERTURA		
CONTACTO CONMUTADO CON RETARDO A LA APERTURA Y AL CIERRE		
BOBINA EN GENERAL		
ACCIONAMIENTO ELECTROMECAÁNICO CON UN DEVANADO		
BOBINA CON RETRASO A LA CONEXIÓN (TEMPORIZADOR)		
BOBINA CON RETRASO A LA DESCONEXIÓN		
BOBINA CON RETRASO A LA CONEXIÓN Y A LA DESCONEXIÓN		
ACCIONAMIENTO ELECTROMECAÁNICO CON DOS POSICIONES DE CONEXIÓN		
ACCIONAMIENTO POR ELEMENTOS ELECTROTÉRMICO		

SIMBOLOGÍA DE AUTOMATISMOS (Cont.)		
DENOMINACIÓN	ANTIGUA	NUEVA
CONTACTOS CONMUTADOS ACCIONADOS POR ELEMENTOS ELECTROTÉRMICOS		
INTERRUPTOR DE POSICIÓN O FINAL DE CARRERA		
LÁMPARA DE CONTROL O SEÑAL		
CONTACTOR TRIPOLAR		
INTERRUPTOR TRIPOLAR DE ACCIONAMIENTO MANUAL		

MARCADO DE BORNES EN LOS CIRCUITOS DE AUTOMATISMO INDUSTRIAL

BOBINA. Los dos bornes de la bobina de un electroimán (ejemplo; contactor), deberán ser marcados con la letras A1 y A2.

CONTACTOS PRINCIPALES. Los bornes de los contactos principales serán marcados con números de una sola cifra. Los bornes de entrada, se marcan con una cifra impar, los bornes de salida se marcan con cifra par, inmediata superior.

CONTACTOS AUXILIARES. Los bornes de los contactos auxiliares serán marcados por números de dos cifras.

- La cifra de las unidades es la que indica la función.
- La cifra de las decenas indica el orden del contacto.

a) Función (unidades).- Los contactos cerrados serán marcados por la cifras 1 y 2. Los contactos abiertos, con las cifras 3 y 4. Los bornes de los contactos conmutados serán marcados con las cifras 1, 2 y 4.

Los contactos auxiliares con funciones especiales, como por ejemplo contactos con solape, contactos temporizados, etc., serán marcados con las cifras 5 y 6 contactos cerrados y con 7 y 8 los contactos abiertos. Los bornes de los contactos conmutados se marcarán con las cifras 5, 6 y 8.

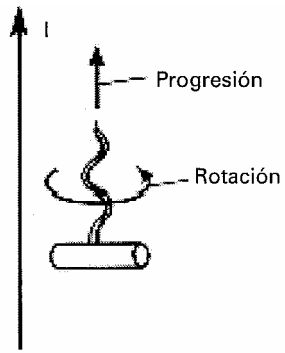


Figura 2.11. Regla del sacacorchos de Maxwell.

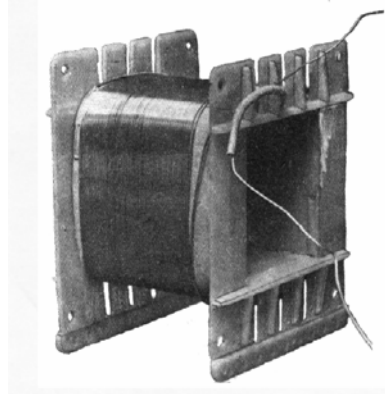


Figura 3.9. Aspecto del bobinado primario.

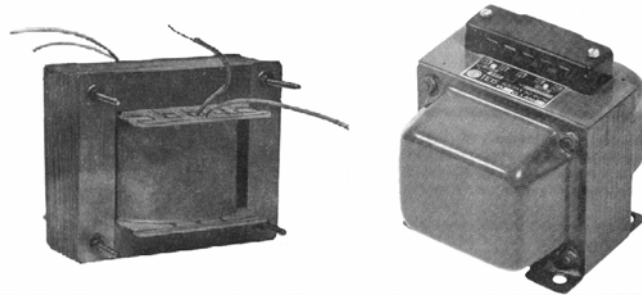


Figura 3.12. Aspecto de un transformador montado con espárragos de sujeción, con carcasa y sin ella.

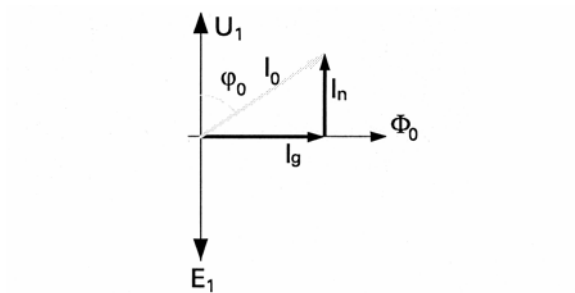


Figura 4.3. Diagrama de intensidades del transformador en vacío.

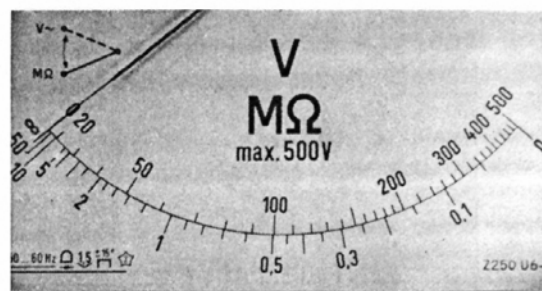
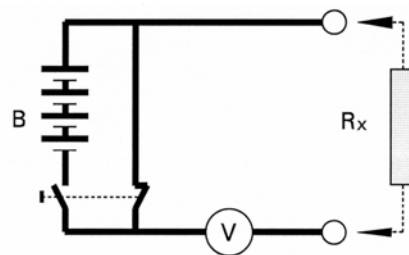


Figura 4.9. Esquema básico de un megóhmetro y aspecto de la escala de un aparato analógico.

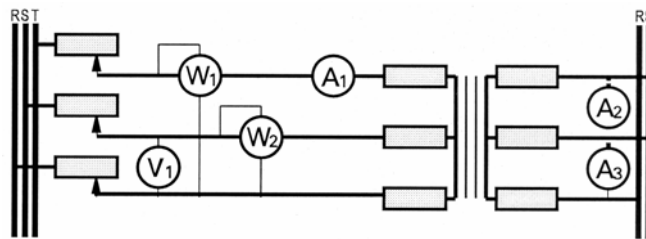


Figura 4.17. Esquema de conexiones para ensayo de cortocircuito en transformadores trifásicos.

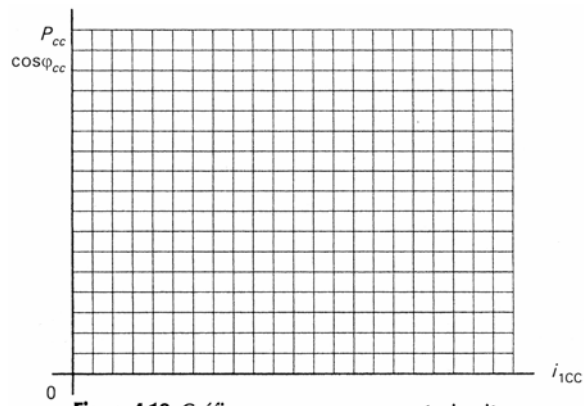


Figura 4.18. Gráfica para ensayos en cortocircuito.

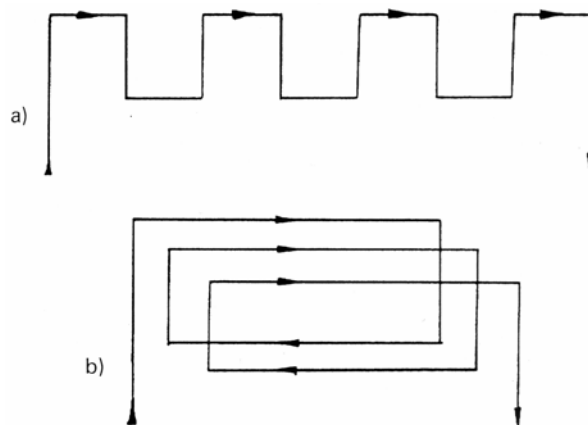


Figura 5.14. Sentido de avance de la corriente en bobinados ondulados a) e imbricados b).

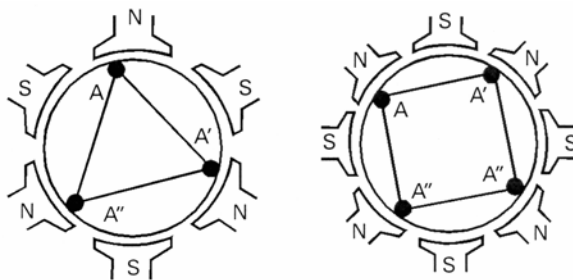


Figura 5.16. Puntos equipotenciales de un bobinado.

LOGOTIPO EMPRESA	REVISIONES PERIÓDICAS DE MÁQUINAS DE C.C.
MARCA MÁQUINA: _____	FECHA: _____
TIPO: _____	SERVICIO EN: _____
Nº FABRICANTE: _____	INDUCIDO
POTENCIA: _____	TENSIÓN: _____ INTENSIDAD: _____ TEMP: _____
RESISTENCIA DE AISLAMIENTO	INDUCTOR
ESTATOR: _____	TENSIÓN: _____ INTENSIDAD: _____ TEMP: _____
ROTOR: _____	COJINETES: _____
ELEMENTOS A SUSTITUIR: _____	FIJACIÓN: _____
_____	ESTADO ESCOBILLAS: _____
_____	ESTADO COLECTOR: _____
OBSERVACIONES:	LUGAR Y FECHA:
	Firma
	TÉCNICO:

Figura 6.2. Ficha resumen de revisiones, a máquinas de c.c.

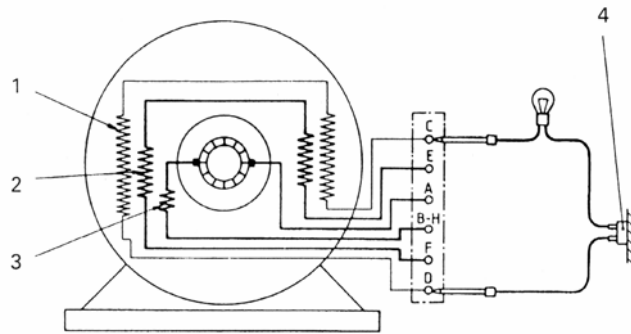


Figura 6.7. Localización de circuitos abiertos o interrupciones.

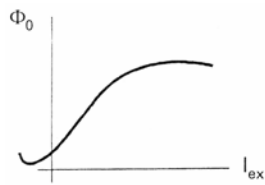


Figura 7.3. Curva de magnetización del hierro.

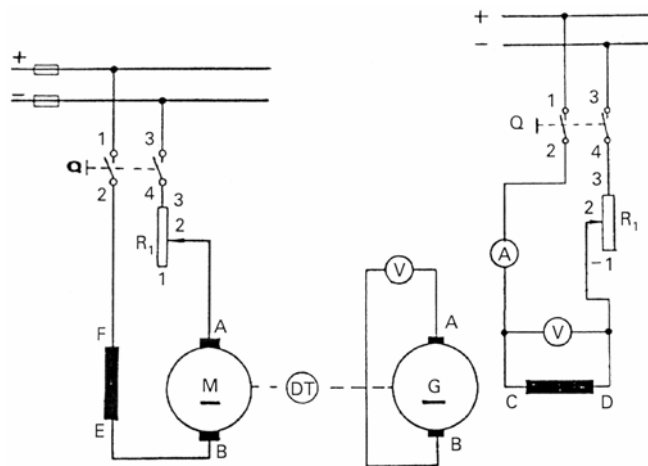


Figura 7.6. Esquema de conexiones a realizar para hacer el ensayo de vacío.

1.500 r.p.m.	$i_{ex} >$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
	E_0							
	$i_{ex} <$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
	E_0							
	Valor medio							
1.000 r.p.m.	E_0							
500 r.p.m.	E_0							

Figura 7.7. Tabla de valores obtenidos del ensayo de vacío para una dínamo de excitación independiente.

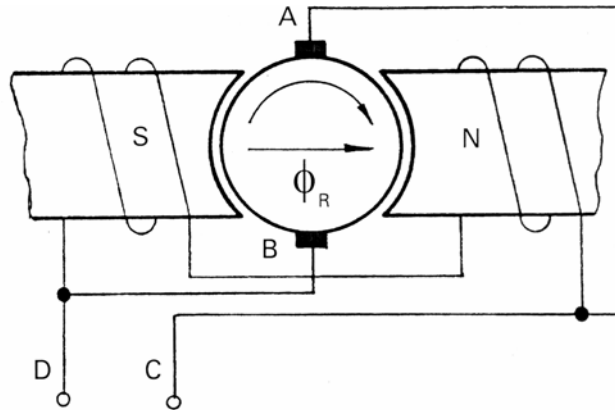


Figura 7.13. Conexión de descebado de una dínamo.

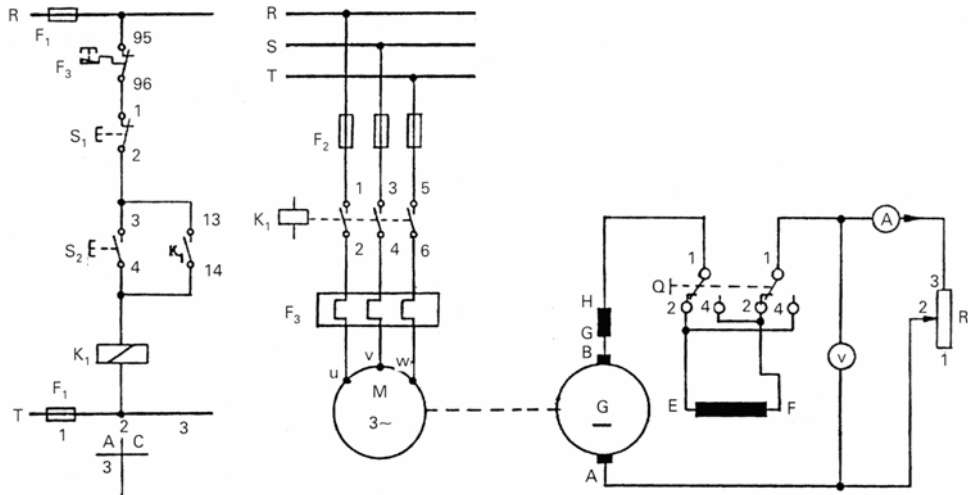


Figura 7.16. Esquema de conexiones para la dinamo serie.

VALORES DE I_n	$0,25 I_n$	$0,50 I_n$	$0,75 I_n$	I_n
I				
U				

Figura 7.17. Tabla de valores para el ensayo de carga.

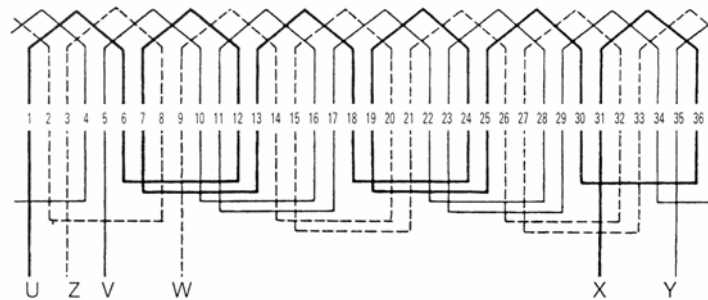


Figura 8.15. Esquema de bobinado trifásico $2p = 6$, una capa.

LOGOTIPO EMPRESA	REVISIONES PERIÓDICAS DE MÁQUINAS DE C.A.
MARCA MÁQUINA: _____	FECHA: _____
TIPO: _____	SERVICIO EN: _____
Nº FABRICANTE: _____	ROTÓRICO
POTENCIA: _____	TENSIÓN: _____ INTENSIDAD: _____ TEMP: _____
RESISTENCIA DE AISLAMIENTO	ESTATÓRICO
ESTATOR: _____	TENSIÓN: _____ INTENSIDAD: _____ TEMP: _____
ROTOR: _____	COJINETES: _____
ELEMENTOS A SUSTITUIR: _____	FIJACIÓN: _____
_____	ESTADO ESCOBILLAS: _____
_____	ESTADO COLECTOR: _____
OBSERVACIONES:	LUGAR Y FECHA:
	Firma
	TÉCNICO:

Figura 9.1. Ficha resumen de revisiones, a máquinas de c.a.

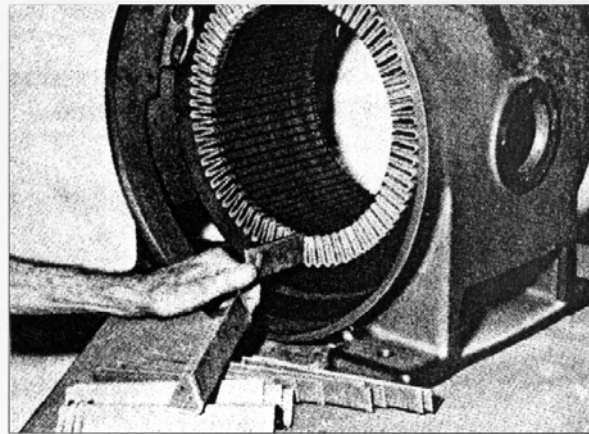


Figura 9.14. Aislamiento de ranuras y adaptación de los cartones.

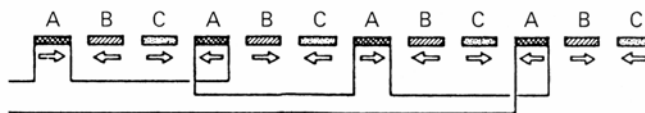


Figura 9.22. Conexión de los grupos de una fase del bobinado de la figura 9.21.