

**Santa  
Lucía**

Instituto de Enseñanza Secundaria  
**SANTA LUCÍA**

# MQA

**Máquinas eléctricas**

## Programación

**Curso 2021 – 2022**

**Departamento de Coordinación Didáctica  
Electricidad y Electrónica**



**ELECTRICIDAD Y ELECTRÓNICA**

Ciclo Formativo de Grado Medio  
**Técnico en Instalaciones de instalaciones Eléctricas  
y Automáticas**



El módulo profesional está definido por los siguientes elementos curriculares:

- Objetivos expresados en Resultados de Aprendizaje.
- Criterios de evaluación.
- Contenidos.
- Temporalización.
- Orientaciones pedagógicas.
- Desarrollo de las Unidades de Trabajo.

## **Resultados de Aprendizaje y sus criterios de evaluación**

Los resultados de aprendizaje expresan el saber-hacer del alumno al terminar el proceso de enseñanza-aprendizaje. Los criterios de evaluación son las “Concreciones” que permiten valorar si los resultados de aprendizaje han sido alcanzados, expresan el nivel aceptable del mismo y conforman los indicadores para medir los resultados de aprendizaje.

### **RA1. Elabora documentación técnica de máquinas eléctricas relacionando símbolos normalizados y representando gráficamente elementos y procedimientos.**

Criterios de evaluación:

- a) Se han dibujado croquis y planos de las máquinas y sus bobinados.
- b) Se han dibujado esquemas de placas de bornes, conexionados y devanados según normas.
- c) Se han realizado esquemas de maniobras y ensayos de máquinas eléctricas.
- d) Se han utilizado programas informáticos de diseño para realizar esquemas.
- e) Se ha utilizado simbología normalizada.
- f) Se ha redactado diferente documentación técnica.
- g) Se han analizado documentos convencionales de mantenimiento de máquinas.
- h) Se ha realizado un parte de trabajo tipo.
- i) Se ha realizado un proceso de trabajo sobre mantenimiento de máquinas eléctricas.
- j) Se han respetado los tiempos previstos en los diseños.
- k) Se han respetado los criterios de calidad establecidos.

### **RA2. Monta transformadores monofásicos y trifásicos, ensamblando sus elementos y verificando su funcionamiento.**

Criterios de evaluación:

- a) Se ha seleccionado el material de montaje según cálculos, esquemas y especificaciones del fabricante.
- b) Se han seleccionado las herramientas y equipos adecuados a cada procedimiento.
- c) Se ha identificado cada pieza de la máquina y su ensamblaje.
- d) Se han realizado los bobinados del transformador.
- e) Se han conexionado los devanados primarios y secundarios a la placa de bornes.



- f) Se ha montado el núcleo magnético.
- g) Se han ensamblado todos los elementos de la máquina.
- h) Se ha probado su funcionamiento realizándose ensayos habituales.
- i) Se han respetado los tiempos previstos en los procesos.
- j) Se han utilizado catálogos de fabricantes para la selección del material.
- k) Se han respetado criterios de calidad.

**RA3. Repara averías en transformadores, realizando comprobaciones y ajustes para la puesta en servicio.**

Criterios de evaluación:

- a) Se han clasificado averías características y sus síntomas en pequeños transformadores monofásicos, trifásicos y autotransformadores.
- b) Se han utilizado medios y equipos de localización y reparación de averías.
- c) Se ha localizado la avería e identificado posibles soluciones.
- d) Se ha desarrollado un plan de trabajo para la reparación de averías.
- e) Se han realizado operaciones de mantenimiento.
- f) Se han realizado medidas eléctricas para la localización de averías.
- g) Se ha verificado el funcionamiento de la máquina por medio de ensayos.
- h) Se han respetado los tiempos previstos en los procesos.
- i) Se han respetado criterios de calidad.

**RA4. Monta máquinas eléctricas rotativas, ensamblando sus elementos y verificando su funcionamiento.**

Criterios de evaluación:

- a) Se han seleccionado el material de montaje, las herramientas y los equipos.
- b) Se ha identificado cada pieza de la máquina y su ensamblaje.
- c) Se han utilizado las herramientas y equipos característicos de un taller de bobinado.
- d) Se han realizado bobinas de la máquina.
- e) Se han ensamblado bobinas y demás elementos de las máquinas.
- f) Se han conexionado los bobinados rotórico y estático.
- g) Se han montado las escobillas y anillos rasantes conexionándolos a sus bornes.
- h) Se ha probado su funcionamiento realizándose ensayos habituales.
- i) Se han respetado los tiempos previstos en los procesos.
- j) Se han respetado criterios de calidad.

**RA5. Mantiene y repara máquinas eléctricas realizando comprobaciones y ajustes para la puesta en servicio.**

Criterios de evaluación:

- a) Se han clasificado averías características y sus síntomas en máquinas eléctricas.
- b) Se han utilizado medios y equipos de localización de averías.
- c) Se ha localizado la avería y propuesto posibles soluciones.
- d) Se ha desarrollado un plan de trabajo para la reparación de averías.
- e) Se han realizado medidas eléctricas para la localización de averías.



- f) Se ha reparado la avería.
- g) Se ha verificado el funcionamiento de la máquina por medio de ensayos.
- h) Se han sustituido escobillas, cojinetes, entre otros.
- i) Se han respetado los tiempos previstos en los procesos.
- j) Se han respetado criterios de calidad.

**RA6. Realiza maniobras características en máquinas rotativas, interpretando esquemas y aplicando técnicas de montaje.**

Criterios de evaluación:

- a) Se han preparado las herramientas, equipos, elementos y medios de seguridad.
- b) Se han acoplado mecánicamente las máquinas.
- c) Se han montado circuitos de mando y fuerza, para las maniobras de arranque, inversión, entre otras.
- d) Se han conexionado las máquinas a los diferentes circuitos.
- e) Se han medido magnitudes eléctricas.
- f) Se han analizado resultados de parámetros medidos.
- g) Se ha tenido en cuenta la documentación técnica.
- h) Se han respetado los tiempos previstos en los procesos.
- i) Se han respetado criterios de calidad.
- j) Se ha elaborado un informe de las actividades realizadas y resultados obtenidos.

**RA7. Cumple las normas de prevención de riesgos laborales y de protección ambiental, identificando los riesgos asociados, las medidas y equipos para prevenirlos.**

Criterios de evaluación:

- a) Se han identificado los riesgos y el nivel de peligrosidad que suponen la manipulación de los materiales, herramientas, útiles, máquinas y medios de transporte.
- b) Se han operado las máquinas respetando las normas de seguridad.
- c) Se han identificado las causas más frecuentes de accidentes en la manipulación de materiales, herramientas, máquinas de corte y conformado, entre otras.
- d) Se han descrito los elementos de seguridad (protecciones, alarmas, pasos de emergencia, entre otros) de las máquinas y los equipos de protección individual (calzado, protección ocular, indumentaria, entre otros) que se deben emplear en las distintas operaciones de mecanizado.
- e) Se ha relacionado la manipulación de materiales, herramientas y máquinas con las medidas de seguridad y protección personal requeridos.
- f) Se han determinado las medidas de seguridad y de protección personal que se deben adoptar en la preparación y ejecución de las operaciones de montaje y mantenimiento de las máquinas eléctricas y sus instalaciones asociadas.
- g) Se han identificado las posibles fuentes de contaminación del entorno ambiental.
- h) Se han clasificado los residuos generados para su retirada selectiva.
- i) Se ha valorado el orden y la limpieza de instalaciones y equipos como primer factor de prevención de riesgos.



## CONTENIDOS Y TEMPORALIZACIÓN

La relación de contenidos del módulo está relacionada directamente con los objetivos generales del ciclo formativo, los resultados de aprendizaje y los criterios de evaluación, son contenidos soporte que contribuyen a la adquisición de las competencias del módulo, complementan el proceso formativo, y permiten alcanzar los resultados de aprendizaje definidos en el módulo profesional. Los contenidos establecidos en el Currículo son:

### Interpretación de documentación técnica en máquinas eléctricas:

- Simbología normalizada y convencionalismos de representación en reparación de máquinas eléctricas.
- Planos y esquemas eléctricos normalizados.
- Aplicación de programas informáticos de dibujo técnico y cálculo de instalaciones.
- Elaboración de planes de mantenimiento y montaje de máquinas eléctricas.
- Normativa y reglamentación.

### Montaje y ensayo de Transformadores:

- Generalidades, tipología y constitución de transformadores.
- Características funcionales, constructivas y de montaje.
- Valores característicos (relación de transformación, potencias, tensión de cortocircuito, entre otros).
- Devanados primarios y secundarios.
- Núcleos magnéticos.
- Operaciones para la construcción de transformadores.
- Cálculo de los bobinados.
- Ensayos normalizados aplicados a transformadores.

### Mantenimiento y reparación de Transformadores:

- Técnicas de mantenimiento de transformadores.
- Herramientas y equipos.
- Diagnóstico y reparación de transformadores.
- Normas de seguridad utilizadas en el mantenimiento de transformadores.

### Montaje de máquinas eléctricas rotativas:

- Generalidades, tipología y constitución de máquinas eléctricas rotativas.
- Características funcionales, constructivas y de montaje.
- Valores característicos (potencia, tensión, velocidad, rendimiento, entre otros).
- Curvas características de las máquinas eléctricas de CC y CA.
- Devanados rotóricos y estatóricos.
- Circuitos magnéticos. Rotor y estator.
- Procesos de montaje y desmontaje de máquinas eléctricas de CC y CA.



- Ensayos normalizados de máquinas eléctricas de CC y CA.
- Normas de seguridad utilizadas en el montaje de máquinas rotativas.

### **Mantenimiento y reparación de máquinas eléctricas rotativas:**

- Técnicas de mantenimiento de máquinas eléctricas rotativas.
- Herramientas y equipos.
- Diagnóstico y reparación de máquinas eléctricas rotativas.
- Normas de seguridad utilizadas en la construcción y mantenimiento de máquinas eléctricas rotativas.

### **Maniobras de las máquinas eléctricas rotativas:**

- Regulación y control de generadores de cc rotativos.
- Arranque y control de motores de cc.
- Regulación y control de alternadores.
- Arranque y control de motores de ca.
- Normas de seguridad utilizadas en instalaciones de máquinas eléctricas rotativas.

### **Prevención de riesgos laborales y protección ambiental:**

- Identificación de riesgos.
- Determinación de las medidas de prevención de riesgos laborales.
- Prevención de riesgos laborales en los procesos de montaje y mantenimiento.
- Equipos de protección individual.
- Cumplimiento de la normativa de prevención de riesgos laborales.
- Cumplimiento de la normativa de protección ambiental.

Las unidades de trabajo propuestas en esta programación dan respuesta a las necesidades formativas y permiten alcanzar cada uno de los resultados de aprendizaje. El conjunto de todas las unidades de trabajo permitirá alcanzar la cualificación profesional del módulo.

La secuenciación de los contenidos del módulo **Máquinas eléctricas (MQA)** se ajustará a la siguiente relación de Unidades de Trabajo.

## **PRIMER TRIMESTRE**

### **U.T.1- Magnetismo y electromagnetismo**

- Magnetismo
- Campo magnético
  - Flujo magnético
  - Inducción magnética
- Electromagnetismo
  - Campo magnético en un conductor



- Campo magnético en una espira
- Campo magnético en una bobina
- Intensidad de campo magnético
- Fuerza magnetomotriz
- Circuito magnético
- Materiales para circuitos magnéticos
- Reluctancia magnética
- Curva de magnetización de un material
- Permeabilidad magnética
- Histéresis magnética
- Corrientes parásitas o de Foucault
- Fuerza ejercida sobre un conductor por el que circula una corriente
- Fuerza ejercida sobre una espira por la que circula una corriente
- Fuerza electromotriz inducida en un conductor
- Autoinducción
- Clasificación de las máquinas eléctricas
  - Máquinas estáticas
  - Máquinas rotativas

## **U.T.2- Materiales y herramientas del bobinador**

- Materiales utilizados en la construcción y reparación de máquinas eléctricas
  - Hilo esmaltado
  - Carretes para el hilo esmaltado
  - Materiales aislantes
- Herramientas y utillaje del bobinador
  - Bobinadoras
    - Bobinadoras manuales
      - Bobinadora de contrapunto
      - Bobinadora de eje al aire
    - Bobinadoras eléctricas
  - Devanadores
  - Moldes de bobinas
  - Máquina eléctrica de pelado de hilo esmaltado
  - Bases y soportes auxiliares



- Platos giratorios
- Anillos sostenedores de estatores
- Soporte para rotores
- Equipos de soldadura
  - Soldadores
  - Baño de estaño
  - Soplete
- Instrumentos de metrología
  - El calibre
  - El micrómetro
- Cizallas
- Herramientas para el montaje y desmontaje
  - Extractores de agarre
  - Calentador de cojinetes
  - Extractor de chavetas
  - Extractor de devanados y bobinas
- Útiles de limpieza
- Instrumentos de medida y comprobación eléctrica
  - Comprobador de continuidad
  - Comprobador portátil de rotores y estatores
  - Comprobador de rotores de sobremesa
  - Medidor de resistencia de aislamiento
  - Luz estroboscópica
  - Medidor de inductancias
  - Tacómetro
  - Cámara térmica
  - Banco de pruebas del técnico bobinador

### **U.T.3- Transformadores**

- Conceptos básicos sobre transformadores
  - Relación de transformación
  - Terminales homólogos
- Clasificación de los transformadores
  - Por el nivel de tensión





- Por el número de fases de alimentación
  - Monofásicos
  - Trifásicos
- Por su construcción
  - Transformadores monofásicos de columnas
  - Transformadores monofásicos acorazados
  - Transformadores trifásicos de tres columnas
  - Transformadores trifásicos de cinco columnas
  - Transformadores trifásicos acorazados
  - Transformador toroidal
  - Autotransformador
- Materiales constructivos de los transformadores
  - Hilo de cobre esmaltado
  - Chapa magnética
    - Chapa normalizada para transformadores
  - Carretes aislantes
  - Otros aislantes
- Características eléctricas de un transformador
- Cálculo de un transformador monofásico
- Cálculo de transformadores trifásicos
- Ensayos y comprobaciones
  - Ensayo de vacío
  - Ensayo de carga
  - Ensayo en cortocircuito
  - Comprobación del aislamiento

## **SEGUNDO TRIMESTRE**

### **U.T.4- Máquinas rotativas de corriente continua**

- Principio de funcionamiento de las máquinas de CC
  - Funcionamiento del motor elemental de CC
- Constitución de las máquinas de CC
  - Circuito magnético
  - Circuito eléctrico



- El circuito inductor
- El circuito inducido
- El elemento de conmutación
- Polos auxiliares o de conmutación
- Tipos de conexión entre devanados
  - La caja de bornes
  - La inversión del sentido de giro
  - El arranque de los motores de CC
  - Variación de velocidad
  - Característica de velocidad
  - Característica de par
  - Característica par-velocidad
- Devanados en máquinas de CC
  - Devanado inductor o de excitación
  - Devanado del inducido o de la armadura
    - Secciones inducidas
  - Clasificación de los devanados
    - Según el número de capas por ranura
    - Según la conexión de bobina en el colector
      - Devanados imbricados
      - Devanados ondulados
  - Datos y conceptos utilizados en el diseño de devanados
    - Paso polar
    - Paso de ranura
    - Paso diametral
    - Paso de colector
    - Unidades de medida para el diseño del devanado
  - Diseño de devanados imbricados simples
  - Diseño de devanados imbricados con más de una sección
  - Diseño de devanados ondulados simples
  - Conexiones equipotenciales

#### **U.T.5- Máquinas rotativas de corriente alterna**

- Principio de funcionamiento de las máquinas rotativas de CA



- Frecuencia
- Ángulo eléctrico
- Sistemas de fases
- Campo magnético giratorio
- Clasificación de las máquinas de CA
- Máquinas síncronas
  - Circuito magnético de las máquinas síncronas
  - Circuitos eléctricos de una máquina síncrona
    - Circuito inductor
    - El colector de anillos
    - El circuito inducido
    - La caja de bornes
  - Funcionamiento como generador. Alternador
    - Regulación de la tensión y frecuencia de salida
  - Funcionamiento como motor. Motor síncrono
- Máquinas asíncronas
  - Circuito magnético
    - La armadura o estator
    - El rotor
      - Rotor en cortocircuito
      - Rotor ranurado
  - Circuitos eléctricos de las máquinas asíncronas
    - Inductor
    - Inducido
  - Funcionamiento del motor asíncrono
    - El momento del arranque
- Devanados de máquinas de corriente alterna
  - Conceptos previos para el diseño y ejecución de devanados de CA
    - Bobinas y grupos de bobinas
    - Tipo de devanados
    - Conexiones entre grupos de bobinas
      - Conexión por polos
      - Conexión por polos consecuentes
    - Ubicación de los principios de fase de un devanado



- Bobinas por grupo
- Devanados concéntricos
  - Condición de ejecución
  - Amplitud
  - Número de fases del devanado
  - Conexión de los grupos de bobinas
  - Proceso de diseño de devanados concéntricos
  - Devanados concéntricos bifásicos
- Devanados excéntricos
  - Devanados excéntricos imbricados
  - Devanados ondulados

#### **U.T.6- Otras máquinas eléctricas rotativas**

- Introducción
- Motores monofásicos
  - Motores monofásicos de fase partida o fase auxiliar
  - Motor monofásico con condensador
  - Motores con relés de arranque
  - Motor de espira
  - Motor universal
  - Devanados de los motores monofásicos de inducción
    - Devanados separados
    - Devanados superpuestos
- Motores de imanes permanentes
  - Motor Brushless
    - Motores Brushless de CC
    - Motores Brushless de CA
  - Motores Paso a paso (PaP)
    - Motores PaP de imanes permanentes
    - Motores PaP de reluctancia variable



## RELACIÓN ENTRE CONTENIDO Y RESULTADO APRENDIZAJE

La siguiente tabla relaciona cada una de las unidades de trabajo con cada uno de los resultados de aprendizaje, si bien varias unidades pueden dar respuesta a un único resultado de aprendizaje o una unidad dar respuesta a parte de varios resultados de aprendizaje.

Horas totales del Módulo: 126 (6 horas/semana x 21 semanas) distribuidas entre la primera y segunda evaluación.

UNIDADES DE TRABAJO	TEMP	RESULTADO APRENDIZAJE						
		RA1	RA2	RA3	RA4	RA5	RA6	RA7
U.T.0- Introducción al módulo	2 horas							
U.T.1- Magnetismo y electromagnetismo	6 horas	X						
U.T.2- Materiales y herramientas del bobinador	16 horas	X			X			X
U.T.3- Transformadores	42 horas	X	X	X		X	X	X
U.T.4- Máquinas rotativas de corriente continua	10 horas	X			X	X	X	X
U.T.5- Máquinas rotativas de corriente alterna	44 horas	X			X	X	X	X
U.T.6- Otras máquinas eléctricas rotativas	6 horas	X			X	X		X
<b>TOTAL DE HORAS(66+60):</b>	126 horas							

## ORIENTACIONES PEDAGÓGICAS O METODOLOGÍA

Este módulo profesional contiene la formación necesaria para desempeñar la función de mantenimiento, reparación, ensayos y maniobras de máquinas eléctricas estáticas y rotativas.

La definición de estas funciones incluye aspectos como:

- La interpretación y representación de esquemas de máquinas eléctricas.
- La interpretación de información técnica destinada al mantenimiento de máquinas.
- La medición de magnitudes eléctricas.
- El desmontaje y montaje de transformadores.
- Las pruebas y ensayos para verificar el funcionamiento de transformadores.
- El desmontaje y montaje de máquinas eléctricas rotativas de corriente continua y alterna.
- Las pruebas, ensayos y curvas de características para verificar el funcionamiento de máquinas eléctricas rotativas de corriente continua y alterna.
- El montaje de instalaciones para el arranque y maniobras de máquinas rotativas.

Las actividades profesionales asociadas a esta función se aplican en:



- Mantenimiento de máquinas eléctricas en instalaciones industriales.
- Mantenimiento de máquinas eléctricas en instalaciones de viviendas y edificios (grupos de bombeo de agua, depuradoras de piscinas y equipos de riego, entre otras).
- Reparación de máquinas eléctricas asociadas a electrodomésticos.
- Bobinado y reparación de máquinas eléctricas.

La formación del módulo contribuye a alcanzar los objetivos generales a), b), c), d), e), g), i), j), k), l), m), n), ñ), o) y q) del ciclo formativo y las competencias a), b), c), d), e), h), i), j), k), l), y o) del título.

Las líneas de actuación en el proceso enseñanza aprendizaje que permiten alcanzar los objetivos del módulo versarán sobre:

- Interpretación y diseño de esquemas eléctricos y documentación técnica.
- Desmontaje y montaje de máquinas eléctricas.
- Realización de bobinados.
- Mantenimiento y verificación de funcionamiento de máquinas eléctricas.
- Realización de instalaciones de arranque y maniobras de máquinas eléctricas rotativas.

En cuanto al desarrollo de la **metodología** del presente modulo profesional:

- Tener en cuenta el nivel de desarrollo del alumnado, sus conocimientos e intereses previos.
- Las propuestas de trabajo y las actividades deben constituir pequeños retos y desafíos para el alumnado.
- Utilizar el propio entorno como fuente de investigación y experimentación.
- Favorecer la interacción del alumnado.
- Favorecer el uso de las TIC como un medio, no como un fin en sí mismo.
- Animar al alumnado a participar en los procesos de enseñanza - aprendizaje, de forma que mediante una metodología activa desarrolle la capacidad de autonomía e iniciativa personal, de creciente importancia en el mundo profesional.
- Promover el desarrollo de la capacidad para trabajar en equipo, por medio de actividades de aprendizaje realizadas en grupo.
- Es importante garantizar la adquisición de actitudes y valores acordes con una sociedad plural y multicultural, la valoración de la tolerancia y de la libertad, la participación responsable y solidaria en las actividades del grupo, el respeto a las creencias propias y ajenas, y el valor del esfuerzo personal y de la preparación práctica previa al inicio de la vida laboral.

ar la conciencia de igualdad.

Emplear Normas transparentes y compartidas.



## RECURSOS Y MATERIALES

Los recursos didácticos y materiales que se emplearán para el desarrollo del módulo son:

### RECURSOS DIDÁCTICOS

- Ordenador con conexión a Internet.
- Programas informáticos.
- Cañón Proyector.
- Medios audiovisuales.
- Pizarra.
- Catálogos de fabricantes.
- Libreta del alumno.
- Memorias de prácticas.
- Libro (opcional): Máquinas eléctricas / Editorial: Editex / Autor: Juan Carlos Martín
- Apuntes del profesor.

### RECURSOS TECNOLÓGICOS

- Herramientas eléctricas.
- Equipos de medida y verificación.

### MATERIAL ESPECÍFICO DEL AULA-TALLER

- Material y equipamiento específico para montaje y reparación de máquinas eléctricas rotativas y estáticas.
- Equipos de medida.

En cuanto a medios materiales específicos del aula-taller, se utilizan los recursos existentes en los talleres y almacenes de que dispone el Centro. Paneles, entrenadores, componentes y material fungible diverso. Al alumnado se le pedirá aportar algunas herramientas y materiales (para uso personal durante las actividades prácticas), que serán de gran utilidad en este y otros módulos, así como en el futuro, para el desarrollo de su actividad profesional. A saber: polímetro, juegos de destornilladores y de alicates.

Se coordinará la utilización de los medios técnicos disponibles del aula-taller entre los profesores que harán uso simultáneamente de dichas instalaciones con la finalidad de hacer un uso racional de los mismos.

## ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Se intentará realizar las actividades complementarias y/o extraescolares que determine el Departamento que contribuyan a la adquisición de los Resultados de Aprendizaje y los criterios de evaluación asociados y con el objeto de conocer de cerca el sector profesional que han elegido los alumnos y su situación en el entorno. Para la realización de esta visita se elegirá un día de la semana en el que se imparta la asignatura, con el fin de afectar lo menos posible al resto de las clases.



Se propone visitar las instalaciones de la Central Eléctrica de Juan Grande (Barranco de Tirajana), así como visitar las instalaciones de una empresa relacionada con el rebobinado de máquinas eléctricas ubicada en el polígono industrial de Arinaga. (PROCANEL).