

**CICLO FORMATIVO:** Energías Renovables

**MÓDULO:** Subestaciones Eléctricas

**CURSO:** 2018-2019

**Duración:** 140 sesiones de 50'

**Lugar:** Aulas 720 y 724 / 701

## • OBJETIVOS.

La formación del módulo contribuye a alcanzar los objetivos generales j) y k) del ciclo formativo. Así pues, los objetivos de este módulo son los siguientes:

- j) Reconocer el proceso de montaje y puesta en funcionamiento de subestaciones eléctricas, caracterizando las fases, operaciones y recursos necesarios, para organizar y controlar su ejecución.
- k) Identificar las partes y los equipos que configuran una subestación eléctrica para realizar el montaje, operación local o mantenimiento de las instalaciones.

## • CONTENIDOS.

### CARACTERIZACIÓN DE SUBESTACIONES ELÉCTRICAS:

- Características básicas de las subestaciones eléctricas. Tipos y configuraciones de subestaciones
- Función de las subestaciones eléctrica dentro del sistema de transporte de energía. Subestaciones en centrales
- Principales componentes. Embarrados, seccionadores, transformadores, interruptores. Protecciones y su selectividad
- Normativa aplicable. Reglamento de Alta Tensión. REBT. Reglamento de centrales, subestaciones y centros de transformación.

### INTERPRETACIÓN DE PROYECTOS DE SUBESTACIONES:

- Proyectos de subestaciones eléctricas.
- Simbología técnica de aplicación en la representación gráfica de planos. Esquemas unifilares de las distintas tipologías de subestaciones
- Fases de montaje de una subestación. Preparación de terrenos, obra civil, red de tierra y puesta en obra de equipos, entre otros.
- Elaboración de esquemas y documentos relativos a las subestaciones. Interpretación de esquemas y planos con ayuda de CAD.
- Gestión de documentos técnicos y administrativos vinculados con el montaje de subestaciones.

### PLANIFICACIÓN DE PROCESOS DE MONTAJE EN SUBESTACIONES:

- El proyecto técnico aplicado al montaje. Partes del proyecto. Características específicas del montaje de subestaciones
- Planificación del montaje de subestaciones eléctricas.
- Normativa aplicable al montaje de subestaciones eléctricas. Reglamentación general: nacional, autonómica y local. Reglamentación propia de la compañía distribuidora. Normativa de calidad, ISO 9.000, ISO 14000 y EFQM.
- Fases del plan de montaje en subestaciones.
- Técnicas de montaje. Tensado, ensamblaje, nivelado, anclaje, conexionado.
- Recursos humanos para el montaje de subestaciones eléctricas. titulados superiores, titulados medios, técnicos superiores y técnicos medios, entre otros. Jerarquización.
- Plan de seguridad y salud laboral.

### PROGRAMACIÓN DE PLANES DE MONTAJE:

- Plan de aprovisionamiento. Control logístico. Técnicas de aprovisionamiento

- Plan de demanda, aprovisionamiento, almacenaje y puesta en obra de equipos propios a las subestaciones eléctricas.
- Coordinación de equipos y herramientas para el montaje.
- Plan de calidad en el montaje de subestaciones eléctricas.
- Plan de seguridad en el montaje de subestaciones eléctricas.
- Software informático de planificación asistida.
- Visualización e interpretación de gráficos digitalizados.
- Operaciones básicas con archivos informáticos.

#### **PLANIFICACIÓN DE LA SUPERVISIÓN Y CONTROL DEL MONTAJE Y PUESTA EN SERVICIO DE LAS INSTALACIONES DE SUBESTACIONES:**

- Montaje de los elementos principales de una subestación. Montaje específico del embarrado, autoválvulas, seccionadores, transformadores e interruptores.
- Procedimientos de montaje de líneas de alta tensión. Cimentaciones. Apoyos. Tipos. Esfuerzos mecánicos. Conceptos utilizados en el tendido y tensado. Tablas de tensado. Vano de regulación. Vano. Flecha. Equipos
- Tareas de montaje y conexión de transformadores. Transformadores de potencia, de medida y auxiliares.
- Proceso de montaje de embarrado, conexionado y confección de red de tierra. Cálculo mecánico y eléctrico.
- Operaciones de montaje de los equipos de regulación y control.
- Simulación de montaje de una subestación. Manejo de simulador informático.

#### **REPLANTEO DE LA OBRA CIVIL EN EL MONTAJE DE SUBESTACIONES:**

- Configuraciones y tipos de obras en subestaciones.
- Ubicación de los principales equipos de las subestaciones. Embarrado, autoválvulas, seccionadores, transformadores e interruptores, entre otros.
- Obra civil.
- Situación y funciones específicas de los componentes básicos de una subestación eléctrica. Líneas de entrada y salida, celdas, módulos híbridos, transformadores, embarrados, red de tierras y baterías, entre otros.
- Tecnología GIS (Sistemas Aislados por Gas) . Estudio del SF6 como aislante eléctrico. Fundamentos y aplicaciones., protecciones y medida, entre otros.
- Esquemas de subestaciones eléctricas. Identificación de bloques principales. Entrada, salida, barras, transformador

#### **PLANIFICACIÓN DE PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO, RECURSOS Y PROTOCOLOS:**

- Documentos técnicos vinculados al mantenimiento de una subestación eléctrica. Proyecto. Plan de prevención de riesgos laborales. Plan de mantenimiento.
- Mantenimiento de equipos eléctricos y electrónicos de subestaciones.
- Necesidad del mantenimiento de los elementos constitutivos de una subestación eléctrica.
- Puntos críticos de una subestación susceptibles de sufrir averías. Conexiones, uniones, empalmes y elementos móviles, entre otros.
- Averías en subestaciones. Causas y efectos principales. Fatiga mecánica y térmica, fricciones y desgastes, entre otros
- Detección de averías. Procedimientos de diagnóstico. Medidas directas e indirectas de tensión, intensidad y temperatura. Métodos directos e indirectos. Históricos de averías. Equipos de medida eléctricos, mecánicos y térmicos
- Mantenimiento preventivo. Plan de seguridad. Puesta en descargo de instalaciones.

#### **OPERACIONES DE MANTENIMIENTO EN SUBESTACIONES:**

- Normativa aplicable al mantenimiento de subestaciones eléctricas.
- Equipos de una subestación eléctrica susceptibles de mantenimiento de primer nivel.
- Procedimientos de descargo en las instalaciones y equipos de las subestaciones. Secuencia de operaciones para realizar un descargo
- Fases de operaciones de mantenimiento específico en sistemas eléctricos, electrónicos de control. Mantenimiento de interruptores, seccionador y sistemas de control.

- Necesidades del mantenimiento correctivo.
- Restitución del servicio en una subestación. Proceso que hay que seguir para la energización de instalaciones descargadas.

#### **REALIZACIÓN DE LAS OPERACIONES FUNDAMENTALES DE LOS SISTEMAS, EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE SUBESTACIONES ELÉCTRICAS:**

- Técnicas de operación en sistemas. Técnicas de operación en equipos. Operaciones específicas en equipos de potencia. Operaciones específicas en sistemas de control.
- Requisitos de seguridad para operar sobre los diferentes equipos. Técnicas específicas de seguridad y prevención en los procesos de operación.
- Secuencias de actuaciones en los sistemas de subestaciones eléctricas. Secuencias de actuación en equipos.
- Instrumentos empleados en las operaciones de sistemas. Instrumentos y equipos usuales en operaciones de subestaciones.
- Documentación propia de equipo o sistemas.
- Normas específicas de riesgos profesionales y seguridad en los procesos de operación de subestaciones.
- Operaciones sobre interruptores. Operaciones sobre seccionadores. Operaciones en tomas de tierra. Operaciones mecánicas de instalaciones y equipos. Operaciones eléctricas de circuitos.

#### **• CRITERIOS DE EVALUACIÓN.**

Los criterios de evaluación asociados a cada uno de los resultados de aprendizaje son los siguientes:

**Se han marcado en negrita los criterios que se consideran mínimos.**

**Criterios de evaluación asociados al RA1.** Caracteriza las subestaciones eléctricas, reconociendo las distintas configuraciones.

- a) Se han reconocido los distintos tipos de subestaciones eléctricas.
- b) Se ha distinguido la función de una subestación eléctrica dentro del sistema de transporte y distribución eléctrica.**
- c) Se han distinguido diferentes configuraciones de subestaciones.**
- d) Se han identificado sus componentes y sus tecnologías de funcionamiento.
- e) Se han interpretado los reglamentos técnicos y de seguridad de aplicación en este tipo de instalaciones.
- f) Se han reconocido la normativa legal aplicable.

**Criterios de evaluación asociados al RA2.** Interpreta proyectos de subestaciones, identificando las características y función de sus componentes.

- a) Se han interpretado los diferentes documentos que componen un proyecto de una subestación eléctrica.
- b) Se han reconocido los elementos en los planos de la instalación.**
- c) Se han identificado las fases generales del desarrollo de un proceso de montaje de una subestación eléctrica.
- d) Se han dibujado esquemas, croquis, y cronogramas de subestaciones eléctricas.
- e) Se han elaborado en CAD planos de subestaciones eléctricas.**
- f) Se ha clasificado la documentación técnica y administrativa relacionada con la ejecución del montaje de la instalación.
- g) Se ha caracterizado de cada uno de los elementos que componen la subestación (transformadores de potencia, interruptores, seccionadores, autoválvulas, transformadores de medida, (SAI), protección contra rayos, protección contra incendios, entre otros).

**Criterios de evaluación asociados al RA3.** Planifica procesos de montaje de subestaciones eléctricas, reconociendo los elementos y sus características de montaje.

- a) Se han reconocido las partes del proyecto necesarias para la planificación del montaje.
- b) Se han reconocido los reglamentos y normas relativas a calidad y seguridad, de aplicación en la planificación del montaje.

- c) Se han definido las fases del montaje.
- d) Se ha elaborado el plan de montaje.**
- e) Se han reconocido las diferentes técnicas que se deben utilizar en los procesos de montaje de subestaciones eléctricas.
- f) Se han seleccionado los recursos humanos que intervienen en el montaje de subestaciones eléctricas.
- g) Se ha aplicado el plan de seguridad y salud laboral en el montaje de subestaciones eléctricas.

**Criterios de evaluación asociados al RA4.** Programa planes de aprovisionamiento para el montaje de subestaciones eléctricas, especificando sus fases y organizando la logística.

- a) Se ha reconocido tipos de planes de aprovisionamiento.**
- b) Se han elaborado programas de aprovisionamiento del montaje de subestaciones eléctricas.
- c) Se ha coordinado la planificación del montaje con las capacidades de acopio y almacenaje.
- d) Se han definido los criterios de control de calidad en las distintas fases del aprovisionamiento.
- e) Se ha diseñado el aprovisionamiento de los sistemas y equipos de seguridad.

**Criterios de evaluación asociados al RA5.** Planifica operaciones de supervisión, y control del montaje y puesta en servicio, identificando técnicas específicas de sistemas y elementos.

- a) Se ha secuenciado el montaje mediante un flujograma.**
- b) Se han reconocido las operaciones de montaje de interruptores, seccionadores y otra aparamenta.
- c) Se han identificado las operaciones de montaje de líneas de alta tensión.
- d) Se han definido las operaciones de montaje y conexión de los transformadores.
- e) Se han identificado operaciones de montaje de los embarrados, conexiones aéreas, redes de entrada y salida y red de tierra.
- f) Se han relacionado las operaciones de montaje de los sistemas de regulación y control.
- g) Se ha verificado el montaje de elementos, líneas y conexiones entre otros.
- h) Se han definido los parámetros y procedimientos de medida a emplear en las pruebas de puesta en servicio.

**Criterios de evaluación asociados al RA6.** Realiza el replanteo de elementos y obra civil de subestaciones eléctricas, identificando su utilización y características.

- a) Se ha relacionado la obra civil necesaria con los diferentes tipos de subestaciones eléctricas.**
- b) Se han ubicado los equipos empleados en las subestaciones.
- c) Se han reconocido los elementos de obra civil, cimentaciones, apoyos e infraestructuras en las subestaciones eléctricas.
- d) Se ha especificado la disposición general de aisladores, interruptores, seccionadores y demás aparamenta.
- e) Se han distribuido los elementos de protección, detección, señalización y maniobra de las subestaciones eléctricas.
- f) Se han distinguido las ubicaciones habituales y funciones de las líneas de entrada y salida, celdas, módulos híbridos, transformadores y embarrados.
- g) Se han reconocido las ubicaciones habituales y funciones de baterías y rectificadores de corriente continua, redes de tierra y pararrayos.
- h) Se ha identificado la tecnología GIS y sus componentes.
- i) Se han interpretado los esquemas eléctricos de las distintas configuraciones de subestaciones eléctricas.

**Criterios de evaluación asociados al RA7.** Planifica el mantenimiento de subestaciones eléctricas, reconociendo sus puntos críticos y redactando el plan de seguridad.

- a) Se ha reconocido la documentación técnica referida a la subestación eléctrica necesaria para realizar la planificación de su mantenimiento.**
- b) Se han identificado los equipos y elementos de las subestaciones eléctricas susceptibles de mantenimiento.**
- c) Se han enumerado los puntos críticos de una subestación eléctrica en los que pueden producirse averías.
- d) Se han definido las posibles causas y las consecuencias funcionales de las averías.
- e) Se ha redactado el procedimiento para la detección de averías en subestaciones eléctricas.

- f) Se han detallado especificaciones técnicas de materiales para gestionar su adquisición en el proceso de mantenimiento.
- g) Se han redactado los procedimientos de mantenimiento preventivo usuales en las subestaciones eléctricas.
- h) Se ha documentado el plan de seguridad en el proceso de mantenimiento.
- i) Se han determinado los medios y equipos de seguridad que hay que tener en cuenta durante el mantenimiento.

**Criterios de evaluación asociados al RA8.** Realiza operaciones de mantenimiento correctivo de primer nivel de las subestaciones eléctricas, interpretando documentación técnica y aplicando los procedimientos establecidos.

- a) Se han indicado los reglamentos y normativas que afectan a la operación de mantenimiento en subestaciones eléctricas.
- b) Se han identificado las partes, equipos y componentes susceptibles de mantenimiento de primer nivel.
- c) Se ha reconocido la influencia de la operación y mantenimiento de primer nivel en el funcionamiento general de las subestaciones eléctricas.
- d) Se ha procedimentado el descargo que ha de seguirse antes de intervenir en cualquier componente o instalación de la subestación.**
- e) Se han identificado las fases del procedimiento de operación sobre interruptores, seccionadores, sistemas de control y resto de sistemas.
- f) Se han secuenciado las actuaciones de control y mantenimiento de equipos y de la instalación.
- g) Se ha documentado el protocolo para la restitución del servicio de forma coordinada y segura con el centro de control.

**Criterios de evaluación asociados al RA8.** Realiza las operaciones fundamentales de los sistemas, equipos e instrumentos de subestaciones eléctricas, aplicando técnicas específicas.

- a) Se han identificado las técnicas propias de cada uno de los sistemas y equipos.
- b) Se han reconocido los requisitos de seguridad para operar sobre los diferentes equipos.
- c) Se ha secuenciado las actuaciones en los sistemas, equipos e instrumentos de subestaciones eléctricas.
- d) Se han utilizado los instrumentos precisos para las operaciones de sistemas y equipos.
- e) Se ha utilizado la documentación propia de cada equipo o sistemas.
- f) Se han tenido en cuenta las normas de riesgos profesionales.
- g) Se ha simulado la operación sobre interruptores, seccionadores, entre otros.**

Nota: Tanto los criterios de calificación como los Resultados de Aprendizaje Mínimos Exigibles, se recogen en el documento Programación del Módulo Subestaciones Eléctricas.