



**PROGRAMA FORMATIVO DE LA ESPECIALIDAD FORMATIVA**  
**SUFICIENCIA EN ALTO VOLTAJE**  
**ELEE032PO**

**PROGRAMAS DE FORMACIÓN DIRIGIDOS PRIORITARIAMENTE A TRABAJADORES OCUPADOS**

**5 de abril de 2018**

**PROGRAMA DE LA ESPECIALIDAD FORMATIVA:  
SUFICIENCIA EN ALTO VOLTAJE**

**DATOS GENERALES DE LA ESPECIALIDAD FORMATIVA**

**1. Familia Profesional:** ELECTRICIDAD Y ELECTRÓNICA

**Área Profesional:** INSTALACIONES ELÉCTRICAS

**2. Denominación:** SUFICIENCIA EN ALTO VOLTAJE

**3. Código:** **ELEE032PO**

**4. Objetivo General:**

1. Facilitar a los participantes el grado de conocimiento necesario sobre los dispositivos y equipos eléctricos, electrónicos y de control que trabajan con alto voltaje así como su operación y mantenimiento, de acuerdo con los requisitos que determine la DGMM, Subdirección General de Seguridad, Contaminación e Inspección Marítima, de cara a la obtención del certificado de suficiencia en alto voltaje.
2. Los contenidos teóricos del curso responden a las funciones de los títulos de competencia para los Jefes, Oficiales de máquinas y Oficiales electrotécnicos del Convenio STCW – Código de Formación y que se especifican en los cuadros A-III/1, A-III/2 y A-III/6 del citado Código de Formación.
3. Los contenidos prácticos a realizar durante el curso están orientados a adquirir las destrezas necesarias para superar los criterios de competencia que define el Código de Formación.

**5. Número de participantes:** -

**6. Duración:**

Horas totales: 35

Modalidad: Presencial

Distribución de horas:

Presencial:..... 35

Teleformación:..... 0

**7. Requisitos mínimos de espacios, instalaciones y equipamiento:**

7.1 Espacio formativo:

**AULA POLIVALENTE:**

El aula contará con las instalaciones y equipos de trabajo suficientes para el desarrollo de la acción formativa.

- Superficie: El aula deberá contar con un mínimo de 2m<sup>2</sup> por alumno.
- Iluminación: luz natural y artificial que cumpla los niveles mínimos preceptivos.
- Ventilación: Climatización apropiada.
- Acondicionamiento eléctrico de acuerdo a las Normas Electrotécnicas de Baja Tensión y otras normas de aplicación.
- Aseos y servicios higiénicos sanitarios en número adecuado.
- Condiciones higiénicas, acústicas y de habitabilidad y seguridad, exigidas por la legislación vigente.
- Adaptabilidad: en el caso de que la formación se dirija a personas con discapacidad dispondrá de las adaptaciones y los ajustes razonables para asegurar la participación en condiciones de igualdad.
- PRL: cumple con los requisitos exigidos en materia de prevención de riesgos laborales

Cada espacio estará equipado con mobiliario docente adecuado al número de alumnos, así mismo constará de las instalaciones y equipos de trabajo suficientes para el desarrollo del curso.

7.2 Equipamientos:

Se contará con el equipamiento suficiente para el desarrollo de la acción formativa.

- Pizarra.
- Rotafolios.

- Material de aula.
- Medios audiovisuales.
- Mesa y silla para formador.
- Mesa y silla para alumnos.
- Hardware y Software necesarios para la impartición de la formación.
- Conexión a Internet.

En su caso, equipamiento específico necesario para el desarrollo de la acción formativa:

#### EQUIPAMIENTO INDUSTRIAL:

- Equipo distribución eléctrica en alto voltaje en buques:
- Modelos instalados en buques reales.
- Software de modelización y simulación ETAP.
- Equipos de protección eléctrica.
- Coordinación de protecciones.
- Equipamiento de generadores eléctricos:
- Alternadores eléctricos.
- Equipo de regulación de tensión.
- Armarios eléctricos para medida de potencia activa y reactiva.
- Armarios eléctricos de control y protección:
- Equipos de protección del alternador. Relés de protección ABB, HIMAP, AREVA, GE GENERAL ELÉCTRIC, ZIV, INGETEAM entre otros.
- Software de modelización y simulación de scadas de control del generador.
- Equipamiento para supervisión y control de planta generadora:
- Armarios eléctricos para sincronización y acoplamiento de generadores.
- Software de simulación PMS de control de diferentes marcas comerciales.
- Equipos de distribución en Alto Voltaje:
- Interruptores de HV 6000V. Modelos Schneider.
- Centro de control de motores 400V Schneider.
- Relés de protección multifuncionales.
- Equipos de variadores de frecuencia:
- Variadores de frecuencia de diversos fabricantes: ABB, SIEMENS, SEW, ...
- Motores eléctricos en diferentes potencias.
- Software de modelización y simulación de sistema de propulsión diésel eléctrica a uno y dos ejes.

#### EQUIPOS DE MEDIDA Y VERIFICACIÓN:

Analizador calidad de potenciaFluke434  
 Analizador calidad de potenciaFluke43  
 Analizador de redesCircutorANALYZER.AR1  
 Calibrador UnimatTRX FIELD TESTER  
 Calibrador/HartFluke725  
 Calibrador/HartHTHT8100  
 Calibrador/HartFluke744  
 Cámara termográficaTesto875-11  
 Hand Held CommunicatorSiemens7MF3991  
 Indicador de fasesFluke9040  
 Indicador de fasesKyoristuKYORISTU 8031  
 Indicador de fasesKyoristuKYORISTU 8031  
 Indicador de fasesFasinetrodYF-75  
 Maleta de calibración instrumentaciónGoingG-586-ST  
 Medidor de aislamientoKyoristu3301  
 Medidor de velocidad de giroLutronDT-2234  
 Medidor resistividad a tierraHTGEOTEST2016  
 Pinza amperimétricaFlukeT5-1000  
 Pinza amperimétricaKyoritsu9286  
 Pinza amperimétricaClamp Tester HioksCT-300  
 Pinza amperimétricaFluke30  
 Pinza amperimétricaFlukeT5-1000  
 PolímetroKobanKMD-67-01  
 PolímetroFluke73  
 PolímetroMastechMY-63  
 PolímetroKobanKMD-67-01  
 PolímetroKobanKMD-67-01  
 PolímetroFinest183  
 PolímetroFluke73  
 PolímetroMastechMY-63  
 PolímetroMastechMY-63  
 PolímetroFinest183  
 PolímetroMastechMY-63  
 PolímetroMastechMY-63  
 PolímetroMastechMY-63

Polímetro ICSUPERTEST 680R  
Certificador de cuadros e instalaciones Chauvin Arnoux CA6160  
Medidor de aislamiento 10kV Chauvin Arnoux CA6550  
Maleta inyección protecciones eléctricas Onmicron C356

#### EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Chaleco Alta Visibilidad  
Cazadora Soldadura, ignífugo, antiestático, alta visibilidad, arco eléctrico  
Parka Soldadura, ignífugo, antiestático, arco eléctrico,  
Pantalón Soldadura, ignífugo, antiestático, arco eléctrico  
Zapatos de seguridad S1+P  
Gafas de seguridad Antiproyecciones  
Protección auditiva Alta atenuación  
Guantes de vacuno Riesgos mecánicos  
Guantes de nomex Ignífugos  
Guantes aislantes eléctricos Clase 0  
Guantes aislantes eléctricos Clase 1  
Casco de seguridad Idra II. Protección contacto y arco eléctrico  
Pértigas aislantes  
Alfombras aislantes  
Banquetas aislantes  
Verificadores de ausencia de tensión VAT, para diferentes niveles de tensión. CATU

Se entregará a los participantes los manuales y el material didáctico necesarios para el adecuado desarrollo de la acción formativa

Las instalaciones y equipamientos deberán cumplir con la normativa industrial e higiénico sanitaria correspondiente y responderán a medidas de accesibilidad universal y seguridad de los participantes. En el caso de que la formación se dirija a personas con discapacidad se realizarán las adaptaciones y los ajustes razonables para asegurar su participación en condiciones de igualdad.

### 8. Requisitos necesarios para el ejercicio profesional:

(Este epígrafe sólo se cumplimentará si existen requisitos legales para el ejercicio de la profesión)

Organización Marítima Internacional. Código de Formación Enmendado, Parte A, Capítulo III.  
Cuadro A-III.  
Especificación de las normas mínimas de competencia aplicables a los oficiales electrotécnicos.

### 9. Requisitos oficiales de los centros:

(Este epígrafe sólo se cumplimentará si para la impartición de la formación existe algún requisito de homologación / autorización del centro por parte de otra administración competente.

Los que establezca la Administración competente para el centro y los formadores.

### 10. CONTENIDOS FORMATIVOS:

1. DISPOSICIÓN DE LA INSTALACIÓN DE ALTA TENSIÓN HV.
  - 1.1. Generación y distribución eléctrica a bordo: Aplicaciones a bordo de la alta tensión. Ventajas e inconvenientes.
  - 1.2. Grupos generadores. Distribución en alto voltaje HV. Distribución en baja tensión LV.
  - 1.3. Centros de distribución. Estaciones de transformación HV/LV.
  - 1.4. Sistema de tierras: Neutro aislado.
  - 1.5. Esquemas eléctricos unifilares del buque. Estudio e interpretación.
2. APARAMENTA Y EQUIPOS ELÉCTRICOS EN LA ALTA TENSIÓN HV
  - 2.1. Interruptores.
  - 2.2. Seccionadores.
  - 2.3. Interruptores de puesta a tierra.
  - 2.4. Transformadores de potencia.
  - 2.5. Transformadores de medida y protección.
3. GRUPOS DIÉSEL GENERADOR DG.
  - 3.1. Generadores: Características constructivas y eléctricas.
  - 3.2. Regulación de potencia del generador.
  - 3.3. Condiciones de funcionamiento.
  - 3.4. Acoplamiento de generadores. Sincronización.
4. GENERADOR DIÉSEL DE EMERGENCIA.
  - 4.1. Condiciones de arranque.
  - 4.2. Acoplamiento y marcha.
  - 4.3. Parada del grupo de emergencia.
5. PROTECCIONES ELÉCTRICAS EN HV.
  - 5.1. Protecciones de generador.
  - 5.2. Protecciones de transformador.
  - 5.3. Protecciones de motores.
  - 5.4. Protecciones de barras.

6. SISTEMA DE CONTROL DE LA PLANTA ELÉCTRICA.
  - 6.1. Arquitectura de sistema. Equipamiento Hardware.
  - 6.2. Software. Operación del sistema.
7. BLACK-OUT DE PLANTA.
  - 7.1. Actuaciones a llevar a cabo.
  - 7.2. Procedimientos de salida de cero.
8. MANTENIMIENTO PREVENTIVO.
  - 8.1. Criterios de mantenimiento. Gamas de mantenimiento.
  - 8.2. Sistemática de localización de averías eléctricas.
9. PRÁCTICAS Y SIMULACIÓN DEL SISTEMA HV.
10. SEGURIDAD EN LAS INSTALACIONES DE ALTO VOLTAJE HV.
  - 10.1. Conceptos sobre riego eléctrico.
  - 10.2. Riesgo eléctrico. Efectos y causas.
11. MEDIDAS Y PRUEBAS ELÉCTRICAS.
  - 11.1. Equipos de medida y verificación.
  - 11.2. Tareas previas a la realización de una medida.
  - 11.3. Seguridad en la medida.
12. PROTECCIÓN Y EQUIPOS DE SEGURIDAD
  - 12.1. Equipos de protección individual EPI's.
  - 12.2. Otras herramientas, utensilios y equipos de protección: Pértigas, verificadores de ausencia de tensión VAT, banquetas, alfombras.
13. CLASIFICACIÓN DE LOS TRABAJOS EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS.
  - 13.1. Definiciones y criterios de para la clasificación. Distancias de seguridad.
  - 13.2. Trabajador autorizado y trabajador cualificado.
  - 13.3. Trabajos sin tensión:
    - 13.3.1. Cómo dejar la instalación sin tensión y lista para trabajos.
    - 13.3.2. Cinco reglas de oro.
    - 13.3.3. Aislamiento y permisos eléctricos para trabajos EPTW.
    - 13.3.4. Procedimientos generales de descargo – permiso de trabajo.
  - 13.4. Trabajos en proximidad de instalaciones eléctricas de alta tensión HV:
    - 13.4.1. Distancias de seguridad.
  - 13.5. Trabajos en espacio confinado.
  - 13.6. Trabajos en zona de riesgo de incendio u explosión.
14. MANIOBRAS LOCALES EN HV: OPERACIÓN EN LAS INSTALACIONES DE ALTO VOLTAJE.
  - 14.1. Normas de seguridad a bordo de los buques.
  - 14.2. Legislación aplicable.
  - 14.3. Condiciones previas antes de la intervención.
  - 14.4. Cómo trabajar: Secuencias de operaciones. Plan de maniobra eléctrica en alto voltaje.
    - 14.4.1. Ejemplos prácticos de maniobras en interruptores HV, transformadores HV/LV, generadores, motores,...

Para cada uno de los temas tratados en los contenidos del curso, se desarrollan y realizan unas prácticas que refuerzan el conocimiento adquirido y acercan los temas tratados a la experiencia del día a día de a bordo, tanto desde el punto de vista de la operación de los sistemas relativos a las instalaciones HV como desde el punto de vista del mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo, si correspondiera.

A continuación se detallan las prácticas para cada tema:

#### PRÁCTICAS TEMA 1. DISPOSICIÓN DE LA INSTALACIÓN DE ALTA TENSIÓN HV.

- P1.1. Sobre planos reales unifilares de instalaciones de buques de con distribución en HV, se estudian y analizan lo siguiente:
  - P1.1.1. Concepto general de la generación y distribución eléctrica a bordo. Distribución en alto voltaje HV. Distribución en baja tensión LV.
  - P1.1.2. Se identifican todos los elementos de la apartamenta de la instalación y la funcionalidad de cada equipo.
  - P1.1.3. Se interpretan todos los datos técnicos que aparecen en los planos y se observa la importancia de los mismos.
- P1. 2. Sobre pantallas de scada reales de un sistema de control de planta eléctrica de varios buques, se comparan con los unifilares y se observan los datos técnicos.

#### PRÁCTICAS TEMA 2. APARAMENTA Y EQUIPOS ELÉCTRICOS EN LA ALTA TENSIÓN HV.

- P2.1. Se comprueba en el taller la configuración, la constitución y el funcionamiento de los equipos principales de las instalaciones de HV. En cualquier caso, se trabaja con Interruptores, Seccionadores, Interruptores de puesta a tierra, Transformadores de potencia, Transformadores de medida y protección.
  - P2.1.1. Se dispone en el taller de interruptores de varios fabricantes, abiertos, en los que se pueden observar las partes constitutivas.
- P2.2. Se utilizan imágenes fotográficas de equipos y armarios de HV de buques reales, abiertos en los que se puede visualizar como son los equipos por fuera y por dentro

#### PRÁCTICAS TEMA 3.- GRUPOS DIÉSEL GENERADOR DG.

- P3.1. En el taller se dispone de equipos generadores a escala para la ejecución de los trabajos prácticos
  - P3.1.1. Los equipos ya están previamente premontados, antes de iniciarse la práctica
  - P3.1.2. Se comprueba en el taller el conexionado, el funcionamiento de generadores eléctricos utilizando equipos a escala.
  - P3.1.3. Se ejecutan las medidas de tensión, frecuencia, corriente y potencia en los generadores de prácticas

P3.1.4. Se ejecutan pruebas de acoplamiento entre generadores y se ajustan y comprueban el funcionamiento de los relés de sincronismo

P3.1.5. Se provocan disparos y malfunciones en la instalación para que cada participante pueda analizar los fallos, sus causas y las intervenciones necesarias para las soluciones.

P3.2. Se utilizan imágenes fotográficas de equipos y armarios de HV de buques reales, abiertos en los que se puede visualizar como son los equipos por fuera y por dentro.

PRÁCTICAS TEMA 4. GENERADOR DIÉSEL DE EMERGENCIA.

P4.1. Se utilizan imágenes fotográficas de equipos y armarios de HV de buques reales, abiertos en los que se puede visualizar como son los equipos por fuera y por dentro.

PRÁCTICAS TEMA 5. PROTECCIONES ELÉCTRICAS EN HV.

P5.1. En el taller se dispone de equipos de protección eléctrica de diferentes fabricantes para la ejecución de los trabajos prácticos.

P5.1.1. Los equipos ya están previamente premontados, antes de iniciarse la práctica

P5.2. Se comprueba en el taller el conexionado, el funcionamiento de las protecciones.

P5.3. Por medio del software, se estudian los flujos de carga y la coordinación de las protecciones.

P5.3.1. Se ejecutan los cambios de parámetros y ajustes en diversos modelos de protecciones

P5.3.2. Se verifican el funcionamiento de los distintos modelos, utilizando una maleta de inyección de relés. Se analizan los resultados en cada caso.

PRÁCTICAS TEMA 6. SISTEMA DE CONTROL DE LA PLANTA ELÉCTRICA

P6.1. Se comprueba en el taller la configuración y arquitectura de un PMS Power Management System, habitual en buques con instalaciones de HV.

P6.2. Se analiza el funcionamiento de los equipos principales de las instalaciones del sistema de control de la planta generadora.

P6.3. Se analiza el equipamiento Hardware, plc's, alimentaciones, etc. Se estudian y testean planos desarrollados.

P6.4. Se maneja un software para la operación del sistema. Por medio de máquinas virtuales

PRÁCTICAS TEMA 7. BLACK-OUT DE PLANTA.

P7.1. Se analizan los procedimientos a seguir en caso de una caída de planta y las actuaciones, fiables y seguras, a llevar a cabo.

P7.2. Se plantean los procedimientos de salida de cero.

PRÁCTICAS TEMA 8. MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

P8.1. Se facilitan criterios de mantenimiento para instalaciones de HV

P8.2. Se revisan gamas de mantenimiento para este tipo de equipos procedentes de instalaciones reales de HV.

P8.3. Se plantean casos de averías para desarrollar la sistemática de localización de averías eléctricas.

PRÁCTICAS TEMA 9. PRÁCTICAS Y SIMULACIÓN DEL SISTEMA HV.

PRÁCTICAS TEMA 10. SEGURIDAD EN LAS INSTALACIONES DE ALTO VOLTAJE HV.

P10.1. Previo a las intervenciones y trabajos a bordo, se plantean casos prácticos de como delimitar las zonas de trabajo y el cumplimiento de las cinco reglas de oro. Se hacen casos prácticos.

P10.2. Se concretan la cartelería de seguridad necesaria y obligatoria para este tipo de buques.

PRÁCTICAS TEMA 11. MEDIDAS Y PRUEBAS ELÉCTRICAS.

P11.1. Se utilizan diversos equipos de medida y verificación. Pértigas aislantes, verificadores de ausencia de tensión, banquetas y alfombras aislantes, etc., de distintos fabricantes.

P11.2. Se analizan todas las tareas previas obligatorias previas a la realización de una medida.

PRÁCTICAS TEMA 12. PROTECCIÓN Y EQUIPOS DE SEGURIDAD.

P12.1. Se revisan todos los equipos de protección individual EPI's. y se analizan todos los datos técnicos. Homologaciones, caducidades y niveles de tensión

PRÁCTICAS TEMA 13. CLASIFICACIÓN DE LOS TRABAJOS EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS.

P13.1. Trabajos sin tensión:

P13.1.1. Cómo dejar la instalación sin tensión y lista para trabajos.

P13.1.2. Cinco reglas de oro.

P13.1.3. Aislamiento y permisos eléctricos para trabajos EPTW.

P13.1.4. Procedimientos generales de descargo – permiso de trabajo.

P13.2. Trabajos en proximidad de instalaciones eléctricas de alta tensión HV:

P13.2.1. Distancias de seguridad.

P13.3. Trabajos en espacio confinado.

P13.4. Trabajos en zona de riesgo de incendio u explosión.

PRÁCTICAS TEMA 14. MANIOBRAS LOCALES EN HV: OPERACIÓN EN LAS INSTALACIONES DE ALTO VOLTAJE.

P14.1. Se analiza y revisa toda la documentación necesaria a bordo en cuanto a las normas de seguridad a bordo de los buques.

P14.2. Se analizan procedimientos de maniobras para intervenciones y trabajos eléctricos:

P14.2.1. Secuencias de operaciones.

P14.2.2. Plan de maniobra eléctrica en alto voltaje.

P14.3. Se simulan sobre imágenes reales de buques casos reales de maniobras en interruptores HV, transformadores HV/LV, generadores, motores,...