

## PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

Expediente EXP012/2016/19: Suministro e instalación de actualización y ampliación del simulador de cámara de máquinas de la Escuela de Ingenierías Marina, Náutica y Radioelectrónica de la Universidad de Cádiz. Financiado por la Junta de Andalucía. Plan de Apoyo al Espacio Europeo de Educación Superior.

### 1. DESCRIPCIÓN:

#### 1.- Introducción.

Este documento especifica los requisitos para la actualización del simulador de cámara de máquinas de la EIMANAR de la Universidad de Cádiz.

Los requerimientos del código ISM han sido aumentados y revisados, en el Código sobre Enseñanzas y Guardias de Mar (SCTW, Standards of Training, Certification and Watchkeeping), durante la última década.

El Capítulo III del código SCTW, estipula las enseñanzas mínimas que deben adquirir los futuros profesionales de la Sección de Máquinas, en materia de simulación de cámara de máquinas de buques.

Además, el código SCTW y la Orden FOM 80/96, establecen las enseñanzas mínimas que deben adquirir todos los alumnos en materia de simulación de sistemas de cámara de máquinas.

La Escuela cuenta actualmente con un simulador del fabricante noruego Kongsberg Maritime. Este simulador tiene una antigüedad de 21 años, por lo que no cumple con la normativa actual. Además, sus componentes están obsoletos y presentan síntomas de fatiga, por lo que se hace imprescindible su actualización.

El suministrador tendrá presente que los objetivos de la enseñanza son la parte más importante para la EIMANAR y, si existe algún conflicto entre estos requisitos y la solución técnica, los requisitos para la enseñanza preceden a la solución técnica.

#### 2.- Requisitos para la enseñanza.

##### 2.1.- Integración con un Simulador de Puente Polaris

El Simulador de Sala de Máquinas podrá ser conectado a un simulador de Puente. Se requiere que sea capaz de integrar, al menos, las siguientes funciones:

- Gestión de potencia para hélices transversales, chigres y anclas
- Viento y olas
- Caída de planta; inutilización de anclas, radar, chigres y paneles de operación
- Calado
- Lectura de temperatura del aire y el agua del mar
- Fuerza de arrastre del casco
- Sincronización del tiempo de la simulación
- Alarma general y alarmas de máquina
- Grabación y reproducción de ejercicios
- Anular el límite de temperatura
- Interruptor para el circuito de luces de navegación y otras cargas
- Sobrecarga

- Empuje según el modelo hidrodinámico del puente
- Timón
- Transferencia de responsabilidad (Puente/Sala de Control/Máquina)
- Velocidad y ratio de caída del buque
- Throttle Comando (from Bridge)
- Ralentización o apagado
- Telégrafo de emergencia
- Arranque/Parada de emergencia
- Revoluciones y paso de la hélice (desde la máquina)
- Presión del aire de arranque
- Datos del motor principal disponibles en el puente
- Consumo de combustible
- Paso, revoluciones y empuje de las hélices transversales
- Revoluciones del motor principal
- Transferencia de guardia

## 2.2.- Objetivos específicos

Dependiendo de los conocimientos y la experiencia adquirida por los alumnos en buques, el simulador será capaz de crear situaciones apropiadas para:

### Operación Básica:

- Preparación para poner en marcha la instalación propulsora.
- Operación durante la maniobra de salida.
- Operación durante la navegación.
- Operación de maniobra a la llegada a puerto.
- Operación de parada de la instalación propulsora.
- Operación de la caldera auxiliar y turbinas de carga y descarga.
- Saber cómo responder eficazmente a situaciones anormales y de emergencia.
- Realización de mediciones y análisis posterior de los resultados

### Operación Avanzada:

- Reacción o respuesta cuando el alumno se encuentra con problemas serios en la instalación.
- Organización de la tripulación cuando se desarrolla una situación anormal.
- Corrección de errores o mal funcionamiento en el sistema.
- Restablecer los sistemas de la Sala de Máquinas a operación normal.

### Estudios de optimización y economía de combustible:

- Cómo juzgar la actuación de componentes diversos.
- Cómo diferenciar entre causas internas y externas en el fallo durante una actuación.
- Si un cierto fallo ocurre en un componente dado, durante la actuación, ver cómo afecta en conjunto a la economía de combustible e impacto medioambiental.
- Como poder regular diversos componentes o sub-sistemas para que en conjunto tener mejor rendimiento y/o economía de combustible.

### **3.- Requisitos del Simulador de Cámara de Máquinas.**

#### **3.1.- General.**

El Simulador de Cámara de Máquinas se encuentra ubicado en el sótano de la pala B del CASEM. La actualización y ampliación, objeto de este contrato, se realizará sobre el ya existente, de acuerdo con la siguiente distribución:

##### ***La sala de control del motor, que incluirá:***

- Consolas de la Sala de Control.
- Cuadro eléctrico principal.
- Sistema de Alarmas con impresora.
- Amplificadores de sonido y altavoces para el sonido de la sala de control (incluyendo la operación de los interruptores).

##### ***La sala de máquinas, que incluirá:***

- Mímico interactivo de gran formato basado en software y pantallas táctiles (4 x 65”).
- Estaciones locales de operación configurables para distintos sistemas.
- Altavoces para el sistema de sonido

##### ***La sala del generador de emergencia, que incluirá:***

- Estación local de operación
- Cuadro eléctrico del generador de emergencia

La sala del generador de emergencia se ubicará en la actual sala de máquinas. Para separar una de otra se sugerirán soluciones tales como biombos, muebles, paneles o tabiques que contribuyan a dar la impresión de que el generador de emergencia se encuentra en otra estancia.

##### ***La sala de instructor, que incluirá:***

- Estación de Instructor con monitor, teclado y ratón.
- Control del Sistema de sonido del simulador.
- Ordenador principal del simulador.

##### ***La sala de estaciones de tipo escritorio:***

- Estación de Instructor con monitor, teclado y ratón.
- Cuatro estaciones de alumno para estudio individualizado.
- Software para 3 modelos de buque en cada estación, uno de ellos será el mismo modelo disponible en el simulador full misión.

Las nuevas estaciones se ubicarán en el lugar donde se encuentran las antiguas estaciones de trabajo, se sugerirán soluciones para la adaptación de los muebles a los nuevos equipos.

##### ***Requisitos de fidelidad y realismo:***

- El software de todos los modelos de máquina simulada tendrán que cumplir con los requisitos del estándar IMO “Class A standard for Certification of Maritime Simulators No 2.14” de enero de 2011.

Para realizar los requisitos en la enseñanza de la simulación de máquinas, todos los modelos de sistemas, instalaciones y diferentes partes de componentes, serán lo más realista posible con respecto a las condiciones térmicas y dinámicas. Los modelos simularán los componentes de la Cámara de máquinas,

con sus procesos, y con sus sistemas de control moderno (sensores, controladores, actuadores, válvulas, etc.) conectado a los procesos.

Los modelos de simulación estarán basados en simulación en tiempo real, y por tanto serán capaces de reproducir la conducta dinámica de las instalaciones de la sala de máquinas, así como las interacciones entre los sub-sistemas de la planta de energía. Además, los modelos responderán dinámicamente a variaciones en operación y condiciones de los distintos buques, y éstos tendrán una respuesta mutua al modelo de Sala de Máquinas.

La calidad y exactitud del modelo matemático es esencial y el suministrador debe presentar un certificado u otra declaración escrita del fabricante de la Máquina Térmica simulada, declarando que el modelo está conforme con los datos de la Máquina del fabricante.

### **3.2.- Requisitos funcionales.**

En caso de ampliaciones futuras, además del petrolero con motor de baja velocidad, el simulador permitirá instalar software para nuevos modelos, como por ejemplo uno de dos máquinas de media velocidad diesel con planta de propulsión diésel eléctrica. Esta posible expansión podrá ser ejecutada sobre el mismo hardware de la actualización objeto de este pliego de condiciones técnicas, ya sea por medio de pantallas táctiles o el intercambio sencillo de las tapas de las consolas de la sala de control del motor. El simulador deberá proporcionar a los alumnos la impresión de un buque moderno y completo.

La monitorización remota y los sistemas de control estarán en cumplimiento con los requisitos de las sociedades de clasificación para operación y control remoto/desatendido de una Sala de Máquinas y comprende lo siguiente:

#### **3.2.1.- Consolas de control.**

Desde la Sala de control el alumno tendrá la posibilidad de realizar todas las operaciones necesarias para la operación de la planta de propulsión del buque simulado.

Las funciones y el diseño de la sala de control del motor deben imitar la instrumentación real de los buques actuales. La consola de control estará dividida en tres secciones:

- Bombas, Compresores y Sistema de gestión de potencia.
- Sistema de alarmas y monitorización.
- Control remoto del motor principal.

Como solución alternativa, el modelo de baja velocidad deberá ser capaz de conectarse con un sistema real de control de máquina y gestión de alarmas.

#### **3.2.1.1.- Bombas, compresores y consolas de control de los generadores de corriente**

Desde las consolas de control de bombas, compresores y generación eléctrica, el alumno será capaz de monitorizar y controlar todas las bombas y compresores principales así como la generación de energía eléctrica en el buque simulado.

Los alumnos deberán poder monitorizar y controlar el estado de las siguientes bombas y compresores:

- Bombas de lubricación del motor principal.
- Bombas de lubricación de camones.
- Bombas de agua dulce de baja temperatura del motor principal (LTFW).
- Bombas de agua dulce de alta temperatura del motor principal (HTFW).
- Bombas principales de agua salada.
- Bombas de aceite hidráulico del servomecanismo de la hélice de paso controlable.
- Bombas del Servo Timón.
- Compresores de aire de arranque.

- Compresor de aire de arranque de emergencia.
- Compresor de aire de servicio.
- Bombas de suministro de combustible del motor principal.
- Bombas alta presión de combustible del motor principal.
- Ventiladores auxiliares del sistema de barrido del motor principal.

Cada una de las unidades individuales mencionadas arriba permitirá el arranque y parada manual desde la sala de control del motor.

Además se deberá incluir el arranque y parada automáticos según las siguientes funciones:

- Arranque por baja presión en el circuito
- Reinicio tras caída de planta

### **Control Automático de la Planta de Generación de Eléctrica.**

Cuando el control automático de potencia esté seleccionado, el consumo, y la demanda de potencia eléctrica deberá ser monitorizada constantemente y comparada con la producción de potencia en cada momento. Cuando la desviación con respecto a límites preestablecidos aumente, el sistema deberá actuar para normalizar la situación. El sistema deberá llevar a cabo un control continuo también sobre la frecuencia y la distribución de carga.

Diesel generadores principales, el Generador de cola y el turbo generadores podrán ser conectados manualmente.

El sistema de generación de energía se podrá operar tanto desde la consola de la sala de control como desde el cuadro eléctrico principal.

### **Control de Generación Eléctrica**

Los siguientes comandos deberán estar disponibles desde la consola de control:

- Arranque/parada remota de generadores diesel.
- Operaciones con el generador de cola.
- Conexión/desconexión de todos los generadores.
- Selección de funcionamiento automático y prioridad.
- Desconexión de servicios no esenciales.
- Control automático de frecuencia.
- Control de distribución de la carga.

#### **3.2.1.2.- Sistema de monitorización de alarmas.**

El sistema de monitorización de alarmas constará de una pantalla con teclado. Para un fácil acceso a los sistemas afectados por las alarmas, se incluirá una vista con el diagrama general de procesos completo. Desde el monitor habrá también un botón para “ir a la última alarma”.

La alarma deberá ser anunciada por medio de un zumbador y una lámpara parpadeante correspondiente al grupo de alarmas afectado.

Desde la pantalla deberá ser posible acceder a los diagramas de todos los sistemas y manipular las bombas, válvulas y controladores PID por medio del teclado y el ratón para cambiar parámetros, acceder a las listas de alarmas y ejecutar los indicadores del cilindro y monitorizar la tendencia de los parámetros por medio de un gráfico, etc.

Una impresora deberá estar conectada al Sistema de monitorización de alarmas para registrar las alarmas y eventos.

### 3.2.1.3.- Control remoto del motor principal.

El control remoto del motor principal deberá incluir:

- Telégrafo
- Control de paso de la hélice.
- Reconocimiento de la parada automática del MP.
- Reconocimiento del moderado automático del MP,
- Cancelación de limitadores.
- Cancelación del programa de cargas.
- Parada de emergencia.
- Transferencia de responsabilidad.
- Giro lento del MP.

Indicadores de estado para:

- Estado de parada y reducción de velocidad del motor principal.
- Limitadores y programa de cargas “Activos”.
- Alarma del motor principal.
- Estado del árbol de levas y giro del motor principal.
- Telégrafo.
- Telégrafo de emergencia.
- Indicación del control del motor principal.

Indicación de los siguientes parámetros:

- Posición de la cremallera de combustible.
- Consumo de combustible.
- Velocidad de la hélice.
- Potencia del eje.
- Velocidad del buque.
- Rumbo del buque.
- Posición del timón.
- Indicador de humo.
- Indicador de NoX.
- Indicador de SoX.
- Temperatura de los gases de escape del motor principal.
- Flujo de aire de barrido MP.
- Consumo de combustible del MP.
- Temperatura del aire de barrido del MP.
- Presión del aire de barrido del MP.
- Velocidad de las turbosoplantes.
- Temperatura de aceite de lubricación del MP.
- Presión de aceite de lubricación del MP.
- Presión de aceite de lubricación de camones.
- Temperatura del agua dulce del sistema de alta temperatura (HTFW).
- Temperatura del agua dulce del sistema de baja temperatura (LTFW).
- Presión de agua de refrigeración de alta y baja temperatura.
- Temperatura de combustible del MP.
- Presión de Combustible.
- Viscosidad del combustible.
- Temperatura del combustible a la entrada del calentador de Fuel Oil.

- Temperatura del tanque de servicio diario de Fuel Oil.
- Presión de vapor y nivel de agua del generador de vapor.
- Presión de aire de arranque
- Presión de aire de servicio

### **3.2.2.- Cuadro eléctrico principal.**

El cuadro eléctrico principal debe reflejar la apariencia de un cuadro real, e incluir todos los controles e indicadores disponibles normalmente en los cuadros reales.

El cuadro principal debe incluir:

- Panel de control de los diesel –generadores.
- Panel de sincronización.
- Panel de control del turbo-generador.
- Panel de control del generador de cola.
- Panel de control del generador de emergencia.
- Panel de interruptores.

Todos los generadores deben ser accesibles y tener protección por:

- Sobrecarga puntual.
- Sobrecarga permanente.
- Potencia inversa.
- Baja tensión.
- Baja frecuencia.

Todos los generadores deben tener controlador automático de voltaje (AVC) ajustable.

Todos los generadores deben tener control de velocidad ajustable.

#### **3.2.2.1.- Generadores Diesel.**

El sistema de generación eléctrica deberá constar de dos generadores diesel, modelados conforme a motores de alta/media velocidad con todos los sub-sistemas vitales como control de rpm, refrigerante, lubricante, aire de arranque, turbogeneradores, radiadores y fuel oil.

#### **3.2.2.2.- Sincronización.**

La sección de sincronización deberá constar de voltímetros, indicadores de sincronización y medidores de frecuencia para poder leer los parámetros de cada generador.

Un medidor de aislamiento para indicar las posibles derivaciones a tierra.

Un dispositivo de conexión a tierra para habilitar la monitorización de la secuencia de fases y el acoplamiento antes de que la conexión a tierra se establezca.

#### **3.2.2.3.- Turbogenerador.**

El turbogenerador será modelado con sistema de sellado, válvulas de drenado, controlador de RPM, sistema de lubricación y condensador de vapor con sistema de refrigeración por agua.

El turbogenerador estará protegido por medio de alarmas y parada automática según los requisitos de las sociedades de clasificación.

#### **3.2.2.4.- Generador de cola.**

Se incluirá un generador de cola. Deberá ser modelado con sistema de control de carga, convertidor estático de frecuencia, convertidor de excitación, condensador y control de embrague.

### **3.2.2.5.- Sección de arrancadores e interruptores.**

Las secciones de arrancadores y alimentadores deberán cubrir todos los consumidores eléctricos del simulador.

Habrán interruptores para todos los arrancadores, así como para todos los consumidores de 440V.

El transformador principal de 220V deberá ser alimentado desde la sección de consumidores.

### **3.2.2.6.- Cuadro del generador de emergencia.**

El generador de emergencia deberá tener control del voltaje, frecuencia y pruebas de caída de planta.

El cuadro eléctrico del generador de emergencia incluirá:

- Interruptores para todos los alimentadores de 440V conectados a este cuadro
- Transformador de emergencia e interruptores para distribución de 220V
- Cargadores de baterías y distribución de DC 24V

Durante la caída de planta el generador de emergencia deberá arrancar y conectarse automáticamente. Tan pronto como uno de los generadores principales se conecte, el generador de emergencia deberá pararse.

### **3.2.2.7.- Distribución de potencia eléctrica.**

La distribución de la potencia eléctrica estará dividida en tres barras. Los equipos estarán agrupados en estas barras como sigue:

#### **Barras de Emergencias:**

- Servo timón.
- Bombas de contraincendios.
- Transformador de emergencia.
- Compresor de aire de emergencia.
- Cargador de batería.
- Cabrestantes de bote salvavidas.
- Sistemas de elevación.
- Bombas de prelubricación de aceite de los Diesel-generadores.
- Bombas de lubricación del turbo generador.
- Ventiladores de la sala de máquinas.
- Bomba auxiliar de agua salada.
- Bomba auxiliar de agua dulce de alta y baja temperatura.
- Separador de sentinas.
- Luces de emergencia.
- Sistemas de control de 24V.

#### **Barras Principales nº 2:**

- Hélices de Proa
- Maquinaria de cubierta

#### **Barras Principales nº 1:**

- Todos los demás

Las barras nº 1 se podrá desconectar manualmente de las barras nº 2, aislando por tanto el generador de cola, la hélice de maniobra y la maquinaria de cubierta del resto de motores o consumidores.



### 3.2.3.- Sistema de vapor.

El sistema de control de vapor incluirá lecturas y control de los condensadores, la caldera de FO y la caldereta de gases de escape.

El sistema de control de vapor comprenderá lo siguiente:

- Control de quemadores.
- Controlador de combustión de la caldera con:
  - Controlador de Flujo de combustible.
  - Controlador de Flujo de aire.
  - Controlador de exceso de aire.
- Controladores de arranque de:
  - Bombas.
  - Ventiladores.
  - Válvulas.
  - Sopladores.
- Controlador de alimentación de vapor saturado.
- Controlador de las grampas de la caldereta de gases de escape.

Todos los controladores deben tener función AUTO/MAN.

### 3.2.4.- Sistema de contraincendios.

Los sistemas asociados con incendios y seguridad deberán incluir como mínimo:

- Sistemas de detección de incendio y sistema de aspersores de agua.
- Sistema de CO<sub>2</sub>.
- Sistema de operación de emergencia para parada de bombas de combustible y ventilación, e incluso cierre rápido de tanques de aceite y parada de emergencia de combustible para el motor principal y los auxiliares.
- Bombas contraincendios incluyendo una bomba de emergencia separada.

### 3.2.5.- Sistemas de alarma.

El simulador incluirá un sistema de llamadas de guardia y un sistema de alarma de hombre muerto, que satisfaga los requisitos de las sociedades de clasificación sobre salas de máquinas automatizadas.

### 3.2.6.- Sistemas CCTV.

El simulador incluirá un sistema simulado de CCTV, que monitorizará, como mínimo: los motores principales, la sala de motor auxiliar y la chimenea de escape.

El sistema simulado de CCTV será capaz de mostrar como mínimo:

- Humo del motor principal. Dinámico 0-100%.
- Humo de los generadores diesel 0-100%.
- Humo del incinerador.
- Caldera auxiliar 0-100%.
- Fuego en la sala de máquinas.
- Caída de planta (sin iluminación).
- Disparo de difusores de agua.
- Inundación.

#### **4.- Instalación de la Cámara de máquinas.**

La sala de máquinas incluirá consolas locales de operación y altavoces para simular el ruido de la sala de máquinas.

Los sistemas de la sala de máquinas serán operados a través de un mímico interactivo por software presentado en pantallas táctiles de gran formato.

Se incluirá un modelo 3D completamente operativo para los siguientes sistemas:

- Generador diésel 1 y 2.
- Motor principal MAN B&W MC90 5L.
- Separadores HFO1 y 2.
- Sistema de aire de arranque.
- Separador de DO.

La actualización deberá reutilizar, como mínimo, los siguientes sistemas:

- Sistema telefónico de comunicación entre estancias.
- Sistema de sonido.
- Paneles de operación tipo hardware locales: bocina sistema de lubricación de aceite, sistema de FO del MP, tanques de servicio diario de Diesel Oil y tanques de servicio diario de HFO.

#### **4.1.- Estaciones de Operación Local.**

Las estaciones de operación local y los paneles del mímico deberán representar los distintos sistemas que se encuentran a bordo de un buque típico.

Los siguientes sistemas se podrán manejar desde la sala del motor.

- Control local del motor principal.
- Sistema de lubricación del motor principal.
- Sistema de viscosidad del combustible del motor principal.
- Sistema Suministro de combustible del motor principal.
- Sistema de combustible de alta presión incluyendo sistema VIT (Variable Injection Timing).
- Sistema de emulsión de agua – combustible.
- Sistema de maniobra del motor.
- Sistema principal de sobrealimentación.
- Sistema SCR (Selective Catalytic Reduction).
- Tanques de combustible diesel.
- Tanques de Fuel Oil, de servicio diario y de almacén.
- Tanques de aceite de servicio diario y de almacén.
- Sentina y tanques de lodos.
- Tanques sépticos.
- Sistema de depuradora de Aceite – combustible.
- Generador Diesel nº 1.
- Generador Diesel nº 2.
- Generador de cola.
- Sistema de refrigeración de agua dulce baja/alta temperatura.
- Sistema de refrigeración de agua salada.
- Sistema de aire de arranque y de servicio.
- Sistema de contraincendios.
- Turbogenerador nº 1.
- Turbo bombas de carga y descarga.
- Turbo bombas de lastre.

- Planta de gas inerte.

Se anima al proveedor a sugerir la solución de hardware o software más flexible para habilitar no solo la operación de los sistemas mencionados arriba, sino también habilitar la reutilización del hardware para otros posibles modelos de buque en el futuro.

#### 4.2.- Altavoces para el sistema de sonido.

Deberá haber altavoces en la sala de máquinas para producir el sonido característicos de la misma y dar realismo al entorno.

Para abaratar el sistema se contemplará la actualización del sistema existente.

#### 5.- Instalaciones del Instructor.

La sala del instructor incluirá:

- Ordenador del instructor con el software del simulador y capacidad de hacer copia de seguridad.
- Impresora de registro y eventos.
- Sistema de sonido.

##### 5.1.- Ordenador del Instructor.

El simulador incluirá monitor y un sistema de control y evaluación basado en inteligencia artificial que permita al instructor evaluar el rendimiento de los alumnos. Los requisitos son:

El instructor deberá cargar los ejercicios así como arrancarlos, pausarlos o detenerlos desde la estación de instructor, todo ello de manera fácil mediante el uso del ratón pudiendo arrastrar y soltar los elementos.

Crear y distribuir los ejercicios.

Monitorizar y controlar las simulaciones.

Monitorizar y controlar a los estudiantes.

Utilizar mensajes de ayuda a estudiantes de tipo E-Coach.

Proporcionar ayuda en línea y tutoriales.

Posibilidad de grabación y reproducción de ejercicios.

Un módulo de ejercicio constará de los siguientes componentes:

Triggers.

Mensajes E-Coach.

Actions.

Assessment.

Los Triggers serán configurados mediante el uso del editor gráfico de parámetros Booleanos, utilizando comparadores AND y OR además de temporizadores y Latches.

Los mensajes E-coach se podrán generar automáticamente para guiar a los alumnos por medio de un instructor virtual o de forma manual por parte del propio instructor según el rendimiento de los alumnos.

El instructor tendrá la capacidad de introducir acciones para cualquier parte del sistema tales como cambios en:

- Condiciones externas: Temperatura ambiente, temperatura de agua de mar, niveles, abrir o cerrar válvulas, arrancar o parar bombas etc.
- Implementar fallos. El instructor será capaz de introducir fallos en los que el mal funcionamiento se deberá desarrollar durante un periodo de tiempo definido por el instructor de manera que pueda aumentar o descender a través de todos los valores desde 0% a 100%.

Los siguientes tipos de acciones estarán disponibles:

- Función de escalón.
- Pulso.
- Tren de pulsos.
- Acciones senoidales.

El instructor deberá tener acceso a un sistema de evaluación.

Los criterios de evaluación deberán basarse en logros y rendimiento de forma que los puntos y penalizaciones se sumen y resten para calcular la puntuación total. Los resultados de la evaluación deberán poder ser guardados por separado para su posterior análisis a demanda del instructor.

Desde el ordenador de instructor se podrá ejercer el control de la simulación, de los sistemas generales de comunicación, la entrada de fallos o desgastes, establecer o cambiar condiciones ambientales o de operación, evaluar el rendimiento en la formación o reproducir fases de las tareas de formación.

La interfaz del instructor con el simulador será amigable y diseñada con el ánimo de minimizar la necesidad de formación del propio instructor y acortar el periodo de familiarización con el sistema.

Las funciones secundarias del instructor serán:

- Cambio o modificación de ejercicios.
- Acceso a páginas alfanuméricas o de variables, fallos y alarmas.
- Condiciones de operación.
- Hacer capturas de pantalla.
- Cargar y reproducir grabaciones.
- Velocidad de la simulación (con respecto al tiempo real).
- Control del sonido.
- Inhibir el control del sistema de alarmas.

El instructor tendrá control total de la simulación y la sesión de formación a través de las funciones indicadas arriba. Deberá poder, cuando lo desee, ser capaz de cambiar el entorno durante la ejecución de la simulación y evaluar la reacción del alumno ante la situación.

Condiciones externas típicas controladas por el instructor:

- Vapor a cubierta (consumo de vapor en etapas variables).
- Vapor a habilitación (consumo de vapor en etapas variables).
- Aire a cubierta (consumo de aire de servicio).
- Condiciones de tiempo atmosférico (velocidad de viento y dirección, olas etc.). Condiciones de hielo, (resistencia variable).
- Grúas de cubierta (consumo de energía).
- Maquinarias de cubierta (consumo de energía).
- Carga del buque (variable en % de carga completa).

Dinámicas de simulación típicas controlables por el instructor.

- Situación de emergencia (ajustes fijos).
- Situación congelada (parada del proceso).
- Procesos fijos (sistema de aire comprimido, vapor y temperatura.)
- Respuesta de nivel (ajustes variables).
- Rapidez de respuesta (ajustes variables).

El instructor será capaz de crear condiciones iniciales y escenarios antes de la sesión de formación, e incluso cambiar el escenario durante el ejercicio.

Se incluirán un mínimo de 5 ejercicios programados previamente en el simulador. Cada uno de los ejercicios incluirá mensajes E-Coach y parámetros de evaluación.

### **5.1.1.- Aislamiento de sistemas.**

El instructor podrá también aislar procesos para entrenar en tareas especiales como:

- Aislar la velocidad.
- Aislar el sistema eléctrico.
- Aislar el sistema Diesel oil.
- Aislar el sistema lubricación.
- Aislar el sistema fuel oil.
- Aislar el sistema agua salada.
- Aislar el sistema de vapor.
- Aislar el sistema de la caldereta.
- Aislar el turbo generador.

El instructor deberá poder cambiar fácilmente la dinámica del simulador (y los subsistemas), de forma que se consigan desarrollos del proceso adaptados a varios requisitos de formación.

La estación de instructor incluirá también otras subfunciones como:

- Indicación de alarmas.
- Cambiar los límites de las alarmas.
- Crear tareas definidas por el usuario.

### **5.1.2.- Sistema de fallos.**

El instructor será capaz de preparar varias situaciones de avería tanto en vivo como programándolas de antemano en los ejercicios.

El sistema de fallos estará disponible tanto para el instructor como para el alumno en sus estaciones de trabajo respectivas, aunque de manera limitada para el alumno.

El instructor será el que introduzca errores o situaciones anómalas. Los siguientes tipos de fallo estarán disponibles como mínimo:

- Fallos aislados.
- Series de fallos.
- Fallos aislados intermitentes.

Será posible programar fallos y enlazarlos a situaciones concretas (escenarios) del ejercicio.

### **5.2.- Impresoras.**

Como parte del equipamiento del instructor se suministrará una impresora para los registros electrónicos que recibirá información sobre todos los intentos de corrección de fallos por parte de los alumnos. La impresora se utilizará también para registrar eventos y alarmas. Se suministrará también una impresora en color para poder sacar copias de los registros o de los diversos diagramas mostrados en los monitores. Todas las estaciones de trabajo del simulador deberán poder imprimir a través de dicha impresora.

### **5.3.- Sonido de la sala de máquinas.**

El sistema de sonido podrá producir sonidos simulados de la maquinaria para al menos lo siguiente:

- Bombas/ventiladores/sonido general de la sala de máquinas.
- Generadores diésel.
- Turbocompresores.
- Purgas de cilindros.
- Válvulas de seguridad.
- Sonido de la caldera.
- Motor principal.

- Turbocompresores del motor principal.
- Explosión del cárter.

El nivel de ruido en la sala de máquinas será controlado por el instructor pudiendo variar el volumen desde el silencio hasta un nivel de ruido real.

#### 5.4.- Ordenadores del Simulador.

Los ordenadores del simulador se basarán preferentemente en sistema Windows. Los ordenadores del sistema estarán conectados entre si por medio de una Red de Área Local (Local Area Network – LAN).

La actualización deberá incluir todo el software necesario para operar el sistema de simulación definido en este pliego. Esto se aplica al software básico para manejar el flujo de datos, el control de los periféricos y la carga de todos los programas necesarios para la simulación y prueba desde el disco, así como la aplicación completa de simulación en tiempo real.

#### 5.5.- Futuras ampliaciones.

El proveedor deberá explicar cómo se podrán aplicar posibles actualizaciones en el futuro al simulador resultante de la actualización definida en este pliego de prescripciones técnicas. Se valorará la capacidad del mismo para incluir un sistema de formación a distancia “e-learning” que podría ser de interés para el centro en el futuro.

Dependiendo del tipo de alumnos y las necesidades de formación futuras deberá ser posible ampliar el simulador con modelos de motor distintos, por tanto el simulador deberá tener la flexibilidad de acoger otros modelos de máquinas como turbina de gas, motor diésel de media velocidad, motor diésel eléctrico etc.

Las siguientes secciones describen los sistemas que debe incluir el modelo simulado objeto de esta actualización.

En el diseño del modelo de software son esenciales los siguientes aspectos:

- Cumplimiento con los requisitos de equipos reales.
- Precisión.

El rendimiento de los distintos componentes y sistemas deberá adaptarse para adaptarse a sus homólogos reales.

Los siguientes datos son obligatorios para el modelo de motor de baja velocidad.

#### 5.6.- Motor principal.

El modelo existente actualmente en el simulador de la Universidad de Cádiz corresponde a un motor de combustión interna lento de dos tiempos, reversible, sobrealimentado, con sistema de inyección VIT tipo MAN B&W MC con instalaciones de Power Take-In (PTI) y Power Take-Off (PTO) mediante un generador de cola.

La actualización deberá resultar en un modelo similar, con mejoras y ampliaciones de los sistemas en todo caso.

El motor tendrá las siguientes especificaciones:

<b>Tipo</b>	<b>MAN B&amp;W 5L90MC</b>	
Diámetro del cilindro	90	cm
Carrera	290	cm
Número de cilindros	5	

Número de enfriadores de aire de barrido	2	
Número de turbos plantas	2	
Potencia máxima en continuo	18.0	MW
Velocidad	74	rpm
Presión media indicada	15.8	bar
Presión de aire de barrido	2.1	bar
Velocidad de las turbos plantas	8000	rpm
Número de palas de la hélice	5	
Paso de la hélice	1.2	P/D
Consumo específico de combustible	184	g/kWh (MCR)

El proveedor deberá, incluyéndolo en la oferta, documentar la fidelidad del motor principal con respecto al equipo real, proporcionando pruebas de rendimiento en distintas condiciones.

Deberán incluirse en los informes de pruebas las siguientes variables:

- Potencia del MP (MW).
- Velocidad del MP (rpm).
- Presión media efectiva (bar).
- Presión máxima (bar).
- Presión de compresión (bar).
- Presión de barrido (bar).
- Longitud de la inyección (TINJO °C).
- Temperatura de gases de escape del MP (°C).
- Consumo específico SFOC (g/kWh).
- Velocidad del buque (nudos).
- Posición Cremallera de combustible (%).

La planta de propulsión estará modelada tanto para hélice de paso fijo como de paso variable (CPP).

- El modelo de paso fijo incluye las configuraciones mencionadas PTI/PTO con convertidor estático de frecuencia y condensador síncrono.
- El modelo de paso variable también incluye las configuraciones mencionadas PTI/PTO.

El motor principal incluirá los siguientes sistemas auxiliares:

- Sistema fuel oil.
- Aceite lubricante principal y aceite de refrigeración de pistones.
- Aceite lubricación de camones.
- Sistema de agua dulce de alta y baja temperatura.
- Sistema de maniobra.
- Sistema de control del motor principal.

La instalación del motor principal incluye además:

- Turboso plante.
- Ventiladores de aire de barrido del MP.
- Caldereta de gases de escape.
- Sistema de control de emisiones.

### **5.6.1.- Sistema Fuel Oil.**

El sistema de combustible incluirá un sistema Fuel Oil (FO) y un sistema Diesel Oil (DO).

El sistema FO incluirá:

- Tanque de servicio diario de FO.
- Dos bombas de suministro de FO y dos bombas de circulación con configuración standby start.
- Viscosímetro, calentador, tanque de mezcla.
- Bombas de alta presión con sistema súper VIT de MAN B&W.
- Sistema de emulsión de agua.
- Filtros.
- Medidor de caudal.

El sistema Fuel Oil deberá incluir equipos de control de viscosidad para distintos tipos de FO.

El controlador de viscosidad deberá incluir control simple y en cascada.

El sistema DO incluirá:

- Tanque de servicio diario y almacén.

### **5.6.2 .- Sistema de lubricación del motor principal.**

El sistema de lubricación del motor principal incluirá:

- Tanque de retorno de aceite.
- Tanque de aceite de cilindros.
- Bombas de lubricación.
- Filtros.
- Enfriadores.
- Control de temperatura del aceite.
- Purificadora de aceite.

### **5.6.3 .- Sistema de lubricación de camones.**

El sistema de lubricación de camones incluirá:

- Tanque de aceite.
- Bombas de lubricación.
- Filtros.
- Válvulas.
- Enfriadores de aceite.
- Controladores de presión y temperatura.

### **5.6.4.- Sistema lubricación de cilindros.**

El sistema de lubricación de cilindros incluirá:

- Tanque almacén de aceite.
- Tanque de servicio.
- Bomba de relleno del tanque de servicio.

En el sistema de lubricación de cilindros del motor principal habrá un consumo estable de aceite de cilindros, dependiendo de la velocidad del motor principal.

Con bajo nivel del tanque LO deberá haber ralentización/parada del motor.



#### **5.6.5 .- Sistema de Fuel Oil.**

El sistema de fuel oil incluirá cómo mínimo:

- Tanques almacenes de FO (4).
- Tanques de sedimentación de FO (2).
- Tanque de servicio de HFO (1).
- Tanque de servicio de DO (1).
- Tanque almacén de DO (1).
- Separadores de HFO ALCAP (2).
- Purificador de DO (1).

Todos los tanques deberán tener sistemas de calefacción por vapor.

#### **5.6.6 .- Purificadora de HFO.**

La Depuradora de HFO incluirá:

- Sistema de control ALCAP.
- Bomba de alimentación.
- Control de caudal.
- Calentador de vapor con control de temperatura.
- Tanque de agua de operación.
- Transductor de agua.

Las Depuradoras de HFO operarán tanto en modo manual como en automático.

#### **5.6.7 .- Purificadora de DO.**

La purificadora de DO incluirá:

- Sistema de control de la purificadora.
- Bomba de alimentación.
- Control de caudal.
- Calentador de vapor con control de temperatura.
- Tanque de agua de operación.

La purificadora de DO deberá poder operarse tanto en modo manual como automático.

#### **5.6.8 .- Purificadora de aceite.**

La purificadora de aceite incluirá:

- Sistema de control de la purificadora.
- Bomba de alimentación.
- Control de caudal.
- Calentador de vapor con control de temperatura.
- Tanque de agua de operación.

La purificadora de aceite podrá ser operado tanto en modo manual como automático.

#### **5.6.9 .- Refrigeración de agua dulce.**

El sistema de refrigeración de agua dulce incluirá un sistema de baja temperatura (LT) y un sistema de alta temperatura (HT). Ambos sistemas serán refrigerados por el sistema de refrigeración de agua salada.

El sistema de baja temperatura debe refrigerar los siguientes sistemas:

- Aceite de lubricación del motor principal.
- Aire de barrido del motor principal.
- Diesel-generadores.
- Compresores de aire.
- Sistema de lubricación de las turbinas de vapor.
- Sistema de lubricación del servo y la bocina.

El sistema de alta temperatura deberá refrigerar los siguientes sistemas:

- Camisas y culatas de los cilindros del motor principal.

El sistema incluirá:

- Dos bombas de circulación de baja temperatura con configuración standby start y una bomba auxiliar.
- Dos bombas de circulación de alta temperatura con configuración standby start y una bomba auxiliar.
- Tanque de expansión.
- Sistemas de control de temperatura.
- Válvulas y purgas y desaireación.

El sistema de agua dulce de alta temperatura (HTFW) deberá utilizarse como “agua caliente” para el evaporador de agua dulce.

Dispondrá de un calentador de vapor para el precalentamiento del motor principal.

#### **5.6.10.- Sistema de maniobra.**

Los sistemas de maniobra serán realistas y reconocibles como el sistema de maniobra de B&W. Todas las válvulas de control necesarias se incluirán con la nomenclatura de B&W. El sistema deberá tener válvulas activas (cambio de posición) para monitorizar las válvulas de control y las válvulas de aire de arranque durante la maniobra.

#### **5.6.11.- Hélice y eje.**

Los modelos del sistema incluirán un sistema de paso fijo y también de paso controlable.

##### **5.6.11.1.- Sistema de paso fijo.**

La hélice de paso fijo será modelada y diseñada en concordancia con la velocidad de servicio del motor principal del buque real modelado

##### **5.6.11.2.- Sistema de paso controlable.**

El sistema de paso variable deberá ser modelado y diseñado con concordancia con la velocidad de servicio del motor principal del buque real modelado..

El sistema de lubricación incluirá tanques de gravedad con su correspondiente sistema de tuberías.

El sistema de paso variable incluirá un sistema hidráulico de aceite para controlar el paso.

El sistema incluirá:

- Dos bombas con configuración standby start.
- Tanque de aceite de servicio.

- Enfriador de aceite con sistema de control de temperatura.
- Sistema de control de presión de aceite.

#### **5.6.12.- Timón.**

El sistema de timón deberá ser modelado según el tipo IMO moderno de timones (requisitos para petroleros de más de 100000 DWT).

#### **5.6.13.- Maquinaria de cubierta.**

Los chigres para amarre y las anclas estarán incluidos.

#### **5.6.14.- Distribución de potencia eléctrica.**

La distribución de potencia eléctrica estará diseñada como un sistema estándar trifásico de triple hilo con sistema de alumbrado.

La planta eléctrica estará modelada según lo siguiente:

- Dos generadores diesel
- Un turbogenerador
- Un generador de cola (PTI/ PTO)
- Un generador de emergencia
- Un transformador principal de 440/220V y varios paneles de control
- Un transformador principal de 440/220V para alumbrado y varios paneles de control
- Un transformador de emergencia de 440/220V para alumbrado y varios equipos de navegación esenciales
- Un cargador principal de baterías para el sistema de 24V
- Un cargador de batería de arranque (24V)

El sistema de distribución potencia incluirá un cuadro eléctrico principal y uno de emergencia divididos en tres barras. Los consumidores deberán estar agrupados como sigue:

La barra nº II tendrá la posibilidad de desconexión manual de la barra nº I y por tanto se podrá aislar el generador de cola, la hélice transversal y la maquinaria de cubierta del resto de motores/consumidores con paradas y arranques frecuentes y cargas variables.

Los servicios no esenciales tendrán que ser desconectados según los requisitos de las sociedades de clasificación.

#### **5.6.15.- Sistema de gestión de potencia.**

Para controlar la distribución de la potencia eléctrica deberá existir un sistema automático de gestión (Power Management System – PMS).

El PMS deberá, dependiendo de la carga, arrancar el generador diésel, sincronizar, conectar y compartir la carga entre los generadores conectados, así como retirar la carga, desconectar y parar el generador diésel.

El PMS incluirá monitorización de carga del generador separada donde se muestren las cargas, límites de arranque y parada en cada momento de manera gráfica.

#### **5.6.16.- Generadores Diesel.**

Parte de la potencia eléctrica será generada por dos generadores diésel.

Los motores serán de cuatro tiempos con refrigeración y trabajarán con FO y DO.

Los motores estarán equipados con lo siguiente:

- Sistemas de arranque/parada y seguridad.
- Turbocompresor.
- Bombas alimentadas por el motor.
- Regulador.
- Enfriadores, filtros.

Los generadores serán del tipo sin escobillas con refrigeración de agua dulce y regulador de voltaje automático.

Los generadores diésel podrán trabajar en paralelo a todos los demás generadores.

#### **5.6.17.- Generador Diésel de emergencia.**

La energía eléctrica de emergencia deberá ser generada por un generador diésel de emergencia conectado al cuadro eléctrico de emergencia.

El motor será diésel de cuatro tiempos, refrigerado por aire y diseñado para DO.

El motor estará equipado con:

- Sistemas de arranque/parada y seguridad.
- Regulador.
- Sistema de arranque de batería.
- Filtros.

El generador será del tipo sin escobillas con refrigeración por aire y regulador automático de voltaje.

#### **5.6.18.- Turbo Generador.**

Además de los generadores diésel, habrá un turbo generador en la instalación.

El turbo generador será modelado con sistema de sellado, válvulas de drenaje, sistema de lubricación y condensador de vapor con sistema de refrigeración por agua.

El turbo generador estará equipado con:

- Sistemas de arranque/parada y seguridad.
- Regulador de velocidad.

El generador será del tipo sin escobillas con refrigeración de agua dulce y regulador automático de voltaje. El turbo generador será capaz de funcionar en paralelo con todos los demás generadores.

#### **5.6.19.- Generador de cola.**

Se modelará una instalación PTI/PTO

En modo PTI el generador de cola se alimentará desde los generadores diésel y el turbo generador.

En modo PTO el generador deberá suministrar energía a la barra n° II.

#### **5.6.20.- Planta de vapor auxiliar.**

La planta de vapor auxiliar deberá alimentar los siguientes sistemas:

- Turbo generador.
- Turbinas de carga.

- Tanques de combustible, calentadores de FO, acompañamiento de vapor a tuberías.
- Ventiladores de tiro forzado y vapor de atomización.

La planta incluirá:

- Caldera con quemadores.
- Economizador de agua de alimentación.
- Sistema de alimentación de agua con tanques y bombas.
- Sistema FO con tanque de servicio y bombas de suministro.
- Bombas de circulación de la caldereta.
- Condensador de vapor.

#### **5.6.21.- Turbinas para bombas de carga.**

Existirán cuatro turbinas de carga.

Las turbinas de carga serán modeladas con sistema de sellado, válvulas de drenaje, sistema de lubricación, control de velocidad y sistema de seguridad.

#### **5.6.22.- Sistema de lastre.**

El sistema de lastre tendrá un mínimo de 3 tanques y una Turbo bomba de lastre alimentada por vapor. Incluirá los sistemas necesarios como sistema de sellado, sistema de lubricación, control de velocidad y sistema de seguridad.

#### **5.6.23.- Bombas contraincendios.**

El sistema contraincendios principal incluirá como mínimo:

- Dos bombas contraincendios alimentadas desde el cuadro eléctrico principal.
- Una bomba contraincendios de emergencia alimentada desde el cuadro de emergencia.

#### **5.6.24.- Sistema de refrigeración de agua salada.**

El sistema de refrigeración de agua salada enfriará los sistemas LT y HT de agua dulce así como el aire acondicionado y el condensador de vapor. Incluirá:

- Dos bombas de circulación de agua salada (SW) con configuración standby start y bomba auxiliar.
- Dos fondos bajos de agua salada.
- Un fondo alto de agua salada.
- Enfriadores.
- Filtros.
- Sistemas de control de temperatura.
- Válvulas.
- Aspiración de emergencia.

#### **5.6.25.- Sistemas de sentina y lodos.**

Los sistemas de sentina y lodos incluirán:

- Una bomba de sentinas.
- Sistema de incineración.
- Una bomba de descarga de lodos a tierra.

- Un tanque de agua de sentinas.
- Un tanque de sentinas.
- Un separador de sentina completo, operado automáticamente con bomba y equipamiento de control cumpliendo con los requisitos IMO.

Se incluirán los siguientes Pozos de sentina:

- Popa.
- Proa babor.
- Proa estribor.
- Centro.

#### **5.6.26.- Sistema de aire comprimido.**

El sistema de aire comprimido incluirá un sistema de aire de arranque, un sistema de aire de servicio y un sistema de aire de control de maniobra para el motor principal. El sistema incluirá:

- Dos compresores de aire de arranque en dos etapas refrigerados por agua dulce incluyendo purgadores.
- Un compresor de aire de arranque de emergencia para arranque de emergencia de los Diésel-Generadores.
- Un compresor de aire de servicio.
- Dos botellas principales de aire de arranque.
- Una botella de aire de arranque de emergencia.
- Una botella de aire de servicio.

El sistema de aire de servicio proporcionará aire a los siguientes sistemas:

- Aire de control para el sistema de maniobra del motor principal.
- Aire de control para las válvulas de control.
- Limpieza de las caja de aspiración de las tomas de mar.
- Reactor catalítico selectivo.
- Caldera de quemadores.
- Sopladores de hollín de la caldereta de gases de escape.
- Servicio de cubierta

#### **5.6.27.- Sistema de aire de ventilación.**

Incluirá:

- Cuatro ventiladores de aire para la sala de máquinas.
- Cuatro extractores para la sala de máquinas.
- Ventilador del control de cámara de máquinas.
- Ventilador de la cámara de control de carga.
- Ventilador de la cámara de purificadoras.
- Ventilador de la cámara de aguas residuales.
- Dos ventiladores para la habitación.

Existirá instrumentación para monitorizar la presión de la sala de máquinas.

El efecto de distintas presiones y temperaturas en la sala de máquinas deberá reflejarse en el rendimiento del motor principal así como en otros sistemas de la sala de máquinas y viceversa.

La temperatura ambiental deberá ser controlada por el instructor.

#### **5.6.28.- Planta de Refrigeración.**

La planta de refrigeración incluirá:

- Cámara de alimentos frescos (6-7 °C).
- Cámara para congelados. (-20 °C).
- Un compresor moderno con equipamiento de control de capacidad controlado por un ajuste de temperatura.
- Sistema de lubricación del compresor incluyendo separador de aceite.
- Bombas de refrigeración de agua salada con condensador.
- Acumulador de líquido.
- Evaporador.

#### **5.6.29.- Planta de gas inerte.**

El gas inerte se producirá en la caldera alimentada por FO y el sistema incluirá, como mínimo, lo siguiente:

- Generador de gas inerte.
- Sello de agua de cubierta.
- Analizador de O<sub>2</sub>.
- Controlador de presión de gas inerte.
- Ventiladores de gas inerte.
- Bombas de agua salada.

#### **5.6.30.- Sistema de agua sanitaria.**

El sistema de agua sanitaria incluirá un tanque de hidróforo presurizado con las bombas y válvulas necesarias además de un tanque de agua potable y otro de agua caliente.

#### **5.6.31.- Planta de tratamiento de aguas residuales**

La planta de tratamiento de aguas residuales incluirá:

- Oxidación biológica y descarga.
- Capacidad para aproximadamente 40 personas.
- Un compresor de aireación.
- Una bomba de lodos.
- Una bomba de descarga al mar.
- Un dispensador de pastillas de clorinación.

#### **5.6.32.- Herramientas de análisis del motor principal.**

Se incluirá el siguiente equipamiento para indicaciones del cilindro en el simulador:

- Indicador presión/ángulo.
- Indicador presión/volumen.
- Indicador incremento de presión/ángulo.
- Indicador de diagrama de resorte débil.

Se incluirá un diagrama de carga basado en los diagramas reales de MAN B&W.

## **6.- Requisitos del suministrador.**

### **6.1.- Aseguramiento de la calidad.**

El proveedor asegurará la calidad por medio de un certificado ISO 9001 o similar y seguirá los procedimientos necesarios para lograr el máximo nivel de calidad en la instalación cumpliendo con los estándares actuales.

### **6.2.- Matriz de cumplimiento.**

La oferta del proveedor seguirá los requisitos de este pliego de características técnicas de forma que se pueda comprobar fácilmente qué característica o sección del suministro propuesto cumple con cada requisito aquí estipulado.

### **6.3.- Aceptación.**

El proveedor realizará una prueba de aceptación in situ (Site Acceptance Test – SAT) y un plan para llevarlo a cabo que incluya procedimientos. El SAT y los procedimientos remitidos deberán ser aprobados por el centro.

La aceptación del suministro para la actualización se llevará a cabo según los criterios y pruebas de aceptación definidos en el contrato. Las pruebas consistirán en una serie de demostraciones operacionales que prueben el rendimiento, la precisión y la fiabilidad del simulador. Cada demostración deberá dirigirse a sistemas y características específicas. Cualquier equipo de medición y prueba necesario durante la demostración será proporcionado por el proveedor. El proveedor preparará informes de los resultados de las pruebas tras la prueba de aceptación de fábrica (FAT) y la prueba de aceptación in situ (SAT).

### **6.4.- Instalación.**

Tras completar con éxito la prueba de aceptación de fábrica, el proveedor empaquetará y enviará los componentes del simulador.

El proveedor deberá instalar el equipamiento del simulador en la Escuela con la presencia de un responsable por parte de la Escuela, que resolverá las dudas que puedan surgir durante la instalación. El proceso de integración incluirá la inspección visual de los elementos suministrados, así como la puesta en marcha de los equipos.

### **6.5.- Documentación.**

El proveedor proporcionará documentación sobre el sistema según sus prácticas habituales. La documentación estará preferentemente en español o inglés según su disponibilidad. Dicha documentación contendrá suficiente información para permitir a los operadores/instructores usar el sistema así como para que el personal del centro realice tareas básicas de mantenimiento del sistema.

La documentación de los equipos de terceros se entregará tal y como la proporciona el fabricante.

### **6.6.- Garantía.**

Se incluirá una garantía para la actualización de al menos 24 meses y se describirán en la oferta las condiciones de la misma.

### **6.7.- Repuestos.**

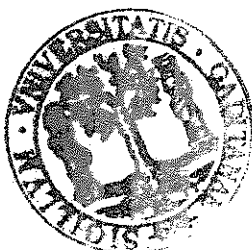
El distribuidor deberá garantizar la existencia de repuestos para un periodo de, al menos, 10 años.

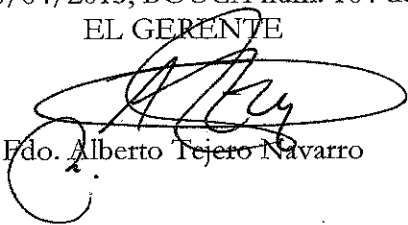


<b>6.8.- Formación.</b> El proveedor incluirá cursos de formación para los operadores/instructores del sistema así como para el personal de mantenimiento del centro. Los cursos estarán diseñados para ser impartidos a un grupo de hasta cuatro participantes. Cada curso incluirá el material necesario, como por ejemplo manuales o documentación de procedimientos. El proveedor indicará además el grado de conocimiento o titulación mínima necesaria para los asistentes al curso. Los cursos incluirán actividades prácticas con el simulador, tanto a nivel de operario/instructor como de mantenimiento. El proveedor deberá entregar el temario de los cursos.
<b>2. NÚMERO DE LOTES EN QUE SE DIVIDE EL CONTRATO (SI PROCEDE):</b> Único.
<b>3. UBICACIONES FÍSICAS DE DESTINO DEL MATERIAL:</b> Escuela de Ingenierías Marina, Náutica y Radioelectrónica de la Universidad de Cádiz. Edificio CASEM Sótano de la pala B. Campus Universitario de Puerto Real. Avda. República Saharaui, s/n. 11510 – Puerto Real (Cádiz).
<b>4. DELIMITACIÓN DE LA MATERIA OBJETO DE NEGOCIACIÓN:</b> Podrá ser objeto de negociación el precio, realizándose una única ronda de negociación.
<b>5. VARIANTES:</b> No se admiten
<b>6. PRESUPUESTO DE LICITACIÓN/NEGOCIACIÓN.</b> <b>6.1. IMPORTE MÁXIMO DEL CONTRATO, IVA EXCLUIDO:</b> 537.190,08 €. <b>6.2. IMPORTE DEL IVA:</b> 112.809,92 €. <b>6.3. IMPORTE MÁXIMO DEL CONTRATO, IVA INCLUIDO:</b> 650.000,00 €. <b>6.4. PRECIOS UNITARIOS, SI PROCEDE:</b>
<b>7. PLAZO DE GARANTÍA MÍNIMO:</b> 24 meses desde la firma del acta de recepción conforme del equipamiento. Se describirán en la oferta las condiciones de la misma.
<b>8. PLAZO MÁXIMO DE ENTREGA/EJECUCION DEL CONTRATO:</b> 6 meses desde la formalización del contrato.
<b>9. CONDICIONES DE ASISTENCIA TÉCNICA:</b> El licitador describirá las condiciones de asistencia técnica del presente contrato.
<b>10. ENTREGA DE BIENES COMO PARTE DEL PAGO DEL PRECIO DEL CONTRATO:</b> No procede.

Aprobado en Cádiz, a 14 de abril de 2016

EL RECTOR, por delegación de competencia,  
(Resolución de 20/04/2015, BOUCA núm. 184 de 30/04/2015)  
EL GERENTE



  
Fdo. Alberto Tejero Navarro