



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

MERSol

Simulador on-line de Cámara de Control de Máquinas



CONTENIDO

Introducción	3
1. Finalidades y objetivos de la formación en simulador de sala de máquinas	4
2. Buque de investigación MERSol funciones específicas de ERS	6
3. Uso del simulador de sala de máquinas online	12
4. Estudio y evaluación de módulos	14
5. Diagrama de flujo del proceso	16
6. Retos reconocidos	19
7. Análisis DAFO del proyecto MERSol	22
8. Mejores prácticas	26
Sobre los autores	29
Literatura y descargas	30

La Comisión Europea no es responsable del contenido de esta publicación..

INTRODUCCIÓN

La industria del transporte marítimo se ha visto significativamente afectada por la pandemia de COVID-19 y, aunque se considera que el mayor desafío son los cambios de tripulación, los impactos de la pandemia de COVID-19 en la educación y formación marítimas y la oferta de gente de mar cualificada y certificada es un problema cada vez mayor y un área de preocupación para la industria. Los armadores y operadores deben mantener una estrecha relación con las instituciones de Educación y Formación Marítima (MET), y esto también sería crucial cuando se trabaje hacia la próxima revisión integral del Convenio y Código STCW.

El proyecto MERSol (Simulador de Cámara de Control de máquinas marítimas online) se creó debido a Covid-19 que hizo que las clases presenciales del simulador fueran prácticamente imposibles. Es un proyecto ERASMUS+ de dos años que comenzó el 1 de junio de 2021 y durará hasta el 31 de mayo de 2023.

Esta propuesta se centra principalmente en las prioridades horizontales de ayudar a las personas del sector marítimo a adquirir y desarrollar competencias claves. Esto asegurará que sean más relevantes para las necesidades del mercado laboral en términos de actualización de su educación y capacitación. Los módulos de estudio MERSol, los módulos de evaluación y el software específico, ERS, se proporcionarán no solo como capacitación para los nuevos cadetes, sino también como parte de la educación continua para la gente de mar ya calificada; sin embargo, estas no son las únicas prioridades que aborda la propuesta, ya que también se abordan las prioridades ambientales, respetando los nuevos requisitos globales. Además, de las prioridades elegidas, se promoverá la igualdad de género y cualquier tipo de no discriminación, ya que el entorno de simulación online no diferenciará el género, la edad de los usuarios o cualquier otra identidad o característica relacionada con una persona.

El proyecto MERSol apoya la adopción de enfoques innovadores y tecnologías digitales para la enseñanza y el aprendizaje. Teniendo en cuenta las condiciones especiales del trabajo en el mar y el hecho de que muchos marinos pasan mucho tiempo lejos de la formación en tierra, el proyecto

MERSol se ha diseñado para proporcionar todos los resultados online, utilizando tecnologías digitales. Aunque obedece más a una necesidad que a una elección, coincide plenamente con el Plan de Acción de Educación Digital, iniciado por la Comisión Europea.

1. FINES Y OBJETIVOS DEL ENTRENAMIENTO EN SIMULADOR DE CÁMAR DE CONTROL DE MÁQUINAS

Los fines y objetivos de este documento son presentar las operaciones principales de la sala de máquinas del buque de investigación MERSol, familiarizar al instructor de la sala de máquinas con las funciones de la sala de máquinas y el simulador, que imita las instalaciones de la sala de máquinas, los paneles de control, las válvulas y los interruptores del barco (figura 1)



figura 1. Research Buque MERSol es un buque de investigación pesquera de aguas profundas

El simulador de sala de máquinas (ERS) de Research Vessel MERSol se puede instalar en un ordenador con Windows 10 razonablemente potente. Los sistemas operativos Windows 10 deben ser versiones originales y legales con las últimas actualizaciones instaladas.

El buque de investigación MERSol ERS se puede interconectar con Image Soft Full Mission Bridge Simulator, lo que permite ejercicios completos de maniobra de buques. Una versión para el aula, por ejemplo, se pueden configurar seis estaciones de trabajo para estudiantes y una estación de trabajo para un instructor.

En general, en el entrenamiento del Simulador de Cámara de Control de Máquinas siguiendo objetivos universales puede ordenarse de la siguiente forma:.

1. Familiarización con los equipos de la sala de máquinas:

- familiarización con los sistemas de la sala de máquinas, los equipos y controles asociados y el equipo de simulación;
- comprender la interdependencia de las diversas máquinas.

2. Diseño del sistema y diagramas de flujo:

- comprender el funcionamiento y las complejidades de los equipos y sistemas del buque;
- conocimiento teórico preliminar de las operaciones diarias y los sistemas de fluidos por tuberías.

3. Sistemas de seguimiento y control:

- uso de sistemas de dirección, control y medición en funcionamiento.

4. Automatización:

- introducción a los sistemas de control remoto, alarma y control;
- prácticas para el consumo de energía y operaciones sostenibles.

5. Operaciones de emergencia

- prácticas comunes de seguridad y preparación para situaciones de emergencia.

6. Vigilancia y solución de problemas:

- proporcionar conocimientos y habilidades para operar y controlar la operación y el control seguro de las instalaciones de maquinaria de un buque.

7. Gestión de recursos de embarcaciones

- lograr operaciones de ingeniería seguras mediante la gestión del personal, el equipo y la información mediante la revisión de los roles del equipo, los factores humanos y la conciencia situacional.

Sin embargo, para comenzar con la capacitación de ERS, se deben implementar en la primera fase los objetivos de capacitación específicos de Research Buque MERSol.

El alcance de las funciones de Research Vessel MERSol se define con las herramientas de desarrollo del simulador de sala de máquinas.

2. FUNCIONES ESPECÍFICAS DEL BUQUE DE INVESTIGACIÓN MERSOL

2.1. Planta de propulsión. Motores principales, engranajes reductores y CPP

La planta de propulsión del buque de investigación MERSol son dos motores diésel de velocidad media, 400/50/AC trifásico, Wärtsilä W20 1600kW, con engranaje reductor y dos hélices de paso controlable (CPP). Los motores principales están configurados para funcionar en las rpm predeterminadas y el engranaje de reducción actúa como un interruptor para transmitir la potencia al eje y la hélice a las rpm deseadas. La hélice de paso controlable, con su acrónimo en inglés CPP, permite además ajustar con precisión los pasos de las palas de la hélice para alcanzar la velocidad deseada. Para mantener el buque posicionado con vientos variables y el sistema de Posicionamiento Dinámico (su acrónimo en inglés, DP) actual asume el control del engranaje reductor y de la hélice de paso controlable, CPP.

2.2. Sistema de enfriamiento de agua de mar

El agua de mar se utiliza como agente de refrigeración, dentro de grandes intercambiadores de calor, el agua de mar se procesa directamente dentro de la maquinaria, enfriando así el sistema. El buque de investigación MERSol está equipado con un sistema de refrigeración por agua de mar con tres bombas para el enfriador central de los dos motores principales y dos bombas para el enfriador central de los dos motores auxiliares.

2.3 Sistema de refrigeración de agua dulce

El buque de investigación MERSol trabaja con dos sistemas de refrigeración combinados de baja y alta temperatura LT/HT. Ambos sistemas principales de enfriamiento del motor consisten en circuitos separados de alta temperatura (HT) y baja temperatura (LT), que se enfrían con agua de mar en el intercambiador de calor central.

2.4 Sistema de combustible

El Buque de Investigación MERSol está equipado con un sistema de combustible con tres bombas que alimentan de combustible diesel marino (MDO) a los motores principales y auxiliares con bomba de circulación y filtro incorporados. Hay dos tanques de servicio diario de MDO. El sistema de transferencia de combustible está

diseñado para bombear combustible MDO a bordo desde los tanques de almacenamiento a tanques de sedimentación y tanques de servicio diario, o bombeado a tierra desde tanques de almacenamiento y de rebose. Se instala una purificadora de MDO. El sistema de purificación está destinado a la separación del agua y partículas sólidas que posee el combustible en una sola etapa de flujo constante y conectado para trabajar solo en el sistema de combustible.

2.5 Almacenamiento y trasvase de aceite lubricante

El sistema de trasvase y almacenamiento de aceite lubricante (LO) consta de abastecimiento, almacenamiento, travase y separación de LO. En el arranque de la bomba, las válvulas laterales de aspiración y descarga se abrirán y las bombas se pondrán en funcionamiento. El llenado de aceite lubricante LO de los motores diésel principales se realiza mediante una bomba manual de LO. El vaciado de LO de los motores principales se realiza mediante una bomba de aceite de lodos. Ambos motores principales tienen un separador de aceite de LO independiente que es de tipo automático y autolimpiante.

2.6 Sistema de aire acondicionado

El buque modelo tiene tres sistemas de aire acondicionado separados. Un sistema controla el enfriamiento del congelador y la cámara frigorífica y los otros dos sistemas mantienen la temperatura en los espacios técnicos, como la sala de control de motores y la del servomotor. El sistema ahora se simula como una carga que produce calor, y está conectada al sistema auxiliar de enfriamiento de agua de mar. La operación básica es utilizar a las posiciones de encendido y apagado.

2.6.1. Sistema de refrigeración

ERS simula el sistema del congelador y la cámara frigorífica al imitar el ciclo automatizado de compresión de vapor-líquido en el compresor, el condensador, válvula de expansión y el evaporador de la planta de refrigeración. La unidad

compresora de la planta de refrigeración cuenta con un panel de control que se ubica en el segundo nivel de la sala de máquinas (figura 2.1).

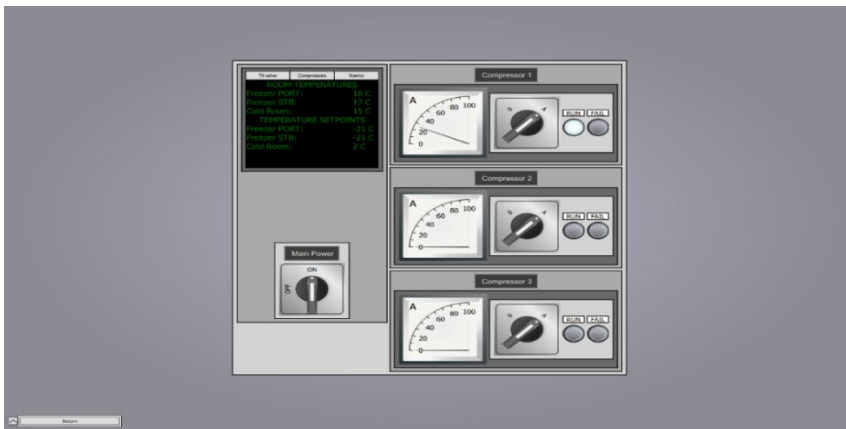


figura 2.1. Panel de control de la planta de refrigeración

2.7. Ventilación, funcionamiento de ventiladores y reguladores de flujo

Ventilación de las salas de máquinas principales: Dos ventiladores de tipo axial suministran a la sala de máquinas principal, 11 m³/h cada uno, a 1500 rpm y con convertidores de frecuencia. Los ventiladores son de montaje flexible. La compuerta reguladora de flujo debe estar abierta durante el funcionamiento normal para evitar el vacío en la sala de máquinas principal. La ventilación de otros espacios de maquinaria es accionada a través de termostatos ajustables; sin embargo, el simulador de cámara de control de máquinas del buque de investigación MERSol opera en los modos de ventilación de encendido/apagado únicamente. Dado que los compartimentos de maquinaria tienen ventilación independiente, abrir/cerrar puertas juega un papel importante en el mar.

2.8. Sistemas de aire de arranque, aire de trabajo y aire de instrumentación

El buque de investigación MERSol está equipado con dos compresores totalmente automáticos que suministran aire comprimido a 30 bar a los dos depósitos de aire de arranque, que sirven tanto a los motores principales como a los generadores diésel auxiliares. Los separadores de agua y aceite están incorporados en el sistema de aire.

Se instalan un compresor de aire de trabajo (9 bar) y un depósito de aire de

trabajo (9 bar).

Un secador de aire para instrumentos y un recipiente de aire de emergencia para válvulas de control remoto están instalados en la sala de máquinas. El suministro del secador de aire a aire de instrumentos proviene del sistema de aire de trabajo. El aire utilizado debe estar limpio, seco y libre de aceite para garantizar que las líneas de tuberías de pequeño diámetro y las toberas no se obstruyan con suciedad, aceite o agua.

2.9. Sistema de válvulas de cierre rápido

El barco está equipado con un sistema de válvulas de cierre rápido. El propósito del sistema es cerrar rápidamente válvulas críticas en las líneas de combustible y aceite lubricante del buque en caso de una emergencia. Las válvulas de cierre rápido se cierran liberando aire comprimido a las tuberías que conducen a los pistones de las válvulas de cierre rápido. Las válvulas de cierre rápido mantienen su posición después del accionamiento y deben abrirse manualmente. El accionamiento de emergencia de los grupos de disparo se controla mediante el panel de control de válvulas de cierre rápido en la sala de control de máquinas del buque (figura 2.2.).

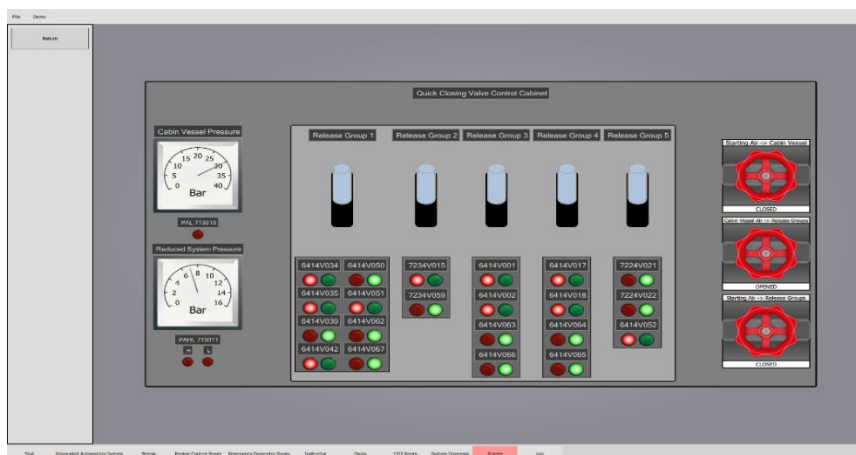


figura 2.2. Panel de válvulas de cierre rápido

2.10. Precalentamiento de Motores

El procedimiento de arranque de los motores marinos requiere varios puntos relacionados con la electricidad, la presión de aire y las bombas que deben tenerse en cuenta para permitir un arranque seguro y correcto. Uno de ellos, es el precalentamiento de motores antes de ponerlos en funcionamiento, se relaciona con los combustible, agua de refrigeración y aceite lubricante, los cuales deben ajustarse a las temperaturas requeridas antes del arranque para evitar posibles fallos y daños a los

motores.

2.11 Electricidad

La electricidad es generada por generadores de corriente alterna movidos por motores diésel a bordo del buque. En el buque de investigación MERSol, los motores auxiliares y el generador de cola están a cargo de la generación de electricidad que alimenta a todos los equipos eléctricos a bordo, tanto para fines técnicos como de otros servicios a bordo.

2.12. Generador de emergencia y conexión eléctrica de tierra

La conexión eléctrica de tierra es la fuente de electricidad cuando el buque está atracado, lo que reduce las emisiones a la atmósfera y no contamina el aire local, pero también ahorra costos de combustible. La energía a bordo del buque es generada por motores auxiliares y generadores de cola. En caso de que falle el sistema principal de generación de energía eléctrica del buque, también está presente un sistema de emergencia o un sistema de reserva. El buque de investigación MERSol alberga un generador de emergencia operado con un motor diesel.

2.13 Cuadro General y de Emergencia incluyendo fusibles

El cuadro de distribución principal (su acrónimo en inglés MSB) es una unidad ensamblada de componentes electrotécnicos. Se utiliza para recibir, medir y distribuir la energía eléctrica y proteger la red de sobrecargas, cortocircuitos y fugas de corriente.

2.13.1. Motores Auxiliares

La función de los motores auxiliares es la de conducir los generadores de corriente alterna para que generen electricidad para la sala de máquinas y para todos los equipos y sistemas eléctricos del buque (maquinaria de cubierta, equipos de navegación, junto con las demandas de la vida diaria de la tripulación a bordo. Dos motores auxiliares MAN D 2842 LE 301, con potencia nominal de 532 kW a 1500 rpm Los generadores conectados a los motores auxiliares son Leroy Somer, tipo LSAM 49.1 M 6, con potencia de

489 kW., 440 V, 1000 A, 50 Hz.

2.13.2. Generador de cola

El generador de cola está, por definición, unido al eje del motor principal para generar electricidad sin un motor diesel auxiliar que lo conduzca. Como tal, es una técnica respetuosa con el medio ambiente para producir electricidad, siempre que los motores principales estén funcionando. En el buque de investigación MERSol, los dos generadores de cola suministran energía eléctrica al cuadro principal de distribución de electricidad del buque o a la hélice de maniobra de proa del buque (funcionando únicamente por electricidad). Los generadores de cola son del tipo SF400L4(PTO) con una potencia nominal de 969 kW a 1500 rpm. Los generadores de cola están conectados a los motores principales a través de las cajas de engranajes de reducción de velocidad.

2.14 Toma a tierra

La toma a tierra se considera muy crítica a bordo de un buque. El buque de investigación MERSol cuenta con circuitos de distribución de 24, 230 y 440 V. A tensiones altas de 440 V, las fallas de la toma a tierra son potencialmente muy peligrosas para la tripulación, por lo que deben tratarse con alta prioridad. Se debe identificar, localizar y aislar el origen de la fuga, para lo cual el sistema IAS (Integrated Automation System) del buque tiene herramientas. El IAS del buque también ayuda a gestionar situaciones en las que las unidades de maniobra críticas deben permanecer operativas para evitar emergencias en el mar.

2.15. Hélice de proa

El buque de investigación MERSol está equipado con un propulsor de proa de 450 kW con hélice de paso controlable (CPP). Esta instalación de hélice de paso controlable consta de un cubo, un sistema hidráulico de palas de hélice y un sistema de control remoto. La bomba hidráulica accionada eléctricamente ajusta los pasos de las palas de la hélice mediante la presión hidráulica del aceite. El propulsor de proa debe ponerse en marcha con pasosen la posición cero (la palanca está en la posición neutral) y el cambio de paso debe hacerse gradualmente evitando cambios repentinos en el movimiento del BT.

2.16. Registro de alarmas

El registro de alarmas muestra la información de alarmas emitidas a través del sistema de automatización integrado del buque. El registro de alarmas está diseñado para alarmas activas, reconocidas y resueltas.

2.16.1. Alarmas activas

Las alarmas se activan si se activa el estado anormal de la alarma. El número de alarmas activas se muestra en el menú del simulador y se registran en el menú de alarmas. El menú de alarma muestra el nombre, la descripción, el límite, la fecha y la hora de la alarma.

2.11.2. Alarmas reconocidas

Las alarmas activas se pueden reconocer usando el icono en el diseño de alarma activa. Las alarmas reconocidas no se tratan como alarmas activas en el menú o en el registro de acciones. La hora del reconocimiento de la alarma se registra en el registro de alarmas.

2.11.3. Alarmas resueltas

Las alarmas activas y reconocidas se resuelven si el estado anormal de la alarma vuelve a la normalidad. El momento en que la anomalía vuelve a la normalidad se registra en el registro de alarmas. Las alarmas resueltas se eliminan del registro si vuelven a activarse.

2.11.4. Nombres de alarma

El nombre de la alarma es una combinación de un código y un número de identificación.

Algunos códigos de alarma dependen del contexto. La descripción de la alarma en el registro de alarmas aclarará el significado en estos casos.

3.USO DEL SIMULADOR DE CONTROL DE CÁMARA DE MÁQUINAS ONLINE

3.1. Instalación del simulador

La instalación de este Simulador se proporciona como un paquete de instalación autoextraíble. El paquete se puede instalar haciendo doble clic en él en cualquier entorno moderno de Windows. Después de hacer clic, la instalación se presenta a continuación (figura 3.1):

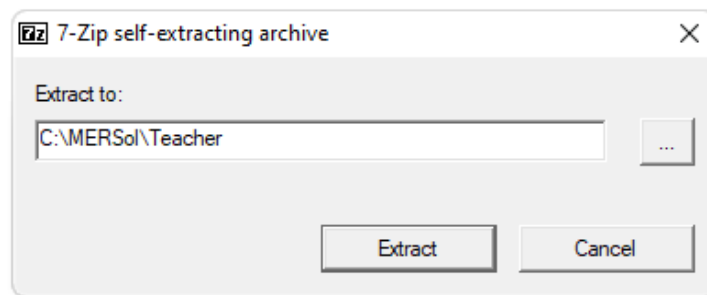


Figura 3.1. Installation dialog

Al seleccionar una carpeta, por ejemplo C:\MERSol\Teacher como se muestra en la figura, el software se instalará en esa carpeta.

3.2. Arrancar el Simulador

Para iniciar el simulador, navegue a la carpeta en la que instaló el simulador utilizando el explorador de archivos.

Inicie el simulador seleccionando el archivo MERSol ERS.bat y haciendo doble clic sobre él.

3.3. Activando el Simulador

La primera vez que se abre una nueva instalación del simulador, el personal de Image Soft Oy debe activar el programa.

Para obtener el código de activación correcto para la instalación. Copie el código del sitio y el MID en un correo electrónico y envíelo a sami.ketola@imagesoft.fi con la información de que ha instalado el el simulador de control de cámara de máquinas para profesor o estudiante en su máquina.

3.4. Iniciando sesión

Después de hacer clic en el archivo, se le presentará el siguiente diálogo (figura 3.2):

3.1.

3.2. Iniciando el Simulador

Para iniciar el simulador, navegue al archivo en la que instaló el simulador utilizando el explorador de archivos.

Inicie el simulador seleccionando el archivo MERSol ERS.bat y haciendo doble clic sobre él.

3.3. Activando el Simulador

La primera vez que se abre una nueva instalación del simulador, el personal de Image Soft Oy debe activar el programa.

Para obtener el código de activación correcto para la instalación. Copie el código del sitio y el MID en un correo electrónico y envíelo a sami.ketola@imagesoft.fi con la información de que ha instalado el cliente ERS para maestros o estudiantes en su máquina.

3.4. Iniciando sesión

Después de hacer clic en el archivo, se le presentará el siguiente diálogo (figura 3.2):

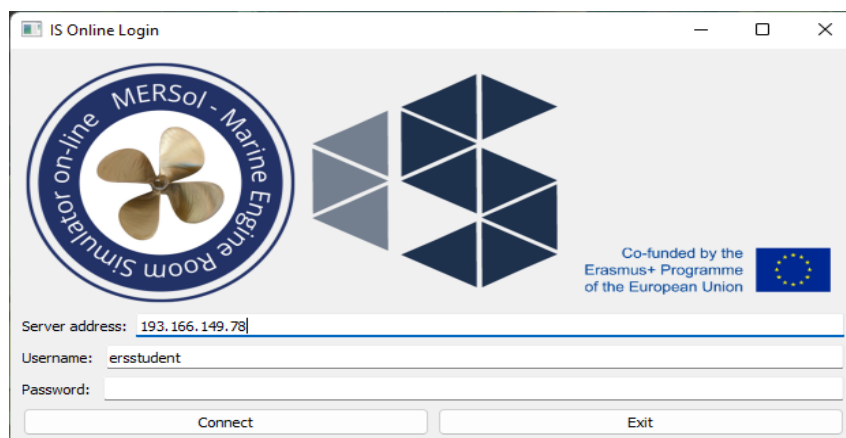


Figura 3.2. Online Login dialogue for logging in to the simulator

Aquí debes completar la dirección del servidor, el nombre de usuario y la contraseña que le proporcionó la organización de capacitación o usar los valores predeterminados



de su paquete de instalación personalizado proporcionados automáticamente. Después de proporcionar la información correcta en el formulario, debería estar listo para participar en el ejercicio de simulación..

4. ESTUDIO Y EVALUACIÓN DE LOS MÓDULOS

El proyecto MERSol ha desarrollado nuevos módulos de estudio relacionados con los buques, de alto nivel y actualizados, seguidos del estudio y evaluación de los módulos. Los módulos se configuran en la plataforma Moodle. Para fines de prueba, solo se utiliza un servidor para que todos los socios utilicen el mismo ejercicio, especialmente desarrollado por los socios del proyecto. Cuando la tecnología en línea es constante, existe la posibilidad de probar el uso de varios servidores simultáneamente. Los módulos son los siguientes (tabla 1).

Tabla 1

Lista de módulos (Aplicación del Simulador de Control de Cámara de Máquinas on-line)

Módulos a estudiar	Temas	Desarrollado por	Revisado por
Electricidad	Motores eléctricos (propulsión eléctrica), Planta eléctrica de potencia, generador diesel, generador de emergencia, generador de cola, conexión a tierra, baterías, and pilas de combustibles	KSMA	LMA
Vapor, aceite térmico, Sistema de ventilación de maquinaria, aire acondicionado	Vapor, aceite térmico, ventilación de los espacios de máquinas	PRU	LMA
Sistemas auxiliares 1	Combustible y aceite de lubricación (bunkering, almacenamiento, trasvase, purificación, alimentación), lavadora de gases de escape o scrubbers- enfriamiento (agua de mar, LT & HT), aire de arranque, sistema de aire a presión	LMA	KSMA
Sistemas auxiliares 2	Sentina (sentina principal, sentina de aceite), agua de lastre, agua de tratamiento, Sistema de protección contra incendios (agua extinción de incendios, CO2)	LMA	PRU
Operación de motores	Supervisión, control y automatización	PRU	SAMK
Sistemas de agua	Agua dulce, agua de refrigeración, producción de agua	KSMA	PRU
Sistemas de conexión a cubierta y al puente	M/S MERSol conexión a cubierta y al Puente de acuerdo a las notas de clasificación	SAMK	SPIN
Vocabulario (con explicaciones)	Vocabularios de los módulos 1-7	TODOS	

Diseñar y desarrollar los módulos de estudio y los módulos de evaluación en una plataforma de aprendizaje electrónico específica permite a los cadetes y marinos acceder al programa de formación y a los materiales de aprendizaje a través de Internet

en cualquier momento y lugar. Especialmente relevante en el sector marítimo, donde la gente de mar tiene una gran movilidad y tiene menos oportunidades de realizar largos cursos de formación presenciales mientras trabaja. Durante la fase de aplicación se establecieron los temas de los módulos y al comienzo del proyecto solo se hicieron pequeños ajustes, pero todos los temas principales se mantuvieron sin cambios. Al comienzo del estudio del proyecto y su evaluación se acordaron roles entre los socios del proyecto teniendo en cuenta la mejor experiencia de cada uno de ellos para la realización de los módulos. Se llevaron a cabo un total de 35 reuniones de socios online con respecto a estos módulos y los socios en cuestión de cada módulo tuvieron varias de sus propias reuniones online. La UPC fue el aprobador final de cada módulo. Cuando el material se transfirió a la plataforma Moodle, algunas fotos y figuras tuvieron que volver a cargarse ya que la calidad no estaba en un nivel aceptable, por lo que se usaron fotos y figuras originales. También se comprobó la mecanografía. Se recopilaron comentarios en eventos multiplicadores organizados en Klaipeda, Barcelona, Portoroz, Rauma y Helsinki. Debido al ataque ruso a Ucrania el 24 de febrero de 2022, las reuniones online del proyecto se volvieron muy sensibles y otros socios solo pudieron mostrar su pleno apoyo a los valientes socios ucranianos. Se planeó primero un evento multiplicador en Kherson, pero debido a la situación en Ucrania, se planeó organizarlo en Odessa, pero pronto se comprobó que también era imposible, así que se acordó con el financiador, la Agencia Nacional de Educación de Finlandia (Opetushallitus, (OPH)), que este evento multiplicador se compartirá con todos los demás socios. Terrible terremoto en Turquía fue el siguiente accidente que cambió la conferencia final de Estambul a Helsinki, aprobado por OPH. Se planeó que el evento multiplicador se llevara a cabo durante la principal exposición marítima, Expomaritt Exposhipping İstanbul - 17. International Fair', lo que garantizaría que cientos de participantes llegasen a la exposición.

1. 5. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

2.

3. el desarrollo del simulador de control de cámara de máquinas online siguió un proceso de flujo estructurado, que se puede dividir en las siguientes etapas clave:

4. 1. conceptualización y planificación. identificar los objetivos, el alcance y los requisitos del simulador de control de cámara de máquinas online y crear un plan de proyecto de alto nivel.

5. 2. diseño colaborativo. involucrarse con escuelas marítimas, expertos en la materia y partes interesadas para diseñar las características, la funcionalidad y el contenido de aprendizaje del simulador.

6. 3. desarrollo técnico. creación del software basado en la nube y la interfaz de usuario para el simulador de control de cámara de máquinas online.

7. 4. pruebas y refinamiento. realización de pruebas y mejoras rigurosas del simulador, incorporando comentarios de usuarios y partes interesadas para garantizar un rendimiento y una fiabilidad óptimas.

8. 5. implementación e integración. trabajando en estrecha colaboración con las escuelas marítimas para integrar el simulador en sus planes de estudio y brindando apoyo para la incorporación y capacitación de los usuarios.

9. 6. evaluación y mejora continua. recopilación y análisis de datos sobre la eficacia del simulador, identificación de áreas de mejora e implementación de mejoras basadas en los comentarios de los usuarios y las mejores prácticas de la industria.

10. etapas de desarrollo

11. el desarrollo del simulador de control de cámara de máquinas online se puede dividir en las siguientes etapas:

12.1. acopio de requisitos. involucrarse con las partes interesadas para comprender sus necesidades, expectativas y los resultados deseados para el simulador. esta etapa involucró discusiones profundas con escuelas marítimas, expertos en la materia y representantes de la industria para identificar los requisitos y limitaciones clave para el proyecto.

13.2. desarrollo de contenidos. colaborar con expertos en la materia para desarrollar el contenido de aprendizaje y los escenarios para el simulador, asegurando que el material se alinee con los estándares y regulaciones de la industria y aborde las necesidades de la capacitación marítima.

14. Desarrollo del software e infraestructura. Crear la infraestructura basada en la nube, así como desarrollar el software y la interfaz de usuario para el simulador. Esta etapa implicó seleccionar las tecnologías, herramientas y plataformas adecuadas para respaldar los objetivos del proyecto y garantizar la escalabilidad, confiabilidad y facilidad de uso.

15. Garantía y pruebas de calidad. Realizar pruebas exhaustivas del simulador para identificar y abordar cualquier problema técnico o de rendimiento, así como solicitar comentarios de las partes interesadas y los usuarios para refinar el contenido y la funcionalidad del aprendizaje.

16. Despliegue e integración. Colaborar con las escuelas marítimas para implementar el simulador e integrarlo en sus programas de capacitación, brindando apoyo para la incorporación, capacitación y mantenimiento continuo de los usuarios.

17. Seguimiento, evaluación y mejora. Recopilación de datos sobre el rendimiento del simulador y los resultados de los usuarios, análisis de los resultados para identificar

áreas de mejora e implementación de cambios en función de los comentarios y las mejores prácticas de la industria.

Tecnología y software

El desarrollo del simulador de control de cámara de máquinas online implicó el uso de una variedad de tecnologías, software y herramientas, que incluyen:

1. Infraestructura basada en la nube. Para respaldar la entrega escalable, accesible y confiable del simulador, se utilizó una infraestructura basada en la nube. La infraestructura basada en la nube admite software de simulación, identificación de usuarios y comunicación.

2. Software de simulación. Se utilizó un software especializado para crear simulaciones de alta fidelidad basadas en la física de las operaciones de la cámara de máquinas, lo que garantiza un modelo realista del buque simulado. El software de simulación también maneja los escenarios de entrenamiento.

3. Software de identificación de usuarios. Se creó el software para la identificación de los usuarios del simulador. A cada alumno se le asigna un identificador único y una estación de simulación al conectar el servidor de simulación basado en la nube. Las respuestas del servidor basado en la nube se organizan utilizando las credenciales mencionadas anteriormente.

4. Interfaz de usuario. Se crearon interfaces de usuario tanto para los alumnos como para los instructores. Las interfaces de instructor contienen los módulos para controlar la simulación. Las interfaces de instructor muestran a los alumnos en línea y ofrecen funciones para controlar el uso del simulador. Las interfaces de los alumnos contienen los controles esenciales para operar los sistemas del buque simulado.

5. Comunicación. Se estableció la comunicación entre los usuarios del simulador y el servidor basado en la nube. El software de simulación basado en la nube envía los cambios de estado de la simulación a los usuarios online. Las interfaces de usuario que visualizan el barco simulado escuchan y muestran constantemente los atributos evaluados por el modelo basado en el buque simulado.

6. Protocolos de transmisión de datos de baja latencia. Para garantizar la

interacción y la capacidad de respuesta en tiempo real en el simulador, se implementaron protocolos de baja latencia para la transmisión de datos entre el dispositivo del usuario y el servidor basado en la nube.

6. RETOS RECONOCIDOS

El proyecto MERSol está diseñado para proporcionar una formación realista a estudiantes y profesionales de ingeniería marina. Algunos desafíos reconocidos que este proyecto puede enfrentar incluyen:

Desafíos técnicos

1. Garantizar una conectividad estable y fiable para todos los usuarios. Este problema se vio agravado por el hecho de que los aprendices marítimos a menudo se encuentran en áreas remotas con una infraestructura de Internet limitada. Para abordar esto, implementamos un mejor manejo de la conectividad y guardamos el estado de la simulación en el servidor y también optimizamos el uso del ancho de banda del simulador.

2. Latencia. La migración a la nube introdujo una latencia adicional debido a la mayor distancia entre los usuarios y el servidor que aloja la simulación. Para minimizar la latencia, sugerimos usar redes de entrega de contenido (CDN) para distribuir los recursos del simulador más cerca de los usuarios e implementar protocolos de baja latencia para la transmisión de datos.

3. Asegurar la confiabilidad constante del servidor. El tiempo de inactividad frecuente del servidor o los problemas de rendimiento pueden tener graves consecuencias para los programas de capacitación y la satisfacción del usuario. Para abordar este problema, sugerimos adoptar una arquitectura de varios servidores con mecanismos automáticos de conmutación por error, lo que garantizaría que, si un servidor tuviera problemas, el sistema cambiaría automáticamente a otro servidor, manteniendo la disponibilidad del simulador. Surgieron problemas geográficos debido a las diversas ubicaciones de los usuarios e instituciones que participan en la capacitación online del simulador de control de cámara de máquinas.

Desafíos pedagógicos

1. Encontrar el equilibrio adecuado entre el conocimiento teórico y las habilidades prácticas. Aunque el simulador en línea proporciona un entorno interactivo para aprender las operaciones de la sala de máquinas, es esencial garantizar que los alumnos

también adquirieran una base teórica sólida. Para abordar este desafío, trabajamos en estrecha colaboración con los socios de las escuelas marítimas para integrar el simulador en un plan de estudios integral que combina lecciones teóricas con ejercicios prácticos en el entorno simulado. Esto permitió a los alumnos aplicar sus conocimientos teóricos en tiempo real, mejorando su comprensión del tema y desarrollando sus habilidades prácticas simultáneamente.

2. Mantener el compromiso de los alumnos y promover el aprendizaje activo fue otro desafío al que nos enfrentamos. La naturaleza en línea del simulador podría llevar potencialmente a que los alumnos se conviertan en observadores pasivos en lugar de participantes activos. Para superar esto, colaboramos con nuestros socios de la escuela marítima para diseñar actividades y escenarios de aprendizaje atractivos dentro del simulador.

3. Tener en cuenta las diversas necesidades y preferencias de aprendizaje de los alumnos. Para abordar esto, trabajamos con nuestros socios de escuelas marítimas para desarrollar un entorno de aprendizaje flexible y personalizable que pudiera satisfacer las necesidades individuales de los alumnos. Al incorporar una variedad de recursos de aprendizaje, los alumnos pueden concentrarse en las áreas en las que más necesitan mejorar.

4. La capacidad de evaluar el progreso del alumno y brindar retroalimentación significativa. Este fue otro desafío al que nos enfrentamos, ya que los métodos de evaluación tradicionales pueden no ser fácilmente aplicables en un entorno de simulación online.

Desafíos específicos de la industria

1. Garantizar que la simulación online proporcione una representación precisa y realista de las operaciones reales de la cámara de máquinas. Esto requirió una estrecha colaboración de los expertos e ingenieros de la escuela marítima para desarrollar un simulador que capturó los matices y las complejidades de las operaciones de la cámara de control de máquinas del mundo real. Al final, logramos ajustar las simulaciones en función de los comentarios para asegurarnos de que la experiencia imitara fielmente el comportamiento del equipo real.

2. La necesidad de proporcionar a los alumnos experiencia práctica en el manejo de equipos de cámara de máquinas. Aunque el simulador online ofrecía un entorno inmersivo, no podía replicar por completo las sensaciones táctiles asociadas con la manipulación física de la maquinaria. Esto debería mitigarse en el futuro complementando la capacitación online con la capacitación práctica en el equipo real.

3. La necesidad de cumplir con los estrictos estándares y regulaciones de la industria. Para cumplir con estos requisitos, el simulador debe seguir las pautas establecidas, como los Estándares de capacitación, certificación y guardia de mar (STCW) de la

Organización Marítima Internacional OMI.

4. La integración de nuestra simulación online con los planes de estudios de formación marítima existentes. Esta estrecha colaboración con las escuelas marítimas es necesaria para identificar posibilidades en sus programas actuales, así como diferentes oportunidades para mejorar los resultados del aprendizaje mediante el uso de nuestro simulador de control de cámaras de máquinas online.

7. ANÁLISIS DAFO DEL PROYECTO MERSol

Analizar exhaustivamente el trabajo del Simulador de control de cámara de máquinas y aclarar cómo los cambios en las clases presenciales, talleres, simuladores y otras clases prácticas que surgieron en medio de la pandemia de COVID-19 afectarían la evolución a largo plazo, fortalezas, debilidades, oportunidades, y el análisis de amenazas (DAFO) se realizó en las discusiones de este proyecto, así como en los resultados de investigación relacionados. Las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas del proyecto MERSol se enumeran en la tabla 7.1.

Tabla 7.1

DAFO-análisis del proyecto MERSol

<i>Fortalezas</i>	<i>Debilidades</i>
1. Flexibilidad y accesibilidad	1. Experiencia táctil limitada
2. Coste-efectividad	2. Dependencia de una conexión estable de internet
3. EscalabilidadE	3. Curva de aprendizaje tecnológico
4. Experiencia de aprendizaje personalizada	4. Integración el los planes de estudios actuales
5. Ambiente de simulación real	
<i>Oportunidades</i>	<i>Amenazas</i>
1. Expansión en los nuevos mercados	1. Herencia del entrenamiento tradicional
2. Avance tecnológico	2. Desafío regulatorio
3. Colaboraciones y socios	3. Tecnología obsoleta
4. Incremento del aprendizaje online	4. Riesgo cibernético
5. Inovador y atractiva solución de entrenamiento	5. Incertidumbre económica

1.1.1. Fortalezas del proyecto MERSol:

1.1.2. 1. Flexibilidad y accesibilidad. El simulador de control de cámara de máquinas es lo suficientemente flexible como para adaptarse a diferentes escenarios y necesidades de capacitación. Permite a los instructores personalizar los programas y escenarios de capacitación para adaptarse a los diferentes requisitos de capacitación. La naturaleza online del simulador de control de cámara de máquinas permite a los alumnos y las escuelas marítimas acceder a la plataforma de formación desde cualquier lugar y en cualquier momento, lo que proporciona una flexibilidad

y una comodidad incomparables.

1.1.3. 2. Rentabilidad. El simulador ayuda a reducir los costes asociados a la formación marítima tradicional, como los gastos de viaje, el alojamiento y las instalaciones de formación física, lo que lo convierte en una opción atractiva tanto para las escuelas como para los alumnos.

1.1.4. 3. Escalabilidad. La infraestructura basada en la nube del simulador le permite acomodar una gran cantidad de alumnos simultáneamente, lo que permite una fácil expansión y adaptación para satisfacer las crecientes demandas de la industria marítima.

1.1.5. 4. Experiencias de aprendizaje personalizables. El simulador ofrece una gama de recursos de aprendizaje, niveles de dificultad ajustables y rutas de aprendizaje personalizadas, que se adaptan a las diversas necesidades y preferencias de los alumnos.

1.1.6. 5. Entorno de simulación realista. La alta fidelidad de la simulación con base física en el aprendizaje brindan a los alumnos una experiencia de aprendizaje inmersiva y auténtica, replicando de cerca las operaciones de la cámara de máquinas del mundo real.

1.1.7. Debilidades del proyecto MERSol:

1.1.8. 1. Experiencia táctil limitada. El simulador online no puede replicar completamente la experiencia práctica de interactuar físicamente con la maquinaria de la sala de máquinas, lo que puede afectar el desarrollo de habilidades prácticas.

1.1.9. 2. Dependencia de una conectividad a Internet estable. La eficacia del simulador se basa en una conectividad a Internet estable, lo que puede plantear desafíos para los alumnos en áreas remotas o con infraestructura limitada.

- 1.1.10. 3. Curva de aprendizaje tecnológico. El simulador requiere que los alumnos dominen el uso de la tecnología digital, lo que puede presentar una curva de aprendizaje para algunas personas, en particular aquellas con experiencia limitada en el uso de plataformas de aprendizaje en línea.
5. Integración con los currículos existentes. La integración perfecta del simulador online con los planes de estudios de formación marítima existentes puede ser un desafío para algunas instituciones, lo que requiere una estrecha colaboración y adaptación.

Oportunidades del proyecto MERSol:

1. Expansión a Nuevos Mercados. El simulador de control de cámara de máquinas online tiene el potencial de ser utilizado no solo en la industria marítima sino también en otros sectores, como la ingeniería eléctrica, los campos ambientales, la ingeniería civil, la atención médica y los servicios sociales.
2. Avances tecnológicos. A medida que la tecnología continúa evolucionando, existen oportunidades para mejorar aún más las características y capacidades del simulador, como la integración de componentes de realidad virtual (VR) o realidad aumentada (AR) para crear experiencias de aprendizaje aún más inmersivas.
3. Colaboraciones y asociaciones. Al formar asociaciones estratégicas con escuelas marítimas, partes interesadas de la industria y proveedores de tecnología, el simulador puede continuar evolucionando y abordar las necesidades cambiantes del panorama de capacitación marítima.
4. Aumento de la adopción del aprendizaje en línea. A medida que más instituciones educativas reconocen los beneficios del aprendizaje en línea, existe una oportunidad creciente para que el simulador de control de cámara de máquinas online se convierta en una parte integral de los programas de capacitación marítima en todo el mundo.
5. Solución formativa innovadora y atractiva. La gamificación es una técnica popular utilizada en el aprendizaje online para involucrar a los alumnos y motivarlos a participar activamente en el proceso de aprendizaje. En un proyecto online de simulador de control de cámara de máquinas, la gamificación se puede usar para crear escenarios interactivos, tablas de clasificación, recompensas e insignias que animen a los alumnos a completar módulos de capacitación y evaluaciones.

Amenazas del proyecto MERSol:

1. Patrimonio de la formación tradicional. Los proveedores tradicionales de

formación marítima pueden ver el simulador de control de cámara de máquinas online como una herramienta de aprendizaje demasiado novedosa, lo que genera resistencia o renuencia a adoptar la nueva tecnología.

2. Desafíos regulatorios. Asegurar el cumplimiento de los estrictos estándares y regulaciones de la industria, como los establecidos por la Organización Marítima Internacional (OMI) y varias sociedades de clasificación, puede presentar desafíos continuos para el simulador.

3. Obsolescencia tecnológica. Los rápidos avances tecnológicos pueden requerir actualizaciones y mejoras constantes en el simulador para garantizar que siga siendo relevante y efectivo en el vertiginoso panorama digital.

4. Riesgos de Ciberseguridad. Como plataforma en línea, el simulador de control de cámara de máquinas puede ser susceptible a riesgos de ciberseguridad, lo que requiere medidas de seguridad sólidas para proteger los datos del usuario y la integridad del sistema.

5. Incertidumbres Económicas. Las fluctuaciones en la economía global o los cambios en la industria marítima podrían afectar la demanda de capacitación marítima, afectando la adopción y el éxito del simulador de control de cámara de máquinas online.

Al comprender las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas de nuestro proyecto, podemos tomar decisiones informadas sobre el desarrollo futuro del simulador, abordar los desafíos existentes y capitalizar las oportunidades emergentes. Esto nos permitirá continuar brindando una herramienta de aprendizaje efectiva, atractiva y de alta calidad para la industria marítima y más allá.

Al realizar un análisis DAFO, hemos identificado las principales fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas asociadas con nuestro simulador de control de cámara de máquinas online. Este análisis proporciona información valiosa sobre las áreas en las que sobresalimos, las áreas que necesitan mejorar y las posibles vías de crecimiento y desarrollo.

8. MEJORES PRÁCTICAS

Este capítulo analiza las mejores prácticas empleadas en el desarrollo e implementación del simulador de control de cámara de máquinas online, centrándose en el consorcio; diseño curricular, colaboración entre instituciones y expertos en la materia, mecanismos de evaluación y retroalimentación, y la importancia de la mejora continua y la adaptación.

1. Consorcio

El consorcio en el proyecto MERSol es un grupo de organizaciones que trabajan juntas para desarrollar e implementar el simulador. Hay varias ventajas de usar un consorcio para el proyecto MERSOL. Éstas incluyen:

- Recursos compartidos. Al poner en común sus recursos, los miembros del consorcio pueden compartir los costos y la carga de trabajo del desarrollo del simulador. Esto hace que el proyecto sea más asequible y permite pruebas y desarrollo más extensos.

- Acceso a la experiencia. Un consorcio reúne a expertos de diferentes campos, como desarrollo de software, capacitación marítima y operaciones de sala de máquinas. Esto da como resultado un simulador más completo y efectivo.

- Mayor credibilidad. Al tener múltiples organizaciones involucradas en el proyecto, el simulador gana mayor credibilidad y reconocimiento en la industria.

- Colaboración. Un consorcio fomenta la colaboración y la cooperación entre sus miembros, lo que puede conducir a una mejor comunicación y procesos de desarrollo más eficientes.

- Flexibilidad. El consorcio está diseñado para permitir flexibilidad en el proceso de desarrollo, lo cual es útil cuando se enfrentan retos inesperados o cambios en el alcance del proyecto.

2. Diseño curricular

Un aspecto crucial del éxito del simulador de control de cámara de máquinas online es su integración en un plan de estudios integral de capacitación

marítima. En el proceso de diseño se siguieron las siguientes mejores prácticas:

- Alinearse con los estándares y regulaciones de la industria. Garantizar que el software cumpla con los requisitos curriculares establecidos por la Organización Marítima Internacional (IMO), los Estándares de Capacitación, Certificación y Guardias de Mar (STCW) y otras autoridades relevantes.

- Equilibrar conocimientos teóricos y habilidades prácticas. Integrar el simulador en un plan de estudios que combina lecciones teóricas con ejercicios prácticos, lo que permite a los alumnos aplicar sus conocimientos en tiempo real y desarrollar sus habilidades prácticas simultáneamente.

- Personalización de las experiencias de aprendizaje. Crear un entorno de aprendizaje flexible y adaptable que satisfaga las diversas necesidades y preferencias de los alumnos, ofreciendo varios recursos de aprendizaje, niveles de dificultad ajustables y rutas de aprendizaje personalizadas.

3. Colaboración entre instituciones y pymes

El desarrollo y la implementación del simulador de control de cámara de máquinas online se basó en gran medida en la colaboración entre las escuelas marítimas, los expertos en la materia y las partes interesadas de la industria. Se emplearon las siguientes mejores prácticas:

- Involucrar a las partes interesadas en las primeras etapas del proceso de desarrollo. Involucrar a las partes interesadas clave desde la etapa de conceptualización aseguró que sus conocimientos y experiencia se consideraran durante todo el proceso de diseño y desarrollo.

- Establecimiento de canales de comunicación claros. Mantener una comunicación abierta y transparente con todos los socios facilitó el intercambio de ideas, comentarios e inquietudes, lo que llevó a mejores resultados de diseño de software.

- Fomentar una cultura de colaboración. Fomentar el trabajo en equipo, el intercambio de conocimientos y el apoyo mutuo entre todas las partes involucradas en el proyecto creó un ambiente de trabajo positivo que contribuyó

al éxito general del simulador.

4. Mecanismos de evaluación y retroalimentación

Los mecanismos efectivos de evaluación y retroalimentación son esenciales para evaluar el progreso de los alumnos y proporcionar una guía significativa para mejorar su experiencia de aprendizaje. Se siguieron las siguientes mejores prácticas:

- Revisar y actualizar regularmente el contenido de aprendizaje. Garantizar que el contenido de aprendizaje permanezca actualizado y relevante mediante la incorporación de nuevos desarrollos, regulaciones y mejores prácticas de la industria.

- Adoptar los avances tecnológicos. Adoptar tecnologías emergentes para mejorar las características y capacidades del simulador y crear experiencias de aprendizaje más inmersivas.

- Fomentar la retroalimentación y participación de los usuarios. Buscar activamente aportes de los alumnos, instructores y partes interesadas para identificar áreas de mejora e implementar cambios que mejoren la experiencia del usuario y la efectividad del simulador.

Al seguir estas mejores prácticas en el diseño del plan de estudios, la colaboración, la evaluación y la mejora continua, el simulador de control de cámara de máquinas online puede proporcionar una experiencia de aprendizaje efectiva, atractiva y de alta calidad para los aprendices y respaldar las necesidades de capacitación continua de la industria marítima.

SOBRE LOS AUTORES

El proyecto involucra a cinco HEI (instituciones de educación superior) relevantes y dos PYMES en la UE y en Ucrania, cada uno de los cuales aporta la experiencia necesaria para implementar el programa de trabajo.

Las habilidades, la experiencia y el apoyo administrativo de cada socio están claramente identificados en la propuesta. El papel de las PYMES es vital en la experiencia técnica y el desarrollo de la versión online del simulador.

Los socios asociados incluyen partes interesadas relevantes en el campo. La Universidad de Ciencias Aplicadas de Satakunta (SAMK) de Finlandia tuvo el papel principal para establecer el consorcio, ya que esta solicitud de proyecto se envió a la Agencia Nacional de Educación de Finlandia, Opetushallitus. SAMK invitó a socios de formación marítima de Lituania, Lietuvos aukstoji jureivystes mokykla (Academia Marítima de Lituania, Klaipeda), España, Universitat Politecnica de Catalunya (Facultad de Náutica de Barcelona) Turquía, T. C. Piri Reis Universitesi (Universidad Marítima de Piri Reis, Estambul) y Ucrania (Academia Marítima del Estado de Kherson, Kherson) para unirse como especialista en ingeniería marina. También se invitó a dos PYMES; el fabricante de simuladores Image Soft Ltd. de Finlandia, y el especialista en herramientas de enseñanza online Spinaker proizvodnja trgovina in trzenje doo de Eslovenia. Algunos de los socios del proyecto ya habían compartido proyectos ERASMUS+ durante casi 20 años, y algunos habían tenido cooperación bilateral previa, pero también había nuevos socios en ERASMUS+ en el consorcio, que luego se encontró fuerte para preparar la aplicación real.

BIBLIOGRAFÍA Y DESCARGAS

1. Albayrak, T. and Ziarati, R. (2010), Training: Onboard and Simulation Based Familiarisation and Skill Enhancement to Improve the Performance of Seagoing Crew. *International Conference on Human Performance at Sea HPAS 2010, 16th-18th June 2010, Glasgow, Scotland, UK*. Available at https://www.academia.edu/20283570/Training_Onboard_And_Simulation_Based_Familiarisation_And_Skill_Enhancement_To_Improve_The_Performance_Of_Seagoing_Crew.
2. Heikki Koivisto, German de Melo, Taner Albayrak, Gintvile Simkoniene, Artem Ivanov, (2022). Maritime Engine Room Simulator online – MERSol. *MT'22. 9th International Conference on Maritime Transport. June 27-28, 2022, Barcelona, Spain*. Available at https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/369100/OK_35_MERSol_Maritime_Engine_Room_Simulator_online_MT22_.docx.pdf?sequence=1.
3. Maritime Engine Room Simulator On-Line application: 2020-1-FI01-KA226-HE-092597. Available at <https://erasmus-plus.ec.europa.eu/projects/search/details/2020-1-FI01-KA226-HE-092597>.
4. IMO model course 2.07 Engine-room simulator, 2017 edition.
5. Image Soft Ltd: Engine room simulation of a research vessel. Available at <https://imagesoft.fi/product/is-engine-room-simulator/>.
6. IMO 2020, The impact of COVID-19 on maritime education and training. Maritime Safety Committee 102nd session, Agenda item 22, MSC 102/INF.25,14 October 2020.
7. Presentation of the Maritime Logistics Research Center's projects at Maritime Network Day 4 November 2021. In the project presentation: MERSol. Available at <https://www.youtube.com/watch?v=CIRvFqW4kGM>.
8. MERSol moodle platform. Available at <https://samkmoodle.samk.fi/enrol/index.php?id=420>