



Universidad de Oviedo

Memoria del Trabajo Fin de Máster realizado por

IRANTZU FURUNDARENA DOVAL

para la obtención del título de

Máster en Ingeniería de Automatización e Informática Industrial

**DESARROLLO DEL SISTEMA INTEGRADO DE
AUTOMATIZACIÓN DE UN BUQUE**

JUNIO 2015

TRABAJO FIN DE MASTER

Junio 2015

**DESARROLLO DEL SISTEMA INTEGRADO DE
AUTOMATIZACIÓN DE UN BUQUE**

ÍNDICE DE DOCUMENTOS

DOCUMENTO 1. MEMORIA

DOCUMENTO 2. PLANIFICACIÓN Y PRESUPUESTO

DOCUMENTO 3. CONFIGURACIÓN DE EQUIPOS

Y PROGRAMACIÓN

DOCUMENTO 4. MANUAL DEL OPERARIO

DOCUMENTO 5. ANEXOS

Autora: Irantzu Furundarena Doval

Directora: Reyes Poo Argüelles

TRABAJO FIN DE MASTER
JUNIO 2015

**DESARROLLO DEL SISTEMA INTEGRADO DE
AUTOMATIZACIÓN DE UN BUQUE**

DOCUMENTO 1. MEMORIA

Autora: Irantzu Furundarena Doval

Directora: Reyes Poo Argüelles

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	3
1.1 Información GeneralL.....	3
1.2 Información del Buque.....	3
1.2.1 Posicionamiento Dinámico.....	4
1.3 Avrebiaturas.....	5
1.4 Objeto del Proyecto.....	5
1.5 Requisitos de Diseño.....	6
2. IAS – SISTEMA INTEGRADO DE AUTOMATIZACIÓN.....	7
2.1 Descripción.....	7
2.2 Componentes del IAS.....	8
2.3 Arquitectura del Sistema.....	9
2.3.1 Nivel de campo.....	10
2.3.2 Nivel de control.....	10
2.3.3 Nivel de supervisión.....	11
2.3.4 Redes de comunicación.....	12
3. IAS – INTERFACE DE USUARIO.....	13
3.1 Clases de los elementos de control y monitorización.....	13
3.2 Código de colores. tuberías.....	15
3.3 Pantallas de Proceso.....	15
3.4 Workspace.....	16
3.5 Overview.....	16
3.6 Pantallas de Propiedades.....	17
4. IAS - CONTROL Y MONITORIZACIÓN DE LOS SISTEMAS PRINCIPALES Y AUXILIARES DEL BUQUE.....	18
4.1 Aspectos Generales.....	18
4.2 PMS.....	19
4.2.1 Planta Eléctrica.....	19
4.2.2 Motores Diésel Principales.....	20
4.2.3 Generadores.....	20
4.2.4 Función del PMS – Arranque/ parada automáticos de motores en función de la demanda....	21
4.2.5 Función del PMS – “Blackout recovery”.....	21
4.2.6 Función del PMS – Limitación de potencia.....	22
4.3 Propulsión.....	22
4.4 Sistema de Aire Comprimido.....	23
4.5 Sistema de Ventilación y de Aire Acondicionado.....	24
4.6 Sistema de Amarre.....	24
4.7 Sistema de Refrigeración de Agua Dulce.....	24
4.8 Sistema de Combustible.....	25
4.9 Sistema de Sentinas.....	25
4.10 Sistema de Lastre.....	26
4.11 Otros sistemas con monitorización.....	27
5. IAS – OTRAS FUNCIONALIDADES.....	27

5.1	Gestión de Alarmas	27
5.2	Extensión del sistema de alarmas – paso de guardia	29
5.3	Sistema de hombre muerto.....	30
6.	PLANIFICACIÓN Y PRESUPUESTO	30
7.	CONCLUSIONES	30

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Datos del buque	4
Tabla 2	Código de colores de los estados de los objetos	13
Tabla 3	Código de colores de tuberías y elementos estáticos	15
Tabla 4	Código de colores de alarmas	28

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1	Buque multipropósito	3
Fig. 2	Ejemplo de integración de equipos del IAS	7
Fig. 3	Arquitectura del sistema	9
Fig. 4	Módulos de E/S en chasis remoto	10
Fig. 5	PLC con CPU redundante	10
Fig. 6	Servidor, panel de alarmas y estación de trabajo.....	11
Fig. 7	Conectores de Controlnet redundante y switch Ethernet.....	12
Fig. 8	resumen de objetos más comunes	14
Fig. 9	Pantalla de proceso.....	16
Fig. 10	Overview	16
Fig. 11	Pantalla de propiedades	17
Fig. 12	Modos de control.....	18
Fig. 13	Pantalla configuración PMS	21
Fig. 14	Elementos de gestión de alarmas en el overview.....	27
Fig. 15	Listado de alarmas	28
Fig. 16	Paso de guardia y temporizador hombre muerto	29

1. INTRODUCCIÓN

1.1 INFORMACIÓN GENERAL

En los buques de servicio en alta mar hay muchos parámetros que tienen que estar controlados y monitorizados, desde temperaturas, presiones, niveles de tanques, etc. hasta el control de los motores diésel, maquinaria o equipos auxiliares.

Como en cualquier ámbito, en los buques también se tiene como objetivo principal mejorar la eficiencia y fiabilidad de los sistemas, reducir el número de personal a bordo y mejorar la calidad del trabajo de los operarios (instalaciones más seguras, sistemas flexibles, reducción de tiempo y dinero de mantenimiento,...). Esto se lleva a cabo de manera cada vez más avanzada mediante los sistemas automatizados, que facilitan la monitorización y control de la mayoría de sistemas y elementos del buque y favorecen el concepto de “máquina desatendida”.

Se denomina buque con “máquina desatendida” a aquel cuyos espacios de maquinaria pueden funcionar sin asistencia de personal en condiciones de navegación y maniobra (incluidas las de emergencia). El control y la monitorización de la maquinaria y de los sistemas principales se lleva a cabo desde los paneles de control montados sobre consolas en diferentes estancias del barco (Puede de mando, cabina de control,...)

Los sistemas más modernos de automatización y control abordo son sistemas completamente integrados que cubren diferentes aspectos de las operaciones del buque, incluyendo el sistema de alarmas, la gestión de la energía generada, arranque/parada de los motores diésel, control de los sistemas principales del buque, sistema de “hombre muerto”, etc.

1.2 INFORMACIÓN DEL BUQUE

El buque para el que se desarrolla el sistema integrado de automatización es un buque multipropósito destinado a trabajos de tendido de cable o depósito de rocas en alta mar. Dependiendo del trabajo que se requiera realizar, se podrá dotar al buque con los equipamientos adecuados para cada caso.

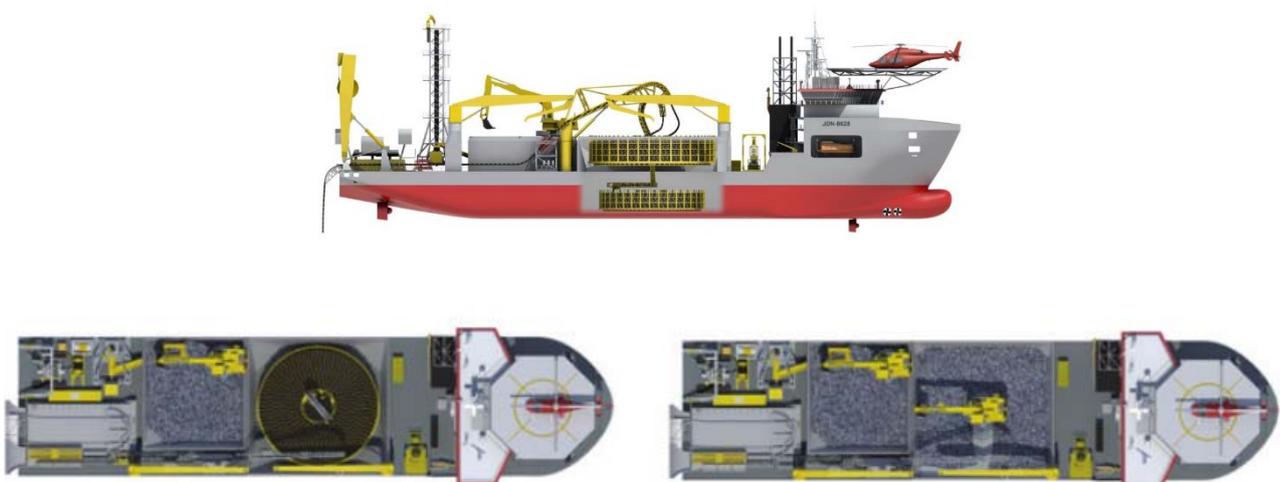


Fig. 1 Buque multipropósito

Los datos más importantes del buque son los siguientes:

Sociedad de Clasificación	GL
Tipo de buque	Multipropósito
Posicionamiento Dinámico	DP2
Eslora total	138 m
Manga cubierta principal	32 m
Calado máximo	11 m
Peso muerto	12.500 ton
Capacidad cable	4.500 ton + 5.000 ton
Capacidad transporte de roca	10,000 ton
Potencia propulsora	2 x 3000 kW
Potencia hélices túnel	2 x 1500 kW
Potencia hélice retráctil	1 x 2000 kW
Potencia diésel instalada	11.88 kW (4 x 2970 kW)
Potencia de emergencia	250 kW
Velocidad	12,5 nudos
Tripulación	50 personas

Tabla 1 Datos del buque

1.2.1 Posicionamiento Dinámico

Existen 2 modos de operación para este buque, dentro de estos modos de operación se tiene:

- Modo 1: Navegación.
- Modo 2: DP o posicionamiento dinámico del buque.

El principal objetivo del modo de Posicionamiento Dinámico es mantener el buque en una posición exacta mediante los sistemas de propulsión del barco. El buque está dotado con tecnología DP compuesta de diferentes sofisticados sistemas (GPS diferencial, compás magnético, radar, sensores de viento, corriente, etc.) para que pueda conocerse su posición en todo momento, permitiendo la rápida corrección de la ésta y facilitando así trabajos que requieren mucha precisión como son los del tendido de cable.

Las altas exigencias de posicionamiento para llevar a cabo correctamente el trabajo requieren también características de diseño específicas en los diferentes componentes del barco, para evitar que algún fallo en la maquinaria o en alguno de los sistemas pueda afectar al posicionamiento. Hay tres categorías DP1, DP2, y DP3 (de menos a más exigente), este buque tiene categoría DP2.

La categoría DP2 garantiza el control automático de la posición bajo unas condiciones meteorológicas máximas conocidas, durante y después del fallo de cualquier elemento individual del sistema (se excluye pérdida completa de un compartimento por incendio o inundación). Para poder garantizar el control se requiere un nivel alto de redundancia a diferentes niveles, redundancia de equipos de posicionamiento, de maquinaria en los diferentes sistemas, de los sistemas de generación y distribución de energía, etc. El barco está dotado del equipamiento necesario para que en caso de que falle algún elemento en babor pueda aislar los fallos y seguir su operación únicamente con los equipos en estribor (y viceversa), muchos de los sistemas son simétricos duplicando sus elementos para PS y SB (babor / estribor).

Para el diseño del IAS hay que tener en cuenta este requisito de redundancia. Se dispondrá tanto de controladores y servidores redundantes (configuración Master/Backup) como de redes de comunicación redundantes, se detallará en posteriores apartados.

1.3 ABREVIATURAS

IAS: Integrated Automation System – Sistema Integrado de Automatización

DP: Dynamic Positioning – Posicionamiento Dinámico

PS: Portside – Babor

SB: Starboard – Estribor

MSB: Main Switchboard – Cuadro de distribución principal

ASB: Auxiliary Switchboard - Cuadro de distribución auxiliar

LSB: Lighting Switchboard - Cuadro de distribución para el alumbrado

ESB: Emergency Switchboard - Cuadro de distribución de emergencia

ME: Main Engine – Motor diésel principal

PLC: Programmable Logic Controller - Controlador Lógico Programable

SCADA: Supervisory Control And Data Acquisition - Supervisión, Control y Adquisición de Datos

P&ID: Piping and Instrumentation Diagram - Diagrama de Tuberías e Instrumentación

1.4 OBJETO DEL PROYECTO

Este proyecto tiene como objetivo desarrollar el sistema integrado de automatización (IAS) de un buque multipropósito destinado a trabajos de tendido de cable y depósito de rocas. Se realizará la configuración y montaje de los equipos y la programación del sistema para las FAT (Factory Acceptance Test)

Para el desarrollo del proyecto se llevan a cabo las siguientes tareas

- Estudiar la documentación de partida de cada sistema, de los equipos externos al IAS, etc. (información entregada por el astillero)
- Estudiar los planos P&ID de los diferentes sistemas del buque (planos entregada por el astillero)
- Preparar los mímicos partiendo de los planos y la I/O list (información entregada por el astillero)
- Programar el sistema SCADA
- Programar las funciones del IAS en los PLCs
- Configurar los servidores
- Configurar las estaciones de trabajo (clientes)
- Configurar las redes de comunicación
- Configurar hardware y módulos de comunicación desde/hacia sistemas externos al IAS
- Programar las funciones del IAS en los PLCs
- Montaje de todo el sistema
- Preparar documentación para el cliente: Descripción del IAS, Manual de operador

El proyecto se ha llevado a cabo en colaboración con un grupo compuesto por dos personas, la proyectante y un ingeniero de proyectos de la empresa.

Ver documento 2. *“Planificación y presupuesto”*, apartado *“1.1. Tareas detalladas”*

1.5 REQUISITOS DE DISEÑO

El diseño del IAS tiene que cumplir las especificaciones y requisitos detallados por parte del astillero y del armador. Dichas especificaciones cubren aspectos tales como número y características de equipos, características de las redes de comunicación, ubicación de equipos en el buque, funcionamiento de los sistemas del buque, etc.

Los principales requisitos que afectan al diseño del IAS son:

- Redundancia de servidores y controladores
- Redes de comunicación redundantes
- Sistema escalable. Fácilmente ampliable en caso de requerirlo
- Funcionamiento de los sistemas del buque. Se detalla en apartado *“4. IAS - Control y monitorización de los sistemas principales y auxiliares del buque”*

2. IAS – SISTEMA INTEGRADO DE AUTOMATIZACIÓN

2.1 DESCRIPCIÓN

El IAS o Sistema Integrado de Automatización es el sistema mediante el cual se controlan y monitorizan los principales sistemas del barco. Integra en un solo sistema las indicaciones y alarmas de los subsistemas y equipos para tareas específicas que dispone el buque, permite el control manual y automático de los principales elementos de los sistemas (bombas, válvulas, interruptores, compresores, etc.).

En el IAS está integrado también el PMS (Power Management System), encargado de gestionar la planta eléctrica. Sus funciones principales son gestionar la generación de potencia y prevenir y recuperar de manera rápida caídas de tensiones en los diferentes cuadros de la planta eléctrica.

El IAS se divide en tres niveles, nivel de campo, nivel de control y nivel de supervisión. Las características principales a tener en cuenta a la hora de desarrollar el IAS son la fiabilidad y disponibilidad, para garantizar el buen funcionamiento de los sistemas en caso de ocurrir algún fallo en los equipos principales el IAS estará compuesto por equipos y redes redundantes:

- Servidores SCADA redundantes en configuración “Hot standby”. En esta configuración tanto el equipo primario (master) como el secundario (backup) están ejecutando la aplicación de manera sincronizada, los datos en el secundario son exactamente iguales a los del primario, ambos en tiempo real. Si el máster falla, el equipo backup pasa a tomar el control de manera automática. Una vez el equipo máster recupera su estado normal recuperará el control también de manera automática.
- PLCs redundantes también con configuración “Hot standby”.
- Redes de comunicación redundantes tanto entre equipos principales que comunican con los equipos de otros niveles como entre los equipos de cada nivel.



Fig. 2 Ejemplo de integración de equipos del IAS

En este proyecto el IAS no incluye la automatización de la parte de proceso (tendido de cable y rocas).

2.2 COMPONENTES DEL IAS

En sistema está compuesto básicamente de los siguientes elementos:

Nivel de campo

- Módulos de Entradas/Salidas distribuidos en diferentes espacios del buque: recogen las señales cableadas de los equipos de los diferentes sistemas del buque y de la planta eléctrica.
- PLCs encargados de las comunicaciones. En general comunican con los sistemas de control de los motores y propulsiones ubicados en PS y SB mediante Modbus y Profibus

Nivel de control

- PLC redundante de control (una CPU ubicada en PS y la otra en SB). Se encarga de recoger todas las señales que provienen del nivel de campo (tanto de los módulos de E/S como de los PLCs de comunicaciones), procesar la información y llevar a cabo todas las funciones de control.
- Red redundante Controlnet entre módulos distribuidos, PLCs de comunicaciones y PLCs de control (dos redes, PS y SB)

Nivel de supervisión

- Servidores SCADA redundantes (ubicados en diferentes espacios y conectados a diferentes switches)
- Estaciones de trabajo encargadas del control y monitorización
- Paneles de alarmas en camarotes y estancias principales
- Red redundante Controlnet entre los servidores, los PLCs de control y los paneles de alarmas
- Red Ethernet en anillo (funcionalidad de redundancia) que conecta las estaciones de trabajo con los servidores SCADA

2.3 ARQUITECTURA DEL SISTEMA

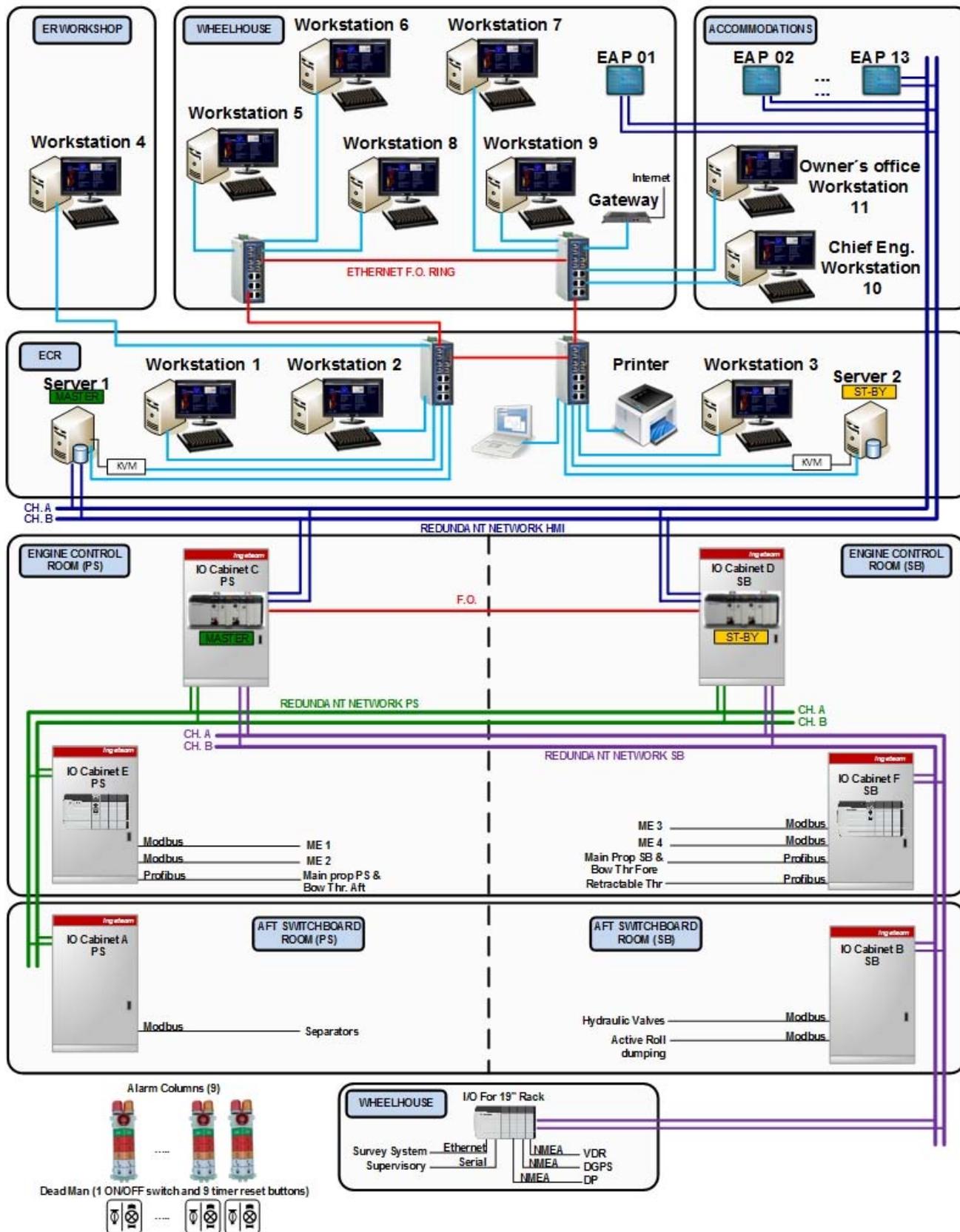


Fig. 3 Arquitectura del sistema

2.3.1 Nivel de campo

A nivel de campo se cuenta con 6 remotas (armarios donde van ubicados los módulos de E/S y los PLCs) “A, B, C, D, E, F” y un chasis de comunicaciones “Z”, distribuidos en los siguientes espacios:

- Cámara eléctrica de popa: Remota A en PS y B en SB
- Cámara de máquinas: Remotas C, CR y E en PS y D, DR y F en SB, aquí se tendrán módulos de E/S además de los PLCs de comunicaciones con motores y otros equipos (P2-PS y P3-SB)
- Puente de gobierno: chasis Z con los módulos de comunicación con el VDR (caja negra del buque) y con el DGPS (equipo de posicionamiento GPS)

Todos los chasis con módulos de E/S tendrán un primer módulo Controlnet para unirlo a la red de comunicaciones correspondiente (PS, SB o HMI) y un número variable de módulos de entradas/salidas digitales o analógicas. Los chasis con los PLCs de comunicaciones, tendrán módulos Modbus o Profibus a parte de éstos módulos.

En el documento 3 “Configuración de equipos y programación”, en el apartado “1.6.4. Configuración hardware” se detallan los módulos de cada remota en varias tablas

También se recomienda ver el documento 5 “Anexos”, “Anexo 3 Mímicos – 595 Controlnet network” y “Anexo 1 Arquitectura del sistema” y el documento 3 “Configuración de equipos y programación” apartado “3. Instalación de equipos → 3.1. PLC-CPU y Módulos IO”.

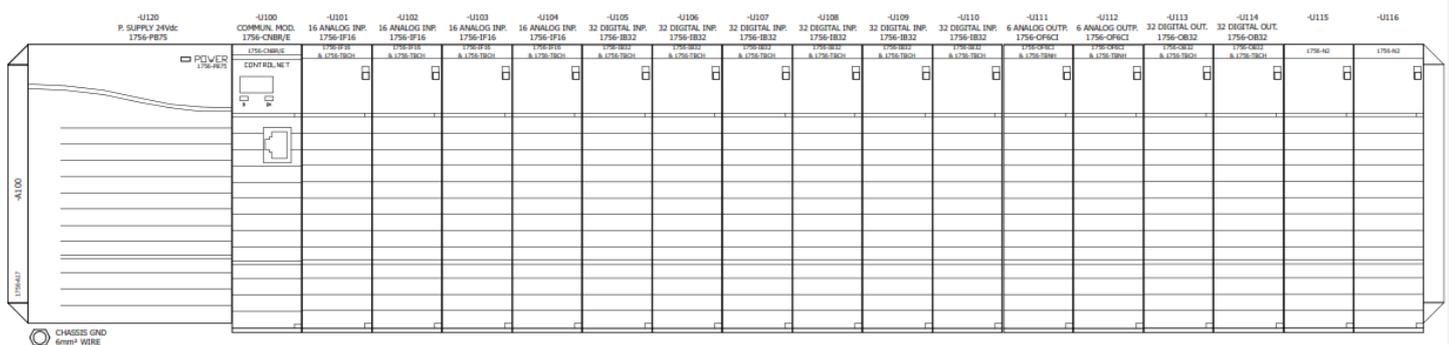


Fig. 4 Módulos de E/S en chasis remoto

2.3.2 Nivel de control

En el nivel de control tenemos dos chasis con las CPUs redundantes del PLC de control (P1-AMCS) ubicados en las remotas CR y DR. Como puede verse en la siguiente imagen estos chasis tendrán un primer módulo con la CPU, tres módulos Controlnet (uno por cada red PS, SB, HMI) ya que estarán conectados a las tres redes y un último módulo de redundancia.

El módulo de redundancia de cada chasis está conectado mediante fibra óptica.

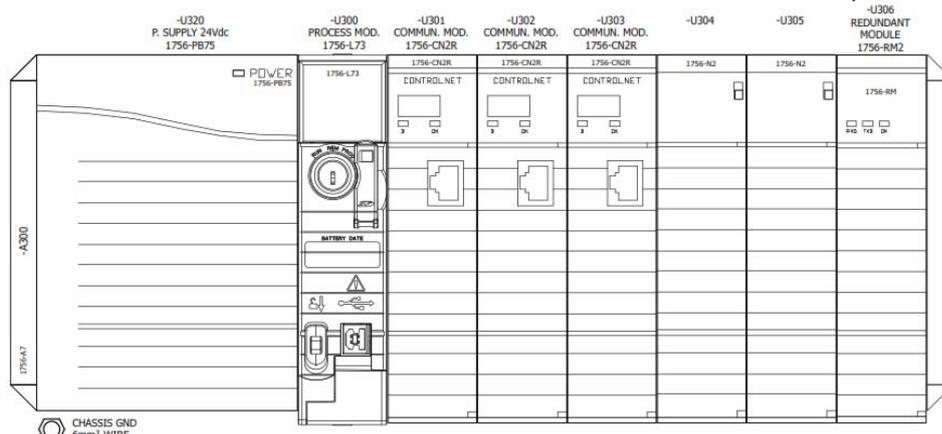


Fig. 5 PLC con CPU redundante

2.3.3 Nivel de supervisión

En el nivel de supervisión se cuenta con los siguientes equipos:

- Dos servidores redundantes. PCs con 8 GB de RAM, 2 tarjetas Ethernet (una exclusiva para la redundancia), una tarjeta Controlnet con dos conectores (A/B para Controlnet redundante). Los servidores están conectados mediante una tarjeta de red Ethernet dedicada.

Tienen instalado el software Cimplicity 9.0 server (SCADA) con licencia de desarrollo y runtime, el software RSLogix 5000 (Programación PLC) que además incluye el software RSNetworkx RSLinx (Comunicación Controlnet).

Tendrán también conectado un switch KVM (keyboard, video and mouse) para poder conectarse de manera remota desde cualquier equipo conectado a la red que disponga del software "VNC Viewer"

- 11 Estaciones de trabajo. Cada una de ellas tiene un PC con 4GB de RAM y 1 tarjeta Ethernet, un monitor de 19" un teclado y un ratón.
 - 5 en el puente de gobierno
 - 3 en la ECR (cámara de control de sala de máquinas)
 - 1 en el taller de sala de máquinas
 - 1 en la oficina del ingeniero jefe
 - 1 en la oficina del capitán

Tienen instalado el software Cimplicity 9.0 viewer (SCADA) con licencia de runtime.

- 1 impresora a color ubicada en la ECR
- 13 Paneles de alarmas
 - 11 en los camarotes principales
 - 1 en el bar
 - 2 en los comedores
 - 1 en la ECR
 - 1 en el puente de gobierno

Se recomienda ver el documento 5 "Anexos", "Anexo 3 Mímicos – 594 Ethernet network, 595 Controlnet network, 596-On duty panel", "Anexo 1 Arquitectura del sistema" y el documento 3 "Configuración de equipos y programación" apartado "3.Instalación de equipos".



Fig. 6 Servidor, panel de alarmas y estación de trabajo

2.3.4 Redes de comunicación

En el sistema hay 4 redes de comunicación, una red Ethernet y tres redes Controlnet (PS, SB y HMI).

La red Ethernet comunica todas las estaciones de trabajo con los servidores, además a esta red está conectada la impresora y se configura uno de los puertos para poder conectarse con un equipo portátil externo al IAS. Para la redundancia en esta red se ha optado por una arquitectura de 4 switches en anillo, cada switch está conectado a otros dos switches mediante fibra óptica. Los equipos se reparten entre los 4 switches, en caso de fallar uno de los switches se perderían los equipos conectados a él pero no la comunicación entre el resto de equipos. Los servidores master y backup irán conectados a diferentes switches.

En la remota C se añade un módulo Ethernet que irá conectado a uno de los switches, en caso de que se quiera poner online con alguno de los PLCs podrá hacerse mediante cualquier equipo conectado a la red Ethernet que disponga del software RSLogix 5000.

Las redes Controlnet son redes redundantes, cada nodo conectado a la red tiene dos conectores (canal A y canal B) que se conectarán a dos redes independientes. Todos los canales A irán conectados a la misma línea de red y los canales B a la otra línea de red.

- La red Controlnet PS conecta todos los chasis con módulos E/S de babor y el PLC de comunicaciones P2-PS con las dos CPUs del PLC de control P1-AMCS.
- La red Controlnet SB conecta todos los chasis con módulos E/S de estribor y el PLC de comunicaciones P3-sb con las dos CPUs del PLC de control P1-AMCS.
- La red Controlnet HMI conecta las dos CPUs del PLC de control P1-AMCS, los 13 paneles de alamas y los dos servidores.

Se recomienda ver el documento 5 “Anexos”, “Anexo 3 Mímicos – 594 Ethernet network y 595 Controlnet network”, “Anexo 1 Arquitectura del sistema” y el documento 3 “Configuración de equipos y programación” apartado “4.Configuración de comunicaciones”.

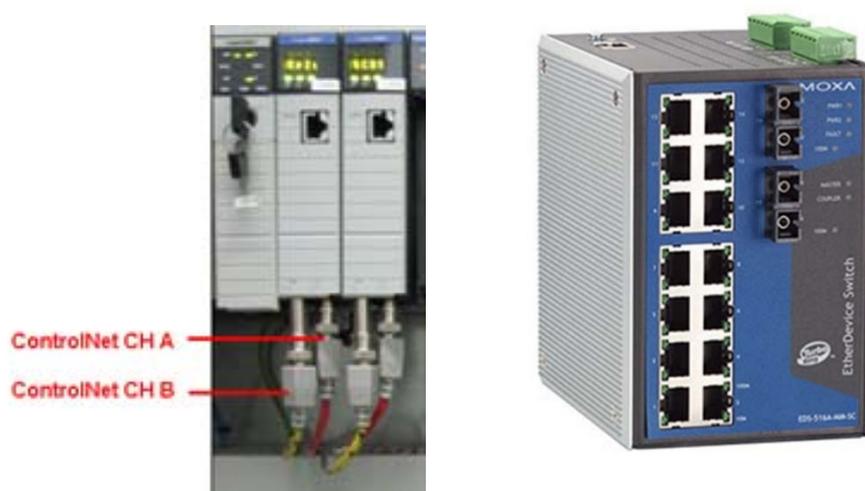


Fig. 7 Conectores de Controlnet redundante y switch Ethernet

3. IAS – INTERFACE DE USUARIO

El HMI o interface de usuario viene detallado en el documento 4 “Manual del operario”. En este apartado se van a indicar los aspectos más relevantes del HMI.

Se recomienda ver también el documento 5 “Anexos” “Anexo 3 – Mímicos” Donde pueden verse todos los mímicos del sistema.

El desarrollo des SCADA se ha llevado a cabo con el software CIMplicity 9.0, para ver en detalle el desarrollo del mismo ir al documento 3 “Configuración de equipos y programación” apartado “2.Programación del SCADA”

3.1 CLASES DE LOS ELEMENTOS DE CONTROL Y MONITORIZACIÓN

Los elementos más habituales de los sistemas a controlar/monitorizar tienen asignada una clase que tiene un elemento de programación asociado en el PLC (Add-on) y un objeto global asociado en el SCADA. Los elementos más comunes son los siguientes:

- Motores: ACM_K1S_ME
- Bombas: ACM_K1S
- Ventiladores: ACM_K1S / ACM_K2S / ACM_K1S_DSP
- Válvulas: EV_2H
- Interruptores: CB_2S / CB_2S_2T
- Variadores de frecuencia: DRV
- Señales digitales: DI_ST
- Señales analógicas: AI_GEN / AI_LEV

Se recomienda ver el documento 3 “Configuración de equipos y programación”, los apartados “1.2. Instrucciones tipo Add-On” y “2.6. Clases y Objetos”

Los objetos siguen un código de colores según su modo de funcionamiento y estado, que puede verse en la siguiente tabla.

COLOR	SIGNIFICADO
negro	Estado parado, "not running" "stopped", etc. (interior de símbolos)
azul oscuro	Objetos animados en estado activo, "running", "activated", "closed"
verde	Objetos animados en estado normal (señales digitales), para objetos con control indican modo automático.
magenta	Para cualquier objeto indica que la información no está disponible (cuando hay errores de comunicación por ejemplo)
amarillo	Para objetos con control, cuando no tienen el "Ready for Use"
rojo	Indica estado de alarma
gris claro	Para objetos animados en estado abierto (interruptores), en estado inactivo, elementos con control en modo manual

Tabla 2 Código de colores de los estados de los objetos

En la siguiente figura podemos ver un resumen del aspecto de estos elementos según el estado en el que se encuentren. Para más detalle ver el Documento 4 “Manual del operario” apartado “4.Clases de elementos”

	PUMPS / MOTORS	DIGITAL SIGNALS	CIRCUIT BREAKERS	ELECTROVALVES	DRIVES	RUNNING HOURS	ANALOG VALUES
NORMAL STATE	 MAN		 MAN		 MAN		
DISABLE	 MAN		 MAN		 MAN		
FAIL/WB/ALARM	 MAN		 MAN		 MAN		
NO RFU	 MAN		 MAN		 MAN		
OPEN			 MAN				
RUN RUN FAST RUN SLOW	 MAN  MAN  MAN				 MAN		
CLOSE			 MAN				
STOP	 MAN				 MAN		
AUTO							
LOCAL	 SWB		 SWB		 SWB		
WS	 WS			 WS			
OPENING							
CLOSING							
PRESSUMED OPEN/CLOSED							
OUT OF RANGE HIGH/LOW							 

Fig. 8 resumen de objetos más comunes

Estos objetos tienen además una pantalla de propiedades asociada, donde se ve información adicional que no se indica mediante los colores de estado y desde donde se puede dar órdenes al elemento (si es que dispone de las salidas correspondientes en el PLC). Esta pantalla aparecerá en la parte inferior del mímico cuando pulsemos sobre alguno de estos elementos.

La orla magenta que se puede ver en los objetos de la imagen anterior será visible únicamente en aquellos elementos que dispongan de control.

3.2 CÓDIGO DE COLORES. TUBERÍAS

Las líneas de tuberías de los sistemas representados en los mímicos siguen un código de colores según el fluido del sistema. Se detalla en la siguiente tabla

COLOR	SIGNIFICADO
Verde oliva	HFO (Heavy fuel oil)
Rojo oscuro	MDO (Marine Diesel Oil)
Naranja	Líneas de aceite lubricante (Lube Oil)
Azul oscuro	Líneas de agua salada
Azul claro	Líneas de agua dulce
Verde	Líneas de distribución de la planta eléctrica.
Blanco	Líneas que dibujen elementos (motores, anclas, compuertas,...), sistema de aire comprimido.
Marrón	Líneas de sentinas, deshechos, grasa, etc.

Tabla 3 Código de colores de tuberías y elementos estáticos

También se verán de estos colores los elementos estáticos de los que no se disponga señales de indicaciones, por ejemplo bombas, válvulas, filtros, etc. de los que no se tiene ninguna información pero que se añaden en los mímicos para que el sistema sea lo más claro posible para el operario.

3.3 PANTALLAS DE PROCESO

Las pantallas de proceso se dividen en tres partes:

- Overview: Zona superior, común a todas las pantallas. Muestra el número y nombre de la pantalla, el usuario actual, la última alarma generada, fecha y hora, etc.
- Workspace: Pantalla principal. En esta zona se verán los mímicos de los diferentes sistemas a controlar.
- Propiedades: Esta pantalla se mostrará en la parte inferior de la pantalla de proceso al seleccionar algún objeto global. En ella se recogen indicaciones e información específica del objeto seleccionado así como los elementos necesarios para cambiar el modo de funcionamiento (manual /automático) del objeto y los elementos para operar en modo manual (marcha/paro). En esta pantalla el operario podrá modificar los parámetros específicos para las alarmas de cada objeto (tiempo de transición máximo para marcha/paro, límites para alarmas H/L/HH/LL, etc.).

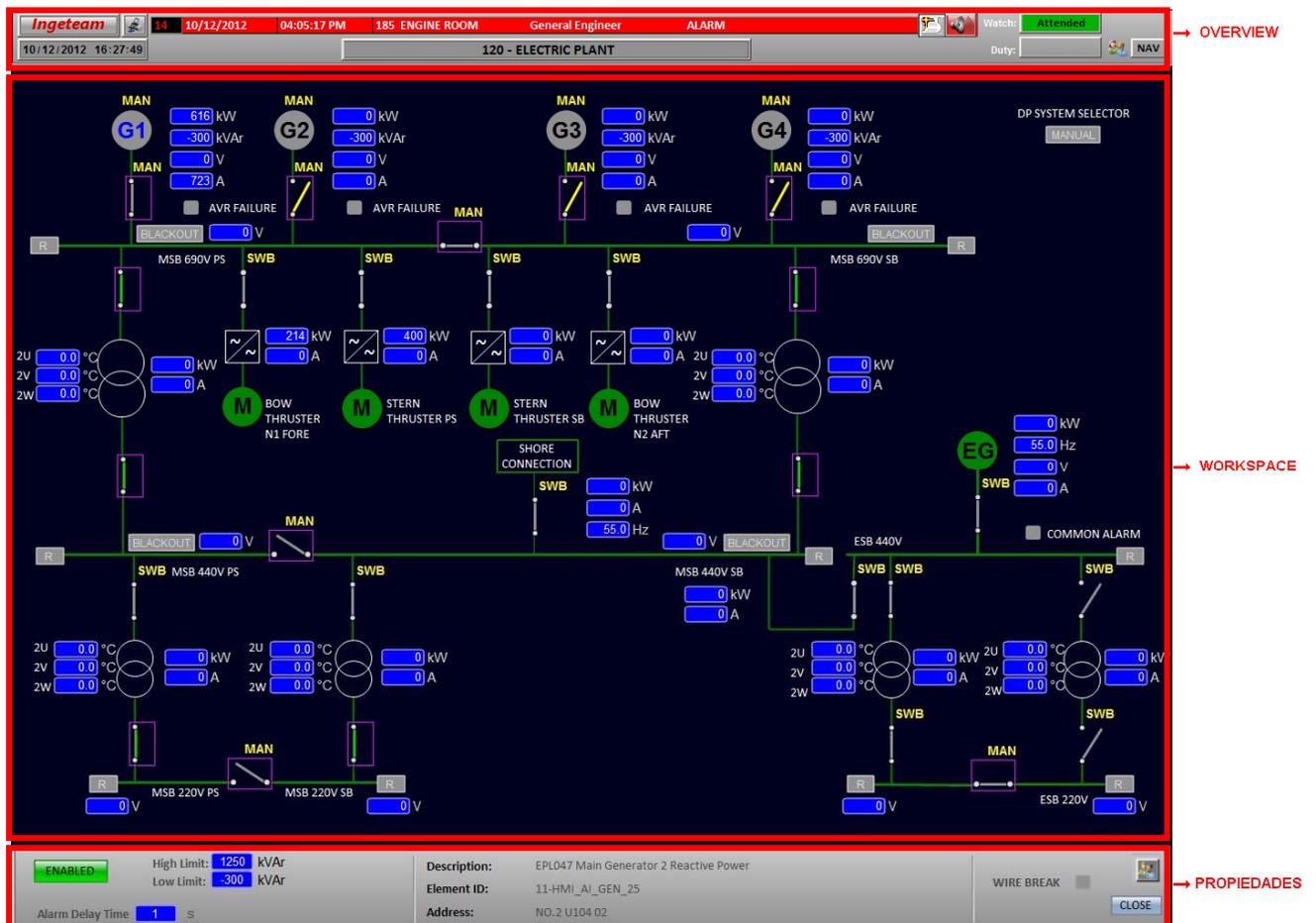


Fig. 9 Pantalla de proceso

3.4 WORKSPACE

Es la zona central de la pantalla, en ella se ubican las diferentes pantallas de operación, diagnóstico, etc. En el workspace se presenta un diagrama del sistema, con los elementos más importantes para que el operario pueda controlar/monitorizar de manera adecuada dicho sistema.

3.5 OVERVIEW

El overview se visualiza de forma continua en la parte superior de la pantalla. La información que muestra se detalla a continuación:



Fig. 10 Overview

- Icono Ingeteam: su función es volver a la pantalla inicial (main menu)
- Icono impresora. Permite capturar la pantalla actual, guardarla o imprimirla
- Fecha y hora: aparte de mostrar la fecha y hora actuales, pinchando sobre ellos se podrá modificar tanto la fecha y la hora como el huso horario. (Cambiándolo en un único cliente se sincronizarán todos los clientes).
- Última alarma: muestra la última alarma activada

- Título: muestra el título de la pantalla actual
- Icono de listado de alarmas: lleva a la pantalla de alarmas
- Icono de altavoz: “stop buzzer”. Parpadeará entre gris y rojo siempre que la bocina esté sonando (cuando se genera una alarma nueva). Un usuario engineer podrá parar la bocina de alarmas pulsando sobre éste icono.
- Watch: muestra el estado en el que se encuentra la sala de máquinas. Si la máquina se encuentra en modo atendido, el texto debe mostrar Attended sobre fondo verde; Si la máquina se encuentra en modo desatendido, el texto debe mostrar Unttended sobre fondo amarillo.
- Duty: muestra la persona que está de guardia si se está en modo máquina desatendida; si la máquina se encuentra en modo atendido, no se debe mostrar ningún texto; en cambio, si la máquina se encuentra en modo desatendido, se mostrará el texto con el nombre de la persona que está de guardia (en este caso el nombre del panel de alarma)
- Usuario: Muestra como información quien es el usuario de dicho cliente.

3.6 PANTALLAS DE PROPIEDADES

Cada pantalla de propiedades se ajusta a la información de cada objeto, por lo tanto las pantallas de diferentes tipos de elementos serán diferentes, incluso pantallas del mismo tipo de elemento podrán ser diferentes ya que mostrarán la información disponible específica de cada objeto.

Al seleccionar un elemento, aparecerá en la parte inferior la pantalla de propiedades permitiendo el control de elementos, visualización de información adicional de los mismos, así como configuración de parámetros (tiempo de retardo de alarmas, set-point de alarmas o la configuración de funcionamiento del PMS, por ejemplo). En caso de seleccionar un objeto global, la orla del objeto se pone de color blanco, y así sabemos cuál es el objeto al que pertenece la pantalla de propiedades.

Estas pantallas solo son visibles cuando se selecciona alguno de los elementos de la pantalla (siempre y cuando tengan asociada una pantalla de propiedades). La pantalla se cerrará mediante el botón de “close”, o pasado 10 segundos sin actividad (si se mantiene el cursor sobre la pantalla de propiedades ésta no se cerrará), cuando el operario pulse en el fondo de la pantalla de proceso, o cuando el operario seleccione otro objeto diferente (se cerrará la pantalla de propiedades actual y se abrirá la correspondiente al objeto seleccionado).

Dentro de la pantalla de propiedades existen tres zonas bien diferenciadas. Donde se pueden ver:

- Botones para deshabilitar el elemento, cambiar su modo de funcionamiento o mandarle órdenes. Set-points para las alarmas.
- Información del elemento, descripción y ID de elemento.
- Estado de señales asociadas al elemento



Fig. 11 Pantalla de propiedades

4. IAS - CONTROL Y MONITORIZACIÓN DE LOS SISTEMAS PRINCIPALES Y AUXILIARES DEL BUQUE

4.1 ASPECTOS GENERALES

Los elementos tales como bombas, ventiladores, válvulas, motores e interruptores se pueden controlar de diferentes maneras. Como puede verse en la siguiente figura, el control se puede llevar a cabo de manera local desde el cuadro o botoneras locales, o de manera remota desde el HMI.

Si el modo seleccionado es el remoto, hay a su vez dos modos de control; manual y automático. En el modo manual será el operario el que de las órdenes a los elementos desde sus pantallas de propiedades, y en modo manual el IAS dará las órdenes según las funciones programadas.

Los elementos que estén en local o en remoto manual tendrán visible junto a ellos una indicación de "SWB" o "MAN" respectivamente. En modo automático el elemento estará animado en color verde.

La mayoría de las funciones automáticas requerirán que más de un elemento se encuentre en modo automático, en caso de que algún elemento no esté en modo automático para poder llevar a cabo una función, los elementos que si estén en dicho modo no tendrán el RFU (Ready For Use) y tendrán un color amarillo

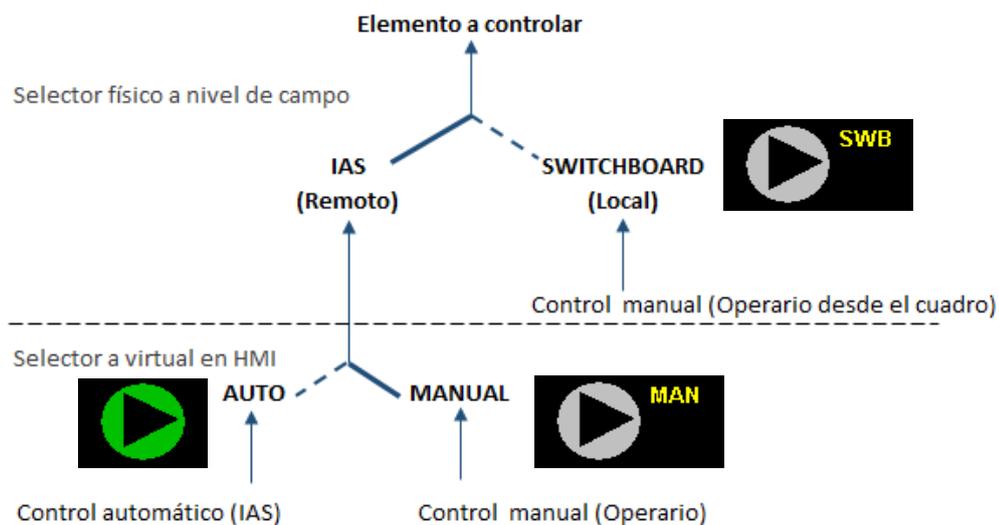


Fig. 12 Modos de control

4.2 PMS

4.2.1 Planta Eléctrica

La planta eléctrica del buque está compuesta por:

- Un cuadro principal de 690V (MSB): Dividido en dos embarrados PS y SB conectados por dos interruptores de acoplamiento. A estos embarrados van conectados los motores diésel que generan la energía consumida por los equipos conectados a la planta eléctrica. Desde este cuadro se alimentan las hélices del buque y los consumidores de mayor potencia (Grúas).
- Un cuadro auxiliar de 440V (ASB): Dividido en dos embarrados PS y SB conectados por un interruptor de acoplamiento. Cada embarrado se alimenta del correspondiente embarrado del cuadro principal mediante un transformador de distribución (690 – 440V). Desde este cuadro se alimentan las bombas, ventiladores, equipos auxiliares, etc. de los principales sistemas del buque.
- Un cuadro de alumbrado de 230V (LSB): Dividido en dos embarrados PS y SB conectados por un interruptor de acoplamiento. Cada embarrado se alimenta del correspondiente embarrado del cuadro auxiliar mediante un convertidor rotativo (440 – 230V). Desde este cuadro se alimenta el alumbrado del buque.
- Un cuadro de emergencia de 440V (ESB): Conectado a ambos embarrados del cuadro auxiliar. En este cuadro está conectado el generador de emergencia. Desde este cuadro se alimentan los equipos de emergencia principales.
- Un cuadro de alumbrado emergencia de 440V (ELSB): Conectado a ambos embarrados del cuadro de alumbrado. Desde este cuadro se alimenta el alumbrado de emergencia del buque.

Para el control y monitorización de la planta eléctrica se cuenta con varios mímicos, los más importantes son:

- 540 – Power plant overview
- 541 – Switchboard 690V
- 542 - Switchboard ASB-LSB

En estos mímicos se podrán monitorizar los consumos de cada interruptor (corriente y potencia), la potencia consumida por cada embarrado, las alarmas e indicaciones más relevantes de cada embarrado, las temperaturas de la refrigeración de los transformadores de distribución, temperaturas de los devanados, etc. Se tiene también la información de los generadores (potencia generada, corriente, frecuencia, voltaje, y factor de potencia).

Se tendrá control sobre los diferentes interruptores de la planta eléctrica, así como de los motores y convertidores rotativos (ASB-LSB) y de los ventiladores de refrigeración de los transformadores de distribución.

Ver Documento 5 “ANEXOS” “Anexo 3 – Mímicos” y “Anexo 2 – Listado de señales de E/S, apartado 1. Planta Eléctrica”

4.2.2 Motores Diésel Principales

El buque cuenta con 4 motores diésel para generar la potencia consumida por los equipos eléctricos. Estos motores están ubicados en la sala de máquinas, los motores 1 y 2 en PS y los motores 3 y 4 en SB, y alimentan el embarrado principal de 690 v (los motores de PS alimentan la embarrado de PS y los motores de SB la embarrado de SB).

Cada uno de estos motores tiene 3 pantallas de proceso dedicadas:

- 510 / 515 / 520 / 525: Main engine "x"
- 511 / 516 / 520 / 526: Main engine "x" exhaust gas temperatures
- 512 / 517 / 520 / 527: Main engine "x" lub oil temperatures

Cada uno de los motores tiene 4 pantallas de proceso diagnóstico:

- 701-704: Main engine 1 Status
- 705-708: Main engine 2 Status
- 709-712: Main engine 3 Status
- 713-716: Main engine 4 Status

Desde las pantallas de proceso se monitorizan las temperaturas de los cilindros, las desviaciones de éstas en función de la media, temperaturas de los cojinetes, del aceite de lubricación, etc. También se tienen varias alarmas importantes.

En la primera pantalla de cada motor se tienen indicaciones importantes como velocidad, admisión de fuel, indicaciones de los sistemas auxiliares del motor (aire de arranque, refrigeración de baja temperatura, refrigeración de alta temperatura, etc.). También se tiene control sobre algunos equipos auxiliares del motor, como bombas de prelubricación o precalentadores.

En las pantallas de diagnóstico se tendrán las indicaciones de todas las señales que recibe el IAS mediante Modbus del sistema de control del motor.

El motor de emergencia tiene una pantalla dedicada con las indicaciones y alarmas principales del motor.

- 505: Emergency engine-generator

Ver Documento 5 "ANEXOS" "Anexo 3 – Mímicos" y "Anexo 2 – Listado de señales de E/S, apartado 2. Motores diésel principales"

4.2.3 Generadores

Hay dos pantallas dedicadas para los generadores de PS y de SB, donde se puede ver la información de temperaturas de los devanados, temperaturas de refrigeración, la potencia generada, voltaje, corriente, frecuencia y factor de potencia. Se tienen también las indicaciones de los AVR (controladores) de cada generador.

- 535: Main generator PS
- 536: Main generator SB

4.2.4 Función del PMS – Arranque/ parada automáticos de motores en función de la demanda

La principal función automática del PMS es la de arranque/parada de motores en función de la demanda de potencia de la planta. Para que se lleve a cabo los 4 motores y sus interruptores tienen que estar en modo automático, y habilitar la función desde la pantalla de configuración del PMS.

Antes de habilitar la función automática se deberán seleccionar las prioridades de cada motor y los parámetros para el arranque/parada de los motores, también desde la pantalla de configuración.



Fig. 13 Pantalla configuración PMS

Se dará orden de arranque automático de un motor cuando la potencia disponible (a la total generada se le resta la reservada y la consumida) sea menor al 12%(ajustable) de la generada durante 20 segundos (ajustable). La orden se le dará al motor de mayor prioridad.

Se dará orden de parada automático de un motor cuando la potencia disponible (a la total generada se le resta la reservada y la consumida) sea mayor al 20%(ajustable) de la generada durante 20 segundos (ajustable). La orden se le dará al motor de menor prioridad.

Para el cálculo de las potencias y para las ordenes automáticas se tendrá en cuenta si los embarrados del cuadro MSB están separados (interruptor de acoplamiento abierto) o unidos (interruptor cerrado).

4.2.5 Función del PMS – “Blackout recovery”

Otra de las funciones del PMS es la de recuperar la tensión de los diferentes cuadros de la planta cuando haya ocurrido un “Blackout” (caída de tensión del cuadro). Para ello se tienen varias pantallas de condiciones que permiten controlar cuál de los procedimientos de recuperación podrá llevarse a cabo. Por ejemplo si se cae la tensión en ASB PS el cuadro está con el acoplador abierto, si se cumplen las condiciones el IAS intentará recuperar la tensión desde MSB PS cerrando los interruptores necesarios, si no se cumplen las condiciones se pasará a intentar la segunda opción que sería recuperar la tensión cerrando el acoplador. Para recuperar tensión en MSB se darán órdenes de marcha a los motores con prioridad menor.

Se puede solicitar el cambio de alimentación de ASB (de estar alimentado por el transformador de SB a pasar al de PS o viceversa) o el paso de modo DP a modo no DP mediante una botonera y se llevará a cabo el proceso también de manera automática.

Para poder llevar a cabo estas funciones será necesario tener todos los interruptores de la planta en modo automático.

La funcionalidad de “blackout recovery” también incluye arrancar los equipos que estuvieran en marcha antes de la caída de tensión. Esto se hará de manera secuencial para evitar sobrecargar la red.

Los mímicos asociados a estas funciones son:

- 548 – Blackout recovery
- 751 – Blackout MSB
- 752 – Blackout ASB Bustie Open
- 753 – Blackout ASB Bustie Closed
- 754 – Blackout LSB-ESB
- 755-Take overs
- 758-Navigation mode DP11

Ver Documento 5 “ANEXOS” “Anexo 3 – Mímicos”

4.2.6 Función del PMS – Limitación de potencia

Otra de las funciones del PMS es la de limitar la potencia de los motores y de las hélices. Para esta función hay un mímico dedicado desde donde se dará a cada equipo por separado el setpoint de limitación y se podrán monitorizar los valores actuales de la potencia y los valores límite de cada equipo.

- 547 - PMS

4.3 PROPULSIÓN

El sistema de propulsión del buque cuenta con 4 hélices, dos hélices de propulsión y tres hélices de maniobra y posicionamiento:

- Hélice de propulsión principal de PS
- Hélice de propulsión principal de SB
- Hélice de tipo túnel de proa
- Hélice de tipo túnel de popa
- Hélice retráctil

Cada una de estas hélices cuenta con un motor que va conectado a un variador de frecuencia. Desde el IAS no se controla la velocidad de propulsión ni el manejo de las hélices, únicamente se controla la conexión/desconexión del variador de frecuencia y los equipos auxiliares de las hélices como las bombas de lubricación y ventiladores de refrigeración de los motores de las hélices.

El IAS enviará el valor de la limitación de potencia para cada hélice a su correspondiente equipo de control.

En los mímicos dedicados a las hélices, a parte de estos controles se tienen las indicaciones de los motores (temperaturas de devanados, de cojinetes, etc.), indicaciones de los variadores de frecuencia (alarmas principales) y alarmas principales de las hélices (señales recibidas en el IAS mediante Profibus, proveniente del equipo de control de las hélices).

Las bombas de lubricación estando en modo automático tendrán la funcionalidad de master/stand-by, arrancará una de las bombas (la bomba No.1) al conectarse el variador de frecuencia. Si se recibe señal de nivel bajo de flujo (Flow Alarm Low), la bomba No2 se arrancará de manera automática y se generará la correspondiente alarma. Para parar una bomba arrancada como Stand-by se tendrá que pasar ésta a modo manual.

Los mímicos de proceso de las hélices son los siguientes:

- 551 – Propulsions Overview
- 553 – Retractable overview
- 554 – Bow thrusters Overview
- 561 – Propulsions FCs
- 562 – Retractable FC
- 563 – Bow thrusters FCs

Los mímicos de diagnóstico de las hélices son los siguientes:

- 760 – Main propulsion PS
- 761 – Main propulsión SB
- 762 – Retractable thruster
- 770 – Main propulsion PS FC
- 771 – Main propulsion SB FC
- 772 – Retractable thruster FC
- 773 – Bow thruster Aft FC
- 774 – Bow thruster Fore FC

Ver Documento 5 “ANEXOS” “Anexo 3 – Mímicos” y “Anexo 2 – Listado de señales de E/S, apartado 3.Sistemas de Propulsión”

4.4 SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO

El sistema de aire comprimido está compuesto por dos sistemas, sistema de aire de operación y trabajo que se encarga de proporcionar aire comprimido a diferentes equipos del buque y a los talleres, y sistema de aire comprimido de arranque que se encarga de proporcionar aire comprimido de alta presión para el arranque de los motores diésel principales.

En los mímicos del primer sistema se tiene la monitorización de las presiones del sistema y alarmas generales.

En los mímicos del segundo sistema a parte de las indicaciones de presiones y alarmas se tiene también control de tres compresores (uno de emergencia) para mantener la alta presión del sistema. Se dispone de una función automática para estos compresores, que se llevará a cabo siempre que los tres equipos estén en modo automático.

El control automático de los compresores se hace en función de la presión de los depósitos del sistema, de manera que se arrancará el compresor número 1 si la presión de los depósitos 1 o 2 baja de 26 bares y se parará cuando ambas presiones estén por encima de los 30 bares, el compresor número 2 tendrá un funcionamiento idéntico pero con las presiones de los depósitos 3 y 4. El compresor de emergencia se arrancará cuando la presión de cualquiera de los depósitos baje de 24 bares, y parará cuando todas las presiones estén por encima de los 30 bares.

Los mímicos correspondientes son:

- 573 – Operating air system
- 574 – Working air system
- 575– Starting air system

Ver Documento 5 “ANEXOS” “Anexo 3 – Mímicos” y “Anexo 2 – Listado de señales de E/S, apartado 6.Sistema de aire comprimido”

4.5 SISTEMA DE VENTILACIÓN Y DE AIRE ACONDICIONADO

El sistema de ventilación que se controla desde el IAS es el de cámara de máquinas y purificadoras, a parte del control de los ventiladores se tienen alarmas del sistema de detección de CO₂.

En el sistema de aire acondicionado no hay control, solo indicaciones tanto de alarmas del sistema como de temperaturas de las cámaras de refrigeración o estado de las bombas y válvulas de agua refrigerada.

Los mímicos del sistema son los siguientes:

- 569 – Ventilation & CO₂
- 572 – Chiled wáter system

Ver Documento 5 “ANEXOS” “Anexo 3 – Mímicos” y “Anexo 2 – Listado de señales de E/S, apartado 5.Sistemas de aire acondicionado y ventilación”

4.6 SISTEMA DE AMARRE

Del sistema de aparre solo hay indicaciones. Se tiene la información de la velocidad y fuerza de torsión de los 4 cabrestantes de amarre, 2 en popa (PS, SB) y 2 en proa (PS y SB), se monitorizan también las indicaciones recibidas en el IAS del equipo de control del sistema de amarre.

El mímico de este sistema es:

- 568 – Windlass – Mooring winches

Ver Documento 5 “ANEXOS” “Anexo 3 – Mímicos” y “Anexo 2 – Listado de señales de E/S, apartado 4.Sistemas de amarre”

4.7 SISTEMA DE REFRIGERACIÓN DE AGUA DULCE

El sistema de refrigeración de agua dulce está compuesto por varios intercambiadores de calor sumergidos en agua salada que refrigeran el agua dulce del sistema. El sistema cuenta con cuatro válvulas de tres vías ajustables (2 PS, 2SB) correspondientes a los sistemas de refrigeración alta y baja temperatura y cuatro bombas (2 PS, 2SB).

En modo manual se podrán controlar las bombas por separado y asignar un setpoint a las válvulas de tres vías. En modo automático (con todos los equipos del sistema en auto) las bombas tendrán funcionalidad de master/stand-by, se arrancará una de las bombas de manera manual y se pasa a automático (la bomba No.1). Si se recibe señal de nivel bajo de presión, la bomba No2 se arrancará de manera automática y se generará la correspondiente alarma. Para parar una bomba arrancada como Stand-by se tendrá que pasar ésta a modo manual. Las válvulas en modo automático regularán su apertura/cierre en función de la temperatura del agua de refrigeración a la salida de los equipos a refrigerar.

La refrigeración del motor y equipos auxiliares de la hélice retractable se podrá hacer desde el sistema de PS o desde el sistema de SB, para ello se cuentan con 8 válvulas controlables. En modo automático estas válvulas se abrirán/cerrarán para permitir la refrigeración a través de un solo sistema, en función de si la hélice está alimentada del embarrado de PS o del de SB (tiene doble alimentación).

Los mímicos del sistema son los siguientes:

- 570 – LT & HT Cooling valves
- 571 – LT & HT Cooling systems

Ver Documento 5 “ANEXOS” “Anexo 3 – Mímicos” y “Anexo 2 – Listado de señales de E/S, apartado 7.Sistemas de agua refrigerada”

4.8 SISTEMA DE COMBUSTIBLE

El sistema de combustible cuenta con varios tanques, bombas de trasiego y separadoras. El fuel puede ser de dos tipos MDO (Marine Diesel Oil) o HFO (Heavy Fuel Oil), al repostar se almacenará en los tanques correspondientes (MDO, HFO) de almacenamiento, y mediante varias bombas de trasiego (una para MDO y dos para HFO) se pasará el combustible a los tanques de sedimentación (dos para cada sistema). De los tanques de sedimentación se lleva el fuel a las separadoras (bombas no controladas por el IAS) y después de limpiar el combustible se lleva a tanques de consumo diarios desde donde se alimentará el combustible a cada motor.

En modo automático, las bombas de trasiego de HFO funcionarán en modo master/stand-by, se arrancará una de las bombas de manera manual y se pasan a automático. Si esta bomba pasase a estado de fallo o alarma, la segunda bomba se arrancará de manera automática y se generará la correspondiente alarma. Para parar una bomba arrancada como Stand-by se tendrá que pasar ésta a modo manual. Se seleccionará un único tanque de sedimentación desde el mímico.

Se tienen tres mímicos con las señales del sistema, uno para el sistema de trasiego y otros dos para el sistema de alimentación de los motores (PS y SB). En estos últimos únicamente habrá indicaciones, no hay ningún elemento a controlar.

- 576 – Fuel system
- 577 – Fuel feeder booster PS
- 578 – Fuel feeder booster SB
- 778 – HFO Separator unit 1
- 779 – HFO Separator unit 2
- 780 – MDO Separator unit 1
- 781 – ME 1 LO Separator unit
- 782 – ME 2 LO Separator unit
- 783 – ME 3 LO Separator unit
- 784 – ME 4 LO Separator unit

Ver Documento 5 “ANEXOS” “Anexo 3 – Mímicos” y “Anexo 2 – Listado de señales de E/S, apartado 8.Sistemas de combustible”

4.9 SISTEMA DE SENTINAS

Las sentinas son los espacios situados en la parte baja de las salas de maquinaria, donde se van recogiendo todos los líquidos aceitosos procedentes de pequeñas pérdidas en tuberías, juntas, bombas, etc. que se derraman en ese espacio cuando los sistemas están en funcionamiento. Las aguas de sentinas son purificadas mediante separadores y bombeadas al exterior en alta mar, quedando a bordo los productos contaminantes, que serán retirados en puerto para su tratamiento y eliminación.

Desde el IAS se controlan las válvulas y bombas del sistema. Se tienen tres mímicos con todas las indicaciones y alarmas del sistema y con los elementos de las válvulas y bombas a controlar.

- 588 – Aft Bilge alarms
- 589 – Fore Bilge alarms
- 590 – Bilge valves & pumps

Ver Documento 5 “ANEXOS” “Anexo 3 – Mímicos” y “Anexo 2 – Listado de señales de E/S, apartado 12.Sistemas de sentinas”

4.10 SISTEMA DE LASTRE

El sistema de lastre está compuesto por varios tanques, válvulas y bombas cuya función principal es mantener el calado y listado deseados.

Las bombas de este sistema pueden bombear el agua en ambos sentidos (setpoint positivo hacia estribor, setpoint negativo hacia babor). El llenado/vaciado de tanques se puede llevar a cabo de manera manual actuando sobre las válvulas y bombas requeridas o de forma automática.

Las funciones automáticas para este sistema son las siguientes

- Autonivelado de tanques. Indicando en los mímicos el setpoint que se desea en el nivel de cada tanque, y posteriormente seleccionando los tanques que se quieran autonivelar y arrancando una de las bombas (o ambas), automáticamente se abrirán las válvulas necesarias para llevar a cabo la función. Las bombas pararán y las válvulas se cerrarán automáticamente una vez se vallan alcanzando los niveles de los tanques seleccionados.
- Corrección automática del listado. Indicando el setpoint del listad deseado, se llenarán los tanques de uno delos lados a la vez que se vacían los del otro (PS o SB) de manera automática para conseguir el listado deseado. Una vez se alcance se pararán las bombas y se cerrarán las válvulas de manera automática.
- Corrección automática del calado. Indicando el calado deseado del barco y seleccionando los tanques a rellenar/vaciar por el operario, el IAS abrirá las válvulas necesarias y arrancará las bombas de manera automática. Una vez se consiga el calado adecuado, también de manera automática, se cerrarán las válvulas y se pararán las bombas.

Los mímicos del sistema son los siguientes:

- 580 – Ballast tanks
- 581 – Ballast DB tanks
- 582 – Antiheeling system
- 583 – Ballast system
- 584 – Ballast treatment & stripping valves
- 793 – Ballast auto conditions

Ver Documento 3 “ANEXOS” “Anexo 3 – Mímicos” y “Anexo 2 – Listado de señales de E/S, apartado 13.Sistemas de lastre”

4.11 OTROS SISTEMAS CON MONITORIZACIÓN

Se tiene también mímicos únicamente para la monitorización de los siguientes sistemas.

- Sistema anti-balanceo
- Sistema de detección y extinción de incendios
- Consumo de fuel
- UPS y baterías
- Niveles de Tanques
- Equipos de navegación

Ver Documento 5 "ANEXOS" "Anexo 3 – Mímicos" y "Anexo 2 – Listado de señales de E/S, apartado 14. Varios sistemas"

5. IAS – OTRAS FUNCIONALIDADES

A parte del control y monitorización de los sistemas principales y auxiliares del buque, el IAS integra funcionalidades como la gestión de alarmas, el paso de guardia o el sistema de hombre muerto entre otros. En este apartado se van a explicar estas tres funcionalidades ya que se consideran importantes, para información más detallada se recomienda ver el documento 4 "Manual del Operario" apartado "7. Controles del Operario"

5.1 GESTIÓN DE ALARMAS

El sistema de alarmas del IAS permite al operario detectar situaciones anormales o de emergencia, visualizando un mensaje de alarma en las pantallas dedicadas para ello.

A parte de visualizar las alarmas en los listados, se activa una alarma audible en las columnas de alarmas que permite al usuario detectar que se ha producido una alarma nueva. Visualmente en cualquiera de los mímicos, el operario podrá ver la última alarma generada y verá que el icono de la bocina (en el overview junto a la última alarma generada), comienza a parpadear entre gris y rojo mientras la alarma acústica esté activa. Desde este icono puede parar la alarma acústica.

A la pantalla de alarmas se puede acceder tecleando el número correspondiente (900), desde la pantalla del índice, o desde cualquier pantalla pulsando el botón de listado de alarmas situado en el overview (entre la última alarma y la bocina).

Las pantallas de listado de alarmas presentan las alarmas en orden descendiente de fecha y hora; es decir, en la primera línea siempre se leerá la última alarma que se haya producido. Las alarmas que se presentan en pantalla, son las que están activas o inactivas pero pendientes de reconocer; las alarmas que ya se hayan desactivado y que el operario haya reconocido se eliminan de esta lista, aunque será posible verlas en el histórico de alarmas (el cual recoge todos los estados de las alarmas, también en orden cronológico). En la siguiente tabla se muestran los colores que tendrán las alarmas según su estado.



Fig. 14 Elementos de gestión de alarmas en el overview

Status de alarma	Sin seleccionar la alarma	Seleccionando la alarma
Activa / No reconocida	Caracteres blancos sobre fondo rojo	Caracteres blancos sobre fondo rojo oscuro
No activa / No reconocida	Caracteres blancos sobre fondo negro	Caracteres blancos sobre fondo azul oscuro
Activa / Reconocida	Caracteres rojos sobre fondo negro	Caracteres rojos sobre fondo azul oscuro

Tabla 4 Código de colores de alarmas

Cualquier usuario será capaz de visualizar las alarmas, pero solo los usuarios con los privilegios suficientes podrán reconocerlas.

El reconocimiento de alarmas puede realizarse de manera individual (seleccionar una alarma y pulsar el botón de reconocer "ACK"), o por grupos (seleccionando varias alarmas y pulsando reconocer. Como regla general, NO se pueden reconocer alarmas que no se ven por lo que no se dispone de botón para reconocer todas las alarmas.

The screenshot shows the Ingeteam alarm management interface. At the top, there is a header with the Ingeteam logo and a title bar containing the date and time '31/may./2015 17:29:51' and the alarm ID '543 Boardnet Transformer PS Cooling Fan 1'. Below the header, there is a search bar and a status indicator 'RUNNING FAIL'. The main area displays a table of active alarms with the following columns: DATE, TIME, DURATION, MESSAGE, and CLASS. The table contains four rows of data, with the first three rows highlighted in red and the last row in blue. At the bottom of the interface, there are buttons for 'ACK' and 'ACK FIRST', and a 'Historic Alarms' button.

DATE	TIME	DURATION	MESSAGE	CLASS
31/may./2015	17:29:51	00:04	543 Boardnet Transformer PS Cooling Fan 1	⚠ RUNNING FAIL X
31/may./2015	17:27:13	03:11	569 A75/2 - Er Fan 3	⚠ STOP FAIL X
31/may./2015	17:27:00	03:24	542 Boardnet Transformer PS Cooling Fan 1	⚠ FAILURE X
31/may./2015	17:26:22	01:03	543 Boardnet Transformer PS Cooling Fan 1	⚠ RUNNING FAIL X

Fig. 15 Listado de alarmas

5.2 EXTENSIÓN DEL SISTEMA DE ALARMAS – PASO DE GUARDIA

Como se ha visto en la arquitectura del sistema, se dispone de trece paneles de alarmas ubicados en diferentes estancias del buque que permiten que el operario encargado de la supervisión de la cámara de máquinas pueda estar de guardia en alguno de los espacios donde hay un panel de alarma.

Para seleccionar un puesto de guardia, desde el mímico correspondiente, el operario escogerá el panel de alarma que desee. En el overview de todas las pantallas aparecerá el estado “Unattended” y el puesto de guardia en “Duty”.

En caso de que se genere una alarma sonará una señal acústica en el puesto que se haya escogido como puesto de guardia, en estos paneles aparece también. El operario en guardia tendrá que parar la alarma acústica desde el panel de alarma e ir hasta uno de los clientes IAS para realizar las acciones que se requieran.

Otra de las funcionalidades que permiten los paneles de alarmas es la de llamadas. Pulsando sobre alguno de los símbolos de bocinas del mímico, sonará una señal acústica en el correspondiente panel de alarmas y tendrá que ser silenciada desde el propio panel. Así el operario que la silencie sabrá que le están llamando desde alguna de las estaciones de trabajo.

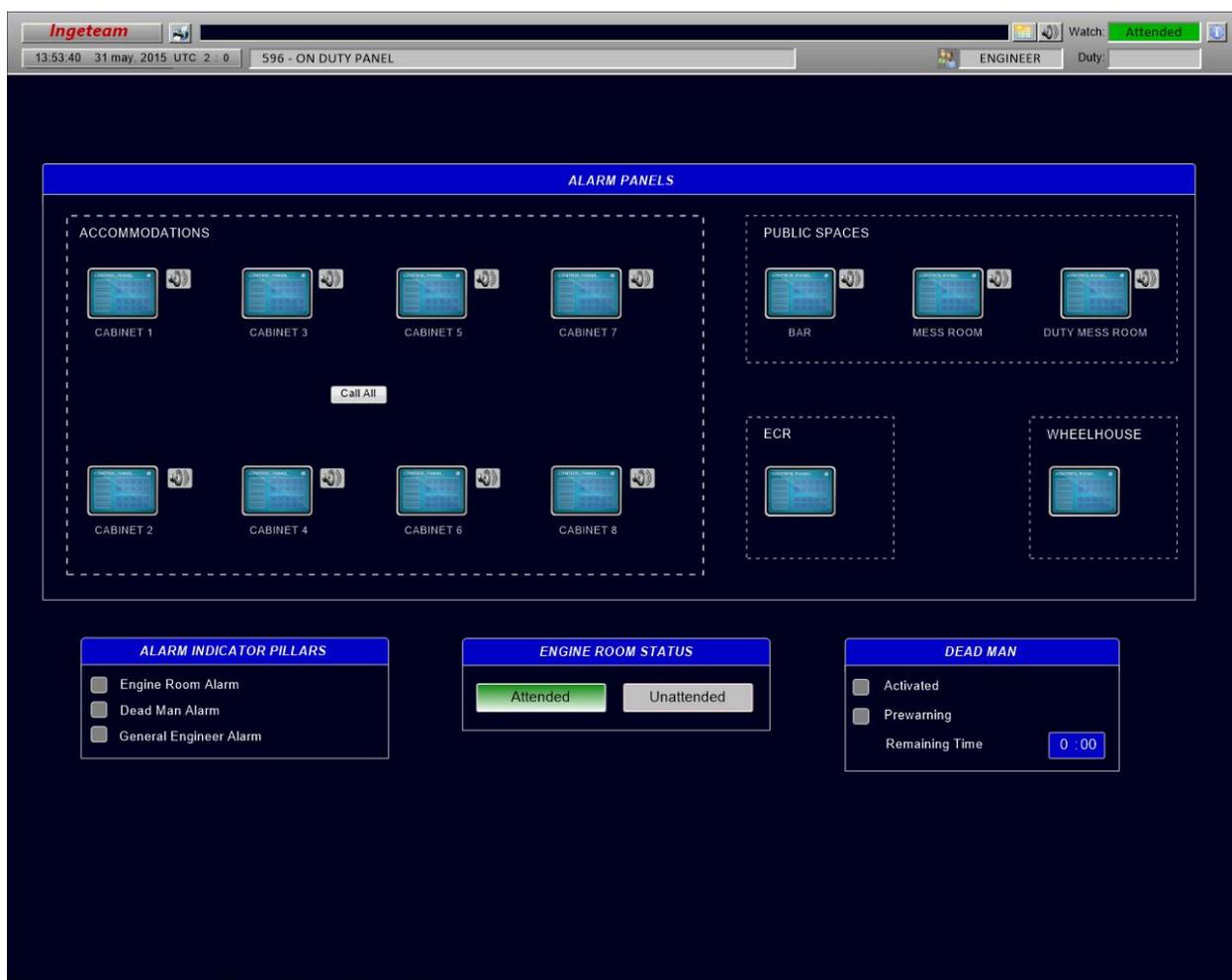


Fig. 16 Paso de guardia y temporizador hombre muerto

5.3 SISTEMA DE HOMBRE MUERTO

El sistema de hombre muerto es un sistema de seguridad del operario que esté trabajando en la sala de máquinas. Este sistema permite asegurar que el operario no ha sufrido ningún accidente.

Al entrar en la sala de máquinas se activa un temporizador, en diferentes puntos de la sala se dispone de varios pulsadores para resetear dicho temporizador. Pasados 27 minutos sin resetear el IAS dará un preaviso, y llegados a los 30 minutos se activará la alarma de hombre muerto que tendrá que activar todas las alarmas sonoras, tanto de los paneles de alarmas como columnas de alarmas distribuidas por los espacios de trabajo.

6. PLANIFICACIÓN Y PRESUPUESTO

En el documento 2 "*Planificación y Presupuesto*" se detallan las tareas llevadas a cabo en el proyecto y su duración.

En el presupuesto detallado en el documento 2 se desglosa el coste de los recursos materiales y humanos para el montaje y pruebas en oficina, aclarar que no es el presupuesto del montaje y puesta en marcha en el buque.

7. CONCLUSIONES

El sistema que se ha desarrollado cumple con las especificaciones y requisitos iniciales, los más exigentes en cuanto a fiabilidad y disponibilidad del sistema aun ocurriendo algún fallo individual, se solventan satisfactoriamente con la redundancia de equipos principales y redes de comunicación. La arquitectura del sistema permite fácilmente ampliaciones dentro de ciertos límites que imponen por ejemplo el número de bocas de los switches o el límite de nodos de las redes controlnet.

El proyecto de desarrollo finaliza con las pruebas en oficina, que han sido satisfactorias. La etapa siguiente a este proyecto sería el montaje y puesta en marcha del sistema en el buque.