

1. Interpretación de planos y esquemas eléctricos y electrónicos del buque.

Introducción

La navegación marítima moderna se apoya cada vez más en sistemas eléctricos y electrónicos de alta complejidad, cuya correcta interpretación y mantenimiento resultan fundamentales para garantizar la seguridad, la eficiencia operativa y la sostenibilidad de los buques. En este contexto, el análisis e interpretación de planos y esquemas eléctricos y electrónicos se convierte en una competencia esencial para los profesionales del ámbito naval, especialmente aquellos involucrados en el diseño, la construcción, el mantenimiento y la operación de embarcaciones. Los sistemas eléctricos abarcan desde los circuitos de generación y distribución de energía hasta los cuadros de control, mientras que los sistemas electrónicos incluyen automatismos, telecomunicaciones, sistemas de navegación y control de procesos.

En el sector marítimo, los errores en la comprensión de esquemas eléctricos pueden tener consecuencias graves, desde fallos en la propulsión hasta interrupciones en los sistemas de navegación o comunicación. De ahí que se exija un conocimiento detallado de los símbolos normalizados, de los protocolos de representación gráfica, y del funcionamiento de los distintos componentes eléctricos y electrónicos. Asimismo, resulta indispensable interpretar con precisión tanto planos unifilares como multifilares, esquemas de automatismos y diagramas funcionales, los cuales reflejan no solo la topología de los sistemas sino también su lógica de funcionamiento y secuenciación.

La globalización del transporte marítimo, la implementación de normativas internacionales y la digitalización de la industria han impulsado la actualización de los estándares técnicos y formativos. En consecuencia, la capacidad de interpretar documentación técnica, planos normalizados y esquemas complejos se considera una competencia estratégica en los perfiles técnicos de la familia profesional Marítimo-Pesquera. Esta capacidad permite integrar adecuadamente sistemas eléctricos convencionales con soluciones basadas en electrónica de potencia, automatización o control remoto, fundamentales en embarcaciones modernas como los buques oceanográficos, pesqueros de altura, remolcadores o buques de pasaje.

En este contexto, la LOMLOE y la Ley Orgánica 3/2022 de Ordenación e Integración de la Formación Profesional refuerzan la importancia del desarrollo de las competencias del alumnado para mejorar su potencial de empleabilidad. Esta perspectiva subraya la necesidad de una formación técnica rigurosa, que prepare a los futuros profesionales para interpretar con solvencia la documentación eléctrica y electrónica de sistemas navales, lo que redundará en una mayor autonomía operativa y una toma de decisiones fundamentada a bordo.

El análisis de planos eléctricos y electrónicos del buque no solo implica conocimientos técnicos, sino también habilidades transversales como la atención al detalle, la lógica analítica y la

capacidad para aplicar procedimientos de diagnóstico en condiciones reales de trabajo. Estos conocimientos encuentran aplicación directa en múltiples situaciones profesionales, como la localización de averías, la ejecución de modificaciones técnicas, la integración de nuevos equipos o la verificación de la conformidad con normativas técnicas internacionales.

A continuación, se desarrollarán en profundidad los contenidos clave vinculados a la interpretación de planos y esquemas eléctricos y electrónicos del buque, abordando tanto los aspectos teóricos fundamentales como su aplicación práctica en el entorno marítimo profesional.

Interpretación de planos y esquemas eléctricos y electrónicos del buque

En primer lugar, conviene delimitar qué se entiende por *plano eléctrico* y por *esquema eléctrico o electrónico* en el contexto de un buque. Un **plano eléctrico** es la representación gráfica de los circuitos y sistemas que conforman una instalación eléctrica de a bordo, mostrando de forma global la disposición de sus componentes y sus conexiones. Suele detallar las características de la instalación – por ejemplo, fuentes de energía, cuadros de distribución, rutas de cableado, dispositivos de protección, receptores o cargas – indicando materiales, configuraciones y datos técnicos relevantes de los equipos. Por su parte, un **esquema eléctrico** (o *diagrama eléctrico*) se refiere generalmente a una representación más detallada y específica de un circuito, centrada en las *conexiones y relaciones eléctricas* entre los componentes mediante símbolos normalizados. En otras palabras, el esquema muestra cómo están interconectados los elementos (generadores, motores, interruptores, relés, etc.) dentro de un circuito o sistema, sin necesidad de reflejar la ubicación física real de cada componente.

De modo similar, hablamos de **esquemas electrónicos** cuando nos referimos a diagramas que representan circuitos electrónicos de a bordo (por ejemplo, el esquema interno de un equipo de comunicaciones, de un radar o de un sistema de control basado en electrónica). Estos esquemas electrónicos emplean símbolos específicos para componentes como resistencias, condensadores, transistores, circuitos integrados, etc., siguiendo convenciones internacionales análogas a las de los esquemas eléctricos. Tanto los planos como los esquemas son parte de la **documentación técnica del buque**, indispensables para comprender la arquitectura de sus instalaciones eléctricas y electrónicas.

Es importante señalar la diferencia entre la representación *funcional* y la *representación física*: un plano o esquema eléctrico/electrónico suele ser una representación **funcional o esquemática**, enfocada en cómo funciona el circuito (qué está conectado con qué y bajo qué principios), más que un dibujo a escala de la ubicación exacta de cables o equipos. Para fines de instalación y montaje también existen **planos de disposición física**, pero en el contexto de interpretación técnica nos centramos en la lectura funcional de los esquemas. En resumen, la interpretación de planos y esquemas implica comprender tanto la **disposición general de la instalación** (vista global) como el **detalle de los circuitos individuales**, dominando la

simbología y las convenciones empleadas para poder seguir el hilo de las conexiones y el funcionamiento de cada sistema a bordo.

Características generales de los planos eléctricos y electrónicos del buque

Los planos y esquemas eléctricos/electrónicos de un buque presentan una serie de características peculiares, derivadas de la complejidad y requisitos de seguridad de las instalaciones navales. En general, se caracterizan por:

- **Complejidad y alcance:** Un buque típico (mercante, pesquero, buque de pasaje, etc.) dispone de múltiples sistemas eléctricos interconectados. Los planos eléctricos suelen abarcar desde la generación de energía a bordo (alternadores o generadores principales impulsados por motores diésel) hasta la distribución de la misma a todos los equipos consumidores: propulsores, iluminación, sistemas de navegación, bombas, maquinaria de cubierta, acomodación, etc. Asimismo, los sistemas electrónicos (radio-comunicaciones GMDSS, radares, piloto automático, instrumentación, sistemas informáticos) agregan otro nivel de complejidad. Por ello, la documentación se divide en distintos planos y esquemas por subsistemas, pero todos juntos conforman el *conjunto integrado de planos eléctricos del buque*.
- **Normalización y lenguaje técnico común:** Dada la necesidad de que los planos sean comprendidos por profesionales de diferentes países y formaciones, existe un fuerte grado de estandarización en la forma de representarlos. Se emplean símbolos normalizados (según normas internacionales IEC/ISO, o estándares de la industria naval) y convenciones gráficas unificadas. Por ejemplo, un interruptor automático, un disyuntor diferencial o un motor trifásico se dibujan con símbolos reconocibles universalmente, y a menudo se les acompaña de etiquetas alfanuméricas estandarizadas (codificaciones del tipo QF para interruptores de alimentación, KM para contactores, M para motores, etc., según norma utilizada). Esto permite que un ingeniero naval pueda interpretar planos de diferentes astilleros o fabricantes sin ambigüedad en la mayoría de los casos.
- **Información detallada complementaria:** Los planos eléctricos del buque no solo muestran conexiones, sino que suelen incluir tablas o notas con especificaciones técnicas. Por ejemplo, pueden indicar la sección y tipo de los cables utilizados, la calibración de los fusibles o disyuntores, los ajustes de relés de protección, tensiones y frecuencias nominales (p. ej., 440 V 60 Hz, estándar en muchos buques mercantes, o 380 V 50 Hz en otros casos), niveles de aislamiento, etc. En el caso de esquemas electrónicos, es común encontrar referencias a valores de componentes (resistencias en ohmios, capacidades en microfaradios, etc.) y configuraciones de circuitos. Toda esta información detallada es crucial para el técnico, pues le permite no solo entender el

circuito sino evaluar su comportamiento y verificar su correspondencia con la realidad.

- **Referencias cruzadas y estructura modular:** Las instalaciones a bordo suelen estar divididas en cuadros y subcuadros, y los esquemas correspondientes pueden ocupar varias páginas. Por tanto, los planos incorporan referencias cruzadas (*cross-references*) que guían al lector de una hoja a otra, o de una parte del circuito a su continuación en otro plano. Por ejemplo, un circuito de alarma de incendios podría mostrarse parcialmente en el plano de control de seguridad, indicando con marcas dónde continúa en el plano del sistema de detección de incendios. La interpretación exige por tanto atención a estas marcas, códigos de referencia de cables y numeración de hilos, para poder seguir el recorrido completo de un circuito a través de múltiples documentos.

En síntesis, los planos eléctricos y electrónicos del buque son documentos técnicos **muy ricos en información** y cuidadosamente normalizados, cuyo correcto entendimiento requiere familiaridad con el lenguaje gráfico-técnico y con las particularidades de las instalaciones navales. A continuación se analizarán los **tipos principales de planos y esquemas** que podemos encontrar en un buque y sus características específicas.

Tipos de planos y esquemas eléctricos y electrónicos en el buque

La documentación eléctrica de un buque se compone de diversos planos y esquemas, cada uno enfocado a una faceta del sistema eléctrico/electrónico. A grandes rasgos, podemos categorizar los siguientes tipos principales:

Planos de generación y distribución de energía eléctrica

Estos planos representan el **sistema de producción y distribución de energía eléctrica del buque**. Normalmente se incluyen aquí los **diagramas unifilares (esquemas unifilares)** de la instalación de potencia. Un diagrama unifilar muestra, en una sola línea por fase, la conexión entre generadores, barras colectoras (*bus bars*), transformadores si existen, cuadros de distribución y principales cargas de potencia. Por ejemplo, el plano unifilar principal de un buque mercante suele dibujar los generadores diésel conectados a la barra principal, los interruptores automáticos generales (*breakers*) entre generadores y barra, la conexión con el cuadro principal de distribución, y derivaciones hacia servicios esenciales (propulsión eléctrica o auxiliares importantes), así como la **red de emergencia** (el generador de emergencia y su barra separada, alimentando servicios vitales según exige la normativa SOLAS).

En este tipo de plano se aprecia claramente la configuración de la red eléctrica del buque: sistemas de conexión en isla o en paralelo de generadores, posibilidad de interconexión con toma de puerto (*shore connection*), presencia de seccionadores o conmutadores de fuentes (para pasar de alimentación de puerto a generadores internos, por ejemplo), etc. Aunque se

denomina "unifilar", suele llevar símbolos indicando los tres polos de interruptores tripolares, los transformadores dibujados con sus devanados, y referencias de medidas (voltímetros, amperímetros, frecuencímetros en el cuadro principal). La interpretación de estos planos unifilares permite al oficial entender cómo fluye la energía eléctrica a través del buque: de dónde proviene la alimentación de cada sistema y qué ocurrirá en distintos escenarios (pérdida de un generador, conmutación al generador de emergencia, etc.).

Además del unifilar principal, pueden existir **planos de distribución secundaria** que detallen circuitos de alumbrado, tomas de corriente, motores secundarios, etc., a menudo en forma de diagramas también simplificados pero centrados en subsistemas (p.ej., "plano de distribución de alumbrado de habilitación", "plano de fuerza de maquinaria de cubierta"). Estos documentos ayudan a localizar de qué cuadro proviene la alimentación de cada equipo específico. Su lectura requiere identificar etiquetas de circuitos y entender la jerarquía: un motor puede estar etiquetado como M-23 con un circuito numerado, y el plano indicará en qué panel o cuadro está su protección y a qué barra se conecta.

Esquemas de control y automatización

Más allá de la distribución de potencia, los buques cuentan con numerosos **circuitos de control, mando y señalización**. Estos se representan mediante esquemas multifilares o esquemas funcionales detallados, donde aparecen todos los hilos conductores y componentes de control. Por ejemplo, el circuito de arranque de un motor eléctrico esencial (una bomba de achique, un ventilador, etc.) estará documentado en un esquema de control que incluye pulsadores de arranque y paro, bobinas de contactores, relés auxiliares, enclavamientos (*interlocks*), lámparas indicadoras, y dispositivos de protección como relés térmicos. A diferencia del diagrama unifilar de potencia, aquí se dibujan todas las conexiones punto a punto: cada contacto normalmente abierto o cerrado de un relé, cada pulsador, cada lámpara, con sus correspondientes referencias numéricas o literales. Suele respetarse la convención de esquemas de mando: líneas horizontales representando circuitos separados por función (por ejemplo, circuito de mando en la parte superior, circuito de potencia en la inferior), numeración de cables, y símbolos estándares para contactos y bobinas.

La interpretación de un **esquema de control** requiere identificar claramente los símbolos y sus relaciones. Por ejemplo, un contactor de motor puede tener la designación "KM1" y en el esquema se verá su bobina representada con ese código, mientras que sus contactos auxiliares (normalmente abiertos o cerrados) aparecerán en otras partes del diagrama con la misma marca "KM1" al lado, indicando que pertenecen a ese mismo elemento. De este modo, aunque físicamente la bobina esté en el cuadro eléctrico y un contacto auxiliar esté quizá integrado en el circuito de control remoto, en el plano se vinculan mediante la codificación. Un técnico debe ser capaz de *seguir la lógica del circuito*: ver que al pulsar "Arranque" (por ejemplo un pulsador marcado S1) se energiza la bobina K1, que a su vez cierra su contacto de autosostenimiento K1 y alimenta la bobina permanentemente hasta que se pulse "Paro" (S2) o actúe un relé de protección (F1, por ejemplo un térmico que abre el circuito de control).

Esquemas electrónicos de sistemas de comunicación y navegación

En el campo de la electrónica naval, los buques disponen de numerosos **sistemas electrónicos y de radio** que cuentan con su propia documentación esquemática. Por ejemplo, el sistema GMDSS de radiocomunicaciones (que incluye equipos de VHF, MF/HF, Inmarsat, radiobalizas, etc.) suele venir con diagramas de interconexión que muestran cómo están alimentados estos equipos, cómo se conectan las antenas, los acopladores, las unidades de control, baterías de reserva, etc. También sistemas de ayuda a la navegación como el radar, el ecosonda, el GPS, el giroscopio, el piloto automático y el ECDIS (sistema de cartas electrónico) presentan *planos o esquemas de instalación electrónica*. Estos diagramas a menudo combinan elementos de potencia y de señal: por un lado indican de qué cuadro o fuente eléctrica se alimenta el equipo (por ejemplo, un radar puede requerir una alimentación de 230 V CA que viene de un cuadro electrónico, además de una alimentación ininterrumpida 24 V CC de emergencia); y por otro lado muestran las conexiones de señal entre unidades (por ejemplo, el radar conectado al indicador de rumbo para obtener la entrada de giroscópica, o el piloto automático conectado a la brújula y al sistema de gobierno).

La interpretación de **esquemas electrónicos de sistemas a bordo** requiere comprender no solo la simbología eléctrica convencional sino también ciertos símbolos específicos electrónicos y arquitectura de sistemas. En estos planos es común ver **diagramas de bloques**, donde se representan cajas funcionales (p.ej., "Receptor GPS", "Transceptor VHF", "Unidad de Control de Radar") conectadas por líneas que pueden representar cables coaxiales, conexiones de red digital (como Ethernet si se trata de sistemas modernos integrados), buses de comunicación NMEA para datos de navegación, etc. Cada bloque puede tener anotaciones de los conectores o terminales. Por ejemplo, el esquema de un sistema radar podría indicar: antena radar conectada a la unidad transceiver mediante un cable de guía de onda, esta unida a la consola de presentación mediante un cable de datos dedicado, además de las conexiones de alimentación y tierra. Si bien estos no son "circuitos electrónicos" detallados a nivel de componente, sí son **esquemas de interconexión electrónica** cruciales para entender la instalación a bordo y diagnosticar fallas (un fallo en radar podría deberse a la pérdida de alimentación en cierto breaker, o a una mala conexión en el cable de antena, cosas que el diagrama permite localizar).

Planos de disposición de equipos y cableado

Aunque estrictamente se alejan del concepto de "esquema eléctrico" funcional, es pertinente mencionar que en la documentación de un buque existen **planos de disposición física** que complementan la información. Entre ellos están: planos de ubicación de cuadros eléctricos y equipos en cada cubierta, planos de recorrido de cables (*cable routing* o *cable trays layout*), y planos de instalaciones específicas (por ejemplo, plano de la sala de máquinas donde figuran, además de maquinaria, las canalizaciones eléctricas principales). Estos planos de instalación permiten al técnico encontrar físicamente los componentes y cables que ve en los esquemas funcionales. La lectura aquí es más cercana al *dibujo técnico convencional*: se interpretan símbolos de arquitectura (cuartos, mamparos) junto con símbolos de equipos (motores

dibujados con su silueta o con un símbolo, cajas de conexión, pasamuros eléctricos, bandejas portacables, etc.). Por ejemplo, tras identificar en un esquema eléctrico un determinado cuadro de distribución auxiliar, el técnico puede acudir al plano de disposición en la acomodación o sala de control para ver exactamente en qué sala y posición está instalado ese cuadro y cómo llegan los cables principales a él.

La interpretación cruzada entre esquemas eléctricos y planos de disposición es vital en mantenimiento: *saber leer el esquema conceptual y luego ubicar el componente real en el buque*. Por ello, los planos de disposición suelen llevar referencias numéricas o etiquetas consistentes con los esquemas (por ejemplo, un motor rotulado como "M-15 Bomba de Incendios" aparecerá así nombrado en el plano de la sala de bombas contra incendios). La capacidad de relacionar ambos tipos de plano demuestra un dominio completo de la documentación técnica del buque.

Simbología eléctrica y electrónica estandarizada

La **simbología empleada** en los planos y esquemas del buque está sujeta a normas internacionales de normalización, con el fin de evitar ambigüedades. A nivel internacional, la normativa IEC (Comisión Electrotécnica Internacional) proporciona un conjunto exhaustivo de símbolos gráficos normalizados para diagramas eléctricos y electrónicos (por ejemplo, la norma IEC 60617 define la simbología electrotécnica unificada). Igualmente, existen normas equivalentes en sistema ANSI/IEEE o NEMA (utilizadas en Estados Unidos) y las adaptaciones europeas UNE-EN. En el ámbito naval, prevalece el uso de la simbología IEC/ISO, aunque en buques construidos en distintas partes del mundo es posible encontrar variaciones; en cualquier caso, la mayoría de símbolos básicos son fácilmente reconocibles.

Entre los símbolos eléctricos más habituales en planos de buques podemos mencionar: el símbolo de **generador/alternador** (un círculo con una letra G o indicando generación, a veces con la especificación de kW), el símbolo de **motor** (generalmente un círculo con letra M), distintos tipos de **interruptores** (un interruptor automático magnetotérmico se representa con su símbolo estándar mostrando la doble función térmica y magnética; un seccionador con un símbolo de cuchilla abierta; un disyuntor diferencial con un pequeño símbolo que indica detección de corriente diferencial), **fusibles** (un símbolo sencillo de fusible en línea), **transformadores** (dos bobinas opuestas con líneas de núcleo), **tomas de corriente** y **luminarias** (con símbolos de lámpara o enchufe), etc. Asimismo, para los esquemas de control se utilizan símbolos de **contactos normalmente abiertos (NA) y normalmente cerrados (NC)** de relés o contactores, representados respectivamente por dos líneas paralelas separadas (NA) o un par de líneas cruzadas por una diagonal (NC), asociados a la identificación del elemento al que pertenecen. Un **bobinado de contactor o relé** se dibuja como un pequeño rectángulo o loop con designación (por ejemplo "K1" para un relé auxiliar, "KM1" para un contactor de motor). Las **lámparas de señalización** se indican con símbolos de bombilla, a menudo con letras como HL (horn lamp) o simplemente un indicador.

En los esquemas electrónicos, la simbología incluye, además de lo anterior cuando hay conexiones eléctricas, elementos como **diodos** (un triángulo con línea), **transistores** (bipolares con su emisor-base-colector o MOSFET con su puerta, etc.), **amplificadores operacionales** (un triángulo), **antenas** (una especie de línea vertical con tres pequeñas ramas en la cima), **conectores** (dibujados como pares de semicircunferencias o cuadros numerados indicando pins), etc. Cada componente suele llevar una etiqueta de referencia (Designador) alfanumérica única en el esquema, que puede relacionarse con una lista de componentes. Por ejemplo, un diodo zener en un circuito regulador de un equipo puede etiquetarse como D5, un circuito integrado como IC3, un resistor como R15, etc. Esto permite referenciar piezas en manuales o listas de repuestos si fuera necesario.

La **codificación alfanumérica de equipos y cables** también forma parte de la simbología amplia: en un plano eléctrico naval es común que cada cable tenga un número o código, que aparece en pequeñas etiquetas a lo largo de la línea que representa ese conductor. De igual modo, cada equipo eléctrico (bombas, ventiladores, winches, etc.) tiene una designación codificada. Muchas navieras o astilleros aplican sus propios códigos o siguen recomendaciones de normas ISO/IEC de designación de referencias. Por ejemplo, una bomba de sentina podría llamarse "P-BT-01" (Pump, Bilge Tank #1) en algunos sistemas, mientras otra notación podría simplemente ser "Bomba 1ª sentina". En cualquier caso, la consistencia de nomenclatura ayuda a relacionar esquemas con manuales y con marcados físicos de los equipos.

Para interpretar correctamente un plano, el técnico debe familiarizarse con toda esta simbología. Normalmente, los propios planos incluyen una **leyenda o lista de símbolos** utilizados, al menos aquellos menos comunes, y referencias a normas. Un aspirante a oficial técnico debe poder consultar esas leyendas y entender cada símbolo encontrado, ya que una confusión (por ejemplo, no distinguir un contacto normalmente abierto de uno normalmente cerrado en el esquema) puede llevar a *errores graves de interpretación*. Afortunadamente, la mayoría de símbolos son intuitivos tras la debida formación y experiencia, y su uso es consistente en la industria.

Técnicas de interpretación de planos y esquemas

La lectura e interpretación de planos eléctricos y electrónicos es una habilidad que se desarrolla con metodología y práctica. Algunas **técnicas y recomendaciones** para abordar eficazmente un plano/esquema son las siguientes:

- **Lectura global y contextualización:** Antes de entrar al detalle de un esquema, conviene identificar qué documento tenemos en mano y cuál es su propósito. ¿Se trata del diagrama unifilar general del buque? ¿O es el esquema detallado de un sistema concreto (por ejemplo, el circuito de control del molinete de anclas)? Observar el título del plano, el número de plano o código y cualquier índice que lo ubique dentro del conjunto de documentación del buque. Esto nos da el contexto inicial: sabremos si estamos viendo algo del sistema de potencia principal, de un sistema auxiliar, de un equipo electrónico específico, etc., y podremos anticipar qué componentes deberían

aparecer.

- **Identificación de los elementos principales:** En la primera pasada, localizar visualmente los componentes principales representados. Por ejemplo, en un unifilar, identificar dónde están dibujados los generadores, cuántos hay, dónde están las barras principales, qué transformadores se incluyen, cuántos cuadros principales y secundarios aparecen. En un esquema de control, ubicar la bobina principal (contactor o relé) del circuito, los pulsadores, las protecciones; en un diagrama electrónico de un sistema, identificar los bloques funcionales (antena, transmisor, receptor, panel de control). Esta identificación preliminar ayuda a “armar el mapa mental” del circuito o sistema antes de seguir el detalle de las conexiones.
- **Seguimiento sistemático de las conexiones:** Una vez reconocidos los elementos, se procede a seguir las líneas de conexión paso a paso. Una técnica usual es partir de la **fente de alimentación** en esquemas eléctricos: por ejemplo, en un circuito de control, comenzar por la línea de suministro (L y N si es AC monofásico, o + y – si es DC) y recorrer el circuito según el flujo de corriente teórico. Se va avanzando por los cables numerados, atravesando contactos, bobinas, hasta llegar al final (por ejemplo la bobina de un contactor hacia neutro). Si el esquema ocupa varias hojas, habrá que saltar a la hoja referenciada cuando una conexión diga algo como “Continúa en plano 5, coordenada C3” o similar. En esos casos es fundamental respetar las referencias cruzadas: no “adivinar” conexiones sino asegurarse mediante la numeración. En sistemas electrónicos o de comunicaciones, donde puede no haber un flujo de corriente único, el seguimiento puede hacerse por función: seguir la cadena de señal, por ejemplo desde un sensor hasta la entrada del controlador, y de ahí a la salida actuadora.
- **Uso de referencias y códigos:** Apoyarse en los códigos alfanuméricos para relacionar elementos. Como se mencionó, un mismo elemento puede aparecer varias veces en un esquema (p.ej., un contactor con múltiples contactos). Leer cuidadosamente las identificaciones: por ejemplo, si vemos un contacto marcado como **K1 (NC)** sabemos que es el contacto normalmente cerrado del relé K1. Luego buscaremos en el dibujo dónde está la bobina K1; al encontrarla (marcada K1), entenderemos qué activa ese relé. Del mismo modo, si un motor M5 aparece, localizaremos en el unifilar dónde está su alimentación, o en el plano de disposición dónde está físicamente. La clave es no tratar de interpretar todo de golpe, sino ir **estableciendo correspondencias** entre los diversos fragmentos de información dispersos en el plano.
- **Consulta de notas y leyendas:** Los planos suelen tener notas explicativas al pie o en recuadros. Estas notas pueden indicar condiciones particulares (por ejemplo "el contactor K1 se desenergiza automáticamente al dispararse el relé térmico F1"), o ajustes ("relé de mínima tensión ajustado a 85% Vn"). Antes de dar por entendido un circuito, leer estas anotaciones porque a veces introducen detalles de funcionamiento (lógica de control, secuencias) que no son evidentes solo con el dibujo de los contactos. Las leyendas de símbolos, como ya se comentó, deben consultarse ante la duda de

algún símbolo desconocido.

- **Referenciar con la instalación real:** Si se tiene acceso físico al buque o a fotografías, puede ser útil vincular lo dibujado con lo existente. En contextos de formación (como para lo que se prepara este ensayo), a falta de un buque real, se pueden usar simulaciones o maquetas, pero en la práctica profesional, cuando un técnico está a bordo con plano en mano, es recomendable ubicar visualmente, por ejemplo, el cuadro al que corresponde el esquema, abrirlo (siguiendo las normas de seguridad) y ver los componentes: identificar los relés, los fusibles, comparar las etiquetas en los cables con las designaciones en el plano. Este cotejo práctica-teoría refuerza la comprensión. Si algo no coincide (por ejemplo un cable en el barco está etiquetado con un número que no figura en el plano), puede indicar que el plano está desactualizado o que ha habido modificaciones no documentadas, lo cual es un hallazgo importante a reportar.
- **Práctica de simulación de fallos:** Una técnica pedagógica efectiva es simular mentalmente fallos e interpretar el esquema para predecir qué ocurriría. Por ejemplo: en un circuito de control, preguntarse "¿qué sucede en el esquema si el relé de sobretensión se activa y abre su contacto? ¿qué parte del circuito queda sin energía?". O en un diagrama de potencia: "¿qué sucede si desconecto este seccionador? ¿qué partes de la instalación se quedarán sin servicio?". Este ejercicio ayuda a comprobar si realmente se entiende la función de cada componente en el contexto del circuito. Es en esencia aplicar la **lectura del esquema** para análisis de situaciones, que es exactamente lo que se requiere luego para diagnosticar averías reales.

En suma, la interpretación de planos es un proceso activo y reflexivo. No se trata solo de *leer* símbolos de izquierda a derecha, sino de razonar sobre ellos: entender el *porqué* de cada conexión, la *función* de cada elemento y anticipar el *comportamiento* del sistema. Esa comprensión profunda es la meta final, más allá de simplemente identificar componentes.

Aplicaciones prácticas a bordo de la interpretación de planos

El dominio en la lectura de planos y esquemas se traduce directamente en múltiples **aplicaciones prácticas a bordo** de un buque:

- **Mantenimiento preventivo y correctivo:** Ante una avería eléctrica, el primer paso del oficial de máquinas o electricista naval es consultar los esquemas pertinentes. Por ejemplo, si un motor no arranca, se revisa el esquema de su circuito de control para verificar posibles causas: ¿llega tensión al circuito de mando? ¿algún contacto de seguridad (como la presión de aceite baja, temperatura alta) está abierto impidiendo el arranque? Sin un esquema sería casi imposible rastrear todos los interbloqueos. Del

mismo modo, en tareas de mantenimiento preventivo, como comprobar protecciones, es necesario el plano para localizar cada relé o fusible que debe inspeccionarse y conocer su calibre y función exacta. La **resolución de averías** eficiente depende en gran medida de la correcta interpretación de la documentación: una falla localizada rápidamente gracias a entender el esquema puede ser la diferencia entre un pequeño contratiempo o una detención prolongada del buque.

- **Operaciones seguras y emergencias:** La tripulación utiliza los planos eléctricos para preparar y ejecutar maniobras de conmutación de fuentes de energía, cambios de configuración y actuaciones de emergencia. Por ejemplo, antes de realizar un *blackout test* (simulación de pérdida total de planta eléctrica) o de hacer mantenimiento al cuadro principal, es imprescindible estudiar el diagrama unifilar para entender qué alimentadores se van a desconectar, cómo entra el generador de emergencia, qué secuencia de restablecimiento se debe seguir. En situaciones de emergencia reales, como un incendio o una inundación local, puede ser necesario *aislar eléctricamente* ciertas zonas: los planos guiarán al personal para saber qué interruptores abrir sin dejar sin servicio sistemas críticos inadvertidamente. La **seguridad eléctrica** de la tripulación también está en juego: antes de intervenir en un circuito, el personal competente verifica en el esquema que la línea esté efectivamente aislada y no haya alimentaciones ocultas, evitando accidentes por energización inesperada.
- **Formación y transferencia de conocimiento:** A bordo, cuando se integra un nuevo oficial o técnico, la documentación de planos es la base para conocer la instalación. Un ingeniero jefe experimentado puede revisar los planos con sus subordinados para explicarles el funcionamiento de los sistemas del barco, las particularidades de la instalación y lecciones aprendidas. La habilidad de interpretar esquemas se transmite así y se ejercita continuamente, fomentando una cultura de conocimiento técnico. Muchas empresas navieras requieren además que las modificaciones o mejoras realizadas a bordo queden reflejadas en la actualización de planos ("*as built*"), por lo que el personal debe no solo leer sino también *dibujar o modificar* esquemas sencillos cuando se hacen cambios (por ejemplo, la instalación de un nuevo equipo, reruteo de un cable, etc.), manteniendo la documentación al día.
- **Inspecciones y auditorías:** Durante inspecciones técnicas (ya sean internas de la compañía, de Sociedades de Clasificación o de la Autoridad Marítima), es común que los inspectores soliciten revisar planos y comprobar que corresponden con la realidad. Un inspector de la sociedad de clasificación puede pedir, por ejemplo, el esquema unifilar para verificar que el sistema de emergencia cumple con SOLAS (separación adecuada, arranque automático del generador de emergencia, etc.), o revisar el plano del sistema de combustible buscando la presencia de sistemas de corte por incendios. El personal del buque debe poder presentar e interpretar estos planos ante los inspectores, demostrando conocimiento del buque. Para un docente preparando a futuros profesionales, es clave inculcar esta habilidad de manejar con soltura la

documentación técnica en contextos formales.

Referencias normativas en el ámbito marítimo para planos eléctricos

La disponibilidad y correcta gestión de planos eléctricos y electrónicos en buques no es solo una buena práctica, sino que está respaldada por requisitos normativos y reglamentarios. A nivel internacional, el **Convenio SOLAS (Safety of Life at Sea)** de la OMI exige implícitamente en varias de sus reglas que los buques cuenten con instalaciones eléctricas seguras y debidamente documentadas. Por ejemplo, SOLAS capítulo II-1 (Construcción – Estructura, compartimentado, maquinaria e instalaciones eléctricas) establece criterios de redundancia y separación de sistemas esenciales; aunque no dicta el formato de los planos, en la práctica para demostrar conformidad se deben presentar esquemas a las autoridades competentes. Asimismo, el **Código de Gestión de la Seguridad ISM** (International Safety Management Code), de cumplimiento obligatorio, requiere que las navieras mantengan documentación actualizada de sus buques y procedimientos claros; esto incluye manuales y planos técnicos que el personal debe usar para la operación segura. Bajo el ISM, durante auditorías se revisa que los planos eléctricos estén disponibles, actualizados y que la tripulación sepa utilizarlos.

Por otro lado, las **Sociedades de Clasificación** (Lloyd's Register, Bureau Veritas, DNV, RINA, ABS, por mencionar algunas) que certifican la construcción y mantenimiento de los buques, obligan a presentar para aprobación los diseños eléctricos. Durante la fase de proyecto, los astilleros deben remitir los esquemas unifilares de potencia, diagramas de control de sistemas críticos, cálculos de cortocircuito y discriminación de protecciones, etc., para que la sociedad de clasificación verifique el cumplimiento de sus Reglas y de la normativa internacional. Una vez en servicio, cualquier alteración significativa en la instalación eléctrica debe ser reportada y los planos modificados sometidos a aprobación nuevamente. Esto garantiza que los planos a bordo reflejen la realidad del buque. Además, las reglas de clase suelen referenciar estándares técnicos: por ejemplo, pueden requerir que la instalación cumpla con la serie de normas **IEC 60092 (Instalaciones eléctricas en buques)**, las cuales abarcan desde selección de cables, protecciones, hasta documentación y pruebas. La norma IEC 60092-505, por citar una, se enfoca en sistemas electrónicos de control y monitoreo en buques, mientras que otras de la serie tratan temas de planos de distribución y seguridad.

En el contexto español, la **Administración Marítima (Dirección General de la Marina Mercante y las Capitanías Marítimas)** implementa estos requisitos internacionales mediante reglamentación nacional. Por ejemplo, para buques de pasaje en ámbito nacional existe el Real Decreto 1247/1999 (reglamentando medidas de seguridad) que impone el cumplimiento de SOLAS y otras directivas; para buques en general, normativas como el Reglamento de Equipos Marinos o las órdenes ministeriales sobre documentación de seguridad también implican que los buques dispongan de planos actualizados de sus sistemas. En inspecciones de bandera o Estado Rector del Puerto (Port State Control) es común que los oficiales inspeccionadores

pidan verificar el plano de electricidad de emergencia, el plano de ubicación de sistemas contra incendios, etc., como parte de la comprobación de que la tripulación conoce la disposición de sus sistemas.

En el ámbito formativo (p.ej. para técnicos de Formación Profesional marítima), también hay normativa educativa que define los contenidos que incluyen la interpretación de esquemas. Los **estándares de competencia del Convenio STCW** para oficiales de máquinas y eléctricos mencionan la capacidad de "leer y comprender diagramas de sistemas eléctricos y electrónicos del buque" como parte esencial de las competencias profesionales. Esto se refleja en los currículos de formación y por ende en las oposiciones docentes para estas especialidades: el tribunal valorará el dominio tanto teórico como práctico de normativa técnica aplicable y de la habilidad para manejar estos documentos.

Resumiendo, la vertiente normativa asegura que: (1) **existan los planos** (obligatoriedad de llevar a bordo planos actualizados de los sistemas eléctricos, disponibles para la tripulación e inspectores), (2) **cumplan estándares** (diseñados y dibujados conforme a normas reconocidas, con símbolos normalizados), y (3) **se utilicen adecuadamente** (personal formado para su interpretación, integrados en manuales de mantenimiento y operación). Esto refuerza la idea de que la interpretación de planos no es un mero ejercicio académico, sino un pilar reconocido de la seguridad y eficiencia en la explotación de buques.

Entorno profesional y perspectivas formativas

En el entorno profesional marítimo, el conocimiento profundo de planos y esquemas se proyecta en perfiles como el de oficial de máquinas, técnico de mantenimiento naval, proyectista eléctrico o inspector de sistemas embarcados. Estos perfiles se enfrentan a situaciones donde la capacidad de análisis técnico y la autonomía operativa son imprescindibles, especialmente en escenarios de emergencia o fallo de sistemas críticos.

La enseñanza de esta competencia en la Formación Profesional debe fomentar no solo el conocimiento simbólico y técnico, sino también la comprensión sistémica y funcional de las instalaciones navales. La simulación práctica, el aprendizaje basado en problemas y la resolución colaborativa de casos reales pueden constituir enfoques metodológicos eficaces para integrar estos conocimientos en el aula y prepararlos para su aplicación en contextos laborales exigentes.

Tras analizar con profundidad las distintas dimensiones que intervienen en la interpretación de planos y esquemas eléctricos y electrónicos del buque, conviene sintetizar el impacto que este conocimiento tiene en la seguridad operativa, la eficiencia técnica y la cualificación profesional de los futuros técnicos navales.

Conclusión

La capacidad de interpretar planos y esquemas eléctricos y electrónicos del buque representa una competencia técnica de primer orden en el ámbito profesional marítimo. A través de estos documentos, los técnicos pueden comprender la arquitectura de los sistemas embarcados, anticiparse a posibles fallos, intervenir de forma segura y eficaz, y asegurar el cumplimiento de los estándares normativos y de calidad exigidos por la industria naval internacional. Esta competencia, por tanto, no solo se asocia al conocimiento técnico, sino también al desarrollo de habilidades críticas como el razonamiento lógico, la atención al detalle, la autonomía en la toma de decisiones y la capacidad de análisis ante situaciones imprevistas.

El dominio de esta habilidad aporta valor añadido en diversos escenarios de la operativa marítima: desde el diagnóstico de averías en condiciones reales de navegación, hasta la ejecución de modificaciones técnicas en varadero o la verificación de conformidad durante auditorías reglamentarias. Del mismo modo, resulta indispensable para garantizar la seguridad de los sistemas eléctricos y electrónicos críticos a bordo, como los de propulsión, gobierno, navegación o comunicación, cuya operatividad es esencial en cualquier tipo de embarcación.

En el marco de la Formación Profesional, el desarrollo de esta competencia potencia la empleabilidad del alumnado al alinearse con las demandas reales del sector y con los perfiles profesionales más requeridos por las empresas. Promueve además una formación práctica, contextualizada y altamente transferible, que sitúa al estudiante en el centro del aprendizaje técnico. Esta orientación metodológica puede enriquecerse mediante enfoques como el aprendizaje basado en proyectos, la simulación de averías reales, la lectura comparativa de planos técnicos de diferentes buques o el diseño de esquemas funcionales desde una perspectiva constructiva.

Desde la perspectiva de la innovación y la sostenibilidad, el conocimiento profundo de los sistemas eléctricos y electrónicos permite a los futuros profesionales contribuir a la modernización de los buques mediante la integración de tecnologías más eficientes, automatizadas y respetuosas con el medio ambiente. Esto se alinea con los principios de la transición ecológica y digital del sector naval, y con varios de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, especialmente aquellos relacionados con la industria, la innovación, la energía asequible y no contaminante, y la acción por el clima.

Por todo ello, la enseñanza de esta competencia técnica debe considerarse estratégica dentro del currículo de la Formación Profesional Marítimo-Pesquera. Integrarla con metodologías activas y realistas permitirá a los estudiantes adquirir no solo conocimientos teóricos, sino también la destreza y confianza necesarias para enfrentarse con solvencia a los desafíos tecnológicos que plantea la industria naval del presente y del futuro.

En definitiva, desarrollar en el alumnado la competencia para interpretar planos y esquemas eléctricos y electrónicos no solo mejora su comprensión de los sistemas embarcados, sino que fortalece su perfil técnico, refuerza su autonomía profesional y multiplica sus oportunidades de inserción laboral en un sector altamente especializado y en constante evolución. Todo ello contribuye a consolidar una formación integral y de calidad que potencia su futuro profesional.

Bibliografía

Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. Boletín Oficial del Estado, núm. 340, 30 de diciembre de 2020.

Ley Orgánica 3/2022, de 31 de marzo, de ordenación e integración de la Formación Profesional

Arroyo Martínez, Ignacio. (2015). *Curso de derecho marítimo* (3ª ed.). Thomson Reuters Civitas

Cerdá Filiú, L. M. (2018). *Automatismos neumáticos e hidráulicos*. Ediciones Paraninfo.

Delgado Lallemand, L. (2006). *De proa a popa. Tomo 2: Equipos en el barco*. Paraninfo Ediciones.

Del Pozo, F., Ibáñez Gómez, F., & Notario, A. (2024). *Seguridad marítima: Una incertidumbre permanente* (1.ª ed.). J.M. Bosch Editor.

Martínez Vadillo, J. F., & Belda Valiente, R. (s.f.). *Navegación: Sistemas y equipos* (7.ª ed.). J.F.M. Vadillo. ISBN: 9788460476962

Martín Pérez, F. J. (2009). *Apuntes de electricidad aplicada a los buques* (2.ª ed.). Editorial ECU.