



FACULTAD DE INGENIERÍA



NORMAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE BUQUES





RINFI se desarrolla en forma conjunta entre el INTEMA y la Biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata.

Tiene como objetivo recopilar, organizar, gestionar, difundir y preservar documentos digitales en Ingeniería, Ciencia y Tecnología de Materiales y Ciencias Afines.

A través del Acceso Abierto, se pretende aumentar la visibilidad y el impacto de los resultados de la investigación, asumiendo las políticas y cumpliendo con los protocolos y estándares internacionales para la interoperabilidad entre repositorios



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-
NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

Indice

1. Introducción y Generalidades

- 1.1. Proyectistas, Calculistas y Directores técnicos
- 1.2. Responsabilidades de los proyectistas y calculistas
- 1.3. Responsabilidades de los directores de obra
- 1.4. Sanciones a Proyectistas, Calculistas y Directores de obra
- 1.5. Certificados de seguridad
- 1.6. Prórrogas
- 1.7. Trabajos de reparación y mantenimiento
- 1.8. Limites de seguridad
- 1.9. Trabajos permitidos para cada limite de seguridad
- 1.10. Formas de lograr los limites de seguridad

2. Reglamento instalaciones eléctricas (Bureau Veritas)

- 2.1. Máquinas eléctricas rotativas
 - 2.1.1. Emplazamiento – Instalación
 - 2.1.2. Protección de la máquinas contra contactos accidentales
 - 2.1.3. Condiciones generales de funcionamiento
 - 2.1.4. Servicios esenciales
 - 2.1.5. Auxiliares de servidumbre
 - 2.1.6. Auxiliares complementarios
 - 2.1.7. Grupos generadores – Máquinas de accionamiento
 - 2.1.7.1. Numero de grupos generadores
 - 2.1.7.2. Regulación de velocidad
 - 2.1.7.3. Características de los generadores de corriente alterna
 - 2.1.8. Construcción de máquinas eléctricas rotativas
 - 2.1.8.1. Aislamiento y tratamiento de los devanados
 - 2.1.8.2. Ventilación
 - 2.1.8.3. Placas de bornes
 - 2.1.8.4. Sobrecargas temporales
 - 2.1.8.5. Conmutación
 - 2.1.8.6. Placas distintivas

-
- 2.1.9. Pruebas de la máquinas eléctricas rotativas
 - 2.1.9.1. Pruebas de calentamiento
 - 2.1.9.2. Pruebas de funcionamiento
 - 2.1.9.2.1. Generadores
 - 2.1.9.2.2. Motores
 - 2.1.9.3. Pruebas dieléctricas
 - 2.1.9.4. Pruebas de aislamiento
 - 2.1.9.5. Disposiciones particulares aplicables a las pruebas
 - 2.2. Transformadores de fuerza y alumbrado
 - 2.2.1. Características nominales
 - 2.2.2. Método de refrigeración
 - 2.2.3. Emplazamiento – Instalación
 - 2.2.4. Protección contra contactos accidentales
 - 2.2.5. Condiciones generales de funcionamiento
 - 2.2.6. Numero de transformadores
 - 2.2.7. Construcción de transformadores
 - 2.2.7.1. Devanados
 - 2.2.7.2. Cubas de los transformadores con dieléctrico líquido
 - 2.2.7.3. Comportamiento de los transformadores en cortocircuito
 - 2.2.7.4. Placa indicadora
 - 2.2.8. Prueba de transformadores
 - 2.2.8.1. Pruebas de calentamiento
 - 2.2.8.2. Pruebas dieléctrica por tensión aplicada
 - 2.2.8.3. Pruebas por tensión inducida
 - 2.3. Cuadros eléctricos
 - 2.3.1. Emplazamiento – Protección
 - 2.3.2. Materiales utilizados para la construcción de los cuadros
 - 2.3.3. Construcción de los cuadros principales.
 - 2.3.4. Pruebas
 - 2.3.5. Cuadros de sección, cajas de distribución y de empalme
 - 2.4. Aparatos de medida
 - 2.4.1. Aparatos de medida de los generadores

-
- 2.4.2. Indicadores de aislamiento
 - 2.4.3. Características de los aparatos de medida
 - 2.4.4. Transformadores de medida
 - 2.5. Reglas para la utilización de los aparatos de corte
 - 2.5.1. Disposiciones generales
 - 2.5.2. Cuadros principales y de socorro
 - 2.5.3. Cuadros de sección
 - 2.5.4. Caja de distribución
 - 2.6. Aparatos de regulación y de mando de arrancadores
 - 2.6.1. Prescripciones generales
 - 2.6.2. Construcción
 - 2.6.3. Calentamientos
 - 2.6.4. Resistencias de arranque
 - 2.6.5. Pruebas de los aparatos de regulación y de mando
 - 2.7. Aparatos de protección
 - 2.7.1. Disposiciones generales
 - 2.7.2. Protección contra sobrecargas
 - 2.7.3. Protección contra corrientes de cortocircuito
 - 2.8. Protección de generadores
 - 2.8.1. Disposiciones generales
 - 2.8.2. Protección contra sobrecargas
 - 2.8.3. Protección contra corrientes de cortocircuito
 - 2.8.4. Protección contra los retornos de potencia
 - 2.8.5. Protección contra tensión mínima
 - 2.8.6. Protección contra defectos internos
 - 2.9. Protección de motores
 - 2.10. Protección de transformadores de potencia
 - 2.11. Protección de los circuitos terminales que alimenten motores
 - 2.12. Protección de los aparatos de medida o control
 - 2.13. Eliminación de circuitos que no alimenten auxiliares no esenciales

-
- 2.14. Aparatos y accesorios de la instalación
 - 2.14.1. Enchufes
 - 2.14.2. Interruptores
 - 2.14.3. Aparatos de alumbrado
 - 2.14.4. Aparatos de cocción y calefacción

3. Luces de Navegación

- 3.1. Ámbito de aplicación
- 3.2. Definiciones
- 3.3. Visibilidad de las luces
- 3.4. Buques de pesca
- 3.5. Posición y características técnicas de las luces

4. Normas para la inspección de buques

- 4.1. Definiciones
- 4.2. Inspecciones
 - 4.2.1. Inspecciones ordinarias
 - 4.2.2. Inspecciones ordinarias durante la construcción

5. Planilla de especificaciones técnicas de máquinas y equipos

- 5.1. Motor propulsor
- 5.2. Sistema de propulsión
- 5.3. Motores auxiliares
- 5.4. Tanques del buque
- 5.5. Consumos generales totales del buque por singladura
- 5.6. Generadores
- 5.7. Máquinas auxiliares y servicios
- 5.8. Cámaras y máquinas frigoríficas para carga
- 5.9. Cámaras y máquinas frigoríficas para provisiones
- 5.10. Filtros
- 5.11. Aparatos de gobierno y timón

6. Especificaciones eléctricas

- 6.1. Sistema de 24 Vcc
- 6.2. Sistema de 12 Vcc
- 6.3. Componentes de la instalación

7. Cálculo y verificación de conductores. Dimensionamiento del embarrado del tablero principal

8. Glosario y Bibliografía

9. Anexo

1. Introducción y Generalidades

En el presente proyecto se realizara un diseño completo de la instalación eléctrica de un buque pesquero. Asimismo, se describirán y se emplearán las normas de seguridad para la navegación, requeridas tanto por Prefectura Nacional Argentina como por los organismos internacionales.

En toda embarcación construida, el material utilizado y su instalación deben ser sometidos a inspecciones y pruebas a cargo de los inspectores, tanto en la fábrica como a bordo.

De acuerdo a lo mencionado, las cuestiones sometidas a evaluación son los planos o documentos que se describen a continuación:

- Plano general de situación de las instalaciones (grupos electrógenos, cuadros principales, cuadros de distribución, de socorro, etc).
- Esquema general de la distribución de fuerza.
- Esquema general de los circuitos de alumbrado.
- Esquema general de los circuitos de socorro.
- Esquemas unifilares del cuadro principal, de los cuadros de socorro, de los cuadros de radio entre otros.
- Justificación de las secciones de los conductores (calentamientos y caída de tensión).
- En aquellas instalaciones en las que la suma de las intensidades nominales de los generadores acoplables supere los 1000 A, es necesario realizar una tabla justificativa de las capacidades de corte de los aparatos de protección, con relación a las potencias de cortocircuito supuestas en los diferentes puntos considerados.

Estos planos o documentos deben contener todas las indicaciones que permitan un estudio correcto de las instalaciones, especialmente:

- Constructor, tipo y características de los grupos generadores.
- Constructor, tipo y sección de los cables utilizados.
- Constructor, tipo, intensidad nominal y capacidad de corte de los aparatos de corte y de protección (fusibles, interruptores y disyuntores).
- Constructor, tipo, calibre y regulación de los relés de protección.

Todo el material eléctrico debe funcionar de manera satisfactoria, en las condiciones que se detallan a continuación, ya se presenten aisladas o simultáneamente:

- Cuando esté sometida a vibraciones, cuya frecuencia este comprendida entre 0 y 25 Hz y cuya amplitud entre cresta sea igual a 2 mm.
- Con los movimientos del buque, cuando éste esté escorado 15° o tenga un asiento longitudinal de 10° con respecto a su posición normal, o cuando los balances lleguen a ser de 22° 30' a cada banda.
- En las condiciones de temperatura y de humedad siguientes:

- Para buques de alta mar, la temperatura ambiente convencional del aire se tomara 45° C con una humedad relativa del 70 %.

Para cuadros eléctricos situados en las cámaras de máquinas o sobre cubiertas sin protección, se considerara una temperatura de 50° C.

- Para los buques tales como costeros, chalanas y artefactos de puerto, destinados a ser utilizados fuera de zonas tropicales, la temperatura ambiente convencional se tomara igual a los 40° C.
- Cuando las variaciones de tensión y de frecuencia en régimen transitorio lleguen a ser:

$$+0,1 U_n \text{ y } -0,15 U_n$$

$$+0,1 F_n \text{ y } -0,1 F_n$$

siendo U_n y F_n , respectivamente, la tensión y la frecuencia nominal de la red.

- Cuando la tensión y la frecuencia en régimen permanente difieran, respectivamente, de su valor nominal, en:

$$\pm 0,05 U_n \text{ y } \pm 0,05 F_n$$

1.1. Proyectistas, Calculistas y Directores técnicos

A los fines de la firma de los elementos técnicos de juicio la Prefectura Naval Argentina, de ahora en más (PNA), considera proyectistas y calculistas a las siguientes personas:

-
- a) Ingenieros navales y mecánicos e ingenieros navales egresados de las universidades argentinas nacionales o privadas que hayan cumplido con el examen de habilitación profesional que exige la reglamentación y estén inscriptos en los Consejos Profesionales respectivos.
- b) Técnicos constructores navales, con títulos otorgados por escuelas nacionales técnicas del ciclo superior, hasta los límites que determinan los siguientes numerales cúbicos según:

Buques autopropulsados mecánicamente: hasta un numeral cúbico de un mil (1000) metros cúbicos; y buques sin propulsión mecánica: hasta un numeral cúbico de dos mil (2000) metros cúbicos.

Para la realización de todas las obras correspondientes a los buques o artefactos navales la PNA exigirá dirección técnica de las mismas por parte de un director de obra, como mínimo. El propietario o el titular de la obra informará a la Prefectura con respecto al director o a los directores que tendrá o tendrán a cargo la obra, y a la forma de responsabilidad.

Podrán ser directores de obra las siguientes personas inscriptas en la Prefectura, con las limitaciones que se indica:

1. Ingenieros navales y mecánicos o ingenieros navales sin límites.
2. Ingenieros de la especialidad mecánica, sin límites para la dirección técnica de los aspectos de las obras de índole mecánico.
3. Ingenieros de la especialidad electricidad y electrónica, sin límites para la dirección técnica de los aspectos de las obras correspondientes a generación y distribución de la energía eléctrica y comunicaciones del buque.
4. Técnicos constructores navales; dentro de los límites que se establecen para su actuación como profesionales responsables.
5. Técnicos mecánicos; para la dirección técnica de los aspectos de índole mecánico de buques con numerales cúbicos no superior a 500 m³.
6. Electrotécnicos y electromecánicos; para la dirección técnica de los aspectos de las obras correspondientes a generación y distribución

de la energía eléctrica y comunicaciones del buque con numerales cúbicos no superiores a 500 m³.

Cuando determinadas obras supongan un riesgo particular por sus características, y aun cuando correspondan a buques que se encuentren dentro de los límites que permite la actuación de los técnicos. La prefectura, de ser necesario, podrá imponer la necesidad de que la responsabilidad de la dirección de obra recaiga sobre ingenieros.

1.2. Responsabilidades de los proyectistas y calculistas

Los proyectistas y/o calculistas intervinientes en las obras serán responsables por los elementos técnicos de juicio firmados por ellos, respecto de las condiciones de seguridad controladas por la Prefectura y que cubran:

1. En el caso de construcciones; al buque o artefacto naval en general
2. En caso de modificaciones; a la modificación en particular y al buque o artefacto naval en general en relación al efecto de la modificación sobre el mismo.
3. En caso de verificaciones complementarias; en particular las verificaciones específicas correspondientes

1.3. Responsabilidad de los directores de obra

Será responsabilidad de los directores de obra:

1. Controlar que se cumplan las indicaciones técnicas que surgen de las copias certificadas en lo que concierne a dimensiones, materiales, secuencia de operaciones e indicaciones específicas de los mismos.
2. Controlar que la ejecución de las obras se realice correctamente y de acuerdo a las normas técnicas aplicables en estos casos.
3. Llevar el libro de inspecciones de obra en la forma y con las características que determine la Prefectura. En el referido libro se volcará el resultado de controles que realice el o los directores de obra, los que los avalaran con su firma, y será controlado en

circunstancias de las inspecciones técnicas de la Prefectura por los funcionarios que las practiquen.

4. Suministrar la información que los inspectores técnicos de la Prefectura requieran durante las inspecciones.

1.4. Sanciones a Proyectistas, Calculistas y Directores de obra inscritos en Colegios Profesionales

Todo proyectista, calculista o director de obra inscripto y con sanciones previstas en los Consejos Profesionales respectivos, podrá ser pasible de las siguientes sanciones o procedimientos, como consecuencia de considerarse que cometió algunas de las siguientes trasgresiones:

a) Apercibimiento

1. Cuando no concurrieran, sin causa justificada, a una citación de la Prefectura en relación a sus funciones específicas, vencido el plazo establecido en la misma.
2. Cuando los proyectistas o calculistas firmaren elementos técnicos de juicio, encontrándose estos incompletos o realizados en forma antirreglamentaria.
3. Cuando los directores de obra no llevaran actualizado o en forma reglamentaria el libro de inspecciones de obra, o bien no tengan el mismo en el lugar de operaciones.
4. Cuando los directores de obra no se encuentren en el lugar de sus operaciones, salvo causa justificada, en circunstancias en que la prefectura practique una inspección técnica previamente convenida.

b) Traslado de antecedentes al Consejo Profesional respectivo

1. Cuando un proyectista, calculista o director de obra inscripto y con sanciones previstas en los Consejos Profesionales registrare mas de tres (3) apercibimientos impuestos por la prefectura o cuando se compruebe cualquier tipo de transgresión que, a criterio de la prefectura, sobrepase la sanción de apercibimiento, el Prefecto Nacional Naval dará traslado de los antecedentes al

Consejo Profesional respectivo para que proceda en consecuencia, solicitándosele informe del temperamento acordado a los efectos del asiento en el legajo correspondiente.

c) Suspensión en el uso de la firma de proyectista, calculista y en la función de directores de obra.

d) Inhabilitación para el uso de la firma de proyectistas, calculistas y en la función de directores de obras.

Las inhabilitaciones para el uso de la firma de proyectistas, calculistas y en la función de directores de obras, significa la prohibición para que los mismos actúen en el futuro en la función técnica por la cual fue sancionado, en la obra, reparación o desguase motivo de la sanción, como así en las demás que tuviera pendiente de ejecución en el ámbito de la Prefectura.

1.5. Certificados de seguridad

Condiciones de seguridad. Los buques y artefactos navales que se encuentran inscriptos en la matrícula mercante nacional, para poder navegar u operar deben reunir las condiciones de seguridad que están previstas en los respectivos convenios internacionales incorporados al ordenamiento jurídico nacional y en las establecidas por la Prefectura, según corresponda.

Verificación de las condiciones de seguridad. El cumplimiento de las condiciones de seguridad será verificado mediante inspecciones por la Prefectura.

Certificados de seguridad. A los buques y artefactos navales que cumplan las condiciones de seguridad mencionadas anteriormente, Prefectura les otorgará los certificados de seguridad previstos por la misma y según los respectivos convenios internacionales.

Mantenimiento de las condiciones de seguridad. La aprobación de las inspecciones que se realicen para el otorgamiento de un certificado, solo tendrá validez para el momento en que aquellas fueran efectuadas. A partir de entonces y durante todo el periodo de validez del certificado los propietarios, armadores, capitanes, patronos o el tripulante que corresponda, según las circunstancias del caso, serán responsables del mantenimiento de las

condiciones de seguridad, debiendo garantizar que el buque y su equipo, le permiten navegar u operar sin constituir un peligro para su propia seguridad o la de terceros.

1.6. Prórrogas

Autorizaciones. Cuando a un buque se le venza cualquiera de sus certificados de seguridad, las dependencias de la Prefectura podrán autorizarlo a navegar por un plazo de hasta sesenta (60) días siempre que, durante ese lapso, no realice viajes internacionales por mar.

Esta autorización será otorgada sin otro requisito que la solicitud del armador, o quien lo represente y solo se concederá a buques cuyos certificados no hayan sido prorrogados.

1.7. Trabajos de reparación y mantenimiento

Definiciones

Trabajo de reparación. Es todo el que implica una modificación o sustitución de elementos o mecanismos del buque que tienden a mantener su grado de eficiencia operativa, asimilándolo a las especificaciones de origen o ajustándolo a las exigencias técnicas vigentes, con las siguientes calificaciones:

- a) Reparación general, cuando el trabajo se extiende a diversas zonas del buque.
- b) Reparación parcial, cuando el trabajo se localiza en determinada zona o áreas del buque.

Trabajo de conservación y mantenimiento. Es el que tiende a estabilizar el estado normal de eficiencia operativa de cada elemento o mecanismo con el fin de evitar su decaimiento y manteniéndolo en la especificación técnica que corresponda.

Herramientas y accesorios: Herramienta es todo instrumento manual o mecánico que al accionarse sea capaz de producir movimiento o modificar el estado de las cosas a las cuales se aplica.

Accesorio es todo elemento que su uso complete o haga posible la acción de la herramienta principal.

Trabajo caliente. Es cualquier operación que involucre fuego o calor, como el remachado, soldaduras, quemado u operación semejante que sea capaz de inflamar una mezcla explosiva o generar gases por sobre los límites admisibles.

Trabajo frío. Es toda operación que no sea un trabajo en caliente.

Seguro para el hombre. Significa que pueden realizarse faenas de ocho (8) horas en ambientes con esos gases y en las cantidades indicadas, sin que se produzcan intoxicaciones en los hombres que actúan.

Seguro para el buque. Indica el límite máximo de concentración de gases permisibles para evitar explosiones por trabajos en caliente.

Técnico en Desgasificación de buques. Es la persona habilitada y registrada por la Prefectura para actuar como tal.

Constancias sobre condiciones de trabajo. Es el documento que extiende el Técnico en Desgasificación de Buques dando sus conclusiones técnicas para el asesoramiento de la autoridad marítima y del capitán o patrón.

Certificado de Seguridad para Trabajo. Es el documento que extiende el Jefe de la dependencia jurisdiccional de la Prefectura en base a la Constancia sobre Condiciones de Trabajo y que es en definitiva el documento que autoriza a la realización de los trabajos específicos.

1.8. Límites de seguridad

En los lugares cerrados con aberturas controladas, los límites de seguridad son los siguientes:

- a) "*Seguro para Hombre*" – "*Seguro para Buque*". Significa que en el espacio designado y espacios adyacentes, el contenido de gases inflamables en la atmósfera, por volumen, está dentro de los límites posibles.
- b) "*Seguro para Hombre*" – "*No seguro para Buque*". Significa que en el compartimiento designado, el contenido de gas en la atmósfera, por volumen, están dentro de los límites permisibles para que una persona pueda realizar el trabajo y que los residuos remanentes en el compartimiento o locales adyacentes a estos últimos, pueden hacer posible, por acción de trabajos en caliente excedan los límites.

-
- c) *"No seguro para Hombre" – "Seguro para Buque"*. Significa que en el compartimiento designado y espacios adyacentes, el contenido de gas inflamable en la atmósfera por volumen, excede los límites para que una persona pueda realizar un trabajo; y que los residuos remanentes en el compartimiento o locales adyacentes a estos últimos, no hacen posible, por acción de trabajos en caliente que se excedan los límites de seguridad.
- d) *"No seguro para Hombre" – "No seguro para Buque"*. Significa que en el compartimiento designado y en los espacios adyacentes el contenido de gas inflamable en la atmósfera, por volumen, excede los límites.

1.9. Trabajos permitidos para cada límite de seguridad

En las condiciones de límite de seguridad del inciso:

- "a" se permitirán toda clase de trabajos en frío y en caliente.
- "b" se permitirán solamente trabajos en frío, con herramientas de bronce o no ferrosas, cuidando además que la ejecución de los trabajos no implique caídas, percusiones o frotamientos que puedan hacerlos calificar como trabajos calientes.
- "c" se permitirán trabajos en frío o caliente
- "d" no se permitirá ningún tipo de trabajo

1.10. Formas de lograr los límites de seguridad

Para poder lograr los límites de seguridad para los distintos incisos mencionados con anterioridad, se adoptaran las siguientes medidas:

- a. Para reparaciones generales o para entrar a dique seco: desgasificación y lavado total de los tanques de carga, cuarto de bombas y sentinas; con extracción de residuos en los lugares donde están previstos trabajos con fuego.
- b. Para reparaciones parciales: los compartimientos y espacios afectados deben ser desgasificados y lavados; los compartimientos y espacios adyacentes deben ser neutralizados o limpiados y desgasificados.

c. Para reparaciones en frío: el compartimiento o espacio afectado, debe encontrarse desgasificado o inertizado, cuidando que mantenga los porcentajes de gases inflamables admitidos, durante toda la realización del trabajo y bajo la fiscalización permanente del "Técnico en Desgasificación de Buques"

En el caso del inciso "d" no se permitirá la realización del ningún tipo de trabajo.

2. Reglamento instalaciones eléctricas

2.1. Maquinas eléctricas rotativas

2.1.1. *Emplazamiento – Instalación*

Las máquinas y su aparamento se deberán colocar en lugares convenientemente ventilados en los que no pueda acumularse polvo, vapores ni gases inflamables. En caso de que esto no se pueda cumplir se pondrá en conocimiento de la Administración, que, luego de examinar la cuestión, podrá tomar en consideración las disposiciones especiales que le hayan sido propuestas.

Las máquinas deberán estar siempre suficientemente separados de todos los materiales inflamables. A este efecto cuando las maquinas no sean del tipo cerrado, deberá existir entre los materiales anteriormente mencionados y los órganos bajo tensión de las máquinas, una distancia mínima de 0.30 m, medida horizontalmente, y de 1.20 m, medida por encima de los órganos bajo tensión.

2.1.2. *Protección de las máquinas contra choques, contactos accidentales y agentes exteriores*

Las máquinas y su aparamenta se dispondrán de tal forma que sus órganos queden al resguardo de choques y averías que puedan producirse por la acción de agentes exteriores, tales como agua, aceite y sus vapores.

Las partes bajo tensión se protegerán eficazmente contra todo contacto accidental cuando la tensión sobrepase de 50 V, tanto para corriente continua como alterna.

La protección de las máquinas y de su aparamenta contra agentes exteriores dependerá de su situación a bordo. Según sean los casos considerados, esta protección podrá ser para los siguientes tipos:

- Contra goteo de agua
- Contra chorros de agua

-
- Contra golpes de mar
 - Sumergible

2.1.3. Condiciones generales de funcionamiento

Las máquinas deberán poder funcionar satisfactoriamente a pesar de los movimientos del buque. Estas condiciones deberán cumplirse aun cuando el buque alcance 15° de escora y 10° de asiento, a partir de su posición normal, o cuando el ángulo de balance llegue a ser de 22° 30' a cada banda.

Las máquinas se construirán e instalaran de forma que, para cualquier velocidad de servicio, el conjunto de todas las piezas en movimiento permanezca bien equilibrado y no dé lugar a ninguna vibración anormal.

Salvo en el caso de máquinas con eje vertical, los ejes de rotación de las máquinas o de los grupos generadores, se colocaran, en tanto sea posible, paralelamente al eje longitudinal del buque.

2.1.4. Servicios esenciales

Se consideran servicios esenciales:

- Los auxiliares de servidumbre, que son aquellas cuya disponibilidad permanente es indispensable para la propulsión, la navegación y la seguridad del buque.
- Los auxiliares complementarias.

2.1.5. Auxiliares de servidumbre

Se consideran auxiliares de servidumbre, las siguientes:

- Bombas de engrase
- Bombas de agua dulce o de agua de mar para refrigeración de los motores
- Bomba de circulación de los condensadores
- Bombas de extracción

-
- Bombas de vacío
 - Bombas de combustible para los motores principales y auxiliares
 - Bombas contra incendios
 - Aparatos de gobierno
 - Aparejos de amarre
 - Bombas de las hélices con palas orientables

2.1.6. Auxiliares complementarios

Se consideran auxiliares complementarios, las siguientes:

- Compresor de aire
- Depuradores
- Bombas de achique
- Bombas de lastre
- Bomba de trasvase de combustible
- Ventiladores de máquinas
- Molinetes
- Viradores

2.1.7. Grupos generadores – Máquinas de accionamiento

2.1.7.1. Numero de grupos generadores

Todo buque en el cual la energía eléctrica constituya el único medio de asegurar el funcionamiento del mismo, deberá estar equipado, por lo menos, con dos grupos generadores de características convenientes, de tal forma que el funcionamiento de dichos servicios quede asegurado aun en la eventualidad de que uno de los grupos esté parado.

Cuando el funcionamiento de uno de los dos grupos generadores dependa del funcionamiento del aparato propulsor, deberá preverse la posibilidad de poner en marcha la instalación de propulsión con independencia de estos grupos.

Además, cuando se utilice corriente alterna, el número y las características de los alternadores serán tales que, en la eventualidad anteriormente mencionada, el arranque de los motores, incluido el de los de más potencia, no produzca una caída de tensión anormal perjudicial al funcionamiento de los aparatos en servicios. A no ser que se tomen disposiciones especiales para asegurar el buen funcionamiento de las instalaciones, las variaciones de tensión, en cualquier circunstancia de explotación, no deberán sobrepasar del 15 %.

2.1.7.2. Regulación de la velocidad

Las máquinas de accionamiento deberán estar provistas de un regulador que limite las variaciones de velocidad a los valores siguientes:

- Variación momentánea: 10 %, en caso de que se suprima o aplique una carga eléctrica igual al 50 % de la potencia nominal del grupo, cualquiera que sea su carga inicial entre los límites de 0 a 60 % de su potencia nominal y que permita restablecer la velocidad de régimen establecida, con una tolerancia de un 1 %, en no más de tres segundos.
- Variación permanente: 5 %, para cualquier valor de la carga comprendido entre la marcha en vacío y la potencia de sobrecarga.

2.1.7.3. Características de los generadores de corriente alterna

Los generadores de corriente alterna, a menos que sean del tipo "compound", estarán provistos de reguladores automáticos de tensión.

Teniendo en cuenta la regulación de velocidad de las máquinas de accionamiento, las características de tensión de los generadores de corriente alterna deberán satisfacer las siguientes condiciones:

- ✓ En régimen permanente, habida cuenta de la regulación de velocidad de la máquina de accionamiento, y a todas las cargas intermedias entre la marcha de vacío y la potencia nominal, con el factor de

potencia nominal, la tensión deberá ser igual a la tensión nominal con una tolerancia del 2.5 %.

- ✓ Cuando el generador, accionado a su velocidad nominal y suministrando su tensión nominal, este sometido, a partir de una carga inicial especificada, a una variación brusca de carga equilibrada dentro de los límites de corriente y de factor de potencia especificados, la tensión no deberá caer por debajo del 85 % de la tensión nominal. La tensión deberá restablecerse a su valor de régimen con una tolerancia de ± 3 %, en 3 segundos como máximo.
- ✓ Partiendo de régimen establecido y cualquiera que sea la carga inicial del generador, cuando se suprime parcial o totalmente la carga, la tensión no deberá aumentar en régimen transitorio a más de 115 % de la tensión nominal.

2.1.8. Construcción de máquinas eléctricas rotativas

2.1.8.1. Aislamiento y tratamientos de los devanados

Los materiales habilitantes utilizados para la construcción de las máquinas destinadas a accionar auxiliares esenciales, deberán ser, por lo menos, de Clase E.

Todos los devanados serán tratados para que resistan de una manera eficaz la acción de la humedad, del aire salino y de los vapores de aceite.

2.1.8.2. Ventilación

Se tomarán las disposiciones necesarias para llevar a las máquinas la cantidad de aire fresco indispensable y para asegurar la evacuación del aire caliente, evitando en todo lo que sea posible la introducción de polvo, de humedad o de vapor de aceite. A este respecto, se desean hacer resaltar los inconvenientes que pueden ocasionarse como consecuencia de que la velocidad del aire en la aspiración sea demasiado grande.

2.1.8.3. Placas de bornes

Los bornes de las máquinas tendrán dimensiones apropiadas y estarán claramente rotuladas. Estarán situadas en lugares fácilmente accesibles que permitan una fácil conexión de los conductores. Además estarán suficientemente separadas entre sí y convenientemente protegidos para evitar cortocircuitos, derivaciones a tierra y contactos accidentales.

2.1.8.4. Sobrecargas temporales

Los generadores y los motores se construirán para que puedan soportar sobrecargas temporales de corriente o de par, sin que debido a ellas se produzcan averías o deformaciones en los bobinados, cuando la tensión y la frecuencia difieran lo menos posible de las características nominales y se haya alcanzado la temperatura correspondiente al régimen nominal.

Los generadores de corriente alterna deberán poder soportar durante 2 minutos una sobrecarga del 50 % de la corriente nominal, con un factor de potencia igual a 0,6 % (retardado).

2.1.8.5. Conmutación

Las máquinas eléctricas rotativas deberán poder funcionar con un calaje fijo de las escobillas entre la marcha en vacío y la marcha con las sobrecargas temporales mencionadas anteriormente, sin que se produzcan chispas exageradas, ni deterioro de los colectores ni de las escobillas. La conmutación deberá comprobarse particularmente con una sobrecarga del 20 % y durante un tiempo suficiente para que pueda juzgarse acerca de su calidad.

2.1.8.6. Placas distintivas

En la placa distintiva de toda máquina eléctrica rotativa se deberá indicar el tipo y las características nominales de la máquina considerada.

2.1.9. Pruebas de las máquinas eléctricas rotativas

2.1.9.1. Pruebas de calentamiento

Las máquinas se someterán a una prueba bajo carga nominal de una duración suficiente para alcanzar el equilibrio de temperaturas, que se considerará como obtenido cuando el calentamiento no aumente más de un grado por hora. Sin embargo la duración de la prueba no será, en principio, inferior a 4 horas.

Para determinación de los calentamientos, las temperaturas podrán medirse por uno de los métodos siguientes:

- a. método de variación de resistencia eléctrica
- b. método de los detectores de temperatura
- c. método del termómetro

Los termómetros utilizados serán del tipo con bulbo, de mercurio o de alcohol; sin embargo, no deberán utilizarse los de bulbo de mercurio en emplazamientos en que el campo magnético sea variable.

Cuando la temperatura de los devanados se mida por variación de resistencia, será necesario utilizar aparatos de medida de alta precisión y eliminar los errores que puedan provenir de resistencias parásitas, tales como, por ejemplo, la resistencia de contacto de las escobillas.

La temperatura del aire ambiente se medirá utilizando termómetros colocados en la corriente de aire que se desplaza hacia la máquina.

2.1.9.2. Pruebas de funcionamiento

2.1.9.2.1. Generadores

Luego de realizar las pruebas de calentamientos, las máquinas se someterán a pruebas de funcionamiento, que consistirán en:

- ✓ La comprobación de las características de tensión en las condiciones indicadas anteriormente para generadores de corriente alterna.
- ✓ La comprobación de las características de los dispositivos de excitación, que deberán ser dimensionados de forma tal que se respeten las características de tensión y corriente del generador.
- ✓ La comprobación del comportamiento a las sobrecargas de corriente.
- ✓ La comprobación de conmutación, en las condiciones definidas anteriormente.

2.1.9.2.2. Motores

A continuación de las pruebas de calentamiento, las máquinas se someterán a pruebas de funcionamiento, en que se incluirán:

- ✓ La comprobación de las características en carga.
- ✓ La comprobación de las características en vacío (corriente y potencia absorbidas a la tensión nominal) y, si ha lugar, un ensayo a rotor bloqueado a la intensidad nominal.
- ✓ La comprobación del comportamiento a las sobrecargas del par resistente.
- ✓ La comprobación de la conmutación, en las condiciones definidas anteriormente.

2.1.9.3. Pruebas dieléctricas

Después de las pruebas de calentamiento, las máquinas terminadas se someterán a pruebas dieléctricas, bajo una tensión alterna sinusoidal de frecuencia comprendida entre 25 y 100 Hz., cuyo valor eficaz será indicado en la Tabla V (ver anexo). Esta tensión se aplicará progresivamente y el valor previsto se mantendrá durante un minuto entre cada devanado y la masa (bastidor y circuito magnético) a la que estén unidos los demás devanados.

Toda máquina nueva, una vez terminada, se someterá a las pruebas dieléctricas mencionadas anteriormente. En caso de que las pruebas dieléctricas deban efectuarse sobre máquinas o partes de máquinas que ya hayan sido sometidas a ellas durante la fabricación, el valor eficaz de la tensión de prueba podrá ser el que resulte de la aplicación de la Tabla V reducido en un 25 %.

2.1.9.4. Pruebas de aislamiento

Las pruebas de aislamiento se efectuarán en caliente, con preferencia a continuación de las pruebas de calentamiento y de las pruebas dieléctricas. A estos efectos, se utilizará una tensión continua del orden de 500 voltios. La resistencia de aislamiento, expresada en megohmios, no deberá, en principio, ser inferior a $\frac{U}{1000}$, siendo U la tensión nominal en Volts.

2.1.9.5. Disposiciones particulares aplicables a las pruebas

Las pruebas individuales de calentamiento podrán no efectuarse si las medidas efectuadas en una máquina idéntica han dado resultados inferiores en 15 % a los valores límites definidos en las Tablas I a IV (ver anexo).

Además, para los generadores de corriente alterna, las pruebas correspondientes a las prescripciones definidas anteriormente, podrán no efectuarse en cada una de las máquinas si el constructor puede justificar que ya se han efectuado las mismas pruebas en una máquina idéntica y sus resultados han sido juzgados como satisfactorios por la Administración.

Cualquier justificación basada en resultados experimentales y/o en nota de cálculo, deberá ser entregado en el momento oportuno a la Administración para su aprobación.

Las prescripciones anteriores podrán ser objeto de otras atenuaciones, después de un examen de la Administración, especialmente en el caso de máquinas idénticas a una máquina tipo, teniendo en cuenta, en particular, la potencia de la máquina.

2.2. Transformadores de fuerza y de alumbrado

2.2.1. Características nominales

El régimen nominal de un transformador se define por el conjunto de los valores numéricos de las magnitudes eléctricas que caracterizan sus condiciones de funcionamiento.

En este régimen nominal deberá figurar, principalmente, el valor de la potencia continua, expresada en KVA, para la que, al aplicar la tensión nominal primaria de frecuencia nominal, el transformador suministra, en régimen continuo de funcionamiento, su corriente nominal secundaria, sin sobrepasar los límites de calentamiento.

En principio, la potencia nominal se tomará convencionalmente igual al producto de la tensión nominal secundaria, por la corriente nominal secundaria y por un factor apropiado, dependiendo del número de fases.

2.2.2. Método de refrigeración

Según la potencia y la tensión de los transformadores y sus condiciones de instalación a bordo, se podrán adoptar los siguientes métodos de refrigeración:

- ✓ Refrigeración por aire.
- ✓ Refrigeración en un dieléctrico líquido.
- ✓ Refrigeración en un dieléctrico sólido.

Cuando se haga uso de un dieléctrico líquido, este será preferentemente un producto sintético ininflamable.

2.2.3. Emplazamiento - Instalación

Los transformadores se colocarán en lugares fácilmente accesibles y bien ventilados, en los que no haya peligro de emanaciones gaseosas o ácidas. Estarán suficientemente alejados de todo material combustible no protegidos y

dispuestos al abrigo de choques y de cualquier incidente causado por agua, aceite, combustible líquido, vapor, etc.

2.2.4. *Protección contra contactos accidentales y los agentes exteriores*

En principio, los transformadores cuya tensión primaria medida con relación a masa sobrepase de 250 voltios, se instalarán en un local especialmente acondicionados al efecto. En caso contrario, la parte del local destinada a tales transformadores se delimitará por una barandillado o por cualquier otro dispositivo equivalente.

El grado de protección contra agentes exteriores de los transformadores y de sus accesorios dependerá de su situación a bordo del buque. Como regla general los transformadores deberán ser por lo menos del tipo protegido contra el goteo.

2.2.5. *Condiciones generales de funcionamiento*

Los transformadores con dieléctrico líquido deberán poder funcionar en condiciones satisfactorias, especialmente sin derrame o proyección de líquido, a pesar del movimiento del buque. Estas condiciones deberán también cumplirse cuando el buque tome escora de 15° y asientos de 10° con respecto a la posición normal o cuando los balances lleguen a ser de 22° 30' a cada banda.

Los transformadores con dieléctrico líquido que formen parte de la red de socorro del buque deberán poder funcionar en las condiciones precitadas, con una escora permanente de 22° 30'.

Las partes metálicas de los transformadores que no estén normalmente recorridas por la corriente, deberán derivarse cuidadosamente a tierra.

2.2.6. *Numero de transformadores*

Cuando los servicios de fuerza o alumbrado del buque, estén alimentados por transformadores, la instalación deberá llevar por lo menos dos transformadores de características convenientes, de tal forma que el funcionamiento de estos servicios pueda quedar asegurado en la eventualidad de que uno cualquiera de ellos quede fuera de servicio. En caso de utilización de elementos monofásicos, podrá no exigirse más que un elemento monofásico de reserva si se han tomado las medidas oportunas que permitan la rápida sustitución de un elemento averiado.

2.2.7. *Construcción de los transformadores*

2.2.7.1. *Devanados*

Los transformadores para fuerza y para alumbrado deberán ser exclusivamente del tipo de devanados independientes o de devanados concéntricos con pantalla derivada a tierra por construcción.

Así mismo los devanados de los transformadores que sean refrigerados por aire se someterán a un tratamiento que les permita resistir eficazmente la acción de la humedad, del aire salino y de los vapores de aceite.

En caso de transformadores sumergidos en un dieléctrico sintético, la elección de los aislantes y su tratamiento deberá efectuarse teniendo en cuenta la eventual acción disolvente del dieléctrico sobre los materiales utilizados para el aislamiento de los devanados.

2.2.7.2. *Cubas de los transformadores con dieléctrico líquido*

Los transformadores sumergidos serán, con preferencia, del tipo con recipiente de expansión. De todas maneras, se tomarán las disposiciones necesarias para permitir la respiración de la cuba, a través de un deshidratador apropiado.

Las cubas, o los recipientes de expansión, deberán hallarse provistos de indicadores de nivel del dieléctrico líquido.

2.2.7.3. Comportamiento de los transformadores en cortocircuito

Los transformadores se construirán para que puedan resistir sin deterioros los efectos de los cortocircuitos, durante los tiempos indicados en la tabla siguiente:

<i>Tensión de cortocircuito del transformador U_{cc} (%)</i>	<i>Corriente de cortocircuito eficaz simétrica que debe soportar el transformador</i>	<i>Duración en segundos</i>
<i>Inferior o igual a 4 %</i>	$25 I_n$	2
<i>Superior a 4 %</i>	$\frac{100 * I_n}{U_{cc}(\%)}$	3

NOTA: En esta tabla, I_n es la intensidad nominal del transformador

2.2.7.4. Placa indicadora

La placa indicadora de cualquier máquina eléctrica estática deberá indicar el tipo, así como las características nominales de la máquina considerada.

2.2.8. Pruebas de transformadores

Los transformadores se someterán a pruebas que permitan comprobar que se cumplen satisfactoriamente las indicaciones mencionadas anteriormente.

2.2.8.1. Prueba de calentamiento

Los transformadores se someterán a una prueba baja carga nominal, cuya duración deberá ser suficiente para que se establezca el equilibrio de temperaturas. Los calentamientos máximos admisibles para los transformadores no deberán sobrepasar los límites mencionados en la Tabla VI (ver anexo)

2.2.8.2. Prueba dieléctrica por tensión aplicada

Los transformadores terminados se someterán, con preferencia a continuación de la prueba de calentamiento, a una prueba dieléctrica bajo una tensión sinusoidal de frecuencia comprendida entre 25 y 100 Hz, cuyo valor eficaz se fija en $2 U + 1000$, siendo U la tensión más elevada entre fases que pueda existir en un punto cualquiera de la red, en un instante cualquiera, en las condiciones normales de funcionamiento. El valor mínimo de la tensión de prueba se fijará en 2,5 KV eficaces.

La tensión de prueba se aplicara, durante 1 minuto, entre el devanado en prueba y los demás devanados, el circuito magnético, el bastidor y la cuba o la envolvente del transformador, conectados entre sí y derivados a tierra.

La prueba dieléctrica mencionada anteriormente será aplicable a cualquier transformador nuevo. En caso de que los transformadores, o partes de ellos, ya hayan sufrido pruebas dieléctricas en fábrica, el valor eficaz de la tensión de prueba podrá disminuirse un 25 %.

2.2.8.3. Prueba por tensión inducida

La comprobación de los aislamientos internos se efectuara aplicando a los transformadores una tensión doble de la tensión nominal.

Para esta prueba, y a fin de no sobrepasar la inducción usual, se podrá utilizar una fuente de energía de una frecuencia por lo menos doble de la nominal.

La duración normal de esta prueba será de 1 minuto. Sin embargo, cuando la frecuencia durante la ejecución de la prueba sea superior al doble de la frecuencia nominal, la duración de la prueba será igual a:

1 minuto X (dos veces la frecuencia nominal / frecuencia de prueba)
con un mínimo de 15 segundos.

2.3. Cuadros eléctricos

2.3.1. Emplazamiento – Protección

Los cuadros se colocaran en lugares accesibles y bien ventilados, libres de emanaciones gaseosas o acidas.

Se dispondrán de forma que se hallen al abrigo de choques y de cualquier incidente causado por agua, aceite, combustible líquido, vapor, etc. A este efecto deberán instalarse dentro de armarios que, excepto en caso debidamente justificado, deberán asegurar una protección eficaz por lo menos contra goteo de agua.

Si imperativos de instalación obligan a que ciertas tuberías para líquidos, diferentes a las que se consideran a continuación, pasen sobre o por la proximidad de los cuadros las juntas de dichas tuberías en los espacios así delimitados deberán ser exclusivamente soldados, a no ser que se instalen dispositivos de protección equivalentes. En caso de tuberías por las que circulen fluidos no aislantes a presión, podrá considerarse que la protección de los cuadros puede realizarse:

- Forrando los tubos en los espacios antes delimitados.
- Colocando los cuadros dentro de armarios que estén eficazmente protegidos contra las eventuales proyecciones de liquido.

Se tomaran las disposiciones necesarias para dispersar el calor despedido por los aparatos de los cuadros y para evitar, en la medida de lo posible; los efectos de las condensaciones.

Todos los materiales no ignífugos deben estar suficientemente alejados de los órganos bajo tensión. A este efecto, entre los materiales citados y los órganos bajo tensión, deberá existir una distancia mínima de 0,30 m, medida en el plano horizontal y de 1,20 m, medida por encima de los órganos bajo tensión.

2.3.2. *Materiales utilizados para la construcción de los cuadros*

De una manera general, los materiales que se utilicen en los cuadros deberán ser estables, no propagadores de la llama y no higroscópicos. Deberán, además, poseer una resistencia mecánica conveniente.

Como regla general, las estructuras o chasis de los cuadros deberán ser metálicos.

Además de cumplir con las características mencionadas anteriormente, las partes aislantes de los cuadros, así como las de los aparatos fijados directamente sobre los chasis y aisladas por su propio dispositivo de montaje, estarán constituidas por materiales que presenten una resistencia de aislamiento y una rigidez dieléctrica conveniente. Además, estos materiales aislantes deberán conservar de forma permanente las características particulares a su empleo, en las condiciones normales de utilización, especialmente bajo los efectos del calor.

Podrá exigirse que ciertas partes de los materiales aislantes, puestas al descubierto por el taladrado o las operaciones de maquinado, sean recubiertas con un barniz aislante apropiado.

2.3.3. *Construcción de los cuadros principales. Disposición de los órganos o aparatos*

Las diversas partes conductoras deberán estar convenientemente alejadas entre sí o protegidas por pantallas aislantes e ininflamables que impidan la formación de arco entre dos de ellas o entre una de ellas y masa.

Todas las partes de los cuadros, incluyendo las conexiones, deberán ser de fácil acceso. Los órganos bajo tensión colocados en la parte posterior de los cuadros principales, se dispondrán o protegerán de forma que se eviten los contactos accidentales.

Cerca de cada cuadro principal se instalará una barandilla construida de madera o aislada. Los pasillos que rodeen los cuadros principales se

revestirán con una alfombra aislante o bien con un enjaretado de madera parafinada.

Cuando exista un espacio de acceso a la parte posterior de un cuadro principal, deberá estar también provisto de una barandilla aislada en las condiciones anteriormente mencionadas.

Cuando la tensión nominal de utilización sea superior a 50 V, con corriente continua o corriente alterna, deberán observarse precauciones suplementarias. A este fin los cuadros llevarán, por lo menos en su cara anterior, envolventes metálicas que impidan contactos accidentales con los órganos bajo tensión y barandillas aislantes en las caras no protegidas. Además, sobre cada puerta de acceso se colocara en permanencia un rótulo indestructible y legible que indique la tensión máxima. Por último, los órganos bajo tensión y las piezas conductoras que puedan alcanzar uno de los potenciales definidos anteriormente, no deberán instalarse directamente sobre la cara delantera de ningún cuadro.

Con respecto a las barras de distribución, las mismas serán de cobre, cuya conductibilidad no será inferior al 95 % de la del cobre recocido. Los extremos de las barras se estañaran antes de su conexión, a no ser que se tomen otras disposiciones eficaces para impedir el deterioro de las conexiones por corrosión u oxidación. Las barras se unirán mecánicamente incluso cuando la continuidad eléctrica se halle asegurada por soldadura.

Las barras y sus conexiones se calcularan con la suficiente amplitud para que su calentamiento medio no sobrepase 40° C por encima de la temperatura ambiente para un funcionamiento continuo a régimen normal.

Se tomarán las disposiciones necesarias para permitir la dilatación de las barras, para que no se produzcan esfuerzos anormales sobre sus soportes. Además, las barras, sus piezas de unión y sus soportes se estudiaran para que resistan sin deformación anormal los esfuerzos mecánicos, que puedan resultar de los cortocircuitos.

La longitud de las líneas de fuga y las distancias en el aire entre barras, o piezas conductoras bajo tensión conectadas directamente a ellas, será por lo

menos de 20 mm. Este valor podrá reducirse a 16 mm para las líneas de fuga y distancia en el aire entre estos mismos elementos y tierra.

Todos los aparatos de medida y todos los aparatos que manden un circuito deberán estar identificados por un rotulo claro e indeleble. En las inmediaciones de cada aparato de protección deberá fijarse una placa que indique la corriente nominal del aparato o de la conexión considerada; además, en esta placa deberá indicarse el tipo y calibre de la protección a utilizar o la calibración de los relees.

Los órganos de los cuadros, así como los aparatos montados en ellos, estarán proyectados para asegurar un funcionamiento satisfactorio, teniendo en cuenta los movimientos del buque y las vibraciones o choques que puedan manifestarse durante el servicio.

Las partes metálicas de las estructuras o de los chasis de los cuadros, así como las envolventes metálicas de los aparatos, deberán estar derivadas a tierra.

2.3.4. Pruebas

Después de montado completamente en fábrica, el conjunto de cada circuito de cualquier cuadro deberá sufrir una prueba dieléctrica, bajo una tensión de frecuencia comprendida entre 25 y 100 Hz.

La tensión de prueba, que será de $2 U + 1000$ como mínimo, cuando la tensión de servicio se halle comprendida entre 50 y 500 voltios, y de 500 voltios cuando esta tensión sea inferior o igual a 50 voltios, se aplicara durante 1 minuto entre cada uno de los polos de cada circuito y el conjunto de los otros polos de este circuito y de todos los otros polos de los demás circuitos unidos entre sí y a tierra.

Para efectuar esta prueba, todos los aparatos de corte y de protección quedaran conectados en su posición de cierre, mientras que los aparatos de medida y los relees de precisión podrán quedar desconectados.

Inmediatamente después de la prueba dieléctrica mencionada anteriormente, se medirá la resistencia de aislamiento entre las piezas

conductoras unidas entre sí y a tierra y entre las piezas conductoras de polaridad opuesta, que no deberá ser inferior a 1 megohmio bajo una corriente continua de 500 voltios.

2.3.5. Cuadros de sección, cajas de distribución y cajas de empalme

Los cuadros de sección se colocaran dentro de una envolvente protectora, a menos que sus dimensiones hagan preciso colocarlos en algún lugar especial del buque. Las mencionadas envolventes de los cuadros de sección y de las cajas de distribución tendrán la rigidez suficiente y estarán protegidas contra la corrosión. Como regla general, serán metálicas. Sin embargo, podrán ser de madera en los alojamientos y, en este caso, si es necesario, se recubrirá con un forro metálico.

Si los armarios, debido a su construcción, no tienen fondo, podrá pedirse la colocación de una protección inflamable y aislante entre las piezas bajo tensión y los mamparos u otras partes de la estructura del buque sobre las que estén colocados.

Cuando los armarios estén provistos de cristales, estos serán de vidrio armado y deberán estar alejados por lo menos 20 mm de cualquier elemento conductor.

Las cajas de empalme deberán estar totalmente construidas con materiales estables, inflamables y no higroscópicos; los materiales de relleno deberán ser ininflamables.

2.4. Aparatos de medida

2.4.1. Aparatos de medida de los generadores

- Alternadores no dispuestos para funcionar en paralelo
 - Para cada alternador: un voltímetro, un frecuencímetro, un amperímetro por fase o un amperímetro con un conmutador que

permita medir la corriente de cada fase y para los alternadores de más de 150 KVA, un watímetro.

- Alternadores dispuestos para funcionar en paralelo
 - Para cada alternador: un watímetro, un amperímetro por fase o un amperímetro con un conmutador que permita medir la corriente de cada fase.
 - Para las operaciones de conexión en paralelo: dos voltímetros, dos frecuencímetros y un dispositivo indicador de sincronismo en el que, si es necesario, deberá incluirse un sincronoscopio doblado con lámparas de sincronización. Uno de los voltímetros y uno de los frecuencímetros deberán ir conectados en permanencia a las barras; el otro voltímetro y el otro frecuencímetro llevarán conmutadores que permitirán conectarlos a uno cualquiera de los alternadores.

2.4.2. Indicadores de aislamiento

Cada cuadro principal o de socorro, excepto en el caso de distribución unifilar con retorno por el casco, deberán estar equipados con un dispositivo de control del estado de aislamiento del conjunto de la red correspondiente.

2.4.3. Características de los aparatos de medida

- Voltímetros: deberán estar graduados hasta por lo menos el 120 % de la tensión nominal de los circuitos sobre los que puedan conectarse.
- Amperímetros: estarán graduados hasta por lo menos el 130 % de la intensidad nominal de los circuitos sobre los que puedan conectarse.
- Watímetros: aquellos que sean utilizados para alternadores que puedan funcionar en paralelo estarán dispuestos para indicar potencias invertidas de por lo menos el 15 % de la potencia activa nominal.

En todos los aparatos de medido deberán marcarse los valores correspondientes al funcionamiento normal de los circuitos considerados, por

ejemplo, por medio de un trazo verde en el cuadrante; los valores correspondientes al régimen nominal de los mismos circuitos (es decir, los valores a partir de los cuales existe sobrecarga) deberán marcarse en rojo.

Los aparatos de medida deberán ser convenientes para las condiciones de utilización previstas, muy especialmente en lo que se refiera a:

- Resistencia a las vibraciones
- Resistencia a los choques
- Protección contra agentes exteriores
- Exactitud de la graduación

2.4.4. Transformadores de medida

Los devanados secundarios de los transformadores de medida deberán estar derivados a tierra.

2.5. Reglas para la utilización de los aparatos de corte

2.5.1. Disposiciones generales

Cualquier aparato de corte instalado en un circuito provisto de un conductor de retorno o de neutro no derivado directamente a tierra, deberá interrumpir simultáneamente todos los conductores del circuito.

No deberá instalarse ningún aparato de corte independiente en un conductor derivado a tierra; sin embargo, esto no se opone a la instalación de las barretas de seccionamiento necesarias para efectuar pruebas y controles.

2.5.2. Cuadros principales y de socorro

Todos los circuitos que partan de un cuadro principal o de un cuadro de socorro deberán estar provistos de un aparato de corte a la salida del cuadro; este aparato, que cumplirá las disposiciones generales para poder proteger el circuito en las condiciones que se definirán más adelante.

2.5.3. Cuadros de sección

Cada circuito de arranque de un cuadro de sección deberá estar provisto de un aparato de corte situado a la salida del cuadro, que cumplirá las disposiciones generales para poder proteger el circuito en las condiciones que se definirán más adelante.

Sin embargo el aparato de corte situado a la salida del cuadro podrá suprimirse, si la línea correspondiente alimenta otro cuadro, o un aparato, situado en las proximidades del primer cuadro (por ejemplo, en el mismo local) y si el cuadro o aparato a que alimenta esté provisto de un aparato de corte en la entrada de la línea.

2.5.4. Caja de distribución

Los interruptores destinados al mando de los aparatos conectados a los circuitos terminales podrán instalarse en un punto cualquiera de las derivaciones.

2.6. Aparatos de regulación y de mando arrancadores

2.6.1. Prescripciones generales

Los aparatos de mando y de regulación, tales como arrancadores, combinadores y reóstatos de excitación, deberán satisfacer las disposiciones, concernientes a su emplazamiento a bordo, instalación, protección contra choques, contactos accidentales, agentes exteriores y condiciones de funcionamiento, en la medida que sean aplicables.

A no ser que los aparatos de mando y de regulación se hallen situados en los cuadros de distribución, deberán colocarse dentro de envoltentes metálicas convenientemente derivados a tierra, o en el interior de envoltentes

no metálicas que posean características equivalentes en los que se refiere a la protección mecánica.

2.6.2. Construcción

Los aparatos de mando y de regulación, mencionados anteriormente, estarán proyectados para que aseguren un funcionamiento satisfactorio, a pesar de los movimientos del buque y de las vibraciones o choques que puedan manifestarse a bordo durante el servicio.

Estos aparatos deberán estar contruidos con materiales estables, no propagadores de la llama y no higroscópico.

El número de botones de contacto de los conmutadores planos, de los reóstatos o de los aparatos similares, será suficiente para evitar la formación de arcos destructivos al pasar de un botón a otro.

Los órganos de maniobra, tales como empuñaduras, palancas y volantes, serán muy robustos y sus desplazamientos estarán limitados por topes apropiados. Los mandos manuales estarán dispuestos y protegidos de forma que la mano del operador no pueda entrar en contacto con las piezas bajo tensión o quemarse por los arcos que procedan del aparato.

En principio, las líneas de fuga y las distancias en el aire entre piezas conductoras bajo tensión, será por lo menos de 20 mm; este valor podrá disminuirse a 16 mm para las líneas de fuga y las distancias en el aire entre piezas conductoras bajo tensión y tierra. Las zonas de las envolventes situadas frente a los puntos de rotura de corriente deberán ir protegidos por el interior, si hay necesidad de ello, por medio de materiales aislantes resistentes a los arcos o por barniz antiflash.

Las partes sujetas a desgaste de los aparatos antes enunciados, deberán poderse reemplazar sin necesidad de desmontarlos por completo.

Las piezas que constituyan los contactos, así como el cableado interior de los aparatos de mando y de regulación, deberán poder soportar, en servicio continuo o intermitente, en condiciones convencionales de temperatura ambiente, las corrientes correspondientes a la potencia nominal de las

máquinas interesadas sin que, a consecuencia de ello, se ocasione una pérdida o disminución de las características iniciales; en las mismas condiciones, estos órganos deberán poder soportar las corrientes correspondientes a los regímenes de sobrecarga eventualmente previstos.

2.6.3. *Calentamientos*

En las condiciones normales de utilización de las máquinas, el calentamiento de las empuñaduras y de los demás órganos que sea necesario manipular en servicio, no deberá sobrepasar de:

- 15° C para las piezas metálicas
- 25° C para las piezas no metálicas

En las mismas condiciones, el calentamiento de las piezas accesibles al tacto, no deberán sobrepasar de 35° C.

2.6.4. *Resistencias de arranque*

Estas resistencias estarán constituidas por materiales inoxidables o por materiales tratados eficazmente para resistir la oxidación, a menos que estén forrados de un material que los proteja de la corrosión.

Los elementos que constituyan las resistencias, deberán formar con sus accesorios de fijación un conjunto rígido autorresistente, o de estar soportados por materiales aislantes, refractarios y no higroscópicos.

Las conexiones entre los elementos de las resistencias o entre las resistencias y las placas de bornas, podrán efectuarse por soldeo al latón o al cobre o por soldadura autógena. No se utilizarán soldaduras con estaño, salvo en caso de que las uniones se efectúen primero por un procedimiento mecánico.

De todas maneras, estas conexiones deberán estar soportadas de forma que no puedan producirse roturas ni contactos entre piezas de diferente polaridad, bajo el efecto de vibraciones o de los movimientos del buque.

Las conexiones con los órganos exteriores, especialmente con los cables de unión, se realizarán de manera que ni estos órganos ni sus aislantes estén sometidos a una temperatura excesiva.

Así mismo, se deberán tomar disposiciones necesarias para permitir la fácil sustitución de las resistencias de arranque o de sus elementos.

El calentamiento de las resistencias, medido con un termómetro colocado en contacto con ellas, no deberá sobrepasar de 200° C; en caso de resistencias vitrificadas o de acero inoxidable, este calentamiento podrá llegar a ser de 300° C. En todos los casos, el calentamiento del aire, medido a 25 mm de los orificios de salida, no deberá sobrepasar de 175° C, y el de las partes de las envolventes accesibles al tacto de 35° C.

2.6.5. Prueba de los aparatos de regulación y de mando y de los arrancadores

Los aparatos de regulación y de mando y los arrancadores deberán someterse a un ensayo dieléctrico con una tensión sinusoidal de frecuencia comprendida entre 25 y 100 Hz.

La tensión de ensayo, fijado en $2U + 1000$ voltios, con un mínimo de 2500 voltios, cuando la tensión nominal este comprendida entre 50 y 500 voltios y en 500 voltios cuando esta tensión sea igual o inferior a 50 voltios, deberá aplicarse durante 1 minuto: por una parte, entre las piezas normalmente bajo tensión reunidos entre sí, y la envolvente o el soporte, y por otra, entre cada circuito y los demás circuitos normalmente sometidos a potenciales diferentes, reunidos entre sí. Para efectuar este ensayo todos los accesorios deberán estar conectados; sin embargo, podrán desconectarse los aparatos de medida y los relés de protección, así como todos los aparatos que, por sus características propias, puedan tener una tensión de ensayo inferior (lámparas de alumbrado, lámparas piloto, etc.).

Inmediatamente después de efectuar el ensayo citado deberá medirse la resistencia de aislamiento: por una parte, entre las piezas normalmente sometidas a tensión, reunidas entre sí, y la envolvente o el soporte, y, por otra, entre cada circuito y los demás circuitos normalmente sometidos a potenciales

diferentes, reunidos entre sí. El valor de las resistencias de aislamiento medida aplicando una corriente continua de 500 voltios no deberá ser inferior a 1 megohmio.

2.7. Aparatos de protección

2.7.1. Disposiciones generales

Todos los circuitos eléctricos deberán protegerse contra las sobrecargas e intensidades eventuales, corrientes de cortocircuito incluida, por medio de dispositivos adecuados. La elección, el emplazamiento y las características de los diversos dispositivos de protección deberán ser tales que se logre una protección completa y coordinada que permita asegurar en todo lo posible:

- ✓ La eliminación de las consecuencias de los defectos, para reducir los riesgos de que la red quede fuera de servicio y los riesgos de incendio.
- ✓ La continuidad de servicio, que asegure, gracias a una acción selectiva de los dispositivos de protección, que la alimentación de los circuitos, no afectados directamente por un defecto, continúe manteniéndose.

Todo aparato de protección montado en un circuito en que exista un conductor de retorno o un neutro no derivado directamente a tierra, deberá interrumpir simultáneamente todos los conductores del circuito. En un conductor derivado a tierra no deberá montarse ningún aparato de protección independientemente.

2.7.2. Protección contra sobrecargas

La protección contra sobrecargas deberá asegurarse:

- ✓ En las 3 fases de los circuitos trifásicos de 3 conductores y neutro a tierra o trifásicos de 4 conductores con neutro directamente a tierra
- ✓ En las 3 fases y el neutro de los circuitos trifásicos de 4 conductores con neutro aislado o no directamente a tierra
- ✓ En, por lo menos, 2 fases de los circuitos trifásicos con neutro aislado

Esta protección podrá lograrse, en general, por medio de disyuntores, desconectares o fusibles; sin embargo, no se autoriza la utilización de fusibles de calibre superior a 250 amperios, para la protección contra sobrecargas.

Excepto en caso de disposiciones especiales, los dispositivos de protección utilizados deberán ser tales que la desconexión no se produzca, partiendo del estado frío, en menos de 1 hora para 1.05 veces la corriente normal del circuito considerado, y se produzca con toda seguridad, partiendo del estado en caliente, en menos de 2 horas para 1.20 veces la corriente nominal del circuito.

2.7.3. Protección contra corrientes de cortocircuito

La protección contra fuertes sobreintensidades y, esencialmente, contra las corrientes de cortocircuito, deberá estar asegurada en cada conductor no derivado directamente a tierra.

Esta protección podrá lograrse, en general, utilizando disyuntores, desconectadores o fusibles.

Los dispositivos que se utilicen deberán tener una capacidad de corte por lo menos igual a la máxima corriente de cortocircuito presumible en la instalación. Como una primera aproximación, el valor de esta corriente de cortocircuito podrá determinarse basándose en las cifras empíricas que se dan a continuación:

- ✓ 10 veces la corriente nominal de todos los alternadores que puedan acoplarse en paralelo, mas 3 veces la corriente nominal de todos los motores que estén simultáneamente en servicio.

La capacidad de cierre de cualquier aparato de corte o de protección previsto para ser, eventualmente, cerrado en cortocircuito deberá ser por lo menos igual al valor mas elevado de la corriente de cortocircuito máxima presumible en la instalación; el valor a tomar en consideración con corriente alterna será el valor de la cresta máxima en régimen asimétrico.

Todos los aparatos de corte o de protección deberán poder soportar, durante el tiempo necesario para la eliminación del defecto, teniendo en cuenta

la selectividad, los efectos térmicos y electrodinámicos en las corrientes de cortocircuitos que puedan producirse después de ellos, en dirección de la corriente.

Podrá admitirse la utilización de aparatos de corte o de protección que no tengan una capacidad de corte y/o de cierre por lo menos igual a la corriente máxima de cortocircuito presumible en la instalación, con la condición de que, antes de ellos, en la dirección de la corriente, se instale otro aparato de protección (disyuntor o fusible) cuyas características satisfagan las del circuito en el lugar en que esté instalado. Las características del conjunto, así constituido, deberán ser tales que:

- ✓ Durante el corte de la corriente de cortocircuito máxima presumible, el aparato utilizado en primer lugar, en el sentido de la corriente, no se deteriore y pueda volver a entrar en servicio inmediatamente
- ✓ Cuando se cierre bajo la acción de la corriente de cortocircuito máxima presumible, no se deteriore el resto de la instalación; por el contrario, se admitirá que el aparato situado en primer lugar, en el sentido de la corriente, no pueda volver a ponerse inmediatamente en servicio.

La regulación de los relés de protección y las curvas de fusión de los fusibles deberán cubrir toda la gama de los defectos posibles. Podrá considerarse que esta gama está representada por las corrientes, máxima y mínima, que exista la posibilidad de encontrar en el punto en que se instale el aparato. La corriente mínima se calculará para un defecto ubicado en la extremidad de la unión protegida y teniendo en cuenta el número mínimo de alternadores de la menor potencia que puedan asegurar la alimentación de la red considerada.

2.8. *Protección de los generadores*

2.8.1. *Disposiciones generales*

Los generadores deberán estar protegidos contra las sobrecargas y los cortocircuitos por medio de disyuntores multipolares, y no con desconectores.

Sin embargo, podrá admitirse el empleo de desconectores para la protección de grupos de socorro, cuando estos estén previstos para alimentar automáticamente la red cuando falte la tensión en el juego de barras.

2.8.2. *Protección contra sobrecargas*

La protección contra sobrecargas débiles estar constituida, en principio, por un sistema de alarma sonora accionado por un relé temporizado a aproximadamente el 110 % de la corriente nominal. Este relé podrá, además, dejar fuera de servicio a los circuitos no indispensables.

La protección contra sobrecargas mas elevadas deberá dar origen a la desconexión temporizada con un retardo tal que, para una sobrecarga del 50 %, el tiempo de desconexión no exceda de 30 segundos, a no ser que el generador esté construido para soportar sobrecargas más importantes.

Para los generadores destinados a funcionar normalmente en paralelo, a fin de evitar que la desconexión de uno de ellos ocasione la desconexión de otro generador por sobrecarga, deberá preverse que, después de una corta temporización, se produzca la desconexión de algunos circuitos en las condiciones definidas anteriormente. Esta temporización deberá ser inferior a la de los relés de protección contra sobrecargas elevadas y a la de los relés de mínima tensión.

2.8.3. *Protección contra cortocircuitos*

La protección contra sobrecargas importantes o contra cortocircuitos, deberá ocasionar una desconexión rápida; esta protección deberá ser instantánea o ligeramente temporizada para que sea posible la selectividad; en este ultimo caso, los generadores deberán poseer características que les permitan soportar los esfuerzos adicionales correspondientes.

Cuando no exista más que un solo relé para efectuar esta protección, éste deberá estar regulado para una corriente inferior o igual al valor eficaz de la corriente de cortocircuito simétrica máxima presumida.

Para los generadores de potencia nominal inferior a 50 KW, no destinados a funcionar en paralelo, el conjunto de las protecciones definidas anteriormente podrá efectuarse:

- Sea por disyuntor equipado con relé, cuya desconexión se efectúe en un tiempo inversamente proporcional a la sobrecarga; la regulación de este relé será tal que la desconexión no se produzca más que cuando la corriente llegue a ser igual al 120 % de la corriente nominal y después de una temporización de por lo menos 10 segundos.
- Sea por fusibles, un interruptor y un indicador sonoro de sobrecarga. En estas condiciones, el calibre del fusible deberá ser el inmediatamente superior a la corriente nominal del generador.

2.8.4. *Protección contra los retornos de potencia*

Los generadores de corriente alterna de más de 150 KVA, cuando deban funcionar en paralelo, sea entre sí, o con otro manantial de energía, deberán estar protegidos contra los retornos de potencia.

En los que deban recibir una marca de automatización, deberá aplicarse esta prescripción, cualquiera que sea la potencia de los alternadores, si, teniendo en cuenta el balance eléctrico, la producción de energía eléctrica debe estar asegurada, en régimen normal, por más de un grupo electrógeno.

La protección contra retorno de potencia deberá estar regulada entre el 2 y el 15 % de la potencia nominal, según las características de la máquina de accionamiento (turbina o motor de combustión interna) y, preferentemente, deberá estar dotada de una temporización.

2.8.5. *Protección contra tensión mínima*

Cuando los generadores, estén destinados a funcionar en paralelo, sea entre sí, o sea con otro manantial de corriente, se recomienda la instalación de un relé de tensión mínima que impida el cierre del disyuntor correspondiente

mientras que la tensión en los bornes del generador no hay disminuido hasta el 70 % de su valor nominal.

Una vez cerrado el disyuntor, el funcionamiento de este relé no deberá volver a provocar la apertura intempestiva del disyuntor en caso de sobrecarga o de cortocircuito.

Sin embargo, podrá admitirse que se produzca la apertura del disyuntor:

- Instantáneamente, cuando la tensión en los bornes del alternador llegue a ser inferior al 40 % de su valor nominal.
- Después de una temporización compatible con la selectividad de los dispositivos de protección (por ejemplo, 3 segundos), cuando la tensión en los bornes del alternador llegue a ser inferior al 70 % de valor nominal.

2.8.6. *Protección contra defectos internos*

En los alternadores de potencia elevada (superior a 1000 KVA), se recomienda colocar una protección contra los defectos internos y otra contra la falta de excitación.

2.9. *Protección de los motores*

Todos los motores de más de 0.5 KW y/o todos los motores que aseguren un servicio esencial, deberán estar protegidos individualmente; esta protección, además de la correspondiente contra las corrientes de cortocircuito, deberá consistir en:

- Una protección contra sobrecargas; esta protección, en el caso de motores que aseguren un servicio esencial, podrá consistir en una señalización de sobrecarga que accione una alarma sonora y visual; esta última disposición es imperativa para motores de accionamiento del aparato de gobierno, cuyos circuitos de alimentación no deberán llevar más dispositivos de interrupción automática que los que aseguren la

protección contra las corrientes de cortocircuito y contra el funcionamiento prolongado con rotor bloqueado, en el caso de motores asincrónicos.

- Una protección contra el funcionamiento en monofásico, en el caso de motores asincrónicos trifásicos que estén provistos en su alimentación de fusibles destinados a asegurar la protección.
- Una protección contra tensión mínima que asegure la desconexión del circuito correspondiente cuando disminuya o falte la tensión, y que cumpla además una de las dos funciones complementarias siguientes:
 - ✓ Mantener la posición de parada hasta que se proceda a volver a poner en marcha el auxiliar por una maniobra voluntaria.
 - ✓ Rearranque automático cuando vuelva a restablecerse la tensión. En este caso deberán tomarse las disposiciones necesarias para garantizar que el arranque automático de los motores provistos de un tal dispositivo esté suficientemente escalonado en el tiempo para que no ocasione caídas de tensión o aumentos de corriente perjudiciales a la buena marcha de la red.

La protección de los motores contra tensión mínima deberá permitir el arranque de éstos desde que la tensión sea superior al 85 % de la tensión nominal y deberá actuar con toda certeza cuando la tensión llegue a ser aproximadamente inferior en un 20 % a la tensión nominal, a la frecuencia nominal, con temporización si es necesario.

2.10. Protección de los transformadores de potencia

Los transformadores de potencia deberán estar protegidos contra cortocircuitos y contra sobrecargas; la protección contra cortocircuitos deberá montarse sobre el primario; la protección contra sobrecargas podrá montarse sobre el secundario; esta última no será exigible en caso de que el dimensionamiento del transformador con relación a los circuitos alimentados haga imposible que pueda funcionar con sobrecarga.

La protección de los transformadores que deban funcionar en paralelo o en redes anulares será objeto de un estudio especial; en estos casos será necesario instalar, por lo menos, seccionamientos en los secundarios.

2.11. *Protección de los circuitos terminales que alimenten motores*

Cualquier circuito Terminal que no alimenta más de un solo motor podrá no estar provisto más que de una protección contra corrientes de cortocircuito, colocada antes del motor en el sentido de la corriente y de otra protección contra las sobrecargas, colocada antes o después del mismo.

2.12. *Protección de los aparatos de medida o de control, condensadores antiparasitarios, lámparas piloto, etc*

Cada circuito destinado a alimentar un auxiliar de control y/o de mando, tal que voltímetro, lámpara piloto, bobina de tensión, etc., deberá estar protegido, en cada fase o en cada polo no derivado directamente a tierra, por un dispositivo apropiado; este dispositivo deberá ser colocado tan cerca como sea posible del manantial y podrá ser común a varios auxiliares, a condición de que, en la eventualidad de su funcionamiento, se pueda considerar que ello no perjudica el buen funcionamiento del resto de la instalación.

Como excepción a lo dispuesto anteriormente, para asegurar esta protección podrán utilizarse fusibles independientes.

Los condensadores antiparasitarios montados sobre los juegos de barras, los generadores y los motores que aseguren la alimentación de los circuitos esenciales, deberán estar protegidos, en cada fase o polo no derivado directamente a tierra, de la forma indicada anteriormente.

2.13. *Eliminación de los circuitos que alimenten auxiliares no esenciales*

Cuando la carga sobre un mismo juego de barras, en las condiciones normales de explotación, sea superior a la potencia nominal del un grupo

generador principal y comprenda auxiliares de servidumbre, deberá instalarse un dispositivo de desconexión; este dispositivo asegurará la eliminación de los circuitos no esenciales, de forma tal que se mantenga la alimentación de los auxiliares de servidumbre y un alumbrado reducido.

La elección y la regulación de estos dispositivos de eliminación deberá efectuarse teniendo en cuenta lo anteriormente mencionado para la protección contra sobrecargas y también teniendo en cuenta las características de los grupos generadores.

Deberá instalarse una alarma sonora y/o visual que avise cuando funcionen los dispositivos de eliminación.

2.14. Aparatos y accesorios de la instalación

La aparamenta de la instalación estará proyectada y construida teniendo en cuenta las condiciones especiales de utilización a las que deba estar sometida normalmente: robustez mecánica, protección contra choques y vibraciones, temperatura ambiente y protección contra la intemperie y las corrosiones salinas.

La aparamenta de la instalación será por lo menos de tipo protegido y, con preferencia, del tipo cerrado; está prohibida la colocación de aparatos no cerrados en los locales que puedan contener mercancías inflamables.

En los locales en que pueda estar sometida a choques (bodegas, pañoles, etc.), la aparamenta deberá ser blindada; en los lugares que puedan contener polvo, o gases inflamables o explosivos, deberá ser de seguridad.

La aparamenta que se instale sobre cubiertas directamente expuestas a los efectos del mar, deberá ser del tipo protegido contra golpes de mar y en todo el resto del exterior deberá ser, como mínimo, del tipo protegido contra chorros de agua.

La aparamenta estará proyectada e instalada de manera que ni el polvo ni la humedad puedan acumularse con facilidad en las partes que se encuentran bajo tensión ni sobre sus partes aislantes.

Se construirá de forma que los pasos destinados a los conductores aislados tengan dimensiones suficientes y no presenten rugosidades, ángulos vivos, ni codos bruscos. Todas las salidas para conductores tendrán cantos bien redondeados o estarán provistas de manguitos apropiados.

2.14.1. Enchufes

Las partes de los enchufes (zócalos y clavijas) sometidos a tensión, estarán dimensionados para que las temperaturas que se alcancen en servicio normal no sean peligrosas para la buena conservación de los contactos y de los aislantes. En principio, las temperaturas medias de estas piezas no deberán

exceder en más de 30° C la del aire ambiente cuando fluya por ellas su corriente nominal.

Los zócalos enchufables provistos de enclavamiento deberán ser tales que resulte imposible retirar la clavija cuando el interruptor este en posición "marcha", ni cerrar el interruptor cuando la clavija no este colocada. Todos los enchufes de una intensidad nominal superior a 15 amperios o utilizados a tensión nominal superior o igual a 250 voltios, y todos los que sean de seguridad aumentada, deberán estar provistos de tal sistema de enclavamiento.

Cuando existan varios sistemas de distribución de naturaleza y tensión distintas, los enchufes serán tales que no puedan efectuarse conexiones incorrectas.

Se emplearán enchufes de tipo protegido contra chorros de agua, en las cubiertas no protegidas, en las cámaras de calderas y de máquinas y en todos los lugares expuestos a salpicaduras o a condesación.

En las cámaras de máquinas y/o de calderas deberán existir enchufes alimentados a una tensión considerada como de seguridad. La misma precaución se tomara en los locales húmedos, si se prevee en ellos la utilización de aparatos eléctricos portátiles.

2.14.2. Interruptores

Los interruptores serán de material resistente, no propagador de la llama y no higroscópico. Las piezas bajo tensión se dimensionaran teniendo en cuenta los calentamientos a que deban estar sometidas en servicio normal. Los interruptores y demás aparata que puedan dar lugar a la formación de arcos durante su explotación normal, se prohibirán en los lugares que puedan contener polvo, o gases inflamables o explosivos.

2.14.3. Aparatos de alumbrado

Los aparatos de alumbrado se clasificaran en dos categorías:

- ✓ Aparatos que deban derivarse a tierra

-
- ✓ Aparatos con envolvente aislante o aislamiento especial que no deban derivarse a tierra

Los aparatos que deban derivarse a tierra deberán tener sus partes metálicas accesibles unidas eléctricamente entre sí y a un borne destinado a su derivación a tierra en las condiciones definidas anteriormente.

Los aparatos con envolvente aislante son los que no tienen partes metálicas accesibles (a excepción de pequeñas partes, tales como placas indicatoras o tornillos, aisladas eléctricamente de cualquier otra parte metálica).

Los aparatos con aislamiento especial son aquellos cuyas distintas partes metálicas accesibles están especialmente aisladas de las piezas bajo tensión, sea por un aislamiento doble, sea por un aislamiento reforzado; un aislamiento doble es aquel en que existe un segundo aislamiento de protección, además del normal, dispuesto de tal manera que los dos se puedan probar independientemente; un aislamiento reforzado es aquel en que el aislamiento normal tiene propiedades eléctricas y mecánicas tales que permitan considerarle como equivalente a un aislamiento dobles.

Todos los aparatos se proyectaran para que puedan disipar correctamente las emanaciones caloríficas originadas por los focos luminosos. Los calentamientos alcanzados en servicio no deberán perjudicar el buen comportamiento del material en servicio.

Los portalámparas de las lámparas de incandescencia de hasta 200 watos inclusive, serán de bayoneta normal (B 22) o con rosca Médium Edison (E 27); se recomienda este ultimo tipo para lámparas de más 100 watos.

Para lámparas de más de 200 watos, se tendrán que utilizar portalámparas con rosca Goliath Edison (E 40).

Los portalámparas se construirán con material no propagador de la llama y no higroscópico, y las partes que soporten las piezas bajo tensión serán de un material no inflamable, preferentemente de cerámica. Todas las partes metálicas deberán estar ampliamente dimensionadas. Los portalámparas tipo Edison llevaran dispositivos eficaces para trincar la lámpara; por otra parte,

tendrá un contacto central con resorte y estarán proyectados de manera que sea imposible tocar las partes del portalámparas o del casquillo bajo tensión.

Lámparas fluorescentes a baja tensión (menos de 260 V) con cátodos calientes: las bobinas de reactancia, capacitares y demás accesorios, necesarios para el funcionamiento de los aparatos, serán de tipo conveniente para su funcionamiento a bordo de buques, especialmente en lo que concierne a la temperatura y a la humedad. Deberán ir dentro de una envolvente metálica derivada a tierra.

Los condensadores de una capacidad superior a 0,5 microfaradios estarán provistos de un dispositivo que restablezca la tensión en sus bornes a menos de 50 V un minuto después de desconectado el condensador de la red.

Lámparas de alta tensión (mas de 260 V): los electrodos de los tubos y los portalámparas utilizados en las instalaciones alimentadas a 260 V y más, deberán ser de construcción especialmente resistentes y tales que no exista riesgo de contacto con piezas bajo tensión, tanto si el tubo esta en servicio o como si esta roto.

La instalación se efectuará teniendo en cuenta el valor de la tensión. La distancia, medida en cm., entre las piezas bajo tensión o entre las piezas bajo tensión y piezas metálicas, deberán ser por lo menos igual a $\frac{U}{2,5}$, siendo U la tensión de servicio en kV, con un mínimo de 2 cm. La tensión primaria utilizada no deberá ser superior a la que se utiliza normalmente para los circuitos de alumbrado.

Todas las piezas metálicas no sometidas a tensión estarán eficazmente derivadas a tierra; los devanados de alta y baja tensión de los transformadores y convertidores deberán ser eléctricamente independientes, para que no exista el temor de que, de una forma cualquiera, entre corriente de alta en la red de baja tensión.

Los interruptores serán multipolares y permitirán el aislamiento completo de la instalación; estarán claramente marcados y, en sus proximidades, así como en las cercanías de los tubos, se colocaran rótulos que

indiquen el peligro, la tensión utilizada y las precauciones elementales a tomar para acercarse a dichas instalaciones.

Se someterán a aprobación los planos completos de las instalaciones con tubos de descarga luminosa de alta tensión en los que estará indicada la disposición general de los aparatos, así como la de los circuitos e interruptores.

Las partes conductoras de las lámparas de arco y de los proyectores estarán aislados de la carcasa o de su envolvente. Todos los circuitos de lámparas de arco o de proyectores estarán protegidos en cada polo y estarán accionados por un interruptor bipolar o por un disyuntor bipolar.

Todas las partes de un proyector que deban manipularse para su uso o regulación durante el funcionamiento, deberán estar aislados de las piezas bajo tensión por material resistente, no combustible, calculado con amplitud y dispuesto de manera que el operador esté protegido de cualquier conmoción.

El soporte de cualquier proyector alimentado a una tensión superior a los 50 V, deberá estar provisto de un borne conveniente, a la que se conectará un conductor de derivación a tierra.

Los aparatos de alumbrado de servicio portátiles, es decir, los que se utilizan para el alumbrado del personal en las cubiertas, bodegas, cámaras de máquinas, etc., podrán ser de uno de los siguientes tipos:

- a) Con toma de tierra
- b) Con doble aislamiento
- c) Alimentados por un circuito de seguridad

En el primer caso, la derivación a tierra deberá realizarse por medio de un conductor a tierra integrado en el cable de alimentación y que termine en una varilla de la clavija que enchufará en un alveolo para toma de tierra. Además podrán utilizarse aparatos portátiles autónomos, por ejemplo alimentados por baterías.

Luces de navegación: los faroles serán, por lo menos, de tipo protegido contra chorros de agua y los vidrios, de los destinados a izarse por medio de una driza, estarán eficazmente protegidos contra los choques a los que puedan estar sometidos. No deberá utilizarse en su construcción ningún material higroscópico y, en principio, deberán construirse con materiales no férricos.

2.14.4. Aparatos para cocción y calefacción

Los aparatos eléctricos para cocción y calefacción estarán contruidos para que las partes que deban ser manipuladas necesariamente no alcancen temperaturas superiores a 55° C en las partes metálicas, y a 65° C en las partes no metálicas; las temperaturas alcanzadas en servicio por los demás órganos, serán tale que los diversos materiales no experimenten en régimen normal esfuerzos térmicos excesivos.

Los elementos de calefacción deberán ser de tipo protegido; sus dispositivos de protección serán robustos y se podrán desmontar fácilmente sin riesgo de entrar en contacto con las piezas sometidas a tensión. Las conexiones eléctricas de los elementos de calefacción se efectuaran de forma que no sufran ningún deterioro a causa de las elevadas temperaturas a que están sometidas; asimismo las conexiones con los interruptores y con los cables de alimentación se efectuaran de forma que no se sobrepasen las temperaturas admisibles en los bornes de entrada de los interruptores y en el alma de los conductores de alimentación. Los materiales aislantes utilizados serán ininflamables y no higroscópicos.

Todas las partes metálicas de los aparatos de cocina y calefacción que normalmente no deban estar bajo tensión, deberán estar eficazmente derivados a tierra, por medio de bornes a tierra.

Todos los materiales inflamables que existan en la proximidad de los aparatos de calefacción y de cocción, deberán estar protegidos con materiales convenientes no inflamables.

Todos los aparatos para cocción o calefacción, fijos o portátiles, deberán estar mandados por un interruptor instalado en emplazamiento fijo; en caso de que el aparato se alimente por medio de un enchufe, este deberá montarse entre el interruptor y el aparato.

Los aparatos para cocción y calefacción deberán poder soportar, en frío, una tensión alterna de prueba de un valor eficaz igual a $2U + 1000V$, con un mínimo de 1500 voltios, a una frecuencia comprendida entre 25 y 100 Hz, aplicada durante un minuto. Además de las pruebas de tipo que se puedan

especificar, deberá comprobarse que la tensión de prueba indicada puede ser soportada de forma satisfactoria cuando los aparatos hayan alcanzado su temperatura normal de utilización.

Los radiadores deberán ser de convección, pero para grandes locales se podrán utilizar aparatos de radiación, si se toman todas las precauciones necesarias para reducir a un mínimo los riesgos de incendio.

Los radiadores serán de construcción robusta y de tipo cerrado y sus aberturas estarán dispuestas de manera que los elementos calefactores no puedan ser tocados y puestos en cortocircuitos, voluntaria o involuntariamente. Todos los tornillos y tuercas se montaran para que no puedan aflojarse bajo el efecto de las vibraciones.

Los radiadores estarán proyectados y contruidos para que no haya posibilidad de que se origine un incendio al depositar sobre ellos vestidos o materiales inflamables. Además, deberán montarse de forma que no exista ningún riesgo de que los mamparos o las cubiertas se calienten peligrosamente; con este espíritu se dejara un espacio libre de 25 mm, por lo menos, para que pueda circular el aire entre los mamparos y la cara posterior de los radiadores.

En aquellos lugares en que exista riesgo de acumulación de gases o vapores inflamables, no se deberá instalar ningún aparato de calefacción que pueda originar la inflamación de dichos gases o vapores.

3. Luces de Navegación

3.1. *Ámbito de aplicación*

Las reglas que establece el Reglamento Internacional para Prevenir Abordajes son:

- a. Estas reglas deberán cumplirse en todas las condiciones metereológicas.
- b. Las reglas relativas a las luces deberán cumplirse desde la puesta del sol hasta su salida, y durante ese intervalo no se exhibirá ninguna otra luz, con al excepción de aquellas que no puedan ser confundidas con las luces mencionadas en el Reglamento Internacional o que no perjudiquen su visibilidad o carácter distintivo, ni impidan el ejercicio de una vigilancia eficaz.
- c. Las luces indicadas en este reglamento, deberán llevarse encendidas, desde la salida hasta la puesta del sol, si hay una visibilidad reducida.

3.2. *Definiciones*

- a. La "luz de tope" es una luz blanca colocada sobre el eje longitudinal del buque, que muestra su luz sin interrupción en todo un arco del horizonte de 225 grados, fijada en forma que sea visible desde la proa hasta 22,5 grados a popa del través de cada costado del buque.
- b. Las "luces de costado" son una luz verde en la banda de estribor y una luz roja en la banda de babor que muestran cada una su luz sin interrupción en todo un arco del horizonte de 112,5 grados, fijadas de forma que sean visibles desde la proa hasta 22,5 grados a popa a través de su costado respectivo. En los buques de eslora inferior a 20 metros, las luces de costado podrán estar combinadas en un solo farol llevado en el eje longitudinal del buque.
- c. La "luz de alcance" es una luz blanca colocada lo más cerca posible de la popa, que muestra su luz sin interrupción en todo arco del horizonte

de 135 grados, fijada de forma que sea visible en un arco de 67,5 grados contados a partir de la popa hacia cada una de las bandas del buque.

- d. La "luz de remolque" es una luz amarilla de las mismas características que la "luz de alcance" definida en el inciso c.
- e. La "luz de todo horizonte" es una luz que es visible sin interrupción en un arco horizontal de 360 grados.
- f. La "luz centellante" es una luz que produce centellos a intervalos regulares, con una frecuencia de 120 o más centellos por minuto.

3.3. *Visibilidad de las luces*

Las luces mencionadas con anterioridad deberán tener la intensidad necesaria, de modo que sean visibles a las siguientes distancias mínimas:

- a. En los buques de eslora igual o superior a 50 metros:
 - Luz de tope, 6 millas
 - Luz de costado, 3 millas
 - Luz de alcance, 3 millas
 - Luz de remolque, 3 millas
 - Luz todo horizonte blanca, roja verde o amarilla, 3 millas
- b. En los buques de eslora igual o superior a 12 metros, pero inferior a 50 metros:
 - Luz de tope, 5 millas; pero si la eslora del buque es inferior a 20 metros , 3 millas
 - Luz de costado, 2 millas
 - Luz de alcance, 2 millas
 - Luz de remolque, 2 millas
 - Luz todo horizonte blanca, roja verde o amarilla, 2 millas
- c. En los buques de eslora inferior a 12 metros:
 - Luz de tope, 2 millas
 - Luz de costado, 1 millas

-
- Luz de alcance, 2 millas
 - Luz de remolque, 2 millas
 - Luz todo horizonte blanca, roja verde o amarilla, 2 millas
- d. En los buques u objetos remolcados poco visibles y parcialmente sumergidos:
- Luz blanca todo horizonte, 3 millas

3.4. Buques de Pesca

Los buques dedicados a la pesca de arrastre, es decir, remolcando a través del agua redes de arrastre u otros artes de pesca exhibirán:

- I. Dos luces de todo horizonte en línea vertical, verde la superior y blanca la inferior
- II. Una luz de tope a popa y más elevada que la luz verde todo horizonte; los buques de eslora inferior a 50 metros no tendrán obligación de exhibir esta luz, pero podrán hacerlo.
- III. Cuando vayan con arrancada, además de las luces prescriptas anteriormente, deberán llevar las luces de costado y una luz de alcance. Los buques dedicados a la pesca, que no sea pesca de arrastre, exhibirán:
 - I. Dos luces de todo horizonte en línea vertical, roja la superior y blanca la inferior
 - II. Cuando el aparejo largado se extienda más de 150 metros medidos horizontalmente a partir del buque, una blanca todo horizonte.
 - III. Cuando vayan con arrancada, además de las luces prescriptas anteriormente, deberán llevar las luces de costado y una luz de alcance.

3.5. Posición y características técnicas de las luces

Antes de comenzar a desarrollar el tema mencionado es importante definir la expresión "altura por encima del casco". Esto significa la altura sobre la cubierta corrida mas elevada. Esta altura se medirá desde la posición que queda en línea vertical debajo del emplazamiento de la luz.

1. Posición y separación vertical de las luces

- a. En los buques de propulsión mecánica de eslora igual o superior a 20 metros, las luces de tope deberán ir colocadas de la siguiente forma:
 - i. La luz de tope de proa, o la luz de tope si solo lleva una, estará situada a una altura no inferior a 6 metros por encima del casco, pero si la manga del buque es superior a 6 metros, la luz irá colocada a una altura sobre el casco no inferior a la manga; sin embargo, no es necesario que dicha luz vaya colocada a una altura sobre el casco superior a 12 metros.
 - ii. Cuando se lleven dos luces de tope, la de popa deberá estar por lo menos 4,50 metros por encima de la proa.
- b. La separación vertical de las luces de tope de los buques de propulsión mecánica deberá ser tal que, en todas las condiciones normales de asiento, la luz de popa sea visible por encima y separada de la luz de proa, cuando se las observe desde el nivel del mar y a una distancia de 1000 metros a partir de la roda.
- c. En un buque de propulsión mecánica de eslora igual o superior a 12 metros, pero inferior a 20 metros, la luz de tope deberá estar colocada a una altura sobre la regala no inferior a 2,5 metros.
- d. Los buques de propulsión mecánica de eslora inferior a 12 metros podrán llevar su luz mas elevada a una altura inferior a 2,5 metros sobre la regala.
- e. La luz o luces de tope irán colocadas de forma que queden claras y por encima de las restantes luces y obstrucciones.

-
- f. Las luces de costado de los buques de propulsión mecánica irán colocadas a una altura por encima del casco, no superior a las tres cuartas de la altura de la luz de tope de proa. No deberán estar tan bajas que se interfieran con las luces de cubierta.
 - g. Si las luces de costado van en solo farol combinado, cuando lo lleve a un buque de propulsión mecánica de eslora inferior a 20 metros, ira colocada a una distancia no inferior a 1 metros por debajo de la luz de tope.
 - h. Cuando las reglas prescriban dos o tres luces colocadas según una línea vertical, irán separadas de la siguiente forma:
 - i. En los buques de eslora igual o superior a 20 metros, tales luces irán colocadas con una separación no inferior a 2 metros y la más baja de ellas a una altura no inferior a 4 metros por encima del casco, salvo cuando se exija una luz de remolque.
 - ii. En los buques de eslora inferior a 20 metros, tales luces estarán separadas entre sí por una distancia no inferior a 1 metro y la más baja de ellas a una altura no inferior a 2 metros por encima de la regala.
 - i. La más baja de las dos luces todo horizonte prescriptas para un buque dedicado a la pesca, estará colocada a una altura por encima de las luces de costado no inferior al doble de la distancia que exista entre las dos luces verticales.
 - j. Si se llevan dos luces de fondeo, la luz de proa no ira a menos de 4,5 metros por encima de la popa. En los buques de eslora igual o superior a 50 metros, la luz de fondeo de proa se colocara a una altura no inferior a 6 metros por encima del casco.

2. Posición y separación horizontal de las luces

- a. Cuando se prescriban dos luces de tope para un buque de propulsión mecánica, la distancia horizontal entre ellas no será menor que la mitad de la eslora del buque, pero no será necesario que exceda de 100 metros. La luz de proa estará colocada a una

- distancia de la roda del buque, no superior a la cuarta parte de su eslora.
- b. En los buques de propulsión mecánica de eslora igual o superior a 20 metros las luces de costado no se instalaran por delante de la luz de tope de proa. Estarán situadas en el costado del buque o cerca de él.
 - c. Cuando se establece sólo una luz de tope para un buque con propulsión mecánica, esta luz deberá ser exhibida a proa del través, salvo que un buque de menos de 20 metros de eslora no necesite exhibir esta luz a proa a través, aunque deberá exhibirla lo mas a proa posible.
3. Pantallas para las luces de costado de los buques de eslora igual o superior a 20 metros. Las luces de costado deberán ir dotadas, por parte de crujía, de pantallas pintadas de negro mate. Cuando las luces de

costado van en un farol combinado y utilizan un filamento vertical único con una división muy fina entre las secciones verde y roja, no es necesario instalar pantallas exteriores.

4. Especificaciones de color para las luces

La cromaticidad de todas las luces de navegación deberá adoptarse a las normas siguientes, las cuales quedan dentro de los límites del área del diagrama especificado para cada color por la Comisión Internacional del Alumbrado (CIE).

Los límites del área para cada color vienen dados por las coordenadas de los vértices, que son las siguientes:

i) Blanco:

x	0,525	0,525	0,452	0,310	0,310	0,443
y	0,382	0,440	0,440	0,348	0,283	0,382

ii) Verde:

x	0,028	0,009	0,300	0,203
y	0,385	0,723	0,511	0,356

iii) Rojo:

x 0,680 0,660 0,735 0,721

y 0,320 0,320 0,265 0,259

iv) Amarillo:

x 0,612 0,618 0,575 0,575

y 0,382 0,382 0,425 0,406

5. Intensidad de las luces

- a. La intensidad luminosa mínima de las luces se calculará utilizando la fórmula:

$$I=3,43 \times 10^6 \times T \times D^2 \times K^{-D}$$

siendo:

I = la intensidad luminosa expresada en candelas bajo condiciones de servicio

T = Factor de umbral 2×10^{-7} lux,

D = Alcance de visibilidad (alcance luminoso) de la luz, en millas náuticas,

K = Transmisividad atmosférica. Para las luces prescritas, el valor K será igual a 0,8, que corresponde a una visibilidad meteorológica de unas 13 millas náuticas.

b. En la tabla siguiente se dan varios valores derivados de la fórmula:

Alcance de visibilidad (Alcance luminoso) de la luz en millas náuticas D	Intensidad luminosa de la luz en candelas para K= 0,8 I
1	0,9
2	4,3
3	12
4	27
5	52
6	94

NOTA: Se debe limitar la intensidad luminosa máxima de las luces de navegación para evitar deslumbramientos. No se logrará esta limitación mediante una regulación variable de la intensidad luminosa.

6. Sectores horizontales

a. i) Las luces de costado instaladas a bordo tendrán las intensidades mínimas requeridas en la dirección de la proa. Dichas intensidades decrecerán hasta quedar prácticamente anuladas entre uno y tres grados por fuera de los sectores prescritos.

ii) para las luces de alcance y las de tope, y a 22,5 grados a popa del través, las de costado, se mantendrán las intensidades mínimas requeridas en un arco de horizonte de hasta cinco grados dentro de los límites de los sectores prescritos en la Regla 21. A partir de cinco grados, dentro de los sectores prescritos, la intensidad podrá decrecer en un 50 por 100 hasta los sectores señalados; a continuación deberá decrecer de forma continua hasta quedar prácticamente anulada a no más de cinco grados por fuera de los límites prescritos.

b. i) Las luces todo horizonte, excepto las luces de fondeo, prescritas en la Regla 30, que no precisan ir colocadas a gran altura sobre cubierta,

estarán situadas de manera que no queden obstruidas por palos, masteleros o estructuras en sectores angulares superiores a seis grados.

ii) Cuando no sea factible cumplir con lo dispuesto en el párrafo b) i) de la presente sección exhibiéndose solamente una luz todo horizonte, se utilizarán dos luces todo horizonte convenientemente situadas o apantalladas de forma que parezcan una luz, en tanto que sea posible, a una distancia de una milla.

7. Sectores verticales

a. En los sectores verticales de las luces eléctricas, una vez instaladas éstas, a excepción de las luces instaladas en buques de vela, en movimiento deberá garantizarse que:

i) se mantiene por lo menos la intensidad mínima prescrita a cualquier ángulo situado desde cinco grados por encima de la horizontal hasta cinco grados por debajo de ella.

ii) se mantiene por lo menos el 60 por 100 de la intensidad mínima prescrita desde 7,5 grados por encima de la horizontal hasta 7,5 grados por debajo de ella.

b. En el caso de los buques de vela, en movimiento en los sectores verticales de las luces eléctricas una vez instaladas éstas deberá garantizarse que:

i) se mantiene por lo menos la intensidad mínima prescrita a cualquier ángulo situado desde cinco grados por encima de la horizontal hasta cinco grados por debajo de ella.

ii) se mantiene por lo menos el 50 por 100 de la intensidad mínima prescrita desde 25 grados por encima de la horizontal hasta 25 grados por debajo de ella.

c. Cuando las luces no sean eléctricas, deberán cumplirse estas especificaciones lo más aproximadamente posible.

8. Luz de maniobra

No obstante lo dispuesto en el párrafo 2 f), la luz de maniobra descrita por la Regla 34 b) irá colocada en el mismo plano longitudinal que la luz o luces de tope y, siempre que sea posible, a una distancia vertical mínima de dos metros por encima de la luz de tope de proa, a condición de que vaya a una altura de no menos de dos metros por encima o por debajo de la luz de tope de popa. En los buques que sólo llevan una luz de tope, la luz de maniobra, si existe, irá colocada en el sitio más visible, separada no menos de dos metros en sentido vertical de la luz de tope.

9. Aprobación

La construcción de luces y marcas, así como la instalación de luces a bordo del buque, se ajustarán a criterios que la autoridad competente del Estado cuyo pabellón tenga derecho a enarbolar el buque juzgue satisfactorios.

4. Normas para la inspección de buques

Estas normas son aplicables únicamente a las instalaciones eléctricas de corriente continua o corriente alterna de tensión nominal no mayor a 500 volt, exceptuando la propulsión eléctrica.

En los casos de buques que posean una instalación de tensión mayor, se considerará en forma particular.

El propósito de la norma es el de informar los requerimientos mínimos de la Prefectura Naval Argentina con respecto a la inspección de buques del marina mercante nacional, cumpliéndose por otra parte, la reglamentación de la Convención Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar.

4.1. Definiciones

- a. Inspecciones "ordinarias durante la construcción": Son las inspecciones que se realizan previo y durante la construcción o transformación, de la planta eléctrica y mecanismos eléctricos de los buques, incluyendo la inspección final de funcionamiento antes de habilitarlos para navegar.
- b. Inspecciones ordinarias "A": Son las inspecciones que se realizan para la extensión del Certificado correspondiente, para buques que realicen viajes entre puertos nacionales, o en los plazos que establece la Convención Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar, para buques que realicen viajes internacionales esta inspección se efectuara cada 2 años, excepto en buques de pasajeros, en los cuales serán anuales.
- c. Inspecciones ordinarias "B": Son las inspecciones que se realizan a los elementos mencionados con anterioridad, con el fin de extender los Certificados correspondiente, pero de manera exhaustiva, cada cuatro años.
- d. Inspecciones "especiales": Son las inspecciones que se realizan con motivo de averías u otras circunstancias especiales, fuera de los plazos indicados

por la reglamentación, con el objeto de determinar sus condiciones de seguridad.

- e. Inspector: Es toda persona perteneciente al cuerpo técnico específico de la Prefectura Naval Argentina o todo miembro de sus cuadro debidamente autorizado por la Dirección de Policía de Seguridad de la Navegación.

El informe que motive cada inspección debe ser anotado en el "Libro de Inspecciones del Buque", como así también en los registros que a tal efecto se llevan en la Dirección de Policía de Seguridad de la Navegación. Cuando fuese necesario, se efectuaran anotaciones en los planos controlados.

Cuando se trate de inspecciones cuyos informes merecen estudios o consultas especiales, o sean de carácter reservado o confidencial (Averías, Sumarios, etc.) la anotación en el libro del buque contendrá solamente la información preliminar o de carácter público. Así mismo cuando la complejidad de una determinada situación lo hiciera necesario, el inspector está facultado para demorar su informe hasta que haya realizado las consultas en las Secciones técnicas correspondientes de la Prefectura Naval Argentina.

Las inspecciones pueden ser motivadas por:

- a. Requerimientos del interesado, llenando las exigencias correspondientes (solicitud, arancel, viáticos, etc.).
- b. Por disposición de la Superioridad.
- c. Por propia iniciativa del inspector, en caso que aprecie situaciones aparentemente irregulares. Las causas que dieron origen y el resultado de estas inspecciones deberán ser comunicado, sin demora, a la Superioridad.

En principio, no se realizaran inspecciones durante la noche, excepto razones debidamente justificadas, y en ese caso siempre que se cuente con medios adecuados de seguridad y con las reservas que las condiciones de observación determinen.

Las inspecciones pueden no realizarse cuando la Autoridad Naval aprecie que el buque no está debidamente preparado, es decir, con adecuado acceso, razonable limpieza y condiciones de admisibles de seguridad.

Las máquinas, equipos y mecanismos objeto de inspección deberán estar listas y previstas para su revisión al momento de iniciarse la misma.

No se permitirán mantener en espera al inspector para permitir la terminación de trabajos en curso, y cuyo tiempo de finalización no haya sido debidamente calculado. Solamente se admitirán los casos debidamente justificados, los que serán considerados con carácter de excepción, pudiendo el inspector cancelar su visita luego de un tiempo prudencial.

4.2. Inspecciones

4.2.1. Inspecciones ordinarias

El objeto de estas inspecciones es verificar el mantenimiento de las instalaciones y equipos eléctricos existentes y el de aceptar todas aquellas reparaciones, que se realicen en el buque después de su construcción.

Las pruebas exigidas en la norma no tienen la finalidad del ensayo realizado en fábrica, sino que son pruebas de rutina necesarias en máquinas reparadas total o parcialmente para constatar su normal funcionamiento.

Las pruebas que se realizarán en los buques están comprendidas en dos categorías de inspección ordinarias: "A" y "B"

Inspecciones ordinarias "A": En la siguiente tabla se muestran las distintas pruebas a realizarse anualmente o cada dos años en buques de la marina mercante.

INPECCION EN	ITEM NUMERO	PRUEBAS QUE SE REALIZARAN
Generadores principales, auxiliares y de emergencia	5	<ul style="list-style-type: none">- Prueba de funcionamiento en generadores no previstos para efectuar paralelo- Prueba de funcionamiento en generadores dispuestos para efectuar paralelo
Propulsión eléctrica	6	NO REQUIERE INSPECCION
Aparatos de gobierno	7	<ul style="list-style-type: none">- Prueba de funcionamiento
Instalación eléctrica de	8	Se inspeccionara únicamente:

emergencia		<ul style="list-style-type: none"> - Instalación de emergencia - Además en buques tanque y gaseros los conductores ubicados en zonas peligrosas
Tablero principal y de emergencia	9	NO REQUIERE INSPECCION
Baterías de acumuladores	11	<ul style="list-style-type: none"> - Se inspeccionará únicamente las baterías utilizadas para fuente de energía eléctrica de emergencia. - Los ensayos a realizarse quedarán a criterio del inspector, en base a lo estipulado en estas normas

Inspecciones ordinarias "B": En la siguiente tabla se muestran las distintas pruebas a realizarse anualmente o cada dos años en buques de la marina mercante.

INPECCION EN	ITEM NUMERO	PRUEBAS QUE SE REALIZARAN
Generadores principales, auxiliares y de emergencia	5	<ul style="list-style-type: none"> - Prueba de funcionamiento en generadores no previstos para efectuar paralelo - Prueba de aislamiento - Prueba de funcionamiento en generadores dispuestos para efectuar paralelo - Prueba de verificación del diámetro exterior del colector - Prueba de verificación de escobillas - Prueba de verificación de la conmutación
Propulsión eléctrica	6	<ul style="list-style-type: none"> - Comprobaciones a efectuarse en el motor y el generador de propulsión - Prueba de la instalación eléctrica de propulsión - Prueba en puerto y navegación
Aparatos de gobierno, motores que alimentan servicios esenciales y transformadores para	7	<p>EN APARATOS DE GOBIERNO</p> <ul style="list-style-type: none"> - Prueba de funcionamiento - Prueba de aislamiento <p>EN MOTORES</p>

fuerza motriz y alumbrado de una potencia nominal igual o superior a 20 KVA		<ul style="list-style-type: none"> - Prueba de funcionamiento - Prueba de aislación <p>EN TRANSFORMADORES</p> <ul style="list-style-type: none"> - Prueba de comprobación del líquido refrigerante
Instalación eléctrica principal y de emergencia	8	<ul style="list-style-type: none"> - Prueba de medición de la resistencia de aislamiento - Prueba de verificación de la protección de cables de interconexión - Verificación del libro de aislaciones del buque
Tablero principal y de emergencia	9	<ul style="list-style-type: none"> - Prueba de aislamiento - Prueba de verificación de los elementos constitutivos del tablero
Baterías de acumuladores	11	<p>BATERIAS DE EMERGENCIA Y ARRANQUE MOTORES PRINCIPALES</p> <ul style="list-style-type: none"> - Comprobaciones de funcionamiento

4.2.2. Inspecciones "Ordinarias durante la construcción"

Las inspecciones comprendidas dentro de este rubro tendrán la secuencia siguiente:

- ✓ Aceptación de materiales: La aceptación de los materiales estará supeditada al control de los mismos. Los ensayos de los materiales, serán efectuados entidades y/o laboratorios reconocidos oficialmente por la Prefectura Naval Argentina. No obstante reconocerse las certificaciones, antedichas, en caso de duda, las secciones técnicas correspondientes, podrán ordenar la ejecución de nuevos ensayos y análisis, a su satisfacción.
- ✓ Inspección de obra: Las inspecciones de obra de los buques, se realizarán luego de obtenida la "autorización de construcción", consistirá en determinar que el proceso de ejecución y los materiales empleados

concuendan con los planos y especificaciones que dieron origen a la referida autorización.

Las inspecciones de obra se dividirán en etapas, a saber:

1. Buques cuya potencia instalada sea mayor de 100 Kw/Kvas
1° ETAPA: cuando está instalado el 50 % de la instalación eléctrica total.
2° ETAPA: cuando está instalado el 100 % de la instalación eléctrica total.
2. Buques cuya potencia instalada se encuentren entre 5 y 100 Kw/Kvas
1° ETAPA: cuando está instalado el 100 % de la instalación eléctrica total.
3. Buques cuya potencia instalada sea menor de 5 Kw/Kvas.
1° ETAPA: se solicitara al finalizar la instalación total. Consistirá en la verificación de coincidencia con los planos aprobados por la Autoridad Naval, además de pruebas de funcionamiento.

En los buques que por su potencia instalada se encuentren dentro de los incisos 1 y 2 en cada una de las etapas anteriormente indicadas, se harán los siguientes controles:

- 1° ETAPA:** Se verificarán que los materiales que se emplean sean los aprobados en la "aceptación de materiales"
- Se controlará el montaje de los elementos principales de la instalación eléctrica, los que deberán concordar con los que figuran en los planos y especificaciones de la autorización de construcción.
 - Se comenzará la realización del plan de ensayos que corresponda según las distintas partes de la norma
 - En los buques construidos, se tendrá especial cuidado en el control de las máquinas que alimentan servicios esenciales donde se efectúen reparaciones de importancia.

2º ETAPA: Se continuarán los controles previstos en la 1º etapa, completándose el plan de ensayos que corresponda. Completada la presente etapa el inspector podrá recomendar que se inicien las pruebas de funcionamiento.

- ✓ Pruebas de funcionamiento: Las pruebas de funcionamiento y comprobaciones a efectuarse en el buque están indicadas en los cuadros anteriores, según la tensión nominal de la instalación eléctrica.
Cuando las verificaciones precedentes, correspondientes a todas las partes de esta norma, han resultado satisfactorias, se podrá autorizar el viaje de prueba el que tendrá una duración mínima a establecer en cada caso.

5. Planilla de especificaciones técnicas de maquinas y equipos

5.1. Motor propulsor

• Constructor	:DEUTZ MOTOREM NV.
• Año de construcción	:1960
• Lugar	:Róterdam Holanda
• Cantidad	:1(unos)
• Numero de fabrica	:2604007/012
• Marca	:DEUTZ
• Modelo	:RBV 6M 366
• Tipo	:DISEL
• Cant. de cilindros	:6
• N° de pistón p/cilindro	:1 (uno)
• Posición de cilindros	:Vertical
• Simple o Doble efecto	:SIMPLE EFECTO
• Ciclos	:4 TIEMPOS
• Diámetro de cilindros	:0,660 m
• Carrera de émbolos	: 0,203 m
• N° máx. de r.p.m.	:250 r.p.m.
• N° de r.p.m. a marcha normal	:235 r.p.m.
• Potencia de servicio	:1095Kw a 250 rpm
• Velocidad Máxima	:14 Millas (millas marinas)
• Velocidad en marcha normal	:12 Millas (millas marinas)
• Sist. De arranque	:Aire comprimido
• Reversible o no	:Reversible
• Tipo de inyección	:Sólida
• Ubicación	:ENRE CUAD. #28 Y #16
• Combustible	:Gas-oil
• Consumo horario a Vel. normal	:0,243 m ³
• Aceite lubricante	:Mobil-1
• Consumo horario a Vel. Normal	:0,0001

5.2. Sistema de propulsión

- *Eje porta hélice*
Material: ACERO
Longitud: 3,985 m
Diámetro: 0,245m
Lubricación: POR ARO DE ARRASTRE
Sistema de refrigeración: -----

- *Bujes*
Posee sistema Simples
- *Bocina*
Material: Acero
Largo (en mts.) 2,475
Diámetro (en mts.) 0,320 / 0,367
- *Hélice*
Peso: 1,57 Tn.
Diámetro: 2,520 m.
Paso: 2,165 m.
Nº de palas: 4
Tipo: ASIMÉTRICAS FIJAS
Material: (CUPRO-ALUMINIO NANTIAL)

5.3. Motores auxiliares

Motor 2 Aux. Eb.

- | | |
|---------------------------------|---------------------------|
| • Constructor | :Deutz |
| • Año de construcción | :1960 |
| • Lugar de Construcción | :Róterdam – Holanda |
| • Cantidad | :1 (UNO) |
| • Numero de Fabrica | :2590283/90 |
| • Marca | :Deutz |
| • Modelo | :A8M 428 |
| • Tipo | :DISEL |
| • Cant. de cilindros | :8 |
| • Nº de pistón p/cilindro | :1 (uno) |
| • Posición de cilindros | :VERTICALES |
| • Simple o Doble efecto | :SIMPLE EFECTO |
| • Ciclos | :4 TIEMPOS |
| • Diámetro de cilindros | :0,22 m |
| • Carrera de émbolos | :0,30 |
| • Potencia de servicio | : 228 Kw. |
| • Sist. De arranque | :Aire Comprimido |
| • Reversible o no | :NO |
| • Tipo de inyección | :Sólida |
| • Ubicación | : ESTRIBOR SALA DE MAQ. |
| • Combustible | :Gas-oil |
| • Consumo horario a Vel. normal | :0,065 m ³ |
| • Aceite lubricante | :YPF suplemento 1 |
| • Consumo horario a Vel. Normal | :0,003 m ³ |
| • Destino | :Generador Grupo de pesca |

Motor 3 Aux. Bb.

• Constructor	: CUMMINS BRASIL Ltda.
• Año de construcción	:2002
• Lugar de Construcción	:BRASIL
• Cantidad	:1 (UNO)
• Numero de Fabrica	:30433691
• Marca	:CUMMINS
• Modelo	:6CTA 8.3G1
• Tipo	:DISEL
• Cant. de cilindros	:6
• Nº de pistón p/cilindro	:1 (uno)
• Posición de cilindros	:VERTICALES
• Simple o Doble efecto	:SIMPLE EFECTO
• Ciclos	:4 TIEMPOS
• Diámetro de cilindros	: 114 mm
• Carrera de émbolos	: 135 mm.
• Potencia de servicio	: 240 HP 1800 r.p.m.
• Sist. De arranque	: ELECTRICO 24V.
• Reversible o no	:NO
• Tipo de inyección	:DIRECTA
• Ubicación	:BABOR PROA
• Combustible	:Gas-oil
• Consumo horario a Vel. normal	: 29,9 Ltrs./hr.
• Aceite lubricante	:H.D. 30
• Consumo horario a Vel. Normal	: 0,10 Ltrs./hs.
• Destino	:GENERADOR GRUPO AUX.

Motor 4 Aux. Bb.

• Constructor	:CUMMINS BRASIL Ltda.
• Año de construcción	:2002
• Lugar de Construcción	:BRASIL
• Cantidad	:1 (UNO)
• Numero de Fabrica	:30486666
• Marca	:CUMMINS
• Modelo	:6CTA 8.3G1
• Tipo	:DISEL
• Cant. de cilindros	:6
• Nº de pistón p/cilindro	:1 (uno)
• Posición de cilindros	:VERTICALES
• Simple o Doble efecto	:SIMPLE EFECTO
• Ciclos	:4 TIEMPOS
• Diámetro de cilindros	:114 mm
• Carrera de émbolos	:135 mm.
• Potencia de servicio	:240 HP 1800 r.p.m.
• Sist. De arranque	:ELECTRICO 24V.
• Reversible o no	:NO

- Tipo de inyección :DIRECTA
- Ubicación :BABOR POPA
- Combustible :Gas-oil
- Consumo horario a Vel. normal :29,9 Ltrs./hr.
- Aceite lubricante :15w
- Consumo horario a Vel. Normal :0,10 Ltrs./hs.
- Destino :GENERADOR GRUPO AUX.

5.4. *Tanques del buque*

- *Tanques de combustible*

TQ. COMB. Eb. (Entre #33 Y #40): 38m³
 TQ. COMB. Bb. (Entre #33 Y #40): 38m³
 TQ. COMB. Centro. (Entre #33 Y #40): 56m³
 TQ. DIARIO DE COMB (GUARDACALOR): 0,2m³
 CAPACIDAD TOTAL DE COMBUSTIBLE: 132 m³

- *Tanques de agua potable*

TQ. AGUA POTABLE (entre #55 y #70) D.F. BODEGA: 14 m³
 TQ. AGUA POTABLE (entre #41 y #55) D.F. BODEGA: 20 m³
 CAPACIDAD TOTAL DE AGUA POTABLE: 34 m³

- *Tanques de aceite lubricante*

TQ. ACEITE LUB. G. CALOR: 0,20 m³
 TQ. ACEITE LUB. Eb.: 0,20 m³
 TQ. ACEITE LUB. De servicio (S. De Maq. Eb.): 1,2m³
 TQ. ACEITE LUB. DE RESERVA(D.F. Maq.): 1,5m³
 CAPACIDAD TOTAL : 0,47 m³

- **Tanque de balaustre**

TQ. UBICADO ENTRE #71 Y #81 BAJO PAÑOL DE PR.: 32 m³

5.5. *Consumos generales totales del buque por singladura (24 Hs)*

- *Combustible liquido*

Consumo a velocidad máxima: 9,15 m³
 Consumo a velocidad normal: 8,25m³

- *Aceite lubricante*

Consumo a velocidad máxima: 0,030 m³

Consumo a velocidad normal: 0,025 m³

- *Agua potable*

Consumo por singladura: 1,00m³

5.6. Generadores

- *Generador N° 1 C.A.*

Marca: WEG

Modelo: GTA250MI33

Características: 195KVA 400V. 50HZ.

N° de fabrica: 130027 04 04

Destino de servicio: MOTOR 4 AUX. Bb.

Ubicación: Babor a Popa en S. De Maq.

- *Generador N° 2 C.A.*

Marca: WEG

Modelo: GTA250MI33

Características: 195 KVA 400V. 50HZ

N° de fabrica: 130028 04 04

Destino de servicio: MOTOR 3 AUX. Bb.

Ubicación: Babor a Proa en S. De Maq.

- *Generador N° 3 C.C.*

Marca: ACEC

Modelo: CV 707

Características: 600rpm 350V.

Potencia: 143 Kw

N.º de fábrica: 32MM21439

Destino de servicio: Grupo de Pesca

Ubicación: Estribor

- *Generador N° 4 C.C.*

Marca: ACEC

Modelo: CV 263

Características: 100V. 1500 rpm

Potencia: 1.4Kw

N.º de fábrica: 32MM14806

Destino de servicio: Excitatriz Gen. N.º 3

Ubicación: Eb. Sobre generador N.º 3

5.7. Máquinas auxiliares y servicios

- *Electrocompresor 1*

Compresor: IMACO
Modelo: R8ACP
Nº: 0034
Motor: SIMMENS
Características: 15HP 1500rpm
Destino: Botellón de aire
Ubicación: Eb. Popa en S.de Maquinas

- *Electrocompresor 2*

Compresor: IMACO
Modelo: R8ACP
Nº: 0035
Motor: Weg
Características: 7,5HP 1500rpm
Destino: Botellón de aire
Ubicación: Eb. Entre #22 y #24

- *Electrobomba circulación de agua dulce (1)*

Bomba: 50m³ /H –20m.c.a.
Motor: WEG
Características: 10HP - 380V.- 1460rpm
Ubicación: Bb. proa en S.D.M.

- *Electrobomba circulación de agua dulce (2)*

Bomba: 50m³ /H –20m.c.a.
Motor: Siemens
Características: 15HP 1460rpm
Ubicación: Bb. popa en S.D.M.

- *Electrobomba refrigeración motor propulsor (agua salada)*

Bomba: 30m³ /H –20m.c.a.
Motor: DAB
Características: 5,5HP 2880rpm
Ubicación: Bb. Delante de MMPP

- *Electrobomba refrigeración motor aux. 2*

Bomba: 30m³ /H –20m.c.a.
Motor: Deutz 428
Características: 15 HP 1500rpm

Ubicación: Eb. Entre #20 y #23

- *Electrobomba trasvase de combustible*

Bomba: Sero SF3H 6m³/H

Motor: BRANIC

Características: 2 HP 1410rpm

Ubicación: Eb. Entre #16 y #18

- *Electrobomba gran achique*

Bomba: G. Tuchenhagen

Características: 50m³/hr. H20 m.c.a.

Motor: Siemens

Características: 7.5HP 1500rpm

Ubicación: Bb. Entre #26 y #28

- *Electrobomba servicios generales*

Bomba: G.J. Hijhuis

Características: 50m³/hr. H:25 m.c.a

Motor: Siemens

Características: 12HP 1500rpm

Ubicación: Bb. Entre #23 y #25

- *Electrobomba auxiliar de aceite*

Cantidad: 2 (dos)

Bomba: WIJKS BOREMA MODELO MUR4/55X

Características: 14m³/hr. 5kg/cm²

Motor: Siemens

Características: 15HP 1500rpm

Ubicación: Eb. Entre #26 y #28

- *Electrobomba auxiliar de achique*

Bomba: 60m³/hr. 16m.c.a

Motor: EURA

Características: 2,2Kw. 2850rpm

Ubicación: Eb. Delante de MMPP

- *Electrobomba de incendio*

Bomba: 36m³/hr. 33m.c.a

Motor: CAERWENY

Características: 5,5HP 1500rpm

Ubicación: Bb. Debajo de Bba. De S. Generales

- *Electrobomba lodos*

Bomba: 20m³/hr. 20m.c.a
Motor: Siemens
Características: 1,5HP 1415rpm
Ubicación: Eb. Entre #11 y #13

- *Electrobomba circulación de condensadores 1 y 2*

Cantidad: 2(dos)
Bomba: 27m³/hr. 49m.c.a
Motor: SALSON
Características: 7,5HP 2850rpm
Ubicación: Bb. Proa Sala de Maquina

- *Bomba de refrigeración motor aux. 3 y 4*

Marca: DAB
Cantidad: 4 (Cuatro)
Bomba: 16,8m³/hr. 16,5 m.c.a
Motor: 1HP 2860 r.p.m.

- *Bomba manual de combustible*

Cantidad: 1
Características: Ø 11/12" 95L. /H

- *Purificadora de aceite*

Cantidad: 1(unos)
Tipo: De Laval B1519 CNº2833235
Accionado: Motor eléctrico Siemens.
Características: 3HP 1500rpm
Ubicación: Eb. a proa en S. De Maq.

- *Purificadora de combustible*

Cantidad: 1(unos)
Tipo: WESTFALIA ON616 N° 1640076
Motor eléctrico: ROTOR.
Características del Motor: 0,75Kw. 1380rpm
Ubicación: Eb. a Popa en S. D. M.

- *Hidropresora de agua potable*

Electrobomba: EBARA

Cantidad: 1(unos)

Capacidad: 100Ltrs. - 600 Lts./hs. H:34 m.c.a.

Características del Motor: 1HP 2800rpm

Ubicación: Bb. a Popa en S. D. M.

- *Hidropresora de agua sanidad*

Electrobomba: EBARA

Cantidad: 1(unos)

Capacidad: 100Ltrs. - 600 Lts./hs. H:34 m.c.a.

Características del Motor: 1HP 2800rpm

Ubicación: Bb. a Popa en S. D. M.

- *Separador de hidrocarburos*

Cantidad: 1(unos)

Motor eléctrico: AGD

Características del Motor: 1HP 1400rpm

Ubicación: Bb. Entre #20 y #21

- *Acumuladores de aire comprimido*

Cantidad: 3(Tres)

Tipo: Deutz

Capacidades: 1000 Ltrs. - 1000 Ltrs. - 500 Ltrs. - 40 Ltrs.

Presión pba.: 46Kg./cm²

Ubicación: Eb. a popa en S. De Maq.

- *Intercambiador de calor*

Tipo: Zimmermann OG3

Ubicación: Eb. a proa en S.D.M.

- *Termotanques*

Cantidad: 2 (dos)

Capacidades: 165 Ltrs. – 85 Ltrs.

Sistema de calentamiento: Eléctrico 1500W 220V

Ubicación: Bb. a popa en S.D.M.

5.8. Cámaras y maquinas frigoríficas para carga

- *Cámaras frigoríficas*

Cantidad: 1(UNA)

Capacidad: 430 m³
Carga que a que está destinado: PESCADO
Sistema de ventilación: NATURAL
Ubicación: A proa de Sala de Maquinas

- *Máquina frigoríficas*

Cantidad: 1(UNA)
Número de frigorías de c/u: 25000 FRIGORIAS/HORAS
Ubicación: PROA BABOR S.D.M

- *Elementos de refrigeración*

Clase: FREÓN 12
Cantidad de botellones o acumuladores de almacenaje: 1 (UNO)
Capacidad de c/u: 0,300 m³

- *Compresores frigoríficos*

Compresor 1

Marca: TECUMSEH
Tipo: SA/
Numero de etapas de compresión: 1
Numero máximo de r.p.m.: 700
Cantidad de manómetros: 1(UNO)
Diámetro de cada una de las etapas: 0,100
Carrera de los émbolos de C/uno: 0,108
Cantidad de válvulas de seguridad: 1(UNA)
Presión de trabajo: 1,2Kg/ Cm²
Presión de prueba: 15,2Kg/ Cm²
Sistema de lubricación: Bomba
Accionamiento: Motor Elec. 15hp 1300 rpm

Compresor 2

Marca: TECUMSEH
Tipo: P
Numero de etapas de compresión: 1
Numero máximo de r.p.m.: 760
Cantidad de manómetros: 1(UNO)
Diámetro de cada una de las etapas: 0,063
Carrera de los émbolos de C/uno: 0,063
Cantidad de válvulas de seguridad: 1(UNA)
Presión de trabajo: 1,2Kg/ Cm²
Presión de prueba: 15,2Kg/ Cm²
Sistema de lubricación: Por salpicado

Accionamiento: Motor Elec. 5hp 1300 rpm

- *Condensadores frigoríficos*

Cantidad: 1 (UNO)

Marca: Refrigeración Puerto Mar del Plata

Tipo: placas y tubos

Superficie: de Condensación de cada uno: 75

Presión de prueba: 21 Kg/ Cm²

Cantidad total de tubos de c/u: 33

Longitud de los tubos: 1,5m.

Diámetro interno de los tubos: 0,022m.

Diámetro exterior de los tubos: 0,027m.

Espesor de los tubos: 2,5mm.

Distancia entre placas de los tubos: 1,5m.

Espesor envolvente: 0,025mm.

Material de empaquetadura: Goma sintética

Sistema de empaquetadura: Con alojamiento

- *Tuberías del sistema*

Tipo de tubos: Sin costura

Material: Acero

Longitud total de la tubería: 700m.

Diámetro interno de los tubos: 0,035m.

Diámetro exterior de los tubos: 0,039m.

Espesor de los tubos: 2mm.

Superficie total de la tubería: 860m²

5.9. Cámaras y máquinas frigoríficas para provisiones

- Heladera del tipo comercial de 25 pies

5.10. Filtros

- *Para combustible*

Cantidad: dos motor Ppal. – dos circuitos trasvase – 1 motor2 – 1 motor3 – motor4

Tipo: Combinados – Metálico y paño

Ubicación: Sala de Maquinas

- *Para agua potable*

Cantidad: dos en doble fondo y uno en pique de proa

Tipo y Dimensiones de cada uno: Canasto con malla metálica

Ubicación: Uno en cada tanque

- *Para lubricantes*

Cantidad: Dos motor ppal. – dos motor 2 – dos motor 3 – dos motor 4

Tipo: malla metálica

Ubicación: Sala de Maquinas

- *Para toma de agua de mar*

Cantidad: Tres

Tipo: malla Canasto con metálica

Ubicación: Sentina Sala de Maquinas

5.11. Aparatos de gobierno y timón

- Cantidad: Uno
- Marca o Tipo: STORK JAFFA
- Sistema de gobierno: Electro hidráulico
- Accionado Por: Electrobomba
Bomba: Standwerk Bruning 716 Bx 8000 960 rpm 100Kg/cm²
Motor: 220V 7,5 HP 1500 rpm
- Ubicación: Local de Timón

6. Especificaciones eléctricas

El buque cuenta con un sistema de 380 VCA la cual esta servida por un generador autoexcitado sin escobillas colectoras marca WEG de 3x380VCA con neutro accesible y carcasa al casco de 190 KVA de potencia continúa cuyo nro. de serie es 130027 con una intensidad nominal de 288,7 A y frecuencia de 50 Hz. El acoplamiento con el motor auxiliar es tipo bipolar, y otro generador autoexcitado sin escobillas colectoras marca WEG de 3x380VCA con neutro accesible y carcasa al casco de 190 KVA de potencia continua, cuyo numero de serie es 130028 con una intensidad nominal de 288,7 A y frecuencia de 50 Hz. El acoplamiento con el motor auxiliar es tipo bipolar. Los dos generadores se encuentran ubicados en la sala de maquinas sobre la banda de Babor, uno a Proa y el otro a Popa de la sala.

Estos dos generadores suministran energía al tablero principal el cual se encuentra ubicado en la sala de máquinas a Proa sobre Crujía. Las protecciones de cortocircuito y sobreintensidad como así también el instrumental de cada alternador se encuentran ubicadas en las dos primeras columnas del tablero principal, en la parte inferior de estas dos columnas se encuentran los repartidores que alimentan a los selectores , que alimentan los distintos consumos y subtableros, ubicados en la tercera columna. Los selectores nombrados son de dos tipos: llaves conmutadores con punto medio para los tableros secundarios de iluminación tableros de timonera y tableros de fuerza motriz de cocina y taller, y pares de contactores (1 para cada alternador) para alimentar grupos de maquinas de servicio y el tablero de sala de frío.

En la cuarta columna del tablero principal se encuentran las protecciones y sistemas de comando de los cuatro grupos de máquinas de servicio. Estas máquinas son: separador de hidrocarburos, hidropresor de agua dulce, hidropresor de agua de sanidad, ventiladores y extractores de sala de maquinas, purificadora de GAS OIL, bomba de trasvase de Gas Oil, bomba de servicios generales, bomba de incendio, bombas de refrigeración de MMPP, 2 compresores de aire, bomba de circulación de agua dulce,

termotanques, calentadores de aceite, bomba prelubricadora, purificadora de aceite, equipos refrigeradores y las bombas de timón.

Además con este sistema de dos contactores se alimenta un tablero ubicado en la sala de frío, a proa del buque, a partir del cual se comandan todos los equipos correspondientes al sistema de frío, como así también la iluminación de la sala de frío y pañol de proa y el molinete de ancla. Estos grupos de contactores trabajan con un doble enclavamiento, por llave selectora y contactos normal cerrado.

Un tablero ubicado en timonera el cual comanda la iluminación de cubierta y zonas de maniobra con reflectores, como así también la iluminación y equipos de 220 VCA de la timonera, contiene a su vez los sistemas de 24 VCC y 12 VCC.

La iluminación de la zona de habitabilidad del buque se comando de tres tableros secundarios, ubicados uno en pasillo de oficiales uno en pasillo de cocina y otro en el sollado.

6.1. Sistema 24 VCC

El sistema de 24 VCC esta dividido en dos sistemas independientes, uno es el de emergencia, en el cual se incluye la iluminación de emergencia, iluminación de navegación y pesca y los equipos de comunicación interna y alarmas, y otro sistema para los equipos electrónicos de navegación. El primer sistema posee un suministro de energía permanente por medio de un rectificador 380 VCA / 24 VCC de 1200 W y un suministro en stand by compuesto por un cargador de baterías de 24 VCC y 1200 W y dos grupos de baterías de 24 VCC y 200 Ah cada uno; el cambio de fuente se realiza por medio de un automatismo fabricado con contactores, mientras que la selección de baterías se realiza en forma manual. El segundo sistema tiene también dos alimentaciones, una permanente por medio de una fuente estabilizada en 24 VCC de 1200 W, y otra en stand by formada por un cargador de 24 VCC y 120 W y un grupo de baterías de 24 VCC y 200 Ah; en este caso el cambio de fuente es manual.

El tablero de luces de navegación posee protecciones por sobrecarga y cortocircuito y panel de alarma visual y acústica por falla en alguna de las luces de navegación.

6.2. Sistema 12 VCC

Este sistema se utiliza para los equipos de radio comunicación y posee dos alimentaciones, una permanente por medio de una fuente estabilizada en 12 VCC de 500 W, y otra en stand by formada por un cargador de 12 VCC y 500W y una batería de 12 VCC y 200 Ah; en este caso el cambio de fuente es manual.

6.3. Componentes de la instalación

Los conductores se encuentran dimensionados de acuerdo a su servicio y consumo, todos son de cobre electrolítico con aislación y protección mecánica de PVC.

Los instrumentos de medición provistos son bajo las normas de fabricación IRAM 2023 – DIN 43808.

La instalación eléctrica en sala de máquinas será montada sobre caballetes y engrampada. En los lugares de circulación de tripulantes, será embutida bajo revestimiento con sistema de canalización. Los pases al exterior se realizarán con prensa cables.

7. Cálculo y verificación de conductores

En las instalaciones los cables pueden estar sometidos a tres condiciones de servicio, permanente, sobrecarga y una condición atípica que es el servicio en cortocircuito.

La elección de los conductores se hace por corriente admisible, en tanto que se debe verificar por corriente térmica equivalente y por caída de tensión.

La circulación de corriente por un conductor hace que se eleve la temperatura del mismo, para asegurar que el calor producido se disipe en forma segura se debe tener en cuenta una serie de factores de corrección que reducen la corriente nominal, dependiendo de las distintas disposiciones (cables instalados en aire, en tierra, etc.):

a) Para cables instalados en aire los factores de corrección son:

- Factor de corrección por temperatura ambiente.
- Factor de corrección por acumulación de cables.

b) Para cables instalados en tierra los factores de corrección son:

- Factor de corrección por tipo de suelo (resistividad térmica).
- Factor de corrección por temperatura del suelo.
- Factor de corrección por acumulación de cables.
- Factor de corrección por el tipo de instalación (cable directamente enterrado o dentro de caños).
- Factor de corrección por grado de carga.

Estos factores de corrección surgen, ya que los valores dados en catálogos corresponden a condiciones específicas de instalación que muy difícilmente coinciden con los reales que se tienen en las instalaciones. Con respecto a este punto cabe mencionar que para nuestro caso algunos de estos factores fueron interpolados ya que no se especifican exactamente por las condiciones propias de nuestra instalación.

Por otro lado debe verificarse que la caída de tensión producida por la circulación de corriente no exceda ciertos valores estipulados por norma, que son:

$$\Delta U \leq 3\% \text{ (Para alumbrado)}$$

$$\Delta U \leq 5\% \text{ (Para fuerza motriz)}$$

Finalmente se debe verificar la condición de cortocircuito, esto se logra calculando la corriente que admiten los conductores durante un cortocircuito sin sobrepasar los valores máximos de temperatura admisible en esta condición, estas corrientes se determinan en función de la sección del conductor, la temperatura máxima admisible por el mismo y el tiempo de duración del cortocircuito, con relaciones que se especifican en los catálogos. Por último se debe verificar que este valor obtenido sea mayor o igual a la corriente equivalente térmica de la red a la que se esta conectado. Generalmente se toma como tiempo de duración de cortocircuito el tiempo de operación de las protecciones de respaldo aguas arriba del conductor que se esta verificando, de manera de trabajar con un margen de seguridad bastante amplio y tener en cuenta el caso de que la protección propia no actué y aun así el cable no sobrepase su máxima temperatura.

En nuestro caso utilizaremos protecciones limitadoras Clase 3, ya que las mismas limitan la energía específica que dejan pasar.

¿Cuál es la importancia de los interruptores limitadores de la corriente de cortocircuito en la determinación de la sección de los cables?

La corriente de cortocircuito presunta o disponible máxima supera muy largamente a la corriente nominal o que consumirá la instalación. La circulación de esta corriente de cortocircuito (en general y la máxima particularmente) por los cables trae aparejado cuatro acciones muy manifiestas como lo son: el calor, las fuerzas de origen electrodinámico, las caídas de tensión y los efectos electromagnéticos.

La primera de estas manifestaciones hace que se deteriore la aislación de los cables, pudiendo llegar a provocar la deflagración de la misma y / o de los materiales combustibles adyacentes a los mismos con consecuencias nefastas para los bienes. La magnitud de los daños al cable depende de los valores que alcance la citada corriente de cortocircuito y de su duración.

En cuanto a la segunda de las acciones (esfuerzos electrodinámicos) las consecuencias pueden ser un tanto más impredecibles a partir de que las fuerzas que se ejercen entre las partes conductoras provoquen el desprendimiento de cables o barras conductoras (en los tableros) que a su vez realizarán otro / s cortocircuitos que a su vez provoquen la ignición de otros materiales.

La tercera de las acciones es la caída de tensión: la circulación de corriente a través de los conductores, ocasiona una pérdida de potencia transportada por el cable, y una caída de tensión o diferencia entre las tensiones en el origen y extremo de la canalización. Durante la operación normal o sea cuando circula la corriente prevista, la caída de tensión está acotada al valor previsto por el Proyectista el cual a su vez lo hizo en función de lo establecido en el Reglamento AEA (Ítem 771.13). Al aumentarse el valor de la corriente a varias veces el calculado, la caída de tensión lo hará en la misma proporción con lo cual se superarán los valores establecidos. Ello significa ciertas alteraciones en los receptores conectados a esa línea, lo cual debe ser visto en la bibliografía más específica ya que supera este desarrollo.

Finalmente, la cuarta de las acciones derivadas: efectos electro-magnéticos que se propagan induciendo señales espurias en otros circuitos cercanos (medición, control, etc.) de consecuencias impredecibles.

A la vista o a la presunción de las consecuencias que traen aparejadas la circulación de las corrientes de cortocircuito se hace necesario recurrir a otros de los elementos fundamentales de las instalaciones eléctricas: las protecciones. Al respecto de las mismas es necesario destacar que dada la importancia, su calidad es fundamental, lo cual ineludiblemente debe ser la consecuencia de su proceso de fabricación ajustado a las normas vigentes.

Las protecciones para este caso están basadas en dos manifestaciones de la corriente eléctrica distintas: una efectos térmicos o sea por el calor desarrollado

por la corriente de cortocircuito como el caso de los fusibles. La segunda son los efectos electromagnéticos derivados del valor de pico de esa misma corriente y que se ve materializado en los interruptores automáticos de los cuales nos ocuparemos más tarde.

Retomando el tema, de las consecuencias de la circulación de estas corrientes es necesario destacar que el Reglamento AEA en su ítem 771.19.3.3 expresa al respecto *"Toda corriente causada por un cortocircuito que ocurre en cualquier punto del circuito debe ser interrumpida en un tiempo que no exceda de aquel que lleva al conductor a su temperatura límite admisible....."*

Como determinar la sección de los cables teniendo en cuenta la corriente de cortocircuito

Para poder abordar este tema se hace necesario utilizar como referencia a lo expresado en el Reglamento AEA, que reconoce que hay dos tipos de protecciones de acuerdo al tiempo de apertura:

Aquellos que son inferiores a los 100 milisegundos o sea 0,1 segundos y los que se encuentran comprendidos entre los 0,1 y los 5 segundos

En el primero de los casos se trata de dispositivos que tienen la particularidad de limitar la corriente de cortocircuito con lo cual el cable estará adecuadamente protegido si se cumple con la siguiente expresión que exige el Reglamento AEA:

$$K^2 \times S^2 > (I^2 \times t) \quad (1)$$

En donde:

S: sección nominal de los cables expresada en milímetros cuadrados.

K: Coeficiente que tiene en cuenta las características del material conductor y su aislamiento. Se puede observar los valores de K en la siguiente tabla:

Aislación	MATERIAL	K	
		S ≤ 300 mm ²	S ≥ 300 mm ²
PVC	Cobre	115	103
	Aluminio	76	68
XLPE	Cobre	143	143
	Aluminio	94	94

(I² x t): máxima energía específica pasante por el elemento de protección, este es un dato inherente al dispositivo empleado y solo lo puede suministrar el fabricante del mismo y se encuentra relacionada con la clase de limitación del mismo. La citada información puede estar grabada en el frente del dispositivo o bien ser suministrada en forma de curvas.

La energía específica es la que permite pasar el dispositivo de protección hasta que interrumpe definitivamente la corriente. Esta energía varía con: la corriente de falla, la tensión aplicada y la relación X / R del circuito.

Siendo en realidad la expresión que da la energía específica la siguiente:

$$E_e = \int_0^{t_1} i^2 dt$$

Cuando se trata del segundo caso, es decir dispositivos de apertura comprendidos entre 0,1 segundo y los 5 segundos. Para un determinado valor de la corriente de cortocircuito que se establece, se producirá una cierta cantidad de calor (recordemos que este calor es proporcional al cuadrado de la misma) que elevará la temperatura del conductor la cual será transmitida a la aislación del

mismo. Esta temperatura se elevará por encima de la máxima admisible de servicio hasta el límite de la máxima admisible para la condición de cortocircuito.

En consecuencia la sección del cable que reúna esta condición se obtendrá mediante el empleo de la siguiente fórmula válida para tiempos comprendidos mayores o iguales a 0,1 s y menores o iguales a 5 s ($0,1 < t < 5$ s):

$$S \geq I_{cc} \times \sqrt{t} / k \quad (2)$$

En donde:

t: Es la duración del cortocircuito (mayor de 0,1 y menor de 5) en segundos

S: Sección nominal del cable, en milímetros cuadrados

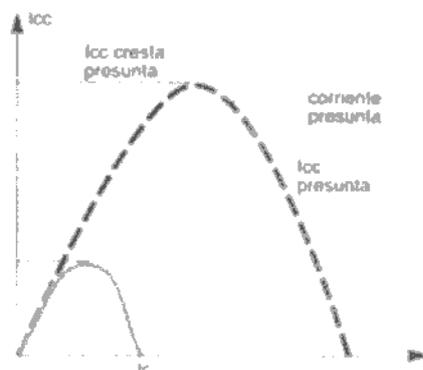
I_{cc} : El valor eficaz de la intensidad de la corriente presunta de cortocircuito, en ampere

K: Constante que tiene el mismo significado que en el caso anterior

Interruptores automáticos limitadores

Definición: *"Interruptor automático en el que es particularmente breve el tiempo de corte a fin de conseguir que la intensidad de cortocircuito no pueda alcanzar su máxima amplitud"*(1).

Eso lo podemos interpretar mejor viendo la siguiente figura:



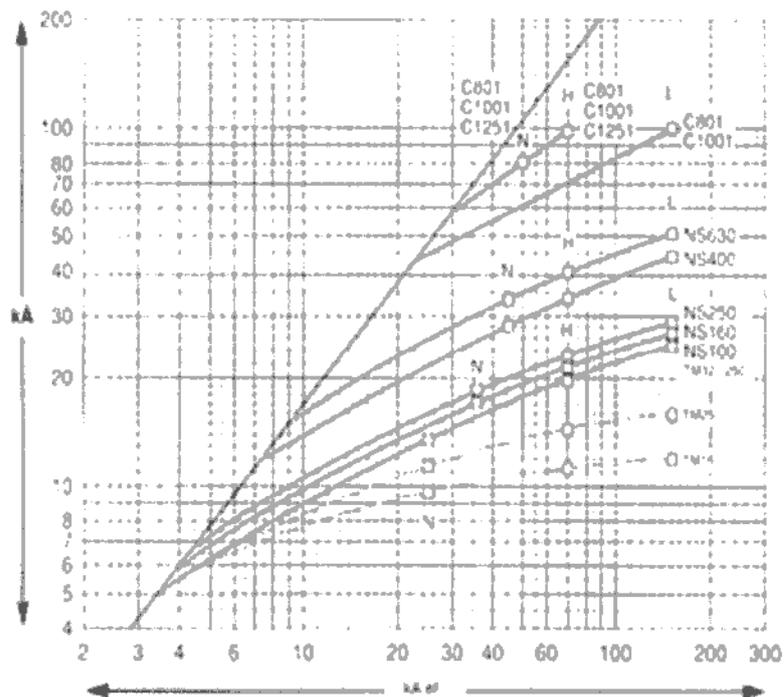
O sea que, de la definición y de la figura precedente podemos decir que durante un cortocircuito la intensidad de defecto o cortocircuito es inferior a la disponible o presunta.

Las características de los relés de protección asociados a los interruptores (sobrecarga y cortocircuito) de un interruptor automático se visualizan a través de las curvas de respuesta de los mismos frente a las corrientes que eventualmente puedan circular por las mismas como la siguiente:

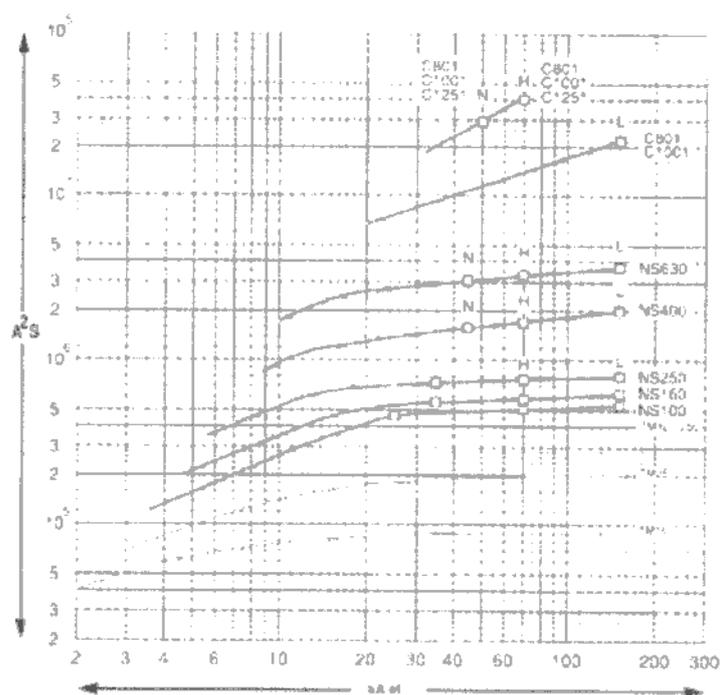


En el caso que estamos tratando: interruptores termo-magnéticos limitadores se hace necesario en virtud del breve lapso de tiempo en el que ha de actuar para poder hacer el rápido corte de la corriente (recordemos que debe hacerlo entre 1 y 10 ms) que esa característica se vea reflejada en otro tipo de curvas y ellas son las denominadas: *curvas de limitación en solicitud térmica* y *curvas de limitación de intensidad*. Las cuales se dan a la tensión de empleo, por ejemplo: 380/415 V, 690 V y 440/480 V.

A continuación se muestran las mismas.

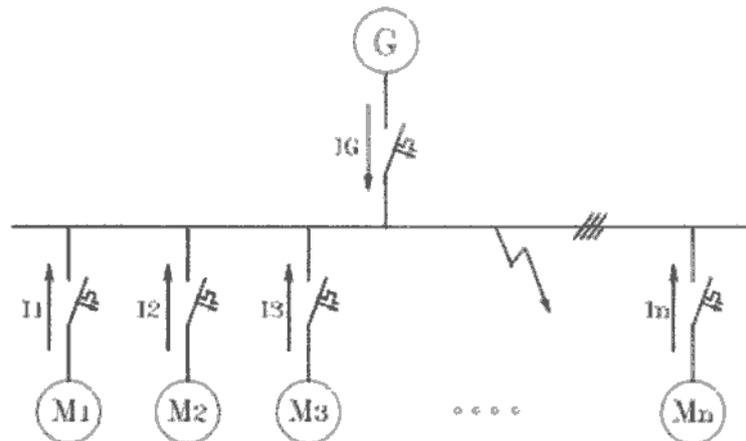


CURVA DE LIMITACIÓN EN INTENSIDAD: 380/415 V



Características ($I^2.t$) o E_e de un interruptor automático: "Información (generalmente una curva o un valor $A^2.s$) que da los valores máximos de ($I^2.t$) o E_e que corresponden al tiempo de corte en función de la intensidad prevista (valor eficaz de la componente periódica en corriente alterna) hasta el valor máximo de la intensidad prevista que corresponde al poder asignado de corte en cortocircuitos a la tensión correspondiente. El valor ($I^2.t$) o E_e del interruptor debe ser igual o menor que el $K^2.S^2$ del conductor a proteger para asegurar que este no sobrepasará su temperatura máxima permitida en un cortocircuito (160 °C con aislación de PVC o 250 °C con aislación de polietileno reticulado, por ejemplo)" (1).

Sistema eléctrico



En el instante del cortocircuito trifásico en barras, el aporte de corriente al mismo es la suma vectorial de la corriente I_G , aportada por el generador G, más las corrientes $I_1...I_n$, aportadas por los motores $M_1...M_n$.

Con el fin de obtener el mayor valor de la corriente de cortocircuito posible se considera, la suma directa de las corrientes mencionadas en el párrafo anterior y no la suma vectorial. De esta manera queremos asegurar que las barras sean dimensionadas para soportar los máximos esfuerzos.

Cálculo y verificación de conductores por caída de tensión y cortocircuito

Generadores

La sección de estos alimentadores se elige por corriente nominal, $I_n = 289[A]$. Elegimos realizar el tendido utilizando dos conductores tetrapolares de 120 mm^2 . El conductor adoptado posee las siguientes características:

- Sección $120/70 \text{ mm}^2$
- Conductor
 - Metal: Cobre electrolítico grado eléctrico según IRAM 2011.

-
- Forma: Redonda flexible y sectorial.
 - Flexibilidad: Las cuerdas corresponden a las exigencias de la Norma IRAM NM-280 o IEC 60 228. Clase 5.
 - Temperatura máxima en el conductor: 70° C en servicio continuo, 160° C en cortocircuito.
 - Aislante: PVC especial, de elevadas prestaciones eléctricas y mecánicas.
 - Rellenos: De material extruido o encintado no higroscópico, colocado sobre las fases reunidas y cableadas.
 - Envoltura: PVC ecológico tipo D, IRAM 2178
- Corriente nominal según catálogo para distribución en bandeja perforada o tipo escalera:
 $I_n = 240 \text{ A}$
 - Factor de corrección por N° de conductores (Según AEA 90364-7771):
 7 – 24 conductores $F_n = 0.72$
 Factor de corrección por temperatura
 45 °C $F_t = 0.91$
 - Corriente admisible corregida
 $I = F_n \times F_t \times I_n$
 $I = 0.72 \times 0.91 \times 240$
 $I = 157.25 \text{ [A]}$
 - $r = 0.184 \frac{\Omega}{Km}$
 - $x = 0.0729 \frac{\Omega}{Km}$
 - Marca Prysmian

Verificación por caída de tensión

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} * I * L}{U} * (R * \cos \varphi + X * \text{sen} \varphi)$$

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} * 144.5 * 0.03}{380} (0.184 * 0.85 + 0.0729 * 0.53) * 100$$

$$\Delta U = 0.38\%$$

De esta manera se comprueba que los conductores tetrapolares de 120 mm², verificaban por caída de tensión.

Verificación por cortocircuito

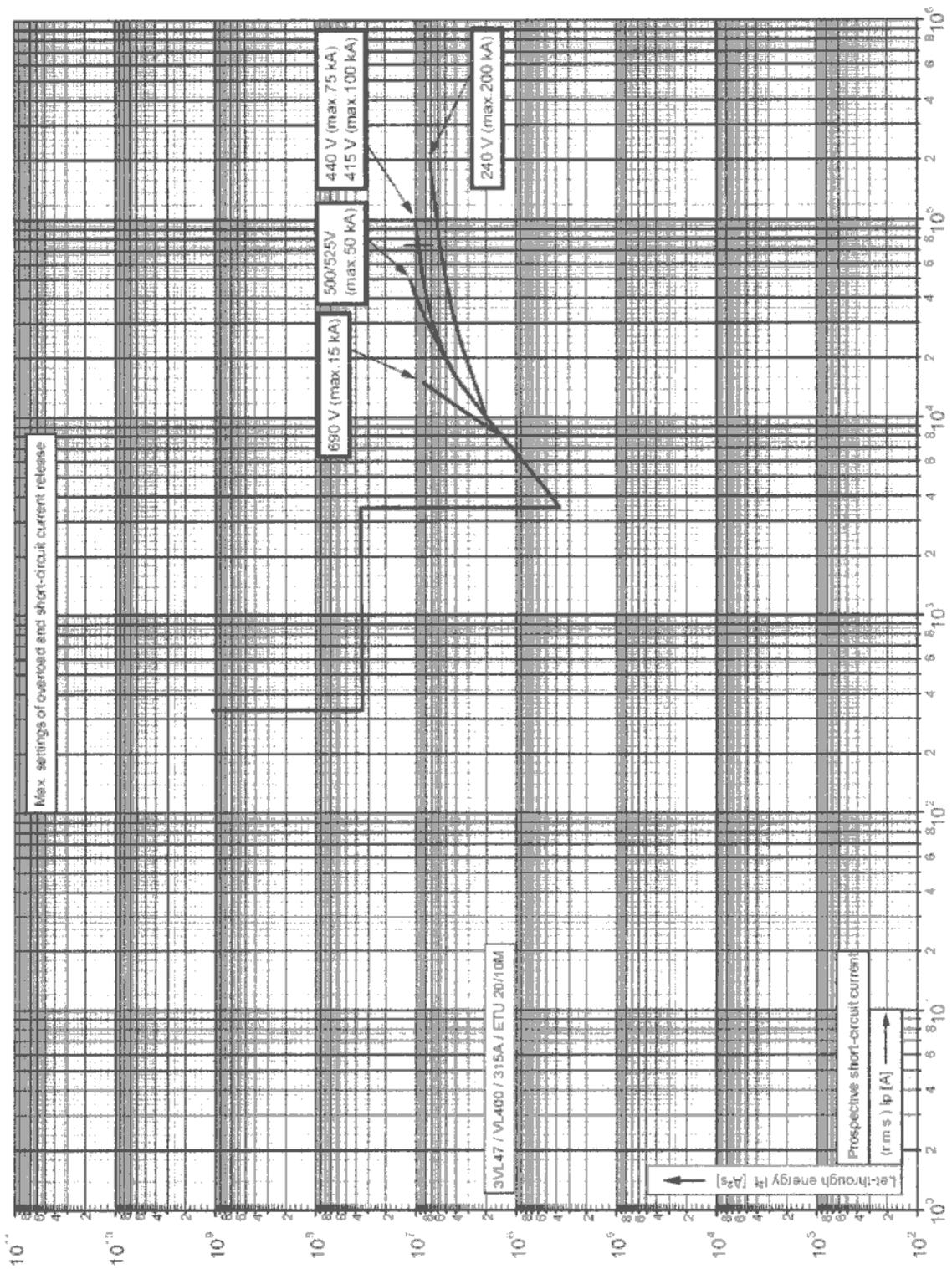
$$S^2 * K^2 \geq I^2 * t$$

Se utiliza un interruptor de potencia compacto en caja moldeada, con un modulo electrónico de disparo por sobre intensidad. El mencionado interruptor permite el paso de 400000 A²s durante el tiempo de apertura y apagado del arco

El valor de S²xK² para el conductor de 120 mm² es: 190440 x 10³
Por lo tanto:

$$190440 * 10^3 \geq 400000$$

El cable soportara la energía específica que deja pasar el interruptor antes de su desconexión. Se muestra en la página siguiente la característica I²t correspondiente al interruptor utilizado.



Tablero de frío

La sección de estos alimentadores se elige por corriente nominal, $I_n = 144[A]$. Elegimos realizar el tendido utilizando un conductor tetrapolar de 120 mm². El conductor adoptado posee las siguientes características:

- Sección 120/70 mm²
- Conductor
 - Metal: Cobre electrolítico grado eléctrico según IRAM 2011.
 - Forma: Redonda flexible y sectorial.
 - Flexibilidad: Las cuerdas corresponden a las exigencias de la Norma IRAM NM-280 o IEC 60 228. Clase 5.
 - Temperatura máxima en el conductor: 70° C en servicio continuo, 160° C en cortocircuito.
 - Aislante: PVC especial, de elevadas prestaciones eléctricas y mecánicas.
 - Rellenos: De material extruido o encintado no higroscópico, colocado sobre las fases reunidas y cableadas.
 - Envoltura: PVC ecológico tipo D, IRAM 2178
- Corriente nominal según catálogo para distribución en bandeja perforada o tipo escalera:
 $I_n = 240 \text{ A}$
- Factor de corrección por N° de conductores (Según AEA 90364-7771):
7 – 24 conductores $F_n = 0.72$
Factor de corrección por temperatura
45 °C $F_t = 0.91$
- Corriente admisible corregida
$$I = F_n \times F_t \times I_n$$
$$I = 0.72 \times 0.91 \times 240$$
$$I = 157.25 [A]$$

- $r = 0.184 \frac{\Omega}{Km}$
- $x = 0.0729 \frac{\Omega}{Km}$
- Marca Prysmian

Verificación por caída de tensión

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} * I * L}{U} * (R * \cos \varphi + X * \sin \varphi)$$

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} * 144 * 0.03}{380} (0.184 * 0.85 + 0.0729 * 0.53) * 100$$

$$\Delta U = 0.38\%$$

$$\sum \Delta U = 0.38 + 0.38 = 0.76\%$$

De esta manera se comprueba que el conductor tetrapolar de 120 mm², verifica por caída de tensión.

Verificación por cortocircuito

$$S^2 \times K^2 \geq I^2 \times t$$

Se utiliza un interruptor termomagnético Clase 3 Tipo C, la cual deja pasar 42000 A²s durante el tiempo de apertura y apagado del arco

El valor de S²xK² para el conductor de 120 mm² es: 190440 x 10³

Por lo tanto:

$$190440 \times 10^3 \geq 42000$$

El cable soportara la energía específica que deja pasar el interruptor antes de su desconexión.

Motor compresor de frío

La sección de estos alimentadores se elige por corriente nominal, $I_n = 54[A]$. Elegimos realizar el tendido utilizando un conductor tripolar de 25 mm². El conductor adoptado posee las siguientes características:

- Sección 25 mm²
- Conductor
 - Metal: Cobre electrolítico grado eléctrico según IRAM 2011.
 - Forma: Redonda flexible y sectorial.
 - Flexibilidad: Las cuerdas corresponden a las exigencias de la Norma IRAM NM-280 o IEC 60 228. Clase 5.
 - Temperatura máxima en el conductor: 70° C en servicio continuo, 160° C en cortocircuito.
 - Aislante: PVC especial, de elevadas prestaciones eléctricas y mecánicas.
 - Rellenos: De material extruido o encintado no higroscópico, colocado sobre las fases reunidas y cableadas.
 - Envoltura: PVC ecológico tipo D, IRAM 2178
- Corriente nominal según catálogo para distribución en bandeja perforada o tipo escalera:
 $I_n = 88 \text{ A}$
- Factor de corrección por N° de conductores (Según AEA 90364-7771):
7 – 24 conductores $F_n = 0.72$
Factor de corrección por temperatura
45 °C $F_t = 0.91$
- Corriente admisible corregida
 $I = F_n \times F_t \times I_n$
 $I = 0.72 \times 0.91 \times 88$
 $I = 57.7 [A]$

- $r = 0.933 \frac{\Omega}{Km}$
- $x = 0.0780 \frac{\Omega}{Km}$
- Marca Prysmian

Verificación por caída de tensión

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} * I * L}{U} * (R * \cos \varphi + X * \sin \varphi)$$

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} * 54 * 0.005}{380} (0.933 * 0.85 + 0.0780 * 0.53) * 100$$

$$\Delta U = 0.10\%$$

$$\sum \Delta U = 0.38 + 0.38 + 0.10 = 0.86\%$$

De esta manera se comprueba que el conductor tripolar de 25 mm², verifica por caída de tensión.

Verificación por cortocircuito

$$S^2 * K^2 \geq I^2 * t$$

Se utiliza un interruptor termomagnético Clase 3 Tipo C, la cual deja pasar 42000 A²s durante el tiempo de apertura y apagado del arco

El valor de S² x K² para el conductor de 25 mm² es: 8265.6 x 10³

Por lo tanto:

$$8265.6 * 10^3 \geq 42000$$

El cable soportara la energía específica que deja pasar el interruptor antes de su desconexión.

Tablero Pasillo de Oficiales

La sección de estos alimentadores se elige por corriente nominal, $I_n = 2[A]$. Elegimos realizar el tendido utilizando un conductor tetrapolar de 6 mm^2 . Cabe aclarar que se considera esta sección de conductor para futuras ampliaciones. El conductor adoptado posee las siguientes características:

- Sección 6 mm^2
- Conductor
 - Metal: Cobre electrolítico grado eléctrico según IRAM 2011.
 - Forma: Redonda flexible y sectorial.
 - Flexibilidad: Las cuerdas corresponden a las exigencias de la Norma IRAM NM-280 o IEC 60 228. Clase 5.
 - Temperatura máxima en el conductor: 70° C en servicio continuo, 160° C en cortocircuito.
 - Aislante: PVC especial, de elevadas prestaciones eléctricas y mecánicas.
 - Rellenos: De material extruido o encintado no higroscópico, colocado sobre las fases reunidas y cableadas.
 - Envoltura: PVC ecológico tipo D, IRAM 2178
- Corriente nominal según catálogo para distribución en bandeja perforada o tipo escalera:
 $I_n = 37 \text{ A}$
- Factor de corrección por N° de conductores (Según AEA 90364-7771):
7 – 24 conductores $F_n = 0.72$
Factor de corrección por temperatura
45 °C $F_t = 0.91$
- Corriente admisible corregida

$$I = F_n \times F_t \times I_n$$

$$I = 0.72 \times 0.91 \times 37$$

$$I = 24.2 \text{ [A]}$$

○ $r = 3.95 \frac{\Omega}{\text{Km}}$

○ $x = 0.0901 \frac{\Omega}{\text{Km}}$

○ Marca Prysmian

Verificación por caída de tensión

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} * I * L}{U} * (R * \cos \varphi + X * \text{sen} \varphi)$$

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} * 2 * 0.025}{380} (3.95 * 0.85 + 0.0901 * 0.53) * 100$$

$$\Delta U = 0.08\%$$

$$\sum \Delta U = 0.38 + 0.08 = 0.46\%$$

De esta manera se comprueba que los conductores Tetrapolares de 6 mm², verificaban por caída de tensión.

Verificación por cortocircuito

$$S^2 \times K^2 \geq I^2 \times t$$

Se utiliza un interruptor termomagnético Clase 3 Tipo C, la cual deja pasar 42000 A²s durante el tiempo de apertura y apagado del arco

El valor de S² x K² para el conductor de 6 mm² es: 476.1 x 10³

Por lo tanto:

$$476.1 \times 10^3 \geq 42000$$

El cable soportara la energía específica que deja pasar el interruptor antes de su desconexión.

Alimentador fuentes, rectificadores y cargadores de baterías

La sección de estos alimentadores se elige por corriente nominal, $I_n = 2[A]$. Elegimos realizar el tendido utilizando un conductor tetrapolar de 6 mm^2 . Cabe aclarar que se considera esta sección de conductor para futuras ampliaciones y que los equipos de navegación y radio se ven afectados de manera considerable por la caída de tensión. El conductor adoptado posee las siguientes características:

- Sección 6 mm^2
- Conductor
 - Metal: Cobre electrolítico grado eléctrico según IRAM 2011.
 - Forma: Redonda flexible y sectorial.
 - Flexibilidad: Las cuerdas corresponden a las exigencias de la Norma IRAM NM-280 o IEC 60 228. Clase 5.
 - Temperatura máxima en el conductor: 70° C en servicio continuo, 160° C en cortocircuito.
 - Aislante: PVC especial, de elevadas prestaciones eléctricas y mecánicas.
 - Rellenos: De material extruido o encintado no higroscópico, colocado sobre las fases reunidas y cableadas.
 - Envoltura: PVC ecológico tipo D, IRAM 2178
- Corriente nominal según catálogo para distribución en bandeja perforada o tipo escalera:
 $I_n = 37 \text{ A}$
- Factor de corrección por N° de conductores (Según AEA 90364-7771):
7 – 24 conductores $F_n = 0.72$
Factor de corrección por temperatura
 45° C $F_t = 0.91$
- Corriente admisible corregida

$$I = F_n \times F_t \times I_n$$

$$I = 0.72 \times 0.91 \times 37$$

$$I = 24.2 \text{ [A]}$$

○ $r = 3.95 \frac{\Omega}{\text{Km}}$

○ $x = 0.0901 \frac{\Omega}{\text{Km}}$

○ Marca Prysmian

Verificación por caída de tensión

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} * I * L}{U} * (R * \cos \varphi + X * \text{sen} \varphi)$$

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} * 2 * 0.04}{380} (3.95 * 0.85 + 0.0901 * 0.53) * 100$$

$$\Delta U = 0.12\%$$

$$\sum \Delta U = 0.38 + 0.12 = 0.5\%$$

De esta manera se comprueba que el conductor Tetrapolares de 6 mm², verifica por caída de tensión.

Verificación por cortocircuito

$$S^2 \times K^2 \geq I^2 \times t$$

Se utiliza un interruptor termomagnético Clase 3 Tipo C, la cual deja pasar 42000 A²s durante el tiempo de apertura y apagado del arco

El valor de S² x K² para el conductor de 6 mm² es: 476.1 x 10³

Por lo tanto:

$$476.1 \times 10^3 \geq 42000$$

El cable soportara la energía específica que deja pasar el interruptor antes de su desconexión.

Tablero Pasillo de Cocina

La sección de estos alimentadores se elige por corriente nominal, $I_n = 1.65[A]$. Elegimos realizar el tendido utilizando un conductor tetrapolar de 4 mm². Cabe aclarar que se considera esta sección de conductor para futuras ampliaciones. El conductor adoptado posee las siguientes características:

- Sección 4 mm²
- Conductor
 - Metal: Cobre electrolítico grado eléctrico según IRAM 2011.
 - Forma: Redonda flexible y sectorial.
 - Flexibilidad: Las cuerdas corresponden a las exigencias de la Norma IRAM NM-280 o IEC 60 228. Clase 5.
 - Temperatura máxima en el conductor: 70° C en servicio continuo, 160° C en cortocircuito.
 - Aislante: PVC especial, de elevadas prestaciones eléctricas y mecánicas.
 - Rellenos: De material extruido o encintado no higroscópico, colocado sobre las fases reunidas y cableadas.
 - Envoltura: PVC ecológico tipo D, IRAM 2178
- Corriente nominal según catálogo para distribución en bandeja perforada o tipo escalera:
 $I_n = 30 \text{ A}$
- Factor de corrección por N° de conductores (Según AEA 90364-7771):
7 – 24 conductores $F_n = 0.72$
- Factor de corrección por temperatura
45 °C $F_t = 0.91$
- Corriente admisible corregida

$$I = F_n \times F_l \times I_n$$

$$I = 0.72 \times 0.91 \times 30$$

$$I = 19.7 \text{ [A]}$$

- $r = 5.92 \frac{\Omega}{Km}$

- $x = 0.0991 \frac{\Omega}{Km}$

- Marca Prysmian

Verificación por caída de tensión

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} * I * L}{U} * (R * \cos \varphi + X * \text{sen} \varphi)$$

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} * 1.65 * 0.025}{380} (5.92 * 0.85 + 0.0991 * 0.53) * 100$$

$$\Delta U = 0.09\%$$

$$\sum \Delta U = 0.38 + 0.09 = 0.47\%$$

De esta manera se comprueba que el conductor Tetrapolar de 4 mm², verifica por caída de tensión.

Verificación por cortocircuito

$$S^2 \times K^2 \geq I^2 \times t$$

Se utiliza un interruptor termomagnético Clase 3 Tipo C, la cual deja pasar 42000 A²s durante el tiempo de apertura y apagado del arco

El valor de S² x K² para el conductor de 4 mm² es: 211.6 x 10³

Por lo tanto:

$$211.6 \times 10^3 \geq 42000$$

El cable soportara la energía específica que deja pasar el interruptor antes de su desconexión.

Tablero Pasillo de Sollado

La sección de estos alimentadores se elige por corriente nominal, $I_n = 1.14[A]$. Elegimos realizar el tendido utilizando un conductor tetrapolar de 4 mm². Cabe aclarar que se considera esta sección de conductor para futuras ampliaciones. El conductor adoptado posee las siguientes características:

- Sección 4 mm²
- Conductor
 - Metal: Cobre electrolítico grado eléctrico según IRAM 2011.
 - Forma: Redonda flexible y sectorial.
 - Flexibilidad: Las cuerdas corresponden a las exigencias de la Norma IRAM NM-280 o IEC 60 228. Clase 5.
 - Temperatura máxima en el conductor: 70° C en servicio continuo, 160° C en cortocircuito.
 - Aislante: PVC especial, de elevadas prestaciones eléctricas y mecánicas.
 - Rellenos: De material extruido o encintado no higroscópico, colocado sobre las fases reunidas y cableadas.
 - Envoltura: PVC ecológico tipo D, IRAM 2178
- Corriente nominal según catálogo para distribución en bandeja perforada o tipo escalera:
 $I_n = 30 \text{ A}$
- Factor de corrección por N° de conductores (Según AEA 90364-7771):
7 – 24 conductores $F_n = 0.72$
Factor de corrección por temperatura
45 °C $F_t = 0.91$
- Corriente admisible corregida

$$I = F_n \times F_t \times I_n$$

$$I = 0.72 \times 0.91 \times 30$$

$$I = 19.7 \text{ [A]}$$

○ $r = 5.92 \frac{\Omega}{\text{Km}}$

○ $x = 0.0991 \frac{\Omega}{\text{Km}}$

○ Marca Prysmian

Verificación por caída de tensión

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} * I * L}{U} * (R * \cos \varphi + X * \text{sen} \varphi)$$

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} * 1.14 * 0.03}{380} (5.92 * 0.85 + 0.0991 * 0.53) * 100$$

$$\Delta U = 0.08\%$$

$$\sum \Delta U = 0.38 + 0.08 = 0.46\%$$

De esta manera se comprueba que el conductor Tetrapolar de 4 mm², verifica por caída de tensión.

Verificación por cortocircuito

$$S^2 \times K^2 \geq I^2 \times t$$

Se utiliza un interruptor termomagnético Clase 3 Tipo C, la cual deja pasar 42000 A²s durante el tiempo de apertura y apagado del arco

El valor de S² x K² para el conductor de 4 mm² es: 211.6 x 10³

Por lo tanto:

$$211.6 \times 10^3 \geq 42000$$

El cable soportara la energía específica que deja pasar el interruptor antes de su desconexión.

Tablero timonera

La sección de estos alimentadores se elige por corriente nominal, $I_n = 11.2[A]$. Elegimos realizar el tendido utilizando un conductor tetrapolar de 6 mm². Cabe aclarar que se considera esta sección de conductor para futuras ampliaciones. El conductor adoptado posee las siguientes características:

- Sección 6 mm²
- Conductor
 - Metal: Cobre electrolítico grado eléctrico según IRAM 2011.
 - Forma: Redonda flexible y sectorial.
 - Flexibilidad: Las cuerdas corresponden a las exigencias de la Norma IRAM NM-280 o IEC 60 228. Clase 5.
 - Temperatura máxima en el conductor: 70° C en servicio continuo, 160° C en cortocircuito.
 - Aislante: PVC especial, de elevadas prestaciones eléctricas y mecánicas.
 - Rellenos: De material extruido o encintado no higroscópico, colocado sobre las fases reunidas y cableadas.
 - Envoltura: PVC ecológico tipo D, IRAM 2178
- Corriente nominal según catálogo para distribución en bandeja perforada o tipo escalera:
 $I_n = 37 \text{ A}$
- Factor de corrección por N° de conductores (Según AEA 90364-7771):
7 – 24 conductores $F_n = 0.72$
- Factor de corrección por temperatura
45 °C $F_t = 0.91$
- Corriente admisible corregida

$$I = F_n \times F_t \times I_n$$

$$I = 0.72 \times 0.91 \times 37$$

$$I = 24.2 \text{ [A]}$$

- $r = 3.95 \frac{\Omega}{Km}$
- $x = 0.0901 \frac{\Omega}{Km}$
- Marca Prysmian

Verificación por caída de tensión

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} * I * L}{U} * (R * \cos \varphi + X * \text{sen} \varphi)$$

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} * 11.2 * 0.05}{380} (3.95 * 0.85 + 0.0901 * 0.53) * 100$$

$$\Delta U = 0.87\%$$

$$\sum \Delta U = 0.38 + 0.87 = 1.25\%$$

De esta manera se comprueba que el conductor Tetrapola de 6 mm², verifica por caída de tensión.

Verificación por cortocircuito

$$S^2 \times K^2 \geq I^2 \times t$$

Se utiliza un interruptor termomagnético Clase 3 Tipo C, la cual deja pasar 42000 A²s durante el tiempo de apertura y apagado del arco

El valor de S² x K² para el conductor de 6 mm² es: 476.1 x 10³

Por lo tanto:

$$476.1 \times 10^3 \geq 42000$$

El cable soportara la energía específica que deja pasar el interruptor antes de su desconexión.

Motor bomba auxiliar pre lubricadora de aceite y bomba circulación II (11 Kw)

La sección de estos alimentadores se elige por corriente nominal, $I_n = 20[A]$. Elegimos realizar el tendido utilizando un conductor tripolar de 6 mm². El conductor adoptado posee las siguientes características:

- Sección 6 mm²
- Conductor
 - Metal: Cobre electrolítico grado eléctrico según IRAM 2011.
 - Forma: Redonda flexible y sectorial.
 - Flexibilidad: Las cuerdas corresponden a las exigencias de la Norma IRAM NM-280 o IEC 60 228. Clase 5.
 - Temperatura máxima en el conductor: 70° C en servicio continuo, 160° C en cortocircuito.
 - Aislante: PVC especial, de elevadas prestaciones eléctricas y mecánicas.
 - Rellenos: De material extruido o encintado no higroscópico, colocado sobre las fases reunidas y cableadas.
 - Envoltura: PVC ecológico tipo D, IRAM 2178
- Corriente nominal según catálogo para distribución en bandeja perforada o tipo escalera:
 $I_n = 37 A$
- Factor de corrección por N° de conductores (Según AEA 90364-7771):
7 – 24 conductores $F_n = 0.72$
- Factor de corrección por temperatura
45 °C $F_t = 0.91$
- Corriente admisible corregida

$$I = F_n \times F_t \times I_n$$

$$I = 0.72 \times 0.91 \times 37$$

$$I = 24.2 \text{ [A]}$$

- $r = 3.95 \frac{\Omega}{Km}$
- $x = 0.0901 \frac{\Omega}{Km}$
- Marca Prysmian

Verificación por caída de tensión

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} * I * L}{U} * (R * \cos \varphi + X * \text{sen} \varphi)$$

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} * 20 * 0.03}{380} (3.95 * 0.85 + 0.0901 * 0.53) * 100$$

$$\Delta U = 0.93\%$$

$$\sum \Delta U = 0.38 + 0.93 = 1.31\%$$

De esta manera se comprueba que el conductor Tripolar de 6 mm², verifica por caída de tensión.

Verificación por cortocircuito

$$S^2 \times K^2 \geq I^2 \times t$$

Se utiliza un interruptor termomagnético Clase 3 Tipo C, la cual deja pasar 42000 A²s durante el tiempo de apertura y apagado del arco

El valor de S² x K² para el conductor de 6 mm² es: 476.1 x 10³

Por lo tanto:

$$476.1 \times 10^3 \geq 42000$$

El cable soportara la energía específica que deja pasar el interruptor antes de su desconexión.

Motor bomba servicios generales (9 Kw)

La sección de estos alimentadores se elige por corriente nominal, $I_n = 16[A]$. Elegimos realizar el tendido utilizando un conductor tripolar de 4 mm^2 . El conductor adoptado posee las siguientes características:

- Sección 4 mm^2
- Conductor
 - Metal: Cobre electrolítico grado eléctrico según IRAM 2011.
 - Forma: Redonda flexible y sectorial.
 - Flexibilidad: Las cuerdas corresponden a las exigencias de la Norma IRAM NM-280 o IEC 60 228. Clase 5.
 - Temperatura máxima en el conductor: 70° C en servicio continuo, 160° C en cortocircuito.
 - Aislante: PVC especial, de elevadas prestaciones eléctricas y mecánicas.
 - Rellenos: De material extruido o encintado no higroscópico, colocado sobre las fases reunidas y cableadas.
 - Envoltura: PVC ecológico tipo D, IRAM 2178
- Corriente nominal según catálogo para distribución en bandeja perforada o tipo escalera:
 $I_n = 30 \text{ A}$
- Factor de corrección por N° de conductores (Según AEA 90364-7771):
7 – 24 conductores $F_n = 0.72$
Factor de corrección por temperatura
45 °C $F_t = 0.91$
- Corriente admisible corregida
 $I = F_n \times F_t \times I_n$
 $I = 0.72 \times 0.91 \times 30$
 $I = 19.7 [A]$

- $r = 5.92 \frac{\Omega}{Km}$
- $x = 0.0991 \frac{\Omega}{Km}$
- Marca Prysmian

Verificación por caída de tensión

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} * I * L}{U} * (R * \cos \varphi + X * \sin \varphi)$$

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} * 16 * 0.03}{380} (5.92 * 0.85 + 0.0991 * 0.53) * 100$$

$$\Delta U = 1.11\%$$

$$\sum \Delta U = 0.38 + 1.11 = 1.49\%$$

De esta manera se comprueba que el conductor Tripolar de 4 mm², verifica por caída de tensión.

Verificación por cortocircuito

$$S^2 * K^2 \geq I^2 * t$$

Se utiliza un interruptor termomagnético Clase 3 Tipo C, la cual deja pasar 42000 A²s durante el tiempo de apertura y apagado del arco

El valor de S² x K² para el conductor de 4 mm² es: 211.6 x 10³

Por lo tanto:

$$476.1 * 10^3 \geq 42000$$

El cable soportara la energía específica que deja pasar el interruptor antes de su desconexión.

Motor bomba servicios generales (7.5 Kw)

La sección de estos alimentadores se elige por corriente nominal, $I_n = 14[A]$. Elegimos realizar el tendido utilizando un conductor tripolar de 4 mm². El conductor adoptado posee las siguientes características:

- Sección 4 mm²
- Conductor
 - Metal: Cobre electrolítico grado eléctrico según IRAM 2011.
 - Forma: Redonda flexible y sectorial.
 - Flexibilidad: Las cuerdas corresponden a las exigencias de la Norma IRAM NM-280 o IEC 60 228. Clase 5.
 - Temperatura máxima en el conductor: 70° C en servicio continuo, 160° C en cortocircuito.
 - Aislante: PVC especial, de elevadas prestaciones eléctricas y mecánicas.
 - Rellenos: De material extruido o encintado no higroscópico, colocado sobre las fases reunidas y cableadas.
 - Envoltura: PVC ecológico tipo D, IRAM 2178
- Corriente nominal según catálogo para distribución en bandeja perforada o tipo escalera:
 $I_n = 30 \text{ A}$
- Factor de corrección por N° de conductores (Según AEA 90364-7771):
7 – 24 conductores $F_n = 0.72$
Factor de corrección por temperatura
45 °C $F_t = 0.91$
- Corriente admisible corregida
$$I = F_n \times F_t \times I_n$$
$$I = 0.72 \times 0.91 \times 30$$
$$I = 19.7 \text{ [A]}$$

- $r = 5.92 \frac{\Omega}{Km}$
- $x = 0.0991 \frac{\Omega}{Km}$
- Marca Prysmian

Verificación por caída de tensión

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} * I * L}{U} * (R * \cos \varphi + X * \text{sen} \varphi)$$

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} * 14 * 0.035}{380} (5.92 * 0.85 + 0.0991 * 0.53) * 100$$

$$\Delta U = 1.14\%$$

$$\sum \Delta U = 0.38 + 1.14 = 1.52\%$$

De esta manera se comprueba que el conductor Tripolar de 4 mm², verifica por caída de tensión.

Verificación por cortocircuito

$$S^2 \times K^2 \geq I^2 \times t$$

Se utiliza un interruptor termomagnético Clase 3 Tipo C, la cual deja pasar 42000 A²s durante el tiempo de apertura y apagado del arco

El valor de S² x K² para el conductor de 4 mm² es: 211.6 x 10³

Por lo tanto:

$$211.6 \times 10^3 \geq 42000$$

El cable soportara la energía específica que deja pasar el interruptor antes de su desconexión.

Motor bomba gran achique, compresor de aire I y II, timón, circulación condensadores I y II, refrigeración motor principal agua salada y achique auxiliar (5.5 Kw)

La sección de estos alimentadores se elige por corriente nominal, $I_n = 10[A]$. Elegimos realizar el tendido utilizando un conductor tripolar de 2.5 mm^2 . El conductor adoptado posee las siguientes características:

- Sección 2.5 mm^2
- Conductor
 - Metal: Cobre electrolítico grado eléctrico según IRAM 2011.
 - Forma: Redonda flexible y sectorial.
 - Flexibilidad: Las cuerdas corresponden a las exigencias de la Norma IRAM NM-280 o IEC 60 228. Clase 5.
 - Temperatura máxima en el conductor: 70° C en servicio continuo, 160° C en cortocircuito.
 - Aislante: PVC especial, de elevadas prestaciones eléctricas y mecánicas.
 - Rellenos: De material extruido o encintado no higroscópico, colocado sobre las fases reunidas y cableadas.
 - Envoltura: PVC ecológico tipo D, IRAM 2178
- Corriente nominal según catálogo para distribución en bandeja perforada o tipo escalera:
 $I_n = 22 \text{ A}$
- Factor de corrección por N° de conductores (Según AEA 90364-7771):
7 – 24 conductores $F_n = 0.72$
Factor de corrección por temperatura
 45° C $F_t = 0.91$
- Corriente admisible corregida

$$I = F_n \times F_t \times I_n$$

$$I = 0.72 \times 0.91 \times 22$$

$$I = 14.4 \text{ [A]}$$

- $r = 9.55 \frac{\Omega}{Km}$

- $x = 0.09995 \frac{\Omega}{Km}$

- Marca Prysmian

Verificación por caída de tensión

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} * I * L}{U} * (R * \cos \varphi + X * \text{sen} \varphi)$$

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} * 10 * 0.04}{380} (9.55 * 0.85 + 0.09995 * 0.53) * 100$$

$$\Delta U = 1.49\%$$

$$\sum \Delta U = 0.38 + 1.49 = 1.87\%$$

De esta manera se comprueba que el conductor Tripolar de 2.5 mm², verifica por caída de tensión.

Verificación por cortocircuito

$$S^2 \times K^2 \geq I^2 \times t$$

Se utiliza un interruptor termomagnético Clase 3 Tipo C, la cual deja pasar 42000 A²s durante el tiempo de apertura y apagado del arco

El valor de S² x K² para el conductor de 2.5 mm² es: 82.656 x 10³

Por lo tanto:

$$82.656 \times 10^3 \geq 42000$$

El cable soportara la energía específica que deja pasar el interruptor antes de su desconexión.

Cálculo de la corriente de cortocircuito y verificación de barras

Condiciones de cálculo

Se analizará un fallo trifásico en barras del tablero principal recordando que este fallo no introduce ningún desequilibrio en el sistema por lo tanto no tendremos ni corrientes, ni tensiones de secuencia inversa u homopolares; es por ello que solo estudiaremos la secuencia directa.

Se tendrá en cuenta el aporte del generador de servicio del buque y supondremos como consumo un motor asíncrono equivalente cuya potencia se deduce del balance eléctrico.

El método para el cálculo se lo denomina por corrientes simétricas y se aplicará lo prescrito en la norma VDE 0102.

Los datos obtenidos se utilizarán para la verificación de las barras principales.

Datos

Generador:

Potencia aparente (S): 190 KVA

Tensión nominal (U_n): 380 V

Cos φ : 0.8

Rendimiento: 85 %

Reactancia subtransitoria (X''_d): 16.1 %

Motor equivalente:

Potencia activa (P_m): 185 KW

Tensión nominal (U_n): 380 V

Cos φ : 0.8

Rendimiento: 85 %

$$I_{arr}/I_n = 5 \quad R_m/X_m = 0.3$$

Conductores eléctricos:

Del alternador al tablero principal

El cable se seleccionó para la corriente nominal del generador ($I_n = 289[A]$), y posee las siguientes características:

- Sección 120/70 mm²
- Conductor
 - Metal: Cobre electrolítico grado eléctrico según IRAM 2011.
 - Forma: Redonda flexible y sectorial.
 - Flexibilidad: Las cuerdas corresponden a las exigencias de la Norma IRAM NM-280 o IEC 60 228. Clase 5.
 - Temperatura máxima en el conductor: 70° C en servicio continuo, 160° C en cortocircuito.
 - Aislante: PVC especial, de elevadas prestaciones eléctricas y mecánicas.
 - Rellenos: De material extruido o encintado no higroscópico, colocado sobre las fases reunidas y cableadas.
 - Envoltura: PVC ecológico tipo D, IRAM 2178
- Corriente nominal según catalogo para distribución en bandeja perforada o tipo escalera:
 $I_n = 240 \text{ A}$
- Factor de corrección por N° de conductores (Según AEA 90364-7771):
7 – 24 conductores $F_n = 0.72$
Factor de corrección por temperatura
45 °C $F_t = 0.91$
- Corriente admisible corregida
 $I = F_n \times F_t \times I_n$
 $I = 0.72 \times 0.91 \times 240$
 $I = 157.25 [A]$

- $r = 0.184 \frac{\Omega}{Km}$
- $x = 0.0729 \frac{\Omega}{Km}$
- Marca Prysmian
- Longitud (L_{c1}): 0.03 Km
- Se utilizaran dos sistemas trifásicos en paralelo

Modelado de los distintos componentes del circuito

Alternador:

$$X_g'' = \frac{x_d'' * U_{NG}^2}{100\% * S_{NG}}$$

$$X_g'' = \frac{16.1\% * (380 \text{ V})^2}{100\% * 190000 \text{ VA}}$$

$$X_g'' = J \ 0.122 \ [\Omega]$$

Motor equivalente:

$$X_m = \frac{U_{NM}^2}{I_{arr} / I_{NM} * S_{NM}}$$

$$X_m = \frac{(380 \text{ V})^2}{5 * 231000 \text{ VA}}$$

$$X_m = J \ 0.126 \ [\Omega]$$

Para grupos de motores de baja tensión alimentados por cables la relación R/X es la siguiente¹:

¹ Fuente: AEA 90909. Corrientes de cortocircuito en sistemas trifásicos de corriente alterna. Parte 0 - Cálculo de las corrientes

$$\frac{R}{X} = 0.42$$

$$X = 0.922 * Z$$

$$R = 0.053$$

$$Z_m = 0.053 + j 0.126$$

Conductores eléctricos:

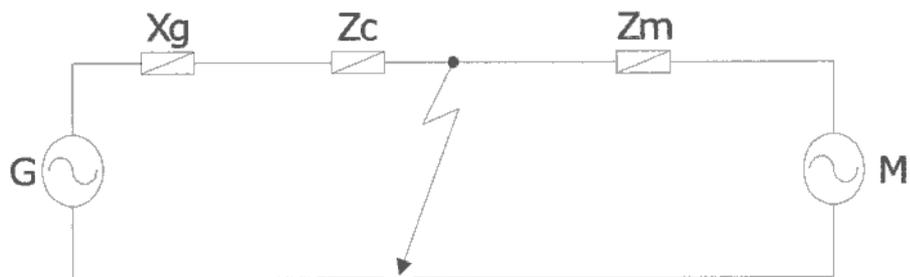
Del alternador al tablero principal

$$R_1 = R_{c1} \cdot L_{c1} = 0.00552 \ \Omega$$

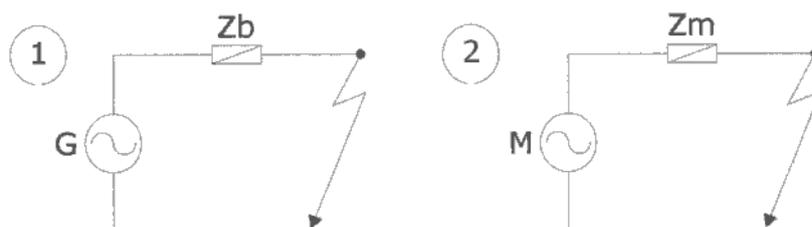
$$X_1 = X_{c1} \cdot L_{c1} = j 0.00219 \ \Omega$$

Luego la impedancia de los conductores en paralelo desde el alternador al tablero principal será:

$$Z_o = 0.00276 + j 0.00109$$



Utilizando el principio de superposición



1) La impedancia de cortocircuito será:

$$Z_b = Z_e + X_g = 0.00276 + j 0.12309$$

La corriente aportado por el generador será:

$$I_{cc1} = 1.1 \frac{U/\sqrt{3}}{Z_{cc}}$$

$$I_{cc1} = 1.96 \text{ [KA]}$$

2) La impedancia de cortocircuito será:

$$Z_m = 0.053 + j 0.126$$

La corriente aportado por el motor será:

$$I_{cc1} = 1.1 \frac{U/\sqrt{3}}{Z_{cc}}$$

$$I_{cc1} = 1.77 \text{ [KA]}$$

La corriente total de cortocircuito será:

$$I_k = I_{cc1} + I_{cc2} = 3.73 \text{ [KA]}$$

La corriente limite térmica será:

$$I_{km} = I_k * \sqrt{m+n}$$

$$m = 1.25$$

$$n = 0.95$$

$$I_{km} = 5.53 \text{ KA}$$

Tabla de caída de tensión

	POTENCIA [W]	FAC. SIMUL.	POT. SIMUL. [W]	COS FI	I [A]	LONG. [M]	SECCION mm ²		ΔV [%]	ΣΔV [%]
							ADM.	ADOP.		
Generador	161500	1	161500	0.85	289	0.02		2X3x120/70	0.51	0.51
Tab. Frío	80500	1	80500	0.85	144	0.03		3X120/70	0.38	0.89
Compresor Frío	30000	1	30000	0.85	54	0.005		3X25	0.10	0.99
Pasillo oficiales	1322	1	1322	1	2	0.025		4X6	0.08	0.59
Pasillo cocina	1092	1	1092	1	1.65	0.025		4X4	0.09	0.60
Pasillo Sollado	752	1	752	1	1.14	0.03		4x4	0.08	0.59
Tablero timonera	7396	1	7396	1	11.20	0.05		4x6	0.87	1.38
Motor 11 Kw	11000	1	11000	0.85	20	0.03		3X6	0.93	1.44
Motor 9 Kw	9000	1	9000	0.85	16	0.03		3X4	1.11	1.62
Motor 7.5 Kw	7500	1	7500	0.85	14	0.035		3X4	1.14	1.65
Motor 5.5 Kw	5500	1	5500	0.85	10	0.04		3X2.5	1.49	2

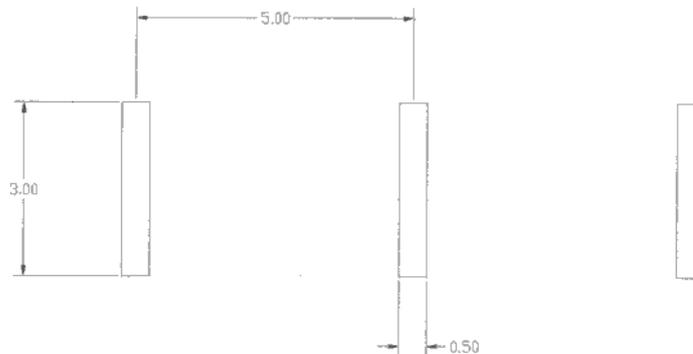
Dimensionado del embarrado del tablero principal

Como disponemos de un generador cuya potencia nominal es de 190 KVA, el cual tiene un corriente nominal de 289 A. Se dimensionó la sección de la barra en función de esta corriente. De esto obtenemos que las dimensiones de la barra sean:

- Sección: 30 X 5 mm.
- Pintada
- Corriente nominal 447 A
- Una pletina por fase.
- Material E-Cu-F37.

Luego verificamos los esfuerzos electrodinámicos en el embarrado y aisladores con la corriente de impulso.

La disposición de las barras es de forma horizontal con una separación entre sus centros $a = 5\text{ cm}$.



Los factores de corrección que se aplican son:

- ✓ $K_1 = 1$, por ser barras de cobre electrolítico.
- ✓ $K_2 = 0.97$, temperatura del aire 45° C y temperatura de embarrado 75° C .
- ✓ $K_3 = 1$, por tendido de barra distinto a disposición horizontal del ancho de la barra o tendido vertical.
- ✓ $K_4 = 1$, por estar las barras bastante separadas en relación a sus dimensiones.
- ✓ $K_5 = 1$, influencia al emplazamiento geográfico.

Aplicando los factores de corrección para las diferencias con respecto a los supuestos, se obtiene el valor de corriente para la barra seleccionada:

$$I_b = I_t * K_1 * K_2 * K_3 * K_4 * K_5$$

$$I_b = 447 * 1 * 0.97 * 1 * 1 * 1$$

$$I_b = 433.59 \text{ [A]}$$

La corriente de cortocircuito en la barra es 3.73 KA, y la relación $R/X = 0.2$. El valor de κ se obtiene:

$$\kappa = 1.022 + 0.9689 * e^{(-3.03 * \frac{R}{X})}$$

$$\kappa = 1.6$$

Por lo tanto la corriente de impulso para la verificación de los esfuerzos es:

$$I_s = \kappa * \sqrt{2} * I_k = 8.44 \text{ KA}$$

Fuerza entre fases:

$$F_H = 0.2 * (0.93 * I_s)^2 * \frac{L}{a}$$

$$L = 75 \text{ cm}$$

$$a = 5 \text{ cm}$$

Trayecto múltiple con 3 distancias iguales

$$F_H = 184.83 \text{ N}$$

Verificación del esfuerzo dinámico:

$$v_\sigma = 1$$

$$\beta = 0.73$$

$$W = 0.750 \text{ cm}^3$$

$$\sigma_H = v_\sigma * \beta * \frac{F_H * L}{8 * W}$$

$$\sigma_H = 1686.57 \text{ N/cm}^2$$

$$\sigma_H = \sigma_{res}$$

$$\text{Condición de verificación: } \sigma_{res} \leq 1.5 * \sigma_{02} \quad \sigma_{02} = 33000 \text{ N/cm}^2$$

$$1686.57 \text{ N/cm}^2 \leq 49500 \text{ N/cm}^2$$

La barra verifica esfuerzo dinámico.

Verificación del esfuerzo del soporte

$$\sigma_{res} < 0.8 * \sigma'_{02}$$

$$v_f = \frac{0.8 * \sigma'_{02}}{\sigma_{res}} = 18.97$$

$$\alpha = 1$$

$$F_s = v_f * \alpha * F_H$$

$$F_s = 3506.23 \text{ N}$$

$$\sigma'_{02} = 40000 \text{ N/cm}^2$$

Se utilizará el siguiente tipo de aisladores para barras

Especificaciones Técnicas

Material	Resina de poliéster reforzado autoextinguible.
Rigidez dieléctrica	9 kV / mm.
Fuerza máxima en tracción	600 kg fuerza x cm.
Momento máximo de flexión	950 kg fuerza x cm.
Fuerza máxima de compresión	4000 kg fuerza.
Absorción de humedad	< 0.2 %.
Temperatura de operación	120°C.
Tensión de servicio	600 V _{ac} .
	3.5 kV.
	15 kV.
Marca - Tipo - Altura - Diámetro	Maresa - Cilíndrico - 50 mm - 50 mm

Por lo tanto, como verifican los esfuerzos, tenemos cuatro barras de 30 X 5 mm de cobre dispuestas horizontalmente en un armario de baja tensión.

Glosario

Proa: Se llama proa a la parte delantera de un barco que va cortando las aguas del mar. También se denomina proa al tercio anterior del buque. Esta extremidad del buque es afinada para disminuir en todo lo posible su resistencia al movimiento.

Popa: Se designa con el nombre de popa a la terminación posterior de la estructura del buque. Por extensión se llama también popa a la parte trasera de un buque considerando a éste dividido en tres partes iguales a contar desde la proa. Al igual que la proa y a fin de evitar los remolinos y pérdida de energía, esta parte del buque es también afinada.

Babor: En un barco y en cualquier medio de transporte en el agua, es el lado izquierdo en el sentido de la marcha o, más exactamente, el lado izquierdo mirando hacia proa (la parte delantera del barco). El lado derecho se denomina estribor. El motivo de que en los barcos se le den a los dos lados nombres diferentes a derecha e izquierda es para evitar confusiones, ya que los tripulantes pueden moverse libremente hacia adelante y hacia atrás, y el tripulante que mira hacia atrás hablará de la derecha refiriéndose, en realidad, a la izquierda, y viceversa. Al denominarse los lados de la forma antes descrita no hay confusión posible.

La palabra *babor* procede del noruego o nórdico antiguo *bak* = espalda, o sea "lado de atrás". Para maniobrar con el remo en el lado derecho, el timonel se colocaba de frente hacia este lado y de espaldas hacia el lado izquierdo. Por lo tanto, al lado izquierdo se le llamaba lado de atrás.

La señalización de babor se realiza con el color rojo y la de estribor con el color verde. Durante el día se ven unas placas con estos colores en ambos lados y de noche se encienden las correspondientes luces. De esta forma, un navío que se encuentra a cierta distancia de otro barco puede reconocer fácilmente si éste se acerca o si se aleja.

Todos los objetos que deben numerarse abordo si están en la banda de babor llevan números pares. (Ejemplo extintores de incendio, salidas de emergencia etc.)

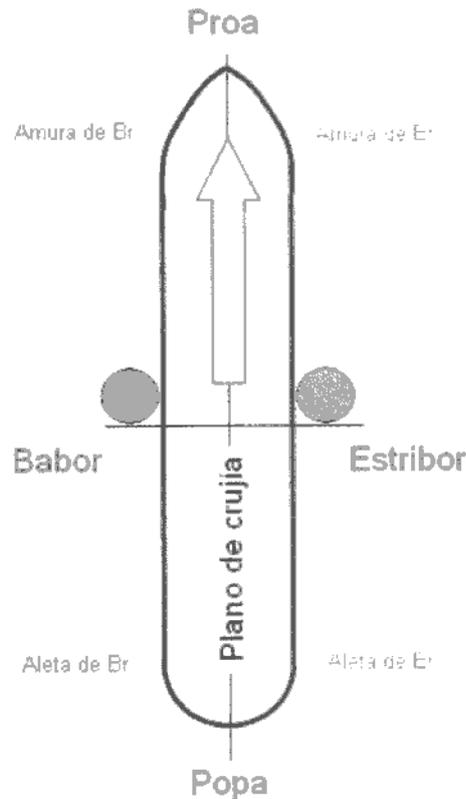
Estribor: En un barco, y en cualquier medio de transporte en el agua, el lado derecho en el sentido de la marcha o, más exactamente, el lado derecho mirando hacia proa (la parte delantera del barco). El lado izquierdo se denomina babor. El motivo de que en los barcos se le den a los dos

lados nombres diferentes a derecha e izquierda es para evitar confusiones, ya que los tripulantes se mueven hacia adelante y hacia atrás, y el tripulante que mira hacia atrás hablará de la derecha refiriéndose a la izquierda, y viceversa. Al denominarse los lados de la forma antes descrita, no hay confusión posible.

La palabra *estribor* procede del idioma noruego – o mejor el nórdico antiguo, el idioma de los vikingos; *stýri* = timón, "lado del timón". En las antiguas barcas de remo no existían aún los timones fijos en la parte central posterior, por lo que el timonel usaba un remo con una pala especialmente grande para dirigir la embarcación. Esto lo hacía hundiendo el remo en el agua por el lado derecho de la barca. De ahí que se llamase la derecha el lado del timón.

La señalización de estribor es el color verde. Durante el día se ven unas placas con estos colores en ambos lados y de noche se encienden las correspondientes luces. De esta forma, un navío que se encuentra a cierta distancia de otro barco puede reconocer fácilmente si éste se acerca o si se aleja.

Todos los objetos que deben numerarse abordo si están en la banda de Estribor llevan números impares. (Ejemplo extintores de incendio, salidas de emergencia etc.)



Eslora: Es la dimensión de un navío tomada a su largo, desde la proa hasta la popa.

Esta distancia se mide paralelamente a la línea de agua de diseño, entre dos planos perpendiculares a línea de crujía; un plano pasa por la parte más saliente a popa de la embarcación y el otro por la parte más saliente a proa de la embarcación.

Se incluyen todas las partes estructurales o integrales como son proas o popas, amuradas y uniones de casco con cubierta. Se excluye el púlpito de proa, en cuyo caso, el plano de referencia pasa por el punto de intersección de la cubierta con la roda. Asimismo, se excluyen todas las partes desmontables que puedan serlo de forma no destructiva y sin afectar a la integridad estructural de la embarcación.

La teoría del buque distingue entre:

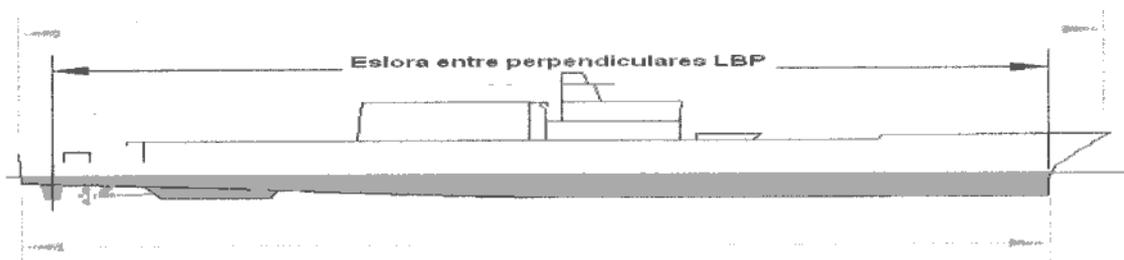
- **Eslora de flotación**, es la longitud del eje longitudinal del plano de flotación considerado. **LWL** Length Water Line.
- **Eslora entre perpendiculares**, es la distancia entre la perpendicular de proa (Ppr) y la perpendicular de popa (Ppp). **LBP** Length Between Perpendiculars.

- **Eslora máxima**, es la distancia entre las perpendiculares a la flotación máxima, trazadas por los puntos más salientes en la proa y en la popa,
- **Eslora total**, es la tomada entre los dos puntos más extremos del navío. **LOA** Length Over All.

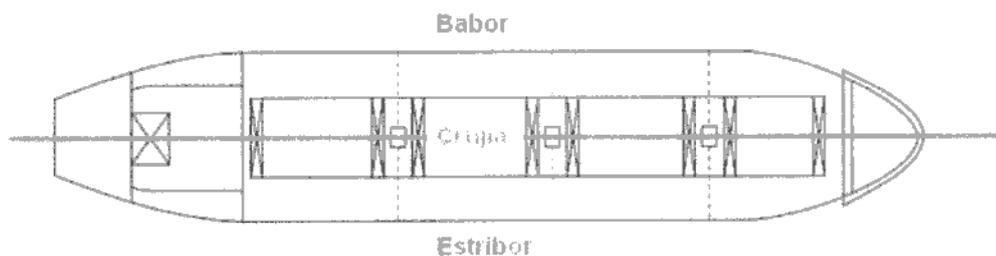
La eslora de flotación está relacionada con las capacidades de navegación del navío. En particular, determina la velocidad máxima que puede alcanzar un navío con casco de desplazamiento.

La eslora total se usa para efectos civiles (cálculo de primas de seguro, etc.) y para determinar el espacio necesario para atracar en un muelle y otras aplicaciones similares.

Todas las medidas longitudinales abordo reciben el nombre de eslora, por tanto se habla de eslora de una escotilla o de una bodega etc.



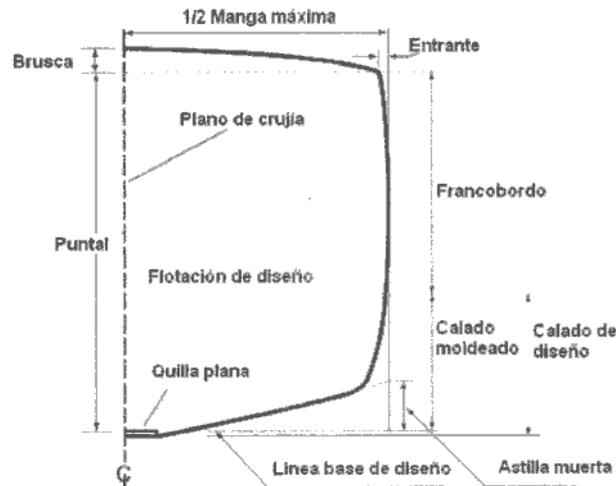
Crujía: Se denomina crujía al plano longitudinal de simetría de un buque



Manga: Es la medida del barco en el sentido transversal, es decir de una banda a otra. Se mide en la parte más ancha del barco. Al igual que en la eslora, pueden existir variaciones de esta dimensión dependiendo de las formas del barco y donde sea medida, teniendo:

- **Manga máxima:** Es la máxima medida que tiene la embarcación en el sentido transversal.
- **Manga en flotación:** Es aquella que es medida en la línea de flotación del navío.

La manga interviene directamente en la estabilidad y en la resistencia al avance, puesto que en un barco más ancho el brazo adrizante será mayor, pero también aumentará la resistencia al avance.



Arrancada: Se denomina arrancada al camino que efectúa el buque sobre el agua por efecto de la inercia una vez detenidas las máquinas

Roda: Pieza gruesa y curva que constituye la pieza principal en la proa de una embarcación

Regala: Tablón que cubre todas las cabezas de las ligazones en su extremo superior y forma el borde de las embarcaciones.

Escora: Es la inclinación que toma un buque cuando este se aparta de la vertical por ladeamiento de la carga u otros motivos.

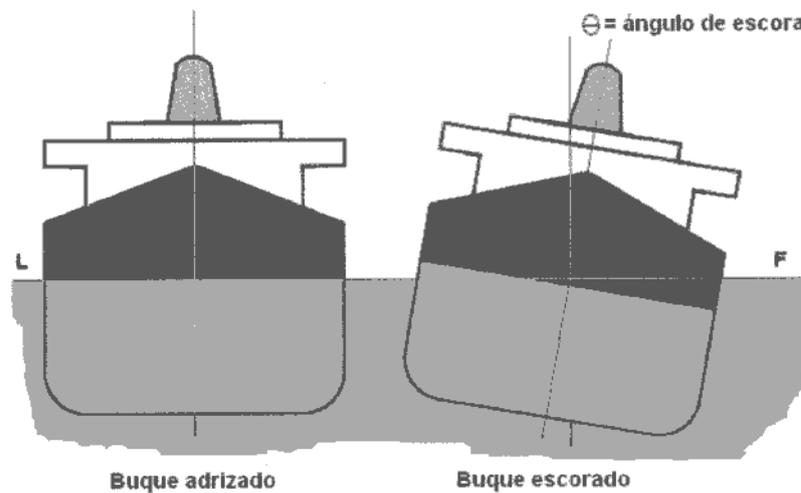
Escora permanente es una condición de equilibrio que el buque alcanza por la acción de:

- Distribución asimétrica de cargas internas respecto al plano longitudinal.
- Acción constante de una fuerza externa (viento para veleros y embarcaciones menores)
- Varadura.

Angulo de escora Θ es el formado por el plano vertical y el plano de crujía para la nueva condición de reposo o equilibrio. Esta condición permanecerá hasta que no cesen los efectos que la causan.

No debe confundirse ángulo de escora con ángulo de rolo (movimiento de rotación según el eje longitudinal del buque producido durante navegación entre las olas).

El movimiento de rolo se produce alrededor de la posición de equilibrio previa que puede o no ser la de buque adrizado. Por este motivo un buque que navega con una escora permanente sufre una disminución de la estabilidad transversal a dicha banda de escora.



Calado: Es la distancia vertical entre un punto de la línea de flotación y la línea base o quilla, con el espesor del casco incluido; en el caso de no estar incluido, se obtendría el *calado de trazado*.

Calados de un buque

El calado de popa (C_{pp}), es el calado medido en la perpendicular de popa. El calado de proa (C_{pr}), es el calado medido en la perpendicular de proa. El Calado medio (C_m), es el calado medido en la vertical de F, centro de gravedad de la flotación que se considere. El calado medio se obtiene por el cálculo a partir de la semisuma de los calados de proa y popa, con una corrección por asiento y valor de la posición de F con respecto a la Pm (perpendicular media).

Escala de calados

Los calados se miden en escalas situadas a cada banda, a proa y a popa, y en algunos barcos también en la perpendicular media. Las escalas se miden en decímetros, en cuyo caso, los números representados son pares, o en pies, figurando tanto los pares como los impares, con lo que en este caso es usual grabarlos en números romanos.

Lectura de las escalas de calados

La lectura de las escalas de calados se realiza de acuerdo con lo siguiente: el pie del número indica el calado, siendo la altura del número un decímetro o medio pie (6 pulgadas), según el caso; por tanto, las posiciones se obtienen proporcionalmente. Para relacionar ambas escalas se indican las equivalencias entre pies, pulgadas y centímetros.

1 pie = 12 pulgadas

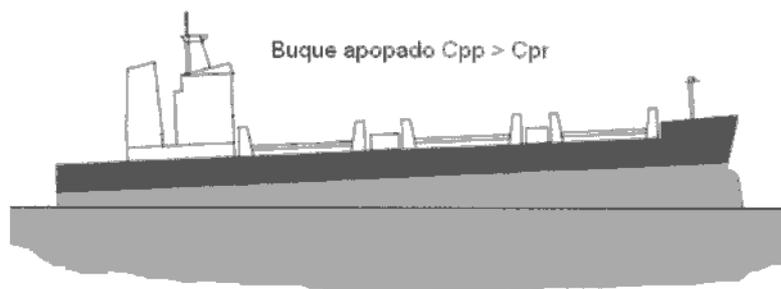
1 pulgada = 2.54 cm

1 pie = 30, 48 cm

Asiento: El **asiento de un buque** (A) se define como la diferencia entre el calado de popa (C_{pp}) y el calado de proa (C_{pr}) para una línea de flotación (F) determinada.

- $A = C_{pp} - C_{pr}$
- $A > 0$: asiento positivo o apopante.
- $A = 0$: asiento cero o en aguas iguales.
- $A < 0$: asiento negativo o aproante.

La comparación de los asientos en diferentes flotaciones dará lugar a la alteración



Higroscópico: La denominación **higroscópico** [se deriva del griego *ύγρος* *hygros* 'húmedo, mojado' y *σκοπειν* *skopein* 'observar, mirar'] y se refiere a todos los compuestos que atraen agua en forma de vapor o de líquido de su ambiente. Por esto los compuestos higroscópicos a menudo son utilizados como desecantes.

Algunos de los compuestos higroscópicos reaccionan químicamente con el agua como los hidruros o los metales alcalinos. Otros lo atrapan como agua de hidratación en su estructura cristalina como es el caso del sulfato sódico. El agua también puede adsorberse físicamente. En estos dos últimos casos, la retención es reversible y el agua puede ser desorbida. En el primer caso, al haber reaccionado, no se puede recuperar de forma simple.

Algunos ejemplos de los compuestos higroscópicos más conocidos son:

- Cloruro cálcico (CaCl_2)
- Ácido sulfúrico (H_2SO_4)
- Sulfato de cobre (CuSO_4)
- Pentóxido de fósforo (P_2O_5 o más correctamente P_4O_{10})
- Silica gel

Para cada sustancia existe una humedad que se llama de equilibrio, es decir, un contenido de humedad tal de la atmósfera a la cual el material capta humedad del ambiente a la misma velocidad que la libera. Si la humedad ambiente es menor que este valor de equilibrio, el material se secará, si la humedad ambiente es mayor, se humedecerá. Así, ciertos minerales como el cloruro de calcio son capaces de captar agua de la atmósfera en casi cualquier condición, porque su humedad de equilibrio es muy alta. Sustancias como estas son usadas como desecadores. Otros ejemplos son el ácido sulfúrico, el gel de sílice, etc.

Enjaretado: Tablero formado de tabloncillos colocados de modo que formen enrejado.

Bibliografía

- Régimen de la Navegación Marítima, Fluvial y Lacustre (REGINAVE)
Editorial Guardacostas – Edición 2001 – Capital Federal
- Normas para la Inspección de Buques parte "C" Electricidad
Editorial Guardacostas – Edición 2001 – Capital Federal
- Manual de las Instalaciones de distribución de energía eléctrica
Editorial Brown, Boveri & CIE – Edición 1983 – Bilbao
- Bureau Veritas: Registro internacional de clasificación de buques y aeronaves. Extracto del reglamento para la construcción y clasificación de buques de acero. Capítulo 18 Instalaciones eléctricas
Editorial Talleres Gráficos Montaña – Edición 2000 – Madrid
- Cuaderno Técnico Nº 158: "Cálculo de corrientes de cortocircuito".
Schneider Electric.
- Página de Internet: <http://support.automation.siemens.com>
- Página de Internet: <http://www.maresa.com/>
- Página de Internet: http://www.ar.prysmian.com/es_AR/cs/index.html