
norme française

NF EN ISO 16315
20 Mai 2016

Indice de classement : **J 95-066**

ICS : 47.080

Petits navires — Système de propulsion électrique

E : Small craft — Electric propulsion system

D : Kleine Wasserfahrzeuge — Elektrische Antriebssysteme

Norme française homologuée

par décision du Directeur Général d'AFNOR.

Correspondance

La norme européenne EN ISO 16315:2016 a le statut d'une norme française et reproduit intégralement la Norme internationale ISO 16315:2016.

Résumé

Le présent document porte sur la conception et l'installation des systèmes électriques à courant alternatif (a.c.) et à courant continu (d.c.) utilisés à des fins de propulsion électrique et/ou de propulsion électrique hybride (système comprenant à la fois une source d'énergie provenant d'une batterie d'accumulateur rechargeable et d'une source d'énergie à moteur thermique).

Descripteurs

Thésaurus International Technique : navire de plaisance, installation électrique, stockage, énergie, propulsion, courant alternatif, courant continu, affichage, risque, étiquette, symbole graphique, mise à la terre des masses, schéma électrique, isolation électrique, compatibilité électromagnétique, contrôle, batterie d'accumulateurs, dispositif de protection, protection contre les surintensités, connexion électrique, installation, information, instruction.

Modifications

Corrections

La norme

La norme est destinée à servir de base dans les relations entre partenaires économiques, scientifiques, techniques et sociaux.

La norme par nature est d'application volontaire. Référencée dans un contrat, elle s'impose aux parties. Une réglementation peut rendre d'application obligatoire tout ou partie d'une norme.

La norme est un document élaboré par consensus au sein d'un organisme de normalisation par sollicitation des représentants de toutes les parties intéressées. Son adoption est précédée d'une enquête publique.

La norme fait l'objet d'un examen régulier pour évaluer sa pertinence dans le temps.

Toute norme est réputée en vigueur à partir de la date présente sur la première page.

Pour comprendre les normes

L'attention du lecteur est attirée sur les points suivants :

Seules les formes verbales **doit et doivent** sont utilisées pour exprimer une ou des exigences qui doivent être respectées pour se conformer au présent document. Ces exigences peuvent se trouver dans le corps de la norme ou en annexe qualifiée de «normative». Pour les méthodes d'essai, l'utilisation de l'infinitif correspond à une exigence.

Les expressions telles que, **il convient et il est recommandé** sont utilisées pour exprimer une possibilité préférée mais non exigée pour se conformer au présent document. Les formes verbales **peut et peuvent** sont utilisées pour exprimer une suggestion ou un conseil utiles mais non obligatoires, ou une autorisation.

En outre, le présent document peut fournir des renseignements supplémentaires destinés à faciliter la compréhension ou l'utilisation de certains éléments ou à en clarifier l'application, sans énoncer d'exigence à respecter. Ces éléments sont présentés sous forme de **notes ou d'annexes informatives**.

Commission de normalisation

Une commission de normalisation réunit, dans un domaine d'activité donné, les expertises nécessaires à l'élaboration des normes françaises et des positions françaises sur les projets de norme européenne ou internationale. Elle peut également préparer des normes expérimentales et des fascicules de documentation.

Si vous souhaitez commenter ce texte, faire des propositions d'évolution ou participer à sa révision, adressez-vous à <norminfo@afnor.org>.

La composition de la commission de normalisation qui a élaboré le présent document est donnée ci-après. Lorsqu'un expert représente un organisme différent de son organisme d'appartenance, cette information apparaît sous la forme : organisme d'appartenance (organisme représenté).

Petits navires — moteurs

AFNOR J001

Composition de la commission de normalisation

Secrétariat : M HUSSON — AFNOR

M	BACHELART	HARMONY YACHTS (FIN — FEDERATION INDUSTRIES NAUTIQUES)
M	BARBLEU	ZODIAC AEROSAFETY SYSTEMS (FIN — FEDERATION INDUSTRIES NAUTIQUES)
M	BROUX	DIRECTION DES AFFAIRES MARITIMES
M	CHOPIN	CHOPIN INGENIERIE (FIN — FEDERATION INDUSTRIES NAUTIQUES)
M	COCHERIL	ICNN (FIN — FEDERATION INDUSTRIES NAUTIQUES)
M	DOLTO	FIN — FEDERATION INDUSTRIES NAUTIQUES
M	GAUDIN	DGITM — DG INFRASTRUCTURES TRANSPORTS MER
M	MILCENDEAU	FIN — FEDERATION INDUSTRIES NAUTIQUES
M	MILLIET	CHANTIERS BENETEAU SA (FIN — FEDERATION INDUSTRIES NAUTIQUES)
M	MORISSEAU	ICNN (FIN — FEDERATION INDUSTRIES NAUTIQUES)
M	PONSIN	CUMMINS FRANCE SA (FIN — FEDERATION INDUSTRIES NAUTIQUES)
M	UDOVICIC	NANNI INDUSTRIES SAS
M	VINCELOT	ALUBAT (FIN — FEDERATION INDUSTRIES NAUTIQUES)
M	VOISIN	AFNOR TEST (FIN — FEDERATION INDUSTRIES NAUTIQUES)

**NORME EUROPÉENNE
EUROPÄISCHE NORM
EUROPEAN STANDARD**

EN ISO 16315

Avril 2016

ICS : 47.080

Version française

**Petits navires —
Système de propulsion électrique
(ISO 16315:2016)**

Kleine Wasserfahrzeuge —
Elektrische Antriebssysteme
(ISO 16315:2016)

Small craft —
Electric propulsion system
(ISO 16315:2016)

La présente Norme européenne a été adoptée par le CEN le 20 février 2016.

Les membres du CEN sont tenus de se soumettre au Règlement Intérieur du CEN/CENELEC, qui définit les conditions dans lesquelles doit être attribué, sans modification, le statut de norme nationale à la Norme européenne. Les listes mises à jour et les références bibliographiques relatives à ces normes nationales peuvent être obtenues auprès du Centre de Gestion ou auprès des membres du CEN.

La présente Norme européenne existe en trois versions officielles (allemand, anglais, français). Une version dans une autre langue faite par traduction sous la responsabilité d'un membre du CEN dans sa langue nationale et notifiée au Centre de Gestion, a le même statut que les versions officielles.

Les membres du CEN sont les organismes nationaux de normalisation des pays suivants : Allemagne, Ancienne République yougoslave de Macédoine, Autriche, Belgique, Bulgarie, Chypre, Croatie, Danemark, Espagne, Estonie, Finlande, France, Grèce, Hongrie, Irlande, Islande, Italie, Lettonie, Lituanie, Luxembourg, Malte, Norvège, Pays-Bas, Pologne, Portugal, République Tchèque, Roumanie, Royaume-Uni, Slovaquie, Slovénie, Suède, Suisse et Turquie.

CEN

COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

Europäisches Komitee für Normung
European Committee for Standardization

Centre de Gestion : 17 Avenue Marnix, B-1000 Bruxelles

EN ISO 16315:2016 (F)

Avant-propos européen

Le présent document (EN ISO 16315:2016) a été élaboré par le Comité Technique ISO/TC 188 « Petits navires».

Cette Norme européenne devra recevoir le statut de norme nationale, soit par publication d'un texte identique, soit par entérinement, au plus tard en octobre 2016, et toutes les normes nationales en contradiction devront être retirées au plus tard en octobre 2016.

L'attention est appelée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. Le CEN et/ou le CENELEC ne saurait [sauraient] être tenu[s] pour responsable[s] de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence.

Le présent document a été élaboré dans le cadre d'un mandat donné au CEN par la Commission Européenne et l'Association Européenne de Libre Echange et vient à l'appui des exigences essentielles de la (de) Directive(s) UE.

Pour la relation avec la (les) Directive(s) UE, voir l'annexe ZA, informative, qui fait partie intégrante du présent document.

Selon le Règlement Intérieur du CEN-CENELEC les instituts de normalisation nationaux des pays suivants sont tenus de mettre cette Norme européenne en application : Allemagne, Ancienne République Yougoslave de Macédoine, Autriche, Belgique, Bulgarie, Chypre, Croatie, Danemark, Espagne, Estonie, Finlande, France, Grèce, Hongrie, Irlande, Islande, Italie, Lettonie, Lituanie, Luxembourg, Malte, Norvège, Pays-Bas, Pologne, Portugal, République Tchèque, Roumanie, Royaume-Uni, Slovaquie, Slovénie, Suède, Suisse et Turquie.

Notice d'entérinement

Le texte de l'ISO 16315:2016 a été approuvé par le CEN comme EN ISO 16315:2016 sans aucune modification.

Annexe ZA

(informative)

**Correspondance entre la présente Norme Européenne
et les exigences essentielles de la Directive 2013/53/UE**

La présente Norme européenne a été élaborée dans le cadre d'un mandat donné au CEN par la Commission Européenne afin d'offrir un moyen de se conformer aux exigences essentielles de la Directive Nouvelle approche 2013/53/UE.

Une fois la présente norme citée au Journal Officiel de l'Union européennes au titre de ladite Directive et dès sa reprise en norme nationale dans au moins un État membre, la conformité aux articles normatifs de cette norme indiqués dans le Tableau ZA.1 confère, dans les limites du domaine d'application de la norme, présomption de conformité aux exigences essentielles correspondantes de ladite Directive et des réglementations AELE associée.

Tableau ZA.1 — Correspondance entre la présente Norme Européenne et les Directives UE

Articles/paragraphes de la présente Norme Européenne	Annexes/paragraphes correspondants de la Directive 2013/53/UE	Commentaires
	Annexe 1, Article 5.3 – Système électrique	
2, 4, 5, 8, 9, 10	Les circuits électriques sont conçus et installés de manière à assurer le bon fonctionnement du bateau dans des conditions d'utilisation normales	Les références normatives de l'Article 2 de la présente norme sont indispensables pour son application
4.1, 4.13, 6, 8.5, 8.6	Les circuits électriques sont conçus et installés de manière à réduire au minimum les risques d'incendie et d'électrocution	
4, 7	Tous les circuits électriques, à l'exception du circuit de démarrage du moteur alimenté par batteries, sont protégés contre les surcharges	
4, 9, 10	Les circuits de propulsion électrique ne donnent lieu à aucune interaction avec d'autres circuits susceptible de provoquer un dysfonctionnement de ces circuits	
4.1, 8.5, Annexe B(a)	Une ventilation est assurée pour prévenir l'accumulation de gaz explosibles que les batteries pourraient dégager.	
8.1	Les batteries sont fixées solidement et protégées contre la pénétration de l'eau.	
4.14, 5, Annexe A	Annexe I, Article 2.5 – Manuel du propriétaire	Le paragraphe 4.14, Figure 1 donne les marquages relatifs aux risques sur le compartiment. L'article 5 prévoit des informations sur les alertes et les alarmes du système devant être inclus dans le manuel du propriétaire L'Annexe A fournit les informations nécessaires pour une utilisation sûre du produit attirant particulièrement l'attention sur l'installation, l'entretien, le fonctionnement régulier, la prévention des risques et gestion des risques.

AVERTISSEMENT — D'autres exigences et d'autres Directives UE peuvent être applicables aux produits relevant du domaine d'application de la présente norme.

Sommaire

Page

Avant-propos	v
Introduction	vi
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	2
4 Exigences générales	5
4.1 Généralités	5
4.2 Composants d'un système électrique de propulsion	6
4.3 Systèmes de propulsion électrique	7
4.4 Dispositions concernant les autres appareils et circuits à bord d'un petit navire reliés à une source d'énergie commune pour la propulsion et l'installation électrique générale	8
4.4.1 Réseaux d.c.	8
4.4.2 Réseaux a.c.	9
4.5 Facteurs environnementaux	10
4.6 Caractéristiques électriques	10
4.7 Appareils électriques	10
4.7.1 Transformateurs	10
4.7.2 Convertisseurs	11
4.7.3 Moteurs électriques	11
4.8 Boîtiers et compartiments	11
4.9 Identification des appareils et conducteurs	11
4.10 Séparation des réseaux d.c. et a.c.	11
4.11 Commandes de direction et de gaz	12
4.12 Compatibilité électromagnétique (CEM)	12
4.13 Appareils électriques situés à proximité des bancs de batterie	12
4.14 Zones à risque	12
5 Commandes, surveillance, alertes système et alarmes de déclenchement	13
5.1 Commandes électroniques/électriques pour les systèmes de propulsion électrique	13
5.1.1 Commandes	13
5.1.2 Arrêt d'urgence	14
5.1.3 Réarmement suite à un déclenchement de défaut	14
5.1.4 Mode «Retour au port»	14
5.2 Instruments, alertes et alarmes de déclenchement	14
5.2.1 Exigences générales	14
5.2.2 Mode et état de fonctionnement	14
5.2.3 Alertes de système	15
5.2.4 Alarmes de déclenchement suite à un défaut	15
6 Protection contre les chocs électriques	15
6.1 Protection contre les contacts directs	15
6.2 Coupure automatique de l'alimentation du système de propulsion électrique en cas de défaut d'isolement (réseaux d.c. bifilaire mis à la terre et réseaux a.c. avec neutre à la terre)	16
6.3 Surveillance des défauts d'isolement et dispositifs de déclenchement pour les réseaux d.c. entièrement isolés, et les réseaux d.c. à 3 fils	17
6.4 Déclenchement en cas de défaut d'isolement sur les réseaux a.c. avec neutre non mis à la terre (schéma de type IT)	17
7 Protection contre les surintensités	18
7.1 Dispositions générales	18
7.2 Caractéristiques des dispositifs de protection	18
7.3 Dispositifs de protection contre les surintensités dans le(s) circuit(s) de sortie d'une batterie	18

ISO 16315:2016(F)

8	Surveillance et installation de la batterie	19
8.1	Dispositions générales	19
8.2	Isolement des packs ou bancs de batteries	19
8.3	Connexion opérationnelle du ou des packs/bancs de batteries	20
8.4	Circuits sous tension en permanence	20
8.5	Ventilation	20
8.6	Appareils électriques pour atmosphères gazeuses explosives	21
9	Installation électrique	21
9.1	Dispositions générales	21
9.2	Séparation des circuits du système de propulsion électrique	21
10	Essais	22
10.1	Dispositions générales	22
10.2	Mise à la terre et à la masse	22
10.3	Résistance d'isolement	22
10.3.1	Dispositions générales	22
10.3.2	Réseaux d.c. de propulsion électrique	22
10.3.3	Réseaux a.c. de propulsion électrique	22
10.3.4	Tableau électrique principal et tableaux de distribution	22
10.3.5	Circuits terminaux d'énergie et d'éclairage	23
10.3.6	Générateurs et moteurs	23
10.3.7	Transformateurs	23
10.4	Réseaux de commandes électriques / électroniques pour le contrôle de moteur de propulsion	23
10.5	Essai en charge et inspection des systèmes de propulsion électriques, et des dispositifs d'interruption et de commande associés	23
10.6	Chute de tension	23
	Annexe A (normative) Informations et instructions à inclure dans le manuel du propriétaire	24
	Annexe B (normative) Documentation concernant l'installation	25
	Bibliographie	26

Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (IEC) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les procédures utilisées pour élaborer le présent document et celles destinées à sa mise à jour sont décrites dans les Directives ISO/IEC, Partie 1. Il convient, en particulier de prendre note des différents critères d'approbation requis pour les différents types de documents ISO. Le présent document a été rédigé conformément aux règles de rédaction données dans les Directives ISO/IEC, Partie 2 (voir www.iso.org/directives).

L'attention est appelée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence. Les détails concernant les références aux droits de propriété intellectuelle ou autres droits analogues identifiés lors de l'élaboration du document sont indiqués dans l'Introduction et/ou dans la liste des déclarations de brevets reçues par l'ISO (voir www.iso.org/brevets).

Les appellations commerciales éventuellement mentionnées dans le présent document sont données pour information, par souci de commodité, à l'intention des utilisateurs et ne sauraient constituer un engagement.

Pour une explication de la signification des termes et expressions spécifiques de l'ISO liés à l'évaluation de la conformité, ou pour toute information au sujet de l'adhésion de l'ISO aux principes de l'OMC concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir le lien suivant: [Avant-propos — Informations supplémentaires](#).

Le comité chargé de l'élaboration du présent document est l'ISO/TC 188, *Petits navires*, en collaboration avec le CEN/BT/WG 69 et la CEI/CT 18 *Installations électriques des navires et des unités offshore mobiles et fixes*.

ISO 16315:2016(F)

Introduction

Les systèmes de propulsion électriques sont de plus en plus fréquents sur les bateaux de plaisance et autres petits navires avec des tensions de système de propulsion allant jusqu'à 1 000 V a.c. et 1 500 V d.c. et des entraînement à vitesse variable fonctionnant à des fréquences différentes de 50/60 Hz ou des courants continus.

Les systèmes de propulsion électrique pour les petits navires sont généralement conçus et construits à partir de composants dont beaucoup peuvent être d'origine propriétaire et tous les éléments électriques et de contrôle sont interconnectés par des câbles et utilisés comme un système.

Il peut y avoir un grand nombre d'architectures de systèmes de propulsion électrique pour les petits navires, dont les principaux types sont les suivants:

- **Source d'énergie d.c.** La source d'alimentation principale est une batterie d'accumulateurs de propulsion qui est soit rechargée à partir de générateurs d.c. embarqués soit par des générateurs embarqués a.c./ligne de quai a.c. via des chargeurs de batterie. Le ou les systèmes de propulsion électrique peuvent être à vitesse variable via un contrôleur de moteur d.c. ou a.c. avec un entraînement à fréquence variable (EFV), ou bien être à vitesse fixe avec une hélice à pas variable ou autre dispositif mécanique fournissant une poussée. Le système de propulsion électrique peut être électriquement séparé des autres réseaux électriques du bord (par exemple être entièrement isolés via le contrôleur du moteur, ou être un réseau a.c. IT via un EFV ou un démarreur du moteur). Le système de propulsion électrique peut également être intégré avec l'ensemble du réseau d.c. du bateau en utilisant des convertisseurs d.c./d.c. d.c./a.c. afin d'assurer divers services ou fournitures de courant.
- **Source d'énergie a.c.** La source d'alimentation principale est un ou plusieurs générateurs a.c. généralement configurés comme TT, TN-C ou TN-S. Le ou les systèmes de propulsion électrique peuvent être d.c. à vitesse variable via un convertisseur a.c./d.c. et un contrôleur de moteur d.c. ou a.c. via un EFV, ou bien être à vitesse constante avec une hélice à pas variable ou autre dispositif mécanique fournissant une poussée. Le système de propulsion électrique peut être un réseau d.c. entièrement isolé ou être un réseau a.c. IT via un EFV galvaniquement isolé ou via un transformateur d'isolement. Un système(s) de propulsion d.c. peu(ven)t être alimenté(s) par une batterie de propulsion.
- Des systèmes hybrides similaires aux types en cours d'introduction dans les véhicules routiers sont également possibles, pour lesquels la source d'énergie est un moteur à combustion interne fournissant, par exemple, de l'énergie à un système de stockage d'énergie d'un poids relativement léger, avec prise de force via des convertisseurs alimentant un ou plusieurs moteurs de propulsion et d'autres appareils électriques consommateurs.

Il est essentiel que le concepteur/installateur du système de propulsion électrique soit compétent dans tous les aspects des appareils faisant partie de la conception d'un système particulier de telle sorte que les composants du système de propulsion soient intégrés de manière cohérente et sûre.

Les normes électriques pour petits navires de L_H inférieure ou égale à 24 m sont actuellement les suivantes:

- a) l'ISO 10133 qui se limite à des recommandations pour la conception, la construction et l'installation des réseaux d.c. fonctionnant à une tension inférieure ou égale à 50 V d.c.; et
- b) l'ISO 13297 qui se limite aux réseaux a.c. monophasés de moins de 250 V a.c.

Aucune de ces normes ne comporte des prescriptions concernant les systèmes de propulsion électrique.

- c) La CEI 60092-507 est applicable aux bateaux jusqu'à 50 m/500 GT et comprend des exigences relatives aux réseaux triphasés ne dépassant pas 500 V a.c. et aux réseaux monophasés ne dépassant pas 250 V a.c. ainsi qu'aux réseaux et sous-réseaux d.c. ne dépassant pas 50 V nominal, et comprend un chapitre sur les systèmes de propulsion électrique

Petits navires — Système de propulsion électrique

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale porte sur la conception et l'installation des systèmes électriques à courant alternatif (a.c.) et à courant continu (d.c.) utilisés à des fins de propulsion électrique et/ou de propulsion électrique hybride (système comprenant à la fois une source d'énergie provenant d'une batterie d'accumulateur rechargeable et d'une source d'énergie à moteur thermique).

La présente Norme internationale s'applique aux systèmes de propulsion électriques utilisés dans les plages suivantes, soit individuellement ou en combinaison:

- courant continu inférieur à 1 500 V d.c.;
- courant alternatif monophasé jusqu'à 1 000 V a.c.;
- courant alternatif triphasé jusqu'à 1 000V a.c.

Cette Norme internationale s'applique aux systèmes de propulsion électriques installés sur les petits navires de longueur de coque inférieure ou égale à 24 m (L_H mesurée conformément à l'ISO 8666)

La présente Norme internationale répertorie également à l'[Annexe A](#) des informations supplémentaires à inclure dans le manuel du propriétaire et donne également en [Annexe B](#) les informations supplémentaires à fournir à l'installateur.

2 Références normatives

Les documents suivants, en tout ou partie, sont référencés de manière normative dans le présent document et sont indispensables pour son application. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

ISO 8846, *Navires de plaisance — Équipements électriques — Protection contre l'inflammation des gaz inflammables environnants*

ISO 9094, *Petits navires — Protection contre l'incendie*

ISO 10133:2012, *Petits navires — Systèmes électriques — Installations à très basse tension à courant continu*

ISO 10239, *Petits navires — Installations alimentées en gaz de pétrole liquéfiés (GPL)*

ISO 10240, *Petits navires — Manuel du propriétaire*

ISO 11105, *Navires de plaisance — Ventilation des compartiments moteur à essence et/ou réservoir à essence*

ISO 13297:2014, *Petits navires — Systèmes électriques — Installations à courant alternatif*

ISO 25197:2012, *Petits navires — Systèmes électriques/électroniques pour le contrôle de la direction, de l'inverseur et des gaz*

IEC 60079-séries, *Matériel électrique pour atmosphères explosives gazeuses*

IEC 60092-202:1994/Amd 1:1996, *Installations électriques à bord des navires — Partie 202: Conception des systèmes — Protection*

IEC 60092-303, *Installations électriques à bord des navires — Partie 303: Matériel — Transformateurs de puissance*

ISO 16315:2016(F)

IEC 60092-352, *Electrical installation in ships — Part 352: Choice and installation of electrical cables*

IEC 60092-507:2014, *Installations électriques à bord des navires – Partie 507: Petits navires*

IEC 60898-1, *Petit appareillage électrique — Disjoncteurs pour la protection contre les surintensités pour installations domestiques et analogues — Partie 1: Disjoncteurs pour le fonctionnement en courant alternatif*

IEC 60945, *Matériels et systèmes de navigation et de radiocommunication maritimes — Spécifications générales — Méthodes d'essai et résultats exigibles*

IEC 60947-2, *Appareillage à basse tension — Partie 2: Disjoncteurs*

IEC 61558-2-4, *Sécurité des transformateurs, bobines d'inductance, blocs d'alimentation et produits analogues pour des tensions jusqu'à 1 100 V — Partie 2-4: Règles particulières et essais pour les transformateurs de séparation des circuits et les blocs d'alimentation incorporant des transformateurs de séparation des circuits*

IEC 61558-2-6, *Sécurité des transformateurs, bobines d'inductance, blocs d'alimentation et produits analogues pour des tensions d'alimentation jusqu'à 1 100 V — Partie 2-6: Règles particulières et essais pour les transformateurs de sécurité et les blocs d'alimentation incorporant des transformateurs de sécurité*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

3.1
tension de sécurité
<a.c.> tension n'excédant pas 50 V a.c. en valeur efficace entre les conducteurs, ou entre un conducteur quelconque et la terre, dans un circuit isolé de l'alimentation, par exemple au moyen d'un transformateur de sécurité, ou un convertisseur avec enroulements séparés

<d.c.> tension n'excédant pas 50 V d.c. entre les conducteurs, ou entre conducteur et terre, dans un circuit isolé des circuits de tension supérieure

Note 1 à l'article: Il convient de considérer une réduction de la limite de 50 V dans certaines conditions, telles qu'un environnement humide ou l'exposition aux embruns ou lorsque il y a risque de contact direct avec des parties actives.

Note 2 à l'article: Il convient que la limite de tension ne soit pas dépassée ni à pleine charge ni à vide, mais, dans le cadre de la présente définition, il est entendu que tout transformateur ou convertisseur fonctionne sous sa tension nominale d'alimentation.

[SOURCE: CEI 60092-101:1994, 1.3.19]

3.2
tension assignée

U_0
<Réseaux TN> tension nominale a.c. en valeur efficace de la phase à la terre

<Réseaux IT> tension nominale a.c. nominale en valeur efficace entre conducteur de phase et conducteur de neutre

<Réseaux d.c.> tension nominale d.c. entre les pôles

[SOURCE: IEC 60092-507:2014, 3.1.4]

3.3

partie active

conducteur ou partie conductrice destiné à être sous tension en service normal, y compris le conducteur de neutre, mais qui, par convention ne comprend pas le conducteur PEN (un conducteur combinant les fonctions à la fois d'un conducteur de protection et d'un conducteur de neutre)

Note 1 à l'article: La notion n'implique pas nécessairement un risque de choc électrique.

[SOURCE: CEI 60050-195:1998, 195-02-19, modifiée comme suit: Les mots "le conducteur PEM ou le conducteur PEL" ont été supprimés. Le texte entre parenthèses a été ajouté]

3.4

mis à la terre

mis à la masse

connecté électriquement à la masse générale de la coque du bateau de façon à réaliser à tout moment une décharge immédiate et non dangereuse de l'énergie électrique

[SOURCE: CEI 60092-101:1994, 1.3.9, modifiée car la Note 1 à l'article a été retirée]

3.5

immédiatement accessible

que l'on peut atteindre rapidement et en toute sécurité, sans avoir besoin d'outils

[SOURCE: ISO 13297:2014, 3.17]

3.6

circuit terminal

partie d'un réseau située au-delà du dernier dispositif de protection contre les surintensités pour le circuit considéré.

[SOURCE: CEI 60092-101:1994, 1.3.17, modifiée – Les mots "dispositif de protection contre les surcharges ou les surintensités" ont été remplacés par "dispositif de protection contre les surintensités pour le circuit considéré"]

3.7

dispositif de protection contre les surintensités

dispositif destiné à interrompre un circuit électrique dans le cas où le courant dans le ou les conducteurs du circuit électrique dépasse une valeur prédéterminée pendant une durée spécifiée

3.8

fusible

appareil dont la fonction est d'ouvrir par la fusion d'un ou de plusieurs de ses éléments conçus et calibrés à cet effet le circuit dans lequel il est inséré en coupant le courant lorsque celui-ci dépasse pendant un temps suffisant une valeur donnée

Note 1 à l'article: Le fusible comprend tous les éléments qui constituent le dispositif complet.

[SOURCE: CEI 60050-441:1984, 441-18-01 modifiée]

3.9

disjoncteur

appareil mécanique de connexion capable d'établir, de supporter et d'interrompre des courants dans les conditions normales du circuit ainsi que d'établir, de supporter pendant une durée spécifiée et d'interrompre des courants dans des conditions anormales spécifiées telles que celles du court-circuit

[SOURCE: CEI 60050-441:1984, 441-14-20.]

ISO 16315:2016(F)

3.10

dispositif (de coupure) différentiel, dispositif (à courant) différentiel résiduel, m DDR

dispositif mécanique de coupure conçu pour établir, supporter et interrompre des courants dans les conditions normales de service et de déclencher l'ouverture des contacts lorsque le courant résiduel atteint une valeur donnée dans des conditions spécifiées

[SOURCE: CEI 60050-442:1994, 442-05-02 modifiée car la Note a été omise]

3.11

conducteur de protection (identification: PE)

conducteur prévu à des fins de sécurité, par exemple protection contre les chocs électriques

Note 1 à l'article: Dans le cas d'un navire à coque métallique, les parties conductrices accessibles et extérieures peuvent être reliées à la coque du navire par des jonctions métal/métal permanentes et fiables dont l'impédance est négligeable.

[SOURCE: CEI 60050-195:1998, 195-02-09]

3.12

connexion d'équipotentialité

connexion entre parties ne transportant pas de courant, destinée à assurer la continuité des connexions électriques ou à égaliser le potentiel entre parties telles que l'armure ou la gaine de plomb de longueurs de câble voisines, la cloison, etc.

[SOURCE: CEI 60092-101:1994, 1.3.7, modifiée – La dernière partie concernant «les câbles d'un local radio» a été retirée.]

3.13

conducteur

partie conductrice destinée au passage d'un courant électrique spécifié

[SOURCE: CEI 60050-195:1998, 195-01-07]

3.14

conducteur de neutre conducteur neutre

conducteur relié électriquement au point neutre et pouvant contribuer à la distribution de l'énergie électrique

[SOURCE: CEI 60050-195:1998, 195-02-06]

3.15

conducteur de ligne

conducteur de phase (dans les réseaux a.c.)(déconseillé)

conducteur de pôle (dans les réseaux d.c.) (déconseillé)

conducteur sous tension en service normal et capable de participer au transport ou à la distribution de l'énergie électrique, mais qui n'est pas un conducteur de neutre

[SOURCE: CEI 60050-195:1998, 195-02-08]

3.16

transformateur

convertisseur d'énergie comportant une séparation de protection entre les enroulements d'entrée et de sortie et le conducteur de protection

3.17**interrupteur**

appareil mécanique de connexion capable d'établir, de supporter et d'interrompre des courants dans les conditions normales du circuit y compris éventuellement les conditions spécifiées de surcharge en service, ainsi que de supporter pendant une durée spécifiée des courants dans des conditions anormales spécifiées du circuit telles que celles du court-circuit

Note 1 à l'article: Un interrupteur peut être capable d'établir des courants de court-circuit, mais n'est pas capable de les couper.

3.18**tableau de distribution
tableau électrique**

ensemble de dispositifs, tels que disjoncteurs, fusibles, interrupteurs, instruments et indicateurs destinés à réguler et/ou à distribuer l'énergie électrique

Note 1 à l'article: Des disjoncteurs, fusibles, interrupteurs, instruments et indicateurs constituent des exemples de ces dispositifs.

3.19**sectionneur**

appareil mécanique de connexion qui assure, en position d'ouverture, une distance de sectionnement satisfaisant à des conditions spécifiées

[SOURCE: CEI 60050-441:1994, 441-14-05]

3.20**pack de batteries**

ensemble mécanique comprenant les éléments (accumulateur) des batteries, leur structure de maintien ou bacs, les composants éventuels du dispositif de gestion des batteries

Note 1 à l'article: Un pack de batteries typique est constitué d'un ensemble de batteries d'accumulateurs de même tension et de leurs connexions, regroupées dans un même logement.

Note 2 à l'article: Plusieurs packs de batteries connectés forment un banc de batteries.

[SOURCE: ISO 12405-2:2012, 3.2, modifiée par les notes à l'article supplémentaires 1 et 2]

4 Exigences générales

4.1 Généralités

Les systèmes de propulsion électrique pour les petits navires sont généralement conçus et construits à partir de plusieurs composants dont beaucoup peuvent être d'origine propriétaire et dans lesquels tous les éléments électriques et de contrôle sont reliés par des câbles et exploités comme un système.

Il est essentiel que le concepteur/installateur du système de propulsion soit compétent pour tous les aspects des appareils faisant partie de la conception d'un système particulier de telle sorte que les éléments constitutifs du système de propulsion soient intégrés de manière cohérente et sûre.

La puissance assignée à l'arbre moteur de chaque système de propulsion électrique doit être conçue pour correspondre aux caractéristiques de l'hélice et à la plage de vitesse de rotation ou la plage de poussée des hélices/propulseurs à pas variable.

Le système de propulsion électrique peut être électriquement séparé des autres réseaux électriques à bord d'un petit navire.

Les différents types de réseaux électriques a.c. comprennent les schémas suivants: quatre fils avec neutre mis à la terre, mais sans retour par la coque (TN-C), cinq fils avec neutre mis à la terre, mais sans retour par la coque (TN-S), et les schémas IT avec leurs exigences particulières pour la surveillance des courants de fuite à la terre, les systèmes d'alarme et de déclenchement.

ISO 16315:2016(F)

Les réseaux d.c. peuvent être soit mis à la terre, soit être entièrement isolés avec des exigences particulières pour la surveillance de la résistance d'isolement, les systèmes d'alarme et de déclenchement. Pour les systèmes de propulsion d.c. fonctionnant à des tensions supérieures à la tension de sécurité, un schéma à trois fils (par exemple d.c. +48 V/0/-48 V) peut être utilisé avec le conducteur de point milieu mis à la terre pour limiter la tension présumée de contact.

Pour les systèmes de propulsion électrique d.c. et d'autres réseaux électriques ayant des tensions nominales assignées supérieures à la tension de sécurité, les précautions contre les risques de choc électrique doivent être respectées.

Les systèmes de propulsion électrique d.c. peuvent avoir un ou plusieurs bancs ou packs de batteries de grande capacité, de même que la source d'alimentation principale, et on doit apporter une attention particulière aux exigences suivantes:

- a) exigences de ventilation nécessaire des compartiments des packs ou bancs de batteries;
- b) exigences d'un dispositif contre les surintensités et d'un interrupteur-sectionneur pour chaque pack ou banc de batteries de propulsion;
- c) exigences de protection des circuits pour les circuits alimentés en permanence par un pack ou un banc de batteries.

Les circuits de propulsion électrique doivent être conçus pour protéger contre les risques suivants:

- incendie, par l'utilisation de dispositifs de protection contre les surintensités, de mise à la terre, de protection des bornes des batteries et par la section et le type des conducteurs;
- chocs électriques, par l'utilisation d'enveloppes, d'isolation des conducteurs et des bornes, de dispositifs de déconnexion automatique (disjoncteurs, fusibles) et de dispositifs de protection par mise à la terre/masse du réseau, selon le cas.

Les circuits de propulsion électrique ne doivent pas interagir avec d'autres circuits de telle manière que ces circuits ne puissent plus fonctionner comme prévu.

4.2 Composants d'un système électrique de propulsion

Le système de propulsion électrique peut comprendre plusieurs sous-systèmes et éléments, y compris les éléments suivants, sans que cette liste soit limitative:

- des batteries d'accumulateurs;
- des systèmes de gestion de batteries;
- des générateurs a.c. et d.c.;
- des convertisseurs/onduleurs a.c./d.c., d.c./d.c., d.c./a.c., a.c./a.c. et des dispositifs de transmission à fréquence variable;
- des moteurs électriques de propulsion;
- un tableau électrique pour la propulsion;
- des dispositifs de contrôle, de surveillance, d'alerte et d'alarme de déclenchement des moteurs électriques de propulsion;
- des transformateurs;
- des conducteurs et câbles électriques;
- des interrupteurs (sectionneurs), disjoncteurs, contacteurs et fusibles.

Chacun de ces éléments doit être construit conformément à la norme ISO/CEI pertinente.

4.3 Systèmes de propulsion électrique

4.3.1 Un système de propulsion électrique peut être

- a) un réseau d.c. alimenté par une ou plusieurs batteries d'accumulateurs ou un ou plusieurs générateurs d.c. ou bien des convertisseurs a.c./d.c. à partir d'une source a.c., ou
- b) un réseau a.c. alimenté par un ou plusieurs alternateurs, ou convertisseurs d.c./a.c. à partir d'une source d.c. (par exemple une ou plusieurs batteries d'accumulateurs).

La ou les sources d'énergie d'un système de propulsion électrique peuvent être réservées à cet usage et être électriquement séparées des autres réseaux électriques à bord d'un bateau, ou bien tous les réseaux électriques à bord d'un bateau peuvent être directement connectés à une source commune, mais le ou les systèmes de propulsion peuvent avoir des exigences spécifiques relatives à la séparation électrique, la mise à la terre/masse, l'installation des conducteurs, etc. par rapport aux autres éléments électriques et circuits compris dans la conception globale.

La tension assignée d'un système de propulsion électrique peut être différente de celle des autres réseaux électriques à bord d'un bateau, et peut utiliser des systèmes a.c ou d.c.

- Pour un réseau a.c. il peut être à fréquence variable.
- Pour un système de propulsion d.c. provenant d'un système a.c. le système de propulsion électrique d.c. peut être alimenté par un convertisseur a.c./d.c. avec séparation galvanique entre l'entrée et la sortie et des dispositions appropriées apportées à la sortie pour les systèmes de propulsion entièrement isolés ou à terre négative. De manière similaire, un système de propulsion bifilaire mis à la terre peut être alimenté par une source isolée bifilaire par l'intermédiaire d'un convertisseur d.c./a.c. avec séparation galvanique et vice versa.
- Pour un système de propulsion d.c. provenant d'un système d.c., la source doit avoir les mêmes caractéristiques.

Les systèmes peuvent nécessiter une attention particulière au traitement de la mise à la terre du neutre, et avoir également des exigences spécifiques en matière de mise à la terre ou connexions équipotentielles relatives aux exigences des autres réseaux électriques à bord d'un bateau.

4.3.2 Un système de propulsion électrique d.c. peut-être configuré comme:

- a) un réseau bifilaire entièrement isolé (IT); ou
- b) un réseau bifilaire avec terre/masse négative (TN-S, TN-C, TN-C-S).

4.3.3 Un système de propulsion électrique a.c. monophasé peut être configuré comme:

- a) un réseau monophasé bifilaire isolé (IT); ou
- b) un réseau monophasé bifilaire avec le neutre mis à la terre (TT ou TN-C sans retour par la coque); ou TT (lorsqu'il est connecté à la ligne de quai); ou
- c) un réseau monophasé à trois fils avec le point milieu mis à la terre et le neutre et le conducteur de protection (PE) tous deux mis à la terre (TN-S) sans retour par la coque.

4.3.4 Un système de propulsion électrique a.c. triphasé peut être configuré comme:

- a) un réseau triphasé isolé à trois fils (IT); ou
- b) un réseau triphasé à quatre fils avec neutre mis à la terre (TT ou TN-C sans retour par la coque); ou TT (lorsqu'il est connecté à la ligne de quai); ou

ISO 16315:2016(F)

- c) un réseau triphasé à cinq fils avec le point milieu mis à la terre et avec le neutre et le conducteur de protection (PE) tous deux reliés à la terre ou niveau de la source d'énergie sans retour par la coque (TN-S).

Si le système de propulsion a.c. est requis d'être un réseau IT alimenté par une source TN (ou vice versa), un transformateur d'isolement conforme à la CEI 61558-2-4 (U_0 jusqu'à 1 100 V a.c. de puissance nominale maximale de 25 kVA pour le monophasé et 40kVA pour le triphasé) peut alors être utilisé pour assurer la séparation galvanique entre les enroulements primaires et secondaires avec des dispositions appropriées prises au niveau du ou des circuits secondaires.

Si un système de propulsion a.c. monophasé 110 V est requis, provenant d'une source IT ou TN et si une sécurité accrue est requise, un transformateur d'isolement de sécurité peut être utilisé conformément à la CEI 61558-2-6, réduisant la tension de contact présumée U_0 à 63,5 V. (Noter que le noyau central de l'enroulement secondaire doit être mis à la terre).

Un système de propulsion a.c. peut provenir d'une source d.c. via un convertisseur d.c./a.c. à condition d'assurer la séparation galvanique entre l'entrée et la sortie, permettant au système de propulsion a.c. (monophasé ou triphasé) d'être IT ou TN selon le besoin. Le convertisseur d.c./a.c. peut également être à fréquence variable. On peut utiliser de manière similaire un convertisseur a.c./a.c. assurant la séparation galvanique et permettant au système de propulsion (monophasé ou triphasé) d'être IT, ou TN selon le besoin. Le convertisseur a.c./a.c. peut également être à fréquence variable (système de transmission à fréquence variable).

NOTE Pour les bateaux ayant une coque métallique, la grande section de métal permet une méthode simple de mise à la terre ou masse (systèmes TT, TN et IT) dans laquelle les parties non porteuses de courant peuvent être reliées directement à la coque du bateau.

Un bateau à coque non métallique doit être muni d'un conducteur de protection qui peut être séparé du conducteur neutre (TN-S) ou bien non séparé (TN-C).

4.4 Dispositions concernant les autres appareils et circuits à bord d'un petit navire reliés à une source d'énergie commune pour la propulsion et l'installation électrique générale.

4.4.1 Réseaux d.c.

Dans les réseaux d.c. les appareils et circuits peuvent être connectés à la même source que le système de propulsion de la manière suivante:

- a) Lorsque le système de propulsion d.c. requiert d'être isolé de la terre comme au [4.3.2 a\)](#), d'autres appareils et circuits doivent être connectés directement à la source ou aux sources d.c. communes, ces autres appareils et circuits électriques doivent également être entièrement isolés de la terre (dans ce cas un réseau commun de surveillance de la résistance d'isolement comme spécifié au [6.3](#)). Chaque élément ou circuit terminal de l'équipement électrique connecté doit être muni d'un dispositif de protection contre les surintensités/défauts (disjoncteur ou fusible (s)) qui, dans le cas d'un réseau entièrement isolé doit déclencher les deux pôles du dispositif de protection.
- b) Si le système de propulsion ou l'autre réseau sont complètement isolés et si l'autre réseau est mis à la terre à son pôle négatif ou vice versa (ou s'il s'agit d'un réseau à trois fils avec point milieu relié à la terre), on peut utiliser des convertisseurs d.c./d.c. avec séparation galvanique entre l'entrée et la sortie lorsque la ou les sorties peuvent être configurées pour être entièrement isolées ou être avec le pôle négatif mis à la terre ou réseau à trois fils mis à la terre, selon le cas. Chaque système de propulsion ou appareil électrique ou circuit terminal connecté à un convertisseur d.c./d.c. doit être muni d'un dispositif de protection contre les surintensités/défauts (disjoncteur ou fusible (s)) et dans le cas d'un système de propulsion ou d'appareil ou circuits terminaux entièrement isolés, le dispositif de protection doit déclencher les deux pôles du circuit alimentant les appareils ou circuits. Le circuit d'entrée de chaque convertisseur d.c./d.c. doit être protégé en amont par un dispositif de protection contre les surintensités.

- c) les appareils et les circuits d.c. de tensions assignées différentes peuvent être reliés à une source commune par l'intermédiaire de convertisseurs d.c./d.c. munis chacun à l'entrée et à la sortie d'un dispositif de protection contre les surintensités/défauts (disjoncteur ou fusible (s)) comme en b) ci-dessus. Si les convertisseurs d.c./d.c. comportent une isolation galvanique entre l'entrée et la sortie, les appareils ou les circuits peuvent être soit configurés comme totalement isolés, soit avoir le pôle négatif relié à la terre ou être un réseau à trois fils avec point milieu à la terre.
- d) les appareils et les circuits terminaux a.c. (y compris les systèmes de propulsion a.c.) peuvent être connectés à un système d.c. commun via des convertisseurs d.c./a.c. dont la sortie peut être à fréquence/tension variable dans le cas d'entraînement a.c. à fréquence variable (VF). Chaque appareil électrique ou circuit terminal a.c. connecté doit être muni d'un dispositif de protection contre les surintensités/défauts (disjoncteur ou fusible (s)), et le cas échéant d'un DDR, la configuration de l'appareil ou circuit terminal étant également effectuée en aval du convertisseur

4.4.2 Réseaux a.c.

Dans les réseaux a.c. les appareils et circuits peuvent être connectés à la même source que le système de propulsion comme suit:

- a) Lorsque le système de propulsion a.c. requiert d'être isolé de la terre (IT) et est alimenté par une source de type non IT et/ou si la tension assignée du système de propulsion a.c. IT est différente de la tension assignée de la source et des autres appareils et circuits connectés à la source, le système de propulsion a.c. peut être connecté via un transformateur de sécurité conforme à la CEI 61558-2-4 qui isole entre eux les circuits primaire et secondaire du transformateur ou par un convertisseur a.c./a.c.. Chaque élément du système de propulsion ou les circuits reliés à l'enroulement secondaire du transformateur d'isolement ou à la sortie du convertisseur doit être muni d'un dispositif de protection contre les surintensités/défauts (disjoncteur ou fusible (s)) et le système de propulsion IT et les circuits doivent être surveillés pour les défauts d'isolement à la terre (masse) comme au 6.4. Chaque circuit primaire du transformateur d'isolement du système de propulsion ou du convertisseur a.c./a.c. doit être protégé à la source par un dispositif de protection contre les surintensités.
- b) De manière alternative, si le système de propulsion a.c. est directement alimenté par une source a.c. et si le système de propulsion et la source ont tous deux la même configuration de réseau (de type IT, TT ou TN), les autres appareils et circuits électriques requérant une ou plusieurs configurations ou des tensions assignées différentes peuvent être alimentés par la source a.c. via un ou plusieurs transformateurs de sécurité conformes à la CEI 61558-2-4 qui isolent entre eux les circuits primaire et secondaire du transformateur ou du convertisseur a.c./a.c., des dispositions appropriées étant prises sur les circuits de sortie du secondaire (IT, TT, TN-C ou TN-S). Chaque appareil électrique ou circuit terminal ainsi connecté à l'enroulement secondaire d'un transformateur d'isolement ou à la sortie d'un convertisseur a.c./a.c. doit être muni d'un dispositif de protection contre les surintensités/défauts (disjoncteur ou fusible (s)) et le cas échéant un DDR. Si des appareils ou des circuits isolés par un dispositif de sécurité doivent être raccordés (c'est-à-dire a.c. à basse tension réduite a.c. 63,5 V/0/-63,5 V) référencés à la terre (masse), on peut alors utiliser un transformateur de sécurité conforme à la CEI 61558-2-6. On peut également utiliser des transformateurs à très basse tension séparés (TBTS), (par exemple pour les circuits d'éclairage). Chaque circuit primaire des transformateurs d'isolement/dispositifs d'isolation de sécurité ou convertisseurs a.c./a.c. doit être protégé à la source a.c. par un dispositif de protection contre les surintensités.
- c) Les appareils et circuits d'un système de propulsion d.c. (qui peuvent être alimentés par une ou plusieurs batteries) peuvent être raccordés à un réseau a.c. via un convertisseur a.c./d.c. (ou un redresseur). Chaque appareil d'un circuit de propulsion électrique ou autre circuit terminal relié à la sortie du convertisseur a.c./d.c. ou à réseau d.c. alimenté par des batteries d'accumulateurs doit être muni d'un dispositif de protection contre les surintensités/défauts (disjoncteur ou fusible (s)), et dans le cas d'un réseau entièrement isolé, le dispositif de protection doit disjoncter les deux pôles, le réseau devant être surveillé contre les basses résistances d'isolement comme au 6.4. Chaque convertisseur a.c./d.c. doit être protégé à la source a.c. par un dispositif de protection contre les surintensités.

ISO 16315:2016(F)

4.5 Facteurs environnementaux

4.5.1 Le système de propulsion doit être conçu pour l'environnement dans lequel il est destiné à être utilisé. Lorsque nécessaire, il faut également prendre en compte que la température de l'eau de mer de refroidissement peut aller jusqu'à 35 ° C (95 ° F).

4.5.2 La ventilation doit être adéquate pour maintenir la température ambiante au niveau ou en dessous de la valeur maximale pour laquelle les appareils sont conçus pour fonctionner. Les compartiments des appareils électriques doivent être mécaniquement solides et rigides, et installés de façon à ce que l'appareil ne soit pas affecté par les déformations, vibrations ou mouvements de la structure du bateau qui se produisent pendant son fonctionnement normal.

4.5.3 Il convient que le refroidissement naturel par air des compartiments comporte suffisamment d'ouvertures de ventilation ou une surface de refroidissement suffisante pour évacuer la chaleur de façon à ce que les appareils du compartiment fonctionnent dans leurs limites de température de conception.

4.6 Caractéristiques électriques

Le matériel électrique et électronique doit fonctionner sans dommage, disjonction ou surchauffe lors des variations de tension et de fréquence normales et lors des distorsions harmoniques qui peuvent se produire dans le système de propulsion électrique en fonctionnement normal, y compris les surcharges transitoires induites par le système de propulsion lors du démarrage.

Les limites de base et les exigences associées requièrent que les réseaux d.c. soient conçus pour fonctionner dans les limites suivantes:

- a) la tolérance sur la tension nominale d.c. aux bornes de la batterie sur laquelle tous les appareils d.c. doivent fonctionner est de -25% à + 33%;
- b) les services essentiels du bateau doivent rester fonctionnels sous la tension minimale aux bornes de la batterie;
- c) lorsqu'on utilise une combinaison de batteries d'accumulateurs/chargeurs de batterie comme système d'alimentation d.c., il convient de prendre des mesures adéquates pour maintenir la tension dans les limites spécifiées pendant la charge, la charge rapide et la décharge de la batterie.

Les limites de base et les exigences associées requièrent que les réseaux a.c. soient conçus pour fonctionner dans les limites suivantes:

- a) fréquence: $\pm 5 \%$;
- b) tension: +6%/-10 %;
- c) distorsion harmonique isolée: <3 %;
- d) distorsion harmonique totale: <5 %.

Les systèmes a.c. d'entraînement à fréquence variable doivent être conformes aux paramètres de conception de leur fabricant.

4.7 Appareils électriques

4.7.1 Transformateurs

Les transformateurs utilisés pour l'énergie, l'éclairage et comme convertisseurs statiques, transformateurs de démarrage, et équilibres statiques, les inductances et réacteurs saturables y compris les transformateurs monophasés de puissance assignée inférieure à 1 kVA et les transformateurs triphasés de puissance assignée inférieure à 5 kVA, doivent être conformes à la CEI 60092-303.

Les transformateurs de sécurité à usage général doivent être conformes à la CEI 61558-2-4.

Les transformateurs doivent être installés dans des endroits bien ventilés. Leurs connexions doivent être protégées contre les dommages mécaniques, la condensation et la corrosion pouvant raisonnablement être attendus.

On ne doit pas utiliser de transformateurs utilisant des liquides contenant des polychlorobiphényles (PCB).

4.7.2 Convertisseurs

Les convertisseurs à semi-conducteurs doivent être conformes à la CEI 60146.

Les convertisseurs doivent être installés selon les instructions du fabricant de composants de telle manière qu'ils fonctionnent dans les spécifications de conception.

NOTE L'ISO 13297:2014, Article 15, comporte des exigences pour des convertisseurs et convertisseurs/chargeurs pour des tensions de sortie jusqu'à 250 V a.c. et des tensions de 12V, 24V et 32V d.c..

4.7.3 Moteurs électriques

Les exigences de la série CEI 60034 s'appliquent.

4.8 Boîtiers et compartiments

4.8.1 Les éléments sous tension des appareils électriques doivent être protégés contre les contacts accidentels par l'utilisation d'enveloppes (boîtiers ou compartiments).

4.8.2 L'accès aux boîtiers ou compartiments contenant des éléments sous tension du réseau électrique doit nécessiter l'utilisation d'outils à main ou avoir un indice de protection d'au moins IP2X. Des détails supplémentaires sur les indices IP appropriés sont donnés à [l'Article 9](#) de l'ISO 10133:2012, l'Article 12 de la l'ISO 13297:2014 et au 4,7 de la CEI 60092-507:2014.

4.9 Identification des appareils et conducteurs

4.9.1 Tous les appareils électriques et leurs boîtiers ou compartiments doivent être marqués des informations suivantes:

- a) le nom du fabricant;
- b) le numéro du modèle ou la désignation;
- c) les valeurs électriques assignées en volts et ampères ou en volts et watts;
- d) la phase et la fréquence, le cas échéant;
- e) le type de sécurité certifié, le cas échéant.

4.9.2 Tous les câbles et conducteurs doivent être identifiés (câbles, câbles à âme multiple, câbles unipolaires). Tous les conducteurs dont la tension est supérieure à 50 V d.c. doivent indiquer leur polarité et être de couleur orange ou identifiés d'une autre manière comme dépassant 50 V d.c. Tous les conducteurs de réseaux fonctionnant à une tension supérieure à 250 V a.c. doivent être identifiés comme tels.

4.10 Séparation des réseaux d.c. et a.c.

Les bateaux équipés à la fois de réseaux d.c. et a.c. doivent comporter des circuits de distribution d.c. et a.c. ayant soit des tableaux de distribution distincts, soit un tableau de distribution commun avec une partition séparant les circuits d.c. et a.c. l'un de l'autre.

ISO 16315:2016(F)

4.11 Commandes de direction et de gaz

Les systèmes électriques et électroniques des commandes de direction, marche avant/arrière, et de vitesse ou de puissance doivent être conformes aux exigences de l'ISO 25197 (voir également [l'Article 5](#)).

4.12 Compatibilité électromagnétique (CEM)

Les appareils électriques et électroniques doivent être conformes à la CEI 60945.

Le guide de bonnes pratiques ICOMIA 49-13 pour la CEM des petits navires comprend des conseils sur la pratique des essais de CEM dans les bateaux de plaisance.

4.13 Appareils électriques situés à proximité des bancs de batterie

Tous les appareils électriques situés dans le même voisinage qu'une batterie d'accumulateurs, d'un pack ou banc de batteries d'accumulateurs ayant la possibilité d'émettre des gaz ou des substances inflammables doivent être protégés contre l'inflammation conformément à l'ISO 8846 ou la série CEI 60079.

NOTE Toutes les batteries d'accumulateurs à base de plomb ont la possibilité de produire du gaz inflammable.

4.14 Zones à risque

4.14.1 Les zones et les appareils pouvant mettre en danger la sécurité de l'équipage (par exemple compartiments de batterie, ensembles électriques) doivent être:

- a) uniquement accessibles à l'aide d'outils ou de clés ou
- b) étiquetés de manière appropriée au danger qu'ils présentent.

4.14.2 Les boîtiers ou compartiments contenant des connexions électriques et des batteries d'accumulateurs doivent être munis d'un marquage indiquant les risques par l'utilisation des symboles de la [Figure 1](#), selon le cas:



Figure 1 — Panneaux de sécurité

5 Commandes, surveillance, alertes système et alarmes de déclenchement

5.1 Commandes électroniques/électriques pour les systèmes de propulsion électrique

5.1.1 Commandes

Les systèmes de commande doivent contrôler et limiter le flux d'énergie afin de prévenir les dommages, entre la batterie et/ou les sources d'énergie et les dispositifs de propulsion dans les deux sens. Cette exigence s'applique en supplément de la protection contre les surintensités appropriée de l'installation. On doit noter que l'hélice ou les hélices peuvent continuer à tourner lorsqu'un bateau fait route dans l'eau en raison de l'inertie de pièces en rotation et/ou du mouvement du bateau dans l'eau lorsqu'on a débrayé ou lorsque la commande d'arrêt d'urgence, la disjonction ou déconnexion de la batterie sont actionnées. Des précautions particulières doivent être prises dans le cas de moteurs de propulsion à excitation permanente afin d'empêcher la génération de tensions dangereuses dans le réseau en ces circonstances.

Il faut également tenir compte des effets du déclenchement en cas de défaut sur les composants critiques du système.

La ou les commandes de propulsion doivent typiquement comprendre les commandes et interrupteurs suivants pour chaque système de propulsion moteur/hélice selon la conception du système:

- commande Marche/Arrêt (On/Off) pour chaque système de propulsion électrique (par exemple démarrage/arrêt du générateur de propulsion, fermeture/ouverture du disjoncteur ou contacteur de la batterie de propulsion, fermeture/ouverture du disjoncteur du système de propulsion dans le système électrique principal). Il faut envisager de pouvoir verrouiller en position « arrêt » (off) la commande marche/arrêt (on/off);
- commande marche avant/débrayé (neutre)/marche arrière;
- contrôle de la vitesse de rotation de l'hélice;

ISO 16315:2016(F)

Les commandes b) et c) peuvent être combinées dans un dispositif de commande commun pour chaque système moteur/hélice de propulsion.

NOTE L'ISO 25197 donne des critères d'essai de type détaillés de mécanique, d'environnement et d'EMC pour un tel dispositif de commande électrique/électronique pour la direction, les commandes de marche avant arrière et gaz destinés à être utilisés dans les petits navires.

5.1.2 Arrêt d'urgence

Un interrupteur «Arrêt d'urgence» par bouton-poussoir ou dispositif équivalent doit être fourni pour chaque système de propulsion. L'interrupteur «arrêt d'urgence» ou le dispositif équivalent doit se verrouiller en position ouverte et pouvoir être réarmé manuellement uniquement au poste de commande de direction/gaz. Le circuit d'arrêt d'urgence doit être câblé pour arrêter immédiatement le système de propulsion associé lorsque «l'arrêt d'urgence» est actionné.

Un interrupteur d'isolement de la batterie peut être utilisé comme un interrupteur d'arrêt d'urgence à condition qu'il remplisse les exigences du présent paragraphe.

5.1.3 Réarmement suite à un déclenchement de défaut

Un dispositif de réarmement après un déclenchement de défaut doit être installé, il doit permettre le réarmement si les conditions suivantes sont remplies:

- a) absence de déclenchement de défaut du système de propulsion (des alarmes de premier avertissement sont admissibles);
- b) commande marche avant/débrayé (neutre)/marche arrière en position débrayé (neutre);
- c) commande de vitesse de l'hélice réglée à la vitesse minimale;
- d) l'interrupteur «Arrêt d'urgence» (5.1.2) et/ou «Déconnexion de la batterie» (5.1.3) n'est pas actionné.

5.1.4 Mode «Retour au port»

En cas de panne de commande de propulsion électrique, un mode de commande manuelle de secours ou dispositif équivalent doit être installé afin de permettre au bateau de rejoindre un refuge conformément à la Convention SOLAS.

5.2 Instruments, alertes et alarmes de déclenchement

5.2.1 Exigences générales

Des instruments, alertes et les alarmes de déclenchement doivent être installés, le cas échéant, pour chaque système de propulsion électrique.

Lorsqu'un tableau de commande de propulsion indépendant fournissant des alertes de système et une alarme de déclenchement est installé, un dispositif commun d'indicateur d'alerte de système et d'alarme de déclenchement en cas de défaut peut être installé au poste de commande de direction/gaz.

5.2.2 Mode et état de fonctionnement

Un dispositif d'information sur le mode de fonctionnement et de l'état du système doit être fourni pour les cas suivants:

- a) indication du mode de fonctionnement pour les systèmes utilisant une combinaison de systèmes de propulsion par moteur(s) thermique et moteurs électrique;
- b) l'état du système (par exemple, sous tension/disponible ou système en défaut);

- c) système d'entraînement de propulsion actif (par exemple en avant/en arrière ou en mode régénération);
- d) vitesse de rotation de l'hélice;
- e) surveillance de l'énergie restante (par exemple, une jauge de carburant ou indicateur de l'état de charge de la batterie (0 % à 100 %) restant) pour la ou les sources d'énergie stockées de chaque système;
- f) indicateur(s) de puissance jusqu'à la puissance assignée (0 % à 100 % ou en kW) ou le ou les courants continu(s) de la ou des batteries d'accumulateurs. (A).

On doit prendre en considération d'étendre la plage d'affichage de la gamme de ces instruments pour indiquer la puissance maximale de sécurité ou le courant autorisé en cas de surcharge temporaire,

5.2.3 Alertes de système

Des alertes de système doivent être fournies, selon le cas, pour les principales parties opérationnelles ou les composants d'un système de propulsion électrique. Par exemple:

- a) température élevée du moteur de propulsion;
- b) température élevée du compartiment de la batterie (pour les systèmes de propulsion électrique alimentés par batterie);
- c) faible état de charge de la batterie (pour les systèmes de propulsion électrique alimentés par batterie);
- d) faible résistance d'isolement (IR) (pour les réseaux d.c. complètement isolés);
- e) premier défaut à la terre (pour les réseaux a.c. de type IT);
- f) perte du refroidissement.

5.2.4 Alarmes de déclenchement suite à un défaut

Des alarmes de déclenchement suite à un défaut doivent être installées, selon le cas, pour les principales parties opérationnelles ou les composants d'un système de propulsion électrique. Par exemple:

- a) déclenchement dû à la surcharge du système du moteur de propulsion;
- b) déclenchement dû à la température élevée du moteur et/ou du convertisseur;
- c) déclenchement dû à une très faible résistance d'isolement (pour les réseaux d.c. complètement isolés);
- d) déclenchement dû à un second défaut à la terre (pour les réseaux c.a. de type IT).

6 Protection contre les chocs électriques

6.1 Protection contre les contacts directs

6.1.1 Les parties actives doivent être protégées contre les contacts accidentels par l'utilisation de boîtiers /enveloppes ou être entièrement recouvertes par une isolation de base qui ne peut être enlevée que par la destruction. Les surfaces horizontales supérieures des barrières ou boîtiers/enveloppes qui sont immédiatement accessibles doivent être protégées avec un degré de protection d'au moins IP4X.

6.1.2 Toutes les parties conductrices accessibles qui ne transmettent pas de courant doivent être mises à la terre, soit via le conducteur de protection (systèmes a.c. TN-C, TN-S), soit reliées au pôle négatif d'un

ISO 16315:2016(F)

réseau d.c. bifilaire relié à la terre, soit reliées au conducteur de mise à la terre d'un réseau d.c. 3 fils, soit par connexion directe à une coque en acier (réseau d.c. entièrement isolé, et réseaux a.c. TT et IT).

6.1.3 Chaque composant individuel du réseau doit être présenter une résistance d'isolement minimale de 500 Ω/V pour les composants d.c. et 1 000 Ω/V pour les composants a.c.

6.2 Coupure automatique de l'alimentation du système de propulsion électrique en cas de défaut d'isolement (réseaux d.c. bifilaire mis à la terre et réseaux a.c. avec neutre à la terre)

Pour les réseaux d.c. bifilaires mis à la terre ou pour les réseaux a.c. TN-C, TN-S et TT, un dispositif de protection (fusible, disjoncteur) doit déconnecter automatiquement l'alimentation du système de propulsion électrique en cas de défaut entre la partie active et une partie conductrice accessible non porteuses de courant du réseau conformément au [Tableau 1](#). Les valeurs assignées de surintensité ou de déclenchement des disjoncteurs doivent être déterminées par les caractéristiques du système de propulsion électrique, et par les caractéristiques assignées du dispositif de protection en cas de défaut par référence à valeur prospective du courant de court-circuit de la source d'alimentation ainsi qu'à la contribution des convertisseurs/moteurs de propulsion et à l'apport des autres convertisseurs lorsqu'ils sont connectés à une source commune d'énergie à d.c. ou a.c.

Les valeurs assignées des courants de déclenchement des fusibles et les paramètres de déclenchement des disjoncteurs doivent être déterminés conformément au [7.2](#) avec le temps maximal de déclenchement indiqué au [Tableau 2](#).

Tableau 1 — Exigences de déclenchement en cas de surintensité ou défaut d'isolement pour les systèmes de propulsion électriques

— Type de tension	— Exigence
a.c.	— Pour les réseaux avec neutre mis à la terre, les dispositifs de protection des circuits finaux, en particulier ceux situés dans des espaces confinés ou exceptionnellement humides dans lesquels il peut y avoir des risques particuliers de conductibilité, doivent être: a) un dispositif de protection contre les surintensités et — b) un dispositif à courant différentiel résiduel (DDR) d'une sensibilité maximale de 30 mA pour les circuits terminaux vers des emplacements dans lesquels il y a un risque accru de contact personnel avec des parties conductrices actives
d.c.	— Un dispositif de protection (fusible, disjoncteur) doit couper automatiquement l'alimentation vers le circuit ou l'appareil en cas de défaut d'isolement entre une partie active et une partie conductrice exposée ne transportant pas de courant.
NOTE 1 Des informations supplémentaires sont données dans la CEI 60898-1, CEI 60947-2, CEI 61008-1[4] et CEI 61009-1.[5]	
NOTE 2 Pour les systèmes de propulsion a.c. mis à la terre, il faut envisager d'utiliser un DDR d'une sensibilité de 100 mA ou de 300 mA si les inconvénients potentiels dus à un déclenchement intempestif sur les appareils essentiels à la navigation/propulsion sont considérés comme un risque, à condition que des dispositifs de protection appropriés contre les contacts directs soient installés.	

Tableau 2 — Temps maximal de déclenchement

Tension assignée (U_0)	50 V < U_0 ≤ 90 V		90 V < U_0 ≤ 230 V		230 V < U_0 ≤ 400 V		U_0 > 400 V	
Réseau a.c. ou d.c.	a.c.	d.c.	a.c.	d.c.	a.c.	d.c.	a.c.	d.c.
Temps de déclenchement: Réseaux a.c. TN, IT ou TT ou réseaux d.c.	0,8 s	0,5 s	0,4 s	0,5 s	0,2 s	0,4 s	0,1 s	0,1 s
Temps de déclenchement: Réseaux TT (lorsque relié à une ligne de quai)	0,3 s		0,2 s		0,07 s		0,04s	
U_0 est: — pour les schémas TN: la tension nominale a.c. efficace entre la phase et la terre; — pour les schémas IT: la tension nominale a.c. efficace entre la ligne de phase et le conducteur neutre, selon le cas; — pour les réseaux d.c.: la tension nominale d.c. avec la terre.								

6.3 Surveillance des défauts d'isolement et dispositifs de déclenchement pour les réseaux d.c. entièrement isolés, et les réseaux d.c. à 3 fils

6.3.1 Pour les réseaux d.c. bifilaires entièrement isolés ou des réseaux d.c. à 3 fils avec fil milieu mis à la terre, il doit y avoir un dispositif de surveillance de la résistance d'isolement par rapport à la terre appliqué sur chaque pôle. Le système doit fournir une alerte pour un courant de premier défaut d'isolement du pôle équivalent à une résistance inférieure à 500 Ω/V , et doit déclencher la coupure du système de propulsion en cas de «second défaut» à la terre sur le pôle opposé (qui crée un court-circuit).

6.3.2 Un dispositif de protection assurant la fonction de déclenchement (fusible, disjoncteur) doit couper automatiquement l'alimentation du système de propulsion électrique en cas de «second défaut». La fonction de déclenchement de «second défaut» peut être combinée avec la fonction de déclenchement de surintensité du système dans un disjoncteur commun. Le réglage du déclenchement de «second défaut» doit être déterminé par les caractéristiques du système de propulsion électrique, et la valeur assignée du dispositif de protection de défaut d'isolement ou du disjoncteur de surintensité doit être déterminée par référence à la valeur assignée maximale du courant de défaut présumé de la source avec toute contribution de convertisseurs/moteurs de propulsion ainsi que toute contribution d'autres convertisseurs lorsqu'ils sont connectés à une source commune d'énergie d.c. ou a.c.

6.4 Déclenchement en cas de défaut d'isolement sur les réseaux a.c. avec neutre non mis à la terre (schéma de type IT)

Le déclenchement en cas de défaut d'isolement sur les réseaux a.c. de type IT doit être effectué comme suit:

- Pour les systèmes de propulsion a.c. de type IT, les conducteurs de phase sont isolés de la terre et le point étoile de la source est soit isolé de la terre, soit délibérément relié à la terre par un dispositif à haute impédance. Il est permis qu'un premier défaut d'isolement entre une partie active et une partie accessible non conductrice de courant se produise sans coupure automatique de l'alimentation, à condition qu'un dispositif de surveillance d'isolement ou un contrôleur permanent d'isolement soit installé. Un «second défaut de mise à la terre» doit entraîner une coupure automatique de l'alimentation.
- Le dispositif de contrôle et de coupure d'un système de propulsion électrique a.c. ne doit pas permettre à une tension de contact présumée dépassant 50 V a.c. de persister pendant un temps suffisant pour provoquer un risque d'effet physiologique nuisible sur une personne en contact avec une partie active accessible non conductrice de courant.
- La surveillance de défaut d'isolement et la fonction de déclenchement peuvent être combinées avec le dispositif de protection contre les surintensités (qui coupe automatiquement l'alimentation du système de propulsion électrique en cas de défaut de surintensité pouvant se produire à la suite d'un second défaut d'isolement). Les caractéristiques assignées du dispositif de déclenchement doivent être déterminées par les caractéristiques du conducteur de connexion du système de

ISO 16315:2016(F)

propulsion électrique. La valeur assignée du dispositif de protection de défaut d'isolement ou du dispositif de protection contre les surintensités doit être déterminée par référence au courant de défaut présumé fourni par la source en plus de toute contribution de convertisseurs/moteurs de propulsion et des contributions de tout autre convertisseur connecté à une source d'énergie d.c. ou a.c. commune.

7 Protection contre les surintensités

7.1 Dispositions générales

Chaque système de propulsion doit être protégé contre les surcharges par un ou des disjoncteur(s) ou fusible(s).

Les disjoncteurs doivent être choisis conformément à la CEI 60947 ou à la CEI 60898-1.

Chaque fusible ou disjoncteur installé à la source d'un circuit doit être conçu pour protéger le conducteur du circuit protégé dont la section est la plus faible.

7.2 Caractéristiques des dispositifs de protection

Chaque dispositif de protection des systèmes de propulsion à a.c. ou d.c. doit être choisi de telle sorte que:

- a) son courant assigné ou son courant nominal (I_n) n'est pas inférieur au courant de conception (I_b) du réseau;
- b) son courant assigné ou son courant nominal (I_n) n'est pas supérieur à la capacité de transport de courant la plus faible (I_Z) de l'un quelconque des conducteurs du circuit;
- c) le courant (I_2) entraînant un fonctionnement efficace ne dépasse pas 1,45 fois la capacité de transport de courant la plus faible (I_Z) de l'un quelconque des conducteurs du circuit;
- d) la capacité d'établir ou de couper le courant doit être au moins conforme au courant maximal présumé de court-circuit ou de défaut d'isolement au point auquel le dispositif est installé. Toutefois, si la capacité d'établir ou de couper le courant de court-circuit est inférieure au courant maximal présumé de court-circuit ou de défaut d'isolement, le dispositif doit être soutenu par un fusible ou un disjoncteur conforme à la CEI 60092-202:1994/Amd 1:1996, 6.1.3 et 6.2.
- e) les durées maximales de coupure doivent être conformes au [Tableau 2](#).

Pour les dispositifs de protection réglables, le courant assigné (I_n) est le courant assigné sélectionné.

7.3 Dispositifs de protection contre les surintensités dans le(s) circuit(s) de sortie d'une batterie

Chaque circuit de sortie d'une batterie ou d'un pack de batteries doit être protégé par un dispositif de protection contre les surintensités (disjoncteur ou fusible) dont le pouvoir de coupure est déterminé par le courant maximal de court-circuit qu'une batterie complètement chargée peut fournir à l'emplacement où le disjoncteur ou le fusible est installé, le réglage du déclenchement étant déterminé conformément au [7.2](#). Le dispositif de protection contre les surintensités doit être installé aussi près que possible des bornes de sortie de la batterie et à au plus 1,8 m, mesuré le long des conducteurs.

Si on utilise une installation comportant un disjoncteur ou un contacteur-fusible commandé à distance comme moyen d'isolement (sectionneur) conforme au [8.2](#), ce dispositif peut être utilisé comme moyen de protection contre les surcharges pour le circuit en aval dont le courant assigné de déclenchement est déterminé conformément au [7.2](#).

Pour chaque système de batterie connectée à réseau bifilaire entièrement isolé, les dispositifs de protection contre les surintensités doivent être de type bipolaire.

8 Surveillance et installation de la batterie

8.1 Dispositions générales

Les interrupteurs (sectionneurs) ne doivent pas nécessiter l'utilisation d'outils pour leur fonctionnement et les dispositifs de commande manuelle doivent être immédiatement accessibles à partir de l'extérieur du pack de batteries ou de son compartiment. Les interrupteurs (sectionneurs) doivent être munis d'un dispositif de verrouillage en position OFF.

Les batteries d'accumulateurs doivent être solidement fixées contre les mouvements et inclinaisons survenant lors de l'utilisation du bateau et doivent être protégées contre la chute d'objets. Les batteries d'accumulateurs, telles qu'installées sur le bateau doivent supporter des inclinaisons jusqu'à 30° sans fuite d'électrolyte. Pour les voiliers monocoques il doit y avoir un dispositif de confinement de toute fuite d'électrolyte jusqu'à une inclinaison de 45 °.

Les batteries d'accumulateurs plomb-acide et alcalines ne doivent pas être placées dans un boîtier ou un compartiment commun ni être placées à proximité immédiate les unes des autres. Les batteries d'accumulateurs doivent être installées au-dessus du niveau prévisible d'eau de cale.

Excepté pour les types scellés, lorsque les batteries d'accumulateurs sont installées dans un local de machines, des gattes de débordement ou des récipients résistants aux effets de l'électrolyte doivent être installés. Les batteries d'accumulateurs ne doivent pas être installées directement au-dessus ou en dessous d'un réservoir à carburant ou filtre à carburant, et tout autre composant métallique du système de carburant situé à moins de 300 mm du dessus de la batterie doit être isolé électriquement.

Les bornes des batteries d'accumulateurs et les extrémités de conducteurs doivent être protégées contre les contacts directs par les personnes ou des outils comme indiqué à [l'Article 5](#) de l'ISO 10133:2012. Des précautions doivent être prises lors de l'exécution des travaux d'inspection et d'entretien afin d'éviter tout contact corporel avec des éléments conducteurs de la batterie et d'éviter le contact d'outils non isolés entre les bornes de la batterie et la terre ou entre les pôles. Les connecteurs entre les bancs de batteries d'accumulateurs qui ont une tension totale supérieure ou égale à 60 V d.c. doivent avoir un degré de protection d'au moins IP 2X lorsqu'ils sont connectés ou déconnectés.

Les interrupteurs et autres appareils électriques ne doivent pas être placés dans des compartiments ou bacs à batterie sauf s'ils répondent aux exigences de l'ISO 8846 ou de la série CEI 60079.

8.2 Isolement des packs ou bancs de batteries

Chaque pack ou banc de batteries d'accumulateurs doit pouvoir être déconnecté des circuits du réseau d.c. par un interrupteur-sectionneur à commande manuelle immédiatement accessible et situé à proximité immédiate du compartiment de la batterie. L'interrupteur-sectionneur doit être installé aussi près que possible des bornes de sortie de la batterie et à au plus 1,8 m, mesuré le long des conducteurs.

Un interrupteur-sectionneur ou un disjoncteur commandés à distance peuvent être utilisés comme interrupteur-sectionneur s'ils sont équipés d'un mécanisme manuel on/off et s'ils sont installés dans un endroit immédiatement accessible à proximité immédiate du compartiment de la batterie.

Sur les réseaux entièrement isolés, les interrupteurs-sectionneurs doivent agir sur les deux pôles, et sur les réseaux à terre négative, les interrupteurs-sectionneurs doivent être unipolaires et agir sur le circuit du conducteur positif. Sur les réseaux à terre négative, un interrupteur-sectionneur distinct peut être installé sur le ou les circuits du ou des moteurs de démarrage.

Le pouvoir d'ouverture minimal (I_{cn}) d'un interrupteur-sectionneur, ou le pouvoir de coupure d'un disjoncteur exerçant cette fonction, est le courant maximal de court-circuit qu'une batterie complètement chargée peut fournir à l'emplacement dans lequel l'interrupteur ou le sectionneur est installé. Le courant d'emploi d'un interrupteur-sectionneur ou d'un disjoncteur utilisé comme un interrupteur-sectionneur doit être au moins égal à la capacité de transport de courant du conducteur de raccordement.

ISO 16315:2016(F)

Si un interrupteur-sectionneur commandé à distance ou un contacteur commandé à distance avec un fusible en ligne ou un disjoncteur commandé à distance (chacun sans commande manuelle) sont installés pour déconnecter opérationnellement un pack de batteries, un interrupteur-sectionneur à commande manuelle doit être en plus installé entre le dispositif commandé à distance, le dispositif contacteur/fusible commandé à distance ou le disjoncteur commandé à distance et la ou les bornes du pack de batteries ou les bornes de sortie vers le ou les bancs de batteries.

Pour les batteries d'accumulateurs dont les bornes ne sont pas protégées contre les contacts directs, on doit installer un dispositif permettant de séparer les packs de batteries en groupes de moins de 60 V d.c. (nominal) chacun par des interrupteurs-sectionneurs, l'interrupteur-sectionneur principal ayant été précédemment mis sur «off»

Les packs de batteries d'une tension supérieure à 60 V d.c. doivent être du type à bornes protégées contre les contacts directs ou doivent comporter une protection contre les contacts accidentels qui nécessite l'utilisation d'outils pour enlever des couvercles de protection.

8.3 Connexion opérationnelle du ou des packs/bancs de batteries

La connexion opérationnelle (on/off) des packs/bancs de batteries peut être commandée par des dispositifs contacteur/fusible ou des disjoncteurs commandés à distance, lesquels doivent être installés sur le conducteur positif de chaque batterie pour les réseaux à terre négative et, pour les réseaux entièrement isolés, ces dispositifs de coupure doivent être bipolaires et installés sur les deux conducteurs positif et négatif de chaque banc de batteries. Le courant d'emploi des dispositifs contacteur/fusibles ou disjoncteurs commandés à distance doit être le courant de conception maximal pour le ou les circuits alimentés par le banc de batteries. Les dispositifs de connexion opérationnelle doivent avoir un pouvoir de coupure (I_{cn}) au moins égal au courant de court-circuit présumé à l'endroit où ils sont installés.

8.4 Circuits sous tension en permanence

Les réseaux suivants peuvent être connectés entre l'interrupteur-sectionneur ou un dispositif commandé à distance fonctionnant comme un interrupteur-sectionneur et la ou les bornes du pack ou banc de batteries:

- a) les appareils électroniques avec mémoire protégée et les dispositifs de protection tels que les pompes de cale et les alarmes, qui doivent être individuellement protégés par un disjoncteur ou un fusible installé aussi près que possible de la borne ou des bornes de la batterie;
- b) les ventilateurs d'extraction du compartiment moteur/réservoir de carburant, qui doivent être protégés par un ou des fusibles ou disjoncteurs installé(s) aussi près que possible de la ou des bornes de la batterie;
- c) les dispositifs de charge destinés à être utilisés lorsque le bateau est sans surveillance (par exemple, panneaux solaires, éoliennes), qui doivent être individuellement protégés par un ou des fusibles ou disjoncteurs installé(s) aussi près que possible de la ou des bornes de la batterie;
- d) pour les packs ou bancs de batteries d'un système de propulsion électrique, un circuit maintenant une bobine de télérupteur ou bobine du contacteur commandé à distance via un interrupteur de commande situé au poste de barre/commande doit être individuellement protégé par un disjoncteur ou un fusible installé aussi près que possible de la borne ou des bornes de la batterie.

8.5 Ventilation

Les compartiments des batteries d'accumulateurs doivent être ventilés selon les recommandations du constructeur en tenant compte des exigences suivantes:

- a) l'emplacement dans lequel des batteries d'accumulateurs au plomb-acide ou alcalines sont installées doit être ventilé vers l'air libre afin que l'hydrogène ne puisse pas s'accumuler, ou lorsque les batteries d'accumulateurs sont installées dans un compartiment fermé ou un des conteneurs

réservés aux batteries d'accumulateurs, un système de ventilation ou d'autres moyens doivent être prévus pour permettre rejeter à l'air libre les gaz explosifs libérés dans le compartiment ou conteneur par la batterie lors de sa charge;

- b) l'entrée d'air des compartiments ou conteneurs de batteries d'accumulateurs doit être située en dessous du niveau de la batterie, et la sortie d'air doit être installée au point du compartiment ou conteneur le plus élevé et doit conduire directement à l'air libre avec des coudes d'au plus 45 °;
- c) si la ventilation naturelle est impossible ou insuffisante, une ventilation mécanique doit être installée. Lorsqu' on utilise une ventilation mécanique, le ou les réseaux de charge doivent être asservis afin d'arrêter la charge si la ventilation ne fonctionne pas. Une alerte doit être donnée au poste de barre en cas de défaut de ventilation mécanique;
- d) les passages de câbles dans les compartiments des batteries d'accumulateurs doivent être étanches aux gaz.

8.6 Appareils électriques pour atmosphères gazeuses explosives

Il faut noter que les packs de batteries de propulsion peuvent être placés dans un emplacement bas de la coque d'un bateau en raison de leur effet sur la stabilité. Dans le cas d'un défaut dans les systèmes à GPL ou de fuites d'autres gaz inflammables qui peuvent s'accumuler dans les parties basses de la coque d'un bateau, des précautions particulières doivent être prises pour empêcher que le fonctionnement d'un interrupteur-sectionneur de la batterie ou d'un autre dispositif d'interruption soit une source d'inflammation.

De tels appareils électriques destinés à être utilisés dans des atmosphères gazeuses explosives ou qui sont installés dans des endroits où des gaz inflammables, vapeurs ou poussières explosives sont susceptibles de s'accumuler, comme dans les espaces contenant les moteurs ou réservoirs à essence, des raccords ou autres composants d'un système à essence, ainsi que dans des compartiments ou des coffres contenant des bouteilles et/ou régulateurs de pression de GPL, doivent être conformes à l'ISO 8846, ISO 10239, ISO 11105 et ISO 9094 ou la série CEI 60079.

9 Installation électrique

9.1 Dispositions générales

Les conducteurs des systèmes de propulsion d.c. et a.c. et d'autres réseaux de distribution électrique connectés à une source commune doivent être choisis conformément à la CEI 60092-352.

Les conducteurs du système de propulsion doivent être installés dans des conduits ou canalisations, sur des chemins de conducteurs dédiés ou par des colliers ou autres méthodes de fixation directe sur les surfaces conformément à la CEI 60092-352. Voir également l'ISO 10133 et l'ISO 13297.

Sauf s'ils sont conçus pour cet usage, les composants, conducteurs et appareils faisant partie du système de propulsion électrique doivent être installés au-dessus du niveau maximal possible d'eau dans la cale en tenant compte des conditions de gîte et d'assiette du bateau. Les circuits dédiés d'onduleur/contrôle de puissance situés entre l'onduleur/contrôleur et le moteur doivent être conçus et installés pour minimiser les émissions électromagnétiques par rayonnement ou conduction.

9.2 Séparation des circuits du système de propulsion électrique

Les circuits électriques du système de propulsion doivent être physiquement séparés des autres circuits électriques du bateau, en étant:

- a) installés dans un conduit ou goulottes physiquement séparées; ou
- b) installés sur un plateau ou une échelle où la séparation physique est assurée par une cloison; ou
- c) fixés directement sur une surface et séparés par au moins 100 mm des autres circuits

ISO 16315:2016(F)

NOTE La séparation physique entre les conducteurs a.c. et d.c., l'installation de conducteurs dans un conduit ou une canalisation, ou le blindage des conducteurs peuvent aider à réduire l'interférence électromagnétique entre les circuits.

10 Essais

10.1 Dispositions générales

Au terme de l'installation du système de propulsion électrique et avant la mise en service du bateau, l'ensemble du système de propulsion électrique doit être soumis à essai. Ces essais sont destinés à indiquer les conditions générales du système au terme de son installation; des résultats d'essais satisfaisants ne suffisant cependant pas nécessairement à garantir que l'installation est satisfaisante à tous égards.

10.2 Mise à la terre et à la masse

Des essais doivent être effectués pour vérifier que tous les conducteurs de protection et les liaisons des parties conductrices ne transportant pas de courant au conducteur de protection, à la coque en acier, à la borne de terre et à la plaque de mise à la terre sont satisfaisants. La valeur maximale de la résistance des liaisons à la terre doit être de 1,0 Ω .

10.3 Résistance d'isolement

10.3.1 Dispositions générales

Il est recommandé que la résistance d'isolement soit mesurée par des instruments autonomes comme un ohmmètre à lecture directe du type générateur appliquant une tension d'au moins 500 V. Il convient de limiter la tension d'essai pour les réseaux de tension assignée inférieure à 230 V à deux fois la tension assignée du dispositif soumis à essai. La résistance d'isolement doit être consignée en même temps que la température ambiante et l'humidité relative au moment de l'essai.

Il convient de s'assurer que les convertisseurs et autres appareils électroniques n'ont subi aucun dommage du fait de l'application des tensions d'essai.

10.3.2 Réseaux d.c. de propulsion électrique

La résistance mesurée à la terre doit être:

- a) pour les réseaux à deux fils et terre négative: - pôle positif à la terre > 500 Ω /V
- b) pour les réseaux entièrement isolés et les réseaux à trois fils mis à la terre - pôles positifs et négatifs à la terre > 500 Ω /V.

Tous les autres réseaux d.c. reliés à une source d.c. commune doivent atteindre la même résistance minimale d'isolement.

10.3.3 Réseaux a.c. de propulsion électrique

Phase-à-terre et phase à phase: résistance > 1 000 Ω /V.

Tous les autres réseaux a.c. reliés à une source a.c. commune doivent atteindre la même résistance minimale d'isolement.

10.3.4 Tableau électrique principal et tableaux de distribution

Avant de mettre en service le tableau électrique principal et les tableaux de distribution, leur résistance d'isolement ne doit pas être inférieure à 500 Ω /V lorsqu'elle est mesurée entre les barres de connexion et la terre et entre chaque barre de connexion isolée et les barres de connexion reliées à l'autre pôle

et aux autres pôles. La résistance d'isolement doit être consignée en même temps que la température ambiante et l'humidité relative au moment de l'essai.

Cet essai doit être effectué avec tous les disjoncteurs et interrupteurs ouverts et tous les fusibles des voyants de signalisation, dispositifs de défaut de terre, voltmètres, etc. enlevés et les bobines des relais de tension déconnectées temporairement.

10.3.5 Circuits terminaux d'énergie et d'éclairage

Lorsque les circuits terminaux d'énergie et d'éclairage sont connectés à une source commune, un essai de la résistance d'isolement entre tous les pôles isolés et la terre et, si possible, entre les pôles, doit être appliqué à tout le câblage permanent. On doit obtenir une valeur minimale de 500 Ω/V pour les réseaux d.c. et de 1 000 Ω/V pour les réseaux a.c. La résistance d'isolement doit être consignée, avec la température ambiante et l'humidité relative au moment de l'essai.

10.3.6 Générateurs et moteurs

La résistance d'isolement de générateurs fournissant de l'énergie pour les systèmes de propulsion électrique et les moteurs de propulsion électrique doit être mesurée à la température de fonctionnement immédiatement après un fonctionnement à charge normale. Tout capteur de température intégré à ces appareils doit être temporairement relié à la terre pendant les essais. On doit obtenir une valeur minimale de 500 Ω/V pour les réseaux d.c. ou 1 000 Ω/V pour les réseaux a.c. Les résultats obtenus dépendent non seulement des caractéristiques des matériaux d'isolation et de la façon dont ils sont appliqués, mais aussi de la température ambiante et de l'humidité relative, qui doivent être consignées lors de l'essai.

10.3.7 Transformateurs

La résistance d'isolement des transformateurs doit être mesurée à la température de fonctionnement. On doit obtenir une valeur minimale de 1 000 Ω/V . Les résultats obtenus dépendent non seulement des caractéristiques des matériaux d'isolation, mais aussi de la façon dont ils sont appliqués, ainsi que de la température ambiante et de l'humidité relative, qui doivent être consignées lors de l'essai.

10.4 Réseaux de commandes électriques / électroniques pour le contrôle de moteur de propulsion.

Les réseaux des commandes électriques/électroniques pour le contrôle de la direction, de l'inverseur et des gaz doivent satisfaire aux exigences d'essai de l'ISO 25197:2012, sauf pour l'essai de choc du 10,7.

10.5 Essai en charge et inspection des systèmes de propulsion électriques, et des dispositifs d'interruption et de commande associés

La propulsion électrique doit être soumise à essai en charge avec une puissance aussi proche que possible de sa charge de travail nominale afin de s'assurer qu'il n'y a aucune surchauffe provenant de mauvaises connexions ou de valeurs assignées incorrectes. Les interrupteurs, disjoncteurs et commandes doivent être actionnés en charge afin de soumettre à essai leur adéquation et de démontrer que le fonctionnement des dispositifs de protection contre les surintensités, la sous-tension, le courant ou la tension inversés sont électriquement et mécaniquement satisfaisants.

10.6 Chute de tension

Des essais doivent être effectués sur les périphériques consommateurs connectés à une source commune afin de vérifier que les chutes de tension spécifiées dans l'ISO 10133 (jusqu'à 50 V d.c.), l'ISO 13297 (jusqu'à 250 V a.c. monophasé) ou CEI 60092-507 (jusqu'à 500 V a.c. triphasé/250 V monophasé) n'ont pas été dépassées.

Annexe A **(normative)**

Informations et instructions à inclure dans le manuel du propriétaire

A.1 Le manuel du propriétaire doit être conforme à l'ISO 10240 et doit comprendre les informations suivantes:

- a) schéma fonctionnel du système de propulsion et description de l'emplacement des ensembles électriques;
- b) schéma(s) identifiant les circuits électriques du bateau avec l'emplacement des appareils électriques dans le bateau et identification des conducteurs par couleur ou autres moyens;
- c) emplacement et description des fonctions des commandes électriques, des cadrans, interrupteurs, fusibles ainsi que les disjoncteurs et coupe-circuit installés sur le tableau électrique;
- d) instructions sur la manière de laisser le système de propulsion électrique du bateau lorsqu'il est sans surveillance
- e) description des informations d'affichage requises par [l'Article 5](#)
- f) la mention que l'installation, les modifications et l'entretien doivent être effectués par un technicien compétent en électricité marine.
- g) instruction du fabricant de toute machine électrique à usage de consommation.

A.2 Les recommandations suivantes doivent être fournies à l'utilisateur.

Ne jamais:

- a) travailler sur l'installation électrique lorsque le système est sous tension;
- b) modifier le système de propulsion, le type de batteries d'accumulateurs et les composants du système;
- c) altérer ou modifier l'intensité assignée des dispositifs de protection contre les surintensités;
- d) installer ou remplacer des appareils ou dispositifs électriques avec des composants qui excèdent l'intensité assignée du circuit.

Annexe B **(normative)**

Documentation concernant l'installation

Les informations minimales suivantes doivent être comprises dans la documentation d'installation:

- a) Données sur les groupes de batteries d'accumulateurs comprenant:
 - technologie/type des batteries
 - courant présumé de court-circuit en (kA) et constante de temps en (s);
 - paramètres de température et de ventilation;
 - capacité(Ah);
- b) Données sur le générateur comprenant:
 - puissance (kW), tension assignée, facteur de puissance, fréquence, autres;
 - réactances nécessaires et constante de temps;
 - température maximale de fonctionnement;
- c) Données sur le moteur électrique de propulsion comprenant:
 - puissance (kW), tension assignée, facteur de puissance, fréquence, autres;
 - performances en régénération
 - données sur le système de frein;
 - température maximale de fonctionnement;
- d) Données sur le chargeur comprenant:
 - puissance (kW), tension assignée, facteur de puissance, fréquence, autres;
 - courant de court-circuit (kA);
 - température maximale de fonctionnement

Bibliographie

- [1] ISO 7010:2011, *Symboles graphiques — Couleurs de sécurité et signaux de sécurité — Signaux de sécurité enregistrés*¹⁾
- [2] ISO 8666, *Petits navires — Données principales*
- [3] IEC 60092-101:1994, *Installations électriques à bord des navires — Partie 101: Définitions et prescriptions générales*
- [4] IEC 61008-1, *Interrupteurs automatiques à courant différentiel résiduel pour usages domestiques et analogues sans dispositif de protection contre les surintensités incorporées (ID) — Partie 1: Règles générales*
- [5] IEC 61009-1, *Interrupteurs automatiques à courant différentiel résiduel avec protection contre les surintensités incorporée pour installations domestiques et analogues (DD) — Partie 1: Règles générales*
- [6] IEC 60092-501, *Electrical installations in ships — Part 501: Special features — Electric propulsion plant*
- [7] IEC 60092-353, *Installations électriques à bord des navires — Partie 353 Câbles d'énergie pour les tensions assignées 1 kV et 3 kV*

1) Les collections des symboles graphiques de l'ISO 7000, l'ISO 7010 et l'IEC 60417 peuvent être prévisualisées et achetées sur la Online Browsing Platform (OBP), <https://www.iso.org/obp/ui/#search>.