
**Petits navires — Système de
propulsion électrique**

Small craft — Electric propulsion system

**iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)**

[ISO 16315:2016](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6306a42a-e65c-4b49-b2cc-9013df78f199/iso-16315-2016)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6306a42a-e65c-4b49-b2cc-9013df78f199/iso-16315-2016>



iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 16315:2016

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6306a42a-e65c-4b49-b2cc-9013df78f199/iso-16315-2016>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2016, Publié en Suisse

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie, l'affichage sur l'internet ou sur un Intranet, sans autorisation écrite préalable. Les demandes d'autorisation peuvent être adressées à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Ch. de Blandonnet 8 • CP 401
CH-1214 Vernier, Geneva, Switzerland
Tel. +41 22 749 01 11
Fax +41 22 749 09 47
copyright@iso.org
www.iso.org

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

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](http://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6306a42a-c65c-4b49-b2cc-9013df78f199/iso-16315-2016).

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*.

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

ISO 16315:2016

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6306a42a-e65c-4b49-b2cc-0011a71e9561/iso-16315-2016>

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.]

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

ISO 16315:2016

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6306a42a-e65c-4b49-b2cc->

[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.

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.