



PROJET DE NORME INTERNATIONALE ISO/DIS 1540

ISO/TC 20/SC 1

Secrétariat: **SAC**

Début du vote
2002-01-03

Vote clos le
2003-03-03

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION • МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ • ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION

Aéronautique — Caractéristiques des systèmes électriques à bord des avions

[Révision de la deuxième édition (ISO 1540:1984)]

Aerospace — Characteristics of aircraft electrical systems

ICS 49.060

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO/DIS 1540](#)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d2deb886-d80e-4af6-8771-85d47bffe65/iso-dis-1540>

Pour accélérer la distribution, le présent document est distribué tel qu'il est parvenu du secrétariat du comité. Le travail de rédaction et de composition de texte sera effectué au Secrétariat central de l'ISO au stade de publication.

To expedite distribution, this document is circulated as received from the committee secretariat. ISO Central Secretariat work of editing and text composition will be undertaken at publication stage.

CE DOCUMENT EST UN PROJET DIFFUSÉ POUR OBSERVATIONS ET APPROBATION. IL EST DONC SUSCEPTIBLE DE MODIFICATION ET NE PEUT ÊTRE CITÉ COMME NORME INTERNATIONALE AVANT SA PUBLICATION EN TANT QUE TELLE.

OUTRE LE FAIT D'ÊTRE EXAMINÉS POUR ÉTABLIR S'ILS SONT ACCEPTABLES À DES FINS INDUSTRIELLES, TECHNOLOGIQUES ET COMMERCIALES, AINSI QUE DU POINT DE VUE DES UTILISATEURS, LES PROJETS DE NORMES INTERNATIONALES DOIVENT PARFOIS ÊTRE CONSIDÉRÉS DU POINT DE VUE DE LEUR POSSIBILITÉ DE DEVENIR DES NORMES POUVANT SERVIR DE RÉFÉRENCE DANS LA RÉGLEMENTATION NATIONALE.

Copyright notice

This ISO document is a working draft or committee draft and is copyright-protected by ISO. While the reproduction of working drafts or committee drafts in any form for use by participants in the ISO standards development process is permitted without prior permission from ISO, neither this document nor any extract from it may be reproduced, stored or transmitted in any form for any other purpose without prior written permission from ISO.

Requests for permission to reproduce this document for the purpose of selling it should be addressed as shown below or to ISO's member body in the country of the requester :

Secretariat : CSBTS (CARIS) Mr H C Chen, Secretary to ISO/TC 20/SC 1, China Aviation Research Institute for Standardization, 7 Jingshun Road, Dongzhimenwai, Beijing 100028 China, Tel : 86 10 6466 3322, Fax : 86 10 6465 2320, E-Mail : caris@public.bta.net.cn.

Reproduction for sales purposes may be subject to royalty payments or a licensing agreement.

Violators may be prosecuted.

iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

ISO/DIS 1540

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d2deb886-d80e-4af6-8771-85d47bfce65/iso-dis-1540>

Table des matières

Page

1	Domaine d'application	1
2	Fondement technique	1
3	Références normatives	2
4	Terminologie et définitions	2
5	Conditions générales	10
5.1	Généralités	10
5.2	Sources d'énergie électrique embarquées	11
5.3	Sources de courant externes	11
5.4	Coordination entre la source et le réseau de distribution	11
5.5	Équipements utilisateurs	12
6	Caractéristiques de l'alimentation en courant alternatif à fréquence constante (FC).....	13
6.1	Caractéristiques générales	13
6.2	Caractéristiques en régime stabilisé	13
6.3	Caractéristiques des transitoires	14
7	Caractéristiques de l'alimentation en courant alternatif à fréquence variable (FV)	17
7.1	Caractéristiques générales	17
7.2	Prise en compte des caractéristiques d'alimentation à fréquence constante	17
7.3	Caractéristiques en régime stabilisé	17
7.4	Caractéristiques des transitoires	18
8	Caractéristiques de l'alimentation en courant continu	21
8.1	Caractéristiques générales	21
8.2	Caractéristiques en régime stabilisé	21
8.3	Caractéristiques des transitoires	22
9	Affectation des exigences	23
10	Restrictions applicables aux équipements utilisateurs	24
10.1	Généralités	24
10.2	Utilisation de courant alternatif	24
10.3	Facteur de puissance.....	24
10.4	Transitoires de commutation de charge.....	25
10.5	Courant d'appel	25
10.6	Modulation du courant d'entrée.....	25
10.7	Distorsion du courant d'entrée	26
10.8	Capacité d'entrée maximale	28
11	Hypothèses et informations connexes associées à la qualité de l'alimentation	28
11.1	Généralités	28
11.2	Informations connexes au champ d'application du document	29
11.3	Hypothèses pour les réseaux en courant alternatif.....	30
11.4	Hypothèses pour les équipements sources de courant alternatif	34
11.5	Hypothèses relative au réseau continu.....	36
11.6	Qualité de l'alimentation en courant continu pendant un démarrage de moteur	37
11.7	Alimentation d'entrée en courant continu 270 V.....	38
12	Bibliography	38

Foreword

ISO (the International Organization for Standardization) is a worldwide federation of national standards bodies (ISO member bodies). The work of preparing International Standards is normally carried out through ISO technical committees. Each member body interested in a subject for which a technical committee has been established has the right to be represented on that committee. International organizations, governmental and non-governmental, in liaison with ISO, also take part in the work. ISO collaborates closely with the International Electrotechnical Commission (IEC) on all matters of electrotechnical standardization.

International Standards are drafted in accordance with the rules given in the ISO/IEC Directives, Part 3.

The main task of technical committees is to prepare International Standards. Draft International Standards adopted by the technical committees are circulated to the member bodies for voting. Publication as an International Standard requires approval by at least 75 % of the member bodies casting a vote.

Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. ISO shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

ISO 1540 was prepared by Technical Committee ISO/TC 20, AIRCRAFT AND SPACE VEHICLES, Subcommittee SC 1, AEROSPACE ELECTRICAL REQUIREMENTS. This third edition cancels and replaces ISO 1540 :1984 which has been technically revised.

ISO/DIS 1540
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d2deb886-d80e-4af6-8771-85d47bfce65/iso-dis-1540>

© International Organization for Standardization.

Introduction

The purpose of this standard is to foster compatibility between the providers, distributors and users of aircraft electrical power. This update takes into account several recent trends in aircraft electrical system, including that toward increased nonlinear load content on aircraft. It defines design requirements for electrical equipment that will be verified by the test requirements specified in ISO 7137.

Any comments regarding this draft may be sent to the Secretariat of ISO TC 20, SC1.

Comment may also be directly supplied to the convenor of ISO/TC 20/SC1/WG13 as follows:

Mario R. Rinaldi, Hamilton Sundstrand, PO Box 7002, M/S 277-6, Rockford, IL 61125-7002

(815) 394-3565 (Voice), (815) 226-2614 (FAX), mario.rinaldi@hs.utc.com (Email)

iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

[ISO/DIS 1540](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d2deb886-d80e-4af6-8771-85d47bfce65/iso-dis-1540)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d2deb886-d80e-4af6-8771-85d47bfce65/iso-dis-1540>

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO/DIS 1540

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d2deb886-d80e-4af6-8771-85d47bfce65/iso-dis-1540>

Aéronautique — Caractéristiques des systèmes électriques à bord des aéronefs

1 Domaine d'application

La présente Norme Internationale spécifie les caractéristiques de l'énergie électrique fournie aux bornes des équipements électriques utilisateurs montés à bord des aéronefs. Elle est destinée à permettre la définition des interfaces pour les équipements utilisateurs, conçus pour être alimentés en courant électrique dans le cadre de tout un éventail de nouvelles applications aéronautiques civiles, telles que celles certifiées par le biais du processus TSO (Technical Standard Order). Les équipements destinés à une seule application ou à une application militaire particulière peuvent ne pas suivre la présente norme, pour s'affranchir des lourdeurs découlant d'applications multiples.

Le présent document tente également d'offrir un contexte à l'élaboration des exigences, qui peuvent s'avérer utiles aux concepteurs et/ou intégrateurs de réseaux électriques à bord d'aéronefs modernes. La qualité de l'énergie électrique fournie est la résultante des qualités intrinsèques de la source d'énergie électrique, des équipements de distribution et des équipements utilisateurs. Bien que seules les restrictions applicables aux équipements utilisateurs soient définies précisément, les informations connexes aux interfaces principales des sources et équipements de distribution sont également identifiées, afin d'aider au développement du système dans son ensemble.

(standards.iteh.ai)

Il a été pris en compte un large éventail de types d'alimentation électrique et de paramètres de distribution susceptibles d'être rencontrés à bord d'aéronefs de transport de toutes tailles. Les sources prises en considération appartiennent aux types statique et tournant, et elles sont, soit montées à bord des aéronefs, soit incluses dans le parc de matériels de soutien au sol. Les tensions de distribution envisagées sont les suivantes :

- tensions continues nominales 14, 28 et 42 V ;
- tension alternative nominale 26 V, 400 Hz, monophasé ;
- tensions alternatives nominales 115/200 V eff et 230/400 V eff, tant en monophasé qu'en triphasé, soit à la fréquence constante (FC) nominale de 400 Hz, soit à fréquence variable (FV) sur une plage englobant les 400 Hz.

2 Fondement technique

Les limites définies dans la présente norme sont fondées sur les caractéristiques des équipements existants ou prévus pour un avenir proche, en tenant compte des récentes tendances militant en faveur d'un rôle accru des équipements utilisateurs électroniques non linéaires. Ces limites étant influencées par la combinaison générale des équipements sources, de distribution et utilisateurs, des informations sont également fournies quant à leur sensibilité en termes d'intégration. L'intention est d'apporter une aide aux intégrateurs, sans pour autant restreindre l'éventail des moyens par lesquels les caractéristiques d'interface spécifiées peuvent être obtenues. La présente révision s'intéresse également à plusieurs types, qui ne sont actuellement pas fréquents sur les gros aéronefs de transport, par exemple : alimentations alternatives à fréquence variable, 230/400 Vca et 42 Vcc.

Un aspect essentiel de ces nouvelles exigences est constitué par l'hypothèse que des équipements utilisateurs économiques doivent pouvoir être utilisés sur un large éventail d'aéronefs nouveaux. Il en découle qu'un certain nombre de conditions contraignantes, qui ne sont généralement rencontrées que sur les gros aéronefs, par exemple les chutes de tension dans les lignes de distribution de grande longueur, sont acceptées pour les équipements destinés à des aéronefs plus petits. La réalité de ces situations et les tendances récentes observées

pour les équipements utilisateurs peuvent expliquer les différences entre la présente norme et les autres normes historiques.

3 Références normatives

Les documents normatifs ci-dessous énoncent des dispositions qui, par le biais de références dans le présent texte, constituent des dispositions de la présente Norme Internationale. Dans le cas de références datées, les amendements ou révisions, dont lesdites publications auraient pu être l'objet ultérieurement, ne sont pas applicables. Néanmoins, les parties prenantes aux accords régis par la présente Norme Internationale sont encouragées à examiner dans quelle mesure les éditions les plus récentes des normes énumérées ci-après pourraient s'appliquer. Les membres de la CEI et de l'ISO tiennent à jour des registres des Normes Internationales en cours de validité.

ISO 7137, *Aircraft — Environmental conditions and test procedures for airborne equipment (Endorsement of EUROCAE ED-14/RTCA DO-160)*

ISO 6858, *Aircraft — Ground support electrical supplies — General requirements*

4 Terminologie et définitions

4.1

fonctionnement anormal du réseau

Un fonctionnement anormal se produit lorsqu'un dysfonctionnement ou une défaillance a eu lieu dans le réseau électrique et que les dispositifs de sécurité de celui-ci entrent en action pour éliminer le dysfonctionnement ou la défaillance du reste du réseau, avant que ne soient dépassées les limites de qualité définies pour une alimentation anormale. Une fois que cet état est commencé, il peut perdurer pendant tout le reste du vol, la qualité de l'énergie fournie aux utilisateurs dépassant alors les limites applicables au fonctionnement normal, tout en restant à l'intérieur de celles correspondant au fonctionnement anormal. [ISO/DIS 1540](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d2deb886-d80e-4af6-8771-85d47bffe65/iso-dis-1540)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d2deb886-d80e-4af6-8771-85d47bffe65/iso-dis-1540>

4.2

limites anormales de qualité de l'alimentation

Limites de qualité de l'alimentation fournie aux bornes des équipements utilisateurs au cours du fonctionnement anormal. Ces limites tiennent compte des tolérances de fonctionnement des dispositifs de protection du réseau et de toutes caractéristiques de conception du réseau introduisant une limitation intrinsèque. (Voir également 4.30.)

4.3

facteur de pointe

Le facteur de pointe d'une forme d'onde de tension alternative est le rapport entre la valeur crête et la valeur efficace, mesurées en régime stabilisé. Il s'agit d'une grandeur sans unité et le rapport pour une vraie onde sinusoïdale est égal à $\sqrt{2}$.

$$f_p = |V(\text{crête}) / V(\text{eff})|$$

4.4

modulation de courant

La modulation de courant est la différence entre les valeurs maximale et minimale de l'intensité du courant électrique absorbé au cours de variations du courant, se répétant de façon cyclique ou aléatoire. Une modulation significative du courant par les équipements utilisateurs peut affecter la qualité et/ou la stabilité de l'énergie électrique fournie.

4.5

distorsion (du courant ou de la tension)

Dans un réseau alternatif, la distorsion est la valeur efficace de la forme d'onde de tension alternative, à l'exclusion de la composante fondamentale. Elle peut inclure des composantes harmoniques et non harmoniques. Dans un

réseau continu, la distorsion est la valeur efficace de la composante alternative (ondulation résiduelle) superposée au niveau continu.

Les harmoniques sont des composantes de distorsion sinusoïdales qui apparaissent comme multiples entiers de la fréquence fondamentale. Les inter-harmoniques sont des composantes de distorsion qui apparaissent à des multiples non entiers de la fréquence fondamentale. Ces éléments de déformation de la forme d'onde et tous les autres sont inclus dans cette définition générale de la distorsion. (Voir également 4.23 et 4.25.)

4.6

facteur de déphasage

Pour les équipements utilisateurs alimentés en courant alternatif, le facteur de déphasage est égal au cosinus de l'angle (Φ) entre le courant d'entrée (fourni à la fréquence fondamentale) et la tension d'entrée (fournie à la fréquence fondamentale).

Cette valeur n'inclut pas l'effet de la distorsion de la forme d'onde du courant (et/ou de la tension) d'entrée, et il n'est, par conséquent, pas appliqué dans la présente spécification, la définition plus générale du facteur de puissance lui étant préférée. (Voir également 4.35.)

4.7

taux de distorsion harmonique (en courant ou en tension)

Le taux de distorsion harmonique est le rapport entre la distorsion d'une forme d'onde et la valeur efficace de la composante fondamentale de la forme d'onde, généralement exprimée sous forme de pourcentage. Dans un réseau portant du courant continu, cette composante fondamentale est du courant continu vrai. (Voir également 4.5, 4.43.)

4.8

spectre de distorsion

C'est le résultat de l'individualisation de l'amplitude de chaque composante fréquentielle présente dans la distorsion d'un courant alternatif ou continu. Ses composantes peuvent être des multiples, harmoniques ou non, de la fréquence fondamentale, certaines d'entre elles résultant d'une modulation d'amplitude ou de fréquence. Seules les composantes dont la fréquence ne dépasse pas 16 kHz (pour les équipements à fréquence constante, alimentés en 400 Hz) et 32 kHz (pour les équipements à fréquence variable) sont prises en compte dans la présente norme, afin de séparer nettement les exigences relatives à la qualité de l'alimentation électrique de celles ayant trait à la compatibilité électromagnétique (CEM),¹

4.9

réseau de distribution

Traditionnellement, il comprend le bus de la source de courant et le tableau électrique associé, le bus de la charge utilisatrice et tous les équipements d'interconnexion et de distribution entre eux. Dans le cadre du présent document, les équipements d'interconnexion, de protection des circuits et de distribution jusqu'aux bornes d'entrée de l'utilisateur, niveau où est définie la qualité de l'alimentation, sont également inclus (voir la Figure 1).

4.10

dérive

Variation extrêmement lente et aléatoire d'un paramètre maîtrisé (tel que la fréquence dans un réseau FC), à l'intérieur des limites fixées par le cahier des charges, résultant de causes diverses comme le vieillissement des composants ou de changements de température auto-induits.

4.11

taux de dérive

Vitesse de la variation due à la dérive d'un paramètre maîtrisé. Suivant le paramètre concerné, il s'exprime en hertz par minute (Hz/min) ou en volts par minute (V/min).

4.12

fonctionnement électrique au démarrage d'un moteur

Cas spécial du fonctionnement normal du réseau, pendant lequel un très fort apport d'énergie électrique est nécessaire pour permettre le démarrage d'un moteur principal ou du groupe auxiliaire. Les limites normales de transitoires de tension peuvent être dépassées au cours de cette situation où seuls des équipements utilisateurs

sélectionnés doivent fonctionner tout au long de l'événement. Les temps de démarrage des moteurs sont généralement compris entre 15 et 90 secondes.

4.13

système de génération de courant électrique

Combinaison de sources de courant électrique tournantes et statiques, des dispositifs de commande et de protection du système de génération, et des lignes de transport qui acheminent le courant depuis ces sources jusqu'au bus de source (ce qui exclut, par conséquent, le tableau de distribution,).

4.14

réseau électrique (également appelé "réseau")

Ensemble de sources de courant électrique, d'équipements de conversion, de dispositifs de commande et de protection et d'équipements utilisateurs, reliés entre eux par un réseau de distribution.

4.15

fonctionnement du réseau électrique de secours

État du réseau électrique survenant au cours du vol, lorsque le réseau électrique principal devient incapable de fournir du courant électrique en quantité suffisante ou satisfaisant aux conditions requises, ce qui impose d'avoir recours à une ou plusieurs sources indépendantes et éventuellement limitées pour alimenter un ensemble réduit d'équipements de distribution et d'équipements utilisateurs sélectionnés, afin de préserver la sécurité du vol et celle du personnel.

4.16

source de courant électrique de secours

Générateur, dispositif de transformation d'énergie (ou combinaison de ceux-ci, ne faisant pas partie des équipements utilisateurs) ou batterie d'accumulateurs, installé pour pallier une défaillance du réseau électrique normal au cours du vol.

4.17

générateur externe (ou au sol) (également appelé groupe de parc)

Source tournante ou statique (ou une combinaison des deux types) fournie par l'organisme de maintenance afin de satisfaire aux besoins en courant électrique des aéronefs, lorsqu'ils ne sont pas en vol. Il peut s'agir d'un réseau électrique délocalisé ou centralisé dans les installations au sol, ou d'une alimentation du bord dans les applications marines.

4.18

fréquence

Valeur réciproque de la période de la forme d'onde d'une tension alternative, elle est exprimée en hertz (Hz). La fréquence en régime stabilisé est la moyenne de la fréquence calculée sur une durée ne dépassant pas une seconde. La fréquence instantanée est la fréquence d'un seul cycle.

4.19

modulation de fréquence

Variation cyclique et/ou aléatoire de la fréquence instantanée autour d'une fréquence moyenne en régime stabilisé. L'amplitude de la modulation de fréquence est égale à la différence entre la fréquence maximale et la fréquence minimale mesurées sur un intervalle d'une minute.

4.20

taux de modulation de fréquence

Rythme de variation de la fréquence résultant de la modulation de fréquence, exprimé en hertz par seconde (Hz/s).

4.21

fréquence fondamentale

Fréquence de la composante principale de production de courant d'une forme d'onde périodique fournie par le système de génération (composante d'ordre 1 de la représentation en série de Fourier de la forme d'onde).

4.22

masse

Point quelconque le long d'une structure conductrice ou d'un câble, servant de référence à potentiel nul pour les tensions alternatives et/ou continues.

4.23

harmoniques

Composantes sinusoïdales de tension ou de courant (distorsion) d'une forme d'onde périodique se produisant à une fréquence qui est un multiple entier de la fréquence fondamentale. La plupart des charges non linéaires génèrent des harmoniques de numéro impair, par exemple, à la suite du redressement double alternance du courant d'entrée. Les fréquences auxquelles un équipement utilisateur, doté d'un redresseur de type à diode, produit ces "harmoniques caractéristiques" sont déterminées par l'équation :

$$f_H = (k \times q \pm 1) \times f_1$$

avec : H = numéro de l'harmonique ;

k = un entier, commençant à 1 ;

q = un entier, représentant le nombre de commutations par cycle,

f_1 = la fréquence fondamentale.

Le redressement simple alternance produit des harmoniques de numéro pair, ce qui a des effets très néfastes (tels que la présence de composantes continues) sur le réseau d'alimentation en courant alternatif. Un redressement double alternance à l'entrée d'utilisateurs de courant monophasé aboutit à la formation d'harmoniques dits "de rang 3", situés à des multiples impairs de trois fois la valeur de la fréquence fondamentale. Ces harmoniques sont tout autant indésirables, étant donné le nombre potentiel d'utilisateurs monophasés et le fait que ces harmoniques interagissent avec l'impédance normalement haute (homopolaire) du réseau de distribution à cette fréquence. En conséquence, les exigences en matière de courant de distorsion au niveau des utilisateurs sont donc volontairement restrictives pour les harmoniques paires et de rang 3. (Voir également 4.5, 4.39.)

4.24

impédance

Caractéristique électrique d'un dispositif ou d'un groupe de dispositifs relatif au rapport entre la tension et l'intensité du phaseur en régime stabilisé. Il s'agit d'une grandeur complexe constituée d'éléments résistifs (réels) et réactifs (imaginaires). Dans le présent document, l'impédance peut être envisagée du point de vue de l'utilisateur (charge), du réseau de distribution ou de la source.

4.25

Composante fréquentielle de la distorsion

Rapport entre la valeur efficace de la distorsion de la forme d'onde distorsion à une fréquence donnée et la valeur efficace de la composante fondamentale de la forme d'onde. (Voir également 4.8.)

Les différentes composantes fréquentielles de la distorsion de tension s'expriment sous la forme suivante :

$$D_{vn} = 100 * (V_n / V_1)$$

avec : V_n = valeur efficace d'une composante fréquentielle non fondamentale ;

V_1 = valeur efficace de la composante fréquentielle fondamentale.

4.26

charge linéaire

Dispositif utilisateur de courant électrique, dont l'impédance totale demeure constante, en dépit des variations de tension d'entrée et dont le spectre de courant coïncide avec celui de la tension d'entrée. À l'inverse, les charges non

linéaires peuvent présenter une impédance variable en fonction de la tension d'entrée et un contenu spectral différent de celui de la tension d'entrée.

4.27 déséquilibre de charge

Le déséquilibre de charge pour un dispositif utilisateur de courant alternatif triphasé est la différence, exprimée en voltampères, entre la phase où la consommation est la plus forte et celle où elle est la plus faible.

4.28 coupures d'alimentation momentanées

Le basculement d'une source d'alimentation à une autre peut entraîner de brèves coupures d'alimentation des équipements utilisateurs, pendant lesquelles la tension fournie va décroître à un rythme qui sera fonction des caractéristiques du bus et de la charge.

4.29 fonctionnement normal du réseau

Conditions recouvrant tous les modes prévus de fonctionnement des aéronefs, tant au sol qu'en vol, durant lesquelles ne se produisent ni défaillances ni dysfonctionnements du réseau électrique, à l'exception des cas de démarrage électrique d'un moteur de propulsion ou du groupe auxiliaire. Cet état suppose le bon fonctionnement de tous les équipements dans le cadre des limites et procédures opérationnelles définies. Citons comme exemples de ce type de fonctionnement la commutation de charges des équipements utilisateurs, les changements de vitesse du moteur, la commutation et la synchronisation de sources et la mise en parallèle intentionnelle de sources de courant. Le fonctionnement normal comprend aussi les coupures d'alimentation momentanées, ainsi que les transitoires et subtransitoires. (Voir également 4.1.)

4.30 limites normales de qualité de l'alimentation

Limites qui doivent être respectées pendant le fonctionnement normal du réseau. (Voir également 4.2.)

4.31 par unité (PU)

Méthode de normalisation selon laquelle divers paramètres sont quantifiés par rapport à une valeur de base, cette dernière étant généralement la valeur nominale. Pour les réseaux électriques, ce principe est normalement appliqué aux puissances, tensions, courants, ou impédances. Un nombre 'Par Unité' est égal à la valeur réelle d'un paramètre divisé par sa valeur de base correspondante.

Par exemple, dans un réseau triphasé 115/200 V eff, 120 kVA : une puissance de 1 PU vaut 120 kVA ; une tension de 1 PU vaut 115 V eff ; une intensité entre phases de 1 PU vaut 348 A eff ; et une impédance de 1 PU vaut 0,33 ohm. Une charge triphasée, consommant, sur ce réseau, 52 A eff par phase, serait considérée consommer une puissance de 0,15 PU.

4.32 tension de phase

Les valeurs de tension alternative énoncées dans le présent document concernent toute tension entre phase et neutre fournie à des équipements utilisateurs monophasés ou triphasés. Sauf indication contraire, toutes les valeurs de tension alternative définies dans le présent document sont des grandeurs efficaces entre phase et neutre.

4.33 décalage de la tension de phase

Séparation angulaire maximale (autour d'une valeur nominale de 120°) entre les points de tension nulle de deux formes d'onde de tension quelconques dans un réseau alternatif triphasé, en régime stabilisé.

4.34 déséquilibre de tension de phase

Différence maximale entre les valeurs efficaces d'amplitude des tensions de phase, en régime stabilisé.

$$V_{UNB} = \text{Max} \{ V_{AN}, V_{BN}, V_{CN} \} - \text{Min} \{ V_{AN}, V_{BN}, V_{CN} \}$$

avec : V_{AN}, V_{BN}, V_{CN} = grandeurs des tensions de phase.

4.35

facteur de puissance

Pour les équipements utilisateurs fonctionnant en courant alternatif, le facteur de puissance est le rapport entre la puissance réelle ou active (P) consommée, exprimée en watts, et la puissance apparente (S) exprimée en voltampères, soit la relation :

$$PF = P / S$$

avec : P = puissance réelle, en watts,

S = puissance apparente, produit de la valeur efficace de la tension et du courant, in voltampères.

Cette définition du facteur de puissance prend en compte l'effet de la distorsion de la forme d'onde du courant (et/ou de la tension) d'entrée.

Lorsque la forme d'onde fondamentale du courant consommé par un utilisateur est, d'un point de vue électrique, en retard sur la forme d'onde fondamentale de la tension (comme c'est généralement le cas pour les charges inductives), on considère que le facteur de puissance est "en arrière". De la même manière, si la forme d'onde du courant est en avance sur la forme d'onde de tension (cas des charges capacitatives), on considère que le facteur de puissance est "en avant". Lorsque le dispositif utilisateur ne consomme que de la puissance réelle (pas de puissance réactive) et que son courant d'entrée est exactement en phase avec la tension fournie, il est désigné par l'expression de charge à facteur de puissance "unitaire" (PF=1). (Voir également 4.6.)

4.36

Source de courant électrique principale

Générateur, habituellement entraîné par l'un des moteurs de propulsion de l'aéronef, et tout dispositif associé de conditionnement du courant (ne faisant pas partie des équipements utilisateurs) installé afin de fournir du courant électrique pendant toutes les phases de fonctionnement de l'aéronef.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d2deb886-d80e-4af6-8771-85d47bfce65/iso-dis-1540>

4.37

ondulation résiduelle

L'ondulation résiduelle est la variation cyclique autour du niveau moyen de la valeur de la tension ou de l'intensité du courant continu, pendant le fonctionnement du réseau électrique en régime stabilisé. Cette grandeur n'étant pas toujours symétrique, c'est la différence entre les maximums et les minimums qui est mesurée, au lieu de la valeur moyenne de la tension ou du courant.

4.38

valeur efficace (tension ou courant)

Le sens des valeurs quadratiques moyennes, dites "efficaces" (eff) de la tension et du courant repose sur l'équivalence de ces valeurs avec les valeurs en courant continu (cc) qui assureraient le même transport d'énergie dans un circuit en courant continu. La valeur efficace d'une tension se calcule à l'aide de la relation suivante :

$$V_{RMS} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T v^2(t) dt}$$

avec : T = période de la forme d'onde,

v(t) = tension instantanée à l'instant t.

4.39

impédances séquentielles (/harmoniques)

Identifiées comme directe, inverse et homopolaire, ces impédances découlent d'une méthode d'analyse mathématique dénommée "Composantes symétriques", qui décompose le problème relativement complexe de

l'analyse d'un réseau triphasé déséquilibré en une étude de deux réseaux triphasés équilibrés et d'un circuit équilibré.

La mise en œuvre de ces impédances caractéristiques permet de réaliser des analyses de réseaux plus complexes, y compris sur les effets des courants harmoniques pour produire des tensions harmoniques. Les impédances directes et inverses sont déterminées par la résistance et la réactance de la source de courant électrique et du réseau de distribution. Dans les réseaux électriques alternatifs, la valeur de ces impédances augmente donc en fonction de la fréquence de la source (générateur). Les impédances directes et inverses sont identiques pour les éléments passifs, tels que les lignes de distribution, ce qui n'est pas vrai pour les machines électriques.

L'impédance homopolaire est étroitement liée à l'impédance que présente le réseau au passage du courant dans son neutre. Il en découle que cette impédance est fortement influencée par la mise en œuvre d'un chemin de retour par câble ou par le biais de la structure, et dans ce dernier cas, par la configuration exacte du toron de fils triphasés et sa distance par rapport à la structure du chemin de retour. Les courants en déséquilibre et les courants de défaut circulent par le biais de cette impédance.

Alors que les impédances ou les courants directs, inverses et homopolaires sont traditionnellement associés avec des multiples d'harmoniques précis, les harmoniques présents dans un réseau électrique triphasé peuvent également être caractérisés comme ayant des composantes directes, inverses et homopolaires. Les harmoniques de courant directs se composent de trois phaseurs, de même grandeur et séparés l'un de l'autre par un décalage de phase de 120° , les phases respectant le même ordre que les phaseurs représentant le courant fondamental sur le bus.

Les harmoniques de courant inverses se composent également de trois phaseurs, de même grandeur et séparés l'un de l'autre par un décalage de phase de 120° , mais avec un ordre des phases inverse de celui des phaseurs représentant le courant fondamental sur le bus. Alors que les harmoniques de courant directs apportent une contribution positive en couple à un moteur synchrone alimenté par un bus en courant alternatif, les harmoniques de courant inverses s'opposent au couple dans ce même moteur.

Les harmoniques de courant homopolaires se composent de trois phaseurs, eux aussi de même grandeur, mais en plus présentant des angles de phase identiques, qui sont donc décrits comme étant "en phase" l'un avec l'autre. Alors que les harmoniques de courant directs et inverses équilibrés n'induisent aucun courant dans le conducteur neutre, les harmoniques de courant homopolaires équilibrés, tels que ceux produits par les charges non linéaires entre monophasé et neutre, induisent dans le conducteur neutre un courant harmonique égal à trois fois le courant présent sur n'importe laquelle des phases. Les harmoniques d'ordre 3 des courants fondamentaux sur les phases A, B et C, désignés par l'expression "harmoniques de rang 3", ont des angles de phase identiques et, par conséquent, ils agissent avec une grandeur qui est le triple de celle de n'importe quel phaseur. (Voir 4.25.)

4.40 **Subtransitoire**

Variation d'une caractéristique à partir de l'état stabilisé maîtrisé ou du niveau transitoire, d'une durée extrêmement brève (de l'ordre de quelques microsecondes). Les subtransitoires produisent généralement un pic de tension et/ou un train d'onde, dont les caractéristiques dépendent des valeurs relatives d'impédance de la source, de la ligne et des équipements utilisateurs, ainsi que de la manière dont survient l'événement. Les subtransitoires de tension typiques sont produits par la commutation d'éléments de charge inductive ou capacitive.

4.41 **régime stabilisé**

Condition de fonctionnement du réseau lorsque seules de légères variations des paramètres électriques se produisent.

4.42 **stabilité du réseau**

Aspect de la compatibilité dynamique du réseau associé à certains critères de performances, définis aux interfaces du réseau électrique. Pour les réseaux électriques à bord des aéronefs, l'interface principale est le bus électrique. Les critères de performances essentiels sont donc associés au maintien des valeurs de tension et d'intensité, ainsi que de leur contenu spectral, en divers points de ce bus, dans les limites définies par la présente norme en présence de stimuli, tant internes qu'externes.

4.43

taux d'harmoniques (de courant ou de tension)

Le taux d'harmoniques de la forme d'onde de tension alternative est le rapport entre la valeur efficace de ses harmoniques et la valeur efficace de sa composante fondamentale. La formule définissant le taux d'harmoniques (TH) est donnée ci-dessous. La variable 'X' peut représenter une tension ou un courant et elle peut être exprimée en valeur efficace ou en valeur crête. (Voir également 4.7, 4.8.)

$$TH_X = 100 * \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^n X_n^2}}{X_1}$$

avec : X_1 = valeur fondamentale du courant ou de la tension ;

X_n = ni^{ème} harmonique de la valeur du courant ou de la tension.

4.44

transitoires

Variations momentanées d'une caractéristique sortant de la plage autorisée en régime stabilisé, puis y revenant, du fait d'une perturbation du système. Citons comme exemple de ces perturbations, les variations rapides de charge ou de vitesse du moteur, suivies de la réponse conditionnée du circuit générateur. Les variations de tension ou les interruptions d'alimentation de courte durée, dues à des commutations normales de source ou de charge sont considérées être des transitoires normaux. Les transitoires qui dépassent les limites des transitoires normaux, du fait d'une perturbation anormale, puis reviennent dans les limites du régime stabilisé, sont définis comme étant des transitoires anormaux.

4.45

alimentation sécurisée

Alimentation (généralement continue) fournie aux dispositifs utilisateurs essentiels et/ou sensibles aux transitoires de tension, de telle sorte que les coupures d'alimentation soient éliminées ou que leur gravité et probabilité de survenance soient réduites. Les paramètres de qualité de l'alimentation pour ces utilisateurs seront au moins équivalents à ceux stipulés dans le présent document, auxquels s'ajouteront d'éventuels paramètres spécifiques de l'application, stipulés par l'avionneur ou le systémier.

4.46

équipements utilisateurs

Tout équipement ou ensemble fonctionnel auquel du courant électrique est fourni à bord de l'aéronef. Ils peuvent également être désignés par l'appellation "équipements de charge". Certaines spécifications ne sont applicables qu'à des équipements utilisateurs particuliers, si l'équipement ou l'ensemble dépasse un niveau de puissance minimal.

4.47

notation des équipements utilisateurs

Pour permettre les calculs à réaliser dans la présente norme, il est attribué à chacun des équipements utilisateurs une note de charge de valeur égale à la puissance maximale, que l'équipement en question serait susceptible de consommer en continu pendant au minimum 200 millisecondes.

4.48

modulation de tension

La modulation d'une tension alternative est la variation cyclique et/ou aléatoire de la valeur de crête de la tension alternative autour d'une valeur moyenne au cours du fonctionnement en régime stabilisé. L'amplitude de la modulation de tension est la différence entre les valeurs de crête minimale et maximale de la tension enregistrée au cours d'une seconde en régime de fonctionnement stabilisé. (Voir 4.27)

Les caractéristiques fréquentielles de la modulation de tension sont les composantes à des fréquences distinctes, dont l'ensemble constitue la forme d'onde de la modulation de tension.