

10 20

---

# NORME INTERNATIONALE **ISO** 1540



---

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

---

## **Aéronautique — Caractéristiques des réseaux électriques à bord des aéronefs**

*Aerospace — Characteristics of aircraft electrical systems*

**Première édition — 1977-12-15**

---

**CDU 629.7.064.5 : 621.311.012**

**Réf. n° : ISO 1540-1977 (F)**

**Descripteurs :** industrie aéronautique, aéronef, matériel d'aéronef, installation électrique, alimentation électrique, réseau électrique, spécification.

Prix basé sur 19 page:

## 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 confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique correspondant. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO, participent également aux travaux.

Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour approbation, avant leur acceptation comme Normes internationales par le Conseil de l'ISO.

La Norme internationale ISO 1540 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 20, *Aéronautique et espace*, et a été soumise aux comités membres en juillet 1976.

Les comités membres des pays suivants l'ont approuvée :

Allemagne	Espagne	<del>Royaume-Uni</del>
Australie	Inde	Tchécoslovaquie
Autriche	Irlande	Turquie
Belgique	Italie	U.R.S.S.
Brésil	Mexique	U.S.A.
Canada	Philippines	

Le comité membre du pays suivant l'a désapprouvée pour des raisons techniques :

France

# Aéronautique — Caractéristiques des réseaux électriques à bord des aéronefs

## 1 OBJET ET DOMAINE D'APPLICATION

1.1 La présente Norme internationale spécifie les caractéristiques de l'énergie électrique fournie aux bornes des équipements montés à bord des aéronefs et définit les limites des caractéristiques de l'équipement utilisateur qui pourraient altérer d'une façon défavorable les caractéristiques de l'énergie électrique fournie à un autre équipement.

Son but est de réaliser la compatibilité entre les équipements utilisateurs de bord et les alimentations électriques à bord. Les alimentations électriques au sol feront l'objet d'une autre Norme internationale.<sup>1)</sup>

1.2 Les caractéristiques spécifiées dans la présente Norme internationale reposent sur les hypothèses suivantes :

- 1) la charge nominale du réseau n'est pas inférieure à 1,5 kW;
- 2) la charge normale du réseau est comprise entre 5 et 85 % de la charge nominale de celui-ci;
- 3) l'équilibrage du réseau alternatif est tel qu'en régime stabilisé la différence maximale en courant de ligne de la charge d'une source d'énergie n'est pas supérieure à 15 % du courant nominal de cette source d'énergie; et
- 4) le facteur de puissance du réseau alternatif est compris entre 0,8 (selfique) et 1,0 pour les charges comprises entre 30 et 85 % de la charge nominale, et entre 0,5 (selfique) et 1,0 pour les charges comprises entre 5 et 30 % de la charge nominale.

## 2 DÉFINITIONS

2.1 **réseau électrique** (également appelé «réseau») : Ensemble des sources de courant et de l'équipement utilisateur connectés à un point de distribution principal.

NOTE — Il peut y avoir plusieurs sources de courant par réseau et plusieurs réseaux par installation électrique à bord d'un aéronef.

2.2 **puissance installée** : Puissance totale nominale des générateurs dans les conditions de fonctionnement et d'ambiance prévues sur l'aéronef, en n'omettant pas de tenir compte de toute réduction de la puissance disponible dans une utilisation parallèle.

2.3 **sources principales de courant électrique** : Générateur, habituellement entraîné par l'un des moteurs à propulsion de l'aéronef ou un dispositif de transformation d'énergie (ne faisant pas partie de l'équipement utilisateur), installé de façon à fournir le courant électrique au cours du fonctionnement normal de l'aéronef.

2.4 **source de courant électrique de secours** : Générateur, dispositif de transformation d'énergie (ne faisant pas partie de l'équipement utilisateur) ou batterie (d'accumulateurs) installé pour pallier une défaillance du réseau électrique normal au cours d'un vol.

2.5 **fonctionnement normal du réseau** : Conditions obtenues lorsque le réseau électrique exerce les diverses fonctions requises pour l'aéronef pour l'accomplissement de son vol et qu'aucune panne ne se produit. Des exemples de ces opérations, sont la coupure des appareillages d'utilisation, les variations de la vitesse du moteur, le transfert des barres omnibus et le couplage en parallèle des sources d'énergie électrique.

2.6 **fonctionnement anormal du réseau** : Condition résultant d'une dégradation ou d'une perte de régulation de la tension et/ou de la fréquence, l'importance et la durée de la perturbation étant limitées par les circuits de protection. De telles conditions sont rares et se produisent au hasard.

NOTE — S'il survient une panne limitée, la tension en régime stabilisé du réseau pourrait se trouver en un point quelconque situé entre les limites du déclenchement des protections en régime stabilisé anormal qui définissent les limites pour le déclenchement du système de protection. Ces pannes sont extrêmement rares et ne peuvent être décelées que par un contrôle de la tension du réseau, ce qui oblige parfois à recourir à l'emploi d'instruments d'une précision supérieure à celle des appareils de mesure normalement installés dans l'aéronef.

2.7 **fonctionnement du réseau secours** : État du réseau électrique pendant le vol au cours duquel les sources électriques principales ne peuvent plus fournir d'énergie suffisante ou satisfaire aux caractéristiques requises, de sorte qu'une source d'énergie auxiliaire limitée est nécessaire.

2.8 **régime stabilisé** : Conditions qui règnent pour toute charge déterminée lorsque seulement des variations propres ou naturelles se produisent, c'est-à-dire lorsqu'aucun défaut ne se produit et qu'il n'est apporté aucun changement intentionnel à une partie quelconque du réseau.

1) En cours de préparation.

**2.9 équipement utilisateur :** Tout équipement ou tout ensemble fonctionnel auquel on fournit le courant électrique.

NOTE — Dans un but de simplification, la présente Norme internationale ne spécifie que les valeurs applicables à la majorité des équipements électriques d'aéronefs. Ces valeurs seront choisies de préférence.

Il est toutefois possible que, pour des applications particulières, l'équipement doive fonctionner dans une gamme plus étroite de tension, ou dans une gamme plus étendue. Pour ces applications particulières, des valeurs minimales convenables devront être spécifiées dans la spécification d'équipement d'aéronef appropriée pour les tensions en régime stabilisé et les transitoires rectangulaires de tension.

**2.10 masse (mise à la masse) :** La structure primaire de l'aéronef est normalement la masse de référence, le neutre du courant alternatif, et le pôle négatif du courant continu pour les générateurs de courant et pour les réseaux utilisateurs du courant.

**2.11 tension de phase en courant alternatif :** Tension phase-neutre aux bornes des équipements utilisateurs, quelle que soit la phase considérée. Les valeurs des tensions sont des valeurs efficaces moyennes, sauf indication contraire.

**2.12 valeur efficace moyenne :** Somme arithmétique des valeurs efficaces des tensions phase-neutre divisée par le nombre de phases.

**2.13 transitoire :** Qualificatif attribué à un changement à court terme d'une caractéristique allant au-delà des limites de régime stabilisé et revenant aux limites de régime stabilisé en moins d'un laps de temps spécifié. Dans le cadre de la présente Norme internationale, les transitoires de tension se répartissent en transitoires contrôlés et subtransitoires.

**2.14 transitoire contrôlé :** Variation d'une caractéristique à partir du niveau de tension régulé stabilisé, résultant du fonctionnement du système de génération électrique et de l'action «réparatrice» du régulateur.

**2.15 subtransitoire :** Variation à partir d'un niveau transitoire contrôlé ou d'un niveau de tension à un régime stabilisé d'une caractéristique, due à la commutation des charges inductives. Cette action produit généralement un train de valeurs de crête dont chacune atteint une grande amplitude en un temps extrêmement court.

**2.16 résidu global d'harmoniques :** Totalité de la valeur efficace de la tension ou du courant qui reste lorsque la composante fondamentale d'une forme d'onde complexe a été écartée.

**2.17 modulation de fréquence :** Variation cyclique et/ou aléatoire de la fréquence autour d'une valeur moyenne pendant le fonctionnement en régime stabilisé d'un réseau électrique. La modulation est généralement comprise dans une bande étroite de fréquence et souvent non sinusoïdale.

**2.18 taux de répétition de la modulation de fréquence :** Inverse de la période de l'enveloppe de la modulation de fréquence.

**2.19 glissement de fréquence :** Variation lente et aléatoire du niveau de fréquence régulé dans les limites du régime stabilisé.

**2.20 modulation de tension :** Variation cyclique et/ou aléatoire de la valeur de crête de la tension alternative autour d'une valeur moyenne pendant un fonctionnement du réseau électrique provoqué, par exemple, par une régulation de la tension ou par des variations de vitesse. L'enveloppe de modulation est formée par la courbe continue joignant les crêtes successives de l'onde de tension fondamentale.

**2.21 composantes de la modulation de fréquence de la tension :** Composantes à fréquences individuelles dont l'ensemble constitue l'enveloppe de la modulation de tension.

**2.22 ondulation résiduelle de tension :** Variation cyclique et/ou aléatoire de la tension en courant continu autour d'un niveau moyen au cours du fonctionnement du réseau électrique en régime stabilisé.

**2.23 transitoire rectangulaire équivalent :** Fonction mathématique employée dans la présente Norme internationale à titre de base définitive pour comparer les transitoires contrôlés (effectifs) enregistrés sur le réseau électrique et conformes aux exigences spécifiées ci-après.

**2.24 facteur de pointe :** Le facteur de pointe d'une forme d'onde de tension alternative est le rapport de la valeur de crête à la valeur efficace.

### 3 CONDITIONS GÉNÉRALES

#### 3.1 Réseaux électriques

##### 3.1.1 Généralités

Tout réseau doit être conçu de telle façon que son entretien en service normal puisse assurer le maintien des caractéristiques spécifiées quelles que soient les conditions d'ambiance et d'environnement susceptibles de se présenter à bord de l'aéronef sur lequel il a été installé. Les sources de puissance électrique doivent être conçues et commandées de telle façon que les caractéristiques de la puissance électrique aux bornes de l'équipement d'utilisation soient conformes aux exigences de la présente Norme internationale; elles doivent être installées et protégées de façon que toute panne d'une quelconque de ces sources et son retrait du réseau ne puisse provoquer une diminution ultérieure des performances des sources de courant qui restent disponibles.

##### 3.1.2 Courant alternatif

Le réseau de courant alternatif doit être triphasé en étoile, quatre fils, de tension nominale 115/200 V, de fréquence

nominale 400 Hz, l'ordre de séquence des phases étant A-B-C (voir figure 1). Le point neutre de chaque générateur doit normalement être connecté à la masse (voir 2.10) qui doit être considérée comme étant le quatrième fil. Quand il est prévu une alimentation auxiliaire monophasée, celle-ci doit satisfaire aux caractéristiques entre phase et neutre spécifiées dans la présente Norme internationale.

### 3.1.3 Courant continu

Le réseau de courant continu doit être à deux fils, de tension nominale 28 V. Le pôle négatif de chaque source d'énergie doit normalement être connecté à la masse, qui doit alors être considérée comme étant le second fil.

## 3.2 Équipement utilisateur

**3.2.1** L'équipement utilisateur doit conserver ses performances spécifiées lorsqu'il est alimenté avec le courant ayant les gammes de caractéristiques détaillées ici et ne doit pas diminuer les caractéristiques de courant au-delà de leurs limites. Quand on a besoin d'employer un courant ayant d'autres caractéristiques et des tolérances plus étroites qu'il n'est spécifié ici, la transformation permettant d'obtenir ces autres caractéristiques ou ces tolérances plus étroites doit être réalisée par des dispositifs incorporés à l'équipement utilisateur.

**3.2.2** La spécification particulière de l'équipement utilisateur doit mentionner, si nécessaire, les degrés de dégradation de la performance admissibles pour chaque zone de fonctionnement normal, anormal et en secours du réseau.

## 4 CARACTÉRISTIQUES DE L'ALIMENTATION EN COURANT ALTERNATIF À FRÉQUENCE CONSTANTE

NOTE — Sauf indication contraire, les caractéristiques ci-après s'entendent aux bornes de l'équipement utilisateur.

Les caractéristiques de la tension s'appliquent aux quantités entre phase et neutre, les caractéristiques entre phases sont le résultat des caractéristiques spécifiées entre phase et neutre.

Sauf indication contraire, les valeurs du courant alternatif sont des valeurs efficaces.

Les valeurs efficaces des tensions de transitoires contrôlés se déduisent des valeurs de crête enregistrées.

### 4.1 Caractéristiques en régime stabilisé

#### 4.1.1 Tensions

Les tensions simples individuelles et la moyenne des tensions des trois phases doivent être comprises dans les limites spécifiées dans le tableau 3.

#### 4.1.2 Décalage de phase

Le décalage entre les points zéro correspondants sur la forme d'onde doit se situer entre les limites suivantes : 118° et 122°.

#### 4.1.3 Déséquilibre de tension

La différence maximale entre les tensions de phase prises séparément ne doit pas dépasser 3 V en service normal, et 4 V en cas d'urgence.

#### 4.1.4 Forme d'onde de la tension (voir également annexe A)

La forme d'onde de la tension doit obligatoirement être telle que tous les paramètres suivants soient satisfaits :

- 1) le facteur de pointe soit compris entre 1,31 et 1,51;
- 2) le taux global d'harmoniques n'excède pas 5 % de la tension efficace fondamentale;
- 3) aucun harmonique n'excède 4 % de la tension efficace fondamentale;
- 4) l'écart entre les ordonnées des points situés sur la forme d'onde de la tension et celles de points de l'onde sinusoïdale équivalente n'excède pas  $(15,5 + 5,5 \cos 2\theta) \%$  de la tension efficace moyenne mesurée,  $V_p \sin \theta$  étant l'équation de l'onde sinusoïdale équivalente.

#### 4.1.5 Modulation de tension

La modulation de la tension entre phase et neutre ( $\gamma$  compris les effets de la modulation de fréquence) ne doit pas dépasser 3,5 V lorsqu'elle est mesurée comme la différence entre la tension de crête maximale et la tension de crête minimale atteintes sur l'enveloppe de modulation au cours d'une période d'au moins 1 s. Les composantes de fréquence de l'enveloppe de modulation de tension doivent rester à l'intérieur des limites indiquées à la figure 2.

#### 4.1.6 Fréquence

La fréquence du réseau principal doit nécessairement être maintenue entre les limites normales 380 et 420 Hz ou entre les limites anormales 370 Hz et 430 Hz et celle du réseau de secours entre 360 et 440 Hz.

#### NOTES

1 Il est reconnu que beaucoup de réseaux ont des limites de fréquence stables du fait de tolérances beaucoup plus étroites. Lorsque c'est le cas, il doit en être fait état dans les spécifications applicables.

2 Quand on a besoin d'utiliser le réseau de secours à des fréquences inférieures à 360 Hz, la tension doit être régulée de façon à ne pas dépasser la valeur donnée par la formule  $f/3$ , dans laquelle  $f$  est la fréquence en hertz; par exemple : à 300 Hz, la tension ne doit pas dépasser 100 V.

#### 4.1.7 Glissement de fréquence

La variation du niveau régulé, due au glissement, ne doit pas dépasser  $\pm 5$  Hz et la vitesse de glissement de la fréquence ne doit pas dépasser 15 Hz/min.

#### 4.1.8 Modulation de fréquence

Les variations de fréquence dues à la modulation doivent obligatoirement être telles que l'écart par rapport à la fréquence moyenne reste à l'intérieur des limites spécifiées à la figure 3.

## 4.2 Caractéristiques transitoires (voir également annexe B)

### 4.2.1 Tension

#### 4.2.1.1 GÉNÉRALITÉS

Les transitoires contrôlés, lorsqu'ils sont convertis en leur transitoire rectangulaire équivalent (voir 8.1), doivent obligatoirement être maintenus à l'intérieur des limites indiquées à la figure 4 pour tout fonctionnement du réseau de l'aéronef. Pour vérifier la conformité à cette règle, il faut obligatoirement considérer le transitoire sur la phase la plus défavorable.

Outre les transitoires contrôlés, la commutation des équipements provoque des phénomènes subtransitoires. L'essai permettant de vérifier l'aptitude de l'équipement à supporter ces phénomènes subtransitoires est décrit dans l'annexe B.

#### 4.2.1.2 FONCTIONNEMENT NORMAL DU RÉSEAU

**4.2.1.2.1** Les limites 5 et 6 de la figure 4 sont applicables quand on fait varier la charge de 5 à 85 % de la puissance installée ou inversement. Les limites 3 et 4 sont applicables quand on fait varier la charge de 10 à 170 % ou inversement, cette condition correspondant à des coupures de charges comprenant des moteurs.

**4.2.1.2.2** Lors de la commutation ou du transfert des barres omnibus, il peut se produire une interruption de l'alimentation en courant alternatif. La durée exacte de cette interruption est généralement fixée dans la spécification du réseau considéré, mais peut être comprise entre 0 et 200 ms, temps pendant lequel la tension peut avoir n'importe quelle valeur comprise entre zéro et les limites du régime stabilisé applicables. Dès la fin de l'interruption, le transitoire rectangulaire équivalent de la tension doit obligatoirement se situer entre les limites 3 et 4 de la figure 4.

#### 4.2.1.3 FONCTIONNEMENT ANORMAL DU RÉSEAU

Les limites 1 et 2 de la figure 4 sont applicables.

### 4.2.2 Fréquence

#### 4.2.2.1 GÉNÉRALITÉS

Il faut obligatoirement que les transitoires de fréquence demeurent à l'intérieur des limites de la figure 5 dans toutes les conditions de fonctionnement du réseau de l'aéronef.

#### 4.2.2.2 FONCTIONNEMENT NORMAL DU RÉSEAU

Les limites 5 et 6 de la figure 5 sont applicables quand on fait varier la charge de 5 à 85 % de la puissance installée ou inversement. Les limites 3 et 4 sont applicables quand on fait varier la charge de 10 à 170 % ou inversement, cette condition correspondant à des coupures de charges comprenant des moteurs.

#### 4.2.2.3 FONCTIONNEMENT ANORMAL DU RÉSEAU

Les limites 1 et 2 de la figure 5 sont applicables.

## 5 CARACTÉRISTIQUES DE L'ALIMENTATION EN COURANT ALTERNATIF À FRÉQUENCE VARIABLE (Y COMPRIS LES APPLICATIONS AUX HÉLICOPTÈRES COMBINÉS À ROTOR)

NOTE — Les caractéristiques ci-après s'entendent aux bornes de l'équipement utilisateur d'un réseau à fréquence variable, le rapport de vitesse à l'entrée du générateur étant de 1 : 1,5. Lorsque la vitesse est très différente, des valeurs modifiées convenables des caractéristiques doivent être précisées dans la spécification appropriée du réseau de l'aéronef.

Les caractéristiques de la tension s'appliquent aux quantités entre phase et neutre, les caractéristiques entre phases sont le résultat des caractéristiques spécifiées entre phase et neutre.

Sauf indication contraire, les valeurs de la tension sont des valeurs efficaces.

Les valeurs efficaces des tensions de transitoires contrôlés se déduisent des valeurs de crête enregistrées.

### 5.1 Caractéristiques en régime stabilisé

#### 5.1.1 Tension

Comme en 4.1.1.

#### 5.1.2 Décalage de phase

Comme en 4.1.2.

#### 5.1.3 Déséquilibre de tension

Comme en 4.1.3.

#### 5.1.4 Forme d'onde de la tension

Comme en 4.1.4.

#### 5.1.5 Modulation de tension

Comme en 4.1.5.

#### 5.1.6 Fréquence

La fréquence de l'alimentation en courant doit nécessairement être maintenue entre 320 et 480 Hz.

### 5.2 Caractéristiques transitoires (voir également annexe B)

#### 5.2.1 Tension

##### 5.2.1.1 GÉNÉRALITÉS

Les transitoires contrôlés, lorsqu'ils sont convertis en leur transitoire rectangulaire équivalent (voir 8.1), doivent obligatoirement être maintenus à l'intérieur des limites indiquées à la figure 6 pour tout fonctionnement du réseau de l'aéronef. Pour vérifier la conformité à cette règle, il faut obligatoirement considérer le transitoire sur la phase la plus défavorable.

Outre les transitoires contrôlés, la commutation des équipements provoque des phénomènes subtransitoires. L'essai permettant de vérifier l'aptitude de l'équipement à supporter ces phénomènes subtransitoires est décrit dans l'annexe B.

### 5.2.1.2 FONCTIONNEMENT NORMAL DU RÉSEAU

**5.2.1.2.1** Les limites 5 et 6 de la figure 6 sont applicables quand on fait varier la charge de 5 à 85 % de la puissance installée ou inversement. Les limites 3 et 4 sont applicables quand on fait varier la charge de 10 à 170 % ou inversement, cette condition correspondant à des coupures de charges comprenant des moteurs.

**5.2.1.2.2** Lors de la commutation ou du transfert des barres omnibus, il peut se produire une interruption de l'alimentation en courant alternatif. La durée exacte de cette interruption est généralement fixée dans la spécification du réseau considéré mais peut être comprise entre 0 et 200 ms, temps pendant lequel la tension peut avoir n'importe quelle valeur comprise entre zéro et les limites du régime stabilisé applicables. Dès la fin de l'interruption, le transitoire rectangulaire équivalent de la tension doit obligatoirement se situer entre les limites 3 et 4 de la figure 6.

### 5.2.1.3 FONCTIONNEMENT ANORMAL DU RÉSEAU

Les limites 1 et 2 de la figure 6 sont applicables.

### 5.2.2 Fréquence

Les variations de fréquence doivent être telles que la vitesse de variation de fréquence ne dépasse pas 65 Hz/s.

## 6 CARACTÉRISTIQUES DE L'ALIMENTATION EN COURANT CONTINU

NOTE — Les caractéristiques ci-après s'entendent aux bornes de l'équipement utilisateur.

Sauf indication contraire, toutes les valeurs de tension en courant continu sont des valeurs efficaces.

### 6.1 Caractéristiques en régime stabilisé

#### 6.1.1 Tension

La tension doit être comprise entre les limites spécifiées dans le tableau 4.

#### NOTES

1 Les aréonefs sur lesquels sont montés des démarreurs électriques à courant continu rencontrent généralement des tensions basses pendant le cycle de démarrage; les équipements qui doivent fonctionner ou rester branchés pendant ce cycle doivent être identifiés de façon convenable dans la spécification particulière qui doit établir les niveaux de tension appropriés.

2 Un équipement alimenté par un réseau de batteries avec chargeur de batterie intégré peut être soumis à des tensions supérieures aux valeurs spécifiées dans le tableau 4. Les niveaux de tension appropriés doivent être spécifiés dans la spécification particulière de l'équipement.

#### 6.1.2 Ondulation résiduelle de tension

La batterie n'étant pas connectée au réseau, l'ondulation résiduelle de l'alimentation en courant continu doit être telle que l'écart maximal de tension à partir du niveau moyen soit inférieur à 2 V, lorsqu'il est mesuré conformément aux exigences spécifiées en 8.2.

En aucun cas les valeurs efficaces des composantes alternatives particulières de l'ondulation ne doivent dépasser les valeurs indiquées à la figure 7.

## 6.2 Caractéristiques transitoires

### 6.2.1 Tension

#### 6.2.1.1 GÉNÉRALITÉS

Les transitoires contrôlés, lorsqu'ils sont convertis en leur transitoire rectangulaire équivalent, doivent être maintenus à l'intérieur des limites indiquées à la figure 8 pour tout fonctionnement du réseau de l'aéronef. Pour vérifier la conformité à cette règle, il faut obligatoirement considérer le transitoire sur la phase la plus défavorable.

Outre les transitoires contrôlés, la commutation des équipements provoque des phénomènes subtransitoires. L'essai permettant de vérifier l'aptitude de l'équipement à supporter ces phénomènes subtransitoires est décrit dans l'annexe B.

#### 6.2.1.2 FONCTIONNEMENT NORMAL DU RÉSEAU

**6.2.1.2.1** Les limites 5 et 6 de la figure 8 sont applicables quand on fait varier la charge de 5 à 85 % de la puissance installée ou inversement. Les limites 3 et 4 sont applicables quand on fait varier la charge de 10 à 170 % ou inversement, cette condition correspondant à des coupures de charges comprenant des moteurs.

**6.2.1.2.2** Lors de la commutation, du transfert ou de la synchronisation des barres omnibus, il peut se produire une interruption d'alimentation en courant continu. La durée exacte de cette interruption est généralement fixée dans la spécification du réseau considéré, mais peut être comprise entre 0 et 200 ms, temps pendant lequel la tension peut avoir n'importe quelle valeur comprise entre zéro et les limites du régime stabilisé applicables. Dès la fin de l'interruption, le transitoire rectangulaire équivalent de la tension doit obligatoirement se situer entre les limites 3 et 4 de la figure 8.

#### 6.2.1.3 FONCTIONNEMENT ANORMAL DU RÉSEAU

Les limites 1 et 2 de la figure 8 sont applicables.

NOTE — La figure 8 représente les transitoires contrôlés des réseaux de courant continu alimentés par des générateurs ayant une large gamme de vitesses ou par des transformateurs redresseurs alimentés par un réseau de courant alternatif à fréquence variable. Quand la source de puissance est un transformateur redresseur alimenté par un réseau de courant alternatif à fréquence constante, des transitoires contrôlés réduits s'ensuivront conformément à la figure 9.

## 7 ÉQUIPEMENT UTILISATEUR

NOTE — Le présent chapitre définit les limites des caractéristiques de l'équipement utilisateur qui pourraient altérer d'une façon défavorable les caractéristiques de l'énergie électrique fournie à d'autres équipements.

### 7.1 Conditions de l'alimentation

La spécification de l'équipement utilisateur doit préciser

quels types de courant électrique, parmi ceux énumérés ici, doivent être employés. À moins que l'utilisation du courant alternatif et du courant continu ne fournisse un avantage non négligeable du point de vue de la fiabilité, du prix ou du poids, l'équipement utilisateur ne doit être alimenté que par un seul type de courant. L'équipement utilisant les deux types de courant doit satisfaire à toutes les performances spécifiées lorsqu'il est soumis à des variations simultanées de courant alternatif et de courant continu, à l'intérieur des limites indiquées aux chapitres 4, 5 et 6. La panne de l'une ou l'autre des alimentations ne doit pas perturber les conditions de sécurité.

### 7.2 Transformation

Un équipement nécessitant une alimentation de caractéristiques différentes de celles du réseau principal doit accepter une alimentation électrique conforme à celle définie ici et pouvoir la transformer au moyen de dispositifs auxiliaires incorporés à l'équipement ou au réseau utilisateur.

### 7.3 Performances

L'équipement doit pouvoir fournir ses performances spécifiées quand il est alimenté avec l'alimentation appropriée dont les caractéristiques sont conformes aux chapitres 3, 4, 5 et 6, à moins que la spécification particulière de l'équipement ne permette une dégradation pour certaines zones de fonctionnement du réseau. Tout défaut de fonctionnement résultant de l'interruption de l'alimentation d'entrée pendant une durée pouvant atteindre 0,2 s doit être signalé. L'équipement doit obligatoirement pouvoir supporter les limites de tension anormale en régime stabilisé sans se détériorer (voir tableaux 3 et 4) et il doit automatiquement reprendre son fonctionnement normal lorsque le réseau satisfait aux limites de régime stabilisé normal.

Un défaut de l'une des phases de l'alimentation ou de l'équipement alimenté par un réseau triphasé ne doit pas perturber les conditions de sécurité. La spécification particulière doit définir les conditions perturbant la sécurité.

L'équipement doit satisfaire aux essais de contrôle des tensions transitoires décrits dans l'annexe B.

### 7.4 Influence sur les réseaux électriques

En vue de limiter l'influence de l'équipement utilisateur, qui tendrait à faire en sorte que les caractéristiques du courant aux bornes d'entrée dépassent les limites spécifiées aux chapitres 4, 5 et 6, on exige ce qui suit :

- 1) lorsque le courant de ligne d'un équipement alimenté en alternatif dépasse 5 A, il doit être tel que son résidu global d'harmoniques ne dépasse pas 10 % de la composante fondamentale du courant, à moins d'un accord contraire de l'ingénieur qui a conçu l'installation électrique de l'aéronef;
- 2) pour les installations dans lesquelles la charge est pulsée, la cadence et l'amplitude de la variation de courant doivent être réduites au minimum et fixées

d'un commun accord avec l'ingénieur qui a conçu l'installation électrique de l'aéronef;

- 3) les équipements doivent, de préférence, être conçus de telle sorte qu'ils ne renvoient pas du courant continu dans le circuit (par exemple, redressement par demi-alternance d'une phase de l'alimentation). La dérogation à cette exigence pourra être admise après accord avec l'ingénieur qui a conçu l'installation électrique de l'aéronef.

## 7.5 Courant alternatif

### 7.5.1 Courant triphasé

Pour les charges nominales supérieures ou égales à 500 VA, chaque fois que cela s'avérera possible, un courant triphasé doit être utilisé, à moins d'un accord contraire de l'ingénieur qui a conçu l'installation électrique de l'aéronef.

### 7.5.2 Courant monophasé

Pour les charges nominales inférieures à 500 VA, un courant monophasé doit normalement être utilisé. Les équipements consommant plus de 500 VA et monophasés par définition doivent, si possible, avoir une alimentation des phases par une conversion interne en trois charges monophasées. Les charges monophasées doivent normalement être connectées entre phase et neutre.

### 7.5.3 Équilibre des charges entre phases

Tout équipement alimenté en courant triphasé doit exiger, autant que possible, des voltampères de phases égaux; lorsqu'il existe une différence non négligeable entre les charges des phases, les limites doivent être acceptées par l'ingénieur qui a conçu l'installation électrique de l'aéronef.

### 7.5.4 Facteur de puissance

En régime stabilisé, le facteur de puissance des équipements alimentés en courant alternatif doit être aussi près que possible de l'unité; le facteur de puissance à pleine charge sur la phase la moins favorable ne doit pas être inférieur à celui qui est indiqué à la figure 10.

## 7.6 Alimentation électrique d'attente (d'échauffement)

Pour les modes de fonctionnement de l'équipement n'exigeant pas de performance mais ayant besoin d'énergie pour maintenir l'équipement prêt à délivrer des performances, la puissance nécessaire devrait être aussi faible que possible.

## 8 NOTES EXPLICATIVES

### 8.1 Tensions transitoires

Les différentes courbes de tensions transitoires données dans la présente Norme internationale ne prétendent pas représenter des transitoires contrôlés réels; ce sont les enveloppes des transitoires rectangulaires pour tous les transitoires contrôlés susceptibles de se produire et dont on peut



prendre les niveaux de tension pour la conception des installations et/ou pour les essais.

La forme d'onde de la tension subtransitoire donnée en annexe B ne prétend pas représenter les subtransitoires réels mais elle est l'enveloppe à l'intérieur de laquelle tous les subtransitoires sont présumés être compris pour la conception et les essais.

## 8.2 Ondulation résiduelle de tension

L'ondulation résiduelle de tension apparaissant sur une alimentation en courant continu doit être mesurée avec un oscilloscope à large bande (10 MHz minimum) avec un temps de balayage de 2,5 ms. Un oscillogramme doit être effectué. L'ondulation résiduelle maximale de tension ne doit pas être supérieure de plus de 2 V à la tension continue moyenne pour chaque polarité.

## 8.3 Transitoire rectangulaire équivalent aux transitoires contrôlés

Un transitoire rectangulaire est une valeur efficace raisonnablement équivalente à une tension transitoire contrôlée. Les courbes indiquent la durée de la période pendant laquelle il faudrait appliquer la tension de crête d'un transitoire contrôlé donné pour produire le même effet que la totalité du transitoire contrôlé. Un exemple typique de

transformation d'un transitoire contrôlé en son transitoire rectangulaire équivalent est donné à la figure 11.

## 8.4 Limites de tension en régime stabilisé

Les tableaux 3 et 4 définissent les valeurs normales, anormales et de secours auxquelles l'équipement utilisateur sera exposé au cours d'un fonctionnement en régime stabilisé

Ces limites de tension tiennent compte des facteurs suivants :

- 1) les limites de la régulation de tension de la barre omnibus en charge équilibrée;
- 2) l'effet sur la tension de cette barre omnibus due à des charges non équilibrées;
- 3) une tolérance pour une chute de tension dans les câbles d'alimentation de l'équipement utilisateur.

NOTE — Pour les installations en courant triphasé avec charges non équilibrées, voir également 7.5.3.

Les limites anormales en régime stabilisé tiennent compte des limites extrêmes des dispositifs de protection contre les sous-tensions et les surtensions (voir également note en 2.6).

Les tableaux 1 et 2 donnent la méthode d'obtention de ces tolérances.

TABLEAU 1 – Limites des tensions en courant alternatif

Équipement alimenté en courant alternatif	Réseau principal	Réseau de secours
	V	V
Tension, à la barre omnibus, de la source d'énergie	112 à 118	108 à 122
Chute de tension	- 4, + 0	- 4, + 0
Limites en régime stabilisé normal	108 à 118	-
Limites de la zone de déclenchement en sous- ou surtension	- 10 + 14	-
Limites en régime stabilisé anormal	98 à 132	-
Limites en régime stabilisé de secours	-	104 à 122

TABLEAU 2 – Limites des tensions en courant continu

Équipement alimenté en courant continu	Réseau principal	Réseau de secours
	V	V
Tension, à la barre omnibus, de la source d'énergie	26 à 29	20 à 29
Chute de tension	- 2, + 0	- 2, + 0
Limites en régime stabilisé normal	24 à 29	-
Limites de la zone de déclenchement en sous- ou surtension	± 3	-
Limites en régime stabilisé anormal	21 à 32	-
Limites en régime stabilisé de secours	-	18 à 29

TABLEAU 3 – Limites de tension du courant alternatif en régime stabilisé

Chaque phase prise séparément			Moyenne des trois phases		
Normal	Anormal	En secours	Normal	Anormal	En secours
V	V	V	V	V	V
108 à 118	98 à 132	104 à 122	109,5 à 116,5	100 à 130	106 à 120

TABLEAU 4 – Limites de tension du courant continu en régime stabilisé

Normal	Anormal	En secours
V	V	V
24 à 29	21 à 32	18 à 29

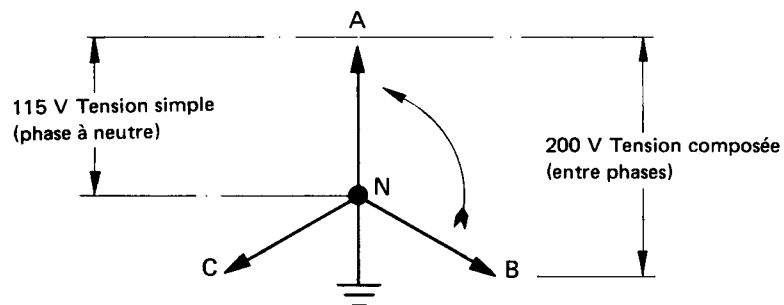


FIGURE 1 – Schéma indiquant la rotation et la désignation des phases

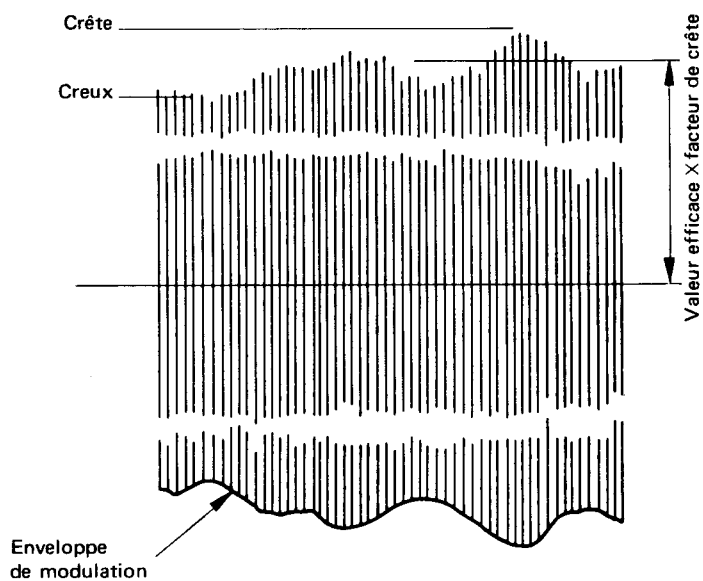
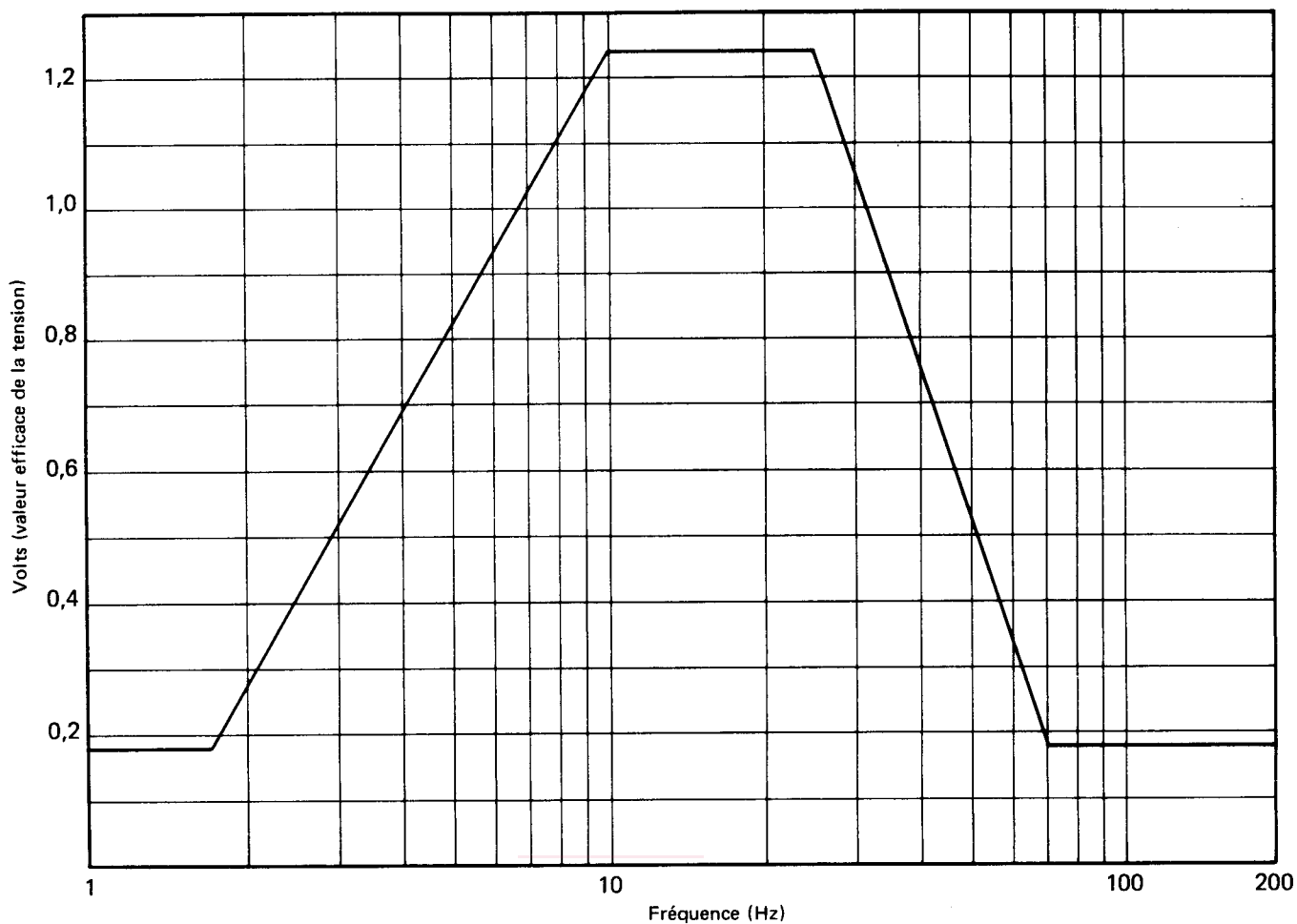


FIGURE 2 – Valeur efficace de la tension des composantes de l'enveloppe de modulation de tension