

L.3	Vérification de la tension secondaire à vide	333
L.4	Essai de rigidité diélectrique	333
L.5	Vérification du montage des dispositifs de protection	334
L.6	Inspection visuelle	334
L.7	Essai de répétition après l'essai de rigidité électrique de routine	334
Annexe M (informative)	Exemples destinés à être utilisés comme guide pour 19.1.....	335
M.1	Généralités	335
M.2	Corps de bobine	335
M.2.1	Type concentrique	335
M.2.2	Type cloisonné	336
M.3	Enroulements.....	336
M.3.1	Sans écran	336
M.3.2	Avec écran	337
Annexe N (informative)	Exemples de points de contrôle des tensions d'essai de rigidité diélectrique	338
Annexe O (vide)	.....	340
Annexe P (informative)	Exemples de points de mesure des lignes de fuite et des distances d'isolement	341
Annexe Q (informative)	Explication des chiffres IP pour les degrés de protection.....	344
Q.1	Généralités	344
Q.2	Degrés de protection contre l'accès à des parties dangereuses et contre la pénétration de corps étrangers solides.....	344
Q.3	Degrés de protection contre la pénétration de l'eau	346
Annexe R (normative)	Explications sur la façon d'appliquer 6.1.2.2.1 de l'IEC 60664-1:2007	347
R.1	Essai diélectrique aux impulsions de tension	347
R.2	Exemple.....	347
Annexe S (vide)	.....	349
Annexe T (vide)	.....	350
Annexe U (vide)	.....	351
Annexe V (informative)	Symboles à utiliser pour les coupe-circuit thermiques.....	352
V.1	Généralités	352
V.2	Coupe-circuit thermique sans réenclenchement automatique (voir 3.3.4)	352
V.3	Coupe-circuit thermique à réenclenchement automatique (voir 3.3.3)	352
Annexe W (normative)	Cartes de circuits imprimés avec revêtement.....	353
W.1	Préambule	353
W.2	Généralités	353
W.3	Froid	353
W.4	Variation rapide de température	353
W.5	Essais additionnels	353
Bibliographie	.....	354
Index des définitions	.....	356
Figure 1 – Principe de l'IEC 61558	.....	185
Figure 2 – Boîte de montage pour transformateur pour pose encastrée	.....	210
Figure 3 – Broche d'essai (voir l'IEC 61032, calibre d'essai 13)	.....	220
Figure 4 – Doigt d'épreuve normalisé (voir l'IEC 61032, calibre d'essai B)	.....	221

Figure 5 – Exemple de méthode d'essai en opposition – Transformateurs monophasés	228
Figure 6 – Exemple de méthode d'essai en opposition – Transformateurs triphasés	229
Figure 7 – Densité spectrale d'amplitude pour les essais aléatoires	242
Figure 8 – Spectre normalisé de choc	243
Figure 9 – Séquence de tensions d'essai	251
Figure 10 – Configuration d'essai: équipement monophasé sur système en étoile TN ou TT	253
Figure 11 – Essai de résistance à l'abrasion pour les couches de revêtement isolant	262
Figure 12 – Appareil d'essai de flexion	280
Figure 13 – Disposition d'essai pour vérifier la résistance mécanique des isolants en couches minces	294
Figure 14 – Appareil pour l'essai à la bille	302
Figure A.1 – Exemple 1	308
Figure A.2 – Exemple 2	309
Figure A.3 – Exemple 3	309
Figure A.4 – Exemple 4	309
Figure A.5 – Exemple 5	310
Figure A.6 – Exemple 6	310
Figure A.7 – Exemple 7	311
Figure A.8 – Exemple 8	311
Figure H.1 – Exemple d'un circuit électronique avec des points à basse puissance	324
Figure J.1 – Circuit de mesure pour courant de contact	328
Figure M.1 – Exemples de constructions de type concentrique	335
Figure M.2 – Exemples de constructions de type cloisonné	336
Figure M.3 – Exemples de constructions d'enroulements sans écran	336
Figure M.4 – Exemples de constructions d'enroulements enveloppés	337
Figure M.5 – Exemples de constructions d'enroulements avec écran	337
Figure N.1 – Transformateur de classe I avec enveloppe métallique	338
Figure N.2 – Transformateur de classe II avec enveloppe métallique	339
Figure N.3 – Transformateur de classe II avec enveloppe isolante	339
Figure P.1 – Transformateur de classe I	341
Figure P.2 – Transformateur de classe I avec écran métallique mis à la terre	342
Figure P.3 – Transformateur de classe II avec enveloppe métallique	342
Figure P.4 – Transformateur de classe II avec enveloppe isolante	343
Figure V.1 – Rétabli par une opération manuelle	352
Figure V.2 – Rétabli par coupure de l'alimentation	352
Figure V.3 – Protecteur thermique (voir 3.3.5)	352
Figure V.4 – Coupe-circuit thermique à réenclenchement automatique	352
Tableau 1 – Symboles utilisés sur l'équipement ou dans les instructions	216
Tableau 2 – Valeurs des températures maximales en usage normal	230
Tableau 3 – Explication des températures maximales des enroulements requises dans le Tableau 2	231
Tableau 4 – Température et durée d'essai (en jours) par cycle	232

Tableau 5 – Valeurs maximales des températures en cas de court-circuit ou de surcharge	235
Tableau 6 – Valeurs de T et k pour les fusibles	236
Tableau 7 – Force de traction sur les broches.....	240
Tableau 8 – Conditions pour les essais de vibrations (aléatoires)	242
Tableau 9 – Valeurs de densité spectrale d'amplitude (ASD) pour les essais de vieillissement accéléré	242
Tableau 10 – Valeurs de fréquence en fonction de la masse de l'échantillon	242
Tableau 11 – Valeurs d'excitation pour les essais de vibrations	243
Tableau 12 – Essai des transformateurs protégés contre la pénétration des corps solides	245
Tableau 13 – Valeur des résistances d'isolement.....	249
Tableau 14 – Tableau des tensions d'essai de rigidité diélectrique	250
Tableau 15 – Courants limites.....	253
Tableau 16 – Sections nominales des câbles souples externes.....	277
Tableau 17 – Force de torsion et couple à appliquer aux câbles souples externes d'un transformateur fixe ou mobile.....	282
Tableau 18 – Couple appliqué aux vis et connexions	287
Tableau 19 – Couple de torsion des presse-étoupe.....	288
Tableau 20 – Distances d'isolement en mm	295
Tableau 21 – Lignes de fuite en mm	296
Tableau 22 – Distance à travers l'isolation en mm	297
Tableau 23 – Lignes de fuite et distances d'isolement entre bornes pour les connexions externes	298
Tableau 24 – Valeurs des fils FIW avec un diamètre extérieur minimal et des tensions d'essai minimales en fonction de l'augmentation de l'émail total	300
Tableau A.1 – Largeur des rainures en fonction du degré de pollution	308
Tableau F.1 – Courant de crête de décharge de charges additionnelles.....	318
Tableau I.1 – Dimensions des connecteurs rectangulaires en cuivre	326
Tableau K.1 – Diamètre du mandrin	330
Tableau K.2 – Température du four.....	330
Tableau Q.1 – Degrés de protection contre l'accès à des parties dangereuses indiqués par le premier chiffre caractéristique	345
Tableau Q.2 – Degrés de protection contre la pénétration de corps étrangers solides indiqués par le premier chiffre caractéristique	345
Tableau Q.3 – Degré de protection indiqué par le deuxième chiffre caractéristique	346
Tableau R.1 – Impulsion de tension d'essai conforme à 6.1.2.2.1 de l'IEC 60664-1:2007	347

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**SÉCURITÉ DES TRANSFORMATEURS, BOBINES D'INDUCTANCE,
BLOCS D'ALIMENTATION ET DES COMBINAISONS DE CES ÉLÉMENTS –****Partie 1: Exigences générales et essais****AVANT-PROPOS**

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, l'IEC – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de l'IEC"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de l'IEC. L'IEC n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à l'IEC, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de l'IEC, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale IEC 61558-1 a été établie par le comité d'études 96 de l'IEC: Transformateurs, bobines d'inductance, blocs d'alimentations et combinaison de ces éléments.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition parue en 2005 et l'Amendement 1:2009. Cette édition constitue une révision technique.

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente:

- a) fils de bobinage totalement isolés (FIW), nouveaux tableaux et essais de vieillissement pour les constructions avec fils FIW,
- b) les catégories de surtensions 1, 2, 3 et 4 pour les distances d'isolement et les essais de rigidité diélectrique (nouveaux tableaux) sont incluses,

- c) développement de nouveaux symboles pour les différentes catégories de surtensions,
- d) symbole pour les altitudes maximales, si elles sont supérieures à 2 000 m,
- e) symbole pour les blocs d'alimentation enfichables, si les broches sont endommagées (essai au tambour tournant),
- f) symbole pour la température minimale (même durant le transport),
- g) variante de mesure de la température, méthode de charge simulée et d'essai en opposition conformément à l'IEC 60076-11,
- h) protection contre les courts-circuits et les surcharges, méthode de charge simulée et d'essai en opposition conformément à l'IEC 60076-11,
- i) ajustement des températures dans le Tableau 2 conformément au Guide CENELEC 29,
- j) établissement de l'essai de décharge partielle au-dessus de 750 V pour les constructions avec fils FIW,
- k) exigences pour noyaux toroïdaux, division pour l'isolation principale et pour l'isolation supplémentaire,
- l) modification des indices de protection pour les enveloppes (code IP),
- m) dimensionnement des connecteurs de section rectangulaire pour transformateurs,
- n) essai de répétition, 80 % de la tension d'essai de rigidité diélectrique requise dans le Tableau 14,
- o) essai de vibrations pour les véhicules et les applications ferroviaires,
- p) deux condensateurs Y1 pour des tensions locales supérieures à 250 V et ne dépassant pas 500 V avec la catégorie de surtension 3.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
96/466/FDIS	96/468/RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

Elle a le statut d'une publication groupée de sécurité conformément au Guide IEC 104.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 61558, publiées sous le titre général *Sécurité des transformateurs, bobines d'inductance, blocs d'alimentation et des combinaisons de ces éléments*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

Les futures normes de cette série porteront dorénavant le nouveau titre général cité ci-dessus. Le titre des normes existant déjà dans cette série sera mis à jour lors de la prochaine édition.

Dans la présente norme, les caractères d'imprimerie suivants sont employés:

- exigences proprement dites: caractères romains;
- *modalités d'essais: caractères italiques;*
- commentaires: petits caractères romains.

Dans le texte de la norme, les mots en **gras** sont définis à l'Article 3.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

- reconduite,
- supprimée,
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

INTRODUCTION

Le présent document couvre les exigences de sécurité pour les **transformateurs**. Lorsque le terme «**transformateur**» est utilisé, il couvre soit le **transformateur**, soit la **bobine d'inductance**, soit le **bloc d'alimentation**, suivant les cas.

Lors de l'élaboration de ce document, les exigences de l'IEC 60364 (toutes les parties) ont été prises en compte autant que possible, de sorte qu'un **transformateur** puisse être installé conformément aux règles d'installation qu'elle contient. Cependant les règles d'installation nationales peuvent différer.

Ce document couvre les niveaux de protection acceptés internationalement contre les risques tels que les risques électriques, mécaniques et liés au feu, qui peuvent être induits par les **transformateurs** durant leur fonctionnement en utilisation normale et selon les instructions du constructeur. Il couvre aussi les situations anormales qui peuvent se produire dans la pratique.

Un **transformateur** conforme à ce document ne sera pas nécessairement jugé conforme aux principes de sécurité de ce document si, lorsqu'il est examiné et soumis à essai, il apparaît avoir d'autres caractéristiques qui compromettent le niveau de sécurité couvert par les exigences du présent document.

Un **transformateur** utilisant des matériaux ou ayant des formes de construction qui diffèrent des données détaillées dans ce document peut être examiné et soumis à essai en tenant compte des objectifs de ces exigences. S'il est jugé pratiquement équivalent, il peut être considéré conforme aux exigences de sécurité de ce document.

La norme traitant des aspects non relatifs à la sécurité de la compatibilité électromagnétique (CEM) des **transformateurs** est l'IEC 62041. Cependant, cette dernière fait également mention d'essais qui peuvent soumettre le **transformateur** à des conditions impliquant des aspects relatifs à la sécurité.

L'objectif de l'IEC 61558-1 est de fournir un ensemble d'exigences et d'essais qui sont considérés comme généralement applicables à la plupart des types de **transformateurs** et qui peuvent être mentionnés le cas échéant par la partie appropriée de l'IEC 61558-2. Par conséquent, l'IEC 61558-1 ne doit pas être considérée en soi comme une spécification pour un type donné de **transformateur**, et ses dispositions s'appliquent uniquement à des types particuliers de **transformateurs** dans la limite déterminée par la partie appropriée de l'IEC 61558-2. L'IEC 61558-1 comporte également des essais individuels de série normatifs.

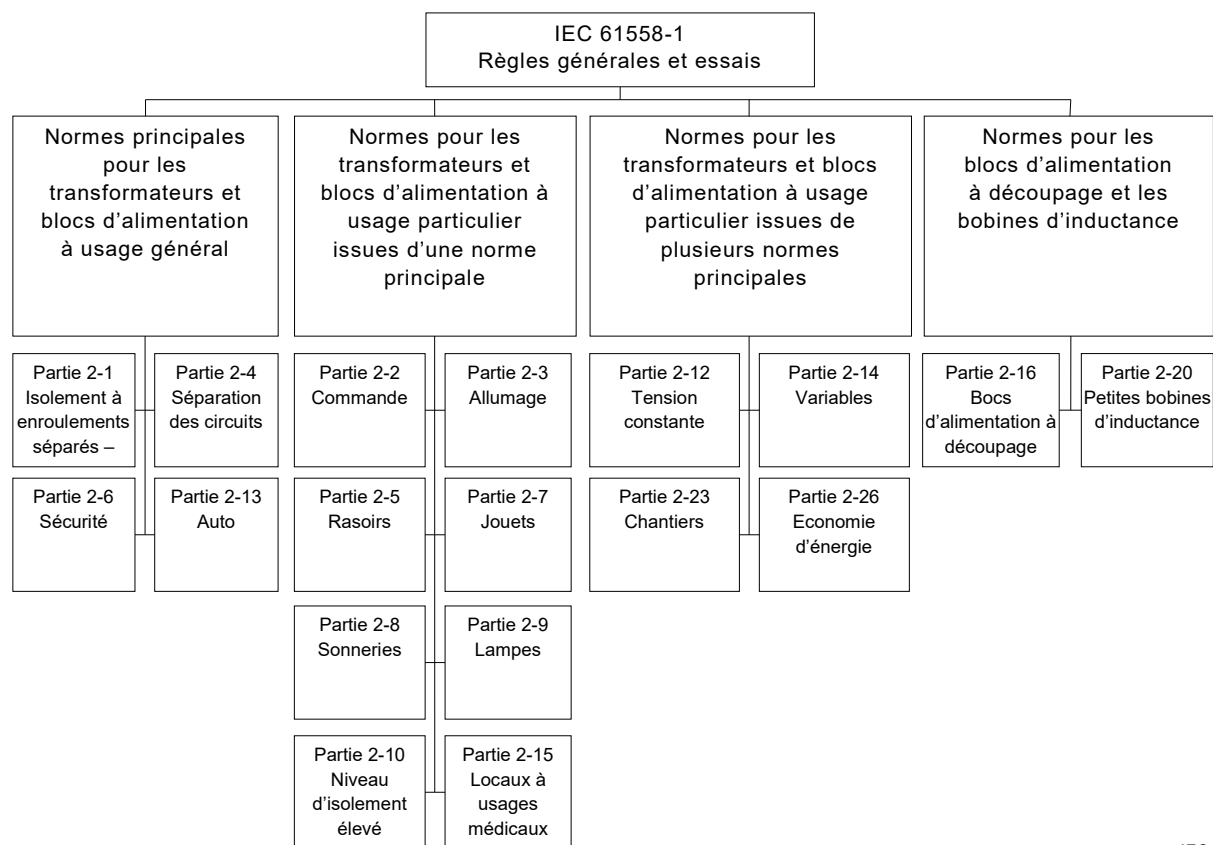
Chaque partie de l'IEC 61558-2, conjointement avec ce document, comprend toutes les exigences nécessaires pour le **transformateur** considéré et par conséquent ne fait pas référence à une autre partie de l'IEC 61558-2. Pour les **transformateurs** ayant un indice de protection IP00 et les **transformateurs** associés, il est possible d'avoir, dans la même construction, plusieurs circuits conformes à différentes parties de l'IEC 61558-2 (par exemple, un circuit secondaire TBTS conforme à l'IEC 61558-2-6 et un circuit secondaire 230 V conforme à l'IEC 61558-2-4). Cependant, lorsque différentes parties de l'IEC 61558-2 s'appliquent à un **transformateur**, la partie appropriée de l'IEC 61558-2 sera appliquée séparément à chaque fonction/application dans la mesure du possible. L'influence d'une fonction sur l'autre sera prise en compte le cas échéant.

Si une partie appropriée de l'IEC 61558-2 pour un type particulier de **transformateur** ou pour un groupe de **transformateurs** n'existe pas, la partie applicable la plus proche peut être utilisée comme un guide pour les exigences et les essais.

Certains pays toutefois peuvent souhaiter considérer l'application du présent document, dans la mesure du possible, à des transformateurs qui ne sont pas mentionnés dans la série IEC 61558-2 ainsi qu'à des transformateurs conçus suivant de nouveaux principes.

Lorsque dans une des parties de l'IEC 61558-2 il est fait référence à l'un des articles de l'IEC 61558-1 par la phrase «L'article de la Partie 1 est applicable», cette phrase signifie que toutes les exigences de cet article de l'IEC 61558-1 s'appliquent, à l'exception de celles qui sont clairement inapplicables pour le type particulier de **transformateurs** couvert par cette partie de l'IEC 61558-2.

Le principe de la préparation des différentes parties de l'IEC 61558-2 est décrit Figure 1.



IEC

Figure 1 – Principe de l'IEC 61558

Les articles du présent document (par exemple, les articles traitant de l'essai d'endurance thermique pour enroulements) s'appliquent aussi aux **transformateurs** faisant partie intégrante d'un appareil et ne pouvant pas être soumis à essai séparément.

L'IEC 61558 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Sécurité des transformateurs, bobines d'inductance, blocs d'alimentation et des combinaisons de ces éléments*:¹

- Partie 1: Exigences générales et essais
- Partie 2-1: Règles particulières et essais pour les transformateurs d'isolement à enroulements séparés pour applications générales
- Partie 2-2: Règles particulières et essais pour les transformateurs de commande
- Partie 2-3: Règles particulières et essais pour les transformateurs d'allumage pour brûleurs à gaz et combustibles liquides

¹ Certaines parties, publiées antérieurement, portent le titre général de *Sécurité des transformateurs, blocs d'alimentation, bobines d'inductance et produits analogues*, celui de *Sécurité des transformateurs, blocs d'alimentation et analogues* ou celui de *Sécurité des transformateurs, blocs d'alimentation et dispositifs similaires*. Leur titre sera mis à jour lors d'une prochaine édition.

- Partie 2-4: Règles particulières et essais pour les transformateurs de séparation des circuits
- Partie 2-5: Règles particulières et essais pour les transformateurs et les blocs d'alimentation pour rasoirs
- Partie 2-6: Règles particulières et essais pour les transformateurs de sécurité
- Partie 2-7: Règles particulières et essais pour transformateurs pour jouets
- Partie 2-8: Règles particulières et essais pour les transformateurs pour sonneries
- Partie 2-9: Règles particulières et essais pour les transformateurs pour baladeuses de classe III pour lampe à filament de tungstène
- Partie 2-10: Règles particulières et essais pour les transformateurs d'isolement à enroulements séparés à niveau d'isolement élevé et pour les transformateurs d'isolement à enroulements séparés à tensions secondaires supérieures à 1 000 V
- Partie 2-12: Règles particulières et essais pour les transformateurs à tension constante
- Partie 2-13: Règles particulières et essais pour les autotransformateurs
- Partie 2-14: Règles particulières et essais pour les transformateurs variables
- Partie 2-15: Règles particulières pour les transformateurs de séparation de circuits pour locaux à usages médicaux
- Partie 2-16: Règles particulières et essais pour les blocs d'alimentations à découpage et les transformateurs pour blocs d'alimentation à découpage
- Partie 2-20: Règles particulières et essais pour les petites bobines d'inductance
- Partie 2-23: Règles particulières et essais pour les transformateurs et les blocs d'alimentation pour chantiers
- Partie 2-26: Règles particulières et essais pour les transformateurs et les blocs d'alimentation entièrement destinés à l'économie d'énergie et à d'autres fins

D'autres parties sont actuellement à l'étude.

SÉCURITÉ DES TRANSFORMATEURS, BOBINES D'INDUCTANCE, BLOCS D'ALIMENTATION ET DES COMBINAISONS DE CES ÉLÉMENTS –

Partie 1: Exigences générales et essais

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 61558 traite des aspects relatifs à la sécurité des **transformateurs**, bobines d'inductance, blocs d'alimentation et des combinaisons de ces éléments, tels que la sécurité électrique, la sécurité thermique et la sécurité mécanique.

Le présent document couvre les **transformateurs de type sec**, les **blocs d'alimentation**, y compris les **blocs d'alimentation à découpage**, les **bobines d'inductance** et les combinaisons de ces éléments, de type **indépendant** ou **associé**, fixe ou mobile, dans le domaine de la sécurité. Les enroulements peuvent être enrobés ou non enrobés. Ils ne constituent pas une partie du réseau de distribution.

NOTE 1 La distinction entre transformateurs, blocs d'alimentation, et blocs d'alimentation à découpage s'établit de la manière suivante:

- pour les **transformateurs**, il n'y a pas de changement de fréquence. Cependant, des **transformateurs** (par exemple les **transformateurs** à tension constante peuvent avoir des fréquences de résonance interne ne dépassant pas 30 kHz;
- pour les **blocs d'alimentation**, la **fréquence de fonctionnement interne** et la forme d'onde sont différentes de la **fréquence d'alimentation** et de la forme d'onde du réseau et la **fréquence de fonctionnement interne** n'excède pas 500 Hz (voir définition 3.1.19);
- pour les **blocs d'alimentation à découpage**, la **fréquence de fonctionnement interne** et la forme d'onde sont différentes de la **fréquence d'alimentation** et de la forme d'onde et la **fréquence de fonctionnement interne** est comprise entre 500 Hz et 100 MHz.

Voir la ou les parties de l'IEC 61558-2 qui s'appliquent dans la liste fournie dans l'avant-propos de ce document.

a) **Transformateurs de séparation des circuits et transformateurs de sécurité, associés ou indépendants**, fixes ou mobiles, à refroidissement par air (circulation naturelle ou forcée), monophasés ou polyphasés, présentant les caractéristiques suivantes:

- **tension primaire assignée** ne dépassant pas 1 000 V en courant alternatif;
- **fréquence d'alimentation assignée** ne dépassant pas 500 Hz;

et respectant les limites suivantes sauf spécification contraire dans la partie appropriée de l'IEC 61558-2:

- pour les **transformateurs de séparation des circuits**:
 - une puissance assignée pour les **transformateurs** monophasés n'excédant pas 25 kVA, et pour les **transformateurs** polyphasés n'excédant pas 40 kVA;
 - une **tension secondaire à vide** et une **tension secondaire assignée** excédant 50 V en courant alternatif et n'excédant pas 500 V en courant alternatif ou 1 000 V en courant alternatif, conformément aux règles nationales d'installation ou pour des applications spéciales.
- pour les **transformateurs de sécurité**:
 - une **puissance assignée** pour les **transformateurs** monophasés n'excédant pas 10 kVA, et pour les **transformateurs** polyphasés n'excédant pas 16 kVA;
 - une **tension secondaire à vide** et une **tension secondaire assignée** n'excédant pas 50 V en courant alternatif entre conducteurs, ou entre n'importe quel conducteur et la terre de protection.

NOTE 2 Les **transformateurs de séparation des circuits** et les **transformateurs de sécurité** sont utilisés lorsque la **double isolation** ou l'**isolation renforcée** est requise entre les circuits par les règles d'installation ou par la spécification de l'appareil d'utilisation (par exemple: jouets, sonneries, **outils** portatifs, baladeuses).

b) **Transformateurs à enroulements séparés, autotransformateurs, transformateurs variables** et petites **bobines d'inductance, associés ou indépendants**, à refroidissement par air (circulation naturelle ou forcée), **fixes** ou **mobiles**, monophasés ou polyphasés, présentant les caractéristiques suivantes:

- **tension primaire assignée** ne dépassant pas 1 000 V en courant alternatif;
- **fréquence d'alimentation assignée** ne dépassant pas 500 Hz;

et respectant les limites suivantes sauf spécification contraire dans la partie appropriée de l'IEC 61558-2:

- une tension secondaire à vide ou une tension secondaire assignée pour les **transformateurs** associés ou indépendants n'excédant pas 15 kV en courant alternatif et pour les **transformateurs** indépendants une tension secondaire assignée excédant 50 V en courant alternatif;
- une **puissance assignée** n'excédant pas les valeurs suivantes:
 - 1 kVA pour les **transformateurs** monophasés;
 - 2 kVAR pour les **bobines d'inductance** monophasées;
 - 5 kVA pour les **transformateurs** polyphasés;
 - 10 kVAR pour les **bobines d'inductance** polyphasées.

NOTE 3 Les **transformateurs à enroulements séparés** sont utilisés lorsque la **double isolation** ou l'**isolation renforcée** n'est pas exigée entre les circuits par les règles d'installation ou la spécification de l'appareil d'utilisation.

NOTE 4 Normalement, les **transformateurs** du type b) sont destinés à être associés à un équipement pour lui fournir des tensions différentes de la tension d'alimentation pour des raisons fonctionnelles. La protection contre les chocs électriques peut être obtenue ou complétée par d'autres particularités de l'équipement, telle que la **masse**. Des parties du **circuit secondaire** peuvent être connectées au **circuit primaire** ou à la terre de protection.

c) **Blocs d'alimentation et blocs d'alimentation à découpage associés ou indépendants, fixes** ou **mobiles**, à refroidissement par air (circulation naturelle ou forcée), monophasés ou polyphasés, incorporant un ou plusieurs transformateur(s) de type a) ou b), présentant les caractéristiques suivantes:

- **tension primaire assignée** ne dépassant pas 1 000 V en courant alternatif;
- **fréquence d'alimentation assignée** ne dépassant pas 500 Hz;
- fréquence de fonctionnement interne pour les blocs d'alimentation ne dépassant pas 500 Hz et pour les blocs d'alimentation à découpage ne dépassant pas 100 MHz;

et satisfaisant aux limites suivantes sauf spécification contraire dans les parties appropriées de l'IEC 61558-2:

- pour les blocs d'alimentation et pour les blocs d'alimentation à découpage incorporant des **transformateurs** de séparation des circuits:
 - une **puissance assignée** pour les **blocs d'alimentation** monophasés ou polyphasés ou pour les **blocs d'alimentation à découpage** n'excédant pas 1 kVA;
 - une **tension secondaire à vide** et une **tension secondaire assignée** excédant 50 V en courant alternatif ou 120 V en courant continu lissé, et n'excédant pas 500 V en courant alternatif ou 708 V en courant continu lissé, ou n'excédant pas 1 000 V en courant alternatif ou 1 415 V en courant continu lissé conformément aux règles nationales d'installation ou pour des applications spéciales;
- pour les **blocs d'alimentation** et pour les **blocs d'alimentation à découpage** incorporant des **transformateurs de sécurité**:
 - une **puissance assignée** pour les **blocs d'alimentation** monophasés ou polyphasés et pour les **blocs d'alimentation à découpage** n'excédant pas 1 kVA;
 - une **tension secondaire à vide** et une **tension secondaire assignée** n'excédant pas 50 V en courant alternatif ou 120 V en courant continu lissé entre conducteurs, ou entre n'importe quel conducteur et la terre de protection.

NOTE 5 Les **blocs d'alimentation** et les **blocs d'alimentation à découpage** incorporant des **transformateurs de séparation des circuits** et des **transformateurs de sécurité** sont utilisés lorsque la