

Matériel de soudage à l'arc

Partie 1 : Sources de courant de soudage

Norme Marocaine homologuée

Par décision du Directeur de l'Institut Marocain de Normalisation N°.....du 2021,
publiée au B.O. N° du 2021.

Correspondance

La présente norme nationale est identique à l'EN 60974-1:2012 et est reproduite avec la permission du CEN, Avenue Marnix 17, B-1000 Bruxelles.

Tous droits d'exploitation des Normes Européennes sous quelque forme que ce soit et par tous moyens sont réservés dans le monde entier au CEN et à ses Membres Nationaux, et aucune reproduction ne peut être engagée sans permission explicite et par écrit du CEN par l'IMANOR.

Droits d'auteur

Droit de reproduction réservés sauf prescription différente aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé électronique ou mécanique y compris la photocopie et les microfilms sans accord formel. Ce document est à usage exclusif et non collectif des clients de l'IMANOR, Toute mise en réseau, reproduction et rediffusion, sous quelque forme que ce soit, même partielle, sont strictement interdites.

Avant-Propos National

L'Institut Marocain de Normalisation (IMANOR) est l'Organisme National de Normalisation. Il a été créé par la Loi N° 12-06 relative à la normalisation, à la certification et à l'accréditation sous forme d'un Etablissement Public sous tutelle du Ministère chargé de l'Industrie et du Commerce.

Les normes marocaines sont élaborées et homologuées conformément aux dispositions de la Loi N° 12- 06 susmentionnée.

La présente norme marocaine a été reprise de la norme européenne EN conformément à l'accord régissant l'affiliation de l'Institut Marocain de Normalisation (IMANOR) au Comité Européen de Normalisation (CEN).

Tout au long du texte du présent document, lire « ... la présente norme européenne ... » avec le sens de « ... la présente norme marocaine... ».

Toutes les dispositions citées dans la présente norme, relevant du dispositif réglementaire européen (textes réglementaires européens, directives européennes, étiquetage et marquage CE, ...) sont remplacés par les dispositions réglementaires ou normatives correspondantes en vigueur au niveau national, le cas échéant.

La présente norme marocaine NM EN 60974-1 a été examinée et adoptée par la Commission de Normalisation de Chaudronnerie et Menuiserie Métalliques (037).

Version française

**Matériel de soudage à l'arc -
Partie 1: Sources de courant de soudage
(CEI 60974-1:2012)**

Lichtbogenschweißeinrichtungen -
Teil 1: Schweißstromquellen
(IEC 60974-1:2012)

Arc welding equipment -
Part 1: Welding power sources
(IEC 60974-1:2012)

La présente Norme Européenne a été adoptée par le CENELEC le 2012-07-17. Les membres du CENELEC sont tenus de se soumettre au Règlement Intérieur du CEN/CENELEC qui définit les conditions dans lesquelles doit être attribué, sans modification, le statut de norme nationale à la Norme Européenne.

Les listes mises à jour et les références bibliographiques relatives à ces normes nationales peuvent être obtenues auprès du CEN-CENELEC Management Centre ou auprès des membres du CENELEC.

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

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

CENELEC

Comité Européen de Normalisation Electrotechnique
Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung
European Committee for Electrotechnical Standardization

Management Centre: Avenue Marnix 17, B - 1000 Bruxelles

Avant-propos

Le texte du document 26/472/FDIS, future édition 4 de la CEI 60974-1, préparé par le CE 26 de la CEI, "Soudage électrique", a été soumis au vote parallèle CEI-CENELEC et approuvé par le CENELEC en tant que EN 60974-1:2012.

Les dates suivantes sont fixées :

- date limite à laquelle ce document doit être mis en application au niveau national par publication d'une norme nationale identique ou par entérinement (dop) 2013-04-17
- date limite à laquelle les normes nationales conflictuelles doivent être annulées (dow) 2015-07-17

Ce document remplace l'EN 60974-1:2005.

L'EN 60974-1:2012 inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'EN 60974-1:2005:

- l'essai d'échauffement doit être réalisé à une température ambiante de 40 °C (voir 5.1);
- la nouvelle Figure 1 fournit un récapitulatif des exigences d'isolement;
- les lignes de fuite pour le degré de pollution 4 ne sont plus valables (voir Tableau 2);
- les exigences d'isolement pour le matériel de Classe II sont définies (voir Tableau 3);
- la limite inférieure restrictive d'interpolation de la tension d'essai diélectrique est modifiée et passe à 220 V et l'interpolation pour le circuit de commande et de soudage est clarifié (voir Tableau 4);
- l'essai à l'eau est simplifié par la suppression de l'examen visuel (voir 6.2.1);
- les exigences d'isolement du circuit d'alimentation et du circuit de soudage sont transformées en protection contre les chocs électriques en service normal (voir 6.2.4);
- les exigences relatives au courant de contact en service normal et en condition de défaut simple sont modifiées (voir 6.2.5, 6.2.6 et 6.3.6);
- les valeurs de température maximale pour les systèmes d'isolement sont révisées conformément à l'édition actuelle de l'EN 60085 (voir Tableau 6);
- les limites d'échauffement pour les surfaces externes sont mises à jour en fonction de la durée des contacts involontaires, telle que définie dans l'EN ISO 13732-1 (voir Tableau 7);
- l'essai en charge est complété par un essai diélectrique (voir 7.4);
- l'essai de conformité pour les tolérances aux fluctuations de la tension d'alimentation est clarifié (voir 10.1);
- le marquage des bornes est limité aux bornes des conducteurs de protection externes et des matériels triphasés (voir 10.4);

- l'usage des dispositifs réducteurs de risques est clarifié (voir 11.1);
- les exigences relatives aux circuits de commande sont modifiées (voir l'Article 12);
- l'essai au choc est clarifié (voir 14.2.2);
- les paramètres d'ambiance sont complétés (voir Annexe M).

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

- *critères de conformité: caractères italiques.*

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

La présente norme couvre les éléments principaux des objectifs de sécurité pour des équipements électriques conçus pour être utilisés sous certaines limites de tension (DBT - 2006/95/CE).

Projet de norme marocaine

SOMMAIRE

Avant-propos	2
1 Domaine d'application	7
2 Références normatives	7
3 Termes et définitions	8
4 Conditions ambiantes	17
5 Essais	17
5.1 Conditions d'essai	17
5.2 Instruments de mesure	17
5.3 Conformité des composants	18
5.4 Essais de type	18
5.5 Essais individuels de série	19
6 Protection contre les chocs électriques	19
6.1 Isolement	19
6.2 Protection contre les chocs électriques en service normal (contact direct)	26
6.3 Protection contre les chocs électriques en cas de défaut (contacts indirects)	29
7 Exigences thermiques	31
7.1 Essai d'échauffement	31
7.2 Mesure des températures	32
7.3 Limites d'échauffement	34
7.4 Essai en charge	35
7.5 Collecteurs et bagues	36
8 Protection thermique	36
8.1 Exigences générales	36
8.2 Construction	37
8.3 Emplacement	37
8.4 Capacité de fonctionnement	37
8.5 Fonctionnement	37
8.6 Réenclenchement	37
8.7 Indication	38
9 Fonctionnement anormal	38
9.1 Exigences générales	38
9.2 Essai de ventilateur bloqué	38
9.3 Essai de courant de court-circuit	38
9.4 Essai de surcharge	39
10 Raccordement au réseau d'alimentation	39
10.1 Tension d'alimentation	39
10.2 Tension d'alimentation multiple	40
10.3 Moyens de raccordement au circuit d'alimentation	40
10.4 Marquage des bornes	40
10.5 Circuit de protection	41
10.6 Serre-câble	43
10.7 Entrées de câbles	44
10.8 Dispositif de commutation marche/arrêt sur le circuit d'alimentation	44
10.9 Câbles d'alimentation	45
10.10 Dispositif de connexion à l'alimentation (fiche de prise de courant montée)	45
11 Sortie	46

11.1	Tension à vide assignée	46
11.2	Valeurs d'essais de type de la tension conventionnelle en charge	49
11.3	Dispositifs de commutation mécaniques utilisés pour ajuster la sortie	50
11.4	Raccordement au circuit de soudage	50
11.5	Alimentation de dispositifs extérieurs raccordés au circuit de soudage	51
11.6	Sortie d'alimentation auxiliaire	52
11.7	Câbles de soudage	52
12	Circuits de commande	52
12.1	Exigence générale	52
12.2	Isolation des circuits de commande	52
12.3	Tensions locales des circuits de commande à distance	53
13	Dispositif réducteur de risques	53
13.1	Exigences générales	53
13.2	Types de dispositifs réducteurs de risques	53
13.3	Exigences pour les dispositifs réducteurs de risques	54
14	Dispositions mécaniques	55
14.1	Exigences générales	55
14.2	Enveloppe	55
14.3	Moyens de manutention	56
14.4	Essai de chute	56
14.5	Essai de stabilité	57
15	Plaque signalétique	57
15.1	Exigences générales	57
15.2	Description	57
15.3	Contenu	58
15.4	Tolérances	61
15.5	Direction de la rotation	62
16	Réglage de la sortie	62
16.1	Type de réglage	62
16.2	Marquage du dispositif de réglage	62
16.3	Indication du dispositif de commande de courant ou de tension	63
17	Instructions et marquages	63
17.1	Instructions	63
17.2	Marquages	64
	Annexe ZA (normative)	114
	Bibliographie	116
	Figure 1 – Exemple de configuration d'isolation pour le matériel de classe I	20
	Figure 2 – Mesure du courant de contact d'un circuit de soudage	28
	Figure 3 – Mesure des valeurs efficaces	48
	Figure 4 – Mesure des valeurs de crête	48
	Figure 5 – Principe de la plaque signalétique	58
	Figure B.1 – Transformateurs haute tension combinés	67
	Figure C.1 – Tension et courant au cours du soudage TIG en courant alternatif	68
	Figure C.2 – Tension déséquilibrée au cours du soudage TIG en courant alternatif	69
	Figure C.3 – Source de courant de soudage c.a. avec charge déséquilibrée	70
	Figure I.1 – Montage d'essai	78

Figure K.1 – Transformateur monophasé	81
Figure K.2 – Convertisseur de fréquence rotatif triphasé	82
Figure K.3 – Plaque signalétique subdivisée: transformateur redresseur mono- /triphase	83
Figure K.4 – Moteur thermique-générateur-redresseur	84
Figure K.5 – Type d'onduleur mono-/triphase	85
Figure L.1 – Bouton d'amenée de tension	106
Figure L.2 – Potentiomètre de commande de la puissance de l'arc	106
Figure L.3 – Prises de commande à distance et boutons de sélection	107
Figure L.4 – Bornes avec sélecteurs d'inductance pour le soudage MIG/MAG	107
Figure L.5 – Bouton de choix de procédé (MMA, TIG, MIG)	107
Figure L.6 – Bouton de sélection sur équipement CA/CC	107
Figure L.7 – Voyants lumineux du panneau (surchauffe, défaut, amorçage d'arc, tension de sortie)	108
Figure L.8 – Réglage des paramètres de pulsation par affichage numérique	108
Figure N.1 – Réseau de mesure du courant de contact pondéré	110
Figure N.2 – Diagramme pour la mesure du courant de contact en condition de défaut à la température de fonctionnement pour une connexion monophasée d'applications autres que celles de classe II	112
Figure N.3 – Diagramme pour la mesure du courant de contact en condition de défaut pour une connexion triphasée à quatre fils d'applications autres que celles de classe II	113
Tableau 1 – Distances dans l'air minimales pour la catégorie de surtension III	21
Tableau 2 – Lignes de fuite minimales	23
Tableau 3 – Résistance d'isolement	24
Tableau 4 – Tensions d'essai diélectrique	25
Tableau 5 – Distance minimale à travers l'isolation	29
Tableau 6 – Limites de température pour les enroulements, collecteurs et bagues collectrices	34
Tableau 7 – Limites de température des surfaces externes	35
Tableau 8 – Section du conducteur de court-circuit de sortie	39
Tableau 9 – Exigences de courant et de temps pour les circuits de protection	42
Tableau 10 – Section minimale du conducteur de protection externe en cuivre	42
Tableau 11 – Vérification de la continuité du circuit de protection	42
Tableau 12 – Traction	43
Tableau 13 – Résumé des tensions à vide assignées admissibles	47
Tableau 14 – Exigences pour le dispositif réducteur de risques	53
Tableau E.1 – Plage de dimensions des conducteurs à introduire dans les bornes du circuit d'alimentation	72
Tableau F.1 – Correspondance entre les mm ² et les dimensions américaines (AWG)	74
Tableau I.1 – Angle de rotation θ pour obtenir un choc de 10 Nm	78
Tableau I.2 – Masse du corps de chute et hauteur de chute	78
Tableau J.1 – Epaisseur minimale des tôles pour les enveloppes en acier	79
Tableau J.2 – Epaisseur minimale des tôles pour enveloppes d'aluminium, de laiton ou de cuivre	80
Tableau L.1 – Lettres utilisées comme symboles	87

MATÉRIEL DE SOUDAGE À L'ARC –

Partie 1: Sources de courant de soudage

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60974 s'applique aux sources de courant de soudage à l'arc et techniques connexes conçues pour un usage industriel et professionnel et alimentées sous une tension ne dépassant pas 1 000 V, ou entraînées par des moyens mécaniques.

La présente partie de la CEI 60974 spécifie les exigences de sécurité et de fonctionnement des sources de courant de soudage et des systèmes de coupage plasma.

La présente partie de la CEI 60974 ne s'applique pas aux sources de courant de soudage manuel à l'arc à facteur de marche limité qui sont utilisées essentiellement par des non-professionnels et qui sont conçues selon la CEI 60974-6.

La présente partie de la CEI 60974 n'est pas applicable aux essais des sources de courant pendant l'entretien périodique ou après réparation.

NOTE 1 Des techniques connexes typiques sont le coupage à l'arc électrique et la projection à l'arc électrique.

NOTE 2 Des systèmes en courant alternatif possédant une tension nominale comprise entre 100 V et 1 000 V sont présentés dans le Tableau 1 de la CEI 60038:2009.

NOTE 3 La présente partie de la CEI 60974 ne contient pas les exigences de compatibilité électromagnétique (CEM).

2 Références normatives

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

CEI 60050-151:2001, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Partie 151: Dispositifs électriques et magnétiques*

CEI 60050-851:2008, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Partie 851: Soudage électrique*

CEI 60245-6, *Conducteurs et câbles isolés au caoutchouc – Tension assignée au plus égale à 450/750 V – Partie 6: Câbles souples pour électrodes de soudage à l'arc*

CEI 60417-DB:2011¹, *Symboles graphiques utilisables sur le matériel*

CEI 60445, *Principes fondamentaux et de sécurité pour les interfaces homme-machines, le marquage et l'identification – Identification des bornes de matériels, des extrémités de conducteurs et des conducteurs*

¹ DB" se réfère à la base de données en ligne de la CEI.

CEI 60529, *Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP)*

CEI 60664-1:2007, *Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension – Partie 1: Principes, exigences et essais*

CEI 60664-3, *Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension – Partie 3: Utilisation de revêtement, d'emportage ou de moulage pour la protection contre la pollution*

CEI 60695-11-10, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 11-10: Flamme d'essai – Méthodes d'essai horizontale et verticale à la flamme de 50 W*

CEI 60974-7, *Matériel de soudage à l'arc – Partie 7: Torches*

CEI 61140, *Protection contre les chocs électriques – Aspects communs aux installations et aux matériels*

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

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

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans la CEI 60050-151, la CEI 60050-851 et la CEI 60664-1 ainsi que les suivants s'appliquent.

3.1

source de courant de soudage à l'arc

équipement destiné à fournir un courant et une tension et ayant les caractéristiques exigées, appropriées pour le soudage à l'arc et les techniques connexes

Note 1 à l'article Une source de courant de soudage à l'arc peut également alimenter d'autres équipements et accessoires, par exemple tensions auxiliaires, liquide de refroidissement, électrode fusible pour soudage à l'arc et gaz pour la protection de l'arc et de la zone de soudage.

Note 2 à l'article Dans la suite du texte, le terme «source de courant de soudage» est utilisé.

3.2

usage industriel et professionnel

usage prévu uniquement par des experts ou des personnes averties

3.3

expert

personne compétente

personne qualifiée

personne qui peut juger le travail assigné et reconnaître les dangers possibles sur la base de sa formation professionnelle, ses connaissances, son expérience et sa connaissance du matériel concerné

Note 1 à l'article Plusieurs années de pratique dans le domaine technique concerné peuvent être prises en considération pour l'estimation de la formation professionnelle.

3.4

personne avertie

personne informée des tâches assignées et des dangers possibles dus à des négligences

Note 1 à l'article Si nécessaire, la personne a suivi une formation.

3.5

essai de type

essai effectué sur un ou plusieurs dispositifs réalisés selon une conception donnée afin de vérifier si ces dispositifs satisfont aux exigences de la norme concernée

3.6

essai individuel de série

essai effectué sur chaque dispositif en cours ou en fin de fabrication pour vérifier qu'il satisfait aux exigences de la norme concernée ou aux critères spécifiés

3.7

examen visuel

examen à l'œil nu destiné à vérifier qu'il n'y a pas de désaccord apparent par rapport aux termes de la norme concernée

3.8

caractéristique tombante

caractéristique externe statique d'une source de courant de soudage qui, dans la zone normale de soudage, est telle que la pente négative est supérieure ou égale à 7 V/100 A

3.9

caractéristique plate

caractéristique externe statique d'une source de courant de soudage qui, dans la zone normale de soudage, est telle que la tension décroît de moins de 7 V/100 A ou croît de moins de 10 V/100 A, lorsque le courant croît

3.10

caractéristique statique

relation entre la tension et le courant aux bornes de sortie d'une source de courant de soudage quand elle est connectée à une charge conventionnelle

3.11

circuit de soudage

matériau conducteur à travers lequel le passage du courant de soudage est prévu

Note 1 à l'article Dans le soudage à l'arc, l'arc fait partie du circuit de soudage.

Note 2 à l'article Dans certains procédés de soudage à l'arc, l'arc peut être établi entre deux électrodes. Dans ce cas, la pièce mise en œuvre ne fait pas nécessairement partie du circuit de soudage.

3.12

circuit de commande

circuit interne ou externe commandant le fonctionnement du matériel ou la protection des circuits de puissance, ou les deux

EXEMPLE 1 Circuits de commande destinés à réaliser l'interface entre la source de courant de soudage et un matériel externe conçu par le constructeur.

EXEMPLE 2 Circuits de commande destinés à réaliser l'interface entre la source de courant de soudage et d'autres types de matériels accessoires.

3.13

courant de soudage

courant fourni par une source de courant de soudage pendant le soudage

3.14**tension en charge**

tension entre les bornes de sortie lorsque la source de courant de soudage débite un courant de soudage

3.15**tension à vide**

tension entre les bornes de sortie accessibles d'une source de courant de soudage, lorsque le circuit de soudage est ouvert mais sous tension, à l'exclusion de toute tension d'amorçage ou de stabilisation de l'arc

3.16**valeur conventionnelle**

valeur normalisée utilisée pour la mesure d'un paramètre en vue d'une comparaison, un étalonnage, un essai, etc.

Note 1 à l'article Les valeurs conventionnelles ne s'appliquent pas nécessairement au cours d'une opération réelle de soudage.

3.17**condition conventionnelle de soudage**

condition de la source de courant de soudage sous tension et à l'état thermiquement stabilisé définie par un courant de soudage conventionnel circulant sous la tension conventionnelle en charge correspondante dans une charge conventionnelle pour la tension d'alimentation, la fréquence ou la vitesse de rotation assignées

3.18**charge conventionnelle**

charge résistive constante pratiquement non inductive ayant un facteur de puissance au moins égal à 0,99

3.19**courant de soudage conventionnel** I_2

courant débité par une source de courant de soudage dans une charge conventionnelle sous la tension conventionnelle en charge correspondante

Note 1 à l'article Les valeurs de I_2 sont données en valeurs efficaces pour le courant alternatif et en valeurs arithmétiques moyennes pour le courant continu.

3.20**tension conventionnelle en charge** U_2

tension en charge d'une source de courant de soudage, liée au courant conventionnel de soudage par une relation linéaire spécifiée

Note 1 à l'article Les valeurs de U_2 sont données en valeurs efficaces pour le courant alternatif et en valeurs arithmétiques moyennes pour le courant continu.

Note 2 à l'article La relation linéaire spécifiée varie suivant le procédé de soudage (voir 11.2).

3.21**valeur assignée**

valeur, assignée généralement par le constructeur, pour une condition de fonctionnement spécifiée d'un composant, d'un dispositif ou d'un matériel

3.22**plaque signalétique**

plaque, fixée de façon permanente sur un dispositif électrique, où sont inscrites de façon indélébile les caractéristiques assignées et d'autres informations, selon les exigences de la norme applicable

[SOURCE: CEI 60050-151:2001, 151-16-12]

3.23**puissance assignée**

valeurs assignées de la puissance du matériel

3.24**courant de soudage assigné maximal**

I_{2max}

valeur maximale du courant conventionnel de soudage pouvant être fournie par la source de courant de soudage à son réglage maximal dans la condition conventionnelle de soudage

3.25**courant de soudage assigné minimal**

I_{2min}

valeur minimale du courant conventionnel de soudage pouvant être fournie par la source de courant de soudage à son réglage minimal dans la condition conventionnelle de soudage

3.26**tension à vide assignée**

U_0

tension à vide dans les conditions assignées de tension d'alimentation et de fréquence ou de vitesse de rotation à vide

Note 1 à l'article Si une source de courant de soudage est équipée d'un dispositif réducteur de risques, c'est la tension mesurée avant que le dispositif réducteur de risques n'ait rempli sa fonction.

3.27**tension à vide assignée réduite**

U_r

tension à vide d'une source de courant de soudage équipée d'un dispositif réducteur de tension immédiatement après l'action du dispositif pour diminuer la tension

3.28**tension à vide assignée commutée**

U_s

tension continue à vide d'une source de courant de soudage équipée d'un dispositif de commutation courant alternatif à courant continu

3.29**tension assignée d'alimentation**

U_1

valeur efficace d'une tension d'alimentation pour laquelle le matériel est conçu

3.30**courant assigné d'alimentation**

I_1

valeur efficace d'un courant d'alimentation absorbé par la source de courant de soudage dans une condition conventionnelle de soudage assignée

3.31**courant d'alimentation assigné à vide** I_0

valeur efficace d'un courant d'alimentation absorbé par la source de courant de soudage à tension à vide assignée

3.32**courant d'alimentation assigné maximal** $I_{1\max}$

valeur maximale du courant d'alimentation assigné

3.33**courant d'alimentation effectif maximal** $I_{1\text{eff}}$

valeur maximale du courant effectif d'alimentation, calculée à partir du courant d'alimentation assigné (I_1), du facteur de marche (X) correspondant et du courant d'alimentation à vide (I_0), par la formule:

$$I_{1\text{eff}} = \sqrt{I_1^2 \times X + I_0^2 \times (1-X)}$$

3.34**vitesse assignée en charge** n

vitesse de rotation d'un groupe électrogène de soudage lorsqu'il fournit le courant de soudage maximal assigné

3.35**vitesse assignée à vide** n_0

vitesse de rotation d'un groupe électrogène de soudage lorsque le circuit de soudage externe est ouvert

Note 1 à l'article Si un moteur thermique est équipé d'un dispositif réducteur de vitesse en l'absence de soudage, n_0 sera mesurée avant fonctionnement de ce dispositif.

3.36**vitesse assignée au ralenti** n_i

vitesse à vide réduite assignée d'un groupe électrogène de soudage

3.37**facteur de marche** X

REPLACÉ: **cycle de marche**

rapport, sur un intervalle de temps donné, de la durée en charge non interrompue à la durée totale

Note 1 à l'article Ce rapport, compris entre 0 et 1, est exprimé en pourcentage.

Note 2 à l'article Pour les besoins du présent document, la durée complète d'un cycle est de 10 min. Par exemple, dans le cas d'un facteur de marche de 60 %, une période de charge continue de 6 min est suivie d'une période de marche à vide de 4 min.

3.38**distance d'isolement dans l'air****distance d'isolement**

distance la plus courte dans l'air entre deux parties conductrices

[SOURCE: CEI 60664-1:2007, 3.2]

3.39**ligne de fuite**

distance la plus courte le long de la surface d'un isolant solide, entre deux parties conductrices

[SOURCE: CEI 60664-1:2007, 3.3]

3.40**degré de pollution**

nombre caractérisant la pollution prévue du micro-environnement

[CEI 60664-1:2007, 3.13]

Note 1 à l'article Afin d'évaluer les lignes de fuite et les distances d'isolement dans l'air, les quatre degrés de pollution suivants sont définis au 4.6.2 de la CEI 60664-1:2007 pour le micro-environnement.

- a) **Degré de pollution 1:** Il n'existe pas de pollution ou il se produit seulement une pollution sèche, non conductrice. La pollution n'a pas d'influence.
- b) **Degré de pollution 2:** Il ne se produit qu'une pollution non conductrice. Cependant, on doit s'attendre de temps à autre à une conductivité temporaire provoquée par la condensation.
- c) **Degré de pollution 3:** Présence d'une pollution conductrice ou d'une pollution sèche, non conductrice, qui devient conductrice par suite de la condensation qui peut se produire.
- d) **Degré de pollution 4:** La pollution produit une conductivité persistante causée par la poussière conductrice ou par la pluie ou la neige.

3.41**micro-environnement**

environnement immédiat de l'isolation qui influence en particulier le dimensionnement des lignes de fuite

[SOURCE: CEI 60664-1:2007, 3.12.2]

3.42**groupe de matériau**

matériaux classés en quatre groupes selon les valeurs de leur indice de résistance au cheminement (IRC) conformément à la CEI 60664-1

Note 1 à l'article Les quatre groupes suivants sont définis dans la CEI 60664-1:

Groupe de matériau I	$600 \leq \text{IRC}$
Groupe de matériau II	$400 \leq \text{IRC} < 600$
Groupe de matériau IIIa	$175 \leq \text{IRC} < 400$
Groupe de matériau IIIb	$100 \leq \text{IRC} < 175$

3.43**échauffement**

différence entre la température d'une partie du matériel et celle de l'air ambiant

3.44**équilibre thermique**

état atteint lorsque l'échauffement constaté d'une partie quelconque du matériel ne dépasse pas 2 K/h

3.45**protection thermique**

système destiné à assurer la protection d'une partie, et donc de la totalité, du matériel contre les températures excessives résultant de certaines conditions de surcharge thermique

Note 1 à l'article Elle peut être réenclenchée (soit manuellement, soit automatiquement) lorsque la température redescend à la valeur de réenclenchement.

3.46**environnement avec risque accru de choc électrique**

environnement dans lequel la probabilité de choc électrique due au soudage à l'arc est accrue par rapport aux conditions normales du soudage à l'arc

Note 1 à l'article De tels environnements se trouvent, par exemple:

- a) dans des emplacements où la liberté de mouvement restreinte oblige l'opérateur à souder dans une position inconfortable (à genoux, assis, allongé, par exemple), en contact physique avec des éléments conducteurs;
- b) dans des emplacements totalement ou partiellement limités par des éléments conducteurs, présentant une probabilité élevée de contact involontaire ou accidentel par l'opérateur;
- c) dans des emplacements mouillés, humides ou chauds lorsque l'humidité ou la transpiration réduit considérablement la résistance de la peau du corps humain et les propriétés isolantes des accessoires.

3.47**dispositif réducteur de risques**

dispositif conçu pour réduire le danger de choc électrique pouvant résulter de la tension à vide

3.48**matériel de classe I**

matériel dont l'isolation principale est la disposition de protection principale et dont l'équipotentialité de protection assure la protection contre les défauts

3.49**matériel de classe II**

matériel dont l'isolation principale est la mesure de protection principale, et l'isolation supplémentaire est la mesure de protection en cas de défaut, ou dont les protections principales et protections en cas de défaut sont assurées par une isolation renforcée

3.50**isolation principale**

isolation des parties actives dangereuses qui assure la protection principale

[SOURCE: CEI 60050-826:2004, 826-12-14]

3.51**isolation supplémentaire**

isolation indépendante prévue, en plus de l'isolation principale, en tant que protection en cas de défaut

[SOURCE: CEI 60050-826:2004, 826-12-15]

3.52**double isolation**

isolation comprenant à la fois une isolation principale et une isolation supplémentaire

[SOURCE: CEI 60050-826:2004, 826-12-16]

3.53**isolation renforcée**

isolation des parties actives dangereuses assurant un degré de protection contre les chocs électriques équivalent à celui d'une double isolation

Note 1 à l'article L'isolation renforcée peut comporter plusieurs couches qui ne peuvent pas être soumises à essai séparément en tant qu'isolation principale ou isolation supplémentaire.

[SOURCE: CEI 60050-826:2004, 826-12-17]

3.54**système de coupage plasma**

combinaison de source de courant, torche et dispositifs de sécurité associés pour le coupage/gougeage plasma

3.55**source de courant de coupage plasma**

équipement destiné à fournir un courant et une tension, présentant les caractéristiques exigées, appropriées pour le coupage/gougeage plasma et pouvant fournir du gaz et du liquide de refroidissement

Note 1 à l'article Une source de courant de coupage plasma peut également fournir des services à d'autres équipements et accessoires, par exemple tensions auxiliaires, liquide de refroidissement et gaz.

3.56**très basse tension de sécurité****TBTS**

tension n'excédant pas 50 V en courant alternatif ou 120 V en courant continu lissé entre conducteurs ou entre un conducteur quelconque et la terre dans un circuit dont la séparation du réseau d'alimentation est assurée par des moyens tels qu'un transformateur de sécurité

Note 1 à l'article Une tension maximale inférieure à 50 V en courant alternatif ou 120 V en courant continu lissé est spécifiée dans des exigences particulières, plus spécialement lorsque le contact direct avec des parties actives est possible.

Note 2 à l'article Lorsque la source est un transformateur de sécurité, la limite de tension n'est pas dépassée pour toute charge comprise entre la pleine charge et la charge à vide.

Note 3 à l'article «Lissé» est conventionnellement la valeur efficace d'une tension ayant un taux d'ondulation ne dépassant pas 10 % de la composante continue; la valeur crête maximale ne dépasse pas 140 V pour un système en courant continu lissé avec une tension nominale de 120 V, et 70 V pour un système en courant continu lissé avec une tension nominale de 60 V.

[SOURCE: CEI 60050-851:2008, 851-15-08, modifiée]

3.57**circuit d'alimentation**

circuit d'entrée

matériau conducteur dans le matériel, à travers lequel le passage du courant d'alimentation est prévu

3.58**tension locale**

valeur efficace la plus élevée de la tension en courant alternatif ou continu qui peut apparaître à travers n'importe quelle isolation lorsque le matériel est alimenté sous la tension assignée

Note 1 à l'article Les surtensions transitoires sont négligées.

Note 2 à l'article Il est tenu compte à la fois des conditions en circuit ouvert et des conditions normales de fonctionnement.

3.59**courant de contact**

courant électrique passant dans le corps humain ou dans le corps d'un animal lorsque ce corps est en contact avec une ou plusieurs parties accessibles d'une installation ou de matériels

[SOURCE: CEI 60050-195:1998, 195-05-21]

Note 1 à l'article Le courant de contact est mesuré à l'aide d'un réseau de mesure simulant l'impédance du corps humain.

3.60**commande à distance**

dispositif ou circuit extérieur au matériel, utilisé pour la surveillance ou la commande du fonctionnement

3.61**condition de défaut simple**

condition dans laquelle un seul moyen de protection contre les dangers est défectueux

Note 1 à l'article Lorsqu'une condition de défaillance unitaire résulte dans une autre condition de défaillance unitaire, les deux défaillances sont considérées comme une condition de défaillance unitaire

[SOURCE: CEI 60050-851:2008, 851-11-20]

3.62**installation fixe**

combinaison particulière de plusieurs types d'appareils et, le cas échéant, d'autres dispositifs, qui sont assemblés, installés et destinés à être utilisés de façon permanente sur un emplacement prédéfini

3.63**circuit de protection**

circuit destiné à être relié à la terre de protection pour la protection contre les chocs électriques

3.64**classe d'isolation**

repère dans une nomenclature appliquée au matériau d'isolation utilisé dans les machines ou appareils électriques et spécifiant la nature des matériaux et la limite de température recommandée

[SOURCE: CEI 60050-811:1991, 811-13-33]

3.65**isolation fonctionnelle**

isolation entre parties conductrices, nécessaire pour le bon fonctionnement du matériel

[SOURCE: CEI 60050-195:1998, 195-02-41]

3.66**état au ralenti**

état de fonctionnement dans lequel l'alimentation est activée mais le circuit de soudage n'est pas mis sous tension

Note 1 à l'article Pour certains types de matériels, il n'y a pas d'état au ralenti, mais un état de soudage précédant l'amorçage de l'arc.

Note 2 à l'article Pour une source de courant dans un système mécanisé, la configuration réalisant l'état au ralenti est définie par le constructeur.

3.67**mode de veille**

état de non-fonctionnement dans lequel le dispositif de commutation marche-arrêt du circuit d'alimentation est en position arrêt

Note 1 à l'article De par leur conception, la plupart des sources de courant pour un soudage manuel ne consomment pas d'énergie en mode de veille

Note 2 à l'article Pour une source de courant dans un système mécanisé, la configuration réalisant le mode de veille est définie par le constructeur.

4 Conditions ambiantes

Les sources de courant de soudage doivent être capables de fournir leurs puissances assignées pour les facteurs de marche assignés dans les conditions ambiantes suivantes:

- a) plage de températures de l'air ambiant:
 - pendant le soudage: -10 °C à $+40\text{ °C}$;
- b) humidité relative de l'air:
 - inférieure ou égale à 50% à 40 °C ;
 - inférieure ou égale à 90% à 20 °C ;
- c) air ambiant exempt de quantités anormales de poussières, d'acides, de gaz corrosifs ou substances corrosives, etc. autres que celles créées au cours de l'opération de soudage;
- d) altitude au-dessus du niveau de la mer inférieure ou égale à $1\ 000\text{ m}$;
- e) base de la source de courant de soudage inclinée jusqu'à 10° .

Les sources de courant de soudage doivent résister au stockage et au transport à une température de l'air ambiant comprise entre -20 °C et $+55\text{ °C}$ sans subir aucune dégradation de leur fonctionnement ni de leurs performances.

NOTE Des conditions ambiantes différentes peuvent faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'acheteur et la source de courant de soudage est marquée en conséquence (voir 15.1). Parmi ces conditions, on peut citer: humidité élevée, fumées corrosives inhabituelles, vapeur d'eau, excès de vapeur d'huile, vibration ou choc anormal, excès de poussières, conditions climatiques sévères, conditions inhabituelles au bord de la mer ou à bord d'un navire, infestation de vermine et conditions favorisant la croissance de moisissures.

5 Essais

5.1 Conditions d'essai

Les essais doivent être réalisés sur des sources de courant de soudage neuves, sèches et complètement assemblées.

L'essai d'échauffement défini au 7.1 et l'essai de protection thermique défini au 8.5 doivent être réalisés à une température ambiante de 40 °C , voir les tolérances au 7.1.2 e), à l'exception des groupes électrogènes de soudage et des matériels d'installations fixes, qui doivent être soumis à des essais conformément aux spécifications du constructeur.

D'autres essais doivent être réalisés à n'importe quelle température de l'air ambiant indiquée au 4 a).

Les sources de courant de soudage refroidies par liquide doivent être soumises à essai en présence de liquide comme spécifié par le constructeur.

Sauf spécification contraire, le matériel doit être alimenté sous une tension assignée d'alimentation avec une tolérance de $\pm 5\%$.

5.2 Instruments de mesure

La précision des instruments de mesure doit être:

- a) appareils de mesure électrique: classe 1 ($\pm 1\%$ de la lecture à pleine échelle), à l'exception du mesurage de la résistance d'isolement et de la rigidité diélectrique, où la précision des instruments de mesure n'est pas spécifiée, mais doit être prise en compte pour le mesurage;
- b) thermomètre: $\pm 2\text{ K}$;
- c) tachymètre: $\pm 1\%$ de la lecture à pleine échelle.

5.3 Conformité des composants

Les composants qui en cas de défaillance peuvent provoquer un danger doivent être en conformité avec les exigences du présent document ou avec les exigences des normes CEI appropriées.

NOTE 1 Une norme de composant CEI n'est considérée appropriée que si le composant en question est dans son domaine d'application.

L'évaluation et les essais des composants, pour permettre une application correcte dans le matériel, doivent être réalisés selon l'une des procédures suivantes:

- a) Lorsque la conformité d'un composant à une norme CEI appropriée a été certifiée par un organisme d'essai reconnu, l'application correcte et l'usage selon ses caractéristiques assignées doivent être vérifiés. Ce composant doit être soumis aux essais conformément à la présente partie de la CEI 60974, à l'exception des essais qui font partie de la norme CEI appropriée du composant.
- b) Lorsque la conformité d'un composant à une norme CEI appropriée a été certifiée par un organisme d'essai reconnu, mais que le composant n'est pas utilisé selon ses caractéristiques assignées, il doit être soumis aux essais conformément à la présente partie de la CEI 60974.
- c) Lorsque la conformité d'un composant à une norme CEI appropriée n'a pas été certifiée par un organisme d'essai reconnu, l'application correcte de ce composant dans le matériel doit être vérifiée conformément à la présente partie de la CEI 60974 ou conformément aux essais applicables de la norme CEI appropriée du composant.

NOTE 2 L'essai applicable pour démontrer la conformité avec une norme de composant est, en général, réalisé de manière séparée. Le nombre d'échantillons d'essai est, en général, le même que celui exigé dans la norme du composant.

- d) Lorsque la conformité d'un composant à une norme CEI appropriée n'a pas été certifiée par un organisme d'essai reconnu car une telle norme n'existe pas, ce composant doit être soumis aux essais conformément à la présente partie de la CEI 60974.
- e) Lorsque la conformité d'un composant à une norme non établie par la CEI a été certifiée par un organisme d'essai reconnu, l'utilisation de ce composant doit être considérée comme acceptable dans le matériel à condition que les exigences de sécurité applicables de la norme non établie par la CEI soient au moins aussi sévères que les exigences d'une norme CEI appropriée. Le composant doit être soumis aux essais conformément à la présente partie de la CEI 60974 à l'exception des essais qui font partie de la norme du composant non établie par la CEI.

5.4 Essais de type

Sauf spécification contraire, les essais du présent document sont des essais de type.

La source de courant de soudage à l'essai doit comprendre tous les matériels accessoires qui pourraient affecter les résultats des essais.

Tous les essais de type doivent être effectués sur la même source de courant de soudage, sauf s'il est spécifié qu'un essai peut être effectué sur une autre source de courant de soudage.

Pour vérifier la conformité, les essais de type indiqués ci-après doivent être effectués dans l'ordre suivant sans temps de séchage entre f), g) et h):

- a) examen visuel général, voir 3.7;
- b) résistance d'isolement, voir 6.1.4 (contrôle préliminaire);
- c) enveloppe, voir 14.2;
- d) moyens de manutention, voir 14.3;

- e) essai de résistance à la chute, voir 14.4;
- f) protection procurée par l'enveloppe, voir 6.2.1;
- g) résistance d'isolement, voir 6.1.4;
- h) rigidité diélectrique, voir 6.1.5
- i) examen visuel général, voir 3.7.

Les autres essais prévus par le présent document qui ne sont pas mentionnés ici doivent être réalisés, mais peuvent être effectués dans l'ordre le plus pratique.

5.5 Essais individuels de série

Tous les essais individuels de série doivent être réalisés sur chaque source de courant de soudage. L'ordre suivant est recommandé:

- a) examen visuel conforme à la spécification du constructeur;
- b) continuité du circuit de protection, voir 10.5.1;
- c) rigidité diélectrique, voir 6.1.5;
- d) tension à vide:
 - 1) tension à vide assignée, voir 11.1; ou
 - 2) si applicable, tension à vide réduite assignée, voir 13.2; ou
 - 3) si applicable, tension à vide commutée assignée, voir 13.3;
- e) essai pour garantir les valeurs de sortie minimales et maximales assignées selon 15.4 b) et 15.4 c). Le constructeur peut choisir des essais sur charge conventionnelle, en court-circuit ou sous d'autres conditions d'essai.

NOTE En court-circuit et sous d'autres conditions d'essai, les valeurs de sortie peuvent différer des valeurs obtenues sur charge conventionnelle.

6 Protection contre les chocs électriques

6.1 Isolement

6.1.1 Généralités

La majorité des sources de courant de soudage appartiennent à la catégorie de surtension III, conformément à la CEI 60664-1; les sources de courant de soudage à moteur thermique appartiennent à la catégorie de surtension II. Toutes les sources de courant de soudage doivent être conçues pour un emploi dans les conditions d'environnement présentant au moins un degré de pollution 3.

Les composants ou sous-ensembles ayant des distances dans l'air ou lignes de fuite correspondant au degré de pollution 1 ou 2 sont permis s'ils sont totalement revêtus, empotés ou moulés conformément à la CEI 60664-3.

Voir le Tableau 2 pour les lignes de fuite des cartes imprimées.

Le matériel de classe I destiné à être connecté à un système triphasé à trois fils relié à la terre doit être conçu avec une isolation basée sur les valeurs de la tension entre phases. Le matériel de classe I conçu avec une isolation basée sur les valeurs de la tension phase-neutre doit être pourvu d'un avertissement indiquant qu'un tel matériel ne doit être utilisé que sur un système d'alimentation qui est soit triphasé à quatre fils avec un neutre relié à la terre soit monophasé à trois fils avec un neutre relié à la terre.

L'application de l'isolation dans plusieurs configurations est illustrée à la Figure 1; mais d'autres configurations et solutions sont possibles. Si une configuration particulière n'est pas représentée à la Figure 1, l'isolation requise doit être déterminée en examinant l'effet d'un défaut simple.

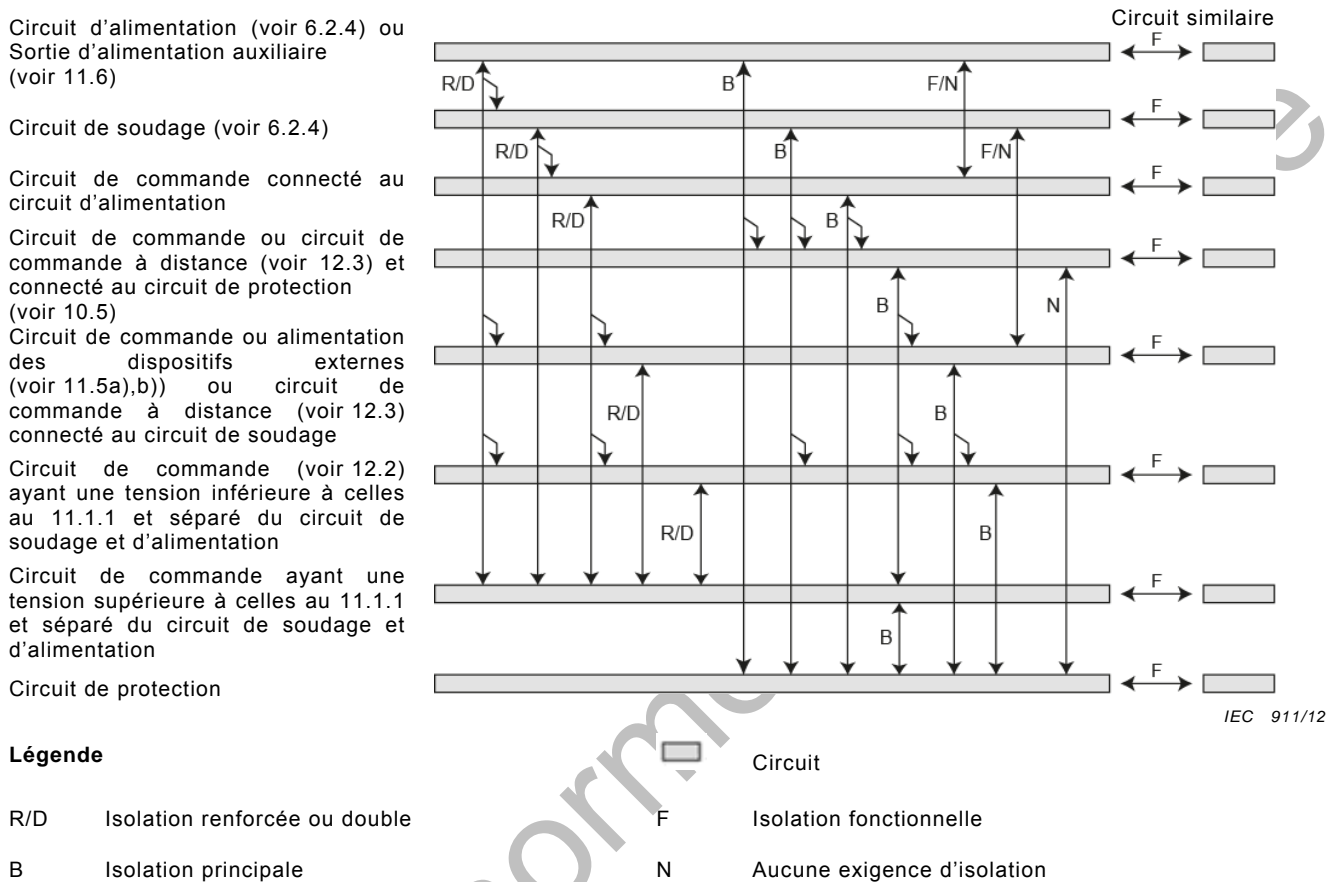


Figure 1 – Exemple de configuration d'isolation pour le matériel de classe I

6.1.2 Distances dans l'air

Pour l'isolation principale ou supplémentaire et pour l'isolation renforcée, les distances dans l'air minimales doivent être conformes au Tableau 1 pour la catégorie de surtension III. Pour d'autres catégories de surtension, les distances dans l'air minimales doivent être conformes à la CEI 60664-1.

Tableau 1 – Distances dans l'air minimales pour la catégorie de surtension III

Tension phase-neutre dérivée des tensions nominales c.a. ou c.c. jusqu'à et y compris ^a V eff.	Isolation principale ou supplémentaire					Isolation renforcée				
	Tension assignée d'essai en impulsion V crête	Tension d'essai c.a. V eff.	Degré de pollution			Tension assignée d'essai en impulsion V crête	Tension d'essai c.a. V eff.	Degré de pollution		
			2	3	4			2	3	4
			Distance dans l'air mm					Distance dans l'air mm		
50	800	566	0,2	0,8	1,6	1 500	1 061	0,5	0,8	1,6
100	1 500	1 061	0,5		1,6	2 500	1 768	1,5		
150	2 500	1 768	1,5			4 000	2 828	3		
300	4 000	2 828	3			6 000	4 243	5,5		
600	6 000	4 243	5,5			8 000	5 657	8		
1 000	8 000	5 657	8			12 000	8 485	14		

NOTE 1 Valeurs basées sur les Tableaux F.1 et F.2 de la CEI 60664-1:2007.

NOTE 2 Pour les autres degrés de pollution et catégories de surtension, voir la CEI 60664-1.

NOTE 3 Si un autotransformateur est raccordé au circuit d'alimentation et fourni en tant qu'élément d'une source de courant de soudage, la tension d'alimentation détermine les distances dans l'air.

^a Voir l'Annexe A.

Afin de déterminer les distances dans l'air par rapport aux surfaces accessibles non conductrices, de telles surfaces doivent être considérées comme étant recouvertes par une feuille métallique dans tous les endroits accessibles au doigt d'épreuve normalisé conforme à la CEI 60529.

Les distances dans l'air ne doivent pas être interpolées.

Pour les bornes du circuit d'alimentation, voir E.2.

Les distances dans l'air des éléments de la source de courant de soudage (par exemple circuits ou composants électroniques) qui sont protégés par un dispositif limiteur de surtension (par exemple varistance métal-oxyde) peuvent être définies conformément à la catégorie de surtension I (voir CEI 60664-1).

Les valeurs du Tableau 1 doivent également s'appliquer au circuit de soudage à l'intérieur de la source de courant de soudage et aux circuits de commande lorsqu'ils sont séparés du circuit d'alimentation, par exemple par un transformateur.

Si le circuit de commande est directement raccordé au circuit d'alimentation, les valeurs correspondant à la tension d'alimentation doivent s'appliquer.

La conformité doit être vérifiée par des mesures, conformément au 6.2 de la CEI 60664-1:2007 ou, si cela n'est pas possible, en soumettant la source de courant de soudage à un essai par impulsion avec les tensions indiquées au Tableau 1.

Pour l'essai par impulsion, un minimum de trois impulsions espacées d'au moins 1 s pour chaque polarité est appliqué avec la tension indiquée au Tableau 1, en utilisant un générateur d'impulsions ayant une forme d'onde de sortie de 1,2/50 μ s et une impédance de sortie inférieure à 500 Ω .

En variante, une tension d'essai en courant alternatif, comme indiquée au Tableau 1, peut être appliquée pendant trois cycles ou une tension en courant continu sans ondulation dont la valeur est égale à la tension d'impulsion peut être appliquée trois fois pendant 10 ms, dans chaque polarité.

6.1.3 Lignes de fuite

Pour l'isolation principale ou supplémentaire, les lignes de fuite doivent être conformes au Tableau 2.

Les lignes de fuite pour l'isolation double doivent être la somme des valeurs pour l'isolation principale et supplémentaire qui forment l'isolation double.

Les lignes de fuite pour l'isolation renforcée doivent être deux fois celles déterminées pour l'isolation principale.

Afin de déterminer les lignes de fuite par rapport aux surfaces accessibles non conductrices, de telles surfaces doivent être considérées comme étant recouvertes d'une feuille métallique à tout endroit où elles peuvent être touchées par le doigt d'épreuve normalisé conforme à la CEI 60529.

Les lignes de fuite sont données pour la tension assignée la plus élevée de chaque ligne du Tableau 2. Dans le cas de tensions assignées plus faibles, les interpolations sont autorisées.

Pour les bornes du circuit d'alimentation, voir E.2.

Les valeurs du Tableau 2 doivent s'appliquer également au circuit de soudage à l'intérieur de la source de courant de soudage et aux circuits de commande lorsqu'ils sont séparés du circuit d'alimentation, par exemple par un transformateur.

Une ligne de fuite ne peut pas être inférieure à la distance dans l'air associée, la ligne de fuite la plus courte possible est donc égale à la distance dans l'air exigée.

Si le circuit de commande est directement raccordé au circuit d'alimentation, les valeurs correspondant au circuit d'alimentation doivent s'appliquer.

La conformité doit être vérifiée par une mesure linéaire, conformément au 6.2 de la CEI 60664-1:2007.

Tableau 2 – Lignes de fuite minimales

Tension locale	Lignes de fuite en millimètres								
	Isolation principale ou supplémentaire								
	Matériau des cartes imprimées		Degré de pollution						
	Degré de pollution								
V. eff.	1	2	1	2			3		
	a	b	a	Groupe de matériau			Groupe de matériau		
	mm	mm	mm	I	II	III	I	II	III
			mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
10	0,025	0,04	0,08	0,4	0,4	0,4	1	1	1
12,5	0,025	0,04	0,09	0,42	0,42	0,42	1,05	1,05	1,05
16	0,025	0,04	0,1	0,45	0,45	0,45	1,1	1,1	1,1
20	0,025	0,04	0,11	0,48	0,48	0,48	1,2	1,2	1,2
25	0,025	0,04	0,125	0,5	0,5	0,5	1,25	1,25	1,25
32	0,025	0,04	0,14	0,53	0,53	0,53	1,3	1,3	1,3
40	0,025	0,04	0,16	0,56	0,8	1,1	1,4	1,6	1,8
50	0,025	0,04	0,18	0,6	0,85	1,2	1,5	1,7	1,9
63	0,04	0,063	0,2	0,63	0,9	1,25	1,6	1,8	2
80	0,063	0,1	0,22	0,67	0,95	1,3	1,7	1,9	2,1
100	0,1	0,16	0,25	0,71	1	1,4	1,8	2	2,2
125	0,16	0,25	0,28	0,75	1,05	1,5	1,9	2,1	2,4
160	0,25	0,4	0,32	0,8	1,1	1,6	2	2,2	2,5
200	0,4	0,63	0,42	1	1,4	2	2,5	2,8	3,2
250	0,56	1	0,56	1,25	1,8	2,5	3,2	3,6	4
320	0,75	1,6	0,75	1,6	2,2	3,2	4	4,5	5
400	1	2	1	2	2,8	4	5	5,6	6,3
500	1,3	2,5	1,3	2,5	3,6	5	6,3	7,1	8
630	1,8	3,2	1,8	3,2	4,5	6,3	8	9	10
800	2,4	4	2,4	4	5,6	8	10	11	12,5
1 000	3,2	5	3,2	5	7,1	10	12,5	14	16
1 250			4,2	6,3	9	12,5	16	18	20
1 600			5,6	8	11	16	20	22	25
2 000			7,5	10	14	20	25	28	32
2 500			10	12,5	18	25	32	36	40
3 200			12,5	16	22	32	40	45	50
4 000			16	20	28	40	50	56	63
5 000			20	25	36	50	63	71	80
6 300			25	32	45	63	80	90	100
8 000			32	40	56	80	100	110	125
10 000			40	50	71	100	125	140	160

^a Groupe de matériau I, II, IIIa et IIIb.
^b Groupe de matériau I, II et IIIa.

NOTE Conformément à la CEI 60664-1, les dimensions de la ligne de fuite ne peuvent pas être spécifiées en présence d'une pollution conductrice en permanence (Degré de pollution 4).

6.1.4 Résistance d'isolement

La résistance d'isolement ne doit pas être inférieure à celle indiquée au Tableau 3.

Tableau 3 – Résistance d'isolement

Mesure ^a			Résistance	Isolation
Circuit d'alimentation	par rapport au	circuit de soudage	5,0 MΩ	Double ou renforcée
Circuit de soudage	par rapport au	circuit de protection	2,5 MΩ	Principale
Circuit d'alimentation	par rapport au	circuit de protection	2,5 MΩ	Principale
Circuit d'alimentation du matériel de Classe II	par rapport au	surfaces accessibles ^b	5,0 MΩ	Double ou renforcée
a Les circuits de commande sont soumis aux essais avec le circuit auquel ils sont galvaniquement raccordés.				
b Pour la mesure par rapport aux surfaces accessibles non-conductrices, on doit considérer que ces surfaces sont recouvertes d'une feuille métallique.				

Tout circuit de commande ou circuit auxiliaire relié à la borne du conducteur de protection doit, pour cet essai, être considéré comme une partie conductrice accessible.

La conformité doit être vérifiée par mesurage stabilisé de la résistance d'isolement par application d'une tension continue égale à 500 V, à la température ambiante.

Pendant les mesures, les torches doivent être déconnectées, les composants électroniques à semi-conducteurs et leurs dispositifs de protection peuvent être court-circuités et les unités de refroidissement par liquide doivent être soumises aux essais sans liquide.

6.1.5 Rigidité diélectrique

L'isolation doit supporter les tensions d'essai suivantes sans contournement ni claquage:

- premier essai d'une source de courant de soudage: tensions d'essai indiquées au Tableau 4;
- répétition de l'essai sur la même source de courant de soudage: tension d'essai égale à 80 % des valeurs indiquées au Tableau 4.

Tableau 4 – Tensions d'essai diélectrique

Tension assignée maximale ^a V eff.	Tension d'essai diélectrique c.a. V eff.			
	Entre tous les circuits et les parties conductrices accessibles, entre le circuit d'alimentation et tous les autres circuits sauf le circuit de soudage		Entre tous les circuits, sauf entre le circuit d'alimentation et le circuit de soudage	Entre le circuit d'alimentation et le circuit de soudage
Circuits d'alimentation ^a , de soudage ^b ou de commande ^b		Matériel de classe I		
Jusqu'à 50	500	1000	500	1 000
220	1 100	2 200	1 100	2 200
450	1 875	3 750	1 875	3 750
700	2 500	5 000	2 500	5 000
1 000	2 750	5 500	2 750	5 500

NOTE 1 La tension assignée maximale est valable pour les systèmes mis à la terre ou non.

NOTE 2 L'essai diélectrique des circuits de commande est limité dans le présent document à tous les circuits qui entrent ou sortent de l'enveloppe, autres que le circuit d'alimentation et le circuit de soudage.

^a Pour les valeurs intermédiaires, l'interpolation est permise sur tous les réseaux d'alimentation (circuit d'alimentation) fonctionnant en dehors de la gamme comprise entre 220 V et 450 V et sur tous les systèmes triphasés à trois fils reliés à la terre sans exemption de tension (voir l'Annexe A).

^b Pour les valeurs intermédiaires, l'interpolation est permise sur les circuits de soudage et de commande.

La tension d'essai en courant alternatif doit être de forme sensiblement sinusoïdale avec une valeur de crête ne dépassant pas 1,45 fois la valeur efficace, et d'une fréquence d'environ 50 Hz ou 60 Hz.

Le réglage maximal admissible du courant de déclenchement doit être 100 mA. Le transformateur haute tension doit délivrer la tension prescrite jusqu'au courant de déclenchement. Un déclenchement est considéré comme un contournement ou un claquage.

NOTE Pour la sécurité de l'opérateur, le réglage le plus faible possible du courant de déclenchement (inférieur ou égal à 10 mA) est généralement utilisé.

Essai en variante: Une tension d'essai en courant continu égale à 1,4 fois la tension d'essai efficace peut être utilisée.

Les composants ou sous-ensembles ne doivent pas être déconnectés ou court-circuités sauf si les conditions de a), b) ou c) ci-dessous sont remplies:

- Les composants ou sous-ensembles sont conçus et soumis à essai conformément aux normes appropriées qui spécifient une tension plus faible que le niveau de tension d'essai du présent document. Ces composants ou sous-ensembles ne sont pas connectés entre le circuit d'alimentation et le circuit de soudage et leur déconnexion ou mise en court-circuit n'empêche pas de soumettre à essai une partie du circuit. Exemples: moteurs de ventilateurs et moteurs de pompes.
- Les composants ou sous-ensembles sont complètement incorporés soit dans le circuit d'alimentation soit dans le circuit de soudage et leur déconnexion n'empêche pas de soumettre à essai une partie du circuit. Exemple: circuits électroniques.
- Les circuits destinés à éliminer les parasites ou les condensateurs destinés à la protection entre le circuit d'alimentation ou le circuit de soudage et toutes les parties conductrices accessibles qui sont conformes aux normes appropriées.

Les circuits de commande connectés à une borne conductrice de protection ne doivent pas être déconnectés pendant l'essai et ils sont alors soumis à essai comme des parties conductrices accessibles.

A la discrétion du constructeur, la tension d'essai peut être portée lentement à sa pleine valeur.

Les tensions d'essai entre le circuit d'alimentation, les parties conductrices accessibles et le circuit de soudage peuvent être appliquées simultanément. Un exemple est donné à l'Annexe B.

Les groupes électrogènes de soudage doivent être soumis au même essai.

La conformité doit être vérifiée par application de la tension d'essai pendant

- a) 60 s (essai de type);
- b) 5 s (essai individuel de série);
- ou
- c) 1 s (essai individuel de série avec tension d'essai augmentée de 20 %).

6.2 Protection contre les chocs électriques en service normal (contact direct)

6.2.1 Degré de protection procuré par l'enveloppe

Les sources de courant de soudage conçues spécifiquement pour un usage à l'intérieur doivent avoir un degré de protection minimal de IP21S en utilisant les conditions et procédures d'essai de la CEI 60529.

Les sources de courant de soudage conçues spécifiquement pour un usage à l'extérieur doivent avoir un degré de protection minimal de IP23S en utilisant les conditions et procédures d'essai de la CEI 60529.

Les sources de courant de soudage avec un degré de protection IP23S peuvent être stockées à l'extérieur mais ne sont pas prévues pour y être utilisées sans protection pendant des précipitations.

Un drainage approprié doit être fourni par l'enveloppe. Si de l'eau est retenue, elle ne doit pas empêcher un fonctionnement correct du matériel ou diminuer la sécurité. La quantité d'eau qui pénètre dans l'enveloppe n'est pas limitée.

Les dispositifs de connexion de sortie de soudage doivent être protégés comme spécifié au 11.4.1.

Les commandes à distance destinées aux sources de courant de soudage doivent avoir un degré minimal de protection IP2X en utilisant les conditions et procédures d'essai de la CEI 60529.

La conformité doit être vérifiée en réalisant l'essai suivant:

Une source de courant de soudage doit être soumise à l'essai à l'eau approprié sans être alimentée. Immédiatement après l'essai, la source de courant de soudage doit être placée dans un environnement sûr et soumise à l'essai de résistance d'isolement indiqué en 5.4 g) et à l'essai de rigidité diélectrique indiqué en 5.4 h).

6.2.2 Condensateurs

Un condensateur fourni comme partie d'une source de courant de soudage et connecté aux bornes du circuit d'alimentation ou de l'enroulement d'un transformateur fournissant le courant de soudage doit

- a) ne pas contenir plus de 1 l de liquide inflammable;
- b) être conçu pour ne pas fuir en service normal;
- c) être contenu à l'intérieur de l'enveloppe de la source de courant de soudage ou dans une enveloppe qui satisfait aux exigences applicables du présent document.

La conformité doit être vérifiée par examen visuel.

Les condensateurs ne doivent pas soumettre la source de courant de soudage à des risques électriques ou d'incendie en cas de défaillance.

La conformité doit être vérifiée par l'essai suivant:

La source de courant de soudage est mise sous tension d'alimentation assignée, à vide avec un fusible ou disjoncteur d'alimentation de calibre au maximum égal à 200 % du courant d'alimentation maximal assigné, avec tous les condensateurs ou un des condensateurs court-circuités jusqu'à:

- 1) fusion d'un fusible ou déclenchement du dispositif contre les surintensités dans la source de courant de soudage; ou
- 2) fusion du fusible du circuit d'alimentation ou déclenchement du disjoncteur; ou
- 3) obtention, sur les composants du circuit d'alimentation de la source de courant de soudage, de températures constantes inférieures ou égales à celles permises en 7.3.

Si un échauffement anormal ou un ramollissement apparaît, la source de courant de soudage doit satisfaire aux exigences des points a), c) et d) du 9.1.

Il ne doit pas y avoir de fuite de liquide au cours des essais de type exigés par le présent document.

Pour les condensateurs d'antiparasitage ou les condensateurs ayant un fusible intégré ou un disjoncteur, cet essai n'est pas exigé.

6.2.3 Décharge automatique des condensateurs sur le circuit d'alimentation

Chaque condensateur doit être muni d'un moyen de décharge automatique qui doit réduire la tension aux bornes du condensateur à une valeur inférieure ou égale à 60 V dans le temps nécessaire pour donner accès à toute partie conductrice connectée au condensateur ou une étiquette d'avertissement appropriée doit être utilisée. Pour toute fiche de prise de courant mise sous tension par l'intermédiaire d'un condensateur, le temps d'accès est considéré comme étant de 1 s.

Les condensateurs de capacité assignée inférieure ou égale à 0,1 μ F ne sont pas considérés comme entraînant un risque de choc électrique.

La conformité doit être vérifiée par examen visuel et par l'essai suivant.

La source de courant de soudage est mise en fonctionnement sous la tension assignée d'alimentation la plus élevée. La source de courant de soudage est alors déconnectée du réseau d'alimentation et les tensions sont mesurées au moyen d'instruments n'ayant pas d'influence notable sur les valeurs à mesurer.

6.2.4 Isolation du circuit de soudage

Le circuit de soudage doit être électriquement séparé du circuit d'alimentation et de tous les autres circuits ayant une tension supérieure à la tension à vide admissible conformément au 11.1.1 (circuits d'alimentation auxiliaires, par exemple) par une isolation double ou renforcée ou par des moyens équivalents satisfaisant aux exigences du 6.1. Si un autre circuit est connecté au circuit de soudage, la puissance de l'autre circuit doit être fournie par l'intermédiaire d'un transformateur de séparation ou par un dispositif équivalent.

Le circuit de soudage ne doit pas être connecté, à l'intérieur de la source de courant de soudage, aux moyens de connexion du conducteur de protection externe, à l'enveloppe, au châssis ou au noyau magnétique de la source de courant de soudage sauf, si nécessaire, par l'intermédiaire d'un condensateur d'antiparasitage ou de protection.

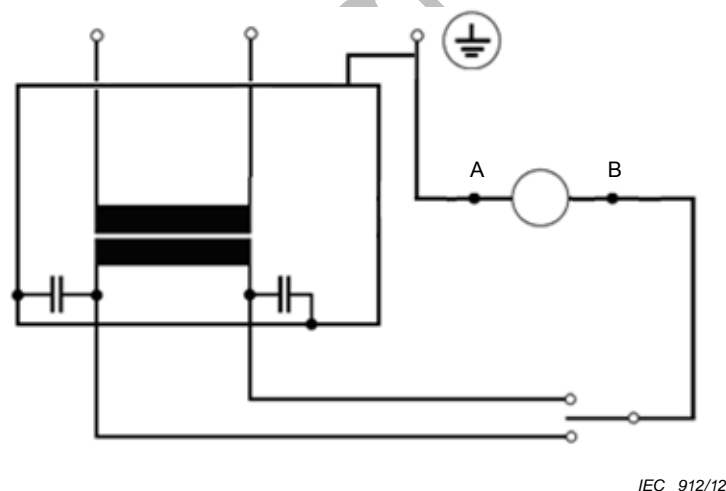
La conformité doit être vérifiée par les essais indiqués au 6.1.

6.2.5 Courant de contact d'un circuit de soudage

Le courant de contact entre les connexions du circuit de soudage et la borne du conducteur de protection ne doit pas dépasser une valeur crête de 14,1 mA.

La conformité doit être vérifiée par examen visuel et par mesure du courant de contact sur un circuit tel qu'indiqué en Figure 2 à la/aux tension(s) d'alimentation assignée(s) et en condition à vide.

Le réseau de mesure spécifié à la Figure N.1 doit être raccordé comme indiqué en Figure 2.



Légende

A, B Connexions du réseau de mesure

NOTE Pour le matériel de classe II, utiliser la borne PE du réseau d'alimentation relié à la terre.

Figure 2 – Mesure du courant de contact d'un circuit de soudage

6.2.6 Courant de contact en condition normale

Le courant de contact pour les surfaces accessibles conductrices, non raccordées au circuit de protection, ne doit pas dépasser la valeur crête de 0,7 mA en conditions normales.

La conformité doit être vérifiée en utilisant les configurations indiquées dans l'Annexe N, sans simulation de défaut et dans les conditions suivantes:

- a) la source de courant de soudage est:
- isolée du plan de masse;
 - alimentée par la tension d'alimentation assignée la plus élevée;
- b) le circuit de soudage est placé en condition à vide;
- c) les condensateurs d'antiparasitage ne sont pas déconnectés.

6.3 Protection contre les chocs électriques en cas de défaut (contacts indirects)

6.3.1 Mesures de protection

Les sources de courant de soudage doivent être un matériel de classe I ou de classe II, conformément à la CEI 61140, à l'exception du circuit de soudage.

6.3.2 Isolation entre les enroulements du circuit d'alimentation et le circuit de soudage

Les enroulements du circuit d'alimentation et du circuit de soudage doivent être isolés au moyen

- a) d'une isolation double ou renforcée
ou
- b) d'une isolation principale par rapport à un écran métallique situé entre eux et raccordé au conducteur de protection.

Entre les enroulements du circuit d'alimentation et du circuit de soudage, il doit y avoir une isolation conforme aux valeurs données dans le Tableau 5.

Tableau 5 – Distance minimale à travers l'isolation

Tension d'alimentation assignée V eff.	Distance minimale à travers l'isolation mm	
	Une seule couche	Total de trois couches séparées ou plus
Jusqu'à 440	1,3	0,35
441 à 690	1,5	0,4
691 à 1 000	2,0	0,5

Lorsqu'il y a un écran métallique entre les enroulements, l'épaisseur de l'isolation entre chaque enroulement et l'écran doit être au moins égale à la moitié des valeurs données dans le Tableau 5.

La conformité doit être vérifiée par examen visuel et par mesure.

6.3.3 Conducteurs internes et connexions

Les conducteurs et connexions internes doivent être fixés ou placés de façon à éviter un desserrage accidentel qui pourrait entraîner des contacts électriques entre

- a) le circuit d'alimentation ou tout autre circuit et le circuit de soudage de telle sorte que la tension de sortie pourrait devenir plus élevée que la tension à vide admissible;
- b) le conducteur de protection, l'enveloppe, le châssis ou le circuit magnétique et le circuit de soudage.

Lorsque les conducteurs isolés traversent des parties métalliques, des manchons en matériau isolant doivent être prévus ou bien les arêtes des ouvertures doivent être usinées avec un rayon d'au moins 1,5 mm.

Les conducteurs nus doivent être fixés de telle sorte que les distances d'isolement dans l'air et lignes de fuite entre eux et par rapport aux parties conductrices soient maintenues (voir 6.1.2 et 6.3.2).

Les conducteurs de différents circuits peuvent être positionnés côte à côte, peuvent occuper le même conduit (par exemple la même canalisation, le même système de câblage), ou peuvent être dans les mêmes câbles multiconducteurs pourvu que la disposition n'altère pas le fonctionnement des circuits respectifs. Quand de tels circuits fonctionnent à des tensions différentes, les conducteurs doivent être séparés par des barrières appropriées ou doivent être isolés en fonction de la plus forte tension à laquelle chacun des câbles du même conduit peut être soumis.

La conformité doit être vérifiée par examen visuel et par mesure.

6.3.4 Exigences supplémentaires pour les systèmes de coupage plasma

La torche de coupage plasma, les pièces (par exemple, les pièces généralement remplacées en raison de l'usure) ainsi que la source de courant de coupage plasma, recommandées par le constructeur, doivent former un système sûr.

Les tuyères qui, pour des raisons techniques, ne peuvent pas être protégées contre les contacts directs, doivent être considérées comme étant suffisamment protégées en utilisation normale ou en cas de défaut simple, lorsqu'elles répondent aux exigences suivantes:

a) en l'absence du courant d'alimentation de l'arc:

la tension entre la tuyère et la pièce mise en œuvre et/ou la terre ne dépasse pas les valeurs données en 11.1.1,

ou

la source de courant de coupage plasma est équipée d'un système réducteur de risques conformément à l'Article 13,

et

b) pour les systèmes manuels, en présence du courant d'alimentation de l'arc:

les côtés de la tuyère plasma ne peuvent pas être touchés par le doigt d'essai normalisé conforme à la CEI 60529 quand elle est placée sur une surface plane avec sa ligne d'axe qui lui est perpendiculaire,

ou

la tension continue en charge entre la tuyère et la pièce mise en œuvre et/ou la terre ne dépasse pas les valeurs données en 11.1.1.

NOTE Un défaut simple est une condition anormale résultant d'une électrode en contact avec la tuyère due à l'absence de canons isolants, au collage de la tuyère avec l'électrode, à un élément conducteur entre la tuyère et l'électrode, à des pièces inadaptées, à des pièces desserrées, à l'abrasion de l'électrode, à des pièces mal positionnées, à une charge excessive ou à un débit de gaz incorrect.

La conformité doit être vérifiée conformément à 11.1 et par simulation d'un défaut de torche et par essai conformément à l'Article 13. La torche doit être soumise à essai conformément à la CEI 60974-7.

6.3.5 Noyaux et bobines mobiles

Si des noyaux ou bobines mobiles sont utilisés pour le réglage du courant de soudage, la construction doit être telle que les distances dans l'air et lignes de fuite exigées soient maintenues, en tenant compte des contraintes électriques et mécaniques.

La conformité doit être vérifiée en faisant fonctionner 500 fois le mécanisme, sur la totalité de sa course, de la position minimale à la position maximale, à la cadence spécifiée par le constructeur et par examen visuel.

6.3.6 Courant de contact en cas de défaut

Pour le matériel de classe 1, le courant de contact pondéré en cas de défaillance ou de déconnexion d'un conducteur de protection externe ne doit pas dépasser:

- a) 7 mA de valeur crête pour les matériels raccordés par une prise assignée jusqu'à 32 A compris de courant d'alimentation effectif;
- b) 14,1 mA de valeur crête pour les matériels raccordés par une prise assignée à plus de 32 A de courant d'alimentation effectif;
- c) 14,1 mA de valeur crête pour les matériels destinés à être raccordés de façon permanente sans mesures spéciales pour le conducteur de protection.

Les matériels destinés à être raccordés de façon permanente avec un conducteur de protection renforcé peuvent avoir un courant de fuite pouvant atteindre 5 % du courant d'alimentation assigné par phase.

Les éléments suivants doivent être fournis pour réaliser le conducteur de protection renforcé:

- une borne de connexion conçue pour le raccordement d'un conducteur de protection mesurant au moins 10 mm² de cuivre ou 16 mm² d'aluminium, ou
- une seconde borne conçue pour le raccordement d'un conducteur de protection de même section que celle du conducteur de protection normal.

La conformité doit être vérifiée en utilisant les configurations présentées dans l'Annexe N dans les conditions suivantes:

- 1) la source de courant de soudage est:
 - isolée du plan de masse;
 - alimentée par la plus haute tension assignée d'alimentation;
 - non raccordée à la terre de protection sauf à travers les équipements de mesure;
- 2) le circuit de soudage est en condition à vide;
- 3) les condensateurs d'antiparasitage ne doivent pas être déconnectés.

7 Exigences thermiques

7.1 Essai d'échauffement

7.1.1 Conditions d'essai

Lors de la mise en place des dispositifs de mesure, les seuls accès autorisés doivent être les ouvertures munies de couvercles, portes de visite ou panneaux aisément amovibles prévus par le constructeur. La ventilation dans la zone d'essai et les dispositifs de mesure utilisés ne doivent pas interférer avec la ventilation normale de la source de courant de soudage ni provoquer des échanges anormaux de chaleur dans un sens ou dans l'autre.

La source de courant de soudage est mise en fonctionnement à la tension d'alimentation assignée avec un courant constant, à un cycle de $(10 \pm 0,2)$ min:

- a) avec le courant de soudage assigné (I_2) égal à 60 % et/ou à 100 % du facteur de marche selon le cas;
- b) avec le courant assigné maximal de soudage (I_{2max}) et le facteur de marche correspondant.

S'il est connu que ni a) ni b) ne donnent l'échauffement maximal, un essai doit alors être effectué au réglage de la plage assignée qui donne l'échauffement maximal.

Dans le cas d'une source de courant de soudage prévue pour soudage à l'arc en atmosphère inerte avec électrode de tungstène en courant alternatif, un déséquilibre de charge pourrait provoquer un échauffement maximal. Dans ce cas, un essai doit être effectué comme indiqué à l'Annexe C.

La condition de température ambiante du 5.1 doit être remplie.

NOTE 1 Il est possible que l'échauffement maximal soit obtenu au cours de la marche à vide.

NOTE 2 S'il y a lieu, les essais peuvent être effectués les uns après les autres sans que la source de courant de soudage ne revienne à la température de l'air ambiant.

7.1.2 Tolérances des paramètres d'essai

Pendant les 60 dernières minutes de l'essai d'échauffement, conformément à 7.1.3, les tolérances suivantes doivent être satisfaites:

- a) tension en charge: $\begin{matrix} +10 \\ -2 \end{matrix}$ % de la tension en charge conventionnelle appropriée;
- b) courant de soudage: $\begin{matrix} +10 \\ -2 \end{matrix}$ % du courant de soudage conventionnel approprié;
- c) tension d'alimentation: ± 5 % de la tension d'alimentation assignée appropriée;
- d) vitesse du moteur: ± 5 % de la vitesse assignée appropriée;
- e) température: $\begin{matrix} +10 \\ -2 \end{matrix}$ K de la température ambiante.

7.1.3 Durée de l'essai

L'essai d'échauffement doit se poursuivre jusqu'à ce que la variation de température ne dépasse pas 2 K/h sur aucun composant pendant une période au moins égale à 60 min.

7.2 Mesure des températures

7.2.1 Conditions de mesure

La température doit être déterminée au milieu de la période de charge du dernier cycle comme suit:

- a) pour les enroulements, par la mesure de la résistance ou par des capteurs de température en surface ou incorporés;

NOTE 1 La méthode par capteurs de température en surface n'est pas privilégiée.

NOTE 2 Dans le cas d'enroulements de faible résistance ayant des contacts de commutation en série, la mesure des résistances peut donner des résultats erronés.

- b) pour les autres parties, par des capteurs de température en surface.

7.2.2 Capteur de température en surface

La température est mesurée au moyen d'un capteur de température appliqué sur les surfaces accessibles des enroulements ou d'autres parties, conformément aux conditions stipulées ci-après.

NOTE 1 Les capteurs de température typiques sont par exemple des thermocouples, des thermomètres à résistance, etc.

Les thermomètres à bulbe ne doivent pas être utilisés pour la mesure des températures des enroulements et des surfaces.

Les capteurs de température sont placés aux points accessibles où il est vraisemblable que la température sera maximale. Il est souhaitable que les points chauds prévisibles soient localisés par un examen préliminaire.

NOTE 2 La dimension et l'étendue des points chauds dans les enroulements dépendent de la conception de la source de courant de soudage.

Une transmission efficace de la chaleur doit être assurée entre le point de mesure et le capteur de température, et le capteur de température doit être protégé contre l'effet des courants d'air et des rayonnements.

7.2.3 Résistance

L'échauffement des enroulements est déterminé par l'accroissement de leur résistance et est obtenu, pour le cuivre, par la formule suivante:

$$t_2 - t_a = \frac{(235 + t_1)(R_2 - R_1)}{R_1} + (t_1 - t_a)$$

où

t_1 est la température de l'enroulement au moment de la mesure de R_1 (°C);

t_2 est la température calculée de l'enroulement à la fin de l'essai (°C);

t_a est la température de l'air ambiant à la fin de l'essai (°C);

R_1 est la résistance initiale de l'enroulement (Ω);

R_2 est la résistance de l'enroulement à la fin de l'essai (Ω).

Pour l'aluminium, le nombre 235 dans la formule ci-dessus est remplacé par le nombre 225.

La température t_1 doit être à ± 3 K de la température de l'air ambiant.

7.2.4 Capteur de température incorporé

La température est mesurée au moyen de thermocouples ou d'autres instruments de mesure de température adaptés de taille comparable incorporés dans les parties les plus chaudes.

Les thermocouples doivent être placés directement sur les enroulements et les bobines. Il n'est pas nécessaire d'enlever une isolation quelconque appliquée intégralement sur les conducteurs eux-mêmes.

Un thermocouple placé au point le plus chaud d'un enroulement monocouche est considéré comme incorporé.

7.2.5 Détermination de la température de l'air ambiant

La température de l'air ambiant est déterminée par au moins trois dispositifs de mesure. Ceux-ci sont espacés uniformément autour de la source de courant de soudage, à peu près à sa mi-hauteur et à une distance de 1 m à 2 m de sa surface. Ils sont protégés contre les courants d'air et les échauffements anormaux. La valeur moyenne de la lecture faite est adoptée comme température de l'air ambiant.

Dans le cas de sources de courant de soudage à ventilation forcée, un seul dispositif de mesure est placé à l'entrée de l'air dans le système de refroidissement. La moyenne des lectures faites à intervalles réguliers pendant le dernier quart de la durée de l'essai est adoptée comme température de l'air ambiant.

7.2.6 Enregistrement des températures

Dans la mesure du possible, les températures sont enregistrées pendant que le matériel est en fonctionnement et après coupure. Sur les éléments pour lesquels l'enregistrement des températures n'est pas possible pendant que le matériel est en fonctionnement, les températures se mesurent après coupure, comme décrit ci-après.

Chaque fois qu'il s'est écoulé, entre le moment de la coupure et le moment où la température finale est mesurée, un temps suffisant pour que la température ait baissé, les corrections nécessaires sont apportées, de façon à obtenir une température aussi proche que possible de celle du moment de la coupure. Cela peut être fait en relevant une courbe conformément à l'Annexe D. Un minimum de quatre lectures de températures est fait dans un délai de 5 min après la coupure. Dans le cas où les mesures successives font apparaître une élévation de température après coupure, la valeur la plus élevée est retenue.

Pour maintenir la température pendant la période d'arrêt, des précautions doivent être prises pour raccourcir la période d'arrêt d'un groupe électrogène de soudage.

7.3 Limites d'échauffement

7.3.1 Enroulements, collecteurs et bagues collectrices

L'échauffement des enroulements, collecteurs et bagues ne doit pas dépasser les valeurs données au Tableau 6, quelle que soit la méthode de mesure des températures utilisée.

Tableau 6 – Limites de température pour les enroulements, collecteurs et bagues collectrices

Classe d'isolation	Température maximale	Echauffement maximal			
		K			Collecteurs et bagues collectrices
		Enroulements			
°C	°C	Capteur de température de surface	Résistance	Capteur de température incorporé	
105 (A)	150	55	60	65	60
120 (E)	165	70	75	80	70
130 (B)	175	75	80	90	80
155 (F)	190	95	105	115	90
180 (H)	210	115	125	140	100
200 (N)	230	130	145	160	Non déterminée
220 (R)	250	150	160	180	

NOTE 1 Capteur de température de surface signifie que la température est mesurée au moyen de capteurs non incorporés au point le plus chaud accessible à la surface extérieure des enroulements.

NOTE 2 Normalement, la température à la surface est la plus faible. La méthode de résistance donne la valeur moyenne de toutes les températures apparaissant dans un enroulement. La température la plus élevée apparaissant dans les enroulements (point chaud) peut être mesurée au moyen de capteurs de température incorporés.

NOTE 3 D'autres classes d'isolation ayant des températures limites plus élevées que celles indiquées dans le Tableau 6 existent (voir CEI 60085).

Aucune partie ne doit atteindre une température qui provoquerait un dommage sur une autre partie, même si cette partie peut être conforme aux exigences du Tableau 6.

De plus, pour les essais avec un facteur de marche autre que 100 %, la température atteinte pendant tout cycle complet ne doit pas dépasser les températures maximales données au Tableau 6.

La conformité doit être vérifiée par mesure, conformément à 7.2.

7.3.2 Surfaces externes

L'échauffement des surfaces externes ne doit pas dépasser les valeurs indiquées dans le Tableau 7. Les limites d'échauffement sont données pour:

- une période de contact non intentionnel de 1 s pour les enveloppes,
- une période de contact de 4 s pour les boutons et
- une période de contact de 60 s pour les poignées.

Tableau 7 – Limites de température des surfaces externes

Surface externe	Echauffement maximal K	Seuil de combustion pour la période de contact ^a s
Enveloppes métalliques non revêtues	25	1
Enveloppes métalliques peintes	35	1
Enveloppes en plastique	45	1
Boutons métalliques non revêtus	18	4
Boutons métalliques peints	22	4
Boutons en plastique	35	4
Poignées métalliques	10	60
Poignées en plastique	20	60

^a Valeurs informatives conformes à l'ISO 13732-1.

Pour les groupes électrogènes de soudage, les limites du Tableau 7 peuvent être dépassées pour les surfaces qui sont:

- a) reconnaissables par leur apparence ou leur fonction; ou
- b) marquées avec le symbole CEI 60417-5041; ou
- c) situées ou protégées afin de prévenir un contact non intentionnel pendant un fonctionnement normal.

NOTE Les surfaces reconnaissables par leur apparence ou leur fonction incluent des éléments tels que les échappements, silencieux, pare-étincelles ou têtes de cylindre.

La conformité doit être vérifiée par des mesures conformément à 7.2 et par examen visuel.

7.3.3 Autres composants

La température maximale des autres composants ne doit pas dépasser leur température maximale assignée conformément à la norme appropriée.

7.4 Essai en charge

Les sources de courant de soudage doivent supporter des cycles de charge répétés sans dommage ou défaillance de fonctionnement. Cet essai peut être réalisé sur toute source de courant de soudage qui fonctionne correctement.

La conformité doit être vérifiée par les essais suivants et en s'assurant qu'aucun dommage ni défaillance de fonctionnement de la source de courant de soudage ne survient pendant les essais.

La source de courant de soudage est chargée, en partant de l'état froid, au courant de soudage maximal assigné jusqu'à ce qu'un des phénomènes suivants se produise:

- a) la protection thermique fonctionne;
- b) la limite maximale de température des enroulements soit atteinte;
- c) une période de 10 min soit écoulée.

Immédiatement après le réenclenchement de la protection thermique dans le cas a), ou après les cas b) ou c), l'un des essais suivants est réalisé.

- 1) Dans le cas d'une source de courant de soudage à caractéristique tombante, les commandes sont réglées pour fournir le courant de soudage maximal assigné. Elle est alors soumise 60 fois à un cycle comprenant un court-circuit de résistance externe comprise entre 8 mΩ et 10 mΩ et d'une durée de 2 s, suivi d'une marche à vide de 3 s.
- 2) Dans le cas d'une source de courant de soudage à caractéristique plate, la source est chargée une fois pendant 15 s par un courant égal à 1,5 fois le courant assigné maximal de soudage à la tension de charge maximale disponible. Si la source de courant de soudage est munie d'un dispositif de protection qui limite le courant de soudage à une valeur inférieure à 1,5 fois le courant maximal assigné de soudage, l'essai est effectué au courant maximal de soudage pouvant être obtenu à la tension de charge correspondante.

Immédiatement après la réalisation de l'essai 1) ou 2), tandis que le matériel est encore chaud, celui-ci doit être vérifié conformément à 6.1.5.

7.5 Collecteurs et bagues

Les collecteurs, bagues et leurs balais ne doivent pas laisser apparaître de traces d'étincelles nuisibles ou de dommages, sur toute la plage de réglage du groupe électrogène de soudage.

La conformité doit être vérifiée par examen visuel au cours

- a) de l'essai d'échauffement, conformément à 7.1
et
- b) de l'essai de charge, conformément aux points 1) ou 2) de 7.4.

8 Protection thermique

8.1 Exigences générales

Une source de courant de soudage alimentée par le réseau électrique doit être munie d'une protection thermique si le facteur de marche au courant de soudage maximal assigné est inférieur à

- a) 35 % dans le cas d'une caractéristique tombante
ou
- b) 60 % dans le cas d'une caractéristique plate.

NOTE Une caractéristique tombante est généralement utilisée pour le soudage manuel à l'arc et pour le soudage à l'arc en atmosphère inerte avec électrode de tungstène, alors que la caractéristique plate est généralement utilisée pour le soudage à l'arc sous protection de gaz inerte ou actif.

Si la source de courant de soudage est équipée d'une protection thermique, la protection thermique doit satisfaire aux exigences de 8.2 à 8.7.

La conformité doit être vérifiée par examen visuel.

8.2 Construction

La protection thermique doit être conçue de façon à empêcher toute modification du réglage de la température ou du fonctionnement.

La conformité doit être vérifiée par examen visuel.

8.3 Emplacement

La protection thermique doit être située de façon permanente à l'intérieur de la source de courant de soudage pour assurer que le transfert de chaleur soit sûr.

La conformité doit être vérifiée par examen visuel.

8.4 Capacité de fonctionnement

La protection thermique doit pouvoir fonctionner lorsque la source de courant de soudage débite son courant de soudage assigné maximal:

- a) 100 fois dans le cas d'un facteur de marche supérieur ou égal à 35 %
ou
- b) 200 fois dans le cas d'un facteur de marche inférieur à 35 %.

La conformité doit être vérifiée avec une surcharge appropriée en provoquant le nombre exigé d'interruptions successives sur un circuit ayant les mêmes caractéristiques électriques, en particulier courant et réactance, que le circuit dans lequel la protection thermique est utilisée.

Après cet essai, les exigences de 8.4 et 8.6 doivent être remplies.

8.5 Fonctionnement

La protection thermique doit fonctionner pour empêcher la température des enroulements de la source de courant de soudage de dépasser les limites de températures maximales indiquées au Tableau 6.

La protection thermique ne doit pas fonctionner lorsque la source de courant de soudage est chargée avec le courant de soudage assigné maximal au facteur de marche correspondant indiqué sur la plaque signalétique.

La conformité doit être vérifiée pendant le fonctionnement conformément à 7.1, pour le courant de soudage assigné maximal, pour la température ambiante de 5.1 et sans fonctionnement de la protection thermique. Après cela, la source de courant de soudage est surchargée conformément à 9.4. De plus, si la condition de température de 5.1 ne provoque pas l'échauffement maximal des enroulements, l'essai doit être effectué à une température ambiante qui donne l'échauffement maximal des enroulements.

8.6 Réenclenchement

La protection thermique ne doit pas se réenclencher, automatiquement ou manuellement, tant que la température n'est pas redescendue en dessous de celle de la classe d'isolation indiquée au Tableau 6.

La conformité doit être vérifiée par des essais de fonctionnement et des mesures de température.

8.7 Indication

Les sources de courant de soudage munies d'une protection thermique doivent indiquer que la protection thermique a réduit ou déconnecté la sortie de la source de courant de soudage. Lorsque la protection thermique est à réenclenchement automatique, l'indicateur doit être soit une lampe de signalisation jaune (ou un indicateur jaune placé dans une fenêtre) soit un affichage alphanumérique montrant des symboles ou des termes dont la signification est donnée dans le manuel d'instructions.

La conformité doit être vérifiée par examen visuel.

9 Fonctionnement anormal

9.1 Exigences générales

Une source de courant de soudage ne doit pas subir de claquage ni accroître le risque de choc électrique ou d'incendie, dans les conditions de fonctionnement de 9.2 à 9.4. Ces essais sont effectués sans tenir compte de la température atteinte sur toutes les parties, ni du fonctionnement correct constant de la source de courant de soudage. Le seul critère est que la source de courant de soudage ne devienne pas dangereuse. Ces essais peuvent être effectués sur toute source de courant de soudage fonctionnant correctement.

Les sources de courant de soudage protégées à l'intérieur par exemple par un disjoncteur ou une protection thermique satisfont à l'essai si le dispositif de protection fonctionne avant qu'une condition dangereuse ne survienne.

La conformité doit être vérifiée par les essais suivants.

- a) Une couche de coton chirurgical absorbant sec est placée sous la source de courant de soudage et étendue à 150 mm au-delà de chaque côté.
- b) La source de courant de soudage est mise en fonctionnement, en partant de l'état froid, selon 9.2 à 9.4.
- c) Pendant l'essai, la source de courant de soudage ne doit pas émettre de flammes, de métal fondu ou d'autres matériaux qui enflamment l'indicateur en coton.
- d) Après l'essai et dans les 5 min qui suivent, la source de courant de soudage doit être capable de supporter un essai de rigidité diélectrique conformément au 6.1.5 b).

9.2 Essai de ventilateur bloqué

Une source de courant de soudage qui dépend d'un ou plusieurs ventilateurs à moteur pour la conformité aux essais de l'Article 7, est mise en fonctionnement sous la tension d'alimentation assignée ou la vitesse en charge assignée pendant une durée de 4 h au cours de laquelle le ou les ventilateurs sont bloqués ou mis hors service dans les conditions de sortie de 7.1.

NOTE Le but de cet essai est de faire fonctionner la source de courant de soudage avec le ventilateur fixe pour vérifier à la fois la sécurité du ventilateur et de la source de courant de soudage.

9.3 Essai de courant de court-circuit

La source de courant de soudage est court-circuitée par la torche et les câbles de soudage normalement fournis par le constructeur ou, s'ils ne sont pas fournis, par un conducteur de 1,2 m de long et de la section donnée dans le Tableau 8.

NOTE Les sections pour les systèmes non SI sont données dans le Tableau F.1.

La source de courant de soudage au réglage de sortie maximal est reliée à la tension d'alimentation assignée qui produit le courant d'alimentation assigné le plus élevé, au courant de soudage maximal assigné. Le circuit d'alimentation est protégé par des fusibles extérieurs ou par un disjoncteur de type et calibre spécifiés par le constructeur.

Tableau 8 – Section du conducteur de court-circuit de sortie

Courant de soudage maximal assigné A	Section minimale ^a mm ²
Jusqu'à 199	25
200 à 299	35
300 à 499	50
500 et plus	70

^a Voir Annexe F.

La source de courant de soudage ne doit pas faire fonctionner le fusible ou le disjoncteur lorsqu'elle est court-circuitée:

- a) pendant 15 s dans le cas d'une caractéristique tombante;
- b) trois fois pendant 1 s, dans une période de 1 min, dans le cas d'une caractéristique plate.

Le court-circuit est alors appliqué pendant 2 min ou jusqu'au fonctionnement du fusible ou du disjoncteur.

La tension d'alimentation ne doit pas décroître de plus 10 % pendant cet essai.

Les sources de courant de soudage à moteur thermique sont court-circuitées pendant 2 min au réglage de sortie maximal et sont réglées pour fonctionner à la vitesse en charge assignée.

9.4 Essai de surcharge

La source de courant de soudage est mise en fonctionnement pendant 4 h conformément à 7.1.1 b) pour 1,5 fois le facteur de marche correspondant.

Si la source de courant de soudage a un facteur de marche assigné supérieur à 67 %, cet essai est effectué avec un facteur de marche de 100 %.

Si la source de courant de soudage est munie de plots pour régler la sortie, les plots produisant le plus fort courant d'alimentation doivent être utilisés.

Il n'est pas nécessaire de soumettre à essai une source de courant de soudage dont le facteur de marche au courant de soudage maximal assigné est égal à 100 %.

10 Raccordement au réseau d'alimentation

10.1 Tension d'alimentation

Les sources de courant de soudage doivent pouvoir fonctionner avec la tension d'alimentation assignée $\pm 10\%$. Cela peut donner des écarts par rapport aux valeurs assignées.

La conformité doit être vérifiée par l'essai suivant:

La source de courant de soudage est raccordée à une charge conventionnelle et réglée à la sortie maximale et minimale. Chaque réglage est soumis à essai avec la tension d'alimentation assignée $\pm 10\%$. Vérifier la présence d'une intensité stable de courant dans le circuit de soudage dans ces quatre conditions.

10.2 Tension d'alimentation multiple

Les sources de courant de soudage conçues pour fonctionner sous plusieurs tensions d'alimentation doivent comporter une des dispositions suivantes:

- a) un bornier interne sur lequel le réglage de la tension d'alimentation est effectué au moyen de barrettes. Un marquage doit indiquer la disposition des barrettes pour chaque tension d'alimentation;
- b) une boîte ou plaque à bornes interne dans laquelle les tensions d'alimentation sont clairement marquées sur les bornes;
- c) un interrupteur de sélection de prises qui doit être muni d'un verrouillage évitant de le placer dans une position incorrecte. Le verrouillage ne doit pouvoir être mis en place qu'à l'aide d'un outil;
- d) deux câbles d'alimentation, chacun muni d'une fiche différente et d'un interrupteur de choix assurant que les broches de la fiche non utilisée ne peuvent être sous tension;
- e) un système pour adapter automatiquement les sources de courant de soudage à la tension d'alimentation.

NOTE Les sources de courant de soudage peuvent être équipées d'une indication externe de la tension d'alimentation choisie.

La conformité doit être vérifiée par examen visuel et par les essais suivants.

Dans le cas d), un interrupteur de sélection est également soumis à essai conformément à 10.8.

10.3 Moyens de raccordement au circuit d'alimentation

Les moyens de raccordement au circuit d'alimentation acceptables sont:

- a) les bornes prévues pour le raccordement permanent de câbles souples d'alimentation;
- b) les bornes prévues pour le raccordement de câbles d'alimentation à une installation fixe;
- c) les connecteurs fixés à la source de courant de soudage.

NOTE Cette exigence peut également être remplie en utilisant des bornes sur un dispositif tel qu'un interrupteur, un contacteur, etc.

Les moyens de raccordement au circuit d'alimentation doivent être choisis conformément au courant maximal d'alimentation effectif $I_{1\text{eff}}$ et à la tension d'alimentation maximale, et ils doivent satisfaire aux exigences des normes concernées ou être conçus conformément à l'Annexe E.

La conformité doit être vérifiée par examen visuel.

10.4 Marquage des bornes

La borne pour le conducteur de protection externe doit être marquée du symbole (CEI 60417-5019).



L'une ou l'autre des options suivantes peut être ajoutée:

a) les lettres: **PE**

ou

b) la double coloration: **vert et jaune**.

De plus, les bornes des matériels triphasés doivent être clairement marquées conformément à la CEI 60445 ou à d'autres normes relatives aux composants. Le marquage d'identification doit être placé sur ou à côté de la borne correspondante.

La conformité doit être vérifiée par examen visuel.

10.5 Circuit de protection

10.5.1 Exigence de continuité du circuit de protection

Le circuit de protection interne doit être capable de supporter les courants susceptibles d'exister en cas de défaut.

Les sources de courant de soudage de classe I doivent avoir, à proximité des bornes des conducteurs de phase, une borne appropriée dimensionnée conformément à l'Annexe E et au Tableau E.1 pour le raccordement du conducteur de protection extérieur. Cette borne ne doit être utilisée pour aucun autre usage (par exemple pour fixer ensemble deux éléments de l'enveloppe).

Lorsque, à l'extérieur ou à l'intérieur de la source de courant de soudage, il y a une borne de raccordement du conducteur de neutre, celle-ci ne doit pas être en contact électrique avec la borne pour le raccordement du conducteur de protection.

A l'intérieur comme à l'extérieur de la source de courant de soudage, les conducteurs de protection isolés doivent avoir la double coloration vert/jaune. Si la source de courant de soudage est alimentée par un câble d'alimentation à plusieurs conducteurs, le conducteur de protection doit avoir la double coloration vert/jaune.

Dans certains pays, la couleur unique verte est également utilisée pour identifier le conducteur de protection et la borne du conducteur de protection.

Si la source de courant de soudage est équipée d'un conducteur de protection, il doit être connecté de façon telle que si le câble est arraché en dehors des bornes, les conducteurs de phase cassent avant le conducteur de protection.

La conformité doit être vérifiée par examen visuel et par les essais donnés en 10.5.2 et 10.5.3.

La méthode de fixation des parties conductrices sur les circuits de protection, par exemple des rondelles ou vis pénétrant la peinture ou des surfaces non peintes, doit être prise en considération au cours de l'examen visuel.

10.5.2 Essai de type

Un courant égal à 200 % du courant d'alimentation effectif maximal, comme indiqué sur la plaque signalétique, est appliqué d'une partie de l'enveloppe susceptible d'être portée sous tension à travers la borne du conducteur de protection externe pendant une période de temps indiquée dans le Tableau 9 en utilisant la plus petite section de conducteurs externes, indiquée dans le Tableau 10.

NOTE La forme d'onde du courant d'essai n'est pas définie tant que la valeur efficace est utilisée pour la comparaison.

Tableau 9 – Exigences de courant et de temps pour les circuits de protection

Courant A	Temps min
Jusqu'à 30	2
31 à 60	4
61 à 100	6
101 à 200	8
Plus de 200	10

Tableau 10 – Section minimale du conducteur de protection externe en cuivre

Section des conducteurs de phase alimentant le matériel S mm ²	Section minimale du conducteur de protection externe en cuivre S_p mm ²
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	$S/2$

Pendant l'essai, il ne doit y avoir aucune fusion de métal, aucune détérioration de la liaison de la source de courant de soudage ni d'échauffement susceptible de provoquer un incendie, et la chute de potentiel mesurée à travers la partie de l'enveloppe et la borne ne doit pas dépasser 4 V eff.

10.5.3 Essai individuel de série

L'essai est destiné à vérifier la continuité du circuit de protection en injectant un courant d'au moins 10 A à 50 Hz ou 60 Hz provenant d'une source TBTS. Les essais sont à réaliser entre la borne PE et les points significatifs qui font partie du circuit de protection. La durée de l'essai est de 1 s.

La tension mesurée entre la borne PE et les points d'essai ne doit pas dépasser les valeurs données dans le Tableau 11:

Tableau 11 – Vérification de la continuité du circuit de protection

Section minimale effective du conducteur de protection de la boucle en essai mm ²	Chute de tension maximale mesurée (valeurs données pour un courant d'essai de 10 A) V
1,0	3,3
1,5	2,6
2,5	1,9
4,0	1,4
> 6,0	1,0

10.6 Serre-câble

Les sources de courant de soudage munies de bornes pour le raccordement des câbles souples d'alimentation doivent être équipées d'un serre-câble qui protège le raccordement électrique des efforts de traction.

Le serre-câble doit être construit de telle sorte que

- a) il soit dimensionné pour des câbles souples ayant la plage de sections de conducteurs comme spécifié au Tableau E.1;
- b) le mode d'attache soit facilement reconnaissable;
- c) le câble puisse être aisément remplacé;
- d) le câble ne puisse entrer en contact avec les vis de serrage conductrices du serre-câble si celles-ci sont accessibles ou en contact électrique avec des parties conductrices accessibles;
- e) le câble ne soit pas retenu par une vis métallique portant directement sur lui;
- f) au moins une partie du serre-câble soit fixée de façon sûre à la source de courant de soudage;
- g) aucune des vis qu'il est nécessaire de desserrer ou resserrer pendant le remplacement du câble ne soit utilisée pour la fixation d'autres parties;
- h) lorsqu'il est fixé sur une source de courant de soudage de classe II, il doit être réalisé en matériau isolant ou isolé de sorte que, s'il y a un défaut d'isolation du câble, les parties métalliques accessibles ne doivent pas devenir actives.

La conformité doit être vérifiée par examen visuel et par l'essai suivant.

Un câble d'alimentation souple, qui a la section minimale spécifiée du conducteur, est connecté au point de raccordement du matériel. Le serre-câble est fixé au câble et serré.

Il ne doit alors pas être possible de pousser le câble à l'intérieur de la source de courant de soudage au point que le câble lui-même ou des éléments internes de la source de courant de soudage puissent être endommagés.

Le serre-câble est alors desserré et resserré 10 fois.

Le câble est ensuite soumis pendant 1 min à une traction appliquée sans secousse, comme spécifié au Tableau 12.

Tableau 12 – Traction

Section nominale du conducteur mm ²	Traction N
1,5	150
2,5	220
4,0	330
6 et au-delà	440

A la fin de l'essai, le câble ne doit pas s'être déplacé de plus de 2 mm et les extrémités des conducteurs ne doivent pas s'être déplacées de façon perceptible dans les bornes. Afin de mesurer le déplacement, une marque est faite, avant l'essai, sur le câble tendu, à 20 mm du point d'ancrage.

Après l'essai, le déplacement de cette marque par rapport au dispositif d'arrêt et de traction est mesuré, le câble étant soumis à l'effort.

Pendant l'essai, le câble ne doit pas être endommagé de façon visible (entailles, coupures ou déchirures du revêtement, par exemple).

L'essai est alors répété avec la section maximale de conducteur spécifiée.

10.7 Entrées de câbles

Lorsque le câble d'alimentation traverse des parties métalliques, il doit être prévu un manchon isolant ou les ouvertures doivent être arrondies avec un rayon d'au moins 1,5 mm.

La conformité doit être vérifiée par examen visuel.

10.8 Dispositif de commutation marche/arrêt sur le circuit d'alimentation

Lorsqu'un dispositif de commutation marche/arrêt intégré sur le circuit d'alimentation (par exemple un interrupteur, un contacteur ou un disjoncteur) est fourni, il doit:

- a) déconnecter tous les conducteurs du réseau non mis à la terre, et
- b) indiquer clairement si le circuit est ouvert ou fermé, et soit
- c) avoir les caractéristiques assignées suivantes:
 - tension: non inférieure aux valeurs données sur la plaque signalétique,
 - courant: non inférieur au courant d'alimentation effectif maximal mentionné sur la plaque signalétique,ou
- d) convenir pour cette application.

La conformité doit être vérifiée par examen visuel; pour c) conformément aux autres normes concernées et pour d) par les essais suivants.

Pour les essais, les dispositifs de commutation marche/arrêt du circuit d'alimentation peuvent être installés à l'extérieur de la source de courant.

Une source de courant de soudage est connectée à la tension d'alimentation assignée qui correspond au courant d'alimentation maximal assigné; en plus, pour un matériel de classe I, un fusible de 10 A à 20 A est placé

- dans le cas d'un circuit d'alimentation mis à la terre, dans la connexion de la terre de protection;
- dans le cas d'un circuit d'alimentation non mis à la terre, entre un conducteur de phase et le circuit de protection.

Pendant les essais, la tension d'alimentation doit être maintenue à une valeur au moins égale à la valeur assignée.

Surcharge: La sortie de la source de courant de soudage est court-circuitée conformément à 9.3. Le dispositif de commutation est mis en fonctionnement pendant 100 cycles à la cadence de 6 à 10 cycles par minute avec une durée de marche minimale de 1 s.

Il n'est pas nécessaire de soumettre à essai un dispositif de commutation si ses caractéristiques assignées dépassent deux fois le courant d'alimentation maximal assigné de la source de courant de soudage.

Endurance: La sortie est reliée à une charge conventionnelle et réglée pour produire le courant de soudage assigné à un facteur de marche de 100 %. Le dispositif de commutation est mis en fonctionnement pendant 1 000 cycles à une cadence de 6 à 10 cycles par minute avec une durée de marche minimale de 1 s.

Une source de courant de soudage ayant plus d'une tension d'alimentation assignée est aussi soumise à essai sous la tension d'alimentation maximale assignée.

Il ne doit y avoir aucune défaillance électrique ou mécanique, et en outre, pour un matériel de classe I, aucune fusion du fusible.

NOTE Un composant ayant prouvé sa conformité à ces essais peut être utilisé dans d'autres applications similaires si les autres exigences sont du même niveau ou inférieures.

10.9 Câbles d'alimentation

Lorsque les câbles d'alimentation font partie de la source de courant de soudage, ils doivent:

- a) être appropriés pour cette application et satisfaire aux réglementations nationales et locales;
- b) être dimensionnés pour le courant d'alimentation effectif maximal $I_{1\text{eff}}$;
et
- c) avoir une longueur au moins égale à 2 m, mesurée depuis le point de sortie de l'enveloppe.

La conformité doit être vérifiée par examen visuel.

NOTE Des exemples de réglementations locales sont donnés dans la Bibliographie, par exemple, HD 22.1 S4, Code électrique NFPA 70 (SE, SO, ST, STO ou autres câbles à très haute résistance) ou CSA C22.1. Il a été démontré que l'isolation PVC n'était pas adaptée à cette application.

10.10 Dispositif de connexion à l'alimentation (fiche de prise de courant montée)

Si un dispositif de connexion à l'alimentation est fourni comme partie du matériel de soudage à l'arc, ses valeurs assignées ne doivent pas être inférieures:

- a) au courant assigné du fusible exigé pour la conformité aux essais spécifiés en 9.3 qu'il y ait ou non un interrupteur du circuit d'alimentation incorporé;
- b) au courant d'alimentation effectif maximal $I_{1\text{eff}}$.

Pour les réseaux d'alimentation en 125 V, le courant assigné doit, de plus, ne pas être inférieur soit à c) soit à d):

- c) 70 % du courant d'alimentation maximal assigné pour les matériels incorporant un interrupteur d'alimentation;
- d) 70 % du courant d'alimentation mesuré avec la sortie court-circuitée au réglage maximal pour les matériels n'incorporant pas un interrupteur du circuit d'alimentation.

De plus, le dispositif de connexion doit être approprié aux besoins industriels.

NOTE La CEI 60309-1 fournit des exemples de dispositifs de connexion adaptés aux besoins industriels.

La conformité doit être vérifiée par examen visuel, par mesure et par calcul.

11 Sortie

11.1 Tension à vide assignée

11.1.1 Tension à vide assignée dans le cas d'environnements avec risque accru de choc électrique

Si la source de courant de soudage n'est pas munie d'un dispositif réducteur de risques conformément à l'Article 13, la tension à vide assignée ne doit pas dépasser:

- a) une valeur crête de 113 V en courant continu;
- b) une valeur crête de 68 V et 48 V eff. en courant alternatif.

De telles sources de courant de soudage peuvent être marquées du symbole 84 de l'Annexe L.

La conformité doit être vérifiée par des mesures, par une analyse du circuit et/ou par une simulation de défaut conformément à 11.1.5.

11.1.2 Tension à vide assignée dans le cas d'environnements sans risque accru de choc électrique

Si la source de courant de soudage n'est pas munie d'un dispositif réducteur de risques conformément à l'Article 13, la tension à vide assignée ne doit pas dépasser:

- a) une valeur crête de 113 V en courant continu;
- b) une valeur crête de 113 V et 80 V eff. en courant alternatif.

La conformité doit être vérifiée par des mesures conformément à 11.1.5.

11.1.3 Tension à vide assignée dans le cas de torches tenues mécaniquement avec une protection accrue de l'opérateur

La tension à vide assignée ne doit pas dépasser

- a) une valeur crête de 141 V en courant continu;
- b) une valeur crête de 141 V et 100 V eff. en courant alternatif.

Ces valeurs ne peuvent être utilisées que lorsque les exigences suivantes sont remplies:

- c) la torche ne doit pas être tenue à la main;
 - d) la tension à vide doit être coupée automatiquement lorsque le soudage est arrêté;
- et
- e) la protection contre les contacts directs avec des parties actives doit être assurée au moyen:
 - d'un degré de protection minimal de IP2X,
 - ou
 - d'un dispositif réducteur de risques (voir l'Article 13).

La conformité doit être vérifiée par des mesures conformément à 11.1.5, par une mise en fonctionnement et par examen visuel.

11.1.4 Tension à vide assignée pour les procédés spéciaux, par exemple le coupage plasma

La tension à vide assignée ne doit pas dépasser une valeur crête de 500 V en courant continu.

La conformité doit être vérifiée par des mesures conformément à 11.1.5, par une mise en fonctionnement et par examen visuel, avec l'exception suivante: la combinaison en série des résistances fixes de 200 Ω et variables de 5 k Ω peut être remplacée par une résistance fixe de 5 k Ω .

Une tension à vide assignée dépassant 113 V crête en courant continu ne peut être appliquée que lorsque les exigences suivantes sont remplies.

- a) Ces sources de courant de coupage plasma avec leurs torches correspondantes doivent empêcher la sortie de la tension à vide lorsque la torche est démontée ou déconnectée de la source de courant de coupage plasma.
- b) La tension à vide doit être inférieure à 68 V crête au plus tard 2 s après ouverture du circuit de commande (par exemple interrupteur de démarrage).
- c) La tension entre la tuyère de la torche et la pièce mise en œuvre ou la terre doit être inférieure à 68 V crête au plus tard 2 s après l'extinction de l'arc pilote et de l'arc principal.

Les conditions de conformité à ces exigences doivent être données dans les instructions d'emploi.

De telles sources de courant de coupage plasma peuvent être marquées du symbole 84 de l'Annexe L.

La conformité doit être vérifiée par mesure avec un appareil de mesure ou un oscilloscope en parallèle avec une résistance de 5 k Ω minimum.

11.1.5 Exigences supplémentaires

La tension à vide assignée pour tous les réglages de sortie possibles ne doit pas dépasser les valeurs données de 11.1.1 à 11.1.4, résumées dans le Tableau 13.

Au cours de la mesure, la variation de la tension d'alimentation réelle par rapport à la tension d'alimentation assignée ne doit pas dépasser ± 6 %. Si la tension à vide varie avec la tension d'alimentation, alors, pour une variation de tension d'alimentation supérieure à ± 1 %, la tension à vide doit être corrigée de façon linéaire en fonction de la tension d'alimentation réelle.

Tableau 13 – Résumé des tensions à vide assignées admissibles

Paragraphe	Conditions de travail	Tension à vide assignée
11.1.1	Environnement avec risque accru de choc électrique	c.c. 113 V crête c.a. 68 V crête et 48 V eff.
11.1.2	Environnement sans risque accru de choc électrique	c.c. 113 V crête c.a. 113 V crête et 80 V eff.
11.1.3	Torches tenues mécaniquement avec protection accrue de l'opérateur	c.c. 141 V crête c.a. 141 V crête et 100 V eff.
11.1.4	Coupage plasma	c.c. 500 V crête

Les sources de courant de soudage doivent être

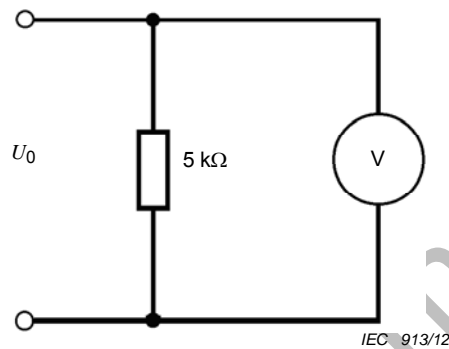
- a) conçues pour garantir que les tensions de sortie données au Tableau 13 ne soient pas dépassées en cas de défaillance d'un composant quelconque (circuit ouvert ou court-circuit, par exemple)
- ou
- b) équipées d'un système de protection qui, en 0,3 s, interrompt automatiquement la tension aux bornes de sortie et ne doit pas être réenclenché automatiquement.

Ces valeurs ne sont pas applicables aux tensions d'amorçage et de stabilisation de l'arc pouvant être superposées.

La conformité doit être vérifiée par des mesures et par analyse du circuit et/ou simulation de défaut.

11.1.6 Circuits de mesure

Pour mesurer les valeurs efficaces, on doit utiliser un appareil mesurant une valeur efficace vraie, avec une résistance de $5 \pm 5\%$ k Ω , connecté aux bornes du circuit de soudage comme indiqué à la Figure 3.

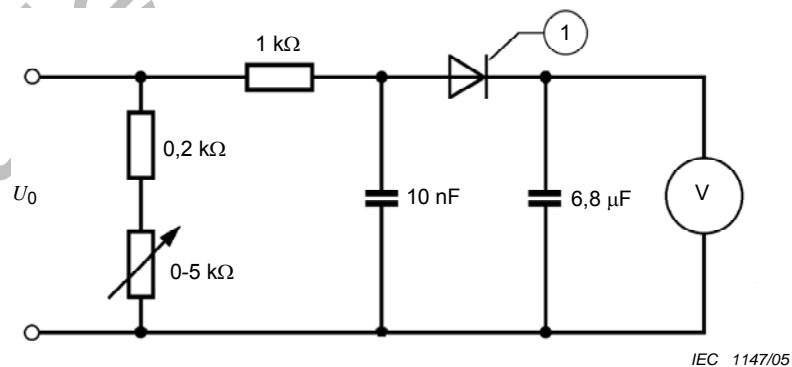


Légende

- U_0 Tension à vide
- V Voltmètre à valeurs efficaces vraies

Figure 3 – Mesure des valeurs efficaces

Afin d'obtenir des mesures reproductibles des valeurs de crête, en ne tenant pas compte des impulsions qui ne sont pas dangereuses, on doit utiliser un circuit conforme à la Figure 4.



Légende

- U_0 Tension à vide
- V Voltmètre
- 1 Diode 1N4007 ou similaire

Figure 4 – Mesure des valeurs de crête

Le voltmètre doit indiquer des valeurs moyennes. La plage de mesures doit être choisie de façon à être aussi proche que possible de la valeur réelle de la tension à vide. Le voltmètre doit avoir une résistance interne d'au moins 1 MΩ.

La tolérance sur les valeurs des composants du circuit de mesure ne doit pas dépasser ±5 %.

Pour l'essai de type, le rhéostat est réglé de 0 Ω à 5 kΩ afin d'obtenir la plus grande valeur de la tension crête mesurée avec ces charges de 200 Ω à 5,2 kΩ. Cette mesure est répétée avec les deux connexions à l'appareil de mesure inversées.

La résistance du rhéostat et la connexion qui produit la plus grande valeur de la tension peuvent être déterminées pendant l'essai de type. Cette résistance et la polarité principale peuvent être utilisées pour l'essai individuel de série.

11.2 Valeurs d'essais de type de la tension conventionnelle en charge

11.2.1 Soudage manuel électrique à l'arc avec électrodes enrobées

$$I_2 \text{ jusqu'à } 600 \text{ A: } U_2 = (20 + 0,04 I_2) \text{ V}$$

$$I_2 \text{ supérieur à } 600 \text{ A: } U_2 = 44 \text{ V}$$

11.2.2 Soudage à l'arc en atmosphère inerte avec électrode de tungstène

$$I_2 \text{ jusqu'à } 600 \text{ A: } U_2 = (10 + 0,04 I_2) \text{ V}$$

$$I_2 \text{ supérieur à } 600 \text{ A: } U_2 = 34 \text{ V}$$

11.2.3 Soudage à l'arc sous protection de gaz inerte / actif et avec fil fourré dans gaz

$$I_2 \text{ jusqu'à } 600 \text{ A: } U_2 = (14 + 0,05 I_2) \text{ V}$$

$$I_2 \text{ supérieur à } 600 \text{ A: } U_2 = 44 \text{ V}$$

11.2.4 Soudage à l'arc sous flux en poudre

$$I_2 \text{ jusqu'à } 600 \text{ A: } U_2 = (20 + 0,04 I_2) \text{ V}$$

$$I_2 \text{ supérieur à } 600 \text{ A: } U_2 = 44 \text{ V}$$

11.2.5 Coupage plasma

$$I_2 \text{ jusqu'à } 165 \text{ A: } U_2 = (80 + 0,4 I_2) \text{ V}$$

$$I_2 \text{ entre } 165 \text{ A et } 500 \text{ A: } U_2 = (130 + 0,1 I_2) \text{ V}$$

$$I_2 \text{ supérieur à } 500 \text{ A: } U_2 = 180 \text{ V}$$

Pour le coupage plasma à l'air, le constructeur peut spécifier la tension en charge déterminée selon les conditions typiques de coupage.

NOTE La tension en charge spécifiée par le constructeur est acceptée en raison de la nature du procédé plasma, c'est-à-dire l'interaction de la conception de la torche plasma, le gaz plasma recommandé, la technique de coupage etc. Tout cela influence la tension à laquelle les performances satisfaisantes sont obtenues.

11.2.6 Soudage plasma

$$I_2 \text{ jusqu'à } 600 \text{ A: } U_2 = (25 + 0,04 I_2) \text{ V}$$

$$I_2 \text{ supérieur à } 600 \text{ A: } U_2 = 49 \text{ V}$$

11.2.7 Gougeage plasma

$$I_2 \text{ jusqu'à } 300 \text{ A: } U_2 = (100 + 0,4 I_2) \text{ V}$$

$$I_2 \text{ supérieur à } 300 \text{ A: } U_2 = 220 \text{ V}$$

11.2.8 Exigences supplémentaires

Sur toute sa plage de réglage, la source de courant de soudage alimentée électriquement doit pouvoir fournir les courants conventionnels de soudage (I_2) sous les tensions conventionnelles en charge (U_2), conformément aux spécifications de 11.2.1 à 11.2.7.

La conformité doit être vérifiée par un nombre suffisant de mesures (voir Annexe H).

11.3 Dispositifs de commutation mécaniques utilisés pour ajuster la sortie

Un interrupteur, contacteur, disjoncteur ou autre dispositif de commande utilisé pour ajuster ou commander le niveau de sortie de la source de courant de soudage doit avoir une endurance adaptée à son application.

La conformité doit être vérifiée par l'essai suivant.

Le dispositif est installé dans une source de courant de soudage d'essai et soumis à 6 000 cycles de fonctionnement de la plage complète du mouvement mécanique avec la sortie en condition à vide. Si le dispositif est dans le circuit d'alimentation, la source de courant de soudage est mise en fonctionnement sous la tension d'alimentation assignée la plus élevée. Vérifier qu'il n'apparaît aucune défaillance électrique ou mécanique du dispositif et que la source de courant de soudage ne subit aucun dommage.

NOTE Un composant ayant prouvé sa conformité à ces essais peut être utilisé dans d'autres applications similaires si les autres exigences sont du même niveau ou inférieures.

11.4 Raccordement au circuit de soudage

11.4.1 Protection contre les contacts involontaires

Les dispositifs de connexion au circuit de soudage, avec ou sans câbles connectés, doivent être protégés contre les contacts involontaires par des personnes ou des objets métalliques tels que véhicules, crochets de levage etc.

Les exemples suivants montrent comment une telle protection peut être procurée:

- a) toutes les parties actives du dispositif de connexion sont en retrait du plan des ouvertures d'accès. Les dispositifs conformes à la CEI 60974-12 satisfont à ces exigences;
- b) il existe un couvercle à charnière ou un système de protection.

La conformité doit être vérifiée par examen visuel.

11.4.2 Emplacement des dispositifs de connexion

Les dispositifs de connexion non protégés doivent être disposés de telle sorte que leurs ouvertures ne soient pas orientées vers le haut.

NOTE Les dispositifs de connexion munis d'un dispositif de fermeture automatique peuvent avoir leurs ouvertures orientées vers le haut.

La conformité doit être vérifiée par examen visuel.

11.4.3 Ouvertures de sortie

Lorsque les câbles de soudage traversent des parties métalliques, les bords des ouvertures doivent être arrondis avec un rayon d'au moins 1,5 mm.

La conformité doit être vérifiée par examen visuel.

11.4.4 Transformateur de soudage multi-opérateur triphasé

Tous les dispositifs de connexion de sortie de soudage prévus pour le raccordement à la pièce mise en œuvre doivent avoir une interconnexion commune à l'intérieur de la source de courant de soudage.

Les dispositifs de connexion de sortie de soudage d'une même phase doivent tous être marqués de la même façon.

La conformité doit être vérifiée par examen visuel.

11.4.5 Marquage

Les dispositifs de connexion conçus spécifiquement pour le raccordement à la pièce mise en œuvre ou à l'électrode doivent être identifiés en conséquence.

Pour les sources de courant de soudage à courant continu, la polarité doit être clairement marquée, soit sur les dispositifs de connexion de sortie eux-mêmes, soit sur le sélecteur de polarité. Cette exigence ne s'applique pas aux sources de courant de coupage plasma.

La conformité doit être vérifiée par examen visuel.

11.4.6 Connexions pour les torches de coupage plasma

La torche doit être connectée et déconnectée de la source de courant de coupage plasma:

- a) à l'intérieur de la source de courant de coupage plasma, au moyen d'un outil, par des écrous ou des dispositifs de couplage;
ou
- b) sur la source de courant de coupage plasma, par un dispositif de couplage qui est:
 - 1) conçu pour éviter la connexion de torches incompatibles
ou
 - 2) qui fonctionne avec l'aide d'un outil.

Quand le dispositif de couplage est déconnecté, il ne doit pas y avoir de tension supérieure aux limites de la TBTS accessible à l'opérateur.

La conformité doit être vérifiée par examen visuel et par mesure.

11.5 Alimentation de dispositifs extérieurs raccordés au circuit de soudage

Lorsqu'une source de courant de soudage fournit une alimentation électrique à un dispositif extérieur incluant une connexion au circuit de soudage, cette énergie doit être fournie par l'un des dispositifs suivants:

- a) le circuit de soudage;
- b) un transformateur de sécurité conforme à la CEI 61558-2-6, ou des moyens équivalents, incorporés dans la source de courant de soudage;
- c) un transformateur de sécurité conforme à la CEI 61558-2-4, avec une tension secondaire assignée jusqu'à 120 V eff., si toutes les parties conductrices accessibles du dispositif extérieur sont connectées, selon les recommandations du constructeur, au conducteur de protection à la terre qui est protégé contre le courant de soudage, par exemple par relais sensible au courant ou par isolation des parties métalliques concernées, par exemple par une enveloppe.

Les dispositifs extérieurs comprennent des dévidoirs, des systèmes d'amorçage et de stabilisation d'arc, des torches, des dispositifs de suivi de joint ou d'autres dispositifs contenant une connexion avec le circuit de soudage.

La conformité doit être vérifiée par examen visuel et par simulation de défaut.

11.6 Sortie d'alimentation auxiliaire

Si des sources de courant de soudage sont conçues pour fournir de l'énergie électrique à des dispositifs extérieurs ne faisant pas partie du circuit de soudage (par exemple pour l'éclairage, un système de refroidissement extérieur ou des outils électriques), ces circuits auxiliaires et accessoires doivent être conformes aux normes et réglementations qui régissent leur utilisation.

Le circuit de soudage doit être électriquement séparé de tels circuits d'alimentation conformément à 6.2.4 et 6.3.2.

Près des socles de prises de courant fournissant l'alimentation auxiliaire, le courant délivrable, la tension, le facteur de marche disponible lorsqu'il est inférieur à 100 %, le courant alternatif ou continu et le régime de neutre (par exemple mis à la terre ou non) suivant ce qui est approprié, doivent être marqués de façon claire et indélébile.

La conformité doit être vérifiée par examen visuel au cours des essais conformément à 6.1.4, 6.1.5, 6.2.4 et 6.3.2 et en frottant le marquage conformément à 15.1.

11.7 Câbles de soudage

Si une source de courant de soudage est fournie avec des câbles de soudage, ils doivent être conformes aux exigences de la CEI 60245-6 ou satisfaire aux réglementations nationales et locales.

Si une source de courant de coupage plasma est fournie avec des câbles de soudage, ils doivent être conformes aux caractéristiques assignées de courant et de tension à vide correspondant à l'application et ils doivent respecter les réglementations nationales et locales.

NOTE 1 Des exemples de réglementations locales sont donnés dans la Bibliographie, par exemple, HD 22.6 S2. ou prEN 50525-2-81:2008. Il a été démontré que l'isolation PVC n'était pas adaptée à cette application et n'est pas reconnue par les normes CEI ou CENELEC relatives aux câbles de soudage.

NOTE 2 La tension assignée des câbles de soudage satisfaisant aux exigences de la CEI 60245-6 n'est généralement pas adaptée aux applications de coupage plasma.

12 Circuits de commande

12.1 Exigence générale

Toutes les entrées et sorties des circuits de commande doivent être soumises à des essais en charge maximale, comme spécifié par le constructeur. Les circuits de commande à distance peuvent être soumis à essai sans connexion à la source de courant, à condition que la source de courant puisse être simulée.

12.2 Isolation des circuits de commande

Un circuit de commande qui quitte l'enveloppe et possédant une tension inférieure à la tension à vide admissible conformément à 11.1.1 doit être:

a) isolé du circuit d'alimentation par une isolation double ou renforcée,

- b) isolé de tous les autres circuits possédant une tension supérieure à la tension à vide admissible conformément à 11.1.1 (circuits d'alimentation auxiliaires, circuit de coupage plasma par exemple), par une isolation double ou renforcée et
- c) isolé du circuit de soudage possédant une tension inférieure à la tension à vide admissible conformément à 11.1.1, par une isolation principale.

NOTE La configuration de l'isolation pour les matériels de la Classe I est illustrée au 6.1.1.

La conformité doit être vérifiée par mesure ou analyse, selon ce qui est approprié.

12.3 Tensions locales des circuits de commande à distance

Les tensions locales dans les circuits de commande à distance conçus pour fonctionner à la main ne doivent pas dépasser 50 V en courant alternatif ou 120 V en courant continu lissé entre les conducteurs, ou entre tout conducteur et le circuit de protection, dans des conditions normales de fonctionnement et après un défaut simple.

NOTE Les exigences de tension locale pour les réseaux informatiques étendus ou locaux sont indiquées dans la CEI 60950-1.

La conformité doit être vérifiée par mesure ou analyse, selon ce qui est approprié.

13 Dispositif réducteur de risques

13.1 Exigences générales

Un dispositif réducteur de risques doit réduire la sévérité du choc électrique pouvant être causé par des tensions à vide dépassant les valeurs autorisées de tension assignée à vide pour un environnement donné. Des exemples de dispositifs réducteurs de risques sont donnés en 13.2.

Les exigences sont indiquées dans le Tableau 14.

Tableau 14 – Exigences pour le dispositif réducteur de risques

Tension à vide non réduite selon le paragraphe	Tension à vide réduite selon le paragraphe	Temps de réaction s
Entre 11.1.3 et 11.1.2	11.1.1	0,3
Entre 11.1.2 et 11.1.1	11.1.1	2
NOTE Pour la source de courant de soudage en tension continue supérieur à 113 V, un temps de réaction de 0,3 s est exigé.		

13.2 Types de dispositifs réducteurs de risques

13.2.1 Dispositif réducteur de tension

Un dispositif réducteur de tension doit avoir automatiquement réduit la tension à vide assignée à un niveau ne dépassant pas les valeurs de 11.1.1 au moment où la résistance du circuit de soudage extérieur dépasse 200 Ω . Le temps de réaction est spécifié dans le Tableau 14.

De telles sources de courant de soudage peuvent être marquées du symbole 84 de l'Annexe L.

La conformité doit être vérifiée en connectant une résistance de charge variable entre les dispositifs de connexion de sortie de la source de courant de soudage. Les mesures de tension et du temps de réaction sont effectuées tandis que la résistance est augmentée.

13.2.2 Dispositif de commutation courant alternatif à courant continu

Un dispositif de commutation de courant alternatif à courant continu doit avoir commuté automatiquement la tension à vide assignée alternative à une tension à vide continue assignée ne dépassant pas les valeurs indiquées en 11.1.1 au moment où la résistance du circuit extérieur de soudage dépasse 200 Ω . Le temps de réaction est spécifié dans le Tableau 14.

De telles sources de courant peuvent être marquées du symbole 84 de l'Annexe L.

La conformité doit être vérifiée conformément à 13.2.1

13.3 Exigences pour les dispositifs réducteurs de risques

13.3.1 Mise hors service d'un dispositif réducteur de risques

La conception doit être telle que l'opérateur ne puisse mettre hors service ou court-circuiter le dispositif réducteur de risques sans l'usage d'un outil.

La conformité doit être vérifiée par examen visuel.

13.3.2 Interférences avec le fonctionnement d'un dispositif réducteur de risques

Les commandes à distance spécifiées par le constructeur et les dispositifs d'amorçage ou de stabilisation d'arc de la source de courant de soudage ne doivent pas interférer avec le fonctionnement convenable du dispositif réducteur de risques, c'est-à-dire que les limites de tension à vide ne doivent pas être dépassées.

La conformité doit être vérifiée en répétant les essais du 13.2.1 avec tout dispositif susceptible d'interférer avec le fonctionnement du dispositif réducteur de risques.

13.3.3 Indicateur de fonctionnement satisfaisant

Un dispositif fiable, par exemple une lampe de signalisation, doit être prévu pour indiquer que le dispositif réducteur de risques fonctionne de façon satisfaisante. Si l'on utilise une lampe de signalisation, celle-ci doit être allumée lorsque la tension est réduite ou modifiée en tension continue.

La conformité doit être vérifiée par examen visuel au cours de l'essai, conformément à 13.1.

13.3.4 Non-danger en cas de défaillance

Si le dispositif réducteur de risques ne fonctionne pas conformément à 13.1, la tension aux bornes de sortie doit être réduite à un niveau n'excédant pas 11.1.1 conformément au Tableau 14 et ne doit pas être réinitialisée automatiquement.

La conformité doit être vérifiée en simulant un défaut du dispositif réducteur de risques et en mesurant le temps nécessaire pour parvenir à un état de non-danger après défaillance du dispositif réducteur de risques.

14 Dispositions mécaniques

14.1 Exigences générales

Le matériel doit être fabriqué et assemblé de telle sorte qu'il ait la résistance et la rigidité nécessaires pour supporter le service normal auquel il est destiné sans augmentation des risques de choc électrique ou autres dangers, et que soient maintenues les distances dans l'air minimales exigées. Le matériel doit avoir un boîtier ou une armoire abritant toutes les parties conduisant le courant et les parties mobiles dangereuses (telles que poulies, courroies, ventilateurs, engrenages, etc.) à l'exception des parties suivantes qu'il n'est pas nécessaire d'enfermer totalement:

- a) les câbles d'alimentation, de commande et de soudage;
- b) les bornes de sortie pour le raccordement des câbles de soudage.

Après les essais réalisés conformément aux paragraphes 14.2 à 14.5, le matériel doit satisfaire aux dispositions du présent document. Quelques déformations d'éléments de la structure ou de l'enveloppe sont permises à condition que cela ne réduise pas le niveau de protection de sécurité.

Les parties accessibles ne doivent pas avoir de bords tranchants, de surfaces rugueuses ou de parties en saillie susceptibles de provoquer des blessures.

La conformité doit être vérifiée par examen visuel après avoir satisfait aux exigences de 14.2 à 14.5.

14.2 Enveloppe

14.2.1 Matériaux de l'enveloppe

Les matériaux non métalliques destinés à protéger du contact avec les parties sous tension, à l'exception des circuits de soudage et des circuits TBTS, doivent avoir une classification d'inflammabilité V-1 ou meilleure en conformité avec la CEI 60695-11-10.

La conformité est vérifiée par inspection des spécifications des matériaux non métalliques.

14.2.2 Résistance de l'enveloppe

L'enveloppe, y compris les ouïes d'aération, doit supporter un choc de 10 Nm conforme à l'Annexe I.

Les poignées de manutention, les boutons poussoir, les écrans de réglage etc. ne doivent pas être soumis à essai avec le marteau pendulaire.

En variante, l'enveloppe peut être faite d'une tôle d'épaisseur minimale conforme à l'Annexe J.

La conformité doit être vérifiée conformément à a) ou b) ci-dessous.

- a) Par un essai de choc en utilisant un marteau pendulaire de choc conformément à I.1 ou un corps de chute conformément à I.2 ou des moyens équivalents, comme suit:
 - 1) un échantillon est soumis à essai;
 - 2) la source de courant de soudage n'est pas sous tension pendant l'essai;
 - 3) choisir de chaque côté un point d'impact où le risque de choc électrique ou de dysfonctionnement est le plus élevé;
 - 4) appliquer trois chocs aux points d'impact choisis.

b) Par des mesures de l'épaisseur de la tôle.

14.3 Moyens de manutention

14.3.1 Moyens de manutention mécanisés

Si des dispositifs pour une manutention mécanisée (par exemple des œillets ou anneaux) sont prévus pour le levage d'un matériel assemblé, ceux-ci doivent être capables de supporter les contraintes mécaniques d'une traction statique appliquée avec une force calculée en fonction de la masse du matériel assemblé, comme suit.

- a) Pour le matériel dont la masse est inférieure ou égale à 150 kg, une force calculée à partir de 10 fois la masse doit être utilisée.
- b) Pour le matériel dont la masse est supérieure à 150 kg, une force calculée à partir de quatre fois la masse ou d'au moins 15 kN doit être utilisée.

Si un seul dispositif de levage est prévu, il doit être conçu de telle façon qu'un couple appliqué pendant le levage ne risque pas de le desserrer.

La conformité doit être vérifiée par examen visuel et par l'essai suivant.

Le matériel est équipé de tous les accessoires (à l'exception des bouteilles de gaz, traîneaux séparés, chariots et châssis à roues) qui sont susceptibles d'être installés et, dans le cas de groupes électrogènes de soudage, totalement équipé et prêt à être mis en marche. Le matériel est ensuite ancré rigidement sur sa base et une chaîne ou un câble est attaché à ses moyens de levage, comme recommandé par le constructeur; une traction est ensuite exercée vers le haut et de façon continue pendant 10 s.

Si deux ou plus de deux dispositifs de levage sont prévus, les chaînes et câbles sont disposés de façon que la force soit répartie équitablement et soit appliquée avec un angle maximal de 15° par rapport à la verticale.

14.3.2 Moyens de manutention manuels

Si des dispositifs pour une manutention manuelle de levage ou portage (par exemple des poignées ou des sangles) sont prévus, ceux-ci doivent être capables de supporter les contraintes mécaniques d'une traction statique appliquée avec une force calculée en fonction de la masse du matériel assemblé, comme suit.

Une force calculée de quatre fois la masse ou au moins 600 N doit être utilisée.

La conformité doit être vérifiée par examen visuel et par l'essai suivant.

Le matériel est équipé de tous les accessoires (à l'exception des bouteilles de gaz, traîneaux séparés, chariots et châssis à roues) qui sont susceptibles d'être installés. Le matériel est ensuite ancré rigidement sur sa base et une chaîne ou un câble est attaché à ses poignées ou sangles, comme recommandé par le constructeur; une traction est ensuite exercée vers le haut et de façon continue pendant 10 s.

14.4 Essai de chute

Un matériel doit être capable de supporter l'essai de chute. Pour cet essai, le matériel doit inclure tous les accessoires, le liquide de refroidissement et le fil d'apport (à l'exception des bouteilles de gaz, traîneaux séparés, chariots et châssis à roues, sauf s'ils font partie du matériel standard et sont fixés de façon permanente) qu'il est recommandé d'installer.

Pour l'essai de chute, les hauteurs doivent être les suivantes.

- a) le matériel d'une masse inférieure ou égale à 25 kg doit supporter une chute de 250^{+10}_0 mm;
- b) le matériel d'une masse supérieure à 25 kg doit supporter une chute de 100^{+10}_0 mm.

NOTE 1 La masse du matériel comprend la masse des accessoires, du liquide de refroidissement et du fil d'apport.

La conformité doit être vérifiée en faisant tomber le matériel trois fois sur une surface dure et rigide. Cet essai est effectué de telle sorte qu'un bord inférieur différent du matériel reçoive le choc à chaque fois qu'il tombe.

NOTE 2 En pratique, un coin touche la surface d'impact en premier.

Les groupes électrogènes de soudage doivent être prêts pour un usage immédiat avec leur plein fait.

14.5 Essai de stabilité

Le matériel dans sa position la plus instable ne doit pas basculer pour une inclinaison allant jusqu'à 10°. Des équipements auxiliaires, comme spécifié par le constructeur suivant le type de matériel, tels que bouteilles de gaz, dévidoir ou système de refroidissement risquent d'affecter la stabilité et doivent être pris en compte.

Si le constructeur spécifie d'autres éléments auxiliaires supplémentaires qui abaissent la stabilité au-dessous des exigences du présent paragraphe, les instructions doivent alors prévoir l'ancrage ou d'autres moyens, si nécessaire.

La conformité doit être vérifiée par l'essai suivant.

Le matériel est placé sur un plan et est écarté du plan horizontal.

15 Plaque signalétique

15.1 Exigences générales

Une plaque signalétique claire et indélébile doit être fixée de façon sûre ou imprimée sur chaque source de courant de soudage.

NOTE L'objet de la plaque signalétique est d'indiquer à l'utilisateur les caractéristiques électriques, ce qui permet des comparaisons et un choix correct des sources de courant de soudage.

La conformité doit être vérifiée par examen visuel et en frottant le marquage pendant 15 s à la main avec un tissu imbibé d'eau puis à nouveau pendant 15 s avec un tissu imbibé d'essence.

Après cet essai, le marquage doit être facilement lisible. Il ne doit pas être facile d'enlever la plaque signalétique et celle-ci ne doit pas se recroqueviller.

15.2 Description

La plaque signalétique doit être divisée en sections contenant des informations et caractéristiques pour :

- a) l'identification;
- b) la sortie de soudage;
- c) l'alimentation en énergie.

La disposition et la succession des données doivent être conformes au principe indiqué sur la Figure 4 (pour les exemples, voir l'Annexe K).

Les dimensions de la plaque signalétique ne sont pas spécifiées et peuvent être choisies librement.

Il est permis de séparer les sections ci-dessus les unes des autres et de les fixer à des emplacements plus accessibles ou pratiques pour l'utilisateur.

Pour les sources de courant de soudage destinées à être utilisées pour divers procédés de soudage ou pour les sources de courant de soudage tournantes, on peut utiliser une plaque combinée ou plusieurs plaques séparées.

NOTE Des informations complémentaires peuvent être données. D'autres informations utiles, par exemple la classe d'isolation, le degré de pollution ou le facteur de puissance, peuvent être données dans la littérature technique fournie par le constructeur (voir 17.1).

a) Identification					
1)					
2)			3)		
4) Facultatif			5)		
b) Sortie de soudage					
6)		8)		10)	
		11)		11a)	
				11b)	
				11c)	
7)		9)		12)	
				12a)	
				12b)	
				12c)	
		13)		13a)	
				13b)	
				13c)	
c) Alimentation en énergie					
14)		15) ou 18)		16)	
		ou 19)		ou 20) Si applicable	
				ou 21) Si applicable	
22) Facultatif		23) Si applicable			

IEC 476/98

Figure 5 – Principe de la plaque signalétique

15.3 Contenu

Les explications suivantes se réfèrent aux cases numérotées indiquées à la Figure 5.

a) Identification

Case 1 Nom et adresse du constructeur ou distributeur ou importateur et, éventuellement, une marque commerciale et le pays d'origine, si cela est exigé.

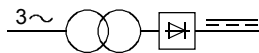
Case 2 Type (identification) donné par le constructeur.

Case 3 Traçabilité de conception et date de fabrication (par exemple numéro de série).

Case 4 Symbole de la source de courant de soudage (facultatif), par exemple:



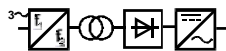
Transformateur monophasé



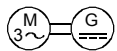
Transformateur-redresseur triphasé



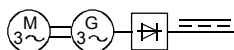
Transformateur-redresseur à convertisseur de fréquence statique mono- ou triphasée



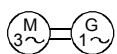
Source de courant de soudage à onduleur avec sortie c.a. et c.c.



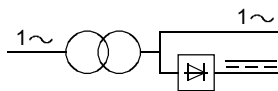
Moteur-générateur triphasé



Moteur-générateur-redresseur triphasé



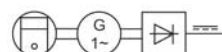
Convertisseur de fréquence rotatif triphasé



Source de courant combinée alternatif et continu monophasé



Moteur thermique-générateur à courant alternatif



Moteur thermique-générateur-redresseur

Case 5 Référence aux normes confirmant que la source de courant de soudage est conforme à leurs exigences.

b) Sortie de soudage

Case 6 Symbole pour le procédé de soudage, par exemple:



Soudage à l'arc manuel avec électrodes enrobées



Soudage à l'arc en atmosphère inerte avec électrode de tungstène



Soudage à l'arc sous protection de gaz inerte/actif avec fil massif ou fil fourré



Soudage à l'arc avec fil fourré sans gaz



Soudage à l'arc sous flux en poudre




Coupage plasma



Gougeage plasma



Soudage plasma

Case 7  Symbole pour les sources de courant de soudage pouvant être utilisées pour les travaux de soudage effectués dans un environnement avec risque accru de choc électrique (si applicable).

NOTE 1 En outre, ce symbole, d'une taille appropriée, peut être placé sur la face avant de la source de courant de soudage

Case 8 Symbole pour le courant de soudage, par exemple:



Courant continu



Courant alternatif, avec en plus la fréquence assignée en hertz, par exemple: ~50 Hz



Courant continu et alternatif à la même sortie, et en plus la fréquence assignée en hertz

Case 9 $U_0 \dots V$ Tension à vide assignée

- a) valeur crête dans le cas du courant continu;
- b) valeur efficace dans le cas du courant alternatif.

NOTE 2 Si une source de courant de soudage est équipée d'un dispositif réducteur de risques, celle-ci est la tension mesurée avant le fonctionnement du dispositif réducteur de risques.

Si l'on peut obtenir plusieurs valeurs de tension à vide, la plage doit être indiquée en inscrivant la tension à vide assignée minimale et maximale.

En outre, les valeurs suivantes doivent être données.

- a) $U_r \dots V$ tension à vide réduite assignée dans le cas d'un dispositif réducteur de tension;
- b) $U_s \dots V$ tension à vide assignée commutée dans le cas d'un dispositif de commutation courant alternatif à courant continu.

Case 10 ... A/... V à ... A/... V Plage de débit, courant minimal de soudage et tension conventionnelle en charge correspondante ou inférieure, courant maximal de soudage et sa tension conventionnelle en charge correspondante ou supérieure.

Case 11 X Symbole pour facteur de marche.

Case 12 I_2 Symbole pour courant de soudage assigné.

Case 13 U_2 Symbole pour la tension conventionnelle en charge.

Cases 11a, 11b, 11c .. % Valeurs du facteur de marche à une température ambiante de 40 °C.

12a, 12b, 12c ... A Valeurs du courant de soudage assigné.

13a, 13b, 13c ... V Valeurs de la tension conventionnelle en charge.

Ces cases forment un tableau avec les valeurs correspondant aux trois réglages:

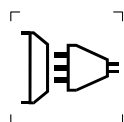
- a) ... % facteur de marche au courant de soudage assigné maximal;
- b) 60 % facteur de marche;
- et
- c) 100 % facteur de marche, si applicable.

Il n'est pas nécessaire d'utiliser la colonne a) si le facteur de marche pour le courant de soudage assigné maximal est de 60 % ou 100 %.

Il n'est pas nécessaire d'utiliser la colonne b) si le facteur de marche pour le courant de soudage assigné maximal est de 100 %.

c) Alimentation en énergie

Case 14 Symbole pour l'alimentation, par exemple:



Circuit d'alimentation, nombre de phases (par exemple 1 ou 3), symbole pour courant alternatif et fréquence assignée (par exemple 50 Hz ou 60 Hz)



Moteur thermique




Moteur électrique



Commande par courroie

Case	Sources de courant de soudage alimentées électriquement		Case	Sources de courant de soudage à moteur thermique	
15	$U_1 \dots V$	Tension d'alimentation assignée	18	$n \dots \text{min}^{-1}$	Vitesse assignée en charge
16	$I_{1\text{max}} \dots A$	Courant d'alimentation maximal assigné	19	$n_0 \dots \text{min}^{-1}$	Vitesse assignée à vide
17	$I_{1\text{eff}} \dots A$	Courant d'alimentation effectif maximal	20	$n_i \dots \text{min}^{-1}$	Vitesse assignée au ralenti, si applicable
Les cases 15 à 17 forment un tableau avec les valeurs correspondantes.			21	$P_{1\text{max}} \dots \text{kW}$	Consommation maximale, si applicable

Case 22 IP.. Degré de protection, par exemple IP21 ou IP23.

Case 23  Symbole pour un matériel de classe II, si applicable.

La conformité doit être vérifiée par examen visuel et par contrôle de toutes les données.

15.4 Tolérances

Les constructeurs doivent remplir les valeurs de la plaque signalétique avec les tolérances qui suivent en contrôlant les tolérances des composants et de la fabrication:

- a) U_0 tension à vide assignée en $V \pm 5 \%$ mesurée conformément à 11.1, mais en aucun cas les valeurs résumées au Tableau 13 ne doivent être dépassées;
- b) $I_{2\text{min}}$ courant de soudage minimal assigné en A;
- $U_{2\text{min}}$ tension conventionnelle minimale en charge en V;

Les valeurs de b) ne doivent pas être supérieures à celles indiquées sur la plaque signalétique.

- | | | |
|----------------|--|-------|
| c) $I_{2\max}$ | courant de soudage maximal assigné | en A; |
| $U_{2\max}$ | tension conventionnelle maximale en charge | en V; |
- Les valeurs de c) ne doivent pas être inférieures à celles indiquées sur la plaque signalétique.
- | | | |
|----------------|--|---|
| d) n_0 | fréquence de rotation assignée à vide | en $\text{min}^{-1} \pm 5 \%$; |
| e) $P_{1\max}$ | consommation maximale | en kW $\begin{matrix} +10 \\ 0 \end{matrix} \%$; |
| f) $I_{1\max}$ | courant d'alimentation maximal assigné | en A $\pm 10 \%$. |

La conformité doit être vérifiée par des mesures effectuées sous des conditions conventionnelles de soudage (voir 3.17).

15.5 Direction de la rotation

Si nécessaire, la direction de la rotation doit être indiquée sur les sources de courant de soudage tournantes.

La conformité doit être vérifiée par examen visuel.

16 Réglage de la sortie

16.1 Type de réglage

Si la source de courant de soudage possède un moyen de réglage du courant de sortie, de la tension de sortie ou des deux, le réglage peut être continu, pas à pas ou les deux.

Dans le cas d'un réglage continu avec plusieurs plages, il ne doit pas y avoir de vide entre deux plages.

La conformité doit être vérifiée par mesure.

16.2 Marquage du dispositif de réglage

La sortie de la source de courant de soudage correspondant aux différents réglages de commande doit être marquée de façon claire et indélébile, soit sur le dispositif de commande ou par ce dernier, soit par affichage numérique.

A l'exception des sources de courant de soudage qui sont réglées ou ajustées avec ou au moyen d'un affichage numérique, ce qui suit doit s'appliquer.

- a) Les indications de réglage sur les échelles ou les tableaux de commande doivent tenir compte de la relation entre la tension de charge conventionnelle et le courant de soudage conventionnel.
- b) Chaque position, dans le cas d'un réglage pas à pas, ou chaque graduation majeure, dans le cas d'un réglage continu, doit être marquée de façon claire
 - 1) d'une indication numérique des paramètres à commander; ou, si cela n'est pas possible,
 - 2) d'un marquage alphanumérique.

Dans le cas 2), un tableau sur l'appareil ou dans les instructions d'emploi doit indiquer pour chaque position de commande la valeur nominale du paramètre (de commande).

- c) Dans le cas d'un réglage à plusieurs plages, les valeurs maximales et minimales pour chaque plage doivent être données.

- d) Les sources de courant de soudage conçues pour plusieurs procédés ayant des tensions conventionnelles en charge différentes doivent être marquées avec une échelle de commande séparée pour chaque procédé. Si cela n'est pas possible, des marquages alphanumériques comme indiqué en b) doivent être utilisés.
- e) Lorsque la source de courant de soudage est conçue de telle façon qu'elle peut être alimentée par plusieurs tensions d'alimentation assignées et lorsque, pour une même position du dispositif de commande, les valeurs numériques des paramètres de soudage ne sont pas les mêmes, des échelles séparées ou des séries séparées de marquages alphanumériques doivent être prévues.

La conformité doit être vérifiée par examen visuel.

16.3 Indication du dispositif de commande de courant ou de tension

Lorsqu'il y a un dispositif de commande de tension ou de courant, le réglage de sortie doit être indiqué en volts, en ampères ou au moyen d'une échelle de référence arbitraire.

La précision des indications de tension ou de courant doit se situer

- a) entre 100 % et 25 % du réglage maximal ± 10 % de la valeur vraie;
- b) au-dessous de 25 % du réglage maximal $\pm 2,5$ % du réglage maximal.

Si le constructeur fournit un ampèremètre ou un voltmètre sur le matériel, celui-ci doit être de classe 2,5 et doit être correctement amorti.

La conformité doit être vérifiée par mesure et par examen visuel.

17 Instructions et marquages

17.1 Instructions

Chaque source de courant de soudage doit être fournie avec des instructions qui doivent comprendre ce qui suit (si applicable):

- a) description générale;
- b) masse de la source de courant de soudage et de ses diverses parties, méthodes correctes de manutention, par exemple par élévateur à fourche ou grue, et précautions à prendre pour les bouteilles à gaz, dévidoirs etc.;
- c) signification des indications, marquages et symboles graphiques;
- d) informations pour le choix et la connexion au réseau d'alimentation (par exemple câbles d'alimentation, dispositifs de raccordement ou fiches de prise de courant convenables, y compris les types et valeurs assignées de RCD, fusibles ou du disjoncteur, voir également l'avertissement en 6.1.1) par un personnel qualifié conformément aux réglementations nationales et locales applicables;

NOTE Certaines réglementations locales ou nationales exigent l'utilisation de RCD. Les types de RCD et leur utilisation sont donnés dans l'Annexe B de la CEI/TR 60755:2008. Seuls les RCD de type "B" assurent la protection lorsque des courants de défaut du circuit d'alimentation en courant continu sont susceptibles de se produire.

- e) conditions d'utilisation pour un fonctionnement correct des sources de courant de soudage (par exemple exigences de refroidissement, emplacement, dispositif de commande, indicateurs, type de combustible);
- f) capacités en soudage, caractéristique statique (tombante et/ou plate), limitations du facteur de marche et explications concernant la protection thermique, le cas échéant;
- g) limites d'emploi en fonction du degré de protection, par exemple les sources de courant de soudage ne sont pas utilisables sous la pluie ou la neige;

- h) lignes directrices concernant la protection contre les dangers personnels pour les opérateurs ou personnes travaillant à proximité (par exemple choc électrique, fumées, gaz, rayonnement de l'arc, métal chaud, étincelles, bruit, blessure au dos durant une manipulation manuelle);
- i) circonstances nécessitant le respect de précautions particulières en cours de soudage ou de coupage (par exemple environnement avec risques accrus de chocs électriques, environnement inflammable, produits inflammables, réservoirs fermés, travail en hauteur, etc.);
- j) comment assurer la maintenance de la source de courant de soudage, comme les cycles recommandés pour des essais partiels ou complets et autres opérations (par exemple nettoyage);
- k) une liste de pièces généralement remplacées du fait de l'usure;
- l) informations concernant l'alimentation en énergie électrique des dispositifs externes, par exemple l'éclairage ou les outils électriques;
- m) précautions contre le basculement, si la source de courant de soudage doit être placée sur un plan incliné;
- n) avertissement contre l'utilisation d'une source de courant de soudage pour dégeler des canalisations;
- o) type (identification) des torches de coupage plasma qui sont spécifiées pour être utilisées avec la source de courant de coupage plasma;
- p) pression, débit et type de gaz plasma et, si applicable, de gaz de refroidissement ou de liquide de refroidissement;
- q) ensemble de valeurs associant paliers ou plage du courant de sortie et gaz plasmagène correspondant;
- r) la classification CEM selon la CEI 60974-10;
- s) pour un groupe électrogène de soudage, un avertissement concernant le monoxyde de carbone émis par l'échappement du moteur thermique (un exemple de réglementation d'étiquetage nationale est donné dans *l'US Code of Federal Regulations, Title 16, Parts 1407*).

D'autres informations utiles peuvent également être données, par exemple la classe d'isolation, le degré de pollution, le rendement (voir Annexe M), etc.

La conformité doit être vérifiée par lecture des instructions.

17.2 Marquages

Chaque source de courant de soudage doit porter un marquage clair et indélébile sur ou à proximité de la face avant ou à proximité du bouton marche/arrêt avec la combinaison de symboles suivante pour signifier « Attention! Lire le manuel d'instruction »:



Ce marquage doit aussi être utilisé près du connecteur de torche des sources de courant de coupage plasma pour indiquer qu'il convient que l'opérateur consulte le manuel d'instruction avant de sélectionner et connecter une torche.

La phrase équivalente suivante peut être utilisée:

Attention: Lire les manuels d'instruction avant la mise en service et l'entretien de ce matériel

Pour d'autres marquages supplémentaires, voir l'Annexe L.

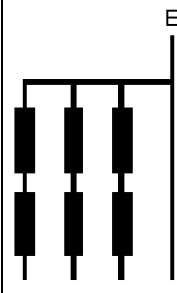
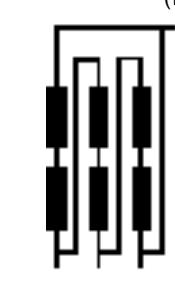


NOTE Les étiquettes de prévention apparaissant sur les sources de courant peuvent consister en du texte seul, du texte et des symboles ou des symboles seuls. Les étiquettes de prévention utilisant des symboles seuls sont spécifiées dans l'ISO 17846.

La conformité doit être vérifiée par examen visuel et par un essai conforme à l'essai de durabilité de 15.1.

Projet de norme marocaine

Annexe A
(informative)

Tensions nominales des réseaux d'alimentation

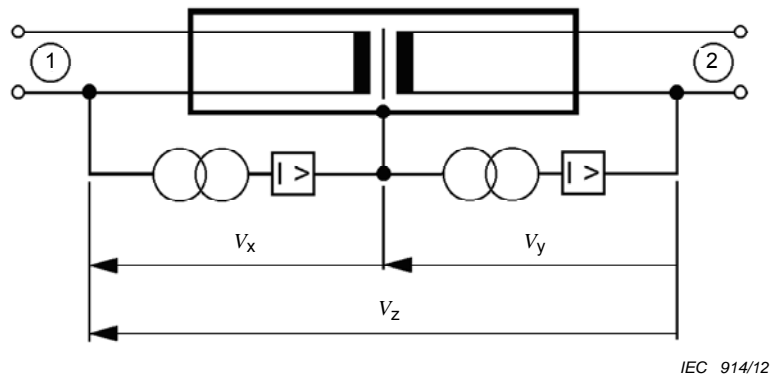
Tension phase neutre déduite des tensions nominales c.a. ou c.c. jusqu'à et y compris	Tensions nominales utilisées actuellement dans le monde			
	Systèmes triphasés à quatre fils Avec neutre mis à la terre	Systèmes triphasés à trois fils mis à la terre ou non mis à la terre (E)	Systèmes monophasés à deux fils c.a. ou c.c.	Systèmes monophasés à trois fils c.a. ou c.c.
V				
50			12,5 24 25 30 42 48	30-60
100	66/115	66	60	
150	120/208*, 127/220	115, 120, 127	100** 110, 120	100-200**, 110-220, 120-240
300	220/380, 230/400, 240/415, 260/440, 277/480	200**, 220, 230, 240, 260, 277	220	220-440
600	347/600, 380/660, 400/690, 417/720, 480/830	347, 380, 400, 415, 440, 480 500, 577, 600	480	480-960
1 000		660, 690, 720, 830, 1 000	1 000	
NOTE 1 Valeurs provenant du Tableau B.2 de la CEI 60664-1:2007.				
NOTE 2 "E" signifie "mis à la terre".				
* Usage courant aux Etats-Unis et au Canada.				
** Usage courant au Japon.				

Annexe B (informative)

Exemple d'un essai diélectrique combiné

Deux transformateurs haute tension peuvent être connectés en série, les phases étant correctement reliées.

La connexion commune est sur les parties conductrices accessibles (voir Figure B.1).



Légende



Dispositif de déclenchement sensible au courant



Circuit d'alimentation



Circuit de soudage

V_x Entre circuit d'alimentation et parties conductrices accessibles

V_y Entre circuit de soudage et parties conductrices accessibles

V_z Entre circuit d'alimentation et circuit de soudage

Figure B.1 – Transformateurs haute tension combinés

Annexe C (normative)

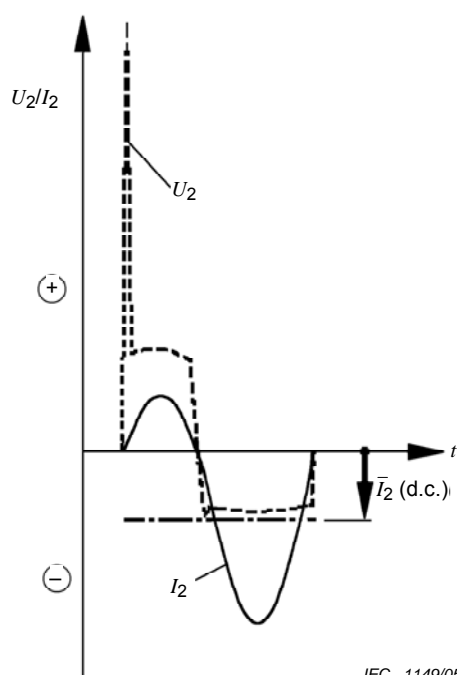
Charge déséquilibrée dans le cas de sources de courant de soudage à l'arc en atmosphère inerte avec électrode de tungstène (TIG) en courant alternatif

C.1 Généralités

Dans le soudage en atmosphère inerte avec électrode de tungstène en courant alternatif, la différence dans la capacité d'émission de l'électrode et de la pièce mise en œuvre provoque un déséquilibre de la tension de soudage et un déséquilibre correspondant du courant de soudage.

Ce déséquilibre est appelé composante c.c. et peut provoquer une saturation du transformateur d'une source de courant de soudage du type à transformateur. Une telle saturation va créer un courant d'alimentation anormalement élevé qui pourrait provoquer une surchauffe sévère.

La Figure C.1 montre que le courant de soudage a une composante c.c. \bar{I}_2 qui peut surchauffer l'enroulement de la source de courant de soudage.



IEC 1149/05

Légende

U_2 Tension de soudage

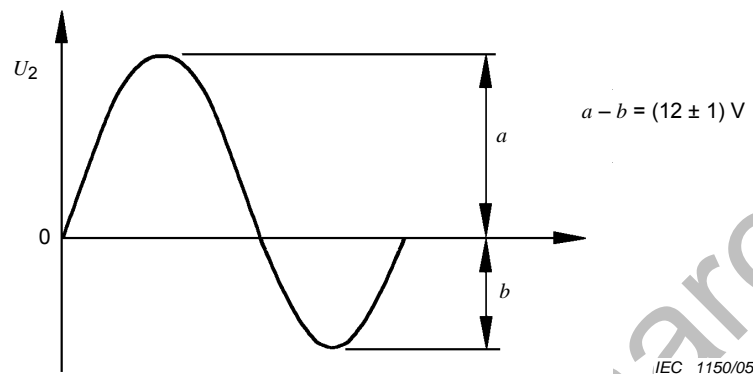
I_2 Courant de soudage

\bar{I}_2 Valeur arithmétique moyenne du courant de soudage

Figure C.1 – Tension et courant au cours du soudage TIG en courant alternatif

C.2 Charge déséquilibrée

Afin de simuler les courants de soudage nécessaires à l'essai d'échauffement, une charge conventionnelle avec une caractéristique de redressement partielle doit être utilisée de telle façon que, quand la polarité de l'électrode est négative, la tension à mi-cycle soit de (12 ± 1) V inférieure à la tension à mi-cycle quand la polarité de l'électrode est positive (voir Figure C.2).



Légende

a tension crête quand l'électrode est positive

b tension crête quand l'électrode est négative

Figure C.2 – Tension déséquilibrée au cours du soudage TIG en courant alternatif

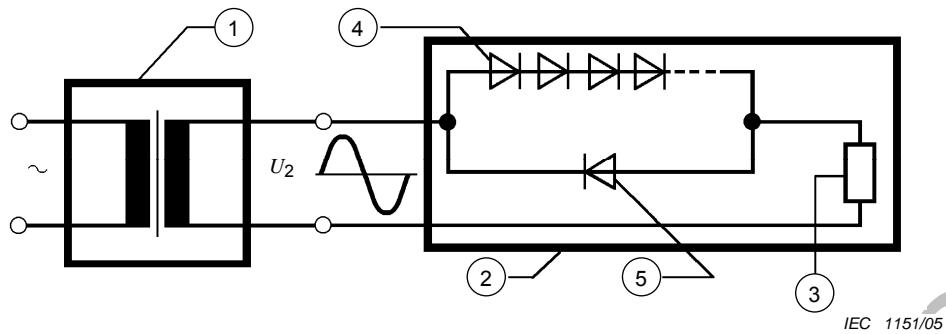
Cette différence entre les tensions de soudage à mi-cycle est déterminée en faisant passer un courant d'essai continu à travers la charge déséquilibrée dans les deux directions et en mesurant la tension de charge en courant continu.

Les sources de courant de soudage incorporant une commande d'équilibre sont soumises à essai avec une charge conventionnelle, la commande d'équilibre étant ajustée à la condition qui produit le déséquilibre maximal mais non supérieur à 12 V.

C.3 Exemple d'une charge déséquilibrée

Les caractéristiques de redressement de la charge sont obtenues par un circuit de diodes conformément à la Figure C.3.

La différence de tension exigée entre les tensions à mi-cycle est adaptée par le nombre de diodes montées en série.



Légende

- | | | |
|------------------------|--------------------------|----------------|
| 1 Transformateur | 3 Charge conventionnelle | 5 Diode unique |
| 2 Charge déséquilibrée | 4 Série de diodes | |

Figure C.3 – Source de courant de soudage c.a. avec charge déséquilibrée

Projet de norme marocaine

Annexe D (informative)

Extrapolation de température par rapport au temps de coupure

Lorsque l'enregistrement de la température au moment de la coupure n'est pas possible, il est nécessaire d'extrapoler pour obtenir cette température. La procédure d'extrapolation est la suivante:

- a) le temps est marqué au moment de la coupure;
- b) des lectures successives de températures sont faites en notant pour chacune le temps écoulé à partir de la coupure;
- c) un minimum de quatre lectures est fait pour chaque température à extrapoler;
- d) les lectures sont portées sur un papier logarithmique/linéaire, la température étant sur l'échelle logarithmique et le temps écoulé depuis la coupure sur l'échelle linéaire. Une ligne droite tracée en arrière jusqu'au point $t = 0$ donnera la température extrapolée au moment de la coupure.

Variante: Une analyse mathématique par régression peut être utilisée comme variante de la méthode graphique. Si une régression linéaire est choisie, les logarithmes des températures et les valeurs linéaires des temps de lecture à partir de la coupure sont utilisés. L'analyse par régression est effectuée pour le temps $t = 0$ et l'antilogarithme est pris pour déterminer la température vraie.

Annexe E (normative)

Construction des bornes de raccordement du circuit d'alimentation

E.1 Dimensions des bornes

Les bornes doivent être dimensionnées selon le courant d'alimentation effectif maximal $I_{1\text{eff}}$ et il doit être possible de fixer les conducteurs souples ayant les sections indiquées au Tableau E.1. Ces valeurs sont basées sur un fil prévu pour 60 °C.

Tableau E.1 – Plage de dimensions des conducteurs à introduire dans les bornes du circuit d'alimentation

Courant d'alimentation effectif maximal A	Plage de sections du conducteur mm ²
10	1,5 à 2,5
16	1,5 à 4
25	2,5 à 6
35	4 à 10
50	6 à 16
63	10 à 25
80	16 à 35
100	25 à 50
125	35 à 70
160	50 à 95
200	70 à 120
250	95 à 150
315	120 à 240
400	150 à 300

D'autres plages de sections sont permises si le constructeur indique dans les instructions d'emploi le type et la section des conducteurs à utiliser.

La conformité doit être vérifiée par calcul et par mesure.

E.2 Raccordement aux bornes

Le raccordement aux bornes doit être fait au moyen de vis, d'écrous ou d'autres moyens équivalents et doit satisfaire aux exigences données au 5.3.

NOTE Les bornes électriques à connexion rapide sont considérées équivalentes si elles sont équipées de deux fixations indépendantes, l'une serrant l'isolation et l'autre serrant le conducteur.

Les vis ou les écrous des bornes ne doivent pas être utilisés pour fixer d'autres parties ou raccorder d'autres conducteurs.

La conformité doit être vérifiée par examen visuel.

E.3 Construction des bornes

Les conducteurs ou leurs cosses doivent être serrés entre des parties métalliques et ne doivent pas pouvoir s'échapper lorsque les moyens de fixation sont serrés.

Les parties actives qui peuvent tourner et réduire la distance d'isolement dans l'air ne doivent pas dépendre de la friction entre les surfaces de montage pour empêcher leur rotation. Une rondelle frein adaptée, montée correctement, doit être acceptable. Il n'est pas nécessaire que les conducteurs ou les barres omnibus qui sont fixés par d'autres moyens aient une rondelle frein.

Le fer ou l'acier, nu ou revêtu, ne doit pas être utilisé pour les parties transportant le courant.

La conformité doit être vérifiée par examen visuel et en montant provisoirement des conducteurs ayant les sections minimales et maximales spécifiées.

E.4 Fixation des bornes

Les bornes doivent être fixées de façon sûre, de sorte qu'elles ne puissent se dévisser lorsque les moyens de fixation sont serrés ou desserrés. De plus, si seule la friction empêche les bornes de tourner ou de se déplacer sur la surface d'appui, la rotation ou le déplacement ne doit pas réduire les distances d'isolement dans l'air entre bornes en dessous des valeurs du Tableau 1. Il n'est pas nécessaire d'empêcher un connecteur à pression de tourner si aucune distance d'isolement ne devient inférieure aux distances exigées lorsque les bornes sont tournées de 30° l'une vers l'autre, vers d'autres parties non isolées de polarité opposée ou vers des parties métalliques mises à la terre.

La conformité doit être vérifiée par examen visuel et en vissant et dévissant 10 fois les moyens de fixation, un conducteur de la section maximale spécifiée étant en place.

L'essai doit être répété avec un conducteur de la section minimale spécifiée.

Annexe F (informative)

Correspondance avec les unités non SI

Les correspondances avec les unités non SI pour l'essai de court-circuit (voir 9.3) sont données au Tableau F.1.

Tableau F.1 – Correspondance entre les mm² et les dimensions américaines (AWG)

mm ²	AWG
1,5	15
2,5	13
4	11
6	9
10	7
16	5
25	3
35	1
50	1/0
70	2/0
95	3/0
120	250 MCM
150	350 MCM
240	600 MCM
300	700 MCM

Annexe G (informative)

Adaptation du réseau d'alimentation pour la mesure de la valeur efficace vraie du courant d'alimentation

Les valeurs de crête et les valeurs efficaces du courant d'alimentation (I_1) peuvent être considérablement affectées par l'impédance du réseau d'alimentation (R_s). Pour obtenir des mesures valables, l'impédance du réseau d'alimentation est inférieure de 4 % au maximum à l'impédance de l'alimentation de la source de courant de soudage:

$$R_s \leq 0,04 \frac{U_1}{I_1} (\Omega) \quad (G.1)$$

où

R_s est l'impédance du réseau d'alimentation en ohms;

U_1 est la tension d'alimentation assignée en volts;

I_1 est le courant d'alimentation assigné en ampères.

Pour déterminer l'impédance du réseau d'alimentation, il est chargé par une charge conventionnelle qui est capable de réduire la tension d'alimentation d'au moins 1 % sous la valeur non chargée.

NOTE 1 Si la tension assignée de cette charge conventionnelle est inférieure à la tension d'alimentation, un transformateur peut être utilisé.

NOTE 2 Les régulateurs automatiques de la tension du réseau d'alimentation sont coupés.

NOTE 3 Si l'on utilise un transformateur, $I_{1 \text{ sans charge}}$ est le courant à vide de ce transformateur, autrement $I_{1 \text{ sans charge}} = 0 \text{ A}$.

L'impédance du réseau d'alimentation est calculée à partir de la formule suivante:

$$R_s = \frac{U_{1 \text{ sans charge}} - U_{1 \text{ avec charge}}}{I_{1 \text{ avec charge}} - I_{1 \text{ sans charge}}} (\Omega) \quad (G.2)$$

où

R_s est l'impédance du réseau d'alimentation en ohms;

$U_{1 \text{ avec charge}}$ est la tension d'alimentation en volts lorsque le réseau est chargé par une charge conventionnelle;

$U_{1 \text{ sans charge}}$ est la tension d'alimentation en volts lorsque le réseau est sans charge;

$I_{1 \text{ avec charge}}$ est le courant d'alimentation en ampères lorsque le réseau est chargé par une charge conventionnelle;

$I_{1 \text{ sans charge}}$ est le courant d'alimentation en ampères sans charge.

Exemple:

Réseau d'alimentation:	U_1 sans charge	= 230 V	I_1 sans charge	= 1 A
	U_1 avec charge	= 227 V	I_1 avec charge	= 31 A

$$R_s = \frac{230 - 227}{31 - 1} = 0,10 \Omega$$

Source de courant de soudage: $U_1 = 230 \text{ V}$ $I_{1 \text{ max}} = 30 \text{ A}$

Avec ces valeurs, la condition conforme à la formule (G.1) est remplie:

$$R_s = 0,10 \Omega \leq 0,04 \frac{230}{30} = 0,31 \Omega$$

Projet de norme marocaine

Annexe H (informative)

Traçage des caractéristiques statiques

H.1 Généralités

En faisant varier la résistance d'une charge conventionnelle connectée aux bornes de sortie de la source de courant de soudage, on peut obtenir un ensemble de valeurs du courant de soudage (I_2) et de la tension de charge correspondante (U_2), pour un réglage donné de sortie de la source de courant de soudage. La caractéristique statique est obtenue en reportant ces valeurs sur une courbe avec le courant de soudage en abscisse et la tension de charge en ordonnée.

La pente de la caractéristique statique est donnée par sa tangente au point de fonctionnement.

H.2 Méthode

Il convient que le nombre de valeurs mesurées soit suffisant pour permettre de tracer une courbe lisse. Dans tous les cas, il convient d'enregistrer la tension à vide et les valeurs assignées correspondant à chaque facteur de marche indiqué sur la plaque signalétique. Pour les sources de courant de soudage à caractéristique tombante, il convient aussi d'enregistrer le courant de court-circuit.

Si la source de courant de soudage a un réglage pas à pas, il convient que les valeurs soient mesurées pour chaque position de la commande. Si une source de courant de soudage est conçue pour plusieurs tensions d'alimentation, il convient que la mesure soit répétée pour chacune de ces tensions.

Pour chaque point, il convient d'enregistrer également la tension d'alimentation (U_1), le courant d'alimentation (I_1), la puissance fournie à la source de courant de soudage (P_1).

Pour les sources de courant de soudage sans régulation en boucle (par exemple les simples transformateurs), il convient que les valeurs de U_2 et I_2 soient multipliées par un facteur de correction (U_1/U_1') si la tension d'alimentation mesurée (U_1') diffère de la tension d'alimentation assignée (U_1). Il convient que la puissance (P_1) soit multipliée par $(U_1/U_1')^2$.

H.3 Analyse des résultats

Les séries de courbes obtenues pour les caractéristiques statiques d'une source de courant de soudage peuvent être utilisées pour vérifier la conformité aux exigences correspondantes du présent document. Si la pente négative au point de fonctionnement est plus grande ou égale à 7 V pour 100 A, la caractéristique statique est considérée comme tombante.

Annexe I
(normative)

Méthodes d'essai pour un choc de 10 Nm

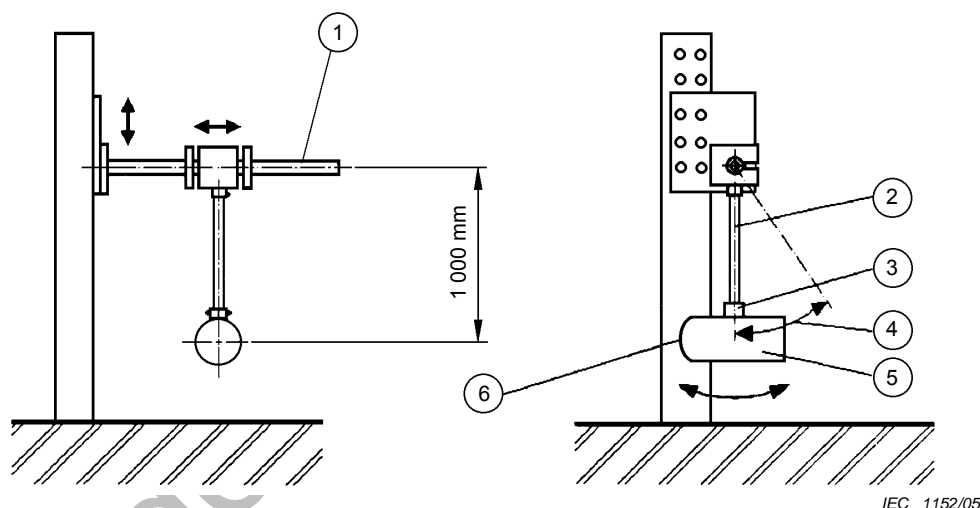
I.1 Marteau pendulaire de choc

La source de courant de soudage est placée contre une surface verticale rigide et l'impact est dirigé contre le côté opposé.

L'angle de rotation θ (voir Figure I.1) est ajusté (voir Tableau I.1) pour tenir compte des tolérances du marteau et des bras afin de fournir l'énergie de choc de 10 Nm exigée.

Tableau I.1 – Angle de rotation θ pour obtenir un choc de 10 Nm

Masse du marteau en kg	1	1,5	2	2,5	3
Angle de rotation en degré θ	90	71	60	53	48



Légende

- 1 Arbre support (il convient qu'il ne fléchisse pas de plus de 1,5 mm)
- 2 Bras, tube d'acier (sa masse est négligeable)
- 3 Collier de marteau (masse inférieure ou égale à 100 g)
- 4 Angle de rotation θ
- 5 Marteau de choc en acier
- 6 Rayon 50 ± 2 mm

Figure I.1 – Montage d'essai

I.2 Corps de chute sphérique en acier

La source de courant de soudage est posée sur une surface rigide horizontale. La masse du corps de chute et la hauteur de chute sont données au Tableau I.2.

Tableau I.2 – Masse du corps de chute et hauteur de chute

Masse kg	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00
Hauteur m	2,04	1,36	1,02	0,82	0,68	0,58	0,51

Annexe J (normative)

Épaisseur des tôles métalliques pour enveloppes

L'épaisseur minimale des tôles métalliques pour enveloppes doit être

- a) pour l'acier, conforme au Tableau J.1;
- b) pour l'aluminium, laiton ou cuivre, conforme au Tableau J.2.

Les valeurs d'épaisseur sont basées sur une déflexion uniforme des épaisseurs des tôles métalliques indiquées, si elles sont chargées au centre de leur surface.

L'épaisseur d'une enveloppe peut être inférieure aux épaisseurs indiquées dans les Tableaux J.1 et J.2 si l'enveloppe montre la même déflexion qu'une enveloppe de même taille ayant l'épaisseur exigée.

Tableau J.1 – Épaisseur minimale des tôles pour les enveloppes en acier

Épaisseur minimale de l'acier non revêtu ^a mm	Sans structure de support ^b		Avec structure de support ^c	
	Largeur maximale mm	Longueur maximale mm	Largeur maximale mm	Longueur maximale mm
0,50	105 125	Non limitée 150	160 175	Non limitée 210
0,65	155 180	Non limitée 225	245 255	Non limitée 320
0,80	205 230	Non limitée 300	305 330	Non limitée 410
1,00	320 360	Non limitée 460	500 535	Non limitée 635
1,35	460 510	Non limitée 635	690 740	Non limitée 915
1,50	560 635	Non limitée 790	840 890	Non limitée 1 095
1,70	635 740	Non limitée 915	995 1 045	Non limitée 1 295
2,00	840 890	Non limitée 1 200	1 295 1 375	Non limitée 1 680
2,35	1 070 1 200	Non limitée 1 500	1 630 1 730	Non limitée 2 135
2,70	1 325 1 525	Non limitée 1 880	2 035 2 135	Non limitée 2 620
3,00	1 600 1 860	Non limitée 2 290	2 470 2 620	Non limitée 3 230

- ^a 1) Pour l'acier inoxydable, uniquement 80 % des valeurs indiquées sont nécessaires.
2) Pour l'acier revêtu de zinc, l'épaisseur doit être réglée pour tenir compte de l'épaisseur du revêtement (normalement 0,05 mm à 0,1 mm).

- ^b Une enveloppe sans structure de support peut être constituée, par exemple:
- 1) d'une seule feuille à bords tombés d'un seul côté;
 - 2) d'une seule feuille qui est ondulée ou nervurée;
 - 3) d'une surface d'enveloppe qui est fixée avec du jeu à une structure, par exemple par des clips à ressort ou un loquet;
 - 4) d'une surface d'enveloppe ayant un bord sans support.

- ^c Ces deux colonnes s'appliquent lorsque l'enveloppe est renforcée par un des moyens suivants:
- 1) une structure de support sous forme de canal structural, angle ou section rigide pliée qui est au moins égale à l'épaisseur de métal de l'enveloppe et qui est fixée de façon rigide à l'enveloppe;
 - 2) une structure de support autre que métallique qui a une rigidité de torsion équivalant à une cornière de tôle conformément à 1) ci-dessus, et qui est résistante au feu;
 - 3) tous les bords de l'enveloppe sont pliés à un angle de 90° pour former un bord tombé d'un seul côté de largeur minimale de 10 mm.

Tableau J.2 – Epaisseur minimale des tôles pour enveloppes d'aluminium, de laiton ou de cuivre

Epaisseur minimale du métal mm	Sans structure de support ^a		Avec structure de support ^b	
	Largeur maximale mm	Longueur maximale mm	Largeur maximale mm	Longueur maximale mm
0,55	80 90	Non limitée 110	180 220	Non limitée 245
0,70	105 130	Non limitée 155	260 270	Non limitée 345
0,90	155 165	Non limitée 205	360 385	Non limitée 460
1,10	205 245	Non limitée 295	485 535	Non limitée 640
1,45	305 360	Non limitée 410	715 765	Non limitée 940
1,90	460 510	Non limitée 635	1 070 1 145	Non limitée 1 400
2,40	635 740	Non limitée 915	1 525 1 630	Non limitée 1 985
3,10	940 1 070	Non limitée 1 350	2 210 2 365	Non limitée 2 900
3,85	1 325 1 525	Non limitée 1 880	3 125 3 305	Non limitée 4 065

^a Une enveloppe sans structure de support peut être constituée, par exemple:

- 1) d'une seule feuille à bords tombés d'un seul côté;
- 2) d'une seule feuille qui est ondulée ou nervurée;
- 3) d'une surface d'enveloppe qui est fixée avec du jeu à une structure, par exemple par des clips à ressort ou un loquet;
- 4) d'une surface d'enveloppe ayant un bord sans support.

^b Ces deux colonnes s'appliquent lorsque l'enveloppe est renforcée par un des moyens suivants:

- 1) une structure de support sous forme de canal structural, angle, ou section rigide pliée qui est au moins égale à l'épaisseur de métal de l'enveloppe et qui est fixée de façon rigide à l'enveloppe;
- 2) une structure de support autre que métallique qui a une rigidité de torsion équivalant à une cornière de tôle conformément à a) ci-dessus, et qui est résistante au feu;
- 3) tous les bords de l'enveloppe sont pliés à un angle de 90° pour former un bord tombé d'un seul côté de largeur minimale de 10 mm.

Projet de norme marocaine

Annexe K
(informative)

Exemples de plaques signalétiques

Les plaques signalétiques sont illustrées aux Figures K.1 à K.5

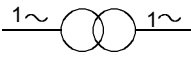




a) Identification					
1) Constructeur		Marque commerciale			
Adresse					
2) Type		3) Numéro de série			
4) 		5) CEI 60974-1 CEI 60974-10 Classe A			
b) Sortie de soudage					
6) 	8) ~50 Hz	10) 15 A / 20,6 V à 160 A / 27 V			
		11) X	11a) 35 %	11b) 60 %	11c) 100 %
7) 	9) $U_0 = 48\text{ V}$	12) I_2	12a) 160 A	12b) 130 A	12c) 100 A
		13) U_2	13a) 26 V	13b) 25 V	13c) 24 V
c) Alimentation en énergie					
14)  1 ~ 50 Hz	15) $U_1 = 230\text{ V}$	16) $I_{1\text{max}} = 37\text{ A}$		17) $I_{1\text{eff}} = 22\text{ A}$	
	22) IP23	23) 			

Figure K.1 – Transformateur monophasé

IEC 482/98

Projet de norme marocaine

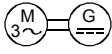


a) Identification					
1) Constructeur		Marque commerciale			
Adresse					
2) Type		3) Numéro de série			
4) 		5) CEI 60974-1 CEI 60974-10 Classe A			
b) Sortie de soudage					
6) 	8) ~450 Hz	10) 60 A / 22,4 V à 500 A / 40 V			
		11) X	11a) 35 %	11b) 60 %	11c) 100 %
7)	9) $U_0 = 78 \text{ V}$	12) I_2	12a) 500 A	12b) 400 A	12c) 320 A
		13) U_2	13a) 40 V	13b) 36 V	13c) 33 V
c) Alimentation en énergie					
14) 	18) $n = 2\,800 \text{ min}^{-1}$				
	3 ~ 50 Hz	15) $U_1 = 400 \text{ V}$	16) $I_{1\text{max}} = 68 \text{ A}$	17) $I_{1\text{eff}} = 40 \text{ A}$	
22) IP23		23)			

Figure K.2 – Convertisseur de fréquence rotatif triphasé

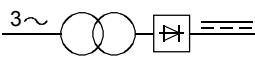





IEC 483/98

Projet de norme marocaine

Plaque concernant le distributeur

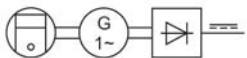




a) Identification	
1) Constructeur	Marque commerciale
Adresse	
2) Type	3) Numéro de série

Plaque concernant le constructeur

a) Identification					
4) 	5) CEI 60974-1 CEI 60974-10 Classe A				
b) Sortie de soudage					
6) 	8) 				
10) 20 A / 20,8 V à 250 A / 30 V					
11) X	11a) 35 %	11b) 60 %	11c) 100 %		
7) 	9) $U_0 = 105\text{ V}$	12) I_2	12a) 250 A	12b) 200 A	12c) 160 A
		13) U_2	13a) 30 V	13b) 28 V	13c) 27 V
c) Alimentation en énergie					
14)  1(3) ~ 50 Hz	15) $U_1 = 230\text{ V}$ $U_1 = 400\text{ V}$	16) $I_{1\text{max}} = 57\text{ A}$ $I_{1\text{max}} = 34\text{ A}$	17) $I_{1\text{eff}} = 34\text{ A}$ $I_{1\text{eff}} = 20\text{ A}$		
22) IP23	23) 				

IEC 915/12







Figure K.3 – Plaque signalétique subdivisée: transformateur redresseur mono-/triphase

a) Identification					
1) Constructeur		Marque commerciale			
Adresse					
2) Type		3) Numéro de série			
4) 		5) CEI 60974-1			
b) Sortie de soudage					
6) 	8) 	10) 40 A / 21,6 V à 400 A / 36 V			
		11) X	11a) 35 %	11b) 60 %	11c) 100 %
7) 	9) $U_0 = 110 \text{ V}$	12) I_2	12a) 400 A	12b) 320 A	12c) 255 A
		13) U_2	13a) 36 V	13b) 33 V	13c) 30 V
c) Alimentation en énergie					
14) 	18) $n = 3\ 150 \text{ min}^{-1}$				
	3 ~ 50 Hz	19) $n_0 = 3\ 300 \text{ min}^{-1}$	20) $n_i = 980 \text{ min}^{-1}$	21) $P_{1\text{max}} = 34 \text{ kW}$	
22) IP23	23)				

IEC 916/12

Figure K.4 – Moteur thermique-générateur-redresseur

Projet de norme marocaine

a) Identification					
1) Constructeur		Marque commerciale			
Adresse					
2) Type		3) Numéro de série			
4) 		5) CEI 60974-1 CEI 60974-10 Classe A			
b) Sortie de soudage					
6) 	8) 	10) 20 A / 20,8 V à 250 A / 32 V			
		11) X	11a) 35 %	11b) 60 %	11c) 100 %
7) 	9) $U_0 = 105 \text{ V}$	12) I_2	12a) 250 A	12b) 200 A	12c) 160 A
		13) U_2	13a) 30 V	13b) 28 V	13c) 27 V
c) Alimentation en énergie					
14)  1(3) ~ 50 Hz	15) U_1	16) $I_{1\text{max}}$		17) $I_{1\text{eff}}$	
	230 V	57 A		34 A	
	400 V	34 A		20 A	
22) IP23S		23) 			

IEC 917/12

Figure K.5 – Type d'onduleur mono-/triphase

Annexe L (informative)

Symboles graphiques pour le matériel de soudage électrique à l'arc

L.1 Généralités

La présente annexe décrit des symboles qui ne sont pas tous normalisés au niveau international mais d'utilisation pratique dans les applications de soudage. Le comité d'études 26 et le sous-comité 3C de la CEI ont décidé de considérer ces symboles en vue d'une introduction possible dans la CEI 60417. Quand ce travail sera terminé, la présente annexe sera modifiée en conséquence.

La présente annexe contient les symboles graphiques destinés aux matériels pour soudage à l'arc et techniques connexes pour identifier les commandes, les indicateurs, les points de connexion, les fonctions et pour sélectionner les procédés.

Les symboles sont destinés à être utilisés sur la face, la plaque signalétique et toute documentation pour les matériels de soudage à l'arc et techniques connexes.

Cette annexe ne couvre pas les symboles graphiques utilisés pour avertir de dangers personnels immédiats ou potentiels pour le personnel qui utilise le matériel.

NOTE 1 Pour les symboles sur la sécurité, voir l'ISO 3864-1.

NOTE 2 Pour les instructions d'installation, voir la CEI 60974-9 et la CEI 62079.

L.2 Utilisation des symboles

L.2.1 Généralités

Il convient de placer ces symboles sur l'équipement pour informer sur l'utilisation et le fonctionnement. Des exemples de panneaux de commande sont donnés au L.5.

L.2.2 Sélection des symboles

Les symboles indiqués dans L.3 peuvent être utilisés soit seuls soit en combinaison pour atteindre le but désiré. Des exemples de combinaisons sont donnés au L.4.

L.2.3 Dimension des symboles

Pour l'utilisation de ces symboles, il peut être nécessaire soit de réduire soit d'agrandir l'original jusqu'à la taille appropriée. Dans le cas de symboles composés de plusieurs éléments graphiques, ou quand la hauteur est réduite au minimum, vérifier qu'une identification claire est encore possible et que la lisibilité est suffisante. Il convient aussi de tenir compte de l'éclairage disponible, de l'éloignement de l'utilisateur, et des conditions opératoires possibles en tant que facteurs pour la sélection de la dimension.

La dimension minimale recommandée est de $(6 \text{ mm})^2$.

L.2.4 Utilisation de la couleur

En général, il convient que la forme graphique d'un symbole reproduite en noir sur blanc ou en blanc sur noir soit suffisante pour son identification.

Pour remplir leur fonction, il est primordial que ces symboles présentent un contraste suffisant avec leur fond. Dans la mesure où le symbole est clairement représenté et complètement lisible, une véritable sélection de couleurs n'est pas obligatoire. Il faut noter que certaines couleurs comme le rouge, l'orange et le jaune sont désignées comme des couleurs d'avertissement sur la sécurité.

L.3 Symboles

L.3.1 Généralités

Cet article présente les symboles avec leur numéro de référence, le mot clé ou une phrase désignant la fonction, l'utilisation et la source.

L.3.2 Symboles littéraux


Le Tableau L.1 donne une liste de lettres qu'il est possible d'utiliser comme symboles.

Tableau L.1 – Lettres utilisées comme symboles


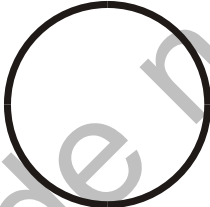

Fonction, mot clé ou phrase	Lettre	Unité
Ampérage	I	A
Courant conventionnel de soudage	I_2	A
Tension conventionnelle de soudage	U_2	V
Diamètre	\varnothing	mm
Cycle de marche; facteur de marche	X	%
Rendement	η	%
Fréquence	f	Hz
Puissance consommée en état au ralenti	P_i	W.h/h
Puissance	P	W
Courant assigné à vide	I_0	A
Tension assignée à vide	U_0	V
Courant d'alimentation assigné	I_1	A
Tension d'alimentation assignée	U_1	V
Vitesse de rotation	n	min ⁻¹
Puissance d'alimentation (puissance consommée)	P_1	W (W.h/h)
Température (changement)	T	°C (K)
Temps	t	s, min, h
Tension	U	V
Tension de crête assignée	U_p	V
Puissance consommée en mode de veille	P_s	W.h/h

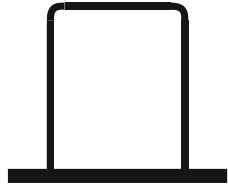

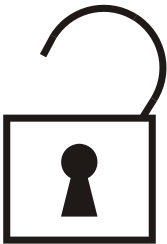
L.3.3 Symboles graphiques

L.3.3.1 Symboles pour décrire le bouton ou la commande



N°	SOURCE	SYMBOLE	FONCTION, MOT CLE OU PHRASE	APPLICATION
1.	CEI 60417-5004		Variabilité	Pour identifier une augmentation/diminution continue de quantité NOTE Le symbole peut être incurvé.




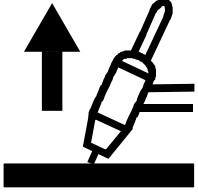
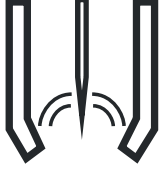

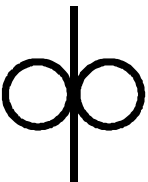
L.3.3.2 Symboles pour indiquer la position d'un bouton ou d'une commande

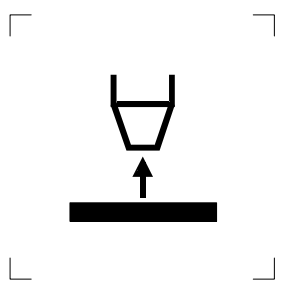
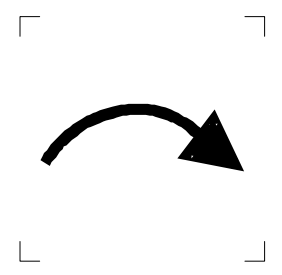
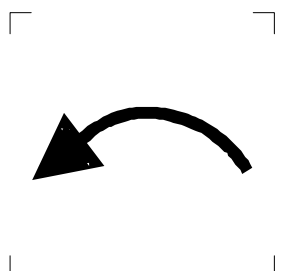
N°	SOURCE	SYMBOLE	FONCTION, MOT CLE OU PHRASE	APPLICATION
2.	CEI 60417-5007		Marche (mise sous tension)	Pour identifier la connexion au réseau, au moins pour les interrupteurs primaires et leurs positions, et dans tous les cas où la sécurité est en jeu
3.	CEI 60417-5008		Arrêt (mise hors tension)	Pour identifier la déconnexion du réseau, au moins pour les interrupteurs primaires et leurs positions, et dans tous les cas où la sécurité est en jeu
4.	CEI 60417-5268		Position enfoncée d'un bouton-poussoir à deux positions stables	Pour identifier la position enfoncée d'un bouton-poussoir où le poussoir enfoncé est utilisé pour alimenter ou arrêter l'alimentation d'une fonction NOTE 1 Ce symbole est utilisé avec un symbole de fonction.

N°	SOURCE	SYMBOLE	FONCTION, MOT CLE OU PHRASE	APPLICATION
5.	CEI 60417-5269		Position sortie d'un bouton-poussoir à deux positions stables	Pour identifier la position sortie d'un bouton-poussoir où le poussoir enfoncé est utilisé pour alimenter ou arrêter l'alimentation d'une fonction. NOTE 2 Ce symbole est utilisé avec un symbole de fonction.
6.	CEI 60417-5569		Fermé	Pour identifier une fonction ou une commande fermée NOTE 3 Ce symbole est utilisé avec un symbole de fonction.
7.	CEI 60417-5570		Ouvert	Pour identifier une fonction ou une commande ouverte NOTE 4 Ce symbole est utilisé avec un symbole de fonction.

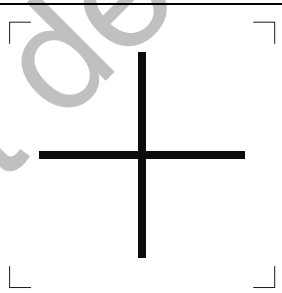
L.3.3.3 Symboles pour indiquer un bouton ou une commande de fonction



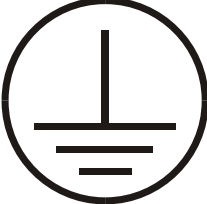

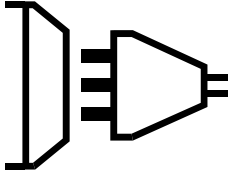

N°	SOURCE	SYMBOLE	FONCTION, MOT CLE OU PHRASE	APPLICATION
8.			Soudage continu	Pour identifier un soudage continu
9.			Soudage intermittent (par points)	Pour identifier un soudage intermittent (par points)

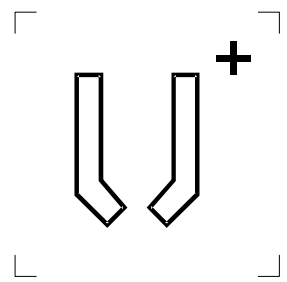
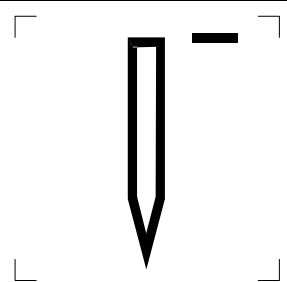
N°	SOURCE	SYMBOLE	FONCTION, MOT CLE OU PHRASE	APPLICATION
10.	ISO 7000-0468		Soudage par point à l'arc	Pour identifier un soudage à l'arc par point
11.	ISO 7000-0096		Commande manuelle	Pour identifier la position du bouton pour la commande manuelle
12.			Amorçage de l'arc sans contact	Pour identifier une fonction d'amorçage d'arc TIG qui crée un arc sans contact
13.			Amorçage de l'arc au contact	Pour identifier une fonction d'amorçage d'arc TIG qui crée un arc avec un contact
14.			Amorçage de l'arc pilote	Pour identifier un arc pilote partant d'une torche plasma
15.	ISO 7000-0474		Purge de l'air (par un gaz)	Pour identifier une purge de l'air par un gaz
16.	ISO 7000-0823		Déroulement du fil	Pour identifier un dévidoir ou une commande de dévidage de fil

N°	SOURCE	SYMBOLE	FONCTION, MOT CLE OU PHRASE	APPLICATION
17.			Contrôle de remontée du fil	Pour identifier une commande de remontée de fil à la fin de la soudure
18.	ISO 7000-0004		Sens de mouvement continu de rotation (sens des aiguilles d'une montre)	Pour identifier la direction d'une rotation continue
19.	ISO 7000-0004		Sens de mouvement continu de rotation (sens inverse des aiguilles d'une montre)	Pour identifier la direction d'une rotation continue

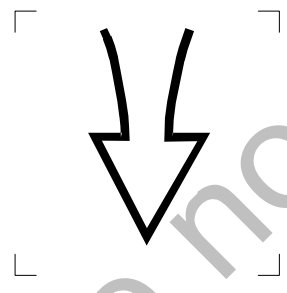
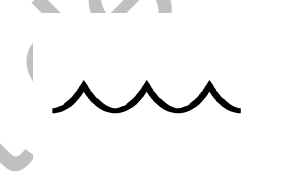
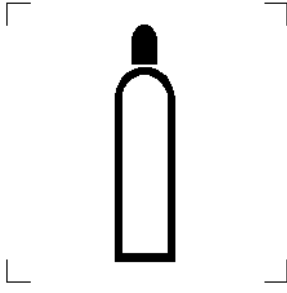
L.3.3.4 Symboles pour indiquer une connexion électrique

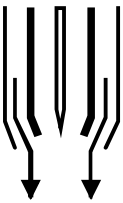

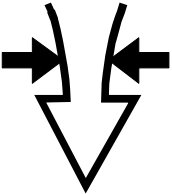
N°	SOURCE	SYMBOLE	FONCTION, MOT CLE OU PHRASE	APPLICATION
20.	CEI 60417-5005		Plus; pôle positif	Pour identifier une polarité positive

N°	SOURCE	SYMBOLE	FONCTION, MOT CLE OU PHRASE	APPLICATION
21.	CEI 60417-5006		Moins; pôle négatif	Pour identifier une polarité négative
22.	CEI 60417-5017		Terre (sol)	Pour identifier la connexion à la terre (sol) NOTE 1 N'est pas destiné à une connexion à la terre de protection.
23.	CEI 60417-5019		Terre de protection (sol)	Pour identifier le point de connexion de l'équipement à la terre de protection (sol)
24.	CEI 60417-5020		Armature ou châssis	Pour identifier la connexion de l'armature ou du châssis NOTE 2 N'est pas destiné à une connexion à la terre de protection.
25.	CEI 60417-5939		Type d'alimentation du dispositif électrique	Sur le dispositif ou l'équipement par exemple sur l'équipement de soudage à l'arc. Pour identifier le type d'alimentation, par exemple prise avec trois broches.
26.	ISO 7000-0453		Connexion à la pièce à souder	Pour identifier la connexion à la pièce à souder

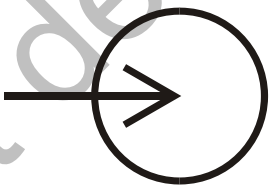
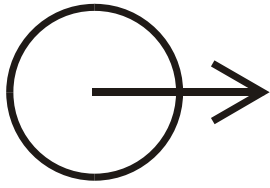
N°	SOURCE	SYMBOLE	FONCTION, MOT CLE OU PHRASE	APPLICATION
27.	ISO 7000-0483		Connexion pour la buse de la torche plasma (pôle positif)	Pour identifier la connexion à une torche plasma – connexion de la buse au pôle positif
28.	ISO 7000-0482		Connexion pour l'électrode de la torche plasma (pôle négatif)	Pour identifier la connexion à une torche plasma – connexion de l'électrode au pôle négatif

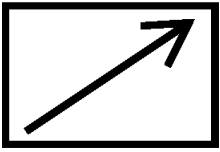



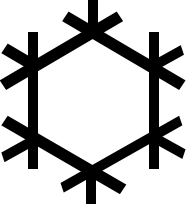
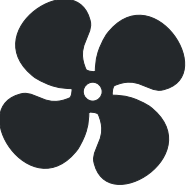

L.3.3.5 Symboles pour indiquer la commande ou la connexion à un fluide

N°	SOURCE	SYMBOLE	FONCTION, MOT CLE OU PHRASE	APPLICATION
29.			Circulation d'air	Pour identifier une circulation d'air
30.	ISO 7000-0536		Liquide	Liquide, par exemple réfrigérant
31.			Alimentation en gaz	Pour identifier la connexion à une alimentation en gaz ou une commande





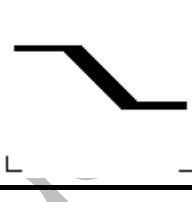
N°	SOURCE	SYMBOLE	FONCTION, MOT CLE OU PHRASE	APPLICATION
32.	ISO 7000-0481		Gaz de protection du soudage plasma	Pour identifier la connexion à une alimentation au gaz de protection plasma ou une commande
33.	ISO 7000-0480		Gaz plasmagène	Pour identifier la connexion au gaz plasma ou une commande
34.			Pression d'air	Pour identifier une fonction ou une commande de compression d'air

L.3.3.6 Symboles pour indiquer un dispositif, une connexion ou une fonction auxiliaire

N°	SOURCE	SYMBOLE	FONCTION, MOT CLE OU PHRASE	APPLICATION
35.	CEI 60417-5034		Entrée	Pour identifier une connexion ou une commande d'entrée
36.	CEI 60417-5035		Sortie	Pour identifier une connexion ou une commande de sortie


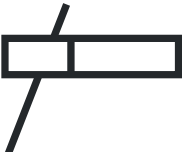



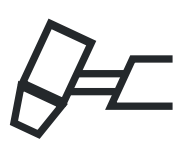
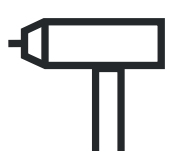
N°	SOURCE	SYMBOLE	FONCTION, MOT CLE OU PHRASE	APPLICATION
37.	ISO 7000-0093		Commande à distance	Pour identifier une commande à distance, une connexion ou une fonction
38.			Commande à pédale	Pour identifier un dispositif, une connexion ou une fonction de commande à pédale
39.			Commande locale	Pour identifier une commande ou une fonction locale
40.			Réservoir (à poudre, à flux)	Pour identifier un réservoir de flux (poudre)
41.	ISO 7000-0027		Refroidissement	Pour identifier un dispositif, une connexion ou une fonction de refroidissement
42.	ISO 7000-0089		Ventilateur soufflant ou à circulation d'air	Pour identifier un ventilateur soufflant ou à circulation d'air
43.			Filtre à air	Pour identifier un filtre à air

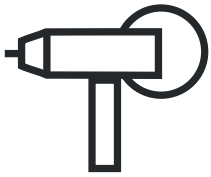

L.3.3.7 Symboles pour indiquer une commande de l'ampérage/tension de soudage

N°	SOURCE	SYMBOLE	FONCTION, MOT CLE OU PHRASE	APPLICATION
44.	CEI 60417-6005		Valeur de base des impulsions	Pour indiquer une commande de valeur de base des impulsions NOTE 1 La commande est identifiée par une lettre choisie dans le Tableau L.1.
45.	CEI 60417-6006		Valeur de crête des impulsions	Pour indiquer une commande de valeur de crête des impulsions NOTE 2 La commande est identifiée par une lettre choisie dans le Tableau L.1.
46.	CEI 60417-6007		Départ suractivé	Pour indiquer une commande ou une fonction pour augmenter l'énergie au début du soudage NOTE 3 La commande est identifiée par une lettre choisie dans le Tableau L.1.
47.	CEI 60417-6008		Pente (montante)	Pour indiquer une commande ou une fonction réglant l'augmentation d'une valeur NOTE 4 La commande est identifiée par une lettre choisie dans le Tableau L.1.
48.	CEI 60417-6009		Pente (descendante)	Pour indiquer une commande ou une fonction réglant la diminution d'une valeur NOTE 5 La commande est identifiée par une lettre choisie dans le Tableau L.1.


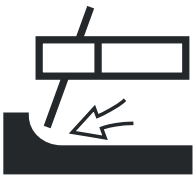

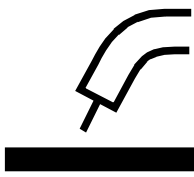
Projet à norme machine


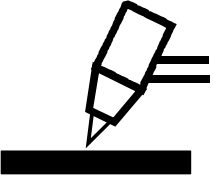
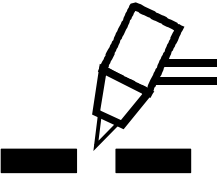
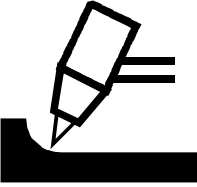
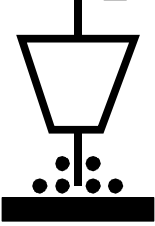
L.3.3.8 Symboles pour indiquer le type de torche

N°	SOURCE	SYMBOLE	FONCTION, MOT CLE OU PHRASE	APPLICATION
49.			Porte électrode pour soudage à l'arc manuel	Pour identifier un porte électrode
50.			Porte électrode pour gougeage à l'arc au charbon avec jet d'air comprimé	Pour identifier un porte électrode de gougeage à l'arc au charbon avec jet d'air comprimé
51.			Torche MIG/MAG	Pour identifier une torche MIG/MAG
52.			Torche de soudage avec fil fourré sans gaz	Pour identifier une torche pour soudage à l'arc avec fils fourrés sans protection gazeuse
53.			Torche TIG	Pour identifier une torche TIG
54.			Torche pour procédé plasma	Pour identifier une torche plasma de soudage, coupage et/ou gougeage
55.			Pistolet avec système d'entraînement incorporé	Pour identifier un pistolet incorporant un système de commande du fil

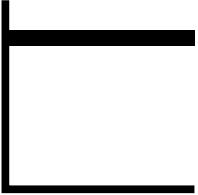
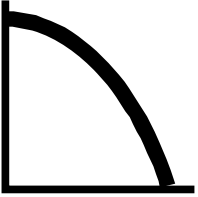
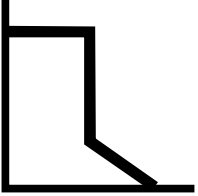
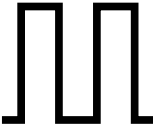



N°	SOURCE	SYMBOLE	FONCTION, MOT CLE OU PHRASE	APPLICATION
56.			Pistolet avec dévidoir incorporé	Pour identifier un pistolet incorporant un système de commande du fil et incluant un système d'alimentation de fil
57.			Pistolet pour soudage à l'arc sous flux en poudre	Pour identifier une torche pour le soudage à l'arc sous flux en poudre


L.3.3.9 Symboles pour indiquer les procédés

N°	SOURCE	SYMBOLE	FONCTION, MOT CLE OU PHRASE	APPLICATION
58.			Soudage à l'électrode enrobée	Pour identifier un soudage à l'électrode enrobée
59.			Gougeage à l'arc au charbon avec jet d'air comprimé	Pour identifier un gougeage à l'arc au charbon avec jet d'air comprimé
60.			Soudage MIG/MAG	Pour identifier un soudage MIG/MAG
61.			Soudage avec fil fourré sans gaz	Pour identifier un soudage à l'arc avec fil fourré (sans protection gazeuse)





N°	SOURCE	SYMBOLE	FONCTION, MOT CLE OU PHRASE	APPLICATION
62.			Soudage TIG	Pour identifier un soudage TIG
63.	ISO 7000-0478		Soudage plasma	Pour identifier un soudage au plasma
64.	ISO 7000-0479		Coupage plasma	Pour identifier un coupage au plasma
65.			Gougeage plasma	Pour identifier un gougeage plasma
66.			Soudage à l'arc sous flux en poudre	Pour identifier un soudage à l'arc sous flux en poudre


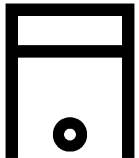

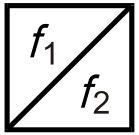

L.3.3.10 Symboles pour indiquer la commande des caractéristiques de soudage

N°	SOURCE	SYMBOLE	FONCTION, MOT CLE OU PHRASE	APPLICATION
67.	ISO 7000-0455		Caractéristique plate	Pour identifier une caractéristique de tension fondamentalement constante
68.	ISO 7000-0454		Caractéristique tombante	Pour identifier une caractéristique de tension fondamentalement tombante
69.			Surintensité au court-circuit	Pour indiquer une commande ou une fonction augmentant le courant quand une tension basse est détectée
70.			Pulsé	Pour identifier une valeur pulsée
71.			Inductance variable	Pour identifier une fonction ou une commande d'inductance variable
72.			Inductance élevée ou inductance	Pour identifier une inductance ou utilisé avec d'autres symboles d'inductance ou d'inductance élevée
73.			Inductance moyenne	Pour identifier une connexion, une fonction ou une commande d'inductance moyenne


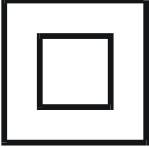

N°	SOURCE	SYMBOLE	FONCTION, MOT CLE OU PHRASE	APPLICATION
74.			Inductance faible	Pour identifier une connexion, une fonction ou une commande de basse inductance

L.3.3.11 Symboles pour décrire le type de source d'alimentation




N°	SOURCE	SYMBOLE	FONCTION, MOT CLE OU PHRASE	APPLICATION
75.	CEI 60417-5031		Courant continu (CC)	Pour identifier que la source d'alimentation délivre un courant continu
76.	CEI 60417-5032		Courant alternatif (CA)	Pour identifier que la source d'alimentation délivre un courant alternatif NOTE Le symbole peut être combiné avec un nombre pour identifier le nombre de phases.
77.	CEI 60417-5033		Courant continu et alternatif	Pour identifier que la source d'alimentation délivre à la fois un courant continu et un courant alternatif
78.	CEI 60417-5156		Transformateur	Pour identifier un transformateur


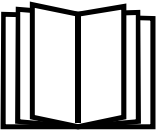

N°	SOURCE	SYMBOLE	FONCTION, MOT CLE OU PHRASE	APPLICATION
79.	ISO 7000-1153		Générateur	Pour identifier un générateur
80.	ISO 7000-0796		Moteur thermique	Pour identifier un moteur thermique
81.	ISO 7000-0147		Moteur électrique	Pour identifier un moteur électrique
82.	CEI 60417-5970		Onduleur	Pour identifier une fonction de conversion de fréquence
83.	CEI 60417-5194		Convertisseur continu/alternatif	Pour identifier un convertisseur continu/alternatif et ses bornes et commandes associées

L.3.3.12 Symboles pour indiquer les composants et la classe de protection

N°	SOURCE	SYMBOLE	FONCTION, MOT CLE OU PHRASE	APPLICATION
84.			Convient au soudage dans un environnement avec risque accru de choc électrique	Pour identifier une source de soudage appropriée pour souder dans un environnement avec des risques accrus de chocs électriques
85.	CEI 60417-5172		Matériel de classe II	Pour identifier un matériel de classe II
86.	CEI 60417-5016		Fusible	Pour identifier un fusible

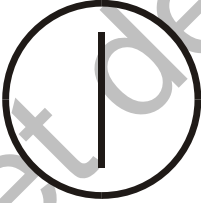
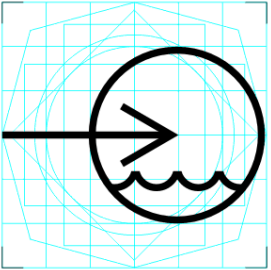
L.3.3.13 Symboles pour informer les utilisateurs

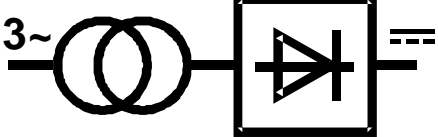
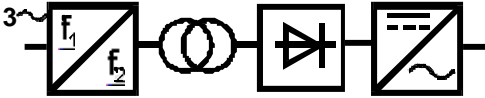
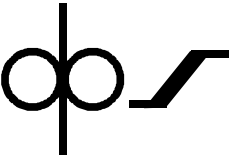
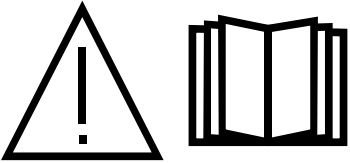
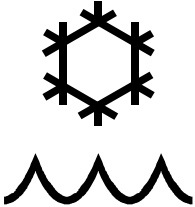


N°	SOURCE	SYMBOLE	FONCTION, MOT CLE OU PHRASE	APPLICATION
87.	CEI 60417-5036		Tension dangereuse	Pour identifier une tension dangereuse
88.	ISO 7000-0228		Perturbation	Pour identifier une perturbation du fonctionnement normal
89.	ISO 7000-0434A		Attention	Pour rendre l'opérateur attentif à un danger général.


N°	SOURCE	SYMBOLE	FONCTION, MOT CLE OU PHRASE	APPLICATION
90.	CEI 60417-5041		Attention, surface chaude	Pour indiquer que l'élément portant le marquage peut être chaud et qu'il convient de ne pas le toucher sans précaution
91.			Lire le manuel d'instructions	Pour identifier qu'il convient de lire le manuel d'instructions
92.			Indication de température	Pour donner une indication de température, par exemple un signal lumineux de dépassement de température

L.4 Exemples de combinaisons de symboles

Cet article donne des exemples de combinaisons de symboles qui peuvent être utilisés sur les matériels de soudage à l'arc et les techniques connexes.

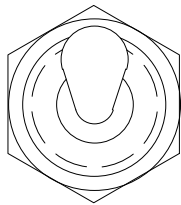
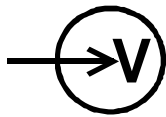
SYMBOLE	FONCTION, MOT CLE OU PHRASE	APPLICATION
 CEI 60417-5010	Marche-arrêt (deux positions stables)	Pour identifier une connexion ou une déconnexion du réseau, au moins pour les interrupteurs principaux ou leur position, et tous les cas où la sécurité est mise en jeu. Chaque position, Marche ou Arrêt, est une position stable.
 CEI 60417-6024	Entrée de liquide	Pour identifier une entrée de liquide

SYMBOLE	FONCTION, MOT CLE OU PHRASE	APPLICATION
	<p>Transformateur-redresseur triphasé</p>	<p>Pour identifier le symbole de la source de soudage sur la plaque signalétique</p>
	<p>Source de courant de technologie onduleur délivrant un courant CA/CC</p>	<p>Pour identifier le symbole de la source de soudage sur la plaque signalétique</p>
	<p>Amorçage avec avance fil en vitesse lente</p>	<p>Pour identifier une avance lente du fil vers la pièce à souder au démarrage de la soudure</p>
	<p>Attention ! Lire le manuel d'instructions</p>	<p>Pour indiquer un danger et signifier qu'il convient de lire le manuel d'instructions</p>
 <p>ISO 7000-0544</p>	<p>Eau de refroidissement</p>	
	<p>Variabilité et mise hors tension</p>	<p>Pour identifier une augmentation/diminution continue de la quantité et une mise hors tension de la commande</p>
 <p>ISO 7000-1469, modifié</p>	<p>Soudage MIG/MAG par point</p>	<p>Pour identifier un soudage MIG/MAG par point</p>

SYMBOLE	FONCTION, MOT CLE OU PHRASE	APPLICATION
	Temps de montée	Pour identifier une commande de temps de montée

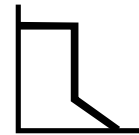
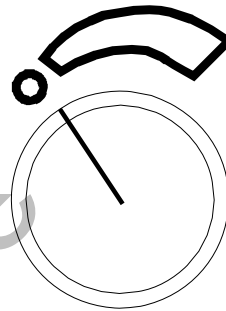
L.5 Exemples de panneaux de commande

Cet article (voir Figures L.1 à L.8) donne des exemples de panneaux de commande pour les matériels de soudage à l'arc et techniques connexes.



IEC 1164/03

Figure L.1 – Bouton d'amenée de tension



IEC 1165/03

Figure L.2 – Potentiomètre de commande de la puissance de l'arc

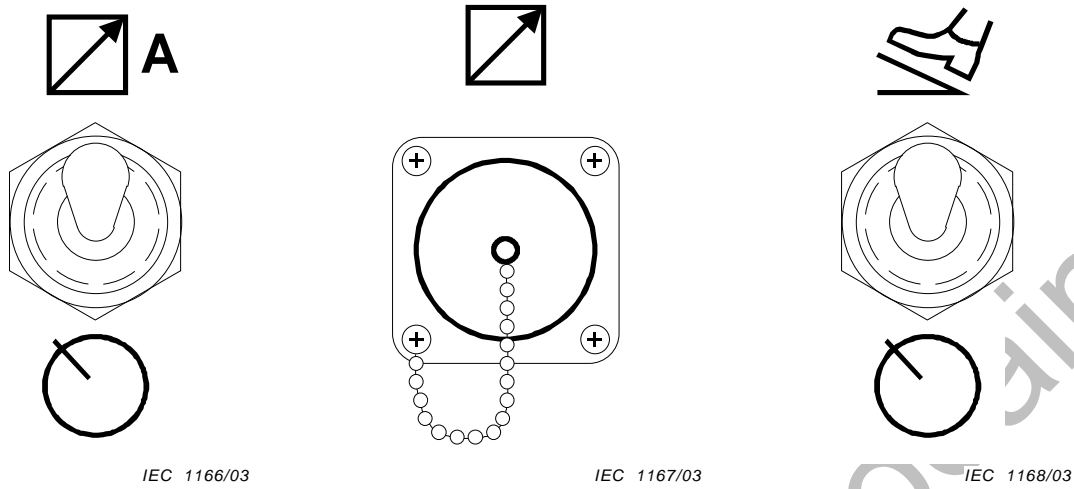


Figure L.3 – Prises de commande à distance et boutons de sélection

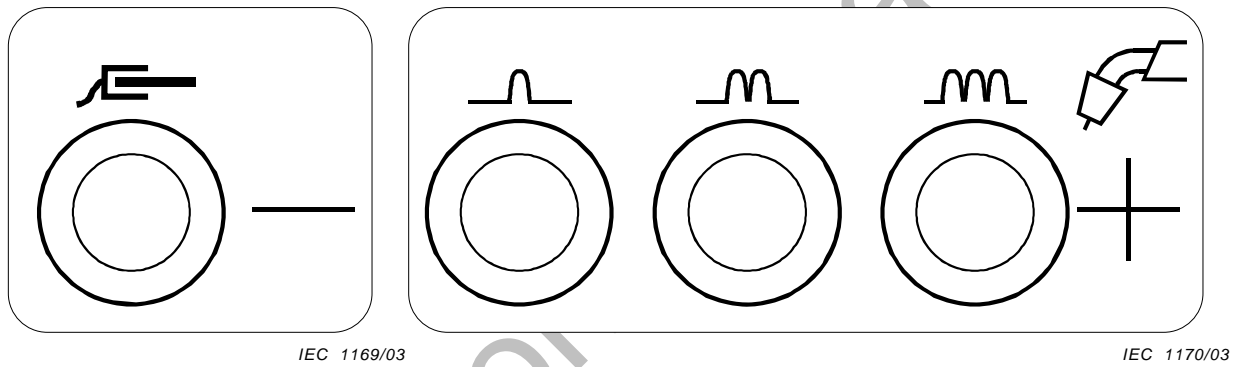


Figure L.4 – Bornes avec sélecteurs d'inductance pour le soudage MIG/MAG

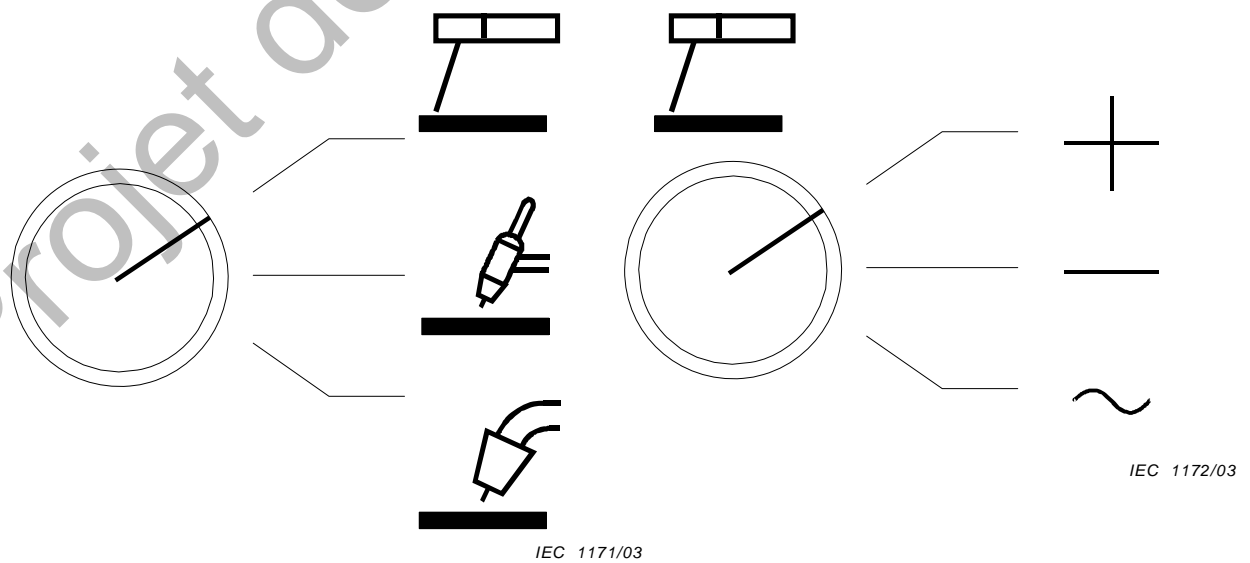
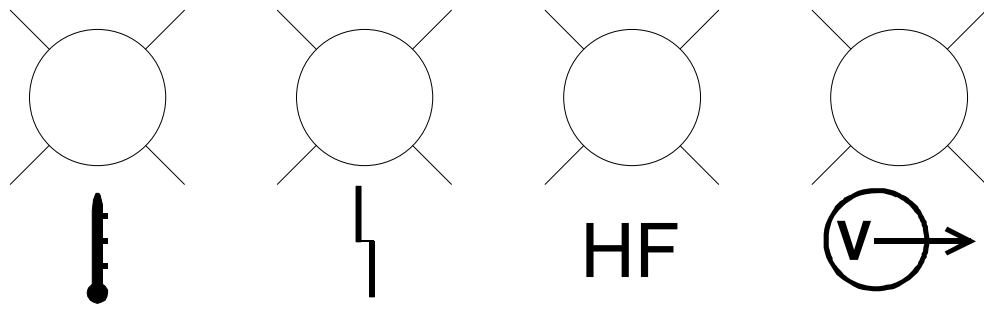


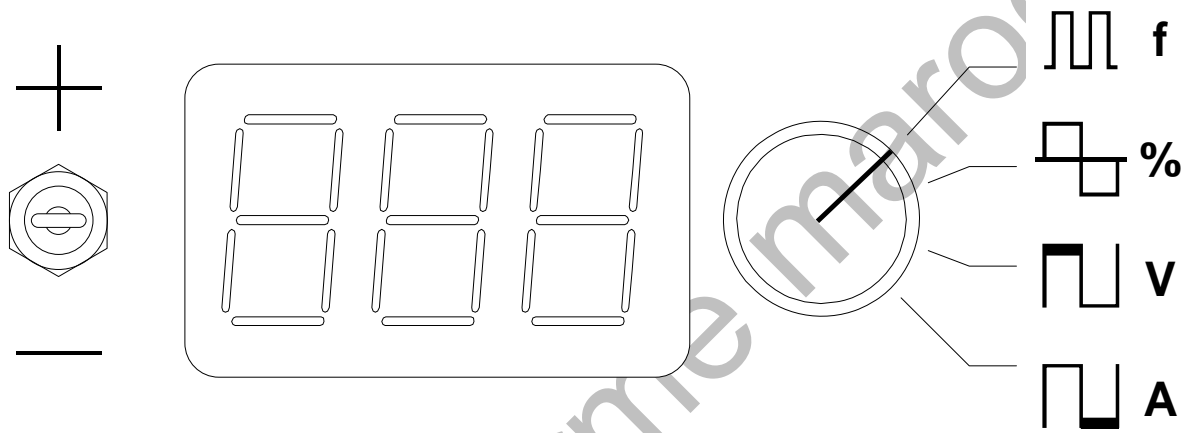
Figure L.5 – Bouton de choix de procédé (MMA, TIG, MIG)

Figure L.6 – Bouton de sélection sur équipement CA/CC



IEC 1173/03

Figure L.7 – Voyants lumineux du panneau (surchauffe, défaut, amorçage d’arc, tension de sortie)



IEC 1174/03

Figure L.8 – Réglage des paramètres de pulsation par affichage numérique

Projet de norme marocaine

Annexe M (informative)

Rendement

Des informations sur le rendement peuvent être éventuellement fournies au client (voir 17.1). Si tel est le cas, il convient de donner les renseignements suivants:

- a) puissance consommée aux caractéristiques de sortie assignées à 100 % du facteur de marche (mesurée en wattheures W.h/h);
- b) puissance consommée en état au ralenti (mesurée en Wh/h);
- c) puissance consommée en mode de veille (mesurée en Wh/h);
- d) rendement mesuré aux caractéristiques de sortie assignées à 100 % du facteur de marche (exprimé en pourcentage).

Pour assurer la répétabilité et la précision des données, la méthode suivante doit être utilisée:

- e) La précision des instruments de mesure, y compris le wattmètre, doit être conforme à l'Article 5.
- f) Le réseau d'alimentation doit être conforme à l'Annexe G.
- g) Le rendement est arrondi à deux chiffres significatifs. Les chiffres décimaux ne sont pas utilisés.
- h) Le rendement mesuré sur n'importe quel matériel ne doit pas être inférieur aux valeurs indiquées. La puissance consommée en état au ralenti ne doit pas être plus grande que la valeur indiquée.
- i) Les gammes de rendement dépendent de la charge de sortie, de la tension du réseau d'alimentation (pour les matériels avec plusieurs tensions d'alimentation) et peuvent dépendre du mode de fonctionnement. Il faut que ces variables soient enregistrées quand elles expriment différentes gammes de rendement.
- j) Le rendement est mesuré:
 - aux conditions de soudage conventionnelles (voir 3.17);
 - dans des conditions d'équilibre thermique (voir 3.44);
 - à mi-cycle de chargement pour les facteurs de marche inférieurs à 100 %;
 - aucune fourniture de courant n'étant faite aux auxiliaires (voir 11.5 et 11.6).
- k) La puissance consommée en état au ralenti est mesurée:
 - dans des conditions d'équilibre thermique;
 - avec les équipements auxiliaires déconnectés ou hors tension;
 - après que le matériel soit passé en mode basse énergie (s'il en est équipé).

$$\text{Rendement: } \eta = \frac{U_2 I_2}{P_1}$$

où:

I_1 est le courant d'alimentation assigné;

P_1 est la puissance consommée;

U_2 est la tension conventionnelle de soudage.

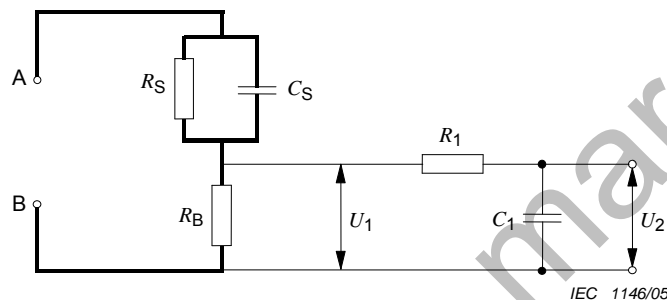
NOTE Ce rapport, compris entre 0 et 1, est exprimé en pourcentage.

Annexe N
(normative)

Mesure du courant de contact en condition de défaut

Pour mesurer le courant de contact en condition de défaut, le réseau de mesure conforme à la Figure N.1 ainsi que les configurations appropriées des Figures N.2 et N.3 doivent être utilisés avec un dispositif de mesure approprié.

Attention! Un expert doit réaliser cet essai. Le conducteur de protection est désactivé pour cet essai.



Légende

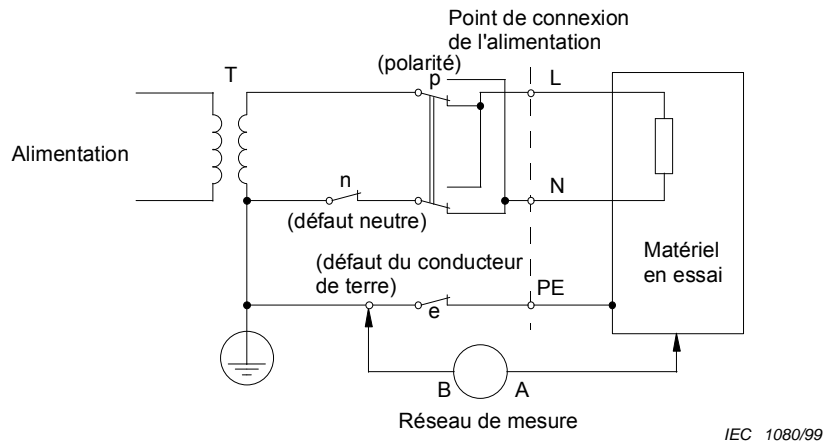
A, B	Bornes d'essai	C_S	0,22 μ F
R_S	1 500 Ω	R_1	10 000 Ω
R_B	500 Ω	C_1	0,022 μ F
U_1	Tension efficace	U_2	Tension de crête
Courant de contact pondéré (perception/réaction)		$= \frac{U_2}{500}$ (valeur de crête)	

Figure N.1 – Réseau de mesure du courant de contact pondéré

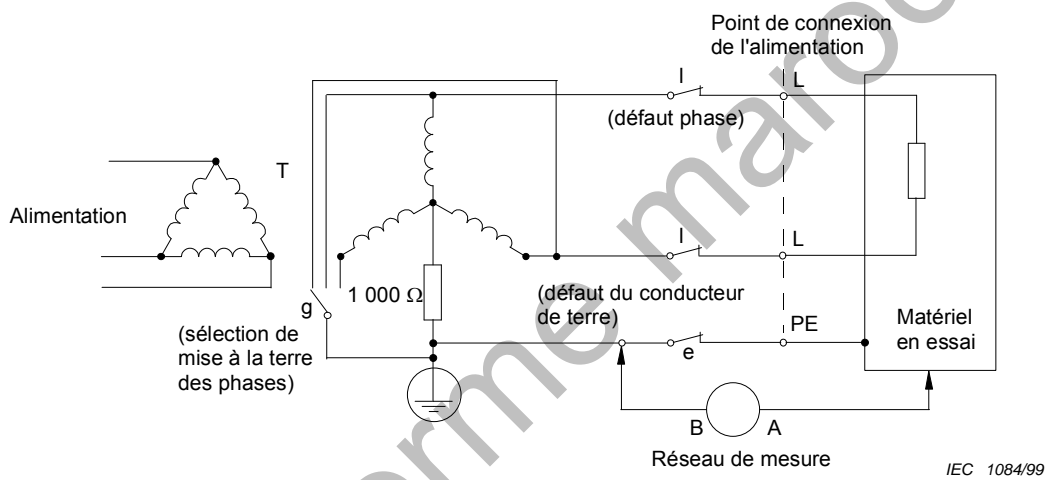
Pour le matériel triphasé, le courant de contact en condition de défaut est mesuré en plaçant les commutateurs (l) et (n) en position fermée et le commutateur (e) en position ouverte. La mesure est ensuite répétée en ouvrant chacun des commutateurs (l) et (n) un par un, les autres commutateurs étant fermés, à l'exception du commutateur (e). Les mesures sont similaires pour le matériel monophasé, à l'exception du fait qu'elles doivent être répétées pour chaque position du commutateur de polarité (p).

Le constructeur doit identifier la configuration (TN, TT, IT en étoile, etc.) à laquelle son matériel est destiné à être connecté dans son application finale. Le matériel en essai doit être soumis à essai selon ces configurations identifiées ou dans la plus mauvaise configuration.

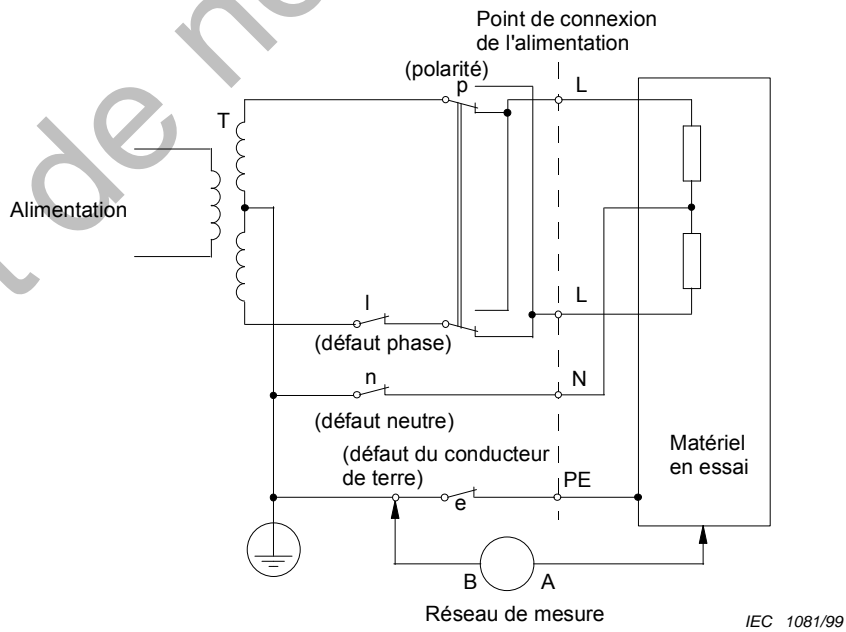
L'utilisation d'un transformateur de séparation (T) est facultative. S'il n'est pas utilisé, des précautions de sécurité doivent être prises afin de protéger l'opérateur d'essai de toute tension dangereuse au niveau de l'enveloppe et d'autres parties conductrices accessibles du matériel.



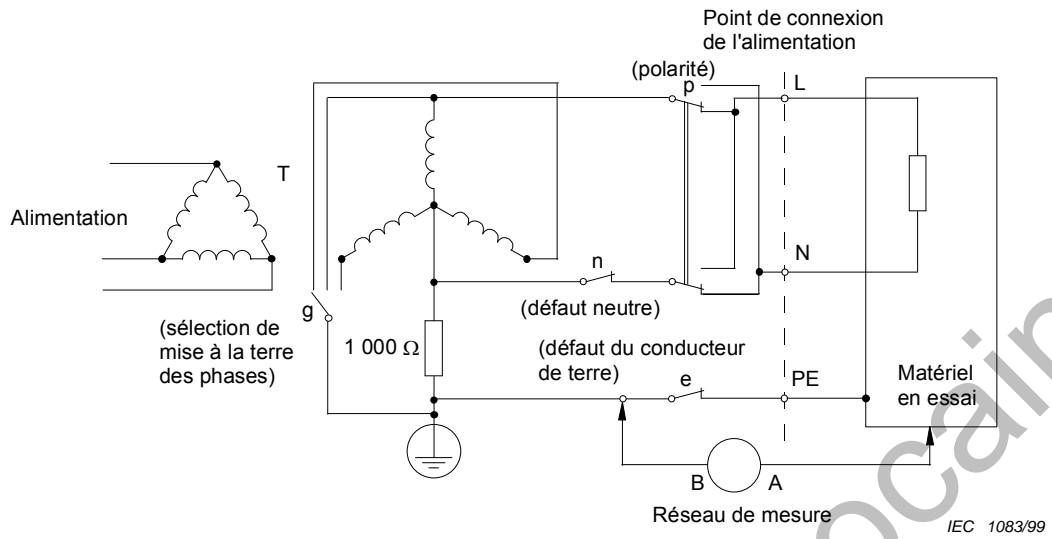
a) Matériel monophasé sur un système TT ou TN en étoile



b) Matériel monophasé connecté entre phases sur un système TT ou TN en étoile

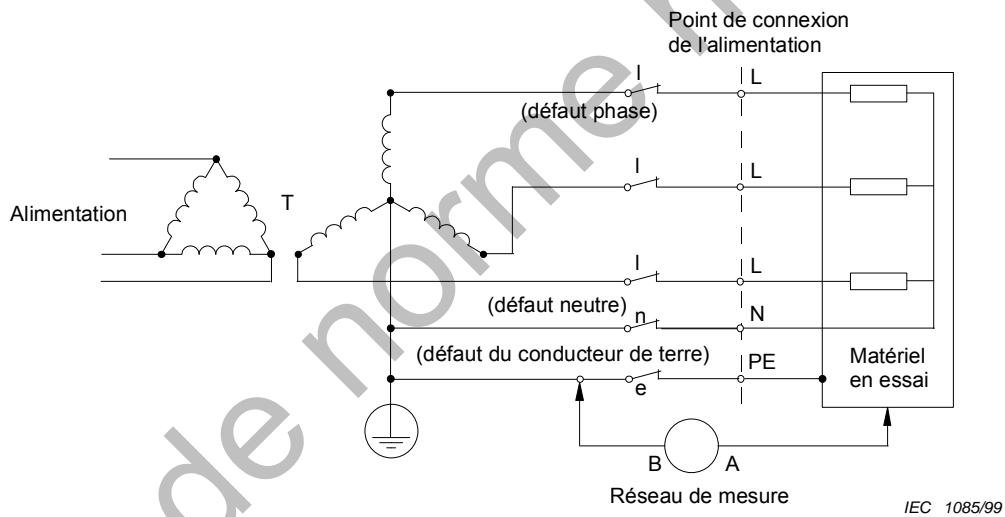


c) Matériel monophasé sur un système TT ou TN centré mis à la terre

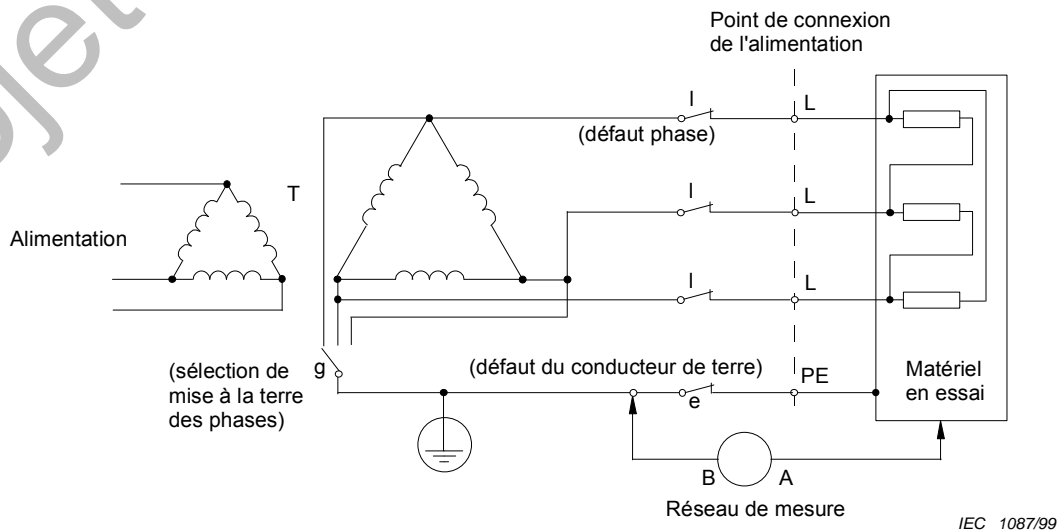


d) Matériel monophasé avec une connexion phase-neutre sur un système IT en étoile

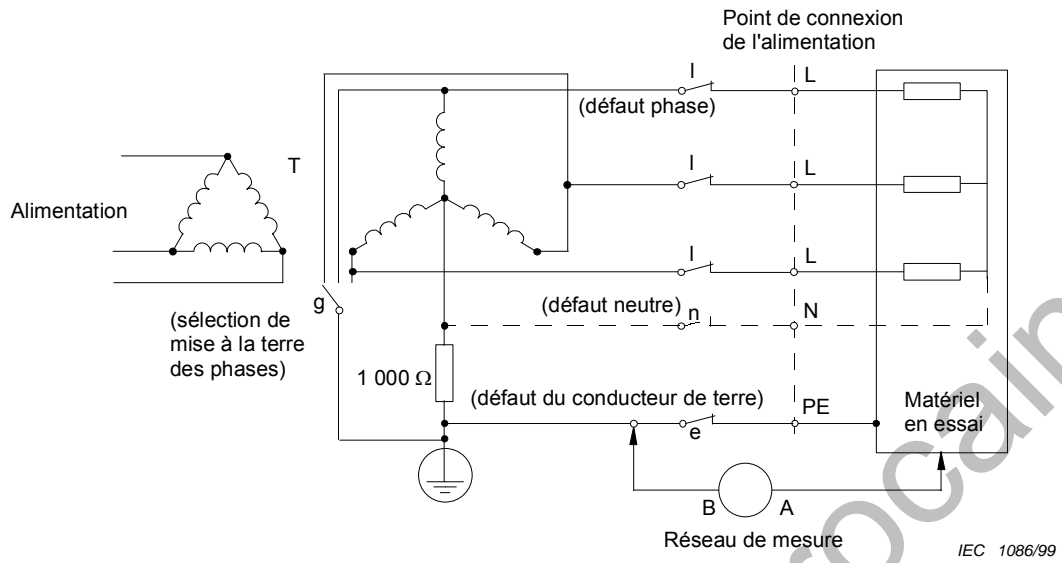
Figure N.2 – Diagramme pour la mesure du courant de contact en condition de défaut à la température de fonctionnement pour une connexion monophasée d'applications autres que celles de classe II



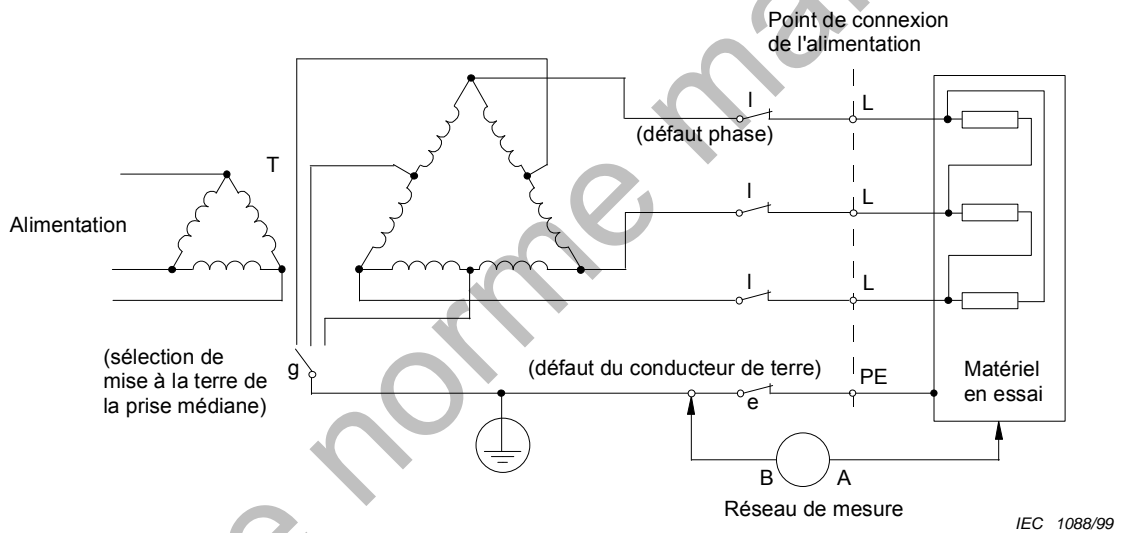
a) Matériel triphasé sur système TT ou TN en étoile



b) Matériel triphasé sur système triphasé à trois lignes non relié à la terre



c) Matériel triphasé sur système IT en étoile



d) Matériel triphasé sur système triphasé à trois lignes centré et relié à la terre

Figure N.3 – Diagramme pour la mesure du courant de contact en condition de défaut pour une connexion triphasée à quatre fils d'applications autres que celles de classe II

Annexe ZA (normative)

Références normatives à d'autres publications internationales avec les publications européennes correspondantes

Les documents suivants, ou certains seulement, sont cités dans le présent document à titre de références normatives et sont indispensables à l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

NOTE Dans le cas où une publication internationale est modifiée par des modifications communes, indiqué par (mod), l'EN / le HD correspondant(e) s'applique.

<u>Publication</u>	<u>Année</u>	<u>Titre</u>	<u>EN/HD</u>	<u>Année</u>
CEI 60050-151	2001	Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) - Partie 151: Dispositifs électriques et magnétiques	-	-
CEI 60050-851	2008	Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) - Partie 851: Soudage électrique	-	-
CEI 60245-6	-	Conducteurs et câbles isolés au caoutchouc - - Tension assignée au plus égale à 450/750 V - Partie 6: Câbles souples pour électrodes de soudage à l'arc	-	-
CEI 60417	-	Base de Symboles graphiques utilisables sur le matériel	-	-
CEI 60445	-	Principes fondamentaux et de sécurité pour les interfaces homme-machines, le marquage et l'identification - Identification des bornes de matériels, des extrémités de conducteurs et des conducteurs	EN 60445	-
CEI 60529	-	Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP)	-	-
CEI 60664-1	2007	Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension - Partie 1: Principes, exigences et essais	EN 60664-1	2007

<u>Publication</u>	<u>Année</u>	<u>Titre</u>	<u>EN/HD</u>	<u>Année</u>
CEI 60664-3	-	Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension - Partie 3: Utilisation de revêtement, d'emportage ou de moulage pour la protection contre la pollution	EN 60664-3	-
CEI 60695-11-10	-	Essais relatifs aux risques du feu - Partie 11-10: Flammes d'essai - Méthodes d'essai horizontale et verticale à la flamme de 50 W	EN 60695-11-10	-
CEI 60974-7	-	Matériel de soudage à l'arc - Partie 7: Torches	EN 60974-7	-
CEI 61140	-	Protection contre les chocs électriques - Aspects communs aux installations et aux matériels	EN 61140	-
CEI 61558-2-4	-	Sécurité des transformateurs, bobines d'inductance, blocs d'alimentation et produits analogues pour des tensions d'alimentation jusqu'à 1 100 V - Partie 2-4: Règles particulières et essais pour les transformateurs de séparation des circuits et les blocs d'alimentation incorporant des transformateurs de séparation des circuits	EN 61558-2-4	-
CEI 61558-2-6	-	Sécurité des transformateurs, bobines d'inductance, blocs d'alimentation et produits analogues pour des tensions d'alimentation jusqu'à 1 100 V - Partie 2-6: Règles particulières et essais pour les transformateurs de sécurité et les blocs d'alimentation incorporant des transformateurs de sécurité	EN 61558-2-6	-

Bibliographie

CEI 60038:2009, *Tensions normales de la CEI*

NOTE Harmonisée comme EN 60038:2011 (modifiée).

CEI 60050-195:1998, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Partie 195 : Mise à la terre et protection contre les chocs électriques*

CEI 60050-811:1991, *Vocabulaire Electrotechnique International – Chapitre 811: Traction électrique*

CEI 60050-826:2004, *Vocabulaire Electrotechnique International – Partie 826: Installations électriques*

CEI 60076-12, *Transformateurs de puissance – Partie 12: Guide de charge pour transformateurs de puissance de type sec*

CEI 60085, *Isolation électrique – Evaluation et désignation thermiques*

NOTE Harmonisée comme EN 60085.

CEI 60204-1, *Sécurité des machines – Equipement électrique des machines – Partie 1: Règles générales*

NOTE Harmonisée comme EN 60204-1.

CEI 60309-1, *Prises de courant pour usages industriels – Partie 1: Règles générales*

NOTE Harmonisée comme EN 60309-1.

CEI/TR 60755:2008, *Exigences générales pour les dispositifs de protection à courant différentiel résiduel*

CEI 60950-1, *Matériels de traitement de l'information – Sécurité – Partie 1: Exigences générales*

NOTE Harmonisée comme EN 60950-1.

CEI 60974-6, *Matériel de soudage à l'arc – Partie 6: Matériel à service limité*

NOTE Harmonisée comme EN 60974-6.

CEI 60974-9, *Matériel de soudage à l'arc – Partie 9: Installation et utilisation*

CEI 60974-10, *Matériel de soudage à l'arc – Partie 10: Exigences de compatibilité électromagnétique (CEM)*

NOTE Harmonisée comme EN 60974-10.

CEI 60974-12, *Matériel de soudage à l'arc – Partie 12: Dispositifs de connexion pour câbles de soudage*

NOTE Harmonisée comme EN 60974-12.

CEI 61558-1, *Sécurité des transformateurs, alimentations, bobines d'inductance et produits analogues – Partie 1: Exigences générales et essais*

NOTE Harmonisée comme EN 61558-1.

CEI 62079, *Etablissement des instructions – Structure, contenu et présentation*

NOTE Harmonisée comme EN 62079.

ISO 3864-1, *Symboles graphiques – Couleurs de sécurité et signaux de sécurité – Partie 1: Principes de conception pour les signaux de sécurité et les marquages de sécurité*

ISO 7000:2004, *Symboles graphiques utilisables sur le matériel – Index et tableau synoptique*

ISO 13732-1, *Ergonomie des ambiances thermiques – Méthodes d'évaluation de la réponse humaine au contact avec des surfaces – Partie 1: Surfaces chaudes*

NOTE Harmonisée comme EN ISO 13732-1

ISO 17846, *Soudage et techniques connexes – Hygiène et sécurité – Etiquettes de prévention muettes pour les produits de soudage à l'arc et de coupage*

CSA C22.1, *Canadian electrical code* (disponible en anglais seulement)

HD 22.1 S4, *Conducteurs et câbles isolés avec des matériaux réticulés de tension assignée au plus égale à 450/750 V – Partie 1: Prescriptions générales²*

HD 22.6 S2, *Conducteurs et câbles isolés au caoutchouc, de tension assignée au plus égale à 450/750 V – Partie 6: Câbles de soudage à l'arc*

NFPA 70, *National Electrical code* (disponible en anglais seulement)

US Code of Federal Regulations, Title 16: Commercial Practices – Parts 1407: Portable Generators: Requirements to provide performance and technical data by labelling (disponible en anglais seulement)

² Ce document sera remplacé par le prEN 50525-2-81:2008.