
Norme internationale



5826

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

Transformateurs pour machines à souder par résistance — Spécifications générales applicables à tous les transformateurs

Transformers for resistance welding machines — General specifications applicable to all transformers

Première édition — 1983-11-15

ITeH STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 5826:1983

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e3fbc1fd-1ffc-430d-b35e-0a94cc2a0100/iso-5826-1983>

CDU 621.314.228 : 621.791.76

Réf. n° : ISO 5826-1983 (F)

Descripteurs : matériel de soudage, machine à souder par résistance, transformateur, spécification.

Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique correspondant. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO, participent également aux travaux.

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

La Norme internationale ISO 5826 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 44, *Soudage et techniques connexes*, et a été soumise aux comités membres en février 1982.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

Les comités membres des pays suivant l'ont approuvée: [ISO 5826:1983](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e3f3c1fd-1fc-430d-b35e-0a94cc2a0100/iso-5826-1983)
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e3f3c1fd-1fc-430d-b35e-0a94cc2a0100/iso-5826-1983>

Allemagne, R.F.	France	Roumanie
Australie	Inde	Suède
Belgique	Irlande	Suisse
Canada	Italie	Tchécoslovaquie
Corée, Rép. de	Norvège	URSS
Égypte, Rép. arabe d'	Nouvelle-Zélande	USA
Espagne	Pakistan	
Finlande	Pologne	

Les comités membres des pays suivants l'ont désapprouvée pour des raisons techniques:

Japon
Royaume-Uni

Transformateurs pour machines à souder par résistance — Spécifications générales applicables à tous les transformateurs

1 Objet et domaine d'application

La présente Norme internationale a pour objet la spécification des transformateurs alimentés en courant monophasé utilisés dans les installations de soudage par résistance. Elle précise également les essais auxquels doivent être soumis ces transformateurs lorsqu'ils ne font pas partie intégrante d'une machine.

La présente Norme internationale s'applique aux transformateurs monophasés qui interviennent en soudage par résistance, vendus séparément de la machine¹⁾. Ces transformateurs peuvent être refroidis par circulation d'eau dans les enroulements secondaires et éventuellement le circuit magnétique, ou être refroidis par air.

2 Références

ISO 669, *Spécifications du matériel de soudage par résistance*.

Publication CEI 417, *Symboles graphiques utilisables sur le matériel*.

3 Conditions de service

En l'absence d'indications contraires, le transformateur est supposé fonctionner dans les conditions suivantes²⁾ :

a) altitude :

Elle est supposée ne pas dépasser 1 000 m au-dessus du niveau de la mer;

b) température du milieu de refroidissement :

Il est supposé que la température maximale de l'eau de refroidissement ne dépasse pas 30 °C à l'entrée des transformateurs et que, dans le cas des appareils refroidis à l'air, aucune des températures limites suivantes n'est dépassée :

- température maximale de l'air ambiant : 40 °C
- température moyenne journalière de l'air : 30 °C
- température moyenne annuelle de l'air : 20 °C

4 Définitions

L'annexe A donne un certain nombre d'informations complémentaires nécessaires à la bonne compréhension de certaines de ces définitions.

Il y a lieu de se référer également aux définitions données dans l'ISO 669³⁾.

4.1 service continu : Service périodique lorsque le facteur de marche est égal à 100 %.

4.2 tension secondaire à vide : Tension aux bornes du circuit secondaire lorsque le circuit de soudage est ouvert.

4.3 puissance permanente (S_p) (voir annexe A) : Puissance électrique la plus élevée, exprimée en kilovoltampères, pour un facteur de marche de 100 % sans dépasser les limites d'échauffement spécifiées

$$S_p = U_{20} \times I_{2p}$$

1) Lorsque le transformateur est livré avec une machine dont il fait partie intégrante, l'ISO 669 est applicable à l'ensemble complet. Par accord entre les parties intéressées, il peut être convenu que le transformateur équipant une machine sera d'un modèle ayant subi des essais de type conformément à la présente Norme internationale.

2) Pour les transformateurs destinés à fonctionner dans des conditions de service différentes, les tableaux de correction figurant dans l'annexe B seront appliqués.

3) Conformément aux dernières décisions prises, les valeurs déterminantes pour la classification des transformateurs sont d'une part le courant secondaire permanent (I_{2p}) et d'autre part la tension secondaire à vide (U_{20}).

Dans l'ISO 669 les valeurs nominales correspondent au facteur de marche 50 %.

Dans la présente Norme internationale, contrairement à l'ISO 669, les valeurs au facteur de marche 50 % ne sont plus considérées comme valeurs nominales.

4.4 puissance à un facteur de marche quelconque (S_X) (voir annexe A) : Puissance à un facteur de marche quelconque X , sans dépasser les limites d'échauffement spécifiées. Cette puissance est liée à la puissance permanente, S_p , et à la puissance au facteur de marche de 50 %, S_{50} , par les formules :

$$S_X = S_p \sqrt{\frac{1 - e^{-T/\tau}}{1 - e^{-\frac{XT}{100\tau}}}} \quad \text{et,}$$

$$S_X = S_{50} \sqrt{\frac{1 - e^{-T/2\tau}}{1 - e^{-\frac{XT}{100\tau}}}}$$

où

T est le temps de cycle;

X est le facteur de marche;

τ est la constante de temps thermique de l'enroulement primaire.

Dans la pratique, le rapport $\frac{\tau}{T}$ étant supérieur à cinq, il est possible d'utiliser les formules simplifiées :

$$S_X = S_p \sqrt{\frac{100}{X}} \quad \text{et,}$$

$$S_X = S_{50} \sqrt{\frac{100}{2X}}$$

4.5 puissance au facteur de marche 50 % (S_{50}) : Puissance au facteur de marche $X = 50$ % sans dépasser les limites d'échauffement spécifiées, pour un temps de cycle pris conventionnellement égal à 1 min. Cette puissance est liée à la puissance permanente (S_p) par la formule :

$$S_{50} = S_p \sqrt{1 + e^{-30/\tau}}$$

où τ est la constante de temps thermique de l'enroulement primaire, en secondes.

Dans la pratique, le rapport $\frac{\tau}{T}$ étant supérieur à cinq, il est possible d'utiliser la formule simplifiée :

$$S_{50} = S_p \sqrt{2}$$

4.6 courant secondaire permanent (I_{2p}) (voir annexe A) : Courant le plus élevé pouvant être débité par le transformateur pour un facteur de marche de 100 %, sans dépasser les échauffements limites spécifiés.

4.7 courant secondaire à un facteur de marche quelconque (I_{2X}) (voir annexe A) : Courant le plus élevé pouvant être débité par le transformateur pour un facteur de marche quelconque X sans dépasser les échauffements limites spécifiés.

Ce courant est lié au courant secondaire permanent et au courant secondaire au facteur de marche de 50 % par les formules :

$$I_{2X} = I_{2p} \sqrt{\frac{1 - e^{-T/\tau}}{1 - e^{-\frac{XT}{100\tau}}}} \quad \text{et,}$$

$$I_{2X} = I_{50} \sqrt{\frac{1 - e^{-T/2\tau}}{1 - e^{-\frac{XT}{100\tau}}}}$$

où

T est le temps de cycle;

X est le facteur de marche;

τ est la constante de temps thermique de l'enroulement primaire.

Dans la pratique, le rapport $\frac{\tau}{T}$ étant supérieur à cinq, il est possible d'utiliser les formules simplifiées :

$$I_{2X} = I_{2p} \sqrt{\frac{100}{X}} \quad \text{et,}$$

$$I_{2X} = I_{50} \sqrt{\frac{100}{2X}}$$

4.8 courant secondaire au facteur de marche 50 % (I_{50}) : Courant le plus élevé pouvant être débité par le transformateur au facteur de marche de 50 %, pour un temps de cycle pris conventionnellement égal à 1 min, sans dépasser les échauffements limites spécifiés. Ce courant est lié au courant secondaire permanent par la formule :

$$I_{50} = I_{2p} \sqrt{1 + e^{-30/\tau}}$$

où τ est la constante de temps thermique de l'enroulement primaire en secondes.

Dans la pratique, le rapport $\frac{\tau}{T}$ étant supérieur à cinq, il est possible d'utiliser la formule simplifiée :

$$I_{50} = I_{2p} \sqrt{2}$$

4.9 circuit magnétique — Facteur de marche maximal (X_m) (Voir annexe A) : Facteur de marche maximal admissible pour que l'échauffement du circuit magnétique du transformateur ne dépasse pas les valeurs prescrites.

4.10 tension de court-circuit (U_{cc}) : Tension à la fréquence nominale qu'il est nécessaire d'appliquer à l'enroulement primaire pour y faire circuler le courant permanent lorsque les bornes du ou des enroulement(s) secondaire(s) sont court-circuitées.

4.11 pertes à vide (P_0) : Puissance active absorbée quand la tension nominale, à la fréquence nominale, est appliquée aux bornes de l'enroulement primaire, le ou les enroulement(s) secondaire(s) étant à circuit ouvert.

4.12 courant à vide (I_0) : Courant circulant dans l'enroulement primaire quand la tension nominale à fréquence nominale est appliquée à cet enroulement, le ou les enroulement(s) secondaire(s) étant à circuit ouvert.

Le courant à vide s'exprime en ampères.

4.13 débit du fluide de refroidissement : Débit minimal, en litres par minute, nécessaire au refroidissement du transformateur sous la puissance permanente.

5 Construction

5.1 Mise à la terre

Pour les conditions de mise à la terre des transformateurs, une Norme internationale est en préparation.

5.2 Circuit d'eau de refroidissement

Le circuit d'eau de refroidissement doit permettre un refroidissement efficace du transformateur pour un débit d'eau nominal au plus égal à 4 l/min, pour les transformateurs de puissance au facteur de marche de 50 % $S_{50} < 150$ kVA, et au plus égal à 8 l/min, pour les transformateurs de puissance au facteur de marche de 50 % comprise entre 150 et 500 kVA. Il doit être étanche à une pression de 10 bar.¹⁾

Pour le débit d'eau nominal, la perte de charge ne doit pas être supérieure à la valeur indiquée. Il est recommandé que cette perte de charge n'excède pas 0,6 bar.

6 Spécifications

6.1 Tension secondaire à vide

Les tensions secondaires à vide doivent être indiquées par le constructeur avec une précision de $\pm 2\%$ pour toutes les positions de réglage.

6.2 Courant secondaire au facteur de marche 50 %

Pour toutes les positions de réglage, le transformateur doit pouvoir débiter le même courant secondaire au facteur de marche 50 % sans dépasser les limites d'échauffement permises.

6.3 Limites d'échauffement et de température

Les échauffements des enroulements secondaires et du circuit magnétique, s'il n'est pas accessible, ne doivent pas dépasser les valeurs indiquées au tableau 1.

La température des parties accessibles du commutateur et de la carcasse extérieure ne doit pas dépasser 65 °C.

Si le circuit magnétique et l'enroulement secondaire sont accessibles, leur température ne doit pas dépasser celle admise pour la carcasse extérieure.

6.4 Tenue dynamique

Le transformateur doit pouvoir supporter sans défaut l'effort dynamique provoqué par l'application répétée d'un courant qui doit être aussi élevé que possible avec un maximum de neuf fois le courant permanent secondaire (I_{2p}) dans les conditions spécifiées en 7.6.

6.5 Tension de court-circuit

Dans le cas de transformateurs à deux secondaires indépendants, les valeurs mesurées pour chaque enroulement, comme indiqué en 7.3, ne doivent pas différer les unes des autres de plus de 5 % de la valeur la plus élevée.

Tableau 1 — Limites d'échauffement et de température

Mode de refroidissement	Organe	Mode de détermination	Limites d'échauffement en °C, pour les classes d'isolement				
			A	E	B	F	H
Air	Enroulements primaires	Résistance	60	75	85	105	130
		Indicateur interne	60	75	85	110	135
		Sonde	55	70	80	100	120
	Circuit magnétique	Thermomètre	50	65	75	95	120
		Indicateur interne	60	75	85	110	135
Eau	Enroulements primaires	Résistance	70	85	95	115	140
		Indicateur interne	70	85	95	120	145
		Sonde	65	80	90	110	130
	Circuit magnétique	Thermomètre	60	75	85	105	130
		Indicateur interne	70	85	95	120	145

1) 1 bar = 100 kPa, 1 Pa = 1 N/m².

6.6 Pertes à vide — puissance apparente à vide

Les valeurs mesurées au cours des essais individuels d'un transformateur doivent rester voisines des valeurs relevées au cours de l'essai de type effectué sur le prototype de même modèle. Cette spécification s'entend pour le réglage maximal de la tension secondaire à vide.

6.7 Résistance d'isolement

La résistance d'isolement, mesurée comme indiqué en 7.7, ne doit pas être inférieure à 50 MΩ.

6.8 Tenue diélectrique ¹⁾

Au cours de l'essai diélectrique effectué comme indiqué en 7.8, l'isolation ne doit pas être endommagée.

7 Essais

7.1 Vérifications des tensions à vide (essai individuel)

Cet essai doit être effectué sur toutes les prises. Pour le réglage considéré, la tension à vide est vérifiée en appliquant aux bornes primaires du transformateur une tension U'_1 aussi voisine que possible de la tension nominale U_1 . La tension secondaire à vide est égale à

$$U_{20} = U'_{20} \times \frac{U_1}{U'_1}$$

U'_{20} étant la tension mesurée aux bornes du secondaire pour la tension primaire U'_1 .

7.2 Mesure de l'échauffement des bobinages (essais de type)

Cet essai doit être effectué sur toutes les prises.

L'essai d'échauffement est effectué sous tension réduite, le transformateur étant mis en court-circuit comme indiqué en 7.3.

7.2.1 État du transformateur

Les essais d'échauffement concernent le transformateur à l'état neuf et sec. Pour les transformateurs refroidis par eau, le circuit de refroidissement doit être parcouru par le débit d'eau indiqué.

7.2.2 Commencement de l'essai

Hormis le cas où la température d'un organe est déterminée par variation de résistance, l'essai peut être commencé sans attendre que le transformateur soit en équilibre de température avec le fluide de refroidissement.

Si la température d'un enroulement est déterminée par variation de résistance :

- si le transformateur est refroidi par circulation d'eau, le fluide est mis en circulation;
- attendre, pour commencer l'essai, que la température du bobinage soit à ± 1 °C près celle du fluide de refroidissement;
- la température t_1 du fluide de refroidissement est retenue comme température initiale du bobinage dont la résistance initiale R_1 est mesurée.

7.2.3 Durée des essais d'échauffement

Les essais doivent être poursuivis jusqu'au moment où le taux d'accroissement de la température des enroulements primaire et secondaire ne dépasse pas 2 °C/h.

7.2.4 Fin de l'essai

La fin de l'essai est l'instant où le courant est coupé. Les dispositions adoptées en 7.2.5.2 ont pour objet de déterminer, compte tenu des nécessités imposées par la technique de mesure adoptée, des températures aussi voisines que possible de celles atteintes par les organes à cet instant.

7.2.5 Conditions dans lesquelles les mesures de température sont effectuées

7.2.5.1 Détermination de la température du fluide de refroidissement - 1983

7.2.5.1.1 Installation des thermomètres

- transformateur à refroidissement dans l'air :

Les thermomètres doivent être placés autour du transformateur, à une distance de ce dernier approximativement égale à 1 m et à une hauteur approximativement égale à la moitié de celle du transformateur.

Ils doivent être à l'abri des rayonnements thermiques et des courants d'air; les réservoirs des thermomètres peuvent être placés dans de petits récipients remplis d'huile, afin d'égaliser les variations de température.

- transformateur à refroidissement par eau;

Les thermomètres doivent être placés dans l'eau de refroidissement à l'entrée du transformateur.

7.2.5.1.2 Évaluation des températures du fluide de refroidissement

Pour le calcul des échauffements, on adoptera pour température du fluide de refroidissement, la moyenne des températures relevées durant le dernier quart de l'essai.

1) Jusqu'à la publication du document CEI, actuellement en préparation, des indications sont données selon le HD 389, *Règles de sécurité concernant l'équipement électrique des machines pour soudage par résistance et techniques connexes*, publié par CENELEC.

7.2.5.2 Détermination de la température des enroulements primaire et secondaire

7.2.5.2.1 Méthodes et organes de mesure utilisés

a) Mesure par variation de résistance;

Cette méthode ne peut être utilisée que pour les enroulements primaires, que les transformateurs soient refroidis à l'air ou à l'eau. Dans cette méthode, la température des enroulements est déterminée par accroissement de la résistance. Pour les enroulements en cuivre, la température finale est obtenue par la formule :

$$\frac{t_2 + 235}{t_1 + 235} = \frac{R_2}{R_1}$$

Dans la pratique, il est commode de calculer directement l'échauffement $t_2 - t_a$ par la formule équivalente suivante :

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

où

t_2 est la température de l'enroulement, en degrés Celsius, à la fin de l'essai;

t_1 est la température de l'enroulement, en degrés Celsius, au moment de la mesure de la résistance initiale;

t_a est la température du fluide de refroidissement, en degrés Celsius, à la fin de l'essai;

R_1 est la résistance initiale du refroidissement;

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

b) indicateur interne de température :

C'est un thermocouple incorporé dans un bobinage lors de sa fabrication. Il peut être utilisé pour la mesure de la température des enroulements secondaires des transformateurs refroidis par air et par eau et pour celle des enroulements primaires des transformateurs refroidis par eau.

c) thermomètres à réservoir et thermocouples amovibles :

Ils sont utilisés dans les cas précisés en 7.2.5.2.2. Ils doivent être en contact aussi bon que possible avec les enroulements et placés au point le plus chaud accessible.

7.2.5.2.2 Modalités relatives aux déterminations

a) cas des transformateurs refroidis par air :

Les températures doivent être déterminées dans le cas d'enroulements primaires, soit par variation de résistance, soit par thermomètres, soit par thermocouples amovibles ou dans le cas d'enroulements secondaires, soit par thermomètres (ou thermocouples amovibles), soit par indicateurs internes de température.

Les mesures doivent être effectuées immédiatement après la coupure du courant et les températures les plus élevées enregistrées sont celles retenues.

b) cas des transformateurs refroidis par eau :

Les températures doivent être déterminées, soit par variation de résistance, soit à l'aide d'indicateurs internes de température ou de thermocouples amovibles dans le cas des enroulements primaires, soit à l'aide de thermomètres (ou thermocouples amovibles), soit par indicateurs internes de température dans le cas des enroulements secondaires.

Lorsqu'on utilise des indicateurs internes de température aussi bien pour la mesure des températures des enroulements primaires que pour celles des enroulements secondaires, ou même lorsqu'on utilise des thermomètres (ou thermocouples amovibles) pour mesurer la température des enroulements secondaires, les mesures doivent être effectuées en charge, c'est-à-dire immédiatement avant coupure du courant, l'eau de refroidissement étant en circulation.

Dans le cas d'utilisation de la méthode par variation de résistance, la circulation de l'eau est arrêtée immédiatement avant la coupure de courant. La mesure de résistance R_2 est effectuée le plus tôt possible après l'arrêt.

Dans tous les cas, les températures les plus élevées enregistrées sont celles retenues.

7.3 Mesure de la tension de court-circuit (essai de type)

Cette mesure doit être faite lorsque le transformateur a atteint sa température de régime sur la prise donnant la tension secondaire à vide la plus élevée.

Le ou les secondaire(s) étant mis en court-circuit dans les conditions indiquées ci-dessous, on règle la tension primaire à la valeur U_{1cc} , telle que circule dans le circuit primaire exactement le courant permanent admissible :

$$I_{1p} = \frac{S_p}{U_1}$$

La tension de court-circuit est donnée, en pourcentage, par la formule :

$$U_{cc} = \frac{U_{1cc}}{U_1} \times 100$$

Lorsque le transformateur a deux secondaires, la mesure est effectuée dans les conditions suivantes :

- les deux enroulements secondaires court-circuités en parallèle;
- les deux enroulements secondaires court-circuités en série;
- un seul enroulement secondaire court-circuité, le deuxième étant en circuit ouvert.

7.4 Mesure de l'échauffement du circuit magnétique (essai de type)

7.4.1 État du transformateur

L'essai d'échauffement du circuit magnétique concerne le transformateur à l'état neuf et sec. Le débit d'eau des transformateurs refroidis par eau doit être arrêté, sauf si le circuit magnétique est lui-même refroidi par circulation d'eau. Les circuits secondaires sont ouverts.

7.4.2 Alimentation du transformateur

Le transformateur est alimenté sous la tension nominale, au facteur de marche maximal X_m admissible par le circuit magnétique (voir 4.9). Si plusieurs valeurs de X_m sont indiquées en fonction des conditions d'installation du transformateur, l'essai doit être effectué pour chacune de ces valeurs. Ces essais doivent être effectués en prenant conventionnellement un cycle de durée de 1 min. On utilisera le réglage maximal.

7.4.3 Commencement de l'essai

L'essai peut être commencé sans attendre que le transformateur soit en équilibre thermique avec l'air ambiant.

7.4.4 Durée de l'essai

L'essai doit être poursuivi jusqu'au moment où le taux d'accroissement de température du circuit magnétique atteint $0,5 \text{ }^\circ\text{C/h}$.

7.4.5 Fin de l'essai

La fin de l'essai est l'instant où s'achève la dernière mise en charge.

7.4.6 Détermination des températures

La température de l'air ambiant doit être déterminée comme indiqué en 7.2.5.1.

La température du circuit magnétique doit être déterminée au moyen de thermomètre (ou thermocouple amovible), ou indicateur interne, en respectant les prescriptions de 7.2.5.2.

7.5 Mesure des pertes à vide P_0 et du courant à vide I_0 (essai individuel)

Soit au cours de l'essai précédent, soit par un essai spécial, le transformateur étant alimenté sous la tension nominale et les secondaires étant ouverts, on mesurera les pertes à vide P_0 , le courant à vide I_0 , et la puissance apparente à vide $S_0 = U_1 I_0$ du transformateur.

7.6 Vérification de la tenue dynamique (essai de type)

Le transformateur doit être alimenté sous la tension nominale. Le courant utilisé pour la vérification de la tenue dynamique doit être aussi élevé que possible avec un maximum de neuf fois le courant permanent secondaire I_{2p} .

Le transformateur doit être essayé avec cette charge pendant quatre heures, au facteur de marche 1,23 % avec un temps de cycle de 30 s.

Le raccordement de la charge doit être fait au moyen de câbles flexibles pour obtenir une sollicitation des raccordements secondaires du transformateur aussi proche que possible de la pratique.

7.7 Résistance d'isolement (essai de type)

Cet essai doit être effectué immédiatement après l'essai d'échauffement. La résistance d'isolement entre les enroulements primaire et secondaire, et entre les enroulements et la masse doit être mesurée sous une tension continue de 500 V.

7.8 Essais diélectriques (essais de type et individuel)

Ces essais doivent être effectués sur le transformateur neuf, sec, et entièrement équipé.

Une tension alternative de fréquence égale à la fréquence nominale du réseau $\pm 10 \%$, pratiquement sinusoïdale, de 2 500 V efficace, doit être appliquée entre une borne du primaire et la masse, puis une borne du primaire et une borne du secondaire.

La tension d'essai de 2 500 V doit être appliquée progressivement, de façon que la valeur prescrite soit atteinte en 20 s environ.

Une tension alternative de même forme, de 1 000 V efficace, doit être appliquée entre une borne du secondaire et la masse.

La tension d'essai de 1 000 V doit être appliquée instantanément.

Dans l'un et l'autre cas, la tension d'essai doit être maintenue à la valeur prescrite d'une façon continue pendant 60 s, puis supprimée aussi rapidement que le permet l'installation, sans toutefois provoquer de surtension de ce fait.

NOTE 26 - Les essais diélectriques ne doivent normalement pas être répétés sur un même transformateur. Si, pour une raison quelconque, ils devaient l'être, ils le seraient à des tensions égales à 75 % des tensions ci-dessus indiquées.

7.9 Polarité des enroulements (essai individuel)

La polarité des enroulements secondaires l'un par rapport à l'autre et par rapport à l'enroulement primaire doit être vérifiée sur tous les appareils.

7.10 Débit d'eau et étanchéité du circuit d'eau (essai individuel)

L'étanchéité du circuit de refroidissement doit être vérifiée sous une pression de 10 bar pendant 10 min.

On vérifiera également que, pour le débit indiqué, la perte de charge est inférieure ou égale à la valeur indiquée.

8 Marquage

8.1 Plaque signalétique

Chaque transformateur doit porter une plaque signalétique sur laquelle figureront les indications suivantes. Dans le cas de transformateurs construits pour plusieurs tensions nominales primaires, les caractéristiques devront être indiquées pour chacune des tensions primaires, soit au moyen de plusieurs plaques signalétiques, soit sous forme d'un tableau approprié.

- 1 Nom du constructeur.
- 2 Indication du type de transformateur ou du modèle.
- 3 Référence à la présente Norme internationale.
- 4 Numéro de fabrication. Ce numéro ne doit jamais être effacé.
- 5 Symbole U_1 : tensions nominales d'alimentation suivies de la fréquence du courant d'alimentation en hertzs.
- 6 Symbole U_{20} : sous forme d'un tableau, tensions secondaires à vide sur les différentes prises du transformateur. En cas de difficultés, on indiquera les valeurs minimale et maximale de la tension ainsi qu'une indication du nombre de plots.
- 7 Symbole I_{2p} : courant secondaire permanent (voir 4.6). On indiquera également dans cette case le courant secondaire au facteur de marche 50 % I_{50} (voir 4.8) en veillant à ce qu'il n'y ait aucune confusion possible avec le courant permanent.
- 8 Symbole S_{50} : puissance au facteur de marche 50 % (voir 4.5). On indiquera également dans cette case la puissance permanente S_p (voir 4.3) en veillant à ce qu'il n'y ait aucune confusion possible avec la puissance au facteur de marche 50 %.
- 9 Symbole X_m : facteur de marche maximal admissible en pourcent pour la tension secondaire à vide maximale (voir 4.9). Cette indication sera donnée lorsque ce facteur de marche est inférieur à 100 %.

Symbole τ : constante de temps thermique de l'enroulement primaire en secondes (facultative).

- 10 Indication de la classe d'isolement.
- 11 Indication de la masse du transformateur.
- 12 Débit du fluide de refroidissement et perte de charge.
- 13 Indication de la désignation conventionnelle des tôles magnétiques selon Euronorm 106 et 107.¹⁾

L'annexe C donne deux modèles de plaque signalétique.

8.2 Borne de masse

La borne de masse pour connexion du conducteur de protection (voir 5.1) doit être repérée par le symbole \perp (voir CEI 417).

8.3 Polarité des enroulements

La polarité des bornes des différents enroulements du transformateur devra être convenablement indiquée.

9 Notice technique

Outre les indications spécifiées en 8.1, le constructeur pourra fournir sur les notices concernant le transformateur, les indications suivantes :

- pertes à vide P_o (voir 4.11);
- courant à vide I_o (voir 4.12);
- tension de court-circuit U_{cc} (voir 4.10).

1) Jusqu'à la publication du document CEI, actuellement en préparation, cette indication est donnée selon les normes nationales ou Euronorm 106 et 107.