

NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD

CEI  
IEC

60044-1

1996

AMENDEMENT 1  
AMENDMENT 1  
2000-07

Amendement 1

**Transformateurs de mesure –**

**Partie 1:**

**Transformateurs de courant**

Amendment 1

**Instrument transformers –**

**Part 1:**

**Current transformers**

© IEC 2000 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

International Electrotechnical Commission  
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembe Geneva, Switzerland  
e-mail: inmail@iec.ch IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale  
International Electrotechnical Commission  
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX  
PRICE CODE

L

Pour prix, voir catalogue en vigueur  
For price, see current catalogue

## AVANT-PROPOS

Le présent amendement a été établi par le comité d'études 38 de la CEI: Transformateurs de mesure.

Le texte de cet amendement est issu des documents suivants:

| FDIS        | Rapport de vote |
|-------------|-----------------|
| 38/245/FDIS | 38/257/RVD      |

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

Le comité a décidé que le contenu de la publication de base et de ses amendements ne sera pas modifié avant 2002. A cette date, la publication sera

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

## 1 Généralités

### 1.1 Domaine d'application

*Remplacer le cinquième alinéa par ce qui suit:*

Pour certains systèmes de protection, dans lesquels les caractéristiques du transformateur de courant font partie intégrante du système (par exemple dans les dispositifs de protection différentielle à action rapide ou de protection par courant de terre dans les réseaux à neutre mis à la terre par bobine d'extinction), des prescriptions supplémentaires sont données dans l'article 13 pour les transformateurs de classe PR et dans l'article 14 pour les transformateurs de classe PX.

L'article 13 comprend les prescriptions et les essais qui complètent, en ce qui concerne les transformateurs de courant pour protection, ceux qui sont indiqués dans les articles 3 à 10. Les prescriptions de cet article se rapportent en particulier aux transformateurs devant assurer la protection tout en ayant une absence de flux rémanent.

L'article 14 comprend les prescriptions et les essais qui complètent, en ce qui concerne les transformateurs de courant pour protection, ceux qui sont indiqués dans les articles 3 à 10. Les prescriptions de cet article se rapportent en particulier au transformateur devant assurer la protection dans laquelle la connaissance de la courbe d'excitation, de la résistance secondaire, de la résistance de charge et du rapport du nombre de spires est suffisante pour évaluer ses performances dans le système de protection auquel il est connecté.

### 1.2 Références normatives

*Ajouter le titre des normes suivantes:*

CEI 60044-6:1992, *Transformateurs de mesure – Partie 6: Prescriptions concernant les transformateurs de courant pour protection pour la réponse en régime transitoire*

CISPR 18-2:1986, *Caractéristiques des lignes et des équipements à haute tension relatives aux perturbations radioélectriques – Deuxième partie: Méthodes de mesure et procédure d'établissement des limites*

## FOREWORD

This amendment has been prepared by IEC technical committee 38: Instrument transformers.

The text of this amendment is based on the following documents:

| FDIS        | Report on voting |
|-------------|------------------|
| 38/245/FDIS | 38/257/RVD       |

Full information on the voting for the approval of this amendment can be found in the report on voting indicated in the above table.

The committee has decided that the contents of the base publication and its amendments will remain unchanged until 2002. At this date, the publication will be

- reconfirmed;
- withdrawn;
- replaced by a revised edition, or
- amended.

## 1 General

### 1.1 Scope

*Replace the fifth paragraph by the following:*

For certain protective systems, where the current transformer characteristics are dependant on the overall design of the protective equipment (for example high-speed balanced systems and earth-fault protection in resonant earthed networks), additional requirements are given in clause 13 for class PR transformers and in clause 14 for class PX transformers.

Clause 13 covers the requirements and tests in addition to those in clauses 3 to 10 that are necessary for current transformers for use with electrical protective relays, and in particular for forms of protection in which the prime requirement is the absence of remanent flux.

Clause 14 covers the requirements and tests in addition to those in clauses 3 to 10 that are necessary for current transformers for use with electrical protective relays, and in particular for forms of protection for which knowledge of the transformer's secondary excitation characteristic, secondary winding resistance, secondary burden resistance and turns ratio is sufficient to assess its performance in relation to the protective relay system with which it is to be used.

### 1.2 Normative references

*Add to the existing list the title of the following standards:*

IEC 60044-6:1992, *Instrument transformers – Part 6: Requirements for protective current transformers for transient performance*

CISPR 18-2:1986, *Radio interference characteristics of overhead power lines and high-voltage equipment – Part 2: Methods of measurement and procedure for determining limits*

## 2 Définitions

### 2.1 Définitions générales

*Ajouter les nouvelles définitions suivantes:*

#### 2.1.32

##### **charge résistante assignée ( $R_b$ )**

valeur assignée de la charge résistante connectée aux bornes secondaires, exprimée en ohms

#### 2.1.33

##### **résistance de l'enroulement secondaire ( $R_{ct}$ )**

résistance en courant continu de l'enroulement secondaire, exprimée en ohms, ramenée à 75 °C ou à toute autre température qui peut être spécifiée

### 2.3 Définitions complémentaires concernant les transformateurs de courant pour protection

*Ajouter les nouvelles définitions suivantes:*

#### 2.3.5

##### **transformateur de courant pour protection de classe PR**

transformateur de courant ayant un facteur de rémanence limité pour lequel, dans certains cas, une valeur de la constante de temps secondaire et/ou une valeur maximale de la résistance du bobinage secondaire peuvent être spécifiées

#### 2.3.6

##### **flux de saturation ( $\Psi_s$ )**

valeur de crête du flux qui existerait dans un circuit magnétique à la transition de l'état non saturé à l'état de saturation complète et que l'on suppose être celle relative au point de la caractéristique B-H du circuit magnétique considéré tel qu'une croissance de B de 10 % donne lieu à une croissance de H de 50 %

#### 2.3.7

##### **flux rémanent ( $\Psi_r$ )**

valeur du flux qui subsisterait dans le circuit magnétique 3 min après l'interruption d'un courant d'excitation de grandeur suffisante pour produire le flux de saturation ( $\Psi_s$ ) défini en 2.3.6

#### 2.3.8

##### **facteur de rémanence ( $K_r$ )**

rapport  $K_r = 100 \times \Psi_r / \Psi_s$ , exprimé en pourcentage (%)

#### 2.3.9

##### **constante de temps assignée de la boucle secondaire ( $T_s$ )**

valeur de la constante de temps de la boucle secondaire du transformateur de courant déterminée à partir de la somme des inductances magnétisantes et de fuites ( $L_s$ ), et de la résistance de la boucle secondaire ( $R_s$ )

$$T_s = L_s / R_s$$

## 2 Definitions

### 2.1 General definitions

Add the following new definitions:

#### 2.1.32

##### **rated resistive burden ( $R_b$ )**

rated value of the secondary connected resistive burden in ohms

#### 2.1.33

##### **secondary winding resistance ( $R_{ct}$ )**

secondary winding d.c. resistance in ohms corrected to 75 °C or such other temperature as may be specified

### 2.3 Additional definitions for protective current transformers

Add the following new definitions:

#### 2.3.5

##### **class PR protective current transformer**

a current transformer with limited remanence factor for which, in some cases, a value of the secondary loop time constant and/or a limiting value of the winding resistance may also be specified

#### 2.3.6

##### **saturation flux ( $\Psi_s$ )**

that peak value of the flux which would exist in a core in the transition from the non-saturated to the fully saturated condition and deemed to be that point on the B-H characteristic for the core concerned at which a 10 % increase in B causes H to be increased by 50 %

#### 2.3.7

##### **remanent flux ( $\Psi_r$ )**

that value of flux which would remain in the core 3 min after the interruption of an exciting current of sufficient magnitude to induce the saturation flux ( $\Psi_s$ ) defined in 2.3.6

#### 2.3.8

##### **remanence factor ( $K_r$ )**

the ratio  $K_r = 100 \times \Psi_r / \Psi_s$ , expressed as a percentage (%)

#### 2.3.9

##### **rated secondary loop time constant ( $T_s$ )**

value of the time constant of the secondary loop of the current transformer obtained from the sum of the magnetizing and the leakage inductance ( $L_s$ ) and the secondary loop resistance ( $R_s$ )

$$T_s = L_s / R_s$$

### 2.3.10

#### caractéristique d'excitation

présentation, sous forme d'un graphique ou d'un tableau, de la relation entre la valeur efficace du courant d'excitation et la valeur efficace de la f.é.m. sinusoïdale appliquée aux bornes secondaires d'un transformateur de courant, le primaire et les autres bobinages étant ouverts, sur une plage de valeurs permettant de définir la caractéristique depuis les bas niveaux d'excitation jusqu'à la valeur nominale de la tension de f.é.m. de coude assignée

### 2.3.11

#### transformateur de courant de classe PX

transformateur à faible inductance de fuite, pour lequel la connaissance de la courbe d'excitation, de la résistance secondaire, de la résistance de charge et du rapport du nombre de spires est suffisante pour évaluer ses performances dans le système de protection auquel il est connecté

### 2.3.12

#### f.é.m. de coude assignée ( $E_k$ )

valeur minimale de la f.é.m. sinusoïdale efficace, à la fréquence assignée, appliquée aux bornes de l'enroulement secondaire du transformateur, tous les autres enroulements étant ouverts, dont l'accroissement de 10 % provoque un accroissement de la valeur efficace du courant d'excitation inférieur à 50 %

NOTE La valeur réelle de la f.é.m. de coude sera  $\geq$  à la f.é.m. de coude assignée.

### 2.3.13

#### rapport des nombres de spires assigné

rapport entre le nombre de spires de l'enroulement primaire et le nombre de spires de l'enroulement secondaire:

EXEMPLE 1 1/ 600 (une spire primaire avec six cents spires secondaires).

EXEMPLE 2 2/1 200 (transformateur de courant de rapport similaire mais utilisant deux spires primaires).

### 2.3.14

#### erreur sur le rapport des nombres de spires

différence entre les valeurs assignée et réelle du rapport des nombres de spires exprimée en pourcentage

$$\text{Erreur sur le rapport des nombres de spires (\%)} = \frac{(\text{rapport des nombres de spires réel} - \text{rapport des nombres de spires assigné})}{\text{rapport des nombres de spires assigné}} \times 100$$

### 2.3.15

#### facteur de dimensionnement ( $K_x$ )

facteur défini par l'acheteur exprimant le nombre de fois de la valeur assignée du courant secondaire ( $I_{SN}$ ) que peut atteindre le courant secondaire en régime de défaut, incluant les facteurs de sécurité, jusqu'à laquelle il est demandé au transformateur de satisfaire aux performances exigées

## 5 Prescriptions relatives à la conception

Ajouter le nouveau paragraphe suivant:

**2.3.10****excitation characteristic**

a graphical or tabular presentation of the relationship between the r.m.s. value of the exciting current and a sinusoidal r.m.s. e.m.f. applied to the secondary terminals of a current transformer, the primary and other windings being open-circuited, over a range of values sufficient to define the characteristics from low levels of excitation up to the rated knee point e.m.f.

**2.3.11****class PX protective current transformer**

a transformer of low leakage reactance for which knowledge of the transformer secondary excitation characteristic, secondary winding resistance, secondary burden resistance and turns ratio is sufficient to assess its performance in relation to the protective relay system with which it is to be used

**2.3.12****rated knee point e.m.f. ( $E_k$ )**

that minimum sinusoidal e.m.f. (r.m.s.) at rated power frequency when applied to the secondary terminals of the transformer, all other terminals being open-circuited, which when increased by 10 % causes the r.m.s. exciting current to increase by no more than 50 %

NOTE The actual knee point e.m.f. will be  $\geq$  the rated knee point e.m.f.

**2.3.13****rated turns ratio**

the required ratio of the number of primary turns to the number of secondary turns

EXAMPLE 1 1/600 (one primary turn with six hundred secondary turns).

EXAMPLE 2 2/1 200 (a current transformer of similar ratio to example 1 but employing two primary turns).

**2.3.14****turns ratio error**

the difference between the rated and actual turns ratios, expressed as a percentage

$$\text{Turns ratio error (\%)} = \frac{(\text{actual turns ratio} - \text{rated turns ratio})}{\text{rated turns ratio}} \times 100$$

**2.3.15****dimensioning factor ( $K_x$ )**

a factor assigned by the purchaser to indicate the multiple of rated secondary current ( $I_{sn}$ ) occurring under power system fault conditions, inclusive of safety factors, up to which the transformer is required to meet performance requirements

**5 Design requirements**

Add the following new subclause:

### 5.1.7 Prescriptions pour les perturbations radioélectriques

Cette prescription s'applique aux transformateurs de courant avec la tension la plus élevée  $U_m \geq 123 \text{ kV}$  pour le matériel et pour les installations dans les sous-stations isolées à l'air.

Les perturbations radioélectriques ne doivent pas dépasser  $2\,500 \mu\text{V}$  à  $1,1 U_m/\sqrt{3}$  dans les conditions d'essais et de mesure données en 7.5.

## 6 Classification des essais

### 6.1 Essais de type

*Remplacer le test f) existant par ce qui suit:*

- f) détermination des erreurs (voir 11.4 et/ou 12.4, 11.6, 12.5, 14.3).

*Ajouter le nouvel essai suivant:*

- g) mesure des perturbations radioélectriques (voir 7.5).

### 6.2 Essais individuels

*Remplacer les tests d), e), f) et g) existants par ce qui suit:*

- d) essai de tenue à fréquence industrielle sur les enroulements secondaires (voir 8.3 ou 14.4.4);  
e) essai de tenue à fréquence industrielle entre sections (voir 8.3 ou 14.4.4);  
f) essai de surtension entre spires (voir 8.4 ou 14.4.5);  
g) détermination des erreurs (voir 11.5 et/ou 12.4, 11.6, 12.6 et 14.4).

## 7 Essais de type

*Ajouter le nouveau paragraphe suivant:*

### 7.5 Mesure des perturbations radioélectriques

Le transformateur de courant, complet avec tous ses accessoires, doit être sec et propre et à une température approximativement égale à la température du laboratoire où l'essai est effectué.

En accord avec cette norme, il convient que l'essai soit effectué dans les conditions atmosphériques suivantes:

- température: de  $10^\circ\text{C}$  à  $30^\circ\text{C}$ ;
- pression barométrique: de  $0,870 \times 10^5 \text{ Pa}$  à  $1,070 \times 10^5 \text{ Pa}$ ;
- humidité relative: de 45 % à 75 %.

NOTE 1 Par accord entre l'acheteur et le constructeur, l'essai peut être effectué dans d'autres conditions atmosphériques.

NOTE 2 Durant l'essai des perturbations radioélectriques, les facteurs de correction pour les conditions atmosphériques prévue par la CEI 60060-1 ne sont pas applicables.



### 5.1.7 Requirements for radio interference voltage (RIV)

This requirement applies to current transformers having  $U_m \geq 123$  kV to be installed in air-insulated substations.

The radio interference voltage shall not exceed 2 500  $\mu$ V at  $1,1 U_m/\sqrt{3}$  under the test and measuring conditions described in 7.5.

## 6 Classification of tests

### 6.1 Type tests

*Replace the existing test f) by the following:*

- f) determination of errors (see 11.4 and/or 12.4, 11.6, 12.5 and 14.3).

*Add the following new test:*

- g) radio interference voltage measurement (RIV) (see 7.5).

### 6.2 Routine tests

*Replace the existing tests d), e), f) and g) by the following:*

- d) power-frequency withstand test on secondary windings (see 8.3 or 14.4.4);  
e) power-frequency withstand tests, between sections (see 8.3 or 14.4.4);  
f) inter-turn overvoltage test (see 8.4 or 14.4.5);  
g) determination of errors (see 11.5 and/or 12.4, 11.6, 12.6 and 14.4).

## 7 Type tests

*Add the following new subclause:*

### 7.5 Radio interference voltage measurement

The current transformer, complete with accessories, shall be dry and clean and at approximately the same temperature as the laboratory room in which the test is made.

In accordance with this standard, the test should be performed under the following atmospheric conditions:

- temperature between 10 °C and 30 °C;
- pressure between  $0,870 \times 10^5$  Pa and  $1,070 \times 10^5$  Pa;
- relative humidity between 45 % and 75 %.

NOTE 1 By agreement between purchaser and manufacturer, the tests may be carried out under other atmospheric conditions.

NOTE 2 No correction factors for atmospheric conditions in accordance with IEC 60060-1 are applicable to radio interference tests.

Les connections et les extrémités réalisées pour l'essai ne doivent pas être sources de bruits parasites.

Pour simuler les conditions de service, il convient de prévoir des écrans électrostatiques sur les bornes primaires afin d'éviter les bruits parasites. L'utilisation de sections de tubes avec des extrémités sphériques est recommandée.

La tension d'essai doit être appliquée entre une borne de l'enroulement primaire de l'objet en essai ( $C_a$ ) et la terre. Le châssis, la cuve (s'il y a lieu), le circuit magnétique (s'il est prévu de le mettre à la terre) et toutes les bornes d'enroulement(s) secondaire(s) doivent être reliés à la terre.

Le circuit de mesure (voir figure 6) doit être conforme avec le CISPR 18-2. Le circuit de mesure doit être, de préférence, accordé sur une fréquence comprise entre 0,5 MHz et 2 MHz. La fréquence de mesure doit être enregistrée. Les résultats doivent être exprimés en microvolts.

L'impédance entre le conducteur d'essai et la terre ( $Z_s + (R_1 + R_2)$ ), (voir figure 6) doit être de  $300 \Omega \pm 40 \Omega$  avec un angle de phase qui ne dépasse pas  $20^\circ$ .

Un condensateur  $C_s$  peut être utilisé à la place du filtre  $Z_s$  et une capacité de 1 000 pF est en général appropriée.

NOTE 3 Un condensateur spécialement conçu peut être nécessaire afin d'éviter des fréquences de résonance trop faibles.

A la fréquence de mesure, le filtre  $Z$  doit avoir une impédance élevée pour découpler la source à fréquence industrielle du circuit de mesure. Une valeur appropriée pour cette impédance a été trouvée entre 10 000  $\Omega$  et 20 000  $\Omega$  à la fréquence de mesure.

Le niveau des bruits parasites (bruits dus aux champs extérieurs et au transformateur élévateur) doit être au moins de 6 dB (de préférence 10 dB) au-dessous de la limite de perturbation radioélectrique spécifiée.

NOTE 4 Il convient de faire attention à ce que les parasites causés par les objets qui se trouvent près du transformateur de courant et des circuits d'essai et de mesure soient évités.

Les méthodes de calibration pour les instruments de mesure et pour le circuit de mesure sont données dans le CISPR 18-2.

Une précontrainte de  $1,5 U_m / \sqrt{3}$  doit être appliquée et maintenue pendant 30 s.

Après quoi la tension est réduite jusqu'à  $1,1 U_m / \sqrt{3}$  en 10 s, et maintenue à cette valeur pour 30 s avant de mesurer le niveau des perturbations radioélectriques.

Le transformateur de courant doit être considéré comme satisfaisant à l'essai si le niveau de perturbation radioélectrique à  $1,1 U_m / \sqrt{3}$  ne dépasse pas la limite spécifiée en 5.1.7.

NOTE 5 Par accord entre le constructeur et l'acheteur, l'essai des perturbations radioélectriques décrit précédemment peut être remplacé par une mesure de décharges partielles en appliquant la précontrainte et la tension d'essais spécifiées ci-dessus.

Il convient d'éliminer toutes les précautions prises pendant la mesure des décharges partielles effectuées suivant 8.2.2 pour éviter les perturbations extérieures (par exemple écrans). Dans ce cas, le circuit d'essai équilibré n'est pas approprié.

Bien qu'il n'y ait pas une conversion directe entre les microvolts des perturbations radioélectriques et les picocoulombs des décharges partielles, on peut considérer que le transformateur de courant a satisfait à l'essai si à  $1,1 U_m / \sqrt{3}$  le niveau de décharges partielles ne dépasse pas 300 pC.

The test connections and their ends shall not be a source of radio interference voltage.

Shielding of primary terminals, simulating the operation condition, should be provided to prevent spurious discharges. The use of sections of tube with spherical terminations is recommended.

The test voltage shall be applied between one of the terminals of the primary winding of the test object ( $C_a$ ) and earth. The frame, case (if any), core (if intended to be earthed) and all terminals of the secondary winding(s) shall be connected to earth.

The measuring circuit (see figure 6) shall comply with CISPR 18-2. The measuring circuit shall preferably be tuned to a frequency in the range of 0,5 MHz to 2 MHz, the measuring frequency being recorded. The results shall be expressed in microvolts.

The impedance between the test conductor and earth ( $Z_s + (R_1 + R_2)$ ) in figure 6 shall be  $300 \Omega \pm 40 \Omega$  with a phase angle not exceeding  $20^\circ$ .

A capacitor  $C_s$  may also be used in place of the filter  $Z_s$  and a capacitance of 1 000 pF is generally adequate.

NOTE 3 A specially designed capacitor may be necessary in order to avoid too low a resonant frequency.

The filter  $Z$  shall have a high impedance at the measuring frequency in order to decouple the power frequency source from the measuring circuit. A suitable value for this impedance has been found to be 10 000  $\Omega$  to 20 000  $\Omega$  at the measuring frequency.

The radio interference background level (radio interference caused by external field and by the high-voltage transformer) shall be at least 6 dB (preferably 10 dB) below the specified radio interference level.

NOTE 4 Care should be taken to avoid disturbances caused by nearby objects to the current transformer and to the test and measuring circuits.

Calibration methods for the measuring instruments and for the measuring circuit are given in CISPR 18-2.

A pre-stress voltage of  $1,5 U_m / \sqrt{3}$  shall be applied and maintained for 30 s.

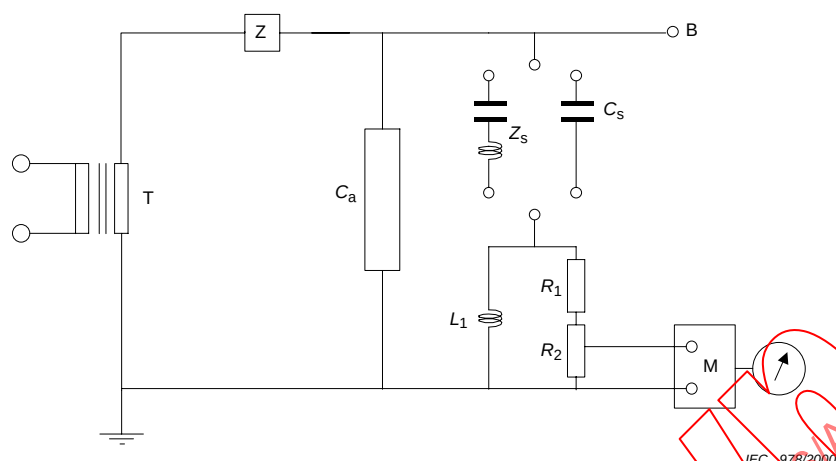
The voltage shall then be decreased to  $1,1 U_m / \sqrt{3}$  in about 10 s and maintained at this value for 30 s before measuring the radio interference voltage.

The current transformer shall be considered to have passed the test if the radio interference level at  $1,1 U_m / \sqrt{3}$  does not exceed the limit prescribed in 5.1.7.

NOTE 5 By agreement between manufacturer and purchaser, the RIV test as described above may be replaced by a partial discharge measurement applying the pre-stress and test voltages specified above.

Any precaution taken during partial discharge measurement performed in accordance with 8.2.2 for avoiding external discharges (i.e. shielding) should be removed. In this case, the balanced test circuit is not appropriate.

Although there is no direct conversion between RIV microvolts and partial discharge picocoulombs, the current transformer is considered to have passed the test if at  $1,1 U_m / \sqrt{3}$  the partial discharge level does not exceed 300 pC.



#### Légende

$C_a$  Objet en essai

Z Filtre

B Extrémité exempte d'effet couronne

M Appareil de mesure

$Z_s + (R_1 + R_2) = 300 \, \Omega$

T Transformateur d'essai

$Z_s, C_s, L_1, R_1, R_2$  voir CISPR 18-2

Figure 6 – Circuit de mesure

## 10 Marquage

### 10.2 Marquage des plaques signalétiques

Remplacer le point e) par ce qui suit:

- e) la puissance assignée et la classe de précision correspondante, de même que les informations complémentaires spécifiées dans les articles suivants de cette norme (voir 11.7 et/ou 12.7, 13.5 et 14.5);

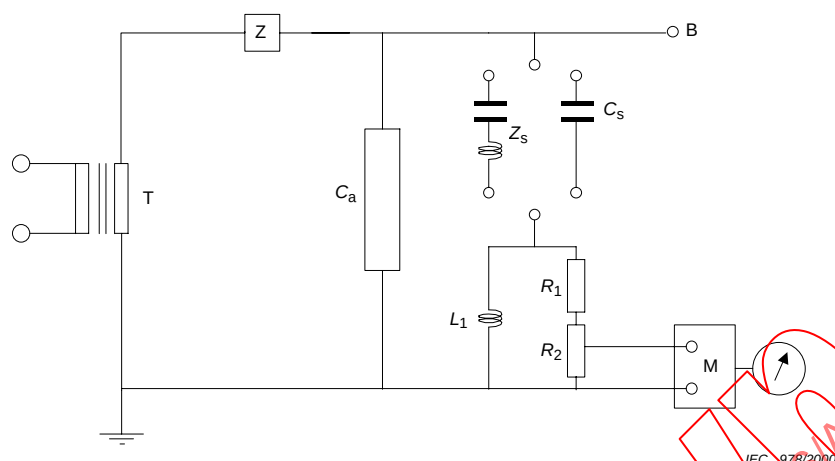
Ajouter les nouveaux articles 13 et 14 suivants:

## 13 Prescriptions complémentaires concernant les transformateurs de courant de classe PR

### 13.1 Valeurs normales des facteurs limites de précision

Voir 12.1.

### 13.2 Classes de précision d'un transformateur de courant de classe PR

**Key** $C_a$  Test object

Z Filter

B Corona-free termination

M Measuring set

 $Z_s + (R_1 + R_2) = 300 \, \Omega$ 

T Test transformer

 $Z_s, C_s, L_1, R_1, R_2$  see CISPR 18-2**Figure 6 – Measuring circuit****10 Markings****10.2 Rating plate markings***Replace item e) by the following:*

- e) the rated output and the corresponding accuracy class, together with additional information specified in the later parts of these recommendations (see 11.7 and/or 12.7, 13.5 and 14.5);

*Add the following new clauses 13 and 14:***13 Additional requirements for class PR protective current transformers****13.1 Standard accuracy limit factors**

See 12.1.

**13.2 Accuracy classes for class PR protective current transformers**

### 13.2.1 Classe de précision

La classe de précision d'un transformateur de courant de classe PR est caractérisée par un nombre (indice de classe) et par les lettres «PR» (initiale de protection basse rémanence). L'indice de classe indique la limite supérieure de l'erreur composée pour le courant limite de précision assigné et la charge de précision.

### 13.2.2 Classes de précision normales

Les classes de précision normales des transformateurs de courant de classe PR sont:

5 PR et 10 PR.

## 13.3 Limites des erreurs des transformateurs de courant de classe PR

### 13.3.1 Erreur de courant, déphasage et erreur composée

Se rapporter à 12.3. Les limites des erreurs sont données dans le tableau 15.

**Tableau 15 – Limites des erreurs des transformateurs de courant de classe PR**

| Classe de précision | Erreur de courant pour le courant primaire assigné<br>% | Déphasage pour le courant primaire assigné |              | Erreur composée pour le courant limite de précision<br>% |
|---------------------|---------------------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------|----------------------------------------------------------|
|                     |                                                         | Minutes                                    | Centiradians |                                                          |
| 5 PR                | ±1                                                      | ±60                                        | ±1,8         | 5                                                        |
| 10 PR               | ±3                                                      | –                                          | –            | 10                                                       |

### 13.3.2 Facteur de rémanence ( $K_r$ )

Le facteur de rémanence ( $K_r$ ) ne doit pas être supérieur à 10 %.

NOTE L'insertion de un ou de plusieurs entrefers dans le circuit magnétique peut être une méthode de limitation du facteur de rémanence.

### 13.3.3 Constante de temps de la boucle secondaire ( $T_s$ )

Si nécessaire, la valeur doit être spécifiée par l'acheteur.

### 13.3.4 Résistance de l'enroulement secondaire ( $R_{ct}$ )

Si nécessaire, la valeur maximale doit être convenue entre le fabricant et l'acheteur.

## 13.4 Essais de type et individuels pour les erreurs de courant et les déphasages des transformateurs de courant de classe PR pour protection

Les transformateurs de courant de classe PR pour protection doivent, en plus des prescriptions de l'article 12, être soumis aux essais individuels prescrits ci-après.

### 13.4.1 Détermination du facteur de rémanence ( $K_r$ )

Le facteur de rémanence ( $K_r$ ) doit être déterminé pour prouver que la limite de 10 % est respectée. Se rapporter à l'annexe B de la CEI 60044-6, pour la méthode de détermination.

### 13.2.1 Accuracy class designation

The accuracy class is designated by the highest permissible percentage composite error at the rated accuracy limit primary current prescribed for the accuracy class concerned, followed by the letters "PR" (indicating protection low remanence).

### 13.2.2 Standard accuracy classes

The standard accuracy classes for low remanence protective current transformers are:

5 PR and 10 PR.

## 13.3 Limits of error for class PR protective current transformers

### 13.3.1 Current error, phase displacement and composite error

Refer to 12.3. Limits of error are given in table 15.

**Table 15 – Limits of error for class PR protective current transformers**

| Accuracy class | Current error at rated primary current % | Phase displacement at rated primary current |              | Composite error at rated accuracy limit primary current % |
|----------------|------------------------------------------|---------------------------------------------|--------------|-----------------------------------------------------------|
|                |                                          | Minutes                                     | Centiradians |                                                           |
| 5 PR           | ±1                                       | ±60                                         | ±1,8         | 5                                                         |
| 10 PR          | ±3                                       | –                                           | –            | 10                                                        |

### 13.3.2 Remanence factor ( $K_r$ )

The remanence factor ( $K_r$ ) shall not exceed 10 %.

NOTE Insertion of one or more air gaps in the core may be a method for limiting the remanence factor.

### 13.3.3 Secondary loop time constant ( $T_s$ )

If required, the value shall be specified by the purchaser.

### 13.3.4 Secondary winding resistance ( $R_{ct}$ )

If required, the maximum value shall be agreed between manufacturer and purchaser.

## 13.4 Type and routine tests for current error and phase displacement of class PR protective current transformers

Class PR current transformers shall, in addition to the requirements of clause 12, be subjected to the routine tests prescribed below.

### 13.4.1 Determination of remanence factor ( $K_r$ )

The remanence factor ( $K_r$ ) shall be determined to prove compliance with the limit of 10 %. Refer to IEC 60044-6, annex B for the determination method.

### 13.4.2 Détermination de la constante de temps de la boucle secondaire ( $T_s$ )

La constante de temps de la boucle secondaire ( $T_s$ ) doit être déterminée. Elle ne doit pas différer de la valeur déclarée ou assignée de plus de 30 %. Si nécessaire se rapporter à l'annexe B de la CEI 60044-6.

### 13.4.3 Détermination de la résistance de l'enroulement secondaire ( $R_{ct}$ )

La résistance de l'enroulement secondaire doit être mesurée et une correction appropriée doit être appliquée si la mesure est faite à une température qui diffère de 75 °C ou de toute autre température qui peut avoir été spécifiée. La valeur ainsi corrigée est la valeur assignée pour  $R_{ct}$ .

NOTE Pour la détermination de la résistance de la boucle secondaire ( $R_s = R_{ct} + R_b$ ),  $R_b$  est la charge résistante assignée qui, dans le cas des transformateurs de courant de classe PR, est prise égale à la partie résistante de la charge utilisée conformément à 12.3 pour la détermination des erreurs de courant et de déphasage.

## 13.5 Marquage de la plaque signalétique d'un transformateur de courant de classe PR

### 13.5.1 Marquage principal

Se reporter à 10.2 et 12.7. Remplacer respectivement classes «5P» et «10P» par «5 PR» et «10 PR».

### 13.5.2 Marquage spécial (si nécessaire):

- constante de temps de la boucle secondaire ( $T_s$ );
- résistance de l'enroulement secondaire ( $R_{ct}$ ) à la température de 75 °C.

## 14 Prescriptions complémentaires concernant les transformateurs de courant de classe PX

### 14.1 Spécification des performances concernant les transformateurs de courant de classe PX

Les performances des transformateurs de courant de classe PX doivent être spécifiées dans les termes suivants :

- courant primaire assigné ( $I_{pn}$ );
- courant secondaire assigné ( $I_{sn}$ );
- rapport des nombres de spires. L'erreur sur le rapport des nombres de spires ne doit pas dépasser  $\pm 0,25$  %.
- la f.é.m. de coude assignée ( $E_k$ );
- le courant d'excitation maximal ( $I_e$ ) à la f.é.m. de coude assignée et/ou un pourcentage donné de celle-ci;
- la résistance maximale de l'enroulement secondaire à la température de 75 °C ( $R_{ct}$ );
- la charge résistante assignée ( $R_b$ );
- le facteur de dimensionnement ( $K_x$ ).

NOTE La f.é.m. de coude assignée est généralement calculée de la manière suivante:

$$E_k = K_x \cdot (R_{ct} + R_b) \times I_{sn}$$



### 13.4.2 Determination of secondary loop time constant ( $T_s$ )

The secondary loop time constant ( $T_s$ ) shall be determined. It shall not differ from the specified value by more than  $\pm 30\%$ . If required, refer to IEC 60044-6, annex B.

### 13.4.3 Determination of secondary winding resistance ( $R_{ct}$ )

The secondary winding resistance shall be measured and an appropriate correction applied if the measurement is made at a temperature which differs from  $75\text{ }^\circ\text{C}$  or such other temperature as may have been specified. The value so adjusted is the rated value for  $R_{ct}$ .

NOTE For determination of secondary loop resistance ( $R_s = R_{ct} + R_b$ ),  $R_b$  is the rated resistive burden which, in the case of class PR current transformers, is taken as being equal to the resistive part of the burden used in accordance with 12.3 for the determination of current error and phase displacement.

## 13.5 Marking of rating plate of class PR current transformers

### 13.5.1 Principal marking

See 10.2 and 12.7. Replace accuracy classes "5P" and "10P" with "5 PR" and "10 PR" respectively.

### 13.5.2 Special marking (when required):

- secondary loop time constant ( $T_s$ );
- secondary winding resistance ( $R_{ct}$ ) at a temperature of  $75\text{ }^\circ\text{C}$ .

## 14 Additional requirements for class PX protective current transformers

### 14.1 Specification of performance for class PX protective current transformers

The performance of class PX current transformers shall be specified in terms of the following:

- rated primary current ( $I_{pn}$ );
- rated secondary current ( $I_{sn}$ );
- rated turns ratio. The turns ratio error shall not exceed  $\pm 0,25\%$ ;
- rated knee point e.m.f. ( $E_k$ );
- maximum exciting current ( $I_e$ ) at the rated knee point e.m.f. and/or at a stated percentage thereof;
- maximum resistance of the secondary winding at a temperature of  $75\text{ }^\circ\text{C}$  ( $R_{ct}$ );
- rated resistive burden ( $R_b$ );
- dimensioning factor ( $K_x$ ).

NOTE The rated knee point e.m.f. is generally determined as follows:

$$E_k = K_x \cdot (R_{ct} + R_b) \times I_{sn}$$