

- h) Un enregistrement oscillographique du courant traversant le parafoudre doit être effectué ainsi que de la tension à la sortie du parafoudre pour chaque choc.
- i) La tension de limitation mesurée est la valeur maximale de la tension enregistrée à la sortie du parafoudre lors de l'ensemble de cette séquence d'essai.

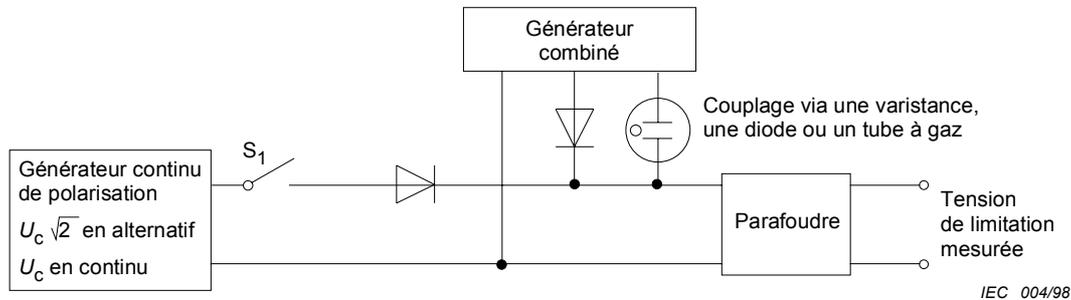


Figure 4 – Essai alternatif pour la tension de limitation mesurée

7.6 Essais de fonctionnement en charge

Ces essais ne sont applicables qu'aux parafoudres utilisés sous tension alternative (les parafoudres utilisés sous tension continue sont à l'étude).

Voir le diagramme d'essais de fonctionnement (Figure 5).

7.6.1 Généralités

Cet essai est réalisé dans des conditions de service simulées par l'application d'un nombre spécifique de chocs sur le parafoudre alimenté sous la tension maximale de régime permanent U_c fournie par une source alternative conformément à 7.6.3.

L'essai doit être effectué sur trois nouveaux échantillons non soumis préalablement à des essais.

D'abord, la tension de limitation mesurée doit être déterminée selon les essais décrits en 7.5.

Pour éviter des contraintes sur les échantillons, l'essai de 7.5.2 n'est effectué qu'à I_n et les essais de 7.5.4 et de 7.5.5 ne sont effectués qu'à U_{oc} .

- h) An oscillographic record shall be made of the current delivered by the generator into the SPD and the voltage at the output port for each impulse.
- i) The measured limiting voltage is the maximum magnitude of the voltage recorded at the output of the SPD for the whole test sequence.

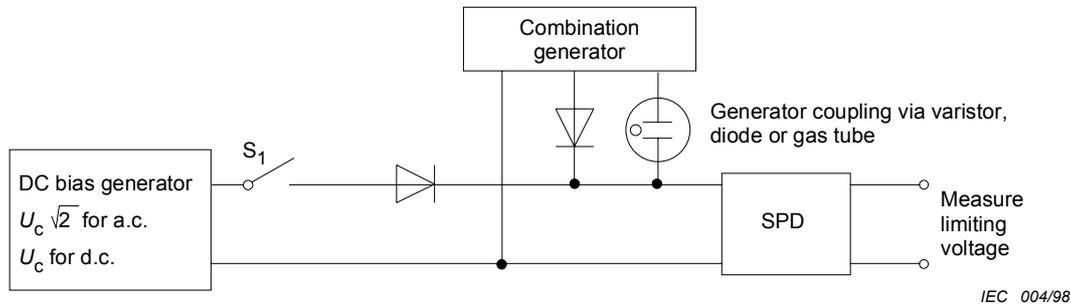


Figure 4 – Alternate test for the measured limiting voltage

7.6 Operating duty test

These tests are applicable only for SPDs used on a.c. (SPDs used on d.c. are under consideration).

See flow chart of operating duty test (Figure 5).

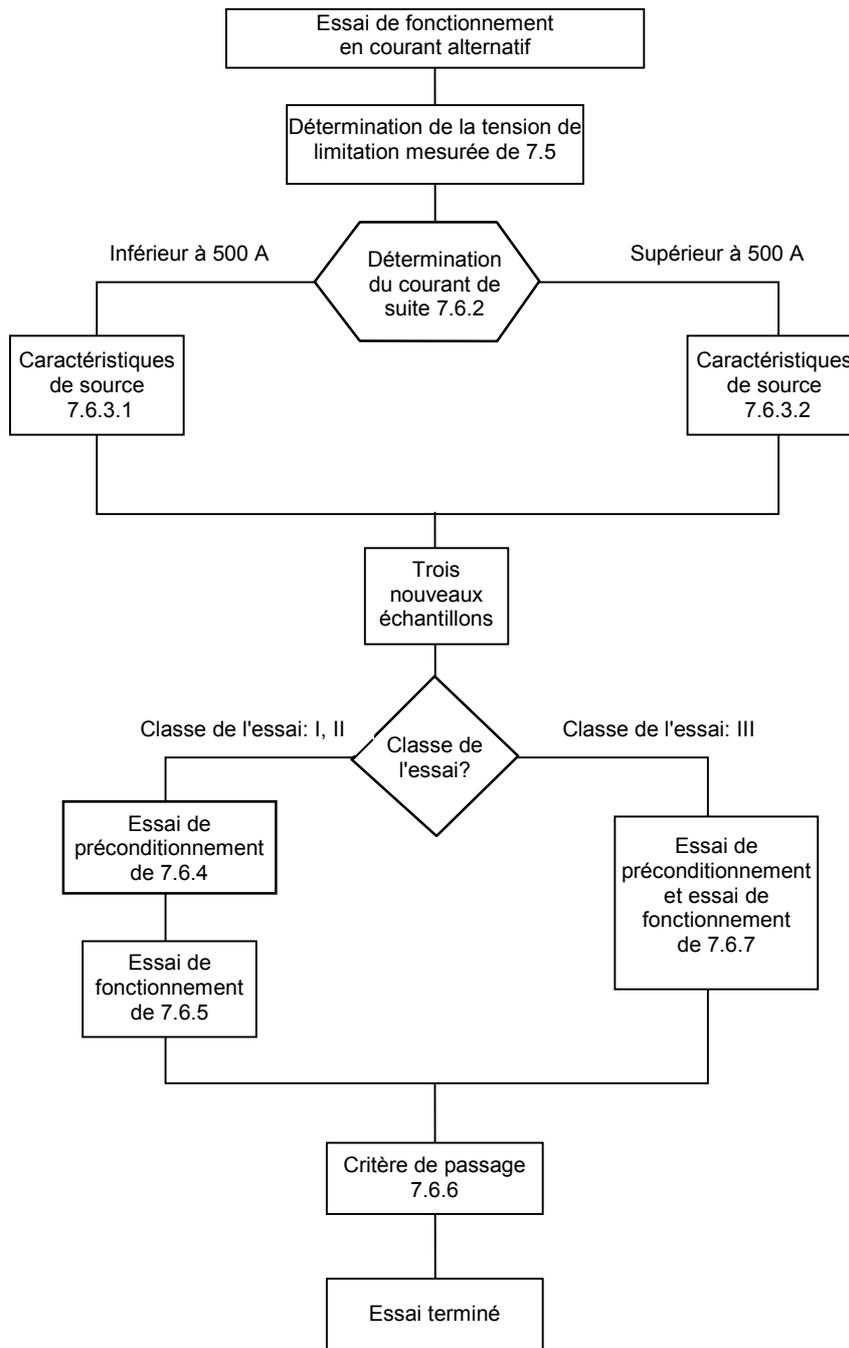
7.6.1 General

This is a test in which service conditions are simulated by the application of a stipulated number of specified impulses to the SPD while it is energized at the maximum continuous operating voltage U_c via an a.c. source according to 7.6.3.

The test shall be made on three new samples which have not been subjected previously to any tests.

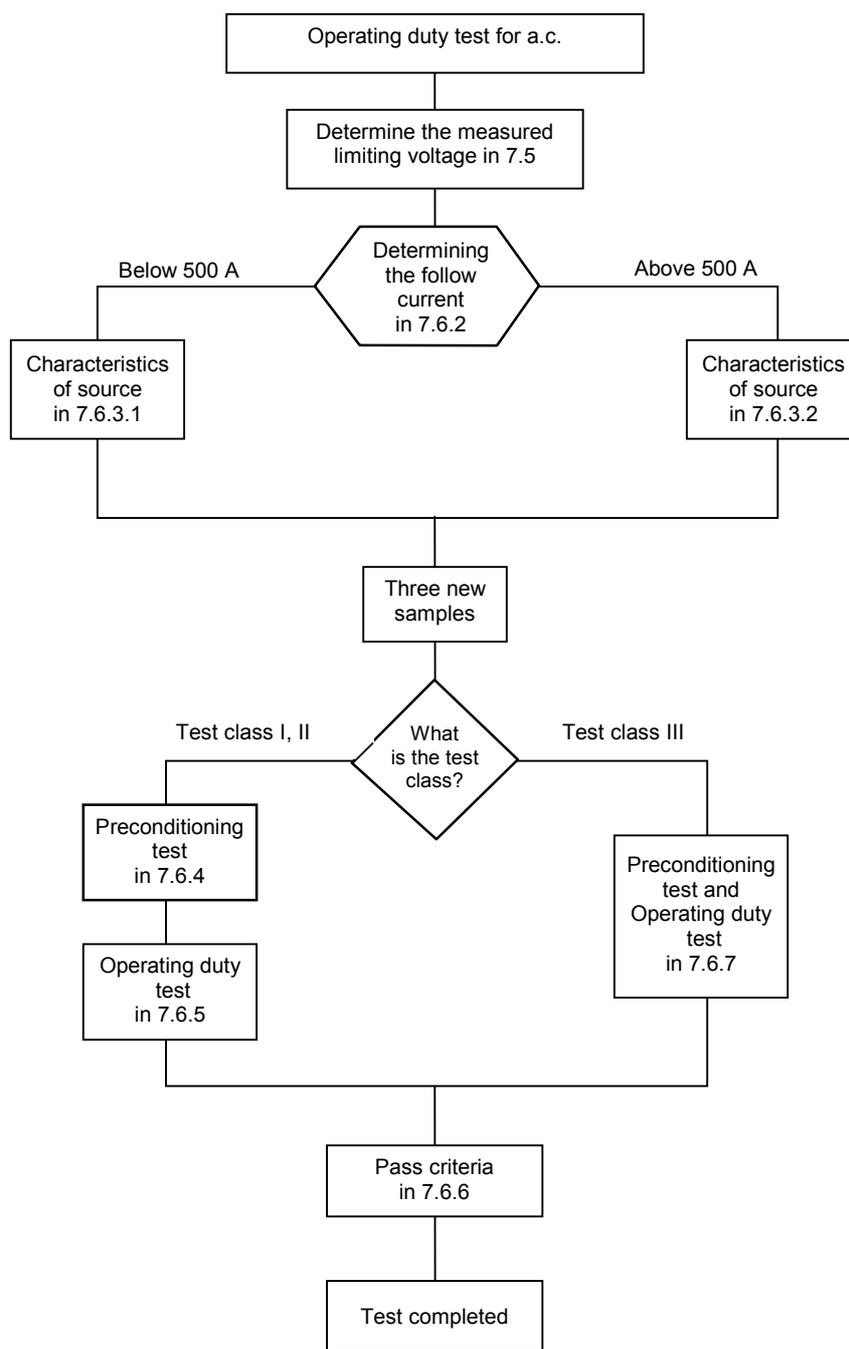
First the measured limiting voltage shall be determined using the tests described in 7.5.

To avoid overstress of the samples, the test of 7.5.2 is performed only at I_n and the tests of 7.5.4 and 7.5.5 only at U_{oc} .



IEC 183/02

Figure 5 – Diagramme des essais de fonctionnement



IEC 183/02

Figure 5 – Flow chart of the operating duty test

7.6.2 Essai préliminaire pour déterminer l'amplitude du courant de suite

Cet essai préliminaire est destiné à déterminer si la valeur crête du courant de suite est au-dessus ou en dessous de 500 A.

Si la conception interne et la valeur crête du courant de suite du parafoudre sont connues, cet essai préliminaire n'est pas prescrit.

- a) L'essai doit être effectué sur un échantillon différent.
- b) Le courant de court-circuit présumé doit être $I_p \geq 1,5 \text{ kA}$ avec un facteur de puissance $\cos \varphi = 0,95_{-0,05}^0$.
- c) Il est connecté à une source de tension alternative. La tension mesurée aux bornes doit être la tension maximale de régime permanent U_{c-5}^0 . La fréquence de cette source doit correspondre à la fréquence assignée du parafoudre.
- d) Le courant de suite doit être généré par un choc de courant 8/20 ou par une onde combinée.
- e) La valeur crête doit correspondre à I_{\max} ou à $I_{\text{crête}}$ ou à U_{oc} .
- f) Le choc de courant doit être appliqué à 60 degrés électriques avant la tension crête. Sa polarité doit coïncider avec celle de la demi-sinusoïde de la fréquence industrielle dont elle est issue.
- g) Si, à ce point de synchronisation, aucun courant de suite n'apparaît, le courant de choc 8/20 doit alors être appliqué par pas de 10 degrés électriques afin de déterminer si un courant de suite est généré.

7.6.3 Caractéristiques de la source de puissance pour le préconditionnement

7.6.3.1 Parafoudres avec courant de suite inférieur à 500 A

Pour cet essai, l'échantillon doit être connecté à une source de tension à fréquence industrielle. L'impédance de cette source doit être telle que, lors du passage du courant de suite, la valeur crête de la tension mesurée aux bornes du parafoudre ne chute pas au-dessous de la valeur crête de son U_c de plus de 10 %.

7.6.3.2 Parafoudres avec courant de suite supérieur à 500 A

L'échantillon en essai doit être connecté à une source de tension à fréquence industrielle de tension U_c et avoir un courant de court-circuit présumé égal à la valeur assignée du courant de suite I_{fi} déclaré par le constructeur conformément au Tableau 11, ou à 500 A selon la valeur la plus grande.

Pour les parafoudres connectés seulement entre le neutre et la terre de protection, le courant de court-circuit présumé doit au moins être égal à 100 A.

7.6.4 Essais de préconditionnement des classes I et II

Quinze chocs de courant 8/20 de polarité positive doivent être appliqués en trois groupes de cinq chocs. Les échantillons d'essai sont connectés à une source d'alimentation selon 7.6.3. Chaque choc doit être synchronisé avec la fréquence de l'alimentation. Commencant à 0°, l'angle de synchronisation doit être augmenté par sauts de $30^\circ \pm 5^\circ$. Les essais sont décrits à la Figure 6.

Lors de l'essai de parafoudre de classe I, on applique des chocs ayant une valeur crête de $I_{\text{crête}}$ ou I_n , selon la plus grande valeur.

Lors de l'essai de parafoudre de classe II, on applique des chocs ayant une valeur égale à I_n .

7.6.2 Preliminary test to determine the magnitude of the follow current

This preliminary test is intended to determine if the peak value of the follow current is above or below 500 A.

If the internal design and the peak value of the follow current of the SPD are known, this preliminary test is not required.

- a) The test shall be made with a separate test sample.
- b) The prospective short circuit current shall be $I_p \geq 1,5 \text{ kA}$ with a power factor $\cos \varphi = 0,95_{-0,05}^0$.
- c) It is connected to a power frequency voltage source with sinusoidal a.c. voltage. The power frequency voltage measured at the terminals, shall be the maximum equal to the continuous maximum operating voltage U_{c-5}^0 %. The frequency of the a.c. voltage source shall correspond to the rated frequency of the SPD.
- d) The follow current shall be initiated with an impulse current 8/20 or a combination wave.
- e) The peak value shall correspond to I_{\max} or I_{peak} or U_{oc} .
- f) The current impulse shall be initiated 60 electrical degrees before the peak of the power frequency voltage. Its polarity shall coincide with the polarity of the half wave of the power frequency voltage in which it is initiated.
- g) If at this synchronization point there is no follow current, then the impulse current 8/20 has to be initiated later in steps of 10 electrical degrees each in order to determine if a follow current is generated.

7.6.3 Power frequency source characteristics for preconditioning

7.6.3.1 SPDs with follow current below 500 A

The test sample shall be connected to a power frequency voltage source. The impedance of the power source shall be such that during the flow of follow current the peak value of the power frequency voltage, measured at the SPD terminals, does not fall below the peak value of its U_c by more than 10 %.

7.6.3.2 SPDs with follow current above 500 A

The test sample shall be connected to a power frequency voltage U_c with a prospective short-circuit current equal to the follow current interrupt rating I_{fi} declared by the manufacturer in accordance with Table 11, or 500 A, whichever is greater.

For SPDs connected between neutral and protective earth only, the prospective short-circuit current shall be at least 100 A.

7.6.4 Class I and II preconditioning tests

Fifteen 8/20 current impulses of positive polarity shall be applied in three groups of five impulses. The test samples are connected to a power source according to 7.6.3. Each impulse shall be synchronized to the power frequency. Starting from 0° the synchronization angle shall be increased in steps of $30^\circ \pm 5^\circ$ intervals. The tests are described in Figure 6.

When testing SPDs to class I, current impulses with values equal to I_{peak} or I_n , whichever is greater, are applied.

When testing SPDs to class II, current impulses with values equal to I_n , are applied.

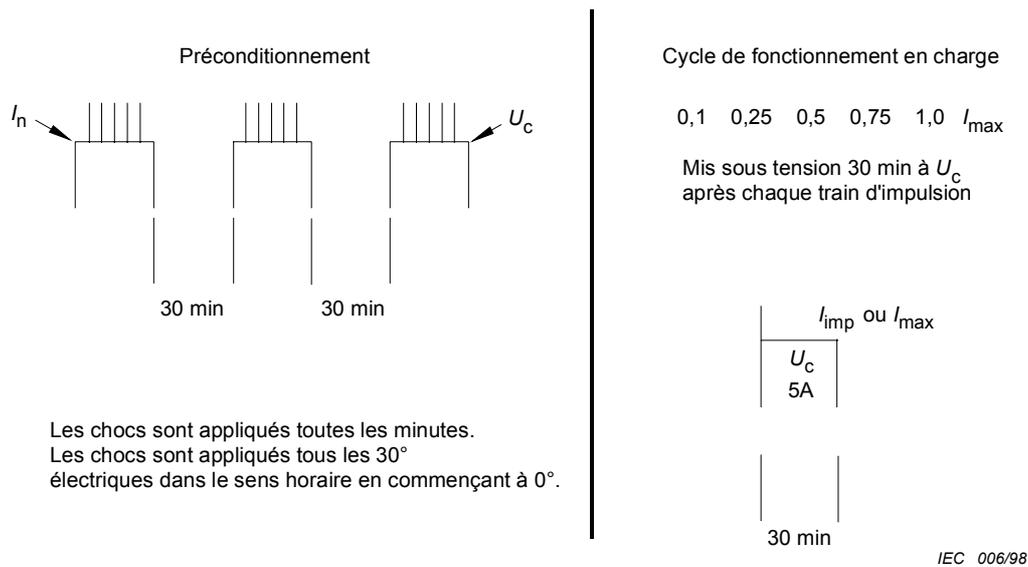


Figure 6 – Préconditionnement et plan du cycle d'essai de fonctionnement en charge

L'intervalle entre les chocs est de 50 s – 60 s, l'intervalle entre chaque groupe est de 25 min – 30 min.

Il n'est pas prescrit de mettre sous tension l'échantillon entre les groupes.

Le courant doit être enregistré pour chaque choc et les enregistrements de courant ne doivent pas mettre en évidence une perforation ou un contournement des échantillons.

7.6.5 Essai de fonctionnement en charge des classes I et II

Le parafoudre est alimenté sous tension U_c au moyen d'une source de tension ayant un courant nominal d'au moins 5 A. Cet essai est réalisé avec des impulsions de courant croissantes jusqu'à I_{peak} pour des parafoudres essayés suivant la Classe I (voir 3.9) ou jusqu'à I_{max} pour les parafoudres suivant la Classe II (voir 3.10) respectivement : la valeur crête de courant à travers le parafoudres est augmentée en séquence jusqu'à I_{peak} ou I_{max} (suivant 3.10).

La tension reste appliquée pendant 30 min après chaque choc pour s'assurer de la stabilité thermique; le parafoudre est considéré comme thermiquement stable si la crête de la composante résistive de I_c ou la dissipation de puissance décroît régulièrement au moins lors des dernières 15 min de l'application de la tension U_c .

Des chocs de courant de polarité positive doivent être appliqués à l'instant de la valeur crête correspondante de la source de puissance sur l'échantillon sous tension avec les conditions suivantes.

- Un choc de courant à 0,1 ($I_{crête}$ ou I_{max}); vérifier la stabilité thermique; laisser refroidir à la température ambiante.
- Un choc de courant à 0,25 ($I_{crête}$ ou I_{max}); vérifier la stabilité thermique; laisser refroidir à la température ambiante.
- Un choc de courant à 0,5 ($I_{crête}$ ou I_{max}); vérifier la stabilité thermique; laisser refroidir à la température ambiante.
- Un choc de courant à 0,75 ($I_{crête}$ ou I_{max}); vérifier la stabilité thermique; laisser refroidir à la température ambiante.
- Un choc de courant à 1,0 ($I_{crête}$ ou I_{max}); vérifier la stabilité thermique; laisser refroidir à la température ambiante.

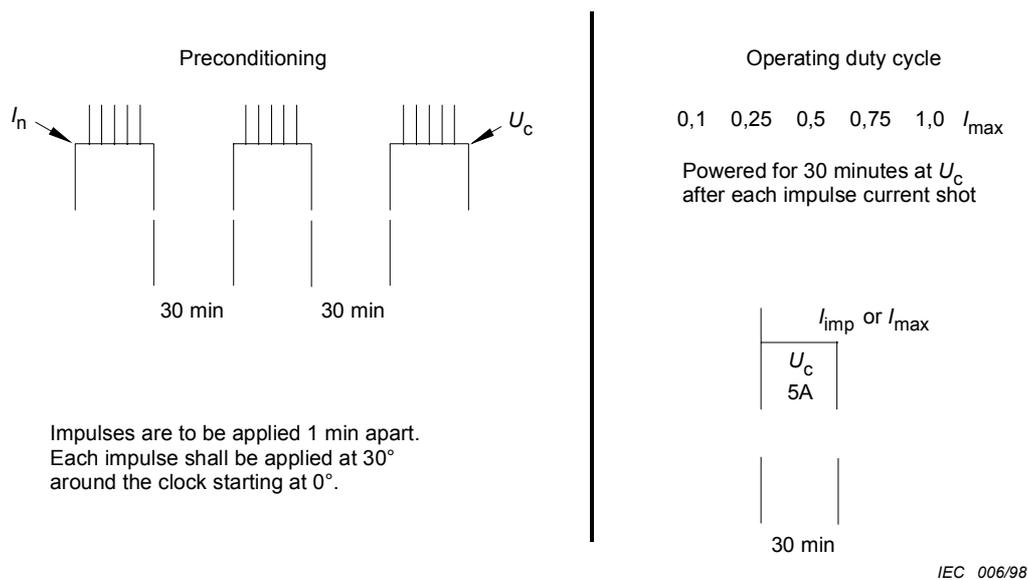


Figure 6 – Preconditioning and operating duty cycle test schedule

The interval between the impulses is 50 s – 60 s, the interval between the groups 25 min – 30 min.

It is not required that the test sample be energized between groups.

The current shall be recorded at each impulse and the current records shall show no sign of puncture or flashover of the samples.

7.6.5 Class I and II operating duty test

The SPD is energized at U_C by means of a voltage source having a nominal current capability of at least 5 A. This test is carried out with current impulses in steps up to I_{peak} for SPDs tested according to Class I (see 3.9) or up to I_{max} for SPDs according to Class II (see 3.10) respectively; the peak current value is increased in steps up to I_{peak} or I_{max} (according to 3.10) through the SPD.

The power frequency voltage remains applied for 30 min after each impulse to prove the thermal stability: the SPD is considered to be thermally stable if the peak of the resistive component of I_C , or the power dissipation steadily decreases during the last 15 min of U_C voltage application.

Current impulses of positive polarity shall be initiated in the corresponding positive peak value of the power frequency voltage source to the energized test sample as follows.

- One current impulse at 0,1 (I_{peak} or I_{max}); check thermal stability; cool down to ambient temperature.
- One current impulse at 0,25 (I_{peak} or I_{max}); check thermal stability; cool down to ambient temperature.
- One current impulse at 0,5 (I_{peak} or I_{max}); check thermal stability; cool down to ambient temperature.
- One current impulse at 0,75 (I_{peak} or I_{max}); check thermal stability; cool down to ambient temperature.
- One current impulse at 1,0 (I_{peak} or I_{max}); check thermal stability; cool down to ambient temperature.

7.6.6 Critère de passage

Le parafoudre a réussi l'essai si un quelconque courant de suite s'est éteint de lui-même et si la stabilité thermique est atteinte après chaque choc de l'essai de fonctionnement en charge. Les enregistrements de tension et de courant ainsi que l'examen visuel ne doivent révéler aucune indication d'amorçage ou de perforation des échantillons. Aucun dommage mécanique ne doit se produire lors de ces essais.

Un choc supplémentaire à I_n ou sous U_{oc} doit être appliqué au parafoudre alimenté sous U_c au moyen d'une source de tension ayant une capacité de courant nominal d'au moins 5 A. Après ce choc, on continue d'appliquer U_c et la stabilité thermique doit être atteinte en 30 min maximum.

Une fois la stabilité thermique atteinte, soit:

- le courant qui circule à travers l'échantillon en essai est mesuré. Sa composante résistive (mesurée à la crête de l'onde sinusoïdale) ne doit pas dépasser une valeur de 1 mA;

soit

- la consommation de puissance en régime permanent ne doit pas être supérieure de 20 % à la valeur mesurée en 7.7.5.

Après cette séquence complète d'essais et après refroidissement de l'échantillon à une température proche de la température ambiante, l'essai de limitation de tension effectué au début de la séquence doit être répété. Le parafoudre a réussi l'essai si les valeurs mesurées avant et après l'essai sont inférieures ou égales à U_p .

7.6.7 Essai de fonctionnement en charge des essais de classe III

Pour cet essai des parafoudres, une source de puissance conforme à 7.6.3 est utilisée.

Le générateur combiné est connecté au parafoudre par l'intermédiaire d'un réseau de découplage (voir 7.1.4). La tolérance sur les paramètres de la forme d'onde indiquée dans le Tableau 4 doit être satisfaite pour l'emplacement du parafoudre. La valeur de U_{oc} est déclarée par le constructeur.

Le parafoudre est préconditionné conformément à 7.6.4. Pour cet essai, le courant nominal de décharge est remplacé par des valeurs de U_{oc} .

Le courant de choc doit être appliqué à la valeur crête correspondant à un demi-cycle et de même polarité que la tension d'alimentation.

L'essai de fonctionnement en charge est réalisé conformément à 7.6.5 en utilisant un générateur combiné avec les réglages U_{oc} suivants.

- Un choc positif et un choc négatif à $0,1 U_{oc}$; vérifier la stabilité thermique; laisser refroidir à la température ambiante.
- Un choc positif et un choc négatif à $0,25 U_{oc}$; vérifier la stabilité thermique; laisser refroidir à la température ambiante.
- Un choc positif et un choc négatif à $0,50 U_{oc}$; vérifier la stabilité thermique; laisser refroidir à la température ambiante.
- Un choc positif et un choc négatif à $0,75 U_{oc}$; vérifier la stabilité thermique; laisser refroidir à la température ambiante.
- Un choc positif et un choc négatif à $1,0 U_{oc}$; vérifier la stabilité thermique; laisser refroidir à la température ambiante.

Le parafoudre a réussi l'essai si les critères de 7.6.6 sont satisfaits.

7.6.6 Pass criteria

The SPD has passed the test if any follow current is self-extinguished and thermal stability is achieved after each impulse of the operating duty test. Both the voltage and current records, together with a visual inspection, shall show no indication of puncture or flashover of the samples. Mechanical damage shall not occur during these tests.

One more impulse at I_n or U_{oc} shall be applied to the SPD while energized at U_c by means of a voltage source having a nominal current capability of at least 5 A. After this impulse, U_c remains applied and thermal stability shall be achieved within 30 min.

Once thermal stability is achieved, either:

- the current, which flows through the test sample, is measured. Its resistive component (measured at the crest of the sine wave) shall not exceed a value of 1 mA;

or

- the stand-by power consumption shall not increase by more than 20 % of the value measured in 7.7.5.

Following this complete test sequence and after the sample has cooled down to near ambient temperature, the measured limiting voltage test, which was made at the beginning of the test sequence, shall be repeated. The SPD has passed the test, if the values measured before and after the test are below or equal to U_p .

7.6.7 Class III operating duty test

For the operating duty test of class III SPDs, a power frequency voltage source according to 7.6.3 is used.

The combination wave generator is connected to the SPD via a coupling capacitor (see 7.1.4). The tolerance on waveform parameters as shown in Table 4 shall be met at the point where the SPD will be connected. The value of U_{oc} is declared by the manufacturer.

The SPD is preconditioned according to the test procedure of 7.6.4. For the purpose of this test, the nominal discharge current is replaced by values of U_{oc} .

The current impulse shall be initiated at the peak value of the corresponding half cycle and in the same polarity of the power frequency voltage.

The operating duty test is performed according to 7.6.5 using the combination wave generator with the following generator settings U_{oc} .

- a) One positive and one negative impulse at $0,1 U_{oc}$; check thermal stability; cool down to ambient temperature.
- b) One positive and one negative impulse at $0,25 U_{oc}$; check thermal stability; cool down to ambient temperature.
- c) One positive and one negative impulse at $0,50 U_{oc}$; check thermal stability; cool down to ambient temperature.
- d) One positive and one negative impulse at $0,75 U_{oc}$; check thermal stability; cool down to ambient temperature.
- e) One positive and one negative impulse at $1,0 U_{oc}$; check thermal stability; cool down to ambient temperature.

The SPD has passed the test if the criteria of 7.6.6 are fulfilled.

7.7 Déconnecteurs et sécurité des parafoudres sous contraintes

Ces essais sont applicables uniquement aux parafoudres utilisés dans les systèmes d'alimentation à courant alternatif. Les essais des parafoudres utilisés dans les systèmes d'alimentation à courant continu sont à l'étude.

Généralités

Les essais suivants doivent être effectués sur chaque parafoudre. Ces essais sont réalisés selon chaque mode de protection du parafoudre en utilisant un nouvel échantillon à chaque fois.

7.7.1 Essai de tenue des déconnecteurs des parafoudres

Le ou les déconnecteurs sont essayés lors des essais de fonctionnement en service (voir 7.6). Les déconnecteurs, comme spécifié par le fabricant, ne doivent pas fonctionner pendant l'essai et être opérationnels après cet essai.

Pour les besoins de ce paragraphe, «état de fonctionner» signifie qu'il n'y a aucun dommage visible du déconnecteur et qu'il est encore opérationnel. Le fonctionnement peut être vérifié soit manuellement (lorsque c'est possible), soit par un essai électrique simple après accord entre le constructeur et le laboratoire d'essais.

7.7.2 Essai de stabilité thermique des parafoudres

7.7.2.1 Essai de tenue en température ambiante

Le parafoudre est conservé dans une étuve chauffée à une température de $80\text{ °C} \pm 5\text{ K}$ pendant 24 h. Aucun déconnecteur ne doit fonctionner lors de cet essai.

7.7.2.2 Essai de stabilité thermique

Le présent essai n'est pas réalisé sur les parafoudres comportant uniquement des composants de coupure de tension.

Réglages d'essai

Le présent essai doit être réalisé pour chaque mode de protection; toutefois, si certains modes de protection comportent des circuits identiques, un seul essai peut être réalisé pour le mode de protection qui présente la configuration la plus vulnérable. La procédure d'essai donne deux dispositions différentes:

- Parafoudres comportant uniquement des composants à limitation de tension. Dans ce cas, la procédure a) de ce paragraphe s'applique.
- Parafoudres comportant à la fois des composants à limitation de tension et des composants de coupure de tension. Dans ce cas, la procédure b) suivante s'applique.

Préparation de l'échantillon

Tout composant de coupure de tension connecté en série avec un composant à limitation de tension doit être court-circuité par un fil de cuivre d'un diamètre tel que celui-ci ne fonde pas pendant l'essai.

Dans le cas de parafoudres comportant des composants non linéaires raccordés en parallèle, cet essai est à effectuer pour chaque boucle de courant du parafoudre en déconnectant/ interrompant toutes les boucles de courant restantes. Si des composants de même type et de paramètres identiques sont raccordés en parallèle, ils doivent être essayés comme une boucle de courant unique.

Le constructeur doit fournir les échantillons préparés selon les exigences ci-dessus.