

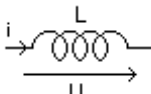
La règle des 50cm Commentaires techniques.

Avec l'incitation voire l'obligation d'installation des parafoudres, la C15-100 a exprimé, à partir de 2002 notamment, le besoin pour les parafoudres d'être raccordés aux installations d'une manière qui conserve l'efficacité à ce dernier. Ce besoin a été résumé, dans un but de simplicité, en une règle simple dite « règles des 50cm ». Le présent document a pour but de donner des informations sur le contexte normatif de cette problématique et des commentaires techniques sur le sujet.

Contexte technique

Lors du fonctionnement des parafoudres sur une impulsion conduite ou induite créée par la foudre, ceux-ci vont dévier très rapidement un courant impulsionnel. Ainsi l'onde de courant de foudre parcourant un câble est une variation de courant dans un conducteur ayant une inductance propre.

Dans le cas général on exprime la tension aux bornes d'une self inductance en fonction de la variation de courant la traversant :



The diagram shows a coil representing an inductor with inductance L. An arrow labeled 'i' indicates current entering the coil from the left. Below the coil, an arrow labeled 'U' indicates the voltage across the coil.

$$U = L \frac{di}{dt}$$

Pour les fils de câblages électrique des installations fixes, par convention on utilise une valeur de $1\mu\text{H}$ / mètre pour évaluer cette inductance. Ainsi si un parafoudre est connecté avec 1m de câble et qu'une onde générant 10kA avec le temps de montée défini usuellement comme étant représentatif des ondes de courant induites par la foudre, soit $\sim 10\mu\text{s}$, la tension ajoutée par le câblage en plus de la tension de protection assurée par le parafoudre sera de $10^{-6} \text{ (H)} \times 10^4 \text{ (A)} / 10^{-5} \text{ (s)} = 10^3 \text{ (V)}$ soit 1kV.

Les textes de normalisations tentent d'apporter une réponse à ce problème en formulant des règles de choix des parafoudres en fonction de la tension de protection U_p et des règles de câblage basées sur les fondamentaux de la Compatibilité Electro-Magnétique (CEM) dont la fameuse règle des 50cm.

Contexte normatif

La norme C15-100 indique :

534.1.3.4 Afin d'assurer une protection optimale contre les surtensions, les conducteurs de connexion du parafoudre doivent être aussi courts que possible (n'excédant pas de préférence 0,5 m au total).

534.1.4.3 Le parafoudre installé à l'origine d'une installation 230/400 V doit avoir un niveau maximal de protection U_p de 2,5 kV au courant nominal de décharge.

Dans le texte, cette règle n'a rien de restrictif et est une incitation à réduire les longueurs des câbles de connexion. L'obligation d'avoir des parafoudres avec un $U_p \leq 2.5\text{kV}$ aura son importance.

Le guide C15-443 précise cependant les choses,

7.4 Choix de U_p

U_p est le paramètre le plus important pour caractériser le parafoudre. Il indique le niveau de surtension aux bornes du parafoudre.

La détermination de U_c , U_T et I_n donne des limites au choix de la valeur U_p . En conséquence pour éviter des itérations successives U_p n'est fixé qu'après U_c , U_T et I_n .

Le niveau de protection (U_p) du parafoudre doit être coordonné à la tension de tenue aux chocs du matériel à protéger (voir article 2).

A l'origine d'une installation, la valeur maximale de U_p est de 2,5 kV. Si un matériel sensible est installé à moins de 30 m de canalisation de l'origine de l'installation, la valeur maximale de U_p est de 1,5 kV. Dans le cas de matériels installés à plus de 30 m de canalisation de l'origine de l'installation, voir le tableau 7.

Sans indiquer précisément quel sont les matériels sensibles et en introduisant des conditions liées au concept de coordination qui ne peut être commenté dans un document de quelques pages.

7.4.1 Choix de U_p en fonction de la tenue aux chocs du matériel

Pour assurer une protection efficace des matériels, les valeurs de U_p (définies par branches) doivent être inférieures à la valeur de tenue aux chocs des matériels à protéger.

Un parafoudre de niveau de protection U_p donné ne peut protéger un matériel de tenue aux chocs de valeur égale à U_p que s'il est installé directement à ses bornes, ce qui est rarement possible en pratique.

Il convient de prendre en compte les deux paramètres suivants :

- La distance entre le parafoudre et le matériel à protéger est un facteur important. Dans le pire des cas (voir annexe K), la surtension aux bornes du matériel peut atteindre 2 fois la valeur U_p du parafoudre.
- La longueur des liaisons entre le parafoudre et les conducteurs auquel il est connecté ainsi que le câblage ont aussi une influence sur la protection réelle procurée par le parafoudre (voir 7.4.2 et 8.2).

Des indications supplémentaires permettant de tenir compte de ces deux paramètres sont données dans les fiches techniques du constructeur.

En absence de ces indications, une marge de sécurité entre la tenue aux chocs des matériels et U_p est nécessaire et au moins égale à 20 % (CEI 61643-12).

A titre d'exemple, dans le cas d'un matériel de catégorie II (tenue aux chocs de 2,5 kV), on prendra une valeur U_p de 2 kV tout en respectant les règles de mise en œuvre (voir annexe K).

En cas d'impossibilité de respecter les règles 7.4.2, la marge devra être plus importante.

Ainsi, l'utilisation de parafoudres ayant une tension de protection la plus basse possible est toujours un avantage en terme d'efficacité de protection des équipements.

7.4.2 Influence des conditions d'installation sur la valeur U_p

La tension résiduelle (U) aux bornes de l'appareil à protéger, comme indiqué à la figure 6, est la somme de la tension U_p du parafoudre et des chutes de tension inductive des conducteurs de raccordement ($U_1 + U_2 + U_3$).

Il est indispensable que la longueur totale des conducteurs de raccordement L ($L_1 + L_2 + L_3$) soit aussi courte que possible et qu'elle n'excède pas 0,50 m.

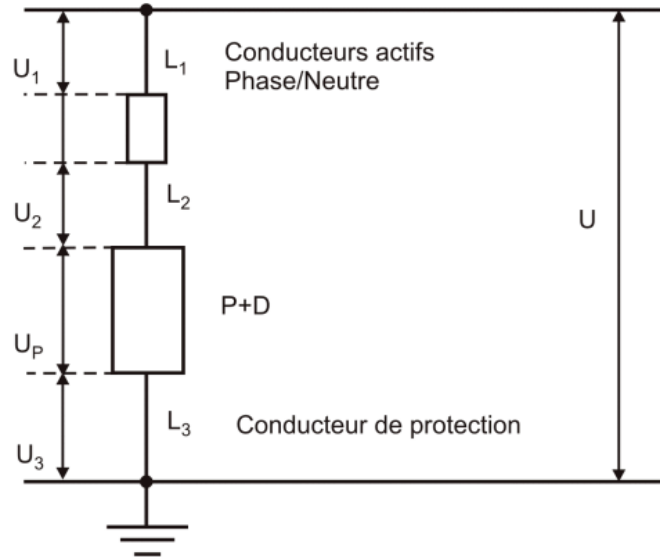


Figure 6 – Raccordement du parafoudre au réseau

Si cette longueur L ($L_1 + L_2 + L_3$) excède 0,50 m il est nécessaire :

- Soit de réduire cette longueur en déportant les bornes de raccordement (voir annexe H).
- Soit de sélectionner un parafoudre ayant un niveau U_p inférieur (pour mémoire, une longueur de câble rectiligne de 1 m parcouru par un courant de décharge de 10 kA (8/20) crée une tension d'environ 1000 Volts).
- ou d'installer un second parafoudre coordonné près de l'appareil à protéger afin d'adapter le niveau à la tenue aux chocs du matériel à protéger (voir annexe F).

Voir en annexe H les exemples pratiques d'installation de parafoudres dans un tableau électrique.

La valeur de 10kA de courant de crête correspond en outre à l'amplitude attendue pour les ondes de courant provoquées par un impact de foudre sur un service (i.e sur une ligne d'alimentation) pour un niveau de risque I ou II défini dans NF EN 62305-1. Cette valeur est de 5kA pour un niveau de protection III ou IV et elle est réduite de moitié si l'impact a lieu à proximité du service voire beaucoup moins si la foudre tombe « seulement » près du bâtiment. La valeur de 10kA représente donc un maximum théorique en tenant compte des probabilités considérées par la norme, notamment la NF EN 62305.

Le choix de la tension U_p du parafoudre doit aussi tenir compte des distances et de la coordination éventuelle des parafoudres.....pas simple.

NB : la tenue aux chocs ou la catégorie de tenue aux chocs de 2.5kV ou 1.5kV suivant le cas est définie suivant IEC60664-1 comme étant la tenue aux chocs de l'isolement entre les conducteurs actifs et la terre.

Il existe des situations où, dans l'existant, le respect absolu de la règle des 50cm impliquerait un recâblage partiel ou total du TGBT de certaines installations. Le coût d'une telle opération n'est pas envisageable par les exploitants qui acceptent généralement une diminution de l'efficacité du parafoudre.

Les autres textes traitant du problème n'ont pas de valeur normative (annexe D de NF EN 62305-4) ou ne sont pas aussi restrictifs dans leur formulation (IEC 61643-12 :2008).

Des principes de câblage sont proposés dans ces textes et peuvent être suivis pour la réalisation de nouvelles installations dans des tableaux neufs. Par exemple, installer les parafoudres proches du disjoncteur général et installer une barre de terre intermédiaire où arrive le câble de terre principal ou prolonger la barre de terre. On peut également utiliser le châssis métallique d'une armoire pour réduire l'inductance et ne pas prendre en compte ces distances pour le respect de la règle.

Il est important de noter qu'en dehors des cas où un paratonnerre est présent, la valeur de la terre et la longueur de câble de terre entre la barre de terre et la prise de terre elle-même ne sont pas considérées par les textes alors que ces paramètres peuvent avoir une grande importance dans l'efficacité de la protection.

Conclusion

Pour la gamme de parafoudre FUSADEE la tension de protection U_p est fixée à 0.8kV suivant une lecture textuelle de la norme, par rapport à un parafoudre ayant un U_p de 2.5kV, un FUSADEE peut permettre une protection équivalente même avec 1.7m de câble de connexion

NB : Cette valeur ne tient pas compte de la fin de vie en court-circuit du FUSADEE sur les forts courants qui réduit encore la tension aux bornes du parafoudre dans ce cas et autoriserait, en théorie, des connexions encore plus longues tout en respectant la règle énoncée dans la norme.

Dans le cas général et sur les mêmes bases de calcul que celle du guide (impulsion de 10kA avec front de montée de 10 μ s) on peut donc appliquer la règle suivante :

$$L = (2.5 - U_p)$$

Ainsi

- Un parafoudre Type 1 ou type 2 avec U_p 1.5kV permet une longueur de connexion de 1m.
- Un parafoudre Type 2 avec U_p 1.2kV permet une longueur de connexion de 1.3m
- Un parafoudre Type 2 avec U_p 0.8kV permet une longueur de connexion de 1.7m