



EREA
TRANSFORMERS

erea • energy • engineering



Dimensionnement de la protection de ligne d'un transformateur

Dimensionnement de la protection de ligne d'un transformateur

Lien entre courant d'enclenchement et protection de ligne

Lorsque l'on choisit la protection de ligne pour un transformateur, on sous-estime souvent le **courant d'enclenchement**. Lorsque le transformateur est mis sous tension, l'ensemble du noyau de fer doit être « magnétisé ». Pendant cette phase, qui ne dure qu'une fraction de seconde, le transformateur demandera au réseau électrique un pic de courant. Ce courant d'enclenchement peut être jusqu'à 25 fois plus élevé que le courant utilisé en fonctionnement normal, même lorsque le transformateur n'est pas en charge.

PROTECTION DE LIGNE : disjoncteur placé au début du câble pour le protéger contre les surintensités dues à une surcharge ou à un court-circuit.

Dans les **installations de petite taille**, par exemple le résidentiel, le fusible en tête d'installation détermine quels courants d'enclenchement peuvent être fournis. Quand on sélectionne un transformateur, il est dès lors essentiel de vérifier d'abord si l'installation est en mesure d'enclencher sans problème le transformateur en question. Si ce n'est pas le cas, **ERE** propose des **solutions** sous la forme de transformateurs à faible courant d'enclenchement et de limiteurs de courant d'enclenchement.

Dans les **applications industrielles**, où la capacité du réseau électrique est plutôt généreuse, cela pose rarement un problème. Ici, il est presque toujours possible de dimensionner de façon optimale la protection de ligne. Mais il reste bien entendu important d'accorder l'indispensable attention à ce point.

Ampleur du courant d'enclenchement

Celle-ci dépend d'un certain nombre de facteurs.

- **La taille du transformateur**

Il va de soi que le courant d'enclenchement augmente avec la taille du transfo. Le volume du noyau de fer devant être magnétisé sera en effet plus important.

- **L'induction de service du transformateur**

Ce paramètre de conception du transformateur détermine dans une très large mesure le poids, les dimensions, le courant à vide ainsi que le courant d'enclenchement. Nous devons donc chercher ici un compromis. Pour les transformateurs IRC, un faible courant d'enclenchement est plus déterminant que pour un transformateur industriel (p. ex. : gamme SPT ou ATT)

- **L'impédance du réseau électrique**

Plus l'impédance est élevée, plus le réseau va réduire le courant d'enclenchement. Si un bâtiment se trouve dans une région rurale, il est fort probable que l'électricité arrive par un câble de plusieurs kilomètres de long. L'impédance produite par ce câble va fortement limiter le courant d'enclenchement. Le risque de problèmes à l'enclenchement est donc ici relativement réduit. Dans un bâtiment industriel, par contre, le transfo est branché sur la cabine moyenne tension avec un câble court et de grande section. Le courant d'enclenchement sera alors maximal.

- **Le moment de l'enclenchement**

La tension instantanée du réseau électrique suit une courbe sinusoïdale. Le courant d'enclenchement est maximal lorsque l'enclenchement intervient exactement au passage du zéro de la tension du réseau. Le moment de l'enclenchement pouvant être chaque fois différent, il existe un facteur aléatoire. Il peut ainsi arriver que l'enclenchement se passe sans problème pendant des semaines, jusqu'au moment où l'enclenchement se fait exactement au passage du zéro du sinus.

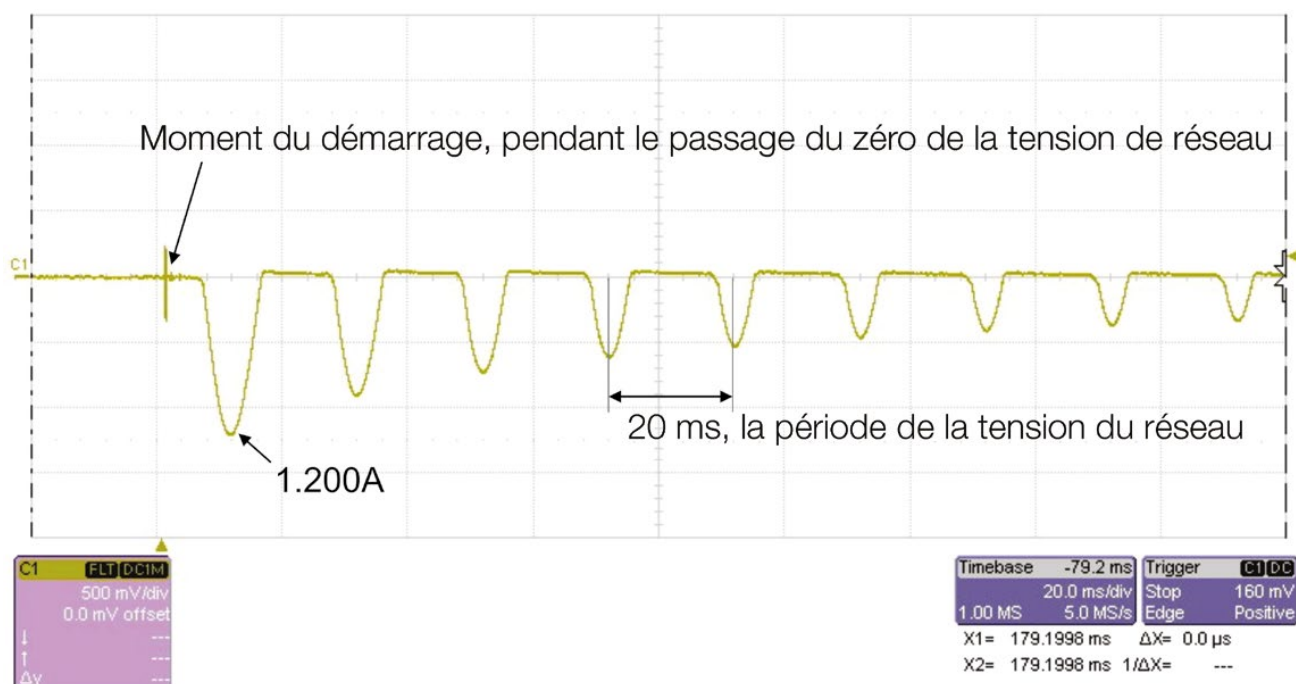
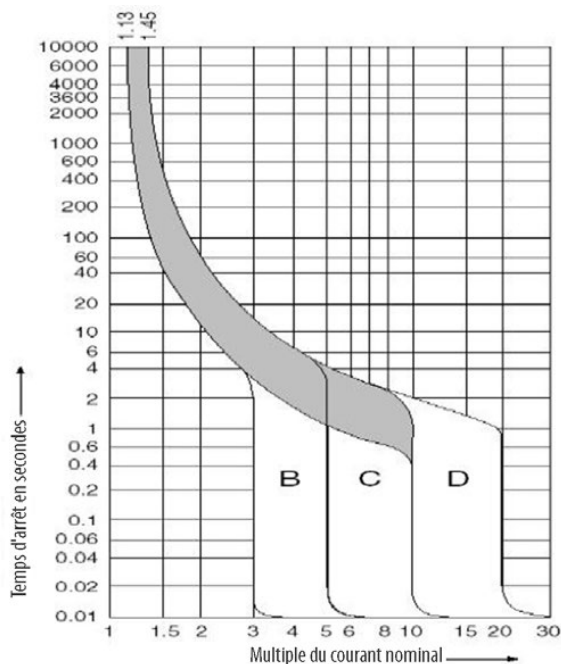


Figure 1 : Forme du courant lors de l'enclenchement d'un SPT 31500/BTE sur un réseau 400 V à quelques mètres d'une cabine moyenne tension. Le transformateur ne pourrait pas s'enclencher dans de plus mauvaises conditions. Le pic maximal de courant lors de l'enclenchement est alors pratiquement de 1 200 A, soit 25 x le courant primaire nominal de ce transfo.

Dimensionnement de la protection de ligne

Comme il est souvent difficile d'évaluer l'impédance réelle du réseau dans la pratique, on opte généralement pour la **sécurité**. Le transformateur est protégé au niveau primaire par un disjoncteur de courbe D pour des courants d'enclenchement importants ou par un fusible aM calibré à une valeur de courant de 1,5 à 2 fois le courant primaire nominal du transformateur.

Figure 2 : Caractéristiques des différents disjoncteurs de l'installation. Un disjoncteur D80 peut par exemple traiter des courants d'enclenchement de 1 200 A (15×80 A). Le disjoncteur D80 suffit donc pour la situation illustrée à la figure 1.



Même si les disjoncteurs de courbe D (disjoncteur plus lent) ou fusibles aM sont préférables, il est également possible d'opter pour un **disjoncteur de courbe C** (disjoncteur plus rapide) **ou un fusible gG**. Ces derniers présentent un rapport plus petit entre le courant de pointe autorisé et le courant nominal. Pour pouvoir enclencher à chaque fois sans problème le transformateur, le courant nominal du fusible devra être plus élevé. Par conséquent, la section du câble d'alimentation du transfo devra être plus importante, d'une part, et la protection de ligne surdimensionnée offrira une protection moins efficace contre les surcharges, d'autre part. En outre, le risque existe qu'en raison de la valeur nominale plus élevée du fusible, le réseau devra peut-être être renforcé.

Le **transformateur** influence uniquement le choix du courant et de la courbe du fusible utilisé comme protection de ligne. D'autres paramètres, comme le courant de court-circuit du disjoncteur et le dimensionnement d'un dispositif à courant différentiel résiduel adapté, ne sont pas déterminés par les propriétés du transfo, mais comme dans n'importe quel autre circuit.

Notre documentation technique et notre site web mentionnent un **fusible recommandé pour chaque transfo standard**. Ces valeurs ont été calculées pour permettre à un transformateur de s'enclencher à chaque fois sans problème. Pour les applications critiques, souvent industrielles où le réseau d'électricité est très rigide (impédance du réseau faible), on choisira de préférence un disjoncteur de courbe D (ou un fusible aM). Dans des conditions moins défavorables, on pourra opter pour un disjoncteur de courbe C ou un fusible gG.

Dans certains cas, l'utilisation des disjoncteurs préconisés n'est **pas possible dans une installation donnée**, par exemple dans une habitation où le disjoncteur en tête d'installation est déjà plus sensible que le disjoncteur préconisé pour le transformateur.

La solution la plus simple consiste à opter pour **le fusible le plus élevé possible**. Si l'impédance du réseau est moyenne ou élevée, il est possible que le disjoncteur ne saute pas ou seulement de façon sporadique. Gardez à l'esprit que le courant d'enclenchement se produit à chaque fois au moment de l'enclenchement. Le risque de coupure existe uniquement en cas d'interruption occasionnelle de la tension de réseau une fois que le transformateur est constamment sous tension. Mais il va de soi qu'en raison de cette incertitude, cette solution de secours est loin d'être optimale.

Transformateurs à faible courant d'enclenchement



Pour construire une installation plus fiable, EREA propose différentes solutions spécifiques.

1. Transformateurs à faible courant d'enclenchement

Une solution fiable consiste à opter pour un **transformateur à faible courant d'enclenchement**. Avec ce type de transformateur, le noyau est moins magnétisé (on parle alors de « transformateur à faible induction »). Ces transformateurs présentent intrinsèquement déjà un courant d'enclenchement plus faible et peuvent être protégés par un disjoncteur de courbe C qui ne doit pas être surdimensionné. Mais, pour transmettre la même puissance, le noyau magnétique et/ou par conséquent le bobinage sont malheureusement plus importants. Ces transformateurs sont dès lors plus grands et plus chers que les transformateurs standard.

ERE A propose actuellement 2 gammes de transformateurs IRC. Ces deux gammes de transformateurs ont été conçues pour une application spécifique, mais elles peuvent être mises en œuvre universellement :

- Les séries standard EC et ECT d'ERE A comprennent actuellement **3 transformateurs (EC) à faible courant d'enclenchement monophasés** et **3 modèles triphasés (ECT)**. La gamme de puissance de ces transformateurs est essentiellement adaptée au chargement de véhicules électriques.
- Dans la gamme standard PVT, EREA propose une dizaine **de transformateurs triphasés (PVT)**. Ceux-ci vont de 6 kVA à 70 kVA et sont essentiellement destinés à être utilisés pour coupler les onduleurs des installations photovoltaïques ou des pompes à chaleur.

Trouvez sans problème pour chaque projet le transformateur parfait. Grâce à nos cartes de sélection rapide, vous trouvez en un rien de temps ce dont vous avez besoin !

Vous avez besoin d'un transformateur à faible courant d'enclenchement pour votre installation de borne de recharge ?
[Téléchargez la carte de sélection rapide](#) qui vous guide sans problème vers le bon produit.



Vous avez besoin d'un transfo à faible courant d'enclenchement pour votre installation de panneaux solaires ou votre pompe à chaleur?
[Cette carte de sélection rapide](#) vous guide vers la solution de transformateur adaptée.



Une variante à faible courant d'enclenchement de **chaque transformateur** peut être réalisée à la demande.

Un certain nombre de transformateurs à faible courant d'enclenchement sont disponibles en version standard pour le chargement de voitures électriques. Cliquez pour plus d'infos sur notre site web.

Monophasé

Triphasé

2. Limiteurs de courant d'enclenchement (IRC).

Une solution alternative consiste à choisir un limiteur de courant d'enclenchement.



Nous disposons à cette fin de [limiteurs de courant d'enclenchement \(ou IRC pour inrush current limiters\)](#). Ces appareils sont placés en amont du transformateur. Ils permettent une brève augmentation de l'impédance de la ligne pendant l'enclenchement. De ce fait, la magnétisation du noyau est plus calme. Ils peuvent être utilisés avec des transformateurs présentant un courant nominal primaire jusqu'à 25 A. Pour les transformateurs triphasés, on prévoit 3 IRC.

Schéma de câblage transformateur monophasé

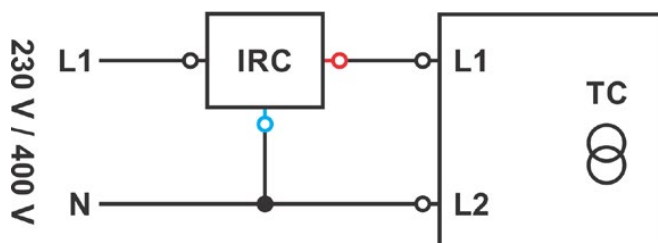


Figure 3 : Schéma électrique d'un limiteur de courant d'enclenchement pour transformateur monophasé.

Schéma de câblage pour transformateur triphasé

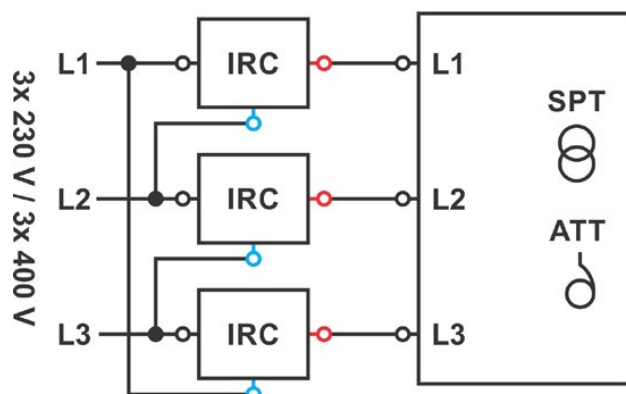


Figure 4 : Schéma électrique d'un limiteur de courant d'enclenchement pour un transformateur triphasé alimenté depuis un réseau 3 x 230 V ou 3 x 400 V sans neutre.

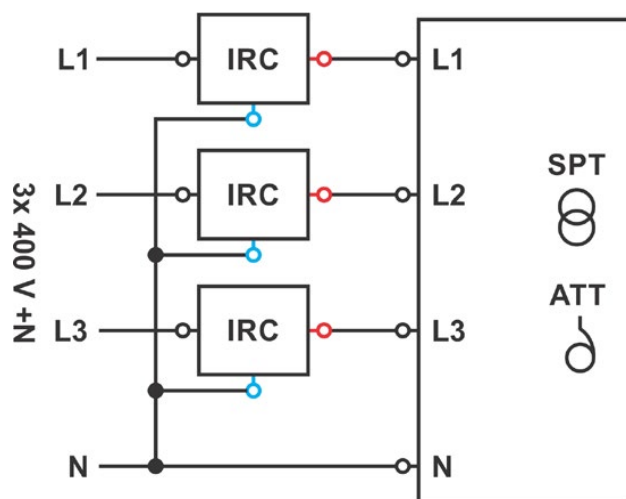


Figure 5 : Schéma électrique d'un limiteur de courant d'enclenchement pour un transformateur triphasé alimenté depuis un réseau 3 x 400 V avec neutre.



ERE
TRANSFORMERS

erea • energy • engineering

Vous souhaitez un conseil lors de l'élaboration de votre
projet ?

Nos collaborateurs motivés et expérimentés
sont là pour vous aider.

ERE Energy Engineering

Ruggeveldstraat 1
2110 Wijnegem
BELGIQUE

tél. : + 32 3 355 16 00

fax : + 32 3 355 16 01

www.erea.be

Transforming

since 1933