

## FUSIBLES EN SERIE

1. TENSION NOMINALE DE DEUX (OU PLUS) FUSIBLES EN SERIE
2. COURANT NOMINAL
3. I<sup>2</sup>t DE DEUX FUSIBLES EN SERIE
  - 3.1. I<sup>2</sup>t des fusibles lorsqu'ils interrompent un court circuit: cas 1
  - 3.2. I<sup>2</sup>t des fusibles lorsqu'ils interrompent un court circuit: cas 2
  - 3.3. Exemple de calcul

## 1. TENSION NOMINALE DE DEUX (OU PLUS) FUSIBLES EN SERIE

Dans de nombreuses applications deux fusibles en série sont sollicités lorsqu'un défaut se produit. Mais ils ne se partagent pas toujours parfaitement la tension du circuit de défaut. Le partage parfait de la tension dépend du circuit et de l'amplitude du courant de défaut.

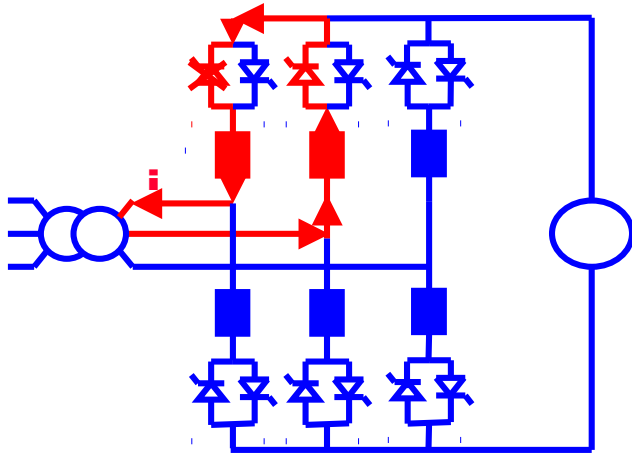


Figure 1 : défaut interne à l'intérieur d'un pont triphasé

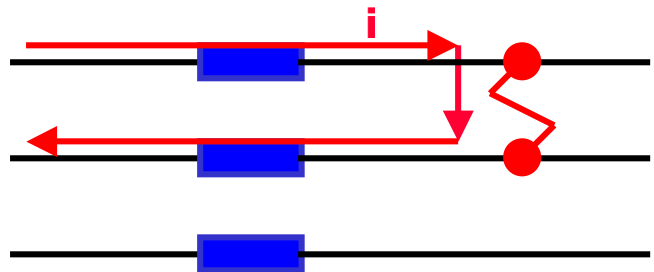


Figure 2 : défaut entre phases dans un départ triphasé

Lorsque le fusible a besoin de plus que 10 millisecondes pour fondre il y a deux possibilités:

- Un seul fusible fond (car le temps de préarc est très long): ce fusible verra la pleine tension du circuit et doit donc avoir une tension nominale correspondante à cette valeur.
- Un fusible fond plusieurs millisecondes avant le deuxième fusible: étant donné que la durée de l'arc à l'intérieur du fusible est typiquement 5 millisecondes, le fusible qui a fondu le premier supportera la plus grande partie de l'énergie de coupure et pourra exploser ou laisser s'échapper des gaz ionisés.

**Conclusion: la tension maximum de fonctionnement de chaque fusible devra être égale ou supérieure à la tension maximum du circuit.**

## 2. COURANT NOMINAL

Lorsque deux fusibles sont en série le courant nominal de l'ensemble est simplement le courant nominal de chaque fusible. Cependant si deux fusibles sont intentionnellement montés en série (de façon à réduire le  $I^2t$ ) un déclassement est peut être nécessaire si il y a une barre en cuivre très courte entre les deux fusibles comme c'est le cas dans la figure 3.

Le coefficient correcteur dépendra du type de fusible: c'est le coefficient C1 avec une valeur spéciale.

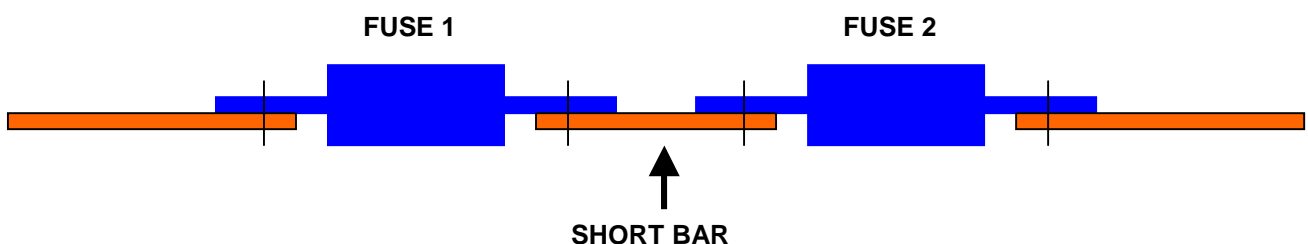


Figure 3 : deux fusibles en série connectés l'un près de l'autre

### 3. I<sup>2</sup>t DE DEUX FUSIBLES EN SERIE

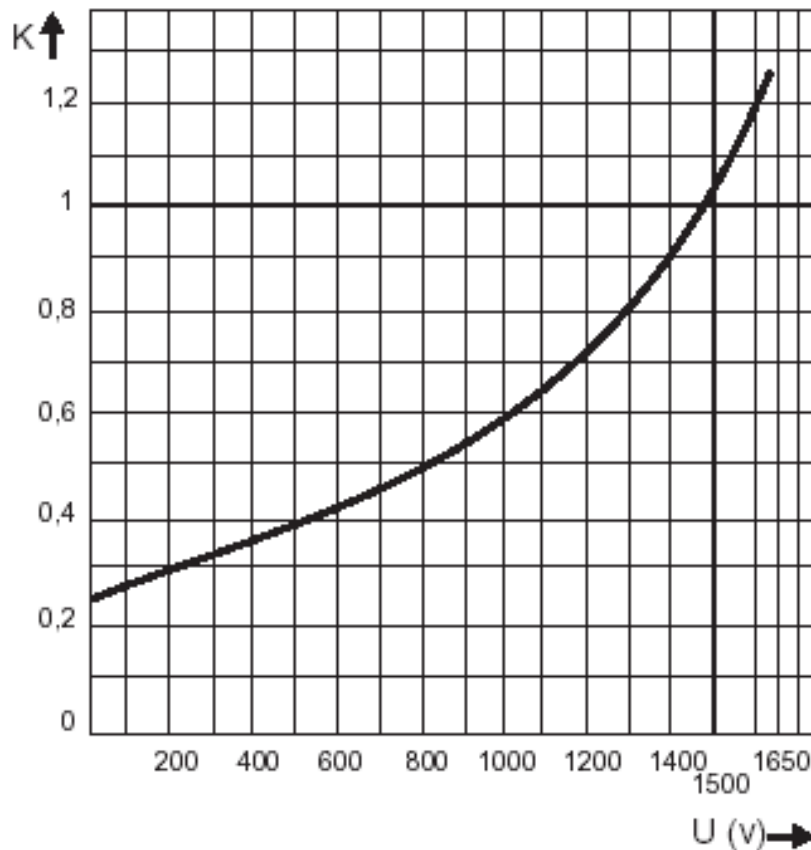
Le I<sup>2</sup>t total d'un fusible est un paramètre essentiel qui permet de vérifier la protection de la jonction du semi-conducteur (physiquement la pastille de silicium), ou la protection du boîtier du semi-conducteur (pour éviter l'explosion du boîtier). En outre le I<sup>2</sup>t permet de vérifier la sélectivité entre fusibles.

Lorsque l'on doit protéger des semi-conducteurs le I<sup>2</sup>t total est pris en considération si le temps de préarc est inférieur à 10 millisecondes. Le courant de défaut est alors suffisamment grand pour que deux fusibles identiques fondent simultanément (ou presque). Chaque fusible fonctionne sous une tension beaucoup plus petite que la tension du circuit. Donc le courant va décroître plus rapidement et le I<sup>2</sup>t de deux fusibles en série est plus petit que le I<sup>2</sup>t d'un seul fusible.

La courbe  $K = f(U)$  permet de calculer le I<sup>2</sup>t d'un fusible pour des tensions plus basses que la tension nominale du fusible (figure 4).

## I<sup>2</sup>t corrective K factor

### URF/URG/URK



**U:** R.M.S. working voltage V

**K:** I<sup>2</sup>t corrective coefficient versus U

Figure 4 : courbe  $K = f(U)$  des fusibles 1500 V URF, URG et URK

### 3.1. I<sup>2</sup>t des fusibles lorsqu'ils interrompent un court circuit: cas 1

Lorsqu'un fusible protège un convertisseur statique triphasé, comme sur la figure 5, le court circuit commence avec les phases 1 et 2 mais peut finir avec les phases 1 et 3 à cause de la commutation des semi-conducteurs. Donc le courant de court circuit circule partiellement dans les fusibles F2 et F3 mais toujours dans le fusible F1. Ainsi le temps de préarc du fusible F1 est légèrement plus petit que le temps de préarc de F2 ou F3. dans ce cas le I<sup>2</sup>t est calculé pour 65% de la tension maximum entre phases (voir exemple du §3.3.).

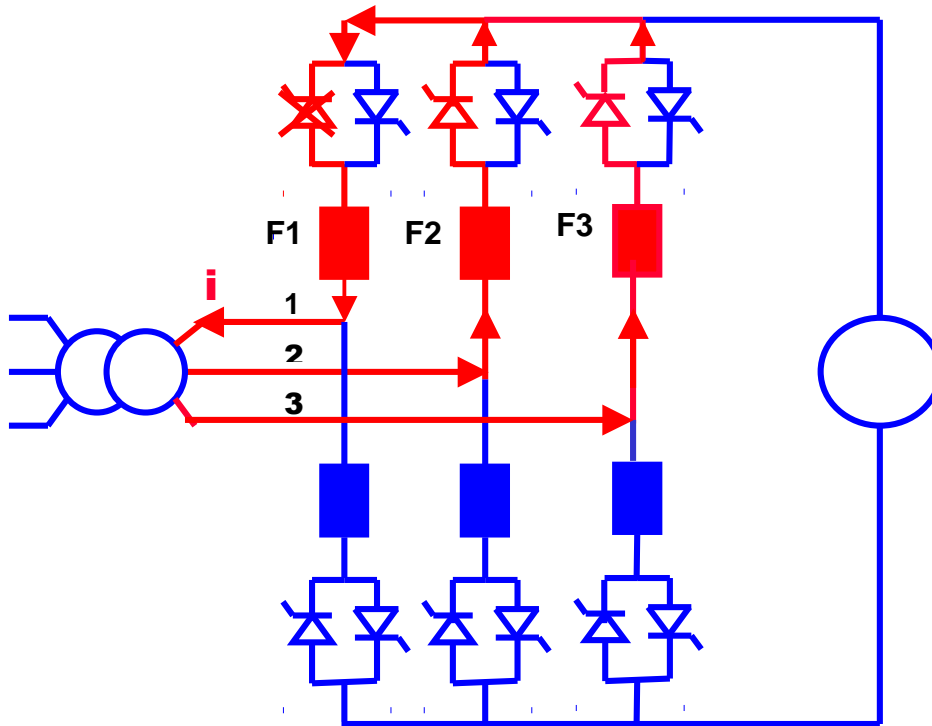


Figure 5 :

### 3.2. I<sup>2</sup>t des fusibles lorsqu'ils interrompent un court circuit: cas 2

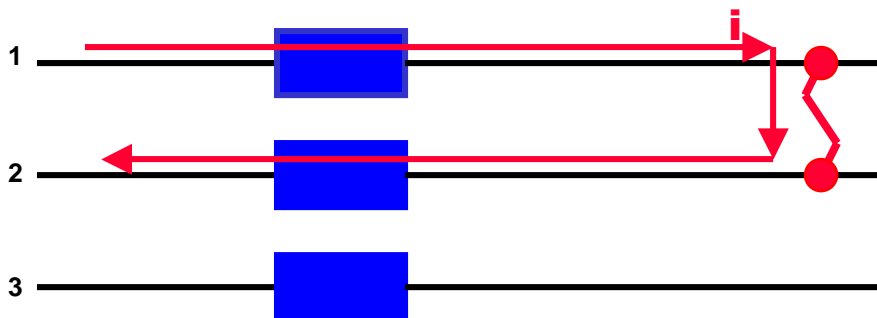


Figure 6

Dans ce cas le courant de court circuit circule dans les phases 1 et 2 jusqu'à la fin (figure 6).

- Par conséquent le I<sup>2</sup>t peut être calculé en considérant que le fusible verra seulement **55%** de la tension entre phases si le temps de préarc est inférieur à 5 ms
- Si nécessaire et si le temps de préarc est inférieur à 1 milliseconde le I<sup>2</sup>t peut être calculé pour **50 %** de la tension entre phases.
- En cas de doute sur le temps de préarc le i<sup>2</sup>t sera calculé en considérant que le fusible verra seulement **65%** de la tension entre phases, comme dans le §3.1.

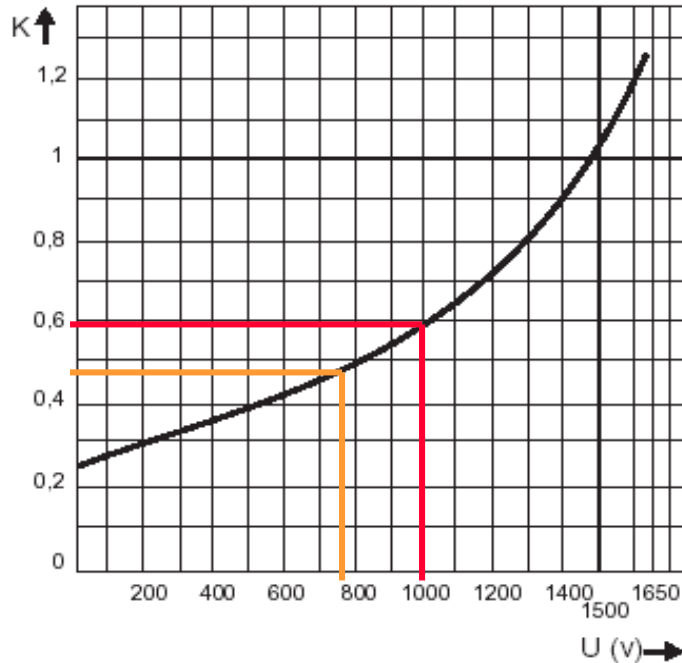
### 3.3. exemple de calcul

Fusible: 1500 V URH 630 A

Condition d'utilisation: le fusible fonctionne dans un circuit alimenté sous 1400 V + 10% i.e. 1540 V maximum

#### I<sup>2</sup>t corrective K factor

#### URF/URG/URK



**U:** R.M.S. working voltage V  
**K:** I<sup>2</sup>t corrective coefficient versus U

Figure 7 : courbe  $K = f(U)$  des fusibles 1500 V URF, URG et URK

Le courant de court circuit est tel que le temps de préarc des fusibles est seulement 1 milliseconde.

Le I<sup>2</sup>t du fusible sous 1500 V est 1 570 000 A<sup>2</sup>S

- Lorsque le fusible protège un pont triphasé le I<sup>2</sup>t du fusible est calculé pour :

$$U = 1540 \times 0.65 = 1000V$$

La courbe indique  $k = 0.59$  (voir figure 7), donc le I<sup>2</sup>t du fusible est:

$$1\,570\,000 \times 0.59 = 926\,300\text{ A}^2\text{S} \quad \text{i.e. } 926\,000\text{ A}^2\text{s}$$

- Lorsque le fusible protège un circuit triphasé sans convertisseur statique le I<sup>2</sup>t du fusible est calculé sous:

$$U = 1540 \times 0.50 = 770\text{ V}$$

La courbe indique  $k = 0.47$  (voir figure 7) , donc le I<sup>2</sup>t du fusible est:

$$1\,570\,000 \times 0.47 = 737\,900\text{ A}^2\text{S} \quad \text{i.e. } 738\,000\text{ A}^2\text{S}$$