



CONFÉDÉRATION SUISSE

OFFICE FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

⑪ CH 656 008 A5

⑤① Int. Cl.4: G 01 R 31/32  
G 01 R 15/10**Brevet d'invention délivré pour la Suisse et le Liechtenstein**

Traité sur les brevets, du 22 décembre 1978, entre la Suisse et le Liechtenstein

## ⑫ FASCICULE DU BREVET A5

②① Numéro de la demande: 1230/84

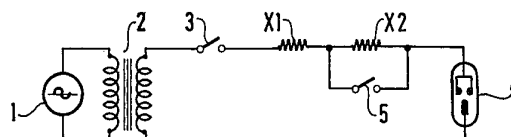
②② Date de dépôt: 12.03.1984

③⑩ Priorité(s): 23.03.1983 FR 83 04747

②④ Brevet délivré le: 30.05.1986

④⑤ Fascicule du brevet  
publié le: 30.05.1986⑦③ Titulaire(s):  
ALSTHOM-ATLANTIQUE, Paris Cedex 16 (FR)⑦② Inventeur(s):  
Pham, Van Doan, Meyzieu (FR)  
Dufournet, Denis, Villeurbanne (FR)⑦④ Mandataire:  
CGE Alsthom (Suisse) S.A., Rüschlikon⑤④ **Circuit électrique d'essai permettant de simuler, sur une période, un courant à 60Hz avec une source de courant à 50Hz et utilisation de ce circuit.**

⑤⑦ Le circuit électrique d'essai permet de simuler, sur une période, un courant  $I_{60}$  à 60Hz avec une source de courant à 50 Hz délivrant une tension  $v$  pour l'essai du pouvoir de coupure d'un disjoncteur (4) destiné à un réseau à 60 Hz comprenant en série, aux bornes de ladite source, un premier enclencheur (3), une première réactance  $X_1$  et ledit disjoncteur (4) à essayer, caractérisé en ce que une seconde réactance  $X_2$ , de valeur réglable, est disposée en série dans le circuit, un deuxième enclencheur (5) étant branché en parallèle aux bornes de ladite seconde réactance  $X_2$ . L'utilisation du circuit dans lequel on ferme le premier enclencheur (3) avec un décalage  $\Delta\varphi = -035$  radian par rapport à un extremum de la tension permet de simuler un courant symétrique à 60 Hz.



## REVENDECATIONS

1. Circuit électrique d'essai permettant de simuler, sur une période, un courant  $I_{60}$  à 60 Hz avec une source de courant à 50 Hz délivrant une tension  $\cup$  pour l'essai du pouvoir de coupure d'un disjoncteur (4) destiné à un réseau à 60 Hz comprenant en série, aux bornes de ladite source, un premier enclencheur (3), une première réactance  $X_1$  et ledit disjoncteur (4) à essayer, caractérisé en ce qu'une seconde réactance  $X_2$ , de valeur réglable, est disposée en série dans le circuit, un deuxième enclencheur (5) étant branché en parallèle aux bornes de ladite seconde réactance  $X_2$ .

2. Circuit électrique selon la revendication 1, caractérisé en ce que  $X_2 = X_1 = \frac{\cup}{1,41 I_{60}}$  pour des essais de coupure de courants symétriques.

3. Circuit électrique selon la revendication 1, caractérisé en ce que  $X_1 = 0,78 \frac{\cup}{I_{60}}$  pour des essais de coupure de courants asymétriques.

4. Utilisation du circuit selon la revendication 1 pour l'essai du pouvoir de coupure d'un disjoncteur.

5. Utilisation selon la revendication 4 du circuit électrique selon la revendication 2, caractérisée en ce que l'on ferme ledit premier enclencheur (3) avec un décalage  $\Delta\phi = -0,35$  radian par rapport à un extrémum de la tension  $\cup$ , permettant de simuler un dit courant  $I_{60}$  symétrique.

6. Utilisation selon la revendication 4 du circuit électrique selon la revendication 3, caractérisée en ce que l'on ferme ledit premier enclencheur (3) avec un décalage  $\Delta\phi$ , par rapport à un extrémum de la tension  $\cup$ , déterminé selon le pourcentage d'asymétrie désiré de l'essai, par la courbe de la figure 4, la valeur correspondante de  $\frac{X_2}{X_1}$  étant déterminée par la courbe correspondante de cette même figure.

La présente invention concerne un circuit électrique d'essai permettant de simuler, lors d'un essai de coupure de courant de défaut par un disjoncteur, les caractéristiques d'une onde de courant à 60 Hz avec une source de courant à 50 Hz.

En effet, lorsque l'on veut essayer, en Europe, des disjoncteurs destinés à être insérés dans des réseaux à 60 Hz, on est obligé de recourir à des artifices, car la plupart des stations d'essais européennes de grande puissance ne sont équipées que d'alternateurs ou de circuits d'essais à 50 Hz.

Or, pour vérifier le pouvoir de coupure des disjoncteurs à 60 Hz, surtout pour les disjoncteurs autopneumatiques à SF<sub>6</sub> qui utilisent en partie l'énergie de l'arc dans le processus de coupure, il est nécessaire de pouvoir simuler l'onde de courant à 60 Hz, sa durée d'arc, son  $\frac{di}{dt}$  maximal et son énergie afin de reproduire l'effet de bouchage dû à l'arc.

Pour un courant d'amplitude donnée, dans le cas d'une fréquence de 60 Hz, comparée à une fréquence de 50 Hz, l'énergie de l'arc est plus faible, car la durée d'une alternance n'est que de 8,33 ms au lieu de 10 ms, mais la pente de courant à son passage par zéro est plus raide de 20%.

Le brevet suisse 629 897 décrit un dispositif pour l'essai du pouvoir de coupure d'un disjoncteur haute tension prévu pour fonctionner à 60 Hz avec une source de courant à 50 Hz. Le dispositif comprend en parallèle sur le disjoncteur à essayer un circuit comprenant en série une résistance ohmique, un éclateur et un condensateur. Cependant, la solution proposée est limitée au courant symétrique à 60 Hz avec un temps d'arc de 8 à 9 ms environ.

La présente invention a pour but de réaliser un circuit plus simple sans éclateur et d'application plus générale permettant de faire des essais de coupure de disjoncteurs avec une source de courant à 50 Hz en simulant, sur une période, les caractéristiques d'une onde de courant à 60 Hz, en simulation de courant symétrique et asymétrique avec des temps d'arc valables pour une période correspondant à 60 Hz, c'est-à-dire 1,66 ms.

La présente invention a donc pour objet un circuit électrique d'essais permettant de simuler, sur une période, un courant à 60 Hz avec une source de courant à 50 Hz pour l'essai du pouvoir de coupure d'un disjoncteur destiné à un réseau à 60 Hz comprenant en série, aux bornes de ladite source, un premier enclencheur, une première réactance et ledit disjoncteur à essayer, caractérisé en ce qu'une seconde réactance, de valeur réglable, est disposée en série dans le circuit, un deuxième enclencheur étant branché en parallèle aux bornes de ladite seconde réactance.

L'invention sera bien comprise à la lumière de la description d'un exemple de réalisation de l'invention, faite ci-après en regard du dessin annexé dans lequel:

La figure 1 montre un circuit électrique d'essais selon l'invention.

La figure 2 donne une représentation graphique d'une onde de courant pouvant être obtenue par le circuit de la figure 1 lors d'un essai avec simulation de courant symétrique à 60 Hz.

La figure 3 est l'équivalent de la figure 2, mais pour un essai en simulation de courant asymétrique à 60 Hz.

La figure 4 donne des valeurs du déphasage  $\Delta\phi$  et du rapport des valeurs de la seconde réactance à la première en fonction du pourcentage d'asymétrie.

Le circuit d'essai de la figure 1 comprend en série, sur une alimentation comprenant un alternateur 1 à 50 Hz et un transformateur 2 dont le secondaire fournit une tension  $\cup$ , un premier enclencheur 3, une première réactance  $X_1$ , une deuxième réactance  $X_2$  et un disjoncteur 4 à essayer. En parallèle, aux bornes de la réactance  $X_2$  est branché un deuxième enclencheur 5.

Le fonctionnement est le suivant:

#### 1. Cas d'un essai en simulation de courant symétrique à 60 Hz.

Le disjoncteur 4 est fermé. Les enclencheurs 3 et 5 sont ouverts et la tension est  $\cup$  aux bornes du secondaire du transformateur 2.

Sur la figure 2, on a représenté en trait interrompu la tension délivrée par le transformateur.

On ferme l'enclencheur 3 au temps  $t_0$  correspondant à un décalage  $\Delta\phi = 0,35$  radian, soit  $\approx 20^\circ$  par rapport à un extrémum de la tension  $\cup$ . On obtient ainsi un courant  $I_1$  à 50 Hz asymétrique dont la deuxième alternance  $t_3 - t_2$  dure 8,33 ms correspondant à la durée d'une alternance d'un courant symétrique à 60 Hz, la première alternance  $t_2 - t_0$  durant 11,67 ms.

A l'instant  $t_1$  par exemple, correspondant à 16,66 ms avant  $t_3$ , c'est-à-dire à la durée d'une période d'un courant à 60 Hz, les contacts du disjoncteur 4 se séparent. Le courant  $I_1$ , qui passait de  $t_0$  à  $t_1$  dans les doigts des contacts fermés du disjoncteur 4, passe maintenant, à partir de  $t_1$  (point A), dans l'arc qui s'établit entre les contacts ouverts du disjoncteur.

On ferme l'enclencheur 5 pour qu'à l'instant  $t_2$  du passage du courant  $I_1$  à zéro, la réactance  $X_2$  soit shuntée par l'enclencheur 5; le courant, dans la seconde alternance  $t_3 - t_2$ , prend alors la valeur  $I_2$  donnée par la seule réactance  $X_1$  en supposant qu'il n'y a pas coupure du courant à l'instant  $t_2$ .

L'extinction de l'arc du disjoncteur s'effectue à l'instant  $t_3$ .

La partie de la courbe  $I_1$  située entre  $t_2$  et  $t_3$  représente la suite du courant  $I_1$  de la première alternance si on n'avait pas fermé l'enclencheur 5.

La courbe  $I_3$  entre  $t_1$  et  $t_2$  représente une alternance d'un vrai courant symétrique à 60 Hz.

Le courant qui passe réellement dans le circuit est donc représenté par le courant  $I_1$  entre  $t_0$  et  $t_2$  et par  $I_2$  entre  $t_2$  et  $t_3$ . On a représenté en trait plus épais ce courant, de  $t_1$  à  $t_3$ , période où ce courant passe par l'arc établi entre les contacts du disjoncteur.

Pour obtenir deux alternances du courant d'arc  $t_2 - t_1$  et  $t_3 - t_2$  caractérisées par la même énergie des alternances correspondant à un courant à 60 Hz (courbes  $I_3$  et  $I_2$ ) avec 8,33 ms pour chaque alternance, les calculs montrent qu'on doit avoir

$X_1 = X_2 = \frac{U}{1,41 I_{60}}$  dans laquelle  $I_{60}$  représente la valeur efficace du courant à 60 Hz que l'on veut simuler et  $U$  la valeur efficace de la tension.

Au point  $t_3$ , la tension rétablie est donnée par l'équation:

$$U_3 = \sqrt{2} \cos(100 \pi t_3 - 0,35 \text{ rd})$$

Pour obtenir une tension rétablie correcte, ainsi que son régime transitoire, on peut augmenter  $U$  et  $X_1$  dans le même rapport. En cas d'insuffisance de puissance électrique pour obtenir la tension et le courant en essai direct, les essais synthétiques de coupure par injection de courant ou de tension à l'instant  $t_3$  sont possibles par exemple selon les règlements de la Commission électrotechnique internationale (CEI).

## 2. Cas d'un essai en simulation du courant asymétrique à 60 Hz.

On ferme l'enclencheur 3 au temps  $t_0$ . Ce temps  $t_0$  est choisi par rapport à un extrémum de la courbe de tension  $U$  en fonction de l'asymétrie désirée de l'essai.

Dans le cas de la figure 3, où l'on a simulé un courant  $I_{60}$  asymétrique à 60 Hz ayant un taux d'asymétrie de 50%, le décalage  $\Delta\phi$  entre un extrémum de la courbe de la tension  $U$  et le temps  $t_0$  de fermeture de l'enclencheur 3 est de + 0,2 radian pour un circuit ayant une constante de temps de 60 ms.

La figure 4 donne une courbe  $\Delta\phi$  de ce décalage en fonction du taux d'asymétrie désiré.

On voit sur cette courbe qu'un décalage  $\Delta\phi$  de 0,2 radian donne une asymétrie de 50%. L'onde de courant asymétrique commence par une petite onde suivie d'une grande onde.

On ferme donc l'enclencheur 3 pour qu'en  $t_0$  le courant s'établisse et prenne la valeur  $I_1$  (figure 3). En  $t_1$ , 16,66 ms avant  $t_3$ , les contacts du disjoncteur 4 se séparant, le courant  $I_1$  passe alors dans l'arc qui se produit entre les contacts. En  $t_2$ , au moment du passage par zéro du courant, l'enclencheur 5 shunte la réactance  $X_2$ . Le courant prend alors la valeur  $I_2$ . L'extinction de l'arc intervient à l'instant  $t_3$ .

L'exemple représenté figure 3 montre la coupure du disjoncteur après une petite onde suivie d'une grande onde de courant; c'est le cas le plus contraignant pour le disjoncteur.

Les calculs donnent  $X_1 = 0,78 \frac{U}{I_{60}}$ ,  $U$  étant la valeur efficace de la tension et  $I_{60}$  la valeur efficace du courant à 60 Hz que l'on veut simuler.

La valeur de  $X_2$  est donnée en fonction de  $X_1$  par la courbe de la figure 4. Dans le cas d'une asymétrie de 50% telle que représentée sur la figure 3, la figure 4 donne  $\frac{X_2}{X_1} = 1,4$ , d'où  $X_2 = 1,4 X_1$ .

Au point  $t_3$ , la tension rétablie est donnée par l'équation

$$U_3 = U \sqrt{2} \cos(100 \pi t_3 + 0,20)$$

la valeur 0,20 étant le décalage en radians.

Comme dans le cas de coupure de courant symétrique, l'utilisation de la méthode d'essai synthétique à l'instant  $t_3$  est possible selon les règlements de la CEI.

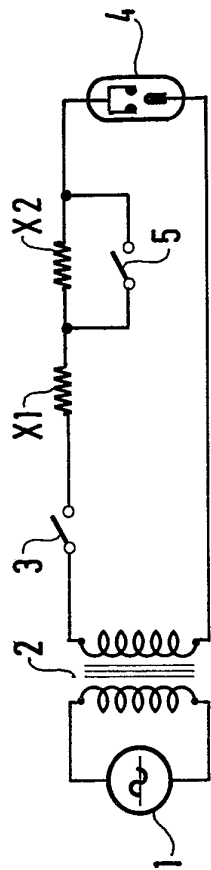


FIG. 1

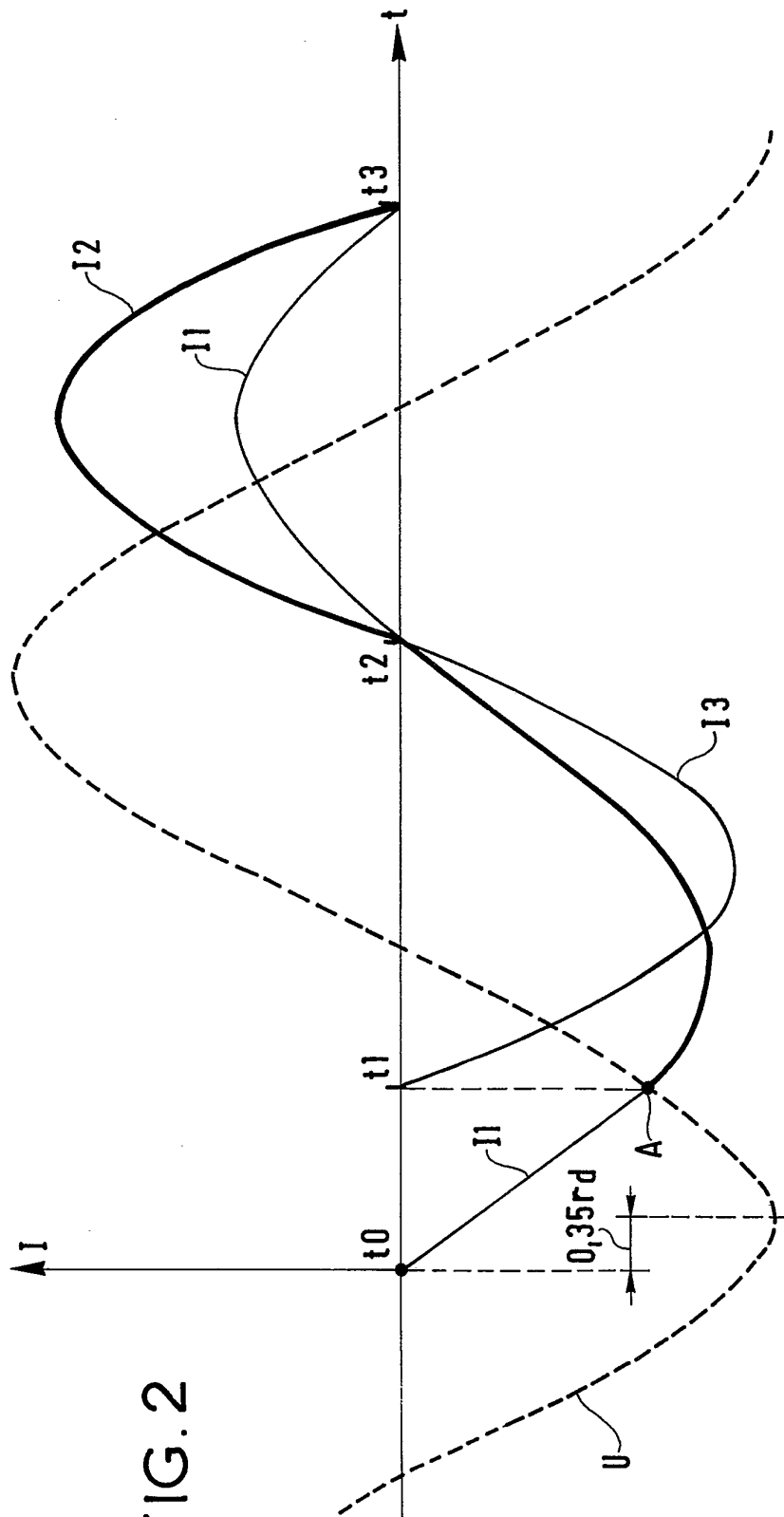


FIG. 2

FIG.3

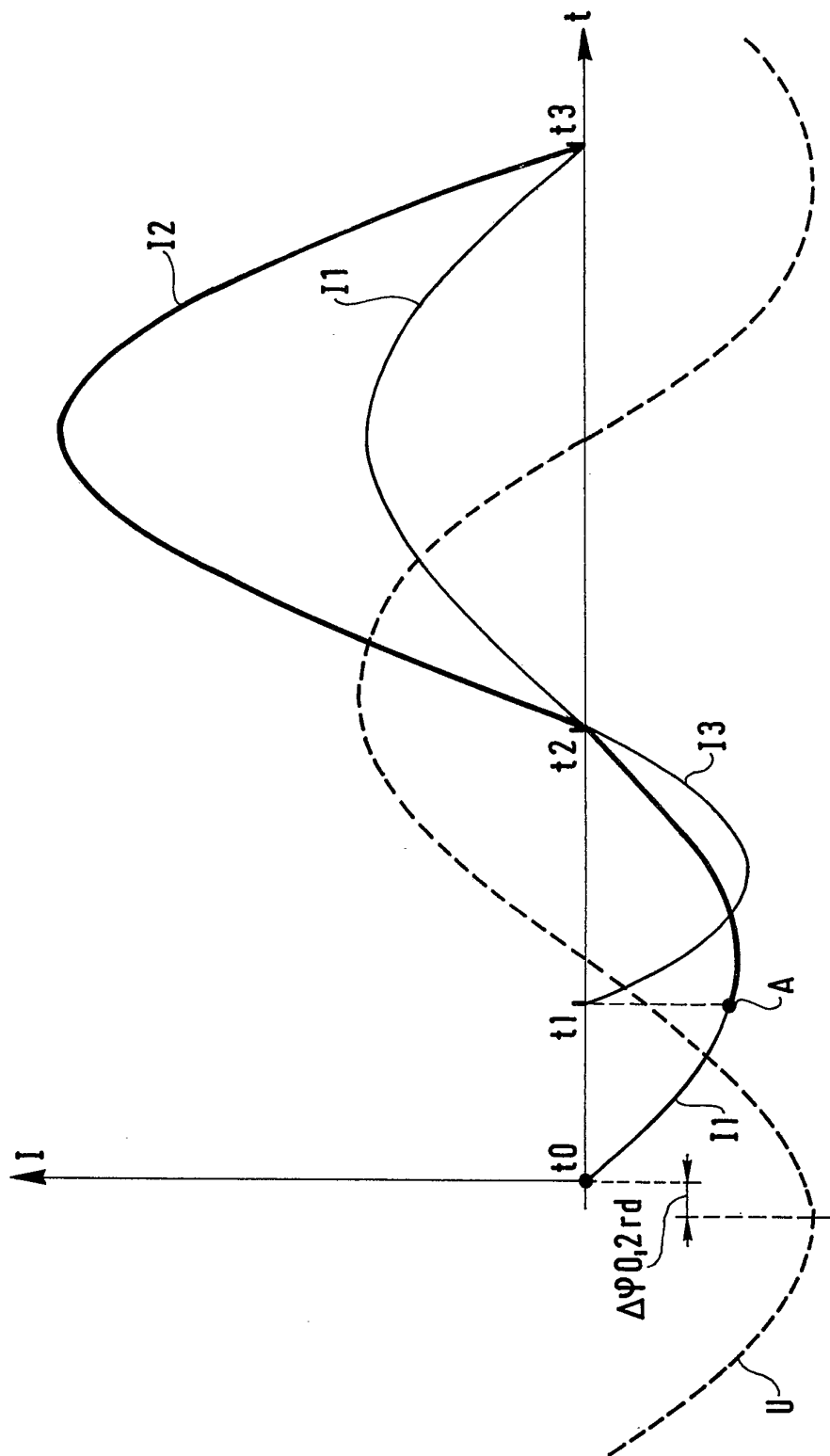


FIG. 4

