



(72) Charpentier, Claude, CA

(72) Rajotte, Raymond, CA

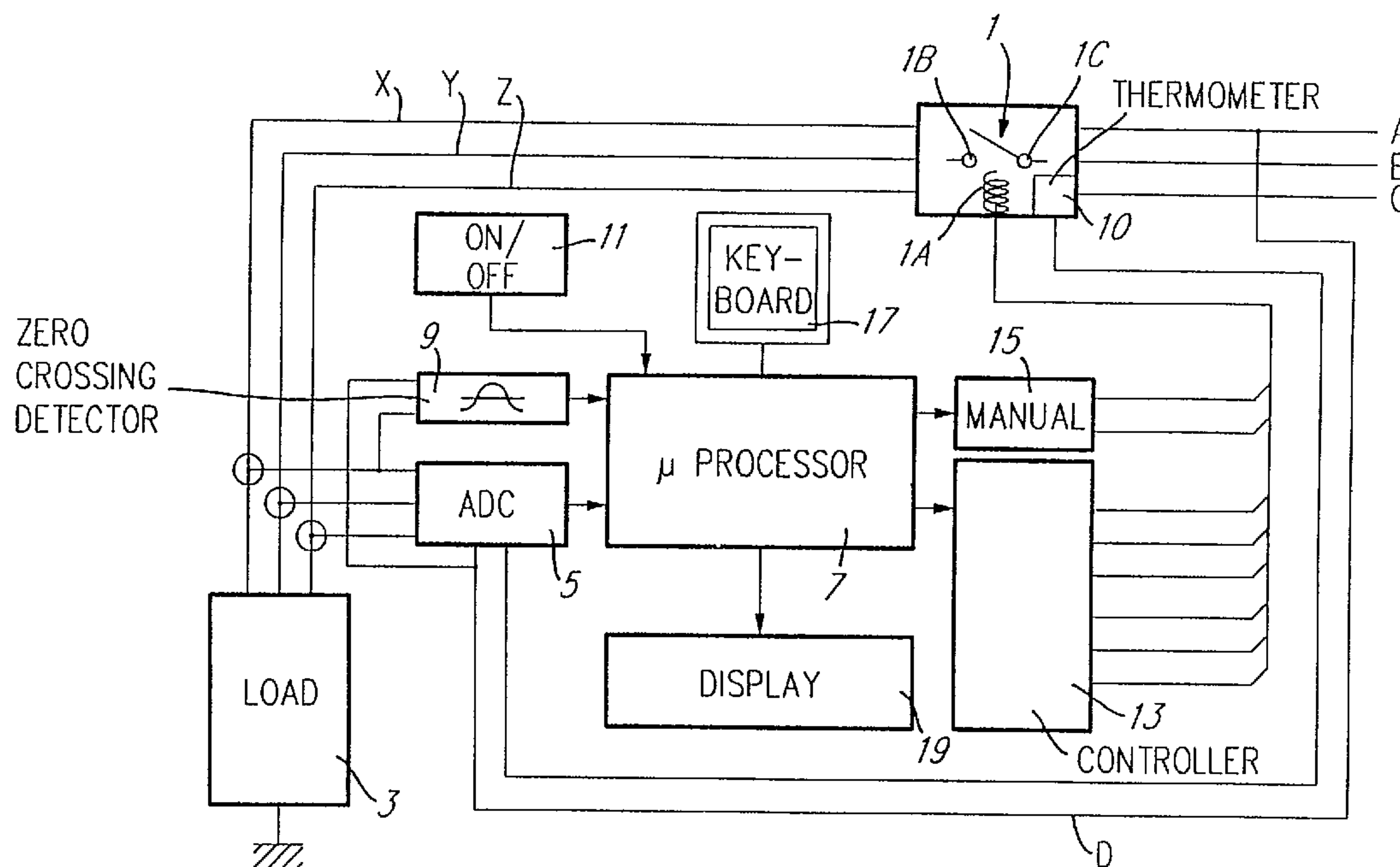
(73) HYDRO-QUÉBEC, CA

(51) Int.Cl.<sup>6</sup> H01H 47/00, H01H 33/59

(30) 1993/03/18 (034,397) US

(54) **SYSTEME ET METHODE D'OUVERTURE/FERMETURE DE  
DISJONCTEUR**

(54) **SYSTEM FOR OPENING/CLOSING CIRCUIT BREAKERS**



(57) Le premier passage à zéro dudit signal de puissance, après détection d'un signal d'ouverture/fermeture, amorce une série d'étapes prédéterminées, réglées, qui réduit ou élimine la surtension après l'ouverture/fermeture d'un disjoncteur sur une ligne haute puissance.

(57) The first zero crossing of the power signal, after the detection of an opening/closing signal, initiates a series of predetermined, timed, steps which reduces or eliminates the overvoltage after opening/closing a circuit breaker on a high power line.

2158559

ABRÉGÉ

Le premier passage à zéro dudit signal de puissance, après détection d'un signal d'ouverture/fermeture, amorce une série d'étapes prédéterminées, réglées, qui réduit ou élimine la surtension après l'ouverture/fermeture d'un disjoncteur sur une ligne haute puissance.

"SYSTÈME ET MÉTHODE D'OUVERTURE/FERMETURE  
DE DISJONCTEURS"

DOMAINE TECHNIQUE

5 L'invention concerne un système et une méthode  
de réglage de l'ouverture et de la fermeture de  
dispositifs commutateurs utilisés dans les systèmes de  
transmission électrique à haute puissance. Plus  
précisément, l'invention concerne un système, qui tient  
10 compte des conditions de température autour des  
dispositifs commutateurs, de même que du temps de  
déplacement mécanique des contacts électriques des  
dispositifs commutateurs.

ARRIÈRE-PLAN TECHNOLOGIQUE

15 On utilise les dispositifs commutateurs, par  
exemple, les disjoncteurs, sur les lignes de  
transmission ou les lignes de distribution électriques  
pour rediriger le courant, ou pour relier les lignes à  
des éléments réactifs afin de corriger le facteur  
20 puissance. À cause de la grande quantité d'énergie  
qu'ils doivent transmettre, ces disjoncteurs sont  
immenses (dimensions correspondant sensiblement à une  
petite maison pour chaque phase) et sont très  
dispendieux.

25 Avec des disjoncteurs de cette sorte, on  
retrouve des éléments résistifs, reliés en parallèle aux  
disjoncteurs, immédiatement avant l'ouverture et la  
fermeture des disjoncteurs, pour absorber les  
"surtensions" qui accompagnent l'ouverture et la  
30 fermeture des disjoncteurs afin de protéger ainsi les  
éléments commutateurs des disjoncteurs de même que les  
éléments réactifs. Les éléments résistifs possèdent  
aussi de grandes dimensions et sont dispendieux.

On connaît des dispositifs commutateurs à  
35 commande de l'art antérieur (disjoncteurs) d'après  
EP 0 338 374 (ABB) et JP 03-241,625 (Toshiba).

Il est bien connu dans la technique que la température autour du disjoncteur a un effet sur la vitesse d'opération des disjoncteurs. En général, plus la température est basse, plus l'ouverture ou la fermeture des disjoncteurs est longue et vice versa.

DIVULGATION DE L'INVENTION

L'invention a pour objet la mise au point d'un système de réglage de l'ouverture et de la fermeture de dispositifs commutateurs, qui supprime le besoin d'éléments résistifs.

L'invention a pour objet plus spécifique, d'apporter un système de réglage faisant en sorte d'assurer l'ouverture et la fermeture des disjoncteurs à un moment précis du cycle du signal transmis, permettant de minimiser la surtension résultant de l'ouverture et de la fermeture du disjoncteur.

Selon une réalisation particulière, l'invention concerne un système de réglage de l'ouverture et de la fermeture d'un dispositif commutateur (1) utilisé dans les systèmes de transmission électrique à haute puissance qui transmettent au moins une phase d'un signal de puissance AC (A,B,C) comprenant: un moyen détecteur d'angle de phase (9) permettant de détecter une phase d'un signal de puissance et de donner un signal d'indication de phase; un moyen détecteur (10) permettant de détecter les paramètres utiles pour le réglage de l'opération du dispositif commutateur et la production d'un signal de température; et un moyen de commande (7) relié au moyen détecteur de phase, et un moyen détecteur de l'ouverture et de la fermeture du dispositif commutateur caractérisé en ce que: le système comprend un moyen commutateur (11) permettant de donner un signal initiateur OUVERT/FERMÉ assurant l'amorce de l'ouverture/fermeture du dispositif commutateur; le moyen détecteur détecte uniquement la température ambiante; le moyen de commande est relié au

moyen commutateur et produit un signal d'ouverture et de fermeture du dispositif commutateur en réponse au signal d'amorce réglé en fonction du signal de température et du signal indicateur de phase; le moyen de commande  
5 inclut un moyen permettant de calculer  $t_{mo2}$  à différentes températures selon la formule :  $t_{mo2} = t_{mo1} - a_o (T_2 - T_1)$  où  $a_o$  est une valeur représentative de la sensibilité du dispositif commutateur en fonction de la température et est donné par le fabricant du  
10 dispositif commutateur;  $T_2$  est la température ambiante;  $T_1$  est la température normale;  $t_{mo1}$  représente le temps d'ouverture du commutateur précalibré à la température normale;  $t_{mo2}$  est le temps d'ouverture du commutateur à la température  $T_2$ ; et le moyen de commande comporte un  
15 moyen permettant de calculer  $t_{mc}$  à différentes températures selon la formule:  $t_{mc2} = t_{mc1} - a_c (T_2 - T_1)$  où  $a_c =$  une valeur représentative de la sensibilité du dispositif commutateur à la température, laquelle  
20 valeur est donnée par le fabricant du dispositif commutateur;  $T_2 =$  température d'intérêt;  $T_1 =$  température normale;  $t_{mc1} =$  temps de fermeture du commutateur précalibré à température normale ;  $t_{mc2} =$  temps de fermeture du commutateur à la température  $T_2$ .

Selon un différent aspect et en accord avec  
25 une réalisation particulière de l'invention, on a prévu une méthode de réglage de l'ouverture et de la fermeture d'un dispositif commutateur utilisé dans les systèmes de transmission électrique à grande puissance qui transmettent au moins une phase d'un signal de puissance  
30 possédant une variation sinusoïdale, comprenant: la détection d'un angle de phase du signal de puissance et la production d'un signal indicatif de phase; la détection des paramètres utiles pour régler l'opération du dispositif commutateur et produire un signal de  
35 température; et la commande de l'ouverture et de la fermeture du dispositif commutateur caractérisée en ce

que: la méthode comprend en outre l'étape de fournir un signal amorceur OUVERT/FERMÉ pour amorcer l'ouverture/fermeture du dispositif commutateur; l'étape de détection comprend la détection de la température ambiante seulement; l'étape de commande comprend la production d'un signal d'ouverture et de fermeture du dispositif commutateur en réponse au signal amorceur réglé en fonction du signal de température et du signal représentatif de phase; l'étape de commande inclut en outre une étape de calcul de la valeur  $t_{mo2}$  pour différentes températures selon la formule:  $t_{mo2} = t_{mo1} - a_0 (T_2 - T_1)$  où  $a_0$  est une valeur représentative de la sensibilité du dispositif commutateur en fonction de la température, lequel est fourni par le fabricant du dispositif;  $T_2$  est la température ambiante;  $T_1$  est la température normale;  $t_{mo1}$  est le temps d'ouverture du commutateur précalibré à la température normale;  $t_{mo2}$  est le temps d'ouverture du commutateur à  $T_2$ , lorsqu'on règle l'ouverture du dispositif commutateur;  $t_{mc}$  est calculé pour différentes températures selon la formule:  $t_{mc2} = t_{mc1} - a_c (T_2 - T_1)$  où  $a_c$  = valeur représentative de la sensibilité du dispositif commutateur en fonction de la température, laquelle est donnée par le fabricant du dispositif commutateur;  $T_2$  = température ambiante;  $T_1$  = température normale;  $t_{mc1}$  = temps précalibré de fermeture du commutateur à la température normale;  $t_{mc2}$  = temps de fermeture du commutateur à la température  $T_2$ .

BRÈVE DESCRIPTION DES DESSINS

L'invention va être mieux comprise d'après un examen de la description qui suit, de même que des dessins annexés, dans lesquels:

FIGURE 1 est un schéma fonctionnel du système;  
FIGURES 2A à 2F sont des courbes utiles pour la compréhension des étapes qui ont lieu sur émission d'une commande d'ouverture; et

FIGURES 3A à 3F sont des courbes utiles pour la compréhension des étapes qui ont lieu sur l'émission d'une commande de fermeture.

DESCRIPTION DE RÉALISATIONS PRÉFÉRÉES

5 En se référant à la Figure 1, un disjoncteur illustré schématiquement en 1, et comportant un moyen à bobine représenté schématiquement en 1A et un moyen d'électrode représenté schématiquement en 1B et 1C, est relié entre les trois phases, A, B et C, de courant  
10 transmis, et un élément réactif illustré schématiquement en 3. Lorsque le disjoncteur est ouvert, la tension mesurée de l'une des phases, dans la réalisation illustrée phase A, est reliée à un convertisseur analogique-à-numérique (A/D) par le conducteur D. La  
15 grandeur, la fréquence et les autres caractéristiques du signal de la phase A sont traduites à partir de la valeur analogique à une valeur numérique dans le convertisseur A/D 5, et le signal numérique est ensuite transmis à un microprocesseur 7. De plus, le signal de  
20 phase A est envoyé à un détecteur de zéros 9 alors que l'on détecte les passages à zéro du signal de la phase A. Lorsqu'on détecte un passage à zéro de la phase A, une pulsation ou un autre indicatif est envoyé au microprocesseur 7. On se rendra compte que les passages  
25 à zéro de la phase A sont utilisés pour fins de synchronisation.

Un thermomètre, illustré de façon schématique en 10, mesure la température autour du disjoncteur. Un signal analogique de la température est ensuite envoyé  
30 au convertisseur A/D 5 (analogique-à-numérique), et la conversion numérique de la température est ensuite transmise au microprocesseur 7.

Lorsque le disjoncteur est fermé, les signaux des phases A, B et C sont transmis le long des  
35 conducteurs X, Y et Z, et les courants mesurés des phases A, B et C sont envoyés au convertisseur A/D 5 tel

qu'illustré en Figure 1. Encore une fois, les signaux analogiques sont convertis en signaux numériques et les signaux numériques sont envoyés au microprocesseur 7. Le signal de la phase A est aussi transmis au détecteur de zéros 9, et, encore une fois, une pulsation ou autre indicatif est envoyé au processeur 7 lorsqu'il y a détection d'un passage à zéro.

On observe les courants sur les phases A, B et C afin de détecter tout réallumage qui pourrait survenir lorsque le disjoncteur ouvre ou toute remontée importante de courant qui se produit quand le disjoncteur se ferme.

Il se produit des signaux d'alarme lorsqu'un réallumage ou une remontée importante de courant survient sur l'une des trois phases.

L'ouverture ou la fermeture du disjoncteur est amorcée par le commutateur OUVERT/FERMÉ 11. Le signal produit par le commutateur OUVERT/FERMÉ est, encore une fois, transmis au microprocesseur 7.

La sortie du microprocesseur 7 est envoyée à une commande 13 qui ouvrira ou fermera les disjoncteurs, associés aux phases A, B ou C sous la commande du microprocesseur 7, en effectuant une série d'étapes prédéterminées et réglées tel que décrit ci-dessous. Si le système ne peut opérer pour ouvrir ou fermer le disjoncteur sous la commande du dispositif de commande 13, on prévoit une dérivation d'urgence 15 pour ouvrir ou fermer les disjoncteurs, encore une fois, sous la commande du microprocesseur 7.

Un clavier 17 est prévu pour la programmation du microprocesseur 7, comme c'est bien connu dans la technique, et une unité d'affichage des données 19 est prévue pour permettre l'examen de divers paramètres et signaux d'alarme, encore une fois, comme il est bien connu dans la technique.

Pour comprendre l'opération du système, on se référera à la Figure 2, pour l'opération d'ouverture, et à la Figure 3, pour l'opération de fermeture. En général, le système est soit en mode d'attente, c'est-à-dire lorsqu'une ouverture ou une fermeture n'a pas encore été commandée, ou en mode actif selon que le disjoncteur est en train d'ouvrir ou de fermer. En mode d'attente, les lectures de température sont prises à des intervalles prédéterminés par le thermomètre 10, et une lecture analogique électrique de la température est transmise au convertisseur A/D 5. La représentation numérique de la température est ensuite fournie au processeur 7.

Simultanément, en mode d'attente, on vérifie la fonctionnalité du système par des moyens bien connus dans l'art. Le calcul des paramètres est aussi effectué en tenant compte des changements de température.

En se référant maintenant à la Figure 2, selon l'invention, la procédure d'ouverture complète,  $t_o$ , est effectuée pendant un nombre intégral de cycles, c'est-à-dire dans un temps  $n$  ( $t_{\text{cycle}}$ ), où  $t_{\text{cycle}}$  = période d'un cycle et  $n$  = un nombre entier prédéterminé. Tel qu'illustré sur la Figure 2A, le nombre de cycles intégraux pendant lesquels la procédure complète d'ouverture est effectuée selon une réalisation particulière est de 3. Tel qu'illustré sur la Figure 2B, le signal transmis est une sinusoïde. En Amérique du Nord, la fréquence du signal transmis est, bien sûr, 60 Hz de sorte que  $t_{\text{cycle}} = 16,67$  msec.

Le signal d'ouverture du disjoncteur (séparant les électrodes du disjoncteur l'une de l'autre: le signal est amorcé en pressant sur le bouton OUVERT dans le commutateur 11 en Figure 1) est donné au début de la période  $t_{co}$ . Le signal  $t_{co}$  est illustré en Figure 2C et correspond à la période pendant laquelle le signal d'ouverture reste actif. Ainsi qu'on le verra sur la

Figure 2C,  $t_{CO}$  demeure actif pendant toute la procédure d'ouverture et demeure ouvert jusqu'à l'amorce d'un signal de fermeture.

Le niveau élevé au départ de  $t_{CO}$  est envoyé au  
5 microprocesseur 7 et le microprocesseur 7 recherche alors le premier passage par zéro de la sinusoïde après l'initiation de  $t_{CO}$ . Ainsi qu'on le verra sur les Figures 2B et 2D, ceci survient au début de la période  $t_y$  dans la Figure 2D.

10 Ce n'est seulement qu'après la période d'attente  $t_y$ , c'est-à-dire au début de la période  $t_{mo}$ , (voir Figure 2D) que de l'énergie électrique est appliquée à la bobine du disjoncteur pour amorcer le mouvement de séparation physique des électrodes du  
15 disjoncteur tel qu'illustré en Figure 2E.

Ainsi qu'on le voit sur les Figures 2F et 2D, les contacts se séparent à la conclusion de la période  $t_{mo}$ , c'est-à-dire, à une période  $t_{arc}$  avant le prochain passage à zéro.

20 Lorsque les électrodes des disjoncteurs se séparent physiquement, il se forme un arc entre les électrodes. L'arc s'éteint lorsque le courant approche du niveau zéro, c'est-à-dire, à la fin de la période  $t_{arc}$ .

25 Pour prévenir des réallumages à l'intérieur du disjoncteur lorsque le courant se rend à zéro, la durée de l'arc, identifiée  $t_{arc}$  en Figure 2D, devrait être supérieure à 3 millisecondes. Si cette durée est moindre, le courant passera alors par zéro et subira une  
30 augmentation (soit en direction positive ou négative) alors que l'arc est encore suffisamment fort pour effectuer un réallumage. En conséquence,  $t_{arc}$  devrait être supérieur à 3 millisecondes.

De plus, pour se protéger contre la variation  
35 incontrôlable du temps nécessaire à la séparation physique des électrodes ( $t_{mo}$ ), laquelle variation pourra

être de l'ordre de 2 millisecondes, il est préférable que la période  $t_{arc}$  soit de l'ordre de 5 millisecondes.

On entre la valeur réelle de  $t_{arc}$  dans le microprocesseur 7 au moyen du clavier 17. La période de temps  $t_{mo}$  est déterminée par une procédure de calibration à température normale, par exemple, 20°C.

On verra alors que

$$t_o = t_y + t_{mo} + t_{arc} \quad (1)$$

Comme  $t_o$  est connu (dans le présent exemple,  $t_o = 3$  cycles. En Amérique du Nord, chaque cycle est égal à 16,6 msec. de sorte que  $t_o = 50$  msec.) et  $t_{arc}$  est choisi de sorte qu'il est de l'ordre de 5 millisecondes. On détermine la valeur de  $t_{mo}$ , à température normale, par calibration, et on calcule la valeur de  $t_y$  avec le microprocesseur 7.

Afin de déterminer les valeurs des périodes de temps mentionnées ci-dessus à des températures autres que 20°C, on calcule un temps d'ouverture  $t_{mo2}$  à la température  $T_2$  en utilisant la relation

$$t_{mo2} = t_{mo1} - a_o (T_2 - T_1) \quad (2)$$

où

$a_o$  est une valeur représentative de la sensibilité du disjoncteur par rapport à la température et est fournie par le fabricant du disjoncteur

$T_2$  est égal à la température d'intérêt

$T_1$  est égal à la température normale et dans une réalisation particulière est égal à 20°C

$t_{mo1}$  est égal au temps d'ouverture du commutateur à 20°C

$t_{mo2}$  est égal au temps d'ouverture du commutateur à  $T_2$ .

La valeur de  $t_{mo2}$  est calculée en utilisant l'équation (2), et la valeur de  $t_y$  est calculée en

utilisant la valeur programmée de  $t_{arc}$  et la valeur calculée de  $t_{mo2}$  appliquée à l'équation (1) ci-dessus.

5 Avec le calcul ci-dessus, on détermine les paramètres d'ouverture du disjoncteur. Le processeur 7 envoie des signaux au dispositif de commande 13 qui amorce une action appropriée (par exemple en appliquant un signal d'ouverture à la bobine du disjoncteur) pour effectuer l'ouverture selon le réglage calculé.

10 Comme on le voit sur la Figure 1, le passage à zéro est déterminée uniquement pour la phase A. Cependant, comme les phases B et C ont un rapport de phase connu par rapport à la phase A (par exemple la phase B est séparée de la phase A par l'angle  $P_a$  et la phase C est séparée de la phase B par l'angle  $P_b$ ), on détermine le réglage de ces phases sans détour. Plus  
15 précisément, le passage à zéro a lieu à  $P_a/360$  ( $t_{cycle}$ ) msec. après le passage à zéro de la phase A. De façon similaire, le passage à zéro pour la phase C a lieu à  $P_b/720$  ( $t_{cycle}$ ) après le passage à zéro de la phase A.

20 En pratique, on prend des lectures de température à des intervalles prédéterminés et l'on calcule la valeur de  $t_{mo}$  à chaque fois que l'on prend une lecture de température. Lorsqu'on reçoit un signal de commande, on utilise la valeur de  $t_{mo}$  calculée en  
25 dernier.

De plus, le  $t_{mo}$  de la phase A peut être différent du  $t_{mo}$  de la phase B ou de la phase C. En conséquence, on doit faire des calculs séparés à chaque température pour la valeur  $t_{mo}$  de chaque phase. De plus,  
30 la valeur  $a_0$  peut aussi être différente pour chaque phase. Les valeurs de  $a_0$  pour chaque phase sont emmagasinées dans le processeur 7 et sont identifiées comme telles pour effectuer les calculs appropriés.

35 Comme il est aussi bien connu, il n'est pas possible de convertir de façon continue le signal analogique en une valeur numérique. Au contraire, on

doit prendre des échantillons. Selon une réalisation particulière de l'invention, on prend 32 échantillons pendant chaque cycle de tension/courant.

La Figure 3 illustre les paramètres de détermination des temps de fermeture des disjoncteurs. Comme on le voit sur la Figure 3A, le temps total de fermeture  $t_c$  est encore une fois égal à un nombre entier de cycles. Encore une fois, le nombre de cycles illustrés en Figure 3 est de 3.

Comme on le voit sur la Figure 3C, le signal de fermeture s'amorce au début de la période de temps  $t_{cc}$ . Une fois encore, l'ordinateur observe le premier passage à zéro, illustré sur les Figures 3B et 3D comme apparaissant au début de la période de temps  $t_x$ .  $t_x$  est une période d'attente, et un signal de fermeture est appliqué à la bobine du disjoncteur à l'expiration de la période  $t_x$ . Comme on le voit sur les Figures 3D et 3E, ceci prend place au début de la période  $t_{mc}$ . La période  $t_{mc}$ , c'est-à-dire, le temps pris pour que les contacts se déplacent d'une position ouverte à une position fermée, est encore une fois dépendante d'un disjoncteur particulier, et est encore une fois calibrée à température normale, par exemple 20°C. Afin de déterminer la période  $t_{mc2}$  pour une température  $T_2$ , différente de 20°C, on utilise la relation

$$t_{mc2} = t_{mc1} - a_c (T_2 - T_1) \quad (3)$$

où

$a_c$  est encore une fois donné par le fabricant des disjoncteurs.

On peut aussi voir d'après la Figure 3 que

$$t_{cc} = t_x + t_{mc} + \frac{1}{2} T - t_{del} \quad (4)$$

où  $T$  est la période du signal ( $\frac{1}{2} T = 8,33$  msec. pour un signal de 60 Hz).

Comme  $t_{cc}$  et  $t_{mc}$  sont déjà connus, et vu que  $t_{del}$  est choisi pour permettre de fixer avec précision

A

le point exact d'initiation (le début de la période  $t_{mc}$ ), la période  $t_{del}$  est aussi connue, et la période  $t_x$  peut être déterminée par l'équation (4).

Par définition,  $t_{del}$  est le temps écoulé entre  
5 le dernier passage à zéro de la phase de tension avant  
la fermeture mécanique des contacts du disjoncteur et la  
fermeture réelle d'un contact. Lorsque le disjoncteur  
est utilisé avec une inductance ou un transformateur,  
 $t_{del}$  devrait être fixé à environ 2 ms afin d'empêcher  
10 les courants subis élevés qui peuvent provoquer des  
tensions électrodynamiques importantes sur les bobines.  
Des courants d'appel élevés surviennent lorsque les  
contacts du disjoncteur ferment près du passage à zéro  
de la tension de la phase c'est-à-dire lorsque  $t_{del}$  est  
15 près de zéro. Vice versa, lorsque le disjoncteur est  
utilisé avec une batterie de condensateurs,  $t_{del}$  devrait  
être près de zéro de façon à empêcher des courants  
d'appel élevés qui imposeraient des contraintes aux  
condensateurs et endommageraient les contacts du  
20 disjoncteur.

Comme on le voit sur la Figure 3F, les  
contacts se déplacent d'une position ouverte à une  
position fermée à la fin de la période  $t_{mc}$ . Encore une  
fois, on détermine le réglage des phases B et C d'après  
25 la relation entre les signaux sur les phases A, B et C.

De plus, la valeur  $t_{mc2}$  doit être calculée de  
façon séparée pour chacune des phases A, B ou C en  
tenant compte de la valeur de  $a_c$  et de  $T_2$ .

Bien qu'une réalisation particulière ait été  
30 décrite, cela fut fait uniquement à des fins  
d'illustration, mais non pas dans l'intention de limiter  
la portée de l'invention. Plusieurs modifications, qui  
seront immédiatement apparentes à l'homme de l'art, sont  
comprises dans la portée de l'invention telle que  
35 définie dans les revendications annexées.

## REVENDICATIONS

1. Système de réglage de l'ouverture et de la fermeture d'un dispositif commutateur utilisé dans les systèmes de transmission électrique à haute puissance, lequel transmet au moins une phase d'un signal de puissance possédant une variation sinusoïdale comprenant:

un moyen commutateur fournissant un signal initiateur OUVERT/FERMÉ assurant l'initiation de l'ouverture/fermeture dudit dispositif commutateur;

un moyen détecteur de l'angle de la phase permettant de détecter la phase dudit signal de puissance et de fournir un signal d'indication de la phase;

un moyen capteur de température permettant de mesurer la température dudit dispositif commutateur et de produire un signal de température; et

un moyen contrôleur connecté audit moyen commutateur, audit moyen de détection de la phase et audit moyen capteur de température pour ouvrir et fermer le dispositif commutateur en réponse audit signal initiateur synchronisé en fonction du signal de température et du signal d'indication de la phase.

2. Un système tel que défini dans la revendication 1 caractérisé en ce que ledit dispositif commutateur inclut deux électrodes et une bobine;

lesdites électrodes, lorsqu'elles sont en contact l'une avec l'autre, étant séparées sur application d'un signal d'ouverture transmis à ladite bobine;

lesdites électrodes, lorsqu'elles sont séparées l'une de l'autre, étant déplacées l'une vers l'autre pour prendre contact entre elles sur application d'un signal de fermeture transmis à ladite bobine.

3. Un système tel que défini dans la revendication 2 caractérisé en ce que lesdites étapes de fonctionnement du moyen contrôleur comportent, lorsque lesdites électrodes sont en contact l'une avec l'autre:

après une période d'attente  $t_y$  après un passage par zéro dudit signal de puissance, l'application dudit signal d'ouverture à ladite bobine;

lesdites électrodes étant séparées l'une de l'autre après une période de temps  $t_{mo2}$ ;

ladite période  $t_{mo2}$  se terminant à une période  $t_{arc}$  avant le prochain passage à zéro dudit signal de puissance;

ledit moyen contrôleur comportant des moyens pour calculer  $t_{mo2}$  à différentes températures selon la formule:

$$t_{mo2} = t_{mo1} - a_o (T_2 - T_1)$$

où

$a_o$  est une valeur représentative de la sensibilité du disjoncteur à la température et est donnée par le fabricant du disjoncteur

$T_2$  est égal à la température d'intérêt

$T_1$  est égal à la température normale, laquelle, dans une réalisation particulière, est égale à 20°C

$t_{mo1}$  est égal au temps d'ouverture du commutateur à 20°C

$t_{mo2}$  est égal au temps d'ouverture du commutateur à la température  $T_2$ .

4. Un système tel que défini dans la revendication 3 caractérisé en ce que ledit moyen contrôleur comporte des moyens pour calculer une période d'attente  $t_y$  d'après la formule:

$$t_o = t_y + t_{mo2} + t_{arc}$$

où

$t_o$  = un nombre intégral prédéterminé de périodes dudit signal de puissance

$t_y$  = temps d'attente

$t_{arc}$  = temps d'arc.

5. Un système tel que défini dans la revendication 2 où lesdites étapes de fonctionnement du moyen contrôleur, lorsque lesdites électrodes sont séparées l'une de l'autre, incluent:

après une période d'attente  $t_x$  après un passage par zéro dudit signal de puissance, on applique ledit signal de fermeture à ladite bobine;

lesdites électrodes étant fermées après une période  $t_{mc2}$ ;

ledit moyen contrôleur comportant des moyens pour calculer  $t_{mc}$  à différentes températures selon la formule:

$$t_{mc2} = t_{mc1} - a_c (T_2 - T_1)$$

où

$a_c$  = une valeur représentative de la sensibilité du disjoncteur à la température et est donnée par le fabricant du disjoncteur

$T_2$  = température d'intérêt

$T_1$  = température normale, laquelle, dans une réalisation particulière, est égale à 20°C

$t_{mc1}$  = temps de fermeture du commutateur à 20°C

$t_{mc2}$  = temps de fermeture du commutateur à température  $T_2$ .

6. Un système tel que défini dans la revendication 5 où ledit moyen contrôleur comporte des moyens pour calculer  $t_x$  d'après la formule:

$$t_c = t_x + t_{mc2} + 8,33 \text{ msec} - t_{del}$$

où

$t_c$  = un nombre intégral prédéterminé de périodes dudit signal de puissance

$t_x$  = temps d'attente

$t_{del}$  = une période de délai.

7. Un système tel que défini dans une quelconque des revendications 1, 2, 3, 4, 5 ou 6 où ledit système de transmission électrique transmet trois phases dudit

signal de puissance comprenant une première phase, une seconde phase et une troisième phase;

ladite première phase étant séparée de ladite seconde phase par un angle de phase  $P_a$ ;

ladite seconde phase étant séparée de ladite troisième phase par un angle de phase  $P_b$ ;

ledit moyen contrôleur comportant des moyens pour amorcer l'ouverture et la fermeture d'une deuxième portion de la phase dudit dispositif commutateur à un temps  $P_a/360$  ( $t_{cycle}$ ) après que le moyen contrôleur ait amorcé l'ouverture et la fermeture de ladite première phase; et

ledit moyen contrôleur comportant des moyens pour amorcer l'ouverture et la fermeture d'une troisième portion de la phase dudit dispositif commutateur à un temps  $P_b/720$  ( $t_{cycle}$ ) après que le moyen contrôleur ait amorcé l'ouverture et la fermeture de ladite première phase.

8. Méthode de réglage de l'ouverture et de la fermeture d'un dispositif commutateur utilisé dans les systèmes de transmission électrique à haute puissance, lequel transmet au moins une phase d'un signal de puissance ayant une variation sinusoïdale, comprenant:

fournir un signal d'amorce OUVERT/FERMÉ à un processeur pour amorcer l'ouverture/fermeture dudit dispositif commutateur;

détecter un angle de phase dudit signal de puissance et fournir un signal d'indication de la phase audit processeur ;

relever une température dudit dispositif commutateur et produire un signal de température; et

contrôler l'ouverture et la fermeture dudit dispositif commutateur en réponse à un signal initiateur synchronisé en fonction dudit signal de température et du signal d'indication de la phase.

9. Une méthode telle que définie dans la revendication 8 où ledit dispositif commutateur comporte une bobine et deux électrodes et où ladite étape de contrôle comporte, lorsque lesdites électrodes sont en contact l'une avec l'autre:

après une période d'attente  $t_y$ , appliquer un signal d'ouverture à ladite bobine;

lesdites électrodes étant séparées l'une de l'autre après une période de temps  $t_{mo}$ ;

la fin de ladite période  $t_{mo}$  ayant lieu à une période  $t_{arc}$  avant le prochain passage à zéro dudit signal de puissance;

ledit processeur calculant  $t_{mo}$  pour différentes températures selon la formule:

$$t_{mo2} = t_{mo1} - a_0 (T_2 - T_1)$$

où

$a_0$  est une valeur représentative de la sensibilité du disjoncteur à la température et est donnée par le fabricant du disjoncteur

$T_2$  est égal à la température d'intérêt

$T_1$  est égal à la température normale et selon une réalisation particulière est égal à 20°C

$t_{mo1}$  est égal à un temps d'ouverture du commutateur à 20°C

$t_{mo2}$  est égal au temps d'ouverture du commutateur à  $T_2$ .

10. Une méthode telle que définie dans la revendication 9 où  $t_y$  est calculé d'après la formule:

$$t_o = t_y + t_{mo2} + t_{arc}$$

où

$t_o$  = un nombre intégral prédéterminé de périodes dudit signal de puissance

$t_y$  = temps d'attente

$t_{arc}$  = temps d'arc.

11. Une méthode telle que définie dans la revendication 8 où ladite étape de contrôle, lorsque les électrodes sont séparées l'une de l'autre, comprend:

après une période d'attente  $t_x$ , appliquer un signal de fermeture à ladite bobine;

lesdites électrodes étant fermées après une période  $t_{mc}$ ;

calculer  $t_{mc}$  pour différentes températures selon la formule:

$$t_{mc2} = t_{mc1} - a_c (T_2 - T_1)$$

où

$a_c$  = une valeur représentative de la sensibilité du disjoncteur à la température et est donnée par le fabricant du disjoncteur

$T_2$  = température d'intérêt

$T_1$  = température normale, laquelle, selon une réalisation particulière, est égale à 20°C

$t_{mc1}$  = temps de fermeture du commutateur à 20°C

$t_{mc2}$  = temps de fermeture du commutateur à la température  $T_2$ .

12. Une méthode telle que définie dans la revendication 11 où  $t_x$  est calculé d'après la formule:

$$t_c = t_x + t_{mc2} + 8,33 \text{ msec} - t_{del}$$

où

$t_c$  = un nombre intégral prédéterminé de périodes dudit signal de puissance

$t_x$  = temps d'attente à la température  $T_2$

$t_{del}$  = un temps de délai.

13. Une méthode telle que définie dans l'une quelconque des revendications 8, 9, 10, 11 ou 12 où ledit système de transmission électrique transmet trois phases dudit signal de puissance comprenant une première phase, une seconde phase et une troisième phase;

ladite première phase étant séparée de ladite seconde phase par un angle de phase  $P_a$ ;

ladite seconde phase étant séparée de ladite troisième phase par un angle de phase  $P_b$ ;

ladite étape de contrôle comprenant de plus des étapes de contrôle d'une portion dudit dispositif commutateur pour ladite seconde phase et pour ladite troisième phase, dans lequel

l'ouverture et la fermeture desdites portions de ladite seconde phase est initiée à un temps  $P_a/360 (t_{cycle})$  après l'initiation de ladite première phase;

l'ouverture et la fermeture desdites portions de ladite troisième phase est initiée à un temps  $P_b/720 (t_{cycle})$  après l'initiation de ladite première phase.

14. Système de réglage de l'ouverture et de la fermeture d'un disjoncteur utilisé dans les systèmes de transmission électrique à haute puissance, lequel transmet au moins une phase d'un signal de puissance alternatif (A, B, C) comprenant:

un moyen détecteur de l'angle de la phase permettant de détecter la phase dudit signal de puissance et de fournir un signal d'indication de la phase;

un moyen capteur de température et contrôleur du fonctionnement dudit disjoncteur et produisant un signal de température; et

un moyen contrôleur connecté audit moyen de détection de la phase et audit moyen capteur de température pour ouvrir et fermer le disjoncteur;

un moyen commutateur fournissant un signal initiateur OUVERT/FERMÉ assurant l'initiation de l'ouverture/fermeture dudit disjoncteur; caractérisé en ce que

ledit moyen capteur capte seulement la température ambiante;

ledit moyen contrôleur est connecté audit moyen commutateur et génère un signal d'ouverture et de fermeture dudit disjoncteur en réponse audit signal initiateur synchronisé en fonction dudit signal de température et dudit signal d'indication de la phase;

ledit moyen contrôleur comportant des moyens pour calculer  $t_{mo2}$  à différentes températures selon la formule:

$$t_{mo2} = t_{mo1} - a_o (T_2 - T_1)$$

où

$a_o$  est une valeur représentative de la sensibilité du disjoncteur à la température et est donnée par le fabricant du disjoncteur

$T_2$  est égal à la température ambiante

$T_1$  est égal à la température normale

$t_{mo1}$  est égal au temps d'ouverture prédéterminé du commutateur à la température normale

$t_{mo2}$  est égal au temps d'ouverture du commutateur à la température  $T_2$ ; et

ledit moyen contrôleur comportant des moyens pour calculer  $t_{mc}$  à différentes températures selon la formule:

$$t_{mc2} = t_{mc1} - a_c (T_2 - T_1)$$

où

$a_c$  = une valeur représentative de la sensibilité du disjoncteur à la température et est donnée par le fabricant du disjoncteur

$T_2$  = température ambiante

$T_1$  = température normale

$t_{mc1}$  = temps prédéterminé de fermeture du commutateur à la température normale

$t_{mc2}$  = temps de fermeture du commutateur à température  $T_2$ .

15. Un système tel que défini dans la revendication 14, caractérisé en ce que ledit signal de puissance est un signal de puissance comprenant trois phases et  $a_o$ ,  $a_c$ ,  $t_{mo1}$  et  $t_{mc1}$  sont prédéterminé pour chacune desdites phases, ledit moyen contrôleur produisant des signaux d'ouverture et de fermeture séparés pour chacune desdites phases.

16. Un système tel que défini dans la revendication 14, comprenant de plus un détecteur de courant, un seuil de courant ouvert et fermé, un moyen détecteur pour déterminer si le courant est plus grand qu'un niveau prédéterminé de réallumage ou de remontée de courant après l'ouverture et la fermeture dudit disjoncteur, ledit seuil de courant comprenant un dispositif d'alarme.

17. Un système tel que défini dans la revendication 14, caractérisé en ce que ledit moyen contrôleur comporte un moyen pour calculer une période d'attente  $t_y$  d'après la formule:

$$t_o = t_y + t_{mo2} + t_{arc}$$

où

$t_o$  = un temps d'ouverture correspondant à un nombre intégral prédéterminé de périodes dudit signal de puissance

$t_y$  = temps d'attente

$t_{arc}$  = temps d'arc.

18. Un système tel que défini dans la revendication 14 où ledit moyen contrôleur comporte un moyen pour calculer  $t_x$  d'après la formule:

$$t_c = t_x + t_{mc2} + 1/2 T - t_{del}$$

où

$t_c$  = un temps de fermeture correspondant à un nombre intégral prédéterminé de périodes dudit signal de puissance

$t_x$  = temps d'attente

$T$  = une période de temps dudit signal de puissance

$t_{del}$  = une période de délai.

19. Un système tel que défini dans la revendication 15, où ledit signal de puissance comprend une première phase, une seconde phase et une troisième phase;

ladite première phase étant séparée de ladite seconde phase par un angle de phase  $P_a$ ;

ladite seconde phase étant séparée de ladite troisième phase par un angle de phase  $P_b$ ;

ledit moyen contrôleur comportant un moyen pour amorcer l'ouverture et la fermeture d'une deuxième portion de la phase dudit disjoncteur à un temps  $P_a/360$  ( $t_{cycle}$ ) après que le moyen contrôleur ait amorcé l'ouverture et la fermeture de ladite première phase; et

ledit moyen contrôleur comportant un moyen pour amorcer l'ouverture et la fermeture d'une troisième portion de la phase dudit disjoncteur à un temps  $P_b/720$  ( $t_{cycle}$ ) après que le moyen contrôleur ait amorcé l'ouverture et la fermeture de ladite première phase.

20. Méthode de réglage de l'ouverture et de la fermeture d'un disjoncteur utilisé dans les systèmes de transmission électrique à haute puissance, lequel transmet au moins une phase d'un signal de puissance ayant une variation sinusoïdale, comprenant:

détecter un angle de phase dudit signal de puissance et fournir un signal d'indication de la phase ;

relever une température ambiante seulement pour contrôler le fonctionnement dudit disjoncteur et produire un signal de température; et

fournir un signal d'amorce OUVERT/FERMÉ pour amorcer l'ouverture/fermeture dudit disjoncteur;

générer un signal d'ouverture/fermeture dudit disjoncteur en réponse audit signal d'amorce synchronisé en fonction dudit signal de température et dudit signal d'indication de la phase; et

contrôler l'ouverture et la fermeture dudit disjoncteur; dans lequel:

ladite étape de contrôle comprend de plus une étape de calcul de  $t_{mo2}$  pour différentes températures selon l'équation:

$$t_{mo2} = t_{mo1} - a_0 (T_2 - T_1)$$

où

$a_0$  est une valeur représentative de la sensibilité du disjoncteur à la température et est donnée par le fabricant du disjoncteur

$T_2$  est égal à la température ambiante

$T_1$  est égal à la température normale

$t_{mo1}$  est égal à un temps prédéterminé d'ouverture du commutateur à la température normale

$t_{mo2}$  est égal au temps d'ouverture du commutateur à  $T_2$  lors du contrôle de l'ouverture dudit disjoncteur; et

ladite étape de contrôle comprend de plus une étape de calcul de  $t_{mc2}$  pour différentes températures selon l'équation:

$$t_{mc2} = t_{mc1} - a_c (T_2 - T_1)$$

où

$a_c$  = une valeur représentative de la sensibilité du disjoncteur à la température et est donnée par le fabricant du disjoncteur

$T_2$  = température ambiante

$T_1$  = température normale

$t_{mc1}$  = temps de fermeture prédéterminé du commutateur à la température normale

$t_{mc2}$  = temps de fermeture du commutateur à la température  $T_2$ .

21. Une méthode telle que définie dans la revendication 20, caractérisé en ce que ledit signal de puissance est un signal de puissance comprenant trois phases et  $a_0$ ,  $a_c$ ,  $t_{mo1}$  et  $t_{mc1}$  sont prédéterminés pour chacune desdites phases, ladite étape de génération des signaux d'ouverture et de fermeture étant complétée pour chacune desdites phases séparément.

22. Une méthode telle que définie dans la revendication 20 ou 21 comprenant de plus une étape de détection du niveau du courant dans le signal de puissance après l'ouverture ou la fermeture dudit disjoncteur, et de génération d'un

signal d'alarme si ledit niveau du courant est plus grand qu'un seuil prédéterminé de courant de réallumage ou de remontée de courant, respectivement.

23. Une méthode telle que définie dans la revendication 20 ou 21, comprenant de plus une étape de calcul de  $t_y$  d'après la formule:

$$t_o = t_y + t_{mo2} + t_{arc}$$

où

$t_o$  = un temps d'ouverture correspondant à un nombre intégral prédéterminé de périodes dudit signal de puissance

$t_y$  = temps d'attente

$t_{arc}$  = temps d'arc.

24. Une méthode telle que définie dans la revendication 20 ou 21, comprenant de plus une étape de calcul de  $t_x$  d'après la formule:

$$t_c = t_x + t_{mc2} + 1/2T - t_{del}$$

où

$t_c$  = un temps de fermeture correspondant à un nombre intégral prédéterminé de périodes dudit signal de puissance

$t_x$  = temps d'attente à la température  $T_2$

$T$  = une période dudit signal de puissance

$t_{del}$  = un temps de délai.

25. Une méthode telle que définie dans la revendication 21, où ledit signal de puissance comprend une première phase, une seconde phase et une troisième phase; ladite première phase étant séparée de ladite seconde phase par un angle de phase  $P_a$ ;

ladite seconde phase étant séparée de ladite troisième phase par un angle de phase  $P_b$ ;

ladite étape de contrôle comprenant de plus des étapes de contrôle d'une portion dudit disjoncteur pour ladite seconde phase et pour ladite troisième phase, dans lequel

l'ouverture et la fermeture desdites portions de ladite seconde phase est initiée à un temps  $P_a/360$  ( $t_{\text{cycle}}$ ) après l'initiation de ladite première phase;

l'ouverture et la fermeture desdites portions de ladite troisième phase est initiée à un temps  $P_b/720$  ( $t_{\text{cycle}}$ ) après l'initiation de ladite première phase.

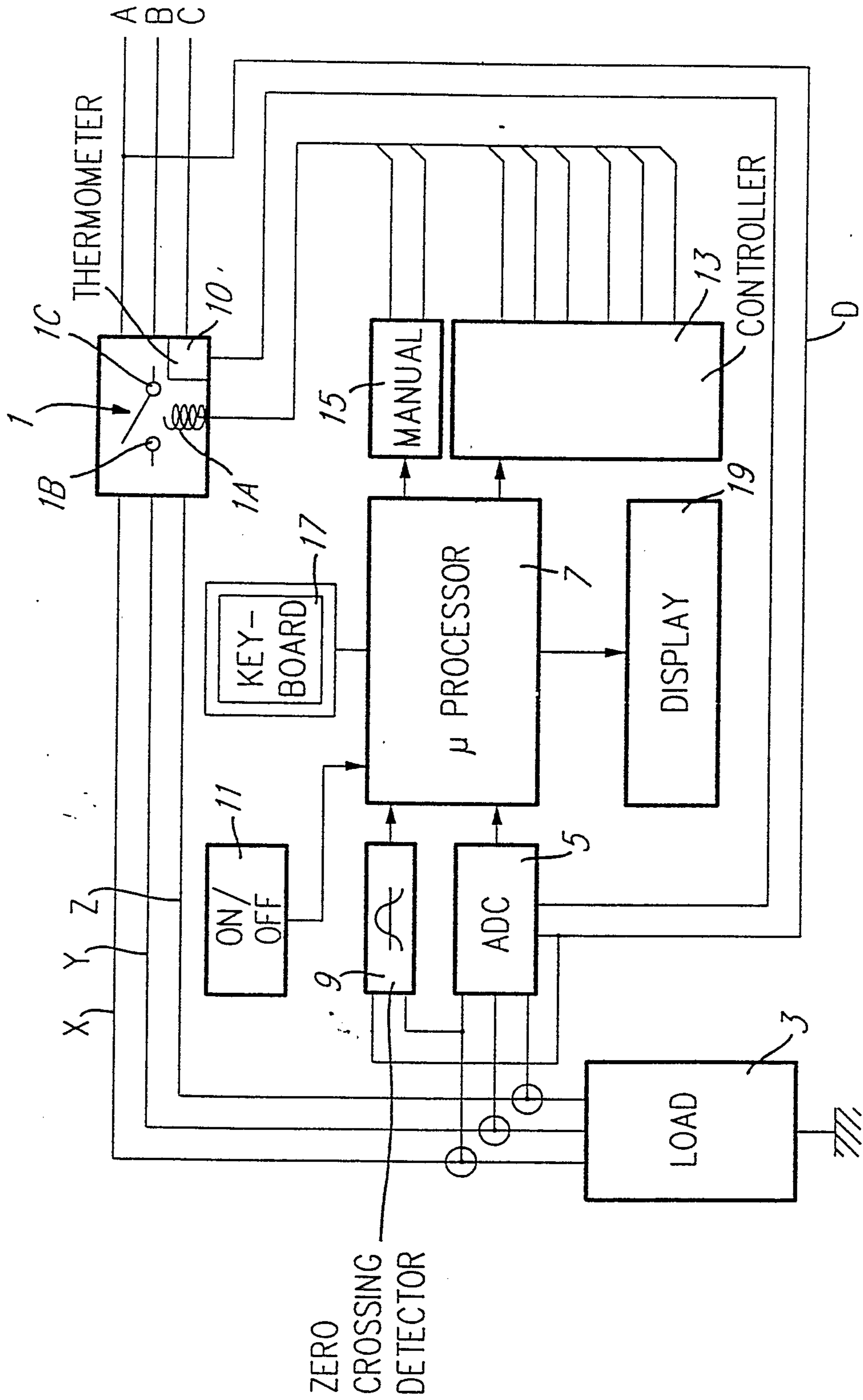
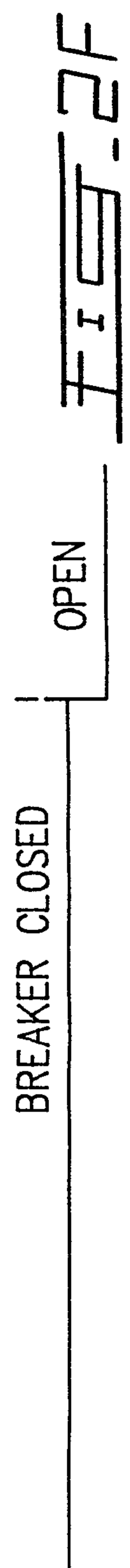
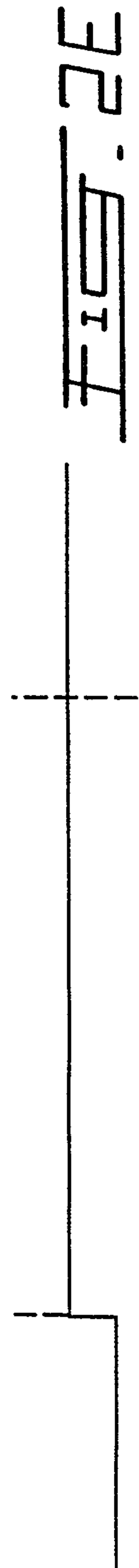
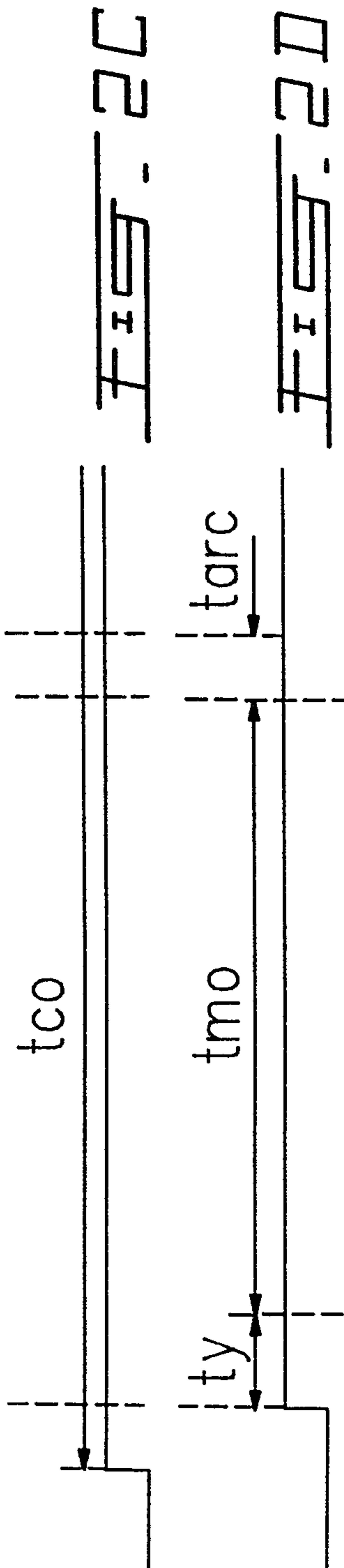
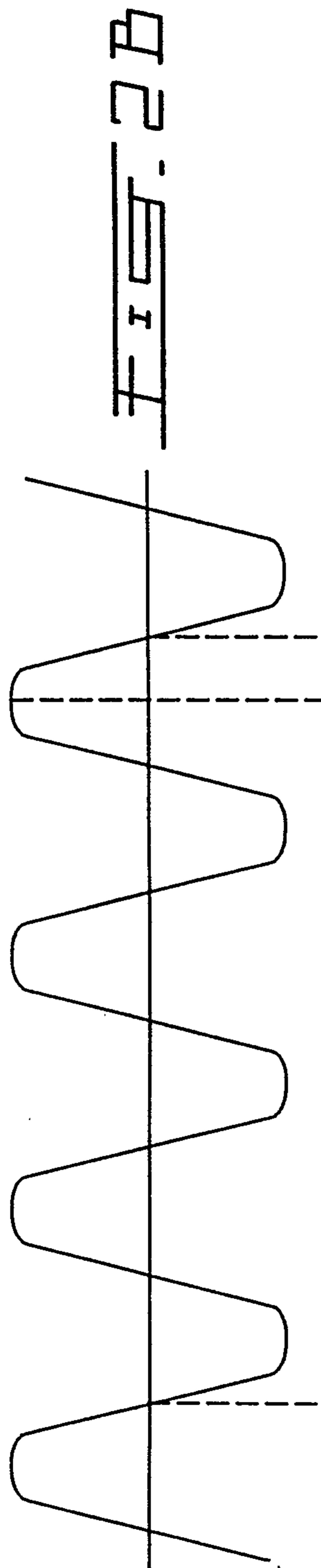
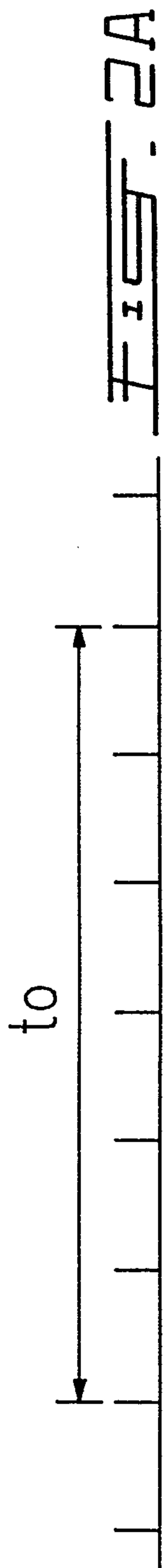
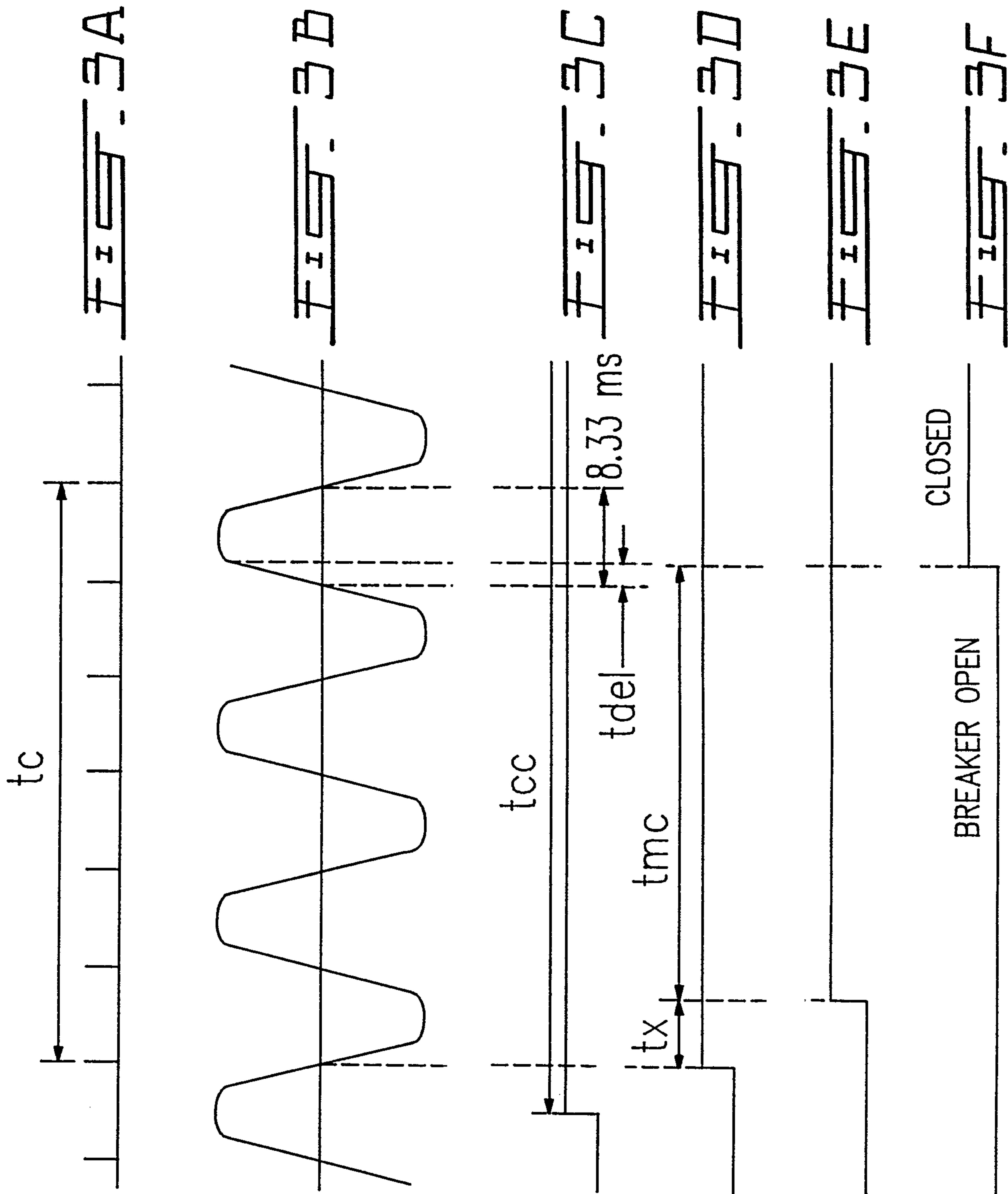


FIG. 1



SUBSTITUTE SHEET



SUBSTITUTE SHEET