

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 579 007

②1 N° d'enregistrement national :

85 03574

⑤1 Int Cl⁴ : H 01 H 9/54.

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 12 mars 1985.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 38 du 19 septembre 1986.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux appa-
rentés :

⑦1 Demandeur(s) : LA TELEMECANIQUE ELECTRIQUE (so-
ciété anonyme). — FR.

⑦2 Inventeur(s) : Christian Bataille, Elie Belbel, Bernard Du-
mortier, Louis Fechant, Jean-Noël Gast et Michel Lau-
raire.

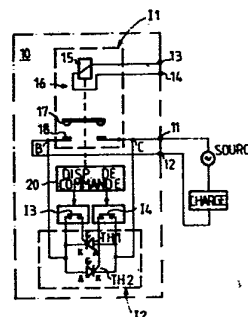
⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : Cabinet Moutard.

⑤4 Interrupteur hybride.

⑤7 L'interrupteur selon l'invention comprend un circuit d'in-
terruption composé d'un interrupteur électromécanique I1 à
commande électromagnétique à contacts séparables en paral-
lèle avec un interrupteur statique bidirectionnel I2 comprenant
deux thyristors. Le thyristor TH1, TH2 de l'interrupteur statique
bidirectionnel I2 est un thyristor dit normalement conducteur,
allumable à chaque passage à zéro avec $dV/dt > 0$ de sa
tension anode-cathode. La gâchette G du thyristor est connec-
tée à un moyen d'inhibition 13, 14 qui est inactif pendant un
laps de temps prédéterminé à l'ouverture de l'interrupteur
électromécanique I1 et qui est actif pendant le reste du temps
d'ouverture de ce dernier.

L'invention permet de remédier aux phénomènes d'arc sur-
venant à l'ouverture et/ou, le cas échéant, aux problèmes
survenant à la fermeture des contacts de l'interrupteur électro-
mécanique.



FR 2 579 007 - A1

- 1 -

INTERRUPTEUR HYBRIDE.

La présente invention concerne un interrupteur hybride tel qu'un contacteur ou un relais du type comprenant, en vue d'un raccordement avec une source électrique alternative et une charge, un circuit d'interruption composé d'un interrupteur électromécanique à contacts séparables en parallèle avec un interrupteur statique bidirectionnel.

De tels contacteurs ou relais hybrides sont connus, par exemple d'après le brevet US - 3 558 910, et ils ont pour intérêt de remédier aux phénomènes d'arc survenant à l'ouverture et/ou le cas échéant aux problèmes de rebondissement survenant à la fermeture des contacts de l'interrupteur électromécanique.

Le contacteur ou le relais est ainsi agencé de manière que lors d'une coupure, l'interrupteur statique reste brièvement passant après l'ouverture des contacts de l'interrupteur mécanique. De la sorte, on réduit les arcs susceptibles d'apparaître entre les contacts puisque la chute de tension aux bornes de l'interrupteur statique reste faible durant le temps critique correspondant au risque de développement de l'arc.

De plus, à la fermeture, l'interrupteur statique devient passant avant ou dès la fermeture de l'interrupteur électromécanique et l'effondrement de la tension aux bornes de

celui-ci se traduit par la suppression du hachage et des arcs résultant du rebondissement des contacts.

Lorsque l'interrupteur hybride est fermé, les composants
5 semi-conducteurs de l'interrupteur statique bidirectionnel, du fait que la chute de tension aux bornes de celui-ci est sensiblement plus élevée que celle aux bornes de l'interrupteur électromécanique, écoulent un courant négligeable et dissipent donc peu d'énergie.

10

Des relais connus du type décrit utilisent un triac ou deux thyristors antiparallèles de type classique dont l'allumage nécessite la fourniture d'une puissance prédéterminée à la gâchette.

15

La demande de brevet FR - 2 536 909 décrit un thyristor normalement conducteur, c'est-à-dire allumable à chaque passage montant par zéro de la tension présente à ses électrodes principales ; la demande de brevet FR - 2 536 920
20 décrit un relais statique utilisant deux tels thyristors en montage antiparallèle.

La présente invention a notamment pour but de favoriser dans un interrupteur hybride l'interdépendance de l'interrupteur
25 électromécanique et de l'interrupteur statique en utilisant des thyristors auto-allumables ou normalement conducteurs.

Elle a également pour but de simplifier la réalisation d'un tel interrupteur tout en autorisant un fonctionnement fiable
30 et satisfaisant de celui-ci.

A cet effet, elle concerne un interrupteur hybride comprenant, en vue d'un raccordement avec une source électrique alternative et une charge, un circuit d'interruption composé
35 d'un interrupteur électromécanique à commande électromagnétique et à contacts séparables en parallèle avec un interrupteur statique bidirectionnel comprenant soit deux thyristors en montage antiparallèle, soit un triac, soit

encore deux thyristors pilotant chacun un thyristor de puissance.

Selon l'invention, le ou les thyristors de l'interrupteur
5 statique sont des thyristors dits normalement conducteurs, allumables à chaque passage à zéro avec $dV/dt > 0$ de leur tension anode-cathode, et un moyen d'inhibition de la gâchette du thyristor est associé à celui-ci, le moyen d'inhibition restant inactif pendant un bref laps de temps
10 prédéterminé à l'ouverture de l'interrupteur électromécanique, et étant actif pendant le reste du temps d'ouverture de celui-ci. Lorsque le thyristor à allumage intrinsèque présente un chemin de court-circuit gâchette-cathode, le moyen d'inhibition de la gâchette est constitué par un
15 interrupteur de court-circuit interposé sur le chemin de court-circuit et assujetti à un dispositif de commande dont la sortie dépend de l'état du signal commandant l'interrupteur hybride ; l'interrupteur de court-circuit associé à chaque thyristor est normalement ouvert lorsque l'interrupteur électromécanique est fermé et il se ferme avec un bref
20 retard prédéterminé après la détection du changement de niveau du signal de commande ou l'ouverture de l'interrupteur électromécanique.

25 Le dispositif de commande comprend à cet effet soit un moyen de détection du courant de bobine ou du courant principal de l'interrupteur à commande électromagnétique, soit un moyen de détection du déplacement de l'un des éléments mobiles de cet interrupteur, par exemple de l'armature de l'électro-
30 aimant ou du pont de contact.

Dans un tel interrupteur hybride, le pôle statique bénéficie des propriétés des thyristors dits auto-allumables ou normalement conducteurs, ces thyristors étant inhibés lorsque le
35 pôle électromécanique est ouvert, sauf dans le bref intervalle de temps suivant un ordre d'ouverture du pôle électromécanique ; dans cet intervalle, les thyristors sont donc armés et leur sensibilité intrinsèque au potentiel d'arc

détermine leur auto-allumage ; l'extinction des thyristors se réalise au passage à zéro du courant, leurs gâchettes ayant été court-circuitées.

5 Le dispositif de commande peut avantageusement comprendre un organe de détection d'état de l'interrupteur électromécanique, un organe d'isolement et un moyen de temporisation ou de retard, par exemple constitué par une ligne à retard numérique, pour produire le retard prédéterminé à l'ouverture ; l'interrupteur de court-circuit associé à chaque
10 thyristor est alors constitué par un transistor bipolaire ou MOS dont l'électrode de commande est reliée à l'organe de détection d'état via les organes de temporisation et d'isolement.

15

Le dispositif de commande de l'interrupteur de court-circuit détermine alors l'ouverture de ce dernier avec le retard prédéterminé par rapport à la fermeture de l'interrupteur électromécanique.

20

De préférence, afin d'armer immédiatement l'interrupteur statique en vue d'éviter les phénomènes de hachage et d'arc résultant du rebondissement des contacts du pôle mécanique, le dispositif de commande est agencé pour éviter la mise en
25 œuvre du moyen de retard à la fermeture.

Dans ce cas, la commande du transistor interrupteur de court-circuit peut s'effectuer à l'aide d'un circuit logique associé au moyen de retard, par exemple d'une porte OU dont
30 une voie d'entrée est reliée directement à la sortie du détecteur d'état du pôle mécanique et dont l'autre voie d'entrée est reliée à la sortie du détecteur d'état via le moyen de retard, un inverseur étant disposé sur l'une des deux voies.

35

Lorsque l'interrupteur hybride comprend plusieurs pôles, il est avantageux d'utiliser un seul dispositif de commande, avec un seul détecteur d'état et une seule ligne à retard

numérique, pour commander un interrupteur unique de court-circuit dont la voie principale est reliée aux thyristors des divers pôles par l'intermédiaire d'autant d'organes d'isolement constitués de préférence par des optocoupleurs
5 respectifs.

L'invention sera mieux comprise à l'aide de la description ci-après.

10 Au dessin annexé :

Les figures 1 et 2 représentent schématiquement un interrupteur hybride conforme à l'invention à l'état ouvert et respectivement à l'état fermé ;

15

La figure 3 (A-E) est un chronogramme montrant l'état du pôle à commande électromagnétique et du pôle statique associé, dans deux formes d'exécution ;

20

La figure 4 montre un mode de réalisation du dispositif de commande des interrupteurs de court-circuit gâchette-cathode des thyristors ;

25

La figure 5 montre une variante préférentielle de réalisation du dispositif de commande.

L'interrupteur hybride de la figure 1 est un pôle de contacteur qui présente deux bornes de puissance 11, 12 et deux bornes de commande 13, 14 ; les bornes 11, 12 sont susceptibles d'être reliées à une source de tension alternative en
30 série avec une charge afin d'établir et d'interrompre l'alimentation de cette charge en réponse au changement de niveau d'un signal électrique transmis aux bornes de commande 13, 14.

35

Les bornes 13, 14 sont à cet effet reliées à la bobine 15 d'un électro-aimant 16 dont l'armature ou le noyau mobile commande au moins un contact mobile 17 appartenant dans le

présent exemple à un pont de contact et coopérant chacun avec un contact fixe 18, de manière à constituer un interrupteur électromécanique 11.

5 Un interrupteur statique I2 d'assistance à la commutation mécanique est monté en parallèle aux contacts séparables 17, 18 ; il est à cet effet connecté à des points B et C situés de part et d'autre des contacts fixes 18 et il comprend deux thyristors TH1, TH2 dits auto-allumables ou normalement
10 conducteurs en montage antiparallèle. On pourrait bien entendu substituer un triac auto-allumable aux deux thyristors tête-bêche ou utiliser deux thyristors auto-allumables pilotant respectivement deux thyristors classiques antiparallèles. Des moyens de dissipation thermique non indiqués
15 sont associés à l'interrupteur statique I2.

Chaque thyristor présente un chemin de court-circuit gâchette G - cathode K muni d'un interrupteur I3, I4 assujetti à un dispositif de commande 20 en réponse au déplacement d'une
20 partie mobile de l'électro-aimant ou du porte-contact, ce déplacement étant lui-même produit en réponse à un changement de niveau du signal aux bornes 13, 14.

Dès que la différence de potentiel anode A - cathode K d'un
25 thyristor TH1, TH2 devient positive, le thyristor s'allume de lui-même si l'interrupteur de court-circuit associé I3, I4 est ouvert ; le thyristor reste par contre bloqué si l'interrupteur I3, I4 est fermé. Le thyristor s'éteint à la fin de l'alternance positive concernée et se rallume automa-
30 tiquement au début de l'alternance positive suivante si l'interrupteur de court-circuit est encore ouvert.

Dans la description qui suit, on désigne par le terme thyristor un thyristor auto-allumable, par exemple du type
35 décrit dans le brevet FR No 2 536 909.

La figure 1 montre le contacteur à l'état ouvert ; la bobine 15 est désalimentée (pôle à fermeture) ou alimentée (pôle à

ouverture) et l'interrupteur électromécanique I1 est ouvert, tandis que le dispositif de commande 20, ayant détecté la position correspondante du pont de contact ou de l'armature, maintient les interrupteurs de court-circuit 5 I3, I4 fermés ; les gâchettes des thyristors sont ainsi inhibées et les thyristors restent bloquants.

La figure 2 montre le contacteur à l'état fermé ; la bobine 15 est alimentée (pôle à fermeture) ou désalimentée (pôle à 10 ouverture) ; l'interrupteur I1 est fermé, les interrupteurs I3, I4 étant maintenus ouverts par le dispositif de commande 20, de sorte que les thyristors sont armés et prêts à conduire.

15 Les transitions de l'état ouvert à l'état fermé et vice-versa du contacteur hybride vont à présent être expliquées en regard des figures 3A - 3E sur lesquelles les états des divers interrupteurs sont illustrés dans un but de simplicité par les états logiques 0 (ouvert) et 1 (fermé).

20

L'interrupteur à commande électromagnétique I1 étant ouvert, on suppose que sa fermeture à l'instant t_1 entraîne un rebondissement des contacts 17 qui se traduit par une succession de fermetures et d'ouvertures de I1 (figure 3A).

25

Dans un premier mode de réalisation (voir figure 4), le moyen de retard actif à l'ouverture laisse pendant un temps T_0 les interrupteurs I3, I4 fermés, de sorte que l'interrupteur I2 ne supprime pas le hachage du courant et les arcs 30 successifs (figure 3C).

Dans un deuxième mode de réalisation (voir figure 5), l'organe de retard est inhibé et les thyristors de l'interrupteur I2 s'allument consécutivement au hachage dû à I1 35 (figure 3E).

En supposant que l'ouverture de l'interrupteur I1 à l'instant t_3 produit un arc, le moyen de retard laisse les inter-

rupteurs I3, I4 ouverts pendant un laps de temps T0 (figures 3B, 3D) suffisant pour que les thyristors de l'interrupteur I2 s'allument et écoulent brièvement le courant sous l'effet de la tension d'arc présente à leurs électrodes A, K jusqu'à 5 dissipation du phénomène.

La figure 4 explicite la réalisation d'un dispositif de commande 20 à isolement amont pour le contacteur décrit. Ce dispositif comprend un détecteur 21 de déplacement du pont 10 mobile ou de la partie mobile de l'électro-aimant 16. La sortie du détecteur 21 est reliée à deux organes d'isolement 22, par exemple deux opto-coupleurs, eux-mêmes reliés à l'interrupteur de court-circuit I3, I4 gâchette-cathode du thyristor respectif TH1, TH2 via le moyen de retard précité ; ce moyen est constitué par un ligne à retard 23 qui introduit un retard prédéterminé de transmission du signal isolé.

La sortie de la ligne à retard 23 est raccordée à une entrée 20 d'une porte OU 24 dont l'autre entrée est reliée à la sortie de l'organe d'isolement associé via un inverseur logique 25.

De la sorte, une commande de fermeture décelée par le détecteur 21 est transmise sans retard aux interrupteurs de court-circuit I3, I4 via les inverseurs 25 et les portes OU 24. Au contraire, une commande d'ouverture sera transmise avec le retard souhaité aux interrupteurs I3, I4 via la ligne à retard numérique 23 et la porte OU 24.

30 Dans le mode de réalisation à isolement aval de la figure 5, le contacteur hybride est tripolaire. La bobine 15 de l'électro-aimant 16 commande trois ponts de contact 171, 172, 173 coopérant avec des contacts fixes 181, 182, 183 en parallèle auxquels sont disposés trois paires de thyristors 35 auto-allumables TH11, TH21 ; TH12, TH22 ; TH13, TH23 dont les gâchettes sont reliées par l'intermédiaire d'optocoupleurs OPT 1-6 dont les photo-émetteurs sont en série avec le circuit émetteur-collecteur d'un transistor T1 qui cons-

titue un interrupteur de court-circuit unique I5 pour l'ensemble des thyristors des trois pôles P1, P2, P3. Le détecteur 21 est relié au moyen de retard 23 et à son circuit logique associé à porte NOR 240 et inverseur logique 5 25.

Le détecteur 21 peut être constitué par tout organe capteur de déplacement, par exemple un relais Reed ou une cellule à effet Hall, sensible à la variation d'un champ magnétique, 10 ou encore un organe de détection optique du type fourche optique.

Il convient de noter que lorsque l'interrupteur de court-circuit I3, I4 est constitué dans la forme d'exécution à 15 isolement amont de la figure 4 par un transistor bipolaire, la polarisation Vccl ou Vcc2 du collecteur de ce transistor produit dès que le transistor se bloque un effet accélérateur sur la gâchette G du thyristor, de manière à assurer une mise en conduction rapide de celui-ci. Il en irait de 20 même avec un transistor MOS.

L'interrupteur hybride décrit est tel que, dès l'ouverture des contacts de l'interrupteur électromécanique, il se forme une tension anode-cathode suffisante pour que l'interrupteur 25 statique s'ouvre en raison du caractère normalement passant des thyristors considérés.

Revendications de brevet

1. Interrupteur hybride unipolaire ou multipolaire tel que contacteur ou relais comprenant, en vue du raccordement avec une source électrique alternative et une charge, un circuit d'interruption composé d'un interrupteur 5 électromécanique (I1) à commande électromagnétique à contacts séparables en parallèle avec un interrupteur statique bidirectionnel (I2) comprenant deux thyristors, caractérisé en ce que :

- 10 - le thyristor (TH1, TH2) de l'interrupteur statique bidirectionnel (I2) est un thyristor dit normalement conducteur, allumable à chaque passage à zéro avec $dV/dt > 0$ de sa tension anode-cathode,
- un moyen d'inhibition (I3, I4) de la gâchette (G) du 15 thyristor est associé à celui-ci, le moyen d'inhibition étant inactif pendant un bref laps de temps prédéterminé (T0) à l'ouverture de l'interrupteur électromécanique (I1) et étant actif pendant le reste du temps d'ouverture de ce dernier.

20

2. Interrupteur hybride selon la revendication 1, caractérisé en ce que le thyristor (TH1, TH2) présente un chemin de court-circuit gâchette (G) - cathode (K), et en ce que le moyen d'inhibition de la gâchette du thyristor est 25 constitué par un interrupteur de court-circuit (I3, I4) interposé sur le chemin de court-circuit (G-K) et assujéti à un dispositif de commande (20) dont la sortie dépend de l'état du signal commandant l'interrupteur hybride et qui comprend un moyen de retard (23) pour commander avec un 30 retard prédéterminé l'interrupteur de court-circuit (I3, I4) à l'ouverture de l'interrupteur (I1).

3. Interrupteur selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'un circuit logique (24, 25) est associé 35 au moyen de retard (23) du dispositif de commande (20) pour rendre celui-ci inactif à la fermeture de l'interrupteur

- 11 -

électromécanique (I1) afin de rendre le thyristor (TH1, TH2) immédiatement conducteur.

4. Interrupteur selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que l'interrupteur statique bidirectionnel (I2) comporte deux thyristors dits normalement conducteurs en montage antiparallèle.

5. Interrupteur selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'il comprend plusieurs pôles auxquels est associé un seul dispositif de commande (20) comportant un organe de détection du déplacement d'un organe mobile associé à l'interrupteur électromécanique (I1), et un interrupteur de court-circuit relié à l'organe de détection par l'intermédiaire d'un organe de retard, et en ce que l'interrupteur unique de court-circuit est relié via des organes d'isolement individualisés aux gâchettes d'inhibition des thyristors respectifs.

6. Interrupteur selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que l'interrupteur de court-circuit (I3-I4) est un transistor disposé entre un organe d'isolement (22) du dispositif de commande (20) et la gâchette (G) du thyristor et polarisé de manière que son blocage entraîne une accélération de la mise en conduction du thyristor.

7. Interrupteur hybride unipolaire ou multipolaire tel que contacteur ou relais comprenant, en vue du raccordement avec une source électrique alternative et une charge, un circuit d'interruption composé d'un interrupteur électromécanique (I1) à commande électromagnétique à contacts séparables en parallèle avec un interrupteur statique bidirectionnel (I2) comprenant deux thyristors, caractérisé en ce que :

35 - le thyristor (TH1, TH2) de l'interrupteur statique bidirectionnel (I2) est un thyristor dit normalement conduc-

- 12 -

teur, allumable à chaque passage à zéro avec $dV/dt > 0$ de sa tension anode-cathode,

- un moyen d'inhibition (I3, I4) de la gâchette (G) du thyristor est associé à celui-ci, le moyen d'inhibition
- 5 étant actif pendant un bref laps de temps prédéterminé (T0) à la fermeture de l'interrupteur électromécanique (11) et étant inactif pendant le reste du temps de fermeture de ce dernier.

1 / 2

FIG. 1

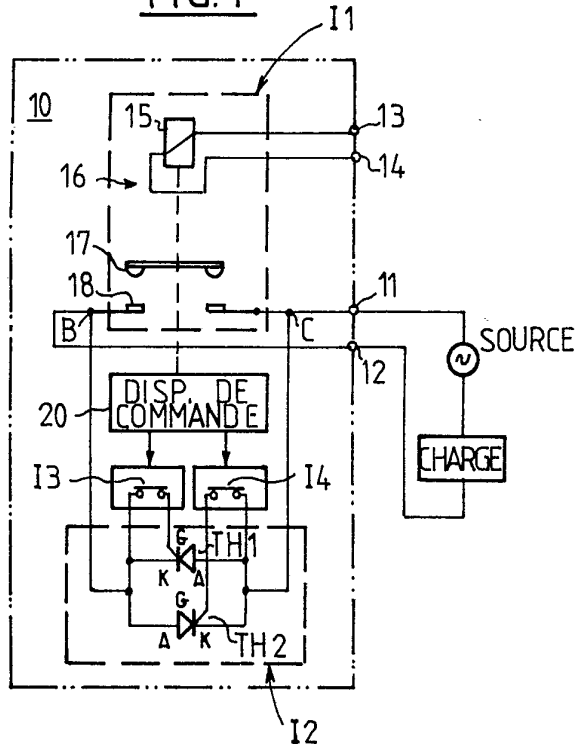


FIG. 2

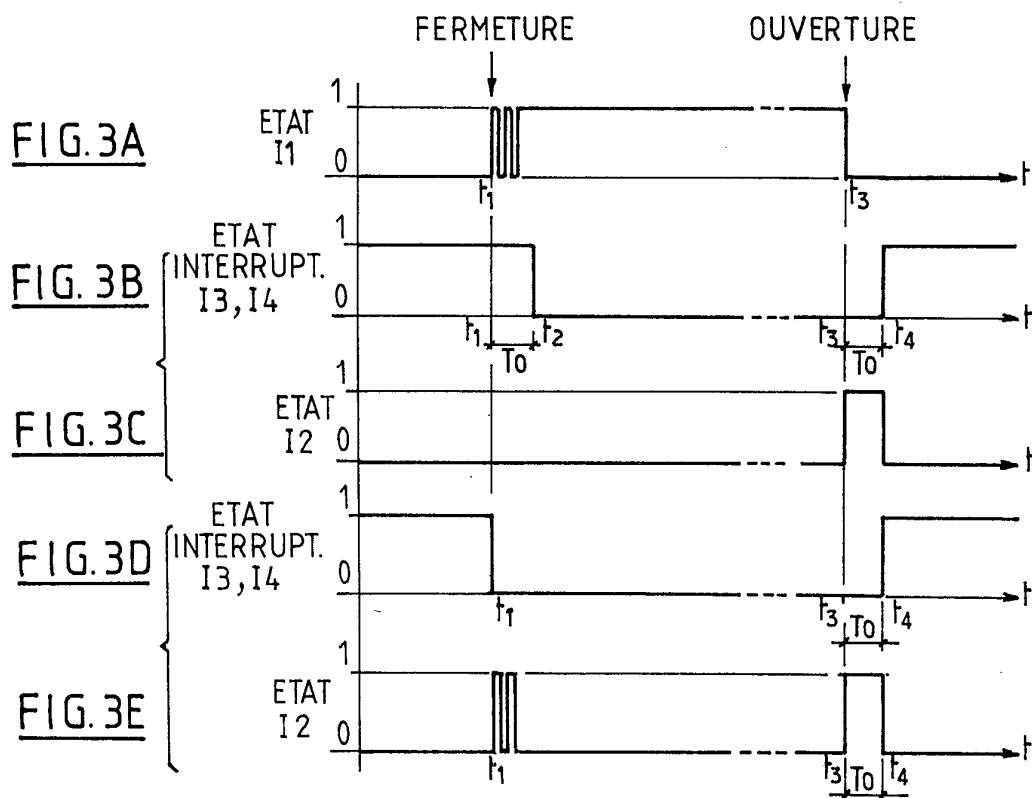
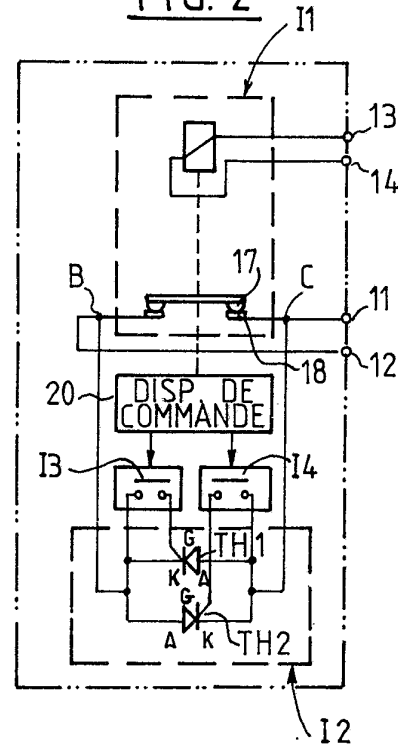


FIG. 4

2 / 2

