

(19)



(11)

**EP 2 406 802 B1**

(12)

**FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention  
de la délivrance du brevet:  
**12.11.2014 Bulletin 2014/46**

(51) Int Cl.:  
**H01H 9/54 (2006.01) H01H 33/38 (2006.01)**  
**H01F 7/18 (2006.01)**

(21) Numéro de dépôt: **10709995.4**

(86) Numéro de dépôt international:  
**PCT/EP2010/052949**

(22) Date de dépôt: **09.03.2010**

(87) Numéro de publication internationale:  
**WO 2010/102989 (16.09.2010 Gazette 2010/37)**

(54) **CIRCUIT DE COMMANDE D'UN ACTIONNEUR ELECTROMAGNETIQUE POUR UN  
INTERRUPTEUR A VIDE**

**STEUERSCHALTUNG FÜR EINEN ELEKTROMAGNETISCHEN AKTUATOR EINES  
VAKUUMSCHALTERS**

**CONTROL CIRCUIT FOR AN ELECTROMAGNETIC ACTUATOR FOR A VACUUM INTERRUPTER**

(84) Etats contractants désignés:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR  
HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL  
PT RO SE SI SK SM TR**

(72) Inventeur: **BONJEAN, Marc**  
**F-34400 Lunel Viel (FR)**

(30) Priorité: **10.03.2009 FR 0951492**

(74) Mandataire: **Ilgart, Jean-Christophe et al**  
**Brevalex**  
**95, rue d'Amsterdam**  
**75378 Paris Cedex 8 (FR)**

(43) Date de publication de la demande:  
**18.01.2012 Bulletin 2012/03**

(56) Documents cités:  
**DE-A1- 19 731 269 DE-A1- 19 734 589**  
**DE-A1- 19 929 572 DE-U1- 29 614 718**  
**US-A- 5 375 027**

(73) Titulaire: **Schneider Electric Energy France**  
**92500 Rueil-Malmaison (FR)**

**EP 2 406 802 B1**

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

## Description

### Domaine technique et art antérieur

**[0001]** La présente invention concerne un circuit actionneur magnétique d'appareillage haute tension qui contient au moins un aimant permanent et, plus particulièrement, un circuit actionneur magnétique d'appareil haute tension pour ampoule à vide, comme décrit dans DE-A-19979572.

**[0002]** Un actionneur magnétique d'appareil haute tension est utilisé pour la mise en circuit ou la mise hors circuit d'un appareil haute tension. La mise en circuit de l'appareil haute tension est réalisée par fermeture de l'actionneur et la mise hors circuit par ouverture de l'actionneur.

**[0003]** Un actionneur magnétique comprend généralement une bobine de fermeture utilisée lors de la fermeture et une bobine d'ouverture utilisée lors de l'ouverture.

**[0004]** Les bobines de fermeture et d'ouverture des actionneurs magnétiques présentent une isolation galvanique. Malgré cette isolation, il persiste, entre ces bobines, un couplage magnétique résiduel qui fait que la présence d'une tension sur une bobine génère une tension sur l'autre bobine. Ainsi, lors de la fermeture d'un actionneur magnétique, la tension appliquée sur la bobine de fermeture de l'actionneur génère-t-elle une tension sur la bobine d'ouverture du fait du couplage résiduel entre les bobines. Dans le cas où une ouverture succède rapidement à la fermeture (cas, par exemple, de la fermeture sur court-circuit) la tension générée sur la bobine d'ouverture s'oppose alors à la tension du signal de fermeture accroissant ainsi le courant d'ouverture et/ou le délai d'ouverture.

**[0005]** Pour les actionneurs magnétiques munis de commutateurs électromécaniques, la durée de coupure des commutateurs (durée de montée du courant dans la bobine, de déplacement des contacts y compris la durée de l'arc électrique) devient alors excessive. C'est la raison pour laquelle des commutateurs à transistor ont remplacé les commutateurs électromécaniques, les commutateurs à transistor permettant d'interrompre très rapidement le courant. Un inconvénient majeur des commutateurs à transistor réside toutefois dans le mode de défaillance le plus fréquent de ces composants, à savoir leur mise en court-circuit. La mise en court-circuit des commutateurs à transistor peut se produire en de multiples circonstances, à savoir, par exemple :

- un emballement thermique d'une partie du circuit de commande,
- une surtension d'origine interne, par exemple lors de la manoeuvre de l'appareil, ou d'origine externe, par exemple dans le cas de la foudre,
- un vieillissement précoce,
- un niveau de perturbations électromagnétiques au-delà de valeurs spécifiées,
- un mauvais câblage du contrôle commande.

**[0006]** La figure 1 représente, à titre d'exemple, un circuit actionneur magnétique pour ampoule à vide à transistor à bobine de fermeture de l'art antérieur.

**[0007]** Le circuit actionneur comprend un circuit d'alimentation A constitué, par exemple, d'un chargeur 1 et d'un condensateur 2 monté en parallèle du chargeur 1, une bobine 3, un commutateur à transistor 4, un circuit de commande 5 du commutateur à transistor 4 et un aimant permanent (non représenté sur la figure). L'aimant permanent permet de verrouiller le noyau de l'actionneur dans la position qui correspond à l'état fermé des ampoules à vide en l'absence de courant dans la ou les bobines de l'actionneur. La bobine 3 et le commutateur à transistor 4 sont montés en série et forment, entre des bornes P1 et P2, un ensemble monté en parallèle avec le circuit d'alimentation A. Le commutateur à transistor 4 est, par exemple, un transistor qui reçoit sur sa grille le signal de commande de commutation délivré par le circuit 5. L'appareil commandé en fermeture par le circuit actionneur est branché entre les bornes P1 et P2 (ce dispositif n'est pas représenté sur la figure). Pour un tel circuit actionneur, quel que soit le signal de commande appliqué sur la grille du transistor, la mise en court-circuit accidentelle du transistor provoque le passage d'un courant permanent dans la bobine 3, lequel courant induit une force de quelques centaines à quelques milliers de Newtons. Cette force provoque un déplacement des contacts de l'ampoule à vide de quelques millimètres. Ce déplacement, même partiel dans le cas où il n'y a pas de toucher de contact, n'est pas acceptable. L'invention prévoit des moyens aptes à supprimer cet inconvénient.

### Exposé de l'invention

**[0008]** En effet, l'invention concerne un circuit actionneur magnétique d'appareillage haute tension pour ampoule à vide qui comprend au moins un aimant permanent et au moins une bobine montée en série avec un commutateur à transistor qui reçoit sur une borne de commande un premier signal de commande qui place le commutateur à transistor dans un état passant ou dans un état bloqué, caractérisé en ce qu'il comprend un premier commutateur électromécanique monté en série avec le commutateur à transistor et la bobine, le premier commutateur électromécanique recevant sur une borne de commande un deuxième signal de commande qui place le premier commutateur électromécanique dans un état passant ou un état bloqué, le premier commutateur électromécanique et le commutateur à transistor étant, par défaut, dans un état bloqué de sorte que le deuxième signal de commande :

- a) place le commutateur électromécanique dans un état passant à un instant qui précède l'application du premier signal de commande qui place le commutateur à transistor dans un état passant, et
- b) rétablit le commutateur électromécanique dans

un état bloqué dès lors que le commutateur à transistor est rétabli dans l'état bloqué.

**[0009]** Selon une caractéristique supplémentaire de l'invention, un deuxième commutateur électromécanique est mécaniquement relié au premier commutateur électromécanique de sorte que c'est la même commande qui commande le premier commutateur électromécanique et le deuxième commutateur électromécanique, le deuxième commutateur électromécanique ayant une première borne reliée à une tension de détection et une deuxième borne reliée à un circuit de détection de tension.

**[0010]** Selon encore une autre caractéristique supplémentaire de l'invention :

- un troisième commutateur électromécanique est monté en série entre une première borne de sortie d'un circuit commutateur qui délivre le premier signal de commande et la borne de commande du commutateur à transistor, et
- un commutateur électromécanique qui appartient à un circuit d'enclenchement ou de déclenchement qui contrôle le circuit de commande est mécaniquement relié au troisième commutateur électromécanique de telle sorte que le même signal de commande commande le troisième commutateur électromécanique et le commutateur électromécanique qui appartient au circuit de déclenchement.

**[0011]** Selon encore une autre caractéristique supplémentaire de l'invention, un circuit de mise en forme de signal est placé en série entre le troisième commutateur électromécanique et l'entrée de commande du commutateur à transistor afin de rallonger la durée du signal de commande qui est appliqué sur l'entrée de commande du commutateur à transistor.

**[0012]** Selon encore une autre caractéristique supplémentaire de l'invention :

- un quatrième commutateur électromécanique est monté en série entre une deuxième borne de sortie d'un circuit de commande qui délivre le deuxième signal de commande et la borne de commande du premier commutateur électromécanique, et
- un commutateur électromécanique qui appartient à un circuit de déclenchement qui contrôle le circuit de commande est mécaniquement relié au quatrième commutateur électromécanique de telle sorte que le même signal de commande commande le quatrième commutateur électromécanique et le commutateur électromécanique qui appartient au circuit de déclenchement.

**[0013]** Selon encore une autre caractéristique supplémentaire de l'invention, un circuit de mise en forme de signal est placé en série entre le quatrième commutateur électromécanique et l'entrée de commande du premier

commutateur électromécanique afin de rallonger la durée du signal de commande qui est appliqué sur l'entrée de commande du premier commutateur électromécanique.

5 **[0014]** Selon encore une autre caractéristique supplémentaire de l'invention, un composant monté en parallèle de la bobine dissipe l'énergie libérée pendant les commutations du circuit actionneur magnétique en limitant les surtensions aux bornes de la bobine.

10 **[0015]** Selon encore une autre caractéristique supplémentaire de l'invention, le circuit actionneur magnétique comprend deux bobines distinctes parmi lesquelles une première bobine est utilisée pour une mise en circuit d'un appareil haute tension et une deuxième bobine est utilisée pour une mise hors circuit de l'appareil haute tension.

15 **[0016]** Selon encore une autre caractéristique supplémentaire de l'invention, la bobine est utilisée pour une mise en circuit ou pour une mise hors circuit d'un appareil haute tension.

20 **[0017]** Le circuit actionneur magnétique de l'invention présente l'avantage d'éviter toute manœuvre accidentelle de l'appareil qu'il commande. Du fait de la présence du commutateur électromécanique dans le circuit actionneur, le courant qui s'établit dans l'appareil sous l'action du circuit actionneur s'y établit un peu plus lentement que dans l'art antérieur. Ce délai supplémentaire de l'établissement du courant n'est toutefois pas un inconvénient car il demeure, dans tous les cas, inférieur, voire très inférieur, au délai de fermeture ou d'ouverture de l'appareil.

#### Breve description des figures

35 **[0018]** D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture d'un mode de réalisation préférentiel fait en référence aux figures jointes parmi lesquelles :

- La figure 1, déjà décrite, représente un circuit actionneur magnétique pour ampoule à vide à transistor à bobine de fermeture de l'art antérieur ;
- La figure 2 représente un circuit actionneur magnétique pour ampoule à vide à transistor à bobine de fermeture de l'invention;
- 45 - La figure 3 représente un premier perfectionnement du circuit actionneur représenté en figure 2 ;
- La figure 4 représente une première variante d'un deuxième perfectionnement du circuit actionneur représenté en figure 2 ;
- 50 - La figure 5 représente une deuxième variante du deuxième perfectionnement du circuit actionneur représenté en figure 2 ;
- La figure 6 représente un troisième perfectionnement du circuit actionneur à transistor représenté en figure 2 ;
- 55 - Les figures 7A-7D représentent différentes variantes d'un circuit actionneur à transistor de l'invention muni d'une bobine de fermeture et d'une bobine d'ouver-

ture;

- Les figures 8A-8D représentent différentes variantes d'un circuit actionneur à transistor de l'invention muni d'une bobine unique pour la fermeture et l'ouverture ;

**[0019]** Sur toutes les figures, les mêmes références désignent les mêmes éléments.

Exposé détaillé de modes de réalisation particuliers de l'invention

**[0020]** La figure 2 représente un circuit actionneur à transistor de l'invention muni d'une bobine de fermeture.

**[0021]** Outre le circuit d'alimentation A, l'aimant permanent (non représenté sur la figure), la bobine de fermeture 3, le commutateur à transistor 4 et le circuit de commande 5, le circuit actionneur de l'invention comprend un commutateur électromécanique EM1 en série avec la bobine de fermeture 3. Les éléments EM1, 3 et 4 sont montés en série entre les bornes P1 et P2. Une bobine b est placée, de façon connue en soi, sur le circuit de commande du commutateur électromécanique EM1.. Le signal de commande du commutateur électromécanique EM1 est délivré par le circuit de commande 5. Le circuit de commande 5 est, par exemple, un microprocesseur. A l'état de repos, les commutateurs 4 et EM1 sont dans un état bloqué (circuit ouvert). Dès lors qu'il est envisagé de rendre passant le commutateur à transistor 4 (commutateur à transistor 4 fermé), un signal de commande est appliqué au commutateur EM1 afin de fermer celui-ci (état passant). Ainsi, par exemple, 5ms avant de fermer le commutateur à transistor 4, un signal de commande est-il appliqué au commutateur EM1 afin de fermer ce dernier, le commutateur EM1 étant à nouveau ouvert dès que le commutateur à transistor 4 est placé à nouveau en circuit ouvert.

**[0022]** Ainsi, hormis pendant une durée sensiblement identique à celle du fonctionnement du commutateur à transistor 4, la maille qui rassemble le commutateur électromécanique EM1, la bobine 3 et le commutateur à transistor 4 est-elle avantageusement en circuit ouvert. Une défaillance du circuit de commande à transistor 4 (mise en court-circuit du composant) ne conduit à aucun dysfonctionnement. Aucune manoeuvre intempestive de l'appareil commandé par le circuit actionneur de l'invention n'est alors possible.

**[0023]** Le mode de défaillance le plus fréquent d'un commutateur électromécanique est une mise à l'état ouvert permanent du commutateur. Dès lors que se produit une défaillance du commutateur EM1, toute commande du commutateur à transistor 4 ne peut plus produire aucun effet et l'appareil qui est commandé par le circuit actionneur ne peut également plus être commandé. Dans cet état de défaillance du commutateur EM1, l'appareil qui est commandé par le circuit actionneur continue donc avantageusement d'être protégé de toute manoeuvre intempestive.

**[0024]** L'autre mode de défaillance du commutateur

EM1 est le mode fermé « collé ». Selon un premier perfectionnement de l'invention représenté en figure 3, le circuit actionneur comprend un moyen de détection qui permet de détecter l'état de commutateur fermé (i.e. de relais collé) et ce défaut peut alors avantageusement être signalé. Le moyen de détection est réalisé par un commutateur électromécanique EMd. Le commutateur EMd a une première borne reliée à une tension de détection  $V_1$  et une deuxième borne reliée à une entrée de commande du circuit de commande 5. De façon connue en soi, le commutateur EMd est mécaniquement relié au commutateur EM1 de telle sorte que c'est la même commande qui est appliquée aux deux commutateurs. Ainsi, les commutateurs EMd et EM1 sont-ils fermés ou ouverts simultanément. Il s'en suit que, lorsque le commutateur EM1 est en mode fermé « collé », le commutateur EMd est également fermé et la tension  $V_1$  est détectée par le circuit de commande.

**[0025]** Il est possible d'améliorer le fonctionnement du circuit actionneur en sectionnant soit la commande du commutateur à transistor 4, soit la commande du commutateur électromécanique EM1 comme cela est représenté, respectivement, sur les figures 4 et 5. En plus du circuit d'alimentation A, de la bobine 3, du commutateur électromécanique EM1, de la bobine b, du commutateur à transistor 4 et du circuit de commande 5, le circuit actionneur comprend alors un commutateur électromécanique supplémentaire et utilise le circuit de déclenchement qui contrôle, de façon connue en soi, le circuit de commande 5. Le circuit de déclenchement comprend un générateur d'impulsions 7 et un commutateur électromécanique EMb qui a une première borne reliée à une entrée de contrôle du circuit de commande 5 et une deuxième borne reliée à une tension de contrôle  $V_{ref}$ . Les impulsions délivrées par le générateur 7 sont appliquées sur la borne de commande du commutateur EMb, permettant ainsi d'appliquer la tension de contrôle  $V_{ref}$  sur l'entrée de contrôle du circuit 5.

**[0026]** La figure 4 représente un circuit actionneur de l'invention dans lequel c'est la commande du commutateur à transistor qui est sectionnée. Un troisième commutateur électromécanique EMa est placé en série entre le circuit de commutation 5 et la borne de commande du commutateur à transistor. Les commutateurs électromécaniques EMa et EMb sont reliés mécaniquement de telle sorte que c'est le même signal de commande qui leur est appliqué. Ainsi, une impulsion de commande délivrée par le générateur d'impulsions 7 commande-t-elle simultanément les commutateurs EMa et EMb. En l'absence d'impulsions délivrées par le générateur 7, le commutateur EMa est en circuit ouvert et, avantageusement, aucune commande n'est appliquée sur le commutateur à transistor 4. Dès lors qu'une impulsion est délivrée par le générateur 7, le commutateur EMa se ferme et un signal de commande est appliqué sur le commutateur à transistor 4. Les impulsions délivrées par le générateur d'impulsions ont une durée généralement plus courte que la durée de l'impulsion qui doit être appliquée sur la

bobine de l'actionneur. Un circuit de mise en forme de signal 6 est alors placé en série entre la borne de commande du commutateur à transistor 4 et le commutateur EMa afin de rallonger la durée de l'impulsion qui est appliquée au commutateur à transistor. Pour une impulsion reçue de durée sensiblement égale à 10ms, le circuit de mise en forme de signal 6 délivre alors, par exemple, une impulsion de durée sensiblement égale à 100ms qui est une durée compatible avec la durée des impulsions devant être appliquées sur la bobine de l'actionneur.

**[0027]** Un tel circuit permet avantageusement d'éviter la circulation d'un courant non désiré dans la bobine de l'actionneur.

**[0028]** En référence à la figure 5, c'est la commande du commutateur électromécanique EM1 qui est sectionnée. Un commutateur électromécanique EMc est ici placé en série entre le circuit de commande 5 et la borne de commande du commutateur électromécanique EM1. De même que cela a été décrit ci-dessus en référence à la figure 4, les éléments EMc, EMb, 6 et 7 sont utilisés pour éviter la circulation d'un courant non désiré dans la bobine de l'actionneur.

**[0029]** La figure 6 représente un troisième perfectionnement du circuit actionneur à transistor représenté en figure 2. Selon ce troisième perfectionnement, il est prévu un composant 8 placé en parallèle de la bobine 3, par exemple une varistance, dans lequel est dissipée l'énergie libérée pendant les commutations du circuit actionneur. Les surtensions aux bornes de la bobine sont limitées à une valeur acceptable et la durée de circulation du courant n'est pas modifiée de manière notable.

**[0030]** Les figures 2-6 correspondent à un mode de réalisation de l'invention dans lequel le circuit actionneur comprend une seule bobine qui est utilisée exclusivement comme bobine de fermeture. L'invention concerne également d'autres modes de réalisation, à savoir :

- un mode de réalisation dans lequel le circuit actionneur comprend deux bobines, l'une utilisée pour la fermeture et l'autre pour l'ouverture, et
- un mode de réalisation dans lequel le circuit actionneur comprend une seule bobine utilisée soit pour la fermeture, soit pour l'ouverture.

**[0031]** La figure 7A représente une première variante d'un circuit actionneur à transistor de l'invention muni d'une bobine de fermeture et d'une bobine d'ouverture.

**[0032]** Le circuit comprend un circuit d'alimentation A constitué, par exemple, d'un chargeur 1 et d'un condensateur 2, une bobine de fermeture 9 en série avec un commutateur électromécanique EM2 et avec un commutateur à transistor 11, une bobine d'ouverture 10 en série avec un commutateur électromécanique EM3 et avec un commutateur à transistor 12, un circuit de commande 5 qui délivre les signaux de commande aux différents commutateurs et des bobines de relais b. Les éléments en série EM2, 9 et 11 constituent un ensemble monté, entre les bornes P1 et P2, en parallèle de l'ensemble formé

par les éléments en série EM3, 10 et 12. Les commutateurs EM2 et 11 contrôlent l'ouverture de l'appareil qui est branché entre les bornes P1 et P2 (non représenté sur la figure) et les commutateurs EM1 et 12 contrôlent la fermeture de ce même dispositif.

**[0033]** Tous les perfectionnements décrits en référence aux figures 3 à 6 pour le mode de réalisation de l'invention représenté en figure 2 s'appliquent, mutatis mutandis, au mode de réalisation représenté en figure 7A.

**[0034]** La figure 7B représente une deuxième variante d'un circuit actionneur à transistor de l'invention muni d'une bobine de fermeture et d'une bobine d'ouverture.

**[0035]** Selon cette deuxième variante, la bobine de fermeture 9 est montée en série entre deux commutateurs électromécaniques EM4 et EM5 et la bobine d'ouverture 10 est montée en série entre deux commutateurs électromécaniques EM6 et EM7. L'ensemble des éléments EM4, 9 et EM5 est monté en parallèle de l'ensemble des éléments EM6, 10 et EM7. Les commutateurs électromécaniques EM4 et EM6 ont une borne commune qui est la borne P1 et les commutateurs électromécaniques EM5 et EM7 ont une borne commune qui est une première borne d'un commutateur à transistor 13 dont la deuxième borne est la borne P2. De façon connue en soi, des bobines b sont montées sur les circuits de commande des différents commutateurs électromécaniques. A l'état de repos, tous les commutateurs (EM4, EM5, EM6, EM7, 13) sont ouverts (état bloqué).

**[0036]** Conformément à l'invention, lors de l'opération de fermeture de l'appareil qui est placé entre les bornes P1 et P2, les commutateurs électromécaniques EM4 et EM5 sont simultanément fermés (mise à l'état passant) sous l'action des commandes qui leur sont appliquées peu avant que ne soit fermé (mise à l'état passant) le commutateur à transistor 13, et simultanément ouverts (mise à l'état bloqué) dès lors que le commutateur à transistor 13 est à nouveau placé en circuit ouvert.

**[0037]** De même, lors de l'opération d'ouverture, les commutateurs électromécaniques EM6 et EM7 sont simultanément fermés (mise à l'état passant) sous l'action de commandes qui leur sont appliquées peu avant que ne soit fermé (mise à l'état passant) le commutateur à transistor 13 et simultanément ouverts (mise à l'état bloqué) dès lors que le commutateur à transistor 13 est à nouveau placé en circuit ouvert.

**[0038]** Tous les perfectionnements décrits en référence aux figures 3 à 6 pour le mode de réalisation de l'invention représenté en figure 2 s'appliquent, mutatis mutandis, à la variante représentée en figure 7B.

**[0039]** La figure 7C représente une troisième variante d'un circuit actionneur à transistor de l'invention muni d'une bobine de fermeture et d'une bobine d'ouverture.

**[0040]** Selon cette troisième variante, la bobine de fermeture 9 est montée en série entre deux commutateurs à transistor 14 et 15 et la bobine d'ouverture 10 est montée en série entre deux commutateurs à transistor 16 et 17. L'ensemble des éléments 14, 9 et 15 est monté en parallèle de l'ensemble des éléments 16, 10 et 17. Les

commutateurs à transistor 15 et 17 ont une borne commune qui est la borne P2 et les commutateurs à transistor 14 et 16 ont une borne commune qui est une première borne d'un commutateur électromécanique EM8 dont la deuxième borne est la borne P1. De façon connue en soi, des bobines b sont montées sur les circuits de commande des différents commutateurs électromécaniques. A l'état de repos, tous les commutateurs (14, 15, 16, 17, EM8) sont ouverts (état bloqué).

**[0041]** Conformément à l'invention, lors de l'opération de fermeture de l'appareil qui est placé entre les bornes P1 et P2, le commutateur électromécanique EM8 est fermé (mise à l'état passant) sous l'action d'une commande qui lui est appliquée peu avant que ne soient fermés simultanément (mise à l'état passant) les commutateurs à transistor 14 et 15, puis ouvert (mise à l'état bloqué) dès lors que les commutateurs à transistor 14 et 15 sont à nouveau simultanément placés en circuit ouvert.

**[0042]** De même, conformément à l'invention, lors de l'opération d'ouverture, le commutateur électromécanique EM8 est fermé (mise à l'état passant) sous l'action d'une commande qui lui est appliquée peu avant que ne soient fermés simultanément (mise à l'état passant) les commutateurs à transistor 16 et 17, puis ouvert (mise à l'état bloqué) dès lors que les commutateurs à transistor 14 et 15 sont à nouveau simultanément placés en circuit ouvert.

**[0043]** Tous les perfectionnements décrits en référence aux figures 3 à 6 pour le mode de réalisation de l'invention représenté en figure 2 s'appliquent, mutatis mutandis, à la variante représentée en figure 7C.

**[0044]** La figure 7D représente une quatrième variante d'un circuit actionneur à transistor de l'invention muni d'une bobine d'ouverture et d'une bobine de fermeture.

**[0045]** La bobine d'ouverture 10 est montée en série entre deux commutateurs électromécaniques EM9 et EM10 et la bobine de fermeture 9 est montée en série entre deux commutateurs à transistor 18 et 19. Une première borne de la bobine 9 est électriquement reliée à une première borne de la bobine 10, lesquelles premières bornes sont électriquement reliées à une première borne du commutateur électromécanique EM9 et à une première borne du commutateur à transistor 18, les deuxièmes bornes du commutateur électromécanique EM9 et du commutateur à transistor 18 étant électriquement reliées à la borne P1. La deuxième borne de la bobine 10 est électriquement reliée à une première borne du commutateur électromécanique EM10 dont la deuxième borne est électriquement reliée à la borne P2 et la deuxième borne de la bobine 9 est électriquement reliée à une première borne du commutateur à transistor 19 dont la deuxième borne est également reliée à la borne P2. A l'état de repos, tous les commutateurs (EM9, EM10, 18, 19) sont ouverts (état bloqué).

**[0046]** Lors de l'opération d'ouverture de l'appareil qui est branché entre les bornes P1 et P2, le commutateur électromécanique EM10 est fermé peu avant que ne se ferme le commutateur à transistor 18 puis à nouveau

ouvert dès lors que le commutateur à transistor 18 est placé à l'état ouvert. Durant cette opération, les commutateurs EM9 et 19 restent à l'état ouvert. Un courant I1 parcourt la maille formée par les éléments 18, 10 et EM10 (voir figure). Lors de l'opération de fermeture, le commutateur électromécanique EM9 est fermé peu avant que ne se ferme le commutateur à transistor 19 puis à nouveau ouvert dès lors que le commutateur à transistor 19 est placé à l'état ouvert. Durant cette opération, les commutateurs EM10 et 18 restent à l'état ouvert. Un courant I2 parcourt la maille formée par les éléments EM9, 9, 19.

**[0047]** Tous les perfectionnements décrits en référence aux figures 3 à 6 pour le mode de réalisation de l'invention représenté en figure 2 s'appliquent, mutatis mutandis, à la variante représentée en figure 7D.

**[0048]** Les figures 8A-8D vont maintenant être décrites qui concernent les différentes variantes d'actionneur de l'invention dans lesquelles une bobine unique est utilisée, soit pour la fermeture, soit pour l'ouverture. Les circuits représentés sur les figures 8A-8D correspondent, respectivement, aux circuits représentés sur les figures 7A-7D. Par circuits qui se « correspondent », il faut entendre que, pour les circuits concernés, les commutateurs électromécaniques et à transistor sont identiques et sont connectés de la même manière aux bornes respectives P1 et P2.

**[0049]** La figure 8A représente une première variante d'un circuit actionneur à transistor de l'invention muni d'une bobine unique pour l'ouverture et la fermeture. Ce circuit correspond au circuit de la figure 7A, ce qui signifie que les commutateurs EM2, EM3, 11 et 12 sont connectés aux bornes P1 et P2 comme dans le circuit de la figure 7A.

**[0050]** Les commutateurs EM2 et 11 sont montés en série de même que les commutateurs EM3 et 12. Une première borne de la bobine unique 20 est électriquement reliée à une borne commune qui relie les commutateurs EM2 et 11 et la deuxième borne de la bobine unique 20 est électriquement reliée à une borne commune qui relie les commutateurs EM3 et 12. Le circuit de fermeture est alors constitué des éléments EM3, 20 et 11 et le circuit d'ouverture des éléments EM2, 20 et 12. Pour l'opération de fermeture, c'est le commutateur EM3 dont la durée de fermeture encadre la fermeture du commutateur 11, les commutateurs EM2 et 12 restant ouverts et, pour l'opération d'ouverture, c'est le commutateur EM2 dont la durée de fermeture encadre celle du commutateur 12, les commutateurs EM3 et 11 restant ouverts.

**[0051]** Tous les perfectionnements décrits en référence aux figures 3 à 6 pour le mode de réalisation de l'invention représenté en figure 2 s'appliquent, mutatis mutandis, au mode de réalisation représenté en figure 8A.

**[0052]** La figure 8B représente une deuxième variante d'un circuit actionneur à transistor de l'invention muni d'une bobine unique pour l'ouverture et la fermeture. Le circuit de la figure 8B correspond à celui de la figure 7B. Il comprend les commutateurs électromécaniques EM4,

EM5, EM6 et EM7 et le commutateur à transistor 13, lesquels commutateurs sont reliés aux bornes respectives P1 et P2 de la même manière que dans le circuit représenté en figure 7B. La bobine unique 20 a une première borne reliée à une borne commune des commutateurs EM4 et EM5 et une deuxième borne reliée à une borne commune des commutateurs EM6 et EM7. Le circuit de fermeture comprend le commutateur EM4, la bobine 20, le commutateur EM7 et le commutateur 13 et le circuit d'ouverture comprend le commutateur EM6, la bobine 20, le commutateur EM5 et le commutateur 13. Pour l'opération de fermeture, ce sont les commutateurs EM4 et EM7 qui sont fermés alors que les commutateurs EM5 et EM6 restent ouverts et, pour l'opération d'ouverture, ce sont les commutateurs EM5 et EM6 qui sont fermés alors que les commutateurs EM4 et EM7 restent ouverts.

[0053] Tous les perfectionnements décrits en référence aux figures 3 à 6 pour le mode de réalisation de l'invention représenté en figure 2 s'appliquent, mutatis mutandis, au mode de réalisation représenté en figure 8B.

[0054] La figure 8C représente une troisième variante d'un circuit actionneur à transistor de l'invention muni d'une bobine unique pour l'ouverture et la fermeture. Le circuit de la figure 8B correspond à celui de la figure 7B. Il comprend quatre commutateurs à transistor 14, 15, 16, 17 et un commutateur électromécanique EM8. Les commutateurs EM8, 14 et 16 sont reliés à la borne P1 de la même manière que dans le circuit représenté en figure 7C. De même, les commutateurs 15 et 17 sont reliés à la borne P2 de la même manière que dans le circuit représenté en figure 7C. La bobine unique 20 a une première borne reliée à une borne commune des commutateurs 14 et 15 et une deuxième borne reliée à une borne commune des commutateurs 16 et 17. Le circuit de fermeture comprend le commutateur EM8, le commutateur 14, la bobine 20 et le commutateur 17 et le circuit d'ouverture comprend le commutateur EM8, le commutateur 16, la bobine 20 et le commutateur 15. C'est le même commutateur électromécanique EM8 qui se ferme pour l'opération de fermeture et pour l'opération d'ouverture.

[0055] Tous les perfectionnements décrits en référence aux figures 3 à 6 pour le mode de réalisation de l'invention représenté en figure 2 s'appliquent, mutatis mutandis, au mode de réalisation représenté en figure 8C.

[0056] La figure 8D représente une quatrième variante d'un circuit actionneur à transistor de l'invention muni d'une bobine unique pour l'ouverture et la fermeture. Le circuit de la figure 8D correspond à celui de la figure 7D. Il comprend deux commutateurs électromécaniques EM9, EM10 et deux commutateurs à transistor 18 et 19. Les commutateurs EM9 et 18 sont reliés à la borne P1 de la même manière que dans le circuit représenté en figure 7D. De même, les commutateurs EM10 et 19 sont reliés à la borne P2 de la même manière que dans le circuit représenté en figure 7D. Le circuit de fermeture comprend le commutateur 18, la bobine 20 et le commutateur EM10 et le circuit d'ouverture comprend le commutateur EM9, la bobine 20 et le commutateur 19. Pour

l'opération de fermeture, c'est le commutateur EM10 qui se ferme, le commutateur EM9 restant ouvert et, pour l'opération d'ouverture, à l'inverse, c'est le commutateur EM9 qui se ferme, le commutateur EM10 restant ouvert.

[0057] Tous les perfectionnements décrits en référence aux figures 3 à 6 pour le mode de réalisation de l'invention représenté en figure 2 s'appliquent, mutatis mutandis, au mode de réalisation représenté en figure 8D.

## Revendications

1. Circuit actionneur magnétique pour la mise en circuit ou la mise hors circuit d'un appareillage haute tension pour ampoule à vide, le circuit actionneur comprenant au moins un aimant permanent et au moins une bobine (3) montée en série avec un commutateur à transistor (4) qui reçoit sur une borne de commande un premier signal de commande qui place le commutateur à transistor dans un état passant ou dans un état bloqué, **caractérisé en ce qu'il** comprend un premier commutateur électromécanique (EM1) monté en série avec le commutateur à transistor et commandé par un deuxième signal de commande qui place le premier commutateur électromécanique dans un état passant ou un état bloqué, le premier commutateur électromécanique et le commutateur à transistor étant, par défaut, dans un état bloqué avant toute mise en circuit ou toute mise hors circuit de l'appareillage haute tension pour ampoule à vide, le deuxième signal de commande:

- a) plaçant le commutateur électromécanique dans un état passant à un instant qui précède l'application du premier signal de commande qui place le commutateur à transistor dans un état passant, et
- b) rétablissant le commutateur électromécanique dans un état bloqué dès lors que le commutateur à transistor est rétabli dans l'état bloqué.

2. Circuit actionneur selon la revendication 1, dans lequel un deuxième commutateur électromécanique (EMd) est mécaniquement relié au premier commutateur électromécanique (EM1) de sorte que c'est la même commande qui commande le premier commutateur électromécanique (EM1) et le deuxième commutateur électromécanique (EMd), le deuxième commutateur électromécanique ayant une première borne reliée à une tension de détection ( $V_1$ ) et une deuxième borne reliée à un circuit de détection de tension.

3. Circuit actionneur selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, dans lequel :

- un troisième commutateur électromécanique

- (EMa) est monté en série entre une première borne de sortie d'un circuit commutateur (5) qui délivre le premier signal de commande et la borne de commande du commutateur à transistor (4), et
- un commutateur électromécanique (EMb) qui appartient à un circuit de déclenchement (EMb, 7, Vref) qui contrôle le circuit de commande (5) est mécaniquement relié au troisième commutateur électromécanique (EMa) de telle sorte que le même signal de commande commande le troisième commutateur électromécanique et le commutateur électromécanique (EMb) qui appartient au circuit de déclenchement.
4. Circuit actionneur selon la revendication 3, dans lequel un circuit de mise en forme de signal (6) est placé en série entre le troisième commutateur électromécanique et l'entrée de commande du commutateur à transistor afin de rallonger la durée du signal de commande qui est appliqué sur l'entrée de commande du commutateur à transistor.
5. Circuit actionneur selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, dans lequel :
- un quatrième commutateur électromécanique (EMc) est monté en série entre une deuxième borne de sortie d'un circuit de commande (5) qui délivre le deuxième signal de commande et la borne de commande du premier commutateur électromécanique (EM1), et
  - un commutateur électromécanique (EMb) qui appartient à un circuit de déclenchement (EMb, 7, Vref) qui contrôle le circuit de commande (5) est mécaniquement relié au quatrième commutateur électromécanique (EMc) de telle sorte que le même signal de commande commande le quatrième commutateur électromécanique (EMc) et le commutateur électromécanique (EMb) qui appartient au circuit de déclenchement.
6. Circuit actionneur selon la revendication 5, dans lequel un circuit de mise en forme de signal (6) est placé en série entre le quatrième commutateur électromécanique et l'entrée de commande du premier commutateur électromécanique afin de rallonger la durée du signal de commande qui est appliqué sur l'entrée de commande du premier commutateur électromécanique.
7. Circuit actionneur selon l'une quelconque des revendications précédentes dans lequel un composant (3) monté en parallèle de la bobine (3) dissipe l'énergie libérée pendant les commutations du circuit actionneur magnétique en limitant les surtensions aux bornes de la bobine.
8. Circuit actionneur selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** comprend deux bobines distinctes parmi lesquelles une première bobine (9) est utilisée pour une mise en circuit d'un appareil haute tension et une deuxième bobine (10) est utilisée pour une mise hors circuit de l'appareil haute tension.
9. Circuit actionneur selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans lequel la bobine (20) est utilisée pour une mise en circuit ou pour une mise hors circuit d'un appareil moyenne et/ou haute tension.

#### 15 Patentansprüche

1. Magnetische Steuerschaltung für das Einschalten oder Ausschalten einer Hochspannungseinrichtung für Vakuumröhren, wobei die Steuerschaltung zumindest einen Dauermagneten und zumindest eine Spule (3) aufweist, die in Reihe mit einem Transistorschalter (4) geschaltet ist, der an einem Steueranschluss ein erstes Steuersignal empfängt, mit welchem der Transistorschalter in einen Durchlasszustand oder in einen Sperrzustand geschaltet wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie einen ersten elektromechanischen Schalter (EM1) aufweist, der in Reihe mit dem Transistorschalter geschaltet ist und über ein zweites Steuersignal angesteuert wird, mit welchem der erste elektromechanische Schalter in einen Durchlasszustand oder einen Sperrzustand geschaltet wird, wobei der erste elektromechanische Schalter und der Transistorschalter standardmäßig in einem Sperrzustand vor jeglichem Einschalten oder Ausschalten der Hochspannungseinrichtung für Vakuumröhren ist, wobei das zweite Steuersignal
- a) den elektromechanischen Schalter in einen Durchlasszustand zu einem Zeitpunkt schaltet, welcher dem Anlegen des ersten Steuersignals vorausgeht, mit dem der Transistorschalter in einen Durchlasszustand geschaltet wird, und
  - b) den elektromechanischen Schalter wieder in einen Sperrzustand schaltet, sobald der Transistorschalter wieder in den Sperrzustand geschaltet ist.
2. Steuerschaltung nach Anspruch 1, wobei ein zweiter elektromechanischer Schalter (EMd) mit dem ersten elektromechanischen Schalter (EM1) mechanisch so verbunden ist, dass der erste elektromechanische Schalter (EM1) und der zweite elektromechanische Schalter (EMd) mit dem gleichen Befehl angesteuert werden, wobei der zweite elektromechanische Schalter einen ersten Anschluss, an den eine Erfassungsspannung ( $V_1$ ) angelegt ist, sowie einen zweiten Anschluss aufweist, der mit ei-

ner Spannungserfassungsschaltung verbunden ist.

3. Steuerschaltung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, wobei

- ein dritter elektromechanischer Schalter (EMa) zwischen einem ersten Ausgangsanschluss eines Schaltkreises (5), welcher das erste Steuersignal ausgibt, und dem Steueranschluss des Transistorschalters (4) in Reihe geschaltet ist, und

- ein elektromechanischer Schalter (EMb), der zu einem Auslöseschaltkreis (Emb, 7, Vref) gehört, welcher den Schaltkreis (5) ansteuert, mit dem dritten elektromechanischen Schalter (EMa) mechanisch so verbunden ist, dass der dritte elektromechanische Schalter und der elektromechanische Schalter (EMb), der zum Auslöseschaltkreis gehört, mit dem gleichen Steuersignal angesteuert werden.

4. Steuerschaltung nach Anspruch 3, wobei eine Signalaufbereitungsschaltung (6) zwischen dem dritten elektromechanischen Schalter und dem Steuereingang des Transistorschalters in Reihe geschaltet ist, um die Dauer des Steuersignals zu verlängern, das an den Steuereingang des Transistorschalters angelegt ist.

5. Steuerschaltung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, wobei

- ein vierter elektromechanischer Schalter (EMc) zwischen einem zweiten Ausgangsanschluss eines Schaltkreises (5), welcher das zweite Steuersignal ausgibt, und dem Steueranschluss des ersten elektromechanischen Schalters (EM1) in Reihe geschaltet ist, und

- ein elektromechanischer Schalter (EMb), der zu einem Auslöseschaltkreis (Emb, 7, Vref) gehört, welcher den Schaltkreis (5) ansteuert, mit dem vierten elektromechanischen Schalter (EMc) mechanisch so verbunden ist, dass der vierte elektromechanische Schalter (EMc) und der elektromechanische Schalter (EMb), der zum Auslöseschaltkreis gehört, mit dem gleichen Steuersignal angesteuert werden.

6. Steuerschaltung nach Anspruch 5, wobei eine Signalaufbereitungsschaltung (6) zwischen dem vierten elektromechanischen Schalter und dem Steuereingang des ersten elektromechanischen Schalters in Reihe geschaltet ist, um die Dauer des Steuersignals zu verlängern, das an den Steuereingang des ersten elektromechanischen Schalters angelegt ist.

7. Steuerschaltung nach einem der vorangehenden

Ansprüche, wobei

ein mit der Spule (3) parallel geschaltetes Bauteil (8) die während der Schaltvorgänge der magnetischen Steuerschaltung freigesetzte Energie dissipiert und dabei Überspannungen an den Anschlüssen der Spule begrenzt.

8. Steuerschaltung nach einem der vorangehenden Ansprüche,

**dadurch gekennzeichnet, dass** sie zwei verschiedene Spulen aufweist, wovon eine erste Spule (9) zum Einschalten eines Hochspannungsgeräts verwendet wird und eine zweite Spule (10) zum Ausschalten des Hochspannungsgeräts verwendet wird.

9. Steuerschaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei

die Spule (20) zum Einschalten oder zum Ausschalten eines Mittel- und/oder Hochspannungsgeräts verwendet wird.

#### Claims

1. A magnetic actuator circuit for connecting or disconnecting high-voltage switchgear for a vacuum circuit breaker, the actuator circuit comprising at least one permanent magnet and at least one coil (3) connected in series with a transistor switch (4) that receives, on a control terminal, a first control signal that puts the transistor switch in a closed state or an open state, the actuator circuit being **characterized in that** it comprises a first electromechanical switch (EM1) connected in series with the transistor switch and controlled by a second control signal that puts the first electromechanical switch into a closed or an open state, the first electromechanical switch and the transistor switch being, by default, in an open state before any connecting or disconnecting of the high-voltage switchgear for vacuum circuit breaker, the second control signal:

a) putting the electromechanical switch in a closed state at an instant prior to the application of the first control signal that puts the transistor switch in its closed state; and

b) returning the electromechanical switch to its open state once the transistor switch has been returned to its open state.

2. An actuator circuit according to claim 1, wherein a second electromechanical switch (EMd) is coupled mechanically to the first electromechanical switch (EM1), so that the first electromechanical switch (EM1) and the second electromechanical switch (EMd) are controlled by a common control signal, the second electromechanical switch having a first

terminal connected to a detection voltage ( $V_1$ ) and a second terminal connected to a voltage detection circuit.

3. An actuator circuit according to claim 1 or claim 2, wherein:
  - a third electromechanical switch (EMa) is connected in series between a first output terminal of a control circuit (5) that is arranged to deliver said first control signal, and the control terminal of the transistor switch (4); and
  - an electromechanical switch (EMb), which is part of a trigger circuit (EMb, 7,  $V_{ref}$ ) that operates the control circuit (5), is coupled mechanically to the third electromechanical switch (EMa) so that the third electromechanical switch and the electromechanical switch (EMb) that is part of the trigger circuit are controlled by a common control signal.
4. An actuator circuit according to claim 3, wherein a signal shaping circuit (6) is connected in series between the third electromechanical switch and the control input of the transistor switch, in such a way as to prolong the duration of the control signal that is applied to the control input of the transistor switch.
5. An actuator circuit according to claim 1 or claim 2, wherein:
  - a fourth electromechanical switch (EMc) is connected in series between a second output terminal of a control circuit (5) arranged for delivering the second control signal, and the control terminal of the first electromechanical switch (EM1); and
  - an electromechanical switch (EMb), which is part of a trigger circuit (EMb, 7,  $V_{ref}$ ) that operates the control circuit (5), is coupled mechanically to the fourth electromechanical switch (EMc) so that the fourth electromechanical switch (EMc) and the electromechanical switch (EMb) that is part of the trigger circuit are controlled by a common control signal.
6. An actuator circuit according to claim 5, wherein a signal shaping circuit (6) is connected in series between the fourth electromechanical switch and the control input of the first electromechanical switch, in such a way as to prolong the duration of the control signal that is applied to the control input of the first electromechanical switch.
7. An actuator circuit according to any preceding claim, wherein a component (8) connected in parallel with said coil (3) is arranged for dissipating the energy that is released during switching operations of the

magnetic actuator, by limiting over-voltages between the ends of the coil.

8. An actuator circuit according to any preceding claim, **characterized in that** it has two separate coils, consisting of a first coil (9) arranged to be used for putting a high voltage apparatus in circuit and a second coil (10) arranged to be used for taking the high voltage apparatus out of circuit.
9. An actuator circuit according to any one of claims 1 to 7, wherein the coil (20) is arranged to be used for putting in circuit or taking out of circuit, a medium and/or high voltage apparatus.

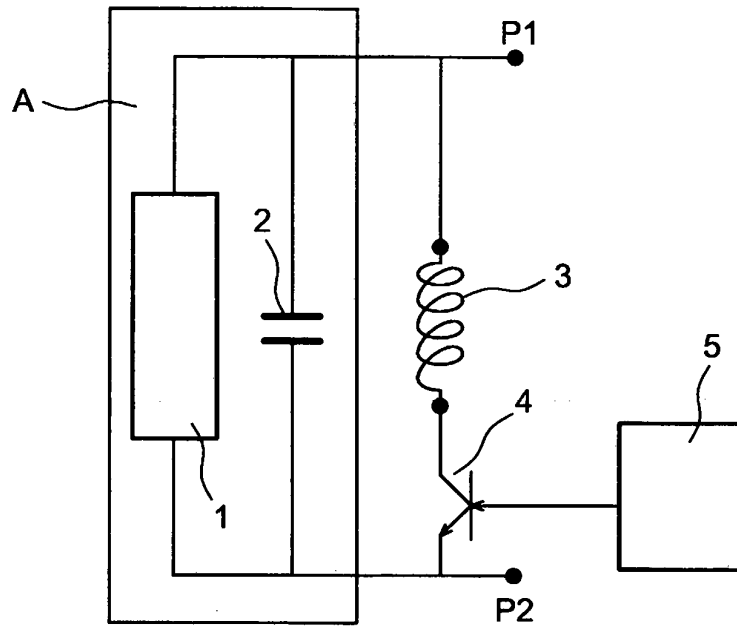


FIG. 1

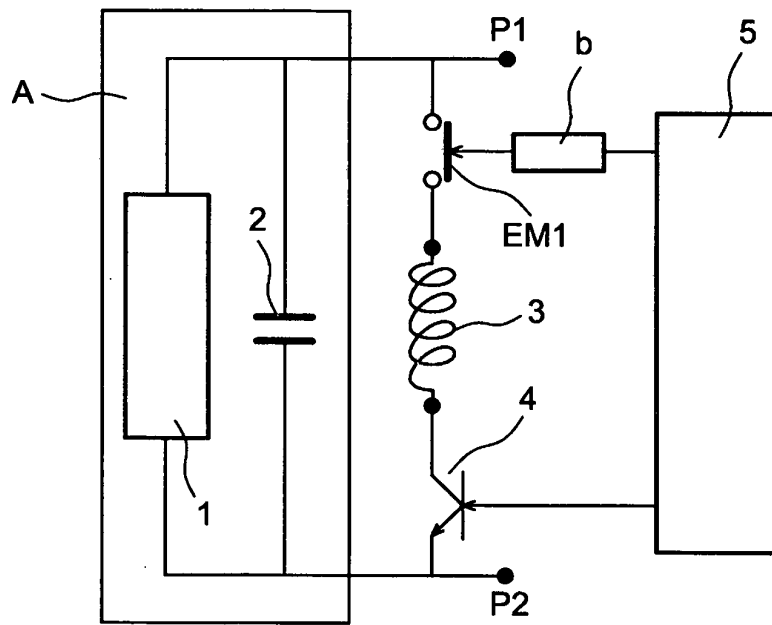


FIG. 2

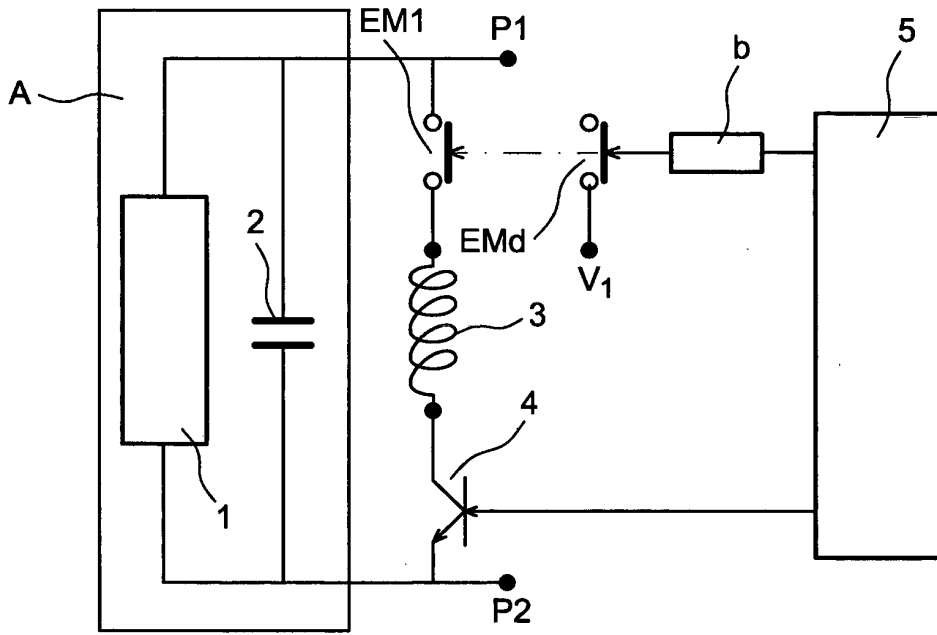


FIG. 3

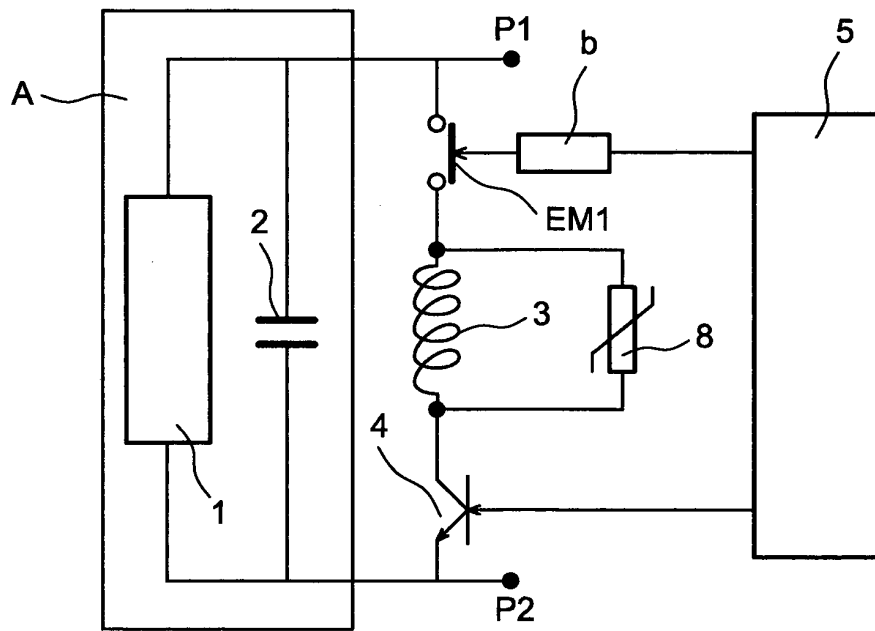


FIG. 6

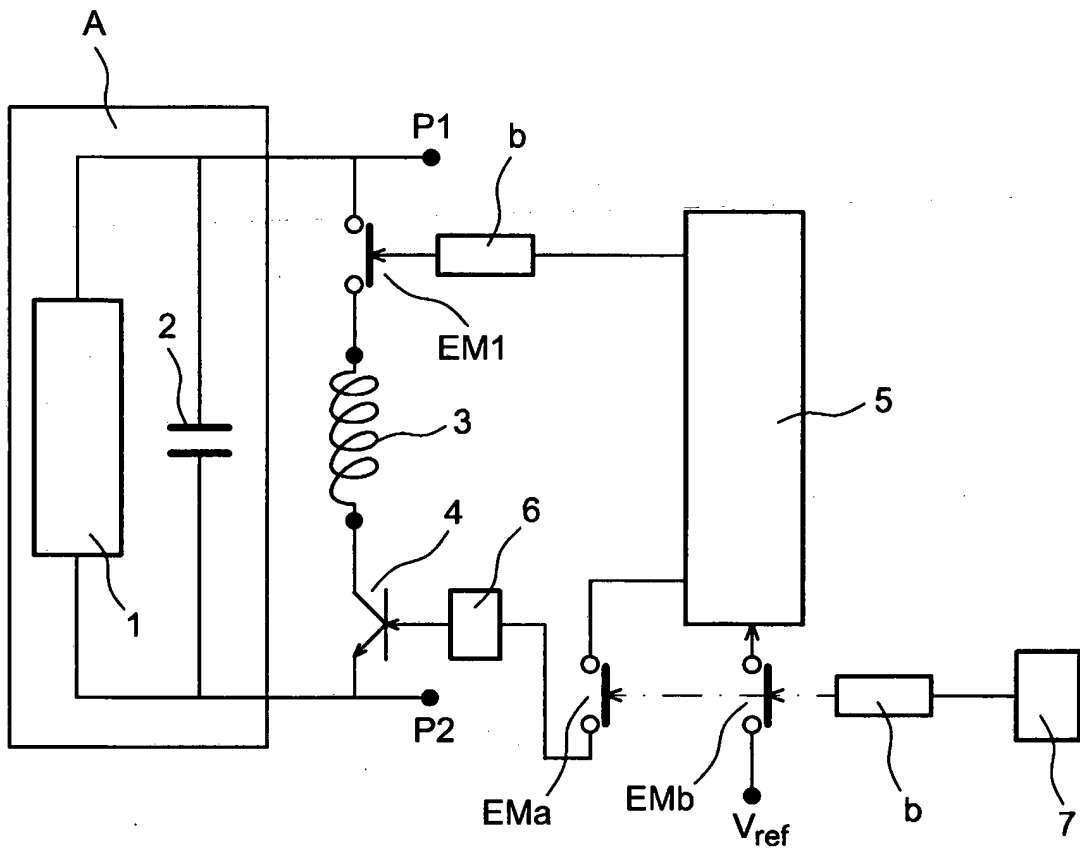


FIG. 4

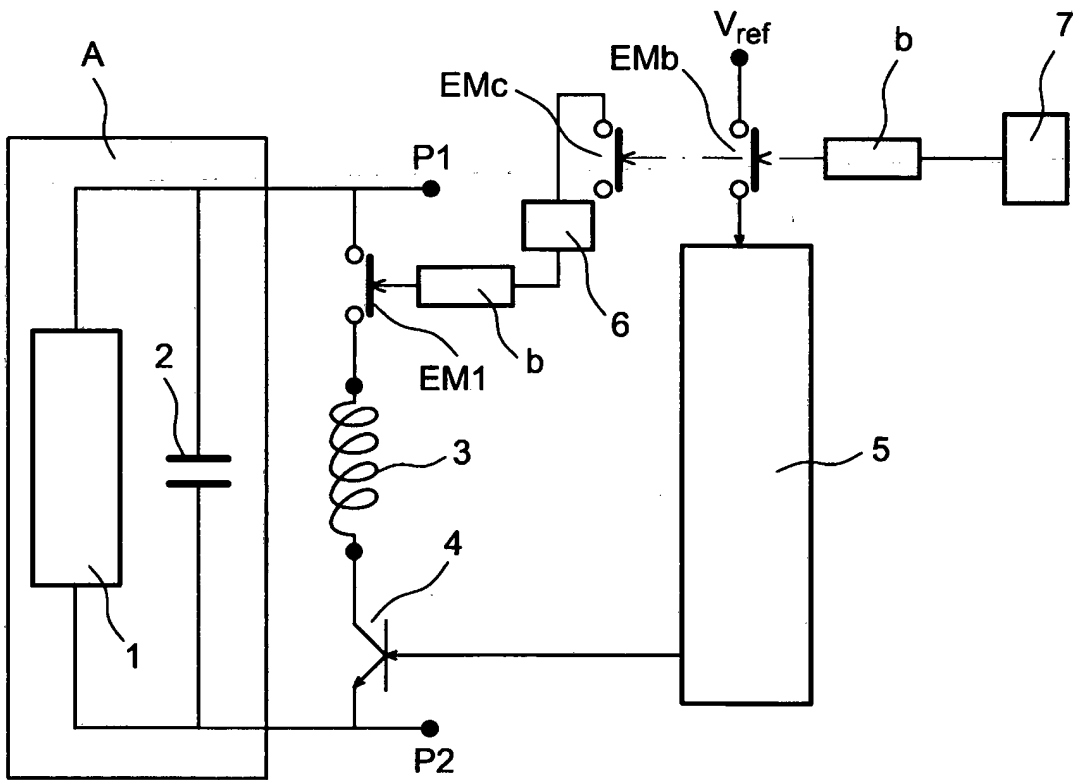


FIG. 5

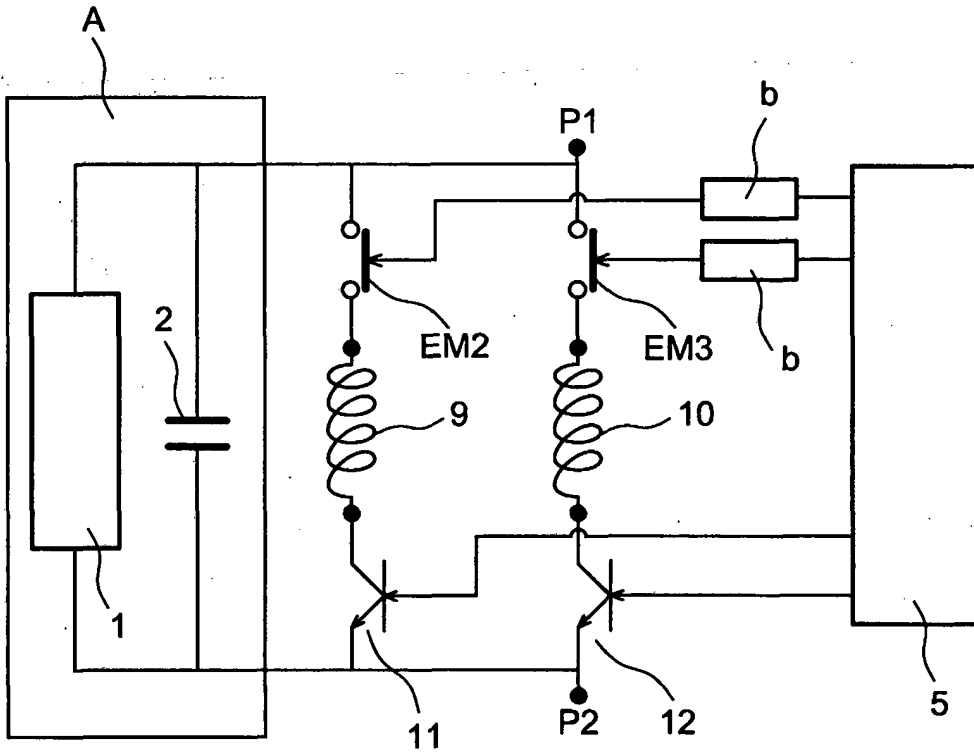


FIG. 7A

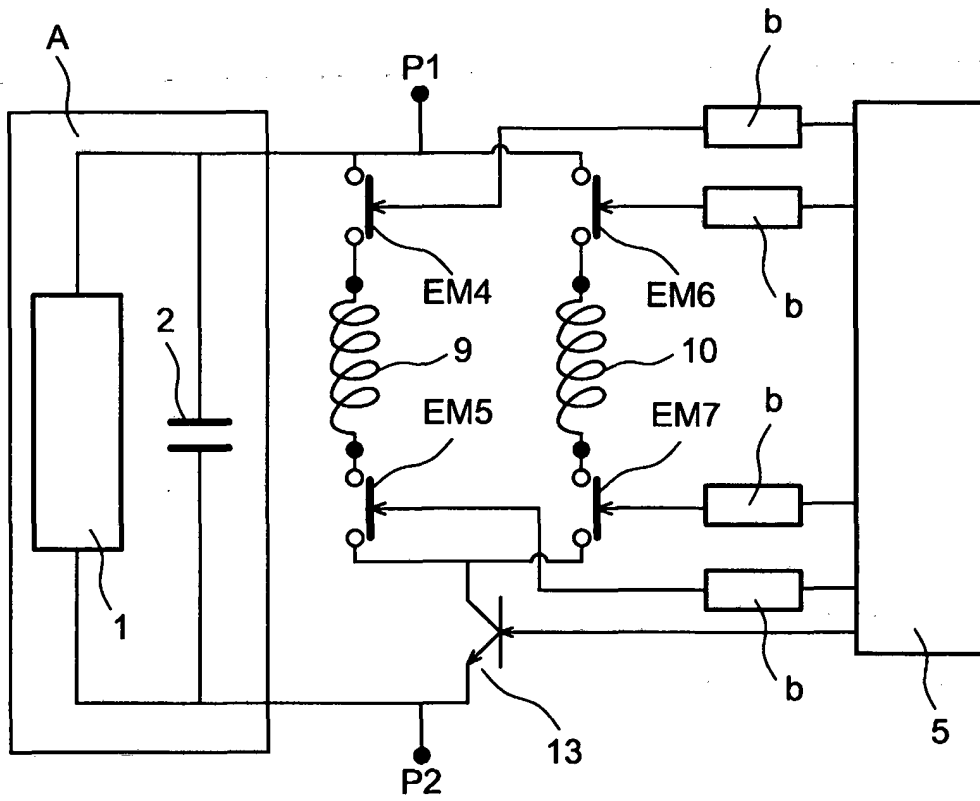


FIG. 7B

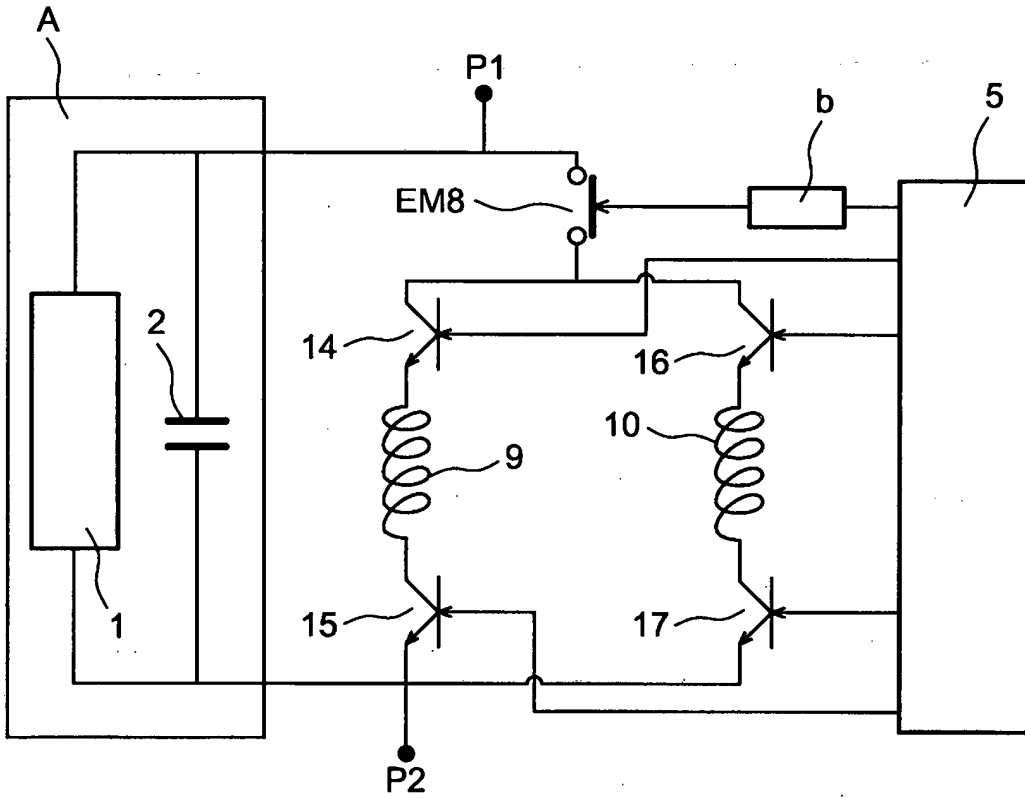


FIG. 7C

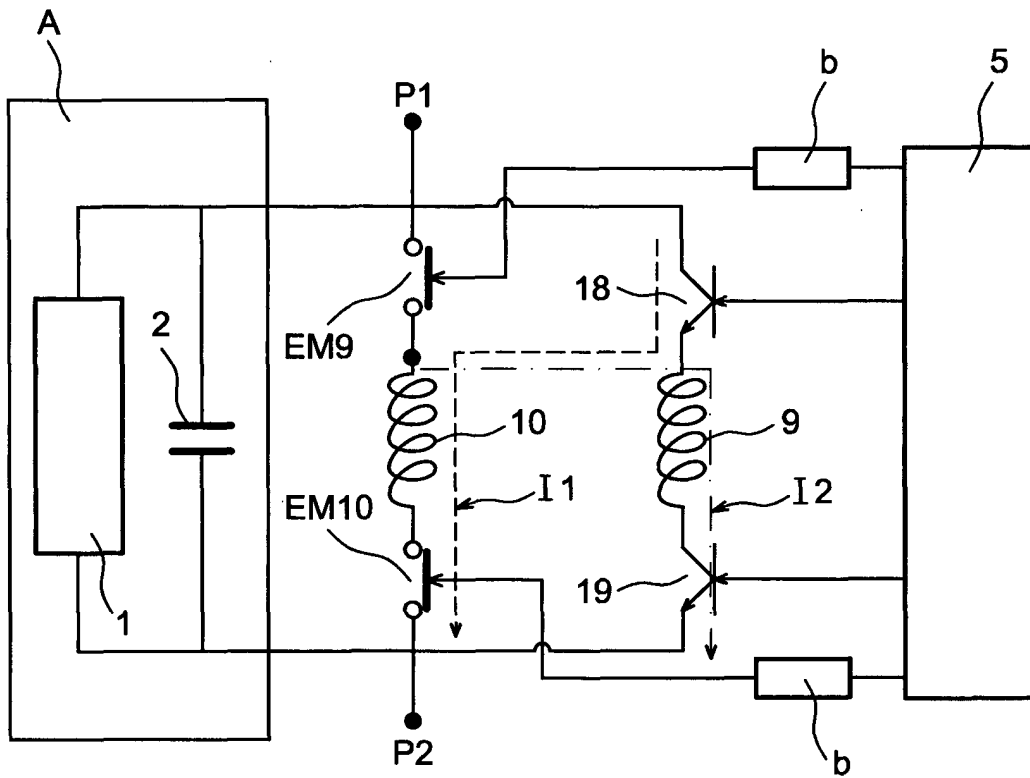


FIG. 7D

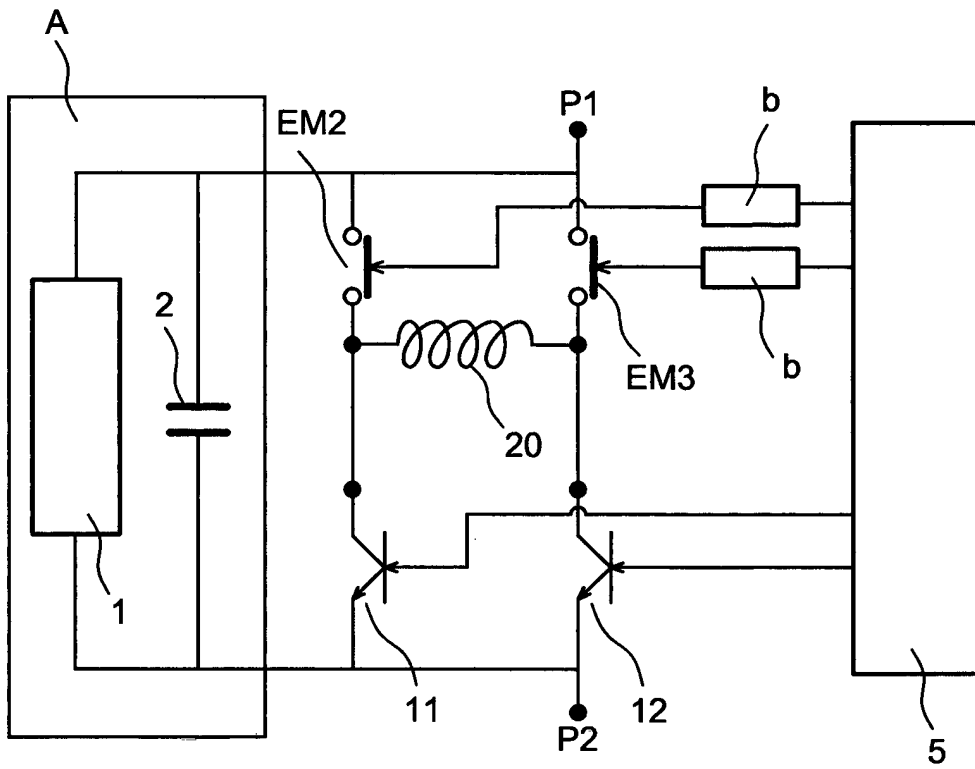


FIG. 8A

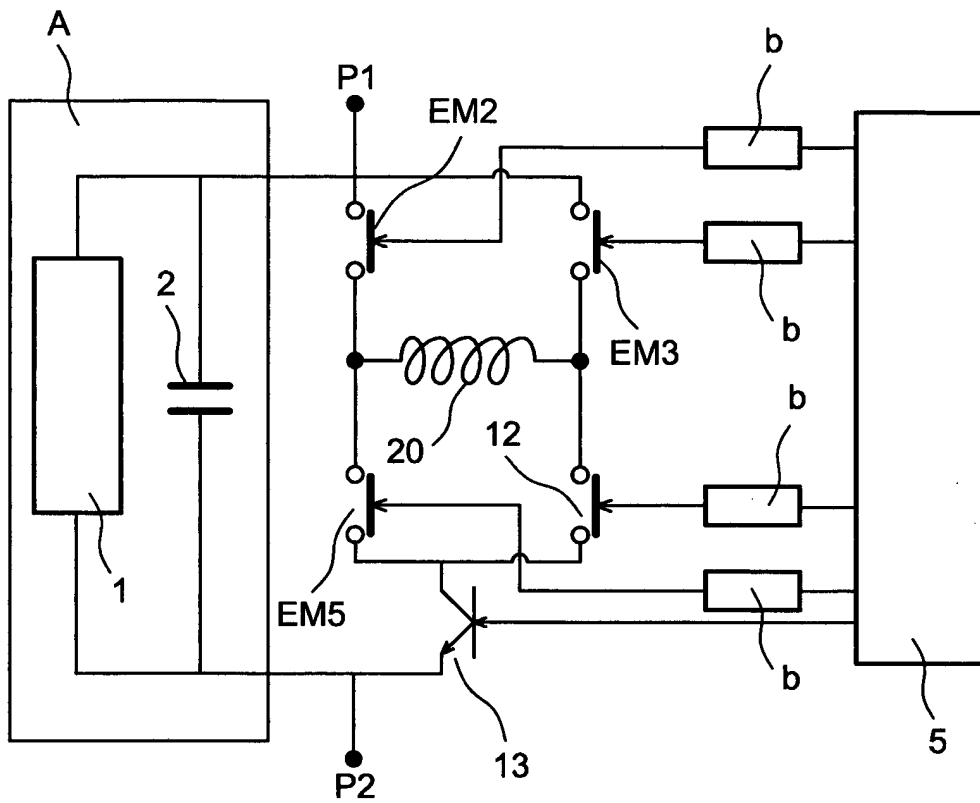


FIG. 8B

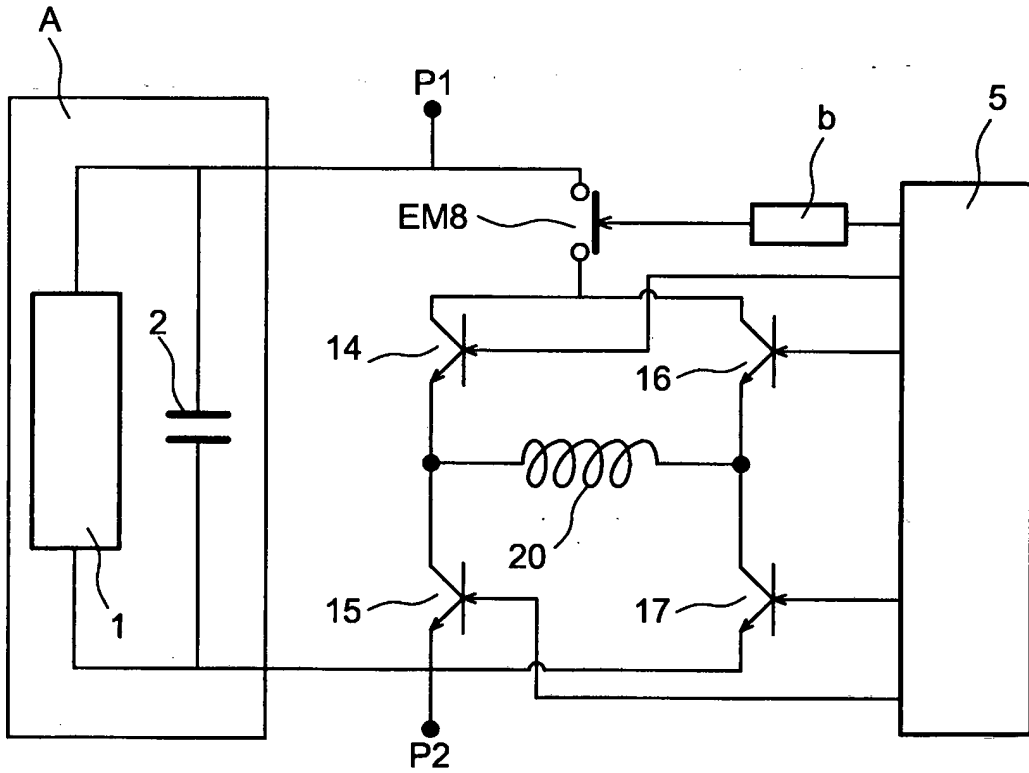


FIG. 8C

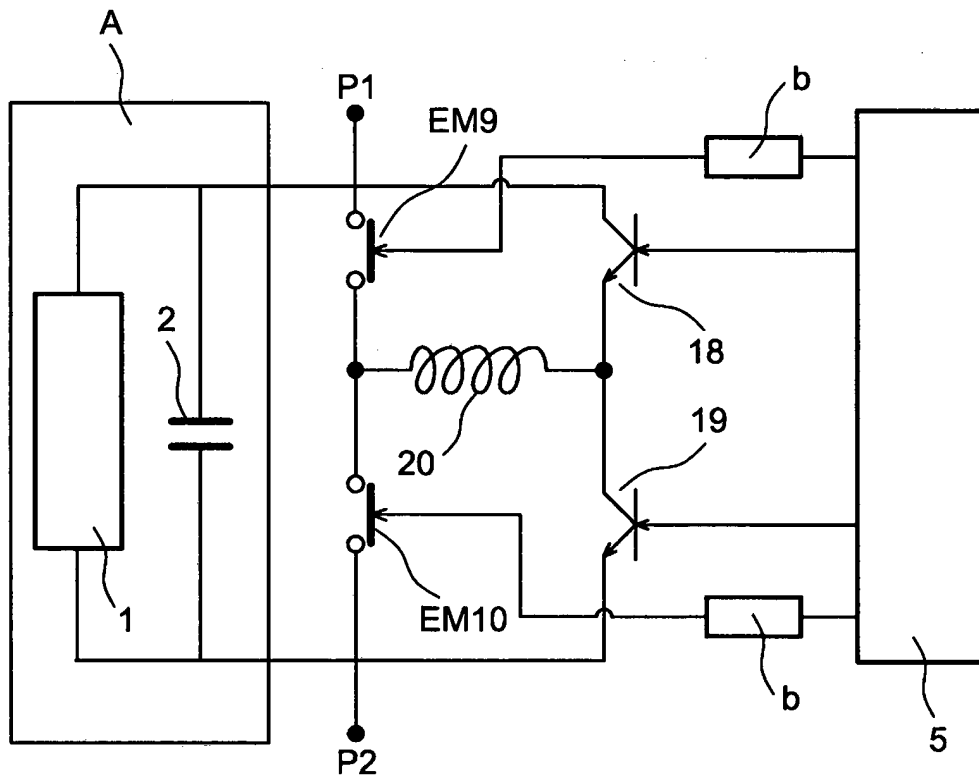


FIG. 8D

**RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION**

*Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.*

**Documents brevets cités dans la description**

- DE 19979572 A [0001]