

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 11.12.18.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 12.06.20 Bulletin 20/24.

56 Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du présent fascicule*

60 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

Demande(s) d'extension :

71 Demandeur(s) : SAFRAN ELECTRICAL & POWER
Société par actions simplifiées — FR.

72 Inventeur(s) : LINCK Benoit.

73 Titulaire(s) : SAFRAN ELECTRICAL & POWER
Société par actions simplifiées.

74 Mandataire(s) : CABINET BEAU DE LOMENIE.

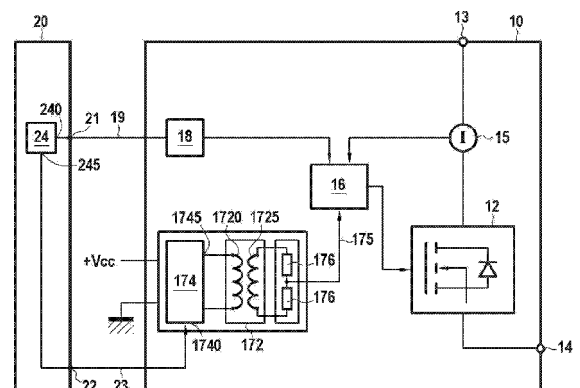
54 Système électronique de coupure de courant doté d'une solution de commande redondante.

57 Système électronique de coupure de courant doté d'une solution de commande redondante.

Un système électronique de coupure de courant comprenant une unité de pilotage (20) et un dispositif (10) de coupure avec un transistor commandé (12), une unité de commande (16) couplée audit transistor (12), une unité d'alimentation (17) de l'unité de commande (16) et un bus de communication (19) numérique transmettant à l'unité de commande (16) un premier signal de commande de l'unité de pilotage (20).

L'unité d'alimentation (17) comprend :
un transformateur (172), un circuit intégré (174) comportant une entrée d'horloge (1740) couplée à une seconde sortie (22) de l'unité de pilotage (20) délivrant un second signal de commande ayant la forme d'un signal impulsionnel de rapport cyclique modulable, et une sortie (1745) délivrant au transformateur (172) un signal de tension primaire dépendant du second signal de commande, et un pont diviseur de tension mesurant le signal fréquentiel délivré par le transformateur (172), le signal mesuré étant transmis à l'unité de commande (16) qui est configurée pour commander l'ouverture ou la fermeture dudit transistor (12) en fonction dudit signal mesuré si elle ne reçoit pas le premier signal de commande.

Figure pour l'abrégié : Fig. 2.



Description

Titre de l'invention : Système électronique de coupure de courant doté d'une solution de commande redondante.

Domaine technique

[0001] L'invention concerne un équipement de protection électrique, et plus particulièrement un disjoncteur électronique de coupure de courant destiné à être monté sur un circuit électrique d'un aéronef.

Technique antérieure

[0002] Un disjoncteur électronique statique est un disjoncteur électronique qui peut être piloté par un microcontrôleur connu sous la dénomination anglaise de Solid State Power Controller (SSPC). Ce type de disjoncteur a une fonction de protection des câbles mais aussi de commutation des charges à distance. Grâce à ses caractéristiques électroniques, il peut embarquer également de nombreuses fonctions supplémentaires telles que l'actionnement sur logique de commande, la détection des arcs électriques, la mesure de courant, la transmission d'information à l'équipage ou au système de maintenance. Les SSPC peuvent être configurés pour des courants alternatifs (AC) ou continus (DC) de petite et moyenne puissance.

[0003] Le disjoncteur électronique est dit statique en ce qu'il ne comporte pas d'élément en déplacement comme dans les disjoncteurs électromécaniques.

[0004] Un disjoncteur électronique tel qu'un SSPC est paramétrable afin de pouvoir s'adapter à différentes configurations de câblage dans un aéronef. Les paramètres comportent généralement des informations du type « calibre de protection en courant », « état par défaut », « consignation », etc.

[0005] Ces disjoncteurs électroniques sont composés généralement de deux transistors commandés MOSFET montés tête-bêche (high side & low side) dans le cas d'un SSPC en courant alternatif, ou bien d'un seul transistor commandé MOSFET dans le cas d'un SSPC en courant continu pour la partie interrupteur de puissance, et d'une unité électronique de commande pour commander et surveiller l'évolution du courant dans le câble en accord avec les paramètres de configuration reçus. Plusieurs fonctions de protection (I^2t , Fonction mémoire Thermique) peuvent être gérées en parallèle par le microcontrôleur au travers d'une acquisition du courant traversant le SSPC qui peut être effectuée par l'intermédiaire d'un shunt de mesure ou tout autre dispositif de mesure du courant.

[0006] Sur la figure 1 est représenté schématiquement un disjoncteur statique SSPC alternatif monophasé selon l'état de la technique.

[0007] Le disjoncteur statique SSPC alternatif 1 comprend deux transistors MOSFET 2

montés tête bêche en série entre une borne d'entrée 3 et une borne de sortie 4, un moyen 5 de mesure du courant traversant les deux transistors commandés 2 et montés entre les deux transistors commandés 2, et une unité électronique de commande 6 alimentée par un bloc d'alimentation 7 et couplée à un bloc de communication 8 qui est raccordé à un bus de communication 9.

[0008] Lorsqu'un défaut de courant est détecté, l'unité électronique de commande envoie un ordre de commande OFF à la grille des transistor de puissance MOSFET.

[0009] L'unité électronique de commande 6 du disjoncteur électronique AC ou DC 1 est référencée au point milieu situé au niveau du moyen de mesure de courant 5. Cette unité électronique de commande est isolée du monde extérieur, et donc d'un organe de commande externe, grâce notamment au bloc d'alimentation 7 interne au disjoncteur statique 1 qui est isolé du monde extérieur et notamment du câble de puissance relié à la borne d'entrée 3.

[0010] Le disjoncteur électronique 1 peut également être commandé depuis un organe de pilotage externe P couplé au bloc de communication 8 via le bus de communication 9.

[0011] Ce bus de communication 9 numérique n'est pas redondé. Par conséquent, en cas de panne simple sur ce bus 9 qui peut être transverse et commun à plusieurs disjoncteurs électroniques 1, la fonction de commande du disjoncteur 1 est perdue. En l'absence de commande, l'unité électronique de commande 6 gérant les fonctions de protection passe dans l'état par défaut préprogrammé à l'avance.

[0012] Cette solution simple peut être insuffisante dans le cas où, en fonction d'autres paramètres système de plus haut niveau, il pourrait être nécessaire de couper ou de réalimenter la charge avant de remplacer la carte électronique défectueuse, notamment avant la prochaine opération de maintenance.

[0013] Une solution simple consiste à redonder le bus de communication et donc à ajouter un second isolateur numérique. C'est la solution la plus couramment utilisée. Elle a l'inconvénient d'ajouter des composants électroniques actifs et donc de dé-fiabiliser l'électronique de commande du disjoncteur électronique.

[0014] Par ailleurs, il existe d'autres applications (drivers communiquant ou « smart driver » pour onduleurs de puissance) qui ont étudié des solutions plus complexes consistant à intégrer un bus de communication complet avec multiplexage et démultiplexage des informations de part et d'autre du transformateur assurant l'isolation galvanique.

Exposé de l'invention

[0015] L'invention vise à fournir une solution de commande redondante d'un disjoncteur électronique sans complexifier l'électronique existante, afin d'éviter de diminuer la fiabilité de la fonctionnalité existante.

[0016] Dans un premier objet de l'invention, il est proposé un système électronique de

coupure de courant comprenant une unité électronique de pilotage et un dispositif électronique de coupure de courant comportant au moins un transistor commandé, une unité électronique de commande couplée audit au moins un transistor commandé et aux moyens de mesure de courant, une unité d'alimentation de l'unité électronique de commande comportant un transformateur, et une unité de communication couplée, d'une part, à une première sortie de la unité électronique de pilotage via un bus de communication numérique et, d'autre part, à l'unité électronique de commande pour transmettre un premier signal de commande de la carte de communication à l'unité électronique de commande.

[0017] Selon une caractéristique générale de l'invention, l'unité d'alimentation comprend en outre :

- un circuit intégré comportant une entrée d'horloge couplée à une seconde sortie de l'unité de pilotage délivrant un second signal de commande sous la forme d'un signal impulsionnel de rapport cyclique modulable, et une sortie raccordée électriquement à l'enroulement primaire et délivrant au transformateur une tension primaire dépendant du signal de commande, et
- deux résistances électriques formant un pont diviseur de tension électriquement raccordé en sortie du transformateur pour mesurer le signal fréquentiel délivré par le transformateur, le signal mesuré étant transmis à l'unité électronique de commande,

[0018] l'unité électronique de commande étant configurée pour commander l'ouverture ou la fermeture dudit au moins un transistor commandé en fonction dudit signal mesuré si elle ne reçoit pas le premier signal de commande.

[0019] Grâce au second signal de commande qui possède la même commande que le premier signal de commande qui a une forme différente, l'unité d'alimentation de l'unité électronique de commande du dispositif électronique de coupure de courant selon l'invention permet ainsi de maintenir la commande de la voie SSPC, c'est-à-dire du dispositif de coupure de courant, en cas de panne du bus numérique principal, en particulier en cas de panne de l'isolateur numérique (court-circuit, circuit ouvert ou dérive), pour un taux de défaillance cumulé d'environ de $0,9^{E-06}$ ramené en heures de vol (méthode de calcul de fiabilité Fides), avec un profil de vol avion de type mono couloir.

[0020] Le calcul de fiabilité Fides est un guide connu permettant de réaliser des calculs de fiabilité prévisionnelle pour les composants et systèmes électroniques. Cette évaluation est généralement exprimée en FIT (nombre de défaillances pour 10^9 heures) ou MTBF (temps moyen entre deux défaillances). Ces données de fiabilité sont à la base des études de maintenabilité (dimensionnement des stocks de maintien en conditions opérationnelles), de disponibilité et sécurité.

- [0021] De préférence, le dispositif électronique de coupure de courant comprend en outre des moyens de mesure de courant, et le transformateur comporte un enroulement primaire et un enroulement secondaire couplé par induction à l'enroulement primaire et délivrant une tension d'alimentation à l'unité électronique de couplage
- [0022] De préférence, l'unité de pilotage comprend une unité de calcul configurée pour élaborer une commande du dispositif électronique de coupure de courant, et un premier signal de commande et un second signal de commande à partir de ladite commande élaborée, l'unité de calcul de l'unité de pilotage comprenant :
- une première sortie délivrant le premier signal de commande à l'unité électronique de commande via la première sortie de la l'unité de pilotage, le bus de communication et l'unité de communication, et
 - une seconde sortie délivrant le second signal de commande à l'unité électronique de commande via la seconde sortie de l'unité de pilotage et l'unité d'alimentation, le second signal de commande ayant la forme d'un signal impulsionnel de rapport cyclique modulable.
- [0023] Avantageusement, ledit au moins un transistor commandé peut être un transistor à effet de champ à grille isolée (MOSFET).
- [0024] L'unité électronique de commande peut avantageusement être un microcontrôleur.
- [0025] De préférence, les moyens de mesure du signal fréquentiels sont configurés pour réaliser des mesures à une fréquence comprise entre 10 et 100 kHz.
- [0026] Dans un deuxième objet de l'invention, il est proposé un procédé de commande d'un système électronique de coupure de courant comprenant une unité de pilotage couplée à un dispositif électronique de coupure de courant, le procédé de commande comprenant :
- une émission d'un premier signal de commande par une unité de pilotage à une unité de commande d'un dispositif électronique de commande,
 - une commande d'au moins un transistor commandé du dispositif de coupure de courant par l'unité électronique de commande à partir du premier signal de commande reçu et d'au moins une mesure du courant traversant ledit au moins un transistor commandé,
- [0027] l'unité électronique de commande étant alimentée par une unité d'alimentation comprenant un transformateur comportant un enroulement primaire et un enroulement secondaire couplé par induction au premier enroulement et délivrant une tension d'alimentation à ladite unité électronique de commande,
- [0028] Selon une caractéristique générale de l'invention, le procédé de commande comprend en outre :
- une émission d'un second signal de commande par l'unité de pilotage, le second signal de commande ayant une forme de signal impulsionnel de

rapport cyclique modulable,

- une réception dudit second signal de commande par une entrée d'horloge d'un circuit intégré de l'unité d'alimentation,
- une émission, par une sortie du circuit intégré, d'un signal de tension primaire à l'enroulement primaire du transformateur, le signal de tension primaire dépendant du second signal de commande reçu,
- une mesure du signal fréquentiel délivré par l'enroulement secondaire du transformateur en fonction du signal de tension primaire reçu,
- une transmission du signal mesuré à l'unité électronique de commande, et
- une commande de l'ouverture ou la fermeture dudit au moins un transistor commandé en fonction dudit signal mesuré si l'unité électronique de commande ne reçoit pas le premier signal de commande.

[0029] De préférence, le procédé de commande comprend en outre :

- une élaboration d'une commande du dispositif électronique de coupure de courant,
- une détermination du premier signal de commande à partir de ladite commande élaborée,
- une détermination du second signal de commande à partir de ladite commande élaborée,
- une transmission du premier signal de commande à l'unité électronique de commande via la première sortie de l'unité de pilotage, le bus de communication et l'unité de communication, et

[0030] une transmission du second signal de commande à l'unité électronique de commande via la seconde sortie de l'unité de pilotage et l'unité d'alimentation, le second signal de commande ayant la forme d'un signal impulsionnel de rapport cyclique modulable.

Brève description des dessins

[0031] L'invention sera mieux comprise à la lecture faite ci-après, à titre indicatif mais non limitatif, en référence aux dessins annexés sur lesquels :

[0032] [fig.1]

La figure 1, déjà décrite, représente schématiquement un disjoncteur statique SSPC alternatif monophasé selon l'état de la technique.

[0033] [fig.2]

La figure 2 présente schématiquement un système électronique de coupure de courant selon un mode de réalisation de l'invention.

[0034] [fig.3]

La figure 3 représente un ordinogramme d'un procédé de déclenchement du système électronique de coupure de courant de la figure 2 selon un mode de mise en œuvre.

Description des modes de réalisation

- [0035] Sur la figure 2 est représenté schématiquement système électronique de coupure de courant selon un mode de réalisation de l'invention.
- [0036] Le système électronique de coupure de courant comprend un dispositif électronique de coupure de courant 10 et une carte de commande 20 électriquement couplée avec le dispositif 10 de coupure de courant.
- [0037] Le dispositif 10 comprend un bloc de coupure du courant comprenant au moins un transistor commandé MOSFET 12 raccordé entre une borne d'entrée 13 et une borne de sortie 14. La borne d'entrée 13 et la borne sortie 14 sont destinées à être raccordées entre deux bornes d'un circuit électrique dont le courant doit être surveillé, les deux bornes du circuit électrique étant raccordées électriquement ensemble via le dispositif 10 électronique de coupure de courant lorsque le ou les transistor(s) 12 du bloc de coupure du courant sont fermés.
- [0038] Dans le cas où le dispositif 10 est destiné à surveiller un courant continu, le bloc de coupure du courant comprend un seul transistor commandé 12. Dans le cas où le dispositif 10 est destiné à surveiller un courant alternatif, le bloc de coupure du courant comprend deux transistors commandés 12. Dans la suite de la description de la figure 4, on se placera dans le cas d'un dispositif 10 configuré pour la surveillance d'un courant continu.
- [0039] Le dispositif 10 comprend en outre un moyen 15 de mesure du courant traversant le transistor commandé 12 du bloc de coupure du courant et un microcontrôleur 16 alimenté par un bloc d'alimentation 17 via une connectique d'alimentation 170 et couplé à un bloc de communication 18 qui est raccordé à un bus de communication 19.
- [0040] Le moyen 15 de mesure peut être un capteur de courant ou bien une résistance shunt coopérant avec un module électronique de mesure intégré au microcontrôleur 16.
- [0041] L'unité de pilotage 20 du système électronique de coupure de courant comprend une unité de calcul 24 configurée pour élaborer une commande du dispositif électronique de coupure de courant 10. L'unité de calcul 24 comprend une première et une seconde sorties 240 et 245, la première sortie 240 de l'unité de calcul 24 étant couplée à une première sortie 21 de l'unité de pilotage 20, et la seconde sortie 245 de l'unité de calcul 24 étant couplée à une seconde sortie 22 de l'unité de pilotage. La première sortie 21 de l'unité de pilotage 20 est couplée au bloc de communication 18 du dispositif 10 via le bus de communication 19 tandis que la seconde sortie 22 de l'unité de pilotage 20 est couplée à l'unité d'alimentation 17 de l'unité électronique de commande 16 via une connexion 23.
- [0042] L'unité de calcul 24 est configurée pour délivrer un premier signal de commande sur sa première sortie 240 et un second signal de commande sur sa seconde sortie 245. Les

deux signaux de commande sont élaborés à partir de la commande pour transporter les mêmes informations de commande du dispositif 10 mais sous une forme différente. Le premier signal de commande est véhiculé à l'aide du bus de communication 19 qui est un bus numérique par exemple de type CAN, SPI, I2C. Plus précisément, le premier signal de commande est une trame contenant une information numérique codée sur plusieurs bits. Le second signal de commande a une forme de signal impulsionnel de rapport cyclique modulable alors que le premier signal est différent d'un tel signal.

- [0043] L'unité d'alimentation 17 comprend un transformateur 172, un circuit intégré 174, et deux résistances 176. Le second signal de commande est délivré à une entrée d'horloge 1740 du circuit intégré. Le transformateur comporte un enroulement primaire 1720 et un enroulement secondaire 1725.
- [0044] Le circuit intégré 174, sous l'impulsion de l'horloge, délivre alors en sortie un signal de tension primaire à l'enroulement primaire 1720 dépendant directement du signal impulsionnel reçu par l'entrée d'horloge 1740 du circuit intégré, et transportant donc une information de commande relative à l'ouverture ou la fermeture du transistor commandé 12 du dispositif 10.
- [0045] Le signal de tension primaire est transmis par induction à l'enroulement secondaire 1725 du transformateur qui délivre un signal de tension secondaire comportant la signature fréquentielle contenue dans le signal de tension primaire, c'est-à-dire les informations de commande du dispositif 10.
- [0046] Les résistances 176 sont montées aux bornes de l'enroulement secondaire 1725 et forment un pont diviseur de tension permettant de mesurer le signal de tension secondaire délivré par l'enroulement secondaire 1725. Le signal mesuré est alors transmis à l'unité électronique de commande 16 via une connectique 175 distincte de la connectique d'alimentation 170.
- [0047] L'unité électronique de commande 16 comprend deux entrées. Une première entrée couplée à une sortie du bloc de communication 18 pour recevoir le premier signal de commande, et une seconde entrée couplée au pont diviseur de tension formés par les résistances 176 pour recevoir le signal mesuré représentatif du second signal de commande.
- [0048] L'unité électronique de commande 16 est configurée pour commander l'ouverture ou la fermeture dudit au moins un transistor commandé à partir du premier signal de commande lorsqu'elle le reçoit, et à partir du signal mesuré par le pont diviseur de tension et représentatif du second signal de commande lorsqu'elle ne reçoit pas le premier signal de commande.
- [0049] Sur la figure 3 est illustré un logigramme d'un procédé de commande du système électronique de coupure de courant de la figure 2 selon un mode de mise en œuvre.
- [0050] Dans une première étape 300, l'unité de calcul 24 élabore une commande du

dispositif 10 de coupure de courant et deux signaux de commande à partir de cette commande, les deux signaux de commande ayant une forme différentes.

- [0051] Dans une étape suivante 305, l'unité de calcul 24 de l'unité de pilotage 20 délivre, sur sa première sortie 240, le premier signal de commande 16 à l'unité électronique de commande du dispositif 10 via la première sortie 21 de l'unité de pilotage 20, le bus de communication 19 et le bloc de communication 18.
- [0052] Dans une étape suivante 310, l'unité de calcul 24 de l'unité de pilotage 20 délivre, sur sa seconde sortie 245, le second signal de commande à l'unité d'alimentation 17 de l'unité électronique de commande 16 du dispositif 10 via la seconde sortie 22 de l'unité de pilotage 20 et une connectique 23. Le second signal de commande possède une forme de signal impulsionnel de rapport cyclique modulable.
- [0053] Dans une étape suivante 315, l'entrée d'horloge 1740 du circuit intégré 174 de l'unité d'alimentation 17 reçoit le second signal de commande et la sortie 1745 du circuit intégré 174 délivre, en réponse, un signal de tension primaire à l'enroulement primaire 1720 dépendant directement du second signal de commande.
- [0054] Dans une étape suivante 320, l'enroulement secondaire 1725 du transformateur 172 délivre un signal de tension secondaire en réponse à la transmission par induction du signal de tension primaire par l'enroulement primaire 1720.
- [0055] Le signal de tension secondaire traverse les résistances 176 du pont diviseur de tension qui, dans une étape suivante 325, délivre à l'unité électronique de commande 16 un signal de mesure relatif au signal de tension secondaire dépendant du second signal de commande reçu par l'unité d'alimentation 17.
- [0056] L'unité électronique de commande 16 vérifie dans une étape 330 si elle a reçu le premier signal de commande.
- [0057] Si le premier signal de commande a été reçu par l'unité électronique de commande 16, cette dernière commande dans une étape 335 l'ouverture ou la fermeture du transistor commandé 12 en fonction du premier signal de commande.
- [0058] Si le premier signal de commande n'a pas été reçu par l'unité électronique de commande 16 lorsqu'elle reçoit le second signal de commande délivré par l'unité d'alimentation 17, elle commande dans une étape 340 l'ouverture et la fermeture du transistor commandé 12 en fonction du signal mesuré délivré par le pont diviseur de tension de l'unité d'alimentation 17.
- [0059] L'invention fournit ainsi une solution de commande redondante d'un disjoncteur électronique sans complexifier l'électronique existante, afin d'éviter de diminuer la fiabilité de la fonctionnalité existante.

Revendications

[Revendication 1]

Système électronique de coupure de courant comprenant une unité de pilotage (20) et un dispositif (10) électronique de coupure de courant comportant au moins un transistor commandé (12), une unité électronique de commande (16) couplée audit au moins un transistor commandé (12), une unité d'alimentation (17) de l'unité électronique de commande (16) comportant un transformateur (172), et une unité de communication (18) couplée, d'une part, à une première sortie (21) de l'unité de pilotage (20) via un bus de communication (19) numérique et, d'autre part, à l'unité électronique de commande (16) pour transmettre un premier signal de commande,

caractérisé en ce que l'unité d'alimentation (17) comprend en outre :

- un circuit intégré (174) comportant une entrée d'horloge (1740) couplée à une seconde sortie (22) de l'unité de pilotage (20) délivrant un second signal de commande ayant la forme d'un signal impulsionnel de rapport cyclique modulable, et une sortie (1745) délivrant au transformateur (172) un signal de tension primaire dépendant du second signal de commande, et
- un pont diviseur de tension électriquement raccordé en sortie du transformateur (172) pour mesurer le signal fréquentiel délivré par le transformateur (172),

ledit signal mesuré étant transmis à l'unité électronique de commande (16) qui est configurée pour commander l'ouverture ou la fermeture dudit au moins un transistor commandé (12) en fonction dudit signal mesuré si elle ne reçoit pas le premier signal de commande.

[Revendication 2]

Système électronique de coupure de courant selon la revendication 1, dans lequel l'unité de pilotage (20) comprend une unité de calcul (24) configurée pour élaborer une commande du dispositif (10) électronique de coupure de courant, et un premier signal de commande et un second signal de commande à partir de ladite commande élaborée, l'unité de calcul (24) de l'unité de pilotage (20) comprenant :

- une première sortie (240) délivrant le premier signal de commande à l'unité électronique de commande (16) via la première sortie (21) de l'unité de pilotage (20), le bus de communication (19) et l'unité de communication (18), et
- une seconde sortie (205) délivrant le second signal de commande à l'unité électronique de commande via la seconde sortie (22) de l'unité

de pilotage (20) et l'unité d'alimentation (17), le second signal de commande ayant la forme d'un signal impulsionnel de rapport cyclique modulable.

[Revendication 3] Système électronique de coupure de courant selon l'une des revendications 1 ou 2, dans lequel ledit au moins un transistor commandé (12) du dispositif électronique (10) de coupure de courant est un transistor à effet de champ à grille isolée.

[Revendication 4] Système électronique de coupure de courant selon l'une des revendications 1 à 3, dans lequel l'unité électronique de commande (16) du dispositif électronique (10) de coupure de courant est un micro-contrôleur.

[Revendication 5] Système électronique de coupure de courant selon l'une des revendications 1 à 4, dans lequel dispositif (10) électronique de coupure de courant comporte des moyens de mesures de courant (15) configurés pour réaliser des mesures à une fréquence comprise entre 10 et 100 kHz.

[Revendication 6] Procédé de commande d'un système électronique de coupure de courant comprenant une unité de pilotage (20) couplée à un dispositif électronique de coupure de courant (10), le procédé de commande comprenant :

- une émission d'un premier signal de commande par une unité de pilotage (20) à une unité électronique de commande (16) du dispositif (10) électronique de coupure de courant,
- une commande d'au moins un transistor commandé (12) du dispositif (10) de coupure de courant par l'unité électronique de commande (16) à partir du premier signal de commande reçu et d'au moins un signal de mesure du courant traversant ledit au moins un transistor commandé (12),

l'unité électronique de commande (16) étant alimentée par une unité d'alimentation (17) comprenant un transformateur (172) comportant un enroulement primaire (1720) et un enroulement secondaire (1725) couplé par induction au premier enroulement (1720) et délivrant une tension d'alimentation à ladite unité électronique de commande (16), caractérisé en ce que le procédé de commande comprend en outre :

- une émission d'un second signal de commande par l'unité de pilotage (20), le second signal de commande ayant une forme de signal impulsionnel de rapport cyclique modulable,
- une réception dudit second signal de commande par une entrée d'horloge (1740) d'un circuit intégré (174) de l'unité d'alimentation

(17),

- une émission, par une sortie (1745) du circuit intégré (174), d'un signal de tension primaire à l'enroulement primaire (1720) du transformateur (172), le signal de tension primaire dépendant du second signal de commande reçu,

- une mesure du signal fréquentiel délivré par l'enroulement secondaire (1725) du transformateur (172) en réponse au signal de tension primaire reçu,

- une transmission du signal mesuré à l'unité électronique de commande (16), et

- une commande de l'ouverture ou la fermeture dudit au moins un transistor commandé (12) en fonction dudit signal mesuré si l'unité électronique de commande (16) ne reçoit pas le premier signal de commande.

[Revendication 7]

Procédé de commande d'un système électronique de coupure de courant selon la revendication 6, comprenant en outre :

- une élaboration d'une commande du dispositif électronique de coupure de courant,

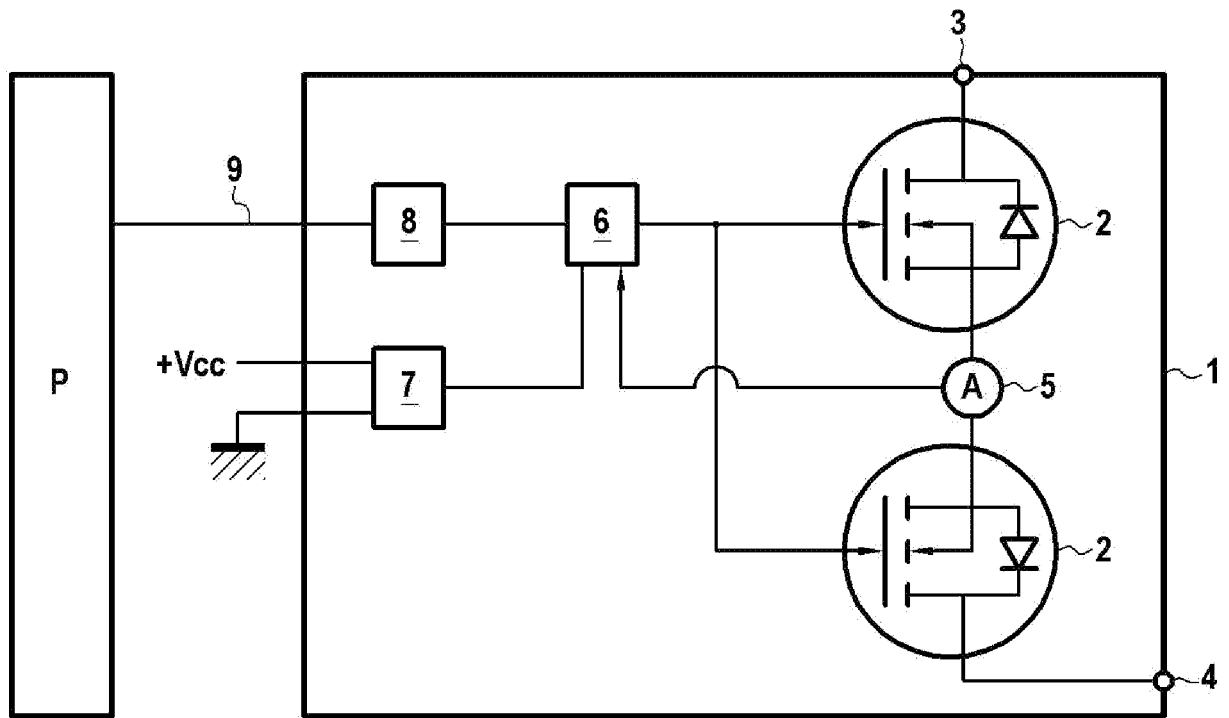
- une détermination du premier signal de commande à partir de ladite commande élaborée,

- une détermination du second signal de commande à partir de ladite commande élaborée,

- une transmission du premier signal de commande à l'unité électronique de commande (16) via la première sortie (21) de l'unité de pilotage (20), le bus de communication (19) et l'unité de communication (18), et

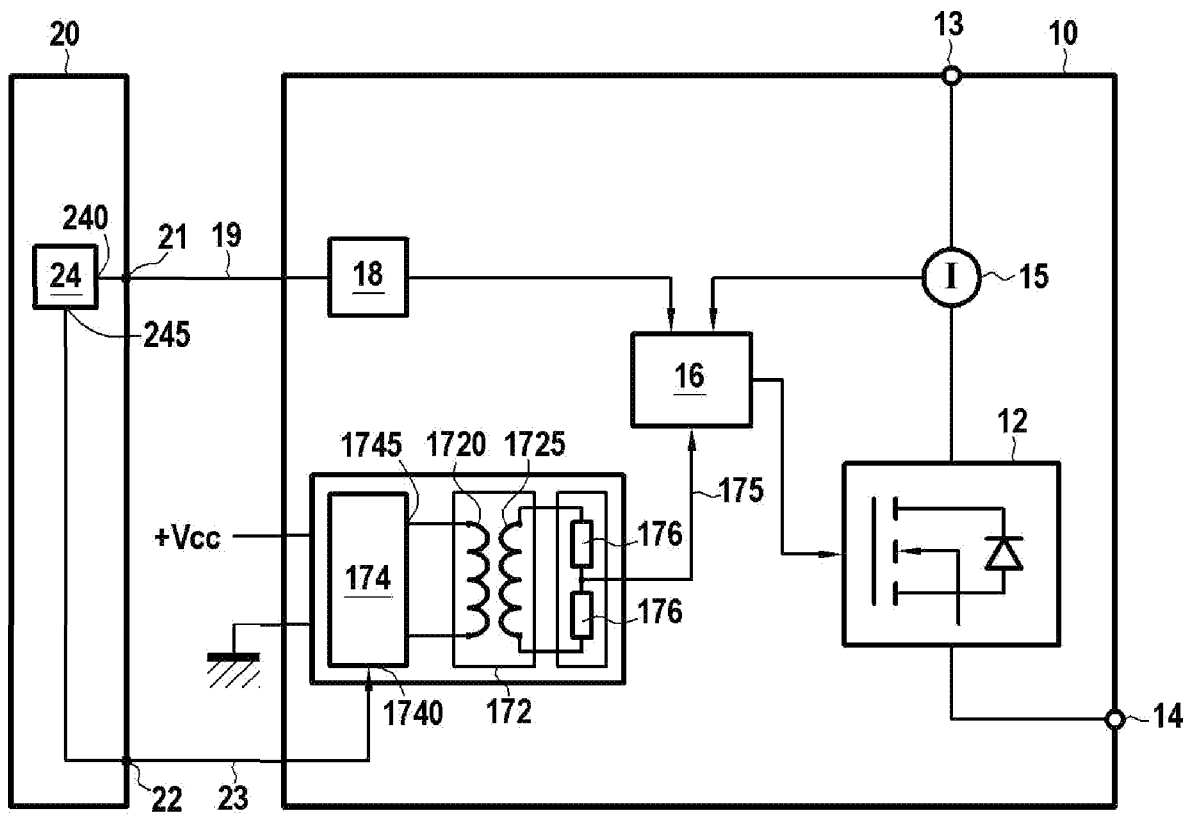
- une transmission du second signal de commande à l'unité électronique de commande via la seconde sortie (22) de l'unité de pilotage(20) et l'unité d'alimentation (17), le second signal de commande ayant la forme d'un signal impulsionnel de rapport cyclique modulable.

[Fig. 1]

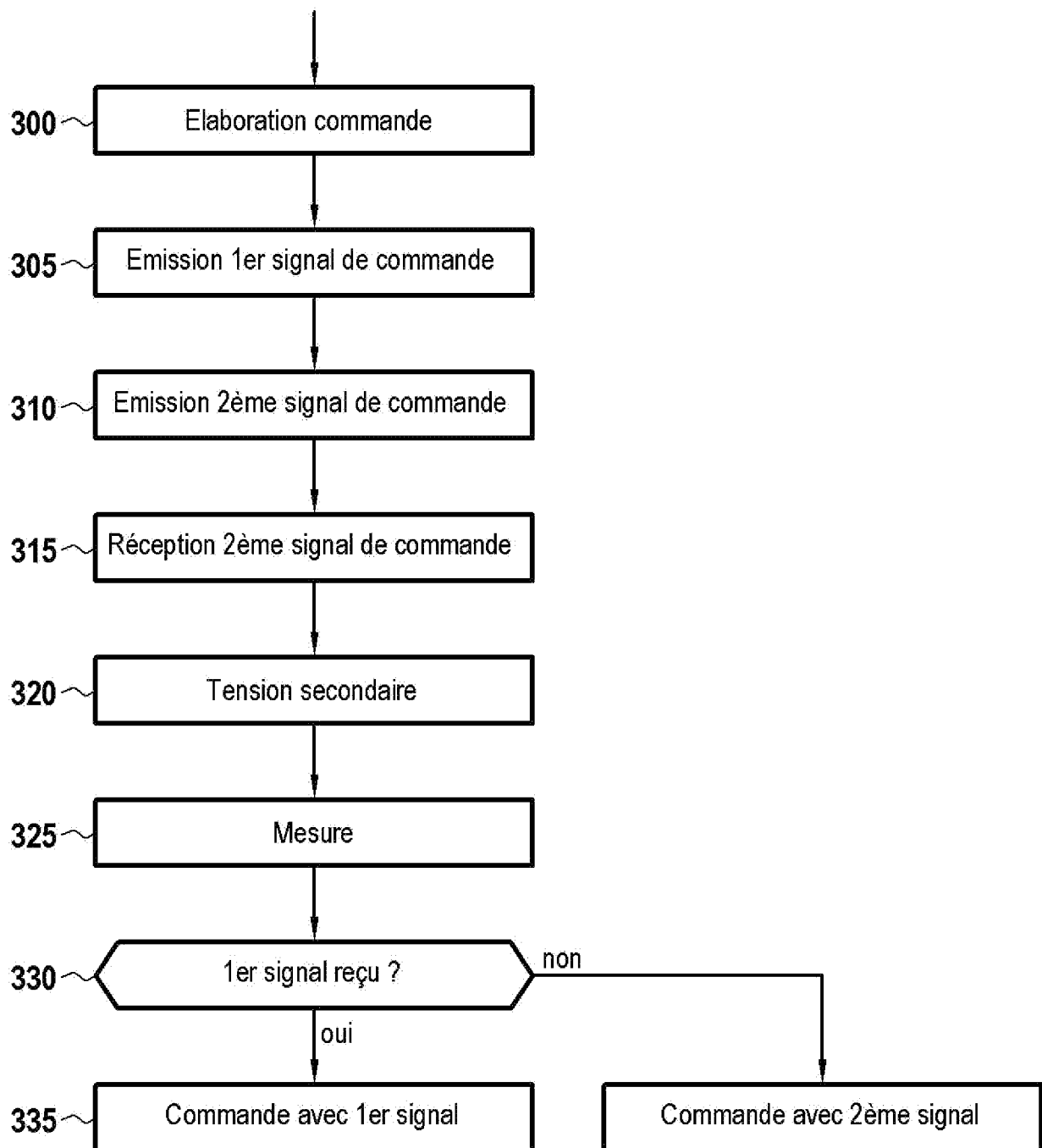


ART ANTERIEUR

[Fig. 2]



[Fig. 3]



**RAPPORT DE RECHERCHE
 PRÉLIMINAIRE**

 établi sur la base des dernières revendications
 déposées avant le commencement de la recherche

 N° d'enregistrement
 national

 FA 861796
 FR 1872692

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
A	EP 1 928 090 A2 (HAMILTON SUNDSTRAND CORP [US]) 4 juin 2008 (2008-06-04) * abrégé * * figure 1 *	1-7	H02H3/05 H02H3/02 H03K17/00
A	EP 3 001 535 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP [JP]) 30 mars 2016 (2016-03-30) * abrégé * * figure 2 *	1-7	
A	EP 1 479 147 A2 (GEN ELECTRIC [US]) 24 novembre 2004 (2004-11-24) * alinéas [0010] - [0012], [0021] * * figures 1,2,4 *	1-7	
A	US 2006/200688 A1 (TOFIGH FARSHID [US] ET AL) 7 septembre 2006 (2006-09-07) * abrégé * * figure 3 * * alinéas [0051] - [0054] *	1-7	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			H02H H03K
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
12 septembre 2019		Fiat, Cyrille	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1872692 FA 861796**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **12-09-2019**
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 1928090	A2	04-06-2008	EP 1928090 A2	04-06-2008
			EP 2326005 A1	25-05-2011
			US 2008129113 A1	05-06-2008

EP 3001535	A1	30-03-2016	EP 3001535 A1	30-03-2016
			JP 5433115 B1	05-03-2014
			JP W02014188507 A1	23-02-2017
			US 2015318739 A1	05-11-2015
			WO 2014188507 A1	27-11-2014

EP 1479147	A2	24-11-2004	AU 2003213241 A1	09-09-2003
			AU 2003215403 A1	09-09-2003
			AU 2003216394 A1	29-09-2003
			AU 2003216395 A1	09-09-2003
			AU 2003216397 A1	09-09-2003
			AU 2003217662 A1	09-09-2003
			AU 2003217663 A1	09-09-2003
			AU 2003217689 A1	09-09-2003
			AU 2003217698 A1	09-09-2003
			AU 2003222235 A1	09-09-2003
			AU 2003224622 A1	09-09-2003
			AU 2003225594 A1	09-09-2003
			AU 2003228219 A1	09-09-2003
			AU 2003230562 A1	09-09-2003
			AU 2003230563 A1	09-09-2003
			AU 2003230567 A1	09-09-2003
			AU 2003231962 A1	09-09-2003
			AU 2003248368 A1	09-09-2003
			CN 1639649 A	13-07-2005
			CN 1639650 A	13-07-2005
			CN 1639651 A	13-07-2005
			CN 1639652 A	13-07-2005
			CN 1639654 A	13-07-2005
			CN 1639938 A	13-07-2005
			CN 1639939 A	13-07-2005
			CN 101291081 A	22-10-2008
			EP 1478983 A1	24-11-2004
			EP 1478984 A1	24-11-2004
			EP 1478985 A1	24-11-2004
			EP 1479144 A2	24-11-2004
			EP 1479145 A2	24-11-2004
			EP 1479147 A2	24-11-2004
			EP 1479149 A1	24-11-2004
			US 2003187520 A1	02-10-2003
			US 2003205938 A1	06-11-2003
			US 2003212513 A1	13-11-2003

EPO FORM P0465

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1872692 FA 861796**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **12-09-2019**
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication	
		US 2003214907 A1	20-11-2003	
		US 2003216876 A1	20-11-2003	
		US 2003220719 A1	27-11-2003	
		US 2003222509 A1	04-12-2003	
		US 2003225481 A1	04-12-2003	
		US 2003225482 A1	04-12-2003	
		US 2003229423 A1	11-12-2003	
		US 2003231440 A1	18-12-2003	
		US 2003231447 A1	18-12-2003	
		US 2004019410 A1	29-01-2004	
		US 2004024475 A1	05-02-2004	
		US 2004078463 A1	22-04-2004	
		US 2007242402 A1	18-10-2007	
		WO 03073176 A1	04-09-2003	
		WO 03073177 A1	04-09-2003	
		WO 03073178 A1	04-09-2003	
		WO 03073179 A1	04-09-2003	
		WO 03073180 A1	04-09-2003	
		WO 03073181 A1	04-09-2003	
		WO 03073182 A1	04-09-2003	
		WO 03073188 A1	04-09-2003	
		WO 03073214 A2	04-09-2003	
		WO 03073221 A2	04-09-2003	
		WO 03073224 A2	04-09-2003	
		WO 03073312 A1	04-09-2003	
		WO 03073454 A2	04-09-2003	
		WO 03073571 A2	04-09-2003	
		WO 03073572 A2	04-09-2003	
		WO 03073576 A2	04-09-2003	
		WO 03073580 A2	04-09-2003	
		WO 03079511 A1	25-09-2003	

US 2006200688	A1	07-09-2006	AT 498243 T	15-02-2011
			CN 101194217 A	04-06-2008
			EP 1872452 A2	02-01-2008
			HK 1121828 A1	24-09-2010
			KR 20080041140 A	09-05-2008
			US 2006200688 A1	07-09-2006
			US 2010214703 A1	26-08-2010
			US 2012206844 A1	16-08-2012
			WO 2007106062 A2	20-09-2007

EPO FORM P0465

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82