

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
—
**INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE**
—
COURBEVOIE
—

①① N° de publication : **3 083 396**
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②① N° d'enregistrement national : **18 55895**

⑤① Int Cl⁸ : **H 02 P 6/00** (2018.01), G 05 F 5/00, H 02 P 6/12

①②

BREVET D'INVENTION

B1

⑤④ **SYSTEME DE COMMANDE D'UN INTERRUPTEUR, BRAS DE COMMUTATION ET INSTALLATION ELECTRIQUE.**

②② **Date de dépôt** : 28.06.18.

③⑦ **Priorité** :

④③ **Date de mise à la disposition du public de la demande** : 03.01.20 Bulletin 20/01.

④⑤ **Date de la mise à disposition du public du brevet d'invention** : 21.08.20 Bulletin 20/34.

⑤⑥ **Liste des documents cités dans le rapport de recherche** :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑥⑦ **Références à d'autres documents nationaux apparentés** :

Demande(s) d'extension :

⑦① **Demandeur(s)** : VALEO EQUIPEMENTS
ELECTRIQUES MOTEUR Société par actions
simplifiée — FR.

⑦② **Inventeur(s)** : LAHBIL HICHAM et MORVANY
ROMUALD.

⑦③ **Titulaire(s)** : VALEO EQUIPEMENTS
ELECTRIQUES MOTEUR Société par actions
simplifiée.

⑦④ **Mandataire(s)** : VALEO SYSTEMES DE
CONTROLE MOTEUR Société par actions simplifiée.

FR 3 083 396 - B1



TITRE

SYSTÈME DE COMMANDE D'UN INTERRUPTEUR, BRAS DE COMMUTATION ET INSTALLATION ÉLECTRIQUE

DOMAINE TECHNIQUE

5 La présente invention concerne un système de commande d'un interrupteur, un bras de commutation et une installation électrique.

ARRIÈRE-PLAN TECHNOLOGIQUE

Il est connu d'utiliser un système de commande d'un interrupteur d'un convertisseur de tension destiné à être connecté à une machine électrique
10 tournante, du type comportant :

- un microcontrôleur implémentant un dispositif d'établissement de commandes conçu pour fournir des commandes,
- un pilote conçu pour fournir un signal de commande de sortie à l'interrupteur, le pilote étant en outre conçu pour établir le signal de
15 commande de sortie à partir des commandes reçues du microcontrôleur, le pilote étant en outre conçu pour recevoir une commande d'inhibition et, tant que le pilote reçoit la commande d'inhibition, pour que le signal de commande de sortie soit établi indépendamment des commandes reçues,
- 20 – un premier capteur conçu pour fournir une mesure d'une première tension au microcontrôleur,
- un premier dispositif de surveillance de la mesure de la première tension conçu pour fournir la commande d'inhibition au pilote lorsque la mesure de la première tension passe sous un seuil prédéfini.

Dans ce système de commande connu, le premier dispositif de surveillance est réalisé sous la forme d'un ou plusieurs composants matériels pré-cablés.

Or, le seuil prédéfini peut être différent d'une ligne de produit à une
5 autre, ce qui nécessite de changer le ou les composants matériels pré-cablés.

L'invention a pour but de pallier au moins en partie les problèmes précités.

RÉSUMÉ DE L'INVENTION

À cet effet, il est proposé un système de commande du type précité,
10 caractérisé en ce que le premier dispositif de surveillance est implémenté par le microcontrôleur.

Grâce à l'invention, le seuil prédéfini peut être défini dans un programme d'ordinateur et donc facilement changé.

De façon optionnelle, la commande d'inhibition est une commande
15 d'inhibition dite totale, et le pilote est en outre conçu, tant que la commande d'inhibition totale est reçue sur la première entrée, pour que le signal de commande de sortie maintienne l'interrupteur ouvert indépendamment des commandes reçues.

De façon optionnelle également, le pilote comporte un dispositif de
20 gestion de commandes conçu pour établir un signal de commande d'entrée à partir des commandes reçues du microcontrôleur et un amplificateur conçu pour amplifier le signal de commande d'entrée pour fournir le signal de commande de sortie à l'interrupteur, l'amplificateur présentant deux bornes d'alimentation positive et négative destinées à recevoir une tension
25 d'alimentation, et le pilote comporte en outre un dispositif d'inhibition de l'amplificateur conçu, sur réception de la commande d'inhibition totale, pour faire baisser la tension d'alimentation de sorte que le signal de commande de sortie maintienne l'interrupteur ouvert quel que soit le signal de commande d'entrée.

De façon optionnelle également, le dispositif d'inhibition est conçu, sur réception de la commande d'inhibition totale, pour mettre les bornes d'alimentation de l'amplificateur en court-circuit.

De façon optionnelle également, le dispositif d'inhibition comporte un interrupteur commandable de court-circuit présentant une borne d'entrée de courant connectée à la borne d'alimentation positive, une borne de sortie de courant connectée à la borne d'alimentation négative, et une borne de commande, la commande d'inhibition totale étant sous la forme d'une tension entre la borne de commande et la borne de sortie de courant.

De façon optionnelle également, le pilote comporte une première entrée destinée à recevoir la commande d'inhibition totale, le premier dispositif de surveillance de la mesure de la première tension est conçu pour fournir la commande d'inhibition totale à la première entrée du pilote lorsque la mesure de la première tension passe sous le seuil prédéfini, le pilote comporte en outre une deuxième entrée destinée à recevoir une commande d'inhibition dite partielle, le pilote est en outre conçu, tant que la commande d'inhibition partielle est reçue sur la deuxième entrée, pour établir le signal de commande indépendamment des commandes reçues, pour que la machine électrique tournante puisse fonctionner en mode alternateur, et le système de commande comporte en outre :

- un deuxième capteur conçu pour fournir une mesure d'une deuxième tension, différente de la première tension,
- un deuxième dispositif de surveillance de la mesure de la deuxième tension conçu pour fournir la commande d'inhibition partielle à la deuxième entrée du pilote lorsque la mesure de la deuxième tension passe sous un seuil prédéfini.

De façon optionnelle également, le microcontrôleur est conçu pour recevoir une requête de mode, le dispositif d'établissement de commandes est conçu pour transférer la requête de mode sur une broche de sortie du microcontrôleur, le microcontrôleur implémente un dispositif de détection de démarrage intempestif, le pilote est connecté à la broche de sortie pour recevoir

la requête de mode transmise, la broche de sortie est connectée à une broche d'entrée du microcontrôleur pour recevoir la requête de mode transmise, et dans lequel le dispositif de détection de démarrage intempestif est conçu pour détecter lorsque la requête de mode transmise reçue sur la broche d'entrée

5 indique un mode moteur alors que la requête de mode reçue par le microcontrôleur indique un mode alternateur et, dans ce cas, pour envoyer la commande d'inhibition au pilote.

Il est également proposé un système de bras de commutation d'un convertisseur de tension, comportant :

- 10
- un interrupteur de côté haut,
 - un interrupteur de côté bas,
 - un système de commande de l'un parmi les interrupteurs de côté haut et de côté bas, selon l'invention,

dans lequel l'interrupteur de côté haut et l'interrupteur de côté bas sont

15 connectés l'un à l'autre en un point milieu destiné à être connecté à une phase d'une machine électrique tournante.

De façon optionnelle, le système de bras de commutation comporte en outre un système de commande de l'autre parmi les interrupteurs de côté haut et de côté bas, selon l'invention.

- 20
- Il est également proposé une installation électrique comportant :
- un système de commande selon l'invention, et
 - une première source de tension continue conçue pour fournir la première tension.

DESCRIPTION DES FIGURES

25

La figure 1 est un schéma électrique simplifié d'un système électrique 100 selon l'invention comportant une source de tension continue, une machine électrique tournante, et un convertisseur de tension intercalé entre eux.

La figure 2 est un schéma fonctionnel d'un système de commande du convertisseur de tension de la figure 1.

La figure 3 est un schéma électrique illustrant les éléments du système de commande permettant d'ouvrir un interrupteur du convertisseur de tension, indépendamment des signaux de commande de cet interrupteur.

DESCRIPTION DÉTAILLÉE

5 En référence à la figure 1, un système électrique 100 selon l'invention va à présent être décrit. Le système électrique 100 est par exemple destiné à être implémenté dans un véhicule automobile.

10 Le système électrique 100 comporte tout d'abord une source de tension continue 102 comportant une borne positive et une borne négative, cette dernière étant généralement connectée à une masse électrique, notée GND1 (de l'anglais « ground ») sur les figures, telle qu'un châssis du véhicule automobile. La source de tension continue 102 est conçue pour fournir une tension d'entrée E continue entre ces bornes, valant par exemple autour de 12 V.

15 Le système électrique 100 comporte en outre une machine électrique tournante 104 comportant des phases statoriques U, V, W dont, dans l'exemple décrit, des premières extrémités respectives sont connectées à un même point neutre N. Dans l'exemple décrit, la machine électrique tournante 104 fait partie d'un alerno-démarreur couplé à un moteur thermique (non représenté) du véhicule automobile. La machine électrique tournante 104 est ainsi conçue pour
20 fonctionner alternativement en mode moteur dans lequel elle assiste le moteur thermique et en mode alternateur dans lequel elle transforme une partie de l'énergie mécanique générée par le moteur thermique en énergie électrique pour recharger la source de tension continue 102.

25 Le système électrique 100 comporte en outre un convertisseur de tension 106 connecté, d'une part, aux bornes de la source de tension continue 102 et, d'autre part, à la machine électrique tournante 104.

Le convertisseur de tension 106 comporte des bras de commutation respectivement associés aux phases statoriques U, V, W. Chaque bras de commutation comporte un interrupteur de côté haut connecté à la borne

positive de la source de tension continue 102 et un interrupteur de côté bas connecté à la borne négative de la source de tension continue 102. L'interrupteur de côté haut et l'interrupteur de côté bas sont en outre connectés l'un à l'autre en un point milieu connecté à la phase statorique U, V, W associée.

5 Chaque bras de commutation est destiné à être commandé pour commuter entre deux configurations. Dans la première, dite configuration haute, l'interrupteur de côté haut est fermé et l'interrupteur de côté bas est ouvert de sorte que la tension d'entrée E est appliquée à une deuxième extrémité de la phase statorique U, V, W associée. Dans la deuxième, dite configuration basse,
10 l'interrupteur de côté haut est ouvert et l'interrupteur de côté bas est fermé de sorte qu'une tension nulle est appliquée à la deuxième extrémité de la phase statorique U, V, W associée.

Le convertisseur de tension 106 est destiné à être commandé pour faire commuter chaque bras entre ces deux configurations, de manière à fournir de
15 l'énergie électrique à la machine électrique tournante 104 lorsqu'il est souhaité qu'elle fonctionne en mode moteur et pour fournir de l'énergie électrique à la source de tension continue 102 lorsqu'il est souhaité que la machine électrique tournante 104 fonctionne en mode alternateur.

Ainsi, le système électrique 100 comporte en outre un système de
20 commande 108 du convertisseur de tension 106, qui sera décrit en détail ci-dessous.

En référence à la figure 2, le système électrique 100 comporte en outre une unité de commande électronique 202 (de l'anglais « Electronic Control Unit » ou ECU) et un bus de données 204, dans l'exemple décrit un bus de
25 données CAN (de l'anglais « Controller Area Network ») interconnectant l'unité de commande électronique 202 et le système de commande 108.

Le système électrique 100 comporte en outre une source de tension continue 206 conçue pour fournir une tension continue V_{BAT1} par rapport à une masse électrique, notée GND2 sur les figures et généralement connectée au
30 châssis du véhicule automobile. Dans l'exemple décrit, la source de tension continue 206 comporte une batterie Li-ion et la tension V_{BAT1} vaut par exemple

autour de 12 V. La source de tension 102 fournissant la tension E utilise par exemple la source de tension 206, de sorte que la tension E est dérivée de la tension V_{BAT1} .

Le système électrique 100 comporte en outre un démarreur 208 conçu
5 pour aider le moteur thermique du véhicule automobile à démarrer, lorsque l'alternateur n'en est pas capable, par exemple lorsque la température du moteur thermique est trop faible.

Le système électrique 100 comporte en outre une source de tension continue 210 conçue pour fournir une tension continue V_{BAT2} par rapport à la
10 masse électrique GND2. Dans l'exemple décrit, la source de tension continue 210 comporte une batterie au plomb (« lead acid battery » en anglais) et la tension V_{BAT2} vaut par exemple autour de 12 V.

Le système électrique 100 comporte en outre un interrupteur commandable 212 destiné, lorsqu'il est fermé, à connecter entre elles les deux
15 sources de tension continue 206, 210 afin qu'elles coopèrent pour fournir suffisamment de courant au démarreur 208 lorsqu'il fonctionne.

Le système électrique 100 comporte en outre une borne de fusible de batterie 214 (de l'anglais « Battery Fuse Terminal » ou BFT) connectée à la source de tension continue 210 pour fournir une tension V_{BFT} , sensiblement
20 égale à la tension V_{BAT2} et donc valant autour de 12 V dans l'exemple décrit.

Le système électrique 100 comporte en outre des composants électriques 216 connectés à la borne de fusible de batterie 214 pour recevoir la tension V_{BFT} et ainsi être alimentés électriquement.

La borne de fusible de batterie 214 comporte au moins un fusible (non représenté) destiné à interrompre la connexion avec la source de tension continue 210 lorsque le courant traversant ce fusible devient trop important, par exemple en cas de court-circuit d'un des composants électriques 216
25

Le système électrique 100 comporte en outre un capteur de tension 218 conçu pour fournir une mesure V_{BFT_CAN} de la tension V_{BFT} au bus de données
30 204.

Le système de commande 108 va à présent être décrit plus en détail, pour la commande d'un bras de commutation du convertisseur de tension 106 de la figure 1. Ce bras de commutation, désigné par la référence 220, comporte, comme expliqué ci-dessus en référence à la figure 1, un interrupteur de côté haut, désigné par la référence 222, et un interrupteur de côté bas, désigné par la référence 224. L'interrupteur de côté haut 222 présente une borne d'entrée de courant connectée à la borne positive de la source de tension continue 102, une borne de sortie de courant connectée au point milieu du bras de commutation 220 et une borne de commande. L'interrupteur de côté bas 224 présente une borne d'entrée de courant connectée au point milieu, une borne de sortie de courant connectée à la masse électrique GND1 et une borne de commande.

Le système de commande 108 comporte tout d'abord une entrée 226 connectée à la borne de fusible de batterie 214 pour recevoir la tension V_{BFT} .

Le système de commande 108 comporte en outre deux capteurs 228, 230 connectés à l'entrée 226 et conçus pour respectivement fournir deux mesures V_{BFT_1} , V_{BFT_2} de la tension V_{BFT} .

Le système de commande 108 comporte en outre une entrée 232 connectée à la source de tension continue 206 pour recevoir la tension V_{BAT1} .

Le système de commande 108 comporte en outre deux capteurs 234, 236 connectés à l'entrée 232 et conçus pour respectivement fournir deux mesures V_{BAT1_1} , V_{BAT1_2} de la tension V_{BAT1} .

Le système de commande 108 comporte en outre un microcontrôleur 242 et un pilote 260 qui vont à présent être décrits. Il est par exemple prévu un pilote (similaire au pilote 260) pour chaque bras de commutation du convertisseur de tension 106 et un seul microcontrôleur 242 pour tous les pilotes.

Comme cela est connu en soit, le microcontrôleur 242 est un dispositif informatique muni d'une unité de traitement et d'une mémoire principale (non représentées). Un ou plusieurs programmes d'ordinateur sont enregistrés dans la mémoire principale et destinés à être exécutés par l'unité de traitement pour implémenter les dispositifs qui vont à présent être décrits.

Ainsi, le microcontrôleur 242 implémente tout d'abord un dispositif d'établissement de commandes 244.

Le dispositif d'établissement de commandes 244 est tout d'abord conçu pour recevoir, depuis le bus de données 204, une requête de mode (de l'anglais « mode request »), notée MR sur les figures, indiquant le mode dans lequel doit être commandé le convertisseur de tension 106 : mode alternateur ou bien mode moteur. Le dispositif d'établissement de commandes 244 est ainsi conçu pour fonctionner sélectivement en mode moteur et en mode alternateur suivant la requête de mode MR reçue du bus de données 204.

Le dispositif d'établissement de commandes 244 est conçu pour établir des commandes, notées cmd sur les figures, à destination du pilote 260, ces commandes cmd étant adaptées au mode dans lequel il se trouve. Plus précisément, en mode moteur, le dispositif d'établissement de commandes 244 est conçu pour établir les commandes cmd à partir d'un couple cible C souhaité en bout d'arbre de la machine électrique tournante 104. En mode alternateur, le dispositif d'établissement de commandes 244 est conçu pour établir les commandes cmd en fonction d'une tension cible E^* pour la tension E. Le couple cible C et la tension cible E^* sont par exemple reçus du bus de données 204.

Le dispositif d'établissement de commandes 244 est en outre conçu pour transmettre la requête de mode MR au pilote 260. Pour différencier la requête de mode MR reçue de celle transmise, cette dernière est appelée sélection de mode et notée MS (de l'anglais « mode selection ») sur les figures.

Le dispositif d'établissement de commandes 244 est en outre conçu, tant qu'il reçoit une commande d'inhibition, dite logicielle et notée INHIB_L, pour fournir au pilote 260 des commandes cmd destinées à entraîner l'ouverture des interrupteurs 222, 224 indépendamment des consignes reçues (C, E^*).

Le microcontrôleur 242 implémente en outre un dispositif de surveillance 246 de la mesure V_{BFT_CAN} , conçu pour fournir une commande d'inhibition logicielle INHIB_L au dispositif de d'établissement de commandes 244 lorsque la mesure V_{BFT_CAN} passe sous un seuil prédéfini. Dans l'exemple décrit, ce seuil prédéfini est compris entre 8 V et 11 V, par exemple 10,8 V.

Le microcontrôleur 242 implémente en outre un dispositif de surveillance 248 de la mesure V_{BFT_1} , conçu pour fournir une commande d'inhibition logicielle INHIB_L au dispositif d'établissement de commandes 244 lorsque la mesure V_{BFT_1} passe sous un seuil prédéfini. Dans l'exemple décrit, ce seuil prédéfini est compris entre 8 V et 11 V, par exemple 10,8 V.

Le microcontrôleur 242 implémente en outre un dispositif de surveillance 252 de la mesure V_{BFT_2} , conçu pour fournir une commande d'inhibition dite partielle et notée INHIB_P au pilote 260 lorsque la mesure V_{BFT_2} passe sous un seuil prédéfini. Dans l'exemple décrit, ce seuil prédéfini est compris entre 8 V et 11 V, par exemple 10,8 V.

Le microcontrôleur 242 implémente en outre un dispositif de surveillance 254 de la mesure V_{BAT1_1} , conçu pour fournir une commande d'inhibition dite totale et notée INHIB_T au pilote 260 lorsque la mesure V_{BAT1_1} passe sous un seuil prédéfini. Dans l'exemple décrit, ce seuil prédéfini est compris entre 5 V et 8 V, par exemple 5,5 V.

Le microcontrôleur 242 implémente en outre un dispositif de surveillance 256 de la mesure V_{BAT1_2} , conçu pour fournir une commande d'inhibition logicielle INHIB_L au dispositif d'établissement de commandes 244 lorsque la mesure V_{BAT1_2} passe sous un seuil prédéfini. Dans l'exemple décrit, ce seuil prédéfini est compris entre 5 V et 8 V, par exemple 5,5 V.

Il sera apprécié que le seuil prédéfini pour les mesures de la tension V_{BFT} est supérieur au seuil prédéfini pour les mesures de la tension V_{BAT1} . En effet, une batterie Li-ion risque de prendre feu et/ou de dégager des gaz toxiques en cas de sous-tension, même peu importante. En revanche, un tel risque est très modéré pour une batterie au plomb de sorte qu'une sous-tension plus importante peut être tolérée.

Le microcontrôleur 242 implémente en outre un dispositif de détection de démarrage intempestif 258. Un démarrage intempestif risque d'intervenir lors d'une défaillance du microcontrôleur 242. Dans ce cas, le microcontrôleur 242 défaillant risque de passer en mode moteur et d'envoyer au pilote 260 une sélection de mode MS indiquant de passer en mode moteur alors que la requête

de mode MR reçue indique d'utiliser le mode alternateur (le véhicule automobile est arrêté). Ainsi, le dispositif de détection de démarrage intempestif 258 est conçu pour détecter lorsque la sélection de mode MS indique un mode moteur alors que la requête de mode MR indique un mode alternateur. Dans ce cas, le dispositif de détection de démarrage intempestif 258 est conçu pour envoyer une commande d'inhibition partielle INHIB_P au pilote 260.

Pour s'assurer que le dispositif de détection de démarrage intempestif 258 reçoit bien la sélection de mode MS envoyée par le microcontrôleur 242, le dispositif de détection de démarrage intempestif 258 est conçu pour surveiller une broche d'entrée du microcontrôleur 242 connectée à une broche de sortie du microcontrôleur 242 connectée au pilote 260 et présentant la sélection de mode MS.

Par ailleurs, dans l'exemple décrit, le microcontrôleur 242 présente deux niveaux d'exécution au moins en partie structurellement séparés, appelés niveau fonctionnel (de l'anglais « functional level ») et niveau de surveillance (de l'anglais « monitoring level »). Les dispositifs 244, 246, 248, 254 sont mis en œuvre dans le niveau fonctionnel du microcontrôleur 242, ce qui est indiqué sur la figure 2 par des hachures, tandis que les dispositifs 252, 256, 258 sont mis en œuvre dans le niveau de surveillance du microcontrôleur 242, ce qui est indiqué sur la figure 2 par l'absence de hachures. La séparation structurelle peut utiliser deux mécanismes (pouvant être mises en œuvre en même temps). Selon le premier mécanisme, l'unité de traitement comporte deux cœurs distincts respectivement dédiés aux deux niveaux. Ainsi, le microcontrôleur 242 est conçu pour que les dispositifs de chacun des deux niveaux soient exécutés exclusivement par le cœur associé à ce niveau et non par l'autre cœur. Selon le deuxième mécanisme, deux plages mémoire prédéfinies de la mémoire principale sont respectivement dédiées aux deux niveaux. Ainsi, le microcontrôleur 242 est conçu pour que les dispositifs de chacun des deux niveaux utilisent exclusivement la plage mémoire associée à ce niveau et non l'autre plage mémoire.

Le système de commande 108 comporte en outre un dispositif de surveillance 240 (« watchdog » en anglais) du microcontrôleur 242. Ce dispositif de surveillance 240 est conçu pour fournir une commande d'inhibition totale INHIB_T au pilote 260 en cas de détection d'une défaillance du microcontrôleur 242.

Le pilote 260 va à présent être décrit plus en détail. Dans l'exemple décrit, le pilote 260 est implémenté au moins en partie par un circuit intégré spécifique (de l'anglais « Application-specific integrated circuit » ou ASIC).

Le pilote 260 comporte un dispositif de gestion de commandes 262 et deux amplificateurs respectivement de côté haut 264 et de côté bas 266.

Le dispositif de gestion de commandes 262 est conçu pour recevoir, du microcontrôleur 242, les commandes cmd et pour fournir des signaux de commande d'entrée cmd^* , \overline{cmd}^* respectivement aux deux amplificateurs 264, 266 à partir des commandes cmd. Les signaux de commande d'entrée cmd^* , \overline{cmd}^* sont sensiblement complémentaires l'un de l'autre. Les signaux de commande d'entrée cmd, \overline{cmd}^* sont respectivement amplifiés par les amplificateurs 264, 266 pour respectivement obtenir des signaux de commande de sortie CMD^* , \overline{CMD}^* fournis aux interrupteurs 222, 224, pour que la machine électrique tournante 104 puisse fonctionner en mode moteur ou en mode alternateur suivant le mode dans lequel fonctionne le microcontrôleur 242.

Le dispositif de gestion de commandes 262 est en outre conçu pour recevoir une commande d'inhibition partielle INHIB_P et, tant que la commande d'inhibition partielle INHIB_P est reçue, pour fonctionner dans un mode dit alternateur dégradé, dans lequel le dispositif de gestion de commandes 262 est conçu pour établir lui-même, c'est-à-dire indépendamment des commandes cmd et de la sélection de mode MS reçues du microcontrôleur 242, les signaux de commande d'entrée cmd^* , \overline{cmd}^* fournis aux amplificateurs 264, 266. Les signaux de commande d'entrée cmd, \overline{cmd}^* sont à nouveau amplifiés par les amplificateurs 264, 266 pour respectivement obtenir les signaux de commande de sortie CMD^* , \overline{CMD}^* fournis aux interrupteurs 222, 224, pour que la machine électrique tournante 104 puisse fonctionner en mode alternateur.

Le pilote 260 comporte en outre une entrée d'inhibition partielle 270 connectées aux dispositifs 252, 258 de manière à recevoir la commande d'inhibition partielle INHIB_P fournie par n'importe lequel de ces dispositifs 252, 258. Cette entrée d'inhibition partielle 270 est en outre connectée au
5 dispositif de gestion de commandes 262 du pilote 260 pour lui fournir chaque commande d'inhibition partielle INHIB_P reçue, afin de passer en mode alternateur dégradé.

Le pilote 260 comporte en outre une entrée d'inhibition totale 268 connectée aux dispositifs de surveillance 254, 240 de manière à recevoir la
10 commande d'inhibition totale INHIB_T fournie par n'importe lequel de ces dispositifs 254, 240. Tant qu'une commande d'inhibition totale INHIB_T est reçue sur l'entrée d'inhibition totale 268, le pilote 260 est conçu pour fournir des signaux de commande de sortie CMD^* , $\overline{CMD^*}$ maintenant les interrupteurs 222, 224 ouverts, indépendamment des commandes cmd reçues du
15 microcontrôleur 242. La manière dont cette fonction est réalisée sera expliquée plus loin, en référence à la figure 3.

Le système de commande 108 comporte en outre une puce de base système (de l'anglais « System Basis Chip » ou SBC) 238 connectée au bus de données 204 et à la source de tension continue 206 (par exemple par l'entrée
20 232) pour recevoir la tension V_{BAT1} . La puce de base système 238 est conçue pour réaliser plusieurs fonctions parmi lesquelles la fourniture d'une ou plusieurs tension d'alimentation, notamment du microcontrôleur 242 et du pilote 260, à partir de la tension V_{BAT1} , la transmission des messages entre le bus de données 204 et le microcontrôleur 242 et la surveillance du microcontrôleur
25 242. Pour réaliser cette dernière fonction, la puce de base système 238 comporte le dispositif de surveillance 240.

Il sera apprécié que la tension V_{BAT1} est utilisée pour l'alimentation du pilote 260 et du microcontrôleur 242. Ainsi, la sous-tension de la tension V_{BAT1} est une défaillance critique pour le système de commande 108. C'est pourquoi le
30 dispositif de surveillance 254 fournit une commande d'inhibition totale INHIB_T destinée à tout le temps maintenir les interrupteurs 222, 224 ouverts. En

revanche, une sous-tension de la tension V_{BFT} est moins critique (en tout cas pour le système de commande 108), de sorte que le mode alternateur dégradé peut être gardé. C'est pourquoi la commande d'inhibition du dispositif 252 est fournie à l'entrée d'inhibition partielle 270 du pilote 260.

5 En référence à la figure 3, les éléments réalisant la fonction d'inhibition totale vont à présent être décrits.

Comme illustré sur la figure 3, l'amplificateur de côté haut 264, respectivement de côté bas 266, est conçu pour recevoir le signal de commande d'entrée cmd^* , respectivement $\overline{cmd^*}$, pour amplifier ce signal de commande
 10 d'entrée cmd^* , respectivement $\overline{cmd^*}$, pour obtenir le signal de commande de sortie CMD^* , respectivement $\overline{CMD^*}$, et pour appliquer le signal de commande de sortie CMD^* , respectivement $\overline{CMD^*}$, à l'interrupteur de côté haut 222, respectivement de côté bas 224, pour sélectivement l'ouvrir et le fermer.

Chaque amplificateur 264, 266 présente deux bornes d'alimentation
 15 positive (notée + sur la figure 3) et négative (noté - sur la figure 3) destinées à recevoir une tension d'alimentation de cet amplificateur 264, 266. La borne d'alimentation négative est connectée à la borne de sortie de courant de l'amplificateur de côté haut 222, respectivement de côté bas 224.

Le pilote 260 comporte en outre deux capacités d'amorçage 302, 304 (de
 20 l'anglais « bootstrap capacitor ») connectées entre les bornes positive et négative respectivement des amplificateurs 264, 266 pour fournir les tensions d'alimentation respectives.

Le pilote 260 comporte en outre deux dispositifs de charge 306, 308
 respectivement des deux capacités d'amorçage 302, 304 à partir d'une tension,
 25 la tension V_{BAT1} dans l'exemple décrit. Le dispositif de charge 306 comporte par exemple une pompe de charge. Cette dernière comporte par exemple une capacité 309 connectée à la tension V_{BAT1} et à la capacité 302 par l'intermédiaire de quatre interrupteurs 311₁, 311₂, 311₃, 311₄. Ces derniers sont commandés pour alternativement connecter la capacité 309 à la tension V_{BAT1} et à la capacité
 30 d'amorçage 302. Le dispositif de charge 308 comporte par exemple une diode

313 permettant le passage de courant depuis la tension V_{BAT1} vers la capacité d'amorçage 304.

Le pilote 260 comporte en outre un dispositif d'inhibition 310 de l'amplificateur de côté haut 264. Le dispositif d'inhibition 310 est connecté à
5 l'entrée d'inhibition totale 268 pour recevoir une commande d'inhibition totale INHIB_T et est conçu, sur réception de la commande d'inhibition totale INHIB_T, pour faire baisser la tension d'alimentation entre les bornes d'alimentation de l'amplificateur de côté haut 364, de sorte que le signal de commande de sortie CMD* provoque l'ouverture de l'interrupteur de côté haut 222, quel que soit le
10 signal de commande d'entrée cmd* reçu.

Dans l'exemple décrit, le dispositif d'inhibition 310 est conçu, sur réception de la commande d'inhibition totale INHIB_T, pour mettre les bornes d'alimentation de l'amplificateur de côté haut 264 en court-circuit, ce qui décharge la capacité d'amorçage 302 et fait baisser la tension d'alimentation de
15 l'amplificateur de côté haut 264. Par exemple, le dispositif d'inhibition 310 est conçu pour annuler cette tension d'alimentation. La diminution de la tension d'alimentation entraîne la diminution du signal de commande de sortie CMD*, de sorte qu'à un moment ce signal de commande de sortie CMD* ne soit plus suffisant, même à son maximum, pour provoquer la fermeture de l'interrupteur
20 de côté haut 222. Ce dernier reste ainsi ouvert.

Plus précisément, dans l'exemple décrit, le dispositif d'inhibition 310 comporte un interrupteur commandable de court-circuit, présentant une borne d'entrée de courant connectée à la borne d'alimentation positive, une borne de sortie de courant connectée à la borne d'alimentation négative, et une borne de
25 commande. En outre, le pilote 260 comporte un dispositif de décalage de niveau 312 (de l'anglais « level shifter ») connecté entre l'entrée d'inhibition totale 268 et le dispositif d'inhibition 310. L'interrupteur commandable de court-circuit est par exemple un transistor à effet de champ à grille isolée (de l'anglais « Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor » ou MOSFET).

30 Chaque commande d'inhibition totale INHIB_T appliquée à l'entrée d'inhibition totale 268 est sous la forme d'une tension par rapport à la masse

électrique GND2. Le dispositif de décalage de niveau 312 est conçu pour recevoir cette tension et pour la décaler de manière à fournir la commande d'inhibition totale INHIB_T sous la forme d'une tension entre la borne de commande de l'interrupteur commandable de court-circuit et la borne négative
5 de l'amplificateur de côté haut 264.

De manière similaire, pour l'inhibition de l'amplificateur de côté bas 266, le pilote 260 comporte un dispositif d'inhibition 314 et un dispositif de décalage de niveau 316.

D'après ce qui précède, il apparaît que la fonction d'inhibition totale des
10 interrupteurs 222, 224 est indépendante des signaux de commande d'entrée cmd^* , $\overline{\text{cmd}}^*$ reçus par les amplificateurs 264, 266. Ainsi, en cas de défaillance du dispositif de gestion de commandes 262, il est toujours possible d'ouvrir les deux interrupteurs 222, 224. En outre, la solution décrite utilise un nombre réduit de composants, qui sont des plus simples, de sorte que l'inhibition est
15 rapide. Dans l'exemple décrit, le temps entre l'application d'une commande totale d'inhibition INHIB_T sur l'entrée d'inhibition totale 268 et l'inhibition effective des amplificateurs 264, 266 est inférieure à 500 μs , par exemple 400 μs . Or, le délai généralement souhaité entre la survenue d'une défaillance et l'ouverture des interrupteurs 222, 224 est d'environ 1 ms. Ainsi, le délai de
20 400 μs de mise en œuvre de la commande d'inhibition laisse 600 μs pour la détection de la défaillance, ce qui est généralement suffisant.

La présente invention n'est pas limitée au mode de réalisation décrit précédemment. Il sera en effet apparent à l'homme du métier que des modifications peuvent y être apportées.

25 Par exemple, de manière générale, chacun des dispositifs de surveillance 246, 248, 252, 254, 256 peut être connecté soit à l'entrée d'inhibition totale 268 pour entraîner l'ouverture des interrupteurs 222, 224 (que le microcontrôleur 242 soit en mode moteur ou bien en mode alternateur), soit à l'entrée d'inhibition partielle 270 pour passer le pilote en mode alternateur dégradé.

30 Par ailleurs, les termes utilisés ne doivent pas être compris comme limités aux éléments du mode de réalisation décrit précédemment, mais doivent

au contraire être compris comme couvrant tous les éléments équivalents que l'homme du métier peut déduire à partir de ses connaissances générales.

REVENDEICATIONS

1. Système de commande d'un interrupteur (222 ; 224) d'un convertisseur de tension (106) destiné à être connecté à une machine électrique tournante (104), comportant :

- 5 – un microcontrôleur (242) implémentant un dispositif d'établissement de commandes (244) conçu pour fournir des commandes (cmd),
- un pilote (260) conçu pour fournir un signal de commande de sortie (CMD* ; $\overline{\text{CMD}}^*$) à l'interrupteur (222 ; 224), le pilote (260) étant en outre conçu pour établir le signal de commande de sortie (CMD* ; $\overline{\text{CMD}}^*$) à partir des commandes (cmd) reçues du microcontrôleur (242), le pilote (260) étant en outre conçu pour recevoir une commande d'inhibition (INHIB_P, INHIB_T) et, tant que le pilote (260) reçoit la commande d'inhibition (INHIB_P, INHIB_T), pour que le signal de commande de sortie (CMD* ; $\overline{\text{CMD}}^*$) soit établi
- 10 indépendamment des commandes (cmd) reçues,
- un premier capteur (234) conçu pour fournir une mesure (V_{BAT1_1}) d'une première tension (V_{BAT1}) au microcontrôleur (242),
- un premier dispositif de surveillance (254) de la mesure (V_{BAT1_1}) de la première tension (V_{BAT1}) conçu pour fournir la commande d'inhibition (INHIB_T) au pilote (260) lorsque la mesure (V_{BAT1_1}) de la première
- 15 tension (V_{BAT1}) passe sous un seuil prédéfini,
- caractérisé en ce que le premier dispositif de surveillance (254) est implémenté par le microcontrôleur (242).

2. Système de commande selon la revendication 1, dans lequel la

25 commande d'inhibition est une commande d'inhibition dite totale (INHIB_T), et dans lequel le pilote (260) est en outre conçu, tant que la commande d'inhibition totale (INHIB_T) est reçue sur la première entrée (268), pour que le signal de commande de sortie (CMD* ; $\overline{\text{CMD}}^*$) maintienne l'interrupteur (222 ; 224) ouvert indépendamment des commandes (cmd) reçues.

3. Système de commande selon la revendication 2, dans lequel le pilote (260) comporte un dispositif de gestion de commandes (262) conçu pour établir un signal de commande d'entrée (cmd^* ; $\overline{cmd^*}$) à partir des commandes (cmd) reçues du microcontrôleur (242) et un amplificateur (264 ; 266) conçu pour amplifier le signal de commande d'entrée (cmd^* ; $\overline{cmd^*}$) pour fournir le signal de commande de sortie (CMD^* ; $\overline{CMD^*}$) à l'interrupteur (222 ; 224), l'amplificateur (264 ; 266) présentant deux bornes d'alimentation positive et négative destinées à recevoir une tension d'alimentation, et dans lequel le pilote (260) comporte en outre un dispositif d'inhibition (310 ; 314) de l'amplificateur (264 ; 266) conçu, sur réception de la commande d'inhibition totale (INHIB_T), pour faire baisser la tension d'alimentation de sorte que le signal de commande de sortie (CMD^* ; $\overline{CMD^*}$) maintienne l'interrupteur (222 ; 224) ouvert quel que soit le signal de commande d'entrée (cmd^* ; $\overline{cmd^*}$).

4. Système de commande selon la revendication 3, dans lequel le dispositif d'inhibition (310 ; 314) est conçu, sur réception de la commande d'inhibition totale (INHIB_T), pour mettre les bornes d'alimentation de l'amplificateur (264 ; 266) en court-circuit.

5. Système de commande selon la revendication 3 ou 4, dans lequel le dispositif d'inhibition (310 ; 314) comporte un interrupteur commandable de court-circuit présentant une borne d'entrée de courant connectée à la borne d'alimentation positive, une borne de sortie de courant connectée à la borne d'alimentation négative, et une borne de commande, la commande d'inhibition totale (INHIB_T) étant sous la forme d'une tension entre la borne de commande et la borne de sortie de courant.

6. Système de commande selon l'une quelconque des revendications 2 à 5, dans lequel le pilote (260) comporte une première entrée (268) destinée à recevoir la commande d'inhibition totale (INHIB_T), dans lequel le premier dispositif de surveillance (254) de la mesure (V_{BAT1_1}) de la première tension

(V_{BAT1}) est conçu pour fournir la commande d'inhibition totale (INHIB_T) à la première entrée (268) du pilote (260) lorsque la mesure ($V_{BAT1,1}$) de la première tension (V_{BAT1}) passe sous le seuil prédéfini, dans lequel le pilote (260) comporte en outre une deuxième entrée (270) destinée à recevoir une
 5 commande d'inhibition dite partielle (INHIB_P), dans lequel le pilote (260) est en outre conçu, tant que la commande d'inhibition partielle (INHIB_P) est reçue sur la deuxième entrée (270), pour établir le signal de commande (CMD^* ; $\overline{CMD^*}$) indépendamment des commandes (cmd) reçues, pour que la machine électrique tournante puisse fonctionner en mode alternateur, et comportant en
 10 outre :

- un deuxième capteur (230) conçu pour fournir une mesure ($V_{BFT,2}$) d'une deuxième tension (V_{BFT}), différente de la première tension (V_{BAT1}),
- un deuxième dispositif de surveillance (252) de la mesure ($V_{BFT,2}$) de la deuxième tension (V_{BFT}) conçu pour fournir la commande
 15 d'inhibition partielle (INHIB_P) à la deuxième entrée (270) du pilote (260) lorsque la mesure ($V_{BFT,2}$) de la deuxième tension (V_{BFT}) passe sous un seuil prédéfini.

7. Système de commande selon l'une quelconque des revendications 1 à 6,
 20 dans lequel le microcontrôleur (242) est conçu pour recevoir une requête de mode (MR), dans lequel le dispositif d'établissement de commandes (244) est conçu pour transférer la requête de mode (MS) sur une broche de sortie du microcontrôleur (242), dans lequel le microcontrôleur (242) implémente un dispositif de détection de démarrage intempestif (258), dans lequel le pilote
 25 (260) est connecté à la broche de sortie pour recevoir la requête de mode transmise (MS), dans lequel la broche de sortie est connectée à une broche d'entrée du microcontrôleur (242) pour recevoir la requête de mode transmise (MS), et dans lequel le dispositif de détection de démarrage intempestif (258) est conçu pour détecter lorsque la requête de mode transmise (MS) reçue sur la
 30 broche d'entrée indique un mode moteur alors que la requête de mode (MR)

reçue par le microcontrôleur (242) indique un mode alternateur et, dans ce cas, pour envoyer la commande d'inhibition (INHIB_P) au pilote (260).

8. Système de bras de commutation (220) d'un convertisseur de tension (106), comportant :

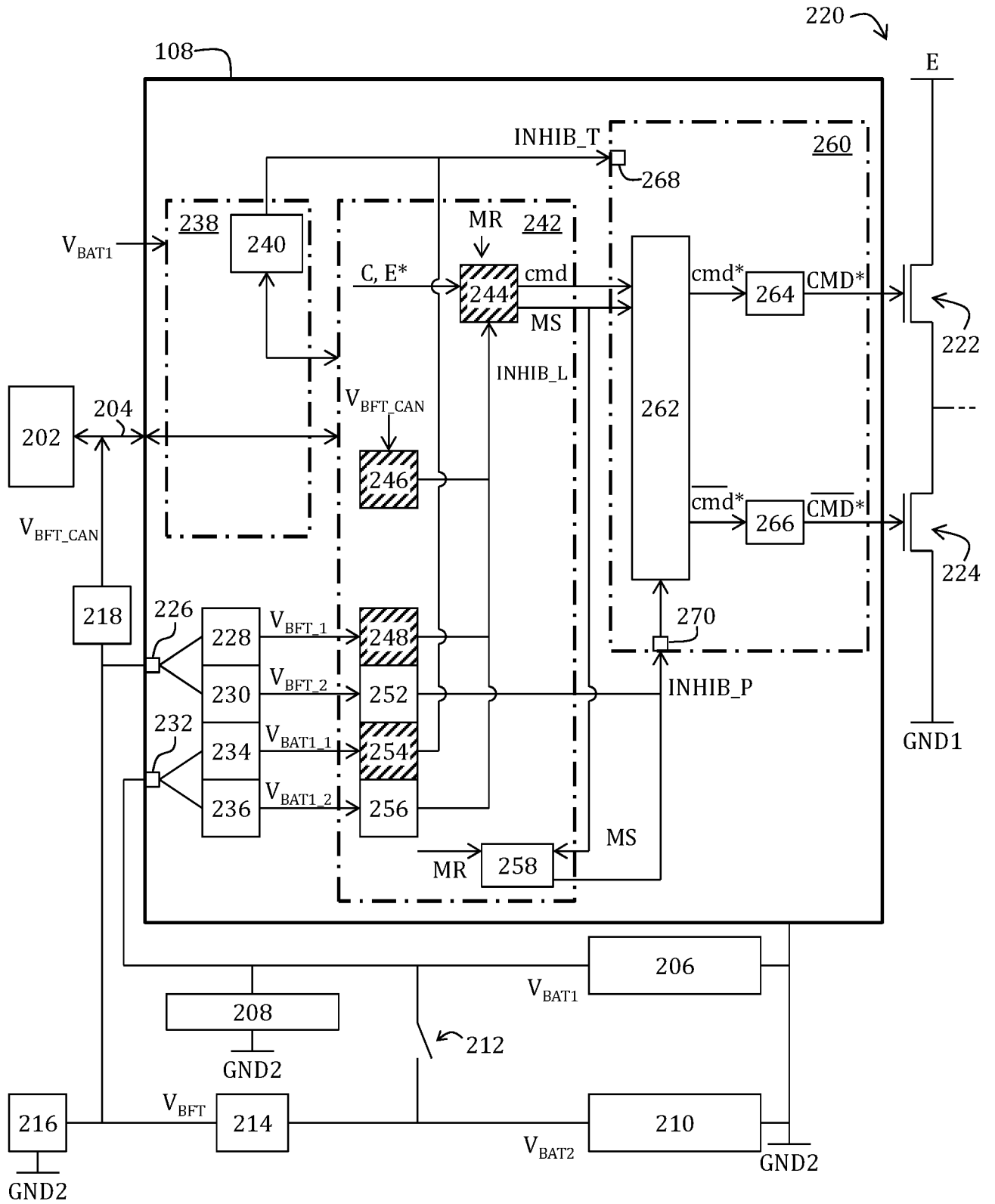
- 5 – un interrupteur de côté haut (222),
 – un interrupteur de côté bas (224),
 – un système de commande de l'un parmi les interrupteurs de côté haut (222) et de côté bas (224), selon l'une quelconque des revendications 1 à 7,
- 10 dans lequel l'interrupteur de côté haut (222) et l'interrupteur de côté bas (224) sont connectés l'un à l'autre en un point milieu destiné à être connecté à une phase d'une machine électrique tournante (104).

9. Système de bras de commutation (220) selon la revendication 8, comportant en outre un système de commande de l'autre parmi les
15 interrupteurs de côté haut (222) et de côté bas (224), selon l'une quelconque des revendications 1 à 7.

10. Installation électrique (100) comportant :

- un système de commande selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, et
- 20 – une première source de tension continue (206) conçue pour fournir la première tension (V_{BAT1}).

Figure 2



RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

Le demandeur a maintenu les revendications.

Le demandeur a modifié les revendications.

Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

**1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN
CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION**

EP 2 790 318 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP
[JP]) 15 octobre 2014 (2014-10-15)

JP S58 51793 A (HITACHI LTD)
26 mars 1983 (1983-03-26)

US 2014/117891 A1 (FUJIMURA TAKASHI [JP]
ET AL) 1 mai 2014 (2014-05-01)

EP 1 950 885 A1 (SCHNEIDER TOSHIBA
INVERTER [FR])
30 juillet 2008 (2008-07-30)

**2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN
TECHNOLOGIQUE GENERAL**

NEANT

**3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND
DE LA VALIDITE DES PRIORITES**

NEANT