

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
COURBEVOIE

11 N° de publication : 3 127 729

(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

21 N° d'enregistrement national : 21 10477

51 Int Cl<sup>8</sup> : B 60 L 53/22 (2020.12), H 02 J 7/00, H 02 M 1/08, 1/  
42

12 DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 04.10.21.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la  
demande : 07.04.23 Bulletin 23/14.

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) : VITESCO TECHNOLOGIES GmbH—  
DE.

72 Inventeur(s) : D'AUTHIER Roland, LAURENT Cédric  
et DOLMAIRE Lionel.

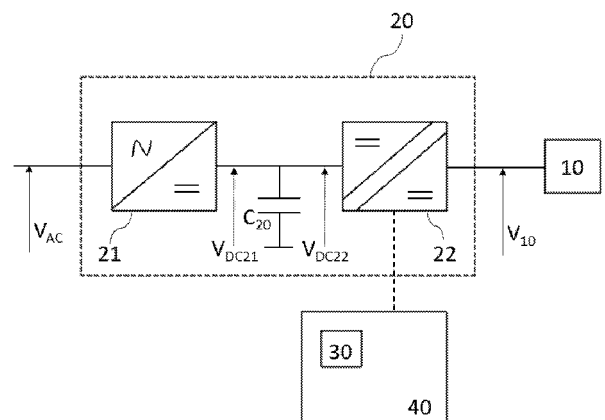
73 Titulaire(s) : VITESCO TECHNOLOGIES GmbH.

74 Mandataire(s) : VITESCO TECHNOLOGIES  
FRANCE.

54 Système électrique pour véhicule automobile.

57 L'invention concerne un système électrique pour véhi-  
cule automobile, le véhicule comprenant au moins une bat-  
terie (10) d'alimentation, le système électrique comprenant  
un chargeur électrique (20), destiné à être connecté d'une  
part ladite à batterie (10) et d'autre part à un réseau élec-  
trique externe au véhicule fournissant une tension alterna-  
tive ou à des équipements électriques, et un microcontrôle-  
ur (40), le chargeur (20) étant apte à charger la batterie (10)  
à partir d'un réseau électrique externe ou à permettre à la bat-  
terie (10) d'alimenter lesdits équipements, le chargeur (20)  
comportant un circuit correcteur (21) de facteur de puis-  
sance et un convertisseur (22).

Figure pour l'abrégé : Fig 1



FR 3 127 729 - A1



## Description

### Titre de l'invention : Système électrique pour véhicule automobile

#### Domaine technique

[0001] L'invention concerne le domaine des véhicules électriques ou hybrides et plus précisément des systèmes électriques pour véhicules électriques ou hybrides, comprenant un chargeur embarqué et un microcontrôleur, et le procédé mis en œuvre par ledit système électrique.

#### Technique antérieure

[0002] De manière connue un véhicule électrique ou hybride comprend une batterie apte à fournir de l'énergie électrique afin d'alimenter des équipements électriques, montés dans le véhicule ou externes au véhicule, et la machine électrique du véhicule.

[0003] Le véhicule comprend également un chargeur embarqué, plus connu sous l'appellation OBC pour « On Board Charger » en langue anglaise, connecté à la batterie. Lorsque le chargeur embarqué est d'autre part connecté à un équipement électrique, il permet de convertir la tension continue fournie par la batterie en une tension alternative afin d'alimenter l'équipement électrique auquel il est connecté. Par ailleurs, le chargeur embarqué peut d'autre part être connecté à un réseau électrique d'alimentation et permet dans ce cas de convertir la tension alternative fournie par le réseau en tension continue afin de recharger la batterie.

[0004] De manière connue, un chargeur embarqué comprend un circuit correcteur de facteur de puissance, connu sous l'appellation « PFC » pour « Power Factor Corrector » en langue anglaise, un convertisseur de courant continu-continu, une capacité de liaison connectée en parallèle entre le circuit correcteur de facteur de puissance et le convertisseur de courant et un microcontrôleur apte à commander le circuit correcteur de facteur de puissance.

[0005] Par exemple, lorsque la batterie charge, le correcteur de facteur de puissance est l'élément du chargeur embarqué apte à convertir une tension alternative, fournie par un réseau électrique externe au véhicule, en une tension continue définie entre 400 et 800 V. La capacité de liaison permet de supprimer les oscillations résiduelles de la tension continue fournie par le circuit correcteur de facteur de puissance. Le convertisseur de courant continu-continu est ensuite apte à convertir la tension continue lissée par la capacité, en une autre valeur de tension continue, comprise entre 200 et 400 V environ apte à charger la batterie.

[0006] Le microcontrôleur est notamment apte à commander le circuit correcteur de facteur de puissance. Ainsi, par exemple, le microcontrôleur commande le circuit correcteur afin de définir la valeur de la tension continue fournie par le circuit correcteur et

définie entre 400 et 800 V en fonction de l'état de charge de la batterie.

[0007] Ainsi ici, la capacité de liaison doit être adaptée pour supporter des tensions élevées allant de 400 à 800 V. Or, plus la capacité est adaptée pour supporter des tensions élevées, plus elle est coûteuse et encombrante.

[0008] De même, les différents composants électroniques du circuit correcteur de facteur de puissance et du convertisseur de courant continu-continu doivent également être adaptés pour supporter des tensions allant jusqu'à 800 V, pour ne pas être détériorés.

[0009] De plus, lorsque la tension fournie par le convertisseur ou par le circuit correcteur est élevée, notamment au-delà de 600 V, un échauffement se produit dans le chargeur embarqué, pouvant provoquer une perte de rendement de l'ordre de 1 à 3%. Un dispositif de refroidissement doit être ajouté afin de dissiper la chaleur émise et ainsi éviter une détérioration des composants électroniques du chargeur embarqué.

[0010] Une solution est donc nécessaire afin de pallier au moins en partie, ces inconvénients.

### **Exposé de l'invention**

[0011] A cette fin, le système électrique pour véhicule automobile, le véhicule comprenant au moins une batterie d'alimentation, le système électrique comprenant un chargeur électrique, destiné à être connecté d'une part ladite à batterie et d'autre part à un réseau électrique externe au véhicule fournissant une tension alternative ou à des équipements électriques, et un microcontrôleur, le chargeur étant apte à charger la batterie à partir d'un réseau électrique externe ou à permettre à la batterie d'alimenter lesdits équipements, le chargeur comprenant :

- a. un circuit correcteur de facteur de puissance, apte à convertir une tension alternative en une tension continue,
- b. un convertisseur de tension continu-continu, connecté entre le circuit correcteur de facteur de puissance et la batterie et apte à convertir une tension continue en une autre tension continue, ledit convertisseur de tension continu-continu comprenant un premier pont en H, et un deuxième pont en H, chaque pont en H comprenant quatre interrupteurs, un premier interrupteur étant connecté entre un point haut et un point milieu, un deuxième interrupteur étant relié entre le point milieu et un point bas, un troisième interrupteur étant relié entre le point haut et un deuxième point milieu et un quatrième interrupteur étant relié entre le deuxième point milieu et le point bas, le convertisseur de tension comprenant également un transformateur connectant électriquement le premier pont en H et le deuxième pont en H, chaque pont en H étant apte à fonctionner selon :
  - i. un premier mode de fonctionnement dans lequel le premier interrupteur et le quatrième interrupteur sont ouverts et fermés simul-

tanément, le deuxième interrupteur et le troisième interrupteur sont ouverts et fermés simultanément à l'inverse du premier interrupteur et du quatrième interrupteur,

- ii. un deuxième mode de fonctionnement dans lequel le quatrième interrupteur est toujours fermé, le troisième interrupteur est toujours ouvert, et le premier interrupteur et le deuxième interrupteur sont ouverts et fermés alternativement.

le microcontrôleur est configuré pour :

1. commander l'ouverture et la fermeture de chaque interrupteur du premier pont et du deuxième pont du convertisseur de tension continu-continu par l'émission à chaque interrupteur d'un signal de commande caractérisé par une fréquence, l'état haut du signal de commande permettant de commander la fermeture d'un interrupteur et l'état bas du signal de commande permettant de commander l'ouverture d'un interrupteur,
2. lorsque le microcontrôleur reçoit une demande de transition du premier mode de fonctionnement vers le deuxième mode de fonctionnement pour le premier pont, respectivement le deuxième pont:
  - i. émettre une commande de fermeture au quatrième interrupteur et une commande d'ouverture au troisième interrupteur du premier pont, respectivement du deuxième pont,
  - ii. définir la fréquence du signal de commande émis au premier interrupteur et au deuxième interrupteur du premier pont, respectivement du deuxième pont, à une première valeur de fréquence maximale prédéfinie pendant une durée prédéterminée,
  - iii. lorsque la durée prédéterminée s'est écoulée, désactiver le deuxième mode de fonctionnement actif et activer le premier mode de fonctionnement du premier pont, respectivement du deuxième pont,
3. lorsque le microcontrôleur reçoit une demande de transition du deuxième mode de fonctionnement vers le premier mode de fonctionnement pour le premier pont, respectivement le deuxième pont :
  - i. définir la fréquence du signal de commande émis à chaque interrupteur du premier pont, respectivement du deuxième pont, à une deuxième valeur de fréquence maximale prédéfinie pendant une durée prédéterminée,
  - ii. lorsque la durée prédéterminée s'est écoulée, désactiver le premier mode de fonctionnement actif et activer le deuxième mode de fonctionnement du premier pont, respectivement du deuxième pont.

[0012] Ainsi, avantageusement, la fonction de variation en puissance est assurée par le convertisseur commandé par le microcontrôleur. De plus, le fait d'augmenter la fréquence de chaque signal de commande avant de changer de mode de fonc-

tionnement permet au convertisseur de tension continu-continu d'atteindre plus rapidement la fréquence souhaitée lorsque le mode de fonctionnement sera ensuite changé. Cela permet donc au convertisseur de tension continu-continu d'être plus réactif aux variations rapides d'appels de puissance et évite de fortes variations de la tension de la capacité de liaison. De cette façon, cela protège les composants électroniques du chargeur embarqué de problèmes de surtensions et de surchauffes dans ledit chargeur embarqué.

[0013] De préférence, le chargeur embarqué comprend une capacité de liaison connectée entre le circuit correcteur de facteur de puissance et le convertisseur de tension continu-continu, apte à atténuer les oscillations résiduelles de la tension fournie entre le circuit correcteur de facteur de puissance et le convertisseur de tension continu-continu.

[0014] De manière avantageuse, le convertisseur comprend :

- a. un transformateur comprenant un enroulement primaire et un enroulement secondaire, chaque enroulement comprenant une première borne et une deuxième borne,
- b. un premier circuit résonant comprenant une capacité résonante et une bobine connectées en série, la capacité résonante du premier circuit résonant étant connectée électriquement au premier point milieu du premier pont, et la bobine du premier circuit résonant étant connectée électriquement à la première borne de l'enroulement primaire du transformateur,
- c. un deuxième circuit résonant comprenant une capacité résonante et une bobine connectées en série, la capacité résonante du deuxième circuit résonant étant connectée électriquement au premier point milieu du deuxième pont, et la bobine du deuxième circuit résonant étant connectée électriquement à la première borne de l'enroulement secondaire du transformateur.

[0015] Le système électrique permet ainsi de ramener la tension aux bornes de la capacité du premier et du deuxième circuit résonant à sa valeur de tension moyenne juste avant de changer de mode de fonctionnement. Ainsi, lors du redémarrage suite à un changement de mode de fonctionnement, cela permet de ne pas appliquer de tension élevée aux bornes des premier, deuxième, troisième ou quatrième interrupteur pouvant endommager lesdits interrupteurs.

[0016] De manière avantageuse, une première plage de fréquences définit l'ensemble des fréquences du signal de commande pour lesquelles le premier pont ou le deuxième pont fonctionne selon le premier mode de fonctionnement et une deuxième plage de fréquences définit l'ensemble des fréquences du signal de commande pour lesquelles le premier pont ou le deuxième pont fonctionne selon le deuxième mode de fonctionnement, la première valeur de fréquence maximale étant égale à la fréquence

maximale de l'intervalle de fréquence du deuxième mode de fonctionnement et la deuxième valeur de fréquence maximale étant égale à la fréquence maximale de l'intervalle de fréquence du premier mode de fonctionnement.

[0017] De préférence encore, le convertisseur comprend une bobine supplémentaire, connectée en parallèle de l'enroulement primaire du transformateur. Notamment, la bobine supplémentaire peut être interne ou externe au transformateur. Lorsque la bobine supplémentaire est externe au transformateur, le convertisseur correspond à un convertisseur de tension continu-continu résonant de type CLLLC.

[0018] De manière avantageuse, chaque interrupteur désigne un transistor MOSFET ou bipolaire.

[0019] L'invention concerne également un véhicule automobile comprenant au moins une batterie et au moins un système électrique tel que présenté précédemment.

[0020] L'invention concerne également un procédé d'activation d'un mode de fonctionnement d'un convertisseur de système électronique pour véhicule automobile, tel que présenté précédemment, ledit procédé étant mis en œuvre par le microcontrôleur, lorsque le microcontrôleur reçoit une demande de transition du premier mode de fonctionnement vers le deuxième mode de fonctionnement pour le premier pont, respectivement le deuxième pont, le procédé comprend les étapes :

i. d'émission d'une commande de fermeture au quatrième interrupteur et une commande d'ouverture au troisième interrupteur du premier pont, respectivement du deuxième pont,

ii. de définition de la fréquence du signal de commande émis au premier interrupteur et au deuxième interrupteur du premier pont, respectivement du deuxième pont, à une première valeur de fréquence maximale prédéfinie pendant une durée prédéterminée,

iii. lorsque la durée prédéterminée s'est écoulée, de désactivation du deuxième mode de fonctionnement et d'activation du premier mode de fonctionnement du premier pont, respectivement du deuxième pont.

De préférence, lorsque le microcontrôleur reçoit une demande de transition du premier mode de fonctionnement vers le deuxième mode de fonctionnement pour le premier pont, respectivement le deuxième pont, le procédé comprend les étapes :

a. de définition de la fréquence du signal de commande émis à chaque interrupteur du premier pont, respectivement du deuxième pont, à une deuxième valeur de fréquence maximale prédéfinie pendant une durée prédéterminée,

b. lorsque la durée prédéterminée s'est écoulée, de désactivation du premier mode de fonctionnement et d'activation du deuxième mode de fonctionnement du premier pont, respectivement du deuxième pont.

L'invention concerne également un produit programme d'ordinateur remarquable en ce qu'il comporte un ensemble d'instructions de code de programme qui, lorsqu'elles

sont exécutées par un ou plusieurs processeurs, configurent le ou les processeurs pour mettre en œuvre le procédé tel que présenté précédemment.

### **Brève description des dessins**

[0021] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront encore à la lecture de la description qui va suivre. Celle-ci est purement illustrative et doit être lue en regard des dessins annexés sur lesquels :

[Fig.1] La [Fig.1] illustre schématiquement le système électrique selon l'invention,

[Fig.2] La [Fig.2] représente le circuit électronique du convertisseur du chargeur du système électrique selon la [Fig.1] .

[Fig.3] La [Fig.3] **illustre schématiquement le procédé selon l'invention.**

### **Description des modes de réalisation**

[0022] Véhicule

[0023] Il va maintenant être présenté une forme de réalisation du véhicule selon l'invention.

Le véhicule est notamment un véhicule électrique ou hybride et comprend notamment une machine électrique apte à convertir de l'énergie électrique en énergie mécanique afin d'entraîner en rotation les roues du véhicule. La machine électrique correspond donc au moteur électrique de propulsion du véhicule.

[0024] En référence à la [Fig.1], le véhicule comprend également une batterie 10 d'alimentation et un système électrique comprenant un chargeur embarqué 20 et un microcontrôleur 40.

[0025] Batterie 10

[0026] La batterie 10 d'alimentation électrique est notamment apte à fonctionner selon un mode de décharge, dans lequel la batterie 10 alimente en énergie des équipements montés dans le véhicule ou d'autres équipements externes aux véhicules que l'on viendrait connecter à la batterie 10 ou la machine électrique,.

[0027] La batterie 10 est également apte à fonctionner selon un mode de charge, dans lequel la batterie 10 est apte à se charger à partir de l'énergie électrique fournie par un réseau électrique connecté électriquement à la batterie 10.

[0028] Par exemple la tension de la batterie 10 peut être définie entre 400 V ou 800 V.

[0029] Chargeur 20

[0030] Le chargeur 20, plus connu sous l'appellation OBC pour « On Board Charger » en langue anglaise, est connecté d'une part à la batterie 10 et d'autre part à au moins un équipement monté dans le véhicule ou externe au véhicule ou à un réseau électrique apte à fournir une tension alternative.

[0031] Le chargeur 20 est dit « bidirectionnel ». En effet, lorsque le chargeur 20 est connecté à un réseau électrique et que la batterie 10 fonctionne selon l'état de charge, le chargeur 20 est notamment apte à convertir la tension alternative fournie par le réseau

électrique en une tension continue apte à charger la batterie 10. D'autre part, lorsqu'un équipement électrique est connecté au chargeur 20, la batterie 10 fonctionne selon l'état de décharge, le chargeur 20 est apte convertir la tension continue fournie par la batterie 10 en une tension alternative apte à alimenter l'équipement.

- [0032] Plus précisément, le chargeur 20 comprend un circuit correcteur 21 de facteur de puissance, un convertisseur 22 de tension continu-continu et une capacité de liaison C20. Le convertisseur 22 est connecté électriquement au circuit correcteur 21 via un lien filaire. De plus, la capacité de liaison C20 est connectée en dérivation sur le lien filaire reliant le circuit correcteur 21 et le convertisseur 22.
- [0033] De plus, le convertisseur 22 est adapté pour être relié électriquement à la batterie 10 et le circuit correcteur 21 de facteur de puissance est adapté pour être relié électriquement à un équipement du véhicule ou extérieur au véhicule ou à un réseau électrique.
- [0034] Circuit correcteur 21
- [0035] Toujours en référence à la [Fig.1], le circuit correcteur 21 de facteur de puissance est apte à convertir une tension alternative VAC en une tension continue VDC21 et inversement.
- [0036] Convertisseur 22
- [0037] Le convertisseur 22 de tension continu-continu est apte à convertir une tension continue VDC22 en une autre tension continue V10. Le rapport de conversion entre la tension continue VDC22 et la tension continue V10 est variable et notamment défini par une valeur comprise sur un intervalle défini entre 0,4 et 1,3.
- [0038] Capacité de liaison C20
- [0039] La capacité de liaison C20 est apte à atténuer les oscillations résiduelles de la tension continue fournie entre le circuit correcteur 21 de facteur de puissance et le convertisseur 22 de tension continu-continu.
- [0040] Par exemple, lorsque la batterie 10 fonctionne selon le mode charge, le circuit correcteur 21 est relié à un réseau électrique. Ainsi, le circuit correcteur 21 convertit la tension alternative fournie par le réseau électrique en une tension continue VDC21 définie sensiblement à 400 V. Cependant, la tension continue VDC21 présente une partie alternative, autrement dit la tension continue VDC21 présente des oscillations résiduelles, par exemple à plus ou moins 30 V. La capacité de liaison C20 permet de supprimer les oscillations résiduelles de la tension continue VDC21. Enfin, le convertisseur 22 convertit la tension continue VDC22 sans oscillation résiduelles en une tension continue V10 adaptée pour recharger la batterie 10, par exemple une tension continue entre 220 V et 465V.
- [0041] A l'inverse, lorsque la batterie 10 fonctionne selon le mode de décharge, alors cela signifie que le circuit correcteur 21 est relié à un équipement électronique à alimenter.

Le convertisseur 22 convertit la tension continue V10 fournie par la batterie 10 en une autre tension continue VDC22 par exemple environ égale à 400 V. La tension continue VDC22 fournie par le convertisseur 22 présente une partie alternative, autrement dit la tension continue VDC22 présente des oscillations résiduelles, par exemple à plus ou moins 30 V. La capacité de liaison C20 permet de supprimer les oscillations résiduelles de la tension continue VDC22. Enfin, le circuit correcteur 21 convertit la tension continue VDC21 sans oscillations résiduelles définie sensiblement à 400 V en une tension alternative apte à alimenter en énergie électrique l'équipement relié audit circuit correcteur 21.

- [0042] Ainsi, la valeur de la tension continue maximale appliquée aux bornes de la capacité de liaison C20 est sensiblement égale ou proche de 400 V. La tension nominale de la capacité de liaison C20 est choisie en fonction de cette contrainte de tension continue. Notamment, la capacité de liaison C20 présente une tension nominale au moins supérieure à la tension continue maximale qui lui est appliquée. De préférence, la capacité de liaison C20 présente une tension nominale légèrement supérieure à la tension continue maximale qui lui est appliquée. Ainsi, puisque la tension nominale de la capacité de liaison C20 et la valeur de la tension continue maximale qui lui est appliquée sont proches, la capacité C20 n'est pas sous-utilisée et est apte à se décharger ou de charger complètement.
- [0043] Il va maintenant être présenté la structure électronique détaillée du convertisseur 22. Le convertisseur 22 correspond à un convertisseur de tension continu-continu résonant CLLC ou CLLLC.
- [0044] En référence à la [Fig.2], le convertisseur 22 correspond à un convertisseur de tension continu-continu résonant CLLC et comprend un transformateur Tr, un premier pont en H, désigné H1 sur la [Fig.2], un deuxième pont en H, désigné H2, sur la [Fig.2], un premier circuit résonant CR1 et un deuxième circuit résonant CR2.
- [0045] Le transformateur Tr comprend un enroulement primaire et un enroulement secondaire, chaque enroulement comprenant une première borne et une deuxième borne.
- [0046] Chaque pont H1, H2 comprend quatre interrupteurs, un premier interrupteur T1 étant connecté entre un point haut PH et un point milieu PM1, un deuxième interrupteur T2 étant relié entre le point milieu PM1 et un point bas PB, un troisième interrupteur T3 étant relié entre le point haut PH et un deuxième point milieu PM2 et un quatrième interrupteur T4 étant relié entre le deuxième point milieu PM2 et le point bas PB.
- [0047] Les interrupteurs T1, T2, T3, T4, peuvent désigner n'importe quel type de commutateurs, et notamment, des transistors MOSFET ou bipolaires.
- [0048] Le premier circuit résonant CR1 comprend une capacité résonante C1 et une bobine L1 connectées en série. Par analogie le deuxième circuit résonant CR2 comprend une capacité résonante C2 et une bobine L2 connectées en série.

- [0049] La capacité résonante C1 du premier circuit résonant CR1 est connectée électriquement au premier point milieu PM1 du premier pont H1, et la bobine L1 du premier circuit résonant CR1 est connectée électriquement à la première borne de l'enroulement primaire du transformateur Tr.
- [0050] La deuxième borne de l'enroulement primaire du transformateur Tr est connectée électriquement au deuxième point milieu PM2 du premier pont H1.
- [0051] La capacité résonante C2 du deuxième circuit résonant CR2 est connectée électriquement au premier point milieu PM1 du deuxième pont H2, et la bobine L2 du deuxième circuit résonant CR2 est connectée électriquement à la première borne de l'enroulement secondaire du transformateur Tr.
- [0052] La deuxième borne de l'enroulement secondaire du transformateur Tr est connectée électriquement au deuxième point milieu PM2 du deuxième pont H2.
- [0053] Par exemple, le transformateur Tr est apte à fournir une tension de sortie entre les bornes de l'enroulement secondaire égale à la tension appliquée entre les bornes du premier enroulement. Ce rapport de 1 entre la tension de sortie et la tension appliquée entre les bornes du premier enroulement peut être modifié.
- [0054] Le convertisseur 22 comprend également une bobine supplémentaire (non représentée sur les figures) en parallèle de l'enroulement primaire du transformateur Tr. La bobine supplémentaire peut être interne ou externe au transformateur Tr. Lorsque la bobine supplémentaire est externe au transformateur Tr, le convertisseur 22 correspond à un convertisseur de tension continu-continu résonant de type CLLLC.
- [0055] Mode de fonctionnement pont en H
- [0056] Le premier pont H1, respectivement le deuxième pont H2, est également apte à fonctionner selon un premier mode de fonctionnement dans lequel le premier interrupteur T1 et le quatrième interrupteur T4 sont ouverts et fermés simultanément. De plus, dans le premier mode de fonctionnement le deuxième interrupteur T2 et le troisième interrupteur T3 sont ouverts et fermés simultanément à l'inverse du premier interrupteur T1 et du quatrième interrupteur T4. Le premier mode de fonctionnement est connu de l'homme du métier par l'appellation « Full-Bridge ».
- [0057] Le premier pont H1, respectivement le deuxième pont H2, est apte à fonctionner selon un deuxième mode de fonctionnement, dans lequel le quatrième interrupteur T4 est toujours fermé, le troisième interrupteur T3 est toujours ouvert, et le premier interrupteur T1 et le deuxième interrupteur T2 sont ouverts alternativement. Le deuxième mode de fonctionnement est connu de l'homme du métier par l'appellation « Half-Bridge ».
- [0058] Le deuxième mode de fonctionnement permet notamment de diminuer le gain en tension du convertisseur 22 par rapport au gain en tension du convertisseur 22 lorsqu'il fonctionne selon le premier mode de fonctionnement.

- [0059] Microcontrôleur 40
- [0060] Le microcontrôleur 40 est relié au chargeur 20.
- [0061] Le microcontrôleur 40 comprend un régulateur 30 et plus précisément un régulateur PID, pour « proportionnel, intégral, dérivé ». Dans le cas présent, le régulateur 30 est apte à obtenir la valeur de la tension continue V10 mesurée entre le convertisseur 22 et la batterie 10. De même, le régulateur 30 est apte à obtenir la valeur de la tension VAC mesurée entre le circuit correcteur 21 et l'équipement électrique (ou le réseau électrique) relié audit circuit correcteur 21.
- [0062] Le régulateur 30 est également apte à recevoir la consigne en tension à appliquer entre le convertisseur 22 et la batterie 10 et/ou la consigne en tension à appliquer entre le circuit correcteur 21 et l'équipement électrique relié audit circuit correcteur 21.
- [0063] Le régulateur 30 est apte à déterminer si chaque valeur mesurée correspond à la consigne en tension reçue à appliquer.
- [0064] De plus, lorsqu'une valeur mesurée ne correspond pas à la valeur de consigne correspondante, le régulateur 30 est configuré pour émettre au moins une instruction au microcontrôleur 40 afin de modifier le rapport de conversion du convertisseur 22, afin que chaque valeur mesurée corresponde à la consigne correspondante. L'instruction émise par le régulateur 30 comprend notamment une valeur de fréquence de commande.
- [0065] Le régulateur 30 est également apte à mesurer le courant aux bornes de la batterie 10.
- [0066] Le microcontrôleur 40 est apte à recevoir périodiquement la valeur du courant aux bornes de la batterie 10 mesurée par le régulateur 30.
- [0067] Le microcontrôleur 40 est apte à commander le convertisseur 22. Plus précisément, le microcontrôleur 40 est apte à commander l'ouverture et la fermeture de chaque interrupteur T1, T2, T3, T4 du premier pont H1 et du deuxième pont H2. Ainsi, le microcontrôleur 40 est apte à commander l'activation et la désactivation du premier mode de fonctionnement et l'activation et la désactivation du deuxième mode de fonctionnement du premier pont H1 et du deuxième pont H2.
- [0068] Notamment, dans le cas où la batterie 10 fonctionne selon le mode de charge, le microcontrôleur 30 commande le premier pont H1. A l'inverse, lorsque la batterie 10 fonctionne selon le mode de décharge, le microcontrôleur 40 commande le deuxième pont H2.
- [0069] Plus précisément encore, le microcontrôleur 40 est apte à commander l'ouverture et la fermeture de chaque interrupteur T1, T2, T3, T4 du premier pont H1 et du deuxième pont H2, notamment par la méthode de la modulation de fréquence. Pour cela, le microcontrôleur 40 émet un signal de commande à chaque interrupteur T1, T2, T3, T4. Chaque signal de commande est défini par un signal périodique en créneau, dont le rapport cyclique est notamment de 50%. Autrement dit, le signal de commande relatif

à un interrupteur T1, T2, T3, T4 présente une alternance entre un état dit « haut » permettant de commander la fermeture dudit interrupteur, et un état dit « bas » permettant de commander l'ouverture dudit interrupteur. Cela peut également être le cas inverse, l'état haut peut commander l'ouverture dudit interrupteur et l'état bas peut commander la fermeture dudit interrupteur.

- [0070] Chaque signal de commande est donc caractérisé par une fréquence. Plus précisément, une première plage de fréquences définit l'ensemble des fréquences du signal de commande (et donc l'ensemble des fréquences d'ouverture et de fermeture des interrupteurs T1, T2, T3, T4) pour lesquelles le premier pont H1 ou le deuxième pont H2 fonctionne selon le premier mode de fonctionnement. De même, une deuxième plage de fréquences définit l'ensemble des fréquences du signal de commande (et donc l'ensemble des fréquences d'ouverture et de fermeture des interrupteurs T1, T2, T3, T4) pour lesquelles le premier pont H1 ou le deuxième pont H2 fonctionne selon le deuxième mode de fonctionnement. Ainsi, lorsque le microcontrôleur 40 active le premier mode de fonctionnement, respectivement le deuxième mode de fonctionnement, du premier pont H1 ou du deuxième pont H2, le microcontrôleur 40 définit la fréquence de chaque signal de commande émis aux interrupteurs T1, T2, T3, T4 dudit pont en sélectionnant une valeur parmi la première, respectivement la deuxième, plage de fréquences.
- [0071] Le microcontrôleur 40 est apte à définir et/ou modifier la fréquence de chaque signal de commande. Par exemple, le microcontrôleur 40 est configuré pour appliquer la fréquence de commande comprise dans l'instruction émise par le régulateur 30, à chaque signal de commande, afin de modifier le rapport de conversion du convertisseur 22.
- [0072] Par ailleurs, le microcontrôleur 40 peut également commander la fermeture, respectivement l'ouverture, constante d'un interrupteur T1, T2, T3, T4 par l'émission d'un signal de fermeture, respectivement d'ouverture, audit interrupteur T1, T2, T3, T4.
- [0073] Le microcontrôleur 40 comprend un processeur apte à mettre en œuvre un ensemble d'instructions permettant de réaliser ces fonctions.
- [0074] Procédé :
- [0075] Il va maintenant être présenté un mode de réalisation du procédé d'activation d'un mode de fonctionnement du premier ou du deuxième pont H1, H2, mis en œuvre par le microcontrôleur 40.
- [0076] Tout d'abord, le microcontrôleur 40 détermine la nécessité de transition du deuxième mode de fonctionnement vers le premier mode de fonctionnement pour le premier pont H1, respectivement le deuxième pont H2, ou inversement.
- [0077] A titre d'exemple, dans le cas où la batterie 10 fonctionne selon le mode de charge et pour la nécessité de transition du deuxième mode de fonctionnement vers le premier

mode de fonctionnement pour le premier pont H1, le procédé comprend une étape d'émission E1 d'une commande de fermeture au quatrième interrupteur T4 et une commande d'ouverture au troisième interrupteur T3 du premier pont H1.

- [0078] Le procédé comprend également une étape de définition E2 de la fréquence du signal de commande émis au premier interrupteur T1 et au deuxième interrupteur T2 du premier pont H1 à une première valeur de fréquence maximale prédéfinie pendant une durée prédéterminée, notamment définie entre 100  $\mu$ s et 150  $\mu$ s. De plus, le signal de commande émis au premier interrupteur T1 et celui émis au deuxième interrupteur T2 sont définis de sorte que le premier interrupteur T1 et le deuxième interrupteur T2 s'ouvrent et se ferment de manière alternative.
- [0079] La première valeur de fréquence maximale peut notamment être égale à la fréquence maximale de la deuxième plage de fréquences du deuxième mode de fonctionnement ou être une valeur prédéfinie.
- [0080] Puis, lorsque la durée prédéterminée s'est écoulée, le procédé comprend une étape de désactivation E3 du deuxième mode de fonctionnement et d'activation du premier mode de fonctionnement du premier pont H1. Autrement dit, le microcontrôleur 40 active le nouveau mode de fonctionnement seulement après avoir modifié la fréquence à la valeur de fréquence maximale prédéfinie telle que décrite pendant une durée prédéterminée.
- [0081] A titre d'exemple encore, lorsque le microcontrôleur 40 détermine la nécessité d'une transition du premier mode de fonctionnement vers le deuxième mode de fonctionnement pour le premier pont H1, le procédé comprenant une étape de définition E2' de la fréquence du signal de commande émis à chaque interrupteur T1, T2, T3, T4 du premier pont H1, à une deuxième valeur de fréquence maximale prédéfinie pendant la durée prédéterminée. De plus, les signaux de commande sont définis de sorte que le premier interrupteur T1 et le quatrième interrupteur T4 soient ouverts et fermés simultanément et de sorte que le deuxième interrupteur T2 et le troisième interrupteur T3 soient ouverts et fermés simultanément à l'inverse du premier interrupteur T1 et du quatrième interrupteur T4.
- [0082] La deuxième valeur de fréquence maximale est notamment égale à la fréquence maximale de la première plage de fréquences du premier mode de fonctionnement ou à une valeur prédéfinie.
- [0083] Puis, lorsque la durée prédéterminée s'est écoulée, le procédé comprend une étape de désactivation E3' du premier mode de fonctionnement et d'activation du deuxième mode de fonctionnement du premier pont H1. Idem que pour l'étape de désactivation E3, le microcontrôleur 40 active le nouveau mode de fonctionnement seulement après avoir modifié la fréquence à la valeur de fréquence maximale prédéfinie telle que décrite pendant une durée prédéterminée.

[0084] Le procédé peut également être mis en œuvre de manière similaire lorsque la batterie 10 fonctionne selon le mode de décharge. Cependant, dans ce cas, le signal de commande ne sera pas émis aux interrupteurs T1, T2, T3, T4 du premier pont H1, mais aux interrupteurs du deuxième pont H2.

## Revendications

[Revendication 1]

Système électrique pour véhicule automobile, le véhicule comprenant au moins une batterie (10) d'alimentation, le système électrique comprenant un chargeur électrique (20), destiné à être connecté d'une part ladite à batterie (10) et d'autre part à un réseau électrique externe au véhicule fournissant une tension alternative ou à des équipements électriques, et un microcontrôleur (40), le chargeur (20) étant apte à charger la batterie (10) à partir d'un réseau électrique externe ou à permettre à la batterie (10) d'alimenter lesdits équipements, le chargeur (20) comprenant :

- a. un circuit correcteur (21) de facteur de puissance, apte à convertir une tension alternative en une tension continue,
- b. un convertisseur (22) de tension continu-continu, connecté entre le circuit correcteur (21) de facteur de puissance et la batterie (10) et apte à convertir une tension continue en une autre tension continue, ledit convertisseur (22) de tension continu-continu comprenant un premier pont en H (H1), et un deuxième pont en H (H2), chaque pont en H comprenant quatre interrupteurs (T1, T2, T3, T4), un premier interrupteur (T1) étant connecté entre un point haut (PH) et un point milieu (PM1), un deuxième interrupteur (T2) étant relié entre le point milieu (PM1) et un point bas (PB), un troisième interrupteur (T3) étant relié entre le point haut (PH) et un deuxième point milieu (PM2) et un quatrième interrupteur (T4) étant relié entre le deuxième point milieu (PM2) et le point bas (PB), le convertisseur (22) de tension comprenant également un transformateur (Tr) connectant électriquement le premier pont en H (H1) et le deuxième pont en H (H2), chaque pont en H étant apte à fonctionner selon :
  - i. un premier mode de fonctionnement (FB) dans lequel le premier interrupteur (T1) et le quatrième interrupteur (T4) sont ouverts et fermés simultanément, le deuxième interrupteur (T2) et le troisième interrupteur (T3) sont ouverts et fermés simultanément à l'inverse du premier interrupteur (T1) et du quatrième interrupteur (T4),
  - ii. un deuxième mode de fonctionnement (HB) dans

lequel le quatrième interrupteur (T4) est toujours fermé, le troisième interrupteur (T3) est toujours ouvert, et le premier interrupteur (T1) et le deuxième interrupteur (T2) sont ouverts et fermés alternativement.

le microcontrôleur (40) est configuré pour :

1. commander l'ouverture et la fermeture de chaque interrupteur (T1, T2, T3, T4) du premier pont (H1) et du deuxième pont (H2) du convertisseur (22) de tension continu-continu par l'émission à chaque interrupteur (T1, T2, T3, T4) d'un signal de commande caractérisé par une fréquence, l'état haut du signal de commande permettant de commander la fermeture d'un interrupteur et l'état bas du signal de commande permettant de commander l'ouverture d'un interrupteur,
2. lorsque le microcontrôleur (40) reçoit une demande de transition du premier mode de fonctionnement vers le deuxième mode de fonctionnement pour le premier pont (H1), respectivement le deuxième pont (H2) :

- i. émettre une commande de fermeture au quatrième interrupteur et une commande d'ouverture au troisième interrupteur du premier pont, respectivement du deuxième pont,
- ii. définir la fréquence du signal de commande émis au premier interrupteur et au deuxième interrupteur du premier pont, respectivement du deuxième pont, à une première valeur de fréquence maximale prédéfinie pendant une durée prédéterminée,
- iii. lorsque la durée prédéterminée s'est écoulée, désactiver le deuxième mode de fonctionnement actif et activer le premier mode de fonctionnement du premier pont, respectivement du deuxième pont,

3. lorsque le microcontrôleur (40) reçoit une demande de transition du deuxième mode de fonctionnement vers le premier mode de fonctionnement pour le premier pont (H1), respectivement le deuxième pont (H2) :

- i. définir la fréquence du signal de commande émis à chaque in-

interrupteur (T1, T2, T3, T4) du premier pont (H1), respectivement du deuxième pont (H2), à une deuxième valeur de fréquence maximale prédéfinie pendant une durée prédéterminée,

- ii. lorsque la durée prédéterminée s'est écoulée, désactiver le premier mode de fonctionnement actif et activer le deuxième mode de fonctionnement du premier pont (H1), respectivement du deuxième pont (H2).

[Revendication 2]

Système électrique selon la revendication précédente dans lequel le chargeur embarqué (20) comprend une capacité de liaison ( $C_{20}$ ) connectée en parallèle entre le circuit correcteur (21) de facteur de puissance et le convertisseur (22) de tension continu-continu, apte à atténuer les oscillations résiduelles de la tension fournie entre le circuit correcteur (21) de facteur de puissance et le convertisseur (22) de tension continu-continu.

[Revendication 3]

Système électrique selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le convertisseur (22) comprend :

- a. un transformateur (Tr) comprenant un enroulement primaire et un enroulement secondaire, chaque enroulement comprenant une première borne et une deuxième borne,
- b. un premier circuit résonant (CR1) comprenant une capacité résonante (C1) et une bobine (L1) connectées en série, la capacité résonante (C1) du premier circuit résonant (CR1) étant connectée électriquement au premier point milieu (PM1) du premier pont (H1), et la bobine (L1) du premier circuit résonant (CR1) étant connectée électriquement à la première borne de l'enroulement primaire du transformateur (Tr),
- c. un deuxième circuit résonant (CR2) comprenant une capacité résonante (C2) et une bobine (L2) connectées en série, la capacité résonante (C2) du deuxième circuit résonant (CR2) étant connectée électriquement au premier point milieu (PM1) du deuxième pont (H2), et la bobine (L2) du deuxième circuit résonant (CR2) étant connectée électriquement à la première borne de l'enroulement secondaire du transformateur (Tr).

- [Revendication 4] Système électrique selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel une première plage de fréquences définit l'ensemble des fréquences du signal de commande pour lesquelles le premier pont (H1) ou le deuxième pont (H2) fonctionne selon le premier mode de fonctionnement et une deuxième plage de fréquences définit l'ensemble des fréquences du signal de commande pour lesquelles le premier pont (H1) ou le deuxième pont (H2) fonctionne selon le deuxième mode de fonctionnement, la première valeur de fréquence maximale étant égale à la fréquence maximale de l'intervalle de fréquence du deuxième mode de fonctionnement et la deuxième valeur de fréquence maximale étant égale à la fréquence maximale de l'intervalle de fréquence du premier mode de fonctionnement.
- [Revendication 5] Système électrique selon la revendication précédente dans lequel le convertisseur (22) comprend une bobine supplémentaire, connectée en parallèle de l'enroulement primaire du transformateur (Tr).
- [Revendication 6] Système électrique selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel chaque interrupteur (T1, T2, T3, T4) désigne un transistor MOSFET ou bipolaire.
- [Revendication 7] Véhicule automobile comprenant au moins une batterie (10) et au moins un système électrique selon l'une quelconque des revendications précédentes.
- [Revendication 8] Procédé d'activation d'un mode de fonctionnement d'un convertisseur (22) de système électronique pour véhicule automobile selon la revendication précédente, ledit procédé étant mis en œuvre par le microcontrôleur (40), lorsque le microcontrôleur (40) reçoit une demande de transition du premier mode de fonctionnement vers le deuxième mode de fonctionnement pour le premier pont (H1), respectivement le deuxième pont (H2), le procédé comprenant les étapes :
- i) d'émission (E2) d'une commande de fermeture au quatrième interrupteur (T4) et une commande d'ouverture au troisième interrupteur (T3) du premier pont, (H1) respectivement du deuxième pont (H2),
  - ii) de définition de la fréquence du signal de commande émis au premier interrupteur (T1) et au deuxième interrupteur (T2) du premier pont (H1), respectivement du deuxième pont (H2), à une première valeur de fréquence maximale prédéfinie pendant une durée prédéterminée,
  - iii) lorsque la durée prédéterminée s'est écoulée, de désactivation (E3) du deuxième mode de fonctionnement et d'activation du premier mode de fonctionnement du premier pont (H1), respectivement du deuxième

pont (H2).

[Revendication 9]

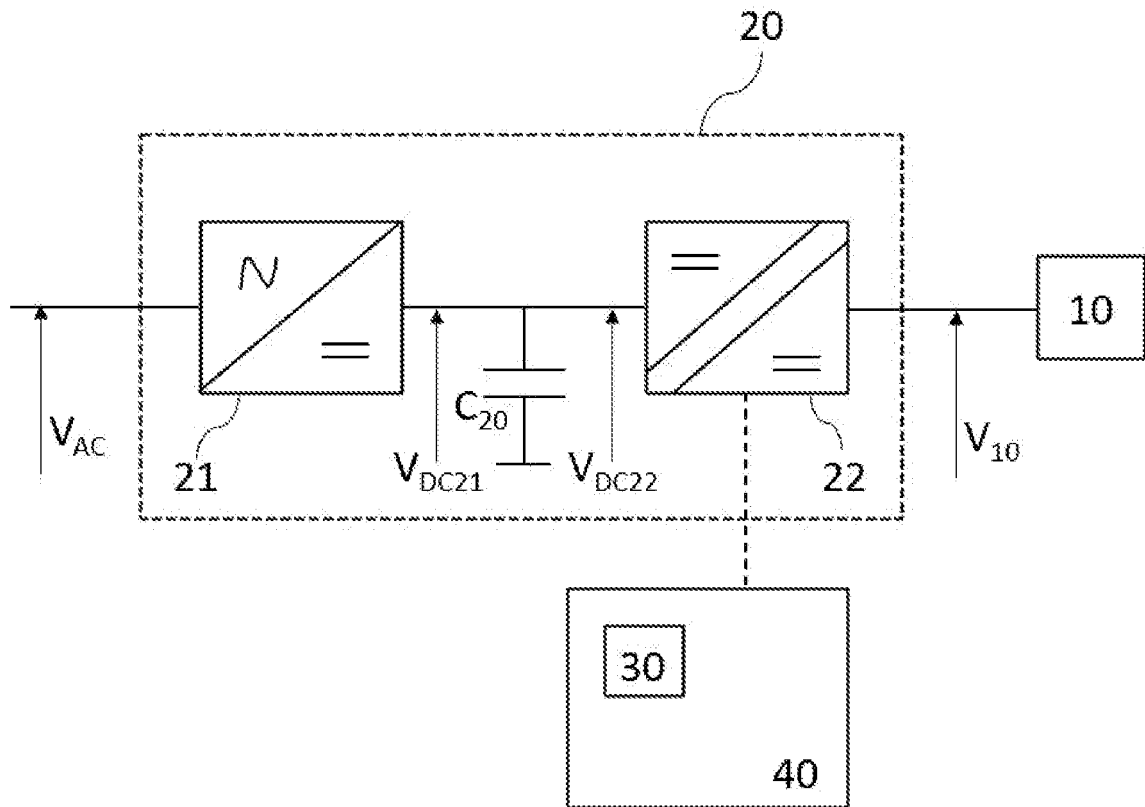
Procédé d'activation selon la revendication précédente, lorsque le microcontrôleur (40) reçoit une demande de transition du premier mode de fonctionnement vers le deuxième mode de fonctionnement pour le premier pont (H1), respectivement le deuxième pont (H2), le procédé comprenant les étapes :

- i. de définition (E2') de la fréquence du signal de commande émis à chaque interrupteur (T1, T2, T3, T4) du premier pont (H1), respectivement du deuxième pont (H2), à une deuxième valeur de fréquence maximale prédéfinie pendant une durée prédéterminée,
- ii. lorsque la durée prédéterminée s'est écoulée, de désactivation (E3') du premier mode de fonctionnement et d'activation du deuxième mode de fonctionnement du premier pont (H1), respectivement du deuxième pont (H2).

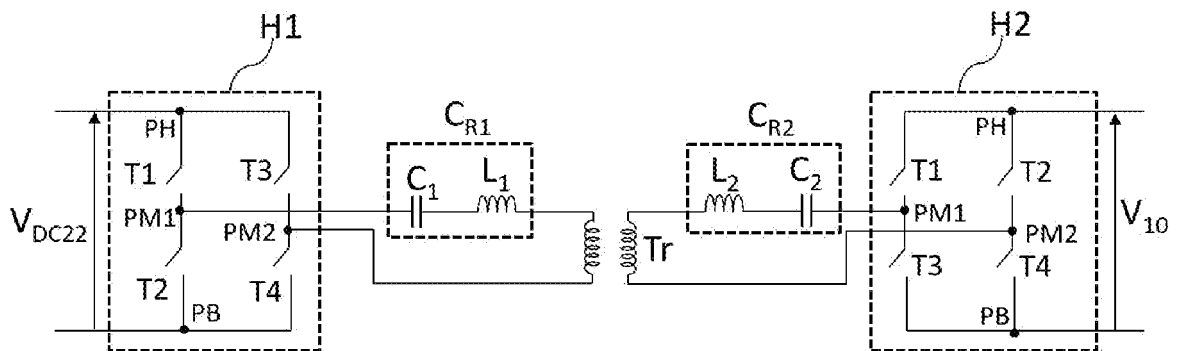
[Revendication 10]

Produit programme d'ordinateur caractérisé en ce qu'il comporte un ensemble d'instructions de code de programme qui, lorsqu'elles sont exécutées par un ou plusieurs processeurs, configurent le ou les processeurs pour mettre en œuvre un procédé selon l'une quelconques des revendications 8 à 9.

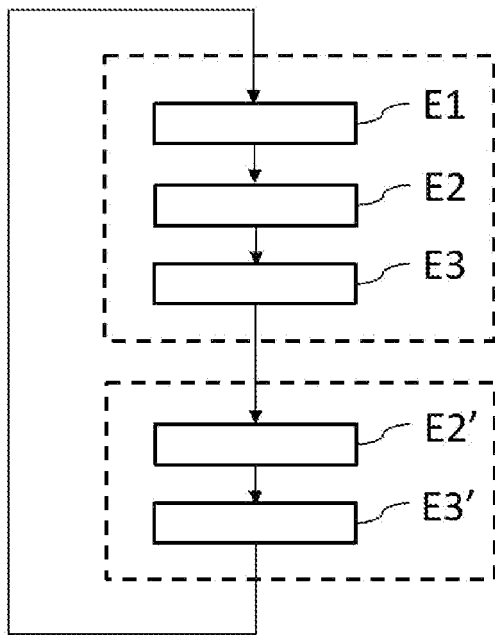
[Fig. 1]



[Fig. 2]



[Fig. 3]



**RAPPORT DE RECHERCHE  
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement  
national

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

**FA 898524**  
**FR 2110477**

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		
<b>X</b>	<b>WO 2019/053370 A1 (VALEO SYSTEMES DE CONTROLE MOTEUR [FR]) 21 mars 2019 (2019-03-21) * page 6, ligne 1 - page 12, ligne 9; figures 1-3 *</b> -----	<b>1-10</b>	<b>B60L53/22 H02J7/00 H02M1/08 H02M1/42</b>
<b>A</b>	<b>EP 3 163 737 A1 (HYUNDAI MOTOR CO LTD [KR]) 3 mai 2017 (2017-05-03) * alinéa [0033] - alinéa [0173]; figures 1-11 *</b> -----	<b>1-10</b>	
<b>A</b>	<b>EP 2 882 066 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP [JP]) 10 juin 2015 (2015-06-10) * alinéa [0011] - alinéa [0072]; figures 1-16 *</b> -----	<b>1-10</b>	
			<b>DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)</b>
			<b>B60L</b>
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
<b>21 juin 2022</b>		<b>Altuntas, Mehmet</b>	
<p>CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS</p> <p>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</p> <p>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                      .....                      &amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2110477 FA 898524**

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 **21-06-2022**  
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
<b>WO 2019053370 A1</b>	<b>21-03-2019</b>	<b>CN 111315615 A</b>	<b>19-06-2020</b>
		<b>EP 3682525 A1</b>	<b>22-07-2020</b>
		<b>FR 3070910 A1</b>	<b>15-03-2019</b>
		<b>JP 6944058 B2</b>	<b>06-10-2021</b>
		<b>JP 2020533946 A</b>	<b>19-11-2020</b>
		<b>WO 2019053370 A1</b>	<b>21-03-2019</b>
-----			
<b>EP 3163737 A1</b>	<b>03-05-2017</b>	<b>CN 106887961 A</b>	<b>23-06-2017</b>
		<b>EP 3163737 A1</b>	<b>03-05-2017</b>
		<b>KR 20170050971 A</b>	<b>11-05-2017</b>
		<b>US 2017120759 A1</b>	<b>04-05-2017</b>
-----			
<b>EP 2882066 A1</b>	<b>10-06-2015</b>	<b>CN 104508938 A</b>	<b>08-04-2015</b>
		<b>EP 2882066 A1</b>	<b>10-06-2015</b>
		<b>JP 5662390 B2</b>	<b>28-01-2015</b>
		<b>JP 2014027854 A</b>	<b>06-02-2014</b>
		<b>KR 20150023040 A</b>	<b>04-03-2015</b>
		<b>US 2015288201 A1</b>	<b>08-10-2015</b>
<b>WO 2014020926 A1</b>	<b>06-02-2014</b>		
-----			