

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 30.05.23.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 06.12.24 Bulletin 24/49.

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) : RENAULT s.a.s Société par actions
simplifiée — FR.

72 Inventeur(s) : BLONDEL Olivier, MOUCHART Ludo-
vic et SAINT-LEGER Gerard.

73 Titulaire(s) : RENAULT s.a.s Société par actions sim-
plifiée.

74 Mandataire(s) : NOVAIMO.

54 Procédé de commande d'un alternateur de véhicule automobile.

57 Procédé de commande d'un alternateur de véhicule
automobile.

Procédé de commande d'un alternateur relié électrique-
ment à une batterie d'un véhicule automobile et à un pre-
mier réseau électrique du véhicule automobile, comprenant

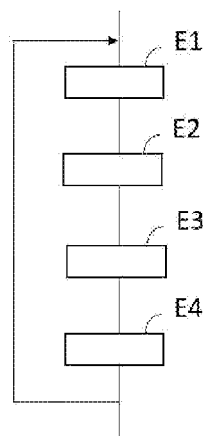
- une première étape (E1) de fonctionnement de l'alter-
nateur selon un premier mode dans lequel un premier cou-
rant électrique produit par l'alternateur alimente le premier
réseau électrique, et la batterie pour sa recharge,

- une deuxième étape (E2) de détection d'une situation
de conduite nécessitant de limiter une intensité d'un courant
circulant dans un rotor de l'alternateur à une première valeur
maximale d'intensité, puis

- une troisième étape (E3) de fonctionnement de l'alter-
nateur selon un deuxième mode dans lequel un deuxième
courant électrique produit par l'alternateur alimente unique-
ment le premier réseau électrique,

une intensité d'un troisième courant électrique circulant
dans le rotor de l'alternateur pour produire le deuxième cou-
rant électrique étant inférieure à la première valeur maxi-
male d'intensité.

Figure pour l'abrégi : 4



Description

Titre de l'invention : Procédé de commande d'un alternateur de véhicule automobile.

- [0001] L'invention concerne un procédé de commande d'un alternateur de véhicule automobile. L'invention porte aussi sur un dispositif de commande d'un alternateur de véhicule automobile. L'invention porte encore sur un véhicule automobile équipé d'un tel dispositif de commande. L'invention porte également sur un programme d'ordinateur mettant en œuvre le procédé mentionné. L'invention porte enfin sur un support d'enregistrement sur lequel est enregistré un tel programme.
- [0002] Les véhicules à moteur thermique doivent répondre à un besoin réduire leur consommation de carburant tout en alimentant en électricité des équipements de plus en plus nombreux, notamment des fonctions d'éclairage, des systèmes de gestion du confort thermique de l'habitacle, des systèmes d'aide à la conduite et des systèmes multimédia incluant des services connectés.
- [0003] Le couple généré par le moteur thermique doit ainsi fournir une énergie nécessaire au déplacement du véhicule, mais aussi fournir suffisamment d'énergie à un alternateur pour recharger la batterie et alimenter en courant les équipements du véhicule. Or il peut arriver que le couple généré par le moteur thermique ne soit pas suffisant pour couvrir simultanément tous les besoins précédemment décrits.
- [0004] Il existe des solutions permettant d'améliorer la gestion de l'énergie électrique. Toutefois, ces solutions présentent des inconvénients.
- [0005] Le but de l'invention est de fournir un dispositif et un procédé de commande d'un alternateur de véhicule automobile remédiant aux inconvénients mentionnés ci-dessus et améliorant les dispositifs et procédés de commande d'un alternateur de véhicule automobile connus de l'art antérieur. En particulier, l'invention permet de réaliser un dispositif et un procédé qui soient simples et fiables et qui optimise la gestion de l'énergie électrique.
- [0006] A cet effet, l'invention porte sur un procédé de commande d'un alternateur relié électriquement à une batterie d'un véhicule automobile et à un premier réseau électrique du véhicule automobile, comprenant :
- une première étape de fonctionnement de l'alternateur selon un premier mode dans lequel un premier courant électrique produit par l'alternateur alimente le premier réseau électrique, et la batterie pour sa recharge,
 - une deuxième étape de détection d'une situation de conduite nécessitant de limiter une intensité d'un courant circulant dans un rotor de l'alternateur à une première valeur maximale d'intensité, puis

- une troisième étape de fonctionnement de l'alternateur selon un deuxième mode dans lequel un deuxième courant électrique produit par l'alternateur alimente uniquement le premier réseau électrique.

De plus, une intensité d'un troisième courant électrique circulant dans le rotor de l'alternateur pour produire le deuxième courant électrique est inférieure à la première valeur maximale d'intensité.

- [0007] Dans un mode de réalisation, la première valeur maximale d'intensité est déterminée en fonction d'une vitesse de rotation du moteur thermique.
- [0008] Dans un mode de réalisation, le premier réseau électrique est un réseau basse tension, notamment un réseau dont la tension varie entre 12V et 14V, voire entre 12V et 15,6V, alimentant un ensemble d'équipements d'un véhicule automobile, l'ensemble d'équipements comprenant un système de freinage antiblocage des roues et/ou un système de réglage des sièges d'un l'habitacle et/ou un système de gestion d'éclairages et/ou un système de gestion d'un confort thermique de l'habitacle et/ou un système d'aide à la conduite et/ou des systèmes multimédias.
- [0009] Dans un mode de réalisation, la première étape et la troisième étape mettent en œuvre une boucle de régulation entre une consigne de tension transmise à l'alternateur et une tension mesurée aux bornes du premier réseau électrique.
- [0010] Dans un mode de réalisation, la première étape comprend une application par l'alternateur d'une première tension aux bornes du premier réseau électrique, la première tension étant strictement supérieure à une tension de référence de la batterie, la tension de référence de la batterie correspondant à une valeur de tension n'entraînant ni charge ni décharge de la batterie lorsqu'elle est appliquée aux bornes de la batterie.
- De plus, la troisième étape comprend une application par l'alternateur d'une deuxième tension aux bornes du premier réseau électrique, la deuxième tension étant inférieure ou égale à la tension de référence de la batterie.
- Par ailleurs, si la deuxième tension est strictement inférieure à la tension de référence de la batterie, alors la troisième étape comprend une fourniture, par la batterie, d'un quatrième courant électrique alimentant le premier réseau électrique.
- [0011] Dans un mode de réalisation, la deuxième étape comprend une vérification de conditions d'application d'une limitation de l'intensité du courant circulant dans le rotor de l'alternateur, comprenant :
- une sous-étape de comparaison d'une vitesse de rotation du moteur thermique à un premier seuil de vitesse de rotation du moteur thermique, et
 - une sous-étape de comparaison d'une température du moteur thermique à un premier seuil de température du moteur thermique, et
 - une sous-étape de comparaison d'un niveau de charge de la batterie à un premier seuil de charge de la batterie.

- [0012] Dans un mode de réalisation, le procédé comprend en outre une quatrième étape de détection d'une fin de limitation d'une intensité d'un courant produit par l'alternateur comprenant
- une sous-étape de comparaison d'une vitesse de rotation courante du moteur thermique au premier seuil de vitesse de rotation du moteur thermique,
 - une sous-étape de comparaison d'une température du moteur thermique à un deuxième seuil de température du moteur thermique,
 - une sous-étape de comparaison d'un niveau de charge courant de la batterie à un deuxième seuil de charge de la batterie,
- le deuxième seuil de température du moteur thermique étant strictement inférieur au premier seuil de température du moteur thermique, et
- le deuxième seuil de charge de la batterie étant strictement inférieur au premier seuil de charge de la batterie.
- [0013] Dans un mode de réalisation, la deuxième étape comprend une détermination d'une deuxième valeur maximale d'un couple moteur nécessaire pour générer une circulation dans le rotor d'un courant d'une intensité égale à la première valeur maximale d'intensité, et une transmission de la deuxième valeur maximale au moteur thermique.
- [0014] L'invention porte en outre sur un dispositif de commande d'un alternateur relié électriquement à une batterie d'un véhicule automobile et à un premier réseau électrique du véhicule automobile, le dispositif comprenant des éléments matériels et/ou logiciels mettant en œuvre le procédé selon l'invention, notamment des éléments matériels et/ou logiciels conçus pour mettre en œuvre le procédé selon l'invention, et/ou le dispositif comprenant des moyens de mettre en œuvre les étapes du procédé selon l'invention.
- [0015] L'invention porte en outre sur un véhicule automobile équipé d'un dispositif de commande d'un alternateur selon l'invention.
- [0016] Le dessin annexé représente, à titre d'exemple, un mode de réalisation d'un dispositif de commande selon l'invention et un mode d'exécution d'un procédé de commande selon l'invention.
- [0017] La [Fig.1] est une première représentation d'un véhicule automobile équipé d'un mode de réalisation d'un dispositif de commande selon l'invention.
- [0018] La [Fig.2] est une deuxième représentation d'un véhicule automobile équipé d'un mode de réalisation d'un dispositif de commande selon l'invention.
- [0019] La [Fig.3] est une troisième représentation d'un véhicule automobile équipé d'un mode de réalisation d'un dispositif de commande selon l'invention.
- [0020] La [Fig.4] est un ordinogramme d'un procédé de commande selon l'invention.
- [0021] La [Fig.5] est un graphe de détermination d'une intensité maximale d'un courant appliqué à un rotor d'alternateur en fonction d'une vitesse de rotation d'un moteur entraînant l'alternateur.

- [0022] La [Fig.6] est un abaque permettant de déterminer une intensité maximale d'un courant appliqué à un rotor d'alternateur en fonction d'une vitesse de rotation d'un moteur entraînant l'alternateur et d'un courant débité par l'alternateur.
- [0023] La [Fig.7] est un graphe de détermination d'un début et d'une fin de limitation d'une intensité maximale d'un courant appliqué à un rotor d'alternateur en fonction d'une température d'un liquide de refroidissement d'un moteur entraînant l'alternateur.
- [0024] La [Fig.8] est un graphe de détermination d'un début et d'une fin de limitation d'une intensité maximale d'un courant appliqué à un rotor d'alternateur en fonction d'un état de charge d'une batterie alimentée par l'alternateur.
- [0025] Un exemple d'un véhicule automobile 100 équipé d'un mode de réalisation d'un dispositif 10 de commande d'un alternateur est décrit ci-après en référence aux figures 1 à 8.
- [0026] Le véhicule automobile 100 peut être un véhicule de tout type, par exemple un véhicule de tourisme ou un véhicule utilitaire ou un véhicule de transports en commun. Le véhicule automobile 100 est équipé d'un moteur thermique 1 et d'un alternateur 2 transformant une partie du couple moteur fourni par le moteur thermique 1 pour générer un courant. Dans un mode de réalisation, le véhicule automobile 100 peut être un véhicule thermique équipé d'une micro-hybridation.
- [0027] Comme cela est schématisé par la [Fig.2], le moteur thermique 1 fournit un premier couple moteur C1 à la chaîne de traction comprenant un embrayage 7, une boîte de vitesses 8 et des roues motrices 9. De plus, le moteur 1 fournit un deuxième couple moteur C2 à l'alternateur du dispositif 10.
- [0028] Le dispositif 10 comprend en outre une batterie 3, l'alternateur 2 étant relié électriquement à la batterie 3 pour sa recharge. Dans le mode de réalisation décrit, la batterie 3 est une batterie dite basse tension, notamment une batterie dite « batterie 12 Volts ».
- [0029] Par ailleurs, l'alternateur 2 et la batterie 3 sont tous deux reliés électriquement à un premier réseau 4, nommé réseau électrique 4 ou réseau 4 dans la suite du document.
- [0030] Le réseau électrique 4 est un réseau alimentant un ensemble d'équipements du véhicule automobile 100, l'ensemble d'équipements comprenant un système 41 de freinage antiblocage des roues et/ou un système 42 de réglage des sièges d'un l'habitacle et/ou un système 43 de gestion d'éclairages et/ou un système 44 de gestion d'un confort thermique de l'habitacle et/ou un système 45 d'aide à la conduite et/ou des systèmes multimédias 46.
- [0031] Dans un mode de réalisation de l'invention, le réseau électrique 4 alimente tous les composants électriques et électroniques du véhicule automobile 100 exceptés les composants servant à la traction du véhicule.
- [0032] Le réseau 4 est un réseau dit de basse tension, dont la tension est régulée pour

évoluer autour de 13 Volts, notamment un réseau dont la tension varie entre 12V et 14V, voire entre 12V et 15,6V. Avantageusement, la régulation de la tension est mise en œuvre par un régulateur de tension 21 intégré à l'alternateur 2.

[0033] La [Fig.3] représente schématiquement un mode de réalisation d'une architecture électrique du dispositif 10 connecté électriquement au réseau 4.

[0034] Le dispositif 10 comprend une unité de commande 5 apte à commander une tension U_C à appliquer aux bornes du réseau 4 et une intensité maximale $I_{\text{rotor_max}}$ d'un courant circulant dans un rotor 22 de l'alternateur 2. L'alternateur 2 reçoit les commandes de tension U_C et d'intensité $I_{\text{rotor_max}}$ à partir desquelles il génère un courant d'intensité $I_{\text{limitée}}$ et de tension U_A , la tension U_A étant avantageusement proche de la tension U_C . Puis, l'unité de commande 5 reçoit, dans une boucle de retour, une mesure de la tension U_A , appliquée aux bornes du réseau 4. La boucle de retour permet ainsi à l'unité de commande 5, en corrigeant la commande U_C , de réduire un écart observé entre une tension souhaitée aux bornes du réseau 4 et une tension appliquée aux bornes du réseau 4.

[0035] En remarque, par convention, lorsque l'intensité $I_{\text{rotor_max}}$ du courant rotor est nulle cela signifie que l'intensité du courant rotor n'est pas limitée, et par conséquent que l'intensité du courant généré par l'alternateur 2 n'est pas limitée.

[0036] Dans la suite du document, les expressions « situation de conduite » ou « point de fonctionnement » sont utilisées pour désigner des conditions d'utilisation du véhicule automobile 100 qui sont susceptibles d'être prises en compte par le dispositif 10 de commande de l'alternateur 2 pour limiter l'intensité du courant généré par l'alternateur 2.

[0037] Les conditions d'utilisation du véhicule automobile 100 à un instant donné comprennent notamment :

- un état de charge de la batterie 3 à l'instant donné, et/ou
- une température du moteur thermique 1 ou une température d'un liquide de refroidissement du moteur thermique 1 à l'instant donné, et/ou
- une vitesse de rotation du moteur thermique 1 à l'instant donné, et/ou
- une commande de vitesse et/ou d'accélération issues à l'instant donné d'un conducteur ou d'un système de régulation automatique de la vitesse,
- des commandes d'utilisation d'équipements de l'habitacle à l'instant donné, par exemple un réglage de siège, une mise en route d'une climatisation,
- une température extérieure à l'instant donné,
- un type ou une topologie, notamment une pente, d'une voie de circulation sur laquelle le véhicule circule à l'instant donné.

[0038] Le dispositif 10 de commande de l'alternateur comprend avantageusement des moyens de détermination 6 des conditions d'utilisation du véhicule automobile 100,

notamment

- un moyen de détermination d'une température 61 d'un liquide de refroidissement du moteur thermique,
- un moyen de détermination 62 d'une température d'un air extérieur,
- un moyen de détermination 63 d'un type ou d'une topologie d'une voie de circulation pouvant être un système de géolocalisation associé à une carte.

- [0039] Dans certaines situations de conduite, il est nécessaire de limiter le couple moteur prélevé par l'alternateur 2 afin de donner la priorité au couple moteur alloué à une chaîne de traction du véhicule automobile 100. Le véhicule est toutefois conçu pour que la limitation du couple moteur prélevé par l'alternateur 2 n'impacte pas le fonctionnement des équipements alimentés par le réseau 4. En d'autres termes, la puissance du moteur thermique 1 est calibrée pour que la limitation du couple moteur prélevé par l'alternateur 2 ne limite pas l'intensité du courant alimentant le réseau 4 et impacte uniquement la recharge de la batterie 3.
- [0040] Dans le mode de réalisation décrit, le dispositif de commande 10 comprend un module de contrôle du moteur 101.
- [0041] Le module de contrôle du moteur 101 permet de déterminer un besoin de limiter le couple moteur C2 alloué à l'alternateur 2. En retour, le dispositif de commande 10 informe le module de contrôle du moteur 101 d'une limitation effective du couple moteur C2 en communiquant un couple moteur maximum que l'alternateur prélèvera au plus, sans jamais le dépasser.
- [0042] Le dispositif de commande 10 peut également comprendre un module 102 de contrôle des équipements du réseau 4. Le module 102 peut notamment déterminer la consommation d'énergie requise par les équipements du réseau 4.
- [0043] Le dispositif de commande 10 comprend des moyens de mise en œuvre d'un procédé de commande selon l'invention, notamment une unité de traitement 5, comprenant un microprocesseur 51, une mémoire 52 et des interfaces de communication 53. Le microprocesseur 51 comprend principalement les modules suivants qui coopèrent entre eux :
- un module 511 de fonctionnement de l'alternateur 2 selon un premier mode M1, ce module pouvant coopérer avec le moteur 1,
 - un module 512 de détection d'une situation de conduite nécessitant de limiter une intensité du courant produit par l'alternateur, ce module pouvant coopérer avec le module de contrôle du moteur 101, le module de contrôle des équipements 102, et les moyens de détermination 6,
 - un module 513 de fonctionnement de l'alternateur 2 selon un deuxième mode M2, ce module pouvant coopérer avec le moteur 1,
 - un module 514 de détection d'une fin de limitation d'une intensité d'un courant produit par l'alternateur 2, ce module pouvant coopérer avec le moteur 1.

- [0044] Le véhicule automobile 100, en particulier le dispositif de commande 10, comprend de préférence tous les éléments matériels et/ou logiciels configurés de sorte à mettre en œuvre le procédé défini dans l'objet de l'invention ou le procédé décrit plus bas.
- [0045] Un premier mode d'exécution d'un procédé de commande est décrit ci-après en référence à la [Fig.4]. Le procédé selon l'invention comprend les étapes E1 à E4 qui s'exécutent successivement.
- [0046] Dans la première étape E1 l'alternateur 2 fonctionne selon un premier mode M1 dans lequel le courant électrique produit par l'alternateur alimente le premier réseau électrique 4, et la batterie 3 pour sa recharge.
- [0047] La première étape E1 comprend une application d'une première tension U_1 aux bornes du premier réseau 4, la première tension U_1 étant strictement supérieure à une tension de référence U_{ref} de la batterie 3, la tension de référence de la batterie U_{ref} correspondant à une valeur de tension n'entraînant ni charge ni décharge de la batterie lorsqu'elle est appliquées aux bornes de la batterie 3.
- [0048] Pour cela, dans la première étape E1, le contrôleur 5 transmet à l'alternateur 2 une commande de tension U_{C_1} applicable aux bornes du réseau.
- [0049] La commande de tension U_{C_1} est définie de sorte qu'une tension U_1 du courant généré par l'alternateur 2 sera strictement supérieure à une tension de référence de la batterie U_{ref} .
- [0050] La tension U_1 du courant fourni par l'alternateur 2 étant supérieure à la tension de référence de la batterie U_{ref} , le courant issu de l'alternateur 2 sert à alimenter non seulement le réseau 4, mais aussi la batterie 3, pour sa recharge.
- [0051] Avantageusement, la première étape E1 comprend une mise en œuvre d'une boucle de régulation entre la consigne de tension U_{C_1} - transmise par le contrôleur à l'alternateur 2 - et la tension U_1 mesurée aux bornes de la batterie 3.
- [0052] Lorsque l'alternateur 2 fonctionne selon le premier mode M1 l'intensité d'un troisième courant circulant dans le rotor 22 de l'alternateur 2 n'est pas limitée. Le troisième courant est nommé « courant rotor » dans la suite du document. Le courant rotor est généré par le régulateur 21 de l'alternateur en fonction de la consigne U_{C_1} .
- [0053] Dans certaines situations de conduite, il est nécessaire de limiter le couple C_2 , ce qui implique de limiter le courant rotor, comme cela est décrit dans les étapes suivantes du procédé.
- [0054] On enchaîne sur l'étape E2 de détection d'une situation de conduite nécessitant de limiter une intensité d'un courant circulant dans un rotor 22 de l'alternateur 2 à une première valeur maximale d'intensité I_{rotor_max} ,
- [0055] En d'autres termes, dans la deuxième étape E2, le contrôleur 5 évalue un besoin et une faisabilité de limiter le couple moteur prélevé par l'alternateur 2 pour produire l'électricité consommée sur le réseau 4 et optionnellement alimenter la batterie 3.

- [0056] Dans le mode de réalisation décrit, la détection d'un besoin de limiter le couple moteur prélevé par l'alternateur 2 est mise en œuvre par le module de contrôle du moteur 101. Une requête de limitation du couple moteur prélevé par l'alternateur est alors émise par le module de contrôle 101 vers l'unité de commande 5.
- [0057] Sur réception d'une telle requête, on enchaîne sur une évaluation d'une faisabilité de limiter le couple moteur prélevé par l'alternateur 2.
- [0058] Le module 102 de contrôle des équipements permet de vérifier que l'énergie électrique consommée par le réseau 4 est inférieure au débit maximum de l'alternateur 2.
- [0059] De plus dans l'étape E2, on vérifie que la batterie 3 est suffisamment chargée pour supporter de ne pas être rechargée par l'alternateur dans l'immédiat.
- [0060] Ces contrôles permettent de déterminer d'une part qu'une limitation du débit de l'alternateur est possible, et d'autre part qu'il est possible de différer une recharge de la batterie. Avantageusement, la batterie 3 peut contenir une réserve d'énergie électrique qui permettra de lisser les effets de la limitation.
- [0061] Dans un mode de réalisation, la deuxième étape E2 comprend une vérification de conditions d'application d'une limitation de l'intensité du courant produit par l'alternateur 2 comprenant :
- une sous-étape E21 de comparaison d'une vitesse de rotation courante du moteur thermique 1 à un premier seuil S11 de vitesse de rotation du moteur thermique 1, et
 - une sous-étape E22 de comparaison d'une température du moteur thermique 1 à un premier seuil de température S21 du moteur thermique 1, et
 - une sous-étape E23 de comparaison d'un niveau de charge courant de la batterie 3 à un premier seuil S31 de charge de la batterie.
- [0062] Un mode de réalisation de la sous-étape E21 est illustré par le graphe G1 de la [Fig.5]. Le graphe G1 détermine une intensité maximale du courant rotor $I_{\text{rotor_max}}$ (exprimée en Ampères sur l'axe y1) en fonction d'une vitesse de rotation courante du moteur thermique 1 (exprimée en tours par minute sur l'axe x1).
- [0063] Le graphe G1 représente une fonction affine par morceaux comprenant cinq morceaux G11, G12, G13, G14, G15. Les valeurs numériques représentées dans le graphe G1 sont données à titre d'exemple et peuvent varier selon le mode de réalisation de l'invention.
- [0064] Le premier morceau G11 définit une première plage P11 de valeurs de vitesse de rotation du moteur thermique 1 sur laquelle une intensité maximale $I_{\text{rotor_max}}$ est sensiblement constante et égale à 0,1 Ampère pour des valeurs de vitesse de rotation du moteur thermique 1 comprises entre 0 et 700 tours par minute.
- [0065] Le deuxième morceau G12 définit une deuxième plage P12 de valeurs de vitesse de rotation du moteur thermique 1 sur laquelle une intensité maximale $I_{\text{rotor_max}}$

augmente très rapidement vers une valeur de 3,4 Ampères pour une vitesse de rotation du moteur comprise entre 700 et 750 tours par minute.

- [0066] Le troisième morceau G13 représente un plateau sur une troisième plage P13 de valeurs de vitesse de rotation du moteur thermique 1, sur laquelle l'intensité maximale $I_{\text{rotor_max}}$ est constante et égale à 3,4 Ampères lorsque la vitesse de rotation du moteur est comprise entre 750 et 1000 tours par minute.
- [0067] Le quatrième morceau G14 définit une quatrième plage P14 de valeurs de vitesse de rotation du moteur thermique 1 sur laquelle une intensité maximale $I_{\text{rotor_max}}$ augmentant faiblement jusqu'à 4 Ampères lorsque la vitesse de rotation du moteur évolue entre 1000 tours par minute et 1450 tours par minute.
- [0068] Le cinquième morceau G15 définit une cinquième plage P15 de valeurs de vitesse de rotation du moteur thermique 1 sur laquelle une intensité maximale $I_{\text{rotor_max}}$ est nulle lorsque la vitesse de rotation du moteur est supérieure à 1455 tours par minute. Autrement dit, la limitation de l'intensité du courant généré par l'alternateur n'est pas applicable lorsque la vitesse de rotation du moteur thermique 1 est supérieure au premier seuil S11, c'est-à-dire à 1455 tours par minute.
- [0069] Le [Fig.6] représente un abaque permettant d'associer une intensité maximale du courant rotor (exprimée en Ampères) à une vitesse de rotation du rotor de l'alternateur (en tours par minute) et à une intensité d'un courant débité par l'alternateur (en Ampères). L'abaque représenté dans l'exemple de la [Fig.6] est applicable à un alternateur dit « 120 Ampères » (c'est-à-dire garantissant une fourniture d'une intensité d'au moins 120 Ampères) fonctionnant à 20 degrés.
- [0070] De plus, la ligne L0 du tableau fournit une correspondance entre la vitesse de rotation du rotor 22 en tours par minute et la vitesse de rotation du moteur thermique 1 en tours par minute. Les plages P11, P13, P14 et P15 de valeurs de vitesse de rotation du rotor définies sur la [Fig.5] sont également représentées sur la [Fig.6].
- [0071] Notamment l'abaque représente
- la plage P13 de valeurs de vitesse de rotation du moteur thermique 1, sur laquelle l'intensité maximale $I_{\text{rotor_max}}$ est constante et égale à 3,4 Ampères lorsque la vitesse de rotation du moteur est comprise entre 750 et 1000 tours par minute, et
 - la plage P14 de valeurs de vitesse de rotation du moteur thermique 1 sur laquelle une intensité maximale $I_{\text{rotor_max}}$ augmente faiblement jusqu'à 4 Ampères lorsque la vitesse de rotation du moteur évolue entre 1000 tours par minute et 1666 tours par minute.
- [0072] Ainsi le graphe G1 permet de déterminer si le moteur thermique 1 fonctionne à un régime moteur compris dans des plages de valeurs sur lesquelles une limitation du courant rotor peut être nécessaire, c'est-à-dire si le régime moteur se situe dans les plages de valeurs P11 à P14. De plus, l'abaque représenté sur la [Fig.6] permet

d'associer une intensité maximale du courant rotor à la vitesse de rotation courante du moteur thermique 1.

[0073] Avantageusement, dans la sous-étape E21 on détermine une deuxième valeur maximale max_C2 d'un couple moteur nécessaire pour générer une circulation dans le rotor 22 d'un courant d'une intensité égale à la première valeur maximale d'intensité I_rotor_max, et on transmet la deuxième valeur maximale max_C2 au moteur thermique 1.

[0074] Un mode de réalisation de la sous-étape E22 est illustré par le graphe G2 représenté sur la [Fig.7]. L'axe des abscisse x2 représente la température du liquide de refroidissement en degrés Celsius. L'axe des ordonnées y2 représente le mode de fonctionnement de l'alternateur, qui peut être :

- selon le mode M1 dans lequel la fonction de limitation du courant rotor est désactivée, ou
- selon le mode M2 dans lequel la fonction de limitation du courant rotor est activée.

[0075] Dans la sous-étape E22 on compare une température du moteur thermique 1 à un premier seuil S21 de température du moteur thermique 1. En effet, pour que la fonction de limitation de l'intensité du courant rotor passe d'un état désactivé à un état activé, il est nécessaire que la température du moteur soit suffisamment élevée, notamment supérieure au premier seuil S21 de température du moteur thermique. Dans le mode de réalisation illustré par le graphe G2, le critère d'activation de la fonction de limitation porte sur la température d'un liquide de refroidissement du moteur thermique et non sur la température du moteur thermique. Par exemple, si le premier seuil de température S21 est fixé à 62 degrés Celsius, pour que la fonction de limitation de l'intensité du courant rotor puisse être activée, il est nécessaire que la température du liquide de refroidissement du moteur thermique soit supérieure ou égale à 62 degrés Celsius.

[0076] Un mode de réalisation de la sous-étape E23 est illustré par le graphe G3 représenté sur la [Fig.8]. L'axe des abscisse x3 représente le taux de charge de la batterie 3, exprimé en pourcentage. L'axe des ordonnées y3 représente le mode de fonctionnement de l'alternateur, qui peut être :

- selon le mode M1 dans lequel la fonction de limitation du courant rotor est désactivée, ou
- selon le mode M2 dans lequel la fonction de limitation du courant rotor est activée.

[0077] Dans la sous-étape E23 on compare un taux de charge de la batterie 3 à un premier seuil de charge S31. Autrement dit, pour que la fonction de limitation de l'intensité du courant rotor passe d'un état désactivé à un état activé, il est nécessaire qu'un taux de charge de la batterie 3 soit suffisamment élevé, notamment supérieur ou égal au premier seuil de charge S31. Par exemple, si le premier seuil de charge S31 est fixé à

82%, pour que la fonction de limitation de l'intensité du courant rotor puisse être activée, il est nécessaire que le taux de charge de la batterie 3 soit supérieur à 82%.

[0078] Un mode d'exécution de l'étape E2 peut être décrit comme suit.

[0079] Dans la sous-étape E21 on vérifie que le couple moteur se situe dans une plage de valeurs compatibles avec une limitation du courant rotor :

- si c'est le cas on enchaîne sur l'étape E22,
- sinon on ne limite pas le courant rotor et on reboucle sur l'étape E2.

[0080] Dans la sous-étape E22 on vérifie que la température du moteur se situe dans une plage de valeurs compatibles avec une limitation du courant rotor :

- si c'est le cas on enchaîne sur l'étape E23,
- sinon on ne limite pas le courant rotor et on reboucle sur l'étape E2.

[0081] Dans la sous-étape E23 on vérifie que le taux de charge de la batterie se situe dans une plage de valeurs compatibles avec une limitation du courant rotor :

- si c'est le cas l'unité, de commande 5 transmet un message au module de contrôle 101 pour lui communiquer une valeur de couple moteur maximale que l'alternateur est susceptible de prélever au plus, sans jamais la dépasser, puis on enchaîne sur l'étape E3 pour limiter le courant rotor à la première valeur maximale d'intensité $I_{\text{rotor_max}}$ déterminée dans l'étape E21,
- sinon on ne limite pas le courant rotor et on reboucle sur l'étape E2.

[0082] Dans la troisième étape E3, l'alternateur 2 fonctionne selon le deuxième mode M2 dans lequel un deuxième courant électrique produit par l'alternateur 2 alimente uniquement le premier réseau électrique 4, une intensité I_{rotor} d'un troisième courant électrique circulant dans le rotor 22 de l'alternateur 2 pour produire le deuxième courant électrique étant inférieure à la première valeur maximale d'intensité $I_{\text{rotor_max}}$.

[0083] En d'autres termes, dans l'étape E3, l'alternateur 2 limite l'intensité du courant rotor I_{rotor} à une valeur maximale $I_{\text{rotor_max}}$ déterminée dans l'étape E21.

[0084] De plus, la troisième étape E3 comprend une application par l'alternateur 2 d'une deuxième tension U_2 aux bornes du premier réseau 4, la deuxième tension étant inférieure ou égale à la tension de référence U_{ref} de la batterie, et,

si la deuxième tension U_2 est strictement inférieure à la tension de référence U_{ref} de la batterie 3, alors la troisième étape comprend une fourniture, par la batterie 3, d'un quatrième courant électrique alimentant le premier réseau électrique 4.

[0085] Pour cela, dans la troisième étape E3, le contrôleur 5 transmet à l'alternateur 2 une commande de tension $U_{\text{C_2}}$ applicable aux bornes du réseau.

[0086] La commande de tension $U_{\text{C_2}}$ est définie de sorte qu'une tension U_2 du courant généré par l'alternateur 2 sera inférieure ou égale à la tension de référence de la batterie U_{ref} .

- [0087] La tension U_2 du courant fourni par l'alternateur 2 étant inférieure ou égale à la tension de référence de la batterie U_{ref} , le courant issu de l'alternateur 2 sert uniquement à alimenter le réseau 4. La batterie 3 n'est alors pas rechargée par le courant issu de l'alternateur 2.
- [0088] De plus, lorsque la tension U_2 est strictement inférieure à la tension U_{ref} , alors la batterie 3 se décharge pour alimenter le réseau 4, en complément du courant fourni par l'alternateur 2.
- [0089] Avantageusement, le troisième étape E3 comprend une mise en œuvre d'une boucle de régulation entre la consigne de tension U_{C_2} transmise par le contrôleur 5 à l'alternateur 2 et la tension U_2 mesurée aux bornes du réseau 4.
- [0090] Suite à l'étape E3, on enchaîne ensuite sur une quatrième étape E4 de détection d'une fin de limitation d'une intensité d'un courant produit par l'alternateur 2 comprenant
- une sous-étape E41 de comparaison d'une vitesse de rotation courante du moteur thermique au premier seuil S11 de vitesse de rotation du moteur thermique 1,
 - une sous-étape E42 de comparaison d'une température du moteur thermique 1 à un deuxième seuil S22 de température du moteur thermique 1,
 - une sous-étape E43 de comparaison d'un niveau de charge courant de la batterie 3 à un deuxième seuil S32 de charge de la batterie, et
- le deuxième seuil S22 de température du moteur thermique 1 étant strictement inférieur au premier seuil S21 de température du moteur thermique 1, et
- le deuxième seuil S32 de charge de la batterie étant strictement inférieur au premier seuil S31 de charge de la batterie.
- [0091] Dans la sous-étape E41, pour que la fonction de limitation de l'intensité du courant rotor passe d'un état activé à un état désactivé, il est suffisant que la vitesse de rotation du moteur ait augmenté de sorte à devenir supérieure au premier seuil S11 de vitesse de rotation du moteur thermique 1.
- [0092] Un mode de réalisation de la sous-étape E42 est illustré par le graphe G2 représenté sur la [Fig.7].
- [0093] Dans la sous-étape E42 on compare une température du moteur thermique 1 à un deuxième seuil S22 de température du moteur thermique 1. En effet, pour que la fonction de limitation de l'intensité du courant rotor passe d'un état activé à un état désactivé, il est suffisant que la température du moteur ait diminué de sorte à devenir inférieure au deuxième seuil S22 de température du moteur thermique. Dans le mode de réalisation illustré par le graphe G2, le critère de désactivation de la fonction de limitation porte sur la température d'un liquide de refroidissement du moteur thermique et non sur la température du moteur thermique. Par exemple, si le deuxième seuil de température S22 est fixé à 60 degrés Celsius, la fonction de limitation de l'intensité du courant rotor peut être désactivée du fait que la température du liquide de refroidi-

dissement du moteur thermique soit repassé en dessous de 60 degrés Celsius.

[0094] Un mode de réalisation de la sous-étape E42 est illustré par le graphe G3 représenté sur la [Fig.8].

[0095] Dans la sous-étape E42 on compare un taux de charge de la batterie 3 à un deuxième seuil de charge S32. Autrement dit, pour que la fonction de limitation de l'intensité du courant rotor passe d'un état activé à un état désactivé, il est suffisant qu'un taux de charge de la batterie 3 ait diminué de sorte à devenir inférieur au deuxième seuil de charge S32. Par exemple, si le deuxième seuil de charge S32 est fixé à 80%, la fonction de limitation de l'intensité du courant rotor peut être désactivée du fait que le taux de charge de la batterie 3 soit devenu inférieur à 80%.

[0096] Ainsi, grâce à l'invention, on pilote l'alternateur pour l'empêcher de produire plus d'électricité que la voiture n'en consomme sur le point de fonctionnement actuel du véhicule automobile. Par exemple, si la voiture est au ralenti, dans un bouchon, en été et en altitude, les capacités du moteur sont réduites et il est préférable de limiter la quantité de courant électrique produit par l'alternateur pour couvrir simplement les besoins du véhicule, c'est à dire le refroidissement du moteur et le confort thermique des occupants du véhicule. Grâce au procédé de contrôle selon l'invention, on peut alors répartir le reste du couple moteur disponible pour répondre au besoin de traction du véhicule ou encore au besoin d'un compresseur de climatisation du véhicule.

[0097] Dans l'invention, la limitation du couple moteur prélevé par l'alternateur est commandée par la limitation de l'intensité d'un courant traversant le rotor, qui est un paramètre plus simple à piloter que le couple moteur prélevé par l'alternateur. De plus la solution mise en œuvre dans l'invention comprend une régulation de la tension aux bornes du réseau, ce qui évite des fluctuations de la tension alimentant les équipements du véhicule.

[0098] La mise en œuvre de la limitation du couple moteur prélevé par l'alternateur tient avantageusement compte de l'état de charge de la batterie, ce qui confère plus de souplesse dans la mise en œuvre de la limitation. On peut, par exemple, tolérer une limitation supplémentaire du couple prélevé par l'alternateur si la batterie est très bien chargée ou pour une durée limitée, la batterie pouvant alors être déchargée pour fournir une partie du courant nécessaire au fonctionnement du réseau alimentant les équipements. Une telle souplesse permet de réaliser, par exemple, une fonction anti-calage du moteur quand le régime moteur tombe beaucoup plus bas que le régime de ralenti, ou encore d'allouer tout le couple disponible à la traction du véhicule en cas de très forte accélération. On peut dans ces cas, limiter l'intensité du courant traversant le rotor de manière à ne produire que la moitié de l'électricité consommée par le réseau et prélever dans la batterie le complément d'électricité dédiée à l'alimentation du réseau.

[0099] L'invention permet également de détecter automatiquement à quel moment il est

préférable de mettre fin à la limitation du couple moteur dédié à l'alternateur. Par exemple, la fin d'un embouteillage est une situation typique d'une détection de désactivation de la fonction de limitation. Le moteur ne fonctionne plus au ralenti et le régime moteur augmente. L'alternateur n'étant alors plus limité dans sa production de courant, il peut alors produire une énergie électrique supérieure à la consommation de la voiture. Le supplément d'énergie électrique permet de recharger la batterie si elle a fourni du courant au réseau pendant une précédente phase de limitation ou si la charge de la batterie n'est pas encore complète.

[0100] Une telle stratégie de gestion de l'énergie électrique, mise en œuvre grâce à l'invention, augmente les possibilités de calibrage lors de la mise au point du véhicule automobile.

Revendications

- [Revendication 1] Procédé de commande d'un alternateur (2) relié électriquement à une batterie (3) d'un véhicule automobile (100) et à un premier réseau électrique (4) du véhicule automobile (100), caractérisé en ce qu'il comprend
- une première étape (E1) de fonctionnement de l'alternateur (2) selon un premier mode (M1) dans lequel un premier courant électrique produit par l'alternateur (2) alimente le premier réseau électrique (4), et la batterie (3) pour sa recharge,
 - une deuxième étape (E2) de détection d'une situation de conduite nécessitant de limiter une intensité d'un courant circulant dans un rotor (22) de l'alternateur (2) à une première valeur maximale d'intensité ($I_{\text{rotor_max}}$), puis
 - une troisième étape (E3) de fonctionnement de l'alternateur (2) selon un deuxième mode (M2) dans lequel un deuxième courant électrique produit par l'alternateur (2) alimente uniquement le premier réseau électrique (4),
- et en ce qu'une intensité (I_{rotor}) d'un troisième courant électrique circulant dans le rotor (22) de l'alternateur (2) pour produire le deuxième courant électrique est inférieure à la première valeur maximale d'intensité ($I_{\text{rotor_max}}$).
- [Revendication 2] Procédé de commande selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la première valeur maximale d'intensité ($I_{\text{rotor_max}}$) est déterminée en fonction d'une vitesse de rotation du moteur thermique (1).
- [Revendication 3] Procédé de commande selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le premier réseau électrique est un réseau basse tension, notamment un réseau dont la tension varie entre 12V et 14V, voire entre 12V et 15,6V, alimentant un ensemble d'équipements d'un véhicule automobile, l'ensemble d'équipements comprenant un système de freinage antiblocage des roues et/ou un système de réglage des sièges d'un l'habitacle et/ou un système de gestion d'éclairages et/ou un système de gestion d'un confort thermique de l'habitacle et/ou un système d'aide à la conduite et/ou des systèmes multimédias.
- [Revendication 4] Procédé de commande selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la première étape (E1) et la troisième étape (E3) mettent en œuvre une boucle de régulation entre une consigne de tension (U_C) transmise à l'alternateur (2) et une tension (U_A)

mesurée aux bornes du premier réseau électrique (4).

[Revendication 5]

Procédé de commande selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que

- la première étape (E1) comprend une application par l'alternateur (2) d'une première tension (U_1) aux bornes du premier réseau électrique (4), la première tension (U_1) étant strictement supérieure à une tension de référence (U_{ref}) de la batterie (3), la tension de référence de la batterie (U_{ref}) correspondant à une valeur de tension n'entraînant ni charge ni décharge de la batterie lorsqu'elle est appliquée aux bornes de la batterie (3), et
- la troisième étape (E3) comprend une application par l'alternateur (2) d'une deuxième tension (U_2) aux bornes du premier réseau électrique (4), la deuxième tension étant inférieure ou égale à la tension de référence (U_{ref}) de la batterie, et
- si la deuxième tension (U_2) est strictement inférieure à la tension de référence (U_{ref}) de la batterie (3), alors la troisième étape (E3) comprend une fourniture, par la batterie (3), d'un quatrième courant électrique alimentant le premier réseau électrique (4).

[Revendication 6]

Procédé de commande selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la deuxième étape (E2) comprend une vérification de conditions d'application d'une limitation de l'intensité du courant circulant dans le rotor de l'alternateur (2) comprenant :

- une sous-étape (E21) de comparaison d'une vitesse de rotation du moteur thermique (1) à un premier seuil ($S11$) de vitesse de rotation du moteur thermique (1), et
- une sous-étape (E22) de comparaison d'une température du moteur thermique (1) à un premier seuil de température ($S21$) du moteur thermique (1), et
- une sous-étape (E23) de comparaison d'un niveau de charge de la batterie (3) à un premier seuil ($S31$) de charge de la batterie.

[Revendication 7]

Procédé de commande selon la revendication précédente, caractérisé en ce que le procédé comprend en outre une quatrième étape (E4) de détection d'une fin de limitation d'une intensité d'un courant produit par l'alternateur (2) comprenant

- une sous-étape (E41) de comparaison d'une vitesse de rotation courante du moteur thermique au premier seuil ($S11$) de vitesse de rotation du moteur thermique (1),
- une sous-étape (E42) de comparaison d'une température du moteur

thermique (1) à un deuxième seuil (S22) de température du moteur thermique (1),

- une sous-étape (E43) de comparaison d'un niveau de charge courant de la batterie (3) à un deuxième seuil (S32) de charge de la batterie (3), et

en ce que le deuxième seuil (S22) de température du moteur thermique (1) est strictement inférieur au premier seuil (S21) de température du moteur thermique (1), et

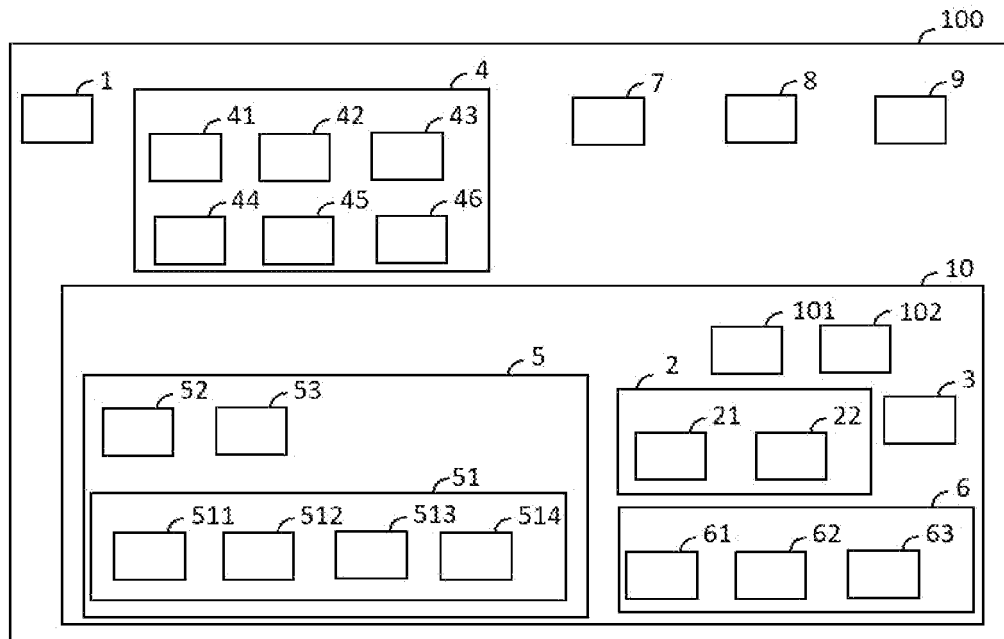
en ce que le deuxième seuil (S32) de charge de la batterie est strictement inférieur au premier seuil (S31) de charge de la batterie.

[Revendication 8] Procédé de commande selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la deuxième étape (E2) comprend une détermination d'une deuxième valeur maximale d'un couple moteur nécessaire pour générer une circulation dans le rotor (22) d'un courant d'une intensité égale à la première valeur maximale d'intensité ($I_{\text{rotor_max}}$), et une transmission de la deuxième valeur maximale au moteur thermique (1).

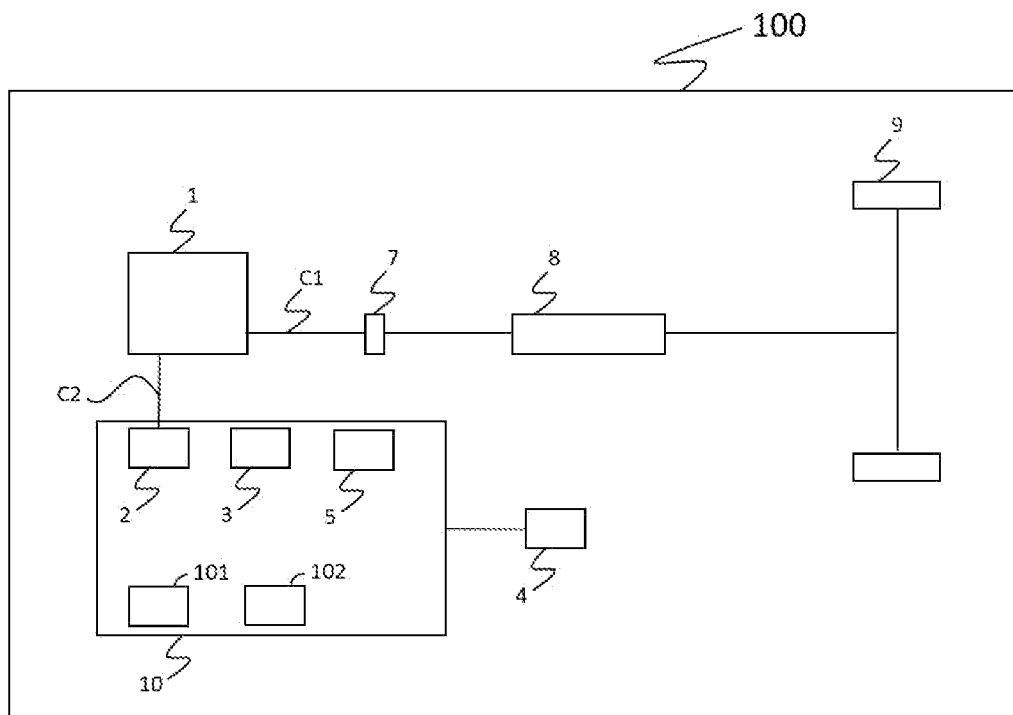
[Revendication 9] Dispositif (10) de commande d'un alternateur (2) relié électriquement à une batterie (3) d'un véhicule automobile (100) et à un premier réseau électrique (4) du véhicule automobile (100), le dispositif comprenant des éléments (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 21, 22, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 51, 52, 53, 61, 62, 63, 101, 102, 511, 512, 513, 514) matériels et/ou logiciels mettant en œuvre le procédé selon l'une des revendications 1 à 8, notamment des éléments matériels (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 21, 22, 41, 42, 43, , 44, 45, 46, 51, 52, 53, 61, 62, 63, 101, 102) et/ou logiciels conçus pour mettre en œuvre le procédé selon l'une des revendications précédentes.

[Revendication 10] Véhicule automobile (100) équipé d'un dispositif (10) de commande d'un alternateur (2) selon la revendication précédente.

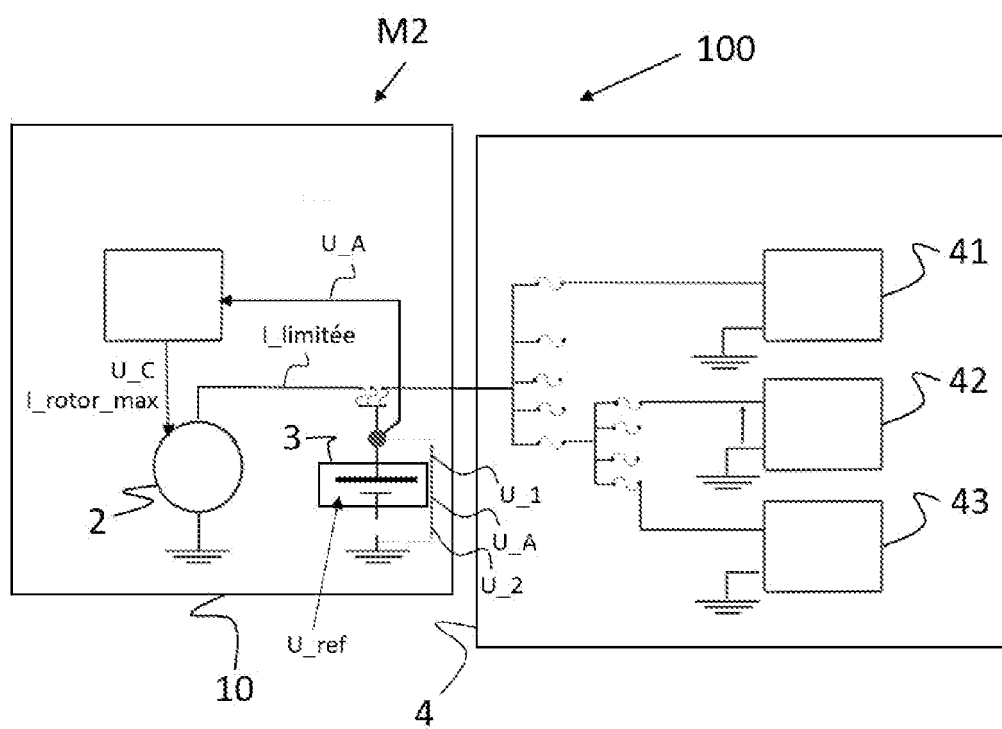
[Fig. 1]



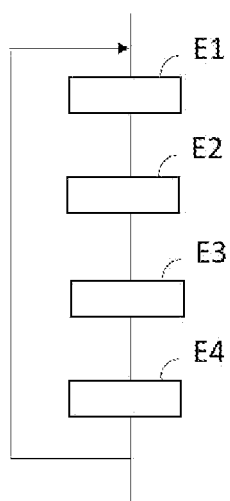
[Fig. 2]



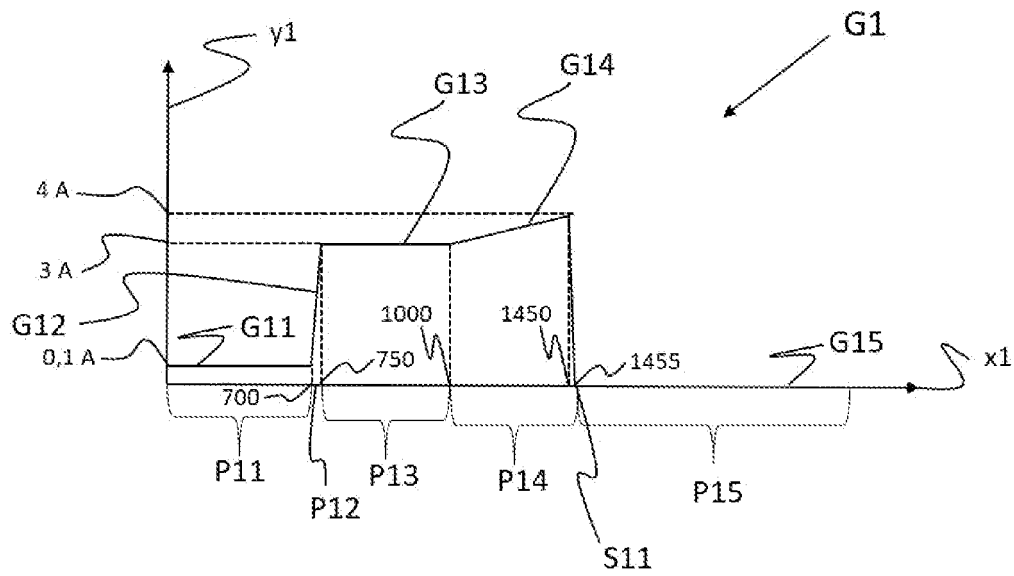
[Fig. 3]



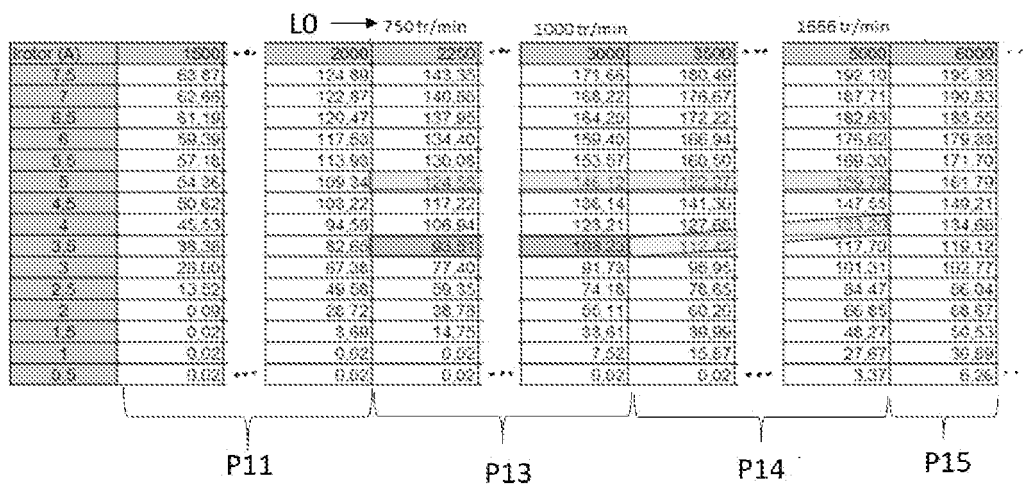
[Fig. 4]



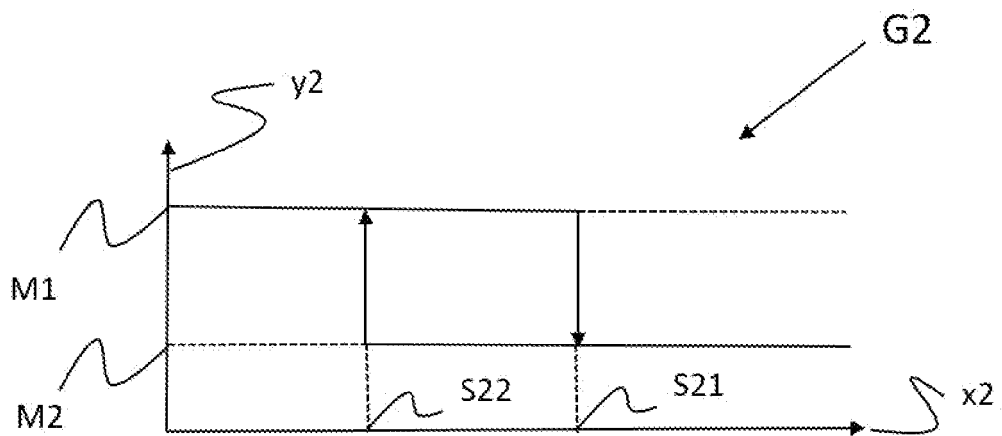
[Fig. 5]



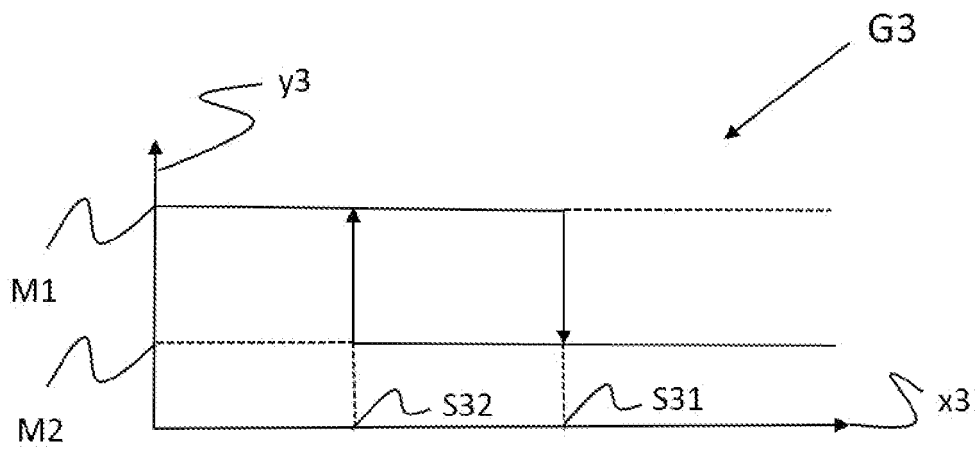
[Fig. 6]



[Fig. 7]



[Fig. 8]



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement
national

FA 921123
FR 2305364

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		
X	US 2016/230680 A1 (DEMARCO JOHN ANTHONY [US] ET AL) 11 août 2016 (2016-08-11) * alinéa [0040] - alinéa [0041]; figures 1,2 * -----	1-10	H02J 7/14 H02P 9/04
A	EP 0 299 807 A2 (NUTRONICS CORP [US]) 18 janvier 1989 (1989-01-18) * abrégé; figure 1 * -----	1-10	
A	WO 2016/193610 A1 (PEUGEOT MOTOCYCLES SA [FR]) 8 décembre 2016 (2016-12-08) * alinéa [0020] - alinéa [0022]; figure 2 * -----	1-10	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			H02P H02J
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
6 décembre 2023		Hascher, Thierry	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS 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 T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE **RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2305364 FA 921123**

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 **06-12-2023**
 Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2016230680 A1		11-08-2016	CN 105863859 A	17-08-2016
			DE 102016101309 A1	11-08-2016
			RU 2016103120 A	02-08-2017
			US 2016230680 A1	11-08-2016

EP 0299807 A2		18-01-1989	AU 1908788 A	19-01-1989
			BR 8803593 A	08-02-1989
			EP 0299807 A2	18-01-1989
			JP H01295630 A	29-11-1989

WO 2016193610 A1		08-12-2016	CN 107667032 A	06-02-2018
			EP 3304682 A1	11-04-2018
			ES 2775552 T3	27-07-2020
			FR 3036865 A1	02-12-2016
			WO 2016193610 A1	08-12-2016
