



(51) Classification internationale des brevets :

B60L 11/00 (2006.01) G01R 31/36 (2006.01)
G01R 31/01 (2006.01) B60W 10/08 (2006.01)
B60K 6/28 (2007.10) F02N 11/04 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/FR2009/051914

(22) Date de dépôt international :

7 octobre 2009 (07.10.2009)

(25) Langue de dépôt :

français

(26) Langue de publication :

français

(30) Données relatives à la priorité :

0857135 21 octobre 2008 (21.10.2008) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) :

VALEO EQUIPEMENTS ELECTRIQUES
MOTEUR [FR/FR]; 2, rue André Bouille, F-94046
Créteil Cedex (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : RANIER, Marc [FR/FR]; 63bis, avenue Aristide Briand, F-94290 Villeneuve Le Roi (FR). SOUCAZE-GUILLOUS, Benoît [FR/FR]; 104, avenue Carnot, F-93400 Bondy (FR). DESSIRIER, Bruno [FR/FR]; 55, rue de Paris, F-78100 St Germain en Laye (FR). MASSON, Philippe [FR/FR]; 62, avenue Pasteur, F-91330 Yerres (FR). MALBRANQUE, Ronald [FR/FR]; 5, rue de l'Eglise, F-94300 Vincennes (FR).

(74) Mandataire : MARTIN, Joaquim; Valéo Equipements Electriques Moteur, 2, rue André Bouille, F-94046 Créteil Cedex (FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : METHOD AND DEVICE FOR DETECTING THE END OF LIFE OF A SUPERCAPACITOR PACK IN THE ELECTRIC SYSTEM OF AN AUTOMOBILE

(54) Titre : PROCEDE ET DISPOSITIF DE DETECTION DE LA FIN DE VIE D'UN PACK DE SUPERCONDENSATEUR DANS UN SYSTEME ELECTRIQUE DE VEHICULE AUTOMOBILE

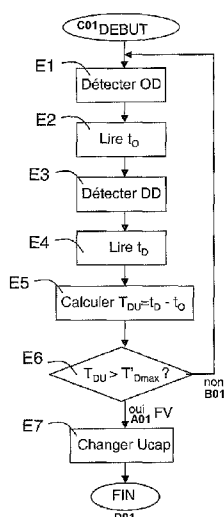


FIG.2a

C01... START
D01... END
E1... Detect OD
E2... Read t_0
E3... Detect DD
E4... Read t_D
E5... Calculate $T_{DU} = t_D - t_0$
E6... Change Ucap
A01... yes
B01... no

(57) Abstract : The method of the invention is used for detecting the end of life of a supercapacitor pack (12) from measurements (t_D , t_0 , V1, V2) made during the starting phase of a heat engine (MT) of the automobile. According to a first embodiment, the method comprises the step (E5) of calculating a starting duration (T_{DU}) of the heat engine (MT), and the step (E6) of comparing the calculated starting duration (T_{DU}) with a predetermined maximum starting duration (T_{Dmax}). The end of life (FV) of the supercapacitor pack (12) is detected when the calculated starting duration (T_{DU}) is higher than the predetermined maximum starting duration (T_{Dmax}). According to another embodiment, the voltage drop (DV_{Ucap}) at the terminals of the supercapacitor pack (12) is taken into account for detecting the end of life (FV) of the pack.

(57) Abrégé : Le procédé selon l'invention détecte la fin de vie du pack de supercondensateur (12) à partir de mesures (t_D , t_0 , V1, V2) effectuées pendant une phase de démarrage du moteur thermique (MT) du véhicule automobile. Selon un premier mode de réalisation, le procédé comprend une étape (E5) de calcul d'une durée de démarrage (T_{DU}) du moteur thermique (MT), et une étape (E6) de comparaison de la durée de démarrage calculée (T_{DU}) à une durée de démarrage maximum prédéterminée (T_{Dmax}). La fin de vie (FV) du pack de supercondensateur (12) est détectée lorsque la durée de démarrage calculée (T_{DU}) est supérieure à la durée de démarrage maximum prédéterminée (T_{Dmax}). Selon un autre mode de réalisation, la chute de tension (DV_{Ucap}) aux bornes du pack de supercondensateur (12) est prise en compte pour détecter la fin de vie (FV) du pack.



ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD,
SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT,
TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV,
MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM,
TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW,
ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(84) États désignés (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible*) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,

Publiée :

— *sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport (règle 48.2.g)*

PROCEDE ET DISPOSITIF DE DETECTION DE LA FIN DE VIE D'UN
PACK DE SUPERCONDENSATEUR DANS UN SYSTEME
ELECTRIQUE DE VEHICULE AUTOMOBILE

5 DOMAINE TECHNIQUE DE L'INVENTION

La présente invention est applicable de manière générale dans le domaine automobile.

Plus particulièrement, l'invention concerne un procédé de détection de la fin de vie d'un pack de supercondensateur dans un
10 système électrique de véhicule automobile.

Un pack de supercondensateur est généralement formé d'une pluralité de condensateurs de très grande capacité appelés «supercondensateur», «ultra-capacité» ou «UCAP» par l'homme du métier. On notera ici que l'invention concerne aussi un pack de
15 supercondensateur comportant un seul supercondensateur.

ARRIERE-PLAN TECHNOLOGIQUE DE L'INVENTION

Pour réduire la consommation de carburant des véhicules automobiles, et par voie de conséquence la pollution qu'ils génèrent, il est aujourd'hui connu d'équiper les véhicules automobiles de systèmes
20 micro-hybrides, par exemple à alerno-démarrreur, qui autorisent un mode de freinage récupératif. L'énergie récupérée et stockée dans le pack peut ensuite être utilisée de différentes manières.

Par exemple, cette énergie peut être utilisée pour alimenter des consommateurs électriques supportant une tension flottante supérieure à une tension de batterie du réseau d'alimentation électrique du véhicule. Ou encore, cette énergie peut être utilisée pour faciliter le démarrage d'un moteur thermique du véhicule en alimentant la machine électrique de démarrage avec une tension supérieure à la tension de batterie du réseau d'alimentation électrique du véhicule.

Il est également connu un dispositif dit de maintien de tension équipé de supercondensateurs et qui opère de façon à maintenir, pendant la phase de démarrage du moteur thermique du véhicule, une tension électrique quasi-constante pour le réseau d'alimentation d'électrique du véhicule, évitant ainsi une éventuelle perturbation du fonctionnement des consommateurs électriques.

Il existe dans ces techniques un besoin de connaître l'état des supercondensateurs et, plus précisément, le besoin de détecter la fin de vie de ces éléments de manière à pouvoir procéder à leur remplacement.

DESCRIPTION GENERALE DE L'INVENTION

Selon un premier aspect, la présente invention a pour objet de fournir un procédé de détection de la fin de vie d'un pack de supercondensateur intégré dans un système électrique d'un véhicule automobile équipé d'un moteur thermique.

Conformément au procédé selon l'invention, la fin de vie du pack de supercondensateur est détectée à partir de mesures effectuées pendant une phase de démarrage du moteur thermique.

Selon un premier mode de réalisation, le procédé comprend :

5 - une étape de calcul d'une durée de démarrage du moteur thermique, et

 - une étape de comparaison de la durée de démarrage calculée à une durée de démarrage maximum prédéterminée,

 la fin de vie du pack de supercondensateur étant détectée
10 lorsque la durée de démarrage calculée est supérieure à la durée de démarrage maximum prédéterminée.

Selon une caractéristique particulière, la durée de démarrage maximum prédéterminée est de l'ordre de 500 ms.

Selon un second mode de réalisation, le procédé comprend :

15 - une étape de calcul d'une chute de tension aux bornes du pack de supercondensateur pendant la phase de démarrage du moteur thermique, et

 - une étape de comparaison de la chute de tension calculée à une chute de tension maximum prédéterminée,

20 la fin de vie du pack de supercondensateur étant détectée lorsque la chute de tension calculée est supérieure à la chute de tension maximum prédéterminée.

Selon une caractéristique particulière, la chute de tension maximum prédéterminée est de l'ordre de 1 Volt.

Selon d'autres aspects, l'invention concerne également un système électrique de véhicule automobile, notamment à freinage récupératif, et un
5 véhicule automobile équipé d'un tel système.

D'autres avantages et caractéristiques de la présente invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description ci-dessous de plusieurs formes de réalisation particulières en référence aux dessins annexés, dans lesquels :

10 BREVE DESCRIPTION DES DESSINS

- la Fig.1 est un bloc-diagramme général d'une forme de réalisation particulière d'un système micro-hybride à freinage récupératif avec pack de supercondensateur dans lequel est mis en œuvre le procédé selon l'invention;

15 - la Figs.2a est relative à un premier mode de réalisation du procédé selon l'invention ;

- la Figs.2b définit des temps intervenant pendant un démarrage du moteur thermique, pour le premier et un second mode de réalisation du procédé selon l'invention ; et

20 - les Figs.3a et 3b sont relatives à un second mode de réalisation du procédé selon l'invention.

DESCRIPTION DE MODES DE REALISATION PARTICULIERS DE L'INVENTION

En référence à la Fig.1, il est maintenant décrit une forme de réalisation particulière 1 d'un système micro-hybride à freinage récupératif dans lequel est mis en œuvre le procédé selon l'invention.

Comme montré à la Fig.1, dans cette forme de réalisation particulière, le système micro-hybride 1 comprend essentiellement une machine électrique tournante 10, un convertisseur alternatif-continu (AC/DC) réversible 11, une unité capacitive de stockage d'énergie électrique sous la forme d'un pack de supercondensateur 12, un convertisseur de tension continu-continu (DC/DC) 13 et un microcontrôleur 14.

Le système micro-hybride 1 est relié à un réseau de bord bi-tension du véhicule automobile capable de fournir une tension continue basse V_b et une tension continue haute flottante V_b+X .

La tension continue basse V_b est généralement celle de 12 V d'une batterie au plomb 2 équipant le véhicule automobile. De préférence, la tension V_b pourra être utilisée pour alimenter dans le véhicule automobile des consommateurs demandant une valeur de tension relativement stable, tels que les dispositifs d'éclairage et de signalisation.

Dans cette forme de réalisation particulière, la tension continue V_{b+X} varie par exemple entre 12 et 60 V et est disponible aux bornes du pack de supercondensateur 12 dont la charge en tension est dépendante notamment du fonctionnement en freinage récupératif de la machine électrique tournante 10.

La tension V_{b+X} peut être utilisée prioritairement pour alimenter des consommateurs acceptant une tension variable tels que par exemple un dispositif de dégivrage. Cependant, dans certaines applications, la tension V_{b+X} pourra aussi être utilisée pour alimenter, à travers un convertisseur DC-DC dédié (non représenté), un consommateur demandant une tension continue stable, par exemple un dispositif autoradio alimenté sous 12 V. De plus, la tension V_{b+X} dans certaines applications est aussi utilisable pour alimenter avec une tension supérieure à 12 V la machine électrique tournante 10 fonctionnant en mode moteur/démarrreur.

Comme cela est représenté à la Fig.1, la machine électrique tournante 10 est couplée mécaniquement, liaison 101, à un moteur thermique MT du véhicule automobile. La machine 10 est ici une machine triphasée de type alerno-démarrreur qui, outre les modes de fonctionnement en démarrreur et alternateur, est apte à fonctionner également en mode de freinage récupératif et en mode d'assistance en couple. Dans le mode d'assistance en couple, la machine 10 fournit un

couple mécanique additionnel pour la traction du véhicule automobile en complément de celui fourni par le moteur thermique MT.

Le convertisseur AC/DC 11 est un dispositif réversible et permet, lorsque la machine électrique tournante 10 doit fonctionner en mode
5 moteur/démarrreur, une alimentation de la machine 10 avec des tensions alternées triphasées obtenues à partir d'une tension continue présente aux bornes du pack de supercondensateur 12, et, lorsque la machine électrique tournante 10 doit fonctionner en mode alternateur, un redressement sous la forme d'une tension continue redressée des
10 tensions triphasées fournies par la machine 10. Cette tension continue redressée charge le pack de supercondensateur 12 et, à travers le convertisseur DC-DC 13, la batterie 2.

Le pack de supercondensateur 12 est ici formé essentiellement d'un pack de supercondensateur équipé de circuits électroniques
15 appropriés.

Le pack de supercondensateur 12 autorise, en se chargeant à la tension continue délivrée par le convertisseur AC/DC 11, un stockage d'énergie électrique lorsque la machine électrique tournante 10 fonctionne en mode de freinage récupératif ou en mode alternateur.
20 L'énergie stockée dans le pack de supercondensateur 12 peut être restituée sur le réseau de tension V_b+X pour alimenter différents consommateurs et, dans certains cas, sur le réseau de tension V_b , à travers le convertisseur DC/DC 13, par exemple lorsque la machine 10

ne débite pas et que la batterie 2 est incapable de répondre à une sollicitation de pic de courant sur le réseau de tension V_b . De plus, l'énergie stockée dans le pack de supercondensateur 12, comme indiqué plus haut, peut être utilisée pour un démarrage du moteur thermique ou

5 une assistance en couple de celui-ci sous une tension V_b+X qui peut être très sensiblement supérieure aux 12 V classiques, facilitant ainsi une fourniture par la machine tournante 10 de couples mécaniques importants requis dans le cas de gros moteurs thermiques.

Conformément à l'invention, le pack de supercondensateur 12

10 comporte un circuit électronique de mesure de tension 121. Ce circuit électronique de mesure de tension délivre une mesure V_{cap} de la tension aux bornes du pack de supercondensateur 12. Cette mesure V_{cap} est fournie au microcontrôleur 14 afin d'être exploitée par le procédé selon l'invention.

15 Le convertisseur DC/DC 13 est un dispositif réversible et permet, d'une part, un transfert d'énergie vers le réseau de tension V_b pour alimenter les consommateurs et charger la batterie 2 et, d'autre part, un transfert d'énergie dans le sens inverse à partir de la tension 12V de la batterie 2 pour charger le pack de supercondensateur 12 si nécessaire et

20 alimenter le convertisseur AC/DC 11 lorsque la machine tournante 10 fonctionne en moteur / démarreur.

Le microcontrôleur 14 gère le fonctionnement du système micro-hybride 1 à partir d'informations représentatives de l'état interne du

système micro-hybride 1 et de l'état du véhicule automobile. De manière générale, un module de stratégies de pilotage (non représenté) est implémenté dans le microcontrôleur 14 de manière à piloter le système micro-hybride 1.

5 Des informations d'état et des commandes peuvent être échangées entre le microcontrôleur 14 et différents éléments fonctionnels du système micro-hybride 1 à travers des liaisons d'échange de signaux. Des liaisons d'échange de signaux L1, L2, L3 et L4 entre le microcontrôleur 14 et les éléments 10, 11, 12 et 13 sont
10 représentées à la Fig.1.

Comme montré aussi à la Fig.1, un bus de communication de données 3, par exemple de type CAN, est prévu pour des échanges d'information entre le système micro-hybride 1 et une ou plusieurs unités électroniques de commande (ECU) 4 du véhicule automobile, telle que
15 l'unité de commande moteur. Des informations telles qu'un appui sur la pédale de frein ou sur la pédale d'accélérateur, ou bien le démarrage effectif du moteur thermique MT, peuvent ainsi être transmises au système micro-hybride 1 par une unité ECU 4 à travers le bus de communication de données 3.

20 Comme montré également à la Fig.1, dans le microcontrôleur 14, il est également implémenté un module 141 dont la fonction, conformément à l'invention, est de détecter la fin de vie du pack de supercondensateur 12.

Ce module 141 de détection de fin de vie du pack de supercondensateur 12 reçoit en entrée la mesure de tension Vcap effectuée aux bornes du pack de supercondensateur 12, et des signaux OD et DD qui sont délivrés, dans cette forme de réalisation, par l'unité de
5 contrôle moteur (non représentée) du véhicule et qui indiquent respectivement un ordre de démarrage du moteur thermique MT et un démarrage effectif de celui-ci.

Dans cette forme de réalisation particulière, la mesure de tension Vcap est convoyée jusqu'aux microcontrôleur 14 et module 141 à travers
10 la liaison d'échange de signaux L3 et les signaux OD et DD sont convoyés jusqu'aux microcontrôleur 14 et module 141 à travers le bus de communication de données 3, l'unité de contrôle moteur étant connectée à ce même bus 3.

Comme montré à la Fig.1, un signal FV indiquant la détection de
15 la fin de vie du pack de supercondensateur 12 est délivré en sortie par le module 141. L'information de fin de vie du pack de supercondensateur 12 qui est donnée par le signal FV est portée à la connaissance de l'utilisateur du véhicule (par exemple, à travers une indication correspondante ou autres s'affichant sur le tableau de bord) de façon à
20 ce que l'utilisateur puisse faire procéder au remplacement du pack 12.

En référence aux Figs.2a et 2b, il est maintenant décrit un premier mode de réalisation du procédé selon l'invention.

Selon ce premier mode de réalisation, le procédé selon l'invention comprend des étapes E1 à E7 montrées à la Fig.2a.

L'étape E1 détecte un ordre de démarrage du moteur thermique MT à partir du signal OD qui est fourni aux microcontrôleur 14 et module
5 141 par l'unité de contrôle moteur.

A l'étape E2, comme montré à la Fig.2b, un temps t_O est lu et est associé à la détection de l'ordre de démarrage OD. Le temps t_O est le point de départ d'une mesure de temps de démarrage T_{DU} du moteur thermique MT.

10 L'étape E3 détecte un démarrage effectif du moteur thermique MT à partir du signal DD qui est fourni aux microcontrôleur 14 et module 141 par l'unité de contrôle moteur.

A l'étape E4, comme montré à la Fig.2b, un temps t_D est lu et est associé à la détection DD du démarrage du moteur thermique MT. Le
15 temps t_D correspond à la fin de la mesure de durée de démarrage T_{DU} du moteur thermique MT.

L'étape E5 correspond au calcul de la durée de démarrage par l'opération de soustraction : $T_{DU} = t_D - t_O$.

La mesure T_{DU} de la durée de démarrage est comparée à l'étape
20 E6 à une valeur maximum T_{Dmax} déterminée pour la durée de démarrage.

La valeur maximum T_{Dmax} peut être déterminée par des essais de durée de démarrage du moteur thermique MT concerné. Un pack de

supercondensateur 12 en état de marche, c'est-à-dire, n'ayant pas atteint sa fin de vie, autorise un démarrage effectif du moteur thermique MT au bout d'un temps inférieur à la valeur maximum T_{Dmax} .

Comme montré à la Fig.2a, lorsque $T_{DU} > T_{Dmax}$, l'étape E7 est effectuée et consiste à signaler à l'utilisateur du véhicule, au moyen du signal FV, qu'il est nécessaire de changer le pack de supercondensateur 12.

En référence aux Figs.3a, 2b et 3b, il est maintenant décrit un second mode de réalisation du procédé selon l'invention.

Selon ce second mode de réalisation, le procédé selon l'invention comprend des étapes E11 à E15, E16A, E16B et E17 montrées à la Fig.3a.

L'étape E11 détecte un ordre de démarrage du moteur thermique MT à partir du signal OD qui est fourni aux microcontrôleur 14 et module 141 par l'unité de contrôle moteur.

A l'étape E12, comme montré aux Figs.3a et 2b, un temps t_0 associé à la détection de l'ordre de démarrage OD et la tension $V1=V_{Ucap}$, présente aux bornes du pack de supercondensateur 12 sont lus et mémorisés par le module 141 à cet instant t_0 . Le temps t_0 est le point de départ d'une mesure de durée de démarrage T_{DU} du moteur thermique MT et d'une mesure de chute de tension DV_{Ucap} aux bornes du pack de supercondensateur 12.

L'étape E13 détecte un démarrage effectif du moteur thermique MT à partir du signal DD qui est fourni aux microcontrôleur 14 et module 141 par l'unité de contrôle moteur.

5 A l'étape E14, comme montré aux Figs.3a et 2b, un temps t_D associé à la détection du démarrage DD du moteur thermique MT et la tension $V_2 = V_{Ucap}$ présente aux bornes du pack de supercondensateur 12 sont lus et mémorisés par le module 141 à cet instant t_D .

L'étape E15 correspond au calcul de la durée de démarrage $T_{DU} = t_D - t_0$ et au calcul de la chute de tension $DV_{Ucap} = V_1 - V_2$.

10 La mesure T_{DU} de la durée de démarrage est comparée à l'étape E16A à une valeur maximum T'_{Dmax} déterminée pour la durée de démarrage.

Parallèlement, la mesure DV_{Ucap} de la chute de tension aux bornes du pack de supercondensateur 12 est comparée à l'étape E16B à
15 une valeur maximum DV_{max} déterminée pour la chute de tension aux bornes du pack de supercondensateur 12.

Comme montré à la Fig.3a, lorsque $T_{DU} > T'_{Dmax}$ (étape E16A) et/ou $DV_{Ucap} > DV_{max}$ (étape E16B), l'étape E17 est effectuée et consiste à signaler à l'utilisateur du véhicule, au moyen du signal FV, qu'il est
20 nécessaire de changer le pack de supercondensateur 12.

Comme dans le cas du premier mode de réalisation décrit ci-dessus du procédé selon l'invention, la valeur maximum T'_{Dmax} de la durée de démarrage est liée à l'application particulière et peut être

déterminée par des essais de durée de démarrage du moteur thermique MT concerné. Un pack de supercondensateur 12 en état de marche, c'est-à-dire, n'ayant pas atteint sa fin de vie, est dimensionné de telle manière à permettre un démarrage du moteur thermique MT en un

5 temps inférieur à la valeur maximum T'_{Dmax} .

La détermination de la valeur maximum DV_{max} de chute de tension aux bornes du pack de supercondensateur 12 est liée à l'application particulière et peut faire appel à des essais. La valeur maximum DV_{max} peut aussi être imposée, par exemple, à 1 Volt de

10 manière à éviter une trop grande fluctuation de cette tension qui pourrait être incompatible avec certaines contraintes imposées par les circuits électroniques et les consommateurs.

La Fig.3b est une courbe montrant sous forme simplifiée l'évolution typique du courant délivré par le pack de supercondensateur

15 12 pendant la phase de démarrage du moteur thermique MT. Comme montré à la Fig.3b, au début du démarrage, l'intensité moyenne du courant atteint rapidement une valeur de pic $I1$ pendant une durée $t1$. Ensuite, l'intensité du courant se stabilise à une valeur $I2$ pendant une durée $t2$ et revient à zéro au terme de cette durée, c'est-à-dire, lors du

20 démarrage effectif du moteur thermique MT.

Les valeurs de $I1$, $t1$ et $I2$, $t2$ sont respectivement de l'ordre de 1000 A, 50 ms et 600 A, 450 ms, pour un véhicule de tourisme de puissance moyenne. Ce qui donne une durée de démarrage T_{DU} de

l'ordre de 500 ms au plus. Au-delà de cette durée de 500 ms, le ressenti du l'utilisateur du véhicule est négatif.

La chute de tension DV_{Ucap} aux bornes du pack de supercondensateur 12 est donnée par la relation suivante :

5 $DV_{Ucap} = V1 - V2 = (I1.t1 + I2.t2)/C$, dans laquelle C est la capacité du pack de supercondensateur 12.

Pour une chute de tension maximum $DV_{Ucap} = 1$ Volt aux bornes du pack de condensateur 12, avec les valeurs $I1=1000$ A, $t1=50$ ms et $I2=600$ A, $t2=450$ ms, la capacité C doit être au moins de 320 Farads de
10 manière à assurer un démarrage conforme à la courbe de la Fig.3b et ayant une durée T_{DU} de l'ordre de 500 ms.

En autorisant sur la durée de vie du pack de supercondensateur 12 une dégradation de 20 % de sa capacité C, dans l'exemple ci-dessus, il faut une capacité nominale de $C = 384$ Farads pour le pack 12. Tant
15 que la capacité C ne se dégrade pas, en dessous de 320 Farads, la chute de tension DV_{Ucap} ne dépassera pas 1 Volt et on considérera que le pack 12 est toujours opérationnel. Lorsque la chute de tension DV_{Ucap} excède 1 Volt, la capacité C est devenue inférieure à 320 Farads et le pack 12 demande alors à être changé.

REVENDEICATIONS

1. Procédé de détection de la fin de vie d'un pack de supercondensateur (12) intégré dans un système électrique de véhicule automobile (1) équipé d'un moteur thermique (MT), caractérisé en ce que
5 ladite fin de vie dudit pack de supercondensateur (12) est détectée à partir de mesures (t_D , t_O , $V1$, $V2$) effectuées pendant une phase de démarrage dudit moteur thermique (MT).

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend :

10 - une étape (E5 ; E15) de calcul d'une durée de démarrage (T_{DU}) dudit moteur thermique (MT), et

- une étape (E6 ; E16A) de comparaison de ladite durée de démarrage calculée (T_{DU}) à une durée de démarrage maximum prédéterminée (T_{Dmax} ; T'_{Dmax}),

15 ladite fin de vie du pack de supercondensateur (12) étant détectée (FV) lorsque la durée de démarrage calculée (T_{DU}) est supérieure à ladite durée de démarrage maximum prédéterminée (T_{Dmax} ; T'_{Dmax}).

3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que ladite durée de démarrage maximum prédéterminée (T_{Dmax} ; T'_{Dmax}) est de l'ordre
20 de 500 ms.

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que qu'il comprend :

- une étape (E15) de calcul d'une chute de tension (DV_{Ucap}) aux bornes dudit pack de supercondensateur (12) pendant ladite phase de démarrage dudit moteur thermique (MT), et

- 5 - une étape (E16B) de comparaison de ladite chute de tension calculée (DV_{Ucap}) à une chute de tension maximum prédéterminée (DV_{max}), ladite fin de vie du pack de supercondensateur (12) étant détectée (FV) lorsque ladite chute de tension calculée (DV_{Ucap}) est supérieure à ladite chute de tension maximum prédéterminée (DV_{max}).

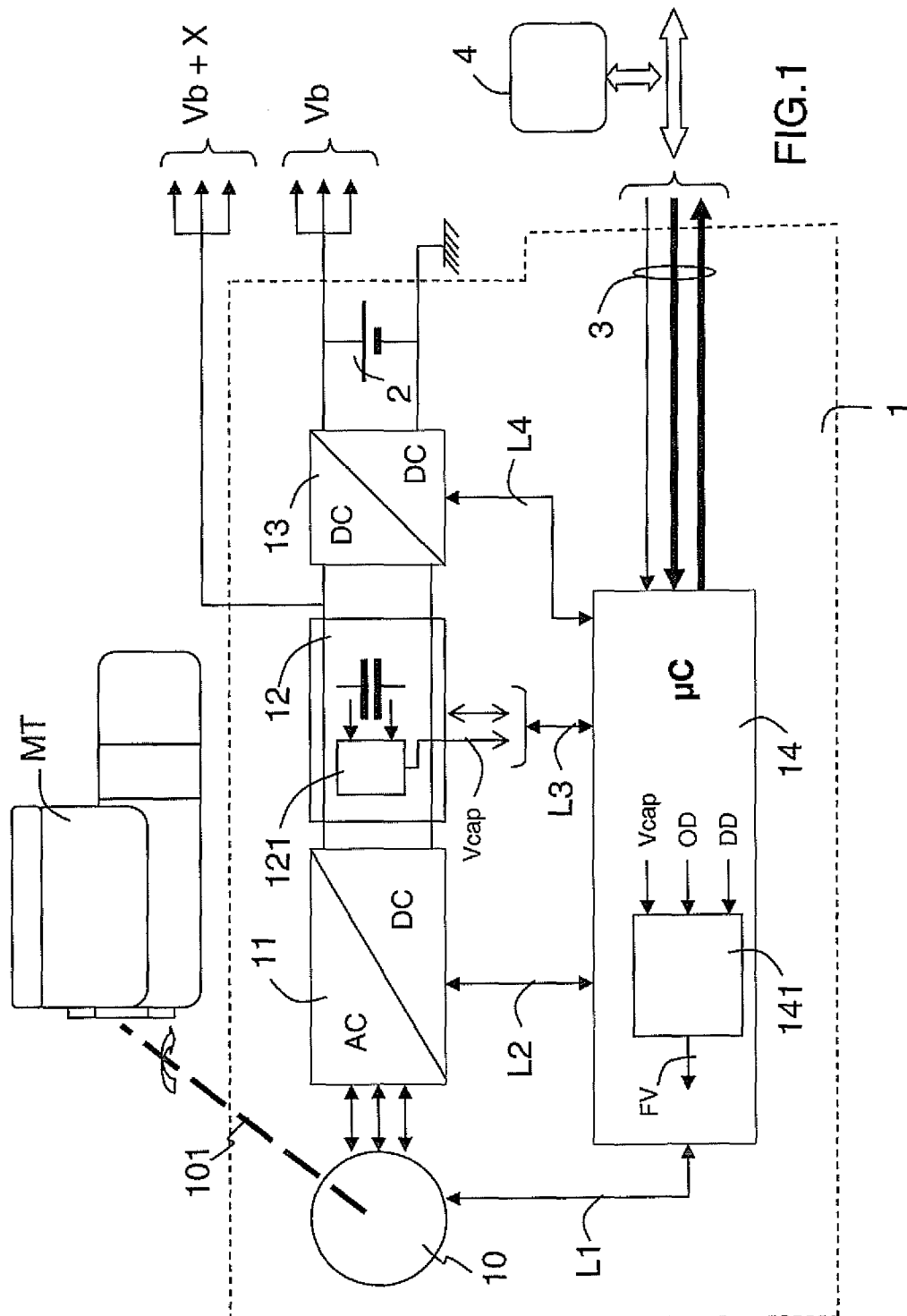
10 5. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que ladite chute de tension maximum prédéterminée (DV_{max}) est de l'ordre de 1 Volt.

6. Pack de supercondensateur (12) caractérisé en ce qu'il comprend des moyens (121) aptes à une mise en œuvre du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5.

15 7. Système électrique de véhicule automobile (1), caractérisé en ce qu'il comprend un pack de supercondensateur (12) selon la revendication 6.

8. Véhicule automobile, caractérisé en ce qu'il est équipé d'un système (1) selon la revendication 7.

1/3



2/3

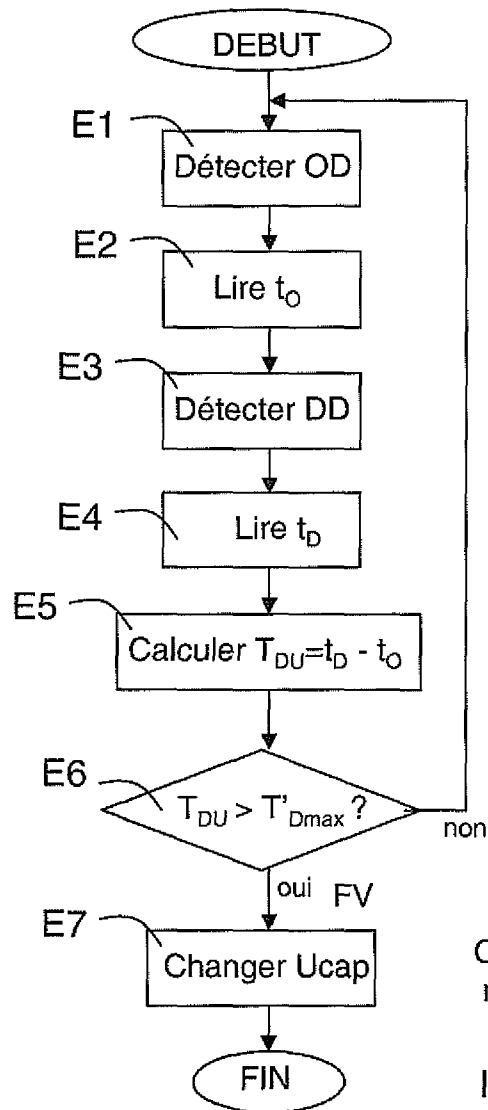


FIG.2a

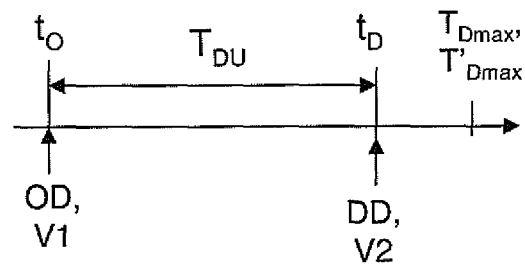


FIG.2b

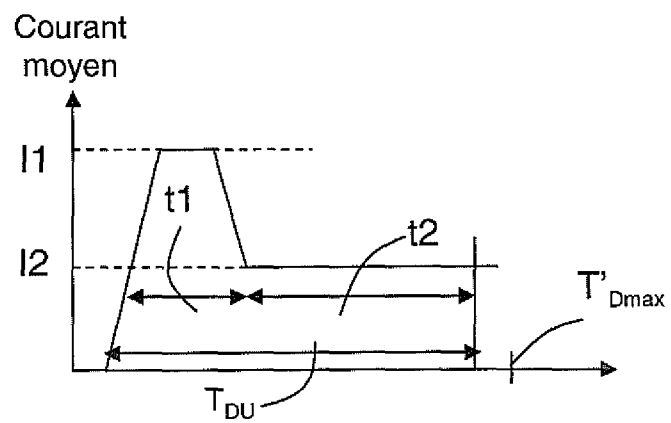


FIG.3b

3/3

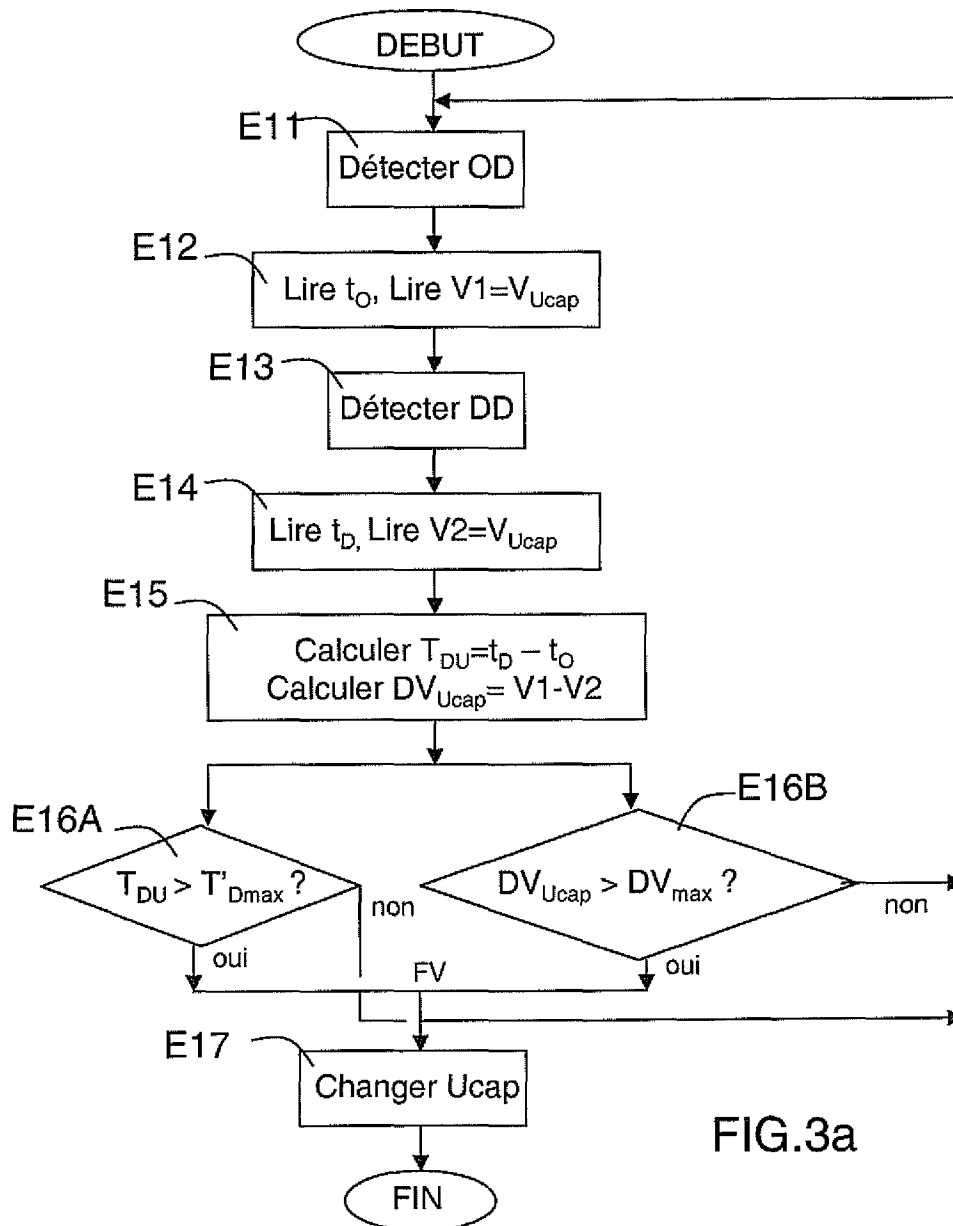


FIG.3a