

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
1 novembre 2007 (01.11.2007)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2007/122344 A2

(51) Classification internationale des brevets : **Non classée**

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/FR2007/051131

(22) Date de dépôt international : 18 avril 2007 (18.04.2007)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :

0651501 24 avril 2006 (24.04.2006) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : **PEUGEOT CITROËN AUTOMOBILES SA** [FR/FR];
F-78140 Velizy Villacoublay (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : **BEDDOK, Stéphane** [FR/FR]; 50 rue Corvisart, F-75013 Paris (FR).
LAHBABI PATIN, Houda [MA/FR]; 3 Résidence de Villebon, F-91140 Villebon Sur Yvette (FR).

(74) Mandataire : **LEROUX, Jean-Philippe**; 18, rue des Fauvelles, F-92250 La Garenne Colombes (FR).

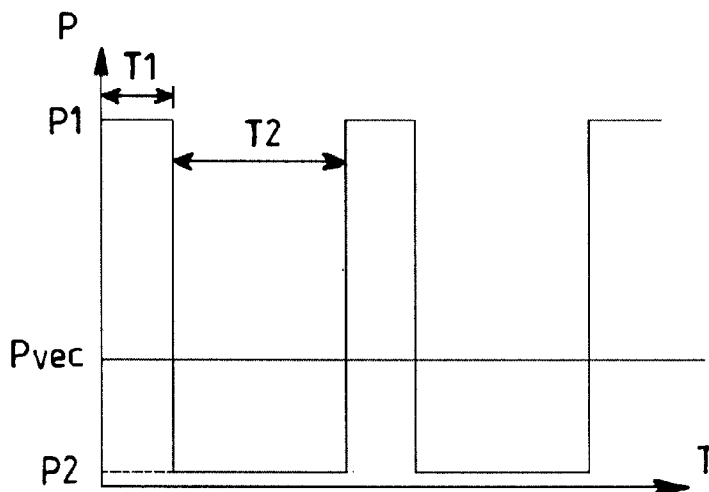
(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(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), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: METHOD OF OPTIMIZING ELECTRICAL GENERATION IN A VEHICLE

(54) Titre : PROCEDE D'OPTIMISATION DE LA GENERATION ELECTRIQUE DANS UN VEHICULE



(57) Abstract: The invention relates to a method of optimizing electrical generation in a motor vehicle. The method of managing the current produced in a motor vehicle including an electric machine such as an alternator, is aimed at providing a given mean electric power (P_{vec}). The machine is controlled so as to deliver a power that varies cyclically between a first power (P₁), determined so as to optimize the efficiency of the electric machine and a second power (P₂) which is lower than the first power (P₁), according to variations such that the mean power corresponds to the given mean power (P_{vec}). The invention applies in particular to hybrid vehicles.

[Suite sur la page suivante]

WO 2007/122344 A2



PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Déclaration en vertu de la règle 4.17 :

— *relative à la qualité d'inventeur (règle 4.17.iv)*

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

Publiée :

— *sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport*

(57) Abrégé : L'invention concerne un procédé d'optimisation de la génération électrique dans un véhicule automobile. Le procédé de gestion du courant produit dans un véhicule automobile incluant une machine électrique telle qu'un alternateur, vise fournir une puissance électrique moyenne (Pvec) donnée. La machine est commandée pour délivrer une puissance variant cycliquement entre une première puissance (P1) déterminée pour optimiser le rendement de la machine électrique et une seconde puissance (P2) plus faible que la première puissance (P1), selon des variations telles que la puissance moyenne correspond à la puissance moyenne donnée (Pvec). L'invention s'applique notamment aux véhicules hybrides.

Procédé d'optimisation de la génération électrique
dans un véhicule

L'invention concerne la gestion du courant
5 électrique produit dans un véhicule, notamment un
véhicule automobile, ce courant étant destiné à alimenter
des consommateurs électriques de ce véhicule incluant
éventuellement une batterie de stockage.

Le nombre et la puissance des consommateurs
10 électriques équipant les véhicules automobiles sont
continûment en augmentation. Ces consommateurs sont par
exemple des radiateurs électriques, la télématique
embarquée, les sièges électriques ou autres.

Ces nouveaux consommateurs contribuent à augmenter
15 la consommation électrique du véhicule, qui est délivrée
par une machine électrique telle qu'un alternateur
entraîné par le moteur thermique du véhicule.

L'entraînement de cette machine électrique a une
incidence sur le couple fourni par le moteur thermique,
20 et par conséquent sur la consommation de carburant.

Ainsi, l'augmentation de la quantité de
consommateurs électriques se traduit par une augmentation
de la consommation de carburant, la part due à
l'alimentation électrique devenant de plus en plus
25 importante.

A titre d'exemple, une consommation électrique
s'élevant à 300 Watt représente une consommation de
l'ordre de 0,2 litres par heure, ce qui représente 1
litre pour cent kilomètres en cas d'utilisation en ville.

30 Selon un procédé connu du document FR2743675, la
production du courant est ajustée en temps réel pour
correspondre aux besoins électriques, en se basant sur
l'intensité du courant délivré par la batterie aux
consommateurs électriques, et sur l'état de charge de
35 cette batterie.

Ainsi, l'alternateur est piloté en tension pour
délivrer une puissance électrique correspondant à une

puissance demandée par les consommateurs et par la batterie.

Le fonctionnement du moteur thermique est lui aussi pris en compte : la mise en charge n'est pas favorisée
5 lorsque le moteur est en phase d'accélération, elle est au contraire favorisée lorsque le moteur décélère. Enfin, la mise en charge de la batterie n'est pas effectuée durant le démarrage du moteur.

Ce procédé connu vise ainsi optimiser la
10 consommation en maintenant la batterie dans un état de charge optimal tout en évitant de la mettre en charge lors de phases critiques telles que le démarrage du moteur.

Le but de l'invention est de proposer une stratégie
15 de gestion de la génération de courant électrique dans le véhicule qui permette de réduire encore la consommation de carburant du véhicule pour une même quantité de courant électrique produit.

A cet effet, l'invention a pour objet un procédé de
20 pilotage du courant produit dans un véhicule automobile incluant une machine électrique entraînée par un moteur thermique, telle qu'un alternateur, pour fournir une puissance électrique moyenne donnée, dans lequel la machine est commandée pour délivrer une puissance variant
25 cycliquement entre une première puissance déterminée pour optimiser le rendement ou la puissance de la machine électrique et une seconde puissance plus faible que la première puissance, selon des variations telles que la puissance moyenne correspond à la puissance moyenne
30 donnée.

L'invention concerne également un procédé tel que défini ci-dessus, dans lequel la machine électrique est commandée pour délivrer la première puissance pendant un premier temps de cycle et la seconde puissance pendant un
35 second temps de cycle, et dans lequel les changements de puissance sont commandés selon des rampes de montée ou de descente en puissance.

L'invention concerne également un procédé tel que défini ci-dessus, dans lequel la première puissance est déterminée pour correspondre à un optimum du rendement de la machine électrique au regard de son régime de rotation.

L'invention concerne également un procédé tel que défini ci-dessus, dans lequel la seconde puissance est déterminée à partir de la première puissance pour limiter les variations du couple prélevé par la machine électrique sur le moteur thermique.

L'invention concerne également un procédé tel que défini ci-dessus, dans lequel la machine électrique est reliée à une unité de stockage de courant, et dans lequel le premier temps de cycle est déterminé à partir de la capacité de stockage de cette unité.

L'invention concerne également un procédé tel que défini ci-dessus, comprenant une supercapacité comme unité de stockage tampon, interposée entre la machine électrique et un réseau de bord d'alimentation de consommateurs électriques du véhicule.

L'invention concerne également un procédé tel que défini ci-dessus, dans lequel la machine électrique est commandée en tension pour délivrer soit la première soit la seconde puissance électrique, et dans lequel un convertisseur continu-continu est interposé entre la supercapacité et le réseau de bord.

L'invention sera maintenant décrite plus en détail, et en référence aux figures annexées.

La figure 1 est une représentation schématique des éléments servant à la génération du courant dans un véhicule automobile ;

La figure 2 est un graphe représentatif de la régulation selon l'invention ;

La figure 3 est une cartographie du rendement d'un alternateur en fonction du régime de rotation et du courant délivré ;

La figure 4 est une représentation par schéma bloc de la logique de pilotage selon l'invention.

Comme représenté schématiquement en figure 1, un véhicule automobile comprend un moteur thermique 1 entraînant en rotation des roues 2 par l'intermédiaire d'éléments de transmission repérés par 3.

Ce moteur thermique entraîne également une machine électrique 4, telle qu'un alternateur, par exemple via une courroie de transmission repérée par 6. Cette machine électrique 4 alimente des consommateurs électriques 9, 11 connectés à un réseau de bord du véhicule repéré par 7. Ces consommateurs électriques incluent éventuellement une batterie de stockage repérée par 8.

Dans une situation donnée, la machine électrique 4 est pilotée pour délivrer une puissance électrique correspondant au besoin électrique des consommateurs électriques reliés au réseau 7, incluant notamment la batterie 8.

En d'autres termes, pour une situation de fonctionnement donnée, la puissance électrique délivrée par la machine électrique 4 est d'autant plus importante que la quantité de consommateurs électriques est élevée et que la batterie est faiblement chargée.

Selon l'invention, la machine électrique 4 est commandée selon une loi de commande déterminée pour délivrer un courant "haché", selon un cycle global de plusieurs secondes qui est représenté schématiquement en figure 2.

Cette loi de commande consiste à commander d'abord la machine 4 pour qu'elle délivre un courant correspondant à une première puissance P_1 pendant un premier intervalle de temps noté T_1 , puis pour qu'elle délivre un courant correspondant à une seconde puissance, notée P_2 et inférieure à P_1 , pendant un second intervalle de temps noté T_2 .

Le premier et le second temps T_1 et T_2 valent par exemple respectivement une seconde et neuf secondes. Ces

temps doivent notamment être compatibles avec le temps de réaction de la machine électrique 4 lorsqu'elle est commandée pour changer la puissance électrique qu'elle délivre.

5 Comme détaillé ci-dessous, les paramètres du courant haché délivré par la machine 4, à savoir P1, P2, T1 et T2 sont déterminés en temps réel.

La puissance P1 est d'abord choisie pour correspondre à une plage de rendement optimal pour la
10 machine 4, pour le régime de rotation de cette machine à l'instant considéré.

Ce choix peut par exemple être effectué à partir de la cartographie de la figure 3 qui est un abaque dans laquelle le régime de rotation est représenté sur l'axe
15 des abscisses, et l'intensité du courant délivré est donnée sur l'axe des ordonnées, et comprenant des courbes iso rendement, repérées de 20 à 70, correspondant aux rendements exprimés en pourcentage.

Le régime de rotation de la machine électrique 4
20 peut ainsi être déterminé à partir d'un capteur, pour déterminer la puissance P1. Si ce régime vaut par exemple 10 000 t/min, alors le rendement optimal est obtenu pour un courant délivré valant 100 Ampères environ, conformément à la cartographie de la figure 3.

25 Cette intensité de courant délivré correspond à une certaine puissance pouvant être déterminée à partir d'autres données numériques incluant notamment la tension délivrée par la machine 4. La puissance ainsi déterminée est la puissance P1, qui correspond au rendement maximal
30 de la machine pour le régime considéré.

La puissance P2 est ensuite déterminée à partir d'autres critères, pour être la plus faible possible, tout en limitant les variations de couples induites sur le moteur thermique 1, par le passage de la puissance P1
35 à P2 ou de P2 à P1 à des valeurs peu perceptibles pour le conducteur. Le choix de P2 peut être effectué à partir de

la valeur de P1 choisie, en utilisant des tables de valeurs résultant d'essais (cartographies).

La puissance P2 peut également correspondre simplement à une valeur très faible générale
5 prédéterminée, voire nulle, attendu qu'elle correspond à une situation dans laquelle le rendement de la machine électrique 4 est très faible.

D'une façon générale, comme le rendement de la machine 4 augmente avec la puissance délivrée, P1 est
10 choisie élevée, et P2 est choisie faible.

Avantageusement, le passage de P1 à P2 et de P2 à P1 est réalisé par une rampe de montée en puissance et par une rampe de diminution de puissance pour limiter l'intensité des variations de couple appliquées au moteur
15 thermique 1.

Le rapport cyclique $T1/(T1+T2)$ est ensuite déterminé pour que la puissance moyenne délivrée sur un cycle complet, c'est-à-dire pendant un temps valant $T1+T2$, corresponde à la puissance électrique à fournir au
20 véhicule.

Cette puissance électrique à fournir, notée Pvec dans le graphe de la figure 2, est par exemple donnée par une unité de gestion électrique reliée au réseau et fournissant une valeur de puissance représentative de la
25 puissance électrique consommée par les différents consommateurs incluant la batterie, à l'instant considéré.

Cette puissance Pvec comprend la puissance demandée par les consommateurs électriques ainsi que la puissance
30 demandée éventuellement par la batterie 8 pour sa charge. Ainsi, le rapport cyclique est déterminé de telle façon que la relation $(P1.T1+P2.T2)/(T1+T2)=Pvec$ soit remplie.

La valeur de T1 et de T2 est ensuite déterminée à partir du rapport cyclique et de données préenregistrées
35 telles que la capacité de stockage de la batterie du véhicule. Ces données peuvent aussi être un temps de cycle global $T1+T2$ préenregistré dans l'unité de gestion

de la machine électrique 4, ou un temps minimum d'activation T1 de cette machine 4 prédéterminé.

Ainsi, par exemple, au lieu de commander la machine 4 pour qu'elle génère, dans une situation donnée, 5 continûment une puissance de 100W, elle est commandée pour générer 1000W pendant une seconde puis 0W pendant 9 secondes.

Ceci permet d'améliorer significativement le rendement puisque la machine 4 est exploitée à son 10 rendement maximal possible lorsqu'elle est en service, ce qui contribue à réduire la consommation de carburant correspondante.

La machine électrique 4 peut être un alternateur usuel, commandé en tension, en puissance, en courant ou 15 en couple. Dans le cas d'un alternateur piloté en tension, le rendement d'un tel alternateur tend à faire privilégier une tension de sortie faible pour le cas d'un régime de rotation bas, et une tension élevée en cas de régime de rotation moyen ou élevé.

20 Avantageusement, un élément de stockage tampon additionnel, repéré par 9, est prévu entre la machine électrique 4 et le réseau de bord 7. Dans ce cas, la machine 4 délivre sa puissance électrique hachée dans l'élément additionnel 9, qui est ainsi apte à alimenter 25 le réseau de bord 7 avec un courant continu non haché, c'est-à-dire ne variant pas de manière cyclique.

Avantageusement, la machine électrique délivre une tension variant sur une large gamme, telle que 12 à 30 volt, et elle est exploitée en association avec un 30 élément de stockage 9 qui est une supercapacité, capable de recevoir elle-même une tension pouvant varier dans une large gamme.

Dans ce cas, la machine 4 délivre sa puissance électrique hachée dans l'élément de stockage 9, et un 35 convertisseur continu-continu, repéré par 11 est interposé entre la supercapacité 9 et le réseau 7, de manière à convertir la tension de sortie de la

supercapacité 9 en une tension correspondant à la valeur nominale du réseau de bord du véhicule.

Ce convertisseur 11 peut comprendre un interrupteur permettant d'alimenter directement un ou plusieurs
5 consommateurs électriques depuis la machine 4, sans passer par la supercapacité 9.

L'invention s'applique à un véhicule fonctionnant sur un mode hybride, dans le cas où la machine 4 est du type réversible, c'est-à-dire pouvant fonctionner en
10 génératrice, comme vu plus haut, mais pouvant aussi fonctionner en moteur en consommant l'énergie électrique stockée dans l'élément 8 ou 9 pour assister le moteur thermique 1 dans certaines situations.

Ce fonctionnement est illustré schématiquement dans
15 la figure 4. Au premier bloc, A, l'unité de gestion détermine le mode de fonctionnement courant du véhicule, à partir d'informations telles que la vitesse V du véhicule, le régime N de son moteur 1, des informations électriques telles qu'une tension de batterie U, une
20 intensité I et une puissance délivrées par cette batterie, ou encore d'autres informations, notées Inf.

Ce mode de fonctionnement peut être, notamment, soit "boost", soit "génération", soit "recharge", soit "délestage".

25 En mode "Boost", la machine 4 apporte un couple mécanique au moteur en prélevant de l'énergie électrique stockée dans la supercapacité 9. En mode "génération", la machine électrique 4 prélève un couple mécanique au moteur thermique 4 pour charger la supercapacité 9 et
30 elle alimente gratuitement les consommateurs électriques lors des décélérations. En mode "recharge", la machine 4 charge l'élément de stockage 9, et elle alimente les consommateurs électriques. En mode "délestage", la machine 4 ne produit rien, et c'est l'élément 9 qui
35 alimente les consommateurs électriques et la batterie 8.

Ainsi, dans le cas où à l'issue du bloc A, il résulte que la machine 4 est en mode génération, l'unité

de gestion détermine au bloc B si cette génération est effectuée en mode hachage. Dans l'affirmative, elle détermine les paramètres P1, P2, T1 et T2 conformément aux indications données plus haut, à partir de la cartographie de cette machine, repérée par Car dans la figure 4, et d'informations concernant le véhicule telles que la vitesse V et le régime N.

Au bloc C, l'unité de gestion pilote la machine 4 pour qu'elle génère le courant en mode haché, selon les paramètres résultant du bloc B.

Le procédé de gestion de la machine électrique 4 selon l'invention permet de réduire significativement la consommation en carburant du véhicule.

En effet, il permet de faire fonctionner la machine électrique au-delà des besoins des consommateurs électriques, mais à un rendement optimal, et de stocker le surplus d'énergie électrique dans un élément de stockage 8 ou 9, puis de ne plus faire débiter cette machine, ou très faiblement pendant le temps restant, en alimentant le réseau de bord par l'élément de stockage 8 ou 9

L'optimisation du point de fonctionnement de la machine permet ainsi de réduire la consommation moyenne du véhicule en carburant, cette stratégie se révélant particulièrement efficace en régime stabilisé.

Par exemple, sur autoroute, à un régime stabilisé à 120 km/h correspondant à 3500 t/min de régime moteur, et à 10 000 t/min de régime de rotation de l'alternateur, et si la consommation est de 20 Ampères, soit 300 Watt, le rendement de génération est de 35% avec un procédé classique, comme visible à partir de la cartographie de la figure 3.

Avec le procédé selon l'invention, dans cette même situation, la machine est exploitée pour fournir 100 Ampères pendant un cinquième du temps, ce qui correspond à un rendement de 55%, comme visible sur la figure 5. En

conséquence, le gain en rendement est de 20% au niveau de la machine 4.

REVENDICATIONS

1. Procédé de pilotage du courant produit dans un véhicule automobile incluant une machine électrique (4) entraînée par un moteur thermique (1), telle qu'un alternateur, pour fournir une puissance électrique moyenne (P_{vec}) donnée, dans lequel la machine (4) est commandée pour délivrer une puissance variant cycliquement entre une première puissance (P_1) déterminée pour optimiser le rendement ou la puissance de la machine électrique (4) et une seconde puissance (P_2) plus faible que la première puissance (P_1), selon des variations telles que la puissance moyenne correspond à la puissance moyenne donnée (P_{vec}).

2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel la machine électrique (4) est commandée pour délivrer la première puissance (P_1) pendant un premier temps de cycle (T_1) et la seconde puissance pendant un second temps de cycle (T_2), et dans lequel les changements de puissance sont commandés selon des rampes de montée ou de descente en puissance.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, dans lequel la première puissance (P_1) est déterminée pour correspondre à un optimum du rendement de la machine électrique (4) au regard de son régime de rotation.

4. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel la seconde puissance (P_2) est déterminée à partir de la première puissance (P_1) pour limiter les variations du couple prélevé par la machine électrique (4) sur le moteur thermique (1).

5. Procédé selon la revendication 2, dans lequel la machine électrique (4) est reliée à une unité de stockage de courant (8, 9), et dans lequel le premier temps de cycle (T_1) est déterminé à partir de la capacité de stockage de cette unité (8, 9).

6. Procédé selon la revendication 5, comprenant une supercapacité (9) comme unité de stockage tampon,

interposée entre la machine électrique (4) et un réseau de bord (7) d'alimentation de consommateurs électriques du véhicule.

- 5 7. Procédé selon la revendication 6, dans lequel la machine électrique (4) est commandée en tension pour délivrer soit la première soit la seconde puissance électrique (P1, P2), et dans lequel un convertisseur continu-continu (11) est interposé entre la supercapacité
- 10 (9) et le réseau de bord (7).

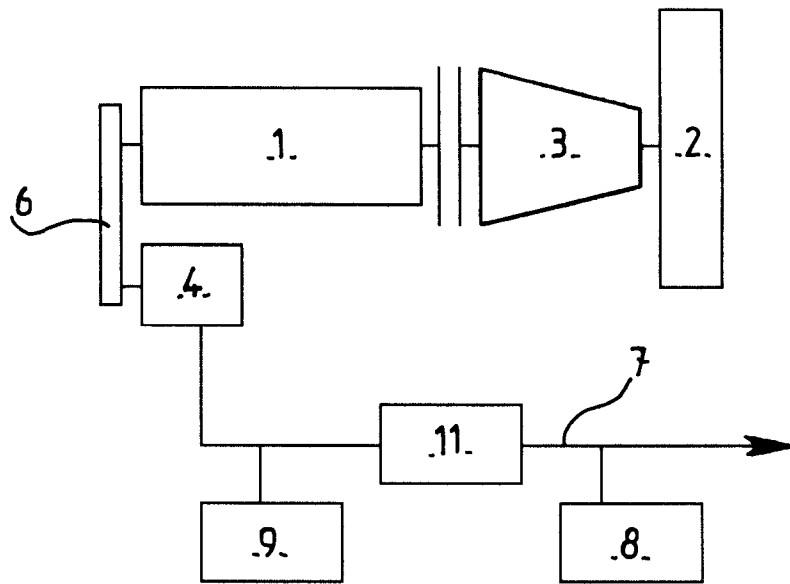


FIG. 1

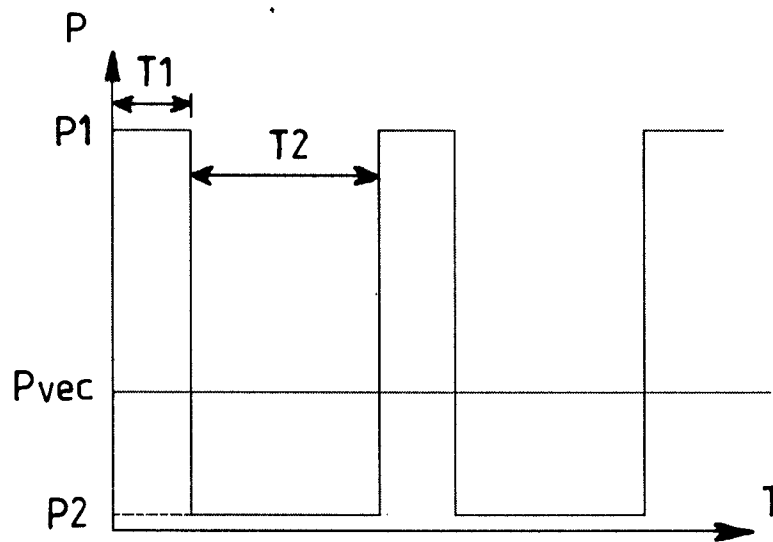


FIG. 2

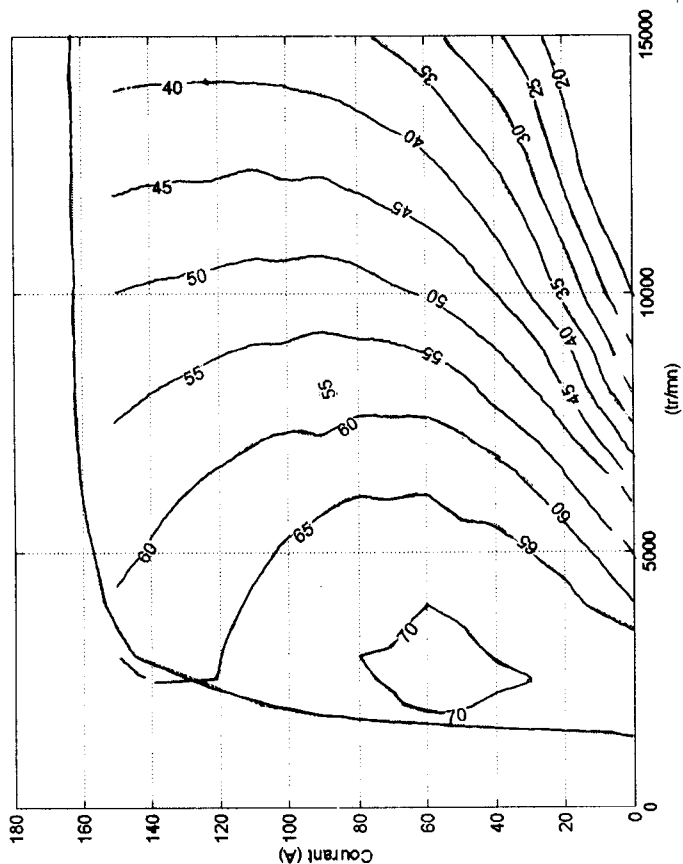
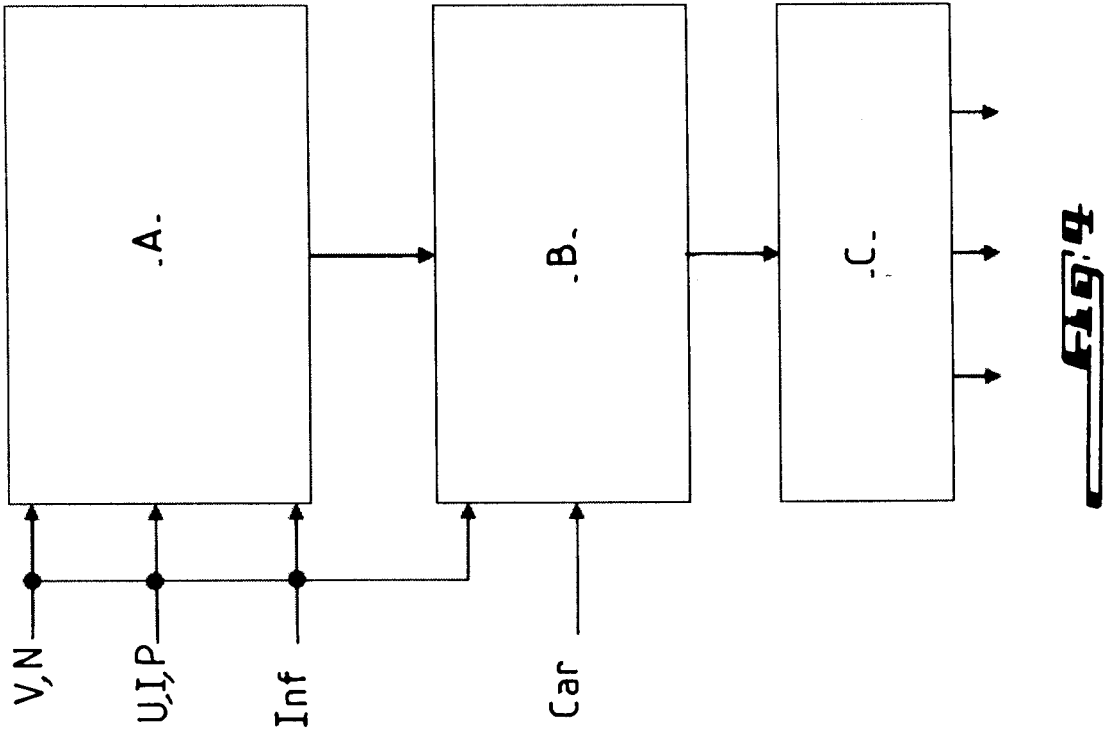


Fig. 3