

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

EP 1 598 555 A1

(12)

## DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:  
**23.11.2005 Bulletin 2005/47**

(51) Int Cl. 7: **F04B 49/06**

(21) Numéro de dépôt: **05291034.6**

(22) Date de dépôt: **13.05.2005**

(84) Etats contractants désignés:

**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR  
HU IE IS IT LI LT LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR**

Etats d'extension désignés:

**AL BA HR LV MK YU**

(30) Priorité: **21.05.2004 FR 0405533**

(71) Demandeur: **Koyo-Hpi  
94430 Chennevières sur Marne (FR)**

(72) Inventeurs:

- Lester, Nicaise  
94000 Creteil (FR)
- Chapeau, Sébastien, Resid. l'ile Caroline-Bat G1  
94420 Le Plessis Trevise (FR)
- Aubert, Yohann  
53400 Livre la Touche (FR)

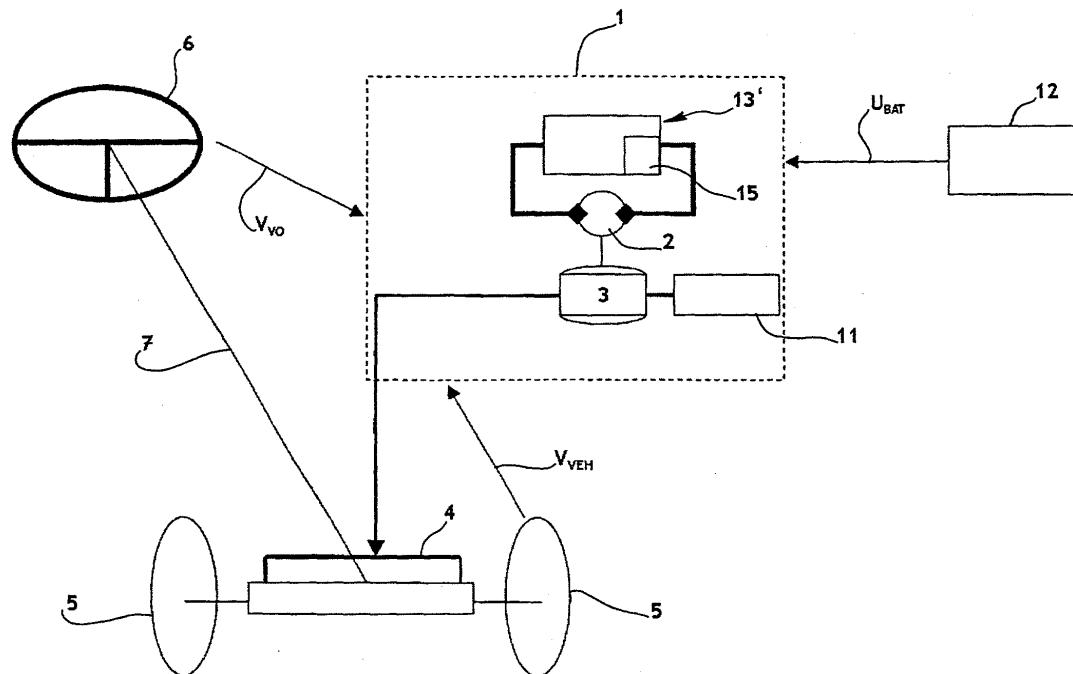
(74) Mandataire: **Thinat, Michel  
Cabinet Madeuf,  
56 A, rue du Faubourg Saint-Honoré  
75008 Paris (FR)**

### (54) **Système de groupe électro-pompe pourvu de moyens de limitation de la pression du fluide hydraulique fourni par la pompe**

(57) L'invention concerne un système de groupe électro-pompe. Ce système est du type comprenant un moteur électrique (2), une pompe hydraulique (3) entraînée par le moteur électrique et destinée à fournir une puissance hydraulique à un dispositif hydraulique (4), et des moyens de limitation de la pression du fluide hy-

draulique envoyé par la pompe dans le circuit hydraulique. Le système est caractérisé en ce que les moyens de limitation de la pression sont réalisés sous forme de moyens de gestion électroniques (13', 17, 15).

L'invention est utilisable dans des véhicules automobiles.



**FIG. 2**

## Description

**[0001]** L'invention concerne un système de groupe électro-pompe, du type comprenant un moteur électrique, une pompe hydraulique entraînée par le moteur électrique et destinée à fournir de la puissance hydraulique, et des moyens de limitation de la pression du fluide hydraulique dans le circuit hydraulique.

**[0002]** Dans les systèmes d'électro-pompe de ce type, qui sont connus, la fonction de la limitation de la pression est accomplie par un limiteur de pression mécanique réalisé sous forme d'une soupape de sécurité pourvue d'un clapet de décharge à ressort à précontrainte réglable en fonction de la pression maximale admissible pour une application donnée. Comme on le voit sur la figure 1 qui montre un système d'électro-pompe connu pour véhicule automobile où la pompe est destinée à fournir une assistance à la direction du véhicule et indique en 1 de façon générale le groupe électro-pompe, en 2 le moteur électrique, en 3 la pompe hydraulique, en 4 le dispositif de vérin alimenté en liquide hydraulique par la pompe 3, en 5 les roues du véhicule, en 6 le volant, en 7 la colonne de direction, le limiteur de pression noté 8 est disposé entre la pompe et le vérin 4. En cas de surpression, le clapet indiqué schématiquement en 9 du limiteur 8 ouvre une voie de dérivation 10 qui est reliée au réservoir 11 du liquide destiné à être aspiré par la pompe 3. Il est encore à noter que la figure 1 illustre en 12 la batterie d'alimentation en courant électrique du groupe électro-pompe 1. La figure montre encore que le groupe électro-pompe 1 reçoit l'information sur la vitesse de rotation du volant, notée  $V_{VO}$ , et l'information sur la vitesse de véhicule  $V_{VEH}$ .

**[0003]** L'utilisation du limiteur de pression mécanique 8 dans le système connu présente de nombreux inconvénients majeurs. En effet, il provoque un surcoût, est encombrant, peut provoquer des états d'instabilité, engendre des bruits acoustiques liés à son ouverture et, en constituant une pièce mécanique spécifique, diminue la fiabilité du système.

**[0004]** La présente invention a pour but de proposer un système de groupe électro-pompe, qui pallie les inconvénients inhérents au système connu.

**[0005]** Pour atteindre ce but, le système selon l'invention est caractérisé en ce que les moyens de limitation de la pression sont réalisés sous forme de moyens de gestion électronique.

**[0006]** L'invention sera mieux comprise, et d'autres buts, caractéristiques, détails et avantages de celle-ci apparaîtront plus clairement dans la description explicative qui va suivre faite en référence aux dessins schématiques annexés donnés uniquement à titre d'exemple illustrant deux modes de réalisation de l'invention et dans lesquels :

- la figure 1 est une vue synoptique en forme d'un schéma bloc d'un système de groupe électro-pompe selon l'état de la technique ;

- la figure 2 est une vue synoptique, similaire à la figure 1, d'un système d'électro-pompe selon l'invention ;
- la figure 3 montre le schéma synoptique du calculateur contrôleur 13' du groupe électro-pompe selon la figure 2 ;
- la figure 4 est un schéma synoptique illustrant la mise en oeuvre des opérations effectuées par le calculateur 13' de la figure 3 ;
- les figures 5 et 6 sont des schémas synoptiques similaires à la figure 4 et illustrent deux autres versions de mise en oeuvre du calculateur/contrôleur 13' d'un groupe électro-pompe selon l'invention.

**[0007]** En se référant à la figure 2, qui donne le schéma synoptique d'un système d'assistance à la direction d'un véhicule automobile, utilisant un groupe électro-pompe selon l'invention, on constate que ce dernier se distingue du groupe électro-pompe connu de l'état de la technique, représenté sur la figure 1, par le fait que le limiteur de pression est supprimé et que la fonction exécutée dans le système connu par le limiteur est accomplie par des moyens limitateurs de pression électroniques qui font partie du calculateur/contrôleur 13' et sont indiqués par la zone hachurée 15 du casier représentant ce calculateur. Sur la figure 2, on utilise la même référence que sur la figure 1 pour des éléments identiques.

**[0008]** Il est à noter que, dans un ensemble de groupes électro-pompe, la pompe transforme la vitesse de rotation du moteur électrique 3 en débit hydraulique dans le circuit hydraulique, à savoir le vérin 4. Le couple résistant exercé sur le moteur correspond à la somme du couple résistant du à la pression dans le circuit hydraulique et du couple résistant propre à la pompe, le couple résistant lié au moteur pouvant être considéré comme négligeable. Par conséquent, limiter la pression dans le circuit hydraulique est équivalent à limiter le couple fourni par le moteur. Ainsi il s'est avéré possible dans le cadre de l'invention, d'obtenir la limitation de la pression dans le circuit hydraulique par une limitation du courant maximal à envoyer au moteur électrique 2 d'entraînement de la pompe 3.

**[0009]** Selon une caractéristique de l'invention, le courant maximal limite  $I_{LIM}$  est déterminé en fonction de trois paramètres, à savoir de la tension d'alimentation  $U_{BAT}$  fournie par la batterie, la température  $T_{MOS}$  des éléments électroniques actifs, à savoir des transistors utilisés et la température  $T_{CA}$  de la carte porteuse des composants électroniques calculateur. Les valeurs du courant limite  $I_{LIM}$  varient en fonction de ces paramètres et sont prises dans une table de calibration réalisée à partir d'essais. Ainsi à chaque groupe de trois valeurs de tension de batterie et de température correspond une valeur de courant limite  $I_{LIM}$ . Cette inter-dépendance est représentée sur la figure 4 en 19a sous forme d'un diagramme tridimensionnel sur les trois axes duquel sont reportées respectivement les températures  $U_{BAT}$ , des températures d'éléments actifs  $T_{MOS}$  et des températu-

res de carte  $T_{ca}$ , à côté de la table de valeurs. A partir des valeurs établies on obtient les valeurs intermédiaires de  $I_{LIM}$  par interpolation linéaire entre les différents points du diagramme et de la table. Comme le montre également la figure 4, le système selon l'invention prévoit en plus une gestion du couple en évitements, c'est-à-dire le système permet un dépassement du courant limite  $I_{LIM}$  pour avoir une meilleure réponse du système pour éviter un obstacle par une manœuvre rapide. Le courant d'évitements  $I_{EV}$  est obtenu à partir du courant limite  $I_{LIM}$  par multiplication selon un coefficient correcteur, comme le montre le schéma fig 4 case 19b représentant sur l'axe d'ordonnées le courant  $I$  et sur l'axe d'abscisse la vitesse  $V$ , la vitesse du véhicule  $V_{VEH}$ .

**[0010]** On décrira ci-après, en se référant aux figures 3 et 4 la manière selon laquelle le courant limite  $I_{LIM}$  est pris en compte dans le système proposé par l'invention. Sur les figures 3 et 4, le calcul du courant maximal limite noté  $I_{LIM}$  est matérialisé par la case 19, la figure 3 indiquant que le calcul du courant limite proprement dit est effectué en 19a, puis corrigé par la fonction d'évitement en 19b.

**[0011]** Comme le montre le schéma du groupe électro-pompe 1, de la figure 3, le calculateur 13 comporte un micro-processeur 17 qui est destiné à établir par calcul la consigne régime moteur  $C_{RPM}$ , c'est-à-dire la consigne de vitesse de rotation du moteur, à partir de la vitesse du véhicule  $V_{VEH}$  et de la vitesse de rotation du volant  $V_{VO}$  et, également par calcul, le courant limite  $I_{LIM}$ , à partir de la vitesse du véhicule  $V_{VEH}$  et des valeurs représentatives de la tension batterie  $U_{BAT}$  et des valeurs de températures  $T_{mos}$  des éléments actifs de dispositifs électroniques et de la température  $T_{ca}$  de la carte de ce dispositif. Les opérations de calcul de la consigne de régime moteur  $C_{RPM}$  et du courant limite  $I_{LIM}$  sont symbolisées sur la figure par des cases notées 18 et 19. Les valeurs de la tension de batterie et de température sont appliquées aux entrées d'un circuit de mise en forme 20 qui adapte le niveau de ces valeurs au niveau admissible pour le micro-processeur 17 qui effectue, avant de les utiliser pour le calcul du courant  $I_{LIM}$  en 21 une mise en forme logicielle en 21.

**[0012]** Après le calcul de la consigne régime moteur  $C_{RPM}$  et du courant  $I_{LIM}$ , le micro-processeur 17 calcule la commande moteur  $C_M$ . Ce calcul est symbolisé par la case 22. La commande moteur  $C_M$  est envoyée au moteur après avoir été mise en forme par un circuit 23 du calculateur. Le calcul de la commande moteur  $C_M$ , effectué par le micro-processeur 17, prend encore en compte le courant  $I_M$  consommé par le moteur dont la valeur a été mise en forme par le circuit 24 du calculateur et mise en forme logicielle en 25 par le micro-processeur.

**[0013]** La figure 4 montre plus en détail la mise en oeuvre des opérations qui viennent d'être décrites. Comme on le voit sur cette figure, le résultat du calcul consigne régime moteur effectué en 18 est soumis à une logique de décision symbolisée par la case 27, qui

est destinée à laisser passer la consigne  $C_{RPM}$  pour qu'une opération d'asservissement de vitesse, matérialisée par la case 28 ou à interdire ce passage, en fonction d'un signal d'autorisation de rotation  $S_{AR}$  de nature binaire, qui est le résultat d'une appréciation de la vitesse de rotation du moteur  $V_{RPM}$ , prévue pour assurer une protection de la pompe. Cette opération sera décrite plus en détail plus loin et est désignée par la référence 30.

**[0014]** La case d'asservissement de vitesse 28 reçoit donc à une entrée un signal qui est soit la consigne de régime moteur  $C_{RPM}$  soit égale à zéro, en fonction du signal d'autorisation en rotation  $S_{AR}$  appliqué à la case 27. La case d'asservissement de vitesse 28 reçoit à une deuxième entrée un signal représentatif de la vitesse de rotation du moteur, noté  $V_{RPM}$  et produit à sa sortie un signal  $S_{PWM1}$  permettant d'assurer la nullité de l'erreur entre les deux signaux d'entrée, à savoir la consigne  $C_{RPM}$  et le signal de vitesse  $V_{RPM}$ . Le signal est avantageusement un signal à modulation de largeur d'impulsion. L'asservissement est effectué en appliquant le signal de sortie  $S_{PWM1}$  à une première entrée d'un comparateur binaire 31 qui reçoit à une deuxième entrée la valeur de courant calculée  $I_{LIM}$  et à une troisième entrée

l'information du courant moteur  $I_M$ . De l'opération de comparaison résulte un signal  $S_{PWM2}$ , qui est soit identique au signal  $S_{PWM1}$  soit égal à zéro, le signal est appliqué à une commande de puissance moteur 32 appliquée au moteur 2.

**[0015]** La boucle d'asservissement formée par le casier d'asservissement de vitesse 28, du comparateur 31, de la commande puissance moteur 32 et du moteur 2 est conçue pour assurer que la vitesse de rotation moteur  $V_{RPM}$  soit asservie à la consigne régime moteur  $C_{RPM}$  qui a été calculée en 22. Tant que le courant moteur consommé  $I_M$  est inférieur à la valeur de courant limite  $I_{LIM}$ , le comparateur 31 laisse passer le signal  $S_{PWM1}$  à la commande moteur 32. Lorsque le courant  $I_M$  est supérieur à la valeur du courant limite  $I_{LIM}$ , le comparateur interdit le passage du signal  $S_{PWM1}$ , ce qui a pour conséquence que le signal  $S_{PWM2}$  devienne zéro et la commande de puissance du moteur diminue jusqu'à ce que le courant  $I_M$  consommé par le moteur devienne inférieur au courant  $I_{LIM}$ . Cette situation amène le comparateur à permettre à nouveau le passage du signal  $S_{PWM1}$  à la commande moteur 32.

**[0016]** Comme il a été énoncé plus haut, l'invention prévoit une fonction de protection de pompe dans le cas où la vitesse de rotation du moteur 2 est trop faible pour assurer un fonctionnement correct de la pompe. Cette fonction de protection est illustrée par le diagramme qui figure à l'intérieur de la case 28 de la figure 4 représente la vitesse de rotation  $V_{RPM}$  en fonction du temps  $t$ . Lorsque la vitesse de rotation est passée en dessous d'un seuil de vitesse minimum  $V_{min}$ , le moteur est arrêté après un temps  $t_1$  et est ensuite redémarré au bout d'un temps  $t_2$ , les temps d'arrêt et de démarrage  $t_1$  et  $t_2$  étant fixes mais paramétrables. Il est également possible que

les temps  $t_1$  et  $t_2$  soient modulés en fonction des accélérations et décélérations du moteur. Dans ce cas, les lois de modulation de  $t_1$  et  $t_2$  sont paramétrables. En fonction de l'état de rotation du moteur, la fonction de protection 30 de la pompe applique à la logique de décision 27 de la figure 4, le signal susmentionné d'autorisation de rotation  $S_{AR}$ , qui est de nature binaire et soit amène la logique de décision à permettre le passage de la consigne de régime moteur  $C_{RPM}$  à la case d'asservissement de vitesse 28, comme cela a été décrit plus haut, soit interdit ce passage du signal.

**[0017]** La figure 5 illustre une autre version de mise en oeuvre de la stratégie du système selon l'invention, qui consiste à remplacer le comparateur 29 de la figure 4 par un contrôleur scalaire 34, la commande 32 du moteur devenant ainsi une commande scalaire qui permet de limiter le couple fourni au moteur 2 en contrôlant la valeur des courants de phase et en asservissant le déphasage entre le champ créé par l'alimentation  $Bri$  et celui  $Ba$  créé par les aimants à une valeur constante de  $\pm \pi/2$ . Cette commande est notamment connue pour des machines synchrones dans laquelle le stator est généralement muni d'un enroulement triphasé, alimenté par un système de tension et courant et créant dans l'entrefer un champ d'induction  $Bri$  tournant. Le champ  $Bri$  a tendance à attirer le rotor qui est pourvu d'aimants permanents produisant un champ d'induction  $Ba$ . Comme le rotor attire le stator, le champ d'induction a tendance à s'aligner en donnant ainsi naissance à un couple électromagnétique.

**[0018]** La figure 6 montre une autre version de mise en oeuvre de l'invention qui prévoit une commande vectorielle du moteur et utilise à la place du contrôleur scalaire 34 de la figure 5 un contrôleur vectoriel 35. La commande vectorielle permet de limiter le couple fourni au moteur en contrôlant directement le vecteur courant  $I_{s(t)}$ . Comme il est connu, toutes les informations relatives aux trois courants des trois phases du moteur peuvent être réunies en une seule grandeur mathématique, à savoir le phaseur de courant qui est une grandeur spatiale. L'avantage d'utiliser un phaseur spatial plutôt que de traiter des grandeurs scalaires est que les trois informations relatives aux trois courants de phase du moteur sont réunies en une seule grandeur complexe.

**[0019]** Le phaseur représenté par le courant vectoriel  $I$  dans le schéma donné à l'intérieur de la case contrôleur vectoriel 35 peut être décomposé, dans un système biphasé spatial équivalent à un système triphasé scalaire, selon une composante de courant statorique directe  $I_D$  portée sur l'axe des abscisses et une composante de courant statorique en quadrature  $I_Q$  portée sur l'axe des ordonnées. L'avantage réside principalement dans la manipulation de deux grandeurs seulement.

**[0020]** Bien entendu l'invention qui vient d'être décrite en se référant aux figures, dans son application à un véhicule automobile pour fournir une assistance à la direction de celui-ci n'est pas limitée à cette application. Cette dernière n'a été indiquée qu'à titre d'exemple.

**[0021]** En effet, l'invention est utilisable dans tous les cas où on utilise un groupe électro-pompe qui est destiné à fournir une puissance hydraulique tout en prévoyant une protection contre des éventuelles surpressions 5 dans le circuit hydraulique, par exemple dans des systèmes de freinage et de suspension de véhicule automobile ou de chariots élévateurs ou analogue.

## 10 Revendications

1. Système de groupe électro-pompe, du type comprenant un moteur électrique, une pompe hydraulique entraînée par le moteur électrique et destinée à fournir une puissance hydraulique à un dispositif hydraulique, et des moyens de limitation de la pression du fluide hydraulique envoyés par la pompe dans le circuit hydraulique, **caractérisé en ce que** les moyens de limitation de la pression sont réalisés sous forme de moyens de gestion électroniques (13', 17, 15).
2. Système selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la limitation de la pression est effectuée par l'établissement du courant maximal limite  $I_{LIM}$  à envoyer au moteur (2) d'entraînement de la pompe (3).
3. Système selon la revendication 2, du type comprenant un calculateur de gestion du fonctionnement du système, **caractérisé en ce que** le calculateur (13') est adapté pour assurer la gestion électronique précitée.
4. Système selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** le calculateur (13') comporte des moyens de calcul du courant maximal limite  $I_{LIM}$  à envoyer au moteur (2) d'entraînement de la pompe.
5. Système selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** les moyens de calcul du courant maximal limite  $I_{LIM}$  sont adaptés pour assurer une augmentation du courant maximal limite par multiplication par un coefficient d'évitement prédéterminé par exemple d'un obstacle lors de la conduite du véhicule.
6. Système selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** les moyens de limitation électroniques de la pression sont adaptés pour comparer le courant moteur  $I_M$  au courant maximal limite  $I_{LIM}$  précité et assure un contrôle empêchant que le courant moteur  $I_M$  dépasse le courant limite  $I_{LIM}$ .
7. Système selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** les moyens de gestion électroniques sont adaptés pour empêcher que le moteur (2) fonctionne à des vitesses de rotation faibles pouvant entraî-

ner un fonctionnement inappropriate de la pompe (3).

8. Système selon l'une des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce qu'il est destiné à équiper un véhicule automobile et à fournir une assistance à la direction de celui-ci, par l'intermédiaire d'un dispositif de vérin hydraulique.** 5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

FIG. 1

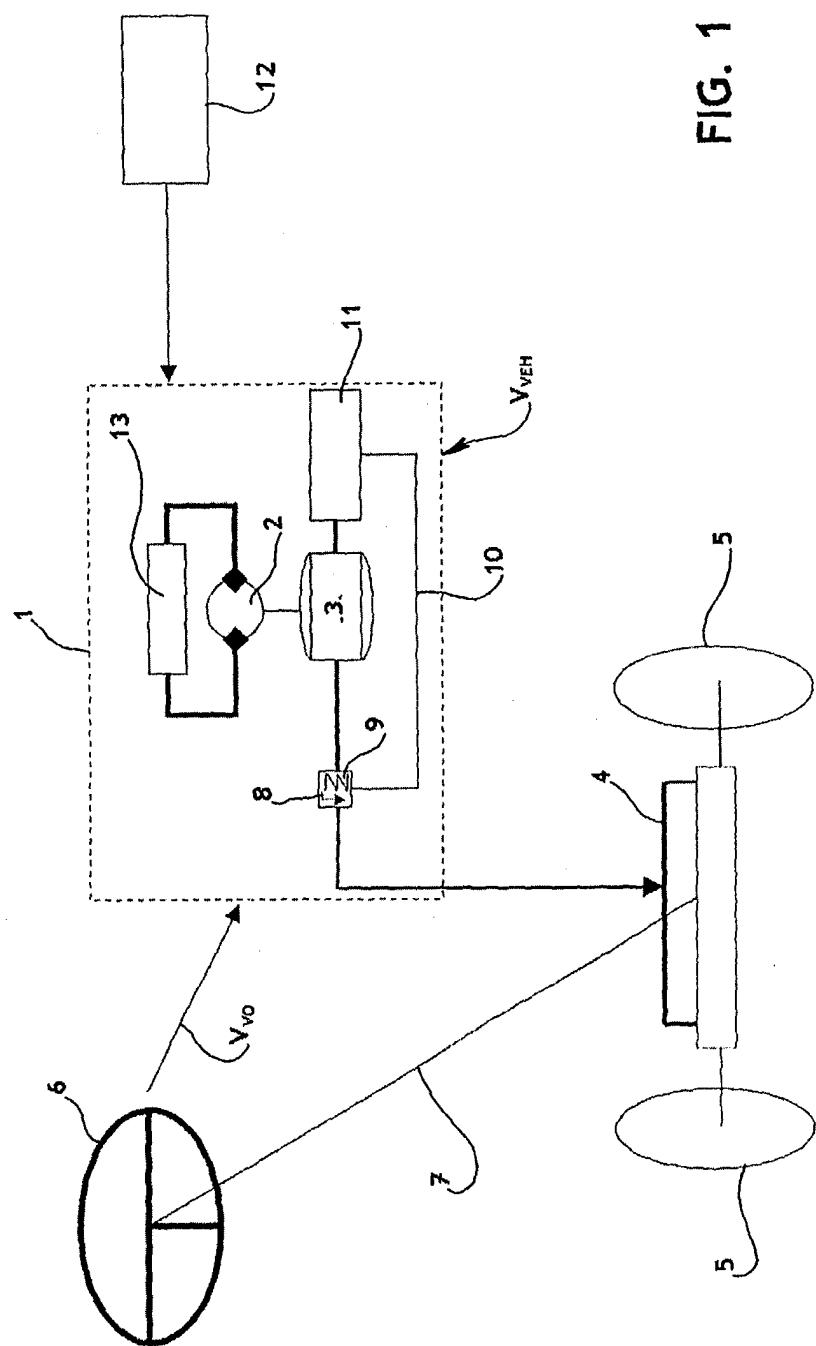


FIG. 2

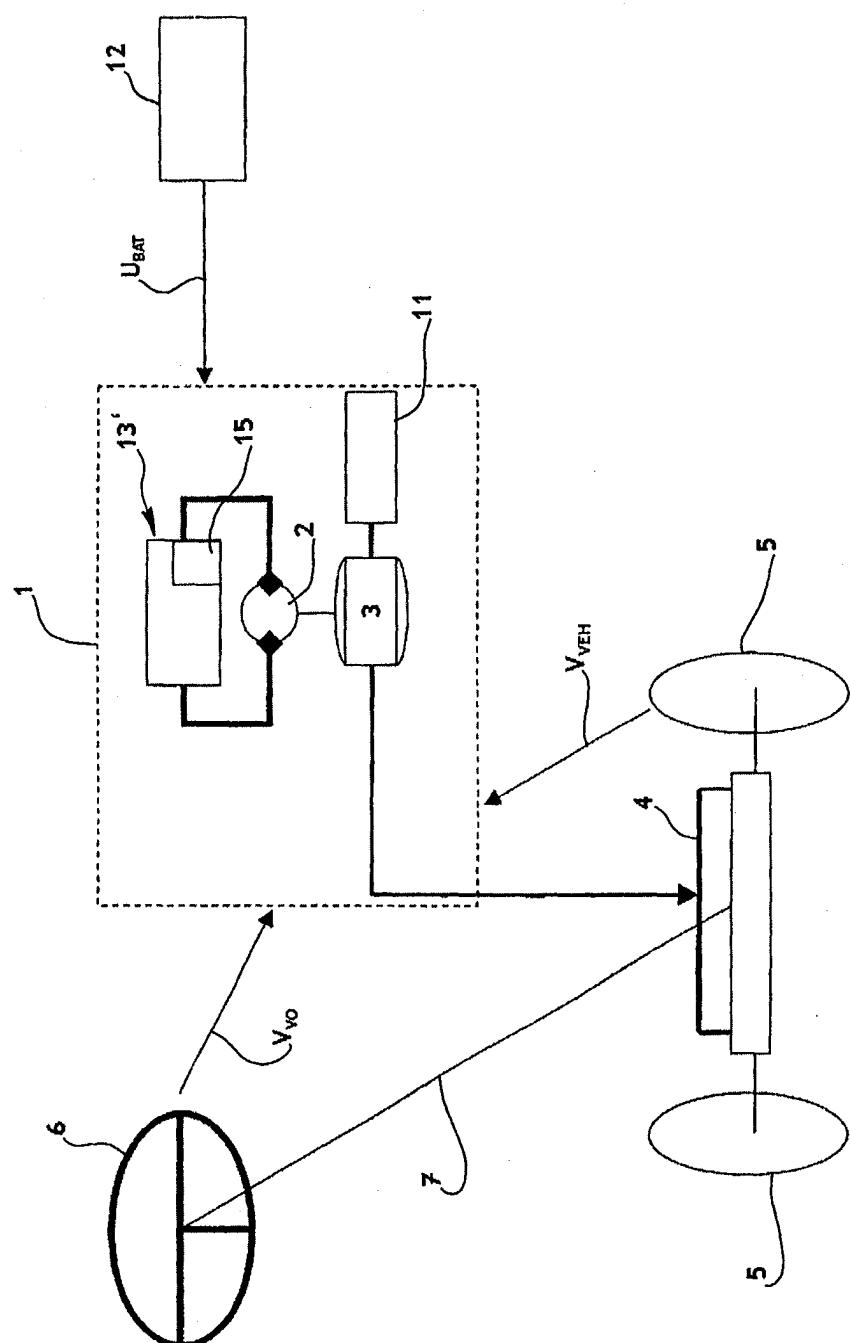
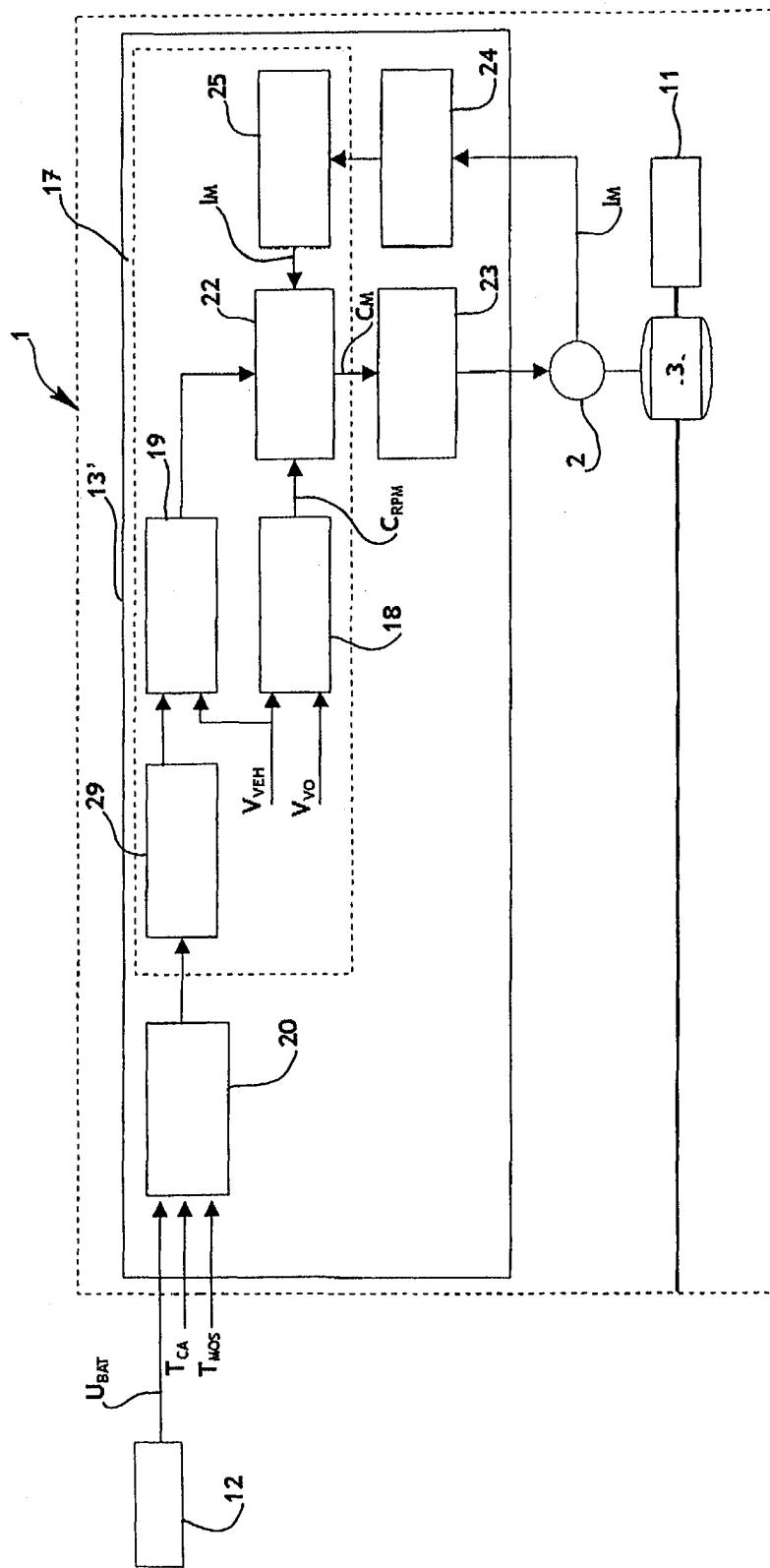


FIG. 3



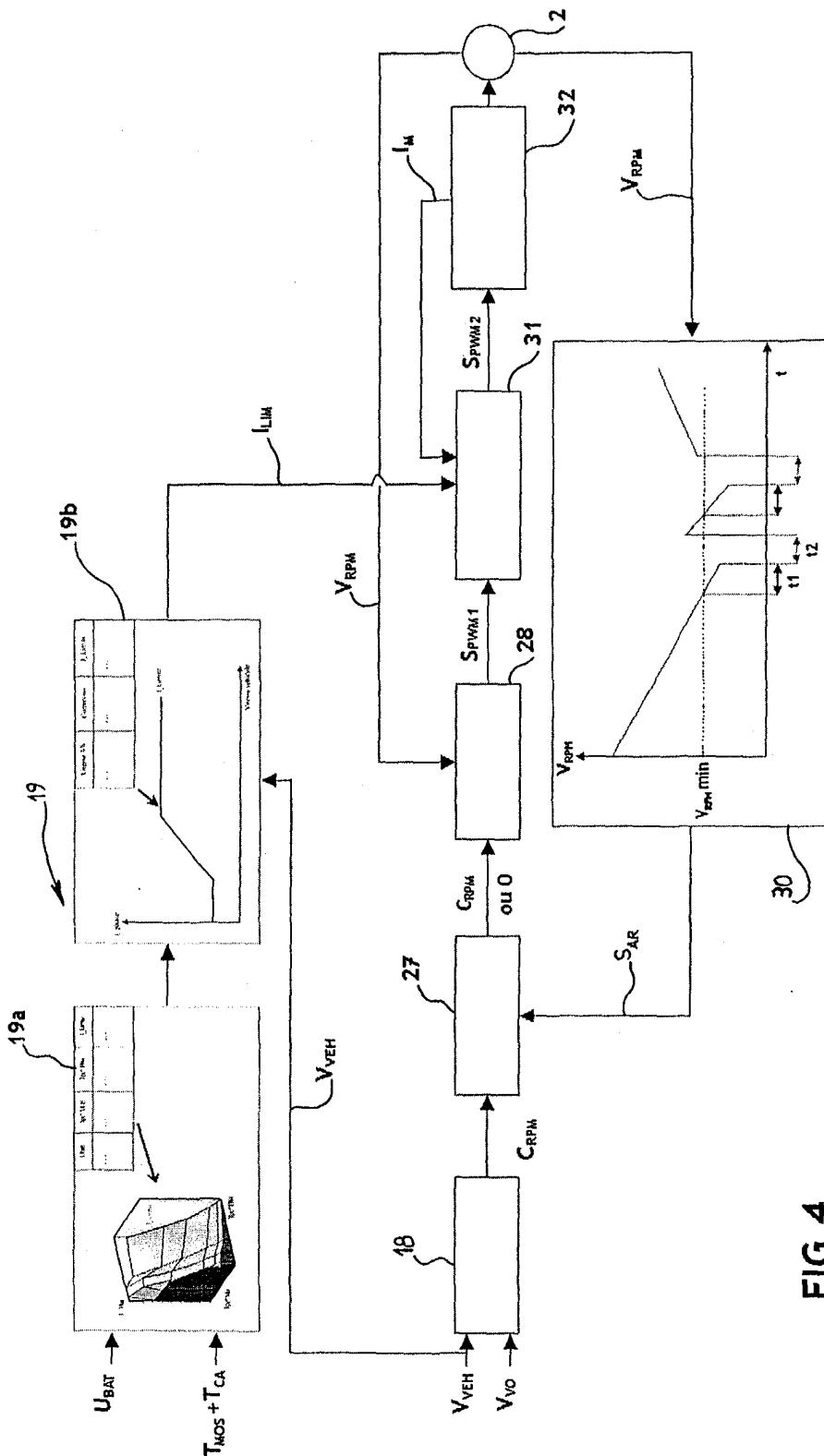


FIG. 4

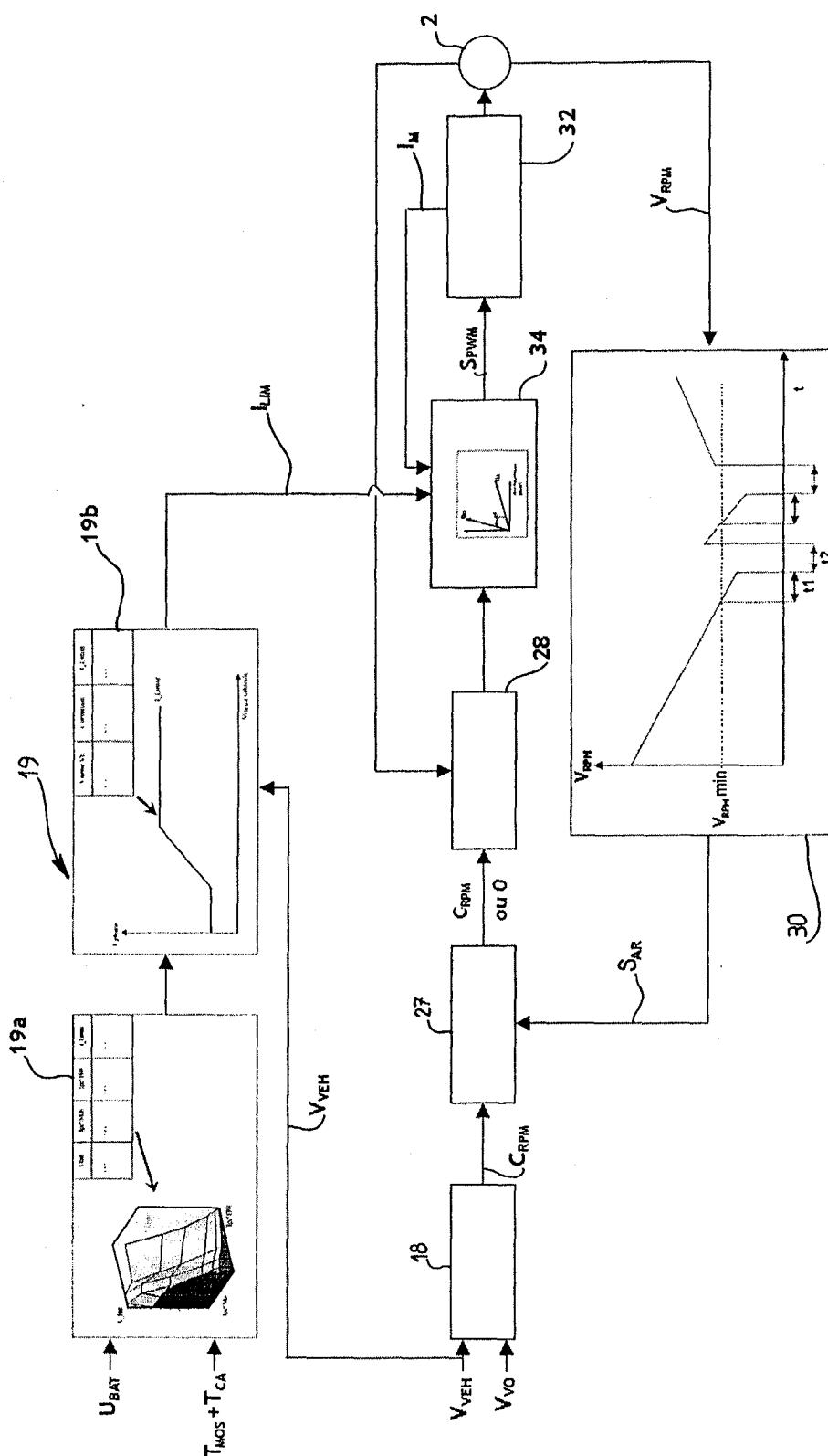


FIG. 5

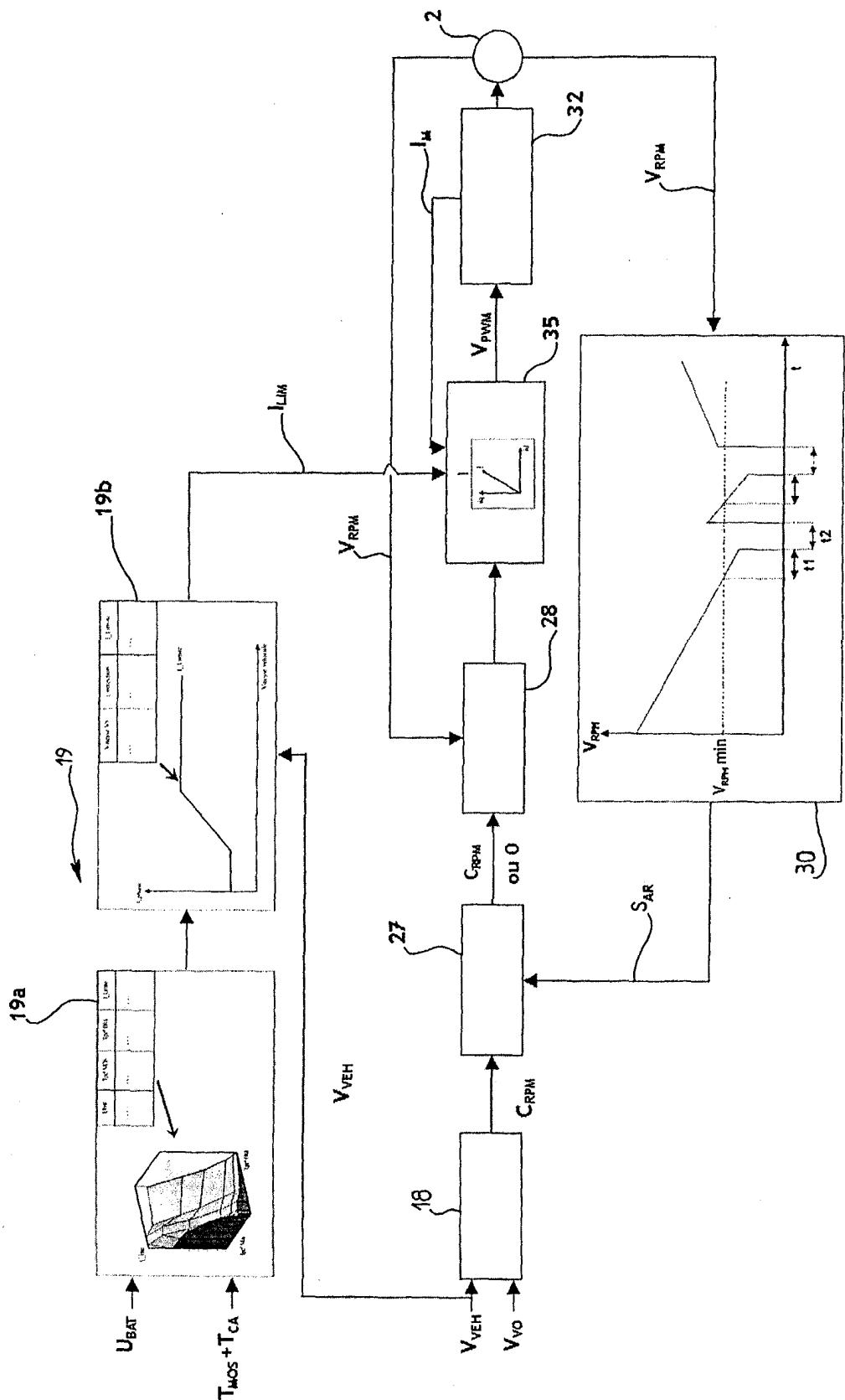


FIG. 6



Office européen  
des brevets

## RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande  
EP 05 29 1034

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.7)
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	
X	EP 0 574 623 A (VICKERS INCORPORATED) 22 décembre 1993 (1993-12-22) * colonne 2, ligne 22 - colonne 3, ligne 37 * * revendication 1 * * figures 1,2 * -----	1,3,7,8	F04B49/06
X	EP 0 543 419 A (KOYO SEIKO CO., LTD.) 26 mai 1993 (1993-05-26) * colonne 1, ligne 1 - ligne 42 * * colonne 2, ligne 39 - colonne 3, ligne 7 * * figure 1 * -----	1,3,7,8	
X	EP 0 718 496 A (MARTIN MARIETTA CORPORATION) 26 juin 1996 (1996-06-26) * colonne 1, ligne 52 - colonne 2, ligne 5 * * colonne 5, ligne 31 - ligne 40 * * revendication 1 * -----	1,3,7,8	
A	DE 38 19 490 A (SIEMENS AG, 1000 BERLIN UND 8000 MUENCHEN, DE) 14 décembre 1989 (1989-12-14) * colonne 2, ligne 24 - colonne 4, ligne 37 * * figures 1,2 * -----	1,8	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.7) F04B
A	WO 96/28660 A1 (THE BOEING COMPANY) 19 septembre 1996 (1996-09-19) * page 1, ligne 34 - page 3, ligne 4 * * page 6, ligne 18 - page 7, ligne 2 * * figures 4,6 * -----	1	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
1	Lieu de la recherche <b>Munich</b>	Date d'achèvement de la recherche <b>1 août 2005</b>	Examinateur <b>Gnüchtel, F</b>
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES			
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 antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons ..... & : membre de la même famille, document correspondant			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 05 29 1034

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.

Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du  
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

01-08-2005

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication		Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 0574623	A	22-12-1993	CA US EP	2071411 A1 5141402 A 0574623 A1	18-12-1993 25-08-1992 22-12-1993
EP 0543419	A	26-05-1993	JP EP US	5044758 U 0543419 A2 5367235 A	15-06-1993 26-05-1993 22-11-1994
EP 0718496	A	26-06-1996	EP	0718496 A2	26-06-1996
DE 3819490	A	14-12-1989	DE DE	3819490 A1 8816648 U1	14-12-1989 22-03-1990
WO 9628660	A1	19-09-1996	AU CA DE DE EP US	5311496 A 2213457 A1 69617207 D1 69617207 T2 0805922 A1 5865602 A	02-10-1996 19-09-1996 03-01-2002 08-05-2002 12-11-1997 02-02-1999

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82