

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 18 mars 1983.

30 Priorité :

43 Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 38 du 21 septembre 1984.

60 Références à d'autres documents nationaux appa-
rentés :

71 Demandeur(s) : ETUDES TECHNIQUES ET REPRESENTATIONS INDUSTRIELLES ETRI. — FR.

72 Inventeur(s) : Jacques Guerin-Pinaud.

73 Titulaire(s) :

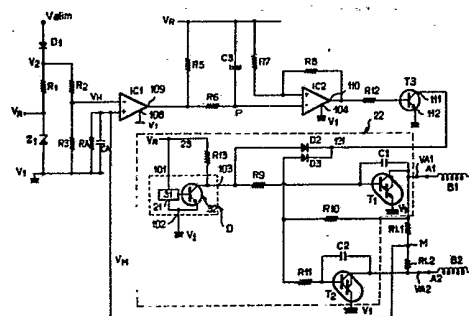
74 Mandataire(s) : André Bouju.

54 Procédé et dispositif pour détecter si un moteur à courant continu est ralenti, et moteur comportant un tel dispositif.

57 Le moteur comprend au moins un enroulement inducteur B1, B2 alimenté par intermittence en tension continue de façon à engendrer un couple moteur par interaction avec des pôles magnétiques permanents mobiles en rotation par rapport à l'enroulement.

On détecte par une mesure de tension, pendant les intervalles de temps où l'enroulement B1, B2 n'est pas alimenté, la force électromotrice d'induction créée dans celui-ci par la rotation relative des pôles permanents et on produit un signal de basse vitesse lorsque ladite force électromotrice est inférieure à un seuil fixé en corrélation avec le seuil de vitesse désiré.

Application aux moteurs à courant continu sans collecteur.



La présente invention concerne un procédé et un dispositif pour détecter si un moteur électrique à courant continu est ralenti et plus précisément pour déceler si sa vitesse est inférieure à un certain seuil. L'invention concerne également un moteur comportant un tel dispositif.

Les moteurs de ce genre comportent en général au moins un enroulement moteur et des pôles magnétiques permanents mobiles en rotation relativement à l'enroulement moteur.

Pour que le rotor soit soumis au moins en moyenne à un couple moteur dans le sens de rotation voulu il faut que l'alimentation de l'enroulement en courant et/ou le sens du courant dans l'enroulement soient déterminés à chaque instant en fonction de la position angulaire du rotor. On prévoit donc des moyens pour fermer et ouvrir successivement un circuit d'alimentation pour l'enroulement en fonction de la position angulaire du rotor relativement au stator.

Dans certaines applications, on a besoin de détecter si la vitesse du rotor tombe au-dessous d'un certain seuil. En particulier il peut s'agir de protéger le moteur à l'égard d'une charge excessive. En effet lorsque la vitesse du rotor est faible pour un raison quelconque comme par exemple un freinage ou un blocage, le circuit d'alimentation demeure excité dans le même enroulement durant une durée pouvant occasionner la détérioration des circuits par échauffement excessif des conducteurs.

La présente invention vise à remédier à ces dangers en présentant un procédé et un dispositif pour détecter si la vitesse du rotor est inférieure à un certain seuil et pour produire un signal lorsqu'une telle chute de vitesse est détectée, ce signal pouvant à la fois servir d'avertissement et assurer la protection du moteur.

Suivant l'invention, le procédé pour détecter si la vitesse du rotor d'un moteur à courant continu est inférieure à un certain seuil ce moteur à courant continu comprenant

au moins un enroulement inducteur alimenté par intermittence en tension continue de façon à engendrer un couple moteur par interaction avec des pôles magnétiques permanents mobiles en rotation par rapport à l'enroulement, est caractérisé en
5 ce qu'on détecte par une mesure de tension, pendant les intervalles de temps où l'enroulement n'est pas alimenté, la force électromotrice d'induction créée dans celui-ci par la rotation relative des pôles permanents, et qu'on produit un signal de basse vitesse lorsque ladite force électromotrice
10 est inférieure à un seuil fixé en corrélation avec le seuil de vitesse désiré.

L'invention procède de la constatation que dans un moteur du genre visé, la rotation des pôles magnétiques par rapport à l'enroulement détermine dans celui-ci une force
15 électromotrice d'induction qu'il est possible de détecter par une mesure de tension pendant les intervalles de temps où l'enroulement n'est pas alimenté. La force électromotrice d'induction ainsi créée est fonction de la vitesse du rotor et elle disparaît quand le rotor est arrêté. Selon l'inven-
20 tion, on utilise les phénomènes exposés ci-dessus pour engendrer un signal de basse vitesse quand on constate que la force électromotrice d'induction est inférieure au seuil prédéterminé fixé pour la sécurité.

Ce signal peut ensuite être utilisé comme on le dési-
25 re, par exemple pour actionner un avertisseur et/ou pour interrompre l'alimentation des enroulements si le but du dispositif est de protéger le moteur contre les surcharges ou les blocages.

D'une manière avantageuse, on retarde l'interruption
30 de l'alimentation d'une durée t_1 par rapport à la diminution de la force électromotrice au-dessous du seuil déterminé.

Ceci permet d'éviter l'adjonction d'un circuit particulier nécessaire au démarrage du moteur qui doit être ali-
35 menté dans ce cas bien que la vitesse du rotor soit inférieure au seuil de vitesse déterminée.

Certaines utilisations de ce type de moteur impliquent de mettre celui-ci sous tension d'une manière progressive, la durée t_1 sera choisie à une valeur suffisante pour que l'alimentation soit maintenue au-delà du temps nécessaire au rotor pour dépasser le seuil de vitesse.

Cette temporisation t_1 permet en outre d'éviter les coupures d'alimentation pour des causes éphémères de baisse de vitesse telle qu'une surcharge momentanée du rotor.

Selon une version préférée de l'invention, la suppression du signal de basse vitesse entraîne le rétablissement de l'alimentation des enroulements après un délai t_2 suivant son interruption.

La durée t_2 sera avantageusement choisie grande devant t_1 de sorte que l'intensité moyenne dans les circuits qui résulte de la surintensité de blocage circulant pendant le temps t_1 et du courant nul pendant le temps t_2 ne produise aucun dommage par échauffement des conducteurs.

Une application de ce procédé à un moteur dont le nombre d'interrupteurs ouverts est le même quelle que soit la position du rotor, est caractérisée en ce qu'on effectue les mesures de tension en des points de mesure A compris chacun entre l'un des enroulements et l'interrupteur commandé correspondant, ce dernier étant branché entre le point de mesure associé et une borne d'alimentation portée à un premier potentiel continu V_1 tandis que l'enroulement est monté entre le point de mesure A associé et une borne d'alimentation portée à un deuxième potentiel V_2 continu différent du premier, et en ce que ces mesures sont combinées en une grandeur caractéristique qui varie dans un même sens lorsque, toutes choses égales par ailleurs, le potentiel en l'un quelconque des points de mesure varie dans le sens du premier potentiel vers le second potentiel.

La grandeur caractéristique est ainsi une fonction caractéristique de la force électromotrice induite dans le ou les enroulements non alimentés et permet de générer

le signal de détection de basse vitesse.

Par exemple lorsque le procédé est appliqué à un moteur comportant n enroulements sur lesquels on désire effectuer une mesure et n points de mesure associés ($A_1 \dots A_n$), la grandeur caractéristique peut être une fonction monotone de l'expression $\sum_{A_1}^{A_n} \frac{V_A - V_1}{V_2 - V_1}$, dans laquelle V_A représente le potentiel au point de mesure considéré ($A_1 \dots A_n$), V_1 représente le premier potentiel continu et V_2 le deuxième potentiel continu.

Selon un autre aspect de l'invention, le dispositif pour la mise en oeuvre du procédé ci-dessus est caractérisé en ce qu'à chacun des enroulements inducteurs sur lesquels on veut effectuer une mesure de tension est associée une résistance de liaison reliant le point de mesure correspondant A à un point commun M , la valeur des résistances de liaisons R_L étant proportionnelle à la différence ($V_2 - V_1$) entre le second et le premier potentiels continus pour les différents enroulements de sorte que le potentiel au point commun M est fonction linéaire de $\sum_{A_1}^{A_n} \frac{V_A - V_1}{V_2 - V_1}$ et constitue la grandeur caractéristique.

Par exemple, dans le cas fréquent où le moteur comporte n enroulements mesurés pouvant être tous alimentés entre les mêmes potentiels continus $V_1 = 0$ et V_2 , m étant le nombre d'interrupteurs ouverts, R_A la valeur de la résistance supplémentaire reliant le point M au potentiel V_1 , les résistances de liaison R_L ayant donc toutes la même valeur, le dispositif sera avantageusement caractérisé en ce qu'il comporte des moyens pour comparer le potentiel au point commun à un potentiel de référence $V_H = (1 + a) \frac{m R_A}{n R_A + R_L} V_2$

a étant un nombre positif petit par rapport à 1.

Dans ce cas fréquent, le potentiel au point commun M devient égal à $(1 + \frac{f.e.m.}{V_2}) \frac{m R_A}{n R_A + R_L} \cdot V_2$

Lorsque la force électromotrice induite par la rotation du rotor descend au-dessous du seuil déterminé $a \times V_2$, il suffit de comparer le potentiel au point commun avec le

potentiel de référence fixé à l'avance pour élaborer le cas échéant le signal de basse vitesse du rotor, cette comparaison étant faite par des moyens connus tels des comparateurs électroniques de tension.

5 D'autres caractéristiques de l'invention ressortiront de la description détaillée donnée ci-après à titre illustratif et non limitatif, et du dessin annexé dans lequel :

- la figure 1 est une vue axiale schématique montrant le rotor et le stator d'un moteur selon l'invention ;

10 - la figure 2 est un schéma électrique du circuit de commutation d'un moteur selon l'invention.

- la figure 1 montre un exemple particulier d'un moteur où le rotor 1 d'axe A entraîne des aimants permanents 4, 5 et où le stator 2 porte les enroulements B1, B2 du type utilisé comme moteur de ventilateur de coffrets électriques.

15 Le rotor 1 possède une surface extérieure de révolution 3 formée par deux aimants permanents 4 et 5 collés sur un noyau tubulaire 6 et présentant respectivement des pôles nord et sud sur cette surface extérieure, ces pôles nord et sud occupant chacun environ la moitié de la circonférence du rotor. L'autre pôle de chacun des aimants 4,5 est dirigé vers l'axe A.

20 Le stator 2 comprend deux régions polaires 7 et 8 diamétralement opposées par rapport au rotor, élargies vers l'intérieur par des cornes polaires 9 de façon que chaque région polaire enveloppe presque la moitié du périmètre du rotor 1 avec un entrefer $\underline{e}$ constant, et réunies à l'extérieur par deux bras 10 et 11 fermant le circuit magnétique entre les régions polaires.

30 Les régions polaires 7 et 8 sont entourées respectivement par des enroulements B_1 et B_2 pouvant, dans la représentation schématique de la figure 1, être alimentés en courant respectivement par la fermeture de deux interrupteurs S_1 et S_2 . Lorsque l'enroulement B_1 est alimenté, les régions 7 et 35 8 deviennent respectivement pôle sud et pôle nord, et le ro-

tor tend à prendre la position montrée à la figure 1, l'aimant 4 faisant face à la région 7. Lorsque l'enroulement B_2 est alimenté, les régions 7 et 8 deviennent respectivement pôle nord et pôle sud, correspondant pour le rotor à une position
 5 d'équilibre symétrique de la précédente.

A l'extrémité avant du stator et face à la surface cylindrique formée par les aimants 4 et 5 du rotor, est placé un détecteur D de position du rotor. Le détecteur D est disposé au voisinage de l'extrémité de l'une des cornes de la
 10 région polaire 8, et est décalé d'un petit angle β dans le sens trigonométrique par rapport au plan axial O, π perpendiculaire à l'axe $\frac{\pi}{2}$, $\frac{3\pi}{2}$ des pôles du stator.

A la figure 2, on retrouve les enroulements B_1 et B_2 , le détecteur D et deux transistors NPN Darlington à double
 15 étage T_1 et T_2 constituant les interrupteurs S_1 et S_2 .

Les deux enroulements moteurs B_1 et B_2 ont chacun une extrémité reliée à la borne d'alimentation positive V_2 du moteur, séparée de la source VALIM par une diode D_1 protégeant l'ensemble contre les inversions de polarité.

L'autre extrémité A_1 , A_2 des enroulements B_1 , B_2 est
 20 reliée au collecteur de deux transistors NPN Darlington T_1 et T_2 respectivement, dont l'émetteur est relié à la masse V_1 qui représente la borne d'entrée négative du moteur et sera prise comme origine des potentiels ($V_1 = 0$).

Les transistors T_1 et T_2 forment avec le détecteur D apparaissant à la figure 1, l'essentiel de moyens 22 de commutation pour fermer et ouvrir successivement les circuits d'alimentation des enroulements B_1 et B_2 en fonction de la position angulaire du rotor.

Le détecteur D comprend essentiellement un générateur de Hall 31 sensible au champ magnétique et un transistor NPN 32 dont l'émetteur est relié à la borne d'entrée négative 21 du générateur et la base à l'une des sorties de celui-ci, le collector du transistor 32 constituant la sortie 103 du
 30 détecteur D. Celui-ci est alimenté par une ligne 23 sous une
 35

tension stabilisée VR indépendante des variations de la tension VALIM d'alimentation du moteur, fournie au point commun entre une diode Zener Z_1 et une résistance R_1 montées en série entre la borne V_2 et la masse V_1 . La sortie du détecteur D est
5 reliée à la ligne 23 par une résistance R_{13} à la base du transistor T_1 par une résistance R_9 , tandis que deux résistances en série R_{10} et R_{11} joignent le collecteur du transistor T_1 à la base du transistor T_2 .

Deux condensateurs antiparasites C_1 , C_2 sont montés
10 en parallèle avec les trajets collecteur-base des transistors T_1 et T_2 respectivement.

Le moteur, selon la présente invention, comprend également un circuit 24 de détection de basse vitesse. Ce circuit utilise entre autres composants, deux comparateurs IC_1
15 et IC_2 , qui comportent chacun une entrée inverseuse (signe - sur le schéma) une entrée non inverseuse (signe +) une alimentation 104, 108 et une sortie 109, 110.

Lorsque le potentiel de l'entrée inverseuse d'un comparateur (IC_1 ou IC_2) est supérieur à celui de l'entrée non-inver-
20 seuse, la sortie est reliée à son potentiel d'alimentation (108, 104)

Dans le cas contraire, la sortie est déconnectée de l'alimentation de sorte que le potentiel de sortie est déterminé uniquement par le circuit en aval du comparateur.

L'entrée inverseuse du comparateur IC_1 soumise à une
25 tension de référence V_H , est reliée à cet effet au point médian d'un diviseur de tension R_2 , R_3 , branché entre les bornes d'alimentation V_2 et V_1 ; son entrée non inverseuse est reliée au point commun M entre résistances de liaison RL_1 , RL_2 montées en série entre les extrémités A_1 , A_2 des enroulements
30 B_1 , B_2 .

L'entrée non inverseuse du comparateur IC_1 est également reliée à la masse V_1 par l'intermédiaire d'une résistance R_A et d'un condensateur C_A montés en parallèle.

La sortie 109 du comparateur IC_1 est reliée par une
35 résistance R_5 à la tension stabilisée VR et par une résistan-

ce R_6 à l'entrée inverseuse du second comparateur IC_2 , dont l'alimentation, comme celle du comparateur IC_1 , est à la tension $V_1 = 0$. L'entrée non inverseuse de ce comparateur IC_2 est reliée à la tension stabilisée V_R par une résistance R_7 et à sa sortie 110 par une résistance R_8 . Un condensateur chimique C_3 est monté entre la tension V_R et l'entrée inverseuse du comparateur IC_2 . La sortie 110 du comparateur IC_2 est reliée à la base d'un transistor NPN T_3 dont l'émetteur 112 est relié à la masse V_1 et le collecteur 111 est relié au point 121 commun aux deux cathodes de deux diodes D_2 et D_3 . L'anode de la diode D_2 est raccordée à la sortie 103 du détecteur de position D, tandis que l'anode de la diode D_3 est reliée au point commun entre les résistances R_{10} et R_{11} .

Le fonctionnement du moteur ainsi constitué est le suivant :

Le transistor T_3 étant supposé bloqué pour des raisons exposées plus loin, lorsque le rotor 1 tourne, la sortie du détecteur D passe alternativement de $V_1 = 0$ à V_R et inversement en fonction de la position du rotor 1 dont le champ magnétique agit alternativement dans un sens ou dans l'autre sur le générateur de Hall 31 sensible au champ magnétique dont la sortie binaire de faible puissance est V_R ou $V_1 = 0$.

Lorsque la sortie 103 du détecteur D est au potentiel zéro T_1 est bloqué. Aucun courant ne parcourt donc B_1 et le point A_1 est ainsi à un potentiel supérieur à V_1 , qui sature T_2 via la résistance R_{10} et R_{11} . T_2 est ainsi rendu passant et B_2 est alimenté et parcouru par un courant I_2 . Lorsque la sortie 103 est au potentiel V_R , T_1 est conducteur, de sorte que A_1 est au potentiel V_1 , T_2 est bloqué et seul l'enroulement B_1 est alimenté et parcouru par un courant I_1 .

En examinant la figure 1, on suppose d'abord que lorsque le détecteur D est face au pôle nord du rotor l'enroulement B_1 est alimenté, faisant apparaître un pôle sud à la région 7, et que le rotor tourne dans le sens de la flèche F

(sens horaire). Lorsqu'une génératrice séparant les pôles du rotor passe devant le détecteur D, s'amorce le processus par lequel s'ouvre l'un et se ferme l'autre des circuits d'alimentation des enroulements.

5 Le détecteur D est positionné avec une avance angulaire β par rapport au plan $O, \mathcal{N}$ de manière à tenir compte de légers retards à la commutation et notamment du délai de variation des courants dans les enroulements B_1, B_2 . De cette façon, le champ magnétique créé par les enroulements se traduit toujours par un couple moteur dans le sens de la flèche.

10 Pour que la rotation s'entretienne, il suffit que le transistor T_3 soit bloqué.

Si le transistor T_3 passe à l'état conducteur la sortie 103 du détecteur D et le point commun aux résistances
15 R_{10} et R_{11} sont maintenus à la tension V_1 , ce qui bloque les transistors T_1, T_2 et interrompt donc toute alimentation des enroulements B_1, B_2 quel que soit le champ magnétique subi par le générateur B_1 .

L'état du transistor T_3 est commandé par le dispositif
20 de détection de basse vitesse 24, objet de l'invention dont le fonctionnement est le suivant.

Lorsque le moteur tourne normalement, le couple moteur est entretenu, on l'a vu plus haut, parce que les extrémités A_1, A_2 des enroulements sont alternativement reliées à
25 la masse V_1 ou en l'air.

Dans le second cas, l'extrémité A (soit A_1 , soit A_2) de l'enroulement (B_1 ou B_2) est au potentiel V_2 augmenté d'une force électromotrice (f.e.m.) induite sur l'enroulement par les aimants 4, 5 en rotation.

30 Cette f.e.m. est toujours additionnée à V_2 ; par exemple si $V_1 = 0$, V_2 positive, cette f.e.m. sera positive.

En effet dans l'enroulement alimenté, qui engendre le couple moteur, la force contre-électromotrice induite annule V_2 aux pertes en ligne près. Au contraire dans l'enroulement
35 non alimenté la force électromotrice f.e.m. s'additionne à V_2 .

Si le moteur tourne à une vitesse basse, cette f.e.m. induite devient faible et le potentiel devient $V_2 + V_a$, V_a étant faible devant la f.e.m. induite à vitesse normale.

Le principe de la présente invention consiste, quelle que soit la configuration du moteur et son état à un instant donné, à détecter quand la valeur de cette f.e.m. induite sur les enroulements non alimentés descend au-dessous d'un seuil déterminé, permettant de signaler que la vitesse angulaire du rotor est inférieure à un certain seuil de vitesse.

Dans le premier exemple décrit (figure 2) les points A (A_1, A_2) sont reliés à un point commun M par des résistances de liaison R_L (R_{L1}, R_{L2}) de valeur ohmique élevée, ce point M étant relié au potentiel de la masse V_1 par l'intermédiaire d'une résistance supplémentaire R_A . Par exemple si toutes les résistances de liaison R_L (R_{L1}, R_{L2}) sont égales, le potentiel du point M est représentatif de la somme des potentiels aux points A, $V_M = k \sum V_A$, k étant un nombre constant déterminé par les valeurs relatives des résistances R_L et R_A .

En comparant au moyen du comparateur IC_1 le potentiel V_M avec le potentiel V_H fixé à l'avance, il est possible de générer un signal à la sortie 109 du comparateur IC_1 qui indique si le moteur tourne à une vitesse normale (sortie en l'air) ou si le moteur tourne à une vitesse inférieure à un certain seuil (sortie connectée à V_1).

Ce signal peut être utilisé, par exemple, pour couper directement l'alimentation du moteur. Cependant pour éviter des coupures intempestives dues à des causes éphémères, il est prévu dans l'exemple représenté de temporiser cette coupure, ce qui permet en outre au moteur de démarrer sans qu'il faille prévoir un dispositif spécial mettant hors service la surveillance de vitesse au démarrage. A cet effet, la sortie 109 du comparateur IC_1 correspondant à vitesse basse est au potentiel V_1 ($V_1 = 0$). Le condensateur de grande capacité C_3 , comme par exemple un condensateur chimique, étant entre V_1

et V_R se charge à travers R_6 .

Lorsque après un temps de charge t_1 la tension aux bornes du condensateur C_3 dépasse celle aux bornes de R_7 , soit $\frac{R_7}{R_7 + R_8} V_R$, la sortie 110 du comparateur IC_2 est libérée et la base du transistor T_3 est reliée à V_R par l'intermédiaire des résistances R_7 , R_8 et R_{12} , et T_3 devient conducteur, bloquant les transistors T_1 et T_2 et interrompant par conséquent l'alimentation des enroulements B_1 et B_2 , indépendamment de l'état du détecteur D.

Lorsque les transistors T_1 et T_2 sont bloqués simultanément, les points A_1 et A_2 sont tous deux au potentiel V_2 le comparateur IC_1 , bascule (sortie 109 à $V_1 = 0$) et le condensateur C_3 se décharge dans les résistances R_5 et R_6 . Après un temps de décharge t_2 , le condensateur C_3 applique à l'entrée inverseuse du comparateur IC_2 un potentiel inférieur à celui de son entrée non inverseuse, maintenant voisin de V_R et défini par le diviseur de tension constitué par les résistances R_7 d'une part, R_8 , R_{12} et la résistance base-émetteur du transistor T_3 d'autre part. Le comparateur IC_2 bascule de nouveau et bloque T_3 , autorisant l'alimentation des enroulements. Tant que subsiste la cause de courant excessif comme par exemple le freinage du rotor, ce cycle se répète, les enroulements étant alternativement alimentés pendant une durée t'_1 , légèrement inférieure à la durée initiale t_1 puisque la tension minimale du condensateur C_3 n'est plus nulle, et non alimentés pendant la durée t_2 . Les résistances R_5 et R_6 qui constituent avec le condensateur C_3 un circuit de temporisation destiné à introduire le retard t_1 (éventuellement t'_1) ou t_2 entre le basculement du comparateur IC_1 et celui du comparateur IC_2 , sont choisies de sorte que t_2 soit grand relativement à t_1 ou t'_1 , par exemple 10 secondes contre 1 seconde environ. De cette façon, le courant moyen dans les enroulements est suffisamment faible pour éviter toute détérioration. Si la cause perturbatrice disparaît, le moteur démarre spontanément.

Il est possible de prélever à la sortie du comparateur IC_2 un signal binaire qui présente une valeur (zéro) lorsque les enroulements B_1 , B_2 sont alimentés à tour de rôle et l'autre valeur voisine de V_R lorsqu'ils ne sont pas alimentés.

- 5 Au démarrage la vitesse est nulle puis faible, la f.e.m. induite également et la tension en M est inférieure au seuil V_H tant que la vitesse du rotor n'a pas dépassé le seuil de vitesse. La temporisation t_1 est choisie supérieure au temps que met le rotor 1 pour passer de la vitesse nulle à une
- 10 vitesse supérieure au seuil de vitesse prédéterminée.

- Dans le dispositif décrit une même mesure de tensions sur deux enroulements, permet d'une part de produire le signal de vitesse basse après une première temporisation t_1 et d'autre part de supprimer ce signal après une seconde temporisation t_2 , de façon que le moteur puisse repartir spontanément lorsque la cause du blocage a disparu. Pour cela il est
- 15 nécessaire d'effectuer la mesure sur deux enroulements au moins et qu'à chaque instant l'un deux au moins soit alimenté, faute de quoi si le blocage intervient alors que le ou
- 20 les enroulements considérés ne sont pas alimentés, il ne serait pas possible de détecter l'interruption de l'alimentation si celle-ci se fait par le même interrupteur que la commutation normale.

- Par exemple si dans le circuit décrit ci-dessus on
- 25 voulait détecter le blocage du rotor en prélevant le potentiel du seul point A_1 , on pourrait mesurer la valeur maximale de ce potentiel dans le temps. Cette valeur maximale est supérieure à V_2 lorsque le rotor tourne. Lorsque le rotor est freiné, le potentiel est constant et égal à zéro ou V_2 selon
- 30 que T_1 est conducteur ou non, donc ne dépasse pas V_2 , ce qui permet de détecter le blocage. En revanche dans le cas où le transistor T_1 est bloqué la conduction de T_3 n'a aucun effet sur l'enroulement B_1 et le signal de blocage ne peut pas être supprimé.

Si on désire maintenir le signal de blocage après son apparition, ou si sa suppression est assurée par d'autres moyens, il est possible d'effectuer la mesure de tension sur un seul enroulement alimenté par intermittence, ou sur plusieurs enroulements qui peuvent tous être déconnectés simultanément.

Il en est de même si la coupure de l'alimentation déclenchée par le signal de freinage est assurée par un interrupteur spécial indépendamment des interrupteurs de commutation, cette coupure pouvant modifier le potentiel mesuré sur un enroulement non alimenté. En effet, si dans le dispositif décrit le signal de blocage a pour effet d'ouvrir des interrupteurs T_1 et T_2 servant normalement à l'alimentation successive des enroulements, l'invention est indépendante de tout circuit de commutation et s'applique en particulier aux moteurs à enroulements tournants et aimants fixes et commutation par collecteur, la coupure éventuelle de l'alimentation se faisant alors obligatoirement par un interrupteur indépendant du collecteur.

Cette coupure elle-même n'est pas toujours nécessaire. L'invention peut être mise en oeuvre seulement pour signaler le freinage du moteur, notamment lorsque celui-ci peut supporter sans dommage les surintensités qui en résultent.

Dans l'exemple de la figure 2, les résistances R_{L1} et R_{L2} étant égales, la tension V_M est la même pour une vitesse donnée du rotor quel que soit l'enroulement B_1 ou B_2 alimenté. La tension V_M peut donc être assimilée à une grandeur G caractéristique de la vitesse de rotation du rotor 1.

D'une façon plus générale si on considère un moteur dans lequel on mesure les tensions V_{Ai} en n points A_i situés respectivement entre des enroulements B_i et les interrupteurs T_i correspondants, un nombre constant m de ces interrupteurs étant ouverts à chaque instant, et chaque interrupteur T_i étant branché entre le point A_i et une borne d'alimentation à

un premier potentiel $V1_i$ tandis que l'enroulement B_i est branché entre le point A_i et une autre borne d'alimentation à un deuxième potentiel $V2_i$, il est possible de détecter une vitesse anormalement basse de ce moteur en combinant ces

5 mesures en une grandeur G qui est une fonction monotone de

$$\sum_1^n \frac{VA_i - V1_i}{V2_i - V1_i}, \text{ c'est-à-dire une fonction qui varie toujours}$$

dans un même sens lorsque cette somme augmente. En effet,

10 lorsque le moteur est sous tension et arrêté

$$\frac{VA_i - V1_i}{V2_i - V1_i} \text{ est égal à 1 pour les } \underline{m} \text{ enroulements non alimentés et à zéro pour les } \underline{n} - \underline{m} \text{ enroulements alimentés, donc}$$

la somme est égale à $\underline{m}$. Lorsque le moteur tourne la fraction

15 est supérieure à 1 pour les $\underline{m}$ enroulements non alimentés (la fem induite s'ajoutant en valeur absolue à la tension d'alimentation) et toujours nulle pour les autres enroulements de sorte que la somme est supérieure à $\underline{m}$ et d'autant plus grande que les fem et par conséquent la vitesse du moteur

20 sont plus élevées. La grandeur G s'écarte donc d'autant plus de sa valeur à l'arrêt que la vitesse est plus élevée et constitue ainsi une image de cette vitesse, dont la surveillance permet de détecter une vitesse basse.

Une telle grandeur G peut être fournie, lorsque les

25 tensions d'alimentation $V2_i - V1_i$ des différents enroulements sont toutes de même signe, par le potentiel V_M en un point M relié aux points A_i par des résistances RL_i dont les valeurs sont proportionnelles aux tensions $V2_i - V1_i$, soit $RL_i = k (V2_i - V1_i)$, le point M pouvant en outre

30 être relié par une résistance supplémentaire RA à un point présentant un potentiel constant V_O . La loi des noeuds de Kirchhof donne alors :

$$\sum_1^n \frac{VM - VA_i}{RL_i} + \frac{VM - V_O}{RA} = 0$$

35

(lorsque la liaison au potentiel constant n'existe pas RA est infini et le second terme est nul).

$$5 \quad V_M \left(\sum_1^n \frac{1}{RL_i} + \frac{1}{RA} \right) = \sum_1^n \frac{VA_i}{RL_i} + \frac{V_O}{RA} = \frac{1}{k} \sum_1^n \frac{VA_i}{V2_i - V1_i} + \frac{V_O}{RA}$$

VM est donc une fonction linéaire, donc monotone, de

$$10 \quad \sum_1^n \frac{VA_i}{V2_i - V1_i} \text{ est par conséquent de } \sum_1^n \frac{VA_i - V1_i}{V2_i - V1_i} =$$

$$15 \quad \sum_1^n \frac{VA_i}{V2_i - V1_i} - \sum_1^n \frac{V1_i}{V2_i - V1_i} \text{ puisque les termes}$$

$$\frac{V1_i}{V2_i - V1_i} \text{ sont constants.}$$

Les variations de f.e.m. sur les enroulements engendrées par les variations du flux du champ magnétique capté sur l'enroulement lors de la rotation à vitesse constante du rotor, sont amorties en majeure partie par le condensateur C_A . La grandeur G entachée de ces variations est ainsi lissée par ce condensateur C_A ce qui apporte plus de précision dans le dispositif de détection de vitesse basse.

Dans le cas où V_1 est l'origine des potentiels (soit $V_1 = 0$), où les résistances de liaison entre les points A des enroulements et le point commun M sont égales à R_L , où la résistance supplémentaire entre le point M et le potentiel V_1 est R_A , où m est le nombre d'interrupteurs S ouvert à chaque instant, n le nombre total d'enroulements, la grandeur G est la tension mesurée au point M, V_M , le seuil de détection de vitesse basse est avantageusement fixé à

$$35 \quad V_H = (1+a) \frac{mRA}{nRA + RL} V_2$$

a étant un nombre positif petit devant la valeur
correspondant à une vitesse normale de rotation $\frac{\text{f.e.m. nominale}}{V_2}$

Ce seuil V_H étant pris comme potentiel de référence, le
signal de vitesse basse sera déclenché ou non selon que la
5 tension mesurée en M est inférieure ou supérieure à ce po-
tentiel de référence.

Par ailleurs, le dispositif peut être simplifié en
n'effectuant les mesures ci-dessus que sur deux enroulements
seulement et non sur la totalité, un de ces enroulement étant
10 à tout instant alimenté et l'autre non, alternativement.

Bien entendu, l'invention n'est pas limitée aux exemples
décrits en référence aux figures 1 et 2 et on peut apporter
à ceux-ci de nombreuses modifications sans sortir du cadre
de l'invention.

15 Ainsi il n'est pas nécessaire que les points A soient
liés aux enroulements. Des fils conducteurs peuvent être
disposés de sorte que la rotation de l'aimant produise une
force électromotrice alternative sur ces fils qui sera re-
présentative de la vitesse de rotation du moteur et pourra
20 être utilisée comme grandeur caractéristique de la vitesse
de rotation.

Par ailleurs la grandeur G pourrait être comparée à
un seuil prédéterminé, de toute autre manière que par un compa-
rateur, permettant de déclencher le signal de vitesse basse.

25 La grandeur G élaborée selon l'invention varie conti-
nuement et d'une manière monotone en fonction de la vitesse
de rotation du moteur, de sorte qu'elle est caractéristique
de la vitesse de rotation et pourrait être utilisée non plus
en tout-ou-rien, mais d'une façon continue pouvant par exem-
30 ple servir à indiquer la valeur de la vitesse de rotation
de ce moteur, ou à tout autre usage, sans sortir du cadre de
la présente invention.

REVENDICATIONS

1. Procédé pour détecter si la vitesse du rotor d'un moteur à courant continu est inférieure à un certain seuil, ce moteur comprenant au moins un enroulement inducteur (B1, B2) alimenté par intermittence en tension continue de façon à engendrer un couple moteur par interaction avec des pôles magnétiques permanents (4, 5) mobiles en rotation par rapport à l'enroulement, caractérisé en ce qu'on détecte par une mesure de tension, pendant les intervalles de temps où l'enroulement (B1, B2) n'est pas alimenté, la force électromotrice d'induction créée dans celui-ci par la rotation relative des pôles permanents (4, 5), et en ce qu'on produit un signal de basse vitesse lorsque ladite force électromotrice est inférieure à un seuil fixé, en corrélation avec le seuil de vitesse désiré.

2. Procédé selon la revendication 1 appliqué à un moteur à courant continu comprenant au moins deux enroulements inducteurs (B1, B2), caractérisé en ce qu'on détecte la force électromotrice induite (f.e.m.) en combinant en permanence des mesures de tension (VA1, VA2) effectuées sur différents enroulements (B1, B2) dont à chaque instant l'un au moins n'est pas alimenté.

3. Procédé selon l'une des revendications 1 et 2 utilisé pour protéger le moteur à l'égard des vitesses anormalement basses, telles qu'un blocage du rotor (1), caractérisé en ce que le signal de basse vitesse est utilisé pour interrompre l'alimentation de l'ensemble des enroulements inducteurs (B1, B2).

4. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce qu'on retarde l'interruption de l'alimentation d'une durée t_1 par rapport au passage de la force électromotrice (f.e.m.) au-dessous du seuil déterminé.

5. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que les mesures de tensions sont choisies et traitées de façon que l'interruption de l'alimentation

provoque la suppression du signal de basse vitesse.

6. Procédé selon la revendication 5, caracté-
risé en ce que la suppression du signal de basse vitesse
entraîne le rétablissement de l'alimentation des enrou-
5 lements (B1, B2) après un délai t_2 suivant son interruption.

7. Procédé selon la revendication 6, caracté-
risé en ce que la durée t_2 est grande par rapport à la
durée t_1 .

8. Application du procédé selon l'une des
10 revendications 3 et 4 à un moteur à commutation électro-
nique dans lequel l'alimentation des enroulements (B1, B2)
se fait à travers des interrupteurs (T1, T2) commandés
par des moyens de détection (D) de la position angulaire
du rotor (1), caractérisée en ce que pour interrompre
15 l'alimentation, on ouvre simultanément lesdits inter-
rupteurs (T1, T2) indépendamment des moyens de détection de
position (D).

9. Application du procédé selon les reven-
dications 2 et 8 à un moteur dans lequel le nombre
20 d'interrupteurs (T1, T2) ouverts est le même quelle que
soit la position du rotor (1), caractérisée en ce qu'on
effectue les mesures de tensions en des points de
mesure (A1, A2) compris chacun entre l'un des enroule-
ments (B1, B2) et l'interrupteur commandé correspondant (T1,
25 T2), ce dernier étant branché entre le point de mesure
associé (A1, A2) et une borne d'alimentation portée à un
premier potentiel continu (V_1) et l'enroulement (B1, B2)
étant monté entre le point de mesure associé (A1, A2)
et une borne d'alimentation portée à un deuxième potentiel
30 continu (V_2) différent du premier, et en ce que ces mesures
sont combinées en une grandeur caractéristique (G) qui
varie dans un même sens lorsque, toutes choses égales par
ailleurs, le potentiel (V_A) en l'un quelconque des points
de mesure (A1, A2) varie dans le sens du premier poten-
35 tiel (V_1) vers le second potentiel (V_2).

10. Procédé selon l'une des revendications 5 à 7 et la revendication 9, appliqué à un moteur comportant n enroulements sur lesquels on désire effectuer une mesure et n points de mesure associés ($A_1, \dots, A_n$), caractérisé en ce que la grandeur caractéristique (G) est pour l'en-
 5 semble des enroulements (B1, B2) une fonction monotone de $\sum_{A1}^{An} \frac{VA - V1}{V2 - V1}$ dans laquelle VA représente le potentiel au point de mesure ($A1 \dots An$) considéré, V1 représente
 10 le premier potentiel continu et V2 le deuxième potentiel continu.

11. Procédé selon la revendication 10, caractérisé en ce que les premiers et seconds potentiels continus (V_1 et V_2) sont respectivement identiques pour tous
 15 les enroulements (B1, B2), la grandeur caractéristique (G) étant alors une fonction monotone de $\sum VA$.

12. Procédé selon l'une des revendications 10 et 11, caractérisé en ce que la détection de la force électromotrice se fait en comparant la grandeur (G) à un
 20 seuil (H) qui est atteint lorsque $\sum_{A1}^{An} \frac{VA - V1}{V2 - V1}$

est supérieur au nombre d'interrupteurs ouverts pour chaque position du rotor (1) d'une valeur prédéterminée.

13. Dispositif pour la mise en oeuvre du procédé
 25 selon la revendication 12, caractérisé en ce qu'à chacun des enroulements inducteurs (B1, B2) sur lesquels on veut effectuer une mesure de tension est associée une résistance de liaison (RL1, RL2) reliant le point de mesure correspondant ($A1, A2$) à un point commun (M), la valeur des
 30 résistances (RL1, RL2) étant proportionnelle à la différence ($V2 - V1$) entre le second et le premier potentiels continus pour les différents enroulements (B1, B2) de sorte que le potentiel au point commun (M) est fonction linéaire de $\sum_{A1}^{An} \frac{VA - V1}{V2 - V1}$ et constitue la grandeur
 35 caractéristique (G).

14. Dispositif selon la revendication 13, caractérisé en ce que le point commun (M) est relié par une résistance supplémentaire (RA) à un point présentant un troisième potentiel constant (VO), les valeurs de la résistance supplémentaire (RA) et du troisième potentiel constant (VO) définissant le domaine de variation de la grandeur caractéristique (G) en fonction des potentiels (VA) aux points de mesure (A1, ..., An).

15 et 14, caractérisé en ce que le point commun (M) est également relié à un point présentant un troisième potentiel constant (VO) par un condensateur (C_A) dimensionné de façon à filtrer les oscillations de tension dues à la variation de la force électromotrice d'induction observée dans chaque enroulement (B1, B2) pendant une période d'ouverture de l'interrupteur correspondant (T1, T2).

16. Dispositif selon l'une des revendications 13 à 15, caractérisé en ce que les premier et second potentiels continus (V_1 , V_2) respectivement sont identiques pour tous les enroulements (B1, B2), les résistances de liaison (RL1, RL2) étant égales.

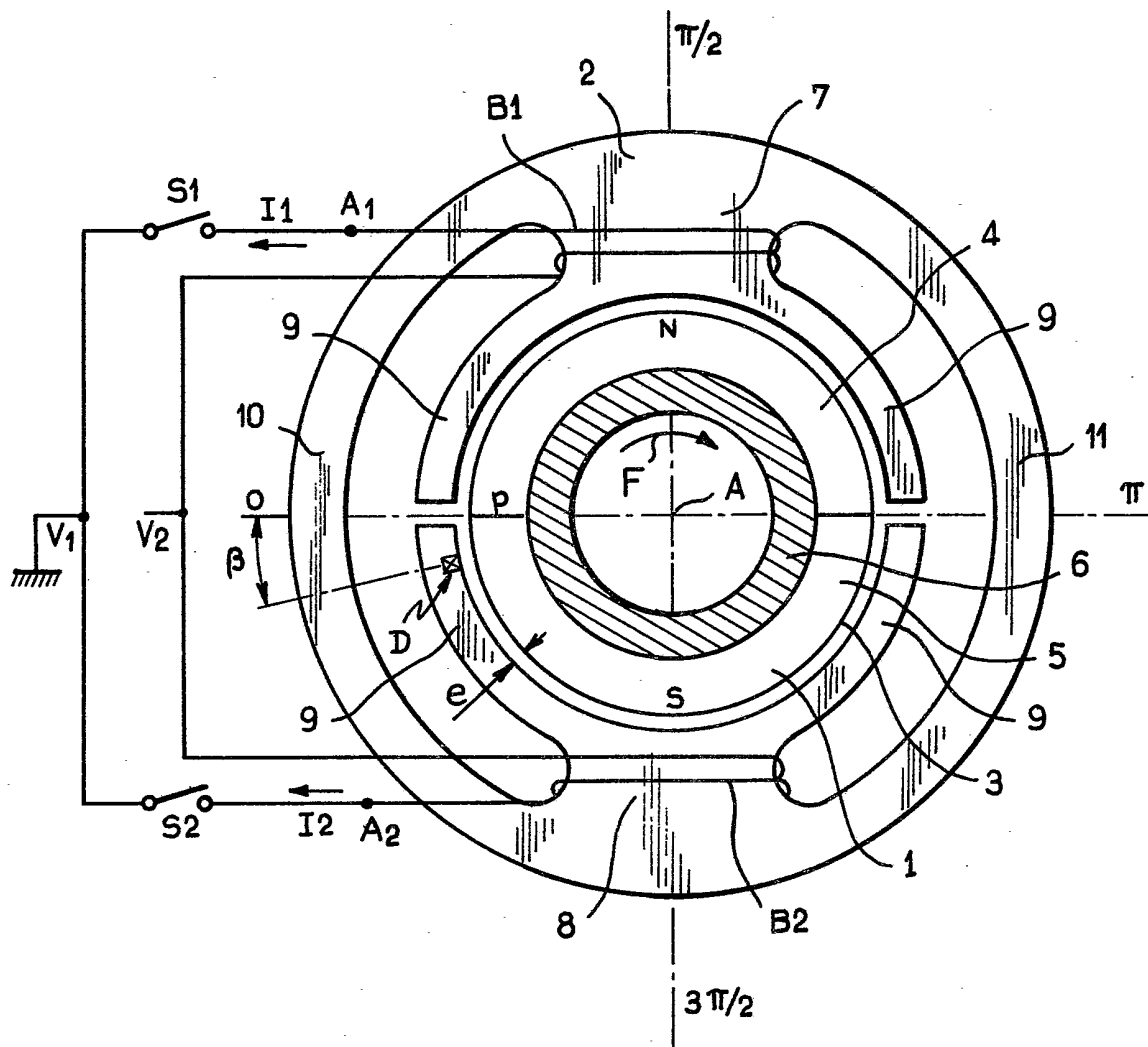
17. Dispositif selon l'une des revendications 14 et 15 et la revendication 16, caractérisé en ce que le troisième potentiel constant auquel est relié le point commun (M) par l'intermédiaire de la résistance supplémentaire (RA) est égal au premier potentiel constant.

18. Dispositif selon la revendication 17, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens pour comparer le potentiel (VM) au point commun (M) à un potentiel de référence $V_H = (1 + a) \frac{m R_A}{n R_A + R_L} V_2$, a étant un nombre positif plus petit que 1, n le nombre total d'enroulements mesurés, m le nombre d'interrupteurs ouverts, R_A la valeur de la résistance supplémentaire et R_L la valeur des résistances de liaison, tandis que le premier potentiel continu (V_1) est pris comme origine des potentiels.

19. Dispositif selon la revendication 18, caractérisé en ce que le potentiel de référence (V_H) est fourni par un diviseur de tension (R2, R3) branché entre les bornes d'alimentation du moteur.

5 20. Dispositif selon l'une des revendications 13 à 19, caractérisé en ce que les mesures de tension sont effectuées sur deux enroulements (B1,B2) dont à tout instant l'un est alimenté et l'autre non.

10 21. Moteur électrique à courant continu, comportant un dispositif conforme à l'une quelconque des revendications 13 à 20.

FIG. 1

2 / 2

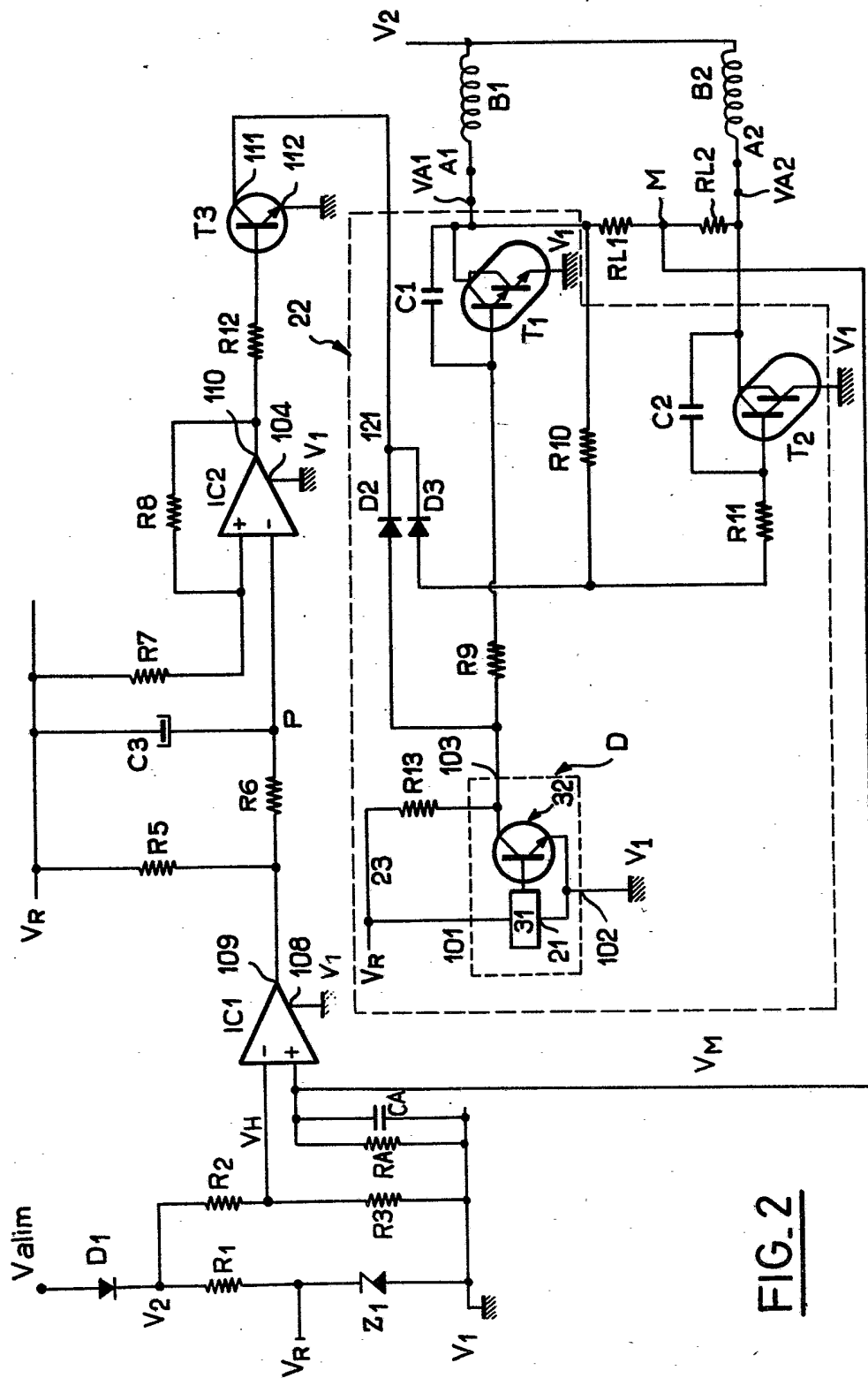


FIG. 2