



CONFÉDÉRATION SUISSE

OFFICE FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

⑪ CH 664 654 A5

⑤① Int. Cl. 4: H 02 P 7/62
H 02 M 7/08

Brevet d'invention délivré pour la Suisse et le Liechtenstein

Traité sur les brevets, du 22 décembre 1978, entre la Suisse et le Liechtenstein

⑫ FASCICULE DU BREVET A5

②① Numéro de la demande: 8097/81

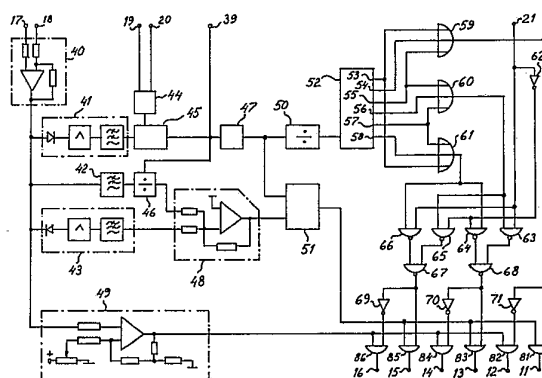
②② Date de dépôt: 18.12.1981

②④ Brevet délivré le: 15.03.1988

④⑤ Fascicule du brevet
publié le: 15.03.1988⑦③ Titulaire(s):
Institut Cerac S.A., Ecublens VD⑦② Inventeur(s):
Hartwig, Carl Sverker Magnusson, Täby (SE)
Ljung, Erik Anders, Stockholm (SE)
Obel, Erik Martin, Danderyd (SE)⑦④ Mandataire:
Micheli & Cie, ingénieurs-conseils, Genève

⑤④ Procédé et dispositif pour la commande d'un moteur à courant alternatif sans balai.

⑤⑦ Le courant continu délivré à l'inverseur est détecté. Le signal est délivré à un détecteur de crête (41) puis à un régulateur (45) qui réduit son signal de commande de fréquence si le signal d'entrée de valeur de crête dépasse une valeur préétablie. Un signal de commande correspondant à la demande de couple du moteur est également formé. Ce signal commande la tension délivrée au moteur. Les impulsions négatives apparaissant lors du blocage des commutateurs de l'inverseur sont également détectées et utilisées pour commander le taux de magnétisation du moteur.



REVENDECATIONS

1. Procédé de commande d'un moteur à courant alternatif sans balai (23) entraîné par un inverseur (31-36) relié à une source de courant continu (24, 25), selon lequel un courant alternatif devant être délivré aux bornes (28, 29, 30) du moteur alternatif sans balai est créé par l'action commandée de moyens de commutation de l'inverseur pour relier successivement les bornes du moteur à une borne positive (24) et à une borne négative (25) de la source de courant continu, caractérisé par le fait que le courant continu délivré à l'inverseur (31-36) est détecté pour obtenir un signal correspondant au courant détecté, que ce signal passe par un premier détecteur de crête (41) présentant une constante de temps préétablie pour obtenir le signal de valeur de crête, que ce signal de valeur de crête est délivré à un premier régulateur (45) pour obtenir un signal de commande de fréquence pour commander la fréquence de ce courant alternatif et que ce signal de commande de fréquence est réduit par ce premier régulateur lorsque ce signal de valeur de crête dépasse une valeur préétablie.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé par le fait que ledit signal correspondant au courant détecté passe par un filtre passe-bas (42) pour obtenir un signal redressé de valeur moyenne, que ce signal redressé de valeur moyenne est délivré à un diviseur (46) où il est divisé par le signal de commande de fréquence pour obtenir un premier signal de commande de tension, que ce premier signal de commande de tension est délivré à un second régulateur (48) de telle sorte qu'un signal de sortie de ce second régulateur modifie son amplitude dans le même sens que ce premier signal de commande de tension et que ce signal de sortie commande ledit courant alternatif.

3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé par le fait que des impulsions négatives apparaissant dans ledit signal correspondant au courant détecté lorsque ces moyens de commutation sont bloqués sont passées dans un second détecteur de crête (43) pour obtenir un second signal de commande de tension et que celui-ci est délivré au second régulateur (48) de manière que la modification d'amplitude dudit signal de sortie soit en sens inverse du changement provoqué par le premier signal de commande de tension.

4. Procédé de commande d'un moteur à courant alternatif sans balai (23) entraîné par un inverseur (31-36) relié à une source de courant continu (24, 25), selon lequel un courant alternatif devant être délivré aux bornes (28, 29, 30) du moteur alternatif sans balai est créé par l'action commandée de moyens de commutation de l'inverseur pour relier successivement les bornes du moteur à une borne positive (24) et à une borne négative (25) de la source de courant continu, caractérisé par le fait que le courant continu délivré à l'inverseur (31-36) est détecté pour obtenir un signal correspondant à ce courant détecté, que ce signal est passé au travers d'un filtre passe-bas (42) pour obtenir un signal rectifié de valeur moyenne, que ce dernier signal est délivré à un régulateur (48) de telle façon qu'un signal de sortie de ce régulateur voie son amplitude modifiée dans le même sens que le signal redressé de valeur moyenne et que ce signal de sortie commande le courant alternatif.

5. Procédé de commande d'un moteur à courant alternatif sans balai (23) entraîné par un inverseur (31-36) relié à une source de courant continu (24-25), selon lequel un courant alternatif devant être délivré aux bornes (28, 29, 30) du moteur alternatif sans balai est créé par l'action commandée de moyens de commutation de l'inverseur pour relier successivement les bornes du moteur à une borne positive (24) et à une borne négative (25) de la source de courant continu, caractérisé par le fait que le courant continu délivré à l'inverseur (31-36) est détecté pour obtenir un signal correspondant au courant détecté, que les impulsions négatives apparaissant dans ce signal lorsque les moyens de commutation sont bloqués sont passées par un détecteur de crête (43) pour obtenir un signal de commande de tension, que celui-ci est délivré à un régulateur (48) de telle sorte qu'un signal de sortie de ce régulateur modifie son amplitude dans le sens opposé au sens des modifications du signal de commande de tension et que le signal de sortie commande le courant alternatif.

6. Dispositif pour la mise en œuvre du procédé selon la revendication 1, caractérisé par le fait qu'il comporte des moyens de détection (40) pour détecter le courant continu, ces moyens de détection étant reliés à un premier détecteur de crête (41) présentant une constante de temps prédéterminée, ce premier détecteur de crête délivrant un signal de valeur de crête correspondant au courant détecté, par le fait que ce premier détecteur de crête est relié à un premier régulateur (45) pour produire un signal de commande de fréquence pour commander l'enclenchement ou le déclenchement de ces moyens de commutation (31-36) et par le fait que ce premier régulateur présente une fonction de transfert telle que ce signal de commande de fréquence soit réduit par le premier régulateur lorsque ce signal de valeur de crête dépasse une valeur préétablie.

7. Dispositif selon la revendication 6, caractérisé par le fait qu'il comporte un filtre passe-bas (42) relié à ces moyens de détection (40), ce filtre passe-bas produisant un signal redressé de valeur moyenne correspondant au courant détecté, un diviseur (46) relié à ce filtre passe-bas et au premier régulateur (45), ce diviseur délivrant un premier signal de commande de tension en divisant le signal rectifié de valeur moyenne par le signal de commande de fréquence et un second régulateur (48) relié à ce diviseur pour produire un signal de sortie dont l'amplitude change dans le même sens que celle de ce premier signal de commande de tension, ce signal de sortie déterminant le moment où ces moyens de commutation (31-36) sont enclenchés.

8. Dispositif selon la revendication 7, caractérisé par le fait qu'il comporte un second détecteur de crête (43) relié à ces moyens de détection (40), ce second détecteur de crête délivrant un second signal de commande de tension correspondant aux impulsions négatives détectées lorsque les moyens de commutation (31-36) sont bloqués, ce second détecteur de crête étant relié au second régulateur (48) de telle façon qu'une modification d'amplitude de ce second signal de commande de tension provoque une modification de l'amplitude de ce signal de sortie en sens inverse au changement provoqué par le premier signal de commande de tension.

DESCRIPTION

La présente invention se rapporte à un procédé et à un dispositif pour la commande d'un moteur à courant alternatif sans balai entraîné par un inverseur relié à une source de courant continu à tension constante.

Dans les solutions connues pour la commande de moteurs du type précité, il est habituel de détecter le courant délivré aux bornes du moteur. Du fait que le courant délivré aux bornes du moteur comprend des composantes active et réactive, des dispositifs plus ou moins sophistiqués ont été utilisés pour obtenir des informations relatives au rendement du moteur. Des exemples de tels dispositifs sont donnés dans les brevets US 3.619.749 et 4.207.510.

La présente invention utilise une approche différente en ce que toute l'information nécessaire est obtenue en détectant le courant continu alimentant l'inverseur et en délivrant le signal obtenu à un détecteur de crête et au régulateur, comme défini dans les revendications ci-jointes, pour obtenir un signal de commande pour commander le fonctionnement de l'inverseur. Du fait que la tension et la fréquence délivrées aux bornes du moteur sont entièrement commandées par la commande du fonctionnement de l'inverseur, la tension de la source de courant continu sera approximativement constante. Cela veut dire que toutes variations dans l'état de fonctionnement du moteur sont reflétées dans des variations du courant continu alimentant l'inverseur.

A l'aide de la présente invention, on peut obtenir de nombreux avantages. Il est possible d'utiliser des composants plus simples et donc meilleur marché. Le courant continu peut être détecté simplement en reliant deux conducteurs séparés par une distance à une des alimentations de l'inverseur. Aucun transformateur de courant ou élément à effet Hall n'est nécessaire. Une tension et une fréquence

optimales permettant de faibles pertes peuvent être délivrées au moteur dans une grande plage de conditions de fonctionnement. Une grande puissance de sortie peut être obtenue par rapport à la dimension du moteur.

La présente invention est définie dans les revendications annexées.

Suivant une forme d'exécution avantageuse de l'invention, on détecte une valeur redressée moyenne du courant continu. Cette valeur redressée moyenne du courant continu. Cette valeur est alors divisée par le signal de commande de la fréquence pour obtenir un signal de commande de la tension qui soit proportionnel au couple du moteur. Ce dernier signal est utilisé pour augmenter la tension délivrée au moteur lorsque le couple demandé augmente. Cela assure un haut rendement du fonctionnement du moteur.

Suivant une autre forme d'exécution avantageuse de l'invention, on obtient des impulsions négatives lorsque les éléments de commutation de l'inverseur sont déclenchés. Le signal détecté est alors utilisé pour commander la tension délivrée aux bornes du moteur de telle sorte que ces impulsions atteignent un niveau prédéterminé. L'amplitude de ces impulsions négatives reflète l'état magnétique du moteur. En commandant l'amplitude de ces impulsions, il est possible d'obtenir une magnétisation du moteur suffisante pour donner un rapport puissance/poids élevé, tout en évitant une sursaturation qui entraînerait des pertes inadmissibles.

Une forme d'exécution de l'invention est décrite en se référant au dessin annexé dans lequel:

La figure 1 illustre une machine à laver avec une partie de son système de commande.

La figure 2 illustre le système d'entraînement du moteur.

La figure 3 illustre le dispositif de commande de la figure 2.

La figure 4 illustre le régulateur de la figure 3.

La figure 5 illustre une fonction de transfert du régulateur selon la figure 4.

La forme d'exécution de l'invention illustrée à la figure 1 comporte une machine à laver 201. Cela n'est qu'un exemple. L'invention peut être appliquée à pratiquement n'importe quelle machine utilisant un moteur à courant alternatif sans balai. La machine à laver de la figure 1 comprend un moteur, un inverseur et d'autres circuits de puissance alimentant le moteur et les parties principales du système de commande. Ces parties sont décrites en détail en se référant aux figures 2-5. La machine à laver 201 comporte une entrée 19 pour l'introduction d'un signal de demande de fréquence. Ce signal est délivré par un timer 202 dans lequel le programme de lavage est stocké. Le signal de fréquence représente la demande de base sur la vitesse de rotation. Le timer 202 délivre également un signal de départ à l'entrée 20. La machine à laver 201 est encore munie d'une entrée 21 pour la sélection du sens de rotation et d'une sortie 39 délivrant un signal correspondant à la vitesse de rotation du moteur. Lorsque la vitesse de rotation du moteur de la machine à laver est pratiquement nulle, la sortie 39 est au niveau logique zéro. C'est alors uniquement que le signal délivré à l'entrée 21 peut modifier son état logique de sorte qu'un signal de départ délivré par le timer 202 provoquera la rotation dans le sens opposé.

Le système d'entraînement illustré à la figure 2 comporte un redresseur triphasé 22 qui est relié à un réseau de distribution ayant une fréquence fixe standard. Le redresseur délivre un courant continu d'une tension pratiquement constante aux conducteurs 24, 25 qui constituent une borne positive 24 et une borne négative 25 d'une source de courant continu pour un inverseur. L'inverseur comporte six éléments de commutation 31-36 pour commuter successivement les bornes 28, 29, 30 d'un moteur à courant alternatif sans balai 23 sur les bornes positive 24 et négative 25 de la source de courant continu. Dans le dessin, les éléments de commutation sont représentés par des transistors, mais ils peuvent bien entendu être constitués par une combinaison de thyristors ou d'autres composants. Une diode 27 est branchée en parallèle mais en sens inverse avec chaque transistor pour tenir compte des courants réactifs lors de la coupure du transistor. Pour commander l'inverseur, des signaux de com-

mande sont délivrés par les sorties 11-16 sur un dispositif de commande 10 comme illustré à la figure 3. Ces signaux de commande sont délivrés, par l'intermédiaire des amplificateurs 26, à la base des transistors respectifs. Le dispositif de commande 10 comporte des entrées 17, 18 à l'aide desquelles le courant continu passant dans le conducteur 24 est détecté. Le dispositif de commande comporte encore une sortie 39 et des entrées 19, 20, 21. La sortie 39 est utilisée seulement si, pendant le fonctionnement, il est désiré de changer le sens de rotation du moteur. La direction de rotation est sélectionnée en appliquant un signal logique à l'entrée 21. Si une rotation dans un seul sens est désirée, l'entrée 21 est reliée soit à une tension positive, soit au neutre. La vitesse du moteur 23 peut être modifiée par la variation d'une tension appliquée à l'entrée 19. Si, par exemple dans une machine à rectifier, il est désiré d'entraîner le moteur à une vitesse déterminée, l'entrée 19 est reliée à une tension adéquate correspondant à la vitesse désirée. L'entrée 20 est destinée à recevoir un signal marche/arrêt à l'aide duquel on choisit la rotation ou la non-rotation.

Le dispositif de commande 10 est illustré en détail à la figure 3; il comporte des moyens de détection 40 pour détecter le courant continu dans le conducteur 24. Ce courant est représenté comme une chute de tension entre les entrées 17 et 18. Le signal de sortie des moyens de détection 40 est délivré à un premier détecteur de crête 41, un filtre passe-bas 42, un second détecteur de crête 43 et un comparateur 49. Les détecteurs de crête 41 et 43 comportent des diodes pour réagir à des signaux positifs et négatifs respectivement. Les détecteurs de crête comportent également un filtre passe-bas. Le premier détecteur de crête 41 présente de préférence une constante de temps d'environ $4/f$ où f est la fréquence fondamentale maximum du courant délivré au moteur 23. La fréquence de coupure, -3dB , du détecteur de crête 41 est de préférence d'environ $0,1xf$. Le filtre passe-bas 42 présente de préférence la même fréquence de coupure. Le second détecteur de crête 43 présente de préférence une constante de temps d'environ $1/f$ et une fréquence de coupure d'environ $0,5xf$.

Le signal de valeur de crête délivré par le détecteur de crête 41 est délivré à un premier régulateur 45, qui est illustré en détail à la figure 4. Les signaux d'entrée des entrées 19 et 20 sont délivrés à des moyens 44 constitués par un générateur de tension en dents de scie. Le générateur en dents de scie 44 comporte un ou deux amplificateurs opérationnels utilisés comme intégrateur pour délivrer au régulateur 45 une tension croissante lorsque le moteur commence à accélérer et une tension décroissante lorsque le moteur termine sa décélération. De cette façon, il est possible d'éviter que le courant de charge maximum à vitesse normale soit dépassé lorsque le moteur est démarré ou arrêté. Une modification dans le signal de vitesse désirée à l'entrée 19 est également intégrée par le générateur en dents de scie 44. Ainsi, cela nécessite un certain temps avant que la sortie du générateur 44 soit complètement adaptée aux signaux d'entrée.

Le signal de valeur de crête du premier détecteur de crête 41 est délivré à l'une des entrées de l'amplificateur opérationnel 75 par une résistance 72. Ce signal est comparé avec un signal de référence préétabli par la résistance variable 73 et délivré à l'amplificateur par la résistance 74. L'amplificateur est muni d'une résistance de réaction 76. Le signal de sortie de l'amplificateur 75 est appliqué à la diode 77 par la résistance 77. Le signal de sortie du générateur de tension en dents de scie 44 est délivré par une résistance 78 à l'une des entrées de l'amplificateur opérationnel 91. L'amplificateur 91 est muni d'une première résistance de contre-réaction 92 et d'une seconde résistance de contre-réaction 93 en série avec la diode 79. La résistance 93 a une valeur beaucoup plus faible que la résistance 92. De préférence, le rapport est d'environ $1/20$. Si le signal de sortie de l'amplificateur 75, mesuré à la diode 79, est plus négatif que le signal de sortie de l'amplificateur 91, mesuré à la diode 79, n'est positif, la diode est alors polarisée dans le sens inverse. L'amplification en boucle fermée de l'amplificateur 91 est élevée. Le régulateur 45 fonctionne selon la ligne 94 de la figure 5, assurant un signal constant du générateur 44. Si le signal du premier détecteur de crête 41 augmente, le signal de sortie de l'amplificateur 75 devient moins négatif et, pour un niveau

déterminé de ce signal, le niveau 95 à la figure 5, qui est préétabli par la résistance 73, la diode 79 est polarisée dans le sens direct. L'amplification en boucle fermée de l'amplificateur 91 est très réduite, de sorte que le premier régulateur 45 délivre un signal de commande de fréquence selon la ligne 95 de la figure 5. Ce signal atteint la valeur zéro pour environ 120% du signal au niveau 95. Le signal de commande de fréquence à la sortie de l'amplificateur 91 est délivré à un oscillateur 47 commandé en tension, la sortie 39 et un diviseur analogique 46, tel que Analog Devices AD 534. L'oscillateur commandé en tension délivre un signal de sortie dont la fréquence est proportionnelle à la tension d'entrée.

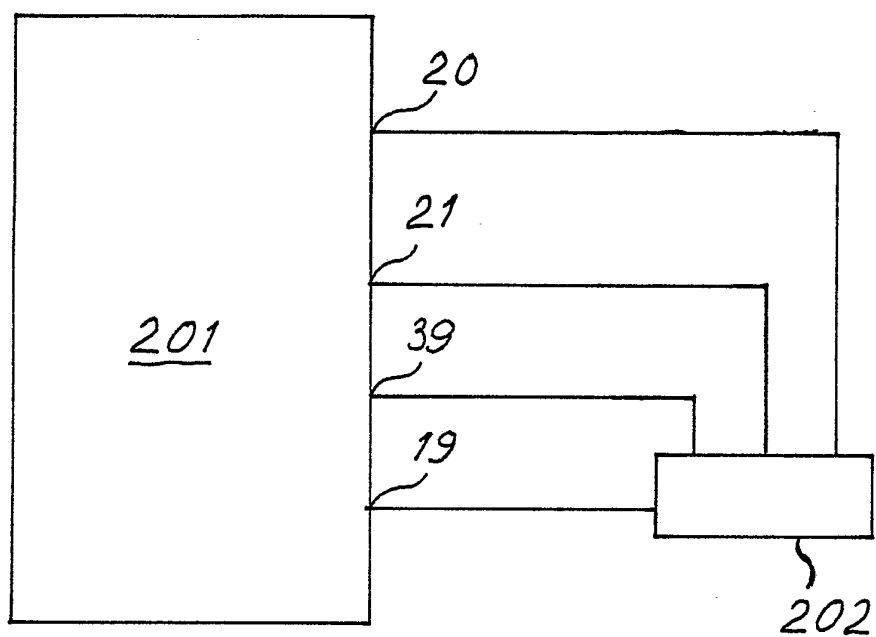
Le signal redressé de valeur moyenne obtenu par le filtre passe-bas 42 correspond à la puissance délivrée au moteur 23, car la tension de l'alimentation en courant continu 24, 25 est pratiquement constante. Ce signal est délivré au diviseur 46 où il est divisé par le signal de commande de fréquence, qui est le signal de consigne pour la vitesse de rotation du moteur 23. Le signal de sortie du diviseur 46 correspond ainsi à la demande de couple du moteur 23. Ce signal de sortie, le premier signal de commande de tension, est délivré à un second régulateur 48. Le signal des valeurs de crête négatives, second signal de commande de tension, obtenu du second détecteur de crête 43 est également délivré au régulateur 48, de sorte que le signal de sortie de ce régulateur devienne proportionnel à la différence entre les premier et second signaux de commande de tension. Le signal des valeurs de crête négatives du détecteur 43 correspond au degré de magnétisation du moteur 23. Ce signal est obtenu à partir des impulsions négatives qui sont renvoyées à la source de courant continu lorsque les transistors 31-36 sont bloqués. En commandant le niveau de ces impulsions négatives, il est possible d'obtenir un niveau de magnétisation prédéterminé du moteur permettant un rapport puissance/poids élevé tout en évitant une sursaturation qui conduirait à des pertes inadmissibles.

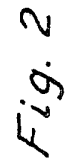
Si le signal des moyens de détection 40 dépasse un niveau prédéterminé, la sortie du comparateur 49 devient faible. Il s'ensuit que les sorties 12, 14 et 16 des portes ET 82, 84 et 86 respectivement seront faibles. Cela veut dire que les transistors inférieurs 32, 34 et 36 de l'inverseur seront bloqués de sorte que les bornes du moteur

28, 29 et 30 seront déconnectées de la borne négative 25 de la source de courant continu. Cette déconnexion fonctionne comme une protection de l'inverseur contre les courants transitoires.

Le signal de sortie de l'oscillateur commandé en tension 47 est délivré à un timer 51, de préférence un timer industriel standard du type 555, et à un diviseur 50. Le diviseur 50 est de préférence un compteur programmable qui délivre un train d'impulsions d'une fréquence égale à la fréquence du signal d'entrée divisée par une constante préétablie. Le timer 51 délivre un train d'impulsions dont la fréquence est égale à la fréquence du signal de sortie de l'oscillateur 47 commandé en tension. La largeur des impulsions est commandée par le signal de sortie du second régulateur 48. Ce train d'impulsions est délivré à des portes ET 81, 83 et 85. Le train d'impulsions du diviseur 50 est délivré comme signal d'horloge à un compteur à anneaux 52. Dans le compteur à anneaux, un 1 et cinq 0 sont stockés. Le 1 est décalé par le train d'impulsions de la sortie 53 vers la sortie 58 et revient à la sortie 53. Cela réalise une période de la fréquence fondamentale du courant délivré au moteur 23. Les sorties 53-58 du compteur à anneaux 52 sont décodées par des portes OU 59, 60 et 61. La sortie de chacune de ces portes est haute pendant la moitié du temps et basse pendant l'autre moitié du temps. Un inverseur des signaux logiques 62 et des portes NAND 63-68 sont prévus pour sélectionner la direction de rotation du moteur 23. Les signaux de sortie des portes 59, 60 et 61 sont délivrés à des portes ET 81-86 pour commander l'actionnement des transistors de commutation 31-36 de l'inverseur. Les entrées des portes 82, 84 et 86 sont munies d'inverseurs de signaux logiques 71, 70 et 69 respectivement.

Du fait que la largeur des impulsions quittant le timer 51 reste constante indépendamment de la fréquence si le signal du régulateur 48 est constant, la valeur moyenne sur une demi-période de la fréquence fondamentale de la tension appliquée à n'importe quelle borne du moteur changera simultanément avec la fréquence, comme cela est requis par les lois électromagnétiques fondamentales. Une commande additionnelle de la valeur moyenne de la tension est obtenue par la variation de la largeur des impulsions, qui est commandée par le régulateur 48.

*Fig. 1*



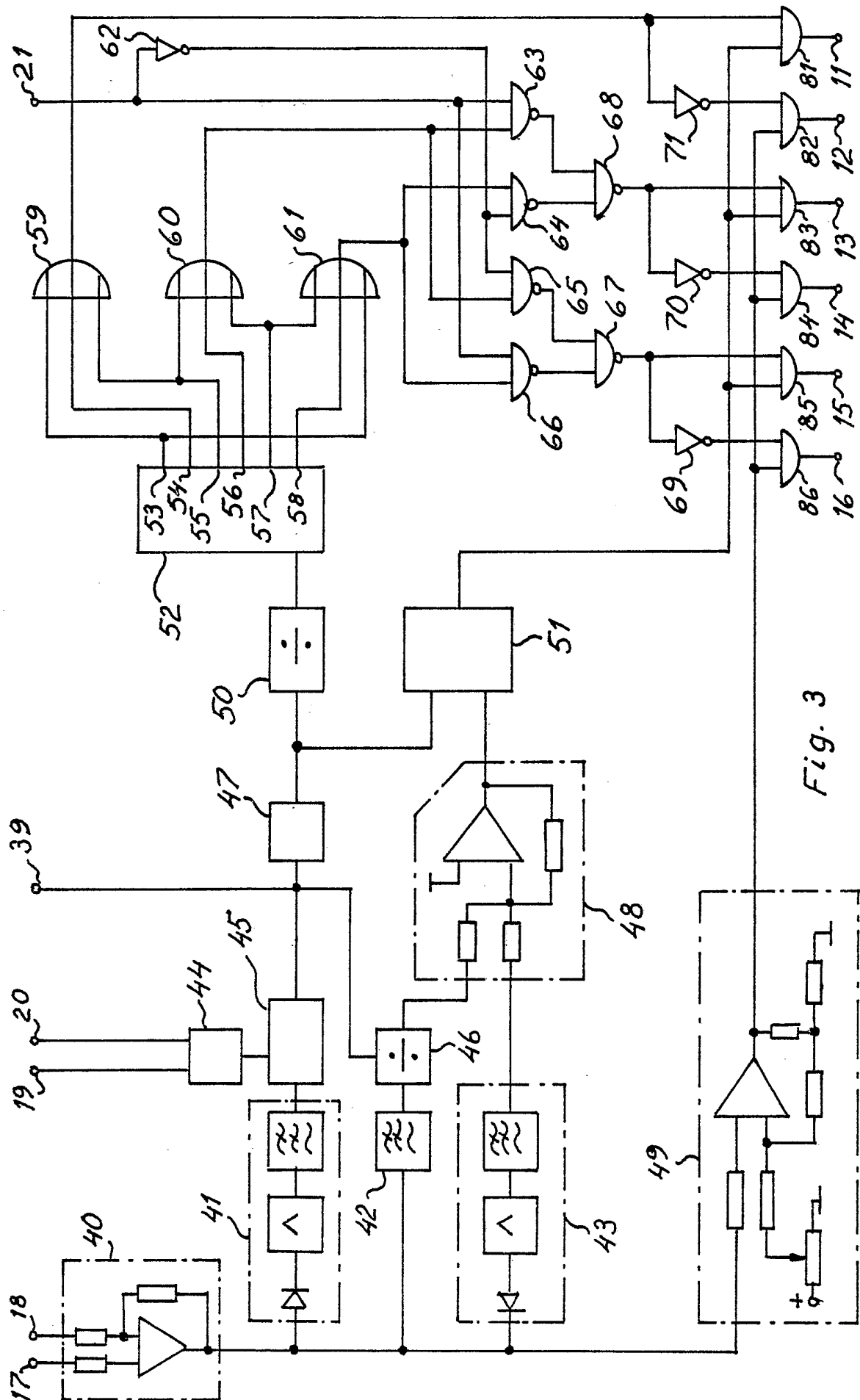


Fig. 3

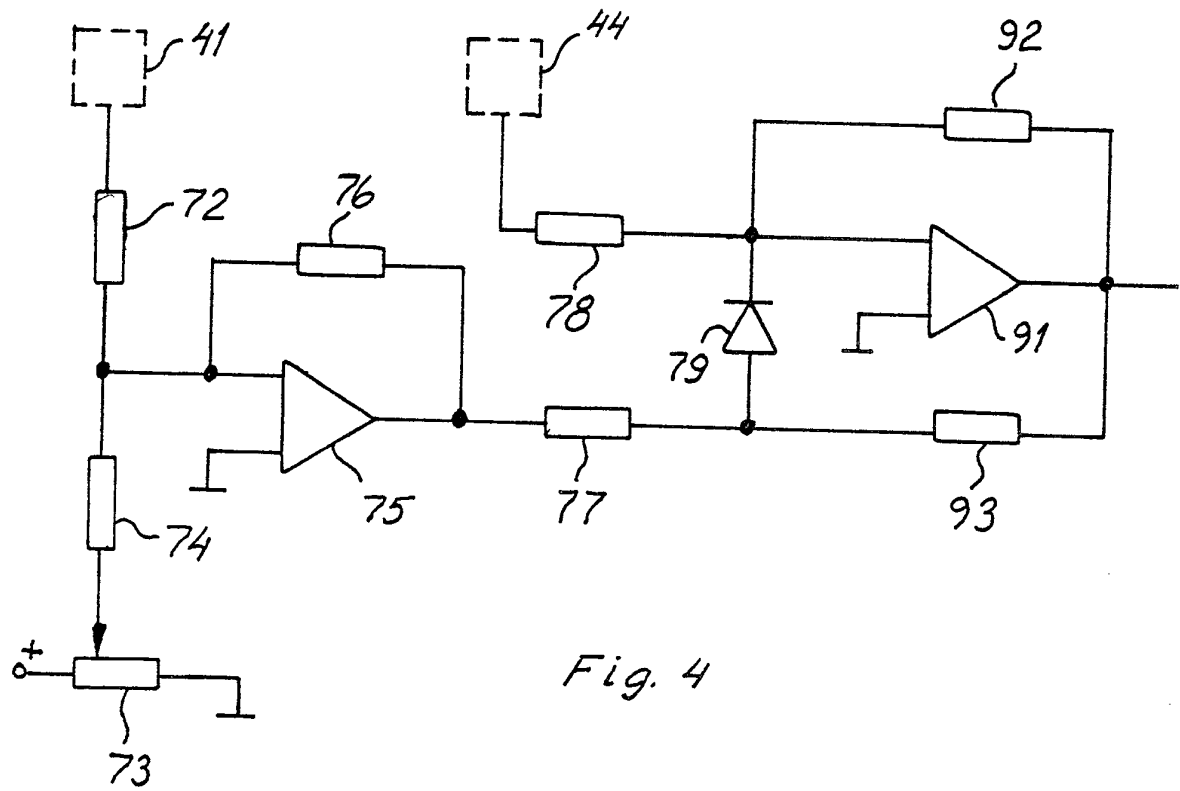


Fig. 4

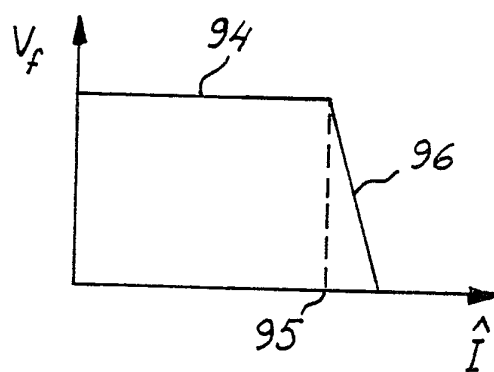


Fig. 5