



CONFÉDÉRATION SUISSE

OFFICE FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

⑪ CH 660 100 A5

 ⑤① Int. Cl. 4: H 02 P 5/28
 G 05 D 16/20
 F 04 B 49/00
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

⑳ Numéro de la demande: 8098/81

㉔ Date de dépôt: 18.12.1981

㉔ Brevet délivré le: 13.03.1987

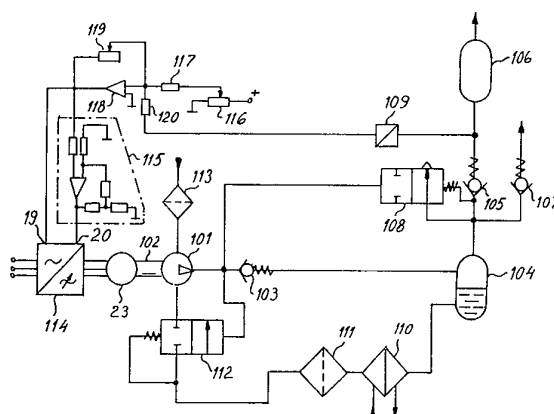
 ④⑤ Fascicule du brevet
 publié le: 13.03.1987

 ⑦③ Titulaire(s):
 Institut Cerac S.A., Ecublens VD

 ⑦② Inventeur(s):
 Hartwig, Carl Sverker Magnusson, Täby (SE)
 Van Nederkassel, Ludovicus Jacobus,
 Buggenhout (BE)

 ⑦④ Mandataire:
 Micheli & Cie, ingénieurs-conseils, Genève
⑤④ **Dispositif d'entraînement d'un compresseur.**

⑤⑦ Il comporte un volume de gaz sous pression (106) relié au compresseur (101). Un moteur à courant alternatif sans balai (23) est directement accouplé au compresseur qui est entraîné à la même vitesse que le moteur. La pression dans le volume de gaz (106) est détectée par un détecteur de pression (109) relié à un convertisseur (114). Le convertisseur modifie simultanément l'amplitude et la fréquence de la tension d'alimentation du moteur (23). Ceci est réalisé en réponse aux variations de pression dans le volume (106). Un récipient de gaz sous pression (104) est dépressurisé lorsque le moteur est arrêté pour permettre un redémarrage sans contre-pression sur le compresseur. Des moyens sont prévus pour commander l'amplitude et la fréquence de la tension d'alimentation pour que le courant à vitesse normale et à pleine charge ne soit jamais dépassé lors du démarrage du moteur.



REVENDECATIONS

1. Dispositif d'entraînement d'un compresseur pour contrôler la pression d'un gaz dans un volume de gaz sous pression (106) relié au compresseur qui comporte un compresseur (101), un moteur à courant alternatif sans balai (23), pour entraîner le compresseur, et des moyens de détection de la pression (109) reliés à ce volume de gaz pour détecter la pression du gaz dans ce volume, caractérisé par le fait que le compresseur (101) est directement accouplé au moteur (23) pour être entraîné à la même vitesse que ce moteur, qu'il comporte un convertisseur (114) pour délivrer au moteur une tension d'alimentation d'amplitude et de fréquence variable, et par le fait que ces moyens de détection de pression (109) sont reliés au convertisseur pour modifier simultanément l'amplitude et la fréquence de la tension d'alimentation dans un sens opposé à la variation de pression dans ce volume de gaz (106).

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé par le fait qu'il comporte des moyens (115) pour détecter une valeur maximale préétablie de la pression du gaz et pour réduire l'amplitude et la fréquence de la tension d'alimentation jusqu'à zéro lorsque cette valeur maximale est dépassée, provoquant ainsi l'arrêt du moteur (23).

3. Dispositif selon la revendication 1 ou la revendication 2, caractérisé par le fait qu'il comporte un récipient de gaz sous pression (104) relié au compresseur (101) et une soupape d'échappement (108) reliée à ce récipient, cette soupape étant commandée par la pression à la sortie du compresseur de telle façon que le récipient soit dépressurisé lorsque le moteur (23) est arrêté.

4. Dispositif selon l'une des revendications 1, 2 ou 3, caractérisé par le fait qu'il comporte des moyens (44) pour commander l'amplitude et la fréquence de la tension d'alimentation de telle sorte que le courant à vitesse normale et pleine charge ne soit jamais dépassé pendant le démarrage du moteur.

La présente invention se rapporte à un dispositif d'entraînement d'un compresseur pour le contrôle de la pression d'un gaz dans un volume de gaz sous pression relié au compresseur dans lequel le compresseur est entraîné par un moteur à courant alternatif sans balai, appelé aussi dans ce qui suit moteur à courant alternatif.

Dans des dispositifs d'entraînement connus comprenant des moteurs à courant alternatif le moteur est alimenté sous tension constante à 50 Hz (ou 60 Hz). La vitesse de fonctionnement d'un moteur à deux pôles sera alors de 3000 tours par minute (3600 t/min. à 60 Hz) dans le cas d'un moteur synchrone et un peu plus faible pour un moteur asynchrone. La vitesse d'un moteur à quatre pôles est la moitié de celle d'un moteur à deux pôles. Du fait de ces limitations, il est nécessaire dans la plupart des cas d'utiliser une boîte de vitesse ou un autre dispositif pour changer la vitesse pour l'entraînement du compresseur à une vitesse optimale.

Un autre inconvénient de l'art antérieur, en particulier pour le contrôle de la pression de gaz délivré à des utilisateurs, est que le courant pendant le démarrage du moteur devient plusieurs fois plus fort que le courant à vitesse normale et pleine charge. C'est pourquoi il faut limiter le nombre de démarrages du moteur pour éviter la surchauffe du moteur.

Lorsque la pression du gaz délivré au consommateur doit être maintenue à l'intérieur des limites imposées indépendantes des variations de la consommation du gaz sous pression, l'art antérieur offre la seule possibilité de couper la distribution de gaz sous pression car la capacité du compresseur est pratiquement constante. Ceci est réalisé fondamentalement de deux façons. Premièrement le moteur à courant alternatif est démarré et arrêté pour satisfaire aux variations de la demande.

Les possibilités avec cette méthode sont très limitées, sauf si un récipient extrêmement grand est utilisé entre le compresseur et le consommateur pour accumuler le gaz sous pression, du fait du risque précité de surchauffe du moteur. Deuxièmement, le compresseur est déchargé lorsque la pression atteint sa valeur limite supérieure. Ceci veut dire que le moteur continue à tourner tandis que l'alimentation en gaz est supprimée en fermant l'entrée d'air des compresseurs rotatifs ou en maintenant les soupapes d'entrée ouvertes dans les compresseurs à pistons.

Cette seconde méthode connue est désavantageuse car une quantité importante d'énergie est utilisée pour entraîner le moteur et le compresseur sans qu'aucun travail productif ne soit réalisé. En pratique, les installations modernes de compresseur utilisent une combinaison de ces deux méthodes précitées connues, dans lesquelles le moteur est démarré et arrêté de façon contrôlée de façon à ce que des démarrages trop fréquents du moteur soient évités. Tout contrôle supplémentaire nécessaire est réalisé par la décharge.

Un objet de la présente invention est de réaliser un dispositif d'entraînement direct d'un compresseur comportant un moteur à courant alternatif sans balai dans lequel la pression dans un volume de gaz relié au compresseur est contrôlée par la commande de la vitesse du moteur à courant alternatif.

On peut également réaliser des moyens pour détecter une valeur maximale préétablie de la pression de gaz délivré et pour diminuer l'amplitude et la fréquence de la tension appliquée au moteur à courant alternatif jusqu'à zéro, lorsque la pression maximale préétablie est dépassée pour stopper le moteur.

On peut prévoir un récipient muni de soupapes d'évacuation en aval du compresseur pour dépressuriser le récipient lorsque le moteur est arrêté. Ceci permet de faire redémarrer le moteur sans contre pression sur le compresseur.

Enfin, on peut aussi prévoir des moyens pour commander le courant du moteur de telle sorte que le courant en pleine charge et à vitesse normale ne soit jamais dépassé pendant le démarrage du moteur, ce qui permet de fréquents démarrages du moteur sans le surchauffer.

Avec la présente invention, qui est définie dans la revendication 1 annexée, on obtient plusieurs avantages.

Le compresseur peut être entraîné directement par le moteur à courant alternatif à vitesse optimum sans utiliser de boîte de vitesse ou d'autres dispositifs normalement requis pour modifier la vitesse du moteur pour obtenir la vitesse optimale du compresseur. Du fait que de tels dispositifs sont coûteux et peuvent engendrer du bruit, il est possible de réaliser une installation de compresseur meilleure marché, d'économiser de l'énergie et d'augmenter la fiabilité du système par la présente invention.

La possibilité de faire fonctionner un moteur à courant alternatif à une vitesse supérieure à celles pouvant être obtenues à la fréquence de réseaux permet de réduire la dimension du moteur pour une puissance donnée. La raison en est que la dimension du moteur à courant alternatif est proportionnelle au couple, qui est inversement proportionnel à la vitesse du moteur pour une puissance de sortie donnée.

Puisqu'un convertisseur de fréquence peut délivrer une tension de pratiquement n'importe quelle fréquence, il est possible de choisir le nombre de pôles du moteur à courant alternatif de manière à réduire le coût du moteur. On sait qu'un moteur à quatre pôles a une meilleure proportion entre matériaux actifs et inactifs qu'un moteur à deux pôles. Le moteur à quatre pôles est aussi meilleur marché pour un couple nominal donné.

Puisque l'amplitude et la fréquence de la tension de sortie d'un convertisseur de fréquence peuvent être augmentées à partir de zéro jusqu'aux valeurs correspondant aux vitesses nominales de façon contrôlée, le moteur peut être accéléré à l'aide d'un courant qui n'est pas plus grand que le courant à vitesse normale et en pleine charge.

Du fait de l'augmentation graduelle du couple d'entraînement et de la vitesse un démarrage très doux du moteur est obtenu sans les chocs mécaniques de charges qui apparaissent lorsqu'un moteur à courant alternatif est démarré à la fréquence du réseau.

Du fait de l'absence d'un courant de démarrage excessif et du fait du démarrage très doux du moteur, le nombre de démarrages par heure est pratiquement illimité.

Dans la plupart des installations de compresseur il existe un récipient de fluide compressé pour égaliser les variations de la demande de fluide. Puisque selon la présente invention la capacité du compresseur est contrôlée dans une plage étendue par une commande de vitesse et du fait du nombre illimité de démarrages du moteur, il est possible de réduire et même d'éliminer le réservoir de fluide comprimé.

Lorsque la capacité du compresseur est réduite, la consommation d'énergie est réduite en proportion. Le rendement du compresseur est, de ce fait, grandement augmenté par rapport à l'art antérieur pour des charges partielles.

Puisque la capacité du compresseur est réglée par la commande de vitesse, les dispositifs usuels de réglage de capacité, tels les étranglements sur les compresseurs rotatifs ou les leviers de soupapes d'entrée dans les compresseurs à pistons, peuvent être supprimés.

Une forme d'exécution de l'invention est décrite ci-dessous en référence aux dessins annexés dans lesquels:

La fig. 1 illustre une installation de compresseur avec un système d'entraînement selon l'invention.

La fig. 2 illustre les circuits de puissance pour l'entraînement du moteur à courant alternatif sans balai.

La fig. 3 illustre la commande de la fig. 2.

La fig. 4 illustre un régulateur de la commande de la fig. 3.

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

L'installation de compression illustrée à la fig. 1 comporte un compresseur 101 qui est directement accouplé, à l'aide d'un axe 102, à un moteur à courant alternatif sans balai 23, grâce à qui le compresseur est entraîné à la même vitesse que le moteur. Le compresseur illustré au dessin est du type à huile injectée, de préférence un compresseur à vis, mais pourrait être de n'importe quel type, par exemple un compresseur à pistons. Dans le cas d'un compresseur à vis l'arbre 102 est, ou est accouplé à, l'arbre d'une des vis. Dans le cas d'un compresseur à piston, l'arbre est le vilebrequin. Du gaz devant être comprimé entre dans le compresseur 101 par un filtre d'entrée 113. Le gaz comprimé délivré par le compresseur 101 est conduit par une vanne de non-retour 103 à un séparateur d'huile 104 où l'huile est séparée du gaz et collectée au fond. L'huile est recyclée par le refroidisseur d'huile 110, le filtre à huile 111, la vanne d'arrêt d'huile 112 jusqu'à la galerie d'injection du compresseur 101. A partir du petit récipient 104 de gaz sous pression le gaz comprimé est libéré par une vanne de non-retour 105 à un volume de gaz sous pression 106 qui est constitué normalement par le système de distribution au consommateur.

L'installation comporte encore une vanne de sécurité 107 et une soupape de décharge 108. La soupape de décharge est commandée par la pression à la sortie du compresseur 101 de telle sorte qu'elle prenne la position illustrée au dessin lorsque la pression tombe en-dessous d'un certain niveau lors de l'arrêt du moteur 23. Le récipient 104 est alors dépressurisé pour qu'un redémarrage du moteur puisse s'effectuer sans contre-pression à la sortie du compresseur 101.

Le moteur 23 illustré est un moteur triphasé à courant alternatif sans balai, soit un moteur asynchrone. Le moteur est alimenté en énergie à partir d'un convertisseur 114 relié à un réseau triphasé. Le convertisseur comporte un redresseur triphasé, une alimentation en courant continu, un inverseur avec six éléments de commutation 31-36 et une commande 10 telle

qu'illustrée à la fig. 2. La commande est munie d'une entrée 19 pour le signal de commande de la vitesse variant de façon continue et une entrée 20 pour un signal marche/arrêt. L'installation de compression illustrée comporte des moyens de détection de pression 109 qui délivrent une tension proportionnelle à la pression du volume de gaz sous pression 106. Cette tension qui est négative, est appliquée par une résistance 120 à l'une des entrées d'un amplificateur opérationnel 118. Une tension de référence correspondant à la pression maximale désirée dans le volume 106 est déterminée par un potentiomètre 116 et appliquée par une résistance 117 à l'entrée de l'amplificateur 118. L'amplification en boucle fermée de l'amplificateur 118 est ajustée sur la résistance variable 119 et correspond à la différence désirée entre la pression maximale et la pression minimale dans le volume 106. Si l'entrée inverse de l'amplificateur 118 est utilisée la tension délivrée à l'entrée 19 variera entre zéro volts, correspond à la vitesse minimale du moteur, à une valeur prédéterminée négative, correspondant à la vitesse maximale du moteur, lorsque la pression dans le volume 106 varie de la pression maximale à la pression minimale. La tension de sortie de l'amplificateur 118 est également appliquée à des moyens pour détecter une pression maximale préétablie, constitués par un comparateur 115. Si la pression dans le volume 106 excède la pression maximale désirée, la tension de sortie de l'amplificateur 118 devient positive de sorte que la tension de sortie du comparateur 115 varie d'une tension maximale positive à une tension maximale négative ou vice-versa. Cette tension est appliquée à l'entrée 20. Le moteur 23 est ainsi stoppé. Le moteur redémarre lorsque la tension de sortie de l'amplificateur 118 devient à nouveau négative.

Le dispositif d'entraînement illustré à la fig. 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 commande sont délivrés par les sorties 11-16 sur un dispositif de commande 10 comme illustré à la fig. 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 fig. 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 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 $0,1 \times f$. 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 $0,5 \times f$.

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 fig. 4. Les signaux d'entrée des entrées 19 et 20 sont délivrés à des moyens 44 constitués par un générateur de tension en dent de scie. Le générateur en dent 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 intégré par le générateur de dent 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 79 par la résistance 77. Le signal de sortie du générateur de tension en dent 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 fig. 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 fortement réduite de sorte que le premier régulateur 45 délivre un signal de commande de fréquence selon la ligne 95 de la fig. 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 et 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. Ceci vaut 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 déconnection 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 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. Ceci 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, des impulsions quittant le timer 51 reste constante indépendamment de la fréquence si le signal de 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.

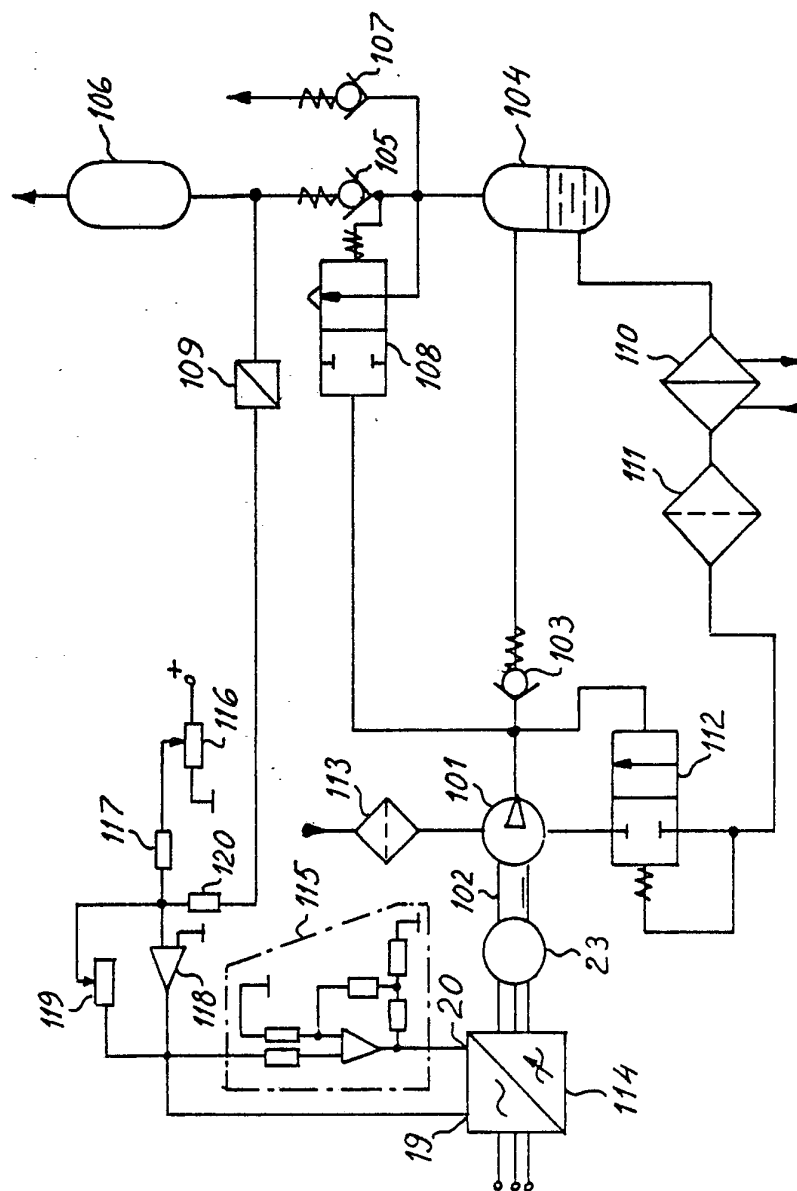


Fig. 1

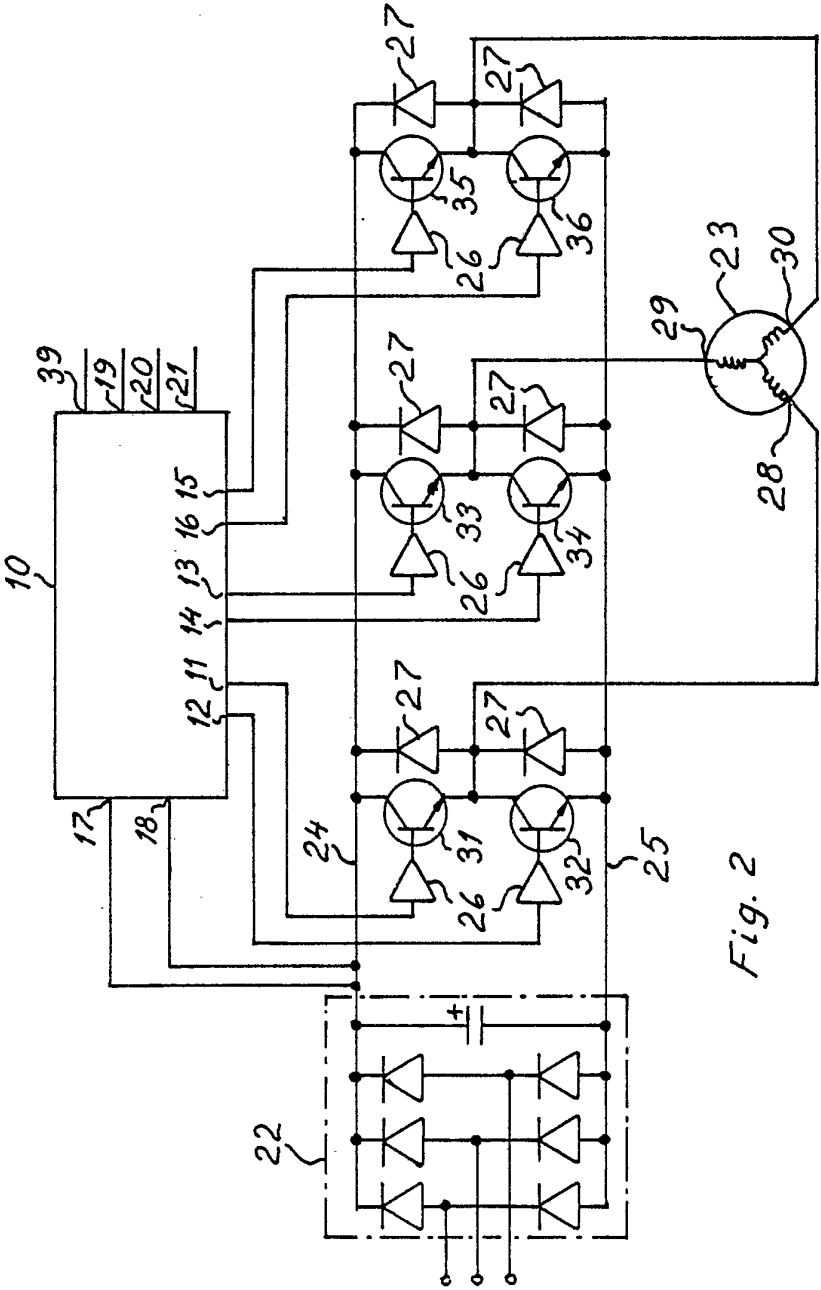


Fig. 2

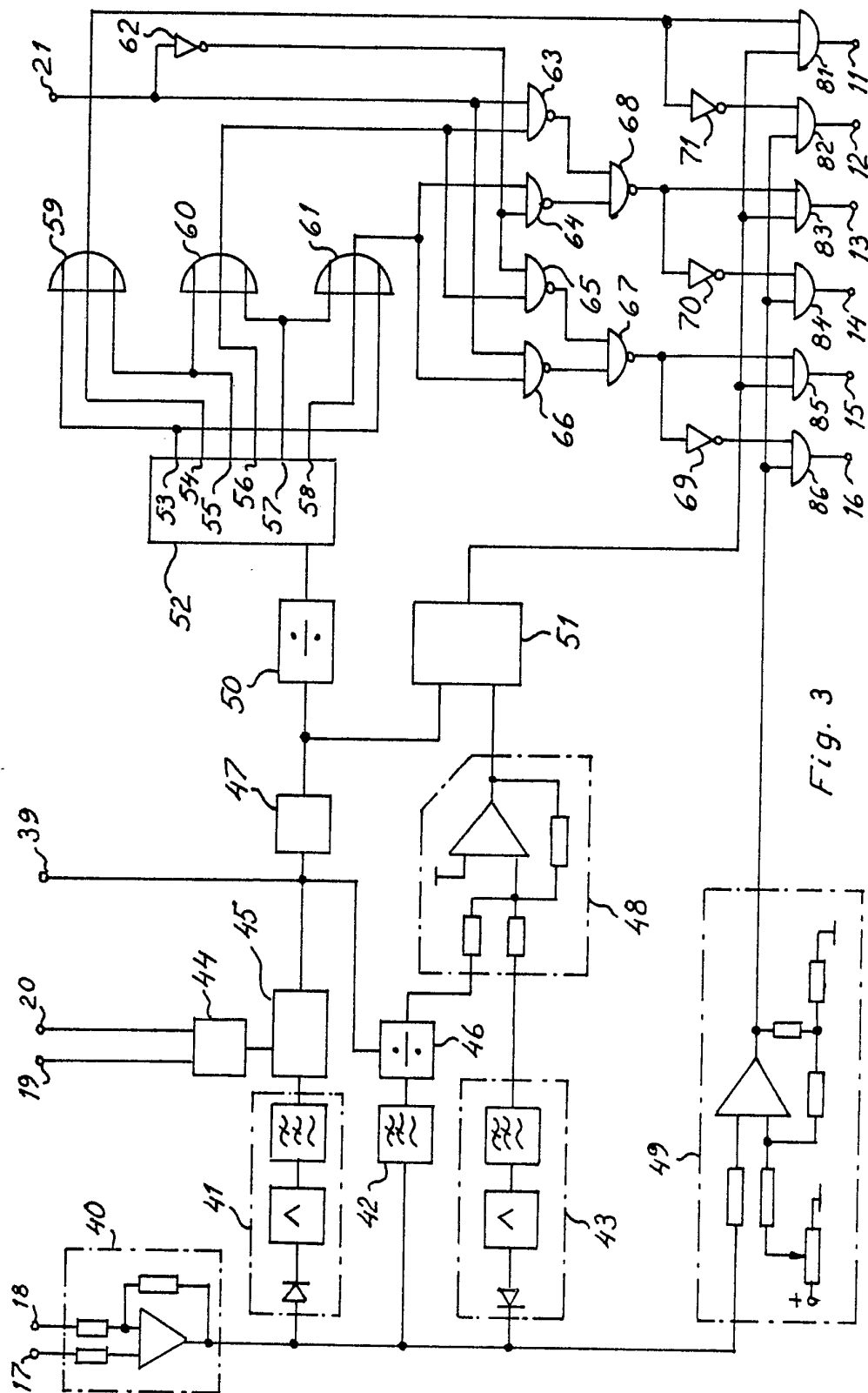


Fig. 3

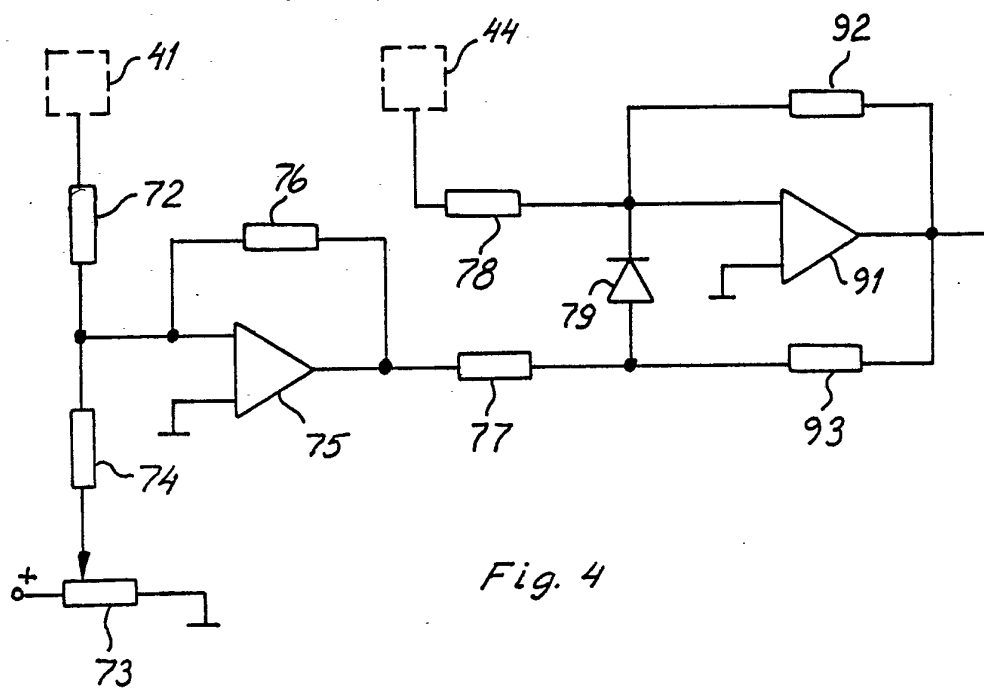


Fig. 4

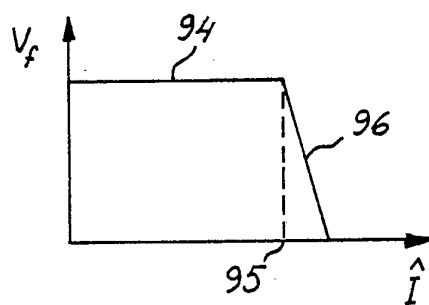


Fig. 5