

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 645 213

②1 N° d'enregistrement national :

89 04243

⑤1 Int Cl⁵ : F 04 D 15/00 // F 04 B 47/00.

①2

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 31 mars 1989.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 40 du 5 octobre 1990.

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

⑦1 Demandeur(s) : Société dite : POMPES GUINARD, So-
ciété Anonyme. — FR.

⑦2 Inventeur(s) : Jacques Berthon ; Christian Mabilot.

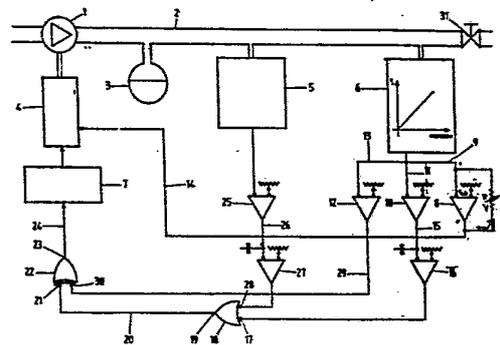
⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : Cabinet Flechner.

⑤4 Groupe motopompe à capteurs de pression et de débit.

⑤7 Il comprend une pompe 1 à tuyauterie de refoulement 2,
un motovariateur 4 entraînant la pompe 1 en rotation et un
circuit de marche-arrêt 7 du motovariateur 4, ainsi qu'un
capteur analogique de pression 6 commandant le motovaria-
teur 4 et un capteur de débit 5 commandant le circuit de
marche-arrêt 7.

Installations d'alimentation en eau.



FR 2 645 213 - A1

D

Groupe motopompe à capteurs de pression et de débit.

La présente invention est relative aux groupes motopompes, qu'ils soient destinés à être immergés en puits profond ou dans un forage ou à servir en surface.

5 Dans l'un ou l'autre cas, la profondeur atteinte peut être très importante, quelques mètres pour les pompes de surface à plus de 150 mètres dans les forages.

La hauteur de l'eau dans ces puits et forages est très variable. Elle peut remonter jusqu'à la surface dans
10 certaines périodes et redescendre à d'autres, pratiquement au niveau de la crépine de la pompe. Ces variations peuvent provenir de différentes origines : fluctuation de la nappe phréatique ou débit de la pompe supérieur à l'alimentation du forage. En tout état de cause, cette variation nommée rabat-
15 tement de nappe, pose des difficultés dans l'exploitation de la pompe immergée : inconfort d'utilisation et sécurité (risque d'éclatement des appareils), car cette pression induite par le phénomène de remontée de nappe vient s'ajouter à la pression donnée par la pompe.

20 Cette variation de pression est très dommageable pour l'utilisateur, car elle impose la nécessité de prévoir des canalisations permettant d'accepter ces variations de pression ou encore d'utiliser des artifices pour réduire la pression à une valeur compatible avec son installation, ce
25 qui, dans tous les cas, est fort onéreux. De plus, l'exploitation d'une pompe immergée nécessite en général un

dispositif d'asservissement assurant la mise en marche et l'arrêt du groupe en fonction des besoins.

Afin de pallier les effets de la remontée de nappe dans le forage, différents principes peuvent être utilisés.

5 - Le plus simple, si la remontée de nappe n'est pas très importante (quelques mètres à une dizaine de mètres), est de prévoir une installation capable de supporter la surpression engendrée. Il en découle un surcoût de l'installation et un manque de confort au niveau de
10 l'utilisation.

- Pour les variations plus importantes, il est possible de monter en tête de forage un régulateur de pression qui, par un dispositif hydraulique maintient la pression proche d'une valeur prédéterminée. Le dispositif devient par-
15 ticulièrement coûteux lorsque les débits à contrôler sont importants. Ce dispositif, faisant appel à des pièces mécaniques en mouvement dans le fluide, présente des risques de détérioration ou de disfonctionnement en présence de sable dans l'eau.

20 - Une autre solution encore usitée consiste à placer au refoulement de la pompe une soupape de décharge qui s'ouvre en cas de dépassement de la pression, au-delà d'un point prédéfini. Cette solution entraîne une chute de rendement de l'installation (une partie de l'eau étant renvoyée au
25 forage), entraînant une dépense énergétique importante.

- Il est possible de limiter la pression au niveau de l'installation en utilisant un dispositif de régulation constitué d'un réservoir sous pression installé sur le refoulement, associé à un pressostat de régulation. Le pressostat
30 assure la mise en marche et l'arrêt de la pompe en fonction des besoins. Dans ce type de fonctionnement dit hydropneumatique, l'arrêt de la pompe est commandé par un pressostat dès que la pression prédéterminée est atteinte, la remise en service se faisant par le même pressostat à une pression infé-
35 rieure.

Ce dispositif a trois inconvénients principaux :

1. Il nécessite un réservoir de forte capacité avec tampon d'air sous pression de manière à restituer automatiquement de l'eau, en cas de besoin, pour empêcher des battements dommageables pour la pompe et qui sont dus au mode de fonctionnement suivant : si le débit d'utilisation devient inférieur à un débit minimum correspondant à une pression maximum détectée par le pressostat et à partir de laquelle il arrête la pompe, la durée pendant laquelle la pompe reste à l'arrêt est directement proportionnelle au volume du réservoir. Si celui-ci est trop faible, la pression redevient très rapidement inférieure au seuil de mise en marche, ce qui crée des battements.

2. Il nécessite un contrôle fréquent des points de consigne du pressostat et dégonflage du tampon d'air. Si les points de consigne du pressostat deviennent trop proches, il se produit des battements. S'ils sont trop éloignés, la pompe ne s'arrête plus. Si la pression de gonflage de la réserve d'air, fournissant la pression nécessaire à l'expulsion de l'eau du réservoir, diminue, cela se traduit par une diminution de la quantité d'eau restituée, qui devient insuffisante, tandis que si la pression augmente trop, il n'y a même plus de réserve d'eau.

3. La pression dans l'installation oscille entre deux valeurs, de sorte que l'utilisateur ressent, même en fonctionnement normal, des variations de pression qui sont désagréables, notamment dans les douches.

La solution la plus rationnelle consiste à modifier les caractéristiques de la pompe en fonction de différents paramètres : (pression, niveau, débit).

Pour modifier les caractéristiques de la pompe, il suffit de faire varier sa vitesse de rotation ; pour cela, le moteur est alimenté par un dispositif électronique permettant de modifier soit la fréquence du courant (dans le cas d'une variation de fréquence), soit la tension d'alimentation (dans

le cas d'un gradateur). Pour ce faire, un capteur de pression analogique (dont le signal de sortie varie proportionnellement avec la pression) détecte la pression dans le conduit de refoulement de la pompe et la compare à un point de consigne.

5 Dans le cas où la valeur relevée par le capteur est différente de la valeur de référence, un circuit de traitement dit P I D modifie la vitesse du moteur, afin de revenir en permanence à la consigne de référence. Dans ce principe, il est fait appel à des dispositifs standard (variateur de fréquence, capteur analogique, centrale de mesure P I D) mais

10 qui sont très coûteux et qui nécessitent une grande compétence, car ils sont difficiles à régler.

L'invention pallie ces inconvénients par un groupe motopompe qui maintient la pression dans l'installation à une

15 valeur suffisamment faible pour ne pas l'endommager même dans le cas d'une remontée de la nappe phréatique, sans surdimensionnement de l'installation, sans perte de rendement, sans mettre en oeuvre d'équipements compliqués et mobiles, difficiles à faire fonctionner et à entretenir et susceptibles de

20 provoquer des battements et des variations de pression désagréables.

L'invention a donc pour objet un groupe motopompe comprenant une pompe à tuyauterie de refoulement, un motovariateur entraînant la pompe et un circuit de marche-arrêt du

25 motovariateur. Suivant l'invention, il est prévu un capteur analogique de pression, détectant la pression régnant dans la tuyauterie de refoulement et commandant le motovariateur en fonction de cette pression et un capteur de débit, détectant un seuil minimum de débit du fluide passant dans la tuyauterie

30 de refoulement et commandant le circuit de marche-arrêt de manière à le mettre en position de marche quand le débit devient supérieur à ce seuil.

Si la pression, dans la tuyauterie de refoulement, augmente, par exemple à la suite d'une remontée de la nappe

35 phréatique, le capteur analogique de pression commande en

conséquence le motovariateur et, en diminuant la vitesse de rotation de la pompe, tend à faire diminuer la pression. Mais, comme le circuit de marche-arrêt est commandé par le capteur de débit, on supprime les battements. En outre, le

5 capteur de débit et le capteur analogique de pression n'ont pas à être réglés à des points de consigne très stricts. Une dérive dans le temps de ces appareils ne se traduit que par un déplacement insignifiant du point de fonctionnement du groupe motopompe, sans apporter aucune gêne à l'utilisateur.

10 Suivant un mode avantageux de réalisation, le capteur analogique de pression commande le motovariateur par l'intermédiaire d'un transducteur pression-tension ou pression-courant, transformant la caractéristique de pression en une caractéristique transformée, en tension ou en courant,

15 suivant une loi de transformation prescrite, qui n'est pas proportionnelle. En particulier, la caractéristique transformée correspond à une caractéristique pression-débit du groupe motopompe passant, d'une part, par le point de la partie exploitée de la caractéristique réelle pression-débit du

20 groupe motopompe ayant la pression la plus basse et, d'autre part, par le point de débit nul ayant la même ordonnée que le point de la partie exploitée de la caractéristique réelle pression-débit du groupe motopompe ayant la pression plus élevée. Grâce à cette transformée, on peut s'affranchir de la

25 courbe réelle pression-débit de la pompe, au moins pour effectuer la commande du variateur de vitesse, et substituer à cette courbe réelle une courbe artificielle que l'on conforme au mieux de ce qui est souhaité pour l'exploitation. En particulier, il est aisé de donner à cette courbe trans-

30 formée des ordonnées extrêmes de valeur de pression dans le graphique représentant les variations de la pression en fonction du débit, moins distantes qu'auparavant, de sorte que l'utilisateur ressent moins de variations de pression. Il est en outre possible de donner à la partie initiale de la courbe

35 caractéristique issue de l'axe des ordonnées une forme sensi-

blement parallèle à l'axe des débits, en sorte que, au début lorsque l'on ouvre un robinet, on obtient très rapidement une grande variation de débit pour pratiquement la même pression, alors que c'était là justement, auparavant, que les variations de pression se faisaient le plus sentir.

Suivant un mode de réalisation, le capteur de pression commande, par l'intermédiaire d'un transducteur pression-tension ou pression-courant, dénommé transducteur basse pression et transformant une pression inférieure à un premier seuil donné en un signal temporaire, le circuit de marche-arrêt de manière à le mettre en position de marche quand la pression devient inférieure à ce premier seuil donné.

Le capteur de pression peut commander aussi, par l'intermédiaire d'un transducteur pression-tension ou pression-courant dit transducteur de surpression, et transformant une pression supérieure à un second seuil donné en un signal permanent, le circuit de marche-arrêt, de manière à le mettre en position d'arrêt quand la pression devient supérieure à ce second seuil donné, dit seuil de surpression. On obtient ainsi une sécurité en cas de surpression accidentelle.

Suivant un mode de réalisation préféré, la sortie du transducteur basse pression est connectée à la première entrée d'une porte OU dont l'autre entrée est reliée à la sortie d'un transducteur débit-courant ou débit-tension du capteur de débit et dont la sortie est reliée à la première entrée d'une porte OU.EX dont la seconde entrée est reliée à la sortie du transducteur de surpression et dont la sortie est reliée au circuit de marche-arrêt. On associe ainsi avantageusement la protection, vis-à-vis d'un incident, et le mode de fonctionnement normal.

De préférence, un temporisateur est intercalé entre la sortie du transducteur basse pression et la première entrée de la porte OU de manière que la pompe ait le temps d'assurer un débit. Dans le cas contraire, il y a anomalie et le circuit de marche-arrêt de la pompe arrête celle-ci. On

prévoit également un temporisateur intercalé entre la sortie du transducteur du capteur de débit et la seconde entrée de la porte OU, de manière à assurer une certaine durée de fonctionnement du moteur et à empêcher les battements. Même si le système de réserve d'eau mis sous pression se dérègle, ce

5 temporisateur limite les battements.

Au dessin annexé, donné uniquement à titre d'exemple :

la figure 1 est un schéma synoptique du groupe

10 motopompe suivant l'invention ;

la figure 2 est un graphique représentant la courbe réelle de la pompe (courbe I) et la courbe transformée (courbe II), les débits en m^3 à l'heure étant portés en abscisses et les hauteurs manométriques totales en mètre étant

15 portées en ordonnées ;

la figure 3 est un graphique représentant la variation de la tension de sortie du capteur analogique de pression, en fonction de la pression régnant dans la tuyauterie de refoulement ; et

la figure 4 est un graphique représentant la variation de la tension à la sortie de l'amplificateur de bande proportionnelle en fonction de la pression régnant dans la tuyauterie de refoulement.

20

En se reportant à la figure 1, une pompe 1 centrifuge a une tuyauterie de refoulement 2 comportant en dérivation un réservoir-tampon 3. La pompe 1 est entraînée en rotation par un motovariateur 4. Sur la tuyauterie de refoulement 2 est monté un capteur de débit 5 et un capteur de pression analogique 6. Le motovariateur 5 est mis en marche ou mis à

25 l'arrêt par un circuit de marche-arrêt 7.

30

Le capteur de pression analogique 6 est relié à un amplificateur de bande proportionnelle 8 par un conducteur 9, à un transducteur basse pression 10, par l'intermédiaire d'un conducteur 11, et à un transducteur de surpression 12 par un

35 conducteur 13. La sortie de l'amplificateur de bande propor-

tionnelle 8 est reliée par un conducteur 14 au motovariateur 4. La sortie du transducteur basse pression 10 est reliée, par l'intermédiaire d'un conducteur 15 et d'un temporisateur 16, à la première entrée 17 d'une porte OU 18. La sortie 19 de la porte OU est reliée, par un conducteur 20, à une première entrée 21 d'une porte OU.EX 22. La sortie 23 de la porte OU.EX est reliée, par un conducteur 24, au circuit de commande de marche-arrêt 7.

Le capteur de débit 5 comporte un transducteur 25 dont la sortie est reliée par un conducteur 26 et par un temporisateur 27 à la seconde entrée 28 de la porte OU 18.

La sortie du transducteur de surpression 12 est reliée par un conducteur 29 à la seconde entrée 30 de la porte OU.EX 22.

On décrit maintenant le fonctionnement du groupe motopompe suivant l'invention, en supposant d'abord que le robinet 31 monté à l'extrémité de la tuyauterie de refoulement 2 est fermé. La pression régnant dans cette tuyauterie de refoulement 2 est égale à H_0 sur le graphique de la figure 2. La pompe 1 est arrêtée.

On ouvre le robinet 31. La capacité 3 de très faible volume, par exemple d'un volume de 1 litre, et qui est destinée simplement à faire en sorte que le clapet de sortie de la pompe 1 soit maintenu fermé, restitue un très faible volume d'eau à la tuyauterie de refoulement 2. La pression dans la tuyauterie de refoulement 2 s'abaisse à la valeur H_1 à la figure 2 qui constitue un seuil basse pression. Le capteur de pression 6 détecte la pression qui règne dans la tuyauterie de refoulement 2 et la transforme en une tension électrique, conformément à la courbe de la figure 3. Par le conducteur 11, cette tension est envoyée au transducteur basse pression 10 qui émet un signal limité dans le temps par le temporisateur 16 et entrant dans la porte OU par l'entrée 17. Ce signal met à l'état 1, par le conducteur 20, l'entrée 21 de la porte OU.EX 22 et, comme l'entrée 30 de la porte

OU.EX 22 est à l'état zéro, la sortie 23 de la porte OU.EX 22 est à l'état 1 et transmet le signal au circuit marche-arrêt 7, par le conducteur 24. Le circuit de marche-arrêt commande la mise en marche du motovariateur 4 et donc de la pompe 1.

5 De l'eau arrive dans la tuyauterie de refoulement 2. Le capteur de débit 5 détecte que le débit dépasse un seuil donné. Par son transducteur 25, le conducteur 26 et le temporisateur 27, il envoie un signal à l'entrée 28 de la porte OU. Ce signal arrive, en passant par la sortie 19, le conducteur 20, l'entrée 21, la sortie 23 et le conducteur 24, au

10 circuit de marche-arrêt 7. Celui-ci maintient donc le motovariateur 4 en fonctionnement, le signal arrivant à l'entrée 28 de la porte OU 18 prenant ainsi le relais du signal temporaire arrivant à l'entrée 17 de la porte OU 18. Dans le même

15 temps, le capteur de pression 6 détecte une nouvelle pression plus élevée dans la tuyauterie de refoulement 2. Par le conducteur 9, il envoie cette tension à l'entrée de l'amplificateur de bande proportionnelle 8, lequel délivre en sortie une tension conformément à la courbe de la figure 4.

20 On notera que la courbe de la figure 4 est la courbe transformée de celle de la figure 3, suivant une loi qui n'est pas proportionnelle et en particulier qu'elle comporte un plateau A initial entre 0 et 3 bar et un plateau B terminal entre 6 et 10 bar, avec une variation proportionnelle entre les deux

25 plateaux. Cette tension transformée est acheminée, par le conducteur 14, au variateur de vitesse 4 qui voit ainsi non pas une tension proportionnelle à la pression détectée par le capteur de pression 6, mais une tension transformée correspondant à la pression que l'on souhaite obtenir dans la

30 tuyauterie de refoulement 2. Le motovariateur 4 commande, en conséquence, la vitesse de rotation de la pompe 1 et établit ainsi une pression HF à la figure 2 correspondant à un point de fonctionnement à l'intersection E de la courbe transformée II et de la courbe de perte de charge III de l'installation.

35 On suppose maintenant que l'on referme le robinet

31. La pression dans la tuyauterie de refoulement 2 augmente le long de la courbe E Ho à la figure 2. Lorsqu'on atteindra l'intersection, à la figure 2, de la courbe EHo et du seuil de débit minimum représenté par la droite X, X' à la figure 2 et détecté par le capteur de débit 5, celui-ci va envoyer par son transducteur 25, par le conducteur 26 et par le temporisateur 27, un signal d'arrêt mettant l'entrée 28 de la porte OU 18 à l'état zéro, pourvu que la durée de temporisation définie par le temporisateur 27 se soit écoulée et cela afin d'éviter des battements. Comme le signal temporaire a disparu et que l'entrée 17 est à l'état zéro, et comme l'entrée 28 est à l'état zéro, la sortie de la porte OU est à l'état zéro. Cet état se transmet à l'entrée 21 de la porte OU.EX 22. Comme ce même état règne à l'entrée de la porte 30, l'état zéro règne à la sortie 23 de la porte OU.EX 22 et le circuit de marche-arrêt 7 donne un ordre d'arrêt au motovariateur 4. La pompe 1 s'arrête. On a retrouvé l'état initial.

On suppose maintenant qu'on ouvre à nouveau le robinet 31, mais alors que la nappe phréatique s'est élevée. On voit qu'en raison de l'amplificateur de bande proportionnelle 8, la pression régnant dans la tuyauterie de refoulement 2, sera toujours régie par la courbe transformée de la figure 4 et ne pourra jamais dépasser une limite prescrite.

On suppose maintenant qu'il se produit accidentellement une surpression dans la tuyauterie de refoulement 2 due par exemple à un coup de bélier. Le capteur de pression 6 détecte cette pression et la transforme en une tension qui est acheminée, par le conducteur 13, au transducteur de surpression 12 qui, par le conducteur 29, met l'entrée 30 de la porte OU.EX 22 à l'état 1. Si, à cet instant, la pompe 1 fonctionne, l'entrée 21 de la porte OU.EX 22 est, elle aussi, à l'état 1. Comme les deux entrées 21 et 30 de la porte OU.EX 22 sont toutes deux à l'état 1, la porte 22 n'est pas passante et commande, par le conducteur 24, le circuit de marche-arrêt 7 de manière que celui-ci arrête le

motovariateur 4, et donc la pompe 1.

On suppose maintenant que, par accident, la pompe 1 fonctionne, alors que le robinet 31 est ouvert, mais que la pompe ne débite pas d'eau. Le capteur de débit 5 constate que le débit, dans la tuyauterie de refoulement 2, est inférieur au seul défini par X-X' à la figure 2. Par le transducteur 25, le conducteur 26 et le temporisateur 27, il met l'entrée 28 de la porte OU 18 à l'état zéro et de ce fait ne valide pas l'ordre de mise en marche temporaire émis par le transducteur 10. L'entrée 21 de la porte OU.EX 22 est mise ainsi à l'état zéro par le conducteur 20. Comme l'entrée 30 est, elle aussi, à l'état zéro puisqu'il n'y a pas de surpression, la porte OU.EX 22 n'est pas passante. Le circuit de marche-arrêt 7 n'est pas excité et donne un ordre d'arrêt au motovariateur 4. La pompe 1 s'arrête.

REVENDEICATIONS

1. Groupe motopompe comprenant une pompe (1) à tuyauterie de refoulement (2), un motovariateur (4) entraînant la pompe (1) et un circuit de marche-arrêt (7) du motovariateur (4), caractérisé par un capteur analogique de pression (6) détectant la pression régnant dans la tuyauterie de refoulement (2) et commandant le motovariateur (4) en fonction de cette pression, et par un capteur de débit (5), détectant un seuil minimum de débit du fluide passant dans la tuyauterie de refoulement (2) et commandant le circuit de marche-arrêt (7) quand le débit devient supérieur à ce seuil, de manière à le mettre en position de marche.

2. Groupe motopompe suivant la revendication 1, caractérisé en ce que le capteur analogique de pression (6) commande le motovariateur (4) par l'intermédiaire d'un transducteur (8) pression-tension ou pression-courant, transformant la caractéristique de pression et une caractéristique transformée en tension ou en courant, suivant une loi de transformation prescrite qui n'est pas proportionnelle.

3. Groupe motopompe suivant la revendication 2, caractérisé en ce que la caractéristique transformée correspond à une caractéristique pression-débit du groupe motopompe, passant d'une part par le point de la partie exploitée de la caractéristique réelle pression-débit du groupe motopompe ayant la pression la plus basse (H1) et, d'autre part, par le point (H0) de débit nul ayant la même ordonnée que le point

de la partie exploitée de la caractéristique réelle pression-débit du groupe motopompe ayant la pression la plus élevée.

4. Groupe motopompe suivant la revendication 1, 2 ou 3, caractérisé en ce que le capteur de pression (6) commande, par l'intermédiaire d'un transducteur (10) pression-tension ou pression-courant, désigné par transducteur basse pression et transformant une pression inférieure à un premier seuil donné en un signal temporaire, le circuit de marche-arrêt (7), de manière à le mettre en position de marche quand la pression devient inférieure à ce premier seuil donné.

5. Groupe motopompe suivant l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que le capteur de pression commande, par l'intermédiaire d'un transducteur (12) pression-tension ou pression-courant, désigné par transducteur de surpression et transformant une pression supérieure à un second seuil donné en un signal permanent, le circuit de marche-arrêt (7) de manière à le mettre en position d'arrêt quand la pression devient supérieure à ce second seuil donné.

6. Groupe motopompe suivant la revendication 4, caractérisé en ce que la sortie du transducteur basse pression (10) est reliée à la première entrée (17) d'une porte OU (18) dont l'autre entrée (28) est reliée à la sortie d'un transducteur (25) débit-courant ou débit-tension du capteur de débit (5), et dont la sortie (19) est reliée à la première entrée (21) d'une porte OU.EX (22) dont la seconde entrée (30) est reliée à la sortie du transducteur de surpression (12) et dont la sortie (23) est reliée au circuit de marche-arrêt (7).

7. Groupe motopompe suivant l'une des revendications 4 à 6, caractérisé par un temporisateur (16) intercalé entre la sortie du transducteur basse pression (10) et la première entrée (17) de la porte OU (18).

8. Groupe suivant l'une des revendications 4 à 7, caractérisé en ce que le capteur de pression commande, par l'intermédiaire d'un transducteur (12) pression-tension ou

pression-courant désigné par transducteur de surpression, et transformant une pression supérieure à un second seuil donné en un signal permanent, le circuit de marche-arrêt (7) de manière à le mettre en position d'arrêt quand la pression 5 devient supérieure à ce second seuil donné.

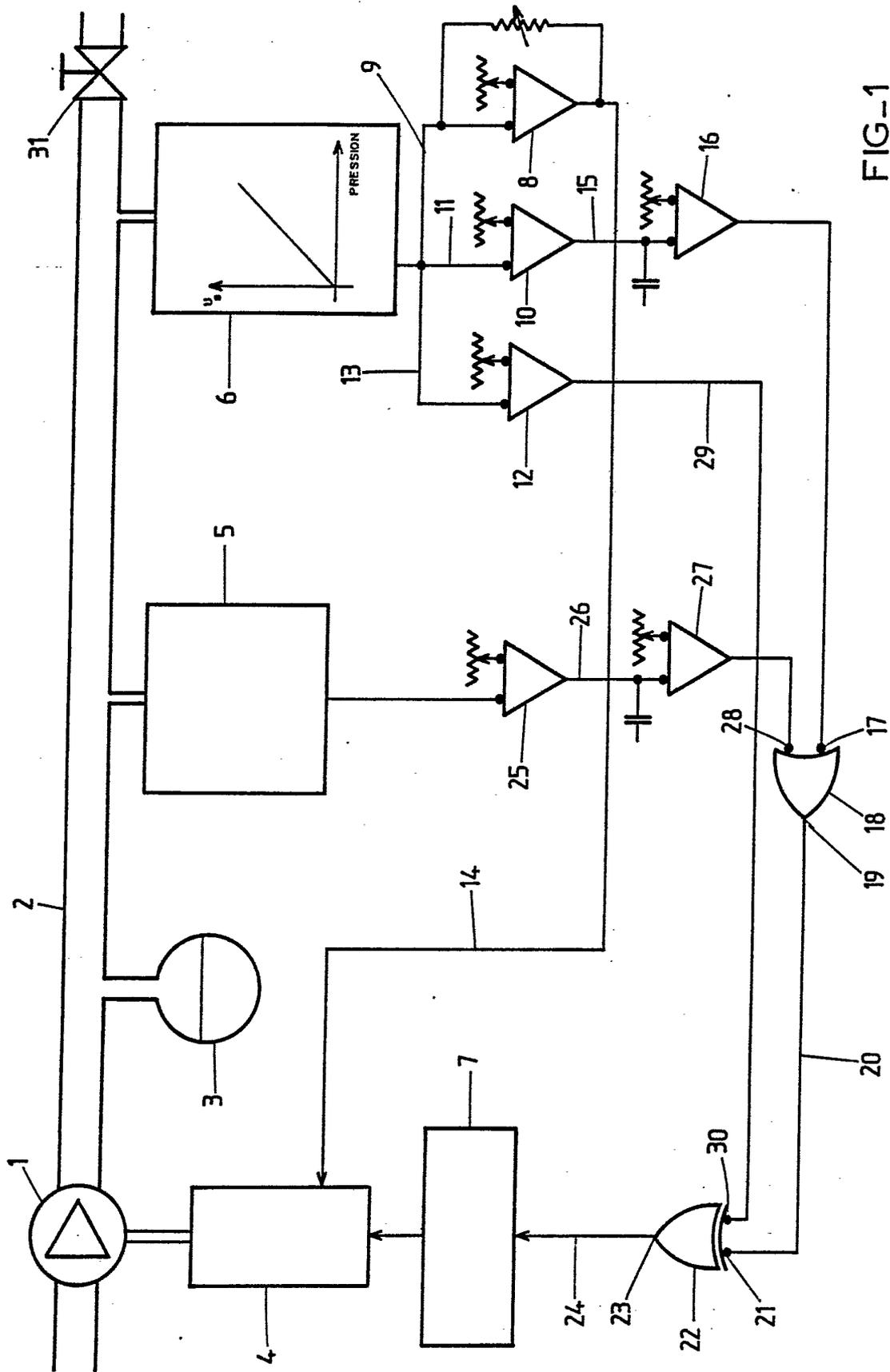


FIG-1

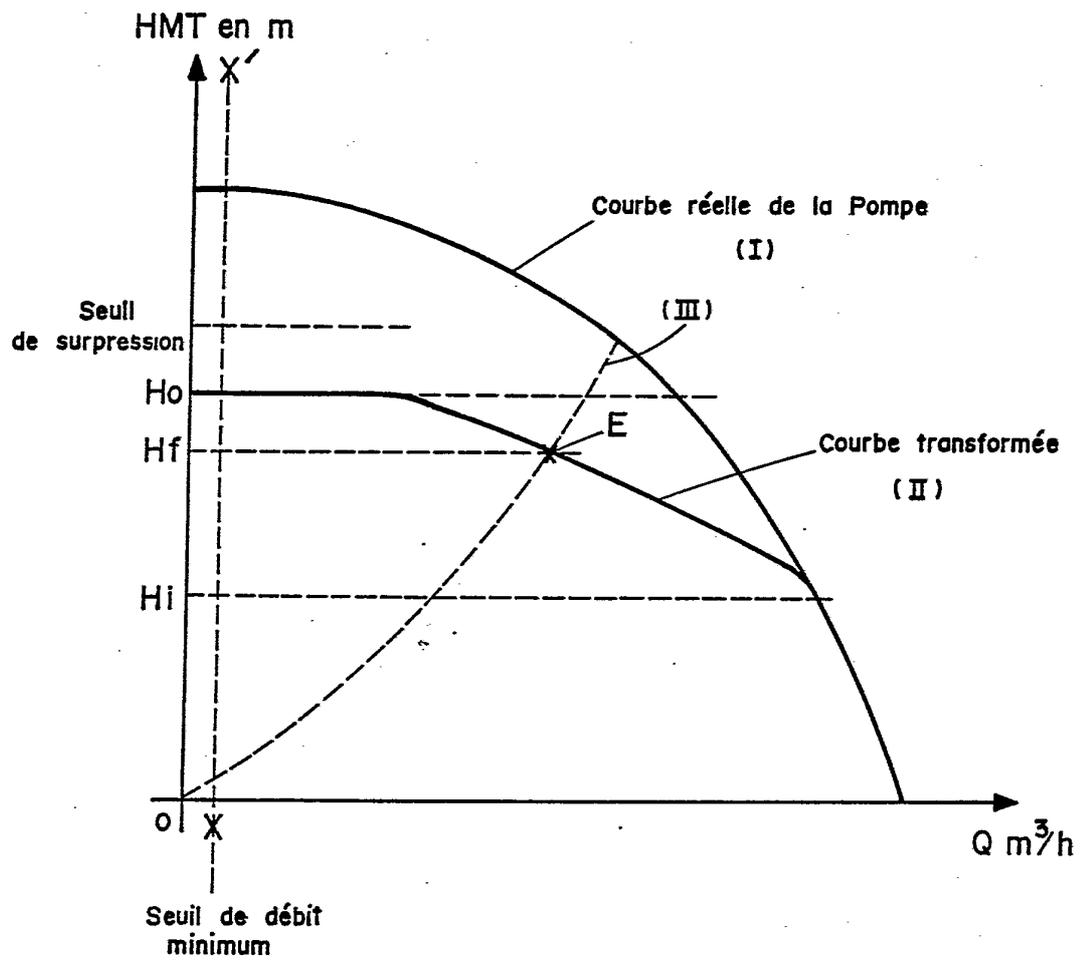


FIG-2

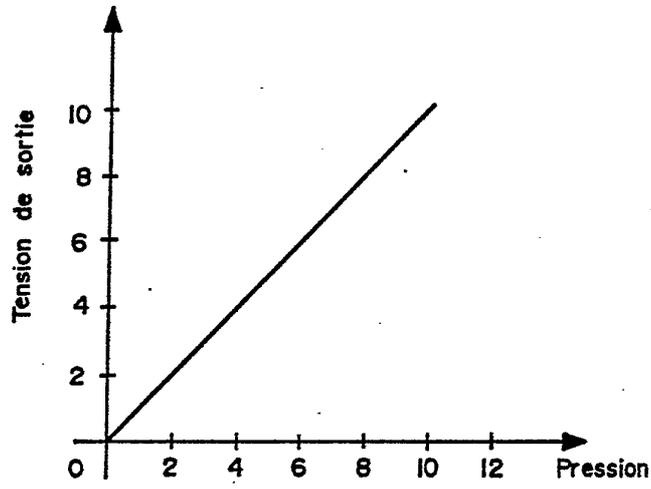


FIG-3

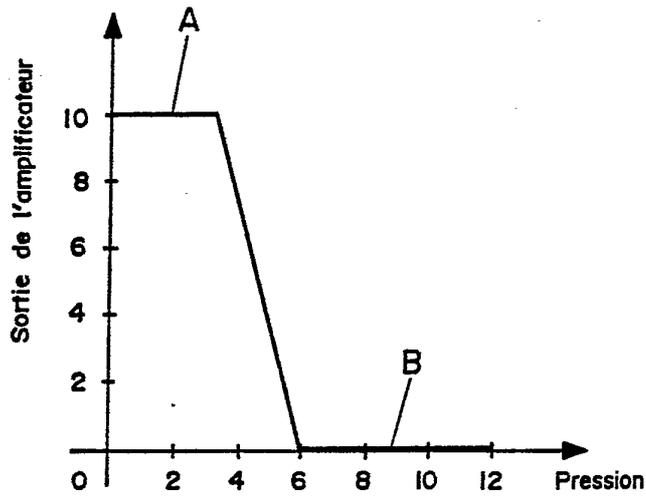


FIG-4