

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②② Date de dépôt : 12 septembre 1983.

③③ Priorité :

④③ Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 11 du 15 mars 1985.

⑥③ Références à d'autres documents nationaux appa-
rentés :

⑦① Demandeur(s) : INSTITUT FRANCAIS DU PETROLE (*or-
ganisme professionnel*) et SOCIETE NATIONALE ELF
AQUITAINE (*société anonyme*). — FR.

⑦② Inventeur(s) : Henri Cholet, François-Jean Trocqueme et
Jean Garraux.

⑦③ Titulaire(s) :

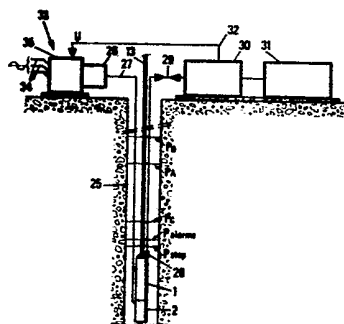
⑦④ Mandataire(s) : Institut Français du Pétrole.

⑤④ Dispositif utilisable notamment pour le pompage d'un fluide très visqueux et/ou contenant une proportion notable
de gaz, particulièrement pour la production de pétrole.

⑤⑦ Procédé de commande d'une pompe rotative immergée
dans un fluide produit par un puits et dispositif pour sa mise
en œuvre.

Suivant ce procédé, on agit sur la vitesse de rotation du
moteur d'entraînement de la pompe en fonction de la diffé-
rence de pression ΔP qui existe entre la pression du fluide
mesurée au voisinage de la pompe et la pression de produc-
tion du puits.

L'invention est notamment applicable à la production de
pétrole.



- 1 -

La présente invention concerne un procédé de commande d'une pompe pour le pompage d'un fluide très visqueux et/ou contenant une proportion notable de gaz. Elle concerne aussi un dispositif pour la mise en oeuvre de ce procédé.

5

L'invention est plus particulièrement adaptée à la production de pétrole, notamment lorsque celui-ci est très visqueux ou/et contient une proportion notable de gaz. Cette proportion est le plus souvent exprimée par le rapport volumétrique gaz/liquide ou G.O.R. (Gas Oil Ratio) du fluide à pomper, mesuré dans les conditions de température et pression régnant au fond du puits de production.

10

Cette application de l'invention n'est pas limitative, mais sera cependant plus spécialement étudiée ci-après.

15

L'exploitation des puits peu profonds et non éruptifs peut se faire au moyen de pompes de surface telles que des pompes à tiges, ou encore au moyen de pompes immergées telles que des pompes centrifuges ou des pompes hélicoïdales du type Moineau.

20

Les pompes à tiges conduisent à des installations de surface massives et chères non utilisables en zone d'environnement protégé.

Leur action alternative est éprouvante pour les moteurs électriques

- 2 -

d'entraînement, par ailleurs cette action alternative perturbe le gaz libre et émulsifie le fluide. Il en résulte un faible rendement, la formation de bouchons de gaz (gas lock) pouvant causer une perte de productivité.

5

On emploie couramment des pompes hélicoïdales du type Moineau pour le transfert de fluides pétroliers en surface et l'on peut songer à placer de telles pompes au fond d'un puits pétrolier en production pour refouler le pétrole brut vers la surface.

10

Les avantages que peuvent apporter les pompes conçues selon le système Moineau utilisées comme pompes de production de pétrole sont nombreux :

- 15 - pompage de fluides très visqueux et à haute teneur en gaz,
 - écoulement laminaire et stable dans la pompe sans pulsation, le fluide n'est pas émulsionné, pas de formation de gas-lock,
- 20 - absence de valves qui sont des points sensibles à l'usure, et à l'origine d'encrassement des pompes à tiges,
 - aucune difficulté de fonctionnement dans les puits fortement déviés contrairement aux pompes à tiges,
- 25 - adaptation précise de la production du puits au débit de la pompe, étant donné qu'il s'agit d'une pompe volumétrique, où le débit peut être considéré proportionnel à la vitesse de rotation,
- 30 - fonctionnement à charge constante et souvent très faible (pompe équilibrée), haut rendement,
 - construction simple et robuste, .
- 35 - équipement de surface très réduit,

- maintenance nettement moins importante que pour une pompe à tiges.

Une telle pompe serait particulièrement avantageuse sur tous les gisements d'huile lourde et contenant du gaz, et où les débits sont
5 inférieurs à 100/200 m³/jour.

L'objet de l'invention est de réaliser un procédé de commande, permettant un fonctionnement automatisé et auto-adaptable, d'une pompe rotative immergée dans un fluide, notamment lorsqu'elle est utilisée
10 comme pompe de fond pour la production de pétrole, ce procédé de commande permettant de maintenir une submergence dynamique constante, mais réglable, de la pompe.

Un second objet de cette invention est une installation de pompage
15 pour la mise en oeuvre de ce procédé.

Selon son premier objet, l'invention concerne un procédé de commande d'une pompe rotative immergée dans un fluide produit par un puits, ladite pompe étant entraînée en rotation par un moteur à vitesse
20 variable, ce procédé étant caractérisé en ce qu'il consiste à agir sur la vitesse de rotation dudit moteur en fonction de la différence de pression ΔP qui existe entre la pression du fluide mesurée au voisinage de la pompe et la pression de production du puits.

25 De plus, selon ce procédé, on augmente la vitesse de rotation de la pompe quand la différence Δp est positive et on diminue cette vitesse quand ladite différence est négative jusqu'à obtention d'un point d'équilibre où la différence est nulle.

30 De manière préférentielle, la variation de la vitesse de la pompe en fonction de la différence Δp est linéaire.

De manière à rendre ce procédé auto-adaptable, on définit une valeur de consigne pour la pression du fluide au voisinage de la pompe,
35 le procédé étant alors caractérisé en ce que, quand ledit point d'équilibre est obtenu pour une pression supérieure à ladite pres-

- 4 -

sion de consigne, on augmente aléatoirement la vitesse du moteur pendant un certain temps, puis on fait diminuer cette vitesse en fonction de la différence Δp jusqu'à l'obtention du point d'équilibre, et l'on réitère cette opération le nombre de fois nécessaires
 5 pour que le point d'équilibre corresponde à une pression inférieure à la valeur de consigne.

La pression de production P du puits est donnée par la formule :

$$10 \quad P = P_G - \frac{Q}{I_p}$$

dans laquelle :

P_G = pression dans le gisement au repos

Q = débit de la pompe en fonction de la vitesse de rotation du moteur

I_p = indice de la productivité du puits

Selon son second objet, l'invention concerne un dispositif pour l'utilisation d'un groupe immergé comprenant une pompe rotative
 20 accouplée à un moteur électrique. Ce dispositif comporte en combinaison au moins une pompe rotative, un moteur entraînant en rotation cette pompe à une vitesse sensiblement proportionnelle à la fréquence du courant électrique alimentant ce moteur et des moyens d'ajustement automatique du débit refoulé par la pompe, ces moyens
 25 comportant au moins un capteur de pression délivrant un signal électrique de mesure lié au niveau de submergence dynamique de la pompe en service et un ensemble de circuits électriques de traitement du signal de mesure et de commande de la fréquence du courant alimentant le moteur d'entraînement de la pompe en fonction de la valeur
 30 dudit signal de mesure.

De préférence, la pompe est une pompe hélicoïdale volumétrique.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description
 35 suivante d'un mode de réalisation, description faite d'une manière nullement limitative en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- 5 -

- la figure 1 illustre un groupe utilisable pour la production de pétrole, constitué d'une pompe hélicoïdale et d'un moteur électrique d'entraînement,
- 5 - la figure 2 montre le stator de cette pompe, garni d'élastomère,
- la figure 3 représente schématiquement une pompe formée de deux éléments de pompage de type hélicoïdal, associés en parallèle,
- 10 - la figure 4 illustre schématiquement un embrayage à crabots situé entre la pompe et son moteur d'entraînement,
- la figure 5 représente schématiquement le dispositif selon l'invention placé dans un puits de pétrole en production, et
- 15 - la figure 6 est un diagramme illustrant le fonctionnement du dispositif.

Le groupe moto-pompe immergé utilisé dans le dispositif selon l'invention comprend de haut en bas (Figure 1) :

- une partie hydraulique 1, ou pompe proprement dite, formée des éléments 1a et 1b associés en parallèle,
- 25 - un moteur électrique asynchrone 2 avec sa réserve d'huile et son système de compensation.

La pompe proprement dite se compose essentiellement :

- 30 - d'un rotor 3a et 3b formé d'une vis externe en hélice de section circulaire fabriquée avec précision dans un acier à haute résistance,
- d'un stator 4a et 4b constitué d'une double hélice interne en
- 35 acier moulé ou usiné avec précision et revêtu intérieurement d'un élastomère 5 ayant des caractéristiques de haute résistance à l'usure mécanique et à l'agressivité des fluides pétroliers.

Le rotor tournant à l'intérieur du stator engendre des cavités qui restent de la même forme, lorsqu'elles progressent de l'admission vers le refoulement. Il agit, en quelque sorte, comme un convoyeur à vis. L'étanchéité obtenue entre rotor et stator permet de conserver en volume le fluide s'élevant dans la pompe, à la manière d'une pompe à tige qui serait continuellement en position ascendante.

Par ce principe, il est obtenu une pompe :

- 10 - réversible auto-amorçante,
- sans clapet,
- à débit uniforme sans pulsation, ni à-coups d'aucune sorte,
- 15 - capable de véhiculer sans détérioration des produits très divers des plus fluides aux plus pâteux.

La figure 1 donne un schéma de la pompe.

20

La figure 2 représente en coupe un stator 4 dont la paroi interne est revêtue d'une épaisseur optimisée d'élastomère 5. Cette conception permet :

- une meilleure dissipation de la température à travers le stator,
- 25 - une rigidité et une indéformabilité du profil,
- un meilleur rendement volumétrique,
- 30 - un gonflement minimisé de l'élastomère.

Le rotor subit un traitement spécial de métallisation de manière à :

- minimiser l'abrasion engendrée par le transport de fluides chargés de
- 35 particules solides, et
- diminuer le coefficient de frottement rotor/stator.

- 7 -

L'axe du rotor excentré par rapport à celui de la pompe, le rotor est relié à l'arbre du motor par un accouplement constitué en général d'une bielle 6 et de cardans 7.

- 5 La partie hydraulique de la pompe se compose essentiellement du rotor et du stator, avec admission à la base de la pompe et refoulement en tête dans une colonne ou tubing de production.

- 10 Une des particularités d'une telle pompe est d'engendrer des surpressions élevées sous une faible longueur du corps de pompe. Par exemple, une surpression de 120 bars est obtenue avec un ensemble rotor/stator de 1,20m de long.

- 15 Les corps de pompe 8 peuvent être conçus avec un rotor/stator de longueur double, ou deux ensembles rotor/stator montés en série. Dans ce cas, la surpression apportée sera doublée (240 bars dans l'exemple indiqué), pour un même débit.

- 20 La pompe peut être également conçue avec deux ensembles rotor/stator montés l'un au-dessus de l'autre (Figure 3) ayant des pas opposés et reliés par accouplements d'excentrement 9.

- 25 Dans ce cas, l'admission s'effectue par des orifices 10a, 10b placés aux deux extrémités et le refoulement par un orifice 11 situé au centre de la pompe, des canaux 12 aménagés entre le stator supérieur 4b et le corps permettent le transfert du fluide vers la colonne ou tubing de production 13 à travers un tube perforé 14 empêchant les déblais de tomber dans la pompe.

- 30 Les deux couples rotor/stator 3a, 4a et 3b, 4b sont de pas opposés (gauche et droite) dans l'exemple illustré par la figure 3.

Une soupape de sécurité 15 placée en tête de la pompe 1 permet :

- 35 - la vidange et le remplissage de la colonne de production 13 lors des remontées et descentes de la pompe.

- une protection contre les surcharges,
- le renvoi de l'effluent pompé dans le puits de production en cas d'afflux insuffisant ou de G.O.R. trop élevé.

5

L'ensemble formé par les rotors et leurs organes d'accouplement est supporté par le corps de pompe 8 par l'intermédiaire d'un système de butées 16.

- 10 Selon un mode avantageux de réalisation, le moteur électrique 2 destiné à l'entraînement de la pompe est un moteur rempli d'huile, triphasique, asynchrone à cage d'écureuil.

- 15 Les moteurs existants actuels sont quadripolaires, leur vitesse de rotation étant de 1 500 t/min lorsqu'ils sont alimentés en courant électrique alternatif de fréquence 50 Hz.

On peut envisager de réaliser des moteurs 6 pôles.

- 20 Dans le cas d'un moteur fonctionnant au fond d'un puits pétrolier en production, il sera placé en équi-pression avec le fluide du puits. Ce maintien en équi-pression peut être obtenu par deux éléments (Figure 1) :

- 25
- un protecteur 17 placé entre la pompe 1 et le moteur électrique 2,
 - un compensateur 18 raccordé à la partie inférieure du moteur électrique 2.

- 30 Le protecteur 17 évite la venue dans le moteur de l'effluent pompé. On établit une interface de fluide propre entre la pompe et le moteur. Le fluide propre est toujours maintenu à la pression de l'effluent à l'aide d'un dispositif à diaphragme. Ce dispositif permet aussi de compenser les éventuelles pertes de fluide propre qui peuvent se produire, il est actionné par l'huile du moteur qui est elle-même maintenue à la pression
- 35 de l'effluent dans le puits par l'intermédiaire du compensateur 18.

On utilise avantageusement un embrayage à crabots 19 (Figure 4) qui permet de faire démarrer la pompe 1 pour le couple maxima du moteur 2. La force centrifuge écarte de l'arbre moteur 20 les deux crabots 21, 22 contre l'action du ressort de rappel 23. Les crabots s'enclenchent alors
5 contre deux faces planes 21a et 22a respectivement de l'arbre 24 de la pompe 1.

La figure 5 représente schématiquement l'ensemble du dispositif selon l'invention, le groupe constitué par la pompe 1 et son moteur d'entrai-
10 nement 2 étant placé dans un puits de pétrole 25, à la partie inférieure de la colonne ou tubing de production 13 à travers laquelle s'écoule le pétrole refoulé par la pompe 1.

Le moteur électrique 2 est alimenté en énergie électrique à partir d'un
15 transformateur 26 situé en surface, par l'intermédiaire d'un câble électrique de puissance 27 dont l'extrémité inférieure 27a raccordée au moteur 2 est visible sur la figure 1.

Au sommet de la pompe hélicoïdale 1 est fixé un capteur de pression et
20 de température 28 qui transmet des signaux électriques de mesure jusqu'à la surface, par l'intermédiaire d'un câble électrique 29 de transmission d'informations. Le câble 29 est connecté en surface à des circuits de traitement du signal de mesure ou microprocesseur 30, ces circuits étant reliés électriquement à un tableau de commande 31.

25 Le capteur de pression et température 28 est, par exemple, un capteur à jauges de contraintes à haute résolution associé à des circuits électroniques de fond permettant de délivrer des signaux représentatifs de la pression mesurée dans l'espace annulaire au niveau du capteur, cette pres-
30 sion étant en relation directe avec la pression d'aspiration de la pompe 1 (elle ne diffère de cette pression d'aspiration que par une constante). Les circuits électroniques de fond connectés au capteur 23 sont également adaptés à délivrer des signaux représentatifs de la température à laquelle est soumise le capteur.

Les signaux électriques représentant respectivement la pression et la température pourront, par exemple, être transmis en surface par l'intermédiaire du câble 29 par modulation de fréquence d'une oscillation porteuse, les informations correspondant respectivement à la pression et à la température étant, par exemple, transmises alternativement sous la forme de signaux de polarités opposées, ce qui permet de les distinguer nettement en surface.

Le câble 29 peut être utilisé non seulement pour la remontée des informations émanant du capteur 28, mais également pour l'alimentation des circuits électroniques de fond auxquels est associé ce capteur.

Le microprocesseur 30 transmet des signaux de commande u , par l'intermédiaire du câble 32, à un ensemble variateur de fréquence 33 qui est alimenté en courant triphasé par le câble 34 connecté au réseau électrique de fréquence fixe (50 ou 60 Hz par exemple).

L'ensemble variateur de fréquence 33 comporte un organe régulateur 35 du type onduleur connecté au transformateur 26 qui alimente le moteur électrique de fond 2 en courant électrique triphasé de fréquence ajustable, par l'intermédiaire du câble de puissance 27.

Les signaux délivrés par le capteur de pression et de température 28 et remontés en surface par le câble conducteur 29 sont traités par le microprocesseur 30 qui délivre au variateur de fréquence 33, à partir de ces signaux de mesure et de valeurs de consigne, un signal de commande u dont l'intensité peut, par exemple, varier entre 0 et 10 volts.

Le variateur de fréquence 33 est adapté à alimenter le moteur de fond 2 en courant électrique dont la fréquence est proportionnelle à la tension de commande u et la vitesse de rotation du moteur 2 croît proportionnellement à la fréquence du courant de puissance qui l'alimente.

Le microprocesseur 30 comprend des circuits pour mémoriser une valeur de consigne P_C de la pression au niveau du capteur 28, cette valeur correspondant au niveau de submergence désiré pour la pompe 1 dans le puits et

des circuits d'asservissement comparant à cette pression de consigne la pression réelle P_K mesurée dans le puits par le capteur 23 et transmise au microprocesseur 30 par le câble 29 (cette pression est corrigée pour tenir compte de la valeur de la température au niveau du capteur 28 et
5 le microprocesseur 30 peut indiquer la valeur de cette température).

Le microprocesseur 30 comporte des circuits d'élaboration d'un signal de commande u qui sont reliés au capteur 23 au variateur de fréquence 33.

- 10 Si la comparaison des valeurs P_K et P_C par le microprocesseur indique que le niveau du liquide dans l'espace annulaire du puits 25 devient plus élevé que le niveau de submergence désiré pour la pompe, le micro-
processeur 30 est adapté à délivrer au variateur de fréquence 33, par l'intermédiaire du câble 32, une tension de valeur plus
15 élevée, ce qui augmente la fréquence du courant de puissance alimentant le moteur 2 et accroît par suite la vitesse de rotation du groupe moteur 2-pompe 1. Inversement, si le niveau de liquide dans le puits devient inférieur à celui correspondant à la valeur de la pression de consigne P_S , le microprocesseur 30 commande à l'onduleur 35 de délivrer au câble
20 de puissance 27 un courant électrique de fréquence plus faible, ce qui diminue la vitesse de rotation de la pompe 1.

La régulation maintient la valeur de la pression mesurée en 28 entre la valeur P_C et une valeur P_{Alarme} légèrement inférieure.
25

Le dispositif comporte ainsi des moyens 30, 32, 33 d'asservissement de la vitesse de rotation du moteur 2 par régulation de la fréquence du courant électrique de puissance alimentant ce moteur.

- 30 La pompe 1 étant volumétrique, son débit est ainsi sensiblement proportionnel à la valeur de la tension de commande u et ce débit peut être automatiquement asservi au débit de production du puits.

Afin de protéger des surintensités de démarrage l'onduleur 35 du variateur de fréquence 33, le dispositif selon l'invention comporte des moyens
35

de dérivation électrique permettant de shunter l'onduleur 35 au démarrage et d'alimenter le moteur 2 directement en courant électrique triphasé fourni en 34 par le secteur.

- 5 Dans ces conditions, le démarrage de la pompe 1 s'effectue à sa vitesse maximale V_{Max} correspondant à son débit maximum.

Dans l'hypothèse où le dimensionnement de la pompe est correct, le niveau de liquide dans le puits commence donc par décroître à partir d'un niveau
10 initial auquel correspond la valeur P_0 de la pression mesurée par le capteur 28, avant la mise en service de la régulation du microprocesseur 30, cette mise en service intervenant lorsque le niveau de liquide dans le puits est inférieur à une valeur correspondant à une valeur P_a de la pression mesurée par le capteur 28, cette valeur, dite "pression d'approche",
15 étant mise en mémoire dans le microprocesseur 30. Les valeurs P_C , $P_{C Max}$, P_K , P_A , ainsi que les autres valeurs de la pression définies ci-dessous, peuvent être lues sur le tableau de commande 31.

On se référera ci-après au graphique de la figure 6 sur lequel on lit en
20 abscisses le débit de la pompe 1 qui peut varier entre la valeur Q_{min} correspondant à sa vitesse de rotation minimum V_{min} et la valeur Q_{Max} correspondant à la vitesse de rotation maximum V_{Max} de cette pompe. On a porté en ordonnée sur ce graphique la valeur P de la pression mesurée au niveau du capteur 28, cette valeur étant liée à la hauteur de liquide
25 au-dessus du niveau de ce capteur.

La caractéristique de débit d'un puits en production est :

- (1) $Q_1 = I_P (P_G - P)$, où
30 Q_1 est le débit du puits
 I_P est l'indice de productivité du puits (cet indice varie peu au cours du temps et on admet qu'il est constant pendant la durée de vie d'une pompe)
 P_G est la pression dans le gisement au repos et
35 P est la pression régnant dans le puits au niveau de la couche géologique exploitée ($P = P_K + \rho gh$, si P_K est la pression mesurée

par le capteur 28 situé à une hauteur h au-dessus de la couche et ρ la masse spécifique du fluide dans le puits, g étant l'accélération de la pesanteur).

5 La pompe 1 étant volumétrique, sa caractéristique est :

$$(2) \quad Q_2 = kV, \quad \text{où}$$

Q_2 est le débit de la pompe
 V sa vitesse de rotation et

10 k est le coefficient de proportionnalité.

Le niveau dans le puits est stable si les valeurs de Q_1 et Q_2 données par les relations (1) et (2) ci-dessus sont égales, c'est-à-dire si

$$15 \quad P = P_G - \frac{kV}{I_P}$$

Le niveau de submergence de la pompe par le liquide emplissant l'espace annulaire du puits est donc directement lié à la vitesse de rotation V de la pompe 1 et peut être maintenu constant à la valeur désirée, malgré
 20 d'éventuelles variations de P_G , k et I_P .

Cependant, pour une bonne utilisation de la pompe 1, sa vitesse de rotation V est limitée par les deux valeurs $V_{\min}$ et $V_{\max}$.

25 Deux autres valeurs de pression sont mémorisées dans le microprocesseur 30, en particulier :

- P alarme : pression en dessous de laquelle on déclenche une alarme
 30 (baisse de niveau trop importante dans le puits),

- P stop : pression à laquelle le microprocesseur commande l'arrêt de la pompe.

35 Les niveaux respectifs correspondant aux différentes valeurs de pression définies ci-dessus sont indiqués sur le schéma de la figure 5.

Sur le graphique de la figure 6, la courbe Γ , sensiblement rectiligne, est la courbe de production caractéristique du puits définie sensiblement par la relation

$$5 \quad P = P_G - \frac{kV}{I_P} = P_G - \frac{Q}{I_P}$$

Le microprocesseur 30 est adapté à commander le fonctionnement de la pompe de la manière suivante (Figure 6) :

10 PHASE 1

Démarrage de la pompe à vitesse maximum, donc à débit maximum par connexion du câble de puissance 27 directement au réseau 34.

- 15 Le niveau de liquide dans le puits s'abaisse et la pression P_K mesurée par le capteur 28 diminue jusqu'à P_A .

On décrit le segment 0 - A sur le graphique de la figure 6.

- 20 Lorsque la pression P_A est atteinte, le microprocesseur 30 commande le passage à la phase de fonctionnement suivante.

PHASE 2

- 25 Le microprocesseur 30 détermine la droite Δ joignant le point de coordonnées ($Q = 0$; $P = P_{\text{stop}}$) au point A, puis il commande par l'intermédiaire du signal u appliqué au variateur de fréquence 33 la décroissance de la vitesse de rotation de la pompe, de façon à déplacer suivant Δ le point de fonctionnement (Figure 6). On atteint ainsi le point de fonctionnement stable B situé sur la courbe Γ où le débit de la pompe est égale
- 30 au débit du puits. Cette phase se déroule par pas successifs et nécessite l'élaboration d'un critère de stabilité.

PHASE 3

Le point B n'est pas dans la zone voulue entre P_C et P_{Alarme} . Le microprocesseur augmente la valeur de la vitesse de rotation de la pompe d'une quantité donnée et définie par avance (par exemple 200 t/mn). De même que dans la phase 2 précédente, le microprocesseur commande la décroissance de la vitesse de rotation de la pompe de manière à déplacer suivant la nouvelle droite de vitesse Δ' le point de fonctionnement. On atteint ainsi un point d'équilibre C et l'on réitère les phases B et C (points D, E...F) jusqu'à obtenir un point de fonctionnement stable F dans l'intervalle compris entre P_C et P_{Alarme} .

Lorsque les caractéristiques de production varient (colmatage, usure de la pompe...) la pression P_K peut sortir de la zone P_C , P_{Alarme} . La régulation reprend alors son rôle afin de trouver un nouveau point de fonctionnement stable dans l'intervalle (P_C, P_{Alarme}) .

Dans le mode de réalisation décrit, la pompe utilisée était une pompe hélicoïdale volumétrique dont on pouvait considérer le débit comme proportionnel à la vitesse de rotation. L'invention est cependant applicable à tout type de pompe dont le débit ne serait pas proportionnel à la vitesse. Il suffit alors de considérer que les droites de vitesse Δ et Δ' ... sont remplacées par des courbes donnant le débit en fonction de la vitesse de rotation du moteur.

RE V E N D I C A T I O N S

=====

1. - Procédé de commande d'une pompe rotative immergée dans un fluide produit par un puits, ladite pompe étant entraînée en rotation par un moteur à vitesse variable, caractérisé en ce qu'il consiste à agir sur la vitesse de rotation dudit moteur en fonction de la différence de pression ΔP qui existe entre la pression du fluide mesurée au voisinage de la pompe et la pression de production du puits.
2. - Procédé de commande d'une pompe selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il consiste à augmenter la vitesse de rotation de la pompe quand la différence Δp est positive et à diminuer cette vitesse quand ladite différence est négative jusqu'à obtention d'un point d'équilibre où la différence est nulle.
3. - Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que la variation de la vitesse de la pompe en fonction de la différence Δp est linéaire.
4. - Procédé selon la revendication 2, selon lequel on définit une valeur de consigne pour la pression du fluide au voisinage de la pompe, caractérisé en ce que, quand ledit point d'équilibre est obtenu pour une pression supérieure à ladite pression de consigne, on augmente la vitesse du moteur pendant un certain temps, puis on fait diminuer cette vitesse en fonction de la différence Δp jusqu'à l'obtention du point d'équilibre, et l'on réitère cette opération le nombre de fois nécessaires pour que le point d'équilibre corresponde à une pression inférieure à la valeur de consigne.
5. - Procédé de commande selon la revendication 1, caractérisé en ce que la pression de production P du puits est donnée par la formule :

$$P = P_G - \frac{Q}{I_p}$$

dans laquelle :

P_G = pression dans le gisement au repos

5 Q = débit de la pompe en fonction de la vitesse de rotation
 du moteur

I_p = indice de productivité du puits.

10 6. - Dispositif utilisable notamment pour le pompage d'un fluide
 très visqueux ou/et contenant une proportion notable de gaz, parti-
 culièrement pour la production de pétrole, comportant un groupe im-
 mergé dans le fluide, ce groupe comprenant au moins une pompe de
 refoulement accouplée à un moteur électrique d'entraînement, ladite
15 pompe ayant au moins un orifice d'admission et au moins un orifice
 communiquant avec un conduit de refoulement du fluide, caractérisé
 en ce qu'il comporte en combinaison au moins une pompe rotative (1)
 et un moteur (2) entraînant en rotation cette pompe à une vitesse
 sensiblement proportionnelle à la fréquence du courant électrique
 alimentant ce moteur et des moyens d'ajustement automatique du débit
20 refoulé par la pompe, ces moyens comportant au moins un capteur de
 pression (28) délivrant un signal électrique de mesure lié au niveau
 de submergence dynamique de la pompe en service et un ensemble de
 circuits électriques de traitement (30) du signal de mesure et de
 commande (33) de la fréquence du courant alimentant le moteur d'en-
 traînement de la pompe (1) en fonction de la valeur dudit signal de
25 mesure.

30 7. - Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il
 comporte des moyens (28) pour mesurer la température au niveau du-
 dit capteur.

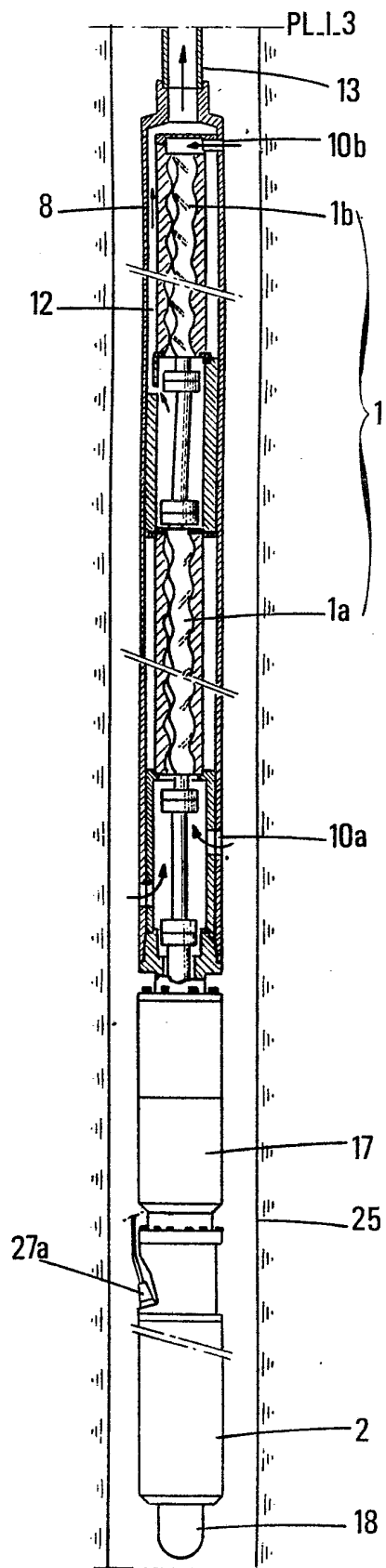
 8. - Dispositif selon la revendication 6, caractérisé en ce que la
 pompe est une pompe hélicoïdale volumétrique.

35 9. - Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes,
 caractérisé en ce que ledit ensemble de circuits électriques (30)
 comporte des circuits de mémorisation d'une pression de consigne

représentative d'un niveau de submergence dynamique (P_C) fixé pour la pompe et des moyens (30, 32, 33) d'asservissement de la vitesse de rotation du moteur (2) d'entraînement de la pompe (1) par régulation de la fréquence du courant alimentant ledit moteur d'entraînement.

10. - Dispositif selon la revendication 9, caractérisé en ce que ledit ensemble de circuits électriques comporte des circuits (30) d'élaboration d'un signal de commande (u) qui sont reliés (29) audit capteur de pression (28) et (32) à un circuit variateur de fréquence (33) comportant un organe régulateur (26) délivrant audit moteur d'entraînement (2) un courant électrique de puissance dont la fréquence est fonction de la valeur dudit signal de commande (u).
- 15 11. - Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en ce que ledit ensemble de circuits électriques (30) est adapté à mettre temporairement hors-circuit au démarrage ledit organe régulateur (26) en déclenchant l'alimentation du moteur d'entraînement (2) en courant électrique dont la fréquence correspond sensiblement à
- 20 la vitesse de rotation maximale de la pompe (1) et comporte des circuits de mémorisation d'une valeur-seuil, ou d'approche (P_A), de la pression mesurée par le capteur (28), tels qu'une baisse de la pression au-dessous de cette valeur-seuil (P_A) déclenche la mise en service dudit organe régulateur (26).

FIG.1



PL.II.3

FIG.3

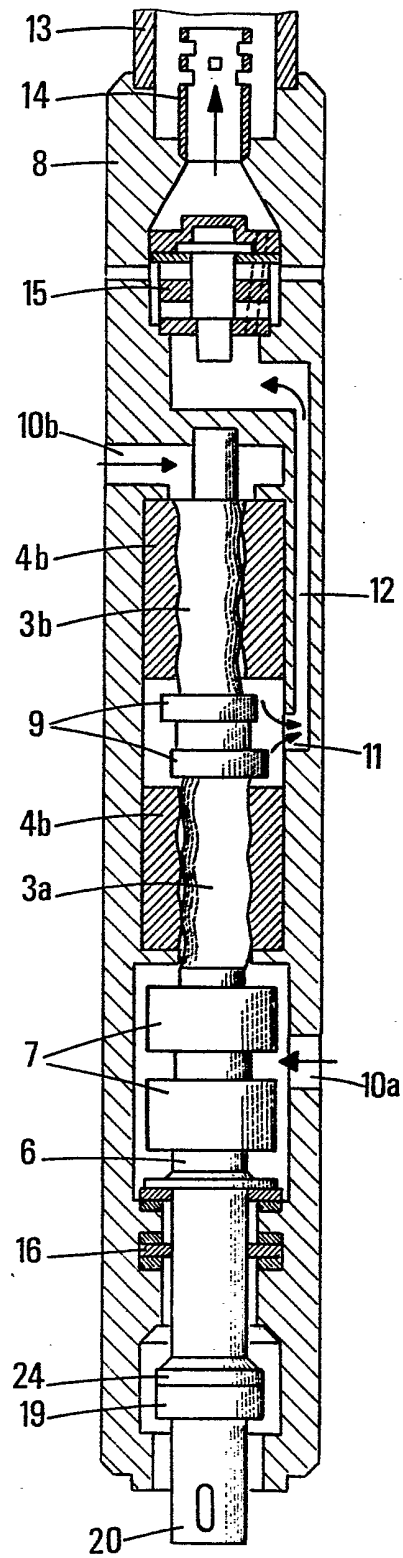


FIG.2

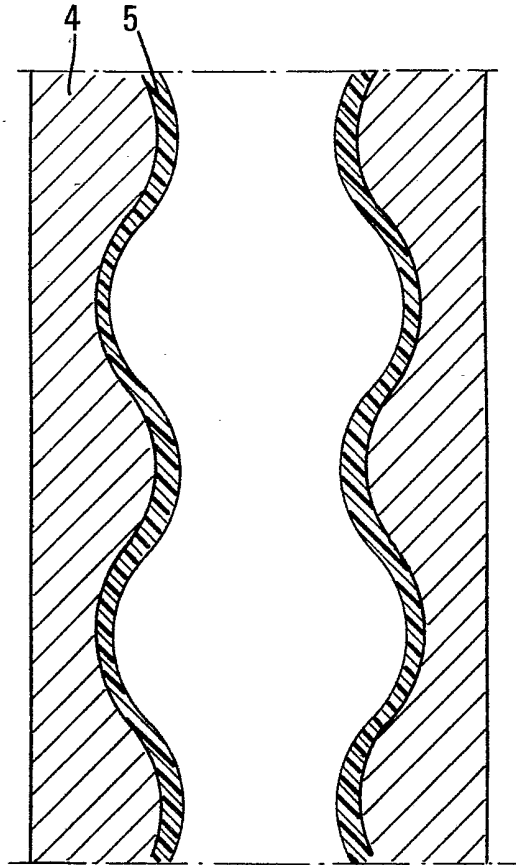
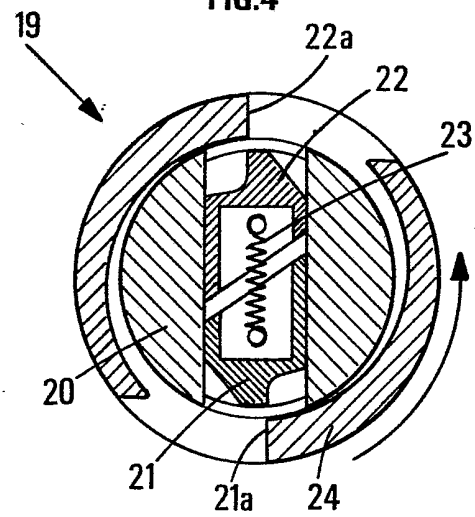


FIG.4



PL III-3

