

①2

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 14.09.90.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la demande : 20.03.92 Bulletin 92/12.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de recherche : *Se reporter à la fin du présent fascicule.*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : *Société Nationale ELF AQUITAINE (PRODUCTION), Société anonyme dite — FR.*

⑦2 Inventeur(s) : *Henneuse Henry et Sancho Jean.*

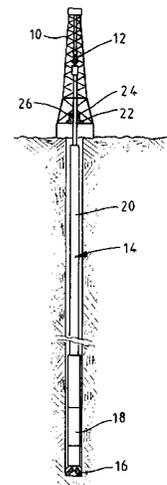
⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire : *Timoney Charles Société Nationale Elf Aquitaine Departement Propriété Industrielle.*

⑤4 Procédé de conduite d'un forage.

⑤7 Procédé de conduite d'un forage pétrolier lors duquel un outil est mis en rotation dans un puits par une tige de forage, le procédé comportant les étapes suivantes:

- mesure de la vitesse de rotation de l'extrémité supérieure de la tige de façon continue;
- mesure en continu du couple appliqué à cette extrémité de la tige;
- recherche de la variation du couple;
- détermination de la période de variation du couple, si l'amplitude de cette variation dépasse un seuil prédéterminé;
- vérification de la stabilité de cette période,
- comparaison, si cette période est stable de la dite période avec au moins une période théorique prédéterminée;
- signalisation des résultats obtenus à un utilisateur afin de pouvoir contrôler le forage.



La présente invention se rapporte à un procédé de conduite d'un forage.

Lors du forage d'un puits pétrolier le moteur du train de tiges, qui est monté à la surface, tourne à une  
5 vitesse constante d'environ 50-150 tours/minute. Cependant, la friction produite entre l'outil de forage et le fond du puits, ou entre les tiges et la paroi du puits, peut provoquer des ralentissements voire même des arrêts périodiques de l'outil. Comme, pendant ce temps, le moteur  
10 continue à tourner à une extrémité du train de tiges, ce dernier a tendance à se tordre autour de son axe longitudinal jusqu'à ce que la force exercée soit supérieure à l'effet de friction freinant l'outil. A ce moment là, le train de tiges se détend et l'outil se remet à tourner pouvant atteindre des  
15 vitesses de rotation de pointe de l'ordre de 150 à 400 tours/minute. Comme les puits suivent souvent des trajets contrariés, le contact entre la garniture et la paroi du puits se produit assez fréquemment.

Il est évident que le comportement de l'outil a un  
20 effet important sur l'avancement du forage. Ainsi il est souhaitable que le maître foreur soit averti des instabilités périodiques de vitesse de rotation de l'outil afin qu'il puisse modifier les paramètres du forage - vitesse de rotation du moteur, poids appliqué sur l'outil ou le débit de  
25 boue - et ainsi assurer une foration optimale.

La présente invention a donc pour objet un procédé de conduite d'un forage qui permette de fournir à un utilisateur, de façon simple, des données sur l'état de rotation de la tige.

30 Pour ce faire l'invention propose un procédé de conduite d'un forage lors duquel un outil est mis en rotation dans un puits par une tige de forage, le procédé comportant les étapes suivantes :

- 35 - mesure de la vitesse de rotation de l'extrémité supérieure de la tige de façon continue ;
- mesure en continu du couple appliqué à cette extrémité de la tige ;
- recherche de la variation du couple ;

- détermination de la période de variation du couple, si l'amplitude de cette variation dépasse un seuil prédéterminé ;

- vérification de la stabilité de cette période,

5 - comparaison, si cette période est stable, de la dite période avec au moins une période théorique prédéterminée ;

- signalisation des résultats obtenus à un utilisateur afin de pouvoir contrôler le forage.

10 D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description ci-après faite en référence aux dessins annexés sur lesquels :

- la Figure 1 est une vue schématique en coupe d'un  
15 ensemble de forage ;

- la Figure 2 est un logigramme de certaines étapes du procédé de l'invention ; et

- les Figures 3A,3B et 4 montrent chacune des paires de courbes de couple et de vitesse de rotation.

20 Comme représenté sur la figure 1 un ensemble de forage comprend un mât 10 muni, de façon connue en soi, d'un crochet 12 auquel est suspendu un train de tiges, représenté généralement en 14. Le train de tiges 14 comprend un outil de forage 16, des masse-tiges 18 et des tiges de forage 20  
25 formant un ensemble appelé garniture de forage. Dans l'exemple illustré le train de tiges 14 est mis en rotation par une table de rotation 22. Toute autre dispositif peut être utilisé. La table de rotation 22 est munie d'un capteur 24 de vitesse de rotation et d'un capteur 26 de couple  
30 appliqué au train de tiges 14.

A partir des données représentant la vitesse de rotation et le couple on peut procéder, selon l'invention, à une détection des instabilités de rotation périodiques.

Pour ce faire, il faut procéder aux étapes suivantes:

35 - Recherche de la variation du couple :

Afin de voir si les variations de couple sont importantes pendant une période de temps donnée, on détermine la différence entre le couple maximum et le couple minimum et on divise ce résultat par le couple moyen. Si le résultat de

ce calcul est supérieur à 10% on peut supposer qu'il y a des instabilités périodiques de vitesse de rotation de la garniture.

Cette étape est représentée sur la figure 2 par :

$$5 \quad \frac{C_{\text{maxi}} - C_{\text{mini}}}{C_{\text{moy}}} > 10\%$$

Un résultat inférieur à 10% implique une faible variation de couple qui permet d'en déduire qu'il n'y a pas d'instabilité de vitesse de rotation de la garniture. Dans ce cas le procédé permet de signaler au maître-foreur qu'il peut  
10 maintenir les paramètres de forage.

- Calcul de la période P :

Si la variation du couple est importante, on procède à l'étape suivante du procédé dans laquelle on calcule la  
15 période P de la variation du couple. Ensuite on est amené à vérifier si cette période P est constante pour un nombre prédéterminé de cycles.

S'il s'avère que la période P n'est pas constante on ne peut pas déduire qu'il y a, ou qu'il n'y a pas,  
20 d'instabilités de vitesse de rotation. Cependant, comme il y a des variations importantes du couple le procédé permet de signaler cette situation au maître-foreur afin qu'il puisse le cas échéant modifier les paramètres de forage.

Si la période P est constante on peut passer à  
25 l'étape suivante :

- Comparaison de la période P avec une période théorique :

La période théorique  $P_{th}$  est une caractéristique de la garniture utilisée. Elle est calculée à partir des modes  
30 propres de vibration en torsion de la garniture. Comme il y a plusieurs modes propres de vibration, il s'en suit qu'il y a plusieurs valeurs pour  $P_{th}$  que l'on peut appeler  $P_{th1}$ ,  $P_{th2}$ ,

On procède, donc, à une comparaison de la valeur P actuelle avec chacune des valeur théoriques prédéterminées  
35 afin de voir si la valeur P se trouve dans une plage comprise entre 0,8 et 1,2 fois la valeur de l'une des valeurs théoriques  $P_{th}$ ,

Si la valeur P se trouve dans une telle plage on peut en déduire qu'il y a des instabilités périodiques de vitesse

de rotation. Le système permet de signaler ce fait au maître-foreur afin qu'il puisse agir et modifier un ou plusieurs paramètres de forage. En revanche, si la valeur P ne se trouve pas dans une telle plage il y a incertitude concernant le comportement du train de tiges. Cependant le système permet de signaler cette situation incertaine au maître-foreur afin qu'il puisse modifier les paramètres du forage le cas échéant.

Ensuite il convient de procéder à une dernière étape:  
10 - la caractérisation du phénomène.

Cette étape comporte deux parties : le calcul du pourcentage de temps d'arrêt de l'outil et le calcul de la vitesse de rotation maximum de l'outil.

Le pourcentage de temps d'arrêt de l'outil  $\%_{tar}$  est  
15 défini par la formule

$$\%_{tar} = \frac{(\text{temps de récupération} - 2 \times \text{temps de propagation}) \times 100}{\text{Période}}$$

Le temps de récupération, temps pendant lequel le  
20 moteur tourne et l'outil arrêté, est le temps nécessaire au moteur pour vaincre les frottements entre la garniture et le puits.

Ce temps est égal à  $60 \times \frac{DN}{VR_{moy}}$

25 où DN est le nombre de tours de garniture nécessaire pour vaincre les frottements.

et  $VR_{moy}$  est la vitesse de rotation moyenne de l'outil.

Le temps de propagation est donné par l'expression  
30 longueur de la garniture

vitesse des ondes dans le matériau de la garniture

La vitesse de rotation maximum de l'outil  $VR_{max}$

$$VR_{max} = j \times \frac{VR \times 100}{(100 - \%_{tar})}$$

35 où j est un coefficient de profil qui est, par exemple 1,7 pour le premier mode de vibration.

Comme représenté sur la Figure 2, la présente invention permet de signaler au maître-foreur, de manière simple, la présence ou l'absence d'instabilités de vitesse de

rotation. Dans l'exemple illustré un ensemble de voyants, analogue aux feux classiques destinés à régler la circulation routière, est utilisé. Tout autre moyen de signalisation, par exemple auditif ou graphique, peut être utilisé.

5            Dans l'exemple illustré, un voyant vert indique au maître-foreur qu'il peut maintenir les paramètres du forage, un voyant orange lui laisse le choix de modifier les paramètres, compte tenu du diagnostic incertain, et le voyant rouge lui indique qu'il faut agir activement.

10           Les figures 3A et 3B sont deux paires de courbes, à une échelle de temps différente, de la variation du couple C et de la vitesse de rotation de l'outil VR avec le temps. Les mesures ont été effectuées par un dispositif d'enregistrement disposé au fond du puits. Ces mesures permettent de  
15 visualiser le rapport entre le couple et la vitesse de rotation et de confirmer que ce rapport correspond aux hypothèses sur lesquelles est fondé le procédé selon la présente invention. La figure 4 montre de façon plus détaillée la variation du couple et de la vitesse de  
20 rotation.

## REVENDEICATIONS

- 1 - Procédé de conduite d'un forage lors duquel un outil est mis en rotation dans un puits par une tige de forage, le procédé comportant les étapes suivantes :
- 5
- mesure de la vitesse de rotation de l'extrémité supérieure de la tige de façon continue ;
  - mesure en continu du couple appliqué à cette extrémité de la tige ;

10

  - recherche de la variation du couple ;
  - détermination de la période de variation du couple, si l'amplitude de cette variation dépasse un seuil prédéterminé ;
  - vérification de la stabilité de cette période,

15

  - comparaison, si cette période est stable, de la dite période avec au moins une période théorique prédéterminée;
  - signalisation des résultats obtenus à un utilisateur afin de pouvoir contrôler le forage.
- 20
- 2 - Procédé selon la revendication 1 caractérisé en ce que, si l'amplitude de la variation du couple ne dépasse pas le seuil prédéterminé, on signale à l'utilisateur que les paramètres du forage peuvent être maintenus.
- 25
- 3 - Procédé selon la revendication 1 ou 2 caractérisé en ce que, si la période n'est pas stable ou si la période stable ne correspond pas à une période théorique prédéterminée, on signale cette condition à l'utilisateur afin de lui permettre de modifier les paramètres du forage.
- 30
- 4 - Procédé selon l'une des revendications 1 à 3 caractérisé en ce que si la période est stable et correspond à une période théorique prédéterminée, on signale cette condition à l'utilisateur afin qu'il puisse agir activement et modifier les paramètres du forage.

1/4

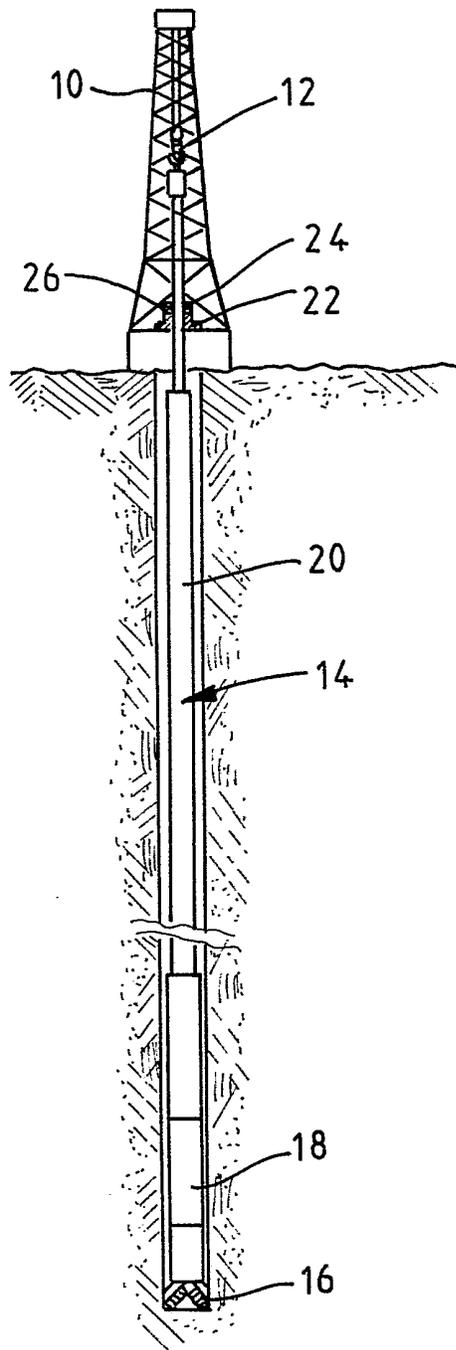
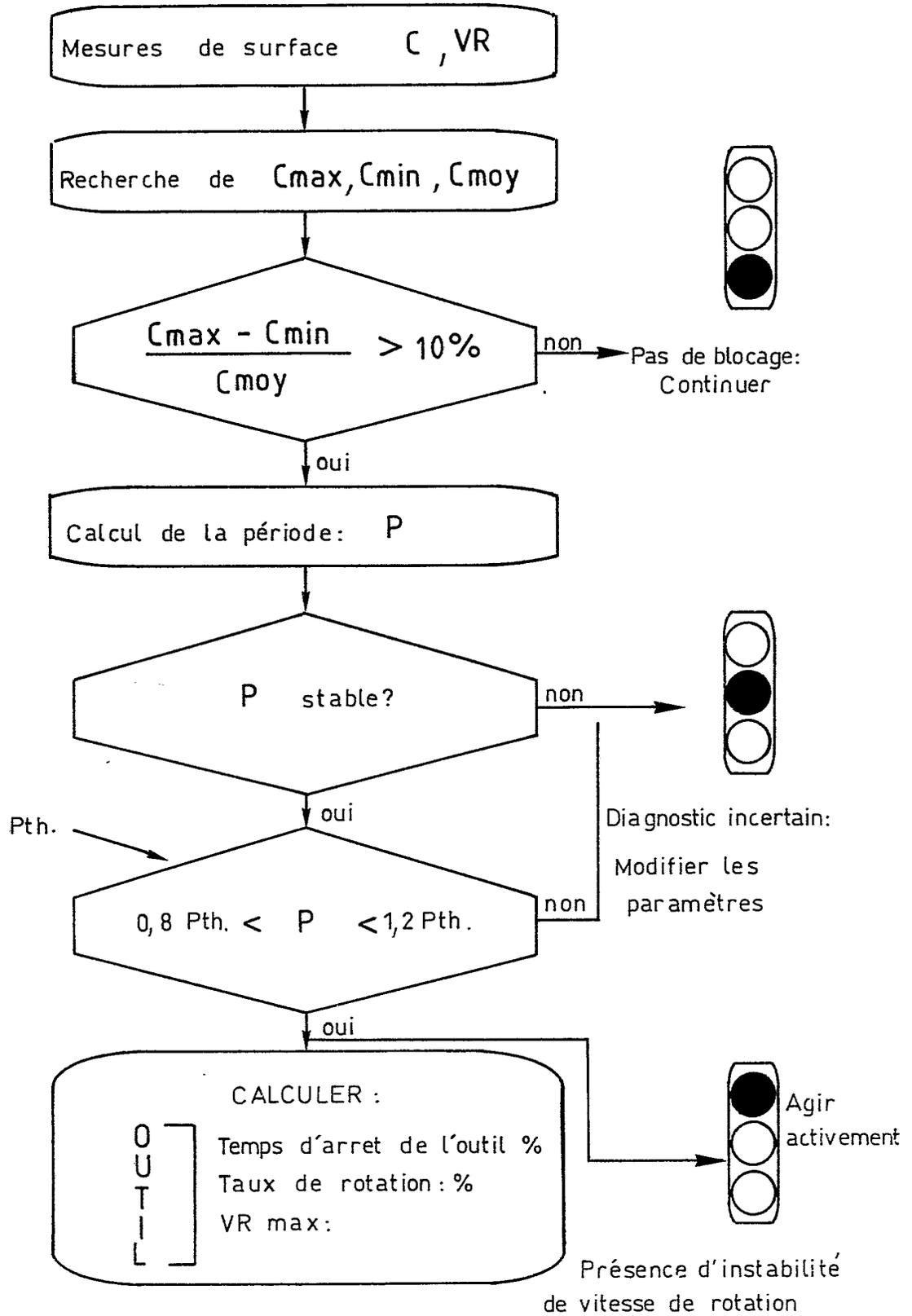


FIG.1

2/4

FIG.2



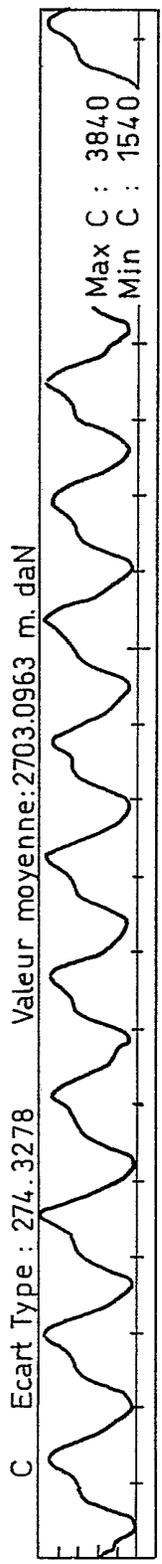
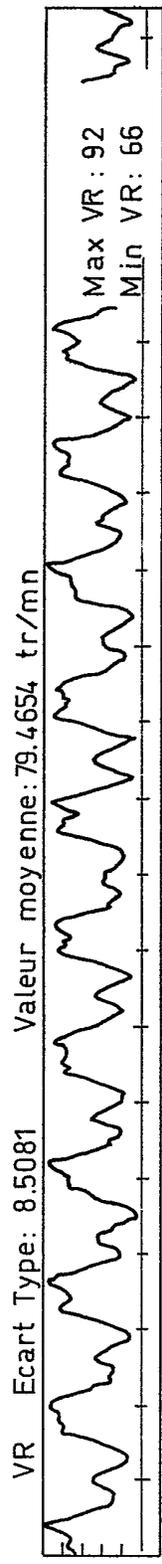
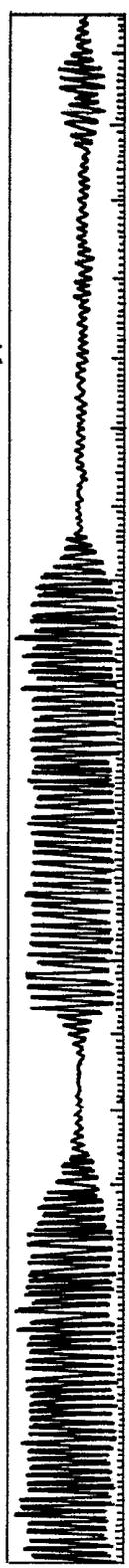


FIG.3A



C Moy: 1179. m.daN Min: 551.8 Max: 2123 E type norm.: 29.3%



VR Moy: 111.6 tr/mn Min: 28.2 Max: 147.1 E type norm: 21.5%

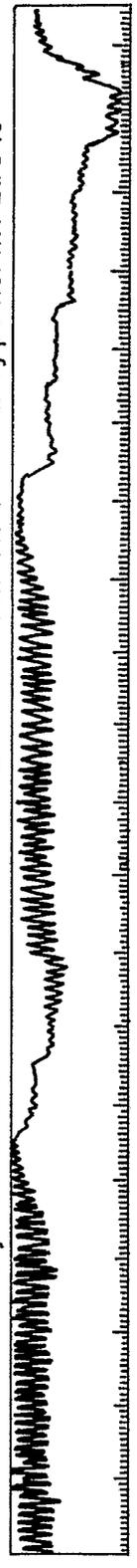


FIG.3B

4/4

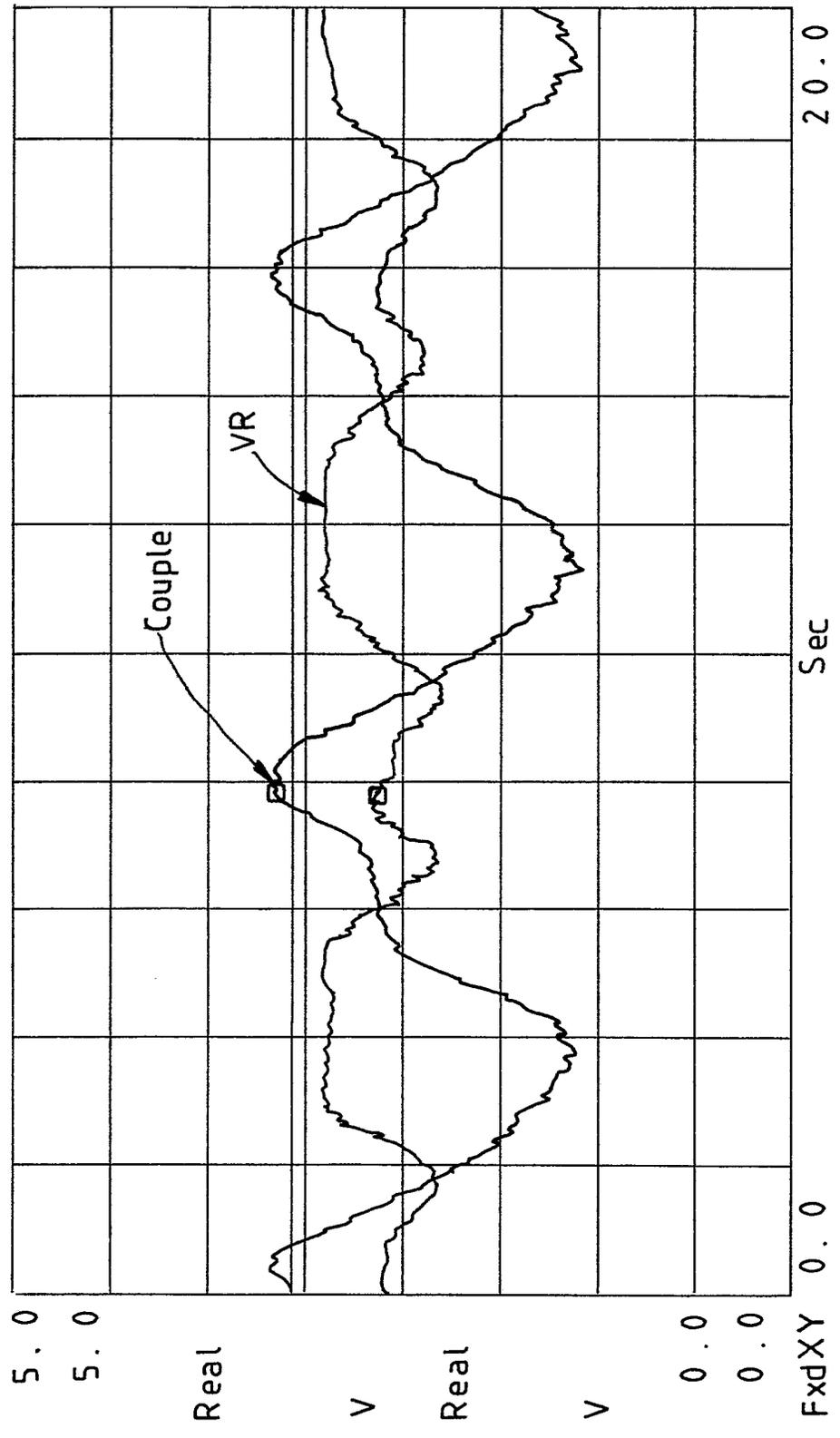


FIG.4

INSTITUT NATIONAL  
de la  
PROPRIETE INDUSTRIELLE

**RAPPORT DE RECHERCHE**  
établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

FR 9011380  
FA 447146

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
X	US-E- 28 436 (VITTER) * Revendications 1,10 * ---	1-4
X	EP-A-0 218 328 (PRAD) * Revendications 1,4,5; page 3, lignes 13-18 * ---	1-4
X	EP-A-0 336 477 (FOREX) * Résumé * ---	1-4
A	US-A-4 250 758 (PITTS) * En entier * ---	1-4
A	US-A-3 593 807 (KLIMA) * Revendication 1 * ---	1
A	US-A-3 605 919 (BROMELL) * Résumé * -----	1
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
		E 21 B
Date d'achèvement de la recherche		Examineur
29-05-1991		SOGNO M.G.
<b>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</b> X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons ..... & : membre de la même famille, document correspondant

EPO FORM 1503 03.82 (P0413)