

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

⑫

N° 79 22364

⑤④ Dispositif pour déterminer l'instant de réception d'une impulsion acoustique.

⑤① Classification internationale (Int. Cl. ³). G 01 R 29/02; G 01 V 1/38; H 03 K 5/08.

②② Date de dépôt..... 5 septembre 1979.

③③ ③② ③① Priorité revendiquée :

④① Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 10 du 6-3-1981.

⑦① Déposant : INSTITUT FRANÇAIS DU PETROLE, résidant en France.

⑦② Invention de : Claude Beauducel et Jacques Cretin.

⑦③ Titulaire : *Idem* ⑦①

⑦④ Mandataire : Institut français du pétrole,
4, av. de Bois-Préau, 92502 Rueil-Malmaison.

L'invention a pour objet un dispositif pour déterminer l'instant de réception d'une impulsion acoustique par un capteur connecté par intermittence à un système de réception et d'enregistrement.

Plus particulièrement, le dispositif est adapté à déterminer l'instant de réception des ondes acoustiques reçues directement d'une source sismique après son déclenchement, par un hydrophone incorporé dans une flûte sismique comportant un système de transmission multiplexée des informations reçues par chacun des capteurs ou groupes de capteurs de celle-ci.

L'enregistrement de l'instant d'arrivée du premier ébranlement reçu par un capteur ou hydrophone de la flûte sismique, après le déclenchement d'une source sismique, ci-après désigné par instant de référence, permet, par comparaison, de déterminer les durées de propagation des échos reçus postérieurement à l'instant de référence et, par conséquent, la profondeur des couches souterraines produisant ces échos.

Dans les systèmes de réception d'un type connu, l'instant de référence est déterminé en utilisant un hydrophone spécialisé disposé généralement en tête de la flûte sismique et connecté en permanence au système d'enregistrement installé sur le navire, par l'intermédiaire d'un filtre passe-haut, d'un élément adapté à détecter l'enveloppe du signal filtré et d'un basculeur du type de Schmitt adapté à se déclencher lorsque le niveau du signal détecté est supérieur à une valeur-seuil ajustable. L'instant de référence est connu avec précision du fait de la liaison permanente entre l'hydrophone et le système de réception et d'enregistrement. Cette connexion permanente de l'hydrophone spécialisé existe non seulement dans les flûtes sismiques classiques où chaque capteur ou groupe de capteurs est connecté par des conducteurs au système d'enregistrement, mais également dans les flûtes sismiques où la transmission d'informations est assurée par multiplexage, pour éviter l'imprécision inacceptable dans la détection de l'instant de référence, inhérente au principe même de connexion discontinue caractéristique du multiplexage, comme il apparaîtra plus clairement à la lecture de la description.

Le dispositif selon l'invention présente l'avantage de supprimer cette liaison permanente et d'autoriser l'utilisation d'un même système de transmission à multiplexage pour tous les capteurs ou hydrophones de la flûte sans exception. A cet effet, il comporte des moyens d'intégration de signal

adaptés à engendrer, à partir d'un instant initial coïncidant avec l'instant de réception, et pendant une durée supérieure à l'intervalle de temps séparant deux connexions successives de l'hydrophone au système de réception et d'enregistrement, une tension dont la courbe représentative est une droite à pente constante prédéterminée, et des moyens pour déterminer l'instant initial en utilisant au moins deux valeurs discrètes de la tension de sortie des moyens d'intégration, transmises au système de réception et d'enregistrement.

Le dispositif peut comporter des moyens pour ramener la tension de sortie des moyens d'intégration à une valeur nulle à l'instant initial, ces moyens étant constitués par un interrupteur électronique commandé par des moyens de mise en forme du signal engendré par le capteur en réponse à l'impulsion acoustique.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description d'un exemple de réalisation particulier et non limitatif, en se référant aux dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 représente une flûte sismique et une source sismique tractées par un navire;
- la figure 2 représente un échelon de tension produit à un instant initial t_0 intermédiaire entre deux instants d'échantillonnage successifs, en réponse à la réception d'une impulsion acoustique;
- la figure 3 représente l'ensemble du dispositif, et
- la figure 4 représente une portion de la courbe représentative de la tension engendrée par les moyens d'intégration.

Selon la figure 1, la flûte sismique 1 tractée par le navire comporte un capteur ou hydrophone H disposé, en général, en tête et utilisé pour déterminer l'instant de réception des ondes acoustiques provenant directement d'une source sismique S déclenchée périodiquement. L'hydrophone H est connecté à un système de réception et d'enregistrement installé sur le navire, soit par une liaison continue, soit de manière discontinue si le signal qu'il détecte est également transmis en utilisant un système de transmission à multiplexage.

Dans un tel système, les capteurs ou groupes de capteurs, ou bien

les dispositifs d'acquisition de données installés de place en place à l'intérieur de la flûte sismique pour collecter et numériser les signaux sismiques captés par un certain nombre de transducteurs répartis tout le long d'une section, sont interrogés cycliquement et consécutivement. Dans le cas où l'hydrophone H est également connecté au système de transmission à multiplexage, il sera interrogé avec une fréquence de répétition Δt préétablie. L'instant t_0 où l'hydrophone H détecte l'arrivée de l'onde acoustique directe est, en général, situé entre deux instants d'échantillonnage successifs t et $t + \Delta t$ (figure 2). De ce fait, il est nécessaire d'attendre l'instant $t + \Delta t$ où l'hydrophone H sera de nouveau connecté pour transmettre au système de réception et d'enregistrement l'indication du changement de niveau du basculeur de Schmitt mémorisant la réception de l'onde. Mais cette indication sera entachée d'une erreur systématique due à l'ignorance de l'instant exact de réception de l'onde dans l'intervalle de temps Δt de la période de récurrence. Cette erreur systématique, qui peut être égale à Δt est inacceptable car la précision requise pour la détermination de t_0 est, en général, de l'ordre de 0,1 ms alors que la période d'échantillonnage est comparativement beaucoup plus grande.

Le dispositif selon l'invention comporte (figure 3) un filtre passe-bande permettant de sélectionner, dans le signal engendré par l'hydrophone H, une bande de fréquence comprise, par exemple, entre 200 Hz et 800 Hz, un détecteur d'enveloppe 3 et un basculeur 4 du type de Schmitt qui compare le niveau du signal détecté issu du détecteur 3 avec une tension-seuil fournie par un élément intégrateur 5. Dès que le niveau du signal détecté dépasse la tension-seuil, la sortie du basculeur 4 passe au niveau haut comme il est bien connu. L'élément intégrateur 5 est adapté à intégrer soit une tension positive + V, soit la tension symétrique - V. L'une ou l'autre de ces deux tensions est appliquée à l'entrée de l'intégrateur par un commutateur 6 commandé par un ensemble logique de commande 12 contrôlé par le système de réception et d'enregistrement, pendant l'intervalle de temps nécessaire pour que le niveau du signal issu de l'intégrateur atteigne une valeur prédéterminée. Les éléments 5, 6, 12 permettent de faire varier à volonté la tension-seuil pour l'adapter à l'amplitude du signal provenant de l'hydrophone H. La nature et l'emplacement de celui-ci à l'intérieur de la flûte sismique ne sont donc pas critiques. La sortie du basculeur de Schmitt est connectée à l'entrée d'un second basculeur du type monostable 7. Le signal engendré par ce dernier est utilisé pour commander/ ^{l'ouverture d'} un interrupteur électronique 8 qui réunit directement, en position fermée, l'entrée inverseuse et la sortie d'un amplificateur intégrateur 9 constituant les moyens d'intégration. L'entrée inverseuse de l'intégrateur 9 est connectée, de manière classique, d'une part à une source de tension

négative $-V$ par une résistance R et d'autre part à la sortie de l'ampli-
 ficateur par un condensateur C , lorsque l'interrupteur 8 est ouvert. La sor-
 tie de l'intégrateur 9 est connectée à une entrée E_1 d'un multiplexeur auxi-
 liaire 10 à quatre voies, par exemple. Aux trois autres entrées E_2, E_3, E_4 de
 5 ce multiplexeur sont appliquées deux tensions V_1 et V_3 fournies par des voies
 auxiliaires et la tension-seuil engendrée par l'élément intégrateur 5. La sortie
 du multiplexeur auxiliaire 10 est connectée à l'une des entrées a_n d'un multi-
 plexeur général 11 à n entrées inclus dans un dispositif local d'acquisition des
 données sismiques collectées dans la section de flûte où l'hydrophone H est
 10 disposé. La sortie du multiplexeur général 11 est connectée à l'entrée d'un am-
 plificateur d'échantillons d'un type connu. La période d'échantillonnage de
 chaque voie du multiplexeur général 11 étant égale à Δt , on choisit la période
 d'échantillonnage du multiplexeur auxiliaire 10 pour que sa sortie soit connec-
 tée successivement à ses quatre entrées, aux instants successifs où la voie a_n
 15 est échantillonnée. On désigne par ΔT la période d'échantillonnage de chaque
 voie du multiplexeur auxiliaire par le multiplexeur général.

Le dispositif fonctionne de la manière suivante :

La détection par l'hydrophone H de l'arrivée de l'onde directe
 entraîne le déclenchement du basculeur monostable 7 et la fermeture de l'in-
 20 terrupteur 8. Celui-ci étant précédemment fermé, la tension à la sortie
 de l'intégrateur était nulle. L'entrée de celui-ci étant alimentée par la
 tension de valeur $-V$, la capacité C recommence à se charger à partir de cet
 instant initial à travers la résistance R et la tension de sortie croît linéai-
 rement en fonction du temps. A un instant t_1 , postérieur à l'instant t_0 de
 25 réception de l'onde directe, intervient un premier échantillonnage de la tension
 de sortie de l'intégrateur 9 qui atteint, par exemple, la valeur a_1 et sa trans-
 mission au système d'enregistrement. A un instant ultérieur séparé du précédent
 par un intervalle ΔT égal à la période d'échantillonnage par le multiplexeur
 général 11 de la tension issue de l'intégrateur 9, la tension de ce dernier est
 30 de nouveau échantillonnée. Sa valeur a_2 est également transmise au système d'en-
 registrement. Connaissant avec précision la valeur de ΔT , la valeur de la pente
 de la droite représentative de l'évolution de la tension de sortie de l'intégra-
 teur et les valeurs successives a_1 et a_2 transmises, l'instant t_0 où la tension
 de sortie de l'intégrateur est ramenée à zéro peut être déterminé facilement
 35 par un calcul élémentaire en accord avec la relation suivante :

$$t_0 = t_1 - \frac{a_1 \Delta T}{a_2 - a_1}$$

Ce calcul très simple peut être effectué par un calculateur analogique spécialisé d'un type connu incorporé dans le système de réception et d'enregistrement, ou encore par un calculateur numérique.

5 La durée de fonctionnement de l'intégrateur 9 entre deux instants successifs de remise à zéro doit être suffisante pour que deux valeurs successives de sa tension de sortie puissent être transmises.

Cependant, on pourra également allonger la durée d'intégration pour qu'un nombre plus élevé de valeurs soit enregistré.

10 La tension-seuil utilisée comme référence par le basculeur de Schmitt étant également transmise par intermittence au système de réception et d'enregistrement, celui-ci peut contrôler son amplitude réelle et la modifier éventuellement avant tout déclenchement ultérieur de la source sismique en commandant le commutateur 6 par l'intermédiaire de l'ensemble logique 12.

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

=====

1. - Dispositif pour déterminer l'instant de réception d'une impulsion acoustique par un capteur (H) connecté par intermittence à un système de réception et d'enregistrement, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens d'intégration (9) adaptés à engendrer, à partir d'un instant initial coïncidant avec l'instant de
5 réception et pendant une durée supérieure à l'intervalle de temps ΔT séparant deux connexions successives de l'hydrophone au système de réception et d'enregistrement, une tension dont la courbe représentative est une droite à pente constante prédéterminée, et des moyens pour déterminer l'instant initial en utilisant au moins deux valeurs discrètes de la tension de sortie de l'intégrateur, transmises au système de réception et d'enregistrement.
10
2. - Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens pour ramener à l'instant initial la tension de sortie des moyens d'intégration à une valeur nulle.
3. - Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que les moyens pour
15 ramener la tension de sortie des moyens d'intégration (9) à une valeur nulle comportent un interrupteur électronique (8) commandé par des moyens de mise en forme du signal engendré par le capteur en réponse à l'impulsion.
4. - Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce que les moyens de mise en forme du signal reçu par le capteur comportent un premier basculeur
20 (4) adapté à se déclencher lorsque l'amplitude du signal dépasse une valeur seuil ajustable et un second basculeur du type monostable (7) commandé par le signal issu du premier basculeur et dont la durée de basculement est supérieure à l'intervalle ΔT .
5. - Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en ce que la valeur seuil
25 ajustable est constituée par la tension de sortie d'un élément d'intégration (5) associé à des moyens (6, 12) pour appliquer à l'entrée de celui-ci une première ou une seconde tension de référence pendant un intervalle de temps variable.
6. - Dispositif selon la revendication 5, caractérisé en ce que les moyens

pour appliquer une première ou une seconde tension de référence comportent un commutateur double (6) actionné par un ensemble logique de commande (12) contrôlé par le système de réception et d'enregistrement.

- 5 7. - Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que la sortie des moyens d'intégration (9) est connectée à l'une des entrées d'un multiplexeur.
8. - Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que la sortie des moyens d'intégration (9) est connectée à une première entrée d'un multiplexeur auxiliaire (10) et en ce que la sortie du multiplexeur auxiliaire est connecté à une entrée d'un multiplexeur général (11).
- 10 9. - Dispositif selon les revendications 5 et 8, caractérisé en ce que la sortie de l'élément d'intégration (5) est connectée à une seconde entrée du multiplexeur auxiliaire (10).

