



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Numéro de publication :

**0 094 131
B1**

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPÉEN

(45) Date de publication du fascicule du brevet :
15.03.89

(51) Int. Cl.⁴ : **F 03 B 13/00**

(21) Numéro de dépôt : **83200638.1**

(22) Date de dépôt : **03.05.83**

(54) Dispositif hydraulique.

(30) Priorité : **04.05.82 US 374631**

(43) Date de publication de la demande :
16.11.83 Bulletin 83/46

(45) Mention de la délivrance du brevet :
15.03.89 Bulletin 89/11

(84) Etats contractants désignés :
CH DE FR GB LI

(56) Documents cités :
US--A-- 1 334 289
US--A-- 3 524 208
US--A-- 3 536 065
G. CONSTANTINESCO: "Theory of wave transmis-
sion", 2ème édition, chapitre II, publié par W. Had-
don, GB; "Elementary physical principles", pages 3-
12

(73) Titulaire : **LES PRODUITS ASSOCIES LPA S.A.**
39, rue Peillonex
CH-1225 Chene-Bourg (CH)

(72) Inventeur : **Moret, Michel-Antoine**
28, Avenue de l'Aurore
CH-1225 Chene-Bourg (CH)
Inventeur : **Mousson, Jean-Pierre**
46, Rue de Montchoisy
CH-1207 Genève (CH)
Inventeur : **Cuenoud Gérard**
11B, Chemin des Semailles
CH-1212 Grand-Lancy (CH)

(74) Mandataire : **Jörchel, Dietrich R.A. et al**
c/o BUGNION S.A. Conseils en Propriété Industrielle
10, route de Florissant Case postale 375
CH-1211 Genève 12 Champel (CH)

Il est rappelé que : Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

La présente invention concerne un dispositif hydraulique selon le préambule de la revendication 1.

Ce dispositif hydraulique est notamment destiné aux appareils de soins corporels et plus précisément aux pièces à main pour l'hygiène buccale. Dans ce champ d'application les moteurs hydrauliques sont supérieurs aux moteurs électriques car ils peuvent être construits en matériaux légers non conducteurs et non magnétiques tels que des plastiques, ils ne présentent pas de risques de secousses électriques et ils sont plus silencieux. De tels moteurs hydrauliques sont décrits dans les brevets US-A-3 536 065, US-A-3 524 208 et GB-A-1 552 539 et comprennent une chambre expansible entraînée par des impulsions hydrauliques d'un liquide à travers un conduit flexible, lesdites impulsions étant introduites dans le conduit par un générateur d'impulsions hydrauliques approprié, notamment une pompe de liquide. Habituellement le liquide après avoir diffusé son énergie, il revient à la source par un conduit séparé. Pourtant, il a été prouvé que ces dispositifs sont en général inefficaces car les conduits flexibles atténuent fortement les impulsions hydrauliques et ainsi la puissance transmise est très faible et imprévisible.

Dans le brevet GB-A-1 552 539 on a déjà fait des réflexions sur l'amélioration du rendement du moteur hydraulique d'une pièce à main pour l'hygiène corporelle lors de l'entraînement d'une brosse à dents. Pendant ce mode d'opération, le conduit de retour du liquide dans cette pièce à main connue est fermé, et puisque le liquide venant de la pompe vers le moteur hydraulique à travers le conduit d'alimentation ne peut pas s'écouler, mises à part les pertes par fuites, le piston du moteur hydraulique est entraîné à un mouvement de va-et-vient au rythme de la fréquence de la succession des impulsions de liquide et sous l'effet d'un ressort de rappel, la colonne de liquide dans le conduit d'alimentation se balançant simplement. Ainsi, comme on a constaté dans le brevet GB-A-1 552 539, la pompe fonctionne dans ce cas substantiellement comme un transmetteur de pression, et la pompe de liquide, le conduit d'alimentation, le moteur hydraulique, le liquide déplacé ainsi que toutes les parties mécaniques en mouvement forment un système oscillatoire lequel, sous charge, est prévu pour fonctionner au moins approximativement à sa fréquence de résonance de manière à obtenir un rendement suffisant du moteur hydraulique et une course du piston suffisante, donc un mouvement d'oscillation suffisant de la brosse à dents. En outre, on avait trouvé, toujours selon le brevet GB-A-1 552 539, que les nombreux facteurs qui déterminent la fréquence de résonance de ce système et doivent donc être choisis d'une manière appropriée pour son réglage, comprennent le ressort de retour et à un moindre degré, un tuyau prévu à l'intérieur de la pièce à main, si le matériau avec lequel il est fait est non seulement flexible mais de préférence également suffisamment élastique ; au sujet de ce tuyau interne, on a mentionné d'une façon générale que la force élastique de rappel exercée par ce tuyau peut être modifiée par un changement des dimensions de ce tuyau, notamment de sa longueur. Malgré la considération de ces facteurs mentionnés, on avait toujours rencontré des difficultés en ce qui concerne un bon rendement du moteur hydraulique.

Dans le livre de George Constantinesco « Theory of Wave Transmission », 2^e édition 1922, publié par W. Haddon, GB ; chapitre II, « Elementary physical principles » pages 3 à 12, on trouve des considérations sur les relations entre la longueur d'un conduit connectant le piston d'un générateur d'impulsions à un piston d'un moteur, la longueur d'onde des impulsions hydrauliques et la transmission d'énergie entre le générateur et le moteur sous de diverses conditions. Au moyen de la figure 3 (page 8) de ce livre où la longueur du conduit entre le générateur hydraulique et le moteur est un multiple entier de la longueur d'onde, on mentionne que le piston du moteur est capable d'absorber toute l'énergie des ondes produites par le générateur si ce piston se déplace en synchronisme avec le piston du générateur.

Ces explications données dans le livre sont complétées au moyen de la figure 5 (page 10). On considère un conduit dont la longueur est égale à une complète longueur d'onde des impulsions hydrauliques ; ce conduit est connecté par une de ses extrémités à une pompe, l'autre extrémité étant fermée, et on prévoit trois cas d'opération, à savoir : 1) un moteur branché au conduit à l'endroit correspondant à $1/2$ longueur d'onde, 2) un moteur branché à l'endroit correspondant à $3/4$ de longueur d'onde et 3) un moteur branché à l'endroit correspondant à une longueur d'onde complète. On affirme sur la base de cette figure que dans les premier et troisième cas, donc avec un moteur branché à l'endroit correspondant à $1/2$ longueur d'onde ou à une longueur d'onde complète, et travaillant avec une vitesse synchrone, ce moteur devrait pouvoir absorber toute l'énergie, alors que dans le deuxième cas où le moteur est branché à l'endroit correspondant à $3/4$ de longueur d'onde aucune énergie ne pourrait être absorbée par le moteur. En ce qui concerne le matériau avec lequel le conduit est fabriqué, il n'est rien précisé.

En outre, on a proposé dans le US-A-1 334 289 un système ouvert, avec consommation de liquide comprenant un réservoir connecté par un conduit d'alimentation à une ligne de transmission d'ondes hydrauliques créées par une pompe connectée à l'une des extrémités de cette ligne de transmission d'ondes hydrauliques, la seconde extrémité de celle-ci étant ouverte. A cette ligne sont branchés des moteurs ou autres dispositifs hydrauliques. Dans le but d'éviter toute interférence, dans la ligne de transmission, entre le liquide d'alimentation et le déplacement de l'onde, on donne au conduit d'alimentation une longueur égale au quart de la longueur d'onde de l'onde des impulsions hydrauliques transmises dans cette ligne de transmission, introduisant ainsi un déphasage de 90° entre l'onde dans le

conduit d'alimentation et l'onde dans la ligne de transmission. On obtient ainsi en reliant le conduit d'alimentation à un point de la ligne de transmission, où la pression passe par des extrêmes, que cette ligne de transmission soit alimentée en liquide sous une pression constante.

Le but de la présente invention est de proposer un dispositif hydraulique qui utilise un conduit flexible capable de transmettre des impulsions hydrauliques du générateur d'impulsions au moteur hydraulique entraîné par ces pulsations avec un meilleur rendement que celui obtenu avec les dispositifs connus jusqu'ici.

Ce but est atteint par les caractéristiques définies par la clause caractérisante de la revendication 1.

En effet, on a trouvé qu'en choisissant la longueur du conduit égale à un multiple impair du quart de la longueur d'onde qui est une fonction des caractéristiques physiques du conduit, on améliore le rendement du conduit et, partant, du dispositif hydraulique.

L'invention sera décrite à l'aide du dessin annexé.

La figure 1 représente une vue schématique des éléments du dispositif hydraulique.

La figure 2 est une représentation graphique du mouvement angulaire d'un moteur hydraulique en fonction de la longueur du conduit reliant le moteur au générateur d'impulsions.

La figure 3 représente une coupe d'un conduit.

La figure 4 représente une distribution des quarts de longueur d'onde $L/4$ en fonction du diamètre intérieur D du conduit et de son épaisseur.

La figure 5 représente à titre de comparaison la force de giclage et l'amplitude du moteur en fonction de la longueur du conduit.

Le dispositif hydraulique représenté à la figure 1 comprend un générateur d'impulsions hydrauliques 1, un conduit flexible 2 et un moteur hydraulique 3.

Les impulsions hydrauliques transmises à travers le conduit peuvent être considérées comme étant des ondes stationnaires et leur équation est :

$$A^*(x) = A^* p + A^* r = A p(0) e^{-g^* x} + A r(0) e^{g^* x} \quad (1)$$

x étant l'abscisse d'un point du tube et la sortie du générateur d'impulsions étant au point $x = 0$.

$A^* p(x)$ est la valeur complexe de l'onde progressive pour un conduit de longueur x ,

$A^* r(x)$ est l'amplitude complexe de l'onde rétrograde, et

$g^* = a + jB$ est la constante complexe de propagation

a est le coefficient d'atténuation (en Neper ou dB par unité de longueur)

B est la constante de phase (en radian par unité de longueur) avec $B = w/v$,

w est la fréquence angulaire (en rad/sec) de la pulsation et v la vitesse de propagation (en unité de longueur par seconde) de l'onde à l'intérieur du conduit.

La longueur d'onde de la propagation est

$$L = 2 \pi v / w = v / f \quad (2)$$

f étant la fréquence de la pulsation.

Le diagramme de la figure 1 est un résultat expérimental de la distribution de l'amplitude le long du conduit à une fréquence 48,8 Hz l'amplitude étant donnée en degrés et l'abscisse représentant la longueur du conduit en mètres. Le conduit est en élastomère de polyester dont le diamètre intérieur est 2,2 mm et l'extérieur 3,65 mm. Les maxima sont localisés aux abscisses correspondant aux multiples impairs de $L/4$ et les minima aux multiples pairs de $L/4$.

Dans ce cas expérimental la charge due au moteur hydraulique est adaptée à la source et le conduit à chaque valeur de crête, c'est-à-dire à chaque point où l'abscisse est égale à un multiple impair de $L/4$.

Si nous considérons uniquement la composante progressive de l'onde, puisque la composante rétrograde est généralement de moindre importance, nous pouvons écrire

$$A^* p(x) = A^* p(0) e^{-g^* x} \quad (3)$$

Le lieu géométrique de la valeur de crête est exprimé en utilisant le coefficient d'atténuation d'amplitude

$$A p(x) = A p(0) e^{-ax} \quad (4)$$

d'où

$$a = \frac{-1}{x} \ln \frac{A p(x)}{A p(0)} \quad (5)$$

A l'exemple illustré à la figure 2 la valeur de a est environ 0,18 Neper/m ou 1,6 dB/m.

Les équations précédentes et la figure 2 montrent que la longueur du conduit doit être approximativement égale à un multiple impair de $L/4$, $3L/4$, $5L/4$, $7L/4$, etc.

EP 0 094 131 B1

Pour les matériaux élastiques la vitesse du son est directement calculée par le module de Young et la masse spécifique du matériau par la relation

$$v = \sqrt{E/h} \quad (\text{m/s}) \quad (6)$$

5

E étant le module de Young en N/m^2

h étant la masse spécifique du conduit en kg/m^3 .

10 Ce n'est pas le cas pour les milieux dits visco-élastiques comme le caoutchouc et un nombre d'élastomères synthétiques et aussi les polymères thermoplastiques ayant un poids moléculaire élevé. Autrement dit le module statique de Young ne prend pas en considération le comportement dynamique du matériau.

15 Le module statique de Young est donné par la pente d'un diagramme classique effort-allongement. Au fur et à mesure de l'augmentation de la fréquence l'allongement présente un retard de phase par rapport à l'effort. Avec un effort sinusoïdal le diagramme effort-allongement doit être représenté par une boucle elliptique dont la surface représente l'énergie perdue. Le module de Young peut alors s'exprimer comme un vecteur tournant à une fréquence angulaire ω et un angle de phase ϕ .

L'équation complexe de ce vecteur est

$$20 \quad E^* = E_0 (\cos \phi + j \sin \phi) \quad (7)$$

ou

$$E^* = E_0 e^{j\phi}$$

25

avec

$$E_0 = \frac{dq}{dl/l_0} \quad (8)$$

30

dq est l'effort alternatif appliqué en N/m^2 ;

dl/l₀ est le rapport de l'allongement alternatif sur la longueur totale.

35 Les valeurs de dq, dl et de l'angle de phase ϕ dépendent de la fréquence et de la température. Elles dépendent également mais à un degré inférieur de l'amplitude de pulsation. Le point de fonctionnement statique (c'est-à-dire la pression statique interne) de l'effort-allongement a également une influence.

La dilatation radiale d'un élément tubulaire est déterminée par la pression pulsée interne et la rigidité.

Le domaine où l'effort de déformation est appliqué à une section transversale définie par

$$ds = e \, dx \quad (9)$$

40

e étant l'épaisseur du conduit, dx un accroissement de sa longueur et D son diamètre intérieur (voir fig. 3).

La circonférence de l'élément tubulaire qui subit un changement est

45

$$L' = \pi (D + e) \quad (10)$$

L'accroissement de la rigidité de l'élément tubulaire est

50

$$dK = \frac{E \, ds}{L'} = \frac{E \, e \, dx}{\pi (D + e)} \quad (11)$$

E étant l'amplitude du module complexe de Young E^* du conduit défini à l'équation (7).

On doit noter que la transmission de l'onde le long du tube dépend de la quantité du liquide déplacé par la source d'impulsions et par la forme actuelle prise par le tube le long de son axe.

55

La masse du liquide contenu dans l'élément de la figure 3 est

$$dM = c \pi D^2 \, dx / 4 \quad (12)$$

c étant la masse spécifique du liquide contenu dans le conduit.

60

La pulsation propre radiale du liquide et la rigidité du tube de l'élément est donnée par la relation

$$w' = \sqrt{dK/dM} \quad (13)$$

65 et en remplaçant (11) et (12) dans (13) on obtient

$$w' = \sqrt{\frac{4 E e}{c \cdot \pi^2 D^2 (D + e)}} \quad (14)$$

Etant donné que la fréquence angulaire propre du tube entier est proportionnelle à w' nous pouvons écrire

$$w = K_0 \sqrt{\frac{E e}{c D^2 (D + e)}} \quad (15)$$

K comprend aussi les constantes de l'équation (14).
En remplaçant (15) dans (2) on obtient

$$L = \frac{2 \pi v}{K_0} \sqrt{\frac{c D^2 (D + e)}{E e}} \quad (16)$$

ou

$$L/4 = K_1 v \sqrt{c/E} \cdot D \sqrt{(D + e)/e} \quad (17)$$

Avec la formule (6) on obtient

$$L/4 = K_1 \sqrt{c/h} \cdot D \sqrt{(D + e)/e} \quad (18)$$

Pour simplifier cette relation on peut supposer que les différents matériaux pour les tubes ont la même densité qui est d'environ 10^3 kg/m^3 pour la plupart des plastiques et élastomères et on obtient alors

$$L/4 = K_2 D \sqrt{(D + e)/e} \quad (19)$$

L'analyse précédente révèle que pour une fréquence donnée le quart de longueur d'onde d'un conduit donné dépend des dimensions de la section transversale du conduit comme indiqué par l'équation (19).

Par l'équation (2) il est connu que la longueur d'onde est inversement proportionnelle à la fréquence ainsi l'équation (19) peut être réécrite comme suit :

$$L(f)/4 = (K_2'/f) D \sqrt{(D + e)/e} \quad (m) \quad (20)$$

Un certain nombre de conduits de dimensions et matériaux différents ont été testé à 48,8 Hz pour déterminer la valeur de K_2' . Les résultats obtenus sont représentés à la figure 4, l'axe vertical représente $L/4$ et l'axe horizontal représente $D \sqrt{(D + e)/e}$.

De cette représentation graphique on peut voir que

$$K_2' = 19'500$$

D'autre part, l'inventeur a trouvé que les caractéristiques de la figure 4 sont mieux approchées par la formule

$$L(f)/4 = (K_3/f) \cdot (D \sqrt{(D + e)/e} - D_0)$$

avec $D_0 = 2,2 \text{ mm}$ et $K_3 = 35'650$

Le terme D_0 peut être expliqué par le fait qu'il existe un diamètre minimum au-dessous duquel le conduit ne peut pas être connecté au générateur d'impulsions et au moteur de manière qu'une transmission de puissance soit obtenue. Finalement si on suppose que le rapport du diamètre interne du conduit sur son épaisseur est constant (ce qui est le cas pour la plupart des conduits que l'on peut trouver sur le marché) alors l'équation (20) peut se réduire à

$$L(f)/4 = (K_4/f) \cdot (D - D_0') \quad (21)$$

Avec $D_0' = 1,350$ mm et $K_4 = 93'900$.

Ainsi on arrive au résultat selon lequel le quart de la longueur d'onde est une fonction d'une part de la fréquence des impulsions générées et d'autre part des dimensions transversales du conduit.

L'inventeur a trouvé que pour améliorer la stabilité et le rendement d'une machine hydraulique, le mouvement angulaire de la machine doit être limité à $1/\sqrt{2}$ (ou 70 %) de l'amplitude de l'onde stationnaire comme défini à l'équation (4), en choisissant une longueur de conduit légèrement différente de $L/4$ (voir fig. 5 où la longueur optimale du tube est inférieure à $L/4$). Donc en général on ne travaille pas exactement en régime de résonance, mais à un point de travail déplacé de l'un ou de l'autre côté du maximum de l'amplitude de ladite onde stationnaire, ce déplacement peut atteindre 25 % du quart de la longueur d'onde.

Cette limitation conduit à un avantage supplémentaire non prévu : les moteurs hydrauliques sont utilisés en plus de l'entraînement des brosses à dents et dispositifs similaires, pour l'irrigation buccale par des jets d'eau répétitifs pour le massage des gencives. Naturellement cette utilisation amène à un déplacement de la longueur d'onde, ainsi un conduit qui a une longueur optimale pour une machine hydraulique il fournira moins que la force optimale de giclage.

Pourtant l'inventeur a trouvé qu'en limitant l'amplitude du moteur hydraulique comme décrit précédemment, la force de giclage est encore proche de son maximum.

La figure 5 illustre à titre de comparaison la réponse du moteur hydraulique et de la force de giclage. On peut voir que aux multiples impairs de $L/4$, la force de giclage bien qu'elle soit passée par ses maxima conserve un niveau élevé.

Le tube à utiliser avec le dispositif décrit précédemment peut être fait en tout matériau thermoplastique ayant un poids moléculaire relativement élevé comme le nylon, un élastomère de polyester, polyuréthane ou un matériau composé renforcé.

Bien que théoriquement il n'y ait pas de limitations concernant les dimensions des conduits des considérations pratiques amènent aux paramètres suivants pour les conduits.

1. Le diamètre intérieur du conduit peut être compris entre 1,0 et 20,0 mm, mais de préférence entre 2 à 8 mm.
2. L'épaisseur du conduit peut être comprise entre 0,2 mm et 5 mm, mais de préférence entre 0,3 mm et 2 mm.
3. La longueur du conduit peut être comprise entre 0,2 m et 5 m, mais de préférence entre 0,5 m et 2 m et surtout entre 1 m et 1,50.

Etant donné qu'en général la valeur de L est comprise entre 1,80 et 2,20 mètres la longueur du conduit pour l'entraînement d'une brosse à dent est choisi de préférence égal à $3L/4$ avec une fourchette de tolérances de ± 25 % de $L/4$ afin de limiter la réponse du moteur hydraulique à 70 % environ de la valeur de crête. En pratique la longueur maximale du conduit ne dépasse pas $7L/4$ car pour les longueurs supérieures la réponse du moteur hydraulique est fortement atténuée (fig. 2).

En outre, la fréquence du générateur d'impulsions peut être comprise entre 10 Hz et 200 Hz mais de préférence entre 20 Hz et 120 Hz.

Normalement le conduit est enroulé comme un ressort pour le rangement. La force nécessaire pour sortir une extrémité du conduit (par exemple celle connectée au moteur hydraulique) doit être de l'ordre de 0 à 40 N mais de préférence de 1 à 5 N.

Revendications

1. Dispositif hydraulique comprenant un générateur d'impulsions hydrauliques (1), un moteur hydraulique (3) et un conduit flexible (2) en matériaux ayant un comportement visco-élastique, tels que des matériaux thermoplastiques, notamment le nylon ou des élastomères, notamment l'élastomère de polyester, ledit conduit (2) étant connecté par une de ses extrémités au générateur d'impulsions et par l'autre au moteur, lors du fonctionnement dudit moteur, celui-ci étant connecté au générateur par un seul conduit (2) rempli d'un liquide qui se trouve en oscillation pour transmettre les impulsions hydrauliques par des ondes stationnaires d'impulsions de longueur donnée du générateur au moteur hydraulique, ce dernier transformant l'énergie des impulsions hydrauliques en énergie mécanique, caractérisé par le fait que la longueur du conduit (2) est un multiple impair du quart, au maximum sept quarts, de la longueur d'onde de l'onde stationnaire d'impulsions hydrauliques avec une fourchette de tolérance de ± 25 % dudit quart de la longueur d'onde, que cette longueur du conduit est comprise entre 0,5 et 5 m, que l'épaisseur e du conduit est comprise entre 0,2 et 2 mm, que le diamètre intérieur D du conduit est compris entre 1 et 8 mm et que la fréquence du générateur d'impulsions est comprise entre 20 et 120 Hz.
2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé par le fait que la longueur du conduit (2) est inférieure au multiple impair mentionné d'au maximum 25 % dudit quart de la longueur d'onde, tel que l'amplitude de l'onde stationnaire n'est que 70 % de l'amplitude de crête qui correspond à une longueur

égale audit multiple impair.

3. Dispositif selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé par le fait que le conduit est enroulé sous forme hélicoïdale et la force maximale pour étendre le conduit est comprise entre 0 et 40 N, de préférence 1 à 5 N.

Claims

1. A hydraulic apparatus comprising a liquid pulse generator (1), a hydraulic motor (3) and a flexible tube (2) made of a material having visco-elastic characteristics, as thermo-plastic materials, in particular nylon or elastomers, especially the polyester elastomer, said tube (2) being connected at one of its ends to the pulse generator and at the other end to the hydraulic motor, when in operation said hydraulic motor being connected to said generator by one single tube (2) filled with a liquid swinging to and fro in order to transmit liquid pulses from the pulse generator to the hydraulic motor by standing pulse waves of a given wavelength, said motor transforming the energy of liquid pulses into mechanical energy, characterized in that the tube (2) has a length which is an odd multiple of the quarter-wavelength, at most seven quarter-wavelength, of the standing wave of liquid pulses with a range of tolerance of $\pm 25\%$ of said quarter-wavelength, that said length of the tube ranges from 0,5 to 5 m, that the thickness e of the tube ranges from 0,2 to 2 mm, that the inner diameter D of the tube ranges from 1 to 8 mm and that the frequency of the liquid pulse generator ranges from 20 to 120 Hz.

2. A hydraulic apparatus as claimed in claim 1, characterized in that the length of the tube (2) is smaller than the said odd multiple by at most 25 % of said quarter-wavelength, in such a way that the amplitude of the standing wave being only 70 % of the maximum amplitude corresponding to a length equal to said odd multiple.

3. A hydraulic apparatus as claimed in claim 1 or 2, characterized in that the tube is coiled helically and the maximum force necessary to extend said tube ranges from 0 to 40 N, preferably from 1 to 5 N.

Patentansprüche

1. Hydraulisches Gerät mit einem Generator (1) zur Erzeugung von Flüssigkeitsimpulsen, einem hydraulischen Motor (3) und einer flexiblen Leitung (2) aus einem Material mit visco-elastischen Eigenschaften, wie thermoplastischem Material, vor allem Nylon oder Elastomeren, insbesondere Polyester-Elastomer, welche Leitung (2) mit ihrem einen Ende an den Impulsgenerator und mit ihrem anderen Ende an den Motor angeschlossen ist, wobei während des Betriebs des Motors dieser durch nur eine Leitung (2) mit dem Generator verbunden ist und diese Leitung mit einer in Schwingungen befindlichen Flüssigkeit gefüllt ist, um die Flüssigkeitsimpulse durch stationäre Impulswellen bestimmter Wellenlänge vom Generator zum hydraulischen Motor zu übertragen, welcher die Energie der Flüssigkeitsimpulse in mechanische Energie umwandelt, dadurch gekennzeichnet, dass die Länge der Leitung (2) ein ungeradzahliges Vielfaches der Viertelwellenlänge, höchstens sieben Viertelwellenlängen, der stationären Flüssigkeitsimpulswelle mit einem Toleranzbereich von $\pm 25\%$ der erwähnten Viertelwellenlänge beträgt, dass diese Länge der Leitung zwischen 0,5 und 5 m beträgt, dass die Dicke e der Leitung zwischen 0,2 und 2 mm beträgt, dass der Innendurchmesser D der Leitung zwischen 1 und 8 mm beträgt und dass die Frequenz des Impulsgenerators zwischen 20 und 120 Hz beträgt.

2. Gerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Länge der Leitung (2) um einen Betrag kleiner als das ungerade Vielfache der erwähnten Viertelwellenlänge ist, welcher maximal 25 % dieser Viertelwellenlänge beträgt, derart, dass die Amplitude der stationären Welle nur 70 % der Maximalamplitude beträgt, welche einer Wellenlänge entspricht, die gleich dem erwähnten ungeraden Vielfachen ist.

3. Gerät nach einem der Ansprüche 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Leitung schraubenförmig aufgerollt ist und die maximale Kraft zum Strecken der Leitung zwischen 0 und 40 N, vorzugsweise 1 bis 5 N, beträgt.

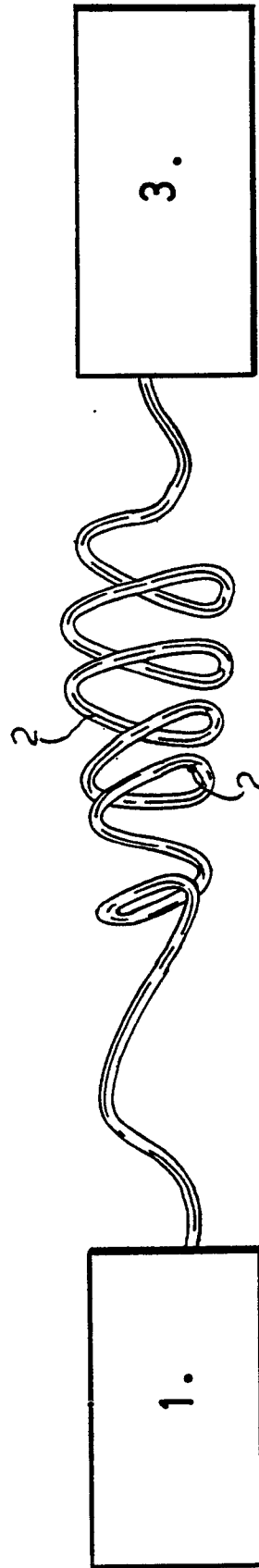
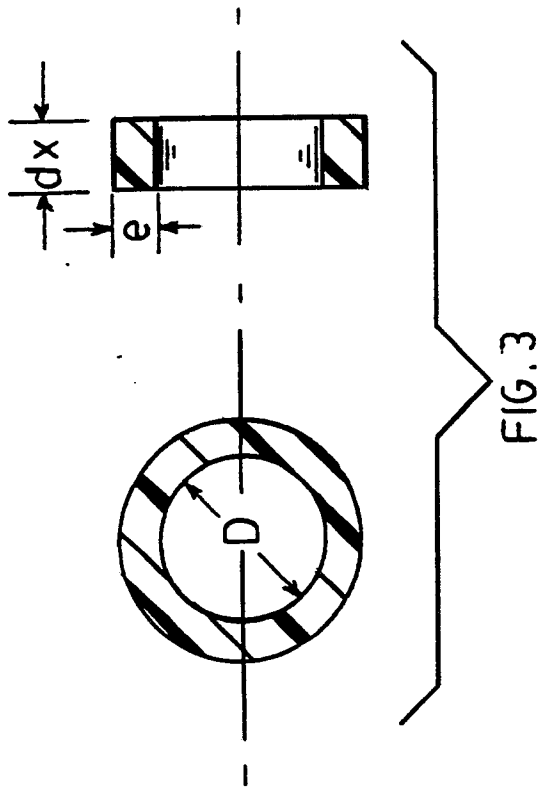


FIG. 1

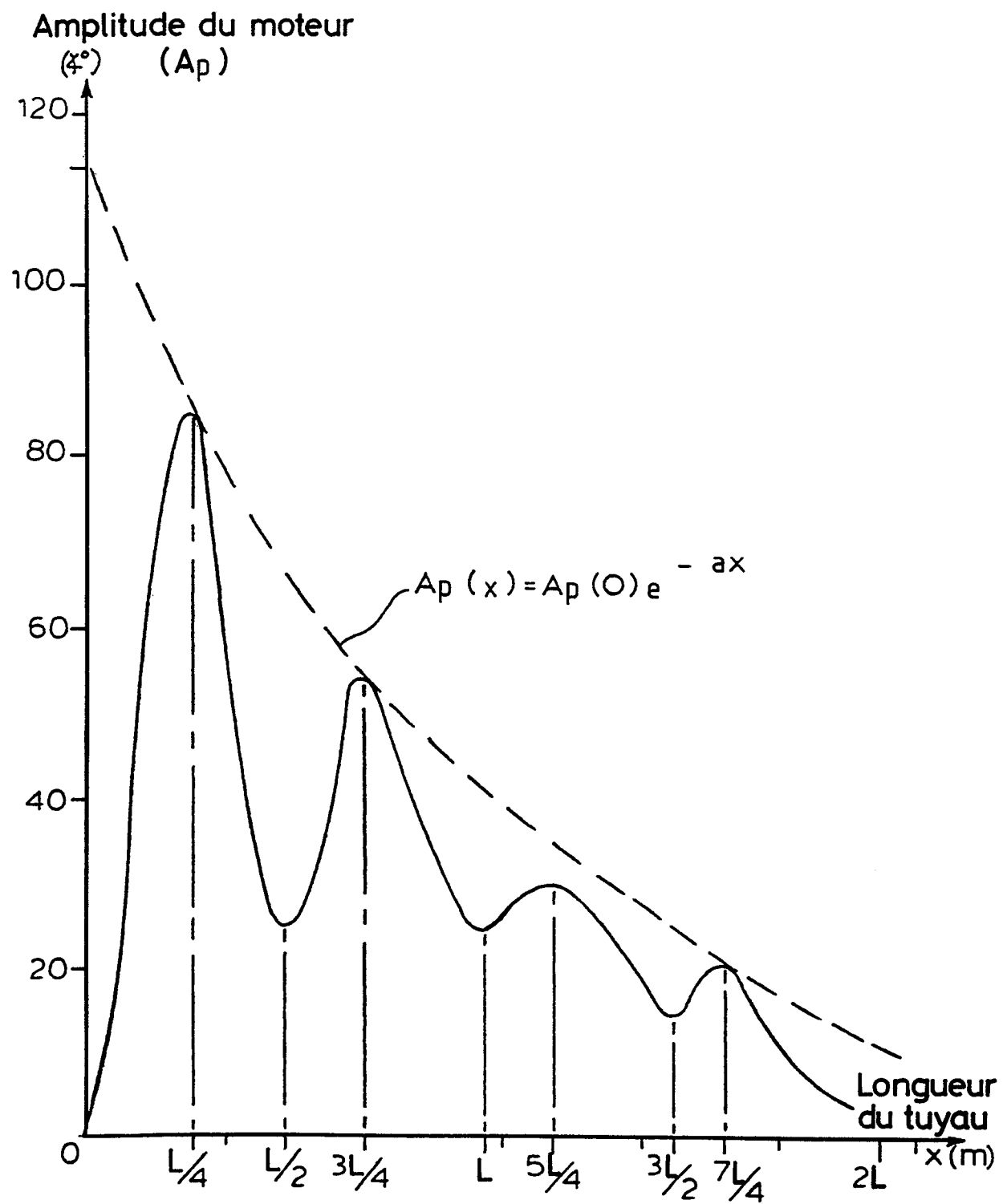


FIG. 2

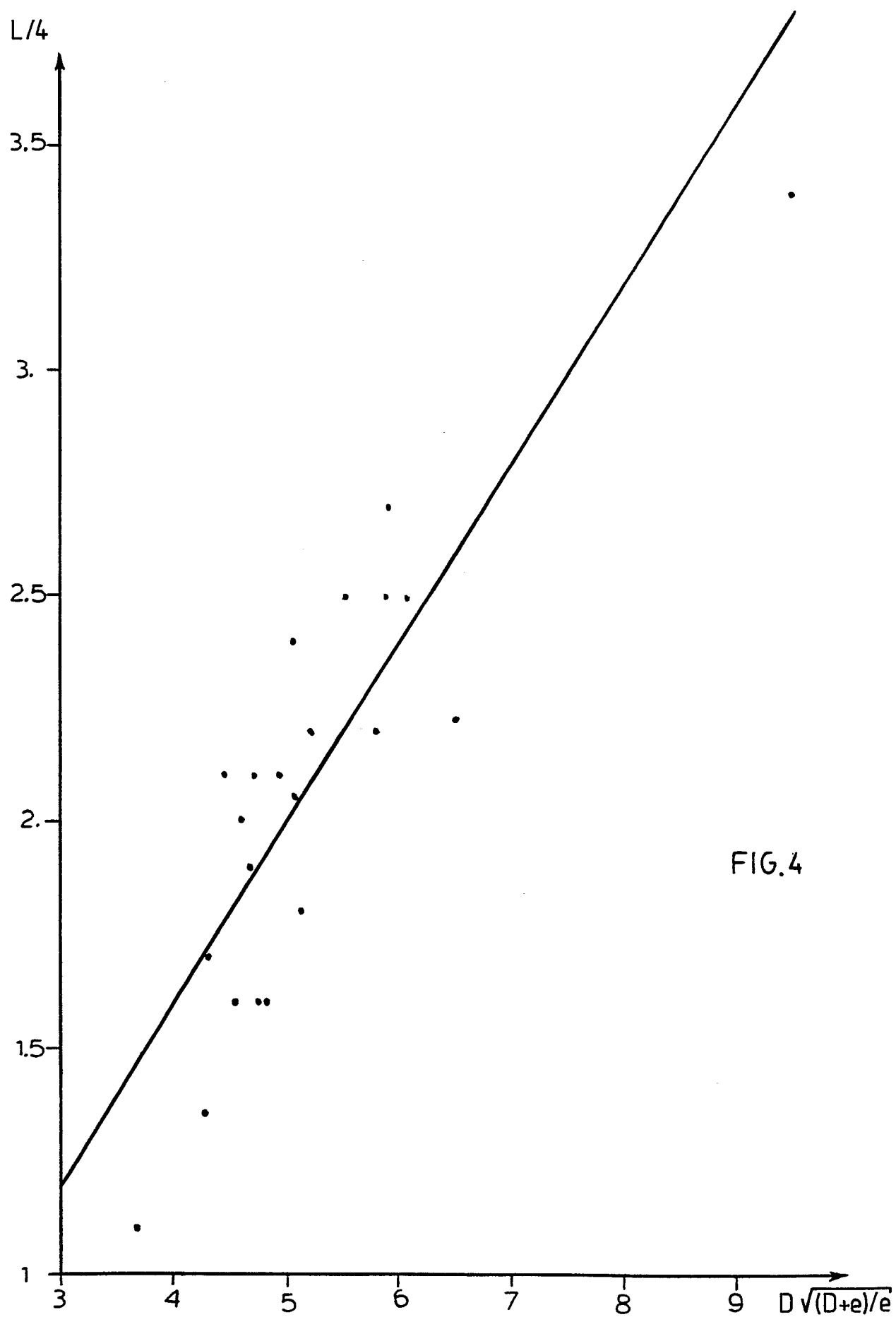


FIG.4

