

OFFICE NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE.

BREVET D'INVENTION.

V. — Machines.

8. — MOTEURS DIVERS.

N° 421.543

Procédé et appareils pour la production et l'utilisation de la force motrice au moyen de fluides.

M. NIKOLA TESLA résidant aux États-Unis d'Amérique.

Demandé le 17 octobre 1910.

Délivré le 24 décembre 1910. — Publié le 24 février 1911.

(Demande de brevet déposée aux États-Unis d'Amérique le 21 octobre 1909. — Déclaration du déposant.)

Dans l'application pratique de la force motrice basée sur l'emploi d'un fluide comme véhicule d'énergie, il a été démontré que, pour atteindre l'économie maximum, les changements de vitesse et de sens du mouvement du fluide doivent se faire aussi graduellement que possible. Dans les formes actuelles de ces appareils, les changements plus ou moins brusques, les chocs et les vibrations sont inévitables. D'autre part, l'emploi des dispositifs usuels pour imprimer de l'énergie à un fluide ou pour en tirer de l'énergie, tels que pistons, aubes, ailes et pales, introduit nécessairement de nombreuses déficiences et limitations et ajoute à la complication, au coût de la production et à l'entretien de la machine.

L'objet de cette invention est de corriger ces défauts et d'effectuer la transmission et la transformation de l'énergie mécanique par une action plus parfaite des fluides et par des moyens plus simples et plus économiques que ceux employés jusqu'ici.

Cela s'obtient en obligeant le fluide recevant ou donnant la propulsion de se mouvoir suivant des chemins naturels ou lignes d'écoulement présentant la moindre résistance, dégagé de toute contrainte et de toute perturbation telles que celles auxquelles les ailes et

autres dispositifs semblables donnent lieu, et de changer sa vitesse et le sens de son mouvement par des degrés imperceptibles, en évitant ainsi les pertes dues à des variations brusques pendant que le fluide reçoit ou imprime l'énergie.

C'est un fait bien connu qu'un fluide possède, entre autres propriétés, celles d'adhérence et de viscosité. En raison de ces propriétés, un corps mis en propulsion à travers un tel milieu rencontre un obstacle particulier dit « résistance latérale ou de surface », qui est double; une résistance provenant du choc du fluide contre les aspérités de ce corps solide, l'autre résistance provenant des forces internes qui s'opposent à la séparation moléculaire. Comme conséquence inévitable, une certaine quantité de fluide est entraînée par le corps mouvant. Inversement, si le corps est placé dans un fluide en mouvement, il reçoit, pour la même raison, une poussée dans le sens du mouvement.

Ces effets, en eux-mêmes, sont d'observation quotidienne, mais la présente invention consiste à les appliquer d'une manière pratique et économique à une propulsion par fluide. La nature de cette invention et les principes de la construction d'un appareil destiné à en faire l'application mécanique vont

Prix du fascicule : 1 franc.

maintenant être décrits en référence au dessin annexé à titre d'exemple.

La fig. 1 est une vue partielle par bout et la fig. 2 une coupe transversale verticale d'une pompe ou compresseur, et les fig. 3 et 4 représentent, respectivement, dans des vues correspondantes, un moteur rotatif ou turbine.

Aux fig. 1 et 2 est montré un dispositif tournant composé d'une pluralité de disques rigides plats 1 d'un diamètre approprié, clavetés sur un arbre 2 et maintenus en position par un écrou 3, un épaulement 4 et des rondelles 5 de l'épaisseur voulue. Chaque disque a des ouvertures centrales 6, et les parties pleines entre ces ouvertures et qui forment des bras sont préférablement courbées comme il est indiqué, à l'effet de réduire la perte d'énergie due au choc du fluide.

Ce dispositif tournant est monté dans une boîte spéciale 8 faite en deux parties ayant des boîtes à étoupe 9 et des orifices d'arrivée 10 conduisant à sa portion centrale. En outre, cette boîte a un orifice de sortie 11 s'élargissant et s'arrondissant graduellement et muni d'une bride pour se raccorder à une tuyauterie. La boîte 8 repose sur un support 12 montré en partie seulement et supportant les paliers de l'arbre 2, qui, étant de construction ordinaire, ne sont pas montrés au dessin.

La force motrice étant appliquée à l'arbre et le dispositif tournant étant mis en rotation dans la direction de la flèche tracée en traits pleins, le fluide en raison de ses propriétés d'adhérence et de viscosité, en entrant par les orifices d'arrivée 10 et en venant en contact avec les disques 1, est pris par ceux-ci et est soumis à deux forces, l'une agissant tangentiellement dans le sens de la rotation et l'autre radialement en dehors. L'effet combiné de ces forces tangentielle et centrifuge est de projeter le fluide à une vitesse qui augmente constamment suivant un chemin spiral jusqu'à son arrivée à l'orifice de sortie 11 où il s'en va. Ce mouvement spiral, libre, sans perturbation, et dépendant essentiellement de ces propriétés du fluide, permettant à celui-ci de s'adapter aux chemins naturels ou aux lignes d'écoulement et de changer de vitesse et de direction par degrés insensibles, est caracté-

ristique de cette méthode de propulsion et est avantageux dans son application.

En traversant la chambre qui renferme le dispositif tournant, les particules du fluide peuvent accomplir un ou plusieurs tours ou une partie seulement d'un tour. Dans un cas donné quelconque leur chemin peut être calculé très approximativement et représenté graphiquement; mais une évaluation assez précise du nombre de tours peut être obtenue en déterminant simplement le nombre de tours qu'il faut pour renouveler le fluide passant par la chambre et en la multipliant par le rapport entre la vitesse moyenne du fluide et celle des disques.

Il a été constaté que la quantité de fluide mise en mouvement de cette manière est, les autres conditions restant les mêmes, à peu près proportionnelle à la surface travaillante du dispositif tournant et à sa vitesse effective. Pour cette raison, l'effet utile de ces machines augmente à une raison excessivement élevée avec l'augmentation de leur grandeur et la vitesse de leur rotation.

Les dimensions du dispositif dans son ensemble, et l'espacement des disques dans toute machine donnée seront déterminés par les conditions et les exigences des cas spéciaux. On peut dire que l'espace entre les disques doit être d'autant plus grand que le diamètre des disques est plus prononcé, que le chemin spiral suivi par le fluide est plus long, et que la viscosité de celui-ci est plus accentuée. En général, l'espacement doit être tel que toute la masse du fluide, avant d'abandonner le dispositif tournant, est accélérée jusqu'à une vitesse à peu près uniforme, peu inférieure à celle de la périphérie des disques sous les conditions normales du travail et presque égale à cette vitesse lorsque l'orifice de sortie est fermé et que les particules sont déplacées dans des cercles concentriques.

Une telle pompe peut aussi être faite sans ouvertures ni rayons dans le dispositif tournant, par exemple au moyen d'un ou plusieurs disques pleins, placés chacun dans sa propre boîte; dans cette forme d'exécution, la machine sera éminemment propre au pompage des eaux d'égout, aux dragages, etc., c'est-à-dire toutes les fois que l'eau sera chargée de matières étrangères et que les rayons et aubes auraient des inconvénients,

Une autre application de ce principe et qui est non seulement faisable, mais aussi tout à fait pratique et efficace, est l'utilisation des machines telles que celles décrites ci-dessus pour la compression ou la raréfaction de l'air, ou des gaz en général. Dans ces cas, on constatera que la plupart des considérations existantes dans le cas de liquides sont encore applicables lorsqu'elles sont proprement interprétées.

Lorsque, quelle que soit la nature du fluide, on veut avoir des pressions considérables, on peut avoir recours à la compression par étages ou au compoundage de la manière usuelle; les dispositifs tournants individuels sont alors préférablement montés sur le même arbre. Le même résultat peut être atteint avec un dispositif tournant simple par la déviation convenable du fluide à travers des passages soit rotatifs, soit immobiles.

Les principes formant la base de l'invention peuvent être appliqués aussi à la partie de la mécanique relative à l'emploi de fluides comme agents moteurs; bien que sous certains rapports les actions dans ce dernier cas soient directement opposées à celles rencontrées dans la propulsion de fluides, les lois fondamentales dans les deux cas sont les mêmes. En d'autres termes, l'opération décrite ci-dessus est réversible, car si l'eau ou l'air est admis sous pression à l'orifice 11, le dispositif tournant est mis en rotation dans le sens de la flèche en traits pointillés en raison des propriétés particulières du fluide qui, en se mouvant suivant un chemin spiral et à une vitesse qui décroît constamment, arrive aux orifices 6 et 10 par lesquels il s'échappe. Si on permet au dispositif tournant de tourner librement, dans des coussinets à peu près sans frottement, son pourtour atteindra une vitesse qui se rapprochera de très près de la vitesse maximum du fluide dans le canal spiral, et le chemin spiral des particules sera relativement long et formera un grand nombre de tours presque circulaires. Si une résistance est appliquée à cet arbre et que le dispositif tournant se ralentit, le mouvement du fluide est retardé, le nombre de tours du fluide est réduit, et le chemin est raccourci.

En raison de diverses causes influant sur l'effet utile, il est difficile de formuler une

règle précise qui serait d'une application générale, mais on peut dire que, entre certaines limites, et les autres conditions restant les mêmes, le couple moteur est directement proportionnel au carré de la vitesse du fluide par rapport au dispositif tournant et à la surface effective des disques, et, inversement, proportionnel à la distance qui les sépare. La machine fera, généralement, son travail maximum quand la vitesse du dispositif tournant sera la moitié de celle du fluide. Mais pour atteindre l'économie maximum, la vitesse relative ou glissement, pour l'accomplissement d'un travail donné quelconque, doit être aussi réduite que possible. Cette condition peut être approchée d'aussi près qu'on le veut en augmentant la surface active et en réduisant l'espace entre les disques.

Lorsque l'appareil du genre décrit est employé pour la transmission de la force motrice, certaines différences entre le dispositif transmetteur et le dispositif récepteur pourront être nécessaires pour assurer les meilleurs résultats. Il est entendu que, en transmettant la force motrice d'un arbre à un autre arbre par ces machines, tout rapport voulu entre les vitesses de rotation peut être obtenu en choisissant proprement les diamètres des disques, ou en divisant convenablement le transmetteur, le récepteur, ou les deux, en étages. Mais on peut faire observer que, sous un rapport au moins, les deux machines sont essentiellement différentes. Dans la pompe, la pression radiale ou statique, due à la force centrifuge, est ajoutée à la pression tangentielle ou dynamique, en augmentant ainsi la charge effective et en aidant à chasser le fluide. Dans le moteur, au contraire, la pression nommée en premier lieu étant opposée à celle de l'arrivée, réduit la charge effective et la vitesse de l'écoulement radial vers le centre. De même, dans la machine recevant la propulsion, un couple moteur considérable est toujours désirable, ce qui demande un plus grand nombre de disques et un plus petit espacement entre eux, tandis que dans la machine donnant la propulsion, pour des raisons économiques nombreuses, le couple doit être aussi petit et la vitesse aussi grande que possible en pratique. Beaucoup d'autres considérations, qui se présenteront d'elles-mêmes, pourront affecter le dessin et la

construction, mais on trouvera dans ce qui précède toutes indications pouvant être nécessaires à cet égard.

La plus grande valeur de cette invention sera trouvée dans son emploi pour la transformation thermo-dynamique de l'énergie. Référence va être faite maintenant aux fig. 3 et 4 qui montrent comment elle est ou peut être appliquée.

Comme dans les fig. 1 et 2, il y a un dispositif tournant composé de disques 13 avec des ouvertures 14 et des bras 15 qui dans ce cas peuvent être droits. Les disques sont clavetés sur un arbre 16, monté pour tourner librement dans des coussinets appropriés, non indiqués, et sont séparés par des rondelles 17 conformes aux bras 15 et fixées solidement à ceux-ci par des rivets 18. Pour plus de clarté, quelques disques seulement sont indiqués, avec des espaces relativement grands entre eux.

Le dispositif tournant est monté dans une boîte comportant deux pièces d'extrémité 19 avec des orifices de sortie 20 et des boîtes à étoupe 21, et un anneau central 22, dont l'âme circulaire est d'un diamètre un peu plus grand que celui des disques et qui a des bossages avec brides 23 et des orifices d'arrivée 24, dans lesquels des tuyères 25 sont introduites. Des rainures circulaires 26 et des garnitures 27 sont ménagées sur les côtés du dispositif tournant. Des tubulures d'arrivée 28, avec des valves 29, sont reliées aux bossages 23 de l'anneau central; une de ces valves est normalement fermée.

A l'exception de certains points, qui seront élucidés par la suite, le mode de fonctionnement sera compris grâce à la description qui a été faite ci-dessus. La vapeur ou le gaz sous pression étant admis par la valve du côté de la flèche en traits pleins, le dispositif tournant est mis en rotation de gauche à droite.

Pour faire ressortir une particularité distinctive, on va supposer d'abord que l'agent moteur est admis à la chambre des disques par un orifice d'arrivée, c'est-à-dire un canal qui est traversé à une vitesse à peu près uniforme. Dans ce cas, la machine fonctionnera comme un moteur rotatif, le fluide se dilatant constamment en suivant son chemin tortueux jusqu'à l'orifice de sortie central. L'expansion

se fait surtout le long du chemin spiral, car la dilatation en dedans est contre-balancée par la force centrifuge due à la vitesse du tourbillon et par la grande résistance à l'échappement radial. Il faut faire observer que la résistance au passage du fluide entre les plaques est à peu près proportionnelle au carré de la vitesse relative, qui est à son maximum dans la direction vers le centre et est égale à la pleine vitesse tangentielle du fluide. Le chemin présentant la moindre résistance, qui est nécessairement pris pour obéir à une loi de mouvement universelle, est, virtuellement, aussi celui de la moindre vitesse relative.

Puis, on supposera maintenant que le fluide est admis à la chambre des disques non pas par un orifice, mais par une tuyère divergente, c'est-à-dire un dispositif qui convertit, en tout ou en partie, l'énergie d'expansion en énergie de vitesse. La machine fonctionnera alors plutôt comme une turbine, en absorbant l'énergie du moment cinématique des particules qui tourbillonnent avec une vitesse qui décroît constamment vers l'échappement.

Cette description du fonctionnement est suggérée par l'expérience et l'observation, et n'est mise en avant que pour aider à l'explication. Le fait incontestable est que la machine fonctionne à la fois par expansion et par impulsion. Lorsque l'expansion dans la tuyère est complète ou à peu près complète, la pression du fluide dans l'espace périphérique de dégagement est faible; à mesure que la tuyère devient moins divergente et que sa section augmente, la pression s'élève en s'approchant à la fin de la pression d'arrivée. Mais la transition de l'action purement impulsive à l'action expansive peut ne pas être continue partout, en raison d'états et de conditions critiques, et des variations de pression relativement grandes peuvent être produites par de petits changements de la vitesse dans la tuyère.

Dans ce qui précède, il a été supposé que la pression d'arrivée est constante et continue, mais il est entendu que l'opération sera, essentiellement, la même si la pression est variable ou intermittente, comme celle produite par des détonations qui se suivent plus ou moins rapidement.

Une très désirable particularité, caracté-

5 risque des machines construites et opérant  
 suivant cette invention, est leur aptitude à  
 renverser le sens de rotation. La fig. 3, tout  
 en servant à représenter un cas spécial, peut  
 10 être considérée comme typique sous ce rap-  
 port. Si la valve de droite est fermée et que le  
 fluide arrive par la seconde tubulure, le dis-  
 positif tournant est mis en rotation dans le  
 sens indiqué par la flèche en traits pointillés;  
 15 l'opération et l'effet utile restent les mêmes  
 qu'auparavant, l'anneau central étant évidé  
 circulairement à cet effet. Le même résultat  
 peut être obtenu de beaucoup d'autres façons  
 par des soupapes, orifices ou tuyères de con-  
 20 struction spéciale pour renverser l'écoule-  
 ment, et dont la description est omise ici  
 dans l'intérêt de la simplicité et de la clarté.  
 Pour les mêmes raisons, un seul orifice ou  
 tuyère est représenté qui pourrait être adapté  
 25 à une spirale mais qui ne s'ajuste pas très  
 bien à une âme circulaire. Il est entendu que  
 plusieurs orifices d'arrivée peuvent être ménagés  
 autour de la périphérie du dispositif tour-  
 nant pour améliorer l'action, et que la con-  
 struction de la machine peut subir de  
 nombreuses variations.

Encore une autre précieuse et probable-  
 ment unique qualité de ces moteurs ou appa-  
 reils premiers moteurs peut être décrite. Par  
 30 une construction appropriée, et l'observance  
 des conditions du travail, la pression centri-  
 fuge, s'opposant au passage du fluide, peut,  
 comme il a été indiqué déjà, être rendue à  
 peu près égale à la pression d'arrivée lorsque  
 35 la machine marche à vide. Si l'orifice d'arri-  
 vée est de section large, de petits change-  
 ments dans la vitesse de rotation produiront  
 de grandes différences dans l'écoulement qui  
 sont augmentées encore par les variations  
 40 concomitantes dans la longueur du chemin en  
 spirale. Une machine à réglage automatique  
 est ainsi obtenue ayant une ressemblance  
 frappante avec un moteur électrique à cou-  
 rant sous ce rapport que, avec de grandes  
 45 différences de pression imprimées dans un  
 large canal ouvert, l'écoulement du fluide par  
 ce canal est empêché en vertu de la rotation.  
 Puisque la charge centrifuge augmente comme  
 le carré de la vitesse de rotation, ou même  
 50 plus rapidement encore, et qu'avec l'acier  
 moderne de grande qualité, de grandes  
 vitesses périphériques sont praticables, il est

possible d'atteindre cette condition dans une  
 machine à un seul étage avec moins de diffi-  
 culté si le dispositif tournant est de grand 55  
 diamètre. Évidemment ce problème est rendu  
 plus facile par le compoundage, comme le  
 savent bien les hommes du métier. Indépen-  
 damment de l'économie qu'elle comporte,  
 cette tendance qui est, à un degré près, 60  
 commune aux moteurs du genre qui vient  
 d'être décrit, est spécialement avantageuse  
 dans la mise en œuvre de grandes unités, car  
 elle fournit une sauvegarde contre l'emballe-  
 ment et la destruction. 65

Outre ces avantages, un tel moteur en pos-  
 sède beaucoup d'autres, à la fois constructifs  
 et opératifs. Il est simple, léger, et ramassé,  
 ne subit que peu d'usure, est bon marché et  
 d'une fabrication exceptionnellement facile, 70  
 car les faibles jeux et la précision dans le tra-  
 vail de construction ne sont pas essentiels à  
 un bon effet utile. Il est d'un fonctionnement  
 sûr, n'ayant ni soupapes, ni contacts couliss-  
 ants, ni aubes avec leurs inconvénients. Il est 75  
 exempt de toute complication, dépend large-  
 ment de l'efficacité des tuyères et est approp-  
 rié tant pour les grandes que pour les petites  
 vitesses de fluide, pour les grandes et les  
 petites vitesses de rotation. 80

Il est entendu que les principes de con-  
 struction et de fonctionnement exposés d'une  
 manière générale ci-dessus peuvent être incor-  
 porés dans des machines de formes très diffé-  
 rentes, et adaptées pour servir aux usages les 85  
 plus variés.

#### RÉSUMÉ.

Les principaux points caractéristiques de  
 cette invention sont les suivants :

1° La méthode de production ou d'utilisa- 90  
 tion de l'énergie basée sur l'adhérence et la  
 viscosité des fluides, et consistant à admettre  
 le fluide à la partie centrale (ou périphérique)  
 d'un système rotatif et en l'obligeant de s'écou-  
 95 ler sous l'action combinée de forces radiales  
 et tangentielles suivant un chemin spiral  
 vers la périphérie (ou vers le centre) du système  
 rotatif;

2° Une machine comportant une série de  
 disques fixés sur un arbre à des intervalles 100  
 convenables et des moyens pour admettre et  
 évacuer le fluide au centre et à la périphérie  
 de ces disques;

6 [421.543]

# MOTEURS DIVERS.

3° L'agencement de cette machine :

a) Comme pompe;

b) Comme moteur à fluide comprimé;

c) Comme transformateur thermo-dynamique d'énergie.

N. TESLA.

Par procuration :

E. BLÉTRY.

