

⑫ DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

⑭ Date de dépôt : 03.04.92.

⑮ Priorité :

⑰ Demandeur(s) : Société Anonyme dite: SOCITEC -
Société pour le Commerce International et les
Echanges Techniques — FR.

⑱ Inventeur(s) : Mauger Dominique.

⑲ Date de la mise à disposition du public de la
demande : 08.10.93 Bulletin 93/40.

⑳ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche : Se reporter à la fin du présent fascicule.

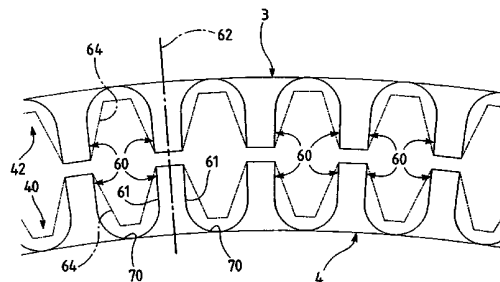
㉑ Titulaire(s) :

㉒ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

㉓ Mandataire : Rinuy Santarelli.

㉔ Machine électrique tournante perfectionnée.

㉕ Machine électrique tournante comportant une partie statorique (4) dentée sur sa périphérie (40) supportant un moyen de génération de flux magnétique et sur laquelle est montée au moins une bobine concentrique à l'axe de rotation et une partie rotorique (3), également dentée sur sa périphérie (42), solidaire d'un arbre de sortie, les dentures des parties rotorique et statorique étant en regard l'une de l'autre, caractérisé en ce que chaque dent (60) de l'une au moins des deux parties présente une forme allongée avec deux faces latérales (61) orientées longitudinalement et agencées de façon à être globalement parallèles à un axe radial de symétrie (62) de la dent ou, de préférence, à présenter, au voisinage de leur extrémité, un angle de dépouille sensiblement négatif.



La présente invention se rapporte à une machine électrique tournante telle qu'un alternateur ou un moteur. La machine conforme à l'invention est destinée, en tant qu'alternateur, à produire une ou plusieurs tensions alternatives dont la fréquence est directement proportionnelle à la vitesse de rotation d'un arbre. En tant que moteur, la machine conforme à la présente invention est destinée à faire tourner un arbre à une vitesse proportionnelle à la fréquence des tensions alternatives qui lui sont appliquées.

Une application préférentielle, mais non exclusive de l'invention, est la mesure, en tant que tachymètre alternatif, de la vitesse de roues de véhicules.

Dans le mode de réalisation préféré de l'invention qui sera décrit ci-après, la machine est destinée à mesurer la vitesse de rotation des roues d'un train d'atterrissage d'avion. Plus généralement, le dispositif conforme à l'invention peut être utilisé comme capteur de vitesse de système anti-blocage de roues de véhicules, ou comme capteur de vitesse de tout élément tournant.

Plus particulièrement, la présente invention a pour objet d'augmenter le rendement de telles machines électriques tournantes, selon que l'on les considère comme alternateur ou comme moteur.

On connaît déjà des tachymètres alternatifs destinés à produire une tension alternative dont la fréquence est directement proportionnelle à la vitesse de rotation de l'arbre de l'alternateur. Un tel tachymètre est illustré, de façon schématique, en coupe longitudinale, en figure 1.

Sommairement, l'appareil comporte un support de stator 2 portant un moyen de génération de flux magnétique, en l'espèce un aimant 10, et deux demi-stators 4, 5 dentés sur leur périphérie 40, 41, sur lesquels sont montées deux bobines circulaires 12, 13, concentriques à l'axe de rotation, et une partie rotorique 3 constituée d'une cloche

dentée sur sa surface périphérique intérieure 42, solidaire d'un arbre de sortie 43.

Le flux produit par l'aimant 10 se partage et suit les deux demi-stators 4,5. Ainsi, lorsque le rotor 3 tourne, la réluctance du trajet du flux passant dans une bobine est modulée du fait du passage successif d'un plein puis d'un creux de denture du rotor devant les parties dentées du stator. C'est le mouvement relatif des deux parties dentées qui procure la variation de signal. Ces dispositions sont en soi classiques et reflètent l'état de l'art.

Jusqu'au dépôt de la présente demande, la forme connue de la denture est trapézoïdale.

Il est bien connu, dans un appareil de ce type, que la valeur du signal sinusoïdal de sortie, est directement proportionnelle à la modulation ou variation de réluctance.

L'inventeur a observé que la modulation dépend en grande partie de la forme de la denture utilisée sur les demi-stators 4, 5.

Il a ainsi constaté que cette forme doit résulter d'un compromis de façon à ce que la variation de réluctance soit maximum. Pour cela, il faut tendre à ce que la réluctance soit minimale lorsque les dents des parties statoriques et rotoriques sont alignées, mais aussi à ce que cette réluctance soit maximale lorsque un plein de denture est aligné avec un creux de la denture opposée. La forme trapézoïdale utilisée jusqu'au dépôt de la présente demande constituait un bon compromis pour des dentures de tailles relativement importantes (situées sur un diamètre de 40 millimètres ou plus).

Dans le dispositif illustré en figure 1, le concepteur a souhaité loger cent dents sur un diamètre de 20 millimètres environ. Or, dans le dispositif de l'état de la technique illustré en figure 1, la taille de l'entrefer est de l'ordre du dixième de millimètre. Pour des raisons mécaniques et vibratoires, on peut difficilement envisager de

diminuer la taille de cet entrefer. D'un autre côté, si on souhaite augmenter le nombre de dents ou diminuer le diamètre du dispositif, la hauteur radiale de chaque dent diminue. Dans de telles conditions, la taille de l'entrefer, qui en
5 toute hypothèse peut difficilement être inférieure à un dixième de millimètre, devient proportionnellement très importante et constitue un handicap sérieux à la variation de réluctance.

L'inventeur s'est assigné pour tâche d'améliorer
10 le rendement du dispositif illustré en figure 1.

Pour ce faire, il a cherché une forme de dent statorique et/ou rotorique qui permette d'augmenter la variation de réluctance, tout en conservant les côtes d'encombrement général du dispositif illustré (dans ce cas,
15 la possibilité de loger cent dents sur un diamètre de 20 millimètres environ).

La présente invention résoud ces problèmes puisqu'elle propose une machine électrique tournante comportant une partie statorique dentée sur sa périphérie supportant un moyen de génération de flux magnétique et sur
20 laquelle est montée au moins une bobine concentrique à l'axe de rotation et une partie rotorique, également dentée sur sa périphérie, solidaire d'un arbre de sortie, les dentures des parties rotorique et statorique étant en regard l'une de
25 l'autre, caractérisé en ce que chaque dent de l'une au moins des deux parties présente une forme allongée avec deux faces latérales, orientées longitudinalement et agencées de façon à être globalement parallèles à un axe radial de symétrie de la dent ou, de préférence, à présenter, au voisinage de leur
30 extrémité, un angle de dépouille α sensiblement négatif.

Grâce à ces caractéristiques, la présente invention permet d'améliorer le rendement électrique du moteur ou de l'alternateur considéré, et en particulier celui du tachymètre-alternatif illustré en figure 1.

35 En effet, l'inventeur a observé qu'en conférant

une orientation essentiellement radiale aux faces latérales et en les agençant comme expliqué ci-dessus, la dent peut être creusée plus profondément dans la couronne statorique et/ou rotorique, de telle sorte que, ainsi qu'il sera
5 expliqué infra, on minimise les fuites de flux magnétique et, que, par conséquent, toutes choses égales par ailleurs (notamment encombrement, nombre de dents, vitesse de rotation de l'arbre), l'amplitude du signal de sortie soit augmentée.

Vu sous l'angle d'un moteur, ce dispositif permet
10 d'améliorer la puissance mécanique délivrée par l'arbre de sortie, pour un signal électrique d'amplitude donné en entrée.

Lorsque l'invention est mise en oeuvre sur un tachymètre, elle présente au moins les trois avantages
15 suivants :

- le premier avantage de cette invention consiste en un meilleur signal de sortie du tachymètre.

Un tachymètre alternatif fournit en sortie un signal dont la fréquence est proportionnelle à la vitesse de rotation de l'arbre, mais aussi l'amplitude. Ce fait est
20 pénalisant dans les petites vitesses où la tension de sortie est inférieure aux seuils des instruments auxquels les bobines du tachymètre sont raccordées. Augmenter le niveau de signal revient à dire que les appareils peuvent détecter une
25 vitesse plus basse.

- le deuxième avantage est que la plage d'utilisation du tachymètre est étendue, notamment dans les basses vitesses.

Si l'on augmente l'entrefer d'un circuit magnétique, la réluctance augmente, et le signal de sortie diminue. Si l'on peut compenser cette perte de signal par les
30 dents oblongues conformes à l'invention, les performances du dispositif restent constantes pour un entrefer plus grand.

Le fait d'augmenter l'entrefer a des incidences
35 intéressantes sur la tenue en vibration de l'appareil d'une

part, et des retombées économiques dues au fait que les qualités de réalisation peuvent être moins sévères d'autre part.

5 - le troisième avantage est que cette augmentation de performances peut être mise à profit pour conserver les performances finales d'origine et jouer sur un autre paramètre, tel que l'entrefer, pour diminuer les coûts de l'appareil et améliorer ses caractéristiques notamment en vibration, ou encore, sur la force magnéto-motrice de
10 l'aimant, ou encore sur le nombre de spires des bobines, ou sur tout autre paramètre influant sur le signal de sortie.

Les caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront de la description qui va suivre en référence aux dessins annexés sur lesquels :

15 - la figure 1, déjà partiellement décrite, est une vue en coupe longitudinale d'un tachymètre de l'état de la technique, modifié pour incorporer les parties dentées conformément à l'invention,

20 - la figure 2 est une vue partielle en coupe radiale selon la ligne II-II de la figure 1, d'un premier mode de réalisation de couronnes dentées rotoriques conformes à l'invention,

 - la figure 3 illustre une variante de réalisation de la figure 2,

25 - les figures 4a et 4b illustrent, de façon schématique, les dents de l'état de la technique et les lignes de flux,

 - les figures 5a et 5b illustrent, de façon semblable, des dents conformes à l'invention,

30 - la figure 6 est un schéma magnétique équivalent au circuit magnétique des figures 4a, 4b et 5a, 5b,

 - la figure 7 est un diagramme du signal de sortie en fonction de la vitesse de l'arbre de rotation d'entrée, pour le dispositif de l'état de la technique à dents trapézoïdales,
35

- la figure 8 est un diagramme semblable, relatif à l'agencement conforme au mode de réalisation illustré en figure 3, et

5 - la figure 9 est une vue en coupe radiale d'une dent conforme à l'invention et illustre diverses variantes de réalisation.

La figure 1 illustre en coupe longitudinale aussi bien le tachymètre alternatif décrit plus haut que celui conforme de la présente invention, la denture des parties rotoriques et statoriques n'étant pas visibles sur cette figure.

La seule adjonction de l'invention dans le tachymètre illustré en figure 1, est de conférer aux parties périphériques statoriques et/ou rotoriques la denture décrite plus loin à l'appui des figures 2, 3 et 9.

Dans le tachymètre illustré en figure 1, les parties rotoriques 3 et statoriques 4, 5 sont logées dans un boîtier 1. Dans ce boîtier est également logé le support de stator 2. La pièce 2 comporte d'une part, une âme cylindrique d'extension longitudinale 48 et, d'autre part, une partie arrière de centrage et de maintien, également cylindrique 49 servant d'élément d'assemblage du support statorique 2 au boîtier 1.

La pièce 2 est maintenue longitudinalement dans le boîtier 1 par la coopération d'un épaulement annulaire 50 agencé à la périphérie interne du boîtier cylindrique 1 et coopérant avec la partie avant de la pièce arrière 49. Celle-ci est maintenue en place à son extrémité arrière au moyen d'une pièce de serrage 8 filetée sur sa périphérie et coopérant avec un taraudage interne du boîtier 1. La pièce de serrage 8 sert également de support pour un connecteur électrique 51.

La partie rotorique 3 présente, dans ce mode de réalisation, une forme en cloche et comporte d'une part, une première pièce cylindrique creuse 54 portant, sur sa surface

interne 42, la denture, et d'autre part, une pièce d'extrémité avant 55 formant bloc avec l'arbre 43.

5 L'arbre 43 sort à l'extérieur du boîtier par un trou 56 ménagé dans une partie avant 57 du boîtier 1. La partie avant 57 porte un joint d'étanchéité 58 et, d'autre part, un roulement 15. Il est également agencé un roulement 59 à l'extrémité arrière de la partie 54.

10 L'ensemble de ces dispositions est bien connu de l'homme de l'art. Des tachymètres comportant les caractéristiques décrites jusqu'à présent, sont d'ailleurs commercialisés par la demanderesse, avec des diamètres différents, sous les références ST 80 et ST 45-2.

15 En outre, l'homme de l'art notera que dans la machine tournante illustrée en figure 1 et décrite jusqu'à présent, il n'est pas nécessaire que les stators soient divisés en deux parties 4 et 5, comme illustré. Dans d'autres modes de réalisation, le stator est fait en une seule pièce et, dans un tel cas, le stator ne porte qu'une seule bobine.

20 Par ailleurs, dans le mode de réalisation choisi et représenté, le rotor présente une forme de cloche, tandis que le stator est une pièce agencée à l'intérieur de celle-ci et est fixe. L'homme de l'art sait pertinemment que le contraire est possible.

25 L'invention porte sur une nouvelle forme de denture qui va être décrite maintenant à l'appui des figures 2, 3 et 9.

30 Sur la figure 2, il a été illustré la denture agencée à la périphérie de la partie rotorique 3 de la partie statorique 4. La denture de la partie statorique 5 est évidemment identique à celle de la partie statorique 4.

35 S'agissant, dans le mode de réalisation choisi et représenté, d'un rotor externe en forme de cloche, le mot périphérie s'entend ici de "périphérie interne". De même, s'agissant d'un stator interne, le mot périphérie s'entend ici de "périphérie externe". Evidemment, dans d'autres modes

de réalisation où le rotor est interne tandis que le stator est externe, on considèrera respectivement les périphéries "externe" et "interne". Par conséquent, pour la suite de la description, on considèrera que les références 3 et 4 sur la figure 2 présentent aussi bien un rotor qu'un stator.

La périphérie externe 40 de la partie 4 est découpée selon la denture illustrée en traits pleins sur cette figure. De même la périphérie interne 42 de la partie 3 est également dentelée comme illustré en traits pleins.

Conformément à l'invention, chaque dent (références 60) sur l'une au moins des deux parties 3, 4 (en l'espèce sur les deux parties) présente une forme oblongue avec deux faces 61 orientées longitudinalement (c'est-à-dire parallèlement à l'axe de rotation de l'arbre 43) et agencées de façon globalement parallèles à un axe radial de symétrie 62 de la dent 60. De préférence, figure 9, les faces latérales présentent, au voisinage de leur extrémité 63, un angle de dépouille α sensiblement négatif (chaque face latérale présentant, au voisinage du sommet de la dent 60, l'orientation illustrée sous la référence 61a).

Les caractéristiques décrites ci-dessus pour les dents sont répétées à chacune des dents 60 des parties rotorique et statorique illustrées sur la figure 2, ce qui signifie que chaque dent présente, en coupe radiale, (et notamment selon l'axe II-II) la même forme.

Sur les figures 2 et 9, à titre de comparaison, on a également illustré en traits mixtes sous la référence 64 la forme des dents utilisée dans l'état de la technique décrit plus haut.

En variante, figure 3, seule l'une des parties rotoriques ou statoriques peut être munie de dents conformes à la présente invention. Dans la variante illustrée sur la figure 3, c'est la partie rotorique 3 qui comporte les dents conformes à la présente invention, tandis que la partie statorique 4 comporte des dents conformes à l'état de la

technique (forme trapézoïdale en coupe radiale). De même, en seconde variante, il est possible de prévoir que c'est la partie rotorique qui conserve des dents trapézoïdales, tandis que la partie statorique comporte des dents conformes à la
 5 présente invention.

A l'appui des figures 4 à 6, on va maintenant expliquer en quoi la forme de denture conforme à la présente invention permet d'augmenter le rendement électrique de la machine tournante illustrée en figure 1. Pour ce faire, on
 10 considère, de façon schématique aux figures 4a et 4b, les dentures conformes à l'état de la technique (forme 64 trapézoïdale) lorsque deux dents sont en regard l'une de l'autre (réluctance minimale, figure 4a), et lorsqu'une dent est en face d'un creux (réluctance maximale, figure 4b). Pour
 15 cette explication, on ne fera pas de distinction selon que les dents sont disposées sur une partie statorique ou sur une partie rotorique.

Les figures 5a et 5b correspondent respectivement aux figures 4a et 4b mais illustrent des dents conformes à
 20 l'invention agencées selon le mode de réalisation décrit à l'appui de la figure 2.

Sur les figures 4a et 4b, on a illustré, en traits interrompus, les circuits magnétiques qui s'établissent entre dents adjacentes. On considère un potentiel magnétique Θ ,
 25 identique dans chacune des figures 4a, 4b et 5a, 5b, car déterminé par le reste du circuit magnétique, notamment l'aimant 10 qui, dans le tachymètre conforme à l'invention, reste identique à celui de l'état de la technique décrit plus haut. L'entrefer δ est traversé par un flux utile ϕ_u au
 30 signal de sortie, ce qui induit dans les bobines 12, 13, un signal électrique (d'après la loi de Lenz) :

$$e = \frac{d\phi}{dt}$$

En figure 4a, le circuit magnétique présente la réluctance minimale ou autrement dit, la perméance maximale. Mais, il existe un flux de fuite ϕ_f , les autres imperfections du circuit magnétique étant ici négligiées (et, en toutes hypothèses égales dans les cas illustrés aux figures 4 et 5). Ce flux de fuite correspond à une réluctance supplémentaire parasite. Le circuit magnétique équivalent est illustré en figure 6.

Deux réluctances en parallèle associées à un même potentiel électrique ont une réluctance résultante de :

$$R = \frac{1}{\frac{1}{R_f} + \frac{1}{R_u}} \quad (1)$$

avec :

R_f = réluctance de fuite

R_u = réluctance utile

La modulation du signal de sortie du tachymètre est proportionnelle à la variation de réluctance, sachant que la réluctance minimale R_{mini} est obtenue dans la configuration figure 4a, et la réluctance maximale R_{maxi} dans la configuration figure 4b.

Chacune de ces réluctances peut se calculer en mettant en parallèle deux réluctances.

Dans le cas de la réluctance mini :

$$R_{\text{mini}} = R_{\text{utile}} // R_{\text{fuite}} \quad (2)$$

Dans le cas de la réluctance maxi :

$$R_{\text{maxi}} = R_{\text{fuite}} // R_{\text{fuite}} \quad (3)$$

La modulation du signal est proportionnelle à la variation de réluctance. Le signal de sortie peut s'exprimer sous la forme :

$$e = K (R_{\text{maxi}} - R_{\text{mini}}) \sin N\gamma \quad (4)$$

avec K = coefficient de conversion

N = nombre de dents par tour

γ = angle mécanique.

En remplaçant R mini par :

$$\frac{R_u \cdot R_f}{R_u + R_f} \quad \text{et}$$

et R maxi par :

$$\frac{R_f^2}{2R_f} = \frac{R_f}{2}$$

On obtient :

$$R_{\text{maxi}} - R_{\text{mini}} = R_f \left(\frac{R_f - R_u}{R_f + R_u} \right) \quad (5)$$

Dans le cas des figures 5a et 5b qui représentent la forme de dent allongée, objet de la présente invention, on peut remarquer que le trajet des lignes de fuite ϕ_f est plus important que dans les configurations des figures 4a et 4b, la réluctance de fuite R_f' est donc plus importante dans ce cas de figure, puisqu'elle est proportionnelle à la longueur des lignes de fuites.

Par ailleurs, ce trajet est, selon une autre caractéristique de l'invention avantageusement encore plus augmenté du fait de la présente d'une surface arrondie 70 reliant chaque dent 60 adjacente. Un tel arrondi a pour effet d'augmenter la profondeur du creux entre deux dents adjacentes, ce qui entraîne une augmentation du trajet de certaines lignes de fuite ϕ_f , et notamment celles reliant les parties les plus éloignées de la denture (ligne 71, figure 5a ; ligne 72, figure 5b).

Pour permettre d'estimer l'augmentation de la variation de réluctance $R_{\text{maxi}} - R_{\text{mini}}$, il va être considéré ci-après que l'agencement conforme à l'invention illustré en figures 5a et 5b entraîne, par rapport à l'agencement de l'état de la technique illustré en figures 4a et 4b un accroissement de la réluctance de fuite R_f de 10 %. La nouvelle réluctance de fuite R_f' a donc pour valeur :

$$R_f' = 1,1 R_f$$

La nouvelle modulation s'écrit :

$$5 \quad R' \text{ maxi} - R' \text{ mini} = 1,1 R_f \left(\frac{1,1 R_f - R_u}{1,1 R_f + R_u} \right)$$

Ru étant constant

Application numérique avec les valeurs
suivantes :

$$10 \quad \begin{aligned} R_f &= 10 \times 10^{-5} \text{ H}^{-1} \\ R_u &= 1 \times 10^{-5} \text{ H}^{-1} \\ R_f' &= 11 \times 10^{-5} \text{ H}^{-1} \end{aligned}$$

(NOTA : ces valeurs sont indiquées à titre d'exemple).

La modulation d'origine est proportionnelle à :

$$15 \quad \begin{aligned} R \text{ maxi} - R \text{ mini} &= 10 \times 10^{-5} \left(\frac{10 \cdot 10^{-5} - 1 \cdot 10^{-5}}{10 \cdot 10^{-5} + 1 \cdot 10^{-5}} \right) \\ &= 10 \cdot 10^{-5} \left(\frac{9}{11} \right) \end{aligned}$$

20 La modulation nouvelle est proportionnelle à :

$$25 \quad \begin{aligned} R' \text{ maxi} - R' \text{ mini} &= 11 \times 10^{-5} \left(\frac{11 \cdot 10^{-5} - 1 \cdot 10^{-5}}{11 \cdot 10^{-5} + 1 \cdot 10^{-5}} \right) \\ &= 11 \cdot 10^{-5} \left(\frac{10}{12} \right) \end{aligned}$$

$$\text{soit } \frac{R_f'}{R_f} = 1,1 \quad \text{ce qui entraîne} \quad \frac{R' \text{ maxi} - R' \text{ mini}}{R \text{ maxi} - R \text{ mini}} = 1,12$$

30 Ainsi, une variation de 10 % de réluctance
(amélioration des fuites) améliore le signal dans un rapport
de 12 % dans cet exemple numérique.

Ceci est d'autant plus vrai que le flux de fuite
est moins négligeable devant le flux utile, autrement dit,
35 dans une petite machine tournante où les fuites sont
importantes par construction, l'effet de ce gain est d'autant
plus sensible.

Il est à observer que cette démonstration est simplifiée, les fuites ϕf représentées comme un tout, sont en fait la mise en parallèle d'éléments plus petits. Toutefois, cela ne change en rien la substance de l'explication qui précède.

On va maintenant décrire à l'appui des figures 7 et 8 des résultats d'expériences menées par l'inventeur, qui a modifié la machine tournante décrite à l'appui de la figure 1 conformément à la variante de réalisation illustrée en figure 3.

Il convient de rappeler tout d'abord que le tachymètre de l'état de la technique et celui conforme à la présente invention sont destinés à délivrer une tension alternative dont, d'une part, la fréquence est proportionnelle à la vitesse de rotation de l'arbre 43, et dont, d'autre part, tout au moins dans une certaine plage de vitesses, l'amplitude est globalement proportionnelle à la vitesse de l'arbre d'entrée.

C'est la fréquence du signal de sortie du tachymètre qui va permettre de mesurer le plus fidèlement la vitesse de rotation de l'arbre d'entrée, en raison de la relation linéaire existant par construction entre celle-ci et celle-là. Toutefois, aux basses vitesses, l'amplitude du signal étant insuffisante, il est impossible, en dessous d'un certain seuil de vitesse de rotation de l'arbre d'entrée, d'avoir un signal dont l'amplitude est suffisante pour que sa fréquence puisse être détectée.

Ainsi, le tachymètre de l'état de la technique décrit au début de la présente description présente-t-il un seuil de 120 tr/mn pour l'arbre d'entrée 43 en dessous duquel l'amplitude du signal en sortie est insuffisante pour permettre la détection de sa fréquence.

L'un des objectifs de la présente invention est donc de permettre de diminuer ce seuil. Avec le mode de réalisation illustré en figure 3, l'inventeur a constaté,

avec les mêmes circuits de détection, que le seuil pouvait être abaissé à 60 tr/mn.

Sur les courbes des figures 7 et 8, il a été représenté l'amplitude du signal de sortie sous la forme d'une tension crête à crête, en fonction de la vitesse de rotation de l'arbre d'entrée 43, ceci pour chacune des sorties des bobines 12 et 13. Deux types de courbes sont représentées, illustrant la tension crête à crête sur les sorties des bobines 12 et 13 du tachymètre à vide, ainsi que sous une charge résistive de 10 k Ω en parallèle avec une charge capacitive de 10 nF, cette charge globale étant représentative de la charge réelle d'entrée du dispositif électronique recevant les signaux des bobines 12 et 13.

On constate, figure 7, que le signal en charge atteint une tension de 7,8 Vcc pour la bobine 12 et de 4,7 Vcc pour la bobine 13, à une vitesse d'environ 1000 tr/mn.

En observant les figures 7 et 8, on peut considérer qu'en dessous de 1000 tr/mn la tension crête à crête est liée linéairement avec la vitesse de rotation de l'arbre d'entrée 43.

Dans le diagramme de la figure 8, les mêmes essais ont été effectués avec la partie rotorique portant la denture oblongue conforme à l'invention. Toutes choses étant égales par ailleurs, on obtient alors une tension de 14,5 Vcc en sortie de la bobine 12 et de 9,5 Vcc en sortie de la bobine 13, à la vitesse de 1000 tr/mn.

Il s'avère que l'amplitude des signaux entre les essais des figures 7 et 8 est pratiquement doublée sur toute la plage de vitesses inférieure à 1000 tr/mn.

Par conséquent, dans l'essai de la figure 8, la tension en sortie à 60 tr/mn correspond sensiblement à celle en sortie à 120 tr/mn dans l'essai de la figure 7.

Les essais qui ont conduit au diagramme des figures 7 et 8 ont été effectués avec les dentures des

parties statoriques 4 et 5 alignées l'une avec l'autre. D'autres essais ont été effectués en décalant circonférentiellement la denture de la partie statorique 4 par rapport à la partie statorique 5. Ces essais ont également confirmé une multiplication par deux du signal de sortie des bobines, ou encore une division par deux de la vitesse seuil en dessous de laquelle le tachymètre ne produit pas de signal exploitable.

On va maintenant décrire, à l'appui de la figure 9, des variantes de réalisation de la denture décrite jusqu'à présent.

Sur la figure 9, la denture qui a été réalisée et a servi de base aux essais ayant conduit au diagramme des figures 7 et 8, est celle illustrée en traits pleins.

Conformément à cet aspect de l'invention, les faces latérales 61 de chaque dent 60 sont planes et orientées longitudinalement (c'est-à-dire parallèlement à l'axe de rotation de l'arbre 43), elles sont, de plus, parallèles entre elles et parallèles à l'axe radial 62.

En variante préférée de réalisation, on peut conférer aux faces latérales, au voisinage de leur extrémité, un angle de dépouille α sensiblement négatif.

On appellera "angle de dépouille négatif" un angle de dépouille conféré aux faces latérales 61, de telle sorte que celles-ci se rapprochent de l'axe radial de symétrie 62, au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la surface périphérique 63 de la dent 60.

Cet agencement, qui est illustré sous les références 61a, sur la figure 9, a pour effet d'augmenter le trajet des lignes de fuite et, par conséquent, présente pour avantage d'augmenter encore plus la réluctance de fuite R_f : ou d'améliorer encore mieux le rendement électrique de la machine, ce qui, en l'espèce, se traduit sur le plan pratique, par une vitesse seuil de rotation encore plus basse.

En variante, les faces latérales 61 pourront se voir conférer un angle de dépouille positif β . Les faces latérales prennent alors l'orientation illustrée sous la référence 61b.

5 On appellera donc "angle de dépouille positif" un angle tel que lorsque l'on s'éloigne de la surface périphérique 63 de la dent, la face latérale 61b s'écarte sensiblement de l'axe radial de symétrie 62.

10 En effet, si l'on souhaite réaliser un rotor et/ou un stator présentant des dents conformes à l'invention, avec des faces latérales de dents effectivement parallèles à l'axe de symétrie radial de chaque dent considérée, il est possible, compte tenu des dispersions inhérentes aux moyens de fabrication employés, et, par conséquent, de leur
15 imperfection, et en raison de la petitesse relative des dents qu'un léger angle de dépouille positif subsiste. Dans un tel cas, il convient de considérer, au sens de la présente invention, que les faces latérales de ces dents sont "globalement parallèles".

20 L'inventeur a constaté que, en s'écartant d'un angle de dépouille nul (orientation des faces latérales illustrées en traits pleins sous la référence 61 sur la figure 9), on obtenait encore une amélioration sensible du rendement de la machine tournante, par rapport à l'état de la
25 technique illustré en traits mixtes sur cette même figure. Il est clair que si l'angle positif de dépouille est trop important, on n'obtient pas l'amélioration de rendement souhaitée. On peut estimer que quelques degrés, dix éventuellement, d'angle de dépouille positif, ne devraient
30 pas être excédés.

 On considère, au sens de la présente invention, que des faces planes de dents agencées de façon à présenter un faible angle positif de dépouille, sont "globalement parallèles", étant à nouveau précisé ici que pour obtenir les
35 meilleurs résultats possibles, les faces devraient être

effectivement parallèles, voire de préférence, présenter un angle de dépouille négatif.

Bien entendu la présente invention ne se limite nullement aux modes de réalisation choisis et représentés,
5 mais englobe bien au contraire toutes variantes à la portée de l'homme de l'art.

Ceci est en particulier vrai pour l'agencement des parties rotoriques ou statoriques, qui peut présenter toute configuration employée dans l'art considéré.

10 De plus, conformément à la présente invention, on peut agencer les dents allongées définies dans la présente demande sur la partie statorique et/ou rotorique d'un moteur. Un tel agencement a pour effet d'augmenter de façon sensible le rendement d'un tel moteur.

15 Par ailleurs, il est bien connu que dans une machine électrique tournante de type de celle décrite à l'appui de la figure 1, le champ magnétique peut être généré soit par un aimant tel que l'aimant 10 illustré en figure 1, soit par tout autre moyen susceptible de générer un flux
20 magnétique, comme par exemple une bobine d'induction.

REVENDEICATIONS

1. Machine électrique tournante comportant une partie statorique (4, 5) dentée sur sa périphérie (40, 41) supportant un moyen de génération de flux magnétique (10) et
5 sur laquelle est montée au moins une bobine (12, 13) concentrique à l'axe de rotation et une partie rotorique (3), également dentée sur sa périphérie (42), solidaire d'un arbre de sortie (43), les dentures des parties rotorique et statorique étant en regard l'une de l'autre, caractérisé en
10 ce que chaque dent de l'une au moins des deux parties (3, 4, 5) présente une forme allongée avec deux faces latérales (61, 61a, 61b) orientées longitudinalement et agencées de façon à être globalement parallèles à un axe radial de symétrie (62) de la dent ou, de préférence, à présenter, au voisinage de
15 leur extrémité (63), un angle de dépouille (α) sensiblement négatif.

2. Machine selon la revendication 1, caractérisée en ce que les dents allongées (60) adjacentes sont reliées par une surface arrondie (70).

20 3. Machine électrique selon l'une quelconque des revendications 1, 2, caractérisée en ce que la partie statorique est subdivisée en deux parties (4, 5) portant chacune une bobine (12, 13).

25 4. Machine selon l'une quelconque des revendications 1 à 2, caractérisé en ce que les dents allongées (60) sont agencées sur chacune des parties rotorique et statorique (3, 4, 5).

30 5. Tachymètre alternatif comportant une machine électrique conforme à l'une quelconque des revendications 1 à 4.

6. Moteur électrique pas à pas comportant un agencement conforme à l'une quelconque des revendications 1 à 4.

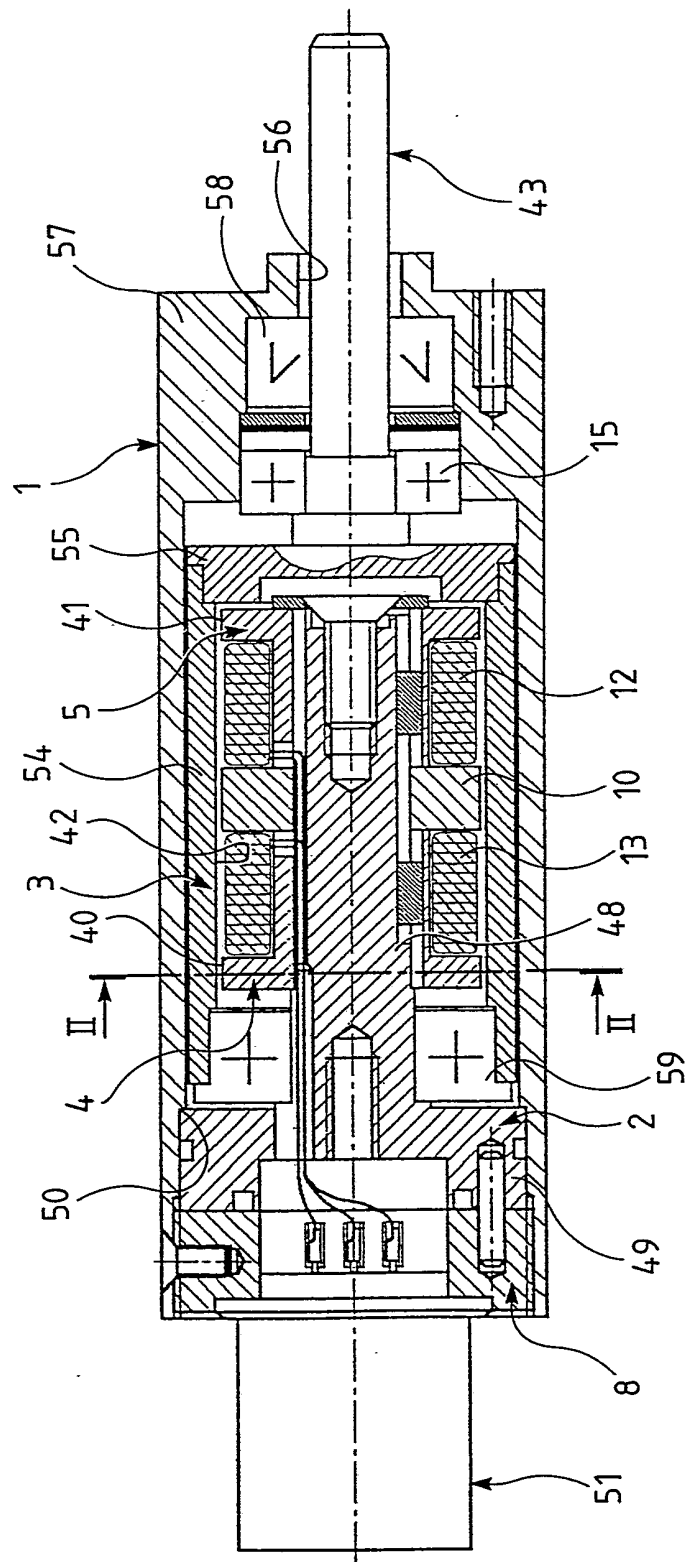


Fig. 1

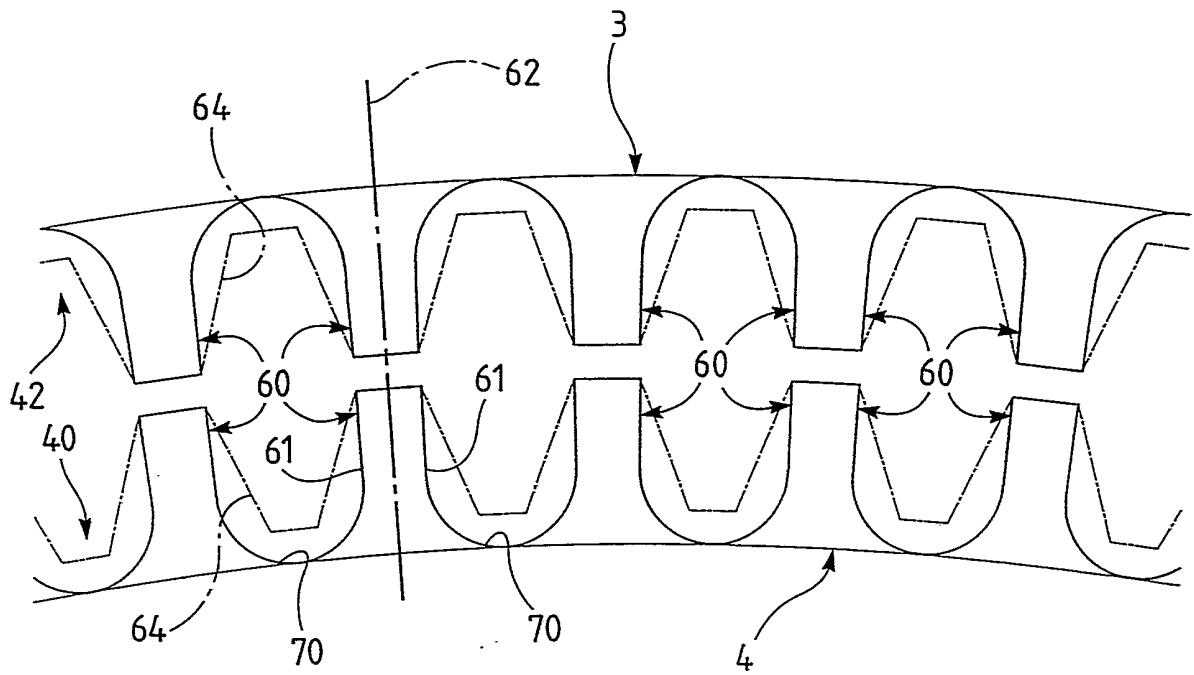


Fig. 2

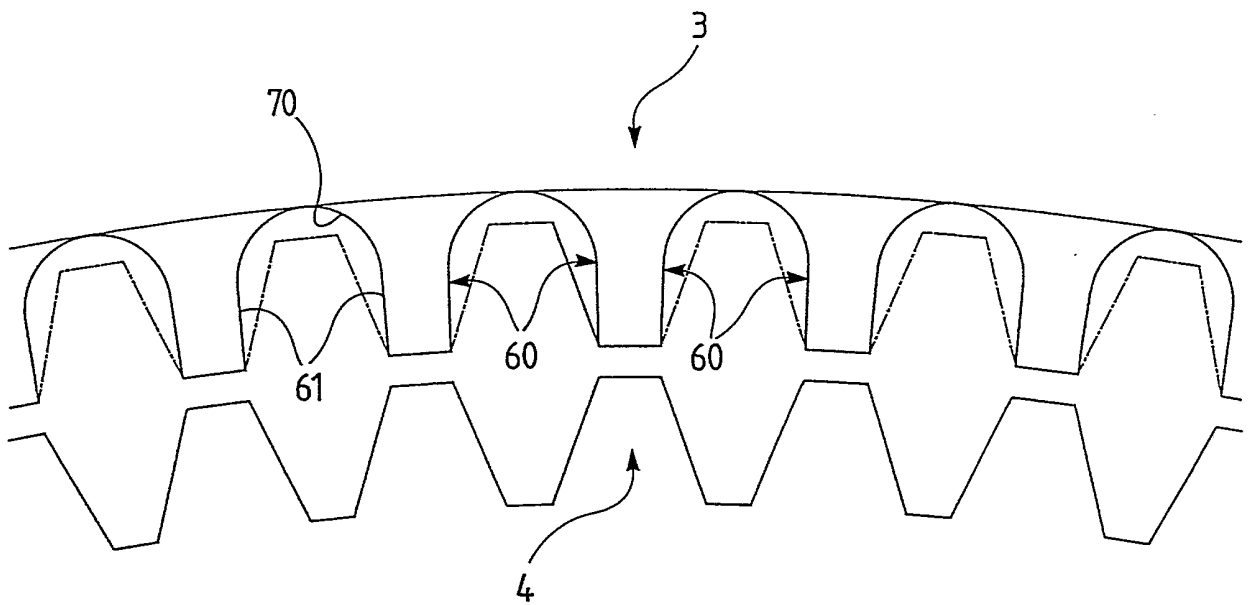


Fig. 3

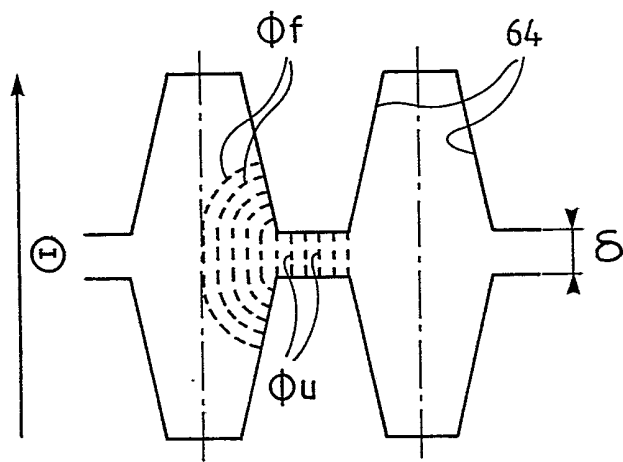


Fig. 4a

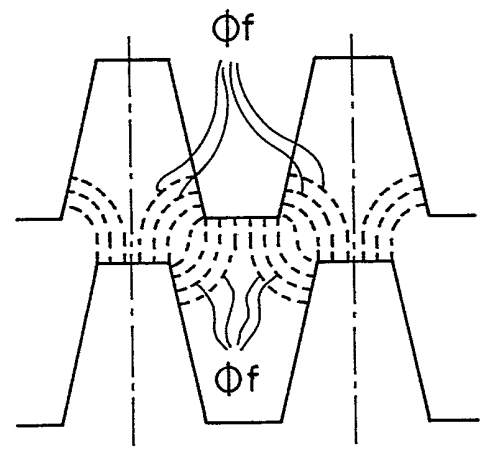


Fig. 4b

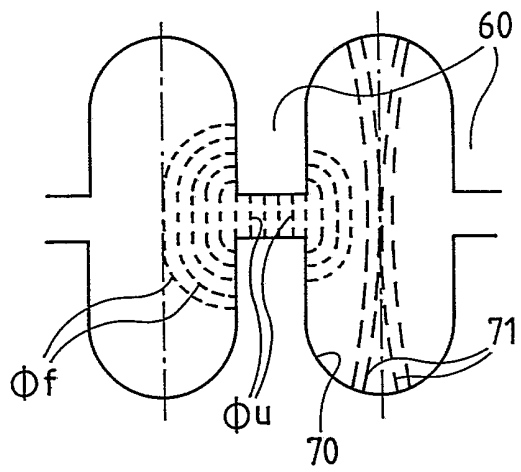


Fig. 5a

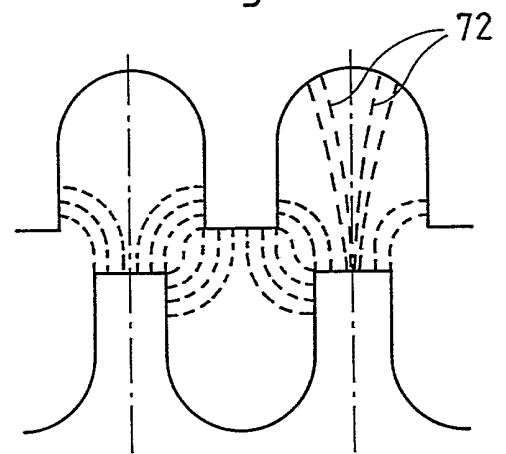


Fig. 5b

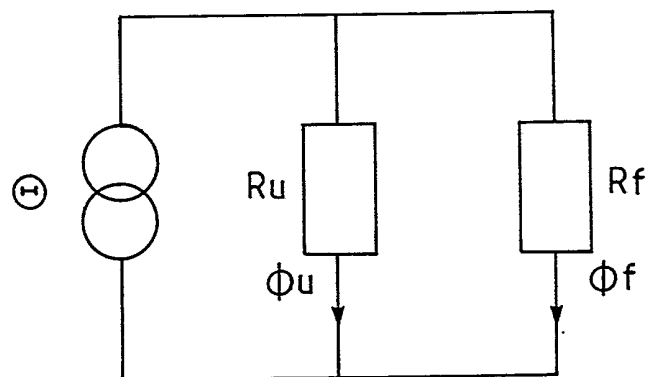


Fig. 6

4/5

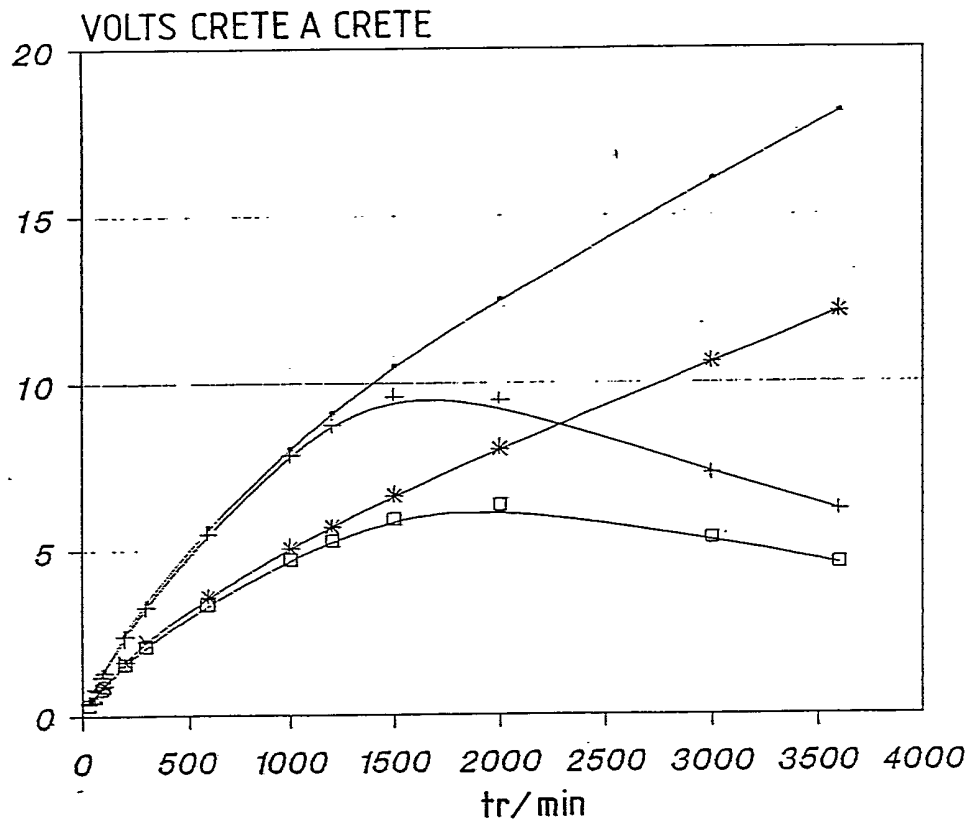


Fig.7

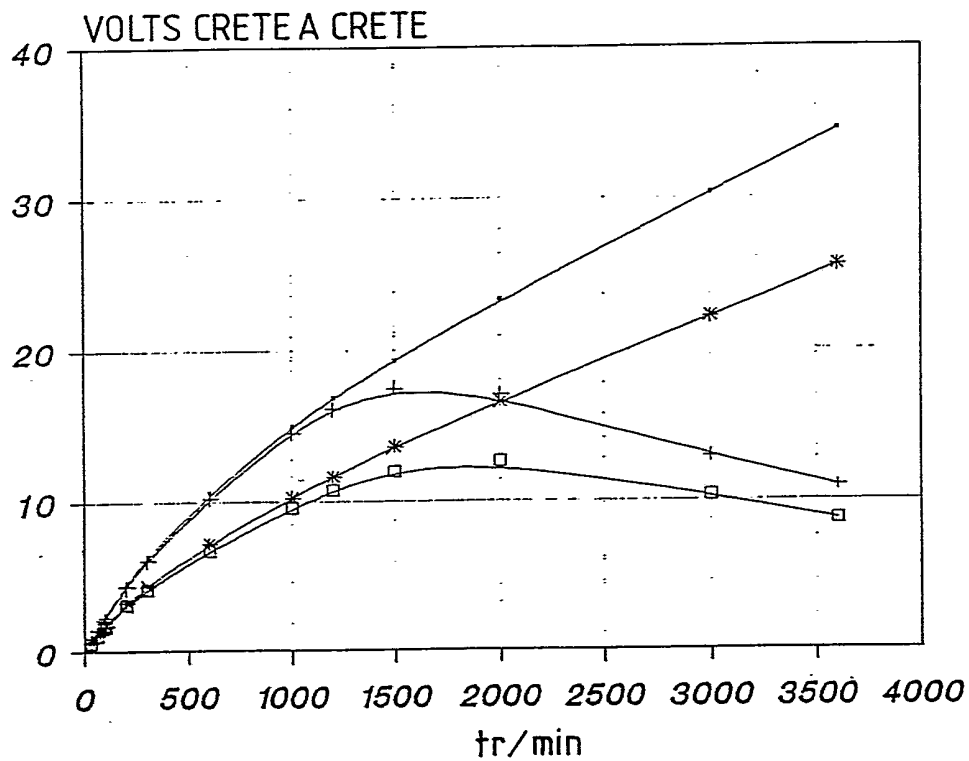


Fig.8

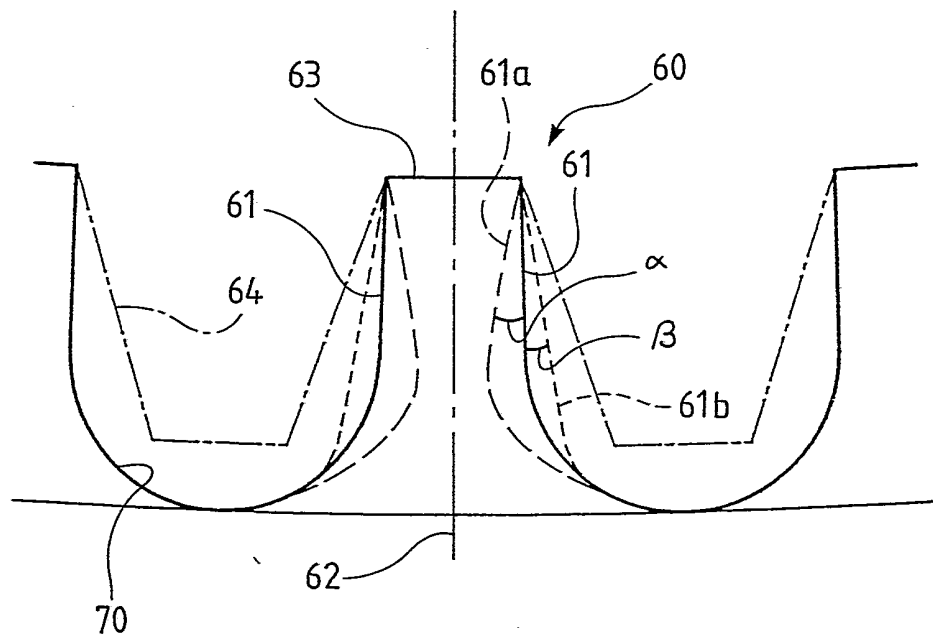


Fig. 9

INSTITUT NATIONAL
de la
PROPRIETE INDUSTRIELLE

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

N° d'enregistrement
national

FR 9204077
FA 471263

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
X	IBM TECHNICAL DISCLOSURE BULLETIN vol. 15, no. 8, Janvier 1973, NEW YORK US pages 2383 - 2384 D.G. ABRAHAM ET AL. 'inside-out stepping motor' * le document en entier *	1,3,4,6
Y	---	2
Y	US-A-3 760 207 (ABRAHAM ET AL) * colonne 1, ligne 59 - colonne 2, ligne 51; figures *	2
A	---	1,3,4,6
X	GB-A-2 052 175 (PHILIPS) * page 1, ligne 90 - page 2, ligne 85; figures *	1,3,4,6
X	---	1,4,5
X	US-A-3 970 935 (BEERY ET AL.) * colonne 3, ligne 62 - colonne 5, ligne 8; figures 2,3 *	1,3,4,5
A	---	1
A	US-A-4 763 034 (GAMBLE) * figures 1,9 *	2
A	---	5
A	DE-A-2 045 917 (TELDIX) * page 7, alinéa 2; figures 1,6 *	
Date d'achèvement de la recherche 22 DECEMBRE 1992		Examineur ZANICHELLI F.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES 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		