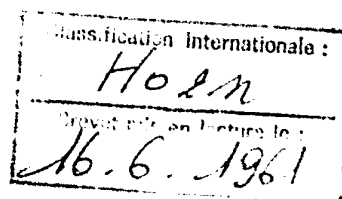


ROYAUME DE BELGIQUE

N° 600.687



MINISTÈRE DES AFFAIRES ÉCONOMIQUES

BREVET D'INVENTION

Le Ministre des Affaires Économiques,

Vu la loi du 24 mai 1854 sur les brevets d'invention ;

Vu la Convention d'Union pour la Protection de la Propriété Industrielle ;

Vu le procès-verbal dressé le 27 février 1961 à 15 h. 30

au greffe du Gouvernement provincial du Brabant ;

ARRÊTE :

Article 1. — Il est délivré à *M. Jean JANARD et Jacques JANARD,*
resp. La Champanelle, Chemin du Clos-Baron à Fourqueux
(Seine-et-Oise) et
35bis Avenue du Belloy à Le Vesinet (Seine-et-Oise)
France,
repr. par M. J. Gevers & Cie à Bruxelles,

un brevet d'invention pour : Perfectionnements apportés aux machines
électriques du type à réluctance variable,

qu'ils déclarent avoir fait l'objet d'une demande de brevet
déposée en France le 29 février 1960.

Article 2. — *Ce brevet lui est délivré sans examen préalable, à ses risques et*
périls, sans garantie soit de la réalité, de la nouveauté ou du mérite de l'invention,
soit de l'exactitude de la description, et sans préjudice du droit des tiers.

Au présent arrêté demeurera joint un des doubles de la spécification de l'invention
(mémoire descriptif et éventuellement dessins) signés par l'intéressé et déposés à l'appui
de sa demande de brevet.

Bruxelles, le 15 mars 1961.

PAR DÉLÉGATION SPÉCIALE :

LE DIRECTEUR GÉNÉRAL

"Cas F : réluctance variable I + II"
Belgique

MP/FZ

690687

M E M O I R E D E S C R I P T I F

déposé à l'appui d'une demande de

BREVET D'INVENTION

aux noms de :

Jean JARRET et Jacques JARRET

pour "Perfectionnements apportés aux machines
électriques du type à réluctance variable"

Priorité de la demande de brevet en France,
P.V. N° 819.923 du 29 février 1960.

Cette invention est relative aux machines électri-
ques du type à réluctance variable.

On sait que de telles machines comportent deux par-
ties magnétiques ou électromagnétiques coopérantes, qui
sont mobiles l'une par rapport à l'autre ; on appellera
l'une "stator" et l'autre "partie mobile", restant toutefois
entendu que la partie dite "stator" n'est pas obligatoire-
ment immobile. Le stator comporte au moins une paire de
plots ou de pôles électromagnétiques, tandis que la partie

ASB

mobile comporte des protubérances ou parties magnétiques travaillantes qui, au cours du mouvement relatif du stator et de la partie mobile, passent à une très grande proximité des pôles du stator, et occupent un entrefer correspondant. Dans ce qui suit, on appellera conventionnellement "dents" lesdites protubérances ou autres parties magnétiques travaillantes de la partie mobile. Ce sont les déplacements de ces dents qui produisent les variations de réluctance.

Le mouvement relatif de la partie mobile et du stator peut d'ailleurs être différent selon le type de machine électrique réalisé. Ce peut être un mouvement rotatif, dans le cas de certains générateurs ou moteurs à courant alternatif. Ce peut être aussi un mouvement de va-et-vient, le plus souvent rectiligne, par exemple pour la réalisation de pompes à commande électromagnétique, ou analogues. Mais dans l'exemple qui est le plus spécifiquement décrit plus bas, on se cantonnera pour la clarté, sans toutefois que cela ait un caractère limitatif, aux cas dans lesquels le mouvement relatif du stator et de la partie mobile est un mouvement de rotation, auquel cas la partie mobile constitue un rotor.

La réalisation de machines électriques tournantes à réluctance variable est d'ailleurs usuelle en elle-même. Les moteurs à courant alternatif réalisés de la sorte sont le plus souvent des moteurs synchrones.

Dans de telles machines, comme d'ailleurs dans la plupart des machines électriques tournantes, on évite la saturation du fer dans les circuits magnétiques, pour que le rendement de la machine soit suffisamment élevé. En général, on s'impose que la perméabilité du fer reste supérieure à 100 dans la plus grande partie de la machine, en

admettant seulement que, dans certaines parties de celle-ci (le plus souvent : les pôles et les dents) la perméabilité tombe à une valeur comprise entre 25 et 10, en raison de nécessités générales concernant la réalisation de telles machines qui aient des caractéristiques satisfaisantes.

On sait d'ailleurs que l'une des caractéristiques souvent importantes de telles machines est leur puissance massique, c'est-à-dire leur puissance par unité de poids. Or, la puissance massique est une fonction du couple électromagnétique qui, dans le cas des machines à réluctance variable, se trouve appliqué aux dents de la partie mobile ; - et ce couple est lui-même fonction du produit du champ magnétique issu des pôles, par l'intensité d'aimantation dans les dents. Mais jusqu'à présent il n'était pas paru possible ou désirable de construire des machines électriques à réluctance variable, dont les dents soient saturées ou bien aient une perméabilité inférieure à 10.

L'invention a surtout pour but de conduire à des machines du genre en question, qui répondent mieux que jusqu'à présent à divers desiderata de la pratique, principalement en ce qui concerne la valeur de leur couple et leur puissance massique, sans préjudice pour leur rendement.

L'invention consiste principalement à réaliser des machines électriques à réluctance variable, dans lesquelles les dents de la partie mobile sont pratiquement saturées, avec une perméabilité comprise entre 2 et 10, (et même de préférence entre 2 et 8) tandis que la perméabilité des autres parties de la machine est maintenue supérieure à 12 (et même de préférence : supérieure à 15) et éloignée de la saturation.

Selon un mode de réalisation préféré de cette disposition principale, l'induction de saturation des dents est

réduite, par rapport aux valeurs qu'elle a dans des dents de type usuel, soit par l'adoption d'un matériau magnétique pour constituer ces dents, qui soit particulier par rapport au matériau constituant le stator ou le reste de la partie mobile, soit/et par une diminution de la densité moyenne des dents en ce qui concerne le matériau magnétique qui les compose (ces dents étant par exemple alors composées de minces feuilles de fer, qui sont séparées les unes des autres par des intercalaires ou espaces d'un matériau non magnétique qui peut être de l'air).

De préférence dans une telle machine électrique dans laquelle le champ magnétique maximum existant sous les pôles du stator est au moins quadruple du champ qui assure la saturation des dents, on établit d'une part les dents et d'autre part les autres parties de la machine, de façon que l'induction moyenne de saturation des dents soit comprise entre 15 % et 85% de l'induction maximum choisie pour les autres parties de la machine. Plus avantageusement encore, ladite induction moyenne de saturation des dents est déterminée de façon que sa valeur soit comprise entre 30% et 70% (et même, de préférence, comprise entre 40% et 60%, et spécialement de l'ordre de 50%) de ladite induction maximum des autres parties de la machine.

Avantageusement, on constitue les dents d'une machine selon l'invention, en un matériau dont la caractéristique exprimant l'intensité d'aimantation en fonction du champ magnétique, se traduit par une courbe ayant un aspect quelque peu rectangulaire, ou même de préférence, fortement rectangulaire, comme par exemple la courbe correspondante relative à un fer de grande pureté.

Selon un mode de réalisation perfectionné d'une ma-

chine conforme à l'invention, dans laquelle le stator comporte au moins deux paires de pôles, identiques entre elles, chaque pôle ayant une ouverture angulaire donnée a , tandis que l'espace entre deux pôles successifs présente une ouverture angulaire b , on constitue les dents de la partie mobile de cette machine avec une ouverture angulaire sensiblement égale à $a + b$.

L'invention pourra être mieux comprise à l'aide du complément de description ci-après. Celui-ci se rapporte au dessin ci-annexé, dans lequel :

- la figure 1 est une coupe transversale schématique, selon I-I fig. 2, d'une machine bipolaire établie conformément à l'invention ;

- la figure 2 est une coupe longitudinale schématique, selon II-II fig. 1, de la même machine.

- et la figure 3 est une vue schématique d'un alternateur tétrapolaire établi selon un mode de réalisation perfectionné de l'invention, et représenté de façon analogue à la figure 1.

Il doit être bien entendu d'ailleurs, d'une part que ce dessin et les parties correspondantes de la description sont données surtout à titre d'indication, et de façon nullement limitative ; et d'autre part que, pour la clarté du dessin, certaines dimensions relatives ont été représentées à une échelle différente de celle d'autres dimensions, par exemple en ce qui concerne l'entrefer résiduel e .

Avant de détailler les indications données au dessin, on indique ci-après les raisons qui ont conduit les demandeurs à prévoir la réalisation de machines électriques utilisant les données caractéristiques indiquées dans la présente description. Il semble d'ailleurs qu'il sera le plus

souvent très indiqué d'utiliser ces données caractéristiques, dans des structures particulières qui en constituent des perfectionnements, et qui sont décrites surtout en référence aux figures 2 et 3.

Dans une machine électrique à réluctance variable, il est très recommandable et d'ailleurs usuel en soi que les entrefers e , dits résiduels, existant entre les pôles du stator et les dents de la partie mobile, ou rotor, lorsqu'elles se trouvent en regard desdits pôles, aient une longueur négligeable par rapport à la hauteur h des dents. Lorsque dans une telle machine, dans laquelle par ailleurs les dents sont saturées, un champ magnétique H , de valeur élevée (par exemple de l'ordre de 10.000 oersteds) règne entre les pôles du stator et la partie cylindrique du rotor, et qu'une dent se trouve engagée sous l'un des pôles, la force électromagnétique F qui est appliquée au rotor est proportionnelle d'une part à la section transversale de la dent (dans un plan perpendiculaire au mouvement de celle-ci) et d'autre part au produit dudit champ magnétique H par l'induction moyenne B de saturation de cette dent (ou bien, ce qui revient ici au même, en raison de la saturation des dents : par l'intensité moyenne d'aimantation dans les dents).

Si d'autre part, dans une telle machine, ledit champ magnétique H est au moins quadruple (et plus encore s'il est au moins décuple) de celui qui assure la saturation des dents, ce qui est aisé à réaliser par exemple par le recours à un matériau magnétique particulier pour constituer les dents, ainsi qu'il est précisé dans la présente description, un calcul de type simple en électrotechnique montre que la somme du champ magnétique H et de l'induction moyenne B de

saturation de la dent est sensiblement égale à l'induction moyenne C choisie pour les plots du stator et pour la partie cylindrique du rotor (partie de celui-ci, située entre les dents).

Par conséquent, dans la machine considérée, il se trouve d'une part que la somme $H + B$ a sensiblement une valeur donnée ; et d'autre part, que la force F qui sera appliquée à chaque dent de cette machine sera proportionnelle au produit $H \times B$.

Or, il est le plus souvent très souhaitable pour le constructeur et pour l'acquéreur ou l'utilisateur d'une telle machine, que ladite force F soit aussi grande que possible, pour une machine donnée dont les diverses autres caractéristiques ou dimensions sont par ailleurs fixées. En effet, la puissance massique de cette machine sera d'autant plus grande que cette force F sera plus grande. Et, si la machine ainsi réalisée est une machine tournante, ainsi qu'il a été supposé dans l'exemple illustré, le couple maximum du rotor de cette machine sera d'autant plus grand que ladite force F sera plus grande.

Or, il est bien connu dans la théorie des nombres que, lorsque deux nombres tels que ceux représentant les valeurs H et B , ont une somme constante C , le produit de ces deux nombres est maximum lorsqu'ils sont égaux entre eux, c'est-à-dire en l'occurrence lorsque $H = B = 0,5 C$. On sait d'ailleurs aussi que, lorsque les valeurs des deux nombres H et B s'écartent progressivement (respectivement dans un sens et dans l'autre, pour que leur somme reste constante) de la valeur optimum $0,5 C$, la valeur du produit de ces deux nombres (produit qui est F , à un facteur constant près " k ") ne diminue que très légèrement

M3

au début ; mais que cette diminution va ensuite en s'accélé-
rant, comme le rappelle le tableau ci-après :

valeurs		de :	pourcentage de dimi-
<u>H</u>	<u>B</u>	$kF = H \times B$	<u>nution de F</u>
0,5 C	0,5 C	0,25 C	0 %
0,4 C	0,6 C	0,24 C	4 %
0,3 C	0,7 C	0,21 C	16 %
0,25 C	0,75 C	0,19 C	24 %
0,20 C	0,80 C	0,16 C	36 %
0,15 C	0,85 C	0,13 C	48 %
0,10 C	0,90 C	0,09 C	64 %
0,05 C	0,95 C	0,05 C	80 %

Etant donné que des soucis de facilité ou d'économie de construction, ou d'autres raisons, peuvent inciter le constructeur d'une telle machine à disposer de certaines options dans la valeur relative de H et B, quitte à admettre que la force F (ou bien le couple du rotor, s'il s'agit d'une machine tournante) n'ait pas la valeur maximum que la théorie ainsi faite rend possible, il est apparu aux demandeurs que l'on peut appliquer utilement leur enseignement concernant la valeur relative de H et de B, en admettant que l'une de ces deux grandeurs peut être diminuée jusqu'à 0,15 C, tandis que l'autre est alors augmentée en correspondance jusqu'à 0,85 C : en effet, la force F ne tombe alors même pas jusqu'à la moitié de la valeur maximale qu'elle a lorsque $H = B = 0,5 C$. Toutefois, en pratique, il semble que, dans la majorité des cas, il sera spécialement avantageux de choisir les valeurs respectives de H et B entre 30 % et 70 % de C, la force étant alors au moins égale à 84 % de sa valeur maximale possible.

La même considération peut encore s'exprimer de façon différente comme suit : les dents d'une part, et les autres parties de la machine d'autre part, sont établies de façon

que l'intensité moyenne d'aimantation dans les dents soit, en chiffres arrondis, comprise entre 60 % et 300 % (ou, plus avantageusement, entre 70 % et 170 %, et même de préférence entre 85 % et 125 %, ou au voisinage de 100 %) du champ magnétique existant sous les pôles du stator.

La présente expression de la considération susdite résulte de ce qui suit : si par exemple on se fixe une intensité moyenne d'aimantation de 10.000, l'induction maximale est de 20.000 Gauss. Les pourcentages indiqués ci-dessus correspondent alors aux chiffres suivants :

$$15 \% \text{ de } 20.000 = 3.000$$

$$85 \% \text{ de } 20.000 = 17.000$$

Et, si l'on rapporte ces intensités moyennes dans les dents, au champ magnétique de 10.000 Gauss existant sous les pôles du stator, on obtient :

$$\text{(cas de } 15 \% \text{) : } 10.000 / 3.000 = 333 \% \text{, arrondi à } 300 \%$$

$$\text{(cas de } 85 \% \text{) : } 10.000 / 17.000 = 59 \% \text{, arrondi à } 60 \%$$

Les autres pourcentages indiqués (70 % et 170 % ; 85 % et 125 %) ont été calculés de façon analogue.

Il est d'ailleurs bon de faire remarquer que la puissance massique optimum d'une telle machine est obtenue dans certains cas, pour des valeurs respectives de H et de B, qui sont légèrement différentes de la valeur 0,5 C ; notamment, ainsi qu'il est connu, lorsque le champ magnétique H varie (par exemple du fait que le courant inducteur est sinusoïdal) pendant le déplacement de la dent sous le pôle en regard, alors que la valeur $H = B = 0,5 C$ serait la valeur optimale si H était constant pendant ce passage de la dent sous le pôle.

Pour que le champ magnétique nécessaire à la saturation des dents soit faible par rapport au champ magnétique H il est avantageux de constituer les dents en un matériau

(MS)

magnétique dont la caractéristique exprimant l'intensité d'aimantation en fonction du champ magnétique, se traduit par une courbe ayant un aspect quelque peu rectangulaire, ou même, de préférence, fortement rectangulaire, comme par exemple la courbe correspondante relative à un fer de grande pureté. On sait qu'un fer ayant une pureté au moins égale à 9.998/10.000es, un tel fer étant d'ailleurs dit "fer pur", permet d'atteindre 95 % de l'intensité maximale d'aimantation, sous l'effet d'un champ magnétique inférieur à 200 oersteds, ce qui est, ainsi qu'il convient, une valeur très inférieure à celle des 11.000 à 12.000 oersteds qu'atteint usuellement le champ magnétique maximal H.

On va d'ailleurs donner un exemple numérique de réalisation de l'invention, en référence aux figures 1 et 2 annexées, que l'on décrit maintenant.

La machine tournante qu'on y voit et qui constitue un mode de réalisation de l'invention est un moteur synchrone, alimenté par conséquent en courant alternatif. Elle est composée, d'une part, d'un stator inducteur 1 comportant deux pôles symétriques 2a et 2b, pourvus chacun d'un bobinage 3 inducteur ; et, d'autre part, d'un rotor 4, tournant autour d'un axe 5, et comportant deux dents symétriques 6a et 6b, de hauteur h, ces dents ne laissant qu'un très faible entrefer résiduel e (dont la valeur est par exemple plus petite que 1 % de h) entre elles et les pôles 2a et 2b du stator.

Relativement à une telle machine ayant des caractéristiques dimensionnelles données, notamment en ce qui concerne la hauteur h des dents, on se propose d'utiliser l'invention pour donner à cette machine bipolaire un couple au moins voisin du couple maximal possible, sans réduire la

perméabilité des parties fixes au-dessous de la valeur 15.

Ledit stator 1 est constitué d'un empilage de feuilles 7 (fig. 2) d'acier au silicium, pour lesquelles l'induction maximale C (à proximité de la surface des pôles) a été fixée à 23.000 Gauss, ce qui correspond à une perméabilité de 15, conformément au chiffre de perméabilité que l'on s'est fixé à ce sujet.

Conformément à la valeur optimale déjà indiquée plus haut, on fixe en conséquence l'induction moyenne B de saturation des dents 6a - 6b à une valeur de l'ordre de 0,5 C, soit 11.500 Gauss. Et, afin que quelque 95 % de cette induction soient déjà obtenus pour une valeur du champ, qui est très inférieure à celle du champ H indiquée ci-après, on constitue la partie magnétique ou partie active de ces dents (et éventuellement le reste du rotor) à l'aide de feuilles 8 de fer dit pur, ce fer ayant en lui-même une induction de saturation de 21.500 Gauss. Pour que l'induction B de saturation des dents ne soit que de 11.500 gauss, il faudra donc que le volume de ces feuilles 8 de fer pur soit seulement de $\frac{11.500}{21.500}$ du volume global de la dent, soit quelque 53 % de ce volume. Pour cela, on insérera entre chaque feuille respective de fer pur au niveau des dents, un matériau non magnétique qui sera avantageusement de l'air, comme représenté en 9. Vers le centre du rotor, les feuilles 8 de fer pur seront avantageusement séparées par des disques intercalaires 10 de matériau magnétique comme par exemple de l'acier au silicium. De la sorte, si les feuilles de fer pur ont une épaisseur de par exemple 0,5 mm, il conviendra de les séparer les unes des autres par des disques intercalaires 10 ayant une épaisseur de $0,5 \times \frac{47}{53} = 0,44$ millimètre ; et les lames d'air 9 interca-

laires auront la même épaisseur de $0,5 \times \frac{47}{53} = 0,44$ millimètre.

En conséquence, lorsqu'on fait passer dans les bobinages 3 le courant voulu pour que le champ magnétique sous les pôles 2a et 2b soit de 11.500 oersteds, l'induction moyenne dans les dents atteint approximativement la somme de l'induction dans l'air dans l'espace compris entre les pôles et la partie cylindrique du rotor (soit 11.500 gauss) et de l'induction moyenne de saturation dans les dents (soit aussi 11.500 gauss), ce qui fait 23.000 gauss. L'induction dans les pôles, à proximité des dents, induction qui, par principe, est la même que celle moyenne dans les dents, et qui a elle-même été fixée à 23.000 gauss, ne dépasse donc pas la valeur fixée, qui correspond à une perméabilité minimum de 15, alors cependant que la machine bipolaire ainsi établie conformément à l'invention fournit son couple maximum possible.

Une telle machine a en conséquence une puissance massique plus élevée que celle de machines bipolaires analogues à réluctance variable qui étaient connues jusqu'à présent. Et son rendement reste cependant très satisfaisant puisque, à l'exception des dents, les différentes parties du circuit magnétique conservent une perméabilité magnétique supérieure à 15.

Cependant des machines tournantes conformes à l'invention peuvent être réalisées sous une forme plus perfectionnées que celle de machines bipolaires. En particulier, pour les raisons qui sont expliquées ci-après, il est avantageux de réaliser de telles machines dans lesquelles le stator comporte au moins deux paires de pôles, identiques entre elles, chaque pôle ayant une ouverture angulaire

donnée a , tandis que l'espace entre deux pôles successifs présente une ouverture angulaire b , et dans lesquelles la partie mobile ou stator de ladite machine comporte des dents dont l'ouverture angulaire est sensiblement égale à $a + b$.

Selon un mode de réalisation plus perfectionné encore, on réalise de la sorte une machine électrique tournante, et notamment un alternateur, en lui faisant comporter quatre pôles magnétisés chacun à l'aide d'au moins un enroulement dont une extrémité est alimentée en courant continu d'excitation, tandis que l'autre extrémité est connectée à une ligne parcourue par le courant alternatif engendré, cet alternateur étant en outre caractérisé en ce que les extrémités de deux enroulements contigus, extrémités qui se trouvent en regard mutuel dans un intervalle entre les deux pôles contigus correspondant, sont connectés en parallèle entre elles, et cela alternativement, dans les intervalles polaires successifs, sur la ligne d'excitation en courant continu, puis sur la ligne parcourue par le courant alternatif, les quatre extrémités susdites de deux enroulements contigus étant montées en pont électrique, de telle manière que l'excitation à partir d'une source de tension continue, soit fournie dans une diagonale de ce pont, alors que le courant alternatif de puissance est transporté dans l'autre diagonale dudit pont.

Une telle réalisation a été représentée sur la figure 3. On y voit le stator 11 d'un alternateur du type à réluctance variable. Il est composé d'un empilage de feuilles magnétiques 12 et comporte quatre pôles identiques 13a - 13b - 13c - 13d, dont l'ouverture angulaire est \hat{a} , tandis que l'ouverture angulaire de l'espace entre deux pôles est \hat{b} ,

avec d'ailleurs ici $\hat{b} < \hat{a} / 2$.

Chaque pôle porte un bobinage 14a - 14b - 14c - 14d, les quatre bobinages étant identiques entre eux et dimensionnés pour admettre à la fois le courant d'excitation de cet alternateur et le courant alternatif qu'il engendre. On a désigné respectivement par A-B, C-D, E-F, G-H deux points de chaque bobinage, considérés comme en étant des points extrêmes, d'ailleurs homologues deux à deux dans deux bobinages contigus.

Les points B et C, D et E, F et G, H et A, sont connectés ensemble deux à deux, à des points respectifs I - J - K - L. Ces derniers points constituent les sommets d'un montage électrique en pont, montage dans lequel l'une des diagonales du pont est la ligne 15a - 15b, et l'autre diagonale la ligne 16a - 16b. La ligne 15a - 15b est la ligne de puissance de l'alternateur, autrement dit celle par laquelle il débite le courant alternatif produit ; et la ligne 16a - 16b est celle de son excitation, laquelle est produite à partir de la source 17 de courant continu. On voit donc que le courant d'excitation et le courant alternatif produits se trouvent superposés dans chacun des quatre bobinages, ainsi qu'il est d'ailleurs usuel en soi.

Quant à la partie mobile ou rotor 18 de cet alternateur, qui est montée sur l'arbre 19, elle est constituée dans son ensemble, de la même façon que selon la figure 2.

L'ouverture angulaire d'une dent 20a ou 20b étant \hat{c} , l'un des perfectionnements de ce mode de réalisation est de donner à cette ouverture angulaire une valeur sensiblement égale à la somme $\hat{a} + \hat{b}$ des ouvertures angulaires d'un pôle et de l'espace entre-pôles.

Il résulte de cette disposition ce qui suit : si l'on

appelle M et N les arêtes d'extrémité de la dent 20a, P et Q celles du pôle 13d, R et S celles du pôle 13a, et si la partie mobile 18 tourne dans le sens Fl, au moment où l'arête M de la dent 20a (avant le moment de rotation fixé par la figure 1) parvenait en regard de l'arête R du pôle 13a, ladite arête M allait s'engager sous ce pôle avec la dent 20a, tandis que la partie de la même dent, située à proximité de l'arête N allait commencer à se dégager du pôle 13d. Et la valeur angulaire des fractions de la dent 20a, qui s'engagent pendant un temps donné sous le pôle 13a, est exactement le même que celle des fractions opposées de la même dent, qui se dégagent du pôle contigu 13d pendant le même temps. Il en résulte que le flux magnétique qui traverse le bobinage 14d supporté par le pôle 13d, décroît avec une valeur absolue qui est la même que celle dont croît, pendant le même temps, le flux qui traverse le bobinage 14a supporté par le pôle 13a. Autrement dit, les variations du flux dans les pôles contigus respectifs 13d et 13a ont dans ces deux pôles, pendant un temps donné, la même valeur absolue, mais des sens inverses.

Il en résulte que les forces électromotrices induites pendant ce temps dans les deux bobinages 14a et 14d, par les variations de flux, ont la même valeur absolue, mais des sens contraires, dans ces deux bobinages. Il résulte de cela que la tension induite au sommet I du pont électrique I - J - K - L sera toujours la même que la tension au sommet K de la même diagonale du pont. Par conséquent, il n'y aura pas de circulation parasite de courant dans la ligne 16a - 16b d'excitation de l'alternateur. Seul circulera dans cette ligne le courant d'excitation produit par

la source continue 17. Et du fait de cette absence de circulation de courants parasites ou non utiles dans la ligne d'excitation, le rendement de l'alternateur ainsi établi sera sensiblement plus élevé que celui normal d'alternateurs connus à réluctance variable, dans lesquels circulent normalement de tels courants parasites qui en abaissent le rendement, et sensiblement plus élevé aussi que celui d'un alternateur bipolaire qui serait réalisé comme sur la figure 1.

Par contre, en ce qui concerne les sommets J et L de la diagonale J - L du mont I - J - K - L, les tensions alternatives induites y varient constamment, au point J, en sens inverse des variations de même amplitude qui se produisent au point L : il en résulte que l'énergie mécanique fournie au rotor 18 de cet alternateur est, à l'exception des pertes normales dans les tôles et dans les conducteurs, entièrement transformée en courant électrique utile dans la ligne 15a - 15b de puissances.

Ce résultat n'est d'ailleurs obtenu, outre les dispositions particulières indiquées ci-dessus à propos du dimensionnement des pôles, des espaces entre-pôles, et des dents, que grâce au fait que, conformément à l'invention, les dents du rotor 18 sont saturées, tandis que les autres parties de l'alternateur ne sont pas saturées. En effet, s'il n'en était pas ainsi, les variations de flux dans les deux pôles contigus ne seraient pas égales en valeur absolue, de sorte que les forces électromotrices engendrées dans les bobines correspondantes ne seraient pas non plus égales et de sens inverses ; il en résulterait que les sommets I et K du pont I-J-K-L ne seraient pas à la même tension induite, de sorte qu'il y aurait une circulation de courants parasi-

tes, correspondant à des pertes, dans la ligne 16a - 16b d'excitation.

En conséquence de quoi, et quel que soit le mode de réalisation adopté, on obtient des machines électriques perfectionnées, du type à réluctance variable, dont les avantages ont été indiqués au passage.

Comme il résulte aussi de ce qui a été dit, l'invention ne se limite nullement aux modes d'application, non plus qu'aux modes de réalisation de ses diverses parties, qui en ont été plus spécialement indiqués ; elle en englobe au contraire toutes les variantes, en particulier :

- celles selon lesquelles le nombre et la disposition des dents du rotor et des pôles du stator sont différentes de ceux des figures 1 et 3 ;

- celles suivant lesquelles le type de machine réalisée est autre que celui desdites figures 1 et 3, et notamment est : un moteur à déplacement rectiligne alternatif (notamment pour constituer une pompe à commande électromagnétique); ou un moteur électrique alimenté en courant continu, ou bien en courant alternatif, par exemple du type synchrone ou bien du type à commutation.

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

1.- Machine électrique à réluctance variable, comportant deux parties magnétiques ou électromagnétiques coopérantes, dont l'une est dite "stator" et dont l'autre est dite "partie mobile", le stator comportant au moins une paire de plots ou de pôles électromagnétiques, tandis que la partie mobile comporte des protubérances ou parties magné-

(113)

600587

tiques travaillantes, dites "dents", cette machine étant caractérisée en ce que les dents de la partie mobile sont pratiquement saturées, avec une perméabilité comprise entre 2 et 10, tandis que la perméabilité des autres parties de la machine est maintenue supérieure à 10 et éloignée de la saturation.

2.- Machine selon la revendication 1, caractérisée en ce que l'induction de saturation des dents est réduite, par rapport aux valeurs qu'elle a dans des dents de type usuel, soit par l'adoption d'un matériau magnétique pour constituer ces dents, qui soit particulier par rapport au matériau constituant le stator ou le reste de la partie mobile, soit/et par une diminution de la densité moyenne des dents en ce qui concerne le matériau magnétique qui les compose.

3.- Machine selon la revendication 2, caractérisée en ce que les dents sont composées de minces feuilles de fer, qui sont séparées les unes des autres par des intercalaires ou espaces d'un matériau non magnétique qui peut être de l'air.

4.- Machine selon la revendication 2, caractérisée en ce que les dents sont constituées en un matériau dont la caractéristique exprimant l'intensité d'aimantation en fonction du champ magnétique, se traduit par une courbe ayant un aspect quelque peu rectangulaire, ou même de préférence, fortement rectangulaire, comme par exemple la courbe correspondante relative à un fer de grande pureté.

5.- Machine selon l'une au moins des revendications 1 à 4, caractérisée en ce que le champ magnétique maximal existant sous les pôles du stator étant au moins quadruple du champ

(NS)

qui assure la saturation des dents, d'une part les dents et d'autre part les autres parties de la machine sont établies de façon que l'induction moyenne de saturation des dents soit comprise entre 15 % et 85 % de l'induction maximum choisie pour les autres parties de la machine ; plus avantageusement encore, ladite induction moyenne de saturation des dents est déterminée de façon que sa valeur soit comprise entre 30 % et 70 % (et même, de préférence, comprise entre 40 % et 60 %, et spécialement de l'ordre de 50 %) de ladite induction maximum des autres parties de la machine.

6.- Machine selon l'une au moins des revendications 1 à 4, caractérisée en ce que les dents d'une part, et les autres parties de la machine d'autre part, sont établies de façon que l'intensité moyenne d'aimantation dans les dents soit comprise entre 60 % et 300 % (ou, plus avantageusement, entre 70 % et 170 %, et même de préférence entre 85 % et 125 % ou au voisinage de 100 %) du champ magnétique existant sous les pôles du stator.

7.- Machine selon l'une au moins des revendications 1 à 6, dans laquelle le stator comporte au moins deux paires de pôles, identiques entre elles, chaque pôle ayant une ouverture angulaire donnée a, tandis que l'espace entre deux pôles successifs présente une ouverture angulaire b, cette machine étant caractérisée en ce que les dents de la partie mobile ont une ouverture angulaire sensiblement égale à a + b.

8.- Machine selon la revendication 7 comportant quatre

M.S.

300687

pôles magnétisés chacun à l'aide d'au moins un enroulement dont une extrémité est alimentée en courant continu d'excitation, tandis que l'autre extrémité est connectée à la ligne de puissance électrique relative à cette machine, celle-ci étant caractérisée en ce que les extrémités de deux enroulements contigus, extrémités qui se trouvent en regard mutuel dans un intervalle entre les deux pôles contigus correspondants, sont connectés en parallèle entre elles, et cela alternativement, dans les intervalles polaires successifs, sur la ligne d'excitation en courant continu, puis sur la ligne parcourue par le courant alternatif, les quatre extrémités susdites de deux enroulements contigus étant montées en pont électrique, de telle manière que l'excitation à partir d'une source de tension continue, soit fournie dans une diagonale de ce pont, alors que le courant alternatif de puissance est transporté dans l'autre diagonale dudit pont.

BRUXELLES, le 27 février 1961

P. P^{re} de Jean Jarret & Jacques Jarret

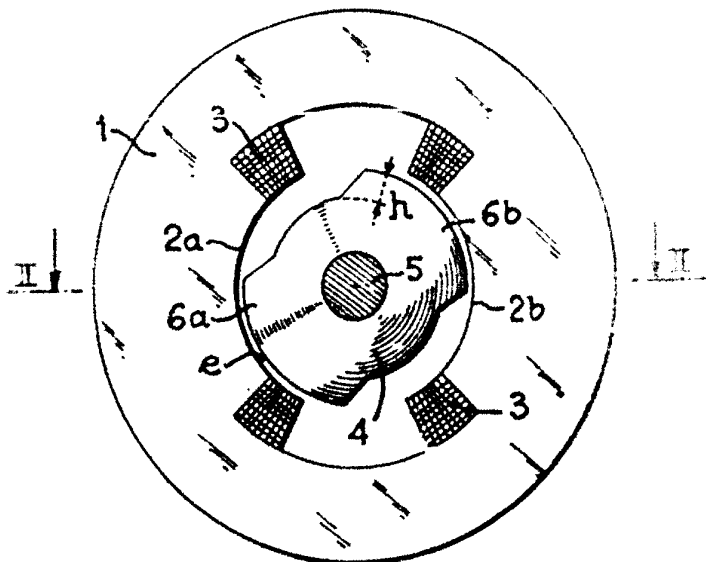
P. P^{re} de J. GEVERS & C^{ie}

M. Hofmans

Jean JARRET et Jacques JARRET

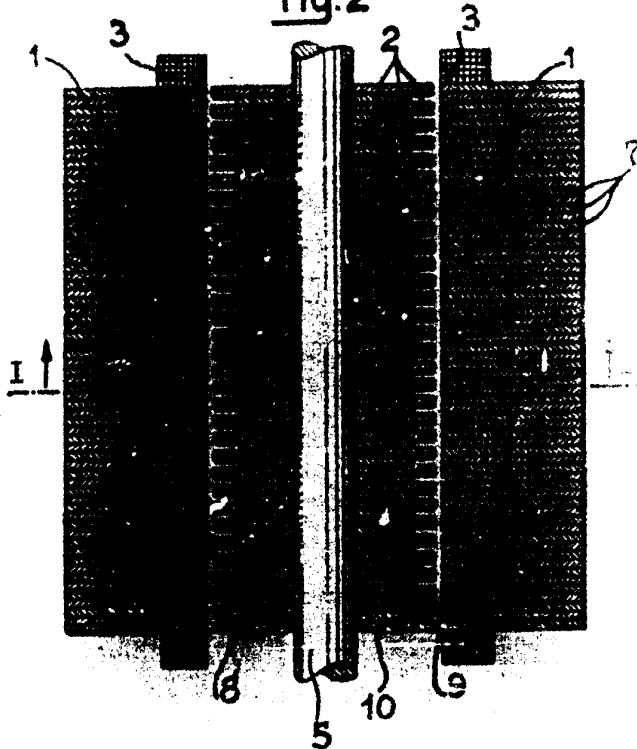
Fig.1

600687



600687

Fig.2



BRUXELLES, le 27 février 1961

P. P^{re} de Jean JARRET et Jacques JARRET

P. P^{re} de J. GEVERS & C^o

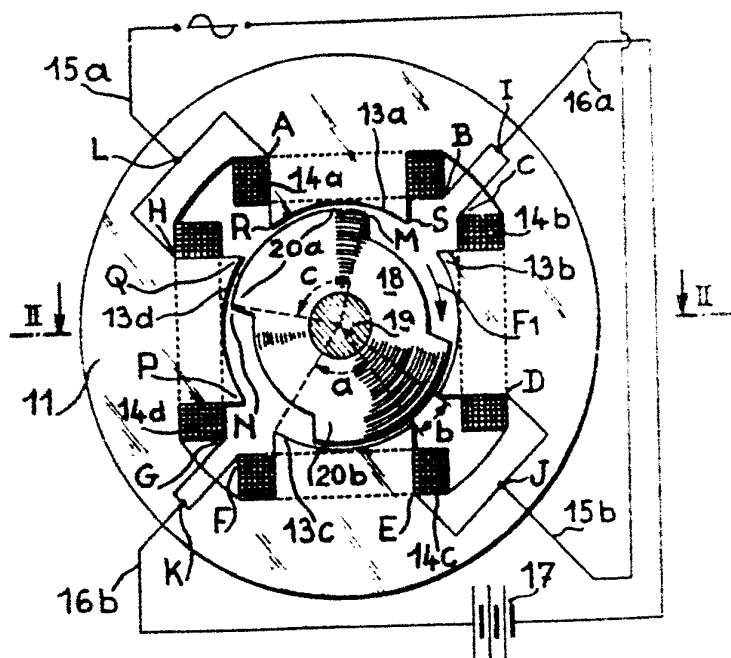
Ab. Hofman

4

Jean JARRET et Jacques JARRET

300357

Fig.3



BRUXELLES, le 27 février 1961
 P. P^{os} de Jean JARRET et Jacques JARRET
 P. P^{os} de J. GEVERS & C^o
A. Hofmann