

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 79 14717

(54) Rotor de machine synchrone à pôles saillants.

(51) Classification internationale (Int. Cl. ³). H 02 K 1/24.

(22) Date de dépôt..... 8 juin 1979, à 15 h 8 mn.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 1 du 2-1-1981.

(71) Déposant : DUKSHTAU A. A., LURIE A. N., GOLUBENTSEV J. S., DETINKO F. M. et PINSKY
G. B., résidant en URSS.

(72) Invention de :

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Z. Weinstein,
20, av. de Friedland, 75008 Paris.

La présente invention se rapporte aux machines électriques à courant alternatif et a notamment pour objet un rotor de machine synchrone à pôles saillants.

La présente invention peut être utilisée dans les grosses machines synchrones à pôles saillants fonctionnant à de faibles vitesses. Elle est avantageusement applicable aux générateurs hydro-électriques de grande puissance.

Il est connu que, pour la réduction de la quantité de travail et des dépenses de temps dans la production des bobinages statoriques de machines synchrones à pôles saillants, surtout ceux des générateurs hydro-électriques, il est nécessaire que le nombre d'encoches du stator par pôle et par phase soit minimal. Cependant, quand le nombre d'encoches par pôle et par phase est petit, la part des harmoniques dentés de la courbe caractéristique de la force électromotrice de la machine électrique s'accroît notablement, ce qui a pour conséquences une augmentation des pertes d'énergie et une élévation du niveau des parasites téléphoniques au-delà des limites stipulées dans les normes internationales.

Il est aussi connu que pour la suppression des harmoniques dentés on doit placer les pôles suivant la circonférence de la couronne du rotor de la machine synchrone à pôles saillants de manière que l'intervalle entre les axes magnétiques des pôles, c'est-à-dire entre les lignes d'intersection du plan de la coupe transversale du rotor avec les plans diamétraux où les flux magnétiques créés par les pôles sont minimaux, ne soit pas uniforme, c'est-à-dire que les pôles forment des groupes disposés successivement suivant la circonférence du rotor et ayant chacun le même nombre de pôles, dont les axes magnétiques, dans les limites de chaque groupe, sont uniformément espacés, la distance entre eux étant égale à celle qui existe entre les axes magnétiques des pôles d'autres groupes, mais différente des espacements uniformes entre les axes magnétiques des pôles voisins des groupes différents (voir, par exemple, l'article de Dukstau A.A. et Pinsky G.B. "Méthodes d'amélioration de la courbe de tension et de réduction des taux de parasites téléphoniques", "Electrotechnica" N° 3, 1978, p.p. 31-32).

On connaît un rotor de machine synchrone à pôles saillants, qui a une couronne massive portant des pôles espacés uniformément suivant sa circonférence, et dans lequel la suppression des

harmoniques dentées est obtenue grâce à l'espacement non uniforme des pièces polaires de différents pôles par rapport aux noyaux, ce qui assure un décalage non uniforme des axes magnétiques des pôles par rapport aux axes de symétrie des noyaux, de sorte que
5 les pôles forment les groupes décrits plus haut (voir par exemple, le livre de Wiedermann E. et Kellenberger W. "Konstruktion Elektrischer Maschinen", Springer-Verlag, Berlin (Heidelberg), New-York, 1967, p.369, fig.365).

Cependant, pour une suppression satisfaisante des harmoniques
10 dentées, il est nécessaire dans ce cas d'avoir plusieurs types de pôles de diverses configurations ainsi qu'un grand nombre de types d'éléments assurant le couplage des bobines et des segments amortisseurs des pôles voisins, ce qui rend extrêmement difficile la production des pièces constitutives du rotor de la
15 machine électrique ainsi que l'assemblage et la réparation de ce dernier.

On connaît également un rotor de machine synchrone à pôles saillants ayant une couronne massive à laquelle sont boulonnés des pôles symétriques par rapport à leurs axes magnétiques et
20 espacés non uniformément suivant la circonférence de la couronne, en formant les groupes décrits plus haut et en assurant ainsi la suppression des harmoniques dentées. Les machines électriques pourvues de rotors de ce type sont installées, par exemple, dans les stations hydro-électriques de Saratov et de Volkov en URSS.

Dans de telles machines, tous les pôles du rotor sont
25 identiques, et pour leur assemblage il suffit d'avoir des éléments de couplage de deux types, l'un pour le couplage dans les espaces entre les pôles voisins dans les limites d'un même groupe, et l'autre, dans les espaces entre les pôles voisins se
30 rapportant aux groupes différents. Toutefois, une telle construction ne peut être utilisée que dans le cas d'un rotor ayant une couronne massive, par exemple coulée ou cintrée, qui permet le boulonnage des pôles.

En même temps, les rotors pourvus de couronnes massives ne
35 trouvent qu'une application très restreinte dans les machines électriques et ne peuvent pas être utilisés dans les grosses machines fonctionnant à de faibles vitesses et pourvues d'un rotor de grand diamètre, par suite des difficultés de production et de transport de tels rotors. On utilise dans ces machines
40 électriques des rotors à couronne feuilletée pourvue d'encoches

pratiquées suivant sa circonférence et recevant les pôles.

On connaît un rotor de machine synchrone à pôles saillants ayant une couronne feuilletée composée de couches annulaires consistant en des segments pourvus d'entailles et montés avec
5 un certain décalage des jonctions entre les segments de chacune des couches par rapport à celles des segments de la couche adjacente, de sorte que les entailles des segments des couches adjacentes sont disposées mutuellement en regard et forment ainsi des encoches disposées suivant la circonférence de la
10 couronne et recevant les pôles identiques, tous ces segments étant réalisés de sorte que dans chacun d'eux les entailles voisines soient espacées d'un intervalle uniforme égal à la longueur de la circonférence de la couronne divisée par le nombre de pôles de manière que les encoches de la couronne,
15 formées par les entailles recevant les pôles, se trouvent à des distances uniformes égales à l'intervalle indiqué entre les entailles voisines des segments (voir, par exemple, le livre de Wiedemann E., Kellenberger W. "Konstruktion Elektrischer Maschinen", Springer-Verlag, Berlin (Heidelberg), New York,
20 1967, p.458, fig.429).

Cependant, une telle construction du rotor n'assure pas la suppression des harmoniques dentés, car les axes magnétiques des pôles disposés suivant la circonférence de la couronne sont espacés uniformément. Ceci affecte la forme de la courbe
25 caractéristique de la force électromotrice de la machine électrique, et a pour conséquences, comme indiqué plus haut, une augmentation des pertes d'énergie et un accroissement excessif des parasites téléphoniques.

La suppression des harmoniques dentés pourrait être obtenue
30 en utilisant des pôles différents dont les axes magnétiques sont décalés à différentes distances par rapport aux axes de symétrie des noyaux, par exemple des pôles dans lesquels les pièces polaires sont décalées non uniformément par rapport aux noyaux, comme c'est le cas dans les machines à couronne massive
35 de rotor. Mais, comme il a été indiqué plus haut, l'utilisation de pôles différents rend très difficile la fabrication des parties du rotor, l'assemblage et la réparation de celui-ci.

La présente invention a donc pour but de créer un rotor de machine synchrone à pôles saillants, pourvu d'une couronne

feuilletée composée de segments et dans lequel les segments de la couronne seraient réalisés et montés de façon que les pôles identiques seraient disposés de telle manière suivant la circonférence de la couronne qu'ils formeraient des groupes placés successivement suivant la circonférence de la couronne et comportant tous un même nombre de pôles dont les axes magnétiques sont uniformément espacés dans les limites d'un même groupe se trouvant à des distances égales à celles entre les axes magnétiques dans les autres groupes, mais qui diffèreraient des intervalles identiques entre les axes magnétiques des pôles voisins des différents groupes.

Ce problème est résolu du fait que le rotor de machine synchrone à pôles saillants, du type pourvu d'une couronne feuilletée composée de couches annulaires consistant en des segments à entailles montés avec un certain décalage des jonctions entre les segments de chacune des couches par rapport aux jonctions entre les segments de la couche adjacente, de sorte que les entrailles des segments des couches adjacentes soient disposées mutuellement en regard, en formant, suivant la circonférence de la couronne, des encoches recevant des pôles identiques, est caractérisé, suivant l'invention, en ce que les encoches de la couronne sont disposées de manière à former plusieurs groupes successivement répartis suivant la circonférence de la couronne et comportant tous un même nombre d'encoches se trouvant dans les limites d'un même groupe à de mêmes distances l'une de l'autre, égales aux distances entre les encoches des autres groupes, mais différentes des distances égales entre les encoches voisines des groupes différents; pour supprimer les harmoniques dentés de la courbe caractéristique de la force électromotrice de la machine, une partie des segments est réalisée de sorte que les entailles voisines de chaque segment soient espacées entre elles d'une distance égale à celle entre les encoches voisines dans les limites d'un même groupe, et est montée de manière que les entailles de chaque segment se trouvent aux emplacements des encoches du même groupe, tandis que les autres segments sont réalisés de façon que deux entailles voisines de chaque segment soient espacées d'un intervalle égal à la distance entre les encoches voisines des groupes différents et que les autres entailles voisines soient

séparées par une distance égale à l'espacement entre les encoches voisines dans les limites d'un même groupe, et sont montés dans les couches de la couronne où il n'y a pas de jonctions entre les segments dans la zone entre les emplacements des encoches voisines des groupes différents, de sorte que leurs entailles disposées à une distance égale à celle entre les encoches voisines des groupes différents se trouvent aux emplacements des encoches voisines des groupes différents.

Une telle réalisation et une telle disposition des segments de la couronne du rotor permettent d'obtenir une disposition non uniforme des encoches formées suivant la circonférence de la couronne par les entailles des segments, correspondant à la disposition des axes magnétiques des pôles de rotor assurant la suppression des harmoniques dentés. Ceci permet d'utiliser des pôles identiques et, donc, de se limiter à deux types seulement d'éléments de couplage des bobines et des segments amortisseurs des pôles voisins. Avec cette disposition, la nécessité d'une certaine augmentation des types de segments utilisés pour l'assemblage de la couronne feuilletée du rotor n'entraîne que des complications minimales dans la fabrication et l'assemblage des parties du rotor en comparaison de celles qui pourraient avoir lieu en cas de disposition uniforme des encoches suivant la circonférence de la couronne et d'utilisation de pôles de types différents. Ceci est dû au fait que, dans les machines électriques modernes, l'augmentation des types de segments sera très faible par rapport à l'augmentation du nombre de types de pôles et de couplages interpolaires qui pourrait avoir lieu en cas de disposition uniforme des encoches. En outre, l'augmentation du nombre de types de segments utilisés lors de l'assemblage du rotor n'entraîne pas de complications dans la réparation de ce dernier, la couronne ne nécessitant pas de démontage pendant la réparation, tandis qu'un grand nombre de types de pôles et de couplages interpolaires rendent beaucoup plus difficiles les travaux de réparation. Donc, la conception proposée du rotor assure l'amélioration de la courbe caractéristique de la force électromotrice de la machine électrique grâce à la suppression des harmoniques dentés et la réduction, de ce fait, des pertes d'énergie et du niveau des parasites téléphoniques, au prix d'une légère complication

de la fabrication des parties du rotor, de son assemblage et de sa réparation.

L'invention sera mieux comprise et d'autres buts, détails et avantages de celle-ci apparaîtront mieux à la lumière de la description explicative qui va suivre d'un mode de réalisation donné uniquement à titre d'exemple non limitatif avec référence aux dessins non limitatifs annexés dans lesquels :

- la figure 1 représente la disposition des pôles suivant la circonférence de la couronne feuilletée de rotor d'une machine synchrone à pôles saillants conforme à l'invention, suivant laquelle les intervalles entre les pôles voisins des groupes différents sont supérieurs aux distances entre les pôles voisins dans les limites d'un même groupe ;

- les figures 2, 3, 4, 5 et 6 représentent divers types de segments utilisés lors de l'empilage de la couronne du rotor, les pôles étant disposés suivant la circonférence de la couronne comme montré sur la figure 1 ;

- la figure 7 montre la disposition des encoches suivant la circonférence de la couronne du rotor, les pôles étant disposés sur la circonférence de la couronne comme indiqué sur la figure 1 ;

- la figure 8 représente le schéma de l'empilage de la couronne en utilisant les segments représentés sur les figures 2 à 6 ;

- la figure 9 représente la disposition des encoches suivant la circonférence de la couronne du rotor, les pôles étant montés de façon que les distances entre les pôles voisins des groupes différents soient inférieures à celles entre les pôles voisins dans les limites d'un même groupe ;

- la figure 10 représente le schéma de l'empilage de la couronne du rotor, les encoches étant réparties suivant la circonférence de la couronne comme montré sur la figure 9.

En se référant à la figure 1, où est représentée une vue de face du rotor d'une machine synchrone à pôles saillants, le rotor a une couronne 1 suivant la circonférence de laquelle sont placés des pôles analogues 2_1 à 2_{40} dont chacun est symétrique par rapport à son axe magnétique. Les pôles 2_1 à 2_{20} sont disposés de façon que leurs axes magnétiques se trouvent à une même distance, égale à τ_1 , en formant un groupe de pôles. Les

pôles 2_{21} à 2_{40} sont eux aussi disposés de manière que leurs axes magnétiques soient uniformément espacés, à une distance τ_1 l'un de l'autre et forment le deuxième groupe de pôles. La distance entre l'axe magnétique du pôle 2_1 du premier groupe et l'axe magnétique du pôle 2_{40} du deuxième groupe est égale à τ_2 , supérieure à la distance τ_1 entre les axes magnétiques des pôles voisins dans les limites d'un même groupe. L'intervalle entre les axes magnétiques des autres pôles voisins des groupes différents, c'est-à-dire du pôle 2_{20} du premier groupe et du pôle 2_{21} du deuxième groupe, est lui aussi égal à τ_2 . Les pôles 2_1 à 2_{40} sont placés dans les encoches respectives 3_1 à 3_{40} . La disposition de ces encoches suivant la circonférence de la couronne 1 coïncide avec la disposition des axes magnétiques des pôles correspondants. En conséquence, les encoches forment elles aussi deux groupes dont l'un comprend les encoches 3_1 à 3_{20} , et l'autre, les encoches 3_{21} à 3_{40} . Les encoches 3_1 à 3_{20} du premier groupe ainsi que les encoches 3_{21} à 3_{40} du deuxième groupe se trouvent à des distances τ_1 , et les encoches voisines des groupes différents, et notamment les encoches 3_{20} et 3_{21} ainsi que les encoches 3_{40} et 3_{41} sont espacées d'un intervalle égal à τ_2 .

La couronne 1 du rotor est empilée à partir de couches annulaires dont chacune consiste en dix segments. Les figures 2, 3, 4, 5, 6 représentent, respectivement, des segments 4, 5, 6, 7, 8 de divers types utilisés lors de l'empilage de la couronne 1 à partir de segments ayant une longueur à peu près égale à quatre pas polaires, avec un décalage des jonctions entre les segments de chaque couche par rapport aux jonctions entre les segments de la couche adjacente égal à la moitié du pas polaire dans les limites d'un même groupe. On entend par pas polaire la distance entre les axes magnétiques des pôles voisins.

Le segment 4 représenté sur la figure 2 présente quatre entailles 9, 10, 11 et 12 espacées l'une de l'autre par des distances égales au pas polaire dans les limites d'un même groupe, c'est-à-dire à τ_1 . Les intervalles entre les bords du segment 4 et les entailles respectives 9 et 11 les plus proches de ces bords sont légèrement inférieurs à la moitié du pas polaire dans les limites d'un même groupe, c'est-à-dire un peu inférieurs à $\frac{\tau_1}{2}$. Le segment 5 montré sur la figure 3

et le segments 6 représenté sur la figure 4 ont, eux aussi, chacun quatre entailles : 13 (figure 3), 14, 15, 16 pour le premier et 17 (figure 4) 18, 19, 20 pour le second. La distance entre les entailles intérieures 14 (figure 3) et 15 du segment 5 est égale à la distance entre les axes magnétiques des pôles voisins des groupes différents, c'est-à-dire à τ_2 , tandis que la distance entre chaque entaille extérieure 13 et 16 du segment 5 et l'entaille intérieure la plus proche 14 et 15, respectivement, est égale à τ_1 . La distance entre l'une des entailles extérieure du segment 6 (figure 4) et l'entaille la plus proche d'elle, et notamment entre les entailles 17 et 18, est égale à τ_2 , les autres intervalles entre les entailles voisines du segment 6, c'est-à-dire entre les entailles 18 et 19 et les entailles 19 et 20 sont égaux à τ_1 . Les distances séparant les bords des segments 5 (figure 3) et 6 (figure 4) des entailles correspondantes les plus proches d'eux 13 (figure 3), 16 et 17 (figure 4), 20, respectivement, sont légèrement inférieures à τ_2 . Le segment 7 montré sur la figure 5 et le segment 8 représenté sur la figure 6 ont chacun trois entailles : 21 (figure 5), 22, 23 pour le premier et 24 (figure 6), 25, 26, pour le second, les entailles 21 (figure 5), 22, 23 du segment 7 se trouvent à des distances τ_1 l'une de l'autre.

Deux entailles voisines 24 (figure 6) et 25 du segment 8 sont pratiquées à la distance τ_2 l'une de l'autre et deux autres entailles voisines 25 et 26 de ce segment sont espacées d'un intervalle τ_1 . Les distances entre les bords de chacun des segments 7 (figure 5) et 8 (figure 6) et les entailles correspondantes les plus proches d'eux 21 (figure 5), 23 et 24 (figure 6), 26 sont égales. Elles sont un peu inférieures au pas polaire dans les limites d'un même groupe, autrement dit, inférieures à τ_1 .

La figure 1 montre que la couche extrême de la couronne 1 du rotor consiste en deux groupes qui sont constitués chacun par quatre segments 4 montés successivement et deux segments 5 dont l'un est disposé entre une paire de segments extrêmes se rapportant à des groupes différents et disposés vis-à-vis l'un de l'autre, tandis que l'autre est placé entre l'autre paire de tels segments.

Le montage des segments dans les couches de la couronne 1 est illustré plus en détail sur les figures 7 et 8 qui représentent la disposition des segments dans neuf couches successives 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34 et 35 de la couronne 1 (figure 1) dans la zone de montage des pôles 2_{34} à 2_{40} et 2_1 à 2_7 . La figure 7 montre la surface extérieure des couches 27 à 35 de la couronne 1 (figure 1) dans la zone de montage des pôles 2_{34} à 2_{40} et 2_1 à 2_7 , surface développée conventionnellement dans le plan du dessin. La figure 8 représente une vue de face d'une partie de la couronne 1 (figure 1) dans la zone de montage des pôles 2_{34} à 2_{40} et 2_1 à 2_7 , les segments de chacune des couches 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34 et 35 (figure 8) sont conventionnellement déplacés radialement par rapport aux segments des couches adjacentes 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33 et 34, respectivement.

La figure 7 montre la disposition de quatorze encoches 3_1 à 3_7 et 3_{34} à 3_{40} destinées à recevoir les pôles 2_1 à 2_7 (figure 1) et 2_{34} à 2_{40} , respectivement. La disposition des encoches 3_1 à 3_7 et 3_{34} à 3_{40} est indiquée sur la figure 8 par le trait mixte.

L'un des segments 5 de la couche extrême 27 de la couronne 1 (figure 1) du rotor est monté de sorte que ses entailles 14 (figure 8) et 15 se trouvent aux emplacements des encoches 3_{40} et 3_1 , respectivement, les entailles 13 et 16 de ce segment étant alors en coïncidence avec les emplacements des encoches 3_{39} et 3_2 , respectivement. Les segments 4 de la couche 27 adjacents au segment 5 montré sur la figure 8 sont placés de sorte que l'entaille 9 du segment 4 se trouvant à droite coïncide avec l'emplacement de l'enchoche 3_3 , tandis que l'entaille extrême 12 du segment 4 se trouvant à gauche, coïncide avec l'emplacement de l'enchoche 3_{38} . Dans ce cas, les autres entailles 10, 11, 12 du segment droit 4 et les autres entailles 9, 10, 11 du segment gauche 4 coïncident avec les emplacements des encoches 3_4 , 3_5 , 3_6 et 3_{35} , 3_{36} , 3_{37} , respectivement. Les autres segments 4 (figure 1) de la couche 27 (figure 8), dont une paire se trouve à droite et l'autre à gauche des segments 4 adjacents au segment 5 représenté sur la figure 8, sont montés de sorte que leurs entailles coïncident avec les emplacements des encoches 3_7 à 3_{18} (figure 1) et 3_{23} à 3_{34} . Le deuxième segment 5 de la couche extrême 27 (figure 8) de la couronne 1

(figure 1) est placé de façon que ses entailles intérieures coïncident avec les emplacements des encoches 3_{20} et 3_{21} et que les entailles extérieures coïncident avec les emplacements des encoches 3_{19} et 3_{22} . Vu que la distance entre les bords de chacun des segments 4 (figure 8) et 5 et les entailles extérieures 9, 12 et 13, 16 est légèrement inférieure à $\frac{\tau_1}{2}$, des jeux se forment aux jonctions des segments de la couche extrême 27 de la couronne 1 (figure 1), jeux qui se trouvent entre les emplacements des entailles 3_{34} et 3_{35} , 3_{38} et 3_{39} , 3_2 et 3_3 , 3_6 et 3_7 , 3_{10} et 3_{11} , 3_{14} et 3_{15} , 3_{18} et 3_{19} , 3_{22} et 3_{23} , 3_{26} et 3_{27} , 3_{30} et 3_{31} .

On va maintenant examiner la disposition des segments dans les autres couches de la couronne 1 en cas de décalage des jonctions entre les segments des couches 28 (figures 7 et 8), 29, 30, 31, 32, 33, 34 et 35 par rapport aux jonctions entre les segments des couches respectives 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33 et 34 d'une valeur de $\frac{\tau_1}{2}$ égale à la moitié du pas polaire dans les limites d'un même groupe, dans le sens horaire, si l'on regarde du côté de la couche 27.

Afin d'assurer le décalage mentionné des jonctions entre les segments formant la couche suivante 28 (figures 7 et 8) de la couronne 1 (figure 1) par rapport aux jonctions entre les segments de la couche 27 (figures 7 et 8) adjacente à elle, les segments de la couche 28 doivent être montés de manière que les jeux à leurs jonctions coïncident avec les emplacements des encoches 3_{35} , 3_{39} et 3_3 ainsi que les encoches 3_7 (figure 1), 3_{11} , 3_{15} , 3_{19} , 3_{23} , 3_{27} et 3_{31} . A cet effet, les segments 4 (figure 8) de la couche 27 sont suivis dans la couche 28 des segments 7 placés de sorte que leurs entailles 21, 22 et 23 se trouvent en regard des entailles 10, 11 et 12 des segments 4 de la couche 27, respectivement, et coïncident avec les emplacements des encoches correspondantes. Etant donné que les intervalles entre les entailles extérieures 23 et 21 des segments voisins 7 de la couche 28 seront alors égaux à $2 \tau_1$ et que les distances entre les bords de chacun des segments 7 et ses entailles extérieures 21 et 23 est un peu moins de τ_1 , des jeux se forment entre les segments 7 de la couche 28, des jeux qui se trouvent en regard des entailles 9 des segments 4 de la couche 27. Deux de ces jeux coïncident avec les

emplacements des encoches 3_{35} et 3_7 et les autres jeux (non représentés) coïncident avec les emplacements des encoches 3_{11} (figure 1), 3_{15} , 3_{27} et 3_{31} . Etant donné que dans la couche 28 (figures 7 et 8) il n'y a pas de jonctions entre les segments dans la zone entre les emplacements des encoches voisines 3_{40} et 3_1 des différents groupes, on place dans cette couche un segment dans lequel les intervalles entre les entailles voisines sont de longueur inégale, notamment le segment 8 (figure 8) monté de sorte que ses entailles 24 et 25 coïncident avec les emplacements des encoches 3_{40} et 3_1 , respectivement, son entaille 26 étant alors en coïncidence avec l'emplacement de l'encoche 3_2 . Etant donné que les distances entre les bords du segment 8 et ses entailles extérieures 24 et 26 sont légèrement inférieures à τ_1 , des jeux se forment entre ce segment 8 de la couche 28 et les segments adjacents 7. Ces jeux coïncident avec les emplacements des encoches 3_{39} et 3_3 . De même, on dispose dans la couche 28 encore un segment 8 (figure 6) (non représenté sur les figures 7 et 8) placé de sorte que ses entailles 24 et 25 coïncident avec les emplacements des encoches 3_{20} (figure 1) et 3_{21} , son entaille 26 (figure 6) coïncidant alors avec l'emplacement de l'encoche 3_{22} (figure 1) et les jeux (non représentés) entre ses bords et les bords des segments voisins coïncidant avec les emplacements des encoches 3_{19} et 3_{23} .

Afin d'assurer le décalage des jonctions entre les segments de la couche suivante 29 (figures 7 et 8) par rapport aux jonctions entre les segments de la couche adjacente 28, les segments de la couche 29 doivent être disposés de sorte que les jeux à leurs jonctions soient décalés par rapport aux jeux aux jonctions de la couche 27 d'une distance égale au pas polaire dans le sens des aiguilles d'une montre et se trouvent entre les emplacements des encoches 3_{35} et 3_{36} , 3_{39} et 3_{40} , 3_3 et 3_4 , ainsi qu'entre les emplacements des encoches 3_{11} (figure 1) et 3_{12} , 3_{15} et 3_{16} , 3_{19} et 3_{20} , 3_{23} et 3_{24} , 3_{27} et 3_{28} , 3_{31} et 3_{32} . Dans ce but, les segments 7 (figure 8) de la couche 28 sont suivis dans la couche 29 des segments 4 dont la disposition correspond à la disposition des segments 4 de la couche 27 en cas de décalage de ces derniers d'une distance égale au pas polaire dans le sens horaire. Dans ce cas, les entailles des segments 4 de la couche 29 coïncident avec les emplacements des encoches 3_{34} à 3_{39} et

3₄ à 3₇, ainsi qu'avec ceux des encoches 3₈ à 3₁₉ (figure 1) et 3₂₄ à 3₃₃, l'un des jeux entre les segments 4 (figure 8) de la couche 29 se trouve entre les emplacements des encoches 3₃₅ et 3₃₆, tandis que les autres jeux (non représentés) entre ces segments se trouvent entre les emplacements des encoches 3₁₁ (figure 1) et 3₁₂, 3₁₅ et 3₁₆, 3₂₇ et 3₂₈, 3₃₁ et 3₃₂. Etant donné l'absence de jonctions entre les segments dans la couche 29 (figures 7 et 8) entre les emplacements des encoches voisines 3₄₀ et 3₁ des différents groupes, on dispose aussi dans cette couche un segment dans lequel les intervalles entre les entailles voisines sont inégaux, notamment le segment 6 (figure 8) monté de sorte que ses entailles 17 et 18 coïncident avec les emplacements des encoches 3₄₀ et 3₁, respectivement, ses entailles 19 et 20 coïncidant alors avec les emplacements des encoches 3₂ et 3₃, respectivement. Etant donné que les distances entre les bords du segment 6 et ses entailles extérieures 17, 20 sont un peu inférieures à τ_1 , des jeux se forment entre le segment 6 de la couche 29 et les segments voisins 4. Ces jeux se trouvent entre les emplacements des encoches 3₃₉ et 3₄₀, ainsi qu'entre les emplacements des encoches 3₃ et 3₄. D'une manière analogue, on met dans la couche 29 encore un segment 6 (figure 4) (non représenté sur les figures 1, 7 et 8) monté de sorte que ses entailles 17 et 18 coïncident avec les emplacements des encoches 3₂₀ (figure 1) et 3₂₁, respectivement, ses entailles 19 (figure 6) et 20 venant en coïncidence avec les emplacements des encoches 3₂₂ (figure 1) et 3₂₃, respectivement, et les jeux (non représentés) entre ses bords et les bords des segments voisins se trouvant entre les emplacements des encoches 3₁₉ et 3₂₀, ainsi qu'entre les emplacements des encoches 3₂₃ et 3₂₄.

Pour assurer le décalage des jonctions entre les segments de la couche suivante 30 (figures 7 et 8) par rapport aux jonctions entre les segments de la couche adjacente 29, les segments de la couche 30 doivent être montés de façon que les jeux à leurs jonctions soient décalés par rapport aux jeux aux jonctions des segments de la couche 28 d'une distance égale au pas polaire dans le sens des aiguilles d'une montre et coïncident avec les emplacements des encoches 3₃₆, 3₄₀ et 3₄ ainsi qu'avec les emplacements des encoches 3₈ (figure 1), 3₁₂, 3₁₆, 3₂₀, 3₂₄, 3₂₈ et 3₃₂. A cet effet, les segments 4

(figure 8) de la couche 29 sont suivis dans la couche 30 des segments 7 dont la disposition correspond à celle des segments 7 de la couche 28 en cas de décalage de ces derniers dans le sens horaire d'une distance égale au pas polaire. Dans ce cas, les entailles des segments 7 de la couche 30 qui suivent les segments 4 de la couche 29 coïncident avec les emplacements des encoches 3_{34} , 3_{35} , 3_{37} à 3_{39} et 3_5 à 3_7 , ainsi qu'avec ceux des encoches 3_9 à 3_{11} (figure 1), 3_{13} à 3_{15} , 3_{17} à 3_{19} , 3_{25} à 3_{27} , 3_{29} à 3_{31} et 3_{33} . L'un des jeux entre les segments 7 (figure 8) de la couche 30 coïncide avec l'emplacement de l'encoche 5_{36} , tandis que les autres jeux (non représentés) entre ces segments coïncident avec les emplacements des encoches 3_8 (figure 1), 3_{12} , 3_{16} , 3_{28} , 3_{32} . Etant donné que dans la couche 30 (figures 7 et 8) l'un des jeux à la jonction entre les segments doit coïncider avec l'emplacement de l'une des encoches de l'une des paires d'encoches voisines se rapportant à des groupes différents, à savoir, avec l'emplacement de l'encoche 3_{40} , et qu'encore un des jeux à la jonction entre les segments doit être en coïncidence avec l'emplacement de l'une des encoches de l'autre paire d'encoches voisines de groupes différents, notamment avec l'emplacement de l'encoche 3_{20} (figure 1), on dispose dans la couche 30 (figure 8) encore deux segments 7. L'un de ces segments est monté de sorte que ses entailles 24, 25, 26 coïncident avec les emplacements des encoches, respectivement, 3_1 , 3_2 et 3_3 d'un même groupe, tandis que les jeux entre ce segment et les segments voisins coïncident avec les emplacements des encoches 3_{40} et 3_4 . De même, l'autre segment (non représenté sur les figures 1, 7 et 8) est monté de façon que ses entailles coïncident avec les emplacements des encoches 3_{21} (figure 1), 3_{22} , 3_{23} d'un même groupe et les jeux (non représentés) entre ce segment et les segments voisins coïncident avec les emplacements des encoches 3_{20} et 3_{24} . Dans ce cas, le jeu à la jonction entre les segments de la couche 30 (figures 7 et 8) qui est en coïncidence avec l'emplacement de l'encoche 3_{40} et le jeu (non représenté) coïncidant avec l'emplacement de l'encoche 3_{20} (figure 1) sont un peu supérieurs aux jeux se situant aux autres jonctions entre les segments de la couche 30 (figures 7 et 8) en les dépassant d'une valeur de $\tau_2 - \tau_1$.

Pour assurer le décalage des jonctions entre les segments

de la couche suivante 31 par rapport aux jonctions entre les segments de la couche adjacentes 30, les segments de la couche 31 doivent être montés de manière que les jeux à leurs jonctions soient décalés par rapport aux jeux aux jonctions des segments de la couche 29 d'une distance égale au pas polaire dans le sens horaire et se trouvent entre les emplacements des encoches 3₃₆ et 3₂₇, 3₄₀ et 3₁, 3₄ et 3₅, ainsi qu'entre les emplacements des encoches 3₁₂ (figure 1) et 3₁₃, 3₁₆ et 3₁₇, 3₂₀ et 3₂₁, 3₂₄ et 3₂₅, 3₂₈ et 3₂₉, 3₃₂ et 3₃₃. A cet effet, les segments 7 de la couche 30 sont suivis dans la couche 31 des segments 4 dont la disposition correspond à celle des segments 4 de la couche 29 en cas de décalage de ces derniers dans le sens des aiguilles d'une montre d'une distance égale au pas polaire. Dans ce cas, les entailles des segments 4 de la couche 31 qui suivent les segments 7 de la couche 30 coïncident avec les emplacements des encoches 3₃₄ à 3₄₀ et 3₅₅ à 3₅₇, ainsi qu'avec ceux des encoches 3₈ à 3₃₀ (figure 1) et 3₂₅ à 3₃₃. L'un des jeux entre les segments 4 (figure 8) de la couche 31 se trouve entre les emplacements des encoches 3₃₆ et 3₃₇, tandis que les autres jeux (non représentés) entre ces segments se trouvent entre les emplacements des encoches 3₁₂ (figure 1), 3₁₃, 3₁₆ et 3₁₇, 3₂₈ et 3₂₉, 3₃₂ et 3₃₃. Etant donné que dans la couche 31 (figures 7 et 8), entre les emplacements des encoches voisines des différents groupes, notamment entre les emplacements des encoches 3₄₀ et 3₁ et entre ceux des encoches 3₂₀ (figure 1) et 3₂₁, se trouvent les jonctions des segments on dispose dans la couche 31 (figure 8) encore deux segments 4. L'un de ces segments est monté de sorte que ses entailles 9, 10, 11 et 12 coïncident avec les emplacements des encoches, respectivement, 3₁, 3₂, 3₃ et 3₄ d'un même groupe, tandis que les jeux entre ce segment et les segments voisins 4 se trouvent entre les emplacements des encoches 3₄₀ et 3₁ et ceux des encoches 3₄ et 3₅. De même, l'autre segment (qui n'est pas montré sur les figures 1, 7 et 8) est monté de façon que ses entailles coïncident avec les emplacements des encoches d'un même groupe 3₂₁ (figure 1), 3₂₂, 3₂₃ et 3₂₄, tandis que les jeux (non représentés) entre ce segment et les segments voisins se trouvent entre les emplacements des encoches 3₂₀ et 3₂₁ et des encoches 3₂₄ et 3₂₅. Dans ce cas, le jeu à la jonction entre les

segments de la couche 31 (figures 7 et 8) se trouvant entre les emplacements des encoches 3_{40} et 3_1 et le jeu (non représenté) se trouvant entre les emplacements des encoches 3_{20} (figure 1) et 3_{21} , sont un peu supérieurs aux jeux se situant aux autres jonctions entre les segments de la couche 30 (figures 7 et 8), en les dépassant d'une valeur de $\tau_2 - \tau_1$.

Afin d'assurer le décalage des jonctions entre les segments de la couche suivante 32 par rapport aux jonctions entre les segments de la couche adjacente 31, les segments de la couche 32 doivent être montés de manière que les jeux à leurs jonctions coïncident avec les emplacements des encoches 3_{37} , 3_1 , 3_5 et des encoches 3_9 (figure 1), 3_{13} , 3_{17} , 3_{21} , 3_{25} , 3_{29} , 3_{33} . Donc, l'un des jeux dans la couche 32 (figures 7 et 8) à la jonction entre les segments doit coïncider avec l'emplacement de l'une des encoches de l'une des paires d'encoches voisines des groupes différents, notamment avec l'emplacement de l'encoche 3_1 , alors qu'encore un jeu doit coïncider avec l'emplacement de l'une des encoches de l'autre paire d'encoches voisines des groupes différents, notamment avec l'emplacement de l'encoche 3_{21} (figure 1). C'est pourquoi on dispose dans la couche 32 (figure 8) dix segments 7 dont la disposition correspond à celle des segments 7 de la couche 30 en cas de décalage de ces derniers d'un pas polaire dans le sens horaire. En conséquence, les entailles 21, 22 et 23 de chacun des segments 7 de la couche 32 coïncident avec les emplacements de trois encoches successives qui font partie d'un même groupe, à savoir les encoches 3_{34} à 3_{36} , 3_{38} à 3_{40} , 3_2 à 3_4 , ainsi que les encoches 3_6 à 3_8 (figure 1), 3_{10} à 3_{12} , 3_{14} à 3_{16} , 3_{18} à 3_{20} , 3_{22} à 3_{24} , 3_{26} à 3_{28} , 3_{30} à 3_{32} . Dans ce cas, une partie des jeux entre les segments 7 (figure 8) de la couche 32 coïncide avec les emplacements des encoches 3_{37} , 3_1 , 3_5 , tandis que les autres jeux (non représentés) entre ces segments sont en coïncidence avec les emplacements des encoches 3_9 (figure 1), 3_{13} , 3_{17} , 3_{21} , 3_{25} , 3_{29} , 3_{33} . Le jeu à la jonction entre les segments de la couche 31 (figures 7 et 8) coïncidant avec l'emplacement de l'encoche 3_1 et le jeu (non représenté) coïncidant avec l'emplacement de l'encoche 3_{21} (figure 1) sont alors un peu supérieurs aux jeux se situant aux autres jonctions entre les segments de la couche 31 (figures 7 et 8), en les

dépassant d'une valeur de $\tau_2 - \tau_1$.

Pour assurer le décalage des jonctions entre les segments de la couche 33 par rapport à celles de la couche 32, les segments de la couche 33 doivent être montés de sorte que les jeux à leurs jonctions soient situés entre les emplacements des encoches 3_{37} et 3_{38} , 3_1 et 3_2 , 3_5 et 3_6 , ainsi qu'entre les encoches 3_9 (figure 1) et 3_{10} , 3_{13} et 3_{14} , 3_{17} et 3_{18} , 3_{21} et 3_{22} , 3_{25} et 3_{26} , 3_{29} et 3_{30} , 3_{33} et 3_{34} . A cet effet, on dispose dans la couche 33 (figure 8) des segments 4 dont la disposition correspond à celle des segments 4 dans la couche 29 lorsque ces derniers sont décalés dans le sens horaire de deux pas polaires. Dans ce cas, les entailles des segments 4 de la couche 33 coïncident avec les emplacements des encoches 3_{34} à 3_{37} , 3_2 à 3_7 , ainsi que des encoches 3_8 à 3_{17} (figure 1) et 3_{22} à 3_{33} ; l'un des jeux entre les segments 4 (figure 8) de la couche 33 se trouve entre les emplacements des encoches 3_5 et 3_6 , et les autres jeux (non représentés) entre ces segments se trouvent entre les emplacements des encoches 3_9 (figure 1) et 3_{10} , 3_{13} et 3_{14} , 3_{25} et 3_{26} , 3_{29} et 3_{30} , 3_{33} et 3_{34} . Etant donné l'absence de jonctions entre les segments dans la couche 33 (figures 7 et 8), entre les emplacements des encoches voisines 3_{40} et 3_1 des groupes différents, on dispose aussi dans cette couche un segment dans lequel les intervalles entre les entailles voisines ne sont pas uniformes, à savoir le segment 6 (figure 8) placé de sorte que ses entailles 17, 18, 19 et 20 coïncident avec les emplacements des encoches 3_1 , 3_{40} , 3_{39} et 3_{38} , c'est-à-dire qu'il est renversé par rapport aux segments 6 de la couche 29. Les jeux entre les bords du segments mentionné 6 de la couche 33 et les bords des segments voisins 4 se trouvent alors entre les emplacements des encoches 3_{37} et 3_{38} , ainsi que des encoches 3_1 et 3_2 . D'une manière analogue, on dispose dans la couche 33 encore un segment 6 (figure 4), qui n'est pas montré sur les figures 1, 7 et 8. Ce segment est placé de sorte que ses entailles 17, 18, 19 et 20 coïncident avec les emplacements des encoches 3_{21} (figure 1), 3_{20} , 3_{19} , 3_{18} , respectivement, c'est-à-dire de manière qu'il soit aussi renversé par rapport aux segments 6 (dont l'un est représenté sur la figure 8) dans la couche 29. Les jeux (non représentés) entre les bords de ce segment et les bords des segments voisins se trouvent alors

entre les emplacements des encoches 3_{17} (figure 1) et 3_{18} , ainsi qu'entre ceux des encoches 3_{21} et 3_{22} .

Afin d'assurer le décalage des jonctions entre les segments de la couche suivante 34 (figures 7 et 8) par rapport aux jonctions entre les segments de la couche 33, les segments de la couche 34 doivent être placés de sorte que les jeux à leurs jonctions coïncident avec les emplacements des encoches 3_{34} , 3_{38} , 3_2 , 3_6 , ainsi qu'avec ceux des encoches 3_{10} (figure 1), 3_{14} , 3_{18} , 3_{22} , 3_{26} et 3_{30} . Pour cela, on dispose dans la couche 34 (figure 8) des segments 7 dont la disposition correspond à celle des segments 7 dans la couche 30 lors du décalage de ces derniers dans le sens antihoraire de deux pas polaires. Dans ce cas, les entailles des segments 7 de la couche 34 coïncident avec les emplacements des encoches 3_{35} à 3_{37} , 3_3 à 3_5 et 3_7 , ainsi que des encoches 3_8 à 3_9 (figure 1), 3_{11} à 3_{13} , 3_{15} à 3_{17} , 3_{23} à 3_{25} , 3_{27} à 3_{29} , 3_{31} à 3_{33} , deux jeux entre les segments 7 (figure 8) de la couche 34 se trouvent aux emplacements des encoches 3_{34} et 3_6 , tandis que les autres jeux (non représentés) entre ces segments se trouvent aux emplacements des encoches 3_{10} (figure 1), 3_{14} , 3_{26} et 3_{30} . Etant donné l'absence des jonctions entre les segments dans la couche 34 (figures 7 et 8), entre les emplacements des encoches voisines 3_{40} et 3_1 des différents groupes, on dispose aussi dans cette couche un segment dans lequel les intervalles entre les entailles voisines sont non uniformes, notamment le segment 4 (figure 8) monté de sorte que ses entailles 24, 25 et 26 coïncident avec les emplacements des encoches 3_1 et 3_{40} , 3_{39} , respectivement, c'est-à-dire qu'il est renversé par rapport aux segments 8 de la couche 30, les jeux entre les bords de ce segment 8 de la couche 34 et les bords des segments adjacents 7 coïncidant alors avec les emplacements des encoches 3_{38} et 3_2 . On dispose d'une manière analogue dans la couche 34 encore un segment 8 (figure 6, non représenté sur les figures 1, 7 et 8) placé de sorte que ses entailles 24, 25 et 26 coïncident avec les emplacements des encoches 3_{21} (figure 1), 3_{20} et 3_{19} , respectivement, c'est-à-dire de façon qu'il soit renversé par rapport aux segments 8 (dont l'un est représenté sur la figure 8) de la couche 29 ; alors les jeux (non représentés) entre ses bords et ceux des segments adjacents coïncident avec les emplacements des encoches 3_{18} (figure 1) et 3_{22} .

Afin d'assurer le décalage des jonctions entre les segments de la couche suivante 35 (figures 7 et 8) par rapport aux jonctions entre les segments de la couche 34, les segments de la couche 35 doivent être montés de façon que les jeux à leurs jonctions se trouvent entre les emplacements des encoches 3₃₄ et 3₃₅, 3₃₈ et 3₃₉, 3₂ et 3₃, 3₆ et 3₇, ainsi qu'entre ceux des encoches 3₁₀ (figure 1) et 3₁₁, 3₁₄ et 3₁₅, 3₁₈ et 3₁₉, 3₂₂ et 3₂₃, 3₂₆ et 3₂₇, 3₃₀ et 3₃₁, c'est-à-dire qu'ils soient placés d'une manière analogue aux jeux se situant aux jonctions entre les segments de la couche 27 (figures 7 et 8). Donc, la disposition des segments dans la couche 35 est complètement identique à celle des segments dans la couche 27. La disposition des segments dans la couche (non représentée) qui suit la couche 35 (figures 7 et 8) coïncide avec celle des segments dans la couche 28, etc., autrement dit, la même disposition des segments dans la couronne 1 (figure 1) du rotor se répète toutes les sept couches.

Ainsi, la disposition décrite des segments dans les couches de la couronne 1 permet d'obtenir une telle répartition, suivant la circonférence de la couronne des encoches 3₁ à 3₄₀ formée par les entailles des segments constituant la couronne 1, que les encoches forment des groupes dans chacun desquels les encoches voisines sont espacées d'un intervalle uniforme égal à τ_1 , tout en assurant, entre les encoches voisines des différents groupes, des intervalles uniformes égaux à τ_2 et supérieurs à l'intervalle τ_1 séparant les encoches dans les limites d'un même groupe. Lorsqu'on dispose dans ces encoches des pôles identiques dont chacun est symétrique par rapport à son axe magnétique, la disposition des axes magnétiques des pôles suivant la circonférence de la couronne 1 est la même que celle des encoches, ce qui permet, à condition de choisir correctement les intervalles τ_1 et τ_2 , de supprimer les harmoniques dentés de la courbe caractéristique de la force électromotrice de la machine synchrone à pôles saillants pourvue d'une couronne feuilletée de rotor, sans avoir à monter sur celui-ci des pôles de diverses configurations.

Avec un tel empilage de la couronne de rotor à partir de segments ayant une longueur à peu près égale à quatre pas polaires, avec décalage des jonctions entre les segments de

chaque couche de la moitié du pas polaire par rapport aux
jonctions entre les segments de la couche adjacente, le nombre
de types de segments utilisés lors de l'empilage de la couronne
est égal à cinq, au lieu des deux types de segments qui seraient
5 nécessaires en cas d'empilage de la couronne avec répartition
uniforme des encoches suivant la circonférence, et notamment,
outre les segments 4 (figure 2) et 7 (figure 5) où les
encoches sont uniformément espacées à des intervalles égaux à
 τ_1 , on doit utiliser des segments supplémentaires 5 (figure 3),
10 6 (figure 4) et 8 (figure 6) dans lesquels deux encoches
voisines sont séparées d'un intervalle τ_2 qui diffère de τ_1 .

Si, pour la même longueur des segments, le décalage des
jonctions entre les segments des couches adjacentes constitue
un pas polaire, le nombre de types supplémentaires de segments
15 nécessaires à l'empilage de la couronne du rotor diminue. Par
exemple, si la disposition des segments dans la couche extrême
de la couronne correspond à celle des segments dans la couche
27 (figures 7 et 8), la disposition des segments dans les
couches suivantes de la couronne répètera successivement la
20 disposition des segments dans les couches 29, 31, 33, 27, etc.,
respectivement. Dans ce cas, on utilisera pour l'empilage de
la couronne des segments de trois types : les segments 4
(figure 2), les segments 5 (figure 3) et les segments 6
(figure 4), c'est-à-dire que le nombre de types de segments
25 s'accroît de deux en comparaison d'une couronne feuilletée dans
laquelle les encoches sont uniformément réparties et pour
l'empilage de laquelle il suffit de n'avoir que les segments 4
(figure 2). Si la disposition des segments dans la couche
extrême de la couronne correspond à leur disposition dans la
30 couche 28 (figures 7 et 8), la disposition des segments dans
les couches suivantes répètera successivement la disposition
des segments dans les couches 30, 32, 34, 30, etc., respective-
ment. Dans ce cas, on utilise pour l'empilage de la couronne
des segments de deux types : les segments 7 (figure 5) et les
35 segments 8 (figure 6), c'est-à-dire que le nombre de types
de segments s'accroît de un en comparaison de la couronne
feuilletée dans laquelle les encoches sont réparties
uniformément.

Il est facile de démontrer que lorsqu'on utilise des

segments plus courts pour l'empilage du rotor, le nombre de types supplémentaires de segments tend à diminuer. Ainsi, en cas d'utilisation de segments dont la longueur constitue environ trois pas polaires, on aura besoin de deux segments supplémentaires (quatre au lieu de deux) pour le décalage des jonctions entre les segments des couches adjacentes de la moitié du pas polaire et d'un segment supplémentaire (deux au lieu d'un), pour le décalage des jonctions entre les segments des couches adjacentes d'un pas polaire.

La suppression des harmoniques dentés peut être également obtenue dans le cas où la distance entre les pôles voisins des différents groupes est inférieure à celle entre les pôles voisins dans les limites d'un même groupe. Ici encore, la présente invention permet de supprimer les harmoniques dentés en utilisant des pôles identiques montés sur le rotor à couronne feuilletée.

Le montage des segments dans les couches de la couronne de rotor dans ce dernier cas est illustré sur la figure 9, qui montre une partie de la surface extérieure de neuf couches successives 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, et 44 de la couronne, conventionnellement développée dans le plan du dessin, et sur la figure 10 représentant une vue de face d'une partie de la couronne, qui correspond à la partie de la surface extérieure des couches de la couronne montrée sur la figure 9, les segments de chacune des couches 36 à 44 de la couronne étant conventionnellement déplacés radialement d'une manière analogue au cas des segments montrés sur la figure 8.

La disposition des encoches suivant la circonférence de la couronne coïncide, ici encore, avec la disposition des pôles. La figure 9 représente la disposition des encoches 45_{34} à 45_{40} et 45_1 à 45_7 destinées à recevoir des pôles (non représentés). Les encoches 45_{34} à 45_{40} se rapportent à un même groupe et sont disposées l'une par rapport à l'autre à des distances uniformes égales à τ_3 . Les encoches 45_1 à 45_7 appartiennent à un autre groupe et se trouvent à une même distance l'une de l'autre, égale à τ_3 . L'intervalle entre les encoches voisines 45_{40} et 45_1 des différents groupes est égal à τ_4 , qui est inférieur à τ_3 . La disposition des encoches 45_{34} à 45_{40} et 45_1 à 45_7 est montrée sur la figure 10 par les traits mixtes.

Tout comme dans le cas précédent, la couronne est empilée à partir de segments dont la longueur est à peu près égale à quatre pas polaires, le décalage des jonctions entre les segments des couches adjacentes étant égal à la moitié du pas polaire dans les limites d'un même groupe, c'est-à-dire à $\frac{\tau_3}{2}$.

La disposition des segments dans les couches 36 à 44 (figures 9 et 10) par rapport aux encoches de la couronne du rotor est analogue à celle des segments dans les couches 27 à 35 (figures 7 et 8). Les segments eux-mêmes sont aussi réalisés d'une manière analogue aux segments 4, 5, 6, 7 et 8 montés dans les couches 27 à 35, mais diffèrent par les intervalles entre les entailles, qui correspondent ici aux valeurs de τ_3 et τ_4 . Ainsi, au lieu des segments 4 (figure 8), 5, 6, 7 et 8 disposés dans les couches 27 à 35, on dispose dans les couches 36 à 44 (figure 10) les segments 46, 47, 48, 49 et 50, respectivement. Ces derniers ont le même nombre d'entailles que les segments correspondants 4 à 8 (figure 8) et sont montés d'une manière analogue à ceux-ci, c'est-à-dire de façon que les entailles des segments 46 à 50 (figure 10) soient dans la même position par rapport aux encoches de la couronne du rotor que les entailles correspondantes des segments 4 à 8 (figure 8) que l'on a remplacés. L'intervalle entre celles des entailles voisines des segments 46 à 50 (figure 10) qui correspondent aux entailles voisines des segments 4 à 8 (figure 8) situées à une distance τ_1 , est alors égal à τ_3 , tandis que l'intervalle entre les entailles voisines des segments 46 à 50 (figure 10) qui correspondent aux entailles des segments 4 à 8 (figure 8) espacées d'un intervalle τ_2 , est égal à τ_4 . Les distances entre les bords des segments et leurs entailles extérieures dans les segments 46 (figure 10) et 47 doivent être un peu inférieures à $\frac{\tau_4}{2}$, et dans le segment 49, un peu inférieures à τ_4 , sinon les bords des segments 46 de la couche 40 se recouvriraient sur la jonction se trouvant entre les emplacements des encoches 45_{40} et 45_1 des différents groupes, et les jeux qui se situent entre les segments 49 des couches 39 et 41, aux jonctions se trouvant aux emplacements des encoches, respectivement, 45_{40} et 45_1 des différents groupes, seraient trop faibles. Les distances entre les bords des segments 48 et 49 et leurs entailles extérieures peuvent être supérieures à

celles qui ont lieu pour les segments 46, 47 et 50, mais inférieures à $\frac{\tau_3}{2}$ et τ_3 , respectivement. En conséquence, quand l'intervalle entre les axes magnétiques des pôles voisins des différents groupes est inférieur à celui entre les axes magnétiques des pôles voisins dans les limites d'un même groupe, on constate, contrairement au cas précédent, que ce sont les jeux à toutes les autres jonctions entre les segments qui sont accrus et non pas ceux qui se situent aux jonctions entre les segments coïncidant avec les emplacements des encoches voisines des différents groupes, ou se trouvent entre ces emplacements.

Le nombre de types de segments nécessaires à l'empilage de la couronne dans le cas où les intervalles entre les axes magnétiques des pôles voisins des différents groupes est inférieur à celui entre les axes magnétiques des pôles voisins d'un même groupe, est déterminé comme dans le cas où l'intervalle entre les axes magnétiques des pôles voisins des différents groupes est supérieur à celui entre les axes magnétiques des pôles voisins dans les limites d'un même groupe, étant donné que la disposition des segments par rapport aux encoches est la même pour les deux cas.

L'empilage de la couronne de rotor de conception proposée se fait d'une manière analogue à l'empilage des couronnes de rotor de types connus et ne diffère que par le schéma de disposition des segments dans les couches de la couronne, conformément auquel on monte les segments. Ci-dessous est décrit d'une manière succincte l'un des procédés d'empilage possibles.

Au cours de l'empilage de la couronne de rotor, dont l'arbre est ordinairement en position verticale, on opère successivement la mise en place des segments de chaque couche en commençant par la couche inférieure. Les segments de la couche inférieure prennent appui sur des bourrelets spéciaux prévus suivant la circonférence de l'ossature du rotor, et sur des supports provisoires placés eux aussi autour de l'ossature et que l'on enlève une fois l'empilage terminé. Les segments sont posés en conformité avec le schéma de leur arrangement, qui prévoit la mise en place de types supplémentaires de segments dans les couches de la couronne où il n'y a pas de jonctions entre les segments dans la zone entre les emplacements des

5 encoches destinées à recevoir les pôles voisins des différents groupes, comme dans les cas décrits en détail plus haut. La pose des segments dans les positions voulues est obtenue en faisant coïncider les entailles pratiquées le long des
10 bords intérieurs des segments, c'est-à-dire des bords orientés vers l'arbre du rotor et opposés aux bords pourvus d'entailles destinées à recevoir les pôles avec les encoches longitudinales réalisées suivant la circonférence de l'ossature du rotor. Ladite coïncidence des encoches et des entailles est obtenue
15 à l'aide de cales qui sont introduites dans les encoches de l'ossature et dont les parties faisant saillie en dehors des encoches s'engagent dans les entailles pratiquées sur les bords intérieurs des segments. La fixation précise de la position des segments des différentes couches l'un par rapport à l'autre est obtenue au moyen de tiges rondes calibrées qu'on fait passer
20 à travers une partie des trous ménagés dans le corps des segments. Ensuite on procède au mandrinage des autres trous des segments et au serrage de la couronne à l'aide de goujons placés dans ces trous. Ceci fait, on enlève les cales des encoches de l'ossature et l'on procède au mandrinage des encoches de la couronne formées par les entailles des deux bords des segments. La fixation définitive de la couronne sur l'ossature du rotor se fait par l'introduction à force dans les encoches coïncidentes de l'ossature et de la couronne de paires
25 de cales constituées de cales orientées l'une vers l'autre.

Ainsi, la présente invention assure la suppression des harmoniques dentés de la courbe caractéristique de la force électromotrice d'une machine synchrone à pôles saillants à rotor ayant une couronne empilée à partir de segments, au prix
30 d'une légère complication de la fabrication des parties du rotor, de son assemblage et réparation. Ainsi, dans le cas d'une machine électrique dans laquelle, pour la suppression des harmoniques dentés, les pôles du rotor forment des groupes à 20 pôles et le rotor est pourvu d'une couronne feuilletée
35 dans laquelle les encoches voisines sont uniformément espacées l'une de l'autre, on aurait besoin pour la fabrication du rotor de dix divers types de pôles, de onze types différents de couplages interpolaires ainsi que d'un ou deux types de segments pour l'empilage du rotor (si le décalage entre les

segments des couches adjacentes constitue un pas polaire ou la
moitié de celui-ci, respectivement). Par contre, en utilisant
un rotor exécuté selon l'invention, il suffit dans ce cas, pour
sa réalisation, d'avoir un seul type de pôle, deux types de
5 couplages interpolaires, et lorsqu'on utilise pour l'empilage
de la couronne des segments dont la longueur constitue environ
quatre pas polaires, cinq types de segments si le décalage des
jonctions entre les segments des couches voisines constitue
la moitié du pas polaire, et trois ou même deux types de segments
10 si le décalage des jonctions entre les segments des couches
adjacentes est égal à un pas polaire. Ainsi, on parvient à
réduire notablement le nombre de matrices nécessaires pour
la fabrication des parties du rotor et à faciliter l'assemblage
de ce dernier et, surtout, sa réparation, qui ne dépend pas
15 du nombre de types de segments utilisés pour l'empilage de la
couronne, car cette dernière ne nécessite aucun démontage au
cours de la réparation.

Bien entendu, l'invention n'est nullement limitée au
mode de réalisation décrit et représenté qui n'a été donné
20 qu'à titre d'exemple. En particulier, elle comprend tous
les moyens constituant des équivalents techniques des moyens
décrits ainsi que leurs combinaisons, si celles-ci sont
exécutées suivant son esprit et mises en oeuvre dans le cadre
de la revendication qui suit.

REVENDEICATION

5 Rotor de machine synchrone à pôles saillants, du type
comportant une couronne feuilletée composée de couches
annulaires constituées de segments pourvus d'entailles et montés
de façon que les jonctions entre les segments de chacune des
couches soient décalées par rapport aux jonctions entre les
segments de la couche adjacente de sorte que les entailles des
segments des couches mutuellement adjacentes soient situées
10 mutuellement en regard, en formant ainsi, suivant la
circonférence de la couronne, des encoches recevant des pôles
identiques, caractérisé en ce que que les encoches de la couronne
du rotor sont disposées de manière à former plusieurs groupes
répartis successivement suivant la circonférence de la couronne
15 et comportant un même nombre d'encoches qui, dans les limites
d'un même groupe, sont situées à des distances identiques l'une
de l'autre, égales aux distances entre les encoches des autres
groupes, mais qui diffèrent des distances identiques entre
les encoches voisines des différents groupes, et que, pour
20 supprimer les harmoniques dentés de la courbe caractéristique
de la force électromotrice de la machine, une partie des
segments est réalisée de sorte que, dans chacun d'eux, les
entailles mutuellement voisines soient disposées, l'une par
rapport à l'autre, à une distance égale à la distance entre les
25 encoches mutuellement voisines dans les limites du même groupe,
et est montée de manière que les entailles de chacun d'eux
se trouvent aux emplacements des encoches du même groupe, tandis
que les autres segments sont réalisés de façon que, dans
chacun d'eux, deux entailles mutuellement voisines soient
30 situées, l'une par rapport à l'autre, à une distance égale à la
distance entre les encoches mutuellement voisines des
différents groupes, et que les autres entailles mutuellement
voisines soient situées, l'une par rapport à l'autre, à une
distance égale à la distance entre les encoches voisines dans
35 les limites d'un même groupe, et sont montés dans celles des
couches de la couronne dans lesquelles il n'y a pas de jonctions
entre les segments dans les zones entre les emplacements des
encoches mutuellement voisines des différents groupes, de
sorte que leurs entailles disposées à une distance égale à la

distance entre les encoches mutuellement voisines des
différents groupes se trouvent aux emplacements des encoches
mutuellement voisines des différents groupes.

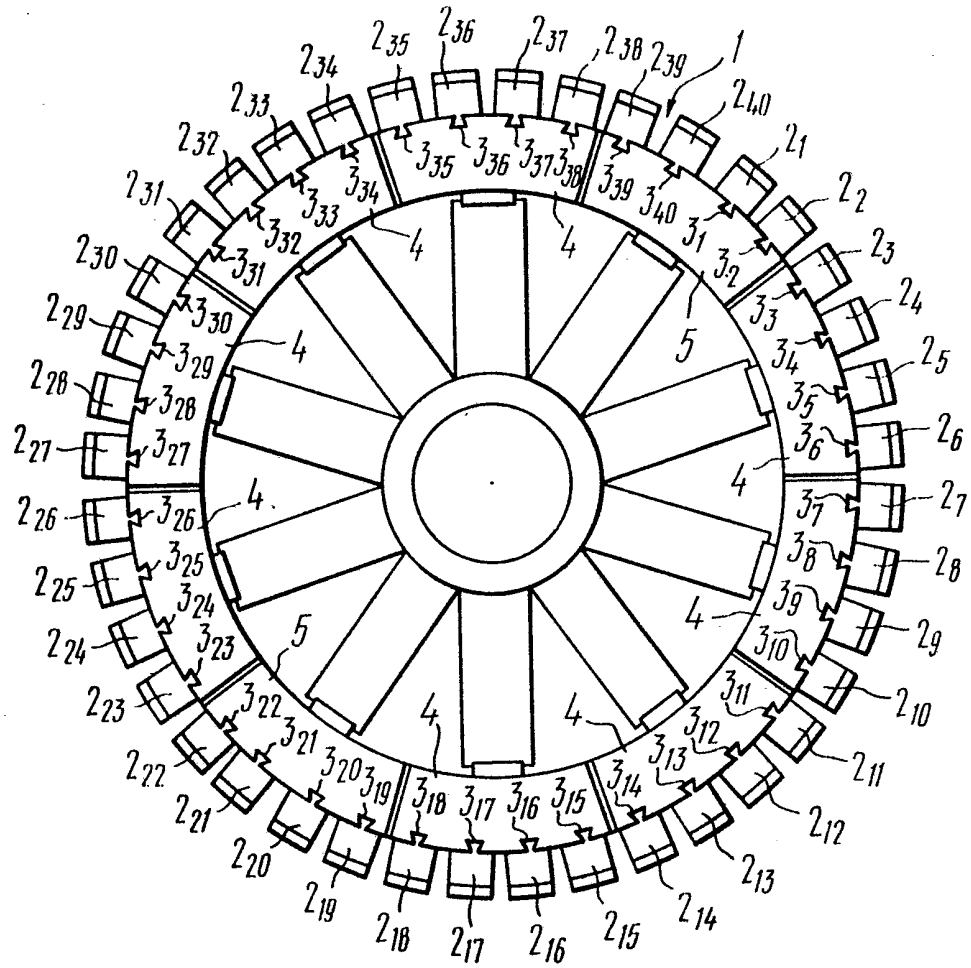


FIG. 1

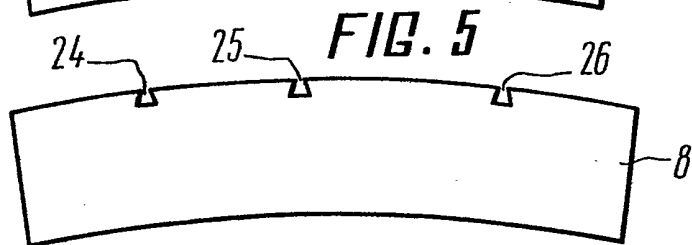
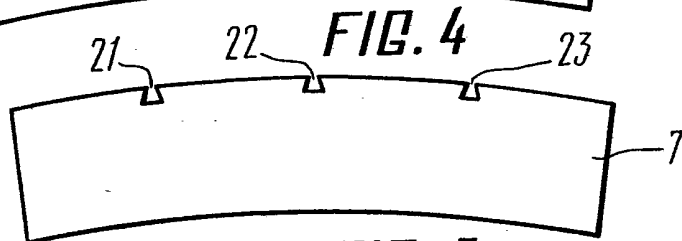
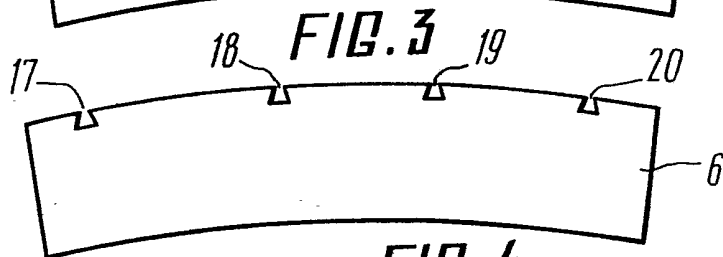
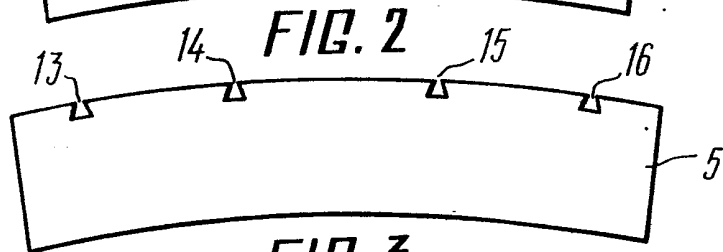
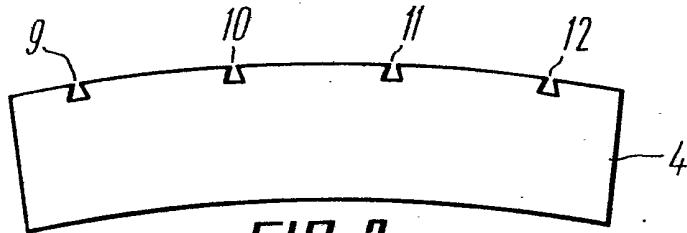


FIG. 6

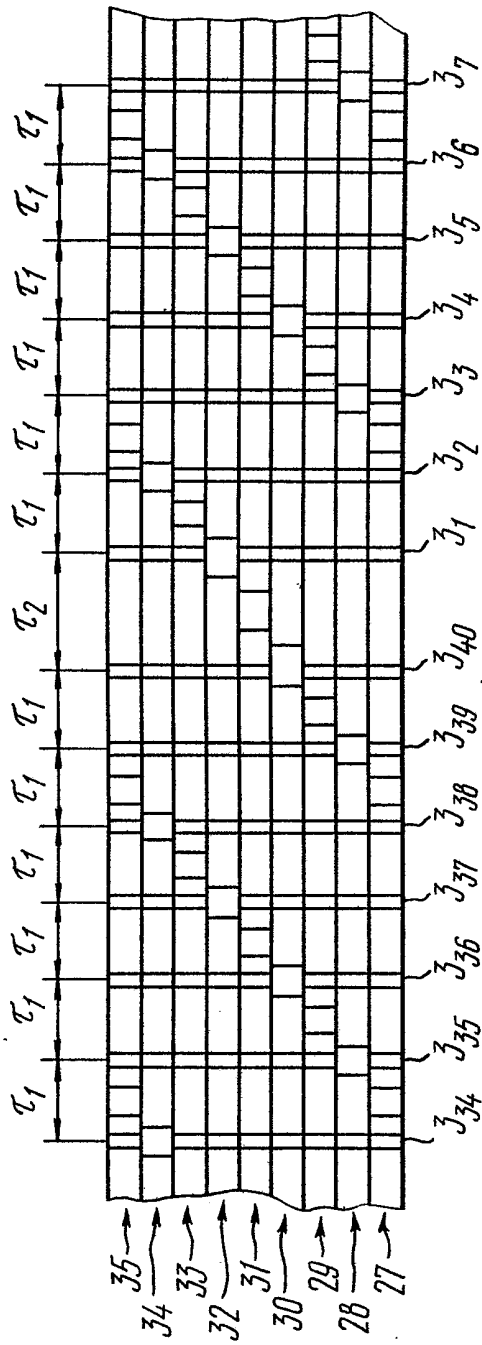


FIG. 7

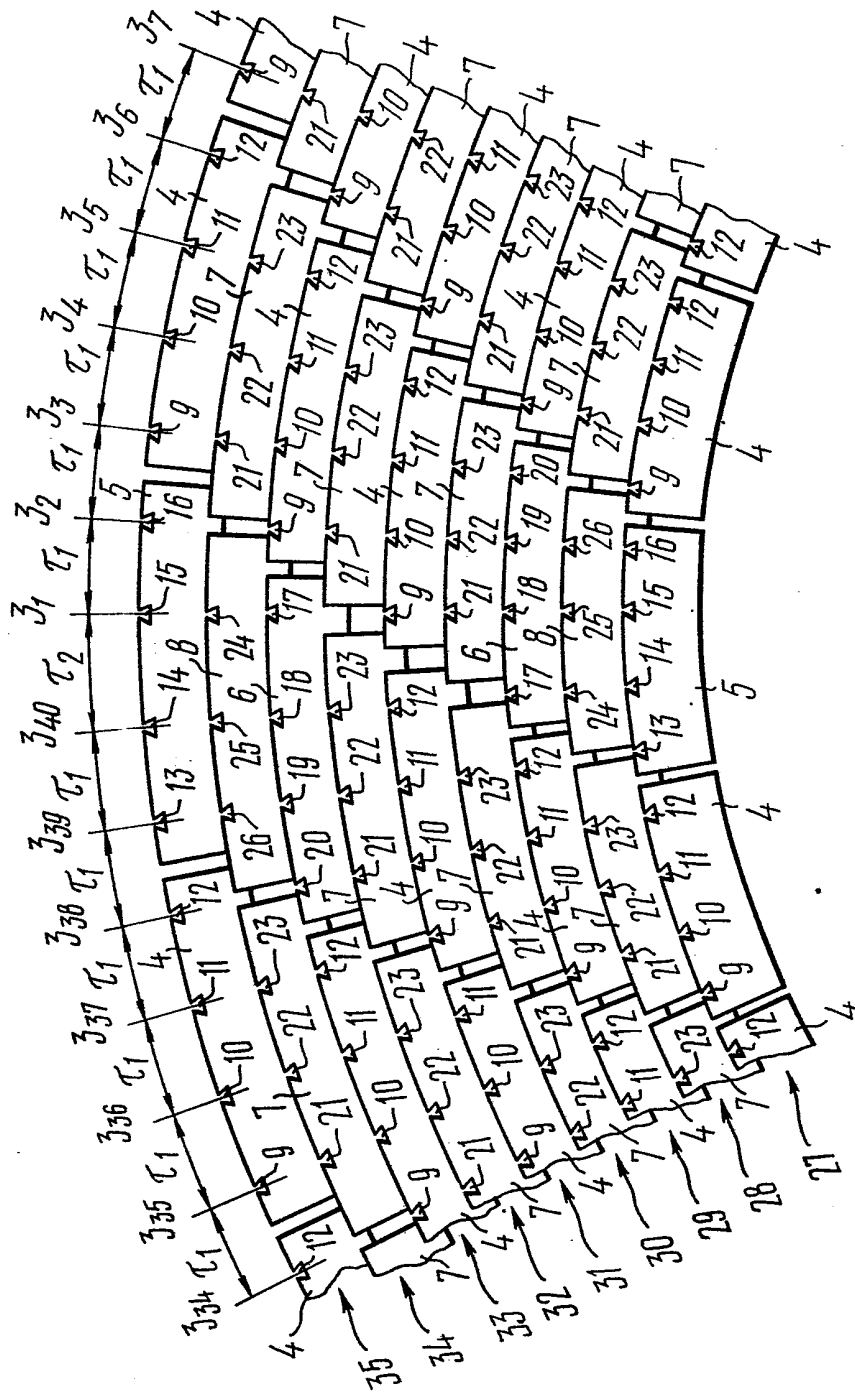


FIG. 8

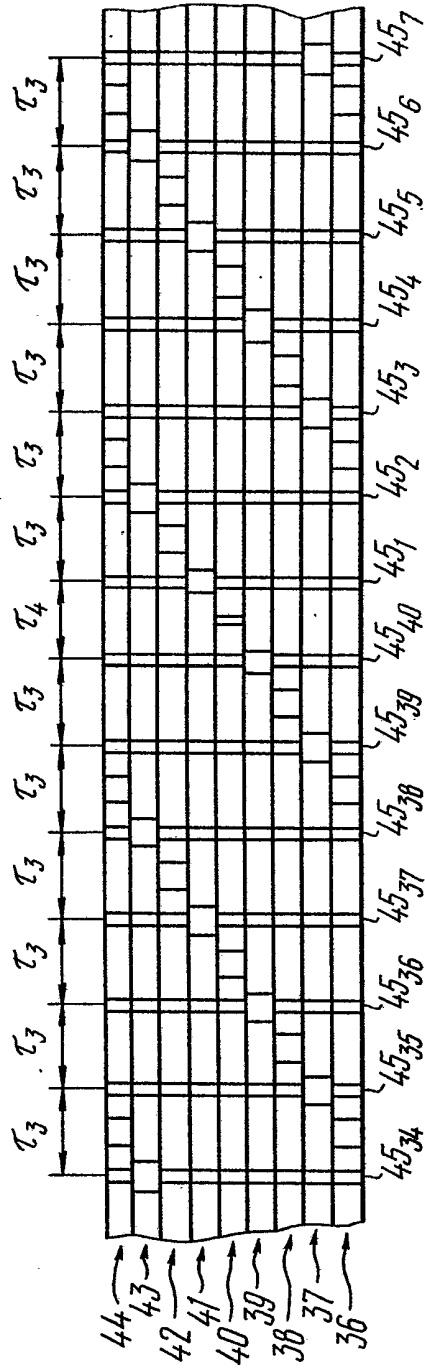


FIG. 9

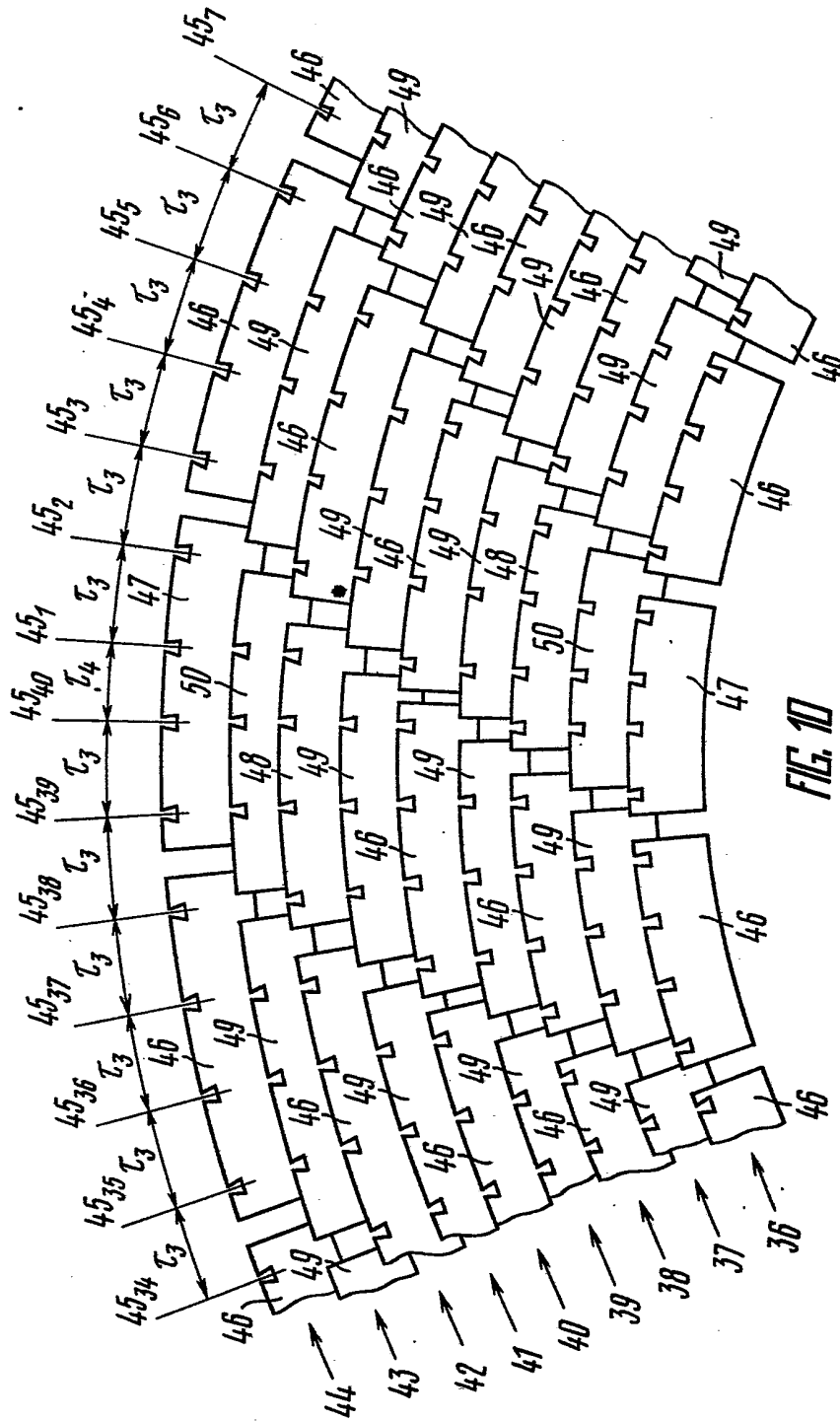


FIG. 10