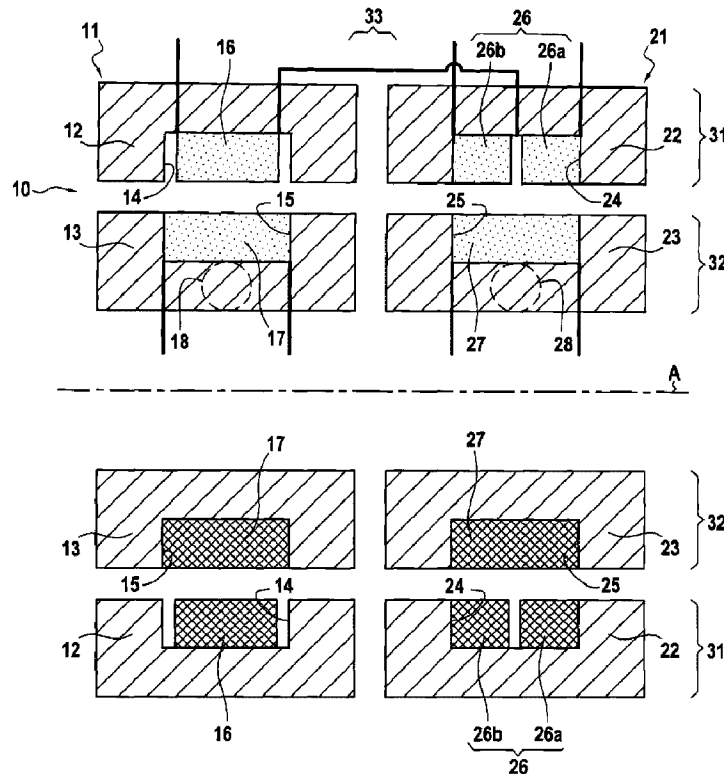




(86) Date de dépôt PCT/PCT Filing Date: 2013/08/14
(87) Date publication PCT/PCT Publication Date: 2014/02/27
(45) Date de délivrance/Issue Date: 2020/01/28
(85) Entrée phase nationale/National Entry: 2015/02/16
(86) N° demande PCT/PCT Application No.: FR 2013/051943
(87) N° publication PCT/PCT Publication No.: 2014/029941
(30) Priorité/Priority: 2012/08/23 (FR1257948)

(51) Cl.Int./Int.Cl. *H01F 38/18* (2006.01),
H01F 30/14 (2006.01)
(72) Inventeur/Inventor:
DUVAL, CEDRIC, FR
(73) Propriétaire/Owner:
LABINAL POWER SYSTEMS, FR
(74) Agent: LAVERY, DE BILLY, LLP

(54) Titre : TRANSFORMATEUR TOURNANT TRIPHASE-DIPHASE A CONNEXION SCOTT
(54) Title: THREE-PHASE/TWO-PHASE ROTARY TRANSFORMER INCLUDING A SCOTT CONNECTION



(57) Abrégé/Abstract:

Transformateur (10) tournant triphasé-diphasé caractérisé en ce qu'il comprend un premier transformateur (11) tournant monophasé et un deuxième transformateur (21) tournant monophasé, ledit premier transformateur (11) comprenant un premier

(57) Abrégé(suite)/Abstract(continued):

corps (12) délimitant une première encoche (14), une première bobine (16) dans la première encoche (14), un deuxième corps (13) délimitant une deuxième encoche (15), et une deuxième bobine (17) dans la deuxième encoche (15), ledit deuxième transformateur (21) comprenant un troisième corps (22) délimitant une troisième encoche (24), une troisième bobine (26) dans la troisième encoche (24), un quatrième corps (23) délimitant une quatrième encoche (25), et une quatrième bobine (27) dans la quatrième encoche (25), dans lequel un terminal de la première bobine (16) est relié au point milieu de la troisième bobine (26), ledit premier corps (12), ladite première bobine (16), ledit troisième corps (22) et ladite troisième bobine (26) formant une partie triphasée (31) du transformateur (10), ledit deuxième corps (13), ladite deuxième bobine (17), ledit quatrième corps (23) et ladite quatrième bobine (27) formant une partie diphasée (32) du transformateur (10), ladite partie triphasée (31) et ladite partie diphasée (32) étant mobiles en rotation autour de l'axe A, l'une par rapport à l'autre.

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
27 février 2014 (27.02.2014)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2014/029941 A1

- (51) Classification internationale des brevets :
H01F 38/18 (2006.01) H01F 30/14 (2006.01)
- (21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2013/051943
- (22) Date de dépôt international :
14 août 2013 (14.08.2013)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :
1257948 23 août 2012 (23.08.2012) FR
- (71) Déposant : HISPANO-SUIZA [FR/FR]; 18, Boulevard
Louis Seguin, F-92700 Colombes (FR).
- (72) Inventeur : DUVAL, Cédric; 48, rue de Courbuisson, F-
77920 Samois Sur Seine (FR).
- (74) Mandataires : DAVID, Alain et al.; Cabinet Beau de Lo-
menie, 158 Rue de l'Université, F-75340 PARIS Cedex 07
(FR).
- (81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre
de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM,
AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,

BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR,
KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME,
MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,
OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA,
SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM,
ZW.

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre
de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH,
GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ,
UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ,
TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,
EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV,
MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM,
TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW,
KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

- avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))
- avant l'expiration du délai prévu pour la modification des
revendications, sera republiée si des modifications sont re-
çues (règle 48.2.h))

(54) Title : THREE-PHASE/TWO-PHASE ROTARY TRANSFORMER INCLUDING A SCOTT CONNECTION

(54) Titre : TRANSFORMATEUR TOURNANT TRIPHASE-DIPHASE A CONNEXION SCOTT

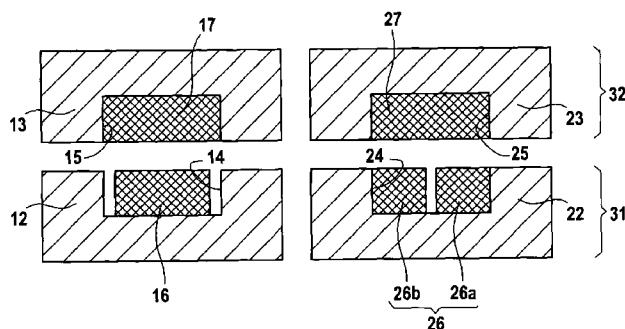


FIG.2

(57) Abstract : The invention relates to a three-phase/two-phase rotary transformer (10) characterised in that it comprises a first single-phase rotary transformer (11) and a second single-phase rotary transformer (21). The first transformer (11) comprises a first body (12) defining a first slot (14), a first coil (16) in the first slot (14), a second body (13) defining a second slot (15) and a second coil (17) in the second slot (15). The second transformer (21) comprises a third body (22) defining a third slot (24), a third coil (26) in the third slot (24), a fourth body (23) defining a fourth slot (25), and a fourth coil (27) in the fourth slot (25). A terminal of the first coil (16) is connected to the mid-point of the second coil (26). The first body (12), the first coil (16), the third body (22) and the third coil (26) form a three-phase part (31) of the transformer (10), while the second body (13), the second coil (17), the fourth body (23) and the fourth coil (27) form a two-phase part (32) of the transformer (10), said three-phase part (31) and said two-phase part (32) being mobile in rotation about axis A in relation to one another.

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]

WO 2014/029941 A1

Transformateur (10) tournant triphasé-diphasé caractérisé en ce qu'il comprend un premier transformateur (11) tournant monophasé et un deuxième transformateur (21) tournant monophasé, ledit premier transformateur (11) comprenant un premier corps (12) délimitant une première encoche (14), une première bobine (16) dans la première encoche (14), un deuxième corps (13) délimitant une deuxième encoche (15), et une deuxième bobine (17) dans la deuxième encoche (15), ledit deuxième transformateur (21) comprenant un troisième corps (22) délimitant une troisième encoche (24), une troisième bobine (26) dans la troisième encoche (24), un quatrième corps (23) délimitant une quatrième encoche (25), et une quatrième bobine (27) dans la quatrième encoche (25), dans lequel un terminal de la première bobine (16) est relié au point milieu de la troisième bobine (26), ledit premier corps (12), ladite première bobine (16), ledit troisième corps (22) et ladite troisième bobine (26) formant une partie triphasée (31) du transformateur (10), ledit deuxième corps (13), ladite deuxième bobine (17), ledit quatrième corps (23) et ladite quatrième bobine (27) formant une partie diphasée (32) du transformateur (10), ladite partie triphasée (31) et ladite partie diphasée (32) étant mobiles en rotation autour de l'axe A, l'une par rapport à l'autre.

TRANSFORMATEUR TOURNANT TRIPHASE-DIPHASE A CONNEXION SCOTT

Arrière-plan de l'invention

5 La présente invention se rapporte au domaine général des transformateurs. En particulier, l'invention concerne un transformateur triphasé-diphasé.

Dans certaines situations, il peut s'avérer nécessaire de transférer de façon équilibrée de l'énergie ou des signaux d'une source triphasée vers une source diphasée. Il existe des transformateurs fixes triphasés-diphasés, notamment l'un connu sous le nom de montage Scott et l'autre connu sous le nom de montage Leblanc.

10 La **figure 1** représente schématiquement le montage Scott. On utilise deux transformateurs monophasés 1 et 2. Le transformateur 1 comprend un primaire 3 de n_1 spires et un secondaire 6 de n_2 spires. Le transformateur 2 comprend un primaire 4 de n'_1 spires et un secondaire 7 de n_2 spires.

Sur la figure 1, on note :

- A, B et C, les point de connexion au réseau triphasé.
- 20 - I_a , I_b et I_c : Les courants triphasés entrant aux points A, B et C.
- V_1 , I_1 , V_2 , I_2 : Les tensions et courants diphasés.

Le transformateur 1 a son primaire 3 de n_1 spires monté entre les bornes A et B du réseau triphasé. Le transformateur 2 a son primaire 4 de n'_1 spires monté entre la borne C du réseau triphasé et le point milieu 5 du primaire 3 du transformateur 1.

Les tensions primaires sont en quadratures, il en est de même pour les tensions secondaires V_1 et V_2 .

Pour un rapport $n'_1 = (\sqrt{3} / 2) n_1$, les tensions secondaires V_1 et V_2 sont de même valeur et sont en quadrature. Le rapport des courants est donné par :

$$\frac{I_c}{I_2} = \frac{2}{\sqrt{3}} \frac{n_2}{n_1}$$

Lorsqu'on souhaite transférer de façon équilibrée de l'énergie ou des signaux d'une source triphasée vers une source diphasée dans des repères tournants l'un par rapport à l'autre, une solution consiste à utiliser un transformateur fixe triphasé-diphasé et deux transformateurs tournants

monophasés. Une autre solution consiste à utiliser trois transformateurs tournants monophasés avec une connexion Leblanc.

Ces deux solutions nécessitent toutefois une masse et un volume importants. De plus, dans le premier cas, on rencontre des problèmes d'appel de courant lors de la mise sous tension et d'aimantation résiduelle.

Il existe donc un besoin pour une solution améliorée permettant de transférer de façon équilibrée de l'énergie d'une source triphasée vers une source diphasée dans des repères tournants l'un par rapport à l'autre.

Objet et résumé de l'invention

L'invention propose un transformateur tournant triphasé-diphasé caractérisé en ce qu'il comprend un premier transformateur tournant monophasé et un deuxième transformateur tournant monophasé, le premier transformateur comprenant un premier corps en matériau ferromagnétique délimitant une première encoche annulaire d'axe A, une première bobine torique d'axe A de n_1' spires dans la première encoche, un deuxième corps en matériau ferromagnétique délimitant une deuxième encoche annulaire d'axe A ouverte vers la première encoche, et une deuxième bobine torique d'axe A de n_2 spires dans la deuxième encoche, le deuxième transformateur comprenant un troisième corps en matériau ferromagnétique délimitant une troisième encoche annulaire d'axe A, une troisième bobine torique d'axe A de n_1 spires dans la troisième encoche, un quatrième corps en matériau ferromagnétique délimitant une quatrième encoche annulaire d'axe A ouverte vers la troisième encoche, et une quatrième bobine torique d'axe A de n_2 spires dans la quatrième encoche, dans lequel un terminal de la première bobine est relié au point milieu de la troisième bobine, le premier corps, ladite première bobine, le troisième corps et la troisième bobine étant fixe les uns par rapport aux autres et formant une partie triphasée du transformateur, le deuxième corps, ladite deuxième bobine, ledit quatrième corps et la quatrième bobine étant fixe les uns par rapport aux autres et formant une partie diphasée du transformateur,

la partie triphasée et la partie diphasée étant mobiles en rotation autour de l'axe A, l'une par rapport à l'autre.

Comme le même transformateur formé de deux transformateurs tournants monophasés réalise d'une part la transformation triphasé-diphasé et d'autre part la transmission entre deux repères tournants l'un par rapport à l'autre, ces deux fonctions sont réalisées avec un volume et une masse limités. De plus, on a constaté que cette connexion permettait d'obtenir un transfert équilibré.

Selon un mode de réalisation, $n_1' = (\sqrt{3} / 2) n_1$.

Le rapport entre la section du matériau conducteur électrique de la première bobine et la section du matériau conducteur électrique de la troisième bobine peut être égal à $\sqrt{3}$. Ainsi, on peut compenser le nombre de tours différent entre les deux bobines. Cela permet un équilibrage des résistances. En cas d'éloignement différent des bobines par rapport à l'axe de rotation, ce rapport doit être réévalué en conséquence.

Selon un mode de réalisation, la deuxième bobine comprend une première demi-bobine et une deuxième demi-bobine séparées par le point milieu, les sens de bobinages des demi-bobines correspondant, pour des courants entrant par les terminaux de la deuxième bobine, à des potentiels magnétiques de sens opposés.

La partie diphasée comprend en outre au moins un ensemble de bobines triphasées. Cela permet de réaliser un transformateur à plusieurs secondaires qui peut alimenter de façon équilibrée un nombre de charges quelconque supérieur à un.

La partie triphasée peut entourer la partie diphasée par rapport à l'axe A ou inversement. Cela correspond à une réalisation appelée « en U ».

La partie triphasée et la partie diphasée peuvent être situées l'une à côté de l'autre dans la direction de l'axe A. Cela correspond à une réalisation appelée « en E » ou « en Pot ».

Brève description des dessins

D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention ressortiront de la description faite ci-dessous, en référence aux dessins annexés qui en illustrent des exemples de réalisation dépourvus de tout caractère limitatif. Sur les figures :

- la figure 1 est un schéma électrique d'un transformateur triphasé-diphasé fixe à connexion Scott, selon l'art antérieur,
- la figure 2 est une vue en coupe d'un transformateur tournant triphasé-diphasé, selon un premier mode de réalisation de l'invention,
- 5 - les figures 3A et 3B sont des schémas électriques représentant plusieurs variantes de connexion des bobines du transformateur de la figure 2,
- la figure 4 est une vue en coupe d'un transformateur tournant triphasé-diphasé, selon un deuxième mode de réalisation de l'invention,
- 10 - la figure 5 est une vue en coupe d'une variante du transformateur de la figure 2, présentant plusieurs secondaires, et
- la figure 6 est une vue en coupe d'une variante du transformateur de la figure 4, présentant plusieurs secondaires.

15 Description détaillée de modes de réalisation

La **figure 2** est une vue en coupe d'un transformateur 10 selon un premier mode de réalisation de l'invention. Le transformateur 10 est un transformateur tournant triphasé-diphasé.

Le transformateur 10 comprend deux transformateurs tournants
20 monophasés, à savoir un transformateur 11 et un transformateur 21.

Le transformateur 11 comprend :

- un corps 12 en matériau ferromagnétique, en forme d'anneau d'axe A, dans lequel est ménagé une encoche 14 ouverte vers l'axe A,
- une bobine 16 torique d'axe A de n'_1 spires, dans l'encoche 14,
- 25 - un corps 13 en matériau ferromagnétique, en forme d'anneau d'axe A, entouré par le corps 12 par rapport à l'axe A, et dans lequel est ménagé une encoche 15 ouverte vers l'encoche 14, et
- une bobine 17 torique d'axe A de n_2 spires, dans l'encoche 15.

Les corps 12 et 13 sont mobiles en rotation l'un par rapport à
30 l'autre, autour de l'axe A.

De manière correspondante, le transformateur 21 comprend :

- un corps 22 en matériau ferromagnétique, en forme d'anneau d'axe A, dans lequel est ménagé une encoche 24 ouverte vers l'axe A,
- une bobine 26 torique d'axe A de n_1 spires, dans l'encoche 24,

- un corps 23 en matériau ferromagnétique, en forme d'anneau d'axe A, entouré par le corps 22 par rapport à l'axe A, et dans lequel est ménagé une encoche 25 ouverte vers l'encoche 24, et
- une bobine 27 torique d'axe A de n_2 spires, dans l'encoche 25.

5 Le terme « torique » n'est pas utilisé dans le sens limitatif faisant référence à un solide engendré par la rotation d'un cercle autour d'un axe. Au contraire, comme dans les exemples représenté, la section d'une bobine torique peut être rectangulaire, notamment.

La bobine 26 est composée de deux demi-bobines 26a et 26b
10 présentant chacune $n_1/2$ spires. Les corps 22 et 23 sont mobiles en rotation l'un par rapport à l'autre, autour de l'axe A.

Dans le transformateur 10, les corps 12 et 22 ainsi que les bobines 16 et 26 sont fixes les uns par rapport aux autres. Les bobines 16 et 26 peuvent être reliées à une source triphasée. Les corps 12 et 22 ainsi
15 que les bobines 16 et 26 font donc partie d'une partie triphasée 31 du transformateur 10. De même, les corps 13 et 23 ainsi que les bobines 17 et 27 sont fixes les uns par rapport aux autres. Les bobines 17 et 27 peuvent être reliées à une source diphasée. Les corps 13 et 23 ainsi que les bobines 17 et 27 font donc partie d'une partie diphasée 32 du
20 transformateur 10.

La partie triphasée 31 et la partie diphasée 32 sont mobiles en rotation autour de l'axe A, l'une par rapport à l'autre. Par exemple, la partie triphasée 31 est un stator et la partie diphasée 32 est un rotor, ou inversement. En variante, la partie triphasée 31 et la partie diphasée 32
25 sont toutes les deux mobiles en rotation par rapport à un repère fixe non représenté.

Par ailleurs, le circuit magnétique du transformateur 11, formé par les corps 12 et 13, est séparé du circuit magnétique du transformateur 21, formé par les corps 22 et 23, par un espace 33. Autrement dit, les
30 transformateurs 11 et 12 sont ségrégués magnétiquement.

La figure 2 représente également le noyau magnétique 18 du transformateur 11 et le noyau magnétique 28 du transformateur 21. Par « noyau magnétique », on entend une partie du circuit magnétique dans laquelle le flux de même sens créé par une bobine est le plus important.

35 La **figure 3A** est un schéma électrique qui représente la connexion des bobines 16 et 26.

Sur la figure 3, on note :

- Ap, Bp et Cp : les terminaux des bobines 16, 26b et 26a, respectivement, reliés au réseau triphasé,
- Oap, Obp, Ocp : les terminaux des bobines 16, 26b et 26a, respectivement, opposé aux terminaux Ap, Bp et Cp,
- Iap, Ibp et Icp : les courants triphasés entrant aux terminaux Ap, Bp et Cp, respectivement,
- Pa : le potentiel magnétique dans le noyau magnétique 18, correspondant au courant Iap,
- Pb : le potentiel magnétique dans le noyau magnétique 28, correspondant au courant Ibp, et
- Pc : le potentiel magnétique dans le noyau magnétique 28, correspondant au courant Icp,

Comme représenté sur la figure 3A, le terminal Oap de la bobine 16 est relié aux terminaux Obp et Ocp des bobines 26b et 26c, qui constituent le point milieu de la bobine 26.

Par ailleurs, sur la figure 2, on a représenté le sens de bobinage des bobines 16, 26a et 26b par un point noir, avec la convention suivante :

- Si le point noir est sur la gauche et que le courant entre du côté du point noir, le potentiel magnétique correspondant va vers la droite,
- Si le point noir est sur la gauche et que le courant entre du côté opposé au point noir, le potentiel magnétique correspondant va vers la gauche,
- Si le point noir est sur la droite et que le courant entre du côté du point noir, le potentiel magnétique correspondant va vers la droite,
- Si le point noir est sur la droite et que le courant entre du côté opposé au point noir, le potentiel magnétique correspondant va vers la gauche.

On constate donc que, compte tenu du sens de bobinage des bobines 26a et 26b, les potentiels magnétiques Pb et Pc dans le noyau magnétique 28 sont de sens opposés. La **figure 3B** représente une variante des sens de bobinage, qui permet également d'obtenir des potentiels magnétiques Pb et Pc de sens opposés.

Ci-après, on note V_1 , I_1 , V_2 et I_2 les tensions et courants diphasés dans les bobines 17 et 27.

On constate que le transformateur 10 est un transformateur tournant triphasé-diphasé à connexion Scott. De manière similaire au transformateur 1 fixe triphasé-diphasé à connexion Scott de la figure 1, les tensions primaires sont en quadratures, il en est de même pour les tensions secondaires V_1 et V_2 .

Pour un rapport $n_1' = (\sqrt{3} / 2) n_1$, les tensions secondaires V_1 et V_2 sont de même valeur et sont en quadrature. Le rapport des courants est donné par :

$$\frac{I_{pc}}{I_2} = \frac{2}{\sqrt{3}} \frac{n_2}{n_1}$$

L'équilibrage des résistances s'effectue en choisissant les sections des matériaux conducteurs des bobines 16, 26a et 26b de manière appropriée : les sections des bobines 26a et 26b sont égales si leur éloignement moyen par rapport à l'axe de rotation est égal. La section de la bobine 16 est $\sqrt{3}$ fois celle des bobines 26a et 26b pour un éloignement moyen égal par rapport à l'axe de rotation. En effet, si l'on désire conserver l'équilibre des résistances au niveau des phases, celle qui est plus longue doit aussi avoir une section plus importante afin de compenser sa longueur plus importante. Le couplage magnétique effectué par le circuit magnétique du transformateur 21 tournant monophasé possédant deux phases permet d'avoir un coefficient de couplage $\sqrt{3}$ sur les flux créés par rapport à un transformateur monophasé par phase. Ce coefficient permet soit de réduire le nombre de tours de bobine par phase, soit de diminuer le courant magnétisant absorbé.

Le transformateur 10 présente plusieurs avantages. Il permet de transférer de l'énergie ou des signaux entre une source triphasée et une source diphasée dans des repères tournants l'un par rapport à l'autre, sans contact et de manière équilibrée. De plus, le volume et la masse du transformateur 10, correspondant aux volumes et aux masses des deux transformateurs 11 et 21 tournants monophasés, peut être réduit par rapport à la solution à trois transformateurs citée en introduction, dans laquelle la transformation triphasée-diphasée est réalisée par un premier transformateur fixe, puis le changement de repère est réalisé par deux transformateurs tournants monophasés. Enfin, il nécessite uniquement des bobines toriques d'axe A de structure particulièrement simple.

Sur la figure 2, les bobines 26a et 26b sont représentées l'une à côté de l'autre mais d'autres positions peuvent convenir. Par exemple, dans l'encoche 24, les bobines 26a et 26b peuvent être l'une à côté de l'autre dans la direction axiale, l'une autour de l'autre par rapport à l'axe A, ou mêlées l'une à l'autre.

Le transformateur 10 peut être considéré comme une variante « en U » dans laquelle la partie triphasée entoure la partie diphasée par rapport à l'axe A. En variante, la partie diphasée peut entourer la partie triphasée par rapport à l'axe A.

La figure 4 est une vue en coupe d'un transformateur 110 selon un deuxième mode de réalisation de l'invention. Le transformateur 110 est un transformateur tournant triphasé-diphasé, et peut être considéré comme une variante « en E » ou « en Pot » du transformateur 10 « en U ». Dans cette variante, la partie triphasée et la partie diphasée sont situées l'une à côté de l'autre dans la direction de l'axe A, et les encoches 14 et 15 sont ouvertes l'une vers l'autre dans la direction de l'axe A. Sur la figure 4, les mêmes références que sur la figure 2 sont utilisées pour désigner les éléments correspondants, sans risque de confusion, et une description détaillée n'est donc pas nécessaire.

De manière connue dans le domaine des transformateurs, un transformateur peut comprendre plusieurs secondaires. Ainsi, un transformateur conforme à l'invention peut comprendre, au primaire, une partie triphasée du type de la partie triphasée 31 du transformateur 10 ou 110 et, au secondaire, une partie secondaire diphasée du type de la partie diphasée 32 du transformateur 10 ainsi qu'au moins un ensemble de bobines triphasées ou diphasées supplémentaire.

Cela permet d'alimenter de manière équilibrée, à partir d'une source triphasée, un nombre quelconque de charges. Par exemple, pour alimenter 11 charges, on peut utiliser trois charges sur le secondaire triphasé et deux charges sur le secondaire diphasé ($11 = 3 \times 3 + 2$).

La figure 5 représente un exemple de transformateur 210 à plusieurs secondaires. Le transformateur 210 peut être considéré comme une variante du transformateur 10 comprenant en outre, au secondaire, un ensemble de bobines triphasées. Les éléments correspondants à des éléments du transformateur 10 sont désignés par les mêmes références, sans risque de confusion. Le transformateur 210 comprend un outre une

bobine 40 torique d'axe A de n'_3 spires, dans l'encoche 15, et une bobine 41 torique d'axe A de n_3 spires, dans l'encoche 25. La bobine 41 est composée de deux demi-bobines 41a et 41b de $n_3/2$ spires chacune. La connexion des bobines 40, 41a et 41b entre elles et à la source triphasée
5 secondaire se fait de manière correspondante à la connexion des bobines 16, 26a et 26b.

De manière correspondante, la figure 6 représente un autre exemple de transformateur 310 à plusieurs secondaires. Le transformateur 310 peut être considéré comme une variante du transformateur 110
10 comprenant en outre, au secondaire, un ensemble de bobines triphasées. Les éléments correspondants à des éléments du transformateur 110 sont désignés par les mêmes références, sans risque de confusion. Le transformateur 310 comprend en outre une bobine 50 torique d'axe A de n'_3 spires, dans l'encoche 15, et une bobine 51 torique d'axe A de n_3
15 spires, dans l'encoche 25. La bobine 51 est composée de deux demi-bobines 51a et 51b de $n_3/2$ spires chacune. La connexion des bobines 50, 51a et 51b entre elles et à la source triphasée secondaire se fait de manière correspondante à la connexion des bobines 16, 26a et 26b.

REVENDEICATIONS

1. Transformateur (10, 110, 210, 310) tournant triphasé-diphasé caractérisé en ce qu'il comprend un premier transformateur (11) tournant
5 monophasé et un deuxième transformateur (21) tournant monophasé, ledit premier transformateur (11) comprenant un premier corps (12) en matériau ferromagnétique délimitant une première encoche (14) annulaire d'axe A, une première bobine (16) torique d'axe A de n'_1 spires dans la première encoche (14), un deuxième corps (13) en matériau
10 ferromagnétique délimitant une deuxième encoche (15) annulaire d'axe A ouverte vers ladite première encoche (14), et une deuxième bobine (17) torique d'axe A de n_2 spires dans la deuxième encoche (15), ledit deuxième transformateur (21) comprenant un troisième corps (22) en matériau ferromagnétique délimitant une troisième encoche (24)
15 annulaire d'axe A, une troisième bobine (26) torique d'axe A de n_1 spires dans la troisième encoche (24), un quatrième corps (23) en matériau ferromagnétique délimitant une quatrième encoche (25) annulaire d'axe A ouverte vers ladite troisième encoche (24), et une quatrième bobine (27) torique d'axe A de n_2 spires dans la quatrième encoche (25),
20 dans lequel un terminal (Oap) de la première bobine (16) est relié au point milieu (Obp, Ocp) de la troisième bobine (26), ledit premier corps (12), ladite première bobine (16), ledit troisième corps (22) et ladite troisième bobine (26) étant fixe les uns par rapport aux autres et formant une partie triphasée (31) du transformateur (10),
25 ledit deuxième corps (13), ladite deuxième bobine (17), ledit quatrième corps (23) et ladite quatrième bobine (27) étant fixe les uns par rapport aux autres et formant une partie diphasée (32) du transformateur (10), ladite partie triphasée (31) et ladite partie diphasée (32) étant mobiles en rotation autour de l'axe A, l'une par rapport à l'autre.
30
2. Transformateur (10, 110, 210, 310) selon la revendication 1, dans lequel $n'_1 = (\sqrt{3} / 2) n_1$.
3. Transformateur (10, 110, 210, 310) selon l'une quelconque des
35 revendications 1 et 2, dans lequel le rapport entre la section du matériau

conducteur électrique de la première bobine (16) et la section du matériau conducteur électrique de la troisième bobine (26) est égal à $\sqrt{3}$.

4. Transformateur (10, 110, 210, 310) selon l'une quelconque des
5 revendications 1 à 3, dans lequel ladite troisième bobine (26) comprend
une première demi-bobine (26a) et une deuxième demi-bobine (26b)
séparées par ledit point milieu (Obp, Ocp), les sens de bobinages desdites
demi-bobines (26a, 26b) correspondant, pour des courants (Ibp, Icp)
entrant par les terminaux (Bp, Cp) de la troisième bobine (26), à des
10 potentiels magnétiques de sens opposés (Pb, Pc).

5. Transformateur (210, 310) selon l'une quelconque des
revendications 1 à 4, comprenant en outre au moins un ensemble de
bobines triphasées ou diphasées supplémentaires.

15

6. Transformateur (10, 210) selon l'une quelconque des
revendications 1 à 5, dans lequel la partie triphasée (31) entoure la partie
diphasée (32) par rapport à l'axe A ou inversement.

20 7. Transformateur (110, 310) selon l'une quelconque des
revendications 1 à 5, dans lequel la partie triphasée (31) et la partie
diphasée (32) sont situées l'une à côté de l'autre dans la direction de l'axe
A.

25

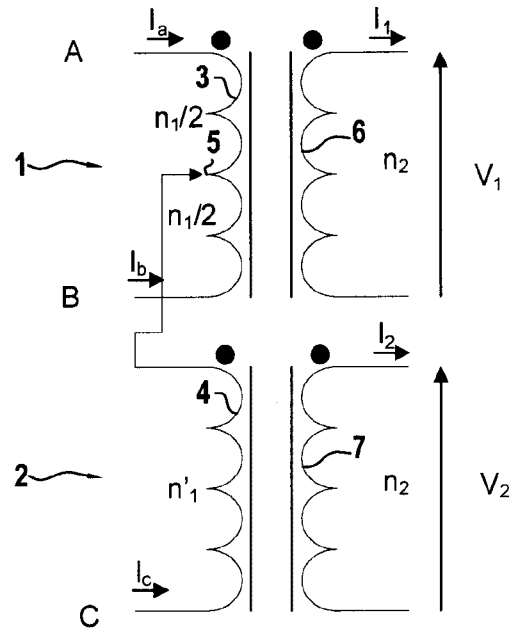


FIG.1
Art antérieur

2/5

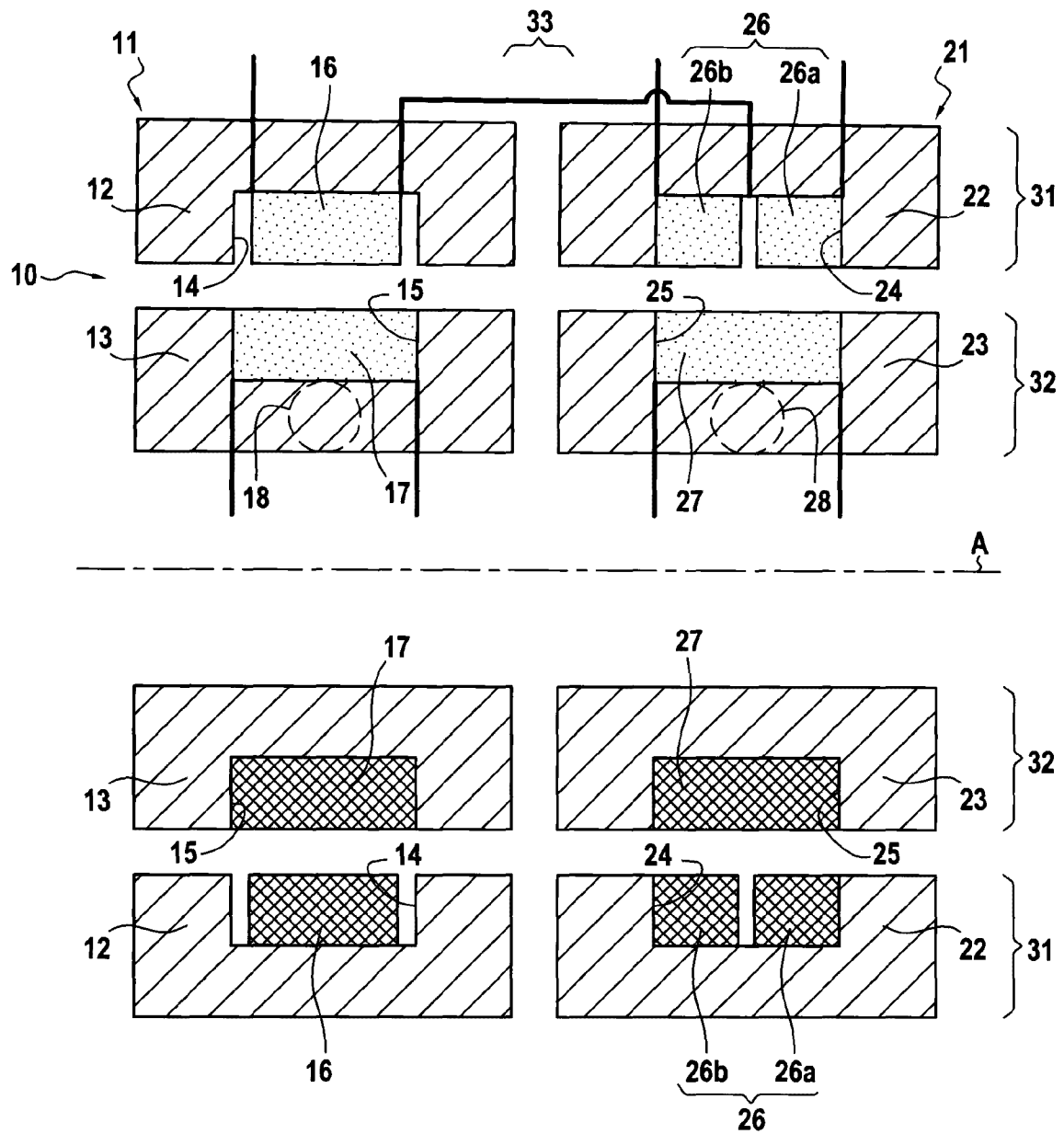


FIG.2

3/5

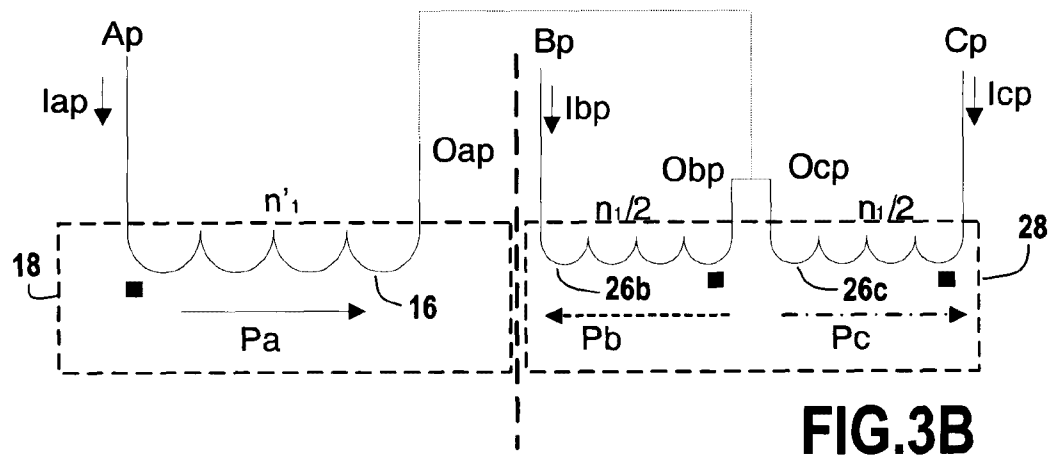
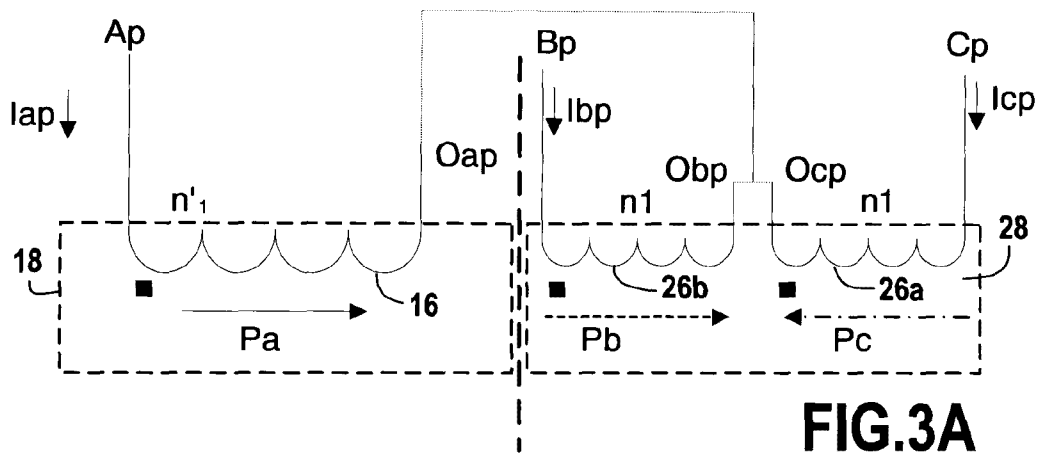


FIG. 4

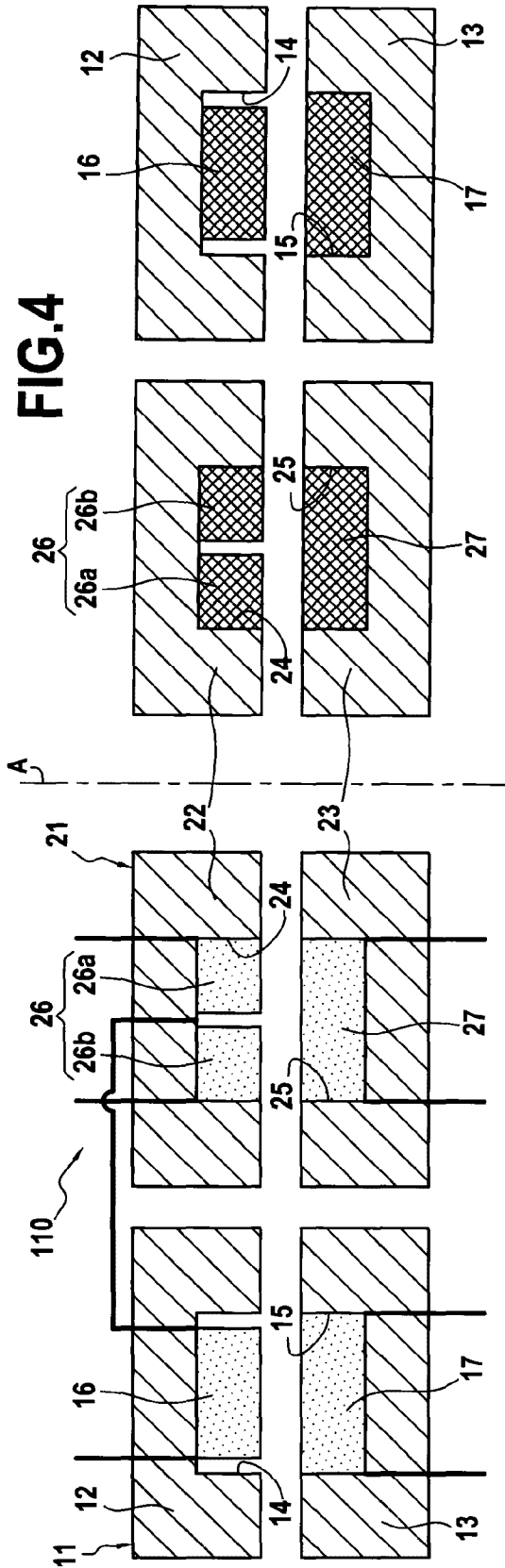
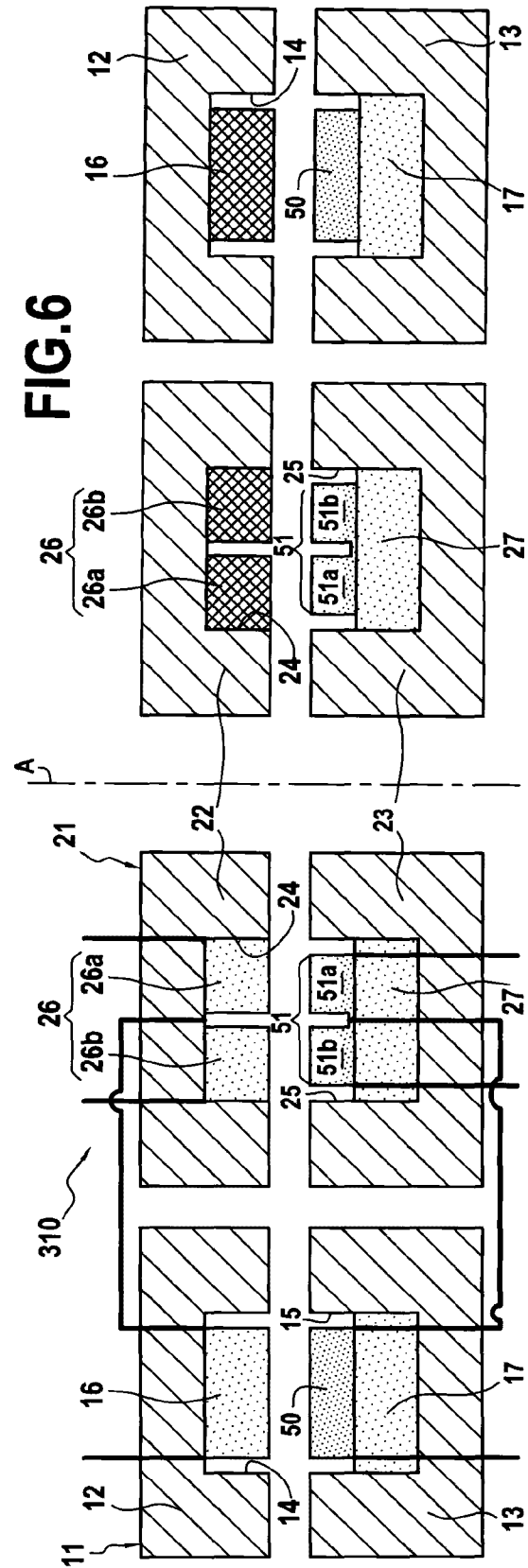


FIG. 6



5/5

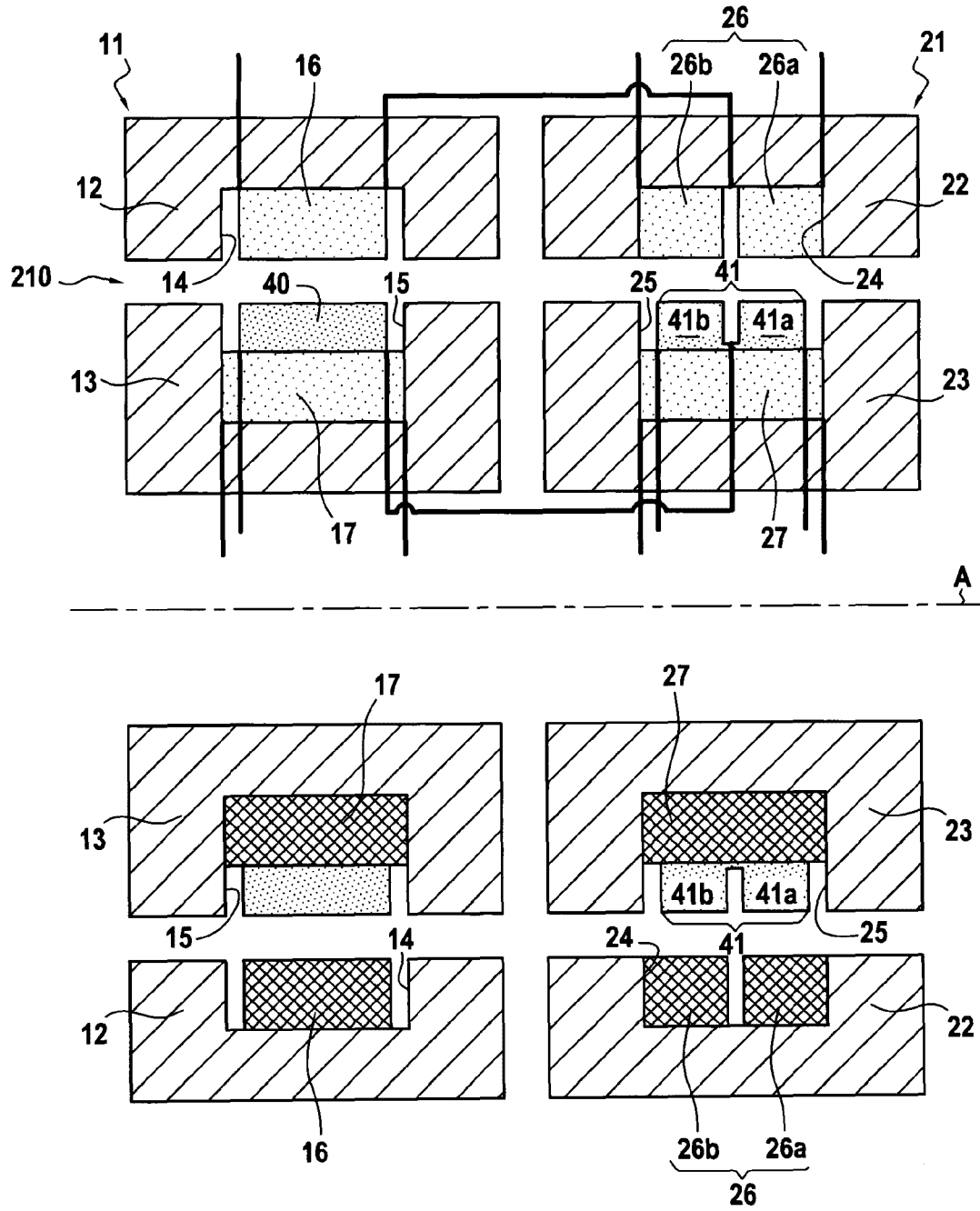


FIG.5

