

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

(11) N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 670 963

(21) N° d'enregistrement national : 90 16172

(51) Int Cl⁵ : H 03 K 3/53//H 05 H 7/00, 11/00//H 01 S 3/097

(12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 21.12.90.

(30) Priorité :

(43) Date de la mise à disposition du public de la
demande : 26.06.92 Bulletin 92/26.

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

(60) Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

(71) Demandeur(s) : COMMISSARIAT A L'ENERGIE
ATOMIQUE Etablissement de Caractère Scientifique,
Technique et Industriel — FR.

(72) Inventeur(s) : Eyl Patrick et Baudoin Patrick.

(73) Titulaire(s) :

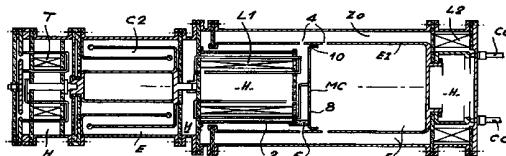
(74) Mandataire : Brevatome.

(54) Générateur d'impulsions électriques, du type à inductance saturable.

(57) 2670963SDO ABF>

Il comprend une ligne coaxiale (Z₀) de mise en forme des impulsions, des moyens de compression magnétique prévus pour charger cette ligne et comportant un condensateur (C₂) et une inductance saturable (L₁) disposée à l'intérieur de la ligne, un moyen conducteur (MC) relié à une extrémité de l'inductance saturable et en contact avec une partie sensiblement médiane de l'électrode interne de la ligne, et un commutateur magnétique à inductance saturable (L₂) pour décharger cette ligne. L'électrode interne de la ligne est percée d'une pluralité de trous (4) au voisinage de la partie sensiblement médiane.

Application à l'alimentation de cellules à induction d'accélérateurs à induction.



FR 2 670 963 - A1



GENERATEUR D'IMPULSIONS ELECTRIQUES, DU TYPE A
INDUCTANCE SATURABLE

DESCRIPTION

5 La présente invention concerne un générateur d'impulsions électriques comprenant :

- une ligne coaxiale de mise en forme des impulsions, cette ligne coaxiale comportant au moins deux électrodes coaxiales dont l'une est une électrode 10 interne,

- des moyens de compression magnétique prévus pour charger cette ligne de mise en forme, ces moyens de compression magnétique comportant un condensateur et une inductance saturable disposée à l'intérieur de la 15 ligne coaxiale et donc entourée par l'électrode interne de cette ligne coaxiale,

- un moyen électriquement conducteur qui est électriquement relié à une extrémité de l'inductance saturable et qui est en contact avec une partie 20 sensiblement médiane de l'électrode interne de la ligne coaxiale, et

- un commutateur magnétique à inductance saturable, prévu pour décharger cette ligne coaxiale.

Elle s'applique notamment à la formation 25 d'impulsions électriques de forte puissance, par exemple en vue d'alimenter des cellules à induction servant à produire et à accélérer des faisceaux d'électrons dans les accélérateurs à induction.

Le schéma d'un générateur d'impulsions 30 électriques connu, du type à inductance saturable, est représenté sur la figure 1.

Le schéma de cette figure 1 est déjà représenté et décrit dans la demande de brevet français n° 8802865 du 7 mars 1988, qui est appelée par la suite

"document I" et à laquelle on se reportera (voir aussi la demande W089/08950, publiée le 21 septembre 1989).

Le générateur d'impulsions électriques schématiquement représenté sur la figure 1 comprend :

5 - une ligne coaxiale Z_0 de mise en forme des impulsions, cette ligne comportant deux électrodes coaxiales,

10 - des moyens de compression magnétiques prévus pour charger cette ligne coaxiale Z_0 , ces moyens de compression magnétique comportant un condensateur C_2 et une inductance saturable L_1 qui relie le condensateur C_2 à la ligne coaxiale Z_0 , et

15 - un commutateur magnétique à inductance saturable L_2 prévu pour décharger la ligne coaxiale Z_0 .

15. On voit aussi sur la figure 1 un condensateur C_1 qui contient initialement l'énergie nécessaire pour engendrer une impulsion aux bornes d'une charge R reliée à la ligne coaxiale Z_0 par l'intermédiaire du commutateur L_2 .

20 On voit également sur la figure 1 une inductance L_3 qui permet de démagnétiser les noyaux respectifs du transformateur T , de l'inductance saturable L_1 et de l'inductance L_2 après la formation d'une impulsion électrique.

25 Cette inductance L_3 est alimentée par une tension électrique continue de polarité convenable pour assurer la démagnétisation desdits noyaux.

Un générateur d'impulsions électriques connu, du type à inductance saturable, est représenté schématiquement sur la figure 2.

30 Ce générateur de la figure 2 est déjà représenté et décrit dans le document EP-A-0292345, qui est appelé par la suite "document II" et auquel on se réfèrera (voir aussi le document US-A-4849649, ROCHE et al. ainsi que la demande de brevet français n°8706015 du 28 avril 1987).

Dans le générateur schématiquement représenté sur la figure 2, on retrouve successivement :

- le transformateur T ,
 - les moyens de compression magnétique comportant le condensateur $C2$ (dont le diélectrique peut être de l'eau) et l'inductance saturable $L1$,
 - la ligne coaxiale Z_0 à deux électrodes coaxiales, à savoir une électrode interne et une électrode externe, et
- 10 - le commutateur magnétique à inductance saturable $L2$.

On peut ainsi obtenir des impulsions électriques à la sortie du générateur schématiquement représenté sur la figure 2, sur une série de câbles coaxiaux CC .

On notera que, dans ce générateur schématiquement représenté sur la figure 2, l'inductance saturable $L1$ est disposée à l'intérieur de la ligne coaxiale Z_0 (cette inductance saturable $L1$ étant ainsi entourée par l'électrode interne de la ligne coaxiale Z_0) et que cette inductance saturable $L1$ est électriquement reliée à une partie sensiblement médiane de cette électrode interne.

La ligne coaxiale Z_0 baigne dans un liquide électriquement isolant tel que l'eau, comme le permet la structure du générateur schématiquement représenté sur la figure 2.

L'inductance saturable $L1$ baigne quant à elle dans un liquide tel que l'huile, la structure du générateur schématiquement représenté sur la figure 2 empêchant le mélange de ces deux liquides.

Le générateur représenté sur la figure 2 et le générateur qui fait l'objet du document I permettent d'obtenir des tensions électriques V dont les variations en fonction du temps t forment des

"créneaux" du genre de celui qui est représenté en pointillés sur la figure 3 et qui porte la référence I.

5 Ce "créneau de tension" I est conforme à celui que l'on obtiendrait en chargeant la ligne de mise en forme Z_0 par une extrémité.

10 Donc, dans le générateur représenté sur la figure 2, tout se passe comme si la ligne Z_0 était chargée par son extrémité (extrémité qui est située du côté du condensateur C2).

15 On a d'ailleurs représenté par des flèches F sur la figure 2 la circulation du courant électrique qui correspond au chargement de la ligne Z_0 et qui a lieu par effet de peau.

20 On constate qu'un tel chargement de la ligne de mise en forme Z_0 par une extrémité ne permet pas d'obtenir de véritables créneaux de tension, comportant de vrais "plateaux de tension".

25 La présente invention a pour but de remédier à cet inconvénient.

30 Le problème résolu par la présente invention est de concevoir un générateur d'impulsions électriques du type à inductance saturable, dans lequel le chargement de la ligne coaxiale de mise en forme des impulsions a lieu le plus près possible du milieu de cette ligne.

35 Pour résoudre ce problème, le générateur d'impulsions électriques, du type à inductance saturable, qui fait l'objet de la présente invention, est caractérisé par le fait que l'électrode interne de la ligne coaxiale qu'il comporte est percée d'une pluralité de trous au voisinage de ladite partie sensiblement médiane de cette électrode interne.

Un tel perçage permet de se rapprocher d'un chargement de la ligne coaxiale par le milieu de celle-ci et d'améliorer la planéité des impulsions de

tension.

L'édit moyen électriquement conducteur peut comprendre une plaque électriquement conductrice qui est électriquement reliée à ladite extrémité de 5 l'inductance saturable et dont la périphérie est en contact avec la partie sensiblement médiane de l'électrode interne de la ligne coaxiale.

Alors, les trous qui percent l'électrode interne de la ligne coaxiale sont de préférence 10 répartis sur la totalité d'un pourtour de cette électrode interne en vue d'un chargement uniforme de la ligne coaxiale.

Selon un mode de réalisation préféré du 15 générateur objet de l'invention, permettant de se rapprocher encore plus d'un chargement de la ligne coaxiale par son milieu, la plaque électriquement conductrice comprend au moins une ouverture et les trous qui percent l'électrode interne de la ligne coaxiale sont situés de part et d'autre de ladite 20 partie sensiblement médiane.

Alors, de part et d'autre de cette partie 25 sensiblement médiane, les trous qui percent l'électrode interne sont de préférence répartis sur la totalité d'un pourtour de cette électrode interne en vue d'un chargement uniforme de la ligne coaxiale.

De préférence, pour aboutir à un véritable chargement de la ligne coaxiale par son milieu,

- la plaque électriquement conductrice comprend une pluralité d'ouvertures,

30 - de part et d'autre de ladite partie sensiblement médiane, lesdits trous sont uniformément répartis sur le pourtour correspondant de l'électrode interne et

35 - les ouvertures que comprend la plaque sont uniformément réparties autour de l'axe de cette plaque.

Le moyen électriquement conducteur peut comprendre en outre une pluralité de lames souples et électriquement conductrices qui sont fixées à la périphérie de la plaque électriquement conductrice pour permettre le contact avec ladite partie sensiblement médiane de l'électrode interne de la ligne coaxiale.

L'électrode interne de la ligne coaxiale peut être en forme de cylindre de révolution et la plaque électriquement conductrice peut être en forme de disque.

Enfin, dans un mode de réalisation préféré du générateur objet de l'invention, l'inductance saturable qui est disposée à l'intérieur de la ligne coaxiale baigne dans un liquide tel que l'huile ou le fréon liquide, la ligne coaxiale baigne dans un liquide électriquement isolant tel que l'eau et le générateur comprend en outre des moyens de séparation étanches et électriquement isolants qui sont prévus pour empêcher tout contact entre ces liquides.

Ces moyens de séparation peuvent comprendre une enceinte étanche, électriquement isolante, remplie du liquide tel que l'huile ou le fréon liquide, placée à l'intérieur de la ligne coaxiale et contenant l'inductance saturable.

La présente invention sera mieux comprise à la lecture de la description d'exemples de réalisation donnés ci-après à titre purement indicatif et nullement limitatif, en référence aux dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 est un schéma d'un générateur d'impulsions électriques connu, du type à inductance saturable, et a déjà été décrite,

- la figure 2 est une vue schématique d'un générateur d'impulsions électriques connu, du type à inductance saturable, et a déjà été décrite,

- la figure 3 montre des impulsions de tension respectivement obtenues avec le générateur représenté sur la figure 2 et avec un générateur conforme à la présente invention,

5 - la figure 4 est une vue schématique d'un mode de réalisation particulier du générateur objet de l'invention,

10 - la figure 5 est une vue schématique d'une plaque électriquement conductrice qui fait partie du générateur représenté sur la figure 4 et qui permet de relier l'une à l'autre l'inductance saturable et l'électrode interne de la ligne coaxiale que comporte ce générateur, et

15 - la figure 6 illustre schématiquement la circulation du courant électrique dans le générateur représenté sur la figure 4, lors du chargement de la ligne coaxiale de ce générateur.

20 Le générateur d'impulsions électriques conforme à l'invention, qui est schématiquement représenté sur la figure 4, constitue un perfectionnement du générateur qui est représenté sur la figure 2.

25 On retrouve, dans le schéma de la figure 4, le transformateur T, le condensateur C2, l'inductance saturable L1, la ligne coaxiale Z0, le commutateur magnétique L2 et les câbles coaxiaux CC.

30 Le transformateur T, l'inductance saturable L1 et le commutateur magnétique à inductance saturable L2 baignent tous dans l'huile H (huile pour transformateur).

Des moyens de circulation d'huile sont prévus dans le générateur de la figure 4 mais ne sont pas représentés sur cette figure 4.

35 L'huile permet, entre autres, le refroidissement des noyaux que comporte le

transformateur T, l'inductance saturable L1 et le commutateur magnétique L2, noyaux qui s'échauffent lors d'un travail à fréquence élevée (de l'ordre de 1 à 5 kHz par exemple).

5 Au lieu de l'huile, on pourrait utiliser le fréon liquide.

Le condensateur C2 et la ligne coaxiale Z₀ baignent dans l'eau E (eau désionisée).

10 Pour empêcher le mélange de l'huile H, dans laquelle baigne l'inductance saturable L1, et de l'eau E, dans laquelle baigne la ligne coaxiale Z₀, le générateur de la figure 4 comprend une enceinte étanche et électriquement isolante 2 qui est logée à l'intérieur de la ligne coaxiale Z₀ et dans laquelle 15 est logée l'inductance saturable L1, comme on le voit sur la figure 4.

De plus, conformément à la présente invention, l'électrode interne EI de la ligne coaxiale Z₀ est percée de trous 4.

20 Ces trous 4 sont situés au voisinage et de part et d'autre de la plaque électriquement conductrice MC dont le pourtour est en contact avec une partie sensiblement médiane de l'électrode interne EI et qui est reliée électriquement à une extrémité du bobinage 25 que comporte l'inductance saturable L1.

De chaque côté de la plaque MC les trous 4 sont uniformément répartis sur une circonférence de l'électrode interne EI qui, dans le générateur de la figure 4, a la forme d'un cylindre de révolution dont 30 l'axe est l'axe du générateur représenté sur la figure 4.

La plaque MC est perpendiculaire à cet axe.

35 Dans le générateur de la figure 4, la plaque MC, qui est extérieure à l'enceinte 2, est fixée à cette enceinte par des moyens électriquement isolants

6.

La plaque MC, qui est utilisée dans le générateur représenté sur la figure 4, est schématiquement représentée sur la figure 5.

5 Cette plaque MC, en forme de disque, dont l'axe est l'axe du générateur de la figure 4, comporte une pluralité d'ouvertures 8 qui sont uniformément réparties autour de cet axe.

10 De plus, la plaque MC en forme de disque est pourvue, à sa périphérie, d'une pluralité de lames souples, élastiques et recourbées 10 qui sont électriquement conductrices et qui permettent le contact entre la plaque MC et l'électrode interne EI, comme on le voit sur la figure 4.

15 On voit sur la figure 5 que les lames 10 sont uniformément réparties sur la périphérie de la plaque en forme de disque MC.

20 Comme on le voit sur la figure 4, dans le générateur schématiquement représenté sur cette dernière, l'ensemble comprenant l'enceinte 2, l'inductance saturable L1 et la plaque MC constitue un ensemble mécaniquement indépendant du reste de ce générateur, ce qui facilite l'entretien de ce dernier.

25 Les ouvertures 8 que comporte la plaque MC dans le générateur de la figure 4 permettent au courant électrique I_c de chargement de la ligne coaxiale Z_0 de circuler, de façon superficielle, sur les deux faces de cette plaque MC.

30 De plus, la répartition uniforme de ces ouvertures 8 et des trous 4 dans le générateur de la figure 4 permet une répartition uniforme du courant qui circule lors du chargement de la ligne coaxiale Z_0 .

35 On a représenté par des flèches F_1 , sur le schéma de la figure 6, la circulation de ce courant I_c lors du chargement de la ligne coaxiale Z_0 et l'on voit

que ce chargement a effectivement lieu par le milieu de cette ligne coaxiale Z_0 dans le cas du générateur de la figure 4.

5 Dans ce dernier, le rapport DV/V , où DV représente la fluctuation de la valeur moyenne de la tension maximale ("plateau de tension") des impulsions fournies par le générateur et V représente cette valeur moyenne, est nettement amélioré.

10 Ceci apparaît clairement sur la figure 3 où l'on voit que la planéité de l'impulsion en créneau est meilleure dans le cas du générateur de la figure 4 (courbe II) que dans le cas du générateur de la figure 2 (courbe I).

15 Les créneaux de tension fournis par le générateur de la figure 4 peuvent être appliqués à des cellules à induction servant à produire et à accélérer un faisceau d'électrons qui est utilisable dans un laser à électrons libres.

20 Le fait d'obtenir des créneaux de tension très plats permet de produire un plus grand nombre d'électrons mono-énergétiques et, par conséquent, d'améliorer nettement le rendement de ce laser à électrons libres.

25 Bien entendu, la présente invention est utilisable non seulement dans un générateur dont la ligne coaxiale a deux électrodes coaxiales mais encore dans un générateur à ligne coaxiale double, qui est aussi appelée "ligne coaxiale de Blumlein" et qui comprend trois électrodes coaxiales, à savoir une électrode centrale comprise entre une électrode interne et une électrode externe (voir le document I).

REVENDICATIONS

1. Générateur d'impulsions électriques, ce générateur comprenant :

5 - une ligne coaxiale (Z_0) de mise en forme des impulsions, cette ligne coaxiale comportant au moins deux électrodes coaxiales dont l'une est une électrode interne (EI),

10 - des moyens de compression magnétique prévus pour charger cette ligne de mise en forme, ces moyens de compression magnétique comportant un condensateur (C2) et une inductance saturable (L1) disposée à l'intérieur de la ligne coaxiale,

15 - un moyen électriquement conducteur (MC) qui est électriquement relié à une extrémité de l'inductance saturable et qui est en contact avec une partie sensiblement médiane de l'électrode interne de la ligne coaxiale, et

20 - un commutateur magnétique à inductance saturable (L2), prévu pour décharger cette ligne coaxiale,

ce générateur étant caractérisé en ce que l'électrode interne de la ligne coaxiale est percée d'une pluralité de trous (4) au voisinage de ladite partie sensiblement médiane de cette électrode interne.

25 2. Générateur selon la revendication 1, caractérisé en ce que le moyen électriquement conducteur comprend une plaque électriquement conductrice (MC) qui est électriquement reliée à ladite extrémité de l'inductance saturable (L1) et dont la périphérie est en contact avec la partie sensiblement médiane de l'électrode interne (EI) de la ligne coaxiale.

30 3. Générateur selon la revendication 2, caractérisé en ce que les trous (4) qui percent

l'électrode interne de la ligne coaxiale sont répartis sur la totalité d'un pourtour de cette électrode interne.

5. Générateur selon la revendication 2, caractérisé en ce que la plaque électriquement conductrice (MC) comprend au moins une ouverture (8) et en ce que les trous (4) qui percent l'électrode interne de la ligne coaxiale sont situés de part et d'autre de ladite partie sensiblement médiane.

10. Générateur selon la revendication 4, caractérisé en ce que de part et d'autre de cette partie sensiblement médiane, les trous (4) qui percent l'électrode interne (EI) sont répartis sur la totalité d'un pourtour de cette électrode interne.

15. Générateur selon la revendication 5, caractérisé en ce que la plaque électriquement conductrice (MC) comprend une pluralité d'ouvertures, en ce que, de part et d'autre de ladite partie sensiblement médiane, lesdits trous sont uniformément répartis sur le pourtour correspondant de l'électrode interne et en ce que les ouvertures (8) que comprend la plaque (MC) sont uniformément réparties autour de l'axe de cette plaque.

20. Générateur selon l'une quelconque des revendication 2 à 6, caractérisé en ce que le moyen électriquement conducteur comprend en outre une pluralité de lames souples et électriquement conductrices (10) qui sont fixées à la périphérie de la plaque électriquement conductrice (MC) pour permettre 25 le contact avec ladite partie sensiblement médiane de l'électrode interne (EI) de la ligne coaxiale (Zo).

30. Générateur selon l'une quelconque des revendications 2 à 7, caractérisé en ce que l'électrode interne (EI) de la ligne coaxiale est en forme de cylindre de révolution et en ce que la plaque (MC) 35

électriquement conductrice est en forme de disque.

9. Générateur selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que l'inductance saturable (L1) qui est disposée à 5 l'intérieur de la ligne coaxiale (Zo) baigne dans un liquide (H) tel que l'huile ou le fréon liquide, en ce que la ligne coaxiale (Zo) baigne dans un liquide électriquement isolant (E) tel que l'eau et en ce que le générateur comprend en outre des moyens de 10 séparation (2) étanches et électriquement isolants qui sont prévus pour empêcher tout contact entre ces liquides (E, H).

10. Générateur selon la revendication 9, caractérisé en ce que les moyens de séparation comprennent une enceinte étanche (2), électriquement isolante, remplie du liquide (H) tel que l'huile ou le fréon liquide, placée à l'intérieur de la ligne coaxiale (Zo) et contenant l'inductance saturable (L1). 15

1,4

FIG. 1

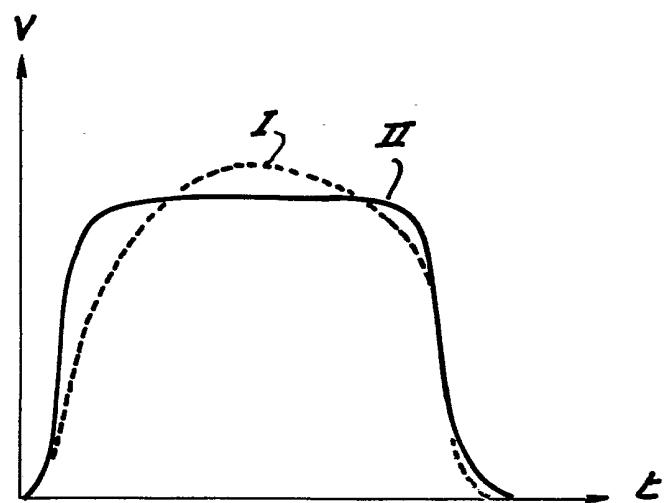
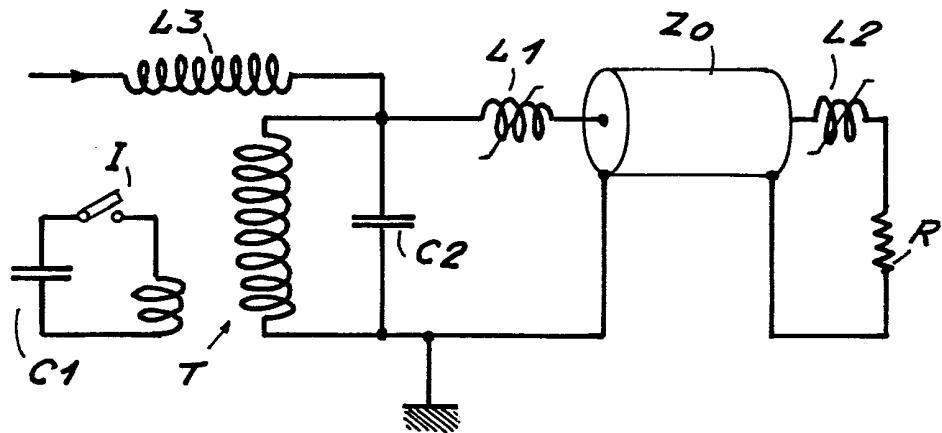


FIG. 3

2,4

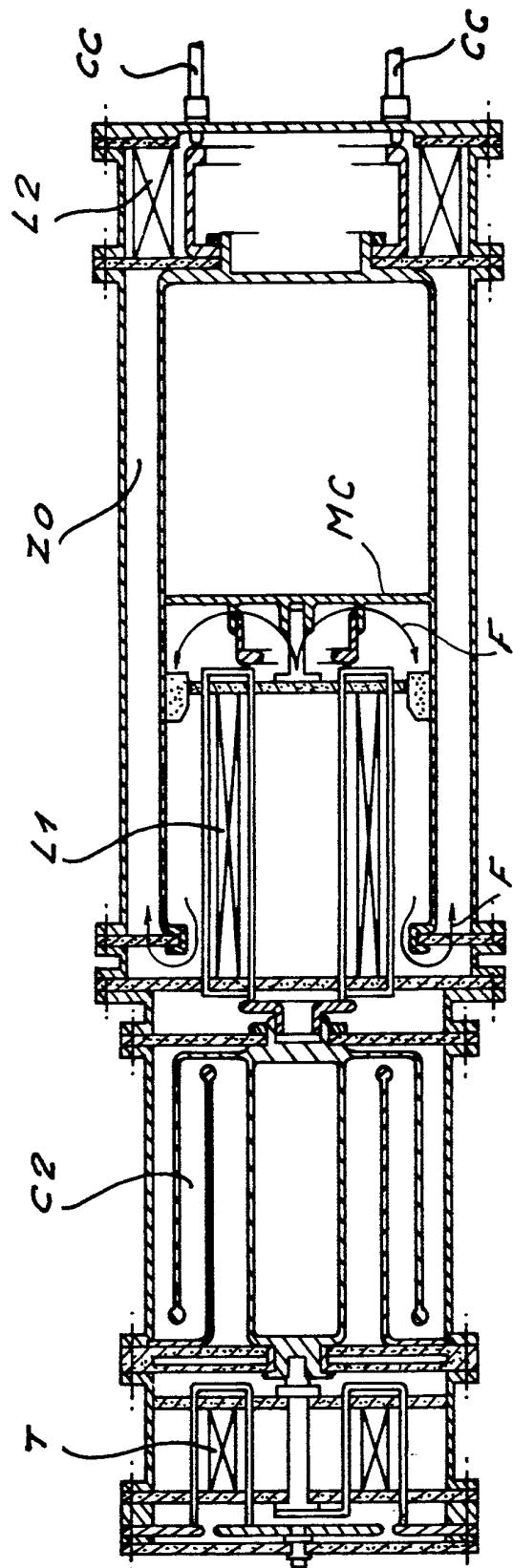


FIG. 2

3,4

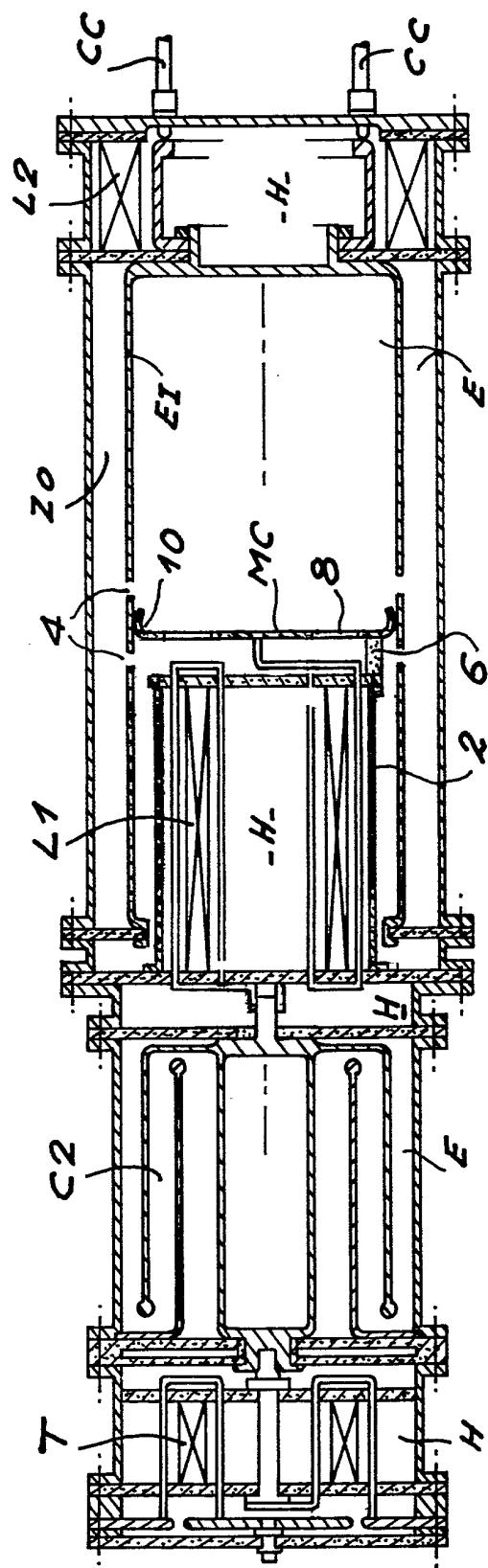


FIG. 4

4,4

FIG. 5

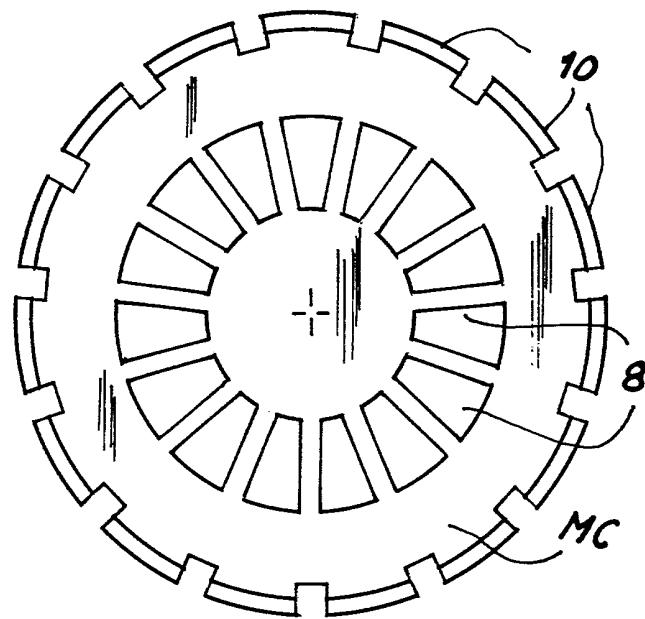
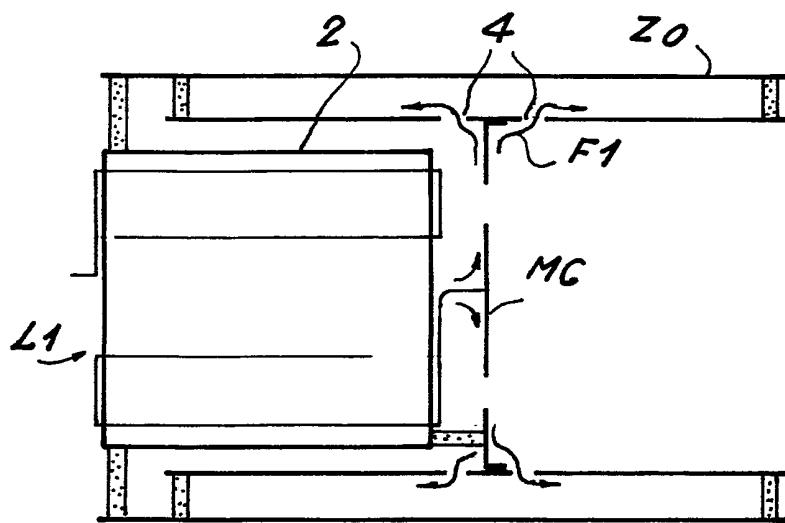


FIG. 6



INSTITUT NATIONAL
de la
PROPRIETE INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la rechercheFR 9016172
FA 453404

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
A, D	EP-A-0 292 345 (COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE) * Colonne 4, lignes 13-40; figure 9 * ----	1, 2, 8-10
A, D	WO-A-8 908 950 (COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE) * Abrégé; figures 1,5 * -----	1
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.S)
		H 03 K
Date d'achèvement de la recherche		Examinateur
20-08-1991		CANTARELLI R.J.H.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		
X : particulièrement pertinent à lui seul		T : théorie ou principe à la base de l'invention
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie		E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.
A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général		D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons
O : divulgation non-écrite	
P : document intercalaire		& : membre de la même famille, document correspondant