RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication : **2 312 135**
(A n'utiliser que pour les commandes de reproduction).

A1

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

(21) **N° 75 15840**

(54) **Dispositif magnétique statique générateur de courant électrique.**

(51) Classification internationale (Int. Cl.²). **H 02 N 11/00.**

(22) Date de dépôt ..... 21 mai 1975, à 15 h 44 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. 51 du 17-12-1976.

(71) Déposant : GALEY Paul Marcel Lucien, résidant en France.

(72) Invention de :

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire :

La présente invention concerne les aimants permanents à fort champ coercitif intrinséque associés à des structures magnétiques fermées,en matériau ferro magnétique doux à faible champ coercitif et faibles pertes,constituées par des tôles minces isolées entr' elles ou par des ferrites doux et elle a trait plus particulièrement aux moyens de faire varier,selon une certaine fréquence,l'intensité du flux magnétique créé par l'énergie spécifique d'induction desdits aimants dans lesdites structures,permettant ainsi d'induire une force électro motrice dans des bobinages entourant certaines parties de ces structures et permettant de transférer l'énergie électro magnétique intrinséque d'aimantation de la matière constituant ces aimants auxdits bobinages quand ils débitent du courant dans une charge sous l'action de leur force électromotrice,la caractéristique remarquable de l'invention étant que ces moyens consomment une énergie négligeable qui peut être entièrement intrinséque du dispositif.

Le dispositif,suivant l'invention,a une certaine analogie avec les transformateurs usuels,mais dans lesquels le bobinage primaire serait remplacé par l'aimant à fort champ coercitif intrinséque.Alors qu'un transformateur consomme par son enroulement primaire au moins autant d'énergie électrique qu'il en produit par son enroulement secondaire quand il débite dans une charge,le dispositif,selon l'invention,permet d'éviter cet inconvénient majeur car il crée lui même l'énergie dont il a besoin une fois mis en activité.

En effet,si l'enroulement primaire d'un transformateur,dépense une fraction de l'énergie électrique qui lui est fournie avec une tension variable pour créer un flux constant d'intensité variable,consomme du courant du fait de la résistance de son bobinage et fait appel à cette source d'énergie extérieure pour équilibrer les ampères tours démagnétisants de l'enroulement secondaire quand il débite dans une charge,l'aimant permanent,par son énergie spécifique d'induction,crée lui même un flux magnétique constant et fait appel à l'énergie magnétique d'aimantation intrinséque de la matière le constituant pour équilibrer les ampères tours démagnétisants du secondaire quand il débite du courant,cette force d'aimantation intrinséque de la matière de l'aimant,résistant à une force de désaimantation extérieure,étant le champ coercitif intrinséque dudit aimant.

L'énergie spécifique d'induction d'un aimant permanent cré-

ant un flux constant dans un circuit fermé est une énergie potentielle cachée car elle ne produit aucun effet extérieur.Pour produire un effet extérieur et pouvoir l'utiliser,il faut rendre le potentiel de cette énergie variable selon une certaine fréquence, c'est à dire faire varier l'intensité du flux magnétique dans ce circuit fermé selon cette fréquence,afin d'induire une force électromotrice variable dans un bobinage,donc de créer un flux d'induction mutuelle variable entre l'aimant et ce bobinage comme dans le cas du bobinage primaire et du bobinage secondaire d'un transformateur fonctionnant à vide.

L'invention serait sans intéret si l'énergie consommée pour faire varier l'intensité du flux magnétique de l'aimant dans la structure fermée était égale à l'énergie électrique recueillie. Or avec le dispositif,selon l'invention,il est en effet possible de faire varier cette intensité de flux magnétique sans dépense notable d'énergie.

Pour la bonne compréhension du fonctionnement du dispositif, il peut être utile de rappeler que l'énergie magnétique d'un aimant permanent est une énergie préexistante dans la matière de l'aimant.Cette énergie est mise en activité sous l'action intense et brève d'un champ magnétique extérieur,et une fois mise en activité cette énergie devient inépuisable et immuable sous certaines conditions faciles à respecter.Cette énergie se compose d'une part en une énergie spécifique d'induction disponible pour une utilisation dans l'espace qui environne l'aimant et une énergie considérable en réserve qui est l'énergie d'aimantation intrinsèque de la matière constituant l'aimant.

Dans le cas présent,le milieu extérieur à l'aimant est une structure magnétique fermée,en matériau ferro magnétique doux dont le coefficient de perméabilité est élevé,faite de plusieurs parties fortement assemblées entr'elles,dont les jonctions forment des entrefers minimes.De ce fait la force magnéto motrice démagnétisante exercée par la réluctance R de l'ensemble est très faible et le point de fonctionnement de l'aimant sur sa courbe B(H) ne recule pas de façon sensible,ce qui fait que l'induction B reste égale à l'induction rémanente Br dudit aimant.On peut donc dire que la réluctance R de cette structure est presque nulle,ne consomme qu'une fraction négligeable de l'énergie disponible de l'aimant et que l'intensité du flux y est maximum.

Il découle de ce qui précède,que pour faire varier l'intensi-

té du flux Øa de l'aimant dans cette structure de sa valeur maximum à une valeur nulle il faut faire varier la réluctance de ce circuit magnétique d'une valeur nulle à une valeur infinie sans faire reculer le point de fonctionnement de l'aimant sur sa courbe B(H) afin que l'induction reste constante et cela sans dépense d'énergie notable qui est le but essentiel de l'invention.

Le principe du dispositif,selon l'invention,est d'avoir au moins deux circuits magnétiques fermés de réluctance différente dans une même structure magnétique du type spécifié,la réluctance de chaque circuit créant une force magnéto motrice démagnétisante pour l'aimant de valeur différente,un des objets de l'invention étant de régler la différence entre les valeurs des deux réluctances,donc de leurs forces magnéto motrices,de façon qu'elle soit minime et l'autre objet étant de faire alternativement augmenter et diminuer la réluctance d'un des circuits de la valeur de cette différence de potentiel magnétique entre les deux circuits,pendant que ,simultanément,la réluctance de l'autre circuit diminue et augmente de la même valeur et cela selon une certaine fréquence déterminée par un enroulement d'excitation,parcouru par un courant variable,créant une force magnéto motrice variable dont la valeur maximum est égale à la valeur de la différence entre les deux réluctances et dont le flux est opposé à celui de l'aimant dans un circuit et de même sens dans l'autre,cet enroulement d'excitation entourant au moins une partie du circuit de moindre réluctance.

La différence de potentiel magnétique entre les pôles de l'aimant étant constante,la réluctance d'un circuit augmentant pendant que,simultanément,la réluctance de l'autre circuit diminue du fait que le flux de la bobine d'excitation s'oppose progressivement au flux de l'aimant dans un circuit tandis qu'il l'attire dans l'autre,étant de même sens,le flux Øa de l'aimant quitte obligatoirement et progressivement entièrement le chemin de réluctance croissante pour le chemin de réluctance décroissante,la réluctance de l'un devenant infinie par rapport à l'autre qui devient nulle et réciproquement quand la force magnéto motrice de la bobine d'excitation diminue.Comme cette force magnéto motrice de la bobine croit d'une valeur nulle à cette valeur maximum pour décroitre ensuite à cette valeur nulle et selon une certaine fréquence,le flux de l'aimant quitte alternativement un circuit pour l'autre à la même fréquence,permettant ainsi d'induire une force électro

motrice dans des enroulements de fil conducteur isolés entourant une partie de chacun des circuits magnétiques,ces enroulements étant reliés en série et leurs spires étant enroulées en sens inverse.

On remarque donc que la bobine d'excitation ne sert qu'à assurer la fréquence de la variation d'intensité du flux de l'aimant dans chaque circuit et que c'est uniquement la variation du flux propre à l'aimant dans la structure qui induit une force electro motrice variable dans les enroulements.

Le dispositif,objet de l'invention,consiste essentiellement en au moins un aimant permanent à fort champ coercitif intrinséque intégré dans une structure magnétique fermée du type spécifié,qui comprend aux moins deux circuits magnétiques fermés de réluctance différente,le circuit de moindre réluctance,appelé circuit shunt, canalisant complètement les lignes d'induction de l'aimant étant donc aimanté au maximum,et le circuit de plus forte réluctance, appelécircuit de dérivation,repoussant les lignes d'induction du fait de sa réluctance plus forte étant complètement désaimanté,la réluctance de chacun de ces deux circuits étant déterminée d'une part par leur longueur et leur section et d'autre part par les entrefers minimes de jonction des différentes parties de ces circuits,ces entrefers pouvant être réglés par des cales très minces en matériau amagnétique ou paramagnétique pour minimiser la valeur de la différence de réluctance entre les deux circuits,un enroulement d'excitation dont les spires entourent une partie du circuit shunt et une partie du circuit de dérivation ou seulement une partie du circuit shunt et qui sont enroulées dans un sens tel que lorsqu'un courant variable selon une certaine fréquence les parcourt,le flux croissant et décroissant créé soit de sens opposé au flux de l'aimant dans le circuit shunt et de même sens dans le circuit de dérivation et un enroulement de fil conducteur isolé, appelé enroulement secondaire,entourant une partie du circuit shunt et une partie du circuit de dérivation,dont les spires,autour du circuit shunt,sont enroulées dans le même sens que les spires de la bobine d'excitation sur ce même circuit,tandis que ses spires autour du circuit de dérivation sont enroulées en sens inverse,l'aimant étant choisi et la section de la structure magnétique définie de façon que le matériau ferro magnétique doux de ladite structure ne soit pas saturé afin que,du fait de son faible champ coercitif et sa forte perméabilité,il se désaimante et s'ai-

mante complétement et alternativement dans les deux circuits.

On remarque donc qu'à la force magnéto motrice de l'enroulement d'excitation Fe = NI ampères tours,N étant le nombre de spires et I le courant maximum susceptible de parcourir les spires, ne s'oppose que la différence de valeur entre la réluctance du circuit de dérivation et celle du circuit shunt pour que le flux de l'aimant puisse passer entièrement du circuit shunt au circuit de dérivation.

Cette différence de valeur de réluctance des deux circuits dépendant de leur longueur qui est différente,leur section étant identique,et de l'épaisseur des entrefers de jonction,il suffit d'effectuer un réglage de ces épaisseurs avec des cales très minces en matériau amagnétique ou paramagnétique pour faire varier la différence de valeur de réluctance entre les deux circuits.

Connaissant la valeur Br de l'induction rémanente de l'aimant choisi,la courbe d'aimantation du matériau ferro magnétique doux de la structure,les longueurs des deux circuits magnétiques, l'épaisseur des entrefers de jonction,il est très facile de calculer l'épaisseur de la ou des cales à ajouter dans les entrefers de l'un ou l'autre des circuits pour minimiser cette différence de réluctance,qui traduite en force magnéto motrice démagnétisante Fd peut être réduite à quelques ampères tours.

Comme la force magnéto motrice Fe maximum de la bobine d'excitation doit être égale à Fd,ces quelques ampères tours divisés par le nombre de spires de l'enroulement d'excitation donnent la valeur maximum du courant qui sera consommé par la bobine d'excitation.Avec un grand nombre de spires ce courant est insignifiant donc négligeable.

L'assemblage des différentes parties de la structure et de l'aimant avec ladite structure étant fait de façon que le total des entrefers de jonction du circuit shunt et le total des entrefers de jonction du circuit de dérivation soient égaux et se fassent équilibre,seules comptent donc les longueurs Ls du circuit shunt et Ld du circuit de dérivation et l'épaisseur de la cale de réglage pour effectuer ledit réglage.

Dans cette structure magnétique le circuit shunt peut être le circuit magnétique dont la longueur Ls est plus courte que la longueur Ld de l'autre circuit qui devient le circuit de dérivation.He étant la valeur du champ démagnétisant dans la cale de règlage et Ha la valeur du champ démagnétisant dans le matériau

et la différence de force magnéto motrice démagnétisante entre les deux circuits,proportionnelle à leurs longueurs,étant donc égale à Ha(Ld-Ls),pour minimiser cette différence de réluctance il faut donc placer,dans au moins un entrefer de jonction de ce circuit shunt,une cale de réglage d'épaisseur lc telle que la force magnéto motrice He.lc se rapproche de la valeur de la force magneto motrice Ha(Ld-Ls) de façon que Fd = Ha(Ld-Ls) - Helc soit faible de l'ordre de quelques ampères tours.

D'autre part le circuit shunt peut être le circuit dont la longueur Ls est la plus longue,le circuit de dérivation étant celui dont la longueur Ld est la plus courte.En effet il suffit d'introduire une cale de réglage dans au moins un entrefer du circuit de dérivation d'épaisseur lc telle que la force magneto motrice He.lc + Ha.Ld soit plus grande que la force magnéto motrice Ha.Ls, mais de peu,de façon que Fd = He.lc + Ha.Ld - Ha.Ls soit faible de l'ordre de quelques ampères tours.

En revenant au fonctionnement du dispositif,on constate, puisque les polarités des aimants ne changent pas,que la variation de l'intensité du flux de l'aimant dans chaque circuit se fait toujours en croissant et en décroissant dans le même sens et que si le courant variable appliqué à la bobine d'excitation est un courant alternatif,la variation de flux ne se fera que pendant une alternance,car pendant l'autre alternance le flux minime de la bobine d'excitation étant dans le même sens que celui de l'aimant dans le circuit shunt,la réluctance ne sera pas modifiée dans ledit circuit et il n'y aura pas de variation de flux. En conséquence le force electro motrice induite dans les enroulements secondaires par les variations du flux de l'aimant,sera pulsée unidirectionnelle,de même fréquence que le courant d'excitation et de même sens que la tension appliquée pendant une alternance.

Les forces électro motrices induites dans les enroulements secondaires,reliés en série et dont le sens d'enroulement des spires est inversé,s'ajoutent car la force electro motrice induite dans l'enroulement secondaire du circuit shunt est de même sens que la tension U appliquée à la bobine d'excitation,alors que la force électro motrice induite dans l'enroulement secondaire du circuit de dérivation est de sens contraire à la tension U.

En effet le flux croissant de la bobine d'excitation du circuit shunt est de même sens que le flux décroissant de l'aimant

dans le noyau de l'enroulement secondaire dudit circuit.La force électro motrice induite par le flux décroissant de l'aimant est donc de même sens que la tension U appliquée à la bobine d'excitation pendant l'alternance spécifiée.Dans le circuit de dérivation,le flux croissant de la bobine d'excitation est de même sens que le flux croissant de l'aimant dans le noyau de l'enroulement secondaire dudit circuit.La force électro motrice induite par le flux croissant de l'aimant est donc de sens contraire à la tension U appliquée à la bobine d'excitation pendant cette même alternance.Comme le sens de bobinage du secondaire du circuit de dérivation est inversé par rapport au sens de bobinage de la bobine d'excitation et du sens de bobinage de l'enroulement secondaire du circuit shunt,la force électro motrice induite est en fait du même sens dans les deux secondaires et elles s'ajoutent l'une à l'autre,en remarquant qu'elles sont en phase avec la tension U.

En fermant le circuit électrique des secondaires pour les faire débiter dans une charge,l'intensité du courant parcourant les spires des secondaires dépendra uniquement de la charge,en conséquence la section du fil conducteur des secondaires sera déterminée par l'intensité maximum de courant que peut consommer la charge,le nombre de spires total N des deux secondaires sera déterminé par la tension qui doit être appliquée à la charge en fonction de l'induction rémanente Br de l'aimant choisi,de la section S de l'aimant et des circuits magnétiques et de la fréquence F du courant à tension variable U appliqué à la bobine d'excitation selon la formule : force électro motrice E des secondaires = 4,44.N.F.Br.S si la tension variable U est sinusoidale. Le nombre de spires N et la densité maximum de courant admissible déterminant la section du fil conducteur,ces deux facteurs déterminent l'encombrement des bobines secondaires,donc la dimension de la structure,la longueur Ls du circuit shunt et la longueur Ld du circuit de dérivation,donc le nombre d'ampères tours maximum nécessaire pour la bobine d'excitation qui peut être réduit par les cales de réglage.

Quand le courant circule dans le fil conducteur des secondaires il crée des ampères tours dont le flux dans les deux circuits, shunt et dérivation,s'oppose à celui de l'aimant et tend à le désaimanter,puisque la force électro motrice des secondaires est de même sens que la tension U qui crée dans la bobine d'excitation du circuit shunt un flux s'opposant à celui de l'aimant.

Mais l'aimant permanent ayant un fort champ coercitif intrinséque réagit en équilibrant les ampères tours des secondaires.En effet le point de fonctionnement de l'aimant recule sur sa courbe d'aimantation intrinsèque $4\pi I(H)$ ou $M(H)$ suivant les conventions et non sur sa courbe spécifique d'induction $B(H)$ car les ampères tours démagnétisants sont extrinséques de l'aimant.

L'induction rémanente Br de l'aimant ne varie donc pas de façon sensible tant que les ampères tours démagnétisants des secondaires ne dépassent pas une certaine valeur déterminée par la courbe $4\pi I(H)$ ou $M(H)$ de l'aimant choisi.Avec les aimants permanents fabriqués industriellement maintenant cette valeur peut atteindre plus de 50.000 A/m,avec les aimants ferrites plusieurs centaines de milliers d'A/m et avec les aimants cobalt terres rares cette valeur peut dépasser le million d'A/m.

Le principe de la conservation du flux et de l'équilibre des ampères tours se retrouve comme dans les transformateurs classiques,car la variation de l'intensité du flux de l'aimant dans les deux circuits n'est pas affectée par les ampères tours des secondaires qui sont annulés par ceux de l'aimant qui maintient une induction constante,en faisant office de bobine fictive primaire, en faisant appel à son énergie intrinsèque énorme et inépuisable, qui est le produit de $4\pi I$ par H ou M par H,pour compenser exactement et instantanément les ampères tours des secondaires.

Il est prouvé que,dans ce mode de fonctionnement dynamique de l'aimant permanent à fort champ coercitif intrinsèque,celui ci peut subir des influences démagnétisantes considérables,sans perdre de son potentiel d'énergie magnétique lors de leur annulation.

Il est donc possible,si besoin en était,en augmentant la section des aimants,donc leur volume,de fabriquer des dispositifs, selon l'invention,de très grande puissance avec une tension très élevée.Il n'y a pas de limite pour la section des aimants car il est possible de les grouper les uns contre les autres,en pavage, pour obtenir la même section que celle de la structure.

La puissance du dispositif répond toujours exactement à la puissance demandée par la charge,car la force électro motrice reste invariable,hormis les chutes de tension,tandis que le courant varie en fonction de la demande de la charge.

Comme la puissance P = EI en volts ampères,dans le cas le plus fréquent d'un courant sinusoidal,cette puissance demandée

est P = 4,44.F.Br.S.N.I. ou 4,44.F.Ø.N.I.
La puissance maximale de l'aimant est donnée par le travail que son énergie peut effectuer par seconde.Son énergie intrinsèque est W = 4πI.H ou M.H. multipliée par S,or 4πI.S ou M.S = Ø donc W = Ø.H .Comme les ampères tours N.I. des bobines secondaires sont exactement équilibrés par le champ coercitif H de l'aimant, H = N.I.Donc la puissance maximale du dispositif ,selon l'invention est 4,44.F.Ø.H.Comme H peut atteindre plusieurs centaines de milliers d'A/m,la puissance maximale disponible est considérable.

Pour pouvoir admettre des courants de forte intensité dans les bobinages secondaires,ceux ci peuvent être réalisés en bandes d'aluminium isolées et les deux bobinages secondaires remplacés par plusieurs bobines,couples de bobines branchés en parallèle, ce qui permet de réduire la section des bandes de chaque bobinage.

Comme il a été indiqué précédemment,le dispositif,suivant l'invention,n'est générateur de courant que pendant une alternance du courant alternatif appliqué à la bobine d'excitation,ce qui donne un courant pulsé unidirectionnel de même fréquence que la tension alternative appliquée.

Pour obtenir une tension pulsée unidirectionnelle de fréquence double,s'apparentant plus à un courant continu,il suffit de grouper deux dispositifs semblables dont l'un a son sens de bobinage de la bobine d'excitation enroulé en sens inverse de l'autre de façon à être générateur de courant pendant l'autre alternance du courant alternatif appliqué,ou avec le même sens de bobinage mais en inversant la polarité de son aimant par rapport à l'autre.

En reliant les secondaires de chaque dispositif en série,mais en opposition par rapport au sens du courant les parcourant,puis en fermant leur circuit électrique et en branchant la charge en parallèle entre les deux dispositifs,le courant parcourera ladite charge dans le même sens à chaque alternance.

Pour éviter que,à chaque alternance,le courant d'un dispositif parcourt les spires des secondaires de l'autre,qui deviendraient donc récepteurs,il suffit de disposer deux diodes semi conductrices de part et d'autre de la prise centrale de la charge.

Pour obtenir une tension alternative de même fréquence que la tension alternative appliquée à la bobine d'excitation,il suffit de grouper deux dispositifs semblables à ceux précédemment décrits,mais en reliant les secondaires de chaque dispositif en série de telle façon que le courant les parcourt dans le même

sens,de fermer leur circuit électrique et de brancher la charge en parallèle entre les deux dispositifs,ce qui oblige le courant à parcourir ladite charge en sens inverse à chaque alternance.

Pour éviter que le courant d'un dispositif parcourt les spires de l'autre à chaque alternance,il faut provoquer une commutation automatique en disposant un transistor à l'entrée des secondaires de chaque dispositif dont la base est reliée à la sortie,ou réciproquement suivant le transistor choisi.Cette commutation automatique peut aussi être réalisé avec des thyristors.

Il découle du fonctionnement du dispositif,selon l'invention, que la bobine d'excitation ne sert qu'à mettre le dispositif en activité.La réalisation la plus intéressante du dispositif consistant toujours en deux dispositifs couplés,il faut que le courant appliqué à la bobine d'excitation soit alternatif.

Une fois le dispositif mis en activité par un bref passage de courant dans la bobine d'excitation,celle ci peut être alimentée uniquement par la force électro motrice créée dans les secondaires ,ladite bobine devenant une charge branchée en dérivation,le courant passant dans ses spires même si aucune charge n'est branchée sur le dispositif.Comme la force électro motrice des secondaires est en phase avec la tension appliquée initialement,elle peut prendre le relai du courant extérieur.Il est par contre nécessaire que cette force électro motrice soit alternative,aussi la bobine d'excitation est elle branchée en dérivation sur chacun des secondaires et de telle façon que le courant parcourt ses spires en sens inverse à chaque alternance.Comme cette bobine comporte un grand nombre de spires,elle offre une grande résistance au passage du courant et la très faible intensité de courant qui la parcourt peut,sans inconvénients,parcourir aussi les secondaires de chaque dispositif,à chaque alternance,qui eux ont une résistance et une inductance faible.Comme la tension des secondaires peut ne pas correspondre à la tension initialement appliquée à la bobine d'excitation et prévue pour elle,les prises de dérivation sur les secondaires peuvent être faites comme sur un auto transformateur,après avoir calculer le nombre de spires nécessaires pour obtenir la tension désirée.

On obtient donc toujours,pour la bobine d'excitation,un courant alternatif de même tension et de même fréquence que le courant appliqué initialement,que le dispositif soit agencé pour donner du courant pulsé ou du courant alternatif.

Pour un couple de dispositifs agencés pour donner du courant pulsé unidirectionnel,la fréquence peut être élevée,ce qui permet de réduire le nombre de spires et l'encombrement des dispositifs. cette fréquence peut être obtenue par un vibreur,un oscillateur, un onduleur ou un convertisseur à transistors,alimenté par une pile un bref instant,le temps de mettre en activité les dispositifs.Dans ce cas,pour de petites et moyennes puissances il est préfèrable d'utiliser,pour la structure,des matériaux ferro magnétiques,non métalliques,à haute perméabilité et à faibles pertes, tels que les ferrites doux souvent appelés ferroxcubes.

Pour un couple de dispositifs agencés pour donner du courant alternatif,la fréquence doit correspondre à celle désirée,par exemple 50 Hertz.La mise en activité des dispositifs peut être faite en branchant,pendant une brève durée,les bobines d'excitation sur le réseau de distribution.Mais si pour une raison de sécurité,le couple de dispositifs est rendu inerte en ouvrant le circuit électrique des bobines d'excitation,il dépend toujours du réseau de distribution pour être remis en activité.Pour le rendre complètement autonome,il faut donc disposer,par exemple,d'un onduleur électronique à la fréquence de 50 Hertz,alimenté par une pile le temps de l'impulsion de courant nécessaire pour remettre le dispositif en activité.

Le couple de dispositifs doit donc comporter une entrée de courant pour les bobines d'excitation (mise en activité),un interrupteur sur le circuit électrique des bobines d'excitation (mise hors d'activité),et une sortie pour brancher la charge et séparément du dispositif un onduleur ou tout autre système,qui peut être appelé le démarreur,alimenté par une pile et dont la mise en service est commandée par un bouton poussoir.

L'énergie naturelle des aimants permanents est une énergie cachée.Il suffit d'un bref instant,en faisant passer un fort champ magnétique dans la matière de l'aimant inerte,pour mettre en activité cette énergie préexistante.Les aimants peuvent donc être assemblés dans les structures magnétiques,étant non aimantés, et il suffit de se servir des bobinages secondaires,pour les aimanter,en les branchant sur une source de courant continu de forte intensité en choisissant le sens convenable de circulation du courant.Cette aimantation ne durant qu'un bref instant les bobinages n'ont pas le temps de chauffer.Cette façon de procéder facilite beaucoup la fabrication industrielle des dispositifs.

On peut résumer le principe de l'invention au fait que l'aimantation de l'aimant permanent ayant mis en activité cette énergie magnétique intrinséque due à la mise en rotation sur eux mêmes des électrons de la matière de l'aimant en créant ainsi des courants atomiques,cette énergie est transférée dans chaque circuit magnétique de la structure par la bobine d'excitation,donc qu'une fraction de l'énergie de formation de la matière est transférée aux bobinages secondaires qui la transforment directement en énergie électrique.

Le dispositif,suivant l'invention,permet donc de capter une fraction de l'énergie nucléaire et de l'utiliser directement pour produire de l'électricité.

L'invention sera mieux comprise à la lecture des descriptions qui suivent et à l'examen des dessins annexés qui montrent à titre d'exemples non limitatifs des modes de réalisation de l'invention.

La fig.I est une vue schématique d'un mode de réalisation d'une structure,selon l'invention,avec son aimant permanent intégré.

La fig.2 représente la même structure et le schéma de son enroulement d'excitation en fonctionnement,entourant une partie du circuit magnétique de moindre réluctance et une partie du circuit magnétique de plus forte réluctance.

La fig.3 représente la même structure et le schéma de son enroulement secondaire débitant dans une charge,l'enroulement d'excitation n'ayant pas été représenté pour plus de clarté du dessin.

La fig.4 est une vue en perspective de cette structure et de ses bobines montrant la disposition des tôles isolées qui la compose.

La fig.5 est une vue schématique d'un autre mode de réalisation d'une structure,selon l'invention,avec son aimant permanent constituant un des noyaux extérieurs.

La fig.6 représente la même structure et le schéma de son enroulement d'excitation en fonctionnement,entourant seulement le noyau central du circuit magnétique de moindre réluctance.

La fig.7 représente la même structure et le schéma de son enroulement secondaire débitant dans une charge.

La fig.8 est une vue en perspective de cette structure,sans ses enroulements,montrant le feuilletage des tôles.

A la fig.I on a représenté un mode de réalisation de la structure I faite de tôles isolées découpées en forme de C,l'un de ces C étant coupé en deux tronçons à la dimension nécessaire et réassemblés après y avoir introduit l'aimant permanent 2,dont les polarités sont marquées N et S,un noyau central 3 composé de ces mêmes tôles,tous ces différents éléments étant fortement assemblés,les moyens d'assemblage n'étant pas figurés,les jonctions de ces différents éléments formant des entrefers minimes s'équilibrant à part les jonctions 4 et 5 avec le noyau central 3 qui comportent des cales de réglage en matériau amagnétique ou paramagnétique,figurées en trait épais,augmentant la réluctance totale du circuit magnétique passant par ce noyau central 3 de façon que les lignes d'induction de l'aimant soient entièrement canalisées dans le circuit magnétique de moindre réluctance 6, figuré par deux lignes de pointillés,ce mode de réalisation illustrant le cas du circuit shunt plus long que le circuit de dérivation.

A la fig.2 on a représenté les enroulements de la bobine d'excitation répartis sur le noyau extérieur 7 du circuit shunt et le noyau central 3 du circuit de dérivation où sont maintenant entièrement canalisées les lignes d'induction de l'aimant 2, figurées par deux lignes de pointillés,du fait du courant maximum parcourant les spires de l'enroulement d'excitation dans un certain sens,figuré par les flèches,pendant une alternance du courant alternatif appliqué,les polarités correspondantes de chaque enroulement étant indiquées par n (Nord) et s (Sud),en remarquant qu'elles sont inversées d'un bobinage à l'autre.

A la fig.3 sont représentés les enroulements secondaires répartis sur les noyaux des deux circuits magnétiques et débitant un courant dans un récepteur R (ou charge) dans le sens indiqué par les flèches,les polarités des deux enroulements secondaires étant indiquées par N et S.En effet le flux de l'aimant 2 décroit dans le noyau extérieur 7,une seule ligne de pointillés,sous l'effet de la polarité contraire croissante de la bobine d'excitation de ce noyau,non figurée,en induisant une force electro motrice de même sens que celle de la bobine d'excitation de ce noyau et croit dans le noyau central 3 du circuit de dérivation,une seule ligne de pointillés,en induisant une force électro motrice de sens opposé à celle de la bobine d'excitation du noyau 3,non figurée, (se reporter à la fig.2).

Les enroulements secondaires étant inversés l'un par rapport à l'autre,leurs forces électro motrices s'ajoutent et le courant qui les parcourt est de même sens,quand ils débitent dans la charge R,et crée des ampères tours dont le flux,ainsi créé dans chaque enroulement secondaire est de même polarité et s'oppose, dans l'ensemble de la structure,au flux de l'aimant permanent, lui aussi de même polarité,ces polarités étant indiquées par N et S.Les ampères tours des secondaires sont donc équilibrés par ceux de l'aimant qui réagit en fonction de son fort champ coercitif intrinsèque,ce qui lui permet de conserver son induction rémanente constante donc son flux constant qui est le flux magnétisant et démagnétisant passant d'un noyau à l'autre selon la fréquence du courant appliqué à l'enroulement d'excitation.

A la fig.4 est représentée structure I,vue en perspective, munie de ses bobines,montrant sur sa tranche le feuilletage des tôles et démontrant que c'est l'encombrement des enroulements secondaires qui détermine les dimensions de la structure.

A la fig.5 on a représenté un autre mode de réalisation de la structure 8,faite de trois noyaux et de deux culasses réalisées en empilage de tôles isolées,un des noyaux extérieurs étant constitué par l'aimant permanent 9.Les jonctions des différentes parties de la structure forment des entrefers minimes et équilibrés pour chaque circuit magnétique et le circuit de moindre réluctance (shunt),figuré par deux lignes en pointillés,est forcément le circuit le plus court qui passe par le noyau central IO.
La différence de valeur entre les réluctances des deux circuits dépendant de leur longueur,leur section étant identique,il est facile de minimiser cette différence en insérant au moins une cale de réglage II en matériau amagnétique entre le noyau central IO et la culasse I2,la longueur du noyau central IO étant prévue en fonction de l'épaisseur de la cale de réglage II,de façon que la valeur totale de la réluctance du circuit shunt se rapproche de la valeur totale du circuit de dérivation.

A la fig.6 est représenté,par deux lignes de pointillés,le circuit de dérivation passant par le noyau extérieur I3 où sont maintenant entièrement canalisées les lignes d'induction de l'aimant 9 quand le courant maximum appliqué à la bobine d'excitation parcourt ses spires,dans un certain sens figuré par les flèches, pendant une alternance.On remarque que dans ce mode de réalisation l'enroulement d'excitation n'entoure que le noyau central IO

et que le sens d'enroulement de ses spires est inversé par rapport à celui de la réalisation précédente (voir fig.2) ainsi que ses polarités indiquées par n et s.

A la fig.7 on remarque que le sens d'enroulement des spires des secondaires est le même que celui de la réalisation précédente (voir fig.3) et l'explication du fonctionnement est la même.

A la fig.8 est représentée,vue en perspective,ce mode de réalisation de la structure 8,son aimant intégré 9,mais sans ses bobines,montrant sur sa tranche l'empilage des tôles minces.

Sur la planche II :

La fig.9 est un schéma de branchements électriques d'un couple de dispositifs agencés pour faire passer dans une charge un courant pulsé unidirectionnel de fréquence double du courant alternatif appliqué aux bobines d'excitation.

La fig.I0 représente la courbe de la force électro motrice E résultant du couplage de deux dispositifs.

La fig.II est un schéma de branchements du même couple de dispositifs mais agencés pour faire passer dans une charge un courant alternatif de même fréquence que le courant alternatif appliqué aux bobines d'excitation.

La fig.I2 représente la courbe de la force électro motrice E résultant du couplage de ces deux dispositifs.

La fig.I3 est un graphique d'un aimant permanent à fort champ coercitif intrinsèque montrant sa courbe $4\pi I(H)$ d'aimantation intrinséque et sa courbe B(H) d'induction spécifique.

La fig.I4 est un graphique montrant la variation simultanée et en sens inverse de l'induction B de l'aimant dans chaque noyau en fonction de la force magnéto motrice Fe de l'enroulement d'excitation.

A la fig.9 est représenté un exemple de schéma électrique de branchement d'une paire de dispositifs,avec les aimants figurés pour montrer leurs polarités respectives,agencés pour faire passer un courant pulsé unidirectionnel de même sens et de fréquence double du courant alternatif appliqué aux bobines d'excitation pendant une alternance.Sur ce schéma l'interrupteur I4 du circuit alimentant la charge R est ouvert et l'interrupteur I5 du circuit des bobines d'excitation I6,I7 et I8,I9 est fermé.Les enroulements secondaires 20,2I et 22,23 sont reliés en série de façon que le courant induit dans leurs spires puisse parcourir la charge,quand l'interrupteur I4 est fermé,dans le même sens à chaque

alternance.Les diodes 24 et 25 évitent que le courant d'un dispositif,générateur de courant pendant une alternance,parcourt les spires de l'autre et réciproquement pendant l'autre alternance. Le bouton poussoir 26 permet de faire passer,un bref instant,le courant alternatif,provenant d'une source d'énergie extérieure aux dispositifs,dans les bobines d'excitation,pour mettre le couple de dispositifs en activité,le courant induit,instantanément, dans les secondaires prenant le relai du courant d'excitation initial.On remarque que les bobines d'excitation sont branchées en dérivation sur les secondaires de telle manière que,à chaque alternance,le courant induit dans ces secondaires les parcourt en sens inverse.Ce courant alternatif peut en effet les parcourir puisque leur circuit électrique est fermé en passant par les spires des enroulements secondaires non générateurs.Ce courant étant très faible cela n'a aucune importance.Il en est de même quand l'interrupteur I4 est fermé et que le courant des secondaires débite dans la charge.La force électro motrice induite dans les secondaires étant en phase avec le courant alternatif extérieur initial,le relai a donc bien été pris instantanément par le courant produit par le couple de dispositif,pour alimenter lui même ses bobines d'excitation,démontrant ainsi que le couple de dispositifs peut être générateur de courant et fonctionner indépendamment de toute source d'énergie extérieure une fois mis en activité.

A la fig.IO est représentée la courbe E(t) de la force électro motrice résultant du couplage de ces dispositifs.Celle ci est pulsée unidirectionnelle de fréquence double du courant alternatif appliqué initialement et elle est une fonction sinusoidale du temps si le courant alternatif appliqué l'était aussi.

A la fig.II est représenté un exemple de schéma électrique de branchement du même couple de dispositifs mais agencés pour faire passer un courant alternatif dans une charge R.Les secondaires 27,28 et 29,30 sont reliés en série de façon que le courant induit dans leurs spires puisse parcourir la charge,quand l'interrupteur 3I est fermé,en sens inverse à chaque alternance. Les transistors 32 et 33 intercalés à l'entrée des secondaires et dont leurs bases sont connectées aux sorties,assurent une commutation automatique,de façon que le courant d'un dispositif générateur ne parcourt pas les spires des secondaires de l'autre pendant une alternance et réciproquement pendant l'autre alter-

nance.Les bobines d'excitation 34,35 et 36,37 sont branchées en dérivation sur les secondaires de façon qu'à chaque alternance le courant induit dans ces secondaires les parcourt en sens inverse.Le fonctionnement de ce couple de dispositif est donc identique à celui décrit sur la fig.9,à part que le courant pouvant passer dans la charge est alternatif,et que la fréquence du courant alternatif appliqué initialement aux bobines d'excitation doit correspondre à la fréquence du courant alternatif prévu pour la charge.

A la fig.I2 est représentée la courbe E(t) de la force électro motrice résultant de ce couplage de dispositifs.Celle ci est une fonction sinusoidale du temps alternative si le courant appliqué initialemnt était sinusoidal,cas le plus fréquent.

A la fig.I3 est tracé un exemple de courbes $4\pi I(H)$ d'aimantation intrinséque et B(H) d'induction spécifique d'un aimant permanent à fort champ coercitif intrinséque.Le point A représente le point de recul maximum de fonctionnement de l'aimant sur sa courbe $4\pi I(H)$ en fonction de son champ coercitif H équilibrant les ampères tours NI des secondaires pour que son induction rémanente Br reste sensiblement constante.

A la fig.I4 est tracé un graphique montrant la variation simultanée de l'induction B de l'aimant dans le noyau du circuit de moindre réluctance,à gauche,et dans le noyau du circuit de plus forte réluctance,à droite,en fonction de la force magnéto motrice Fe des bobines d'excitation qui est égale,à sa valeur maximum,à la valeur de la différence de réluctance entre les deux circuits.On remarque que les courbes B(Fe) du noyau du circuit shunt et du noyau du circuit de dérivation sont des droites parallèle car le matériau ferro magnétique doux qui les constitue n'est pas saturé.Quand Fe = 0,l'induction B=Br dans le noyau du circuit shunt et l'induction B=0 dans le noyau du circuit de dérivation,donc tout le flux de l'aimant passe dans le circuit shunt.Quand Fe = Fe/2,l'induction B=Br/2 dans les deux noyaux et le flux de l'aimant se partage par moitié dans les deux circuits.Quand Fe est à sa valeur maximum,l'induction B=0 dans le noyau du circuit shunt et B=Br dans le noyau du circuit de dérivation,donc tout le flux de l'aimant passe dans le circuit de dérivation.

Les avantages des dispositifs,selon l'invention,résident dans le fait,qu'ils peuvent produire de l'énergie électrique

à volonté,que cette énergie est inépuisable et qu'ils peuvent être indépendants de toute source d'énergie extérieure une fois mis en activité.Leur puissance peut être petite,moyenne ou très grande suivant les besoins.Leur rapport poids puissance peut être d'environ I kW/kg.Ils peuvent se brancher en parallèle si nécessaire.L'énergie électrique consommée sera gratuite.

On conçoit que leurs applications s'étendent à tous les domaines et que les conséquences qui en découlent,tant industrielles qu'économiques et politiques sont considérables sans négliger celles qui concernent la disparition d'un grand nombre de pollutions et de nuisances.

L'application à tous véhicules est particulièrement caractéristique,car le rayon d'action deviendra illimité et l'énergie consommée gratuite.

Pour chaque dispositif d'une puissance de 2 kW en courant alternatif 220 volts,50 hertz par exemple,utilisant des aimants ferrites courants,il faudrait environ 75 grammes d'aimant.Pour une production en série cela représenterait une consommation de 75 tonnes d'aimant par million de dispositifs fabriqués,il n'y a donc pas d'obstacles pour fabriquer ces dispositifs industriellement.

REVENDICATIONS

I.- Dispositif magnétique statique à aimant permanent, permettant de produire directement de l'énergie électrique par transfert de l'énergie électro magnétique intrinséque d'aimantation de la matière constituant l'aimant à des bobinages pouvant alimenter une charge, ladite énergie étant inépuisable et l'énergie nécessaire pour produire ce phénomène étant négligeable et pouvant être entièrement intrinséque du dispositif une fois celui-ci mis en activité, caractérisé en ce qu'il comporte une structure magnétique fermée, en matériau ferro magnétique doux à faible champ coercitif et faibles pertes, comprenant deux circuits magnétiques fermés de réluctance différente, un aimant permanent à fort champ coercitif intrinséque, intégré dans cette structure, dont les lignes d'induction sont entièrement canalisées dans le circuit de moindre réluctance, un certain nombre d'entrefers minimes constitués par la jonction des différentes parties de ladite structure, fortement assemblées entr'elles, un moyen de règler la différence de valeur entre la réluctance des deux circuits magnétiques destiné à minimiser cette différence de valeur de réluctance, un enroulement d'excitation susceptible d'être parcouru par un courant à tension variable selon une certaine fréquence et selon un certain sens de façon à créer une force magnéto motrice croissante et décroissante, de pôle Nord et de pôle Sud s'opposant au pôle Nord et au pôle Sud dudit aimant dans le circuit de moindre réluctance, destinée à faire fuir le flux de l'aimant de façon croissante et décroissante dans l'autre circuit magnétique, un enroulement, dit enroulement secondaire, entourant une partie du circuit de moindre réluctance et une partie du circuit de plus forte réluctance, dont les spires sont enroulées dans le même sens que celles de l'enroulement d'excitation autour du circuit de moindre réluctance et en sens inverse autour de l'autre circuit, destiné à être le siège d'une force électro motrice, induite par la variation d'intensité du flux de l'aimant dans les deux circuits magnétiques, sous l'action de laquelle ledit enroulement secondaire peut débiter un courant électrique variable dans une charge, lequel courant en circulant dans les spires de l'enroulement secondaire crée des ampères-tours croissants et décroissants dont le flux s'oppose au flux de l'aimant dans les deux circuits magnétiques, lequel aimant permanent réagit instantanément, du fait de son fort champ coercitif intrinséque, pour équilibrer les ampè-

res-tours ainsi créés et conserver une valeur d'induction constante dans la structure magnétique.

2.- Dispositif magnétique,selon la revendication I,caractérisé par le fait que la structure magnétique est faite de tôles minces en matériau ferro magnétique doux,isolées entr'elles,comme pour un transformateur classique,ou en matériau ferro magnétique doux,non métallique,tel que les ferrites doux à haute perméabilité et faibles pertes utilisés dans les transformateurs pour moyenne et haute fréquence.

3.- Dispositif magnétique,selon la revendication I,caractérisé en ce que la structure magnétique se compose de différentes parties formant trois noyaux reliés par deux culasses,un des noyaux extérieurs comprenant l'aimant permanent ou le constituant, la jonction de ces différentes parties formant des entrefers minimes.

4.- Dispositif magnétique,selon la revendication I,caractérisé par le fait que les différentes parties de la structure sont construites et assemblées de façon que la valeur totale de la réluctance des entrefers de jonction de chaque circuit magnétique s'équilibre entre les deux circuits,que la valeur de la réluctance de chacun des circuits est déterminée par sa longueur,leur section étant identique,et peut être modifiée par un réglage de l'épaisseur des entrefers.

5.- Dispositif magnétique,selon la revendication I,caractérisé par le fait que le moyen de régler la différence de valeur entre la réluctance totale des deux circuits magnétiques destiné à minimiser cette différence de valeur de réluctance,est au moins une cale de règlage,en matériau amagnétique ou paramagnétique, pouvant être insérée dans un des entrefers de jonction d'une partie de l'un ou de l'autre des circuits magnétiques afin d'augmenter ou de diminuer la valeur de la réluctance totale de l'un ou l'autre de ces circuits magnétiques.

6.- Dispositif magnétique,selon les revendications I,4 et 5, caractérisé par le fait que,par un réglage effectué au moyen des cales,le circuit magnétique de moindre réluctance totale,canalisant entièrement les lignes d'induction de l'aimant,peut être soit le circuit le plus court soit le circuit le plus long.

7.- Dispositif magnétique,selon les revendications I,3 et 6, caractérisé par le fait que l'enroulement d'excitation entoure le noyau central de la structure quand le circuit magnétique de

moindre réluctance totale passe par ce noyau central.

8.- Dispositif magnétique,selon les revendications I,3 et 6, caractérisé par le fait que l'enroulement d'excitation entoure le noyau extérieur opposé à celui de l'aimant quand le circuit magnétique de moindre réluctance passe par ce noyau extérieur.

9.- Dispositif magnétique,selon les revendications I,3 et 6, caractérisé par le fait que l'enroulement d'excitation peut entourer le noyau central et le noyau extérieur opposé à celui de l'aimant,le sens d'enroulement de ses spires étant tel que lorsqu'il est parcouru dans un certain sens par un courant variable il crée une force magnéto motrice variable de pôle Nord et de pôle Sud opposés aux pôles Nord et Sud de l'aimant dans le circuit de moindre réluctance totale et simultanément une force magnéto motrice de pôle Sud face au pôle Nord de l'aimant et de pôle Nord face au pôle Sud de l'aimant dans le circuit de plus forte réluctance totale.

IO.- Dispositif magnétique,selon la revendication I,caractérisé par le fait que lorsque le courant appliqué à la bobine d'excitation est un courant alternatif,le passage du flux de l'aimant d'un circuit à l'autre ne se fait que pendant une alternance du courant appliqué.

II.- Dispositif magnétique,selon la revendication I,caractérisé par le fait que,quelque soit le courant à tension variable appliqué à la bobine d'excitation,la variation croissante et décroissante de l'intensité du flux de l'aimant dans chaque circuit se fait toujours dans le même sens,la polarité du flux de l'aimant ne changeant pas,donc que la force électro motrice induite dans l'enroulement secondaire est pulsée unidirectionnelle de même sens et de même fréquence que la tension appliquée et en phase avec elle.

I2.- Dispositif magnétique,selon les revendications I et 5, caractérisé par le fait que la valeur maximum de la force magnéto motrice de l'enroulement d'excitation nécessaire pour faire passer entièrement le flux de l'aimant d'un circuit magnétique à l'autre est égale à la force magnéto motrice que représente la différence de valeur de réluctance entre les deux circuits magnétiques,cette différence de valeur pouvant être réglée par le moyen de réglage pour être faible.

I3.- Dispositif magnétique,selon les revendications I,IO et II, caractérisé par le fait qu'en groupant deux dispositifs semblables

dont l'un a son sens de bobinage de l'enroulement d'excitation inversé par rapport à l'autre ou dont l'un a les polarités de son aimant permanent intégré inversées par rapport à celles de l'autre, l'un des dispositifs sera générateur de courant pendant une alternance et l'autre générateur de courant pendant l'autre alternance du courant alternatif appliqué,qu'en reliant en série les secondaires de chaque dispositif de telle façon que le courant induit les parcourt en sens opposé à chaque alternance,qu'en fermant leur circuit électrique et en branchant une charge en parallèle entre les deux dispositifs,le courant parcourera ladite charge dans le même sens à chaque alternance,alimentant ainsi la charge en courant pulsé unidirectionnel de fréquence double à celle du courant alternatif appliqué aux enroulements d'excitation des deux dispositifs,une diode semi conductrice située de part et d'autre de la prise centrale de la charge entre les deux dispositifs empêchant le courant d'un dispositif de parcourir les spires de l'autre à chaque alternance.

I4.- Dispositif magnétique,selon les revendications I,IO et II, caractérisé par le fait qu'avec les mêmes dispositifs groupés que ceux décrits dans la revendication précédente,mais en reliant en série les secondaires de chaque dispositif de telle façon que le courant les parcourt dans le même sens à chaque alternance,qu'en fermant leur circuit électrique et en branchant une charge en paralléle entre les deux dispositifs,le courant parcourera ladite charge en sens inverse à chaque alternance,alimentant ainsi cette charge en courant alternatif de même fréquence que le courant alternatif appliqué aux enroulements d'excitation des deux dispositifs,une commutation automatique étant réalisée par un transistor, intercalé à l'entrée du secondaire de chaque dispositif dont la base est connectée à la sortie,ou l'inverse suivant le transistor choisi,empêchant ainsi le courant d'un dispositif de parcourir les spires de l'autre à chaque alternance.Idem par un thyristor.

I5.- Dispositif magnétique,selon les revendications I,I3 et I4, caractérisé par le fait que les bobines d'excitation de deux dispositifs couplés doivent être alimentées par un courant alternatif provenant d'une source d'énergie extérieure pour mettre en activité le dispositif et qu'ensuite ces bobines peuvent être alimentées par le courant alternatif produit par le dispositif lui même,donc peuvent être déconnectées de la source d'énergie extérieure à la condition d'être branchées en dérivation sur

chacun des secondaires de telle façon que le courant induit dans le secondaire d'un dispositif parcourt leurs spires dans un sens pendant une alternance et que le courant induit dans le secondaire de l'autre dispositif parcourt leurs spires en sens inverse pendant l'autre alternance,lesdites bobines d'excitation devenant une charge branchée en dérivation sur chaque secondaire fermant ainsi leur circuit électrique et permettant aux deux dispositifs couplés de rester en activité,un interrupteur intercalé dans le circuit électrique des bobines d'excitation pouvant servir à mettre hors d'activité ces dispositifs.

PL. I-2

FIG. 1

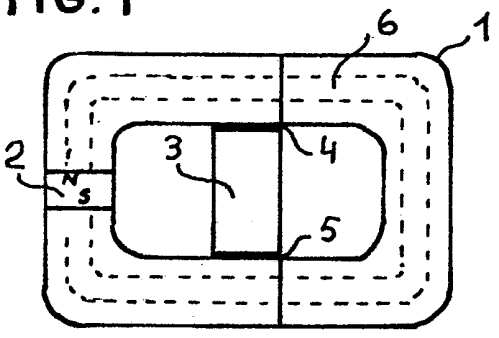


FIG. 2

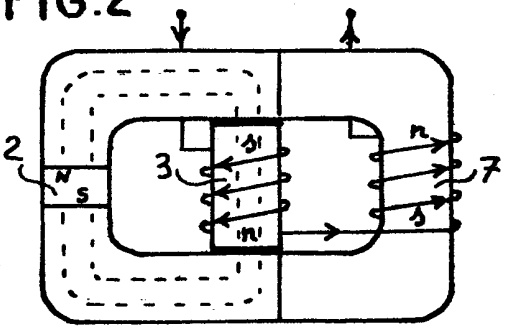


FIG. 3

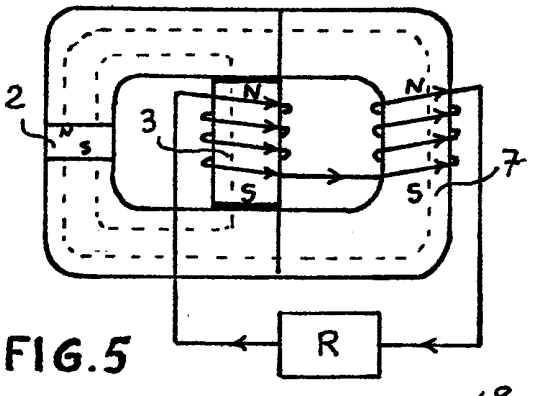


FIG. 4

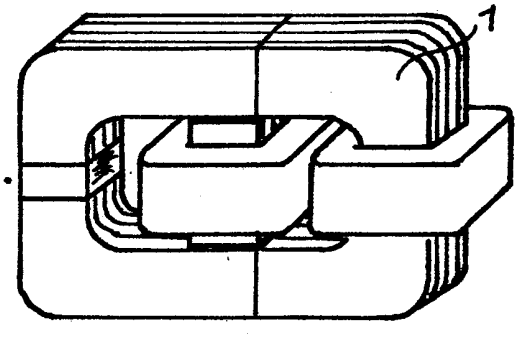


FIG. 5

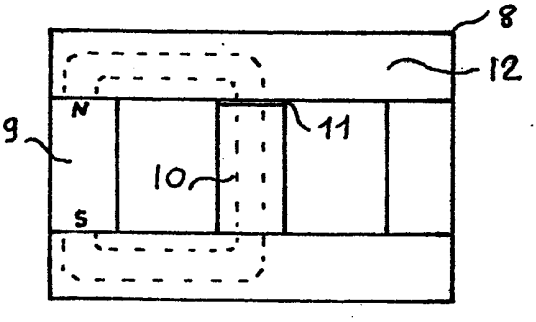


FIG. 6

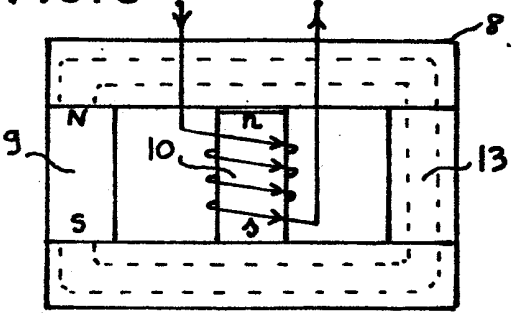


FIG. 7

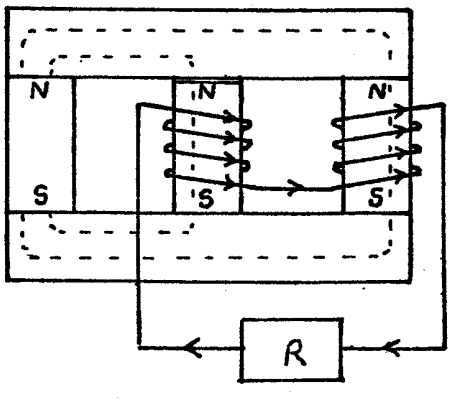
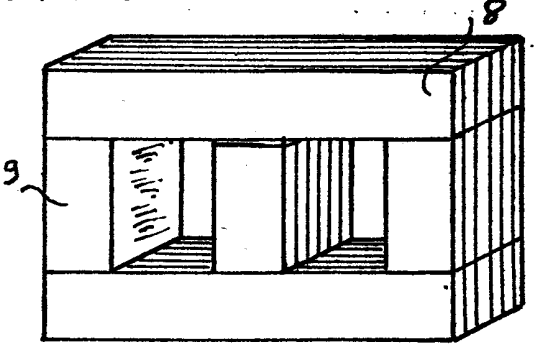


FIG. 8



PL. II-2

FIG. 9

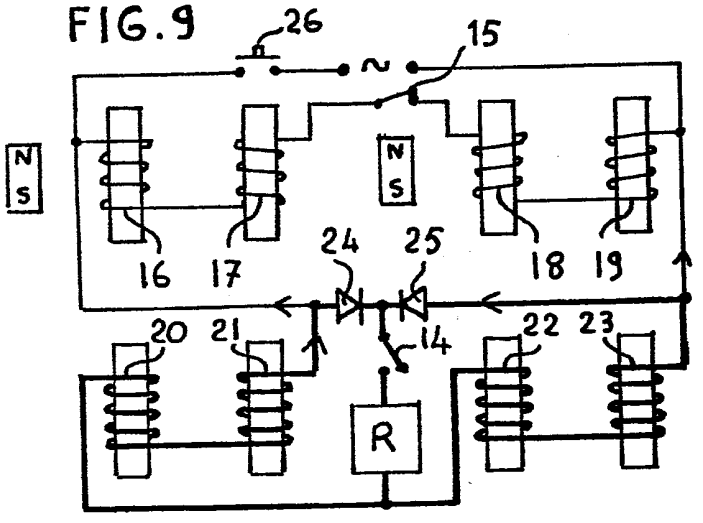


FIG. 10

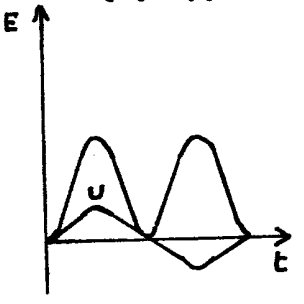


FIG. 11

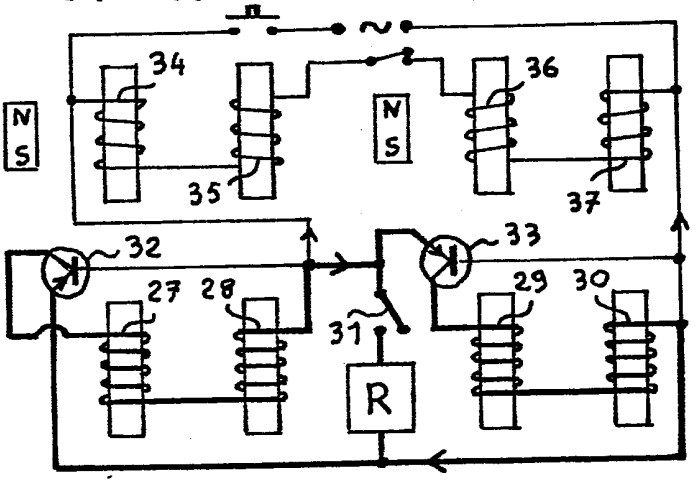


FIG. 12

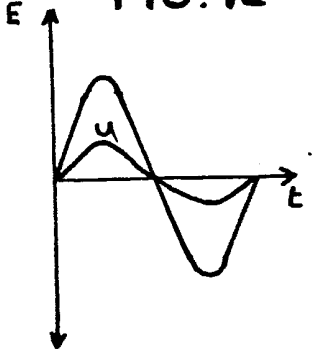


FIG. 13

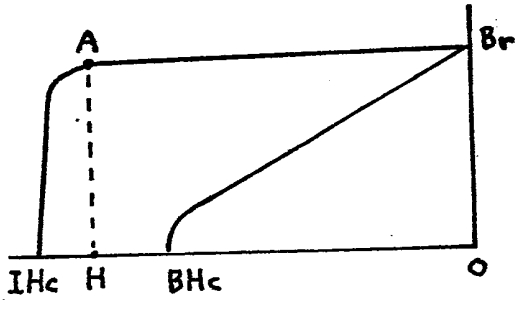
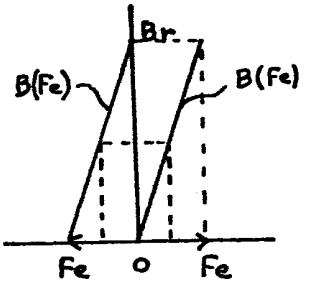



FIG. 14