

**Filtre électrique.**

Société dite : THE ENGLISH ELECTRIC COMPANY LIMITED résidant en Grande-Bretagne.

**Demandé le 20 janvier 1966, à 15<sup>h</sup> 1<sup>m</sup>, à Paris.**

**Délivré par arrêté du 28 novembre 1966.**

*(Bulletin officiel de la Propriété industrielle, n° 1 du 6 janvier 1967.)*

*(Demande de brevet déposée en Grande-Bretagne le 1<sup>er</sup> février 1965, sous le n° 4.378/1965, au nom de la demanderesse.)*

L'invention concerne des filtres électriques.

On utilise des filtres électriques, par exemple, pour permettre l'atténuation d'harmoniques indésirables qui prennent naissance dans les convertisseurs de courant alternatif en courant continu, et en particulier dans les convertisseurs à pont triphasé utilisés dans les transmissions de courant continu sous haute tension. De tels harmoniques prennent naissance à la fois dans les parties à courant alternatif et dans les parties à courant continu du convertisseur, et l'emploi de filtres se révèle nécessaire pour atténuer ces harmoniques et pour empêcher leur transmission aux circuits associés à courant alternatif ou à courant continu.

De tels filtres peuvent être constitués par des circuits résonnants à inductance et capacité, en série ou parallèle, chacun de ces circuits étant accordé sur un harmonique particulier prévu, par exemple le cinquième, le septième, le onzième, le treizième, le quinzième, le dix-neuvième, etc. Dans la pratique, un filtre accordé est susceptible d'atténuer au moins chacun des harmoniques des fréquences les plus basses, car ce sont eux qui ont les plus grandes amplitudes. Cependant de tels filtres accordés présentent l'inconvénient que les coefficients de température des éléments utilisés et les variations de la fréquence du courant alternatif sont susceptibles de désaccorder le filtre et de réduire l'efficacité du dispositif.

Lorsque de tels filtres d'harmoniques se désaccordent, leur impédance augmente, et ils peuvent alors entrer en résonance partielle avec l'impédance du circuit à courant alternatif qui leur est associé, il en résulte que ce circuit est alors parcouru par un courant élevé d'harmonique.

Comme la tension d'harmonique aux bornes du circuit associé dépend du courant d'harmonique et de la résistance du circuit, on est souvent amené

à réduire le facteur « Q » de chaque filtre pour éviter une telle résonance en augmentant la résistance du filtre au-delà de la valeur désirée qui est la résistance propre des éléments inductifs et capacitifs. On peut rencontrer dans d'autres applications de filtres des difficultés analogues.

Selon un premier aspect, l'invention consiste en un filtre électrique, comportant une partie à réaction inductive produisant une réactance inductive, une partie à réaction capacitive produisant une réactance capacitive, et un moyen de commande qui est sensible au courant qui parcourt le filtre et à la tension aux bornes du filtre et qui sert à ajuster automatiquement les valeurs relatives desdites parties réactives pour tendre à maintenir la résonance du filtre à une fréquence prédéterminée.

Selon un autre aspect, l'invention consiste en un filtre électrique, comportant une partie à réaction inductive produisant une réactance inductive, une partie à réaction capacitive produisant une réactance capacitive, un moyen pour relier en série la partie à réaction inductive et la partie à réaction capacitive, et un moyen de commande qui est sensible à la tension d'un signal de fréquence prédéterminée appliqué aux bornes du filtre et à l'intensité d'un signal parcourant le filtre et de ladite fréquence prédéterminée et qui est capable d'ajuster automatiquement les valeurs relatives des parties réactives dans un sens tendant à maintenir la résonance du filtre à ladite fréquence prédéterminée.

Selon encore un autre aspect, l'invention consiste en un filtre électrique comportant une partie à réaction inductive, une partie à réaction capacitive, un moyen pour connecter en parallèle lesdites parties réactives, et un moyen de commande qui est sensible à la tension d'un signal de fré-

quence prédéterminée appliqué aux bornes du filtre et à l'intensité d'un signal parcourant le filtre et de ladite fréquence prédéterminée et qui est capable d'ajuster automatiquement les valeurs relatives desdites parties réactives de façon à maintenir la résonance du filtre à ladite fréquence prédéterminée.

On décrira maintenant, à titre d'exemples, des formes préférées d'exécution de filtres, en référence au dessin annexé dans lequel :

La figure 1 représente un circuit de convertisseur doté d'un filtre d'harmoniques classique disposé entre les lignes à courant alternatif;

La figure 2 représente de façon générale un filtre selon l'invention;

La figure 3a représente une coupe d'une inductance variable utilisée dans le dispositif de la figure 2;

La figure 3b représente une vue en bout de l'inductance de la figure 3a;

La figure 4 montre une forme particulière du filtre représenté à la figure 2;

La figure 5 montre une autre forme de filtre selon l'invention; et

La figure 6 représente un circuit qui peut être utilisé dans les filtres représentés aux figures 2 et 5.

Un convertisseur 1 (fig. 1) est intercalé entre les lignes à courant alternatif et les lignes à courant continu. Entre les lignes à courant alternatif sont branchés des filtres d'harmoniques 2, dont un seul est représenté au dessin, et on a représenté schématiquement par le bloc 3 le circuit équivalent au circuit associé à courant alternatif qui est connecté à ces lignes. Pour des raisons mentionnées ci-dessus, le filtre 2 est susceptible de se désaccorder.

On a représenté à la figure 2 une forme de filtre selon l'invention constitué par un filtre d'harmoniques accordé, du type série, comportant un condensateur C, une bobine à inductance variable L et une résistance R et branché entre les lignes à courant alternatif du convertisseur. On obtient, par l'intermédiaire d'un filtre auxiliaire 4, une tension ou un courant proportionnels à la tension d'harmonique V existant entre les bornes du filtre d'harmonique. On obtient une tension ou un courant proportionnels à l'intensité I du courant d'harmonique qui parcourt le filtre au moyen d'un transformateur de courant 5 par l'intermédiaire d'un second filtre auxiliaire 6. On applique les sorties des deux filtres auxiliaires 4 et 6 à un circuit 7 qui sert à la mesure de l'angle  $\Phi$  de déphasage existant entre V et I, ou à la mesure de la puissance réactive  $VI \sin \Phi$  du filtre principal.

L'emploi des filtres auxiliaires 4 et 6 est motivé par le fait qu'en général il y aura des composantes appréciables de tension et de courant dans le filtre

à harmoniques ou filtre principal à des fréquences autres (par exemple à la fréquence fondamentale) que sa fréquence de résonance nominale. Les filtres auxiliaires 4 et 6 éliminent ces composants indésirables et ne transmettent au circuit 7 que les signaux désirés, proportionnels à V et I. En pratique, l'entrée du filtre auxiliaire 4 peut être constituée par l'enroulement secondaire d'un transformateur de tension, et les filtres auxiliaires 4 et 6 peuvent être de faible encombrement et d'un bas prix de revient.

On relie à la sortie du circuit de mesure 7 un moteur réversible 8 conçu pour faire varier l'inductance de la bobine L, par exemple par couplage mécanique ou hydraulique, de façon à maintenir en résonance le filtre à harmoniques. La correction du filtre à harmoniques s'effectue donc automatiquement et le taux des corrections est relativement bas car la plupart du temps le désaccord est dû à de faibles écarts de température ou à de faibles variations de la fréquence du circuit associé à courant alternatif. Il suffira donc d'employer un moteur à engrenage relativement petit, même pour des filtres de très forte puissance.

Comme, de ce fait, le filtre d'harmonique sera pratiquement toujours accordé, la tension d'harmonique aux bornes des lignes de courant alternatif ne dépassera jamais le produit IR, et la résistance R pourra n'être que la seule résistance propre de la bobine L et de la capacité C, qui est très faible, de sorte que le facteur Q du filtre pourra être égal ou même supérieur à 100, le facteur Q étant défini comme le rapport  $\omega L/R$  et  $\omega$  étant égal au produit  $2\pi f$ , f étant la fréquence de résonance.

Grâce à un tel filtre d'harmonique, la réduction de la tension maximale d'harmonique peut être au moins quatre fois supérieure à celle obtenue par l'emploi dans le filtre d'éléments dont les valeurs sont fixées nominalement. On peut également réduire les valeurs des éléments employés, puisqu'il n'existe plus aucune nécessité de tolérance occasionnée par une amplification éventuelle résultant d'une résonance partielle avec l'impédance du circuit associé à courant alternatif. En variante, pour l'obtention d'un taux de filtrage égal à celui obtenu avec des éléments de valeurs déterminées, on peut réduire la dimension et le coût des éléments utilisés.

Comme on l'a mentionné plus haut, le circuit de mesure 7 peut être conçu de façon à être sensible à l'angle de déphasage existant entre V et I, qui est le même que l'angle de déphasage de l'impédance du filtre d'harmonique, cet angle étant nul à la résonance et de valeur positive ou négative selon qu'on se trouve d'un côté ou de l'autre de la résonance. Cependant cette disposition pré-

sente cet inconvénient que, dans la pratique, cet angle de déphasage doit être déterminé à partir de la tension  $V$  et du courant  $I$  et que ces deux quantités prennent des valeurs décroissantes quand le courant qui parcourt le convertisseur est ramené vers zéro par sa commande normale. Le plus satisfaisant est donc de mesurer, à la fréquence d'harmonique, la puissance réactive, c'est-à-dire le produit  $VI \sin \Phi$ , ou en variante  $I \sin \Phi$  ou  $V \sin \Phi$ .

Si la vitesse de rotation du moteur est conçue pour être proportionnelle à une de ces dernières quantités, le système tendra à venir en position de repos quand le filtre sera accordé.

Les figures 3a et 3b illustrent une méthode particulière de variation de l'inductance de la bobine  $L$ . Plus particulièrement, cette bobine d'induction comporte un enroulement principal 9 en forme de solénoïde relié en série avec un petit enroulement auxiliaire 10 qui est monté pour pivoter à l'intérieur du solénoïde 9, pour faire varier le degré de couplage. Au lieu de cela, on peut faire varier l'inductance par le déplacement d'un cylindre ou d'un anneau en cuivre adjacent à un enroulement, et/ou par la variation d'un entrefer dans un circuit magnétique comprenant l'inductance  $L$ .

Dans une autre disposition, on fait varier l'inductance au moyen de prises intermédiaires disposées sur un enroulement inductif commandé par des interrupteurs actionnés par le moteur pour faire varier le nombre de spires effectif de l'enroulement, comme dans un changeur de prises classique.

A la figure 4, on a représenté un moteur 11 biphasé dont un des enroulements est alimenté par la tension d'harmonique  $V$  par l'intermédiaire d'un transformateur 12 et du filtre auxiliaire 4, son autre enroulement étant alimenté à travers le filtre auxiliaire 6 par le courant d'harmonique. Le couple développé par ce moteur est donc approximativement proportionnel au produit  $VI \sin \Phi$  qui est la puissance réactive.

Un autre mode d'obtention de la fonction de commande cherchée est d'employer des circuits multiplicateurs électroniques basés sur des circuits à commutations fonctionnant à une fréquence considérablement supérieure à la fréquence d'harmonique, ou sur l'effet Hall produit dans des cristaux de semi-conducteurs, qui donnent une sortie moyenne en courant continu proportionnelle à  $VI \cos \Phi$  pour des entrées de  $V$  et de  $I$  déphasées entre elles de l'angle  $\Phi$ . On doit d'abord déphaser une des deux quantités  $V$  ou  $I$  de  $90^\circ$  avant leur application au circuit multiplicateur. Le circuit de mesure 7 peut, par exemple, être constitué de trois circuits 20, 21 et 22. Le circuit 20 est un circuit R-C qui produit un déphase arrière de  $90^\circ$  à la fréquence d'harmonique. Le circuit 21 est

un circuit électronique multiplicateur de type connu, comme mentionné ci-dessus. Les signaux de tension et de courant délivrés par les filtres 4 et 6 sont appliqués aux deux entrées du circuit multiplicateur 21, le signal de tension étant déphasé de  $90^\circ$  dans le circuit 20. La grandeur de sortie du circuit 21 est pratiquement proportionnelle à la valeur instantanée du produit de ses deux grandeurs d'entrée, et comporte donc deux composantes, une composante continue proportionnelle au produit  $VI \sin \Phi$  et une composante alternative de fréquence double. Un circuit R-C 22 ne transmet pratiquement que la composante continue à un amplificateur 23 et par conséquent à l'armature du moteur 8, qui peut être par exemple un moteur à courant continu, à champ fixe, de façon à former, comme avant, un servo-système entretenu.

On peut utiliser à la place un servo-système à deux positions marche-arrêt, par exemple en utilisant un élément servant de dynamomètre-wattmètre, de la même façon que le circuit multiplicateur mentionné ci-dessus, l'une des deux grandeurs d'entrée étant encore déphasée de  $90^\circ$ , et doté de deux contacts qui permettent d'entraîner un moteur à courant alternatif ou à courant continu par l'intermédiaire de deux relais, le moteur étant entraîné dans un sens ou dans le sens opposé de façon à corriger l'accord. Dans une autre forme d'application, on utilise un circuit électronique multiplicateur (fig. 6) pour alimenter deux relais à courant continu conçus pour fonctionner quand la puissance réactive devient plus positive ou plus négative que des valeurs prédéterminées, les relais étant conçus pour actionner un moteur à courant alternatif ou à courant continu dans un sens ou dans le sens opposé pour corriger l'accord.

En référence maintenant à la figure 5, on a représenté un circuit dans lequel on fait varier la capacité du filtre d'harmonique à la place de l'inductance. Dans ce circuit, on peut brancher sélectivement un ou plusieurs des condensateurs  $C1$  à  $C4$  en parallèle avec le condensateur  $C$  du filtre principal, grâce à la fermeture d'interrupteurs, respectivement  $SW1$  à  $SW4$ , actionnés électromagnétiquement. En particulier, les contacts de ces interrupteurs  $SW1$  à  $SW4$  sont actionnés en réponse à l'excitation et à la désexcitation de bobines 12 à 15 respectivement reliées aux étages à rapport 1, rapport 2, rapport 4, rapport 8 d'un compteur binaire 16 réversible. Les capacités des condensateurs  $C1$  à  $C4$  sont dans le rapport 1, 2, 4, 8 respectivement, de façon à correspondre aux étages du compteur binaire qui leur sont associés. Le compteur 16 reçoit un premier signal d'entrée en provenance d'une porte électronique 17 pour augmenter son niveau, et il reçoit un second signal d'entrée en provenance d'une porte électronique 18 pour abaisser son niveau. Ces portes électro-

niques ont une première entrée reliée en commun à une source de pulsations 19, et chaque porte électronique comporte une seconde entrée reliée au circuit de mesure 7. Les pulsations fournies par la source 19 peuvent se présenter avantageusement sous la forme d'un train continu de pulsations de basse fréquence, par exemple 1 cycle par seconde.

En fonctionnement, une de ces portes électroniques est conçue pour s'ouvrir lorsque la sortie du circuit de mesure 7 est telle qu'elle indique que la valeur de la puissance réactive est supérieure à une valeur prédéterminée, et de façon analogue, l'autre porte électronique est conçue pour s'ouvrir quand la sortie du circuit de mesure 7 est telle qu'elle indique que la valeur de la puissance réactive est inférieure à cette valeur prédéterminée. Donc, dans le cas d'un désaccord éventuel du filtre d'harmonique, les pulsations produites par la source 19 sont admises par l'une ou l'autre des entrées du compteur, pour entraîner ce dernier dans un sens approprié de façon à faire augmenter ou décroître le niveau enregistré, et donc à mettre en ou hors circuit les condensateurs appropriés de C1 à C4.

La capacité totale reliée en parallèle avec le condensateur C peut donc être nulle ou varier par multiples de la valeur du condensateur C1, de 1 à 15, de façon à corriger l'accord du filtre.

Comme autres variantes, on peut utiliser d'autres modes de combinaison de la valeur des condensateurs, par exemple une combinaison décimale ou binaire décimale, le compteur étant réglé sur le code approprié à ces combinaisons.

Il peut se révéler utile de mettre hors circuit un nombre choisi de condensateurs additionnels reliés en série avec le condensateur C, au lieu d'être en parallèle, ces condensateurs additionnels eux-mêmes étant disposés entre eux soit en série, soit en parallèle.

On peut également réaliser une disposition analogue à celle de la figure 5, à cette exception près que l'on utilise des inductances (dont les valeurs sont proportionnelles entre elles à la façon d'une série prédéterminée) branchées en parallèle avec l'inductance L, à la place des condensateurs C1 à C4 reliés en parallèle avec le condensateur C.

On notera que, bien que dans les formes de filtres décrites la partie à réaction inductive soit en série avec la partie à réaction capacitive, on pourrait construire des dispositions correspondantes de filtres dans lesquelles la partie à réaction inductive serait en parallèle avec la partie à réaction capacitive. Dans ce cas, les moyens variés décrits ci-dessus servant à maintenir les filtres à la résonance seront sensibles à la tension d'harmonique développée aux bornes des parties reliées en paral-

lèle et au courant total d'harmonique parcourant les deux parties.

#### RÉSUMÉ

1° Filtre électrique, comportant une partie à réaction inductive établissant une réactance inductive, et une partie à réaction capacitive établissant une réactance capacitive, caractérisé par un dispositif de commande sensible au courant qui parcourt le filtre et à la tension aux bornes du filtre pour ajuster automatiquement les valeurs relatives desdites parties à réactance pour tendre à maintenir le filtre en résonance à une fréquence prédéterminée.

2° Filtre selon 1°, caractérisé par le fait que ledit dispositif de commande comporte des filtres secondaires accordés à ladite fréquence prédéterminée pour ne rendre le dispositif de commande sensible qu'aux signaux de tension ou de courant ayant pour fréquence ladite fréquence prédéterminée.

3° Filtre selon 2°, caractérisé par une liaison reliant en série la partie à réactance inductive avec la partie à réactance capacitive.

4° Filtre selon 2°, caractérisé par une liaison reliant en parallèle lesdites parties à réactances inductive et capacitive.

5° Filtre selon 2°, 3° ou 4°, caractérisé par le fait que le dispositif de commande comporte un système conçu pour évaluer l'angle de déphasage existant entre lesdits signaux de tension et de courant et pour ajuster les valeurs relatives desdites parties réactives dans un sens approprié pour annuler ledit angle de déphasage.

6° Filtre selon 2°, 3° ou 4°, caractérisé par le fait que le dispositif de commande comporte un système qui permet de mesurer la puissance réactive desdits signaux de tension et de courant et d'ajuster les valeurs relatives desdites parties réactives dans un sens approprié pour tendre à annuler ladite puissance réactive.

7° Filtre selon 6°, caractérisé par le fait que ledit dispositif de commande comporte un circuit de déphasage pour déphaser de 90° un desdits signaux, un circuit électronique multiplicateur pour multiplier vectoriellement entre eux ledit signal déphasé et l'autre signal pour fournir un signal de sortie qui soit fonction de la puissance réactive desdits signaux de tension et de courant, et un dispositif de sortie permettant en relation avec ledit signal de sortie d'ajuster les valeurs relatives desdites parties réactives dans un sens tendant à annuler ladite puissance réactive.

8° Filtre selon 7°, caractérisé par le fait que ledit circuit électronique multiplicateur comporte un circuit agissant par effet Hall dans un cristal de semi-conducteur.

9° Filtre selon 6°, caractérisé par le fait que le dispositif de commande comporte un dispositif

déphaseur pour déphaser de  $90^\circ$  un desdits signaux et un dispositif du type des dynamomètres sensible au signal déphasé et à l'autre signal, le dispositif du type des dynamomètres comportant un organe mécanique mobile en relation avec la puissance réactive desdits signaux de tension et de courant et deux dispositifs à contact électrique actionnés respectivement par l'organe mécanique quand les puissances réactives des signaux de tension et de courant présentent des valeurs prédéterminées différentes, le dispositif de commande comportant également un dispositif de sortie commandé par un desdits dispositifs de contact pour ajuster les valeurs relatives desdites parties réactives dans un sens, et commandé par l'autre dispositif de contact pour ajuster les valeurs relatives desdites parties réactives dans le sens opposé.

10° Filtre électrique selon 2°, 3° ou 4°, caractérisé par le fait que le dispositif comporte un moyen de mesure qui permet la mesure de la valeur de la composante de l'un desdits signaux qui est en quadrature avec l'autre dit signal, le dispositif de commande permettant d'ajuster les valeurs relatives desdites parties réactives dans un sens tendant à annuler ladite composante.

11° Filtre selon l'un quelconque des paragraphes 5° à 10°, caractérisé par ce que le dispositif de commande comporte un dispositif d'entraînement électromécanique, relié mécaniquement à une desdites parties réactives et conçu pour ajuster sa valeur dans un sens tendant à maintenir le filtre en résonance à ladite fréquence prédéterminée.

12° Filtre selon 11°, caractérisé par le fait que la partie à réaction inductive comporte deux éléments couplés par induction mutuelle et déplaçables l'un par rapport à l'autre de façon à faire varier la réactance de la partie réactive, ledit dispositif d'entraînement électromécanique étant relié mécaniquement à l'un desdits éléments.

13° Filtre selon 12°, caractérisé par le fait que les deux dits éléments des parties à réactance inductive comportent respectivement une bobine tubulaire principale fixe et un élément mobile monté à l'intérieur de la bobine principale.

14° Filtre selon 11°, caractérisé par le fait que la partie à réactance inductive comporte une bobine principale dotée d'un circuit magnétique en matériau ferro-magnétique et d'un moyen d'ajustement pour faire varier la réluctance effective du circuit magnétique par le réglage d'un entrefer dans ce circuit de façon à faire varier la réactance inductive de la partie réactive, le dispositif d'entraînement électro-magnétique étant relié mécaniquement audit dispositif d'ajustement.

15° Filtre selon 11°, caractérisé par le fait que la partie à réactance inductive comporte une bobine d'inductance dotée d'une pluralité de prises, et un dispositif commutateur pouvant être actionné

sélectivement pour faire contact successivement avec chaque prise afin de relier entre elles différentes parties de la bobine d'inductance à l'intérieur du filtre, ledit dispositif d'entraînement électro-magnétique étant relié mécaniquement audit dispositif commutateur.

16° Filtre selon 11°, caractérisé par ce que ladite partie à réaction capacitive comporte une pluralité de condensateurs et un dispositif commutateur qui peut être actionné sélectivement pour relier entre eux plusieurs desdits condensateurs à l'intérieur du filtre, ledit dispositif d'entraînement électro-magnétique étant relié mécaniquement audit dispositif commutateur.

17° Filtre selon l'un quelconque des paragraphes 11° à 16°, caractérisé par le fait que ledit dispositif d'entraînement électro-mécanique comporte un moteur électrique.

18° Filtre selon les paragraphes 6° et 17°, caractérisé par le fait que le moteur électrique est un moteur biphasé doté de deux enroulements reliés respectivement de façon à être alimentés en fonction dudit signal de tension et du signal de courant, de sorte que le couple développé par le moteur est fonction de la puissance réactive des signaux de tension et de courant.

19° Filtre selon l'un quelconque des paragraphes 2°, 3° ou 4°, caractérisé par le fait qu'une des parties réactives comporte une pluralité d'éléments réactifs dont les valeurs dépendent les unes des autres à la façon d'une série prédéterminée et un dispositif commutateur permettant de relier, à l'intérieur du filtre, différents éléments parmi ces éléments réactifs sous la forme d'une série prédéterminée de façon que la réactance de ladite partie réactive croisse ou décroisse par paliers, le dispositif de commande comprenant un dispositif détecteur sensible auxdits signaux de tension et de courant et permettant de produire un signal de sortie dépendant de cesdits signaux, qui tend à s'annuler quand le filtre tend à résonner à ladite fréquence prédéterminée, le dispositif commutateur permettant, en fonction du signal de sortie, d'ajuster la réactance de ladite partie réactive dans un sens tendant à maintenir le filtre en résonance à la fréquence prédéterminée.

20° Filtre selon 19°, caractérisé par le fait que le dispositif commutateur comporte une pluralité d'interrupteurs électromécaniques, chacun pouvant être alimenté pour commander à l'intérieur du filtre la liaison de l'un desdits éléments réactifs, et un compteur électronique réversible doté d'une pluralité d'étages pouvant fonctionner en liaison avec ladite série prédéterminée, chaque étage commandant l'excitation de l'un des interrupteurs électro-mécaniques, et l'action du compteur étant commandée en fonction de la grandeur du signal de sortie.

21° Filtre selon 20°, caractérisé par le fait que l'action du compteur dans un premier sens est commandée par un premier dispositif à deux entrées et que l'action du compteur dans le sens opposé est commandée par un second dispositif à deux entrées, une entrée du premier dispositif étant alimentée par ledit signal de sortie quand la valeur de ce dernier est supérieure à une première valeur prédéterminée et une entrée du second dispositif étant alimentée par ledit signal de sortie quand la valeur de ce dernier est inférieure à ladite valeur prédéterminée, l'autre entrée de chacun desdits dispositifs étant alimentée par une source de pulsations régulières, le compteur étant de ce fait entraîné dans ledit premier sens quand le signal de sortie est supérieur à la valeur prédéterminée, et dans le sens opposé quand le signal de sortie est inférieur à ladite valeur prédéterminée.

22° Filtre selon l'un quelconque des paragraphes 19° à 21°, caractérisé par le fait que ladite série prédéterminée est une série binaire.

23° Filtre selon l'un quelconque des paragraphes 19° à 21°, caractérisé par le fait que ladite série prédéterminée est une série décimale.

24° Filtre selon l'un quelconque des paragraphes 19° à 21°, caractérisé par le fait que ladite série prédéterminée est une série binaire décimale.

25° Système convertisseur électrique de puissance, caractérisé par l'utilisation d'un filtre électrique selon l'un quelconque des paragraphes précédents.

Société dite : THE ENGLISH ELECTRIC  
COMPANY LIMITED

Par procuration :  
Pierre COLLIGNON

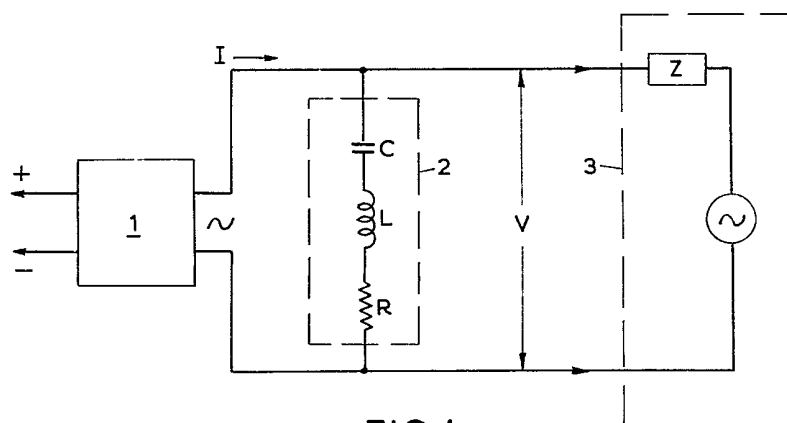


FIG. 1

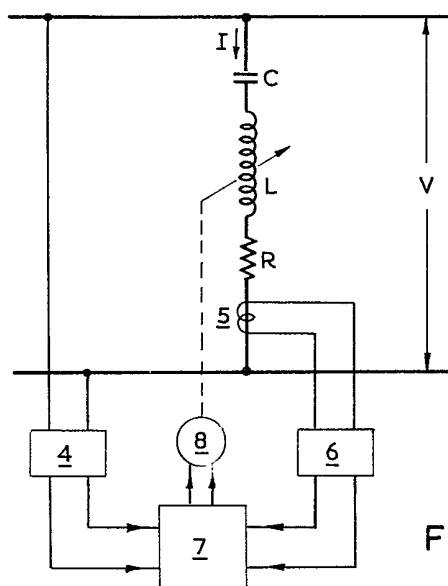


FIG. 2

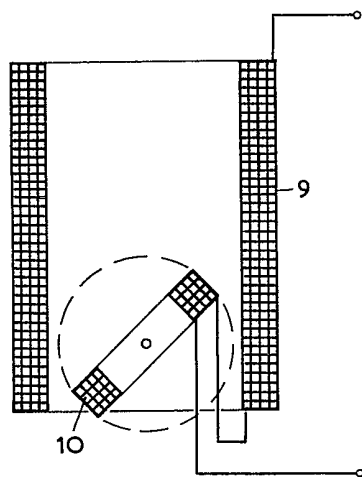


FIG. 3(a)

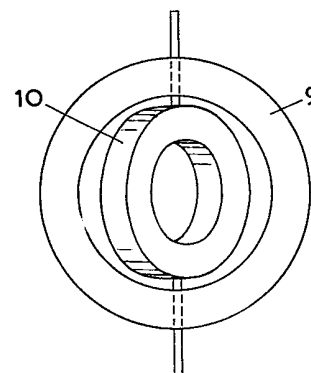


FIG. 3(b)

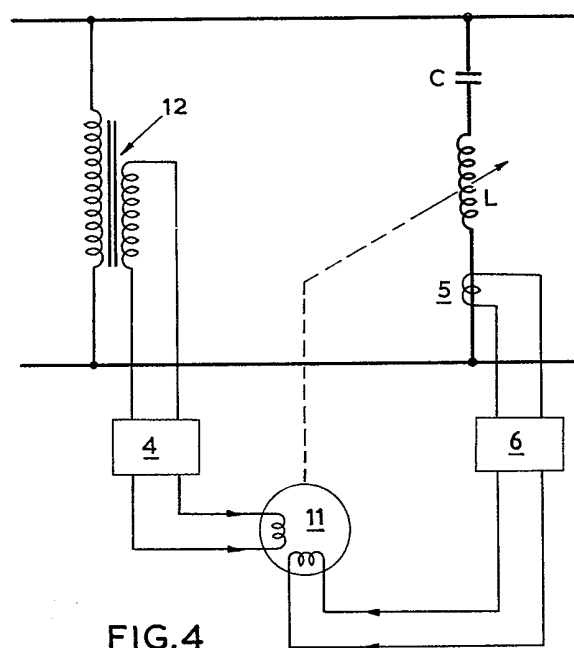


FIG. 4



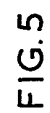


FIG. 5

FIG.6