

⑫

**DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

⑰ Numéro de dépôt: 79400217.0

⑤① Int. Cl.<sup>2</sup>: **H 01 F 17/04**, **H 01 F 15/18**,  
**H 04 B 1/00**

⑱ Date de dépôt: 03.04.79

③⑩ Priorité: 06.04.78 FR 7810188

⑦① Demandeur: **SOCIETE ANONYME DE TELECOMMUNICATIONS**, 41, rue Cantagrel, F-75624 Paris Cedex 13 (FR)

④③ Date de publication de la demande: 14.11.79  
Bulletin 79/23

⑦② Inventeur: **Nepomiastchy, Alexis**, 17, rue Chasseloup-Laubat, F-75015 Paris (FR)  
Inventeur: **Le Dosseur, Robert**, 40 bis, avenue du Châlet, F-93360 Neuilly-Plaisance (FR)

⑥④ Etats contractants désignés: **BE CH DE GB IT**

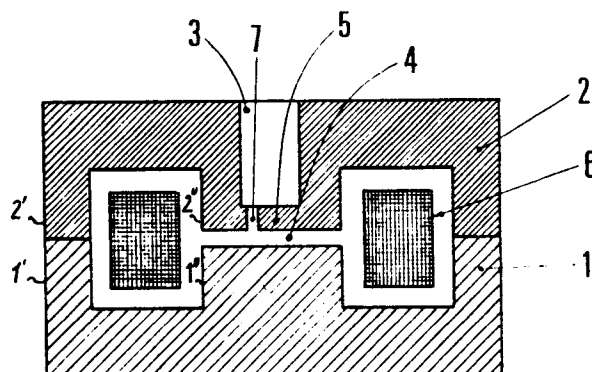
⑦④ Mandataire: **Martinet, René**, Cabinet Martinet 62, rue des Mathurins, F-75008 Paris (FR)

⑤④ **Circuit magnétique en ferrite et procédé de réglage de la réluctance de ce circuit.**

⑤⑦ Le circuit magnétique en ferrite est conformé en un pot constitué par la superposition de deux demi-coquilles (1, 2) assemblées et immobilisées par collage ou agrafage, et pourvu d'un entrefer (4) en son noyau central (1'', 2'').

Pour régler la réluctance du circuit magnétique à une valeur prédéterminée, au moins l'une (2) des deux demi-coquilles comporte au voisinage de l'entrefer (4) une paroi mince (5) dont le percement partiel et graduel (7) augmente graduellement la valeur de la réluctance du circuit magnétique à une valeur prédéterminée. L'usinage et le percement sont effectués par réglage automatique des paramètres d'émission et de focalisation d'un faisceau laser en fonction du résultat des comparaisons successives entre la réluctance mesurée et la réluctance prédéterminée.

Le circuit magnétique est notamment destiné aux matériels de télécommunications.



Circuit magnétique en ferrite et procédé de réglage de la  
réluctance de ce circuit

La présente invention concerne un circuit magnétique conformé en un pot en ferrite constitué par la superposition de deux demi-coquilles et pourvu d'un entrefer en son noyau central. Elle a trait également au procédé de réglage de la réluctance d'un tel circuit magnétique en ferrite  
5 en vue de lui conférer une réluctance de valeur prédéterminée.

Actuellement pour obtenir un tel réglage dans les circuits magnétiques connus, on modifie la valeur effective de leurs entrefers. Dans le cadre de l'invention, le réglage est obtenu par modification de la section de passage et de la répartition des lignes de force magnétique  
10 dans la zone de l'entrefer.

De tels circuits ou pots magnétiques sont utilisés en grand nombre dans le domaine des télécommunications. En effet, l'industrie des télécommunications exploite en très grande quantité des inductances qui sont formées d'un ou plusieurs bobinages appropriés, placés dans une  
15 cavité réalisée par l'association de deux demi-coquilles ferromagnétiques. Selon une structure connue, chaque demi-coquille comporte une base surmontée d'un couronne extérieure plus ou moins évidée et d'un noyau central. La hauteur de la couronne extérieure est sensiblement supérieure à celle du noyau central. L'assemblage par superposition des  
20 deux demi-coquilles réalise un circuit magnétique dont le noyau central présente un entrefer délimité par les deux surfaces en regard du noyau central. Pour obtenir de tels circuits magnétiques ayant une valeur de réluctance prédéterminée, il y a lieu tout d'abord de prendre des précautions d'usinage sur la hauteur relative de la couronne extérieure et

du noyau central. Une machine appropriée à un tel usinage est décrite dans le brevet français n° 2 293 047. Le circuit magnétique ainsi obtenu a une réluctance voisine de celle prédéterminée. On procède ensuite au réglage de la valeur de la réluctance avec précision. Pour ce faire, toujours dans les circuits magnétiques connus et selon l'un des procédés les plus utilisés, le noyau central comporte une cheminée cylindrique permettant le mouvement à rotation et la translation d'un bâtonnet en ferrite solidaire d'une vis, appelée vis de réglage, mobile dans un écrou solidaire de l'une des deux demi-coquilles. Le positionnement du bâtonnet en ferrite au voisinage et/ou plus ou moins à l'intérieur de l'entrefer du circuit magnétique permet d'obtenir des réglages ayant une précision de l'ordre de  $10^{-4}$  et une marge usuelle de réglage de 15 %.

Toutefois, pour des raisons de miniaturisation, on utilise de plus en plus des circuits magnétiques de très petites dimensions. Les circuits magnétiques connus, du genre décrit ci-dessus, présentent alors au moins les inconvénients suivants :

- la diminution de la section utile du noyau central due à la présence de la cheminée cylindrique, et
- des difficultés technologiques concernant la réalisation d'une vis de réglage pourvue de bâtonnet en ferrite pour une cheminée dont le diamètre est inférieur à ou de l'ordre de 2 millimètres.

La présente invention a pour but de s'affranchir des inconvénients évoqués ci-dessus en fournissant un circuit magnétique dont le réglage de sa réluctance à une valeur prédéterminée est obtenu par usinage et enlèvement de matière au moins dans l'une des surfaces en regard du noyau central formant l'entrefer du circuit magnétique. Cette modification de surface entraîne une modification de la répartition des lignes de force magnétique et une augmentation de la réluctance du circuit magnétique.

Il apparaît que le procédé de réglage conforme à l'invention ne fait pas appel à un bâtonnet que l'on introduit plus ou moins dans l'entrefer à l'aide d'une vis de réglage et supprime tous les inconvénients inhérents à ladite vis de réglage. Complémentairement, l'absence d'une cheminée centrale tout le long du noyau d'un circuit magnétique conforme à l'invention améliore les qualités du circuit magnétique.

A ces fins, un circuit magnétique du type défini dans l'entrée en matière est caractérisé, conformément à l'invention, en ce qu'au moins l'une des deux demi-coquilles qui sont assemblées et immobilisées par collage ou agrafage, comporte au voisinage de l'entrefer une paroi mince dont le percement partiel et graduel augmente graduellement la valeur de la réluctance du circuit magnétique à une valeur prédéterminée.

Selon le procédé de réglage du circuit magnétique conforme à l'invention, le percement graduel et partiel de la paroi mince est effectué au moyen d'un faisceau laser dont l'émission est modulée par des impulsions de durée et d'intensité contrôlables.

Toujours selon l'invention, on utilise avantageusement pour effectuer le réglage desdits circuits magnétiques une machine automatique comprenant essentiellement une source laser pour l'usinage de la paroi mince, un appareil de mesure d'un paramètre significatif de la réluctance du circuit magnétique et un ordinateur. L'appareil de mesure peut être un appareil de mesure de self-inductance ou de fréquence.

La présence d'un trou pratiqué dans la paroi mince dite de réglage qui est au contact de l'entrefer, augmente la valeur effective de l'entrefer et, par conséquent, augmente la valeur de la réluctance et diminue la valeur du coefficient de self-inductance spécifique  $A_l$ . Soit  $\Delta A_l$  la variation de self-inductance produite par le perçage d'un trou de diamètre  $\varnothing$ . Approximativement, la variation élémentaire  $\Delta A_l$  est proportionnelle au carré du diamètre du trou. Egalement approximativement, la variation totale  $\sum \Delta A_l$  due au perçage de plusieurs trous ayant des diamètres  $\varnothing_1, \varnothing_2, \varnothing_3, \dots, \varnothing_n$  est proportionnelle à la somme des carrés de ces diamètres :

$$\sum \Delta A_l = k (\varnothing_1^2 + \varnothing_2^2 + \varnothing_3^2 + \dots + \varnothing_n^2)$$

$k$  est un coefficient de proportionnalité dont la valeur dépend des paramètres du circuit magnétique en ferrite.

Si nécessaire la valeur relative du réglage  $\sum \Delta A_l / A_l$  peut être très importante, 25% et plus ; il suffit pour cela, selon l'invention, de donner à la paroi mince de réglage une dimension en conséquence et de pratiquer dans ladite paroi un ou plusieurs trous ayant des diamètres plus ou moins grands.

Cependant l'invention a pour objet essentiel les circuits magnétiques en ferrite dont la valeur relative de réglage est de l'ordre de 10% de leurs coefficients de self-inductance. Le procédé de réglage selon l'invention permet d'atteindre une très grande précision de réglage, de  
5 l'ordre de  $10^{-4}$ , et même mieux si nécessaire, car il est possible de doser de façon très fine la quantité de matière enlevée par l'action d'un faisceau à rayonnement laser.

Etant donné que les circuits magnétiques utilisés dans les matériels de télécommunications sont employés avec une induction magnétique  
10 très faible, de l'ordre d'un dixième de millitesla, le fait de diminuer localement la section de ferrite même de façon assez importante ne permet pas d'atteindre les valeurs voisines de l'induction de saturation qui est de l'ordre de quelques centaines de milliteslas.

Le procédé de réglage selon l'invention est très rapide. Ce procédé ne met en oeuvre aucune mécanique en mouvement dans le circuit  
15 magnétique. La cadence de réglage des circuits magnétiques peut être très grande, de l'ordre d'un circuit réglé par seconde.

Un autre avantage du circuit magnétique selon l'invention et de son procédé de réglage réside dans sa grande fiabilité. Le circuit selon  
20 l'invention ne comportant aucune pièce additionnelle, dont la précision relative peut être modifiée après le réglage, par exemple sous l'action de la température ou des vibrations, est très fiable.

D'autres avantages du circuit magnétique selon l'invention et de son procédé de réglage apparaîtront plus clairement au cours de la description qui suit, en référence aux dessins annexés correspondants dans  
25 lesquels :

- la Fig. 1 est une vue en coupe d'un circuit magnétique selon l'invention;
- la Fig. 2 est une vue de la face supérieure d'un circuit magnétique selon l'invention ;
- 30 - la Fig. 3 est un bloc-diagramme schématique d'une machine automatique mettant en oeuvre le procédé de réglage d'un circuit magnétique selon l'invention ; et
- les Figs. 4a, 4b et 4c représentent trois configurations préférées de la paroi mince de réglage d'un circuit magnétique selon l'invention,

après réglage de celui-ci.

La Fig. 1 représente une vue en coupe d'un circuit magnétique selon l'invention qui est constitué essentiellement d'un pot formé par une demi-coquille inférieure 1 et une demi-coquille supérieure 2 qui  
5 sont en ferrite.

Les deux demi-coquilles 1 et 2 sont assemblées et immobilisées par collage ou agrafage au niveau des surfaces en regard de leurs couronnes 1' et 2', après introduction du bobinage 6 dans la cavité du circuit magnétique.

10 Selon la réalisation montrée à la Fig. 1, les deux demi-coquilles ne sont pas identiques. La demi-coquille inférieure 1 a un noyau central plein 1" tandis que le noyau central 2" de la demi-coquille supérieure 2 présente une cheminée 3, dite cheminée de réglage. Les noyaux 1" et 2" sont coaxiaux et sont séparés par un entrefer 4. La cheminée 3 a la  
15 forme d'un trou borgne qui est séparé de l'entrefer 4 par une paroi mince 5, dite paroi de réglage, et qui peut être, par exemple, un trou cylindrique coaxial au noyau central 2". En 6 sont représentés schématiquement le ou les bobinages placés dans la cavité du circuit magnétique. Selon le procédé de réglage, conforme à l'invention, un ou plusieurs trous,  
20 tels que 7, sont percés dans la paroi de réglage 5. Cet enlèvement de matière augmente la valeur effective de l'entrefer 4.

Il est à noter qu'avant perçage du trou 7 le circuit magnétique selon l'invention a sensiblement les mêmes caractéristiques qu'un circuit magnétique de dimensions identiques dont le noyau central ne com-  
25 porterait pas la cheminée de réglage 3.

La Fig. 2 représente une vue de la face supérieure d'un circuit magnétique selon l'invention. Il s'agit plus particulièrement de l'adaptation d'un circuit connu à sa réalisation selon l'invention. Sur cette figure sont représentés en 2 la demi-coquille supérieure, en 3 la cheminée de réglage et en 7 le trou de réglage. Une carcasse 8 supporte le ou les  
30 bobinages 6 et émerge en deux endroits du circuit magnétique.

La Fig. 3 représente schématiquement une machine automatique mettant en oeuvre le procédé de réglage selon l'invention, au moyen d'une source laser. Le bobinage 6 du circuit magnétique à régler est relié à

l'entrée de mesure d'un appareil de mesure de self-inductance 10 (ou de fréquence). Un ordinateur 11 a l'une de ses deux entrées reliées à la sortie d'information de l'appareil de mesure et l'autre entrée reliée à une mémoire à programme pré-enregistré 12. Cette mémoire 12 a  
5 mémorisé la valeur exacte du coefficient de self-inductance qui doit être obtenu par le réglage du circuit magnétique. Selon le programme pré-enregistré dans la mémoire 12, l'ordinateur 11 détermine, par comparaisons successives entre les valeurs de self-inductance mesurées et transmises par l'appareil de mesure 10 et de la valeur prédé-  
10 terminée de self-inductance transmise par la mémoire 12, les paramètres de réglage d'une source laser 14. Ces paramètres sont l'orientation, l'intensité, la durée de fonctionnement et la convergence du faisceau laser 15 émis par la source laser 14. Une liaison 13 relie la sortie de l'ordinateur 11 et l'entrée de commande de la source laser 14  
15 pour assurer le transport des informations nécessaires aux réglages des paramètres de l'émission du faisceau laser 15.

L'utilisation d'une source laser 14 confère un réglage aisé d'un circuit magnétique selon l'invention. En effet, l'enlèvement de cette matière ferromagnétique nécessaire audit réglage est effectué sur un  
20 circuit magnétique muni de son bobinage et en fonctionnement. Cela signifie que ce réglage est effectué en dynamique et peut être réalisé sur une inductance ou un transformateur comprenant ledit circuit magnétique et interconnecté dans un circuit électronique en fonctionnement. De ce fait, les circuits magnétiques constitués par l'inductance ou le transfor-  
25 mateur sont réglés dans leurs conditions normales d'exploitation.

L'expérience a montré que le procédé d'enlèvement de matière au moyen d'un faisceau à rayonnement laser ne provoquait aucune perturbation sensible du circuit magnétique en ferrite selon l'invention. En effet, la paroi de réglage 5 du circuit magnétique permet un usinage au moyen  
30 du faisceau laser 15 qui est très localisé dans l'espace et dans le temps.

En vue d'obtenir d'autres configurations de la paroi de réglage, l'ordinateur 11 peut commander, en fonction de programmes pré-enregistrés différents dans la mémoire 12, le fonctionnement de la source laser 14 selon des séquences différentes. Les figures 4a, 4b et 4c re-

présentent, à titre d'exemple, trois exemples de configurations que peut présenter la paroi de réglage d'un circuit magnétique selon l'invention, une fois le réglage de celui-ci effectué. La paroi 5a montrée à la Fig. 4a a été percée d'un trou unique 7a dont la diamètre a été calculé pour obtenir au plus juste la valeur prédéterminée de self-inductance. La paroi 5b montrée à la Fig. 4b a été percée d'une succession de trous 7b qui sont identiques et répartis sur une spirale ; une mesure de self-inductance est faite après le perçage de chaque trou 7b pour déterminer s'il y a lieu ou non de percer le trou suivant. La paroi 5c montrée à la Fig. 4c correspond à l'utilisation par l'ordinateur 11 d'un programme qui détermine, après chaque mesure de self-inductance, le diamètre du trou 7c à percer en vue d'approcher par défaut la valeur de self-inductance prédéterminée. On conçoit que les trous 7c ainsi percés, centrés également sur une spirale coplanaire à la paroi de réglage 5c, sont de plus en plus petits. Le procédé de réglage selon la configuration de la Fig. 4c contribue à la fois à une grande rapidité d'exécution et à un réglage très précis.

A titre d'exemple, en mettant en oeuvre le procédé de réglage selon la Fig. 4c, le réglage automatique de self-inductance est effectué avec une précision de  $10^{-4}$  au rythme d'un circuit magnétique par seconde. Un tel circuit magnétique a par exemple une section des noyaux centraux 1", 2" de  $26 \text{ mm}^2$ , une section de la cheminée de réglage 3 de  $7 \text{ mm}^2$  et une épaisseur de la paroi de réglage 5c de 0,3 mm. L'usinage est effectué par un faisceau laser dont l'émission est modulée par des impulsions d'une durée unitaire de 0,5  $\mu\text{s}$ . Chaque impulsion permet une érosion de matière sur une profondeur d'environ 50  $\mu\text{m}$ .

Selon la réalisation préférée décrite ci-dessus en référence à la Fig. 1, les demi-coquilles 1 et 2 sont différentes. Il est évident que pour de multiples raisons, entre autres d'économie, on peut associer, pour constituer un circuit magnétique, deux demi-coquilles de structures identiques sans pour cela sortir du cadre de la présente invention. Selon ce dernier cas, on règle le circuit magnétique ainsi formé soit simultanément, soit alternativement, par usinage de l'une et/ou l'autre des parois de réglage des demi-coquilles.



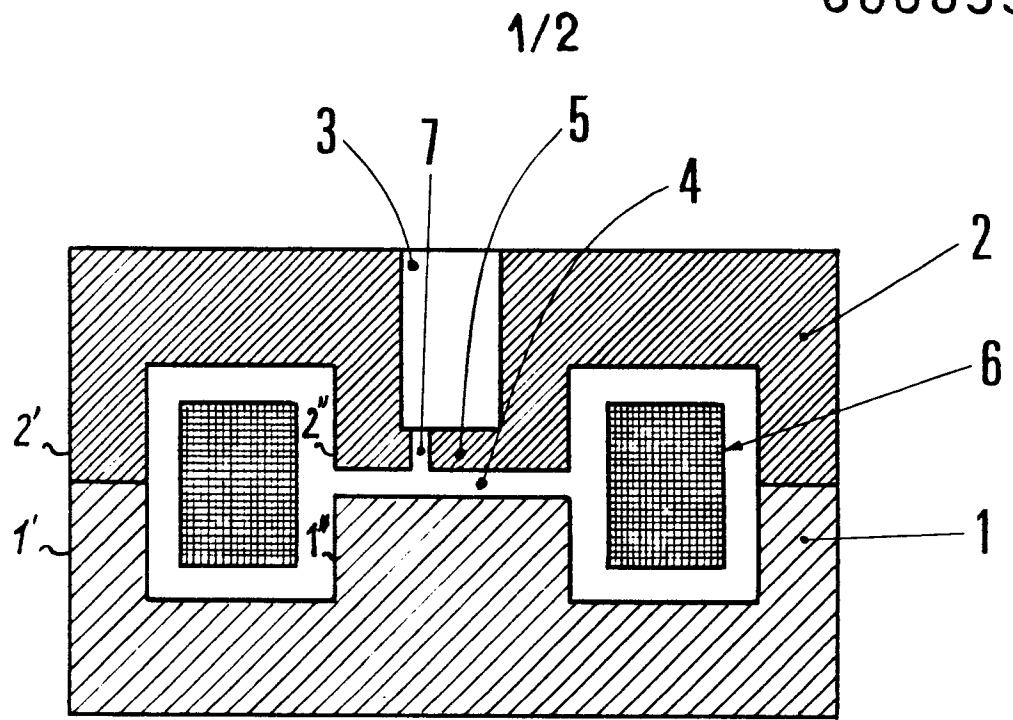
## REVENDEICATIONS

1 - Circuit magnétique conformé en un pot constitué par la superposition de deux demi-coquilles en ferrite (1, 2) et pourvu d'un entrefer (4) en son noyau central (1", 2"), caractérisé en ce qu'au moins l'une (2) des deux demi-coquilles qui sont assemblées et immobilisées par collage ou agrafage, comporte au voisinage de l'entrefer (4) une paroi mince (5) dont le percement partiel et graduel (7) augmente graduellement la valeur de la réluctance du circuit magnétique à une valeur prédéterminée.

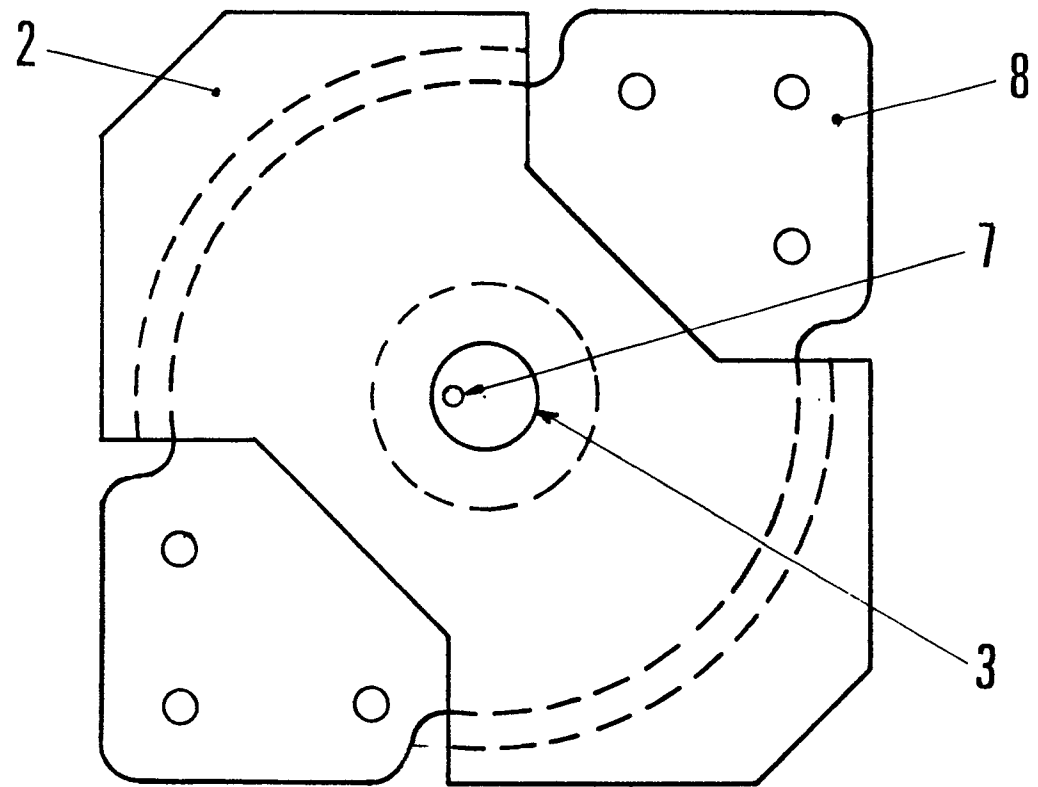
2 - Procédé de réglage de la réluctance du circuit magnétique en ferrite conforme à la revendication 1, caractérisé en ce qu'on mesure la valeur de la réluctance du circuit magnétique à régler, en ce qu'on compare successivement les valeurs de réluctance mesurées à ladite valeur prédéterminée pour déterminer la quantité de matière (7) de la paroi mince (5) qui doit être éliminée et en ce qu'on enlève cette quantité de matière par creusage et perçage d'un ou plusieurs trous (7) au travers de ladite paroi (5).

3 - Procédé conforme à la revendication 2, caractérisé en ce que lesdits trous (7) sont obtenus par usinage au moyen d'une source laser (14) dont le faisceau laser (15) a une orientation, une intensité, une durée de fonctionnement et une convergence qui sont déterminées par un calculateur (10, 11, 12) en fonction de la valeur de réluctance prédéterminée pour le circuit magnétique.

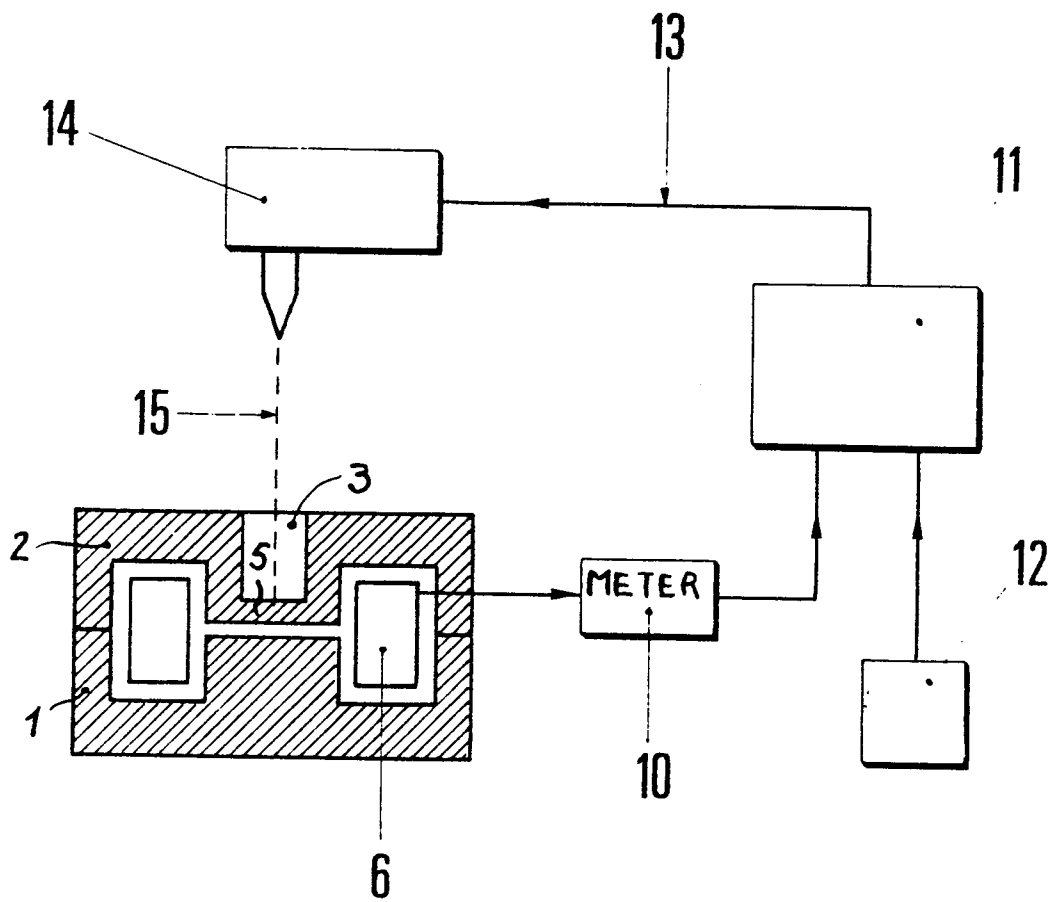
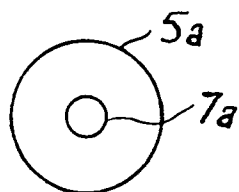
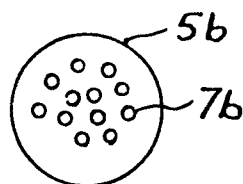
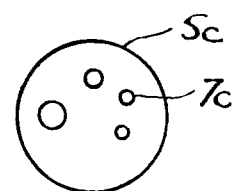
4 - Procédé conforme à la revendication 2 ou 3, caractérisé en ce que la mesure de la valeur de la réluctance du circuit magnétique consiste en une mesure de self-inductance ou de fréquence effectuée sur l'inductance ou le transformateur constitué à partir dudit circuit magnétique, cette inductance ou ce transformateur étant interconnecté dans un circuit électronique en fonctionnement normal.



**Fig.1**



**Fig.2**

**Fig.3****Fig. 4-a****Fig. 4-b****Fig. 4-c****Fig.4**

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.)
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	
A	FR - A - 1 523 460 (LTT)  * figures 1-9; de page 1, colonne de gauche, ligne 26 à page 3, colonne de gauche, ligne 13 *  ---	1	H 01 F 17/04 H 01 F 15/18 H 04 B 1/00
A	FR - A - 1 586 479 (TEXAS INSTRUMENTS)  * figures 1,2,4; de page 1, ligne 4 à page 2, ligne 5; de page 2, ligne 32 à page 5, ligne 27; page 7, lignes 2-19 *  & US - A - 3 670 406  ---	1-4	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.)  H 01 F 17/00 H 01 F 15/18 H 01 F 41/02
A	DE - B - 1 208 425 (INTERNATIONAL STANDARD ELECTRIC)  * figures 1,2 et 3; colonne 1, lignes 1-52; de colonne 2, ligne 39 à colonne 4, ligne 2 *  ---	1	
A	FR - A - 2 330 202 (SIEMENS)  * la figure unique; page 1, lignes 1-11; de page 1, ligne 22 à page 2, ligne 8; page 4, lignes 6-39; page 6, lignes 3-26 *  ---	1-4	CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X. particulièrement pertinent A: arrière-plan technologique O: divulgation non-écrite P: document intercalaire T: théorie ou principe à la base de l'invention E: demande faisant interférence D: document cité dans la demande L: document cité pour d'autres raisons
A	THE TRANSACTIONS OF THE IECE OF JAPAN, Vol. E60, no.11, novembre 1977 TOKYO (JP) A. IWATA: "Laser functional trimming for hybrid integrated RC active filters", pages 667-668	2,3  ./.	&: membre de la même famille, document correspondant
<input checked="" type="checkbox"/> Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
La Haye		10-07-1979	DECONINCK

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl. <sup>3</sup> )
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	
	<p>* la totalité de l'article *</p> <p>-----</p>		
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. <sup>3</sup> )