

12 **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

21 Numéro de dépôt: 81401956.8

51 Int. Cl.³: H 01 P 1/202

22 Date de dépôt: 09.12.81

30 Priorité: 10.12.80 FR 8026217

43 Date de publication de la demande:
16.06.82 Bulletin 82/24

84 Etats contractants désignés:
BE CH DE FR GB IT LI NL SE

71 Demandeur: SOCIETE NATIONALE D'ETUDE ET DE
CONSTRUCTION DE MOTEURS D'AVIATION,
"S.N.E.C.M.A."
2 Boulevard Victor
F-75015 Paris(FR)

72 Inventeur: Beauquet, Gilles
8, rue Courteline
F-22000 Saint Brieuc(FR)

72 Inventeur: Devarhubli, Vasudéo
5, allée de l'Etang
F-94260 Fresnes(FR)

72 Inventeur: Dubost, Gérard
3, avenue Aristide Briand
F-35000 Rennes(FR)

72 Inventeur: Nicolas, Michel Jacques Robert
142, boulevard Masséna
F-75017 Paris(FR)

74 Mandataire: Moinat, François et al,
S.N.E.C.M.A. Service des Brevets Boîte Postale 81
F-91003 Evry Cedex(FR)

54 Filtre passe-bande accordable sur un nombre prédéterminé de fréquences discrètes réparties dans une large bande de fréquence.

57 Filtre coaxial dont au moins l'un des conducteurs interne (3) et externe (1) est divisé en sections (S_1 à S_n) par des coupures (11 à 14) formées par des fentes annulaires dont l'épaisseur est très faible par rapport à la longueur d'onde.

Chaque section S_1 à S_n comprend au moins un élément réactif d'accord (21 à 24) tel qu'une portion de ligne coaxiale ouverte (21) ou court-circuitée (22 à 24) et au moins un élément commutateur (31 à 34) disposé au voisinage de la coupure (11 à 14) correspondante pour sélectivement court-circuiter cette coupure ou réaliser l'insertion de l'élément réactif d'accord correspondant en réponse à des moyens électroniques de commande.

Application aux télécommunications.

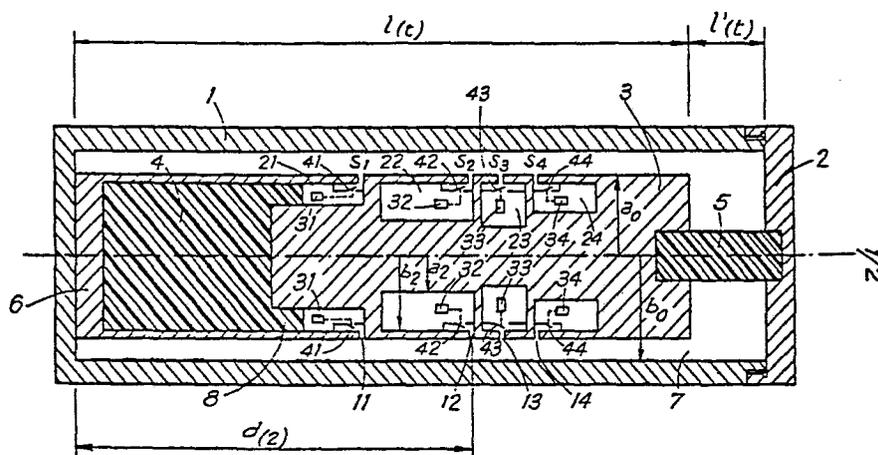


FIG 1

Filtre passe-bande accordable sur un nombre prédéterminé de fréquences discrètes réparties dans une large bande de fréquences.

La présente invention a pour objet un
5 filtre passe-bande accordable sur un nombre prédéterminé de fréquences discrètes réparties dans une large bande de fréquences, comprenant au moins une cavité résonnante coaxiale définie par un conducteur externe et un conducteur interne.

10 On connaît déjà de nombreux exemples de filtres passe-bande réalisés à partir d'au moins une cavité résonnante constituée par une ligne coaxiale comprenant un conducteur interne et un conducteur externe et terminée par un court-circuit, des moyens de couplage
15 d'entrée ou sortie étant associés à la cavité.

Généralement, la bande passante d'un tel filtre est très étroite et les moyens d'accord sur une fréquence déterminée de cette bande passante sont constitués par des moyens mécaniques de réglage.

20 On a également réalisé des filtres passe-bande hyperfréquences constitués par une seule ligne coaxiale divisée en plusieurs cavités résonnantes adjacentes séparées par des organes de couplage tels que des pistons, un dispositif d'accord étant prévu pour
25 chaque résonateur et un dispositif de réglage de couplage étant associé à chaque organe de couplage entre deux cavités résonnantes successives.

Un tel type de filtre peut ainsi constituer un élément standard pouvant être adapté à des
30 fréquences légèrement différentes dans une bande de fréquences, par des réglages manuels de la position des pistons formant organes de couplage par exemple, ou par action sur d'autres paramètres de la géométrie du système.

35 On connaît également des filtres hyper-

fréquences à tiges à accord réglable comportant des tronçons de guide d'onde divisés en plusieurs résonateurs adjacents par des rideaux de tiges conductrices et comportant un dispositif mécanique d'accord pour chaque résonateur tel qu'un bâtonnet de diélectrique à position réglable et un dispositif de réglage de couplage pour chaque rideau de tiges, tel qu'une vis métallique.

Avec un tel filtre, il est possible d'ajuster de l'extérieur les caractéristiques d'un élément standard, par action manuelle sur des éléments mécaniques de réglage, et d'adapter ainsi la bande passante à un canal prédéterminé à l'intérieur d'une plage de fréquences. Toutefois, il n'est pas possible de réaliser, en cours de fonctionnement, la modification des caractéristiques du filtre pour effectuer le passage instantané d'une fréquence discrète à une autre fréquence discrète définie à l'intérieur d'une large bande de fréquences d'une ou plusieurs octaves.

La présente invention vise précisément à permettre de réaliser un filtre passe-bande, essentiellement constitué par une cavité coaxiale, dont l'accord pratiquement instantané est possible pour un certain nombre de fréquences discrètes réparties dans une large bande de fréquences.

Selon l'invention, un filtre passe-bande coaxial est ainsi essentiellement caractérisé en ce qu'au moins l'un des conducteurs interne et externe de la cavité coaxiale est divisé en sections séparées par des coupures constituées par des fentes annulaires dont l'épaisseur est très faible par rapport à la longueur d'onde correspondant à la fréquence moyenne de la bande passante et en ce que chaque section comprend au moins un élément réactif d'accord et au moins un élément commutateur disposé au voisinage de la coupure de la section correspondante pour sélectivement court-circuiter

cette coupure ou réaliser l'insertion de l'élément réactif d'accord de la section correspondante en réponse à des moyens électroniques de commande.

Chaque élément réactif d'accord est
5 constitué par une portion de ligne coaxiale ouverte ou court-circuitée réalisée dans une section de conducteur interne ou de conducteur externe.

Les cavités de révolution ménagées dans des sections de conducteur interne ou externe pour réaliser une ligne coaxiale ouverte ou court-circuitée
10 présentent des dimensions transversales très supérieures à l'épaisseur d'une coupure mais petites par rapport à la longueur d'onde correspondant à la fréquence moyenne de la bande passante.

15 Ainsi, selon la présente invention, grâce à une cavité résonnante coaxiale aux caractéristiques géométriques prédéterminées, il est possible de réaliser, sans action manuelle sur des éléments mécaniques de réglage, un accord quasi instantané de la cavité
20 sur une fréquence discrète d'accord choisie parmi un grand nombre de fréquences prédéterminées réparties dans une large bande de fréquence, grâce à une action sélective pour chacun des commutateurs associés aux coupures, qui par une commande en tout ou rien permettent la fermeture d'une coupure ou son ouverture avec
25 mise en service de l'élément réactif associé. Il en résulte qu'avec N coupures, le nombre de fréquences discrètes pour lesquelles il est possible de réaliser un accord de la cavité résonnante s'élève à 2^N , compte
30 tenu des combinaisons possibles des états (ouvert ou fermé) des N coupures, établis à l'aide des commutateurs associés commandés par les moyens électroniques numériques d'accord.

De façon avantageuse, pour chaque section,
35 plusieurs éléments commutateurs alimentés en

parallèle sont régulièrement répartis le long de la coupure pour réaliser la mise en court-circuit de ladite coupure ou l'insertion d'un élément réactif.

5 Selon un mode de réalisation, les éléments commutateurs sont constitués par des relais électromagnétiques dont les dimensions sont petites vis à vis de la longueur d'onde moyenne de fonctionnement, et qui sont disposés au voisinage immédiat des fentes annulaires constituant les coupures entre sections.

10 Selon un autre mode de réalisation préférentiel, les éléments commutateurs sont constitués par des diodes PIN disposées au voisinage immédiat des fentes annulaires constituant les coupures entre sections.

15 La commande des éléments commutateurs est effectuée en courant continu au moyen de fils conducteurs isolés découplés de la haute fréquence et incorporés dans les conducteurs interne ou externe.

20 La réalisation d'un filtre passe-bande selon l'invention est facilitée si les conducteurs interne et externe de la cavité coaxiale sont composés d'éléments métalliques superposés vissés les uns dans les autres.

25 Selon un mode de réalisation particulièrement intéressant, les dimensions de la cavité coaxiale, celles des éléments réactifs des N sections et la position des N coupures sont déterminées pour définir une loi $\frac{\Delta f}{f}$ approximativement constante, où f désigne l'une quelconque des 2^N fréquences discrètes d'accord obtenues par l'insertion sélective des N éléments réactifs et Δf
30 représente la moyenne des écarts entre cette fréquence f et les fréquences adjacentes parmi les 2^N fréquences possibles.

35 Le filtre passe-bande selon l'invention peut être utilisé dans les applications les plus diverses mais est avantageusement appliqué à la connexion à

un aérien unique, de plusieurs émetteurs ou récepteurs travaillant sur des fréquences différentes.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront de la description qui fait
5 suite de modes particuliers de réalisation, donnés à titre d'exemples non limitatifs en référence aux dessins annexés, sur lesquels :

- la Fig. 1 est une vue schématique en coupe axiale d'un premier mode de réalisation d'un fil-
10 tre passe-bande selon l'invention,

- la Fig. 2 est une vue schématique en coupe axiale d'un second mode de réalisation d'un fil-
tre passe-bande selon l'invention, et

- la Fig 3 est une vue partielle en coupe axiale montrant l'assemblage possible de diffé-
15 rents éléments constitutifs des différentes sections d'un filtre selon l'invention.

On se réfèrera d'abord à la figure 1 qui représente la configuration de base d'un filtre
20 'passe-bande selon l'invention divisé, à titre d'exemple, en quatre sections S_1 à S_4 .

La cavité coaxiale du filtre de la Fig 1 présente un corps ou conducteur externe 1 fermé par un couvercle 2 qui est vissé sur le corps 1. Le conducteur
25 interne 3 est divisé en sections (S_1 à S_4) séparées par des coupures 11 à 14 ayant la forme de fentes annulaires dont l'épaisseur e est très faible par rapport à la longueur d'onde correspondant à la fréquence moyenne de la bande passante du filtre. Cette configuration est
30 possible si les conducteurs interne 3 et externe 1 sont par exemple réalisés en plusieurs tronçons superposés tels que 301, 302, 303 ou 101, 102, 103 respectivement
(Fig 3) vissés les uns dans les autres. Ainsi, une par-
tie 101 de conducteur externe peut être reliée à une
35 partie 102 par une liaison à vis 101a, 102b, la partie

102 superposée à une partie 103 étant elle-même reliée à cette dernière par une liaison à vis 102a, 103b. De même, les tronçons 301, 302, 303 de conducteur interne 3 peuvent être assemblés entre eux par des parties 301a, 302b et 302a, 303b vissées les unes dans les autres. Dans ce cas, les positions des plans de joints ne sont déterminées que par des commodités d'usinage et seules interviennent dans le fonctionnement vis à vis des ondes électromagnétiques la localisation des coupures telles que 12, 13, 12', 13' ainsi que la forme des cavités telles que 22, 23, 22', 23'. Par suite, sur les figures 1 et 2, on n'a pas représenté les lignes de séparation entre les diverses pièces constituant les conducteurs interne 3 et externe 1 de la cavité coaxiale, mais seulement les coupures telles que 11 à 14, qui définissent les différentes sections S_1 à S_4 .

Les conducteurs métalliques externe 1 et interne 3 peuvent être réalisés par exemple en laiton. Un cylindre isolant 5, par exemple en polytétrafluoroéthylène, qui prend appui sur le couvercle 2, assure le centrage du conducteur interne 3 par rapport au corps 1 tout en exerçant une compression convenable sur les différents tronçons constituant le conducteur interne 3.

D'une manière générale, la cavité coaxiale se comporte comme une ligne quart d'onde à la résonance sensiblement pour la fréquence moyenne de la bande passante du filtre. Comme on peut le voir sur la Fig 1, chaque section S_1 à S_4 comprend une réactance d'accord 21 à 24 incorporée dans le conducteur interne 3 et pouvant être mise en service au niveau de la coupure correspondante 11 à 14. Une réactance d'accord, peut être constituée par une ligne coaxiale court-circuitée (réactances 22, 23, 24) qui est équivalente à une self inductance ou par une ligne ouverte (réactance 21) qui est

équivalente à une capacité. Sur la Fig 1, la ligne coaxiale ouverte 21, qui constitue la réactance d'accord de la première section S_1 , est centrée au moyen d'un manchon cylindrique 4 réalisé en un matériau diélectrique tel que du polytétrafluoroéthylène, et prenant appui sur le fond métallique 6 de la cavité coaxiale qui réalise le court-circuit du conducteur externe 1. Les réactances d'accord des deuxième, troisième et quatrième sections S_2 , S_3 , S_4 sont elles-mêmes constituées par trois portions de lignes coaxiales dans l'air court-circuitées, définies par des cavités annulaires dont les formes et les dimensions peuvent être diverses. Toutefois, pour que la cavité coaxiale du filtre présente des coefficients de surtension à vide suffisamment élevés, il est nécessaire de réduire les pertes des circuits et en particulier celles des lignes de transmission ouvertes ou court-circuitées dont les impédances d'entrée s'identifient aux réactances d'accord. Les dimensions transversales des cavités 21 à 24 doivent donc présenter des dimensions transversales non négligeables, bien que toujours petites par rapport à la longueur d'onde pour éviter les modes parasites du type TE ou TM.

Comme cela sera expliqué plus en détail ci-dessous, au moins un commutateur 31,32,33,34 est associé à chaque coupure 11,12,13,14 et permet soit de court-circuiter cette coupure par la fermeture d'un contact 41,42,43,44, soit de permettre l'insertion de la réactance d'accord 21,22,23,24 incluse dans la section S_1 , S_2 , S_3 , S_4 correspondant à cette coupure. On voit ainsi que la fréquence d'accord effective du filtre dépend de l'état des commutateurs 31 à 34 et peut être choisie parmi un grand nombre de fréquences discrètes même pour un nombre N de coupures relativement réduit, puisque le nombre de fréquences discrètes d'accord possibles dépend de la combinaison des différents états

possibles des différentes coupures et vaut ainsi 2^N , chaque coupure permettant la mise en service ou non d'une réactance d'accord.

La Figure 1 montre un modèle de cavité qui correspond à $N = 4$ et présente $2^4 = 16$ fréquences discrètes d'accord. A titre d'exemple une telle cavité peut fonctionner dans la bande UHF (225 à 400 MHz).

Les dimensions de la cavité coaxiale constituant le filtre, la position des coupures 11 à 14 et les dimensions des réactances 21 à 24 peuvent être optimisées pour réaliser une loi $\frac{\Delta f}{f}$ approximativement constante, f désignant l'une quelconque des N fréquences d'accord et Δf étant la moyenne des écarts entre cette fréquence et les fréquences d'accord adjacentes.

A titre d'exemple, on donne ci-dessous des valeurs numériques qui, appliquées à un filtre à quatre sections tel que celui représenté sur la figure 1, permettent d'obtenir une telle loi $\frac{\Delta f}{f}$ approximativement constante :

Pour un conducteur interne 3 de rayon $a_0 = 32$ mm, un conducteur externe 1 dont le rayon interne vaut $b_0 = 41,1$ mm, des longueurs de cavité $l_t = 245,8$ mm et $l'_t = 32$ mm (voir Fig 1), une capacité d'entrée de la ligne coaxiale ouverte (7) $c_e = 2,91$ pF et une capacité d'extrémité 8 de la réactance capacitive 21 ramenée à la première coupure 11 de $c_{e1} = 2,8$ pF, le tableau I donne la position $d(k)$ par rapport au fond de la cavité 6 de la coupure de rang "k", les dimensions a_k et b_k de la réactance d'accord correspondante (c'est-à-dire les rayons des faces coaxiales de la cavité annulaire définissant la réactance d'accord) et la capacité $C_p(k)$ de la coupure "k" en pF qui permet d'ajuster au mieux les fréquences théoriques et expérimentales.

TABLEAU I

k	1	2	3	4
$2a_k$ (mm)	40,37	27,39	23,19	35,18
$2b_k$ (mm)	58	58	58	58
d_k (mm)	115	159	170	184
$C_p(k)$ en pF	10,29	9,48	6,80	9,90

5

10

15

Le tableau II donne la liste des fréquences discrètes d'accord obtenues avec l'exemple de filtre à quatre sections défini ci-dessus, en fonction de l'état des coupures 11 à 14. La lettre F représente une coupure court-circuitée fermée tandis que la lettre O représente une coupure ouverte assurant l'insertion d'une réactance d'accord. Pour chaque combinaison différente des états des coupures 11 à 14, le tableau II indique en MHz la fréquence théorique F_t , la fréquence F_e obtenue expérimentalement et l'écart $F_e - F_t$.

20

25

TABLEAU II

Etat des coupures				Fréquences théoriques (MHz) F_t	Fréquences expérimenta- les (MHz) F_e	$F_e - F_t$ (MHz)
11	12	13	14			
F	O	O	O	226.08	226.2	+ 0.12
F	O	O	F	233.09	233.1	+ 0.01
F	O	F	O	240.02	240.0	- 0.02
F	O	F	F	247.96	247.9	- 0.06
F	F	O	O	258.36	258.6	+ 0.24
F	F	O	F	268.53	268.6	+ 0.07
F	F	F	O	278.31	278.6	+ 0.29
F	F	F	F	289.67	289.7	+ 0.03
O	O	O	O	303.95	304.1	+ 0.15
O	O	O	F	314.70	314.1	- 0.40
O	O	F	O	324.47	324.9	+ 0.43
O	O	F	F	336.19	336.1	- 0.09
O	F	O	O	353.07	352.5	- 0.47
O	F	O	F	368.91	369.1	+ 0.19
O	F	F	O	381.75	381.9	+ 0.25
O	F	F	F	396.90	396.9	+ 0.00

Si la figure 1 montre un exemple de filtre à quatre sections S_1 à S_4 et quatre fentes annulaires formant coupures 11 à 14, l'invention prend naturellement en compte des filtres de ce type présentant un
5 nombre de sections différent, et présentant ainsi un nombre différent de fréquences d'accord. Ainsi, on a représenté sur la Fig. 2 un filtre coaxial comprenant sept coupures 11 à 14 et 12' à 14' qui permettent de définir
10 $2^7 = 128$ fréquences discrètes, par exemple dans la même bande de fréquences que celle prise en compte dans l'exemple donné précédemment.

La figure 2, comme la figure 3 montrent en outre que les coupures peuvent être réalisées aussi bien dans le conducteur externe 1 que dans le conducteur interne 3 de la cavité coaxiale. Par ailleurs, les
15 cavités annulaires 22', 23', 24' ménagées dans le conducteur externe 1 pour réaliser des lignes coaxiales formant les réactances d'accord associées aux coupures 12', 13', 14' respectivement ne sont pas nécessairement identiques à celles (12, 13, 14) ménagées dans la partie interne correspondante du conducteur interne 3. Du reste,
20 les cavités 12', 13', 14' pourraient également être utilisées seules, indépendamment des cavités 11 à 14 du conducteur interne 3, ces dernières restant par exemple court-circuitées.
25

Les commutateurs 31 à 34, 32' à 34' actionnant les contacts 41 à 44, 42' à 44' pour définir l'état ouvert ou fermé d'une coupure 11 à 14, 12' à 14' peuvent être des relais électromagnétiques. On utilise
30 toutefois de préférence des diodes PIN de petites dimensions. D'une manière générale, les dimensions des éléments de commutation 31 à 34, 32' à 34' doivent être petites vis à vis de la longueur d'onde de fonctionnement et ces éléments de commutation doivent être disposés dans la cavité le plus près possible de la fente
35

annulaire à court-circuiter.

La commande des commutateurs (31 à 34, 32' à 34') se fait en courant continu au moyen de conducteurs isolés (non représentés) disposés soit dans l'axe de l'élément central 3, soit dans la paroi de l'élément extérieur 1 de la cavité coaxiale du filtre. Un système de découplage des conducteurs alimentés en courant continu, constitué par des condensateurs, permet d'isoler la haute fréquence de l'extérieur.

Les commutateurs (31 à 34, 32' à 34') sont de préférence composés chacun d'une pluralité d'éléments régulièrement distribués le long de la coupure (11 à 14, 12' à 14') correspondante et alimentés en parallèle.

En effet, pour chaque coupure telle que 11 une pluralité d'éléments de court-circuits tels que 31, 41 disposés de façon symétrique (par exemple quatre éléments 31, 41 répartis à 90° les uns des autres) et alimentés en parallèle assure une meilleure répartition des courants.

Les circuits électroniques permettant de déterminer l'alimentation sélective des différents commutateurs 31 à 34, 32' à 34' fixant l'état des coupures 11 à 14, 12' à 14' en fonction de la fréquence discrète d'accord choisie, peuvent être composés de circuits logiques tout à fait communs.

Les liaisons du filtre vers l'entrée et la sortie (émetteur et récepteur) sont également réalisées de façon classique par des couplages selfiques ou capacitifs. On a représenté à titre d'exemple sur la figure 2 un couplage entrée ou sortie, réalisé par une petite antenne 9 (couplage capacitif) reliée à une embase coaxiale 10.

Le filtre passe-bande conforme à l'invention permet en particulier d'effectuer la connexion de

plusieurs émetteurs, ou récepteurs travaillant sur des fréquences différentes, à un aérien unique. Le domaine d'application d'un tel filtre est néanmoins beaucoup plus vaste dans le domaine des télécommunications, et

5 une autre application peut résider par exemple dans la suppression de bruits parasites.

REVENDEICATIONS

1. Filtre passe-bande accordable sur un nombre prédéterminé de fréquences discrètes réparties dans une large
5 bande de fréquences, comprenant au moins une cavité résonnante coaxiale définie par un conducteur externe (1) et un conducteur interne (3) caractérisé en ce qu'au moins l'un des conducteurs interne et externe de la cavité coaxiale est divisé en sections (S_1 à S_4) séparées par des coupures (11 à 14,
10 12' à 14') constituées par des fentes annulaires dont l'épaisseur est très faible par rapport à la longueur d'onde correspondant à la fréquence moyenne de la bande passante et en ce que chaque section (S_1 à S_4) comprend au
15 moins un élément réactif d'accord (21 à 24, 22' à 24'), constitué par une cavité de révolution ménagée dans des sections de conducteur interne ou externe pour réaliser une ligne coaxiale ouverte (21) ou court-circuitée (22 à 24, 22' à 24') présentant des dimensions transversales très
20 supérieures à l'épaisseur d'une coupure, mais petites par rapport à la longueur d'onde correspondant à la fréquence moyenne de la bande passante, et au moins un élément commutateur (31 à 34, 32' à 34') disposé au voisinage de la coupure (11 à 14, 12' à 14') de la section correspondante
25 pour sélectivement court-circuiter cette coupure ou réaliser l'insertion de l'élément réactif d'accord de la section correspondante en réponse à des moyens électroniques de commande.
- 30 2. Filtre selon la revendication 1, caractérisé en ce que pour chaque section plusieurs éléments commutateurs (31 à 34, 32' à 34') alimentés en parallèle sont régulièrement répartis le long de la coupure pour réaliser la mise en court-circuit de ladite coupure (11 à 14, 12' à 14') ou
35 l'insertion d'un élément réactif (21 à 24, 22' à 24').

3. Filtre selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que les éléments commutateurs (31 à 34, 32' à 34') sont constitués par des relais électromagnétique dont les dimensions sont petites vis-à-vis de la longueur d'onde moyenne de fonctionnement, et qui sont disposés au voisinage immédiat des fentes annulaires constituant les coupures entre sections.
4. Filtre selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que les éléments commutateurs (31 à 34, 32' à 34') sont constitués par des diodes PIN disposées au voisinage immédiat des fentes annulaires constituant les coupures entre sections.
5. Filtre selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que la commande des éléments commutateurs (31 à 34, 32' à 34') est effectuée en courant continu au moyen de fils conducteurs isolés découplés de la haute fréquence et incorporés dans les conducteurs interne ou externe.
6. Filtre selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que les conducteurs externe (1) et interne (3) de la cavité coaxiale sont composés d'éléments métalliques (101, 102 ; 301, 302, 303) superposés vissés les uns dans les autres.
7. Filtre selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que les dimensions de la cavité coaxiale, celles des éléments réactifs des N sections et la position des N coupures sont déterminées pour définir une loi $\frac{\Delta f}{f}$ approximativement constante, où f désigne l'une quelconque des 2^N fréquences discrètes d'accord obtenues par l'insertion sélective des N éléments réactifs et Δf représente la moyenne des écarts entre cette fréquence f et les fréquences adjacentes parmi les 2^N fréquences possibles.

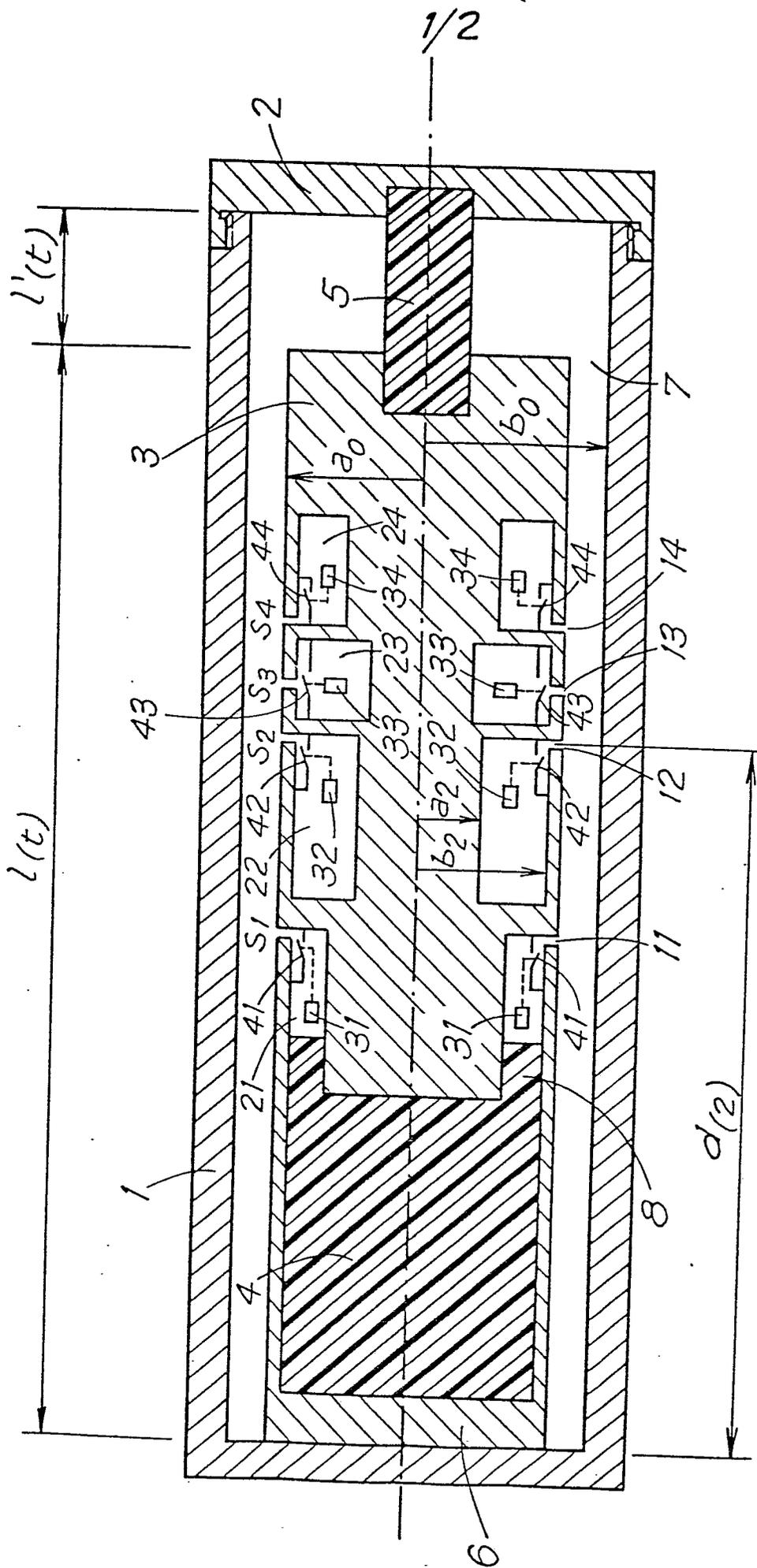


Fig 1

Fig. 2

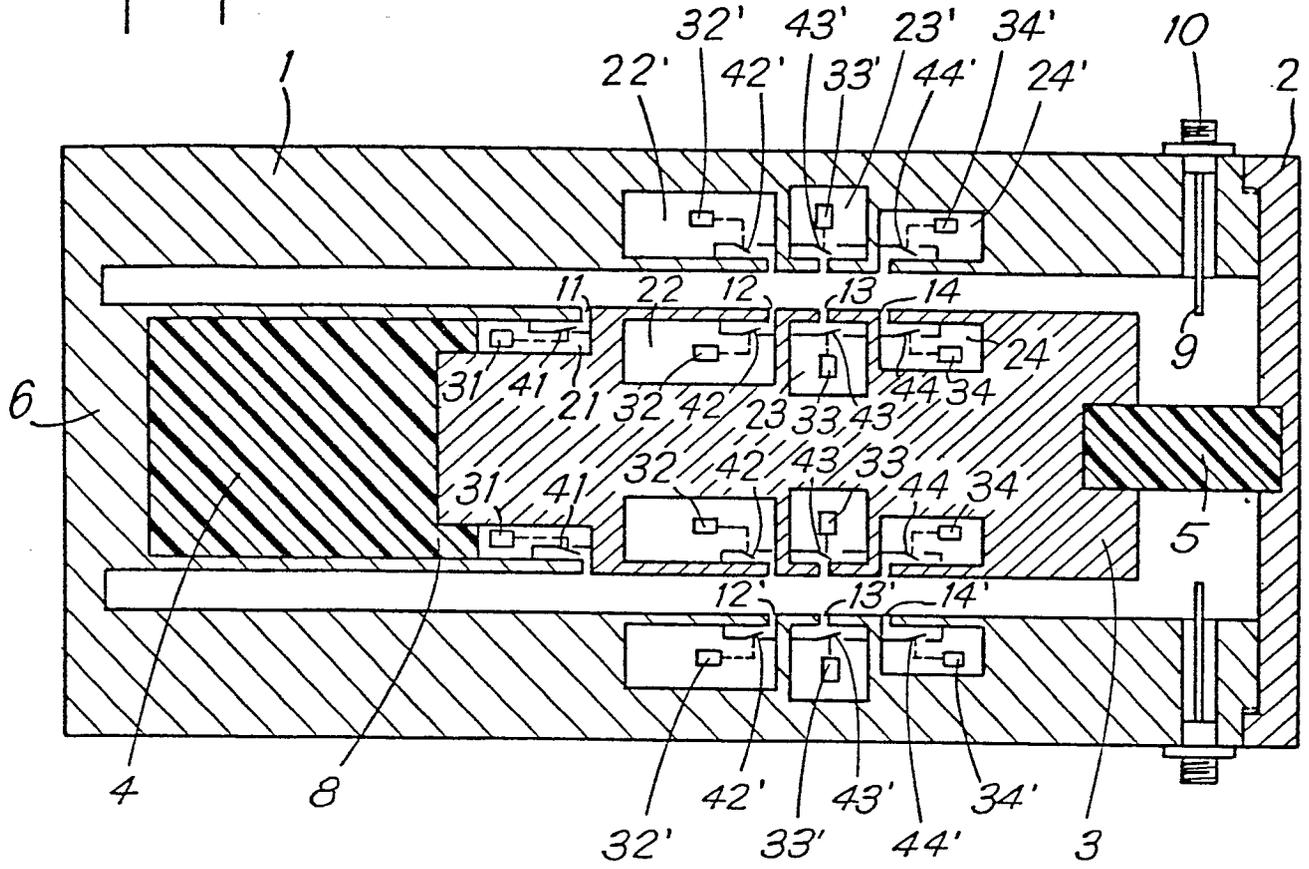


Fig. 3

