

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 649 571 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:

29.09.1999 Bulletin 1999/39

(21) Numéro de dépôt: **94915581.6**

(22) Date de dépôt: **03.05.1994**

(51) Int Cl.⁶: **H01P 1/203**

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/FR94/00511

(87) Numéro de publication internationale:
WO 94/25996 (10.11.1994 Gazette 1994/25)

(54) **FILTRE PASSE-BANDE A RESONATEURS COUPLES**

BANDPASSFILTER MIT GEKOPPELTEN RESONATOREN

PASS-BAND FILTER WITH COUPLED RESONATORS

(84) Etats contractants désignés:
BE CH DE GB LI

(30) Priorité: **04.05.1993 FR 9305287**

(43) Date de publication de la demande:
26.04.1995 Bulletin 1995/17

(73) Titulaires:

- **FRANCE TELECOM**
75015 Paris (FR)
- **TELEDIFFUSION DE FRANCE**
75015 Paris (FR)

(72) Inventeurs:

- **HAVOT, Henri**
F-35510 Cesson-Sevigne (FR)
- **DUTERTRE, Yvon**
F-35690 Acigne (FR)

(74) Mandataire: **Signore, Robert et al**
c/o BREVATOME
3, rue du Docteur Lanceraux
75008 Paris (FR)

(56) Documents cités:
EP-A- 0 326 498
US-A- 4 371 853

US-A- 4 074 214

- **FREQUENZ, vol.30, no.8, Août 1976, BERLIN DE**
pages 209 - 220 R. BRIECHLE
'Kammleitungsfilter aus gekoppelten
Mikrostreifenleitungen'
- **TELECOMMUNICATIONS AND RADIO**
ENGINEERING, vol.46, no.3, Mars 1991,
WASHINGTON US pages 56 - 61 G.M.
ARISTARKHOV ET AL. 'High-selectivity
microstrip microwave filters for communication
equipment'

EP 0 649 571 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen, toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

Domaine technique

[0001] La présente invention a pour objet un filtre passe-bande à résonateurs couplés. Elle trouve une application en électronique, notamment dans la réalisation de filtres passe-bande dont la fréquence de travail est située dans la bande FM, soit sensiblement de 70 à 120 MHz.

Etat de la technique

[0002] Le filtre de l'invention est du type à résonateurs couplés. La demande française FR-A-2-626-716 (ou la demande européenne correspondante EP-A-0 326 498) décrit un filtre à résonateurs couplés qui est illustré sur la figure 1. Tel que représenté, ce filtre comprend cinq résonateurs C1 à C5 déposés sur un même substrat 10. Chaque résonateur comprend une ligne à microruban conducteur 14 (en cuivre par exemple) formant une boucle avec une ouverture 16. Connecté à travers cette ouverture se trouve un condensateur 18 réglable, ou ajusté une fois pour toutes. L'ensemble de la ligne et du condensateur forme un circuit résonnant LC. La longueur du microruban est de l'ordre de $\lambda/8$ si λ est la longueur d'onde associée à la fréquence de résonance du circuit.

[0003] Le substrat 10 est en matériau diélectrique (par exemple en verre époxy, en Téflon, ...). Sur la face inférieure de ce substrat, se trouve une couche conductrice non représentée (en cuivre par exemple) formant plan de masse.

[0004] Les différents résonateurs sont couplés les uns aux autres par des côtés parallèles et adjacents.

[0005] Le filtre se complète par une microbande d'entrée E et une microbande de sortie S.

[0006] De tels filtres travaillent dans la bande de fréquence allant sensiblement de 950 à 1750 MHz, en particulier dans des stations de réception de signaux de télévision diffusés par satellites.

[0007] Bien que donnant satisfaction à certains égards, ces filtres présentent des inconvénients. D'abord, leurs dimensions augmentent rapidement lorsque la fréquence de travail diminue (puisque ces dimensions sont de l'ordre d'une fraction de la longueur d'onde). Elles deviendraient prohibitives dans la bande FM, vers 100 MHz.

[0008] Ensuite, ils présentent une atténuation non négligeable au centre de la bande passante, de l'ordre de 6dB, atténuation qui augmente encore si la largeur de bande diminue.

[0009] Enfin, ils sont difficiles à simuler et à calculer, en raison des multiples couplages entre cellules, toujours difficiles à quantifier exactement.

[0010] Le document intitulé "Kammlitungsfiler aus gekoppelten Mikrostreifenleitungen" de Von Roland Briechle, publié dans la revue FREQUENZ, vol. 30, n°8,

Août 1976, décrit un filtre comprenant un grand nombre de résonateurs constitués chacun d'un microruban jouant le rôle d'inductance et d'un condensateur, tous deux réunis à la masse. Chaque résonateur forme ainsi un "doigt" et le filtre complet est constitué d'un grand nombre de tels doigts, couplés les uns aux autres le long des microrubans.

[0011] Par ailleurs, ce filtre nécessite des circuits d'adaptation en entrée et en sortie.

10 [0012] Un tel filtre entraîne des pertes dues au couplage entre résonateurs et il est très difficile à simuler, car aucun logiciel n'est capable de simuler des couplages aussi nombreux et, pour certains, aussi lointains. Dès que l'on change le nombre de résonateurs, par exemple pour faire varier la bande passante, les couplages changent et il faut reprendre toute la simulation.

15 [0013] Même si l'on réduisait le nombre de résonateurs à son minimum théorique qui est de 3, on obtiendrait encore un filtre complexe avec un doigt d'entrée, un doigt de sortie et un doigt intermédiaire, l'ensemble étant difficile à simuler.

20 [0014] Ces filtres ne résolvent donc pas, eux non plus, le problème de la simulation et du calcul.

25 Exposé de l'invention

[0015] La présente invention a justement pour but de remédier à ces inconvénients. A cette fin, elle propose un filtre dont les dimensions sont réduites (pratiquement d'un facteur 10 par rapport au filtre du document FR-A-2 626 716 déjà cité) et tombent à environ $\lambda/100$. Le filtre peut donc travailler à des fréquences descendant en dessous de 500 MHz. Par ailleurs, le filtre de l'invention présente de très faibles pertes, de l'ordre de 2dB. Sa largeur de bande peut être réglée entre une bande étroite (2%) et une bande large (40%).

30 [0016] Tous ces résultats sont obtenus grâce à une structure particulière qui comprend exclusivement deux résonateurs couplés constituant une cellule de filtrage. Selon l'invention, les résonateurs d'une cellule sont chacun constitués par une ligne à microruban jouant, à la fréquence de travail, essentiellement le rôle d'une inductance et par un condensateur d'accord. Il s'agit donc encore d'un résonateur de type LC. Mais, selon une première caractéristique du résonateur, la ligne n'est pas en forme de boucle avec ouverture. Le condensateur d'accord n'est donc pas inséré dans une ouverture mais connecté à l'une des extrémités de la ligne et il présente une armature à la masse électrique. Selon une autre caractéristique, la ligne comprend une partie (ou branche) rectiligne servant à coupler entre eux les deux résonateurs d'une même cellule et, pour ce faire, les deux branches rectilignes propres aux deux résonateurs sont juxtaposées. La longueur de ces branches, ainsi que leur largeur permet aisément de régler le couplage à la valeur appropriée.

50 [0017] Une telle cellule à exclusivement deux résonateurs n'est pas envisagée dans l'art antérieur, même

dans le document FREQUENZ cité plus haut, où le nombre de doigts est toujours très important et, en tout état de cause, ne saurait être inférieur à 3.

[0018] L'invention couvre donc déjà une cellule élémentaire du type décrit. Mais elle couvre aussi le cas où le filtre comprendrait plusieurs cellules élémentaires, connectées directement les unes aux autres de manière consécutive, l'accès propre au second résonateur d'une cellule étant relié à l'accès propre au premier résonateur de la cellule qui suit. Les pertes dues à la mise en cascade sont ainsi réduites à leur minimum par rapport au filtre du document FREQUENZ déjà cité où la mise en cascade des résonateurs s'effectuait par couplage. A nombre total de résonateurs égal, le filtre de l'invention présente des pertes plus faibles et sa simulation se trouve grandement simplifiée.

[0019] De façon précise, la présente invention a donc pour objet un filtre passe-bande à résonateurs couplés, caractérisé par le fait qu'il comprend au moins une cellule élémentaire de filtrage, chaque cellule élémentaire étant formée de résonateurs au nombre exclusif de deux, ci-après désignés premier et second résonateur, chaque résonateur d'une cellule comprenant :

- une ligne à microruban conducteur jouant, à la fréquence de travail, le rôle d'une inductance, cette ligne comprenant une première partie rectiligne représentant une partie du microruban, cette première partie ayant une extrémité reliée à une masse électrique, les deux premières parties propres à deux résonateurs d'une même cellule étant juxtaposées et assurant le couplage entre les résonateurs, la ligne comprenant encore une seconde partie cette seconde partie présentant une extrémité,
- un condensateur d'accord ayant une armature reliée à l'extrémité de la seconde partie et une autre armature reliée à la masse électrique,
- un accès situé en un point entre l'extrémité de la seconde partie et le condensateur d'accord la seconde partie de chaque microruban faisant un certain angle avec la première partie, les deux secondes parties des microrubans des deux résonateurs faisant entre elles un angle double.

[0020] Le filtre de l'invention peut comprendre plusieurs cellules de ce genre, auquel cas deux cellules consécutives sont connectées directement l'une à l'autre, l'accès propre au second résonateur d'une cellule étant connecté à l'accès propre au premier résonateur de la cellule qui suit.

[0021] Si la première partie ou branche, servant au couplage des deux résonateurs d'une même cellule, est nécessairement rectiligne, le reste de la ligne à microruban, c'est-à-dire la seconde branche, peut avoir une forme et une disposition quelconques : inclinée, à angle droit, etc.

[0022] La ligne à microruban peut donc présenter des formes diverses en L, en Γ , etc...

[0023] Quant aux largeurs des branches du microruban, elles ne sont pas nécessairement identiques. Elles peuvent être différentes l'une de l'autre. Elles peuvent même varier progressivement, ou par sauts, le long d'une même branche.

[0024] Toutes les techniques connues ou à venir permettant de réaliser des microrubans sont applicables à l'invention : utilisation d'un substrat diélectrique, technologie triplaque, suspension dans un boîtier, existence d'un plan de masse sous un substrat ou utilisation des parois métalliques d'un boîtier pour constituer la masse, etc... L'utilisation d'un diélectrique à forte permittivité permet de réduire les dimensions. Mais, si celles-ci deviennent trop faibles, l'utilisation de l'air comme diélectrique permet de retrouver des dimensions raisonnables.

Brève description des dessins

[0025]

- la figure 1, déjà décrite, montre un filtre selon l'art antérieur à cellules couplées ;
- la figure 2 représente schématiquement un filtre conforme à l'invention avec une seule cellule ;
- la figure 3 illustre un mode de réalisation à microruban entièrement rectiligne ;
- la figure 4 illustre un mode de réalisation à microruban à branches inclinées ;
- la figure 5 illustre un mode de réalisation à microruban à branche de couplage de largeur variable ;
- la figure 6 illustre un mode de réalisation à microruban à seconde branche de largeur variable ;
- la figure 7 montre un masque pour la réalisation d'un filtre à deux cellules ;
- la figure 8 est un schéma électrique d'un filtre à deux cellules ;
- la figure 9 montre la bande passante obtenue avec le filtre de la figure 8, dans une plage allant de 78 à 118 MHz ;
- la figure 10 montre l'atténuation du filtre en fonction de la fréquence, dans une plage allant de 1 à 200 MHz ;
- la figure 11 montre l'atténuation vers les hautes fréquences jusqu'à 2000 MHz ;
- la figure 12 montre le taux d'ondes stationnaires dans une plage de fréquence allant de 1 à 200 MHz.

Exposé détaillé de modes de réalisation

[0026] On voit, sur la figure 2, un substrat diélectrique 20 sur la face inférieure duquel une couche métallique 22 a été déposée pour constituer un plan de masse. Sur la face supérieure, on trouve deux résonateurs R1, R2 constitués chacun par un microruban MR1, MR2, et un condensateur C1, C2. Chaque microruban comprend une première partie (ou branche) rectiligne L1 (respectivement L2) et une seconde partie (ou branche) L'1

(L'2) qui, dans la variante illustrée, forme, avec la partie L1 (L2), un Γ . L'extrémité e1 (e2) de la branche L1 (L2) est reliée au plan de masse 22 par un plot et un passage conducteurs 24/1, (24/2). L'extrémité e'1 (e'2) de la

branche L'1 (L'2) est reliée à l'une des armatures d'un condensateur C1 (C2), l'autre armature du condensateur étant reliée au plan de masse 22 par un plot et un passage conducteurs 26/1 (26/2).

[0027] Eventuellement, un seul plot conducteur et un seul passage conducteur peuvent être utilisés pour réunir les extrémités e1, e2 au plan de masse. Les lignes sont donc bien court-circuitées à l'une de leur extrémité.

[0028] L'entrée E de la cellule s'effectue entre C1 et L'1 et la sortie S entre C2 et L'2. Naturellement, le dispositif est symétrique et l'on peut entrer en S et sortir en E.

[0029] L'ensemble de ces moyens forme une cellule C.

[0030] Les figures 3, 4, 5 et 6 illustrent quelques modes de réalisation des différentes branches du microruban.

[0031] Sur la figure 3, tout d'abord, les branches L1 (L2) et L'1 (L'2) sont dans le prolongement l'une de l'autre et le microruban est droit. Il n'y a plus à proprement parler de seconde partie, la première pouvant être considérée comme formant la totalité du ruban.

[0032] Sur la figure 4, les branches L'1 (L'2) ne servant pas au couplage sont inclinées d'un certain angle (θ) sur les branches L1 (L2) servant au couplage. Les branches L'1, L'2 forment ainsi, entre elles, un angle double (2θ). On peut prendre par exemple $\theta=45^\circ$, auquel cas les branches L'1, L'2 sont à angle droit.

[0033] Mais, on pourrait prendre aussi $\theta=90^\circ$, auquel cas les branches L'1, L'2 seraient dans le prolongement l'une de l'autre et formeraient un L avec la branche de couplage L1, L2.

[0034] Sur la figure 5, la branche de couplage L1 (L2) voit sa largeur croître d'une extrémité (en l'occurrence celle qui est à la masse) à l'autre, l'inverse étant également possible.

[0035] Sur la figure 6, c'est la branche L'1 qui voit sa largeur augmenter.

[0036] Les figures 7 et 8 illustrent un mode de réalisation particulier d'un filtre conforme à l'invention dans le cas où ce filtre comprend deux cellules.

[0037] La figure 7 tout d'abord montre le masque utilisé pour constituer le circuit imprimé sur la face supérieure du substrat. Ce masque est représenté à l'échelle 3 ce qui permet d'apprécier les dimensions réduites du filtre de l'invention. Ce masque comprend deux parties symétriques par rapport à un point O. Chaque partie comprend une bande d'accès d'entrée ME et de sortie MS, et deux bandes en T juxtaposées formant un ensemble M1,2 (M3,4) qui vont correspondre aux deux cellules.

[0038] La figure 8 montre le schéma électrique correspondant à la figure 7, une fois que les condensateurs C1, C2, C3, C4 ont été rapportés. On reconnaît les ré-

sonateurs couplés R1 et R2 pour la première cellule C1-2 et les résonateurs couplés R3, R4 pour la seconde C3-4. Les branches couplées sont respectivement L1, L2 pour la première cellule et L3, L4 pour la seconde.

[0039] Dans le schéma de la figure 8, on voit que chaque cellule est directement connectée à la suivante. Le ruban de connexion est référencé 30. Il n'y a donc plus de couplage, comme dans l'art antérieur, mais une simple mise en série.

[0040] Par ailleurs, les deux cellules sont disposées de telle manière qu'elles soient le plus éloignées possible l'une de l'autre pour éviter tout couplage entre elles. Ainsi, la seconde cellule C3-4 n'est pas disposée dans le prolongement de la première C1-2, mais placée de manière symétrique par rapport à l'élément 30.

[0041] Si le filtre comprenait plus de deux cellules, il en irait toujours ainsi, avec une alternance de cellules orientées tantôt dans un sens tantôt dans l'autre pour former une cascade de cellules en quinconce.

[0042] Les figures 9 à 12 permettent d'illustrer les performances du filtre des figures 7 et 8.

[0043] La figure 9, tout d'abord, montre l'atténuation du filtre dans la bande allant de 78 à 118 MHz. On voit que l'atténuation au centre de la bande passante est très faible (environ 2 dB).

[0044] La figure 10 donne la même atténuation mais sur une plage de fréquence plus large, allant de 1 MHz à 200 MHz.

[0045] La figure 11 montre l'atténuation vers les hautes fréquences, jusqu'à 2000 MHz. On voit apparaître un pic parasite mais avec une atténuation considérable de l'ordre de 70 dB. Ce pic n'a donc pas d'importance dans la pratique.

[0046] Enfin, la figure 12 montre le taux d'ondes stationnaires (TOS) en fonction de la fréquence. Dans la bande passante, ce taux tombe à environ -22 dB.

Revendications

1. Filtre passe-bande à résonateurs couplés, caractérisé par le fait qu'il comprend au moins une cellule élémentaire de filtrage, chaque cellule élémentaire étant formée de résonateurs au nombre exclusif de deux, ci-après désignés par premier et second résonateur, chaque résonateur d'une cellule comprenant :

- une ligne à microruban conducteur (MR1, MR2) jouant, à la fréquence de travail, le rôle d'une inductance, cette ligne comprenant une première partie rectiligne (L1, L2) représentant une partie du microruban, cette première partie (L1, L2) ayant une extrémité (e1, e2) reliée à une masse électrique (22), les deux premières parties (L1, L2) propres au premier et au second résonateurs (R1, R2) d'une même cellule (C) étant juxtaposées et assurant le couplage

- entre le premier et le second résonateurs (R1, R2), la ligne comprennent encore une seconde partie (L'1, L'2), cette seconde partie présentant une extrémité (e'1, e'2),
- un condensateur d'accord (C1, C2) ayant une armature reliée à l'extrémité (e'1, e'2) de la seconde partie et une autre armature reliée à la masse électrique (22),
 - un accès (E, S) en un point situé entre l'extrémité (e'1, e'2) de la seconde partie et le condensateur d'accord (C1, C2), la seconde partie (L'1, L'2) de chaque microruban faisant certain angle (θ) avec la première partie (L1, L2), les deux secondes parties (L'1, L'2) des microrubans des deux résonateurs faisant entre elles un angle double (2θ).
2. Filtre passe-bande selon la revendication 1, caractérisé par le fait qu'il comprend plusieurs cellules élémentaires de filtrage connectées directement les unes aux autres de manière consécutive, l'accès propre au second résonateur d'une cellule étant connecté à l'accès propre au premier résonateur de la cellule qui suit.
 3. Filtre passe-bande selon la revendication 1, caractérisé par le fait que l'angle (θ) que fait la seconde partie (L'1, L'2) par rapport à la première (L1, L2) est égal à 90° , chaque microruban ayant une forme en L.
 4. Filtre passe-bande selon la revendication 1, caractérisé par le fait que le microruban présente une forme en Γ .
 5. Filtre passe-bande selon la revendication 1, caractérisé par le fait que la première partie (L1, L2) du microruban a une largeur variable.
 6. Filtre passe-bande selon la revendication 1, caractérisé par le fait que la seconde partie (L'1, L'2) du microruban a une largeur variable.
 7. Filtre passe-bande selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé par le fait que les extrémités (e1, e2) des premières parties (L1, L2) des deux microrubans propres à deux résonateurs couplés (R1, R2) sont reliées à une seule et unique masse électrique (24/1, 24/2).
 8. Filtre passe-bande selon la revendication 1, caractérisé par le fait que les cellules successives (C1-2, C3-4) sont montées en quinconce.
 9. Filtre passe-bande selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé par le fait qu'il fonctionne dans une bande de fréquence centrée au voisinage de 100 MHz.

Patentansprüche

1. Bandpaßfilter mit gekoppelten Resonatoren **dadurch gekennzeichnet**, daß es wenigstens eine Filtrier-Elementarzelle enthält, wobei jede Elementarzelle durch ausschließlich zwei Resonatoren gebildet wird, hier anschließend als erster und zweiter Resonator bezeichnet, und jeder Resonator einer Zelle umfaßt:
 - eine leitfähige Mikrostreifenleitung (MR1, MR2), die bei der Arbeitsfrequenz die Rolle einer Induktanz spielen, wobei diese Leitung einen ersten geradlinigen Teil (L1, L2) umfaßt, der einen Teil des Mikrostreifens darstellt, dieser erste Teil (L1, L2) ein mit einer elektrischen Masse (22) verbundenes Ende (e1, e2) hat, die beiden zum ersten und zweiten Resonator (R1, R2) einer selben Zelle (C) gehörenden ersten Teile (L1, L2) nebeneinanderliegen und die Kopplung zwischen dem ersten und dem zweiten Resonator (R1, R2) sicherstellen, die Leitung noch einen zweiten Teil (L'1, L'2) umfaßt und dieser zweite Teil ein Ende (e'1, e'2) aufweist,
 - einen Abstimmkondensator (C1, C2) mit einer Belegung, die mit dem Ende (e'1, e'2) des zweiten Teils verbunden ist, und einer weiteren Belegung, die mit der elektrischen Masse (22) verbunden ist,
 - einen Abgriff (E, S) in einem zwischen den Enden (e'1, e'2) des zweiten Teils und des Abstimmkondensators (C1, C2) befindlichen Punkt, wobei der zweite Teil (L'1, L'2) jedes Mikrostreifens mit dem ersten Teil (L1, L2) einen bestimmten Winkel (θ) bildet und die beiden zweiten Teile (L'1, L'2) der mikrostreifen der beiden Resonatoren, zwischen sich einen doppelten Winkel (2θ) bilden.
2. Bandpaßfilter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß es mehrere Filtrier-Elementarzellen enthält, die in aufeinanderfolgender Weise direkt miteinander verbunden sind, wobei der zum zweiten Resonator einer Zelle gehörende Abgriff mit dem zum ersten Resonator der nachfolgenden Zelle gehörenden Abgriff verbunden ist.
3. Bandpaßfilter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Winkel (θ), den der zweite Teil (L'1, L'2) mit dem ersten (L1, L2) bildet, gleich 90° ist, wobei jeder Mikrostreifen eine L-Form aufweist.
4. Bandpaßfilter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Mikrostreifen einen Γ -Form aufweist.
5. Bandpaßfilter nach Anspruch 1, dadurch gekenn-

zeichnet, daß der erste Teil (L1, L2) des Mikrostreifens eine variable Breite hat.

6. Bandpaßfilter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Teil (L'1, L'2) des Mikrostreifens eine variable Breite hat. 5
7. Bandpaßfilter nach einem der Ansprüche i bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Enden (e1, e2) der ersten Teile (L1, L2) der beiden zu zwei gekoppelten Resonatoren (R1, R2) gehörenden Mikrostreifen mit einer einzigen elektrischen Masse (24/1, 24/2) verbunden sind. 10
8. Bandpaßfilter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die aufeinanderfolgenden Zellen (C1-2, C3-4) versetzt angeordnet sind. 15
9. Bandpaßfilter nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß es in einem auf ungefähr 100 MHz zentrierten Frequenzband arbeitet. 20

Claims

1. Band-pass filter with coupled resonators, characterized in that it comprises at least one elementary filtering cell, each elementary cell being formed by a number of resonators exclusively equal to two, hereafter referred to as the first and second resonator, each resonator of a cell comprising:
 - a conducting microstrip line (MR1, MR2) which, at the working frequency, fulfils the function of an inductor, this line comprising a straight first part (L1, L2) representing a part of the microstrip, this first part (L1, L2) having an end (e1, e2) connected to an electrical reference earth (22), the two first parts (L1, L2) belonging to the first and second resonators (R1, R2) in the same cell (C) being juxtaposed and providing coupling between the first and second resonators (R1, R2), the line furthermore comprising a second part (L'1, L'2), this second part having an end (e'1, e'2), 40
 - a tuning capacitor (C1, C2) having one plate connected to the end (e'1, e'2) of the second part and another plate connected to the electrical reference earth (22), 45
 - an access (E, S) at a point lying between the end (e'1, e'2) of the second part and the tuning capacitor (C1, C2), the second part (L'1, L'2) of each microstrip making a certain angle (θ) with the first part (L1, L2), the two second parts (L'1, L'2) of the microstrips of the two resonators making a double angle (2θ) between them. 50
2. Band-pass filter according to Claim 1, characterized

in that it comprises a plurality of elementary filtering cells connected directly to one another consecutively, the access belonging to the second resonator in a cell being connected to the access belonging to the first resonator in the following cell.

3. Band-pass filter according to Claim 1, characterized in that the angle (θ) which the second part (L'1, L'2) makes with respect to the first (L1, L2) is equal to 90° , each microstrip having an L-shape.
4. Band-pass filter according to Claim 1, characterized in that the microstrip has a Γ -shape.
5. Band-pass filter according to Claim 1, characterized in that the first part (L1, L2) of the microstrip has a variable width.
6. Band-pass filter according to Claim 1, characterized in that the second part (L'1, L'2) of the microstrip has a variable width.
7. Band-pass filter according to any one of Claims 1 to 5, characterized in that the ends (e1, e2) of the first parts (L1, L2) of the two microstrips belonging to two coupled resonators (R1, R2) are connected to one and the same electrical reference earth (24/1, 24/2). 25
8. Band-pass filter according to Claim 1, characterized in that the successive cells (C1-2, C3-4) are mounted in a zigzag. 30
9. Band-pass filter according to any one of Claims 1 to 8, characterized in that it operates in a frequency band centred at close to 100 MHz. 35

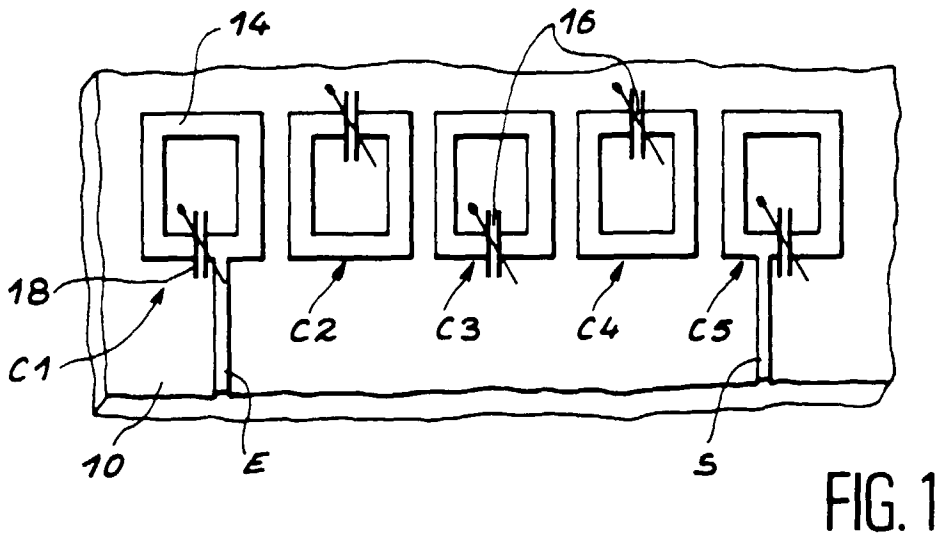
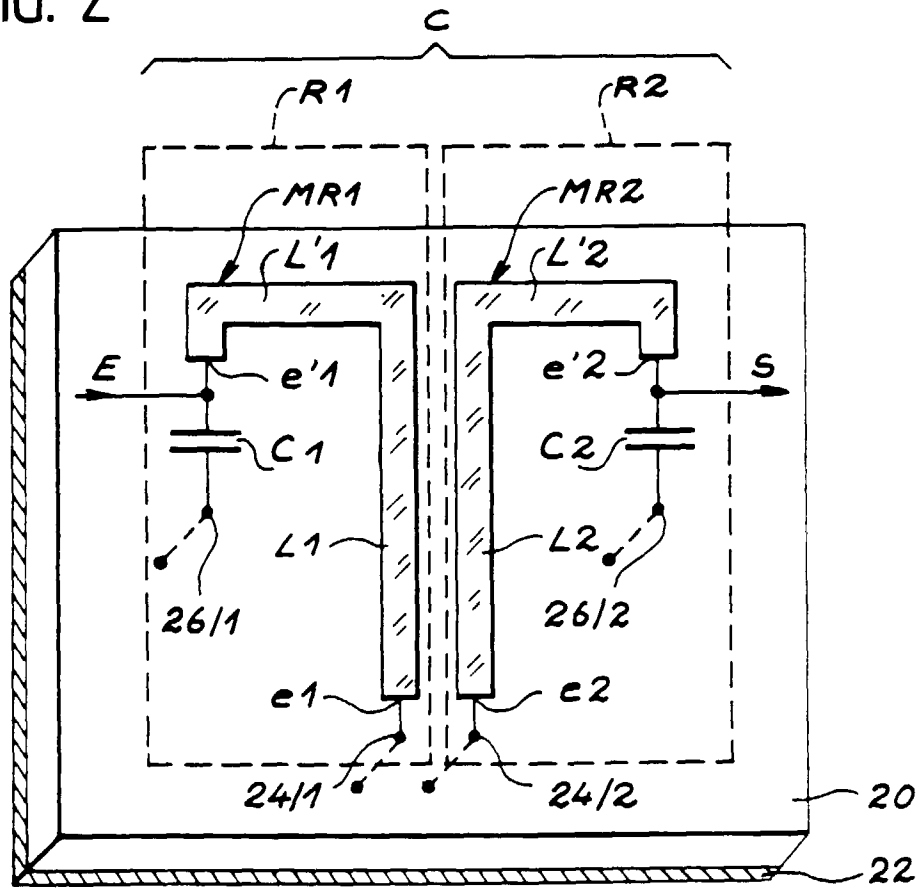


FIG. 1

FIG. 2



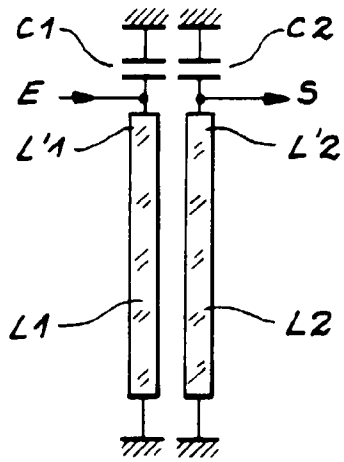


FIG. 3

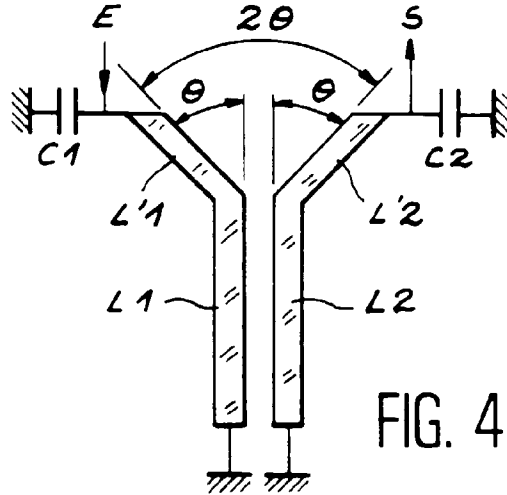


FIG. 4

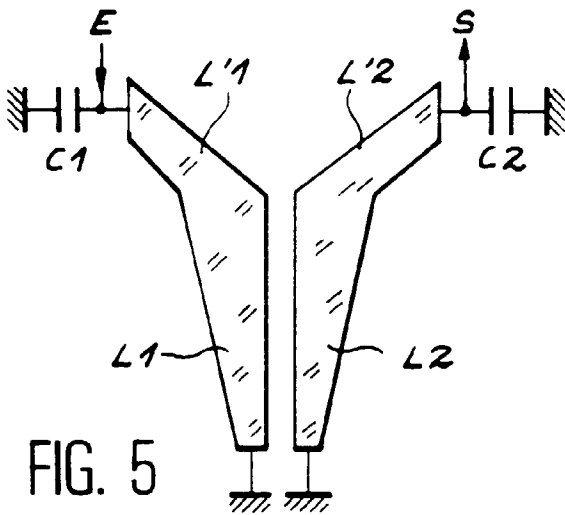


FIG. 5

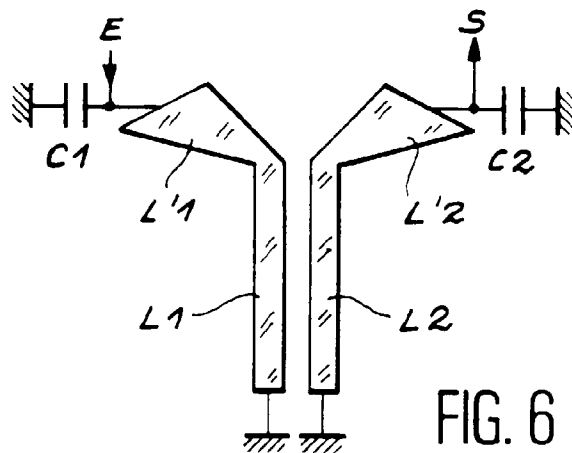


FIG. 6

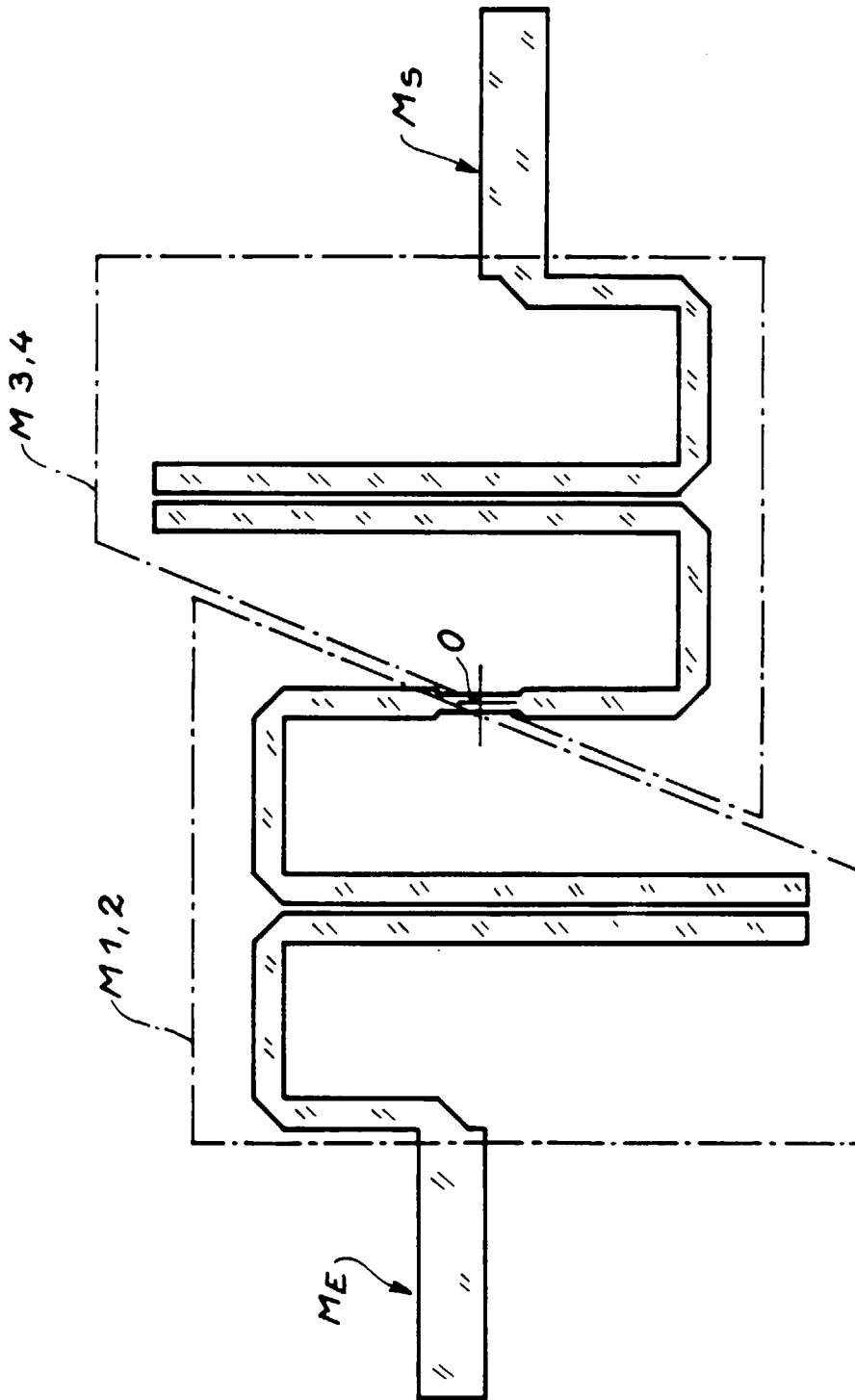


FIG. 7

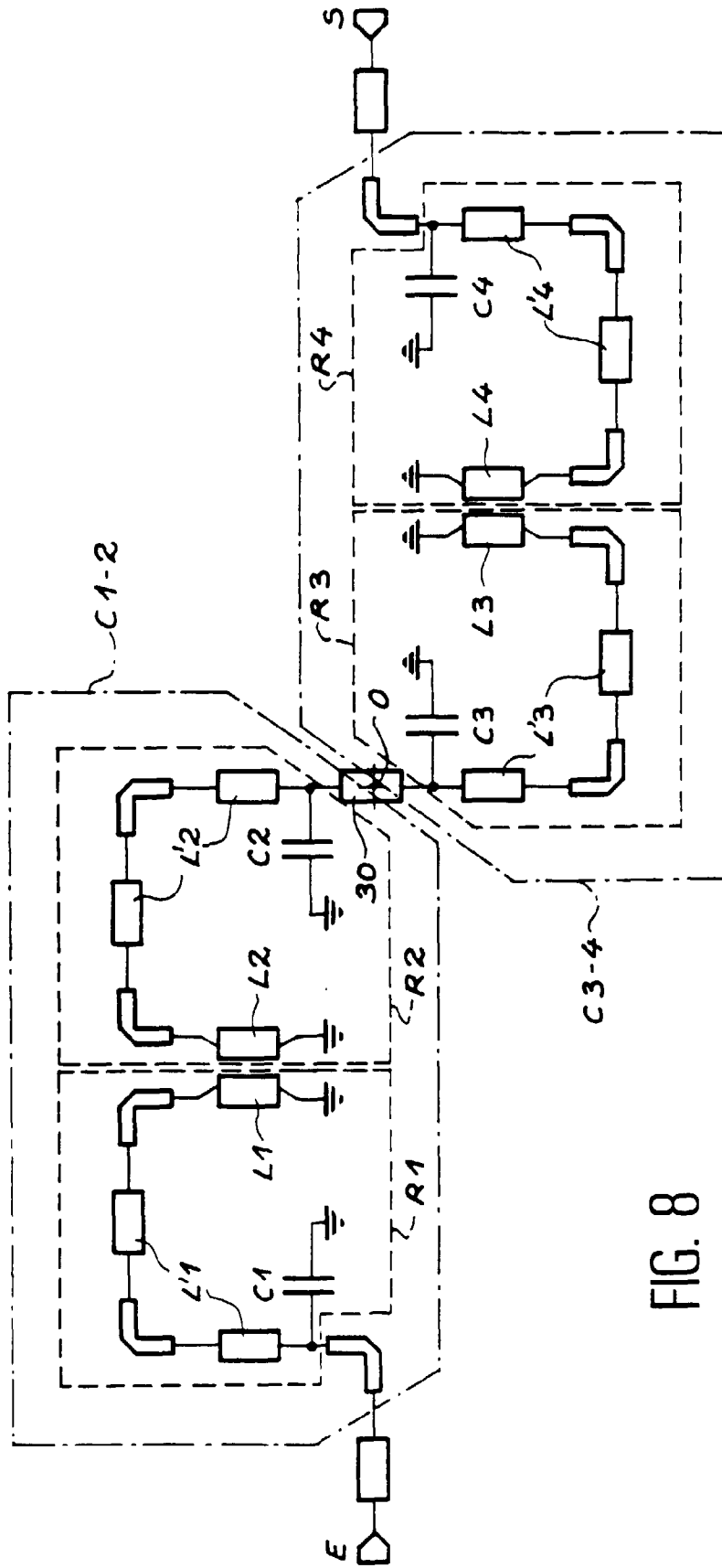


FIG. 8

