

 **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

 Numéro de dépôt: 86102410.7

 Int. Cl.<sup>4</sup>: **H01P 1/203**

 Date de dépôt: 25.02.86

 Priorité: 27.02.85 FR 8502850

 Date de publication de la demande:  
 03.09.86 Bulletin 86/36

 Etats contractants désignés:  
 BE DE FR GB IT

 Demandeur: **ALCATEL THOMSON FAISCEAUX**  
**HERTZIENS Société Anonyme dite**  
**55, rue Greffulhe**  
**F-92301 Levallois-Perret Cedex(FR)**

 Inventeur: **Cruchon, Jean-Claude**  
**28 rue Ney**  
**F-95570 Bouffemont(FR)**  
 Inventeur: **Prost, Gilbert**  
**22 avenue de St Mandé**  
**F-75012 Paris(FR)**  
 Inventeur: **Marquet, Jean-Pierre**  
**23 rue des Eglantines**  
**F-95320 St Leu La Foret(FR)**

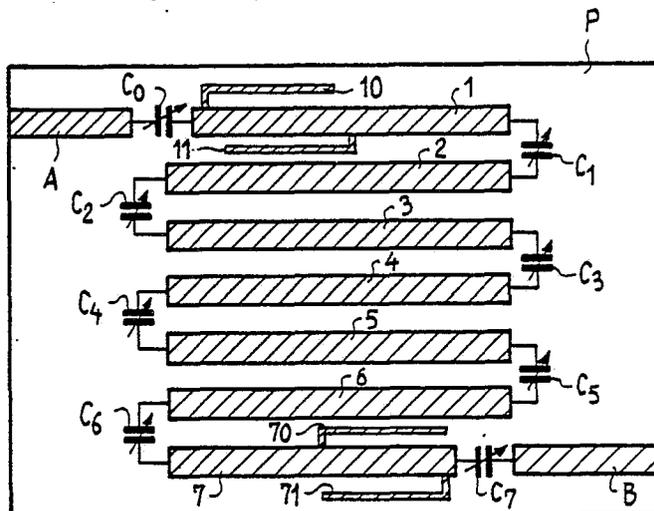
 Mandataire: **Weinmiller, Jürgen et al**  
**Zeppelinstrasse 63**  
**D-8000 München 80(DE)**

 **Filtre passe-bande pour hyperfréquences.**

 Filtre passe-bande réalisé avec des guides d'ondes à ruban et facilement reproductible.

Le filtre comporte, entre ses deux accès (A, B),  $n$  résonateurs demi-onde (1-7) montés en série. Des condensateurs (C0-C7) assurent un fort couplage entre les éléments successifs de ce montage en série. Des résonateurs quart d'onde (10, 11, 70, 71), reliés par une de leurs extrémités au montage série, assurent, en limite de la bande passante du filtre ainsi obtenu, une réponse amplitude/fréquence à front raide.

Application aux filtres passe-bande, à large bande, pour hyperfréquences.



## Filtre passe-bande pour hyperfréquences

La présente invention concerne les filtres passe-bande pour hyperfréquences, et, en particulier, les filtres à large bande et les filtres réalisés avec des guides d'ondes à rubans.

Il est connu de réaliser des filtres passe-bande en hyperfréquences, par exemple dans la technologie des guides d'ondes à rubans (stripline ou microstrip dans la littérature anglo-saxonne), en associant en série un filtre passe-bas et un filtre passe-haut ; le filtre passe-bas est constitué d'une succession de tronçons de lignes minces et de tronçons de lignes larges qui constituent respectivement les éléments selfiques et capacitifs du filtre ; le filtre passe-haut comporte des tronçons de lignes minces connectés à la masse, qui constituent des éléments selfiques et qui sont reliés entre eux par des lignes en circuit ouvert ou des condensateurs. De tels filtres nécessitent un nombre de pôles important dans le filtre passe-bas et dans le filtre passe-haut, c'est-à-dire un nombre important de tronçons de lignes ; ils sont donc encombrants et chers.

D'autres filtres passe-bande connus sont réalisés au moyen de résonateurs successifs, disposés entre l'entrée et la sortie du filtre et très fortement couplés entre eux ; les résonateurs sont très proches les uns des autres de manière à obtenir le fort couplage. De tels filtres sont difficiles à fabriquer, même dans la technologie des guides d'ondes à rubans, quand le couplage désiré nécessite un espace entre deux résonateurs successifs inférieur à 100 microns ; en effet ce couplage doit être parfaitement constant d'un filtre à l'autre pour conserver les mêmes caractéristiques à tous les filtres d'une même production.

La présente invention a pour but d'éviter, ou pour le moins, de réduire les inconvénients précités.

Ceci est obtenu principalement grâce à un filtre à résonateurs dans lequel d'une part le couplage entre les résonateurs successifs est renforcé à l'aide de condensateurs convenablement disposés, et dans lequel d'autre part une fonction stop-bande a été introduite.

Selon l'invention, un filtre passe-bande pour hyperfréquences, comportant, en série du point de vue électrique,  $n+2$  éléments ( $n$  : nombre entier positif) constitués par une ligne d'entrée,  $n$  résonateurs linéaires, ouverts à leurs deux extrémités et tous sensiblement de longueur  $\lambda/2$  donnée et une ligne de sortie, les résonateurs étant ordonnés du premier au  $n^{\text{me}}$  entre respectivement la ligne d'entrée et la ligne de sortie, est caractérisé par la combinaison de  $n+1$  couplages capacitifs pour coupler respectivement la ligne d'entrée à la première extrémité du premier résonateur, les secondes extrémités des  $i^{\text{mes}}$  résonateurs aux premières extrémités des  $(i+1)^{\text{mes}}$  résonateurs (avec  $i$  entier allant de 1 compris à  $n-1$  compris) et la seconde extrémité du  $n^{\text{me}}$  résonateur à la ligne de sortie, et d'au moins une paire de résonateurs linéaires de longueur  $\lambda/4$  ( $\lambda$  s longueur d'onde à rejeter, inférieure à  $\lambda b$ ), les résonateurs d'une paire ayant chacun une extrémité reliée à l'un des  $n+2$  éléments et étant à une distance électrique  $-(2k+1)\frac{\lambda b}{4}$  l'un de l'autre (avec  $k$  entier supérieur à  $-1$ ).

La présente invention sera mieux comprise et d'autres caractéristiques apparaîtront à l'aide de la description ci-après et des figures s'y rapportant qui représentent :

-la figure 1, un premier exemple de filtre selon l'invention,

-la figure 2, des courbes de réponse en fréquence, relatives au filtre selon la figure 1,

-les figures 3 à 5, des vues relatives à un second exemple de filtre selon l'invention.

5 Sur les différentes figures les éléments correspondants sont désignés par les mêmes repères.

La figure 1 représente un filtre selon l'invention ; ce filtre, réalisé en guides d'ondes à rubans, comporte un support, P, en verre polytétrafluoroéthylène (plus connu sous la marque déposée "verre teflon") constitué par une plaque rectangulaire de 45 x 65 mm et de 1,6 mm d'épaisseur. La face cachée du support P est entièrement recouverte par un dépôt de cuivre qui constitue un plan de masse ; sur la face visible des dépôts de cuivre A, 1 à 7, 10, 11, 70, 71, B constituent respectivement une ligne d'entrée, sept résonateurs linéaires ouverts à leurs deux extrémités, quatre résonateurs linéaires, auxiliaires, en court-circuit à une de leurs extrémités et une ligne de sortie. Il est à noter que, dans cette description et dans les revendications, il est question de filtres ayant une ligne d'entrée, telle que A sur la figure 1 et une ligne de sortie telle que B sur cette même figure, mais bien entendu le rôle de ces lignes peut être inversé, la ligne A devenant alors l'accès de sortie et la ligne B l'accès d'entrée. Le filtre selon la figure 1 est un filtre du type à lignes parallèles, en effet les résonateurs 1 à 7 sont constitués par des tronçons de lignes en parallèle pour diminuer l'encombrement du filtre ; ces tronçons sont disposés entre les lignes d'entrée et de sortie, A et B. Les résonateurs 1 à 7 sont des résonateurs du type ligne demi-onde, tous sensiblement de longueur  $\lambda/2$  ou  $\lambda b$  est la longueur d'onde correspondant à la fréquence centrale de la bande passante du filtre. Pour obtenir un couplage important entre les tronçons successifs de ce filtre et faire que ce couplage soit facilement reproductible d'un filtre à l'autre d'une même production, des condensateurs variables C0 à C7 relient respectivement la ligne A à la première extrémité du résonateur 1, la seconde extrémité du résonateur 1 à la première extrémité du résonateur 2, ... , la seconde extrémité du résonateur 6 à la première extrémité du résonateur 7 et la seconde extrémité du résonateur 7 à la ligne B ; les tronçons de lignes 1 à 7, avec les condensateurs C1 à C6, forment ainsi un ensemble en zigzag.

Les quatre résonateurs auxiliaires 10, 11, 70, 71, de type ligne quart d'onde, sont montés en court-circuit par branchement de l'une de leurs extrémités sur le résonateur 1 pour 10 et 11 et sur le résonateur 7 pour 70 et 71. Ces résonateurs en court-circuit sont destinés à amener une fonction coupe-bande dans le filtre afin, comme il apparaîtra sur la figure 2, que la courbe de réponse amplitude/fréquence du filtre présente une bande passante à flanc plus raide en limite des fréquences hautes ; pour cela la longueur de ces résonateurs auxiliaires est choisie égale à  $\lambda/4$  où  $\lambda$  s est une longueur d'onde à rejeter, inférieur à  $\lambda b$  et correspondant sensiblement à la fréquence centrale de la bande de fréquences à éliminer par la fonction coupe-bande. Ces résonateurs auxiliaires sont associés par paires, 10-11 et 70-71 et les résonateurs d'une même paire sont disposés à une distance égale à  $(2k+1)\lambda/4$  l'un de l'autre avec  $k$  entier positif pris, dans l'exemple décrit, égal à 1 ; le choix de cette distance entre les résonateurs auxiliaires permet une compensation mutuelle, dans la bande passante du filtre, des perturbations selfiques et capacitives amenées par chacun des résonateurs d'une même paire. Il est par ailleurs à noter que les résonateurs auxiliaires de cette fonction coupe-

bande peuvent pratiquement être disposés en n'importe quel endroit du trajet électrique qui relie les deux accès du filtre, dans la mesure où, entre eux, la distance de  $(2k+1)\lambda/4$  est respectée. Le filtre qui vient d'être décrit présente une bande passante à 3 décibels qui va de 950 à 1700 MHz avec, de part et d'autre, un affaiblissement rapide jusqu'à 30 décibels.

La figure 2 est une représentation graphique de réponses amplitude/fréquence relatives au circuit de la figure 1. Trois courbes, G1, G2, G3, ont été représentées.

La courbe G1 est relative au circuit de la figure 1 avec des condensateurs de couplage C0 à C7 de forte valeur - (C0 et C7 = 20 pF et C1 à C6 = 5 pF) et sans les résonateurs auxiliaires 10, 11, 70, 71 ; cette courbe est sensiblement celle d'un filtre passe-haut dont l'atténuation, supérieure à 30 décibels en dessous de 200 MHz, passe de 30 à 1 décibel entre 200 et 500 MHz, est de l'ordre de 1 à 2 décibels entre 500 et 1600 MHz (réponse plate) puis varie environ de 1 à 11 décibels dans le reste des fréquences où a été effectuée la mesure, c'est-à-dire entre 1600 et 3750 MHz. Cette réponse en fréquences est loin de correspondre à la bande passante du filtre de la figure 1 : 950 - 1700 MHz.

La courbe G2 de la figure 2 est relative à la réponse amplitude/ fréquence du circuit de la figure 1 sans les résonateurs auxiliaires 10, 11, 70, 71 mais avec les condensateurs C0 à C7 tels qu'ils sont réglés dans le filtre (C0 et C7 = 15 pF, C1 et C6 = 3 pF, C2 à C5 = 1,5 pF). La réponse est celle recherchée pour les fréquences basses mais, du côté des fréquences hautes, l'atténuation n'est pas assez rapide et assez forte.

La courbe G3 est relative à la réponse amplitude/fréquence du circuit décrit à l'aide de la figure 1 ; la comparaison de cette courbe avec la courbe G2 montre que l'adjonction du filtre coupe-bande, présentant une bande de coupure centrée sur environ 2300 MHz et obtenue grâce aux lignes quart d'onde dont les fréquences de résonance sont choisies dans la bande 1850-2500 MHz, a pour effet d'entraîner une variation d'affaiblissement brusque au voisinage des fréquences hautes du filtre passe-bande : affaiblissement de moins de 3 décibels en dessous de 1750 MHz et affaiblissement de l'ordre de 20 à 30 décibels pour des fréquences de 1800 MHz à plus de 2500 MHz ; cet affaiblissement redevient moins important pour des fréquences de l'ordre de 2700 MHz et plus, mais ces fréquences sont suffisamment éloignées des fréquences de la bande passante (950-1700 MHz) pour qu'il puisse en résulter un inconvénient dans la majorité des cas d'utilisation du filtre.

Un autre exemple de réalisation d'un filtre selon l'invention est décrit à l'aide des figures 3 à 5 ; il s'agit en fait d'un filtre ayant les mêmes caractéristiques que le filtre selon la figure 1 mais réalisé en deux couches plus un plan de masse sur supports souples et dans lequel les condensateurs correspondant aux condensateurs C1 à C6 de la figure 1, sont obtenus par chevauchement d'extrémités de lignes séparées par l'épaisseur d'un support souple.

La figure 3 montre un support souple en, polyamide, S1, sur lequel ont été effectués cinq dépôts de cuivre : A, 1 + 10 et 11, 3, 5, 7 + 70 et 71, B. La figure 4 montre un autre support souple en polyamide, S2, sur lequel ont été effectués trois dépôts de cuivre : 2, 4, 6. Les supports S1 et S2 sont deux plaques rectangulaires de 35 x 144 mm qui sont ensuite collées l'une sur l'autre, pour donner l'assemblage représenté sur la figure 5 ; sous les plaques S1 et

S2 est également collé un plan de masse constitué par un support en polyamide recouvert, sur une surface, par un dépôt cuivreux ; ce plan de masse n'est pas visible sur la figure 5.

A l'ensemble constitué par les plaques S1 et S2 avec leurs dépôts et le plan de masse il suffit d'ajouter deux condensateurs miniatures fixes, de 15 picofarads chacun, C0, C7, pour constituer un filtre comparable au filtre de la figure 1. Comme dans le filtre de la figure 1, les lignes d'entrée et de sortie sont désignées respectivement par les lettres A et B tandis que les résonateurs en lignes demi-onde portent les repères 1 à 7 et que les résonateurs, en lignes quart d'onde, de la fonction coupe-bande, portent les repères 10, 11, 70, 71. Les couplages capacitifs entre la ligne A et le résonateur 1 et entre le résonateur 7 et la ligne B sont respectivement assurés par les condensateurs C0 et C7. Par contre les couplages entre les résonateurs demi-onde sont obtenus par mise face à face des extrémités à coupler ; les surfaces en regard, séparées par la diélectrique du support en polyamide, forment ainsi les deux plaques des condensateurs de couplages ; ces condensateurs portent les références C1 à C6 sur la figure 5.

Différentes autres réalisations d'un filtre passe-bande sont possibles sans sortir du cadre de l'invention. C'est ainsi, en particulier, que le filtre peut être conçu en structure tri-plaque c'est-à-dire avec les résonateurs disposés dans l'espace séparant deux plans de masse parallèles. De même, à partir de réalisation selon la figure 1, les condensateurs C1 à C7 peuvent être obtenus grâce à des languettes métalliques déposées sur un substrat en diélectrique ; ces languettes sont disposées de manière que, par exemple pour remplacer le condensateur C1 de la figure 1, les deux extrémités de la languette soient respectivement en regard des extrémités des résonateurs 1 et 2 sur lesquelles était connecté le condensateur C1 ; les surfaces en regard déterminent le couplage entre les résonateurs successifs. Des condensateurs tels que C0 et C7 (figures 1 et 5) peuvent également être obtenus par cette technique de surfaces de cuivre en regard ou par celle qui est présentée à la figure 5 ; ou un équivalent ; c'est possible en donnant aux extrémités en regard des surfaces suffisantes compte tenu de l'épaisseur et de la permittivité du diélectrique qui les sépare et de la capacité à obtenir.

Il est également possible de réaliser un filtre ne comportant qu'un seul résonateur de type demi-onde et une seule paire de résonateurs quart d'onde.

## Revendications

1. Filtre passe-bande pour hyperfréquences, comportant, en série du point de vue électrique,  $n+2$  éléments ( $n$  : nombre entier positif) constitués par un ligne d'entrée (A),  $n$  résonateurs linéaires (1-7), ouverts à leurs deux extrémités et tous sensiblement de longueur  $\lambda/2$  donnée et une ligne de sortie (B), les résonateurs étant ordonnés du premier au  $n^{\text{me}}$  entre respectivement la ligne d'entrée et la ligne de sortie, caractérisé par la combinaison de  $n+1$  couplages capacitifs (C0-C7) pour coupler respectivement la ligne d'entrée (A) à la première extrémité du premier résonateur (1), les secondes extrémités des  $i^{\text{mes}}$  résonateurs aux premières extrémités des  $(i+1)^{\text{mes}}$  résonateurs (avec  $i$  entier allant de 1 compris à  $n-1$  compris) et la seconde extrémité du  $n^{\text{me}}$  résonateur (7) à la ligne de sortie (B), et d'au moins une paire de résonateurs linéaires (10-11, 70-71) de longueur  $\lambda/4$  ( $\lambda_s$  longueur d'onde à rejeter, inférieure à  $\lambda_b$ ), les résonateurs d'une paire ayant chacun

une extrémité reliée à l'un des  $n+2$  éléments (A, 1-7, B) et étant à une distance électrique  $(2k+1) \frac{\lambda_b}{4}$  l'un de l'autre (avec  $k$  entier supérieur à -1).

2. Filtre selon la revendication 1, dans lequel les  $n+2$  éléments sont réalisés selon la technique des guides d'ondes à rubans, caractérisé en ce que les  $n+2$  éléments (A, 1-7, B) sont répartis de part et d'autre d'un même support en diélectrique (S1) et en ce que au moins un (C1-C6) des  $n+1$  couplages capacitifs entre deux éléments (1-2, 2-3, 3-

4, 4-5, 5-6, 6-7) est obtenu par mise face à face d'une extrémité d'un des deux éléments considérés avec une extrémité de l'autre des deux éléments considérés, les deux éléments considérés étant, pour cela, disposés de part et d'autre du support et la surface de leurs extrémités en regard étant déterminée en fonction de la capacité à obtenir (figure 5).

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

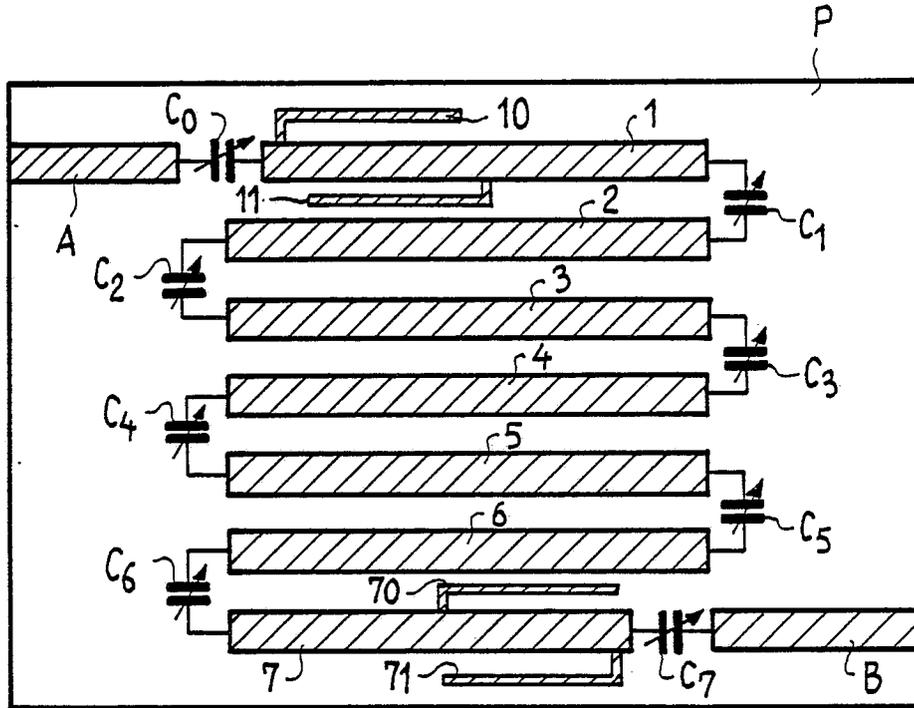
55

60

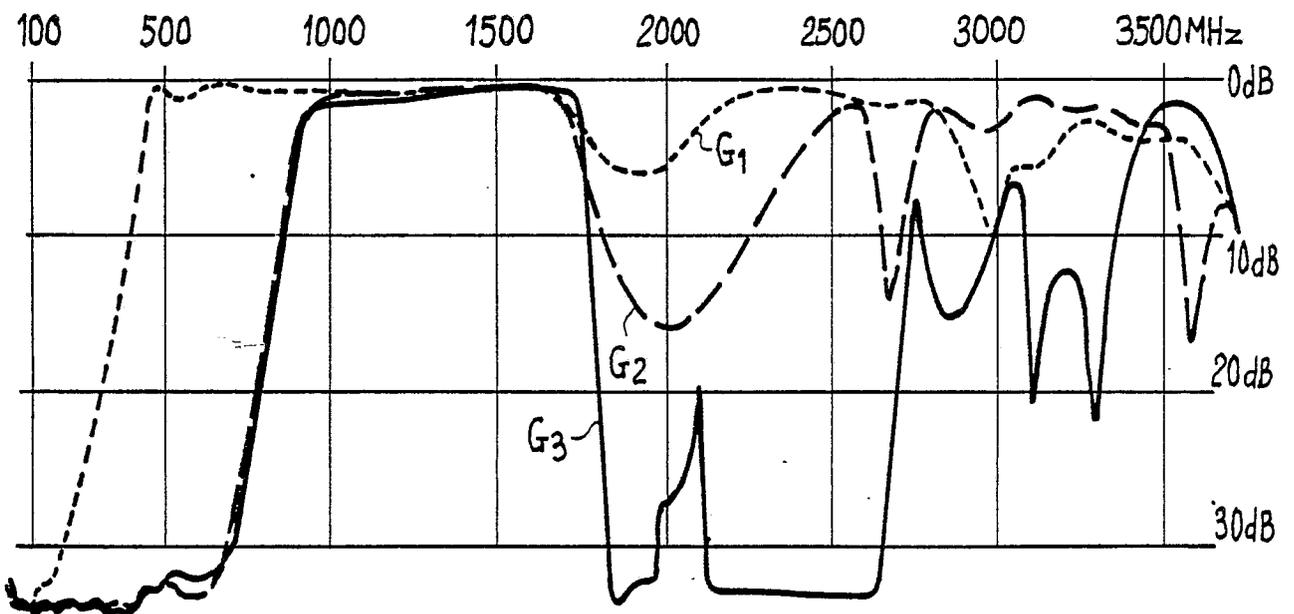
65

4

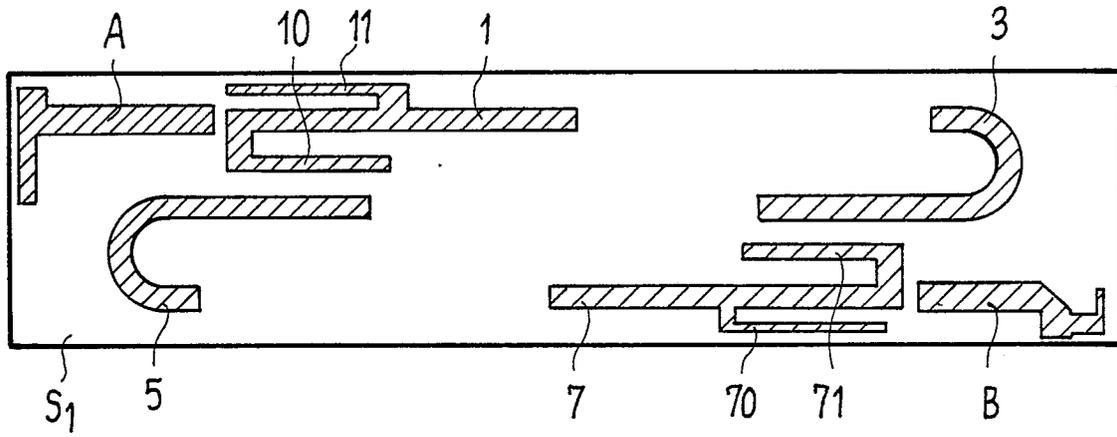
FIG\_1



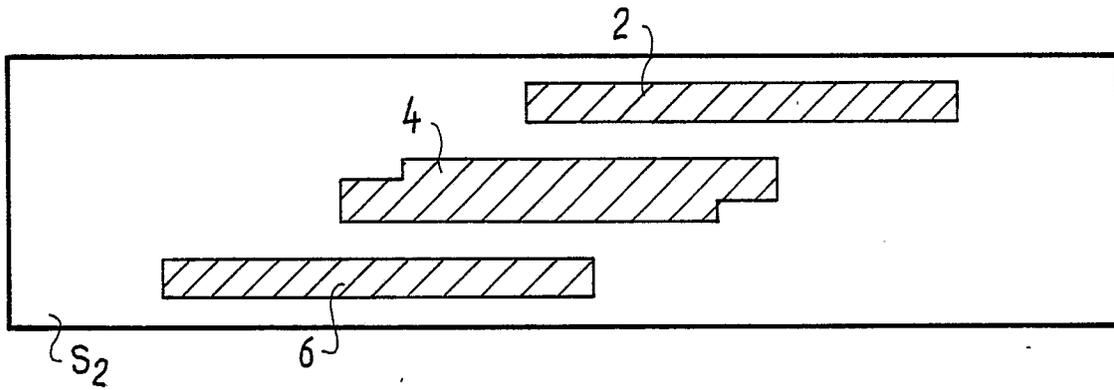
FIG\_2



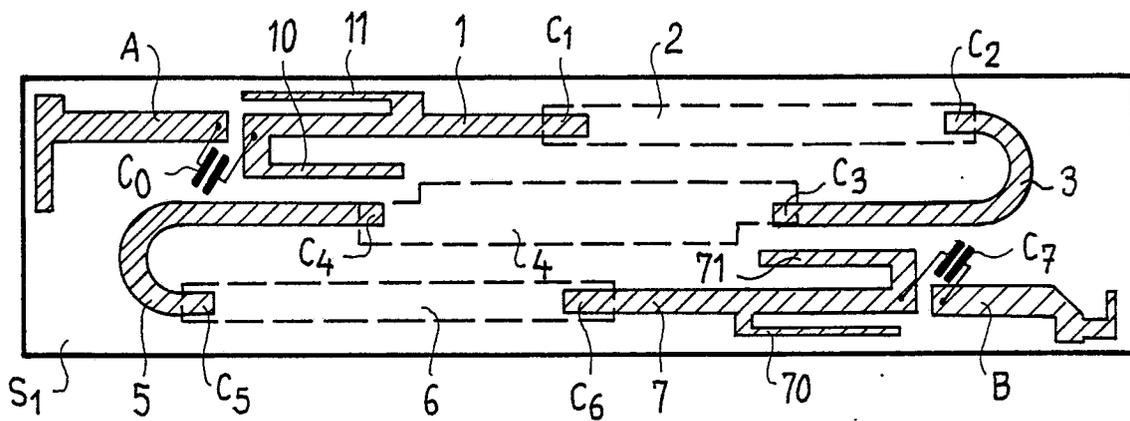
# FIG\_3



# FIG\_4



# FIG\_5





DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.4)
Y	DE-A-1 925 610 (MARCONI) * Page 1, ligne 1 - page 2, ligne 8; revendications 1,4,5; figures *	1	H 01 P 1/203
Y	EP-A-0 071 509 (THOMSON-CSF) * Abrégé; figures *	1	
A	US-A-4 418 324 (R.J. HIGGINS) * Résumé; figures *	2	
A	IEEE TRANSACTIONS ON MICROWAVE THEORY AND TECHNIQUES, vol. MTT-31, no. 5, mai 1983, pages 397-402, IEEE, New York, US; C.I. MOBBS et al.: "A generalized chebyshev suspended substrate stripline bandpass filter" * Figure 14 *	2	
A	FR-A-2 525 835 (THOMSON-CSF)		
A	IEEE TRANSACTIONS ON MICROWAVE THEORY AND TECHNIQUES, vol. MTT-22, no. 5, mai 1974, pages 499-504, IEEE, New York, US; E.G. CRISTAL et al.: "A compact channel-dropping filter for stripline and microwave integrated circuits"		
Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 14-05-1986	Examineur LAUGEL R.M.L.
<p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons</p> <p>&amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>			