(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Numéro de publication: **0 095 808**
A1

(12) DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(21) Numéro de dépôt: **83200731.4**

(22) Date de dépôt: **25.05.83**

(51) Int. Cl.³: **H 01 P 5/18**

(30) Priorité: **28.05.82 FR 8209383**

(43) Date de publication de la demande: **07.12.83**
Bulletin 83/49

(84) Etats contractants désignés: **DE FR GB IT**

(71) Demandeur: **Laboratoires d'Electronique et de Physique Appliquee L.E.P., 3, Avenue Descartes, F-94450 Limeil-Brévannes (FR)**
(84) Etats contractants désignés: **FR**

(71) Demandeur: **N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken, Groenewoudseweg 1, NL-5621 BA Eindhoven (NL)**
(84) Etats contractants désignés: **DE GB IT**

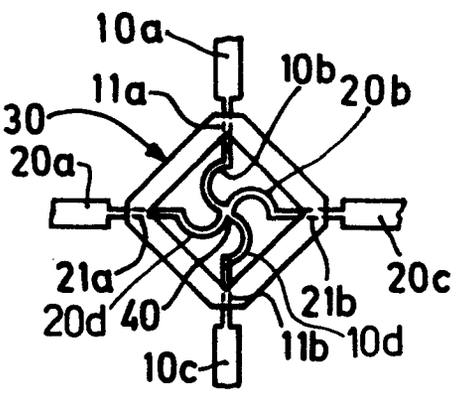
(72) Inventeur: **de Ronde, François, Société Civile S.P.I.D. 209 rue de l'Université, F-75007 Paris (FR)**

(74) Mandataire: **Landousy, Christian et al, Société Civile S.P.I.D. 209, Rue de l'Université, F-75007 Paris (FR)**

(54) Coupleur directionnel hyperfréquence à quatre lignes de transmission et circuit répartiteur de puissance passif réalisé de façon similaire.

(57) Coupleur directionnel hyperfréquence à quatre lignes de transmission comprenant, pour la liaison des lignes de transmission (10a, 10c) et (20a, 20c), quatre tronçons de ligne (10b) et (20b) perpendiculaires, de largeur inférieure à celle des lignes de transmission et reliés électriquement dans leur zone centrale (40), et, superposé de façon symétrique à ces deux tronçons de ligne pour réaliser avec eux un couplage capacitif ou galvanique en quatre zones (11a, 21a, 11b, 21b), un anneau résonnant (30) de largeur sensiblement égale à celle des lignes de transmission et de périmètre moyen tel que la fréquence de résonance soit située juste au-dessous de la bande passante du coupleur.

Application: coupleurs et circuits répartiteurs de puissance passifs.



EP 0 095 808 A1

0095808

COUPLEUR DIRECTIONNEL HYPERFREQUENCE A QUATRE LIGNES DE TRANSMISSION ET CIRCUIT REPARTITEUR DE PUISSANCE PASSIF REALISE DE FACON SIMILAIRE

La présente invention concerne un coupleur directionnel hyperfréquence à quatre lignes de transmission, ainsi qu'un circuit répartiteur de puissance passif réalisé de façon similaire.

Un circuit répartiteur de puissance à quatre lignes de transmission, passif, réciproque et sans pertes, constitue en outre un coupleur directionnel si chacun des accès aux lignes de transmission est adapté. Dans l'article "A directional coupler with very flat coupling", paru dans la revue IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, vol. MTT-26, n°2, février 1978, p. 70-74, G.P. Riblet propose pour l'adaptation d'un coupleur en lignes triplaques un ensemble de quatre tronçons quart d'onde court-circuités ou de quatre tronçons demi-onde en circuit ouvert, situés à un quart de longueur d'onde des entrées du coupleur (tronçons $\lambda/4$: voir la figure 3 du document cité ; tronçons $\lambda/2$: voir la figure 4 de ce même document où ces éléments sont en outre repliés pour rendre le coupleur plus compact ; on peut se reporter également aux figures 3 et 5 du brevet anglais n° 1.582.285 déposé par G.P. Riblet). Dans tous les cas, on notera cependant qu'il s'agit d'une adaptation réalisée à l'extérieur du coupleur.

Dans le brevet des Etats-Unis d'Amérique n° 4.127.832 déposé le 28 mars 1977 et délivré le 28 novembre 1978 (voir les figures 3 et 5), ainsi que dans l'article "An eigenadmittance condition applicable to symmetrical four-ports circulators and hybrids" paru dans la revue IEEE Transactions on Microwave Theory and techniques, vol. MTT-26, n°4, avril 1978, p. 275-279 (voir la figure 2), G.P. Riblet propose également pour l'adaptation d'un coupleur hybride en lignes triplaques un ensemble de quatre secteurs métalliques capacitifs distincts et indépendants placés cette fois à l'intérieur du coupleur en étant raccordés respectivement aux quatre points d'accès des lignes de transmission. Ce coupleur

relativement compact n'est cependant réellement adapté qu'à une seule fréquence (voir la courbe représentée sur la figure 3 de l'article cité).

Un but premier but de l'invention est de proposer un coupleur directionnel à la fois compact et adapté sur une bande de fréquences supérieure à ce qui est obtenu avec les réalisations antérieures.

L'invention concerne à cet effet un coupleur de structure telle qu'il comprend, pour la liaison des lignes de transmission, quatre tronçons de ligne de largeur inférieure à celle des lignes de transmission et reliés électriquement dans leur zone centrale et, superposé de façon symétrique à ces tronçons de ligne pour réaliser avec eux en quatre zones un couplage capacitif ou, dans une variante de réalisation, une liaison électrique, un anneau résonnant de largeur sensiblement égale à celle des lignes de transmission et de périmètre moyen tel que la fréquence de résonance soit située juste au-dessous de la bande passante du coupleur.

L'avantage de l'une ou l'autre de ces deux structures est que, sur environ une octave, l'anneau résonnant est adapté individuellement avec chacun des deux tronçons de ligne, conformément au principe d'adaptation par dualité décrit de façon très générale par F.C de Ronde dans la communication invitée "Full-band matching of waveguide discontinuities" faite au MTT-Symposium tenu à Palo Alto, Etats-Unis en 1966.

Un autre but de l'invention est de proposer un circuit répartiteur de puissance passif réalisé de façon similaire, avec une structure également conforme à l'invention, et qui, à cet effet, comprend n tronçons de ligne de transmission de largeur inférieure à celle des lignes de transmission et disposés de façon radiale entre l'extrémité de ces lignes et la zone centrale commune à ces tronçons, ainsi qu'un anneau de largeur voisine de celle des lignes de transmission et superposé de façon symétrique à ces tronçons de ligne dans des zones situées au voisinage de l'extrémité de ceux-ci pour réaliser avec eux un couplage capacitif dans ces zones ou, dans une variante de réalisation, raccordé aux tronçons de ligne dans des

zones situées au voisinage de l'extrémité de ceux-ci, de manière à les entourer de façon symétrique.

Un circuit répartiteur de puissance adoptant cette structure avec n = 5 a été réalisé notamment pour la bande de fréquence comprise entre 4 et 8 gigahertz (avec les dimensions suivantes dans une réalisation sur substrat de quartz d'épaisseur 1,5 mm : largeur des lignes = 3 mm, largeur de l'anneau = 2 mm, largeur des 5 tronçons de lignes = 0,5 mm, diamètre extérieur de l'anneau = 17 mm environ) et, sur une octave, on a pu observer que les réflexions au niveau de chaque accès restaient très faibles et que le déséquilibre des puissances était au plus égal à 0,5 dB.

Les particularités et avantages de l'invention seront maintenant précisés dans la description qui suit et dans les figures 1 à 4 annexées qui montrent, à titre d'exemples non limitatifs, quatre modes de réalisation distincts de la présente invention.

Le coupleur directionnel décrit en référence aux figures 1 et 2 dans deux modes de réalisation en lignes triplaques comprend d'une part deux tronçons de lignes de transmission 10b et 20b pour la liaison deux à deux des lignes de transmission opposées 10a, 10c et 20a, 20c. Pour une largeur déterminée des lignes de transmission, ces deux tronçons qui sont ici perpendiculaires ont une largeur inférieure à celle des lignes de façon à constituer deux tronçons de plus haute impédance, et sont par ailleurs reliés électriquement entre eux dans leur zone centrale 40.

Le coupleur comprend d'autre part un anneau résonnant 30, de largeur ici sensiblement égale (ou inférieure) à celle des lignes de transmission et superposé de façon symétrique aux deux tronçons de ligne 10b et 20b (sans liaison électrique avec eux) pour réaliser avec ceux-ci un couplage capacitif dans les quatre zones 11a, 21a, 11b, 21b où l'anneau et les deux tronçons de ligne sont en regard. La circonférence de cet anneau est choisie de façon telle que sa fréquence de résonance se trouve juste au-dessous de la bande passante du coupleur.

La structure ainsi adaptée en utilisant le principe de

dualité mentionné plus haut est complètement symétrique, en ce sens que, malgré la présence de la zone de liaison électrique 40, il n'y a pas de couplage entre les éléments 10a, 10b, 10c situés sur un axe et les éléments 20a, 20b, 20c situés sur l'autre axe perpendiculaire, et ce sur environ une octave puisque les tronçons de ligne 10b, 20b et l'anneau 30 ont des comportements inductif et capacitif qui se compensent de façon très satisfaisante sur une telle bande de fréquences.

Dans le mode de réalisation de la figure 1, les tronçons de ligne 10b et 20b sont rectilignes et l'anneau 30 est circulaire. Dans le mode de réalisation de la figure 2 et d'une manière générale dans les autres modes décrits, une optimisation de l'adaptation peut être obtenue en augmentant la longueur des tronçons de ligne 10b et 20b d'environ 10 % et en réduisant au contraire le périmètre moyen de l'anneau 30. Les tronçons de ligne sont maintenant curvilignes, tout en restant perpendiculaires dans leur zone centrale, et une forme carrée est adoptée pour l'anneau 30, par remplacement des quatre arcs de cercle composant cet anneau par les cordes qui les sous-tendent (on peut aussi n'adopter que l'une de ces deux dispositions) ; de la sorte, les extrémités des côtés de l'anneau carré coïncident avec les zones de couplage capacitif ou galvanique entre cet anneau et les tronçons de ligne.

Bien entendu, la présente invention n'est pas limitée aux exemples de réalisation précédents, à partir desquels des variantes peuvent être proposées sans pour cela sortir du cadre de l'invention. Par exemple, lorsqu'on veut une structure non plus en lignes triplaques comme dans le cas des figures 1 et 2 mais en microruban, le couplage entre l'anneau et les tronçons de ligne doit être galvanique, ce qui conduit à une disposition telle que celle de la figure 3, dans laquelle la liaison est maintenant électrique entre l'anneau 30 et les tronçons de ligne 10b et 20b, les quatre zones 11a, 21a, 11b, 21b étant maintenant communes à cet anneau et ces tronçons de ligne, et le périmètre moyen de l'anneau restant tel que sa fréquence de résonance soit située juste au-dessous de la bande passante du coupleur ; cette modification se produit au prix

d'une légère réduction de bande passante. On peut aussi donner aux tronçons de ligne, dans l'un quelconque des modes de réalisation proposés, une largeur variable, croissante ou décroissante d'une extrémité à l'autre, à des fins de transformation d'impédance.

Par ailleurs, une réalisation similaire à celle du coupleur hyperfréquence qui a été décrit peut être obtenue dans un circuit répartiteur de puissance passif, ici à cinq lignes de transmission 50a à 50e. Comme le montre la figure 4, ces lignes sont réparties symétriquement et cinq tronçons de lignes de transmission 60a à 60e, de largeur inférieure à celle des lignes pour constituer des tronçons d'impédance supérieure à celle des lignes, sont disposés de façon radiale entre l'extrémité des lignes et la zone centrale 80 de raccordement commune à ces tronçons. Un anneau 130 de largeur ici sensiblement égale ou un peu inférieure à celle des lignes de transmission est raccordé au voisinage de leur extrémité aux tronçons de ligne 60a à 60e dans les zones 70a à 70e, de manière à entourer ces tronçons de façon symétrique (l'anneau pourrait aussi comme précédemment être à couplage capacitif avec les tronçons de ligne, toujours dans des zones situées au voisinage de l'extrémité de ceux-ci).

On notera aussi que l'adaptation réalisée conformément à l'invention dans les exemples de coupleurs décrits précédemment peut être mise en oeuvre dans d'autres types de coupleurs, et notamment dans les coupleurs à transformation d'impédance tels que celui décrit dans le brevet des Etats-Unis d'Amérique n° 4 305 043 délivré le 8 décembre 1981 au nom de la société cessionnaire Ford Aerospace and Communications Corporation (voir la figure 6 de ce document), ou bien dans les chaînes de coupleurs-transformateurs décrites dans l'article de L.F. Lind paru dans la revue IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, vol. MTT-17, n°1, janvier 1969, p. 45-48.

L'invention n'est pas limitée non plus par les aspects technologiques de sa réalisation. On a en effet donné des exemples précis de réalisation en lignes triplaques ou en microruban, mais l'invention est également applicable dans le cas de structures

dites coplanaires, ou dans le cas de structures de transmission périodiques pour circuits hyperfréquences monolithiques, telles que celle décrite dans le brevet anglais n° 2 056 783, ou encore dans le cas de structures réalisées en éléments localisés.

REVENDICATIONS :

1. Coupleur directionnel hyperfréquence à quatre lignes de transmission, caractérisé en ce qu'il comprend, pour la liaison des lignes de transmission, quatre tronçons de ligne de largeur inférieure à celle des lignes de transmission et reliés électriquement dans leur zone centrale et, superposé de façon symétrique à ces tronçons de ligne pour réaliser avec eux un couplage capacitif en quatre zones , un anneau résonnant de largeur voisine de celle des lignes de transmission et de périmètre moyen tel que la fréquence de résonance soit située juste au-dessous de la bande passante du coupleur.

2. Coupleur directionnel hyperfréquence à quatre lignes de transmission, caractérisé en ce qu'il comprend, pour la liaison des lignes de transmission, quatre tronçons de ligne de transmission de largeur inférieure à celle des lignes de transmission et reliés électriquement dans leur zone centrale et, superposé de façon symétrique à ces tronçons de ligne pour réaliser avec eux une liaison électrique en quatre zones , un anneau résonnant de largeur voisine de celle des lignes de transmission et de périmètre moyen tel que la fréquence de résonance soit située juste au-dessous de la bande passante du coupleur.

3. Coupleur selon la revendication 1, caractérisé en ce que les tronçons de ligne sont perpendiculaires, au moins dans leur zone centrale de liaison électrique.

4. Coupleur selon l'une des revendications 1 et 3, caractérisé en ce que les tronçons de ligne sont rectilignes et en ce que l'anneau résonnant est circulaire.

5. Coupleur selon l'une des revendications 1 et 3, caractérisé en ce que les tronçons de ligne sont curvilignes, tout en restant perpendiculaires dans leur zone centrale de liaison électrique, et en ce que l'anneau résonnant a la forme d'un carré dont les extrémités des côtés coïncident avec lesdites zones de couplage capacitif.

6. Coupleur selon la revendication 2, caractérisé en ce que les tronçons de ligne sont perpendiculaires au moins dans leur zone

centrale de liaison électrique, et en ce que l'anneau a sensiblement la forme d'un carré dont les extrémités des côtés coïncident avec lesdites zones de liaison électrique.

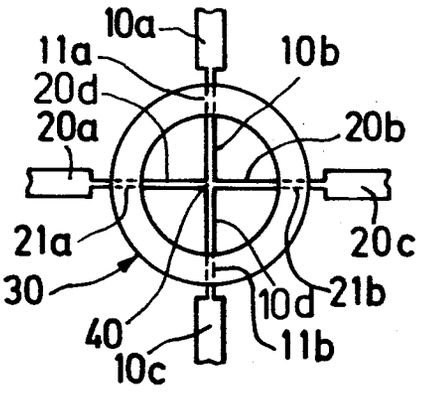
7. Coupleur selon la revendication 6, caractérisé en ce que les tronçons de ligne sont curvilignes, tout en restant perpendiculaires dans leur zone centrale de liaison électrique.

8. Coupleur selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la largeur des tronçons de ligne est croissante, ou décroissante, d'une extrémité à l'autre.

9. Application du coupleur selon la revendication 1 à la réalisation d'un circuit répartiteur de puissance passif à n lignes de transmission, ce circuit étant caractérisé en ce qu'il comprend n tronçons de ligne de transmission de largeur inférieure à celle des lignes de transmission et disposés de façon radiale entre l'extrémité de ces lignes et la zone centrale commune à ces tronçons, ainsi qu'un anneau de largeur voisine de celle des lignes de transmission et superposé de façon symétrique à ces tronçons de ligne dans des zones situées au voisinage de l'extrémité de ceux-ci pour réaliser avec eux un couplage capacitif dans ces zones.

10. Application du coupleur selon la revendication 2 à la réalisation d'un circuit répartiteur de puissance passif à n lignes de transmission, ce circuit étant caractérisé en ce qu'il comprend n tronçons de ligne de transmission de largeur inférieure à celle des lignes de transmission et disposés de façon radiale entre l'extrémité de ces lignes et la zone centrale commune à ces tronçons, ainsi qu'un anneau de largeur voisine de celle des lignes de transmission et raccordé électriquement aux tronçons de ligne dans des zones situées au voisinage de l'extrémité de ceux-ci, de manière à les entourer de façon symétrique.

FIG.1



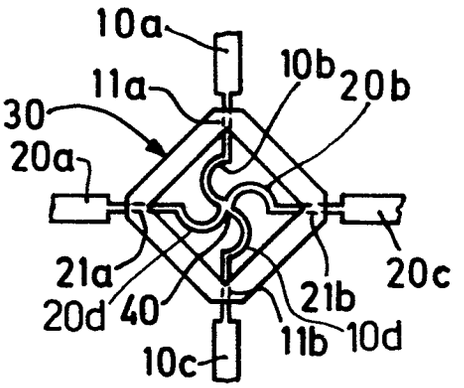
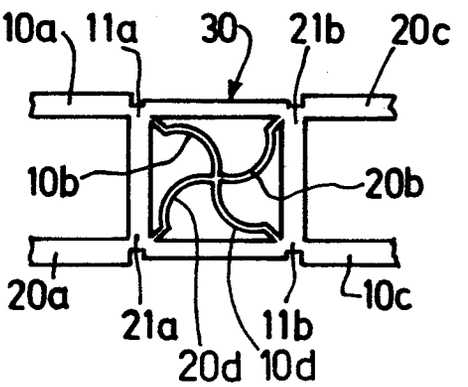


FIG.2

FIG.3



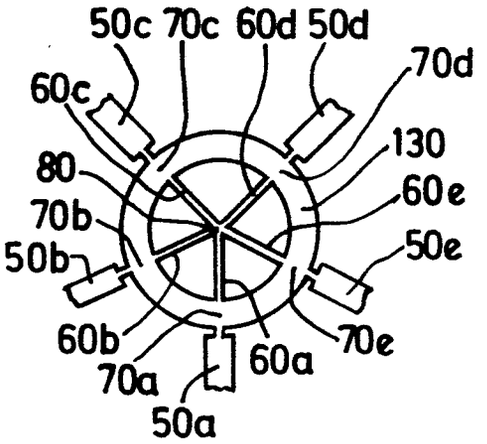


FIG.4

0095808

Numéro de la demande

EP 83 20 0731

Office européen des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

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. ³)
P,X	1982 IEEE MTT-S INTERNATIONAL MICROWAVE SYMPOSIUM DIGEST, 15-17 juin 1982, New York, USA F.C. DE RONDE: "Octave-wide matched symmetrical, reciprocal, 4- and 5 ports" * En entier *	1-10	H 01 P 5/18
A	DE-A-2 804 118 (SIEMENS) * Figures 3,5 *	1	
A	DE-A-2 728 312 (RIBLET) * Figures 2,3 *	1	
A	US-A-3 040 275 (T.S. SAAD) * Figures 1,13 *	1	
A	US-A-3 164 791 (J.R. DENT) * Figure 2 *	1	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. ³)
A	FR-A-2 276 705 (T.R.T.) * Figure 3 *	1	H 01 P

Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications

Lieu de la recherche	Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
LA HAYE	05-09-1983	LAUGEL R.M.L.

CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES

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

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

& : membre de la même famille, document correspondant

OEB Form 1503. 03.82