



(12)

NOUVEAU FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication du nouveau fascicule du brevet : **29.12.93 Bulletin 93/52**

(51) Int. Cl.⁵ : **H01P 7/04**

(21) Numéro de dépôt : **81401184.7**

(22) Date de dépôt : **24.07.81**

(54) **Résonateur accordable et circuit hyperfréquence comportant au moins un tel résonateur.**

(30) Priorité : **29.07.80 FR 8016709**

(43) Date de publication de la demande :
17.02.82 Bulletin 82/07

(45) Mention de la délivrance du brevet :
16.09.87 Bulletin 87/38

(45) Mention de la décision concernant l'opposition :
29.12.93 Bulletin 93/52

(84) Etats contractants désignés :
AT BE CH DE GB IT LI LU NL SE

(56) Documents cités :
CH-A- 575 179
DE-B- 1 061 848
FR-A- 958 806
FR-A- 1 046 593
FR-A- 1 444 203

(56) Documents cités :
US-A- 4 207 548
Handbook of Chemistry and Physics, Weast 59th., Edition 1979, CRC Press - pages E-60 et F-80
Encyclopedia of Polymer Science and Technology, May 1976, Vol. 1, page 25, Vol. 6, pages 323 et 638

(73) Titulaire : **ALCATEL THOMSON FAISCEAUX HERTZIENS**
55, rue Greffulhe
F-92300 Levallois-Perret Cédex (FR)

(72) Inventeur : **Fouillet, Jean**
THOMSON-CSF SCPI - 173, bld Haussmann
F-75360 Paris Cedex 08 (FR)
Inventeur : **Cruchon, Jean-Claude**
THOMSON-CSF SCPI - 173, bld Haussmann
F-75360 Paris Cedex 08 (FR)

(74) Mandataire : **Weinmiller, Jürgen et al**
Lennéstrasse 9 Postfach 24
D-82336 Feldafing (DE)

Description

L'invention se rapporte aux circuits hyperfréquence et plus particulièrement à un résonateur accordable utilisable dans de tels circuits, filtres hyperfréquence accordables ou guides d'onde hyperfréquence.

Les résonateurs coaxiaux accordables utilisés actuellement pour réaliser des filtres hyperfréquence accordables sont généralement constitués d'un doigt métallique creux formant pince, fixe par rapport à la paroi du filtre ou du guide dans lequel il est placé, et d'un doigt métallique mobile à l'intérieur de ce doigt creux, qui permet de réaliser l'accord souhaité par variation de la longueur totale du doigt dans le guide.

Un certain nombre d'inconvénients sont inhérents à cette structure. D'abord, le contact entre les deux doigts métalliques, la pince et le doigt mobile, est localisé. Or dans les résonateurs destinés par exemple à des filtres agiles en fréquence, c'est-à-dire conçus pour travailler dans une grande gamme de fréquence, l'accord variable obtenu par coulisser du doigt mobile dans la pince conduit à une détérioration progressive des surfaces de contact telle qu'après un certain nombre de réglages, le résonateur n'est plus utilisable car le contact est devenu de trop mauvaise qualité. De plus, le coefficient de surtension d'un tel résonateur n'est pas uniforme dans toute la gamme d'accord. Enfin, en même temps que varie la susceptance du résonateur, la longueur électrique de la ligne varie également.

Le brevet US-P-4 207 548 décrit un résonateur accordable dans lequel la variation de fréquence d'accord est obtenue par variation de longueur d'un plongeur coulissant dans un conducteur tubulaire au moyen d'une tige placée à l'intérieur du plongeur. La surface externe du plongeur et la surface interne du conducteur sont maintenues espacées, des pièces de PTFE (Téflon) par exemple permettant de maintenir l'écartement. Dans ce type de résonateur, le problème de la détérioration du contact électrique est évité mais le système est compliqué car des joints conducteurs ou diélectriques doivent être prévus à différents endroits du résonateur et les caractéristiques mécaniques et électriques d'un tel résonateur ne sont pas stables.

Le problème à résoudre est donc de réaliser un résonateur simple, accordable par variation de la longueur d'un doigt métallique plongeant dans une cavité ou un guide, dont les caractéristiques mécaniques et électriques ne se détériorent pas dans le temps et dont les caractéristiques électriques sont stables et reproductibles dans toute la gamme d'accord; ce résonateur est utilisable dans les circuits accordables, filtres ou susceptances de guides et ne présente pas les inconvénients sus-mentionnés.

Suivant l'invention, un résonateur, du type $\lambda/4$, accordable dans une grande gamme de fréquence,

comportant une première cavité résonante munie d'un doigt creux réentrant fixe par rapport à une paroi et disposé selon l'axe (XX') de ladite cavité, et un plongeur mobile à l'intérieur du doigt, susceptible de prolonger le doigt réentrant pour permettre le réglage de la fréquence d'accord dudit résonateur; ledit plongeur métallique étant isolé électriquement du doigt réentrant métallique par un espaceur diélectrique, ayant une permittivité inférieure à 4, facilitant le glissement entre les deux; ce plongeur formant avec le doigt réentrant une ligne coaxiale interne de faible impédance (Z3); un élément actionneur (4) étant prévu pour permettre le réglage de l'enfoncement du plongeur par coulisser et le résonateur comportant une seconde cavité, l'élément actionneur formant avec cette seconde cavité, dans laquelle il coulisse, une ligne coaxiale de haute impédance (Z4), et présentant au niveau du fond de la traversée de la paroi de la seconde cavité un court-circuit qui est ramené à l'extrémité du doigt réentrant entre celui-ci et le plongeur; caractérisé en ce que ledit espaceur diélectrique est formé par une couche intermédiaire d'épaisseur comprise entre 1/100^e et 1/10^e de millimètre, recouvrant soit le plongeur mobile soit la paroi interne dudit doigt réentrant, de manière à éviter tout grippage dû à un contact mécanique direct entre le plongeur mobile et le doigt réentrant, et rendant l'impédance de la ligne coaxiale interne très faible de manière à obtenir un fort coefficient de surtension; en ce que l'élément actionneur est un poussoir coulissant; la seconde cavité étant située dans le prolongement de la première et formant avec le poussoir une très haute impédance (Z4).

L'invention sera mieux comprise et d'autres caractéristiques apparaîtront à l'aide de la description qui suit en référence aux figures annexées.

La figure 1 est le schéma d'un mode de réalisation du résonateur coaxial accordable suivant l'invention.

La figure 2 représente le schéma électrique équivalent du résonateur coaxial accordable représenté sur la figure 1.

Sur la figure 1 a été représenté un résonateur, dont la structure est celle d'une cavité coaxiale réentrant, c'est-à-dire qui comporte une cavité de section circulaire ou rectangulaire, d'axe XX, 1, comportant un doigt réentrant 2 de même axe que la cavité 1.

Pour permettre l'accord, la longueur de doigt réentrant peut être modifiée. Pour cela un plongeur mobile 3 est susceptible de prolonger le doigt réentrant 2 lorsqu'il est poussé au moyen d'un poussoir 4 coulissant dans une cavité 6, le doigt réentrant 2 étant creux. Ce plongeur est un plongeur métallique, mais le glissement du plongeur dans le doigt réentrant est assuré par une couche intermédiaire 5 constituée d'un matériau diélectrique à faibles pertes formant isolant entre le doigt 2 et le plongeur 3. Cette couche intermédiaire 5 est, dans le mode de réalisation repré-

senté sur la figure 1, une couche qui enrobe le plongeur métallique 3. Cette couche peut être constituée d'un matériau diélectrique organique déposé par projection ou d'une feuille de diélectrique collée. Cette couche peut également être une feuille de papier collée ou une simple couche de colle. Le matériau choisi pour constituer la couche intermédiaire doit être déposable en couche fine adhérant au métal formant le plongeur (ou le doigt fixe) pour former une couche de $1/100^{\text{e}}$ à $1/10^{\text{e}}$ de mm. De plus du point de vue électrique le matériau doit avoir une permittivité assez faible ($\epsilon_r < 4$) et n'introduire que de faibles pertes ($\text{tg}\delta$ faible).

En effet si la permittivité ϵ_r est trop grande, la longueur de la ligne s'éloigne de la longueur théorique $\lambda/4$ lors de la variation de position du plongeur, λ étant la longueur d'onde utilisée, et le TOS de la ligne varie alors avec la fréquence d'accord.

Parmi les matériaux utilisables, il est possible de citer à titre d'exemple non limitatif, le polytétrafluoréthylène (Téflon), le polyester (type Mylar), et les matériaux type résines époxydes, silicones.

La couche intermédiaire peut, au lieu de recouvrir le plongeur, recouvrir la paroi interne du doigt réentrant creux, par chemisage.

Le rôle de cette couche intermédiaire est multiple: elle évite le contact électrique localisé métal-métal existant antérieurement dans les résonateurs accordables entre le doigt réentrant et le plongeur mobile: elle augmente sensiblement le coefficient de surtension Q du résonateur, car le court-circuit à l'extrémité de la ligne est mieux ramené par cette meilleure terminaison.

Cette couche permet également, en évitant le grippage dû au contact mécanique direct entre le doigt réentrant creux et le plongeur mobile, d'augmenter sensiblement la longévité des circuits utilisant de tels résonateurs.

Enfin, cette couche permet de rendre l'accord plus facile à réaliser en donnant une meilleure reproductibilité au point de contact, du fait de la stabilité mécanique du dispositif.

Cette structure de résonateur permet de réaliser facilement des filtres hyperfréquence réglables, fixes ou accordables en fréquence, en onde TEM, sous la coupure. Par exemple un filtre 4 pôles, constitué de quatre cavités coaxiales réentrant formant résonateurs en série, couplées par iris et travaillant à une fréquence moyenne de 2,5 GHz a permis d'obtenir une variation de 30% autour de la fréquence nominale pour la variation d'accord en conservant au filtre de bonnes qualités dans toute cette bande d'accord, et en particulier un coefficient de surtension $Q = 3000$ (la bande étant de 20 MHz à 3 dB).

A titre de comparaison, un filtre analogue réalisé avec des résonateurs mettant en oeuvre des contacts à pinces métal-métal ne permet d'obtenir qu'un coefficient de surtension de l'ordre de 1500 à 1600.

La fréquence haute de la gamme d'accord est donnée lorsque le plongeur affleure à l'extrémité du doigt creux et la fréquence décroît lorsque l'enfoncement du plongeur dans la cavité augmente.

Le schéma électrique équivalent du résonateur représenté sur la figure 1 est représenté sur la figure 2. La cavité 1 et le doigt réentrant 2 forment une ligne coaxiale de longueur fixe, fermée par un court-circuit fixe constitué par l'anneau 10. Cette ligne a une impédance Z_1 . La cavité 1 et le plongeur métallique 3, dans sa partie prolongeant le doigt réentrant 2 forment une seconde ligne coaxiale ouverte à son extrémité, d'impédance Z_2 . La longueur de cette ligne de prolongement étant variable, la fréquence d'accord est variable. Le plongeur métallique 3 forme par ailleurs avec le doigt réentrant 2, isolés l'une de l'autre par la couche intermédiaire 5, une troisième ligne coaxiale de très faible impédance Z_3 . Une capacité C_1 dues aux discontinuités entre ces trois lignes a été également représentée sur le schéma électrique.

Le piston 4 prévu pour le réglage de l'enfoncement du plongeur intervient pour sa part de la manière suivante: il forme avec la cavité dans laquelle il coulisse une quatrième ligne coaxiale de très haute impédance Z_4 : une capacité de discontinuité C_2 représentant la transition entre la troisième ligne et cette quatrième ligne coaxiale. Lorsque la partie de ce piston en contact mécanique avec la paroi de la cavité 6 est également en contact électrique avec cette paroi, cette ligne est fermée par un court-circuit. Il est également possible de prolonger cette ligne par une autre ligne de très basse impédance Z_5 en circuit ouvert, une capacité C_3 de discontinuité représentant la transition entre la quatrième ligne et cette autre ligne.

L'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation décrits en liaison avec les figures. En particulier, le résonateur décrit l'a été en liaison avec une cavité coaxiale de structure réentrant dans le but de réaliser des filtres accordables. Mais le même résonateur peut être utilisé comme plongeur variable dans un guide pour constituer une susceptance variable.

45 Revendications

1. Résonateur, du type $\lambda/4$, accordable dans une grande gamme de fréquence, comprenant une première cavité résonante (1) munie d'un doigt creux réentrant (2) fixe par rapport à une paroi et disposé selon l'axe (XX') de ladite cavité, et un plongeur mobile (3) à l'intérieur du doigt (2), susceptible de prolonger le doigt réentrant (2) pour permettre le réglage de la fréquence d'accord du dit résonateur ; ledit plongeur métallique (3) étant isolé électriquement du doigt réentrant métallique (2) par un espaceur diélectrique, ayant une permittivité inférieure à 4, facilitant le glissement entre les deux ; ce plongeur (3) formant avec le

- doigt réentrant (2) une ligne coaxiale interne de faible impédance (Z3) ; un élément actionneur (4) étant prévu pour permettre le réglage de l'enfoncement du plongeur (3) par coulisement et le résonateur comportant une seconde cavité (6), l'élément actionneur (4) formant avec cette seconde cavité (6), dans laquelle il coulisse, une ligne coaxiale de haute impédance (Z4), et présentant au niveau du fond de la traversée de la paroi de la seconde cavité (6) un court-circuit qui est ramené à l'extrémité du doigt réentrant (2) entre celui-ci et le plongeur (3) ; caractérisé en ce que le dit espaceur diélectrique est formé par une couche intermédiaire (5) d'épaisseur comprise entre 1/100^e et 1/10^e de millimètre, recouvrant soit le plongeur mobile (3) soit la paroi interne dudit doigt réentrant (2), de manière à éviter tout gripage dû à un contact mécanique direct entre le plongeur mobile (3) et le doigt réentrant (2), et rendant l'impédance (Z3) de la ligne coaxiale interne très faible de manière à obtenir un fort coefficient de surtension ; en ce que l'élément actionneur (4) est un pousoir coulissant ; la seconde cavité étant située dans le prolongement de la première et formant avec le pousoir une très haute impédance (Z4).
2. Utilisation d'au moins un résonateur accordable, selon la revendication 1, dans un filtre hyperfréquence, caractérisée en ce que, le filtre hyperfréquence étant formé de plusieurs cavités, chaque cavité forme avec un résonateur accordable associé une cavité de structure coaxiale réentrant.
3. Utilisation d'au moins un résonateur accordable selon l'une quelconque des revendications précédentes dans un circuit hyperfréquence comportant un guide hyperfréquence formant dans ce guide une susceptance variable.

Claims

1. A $\lambda/4$ resonator which may be tuned in a wide frequency range, comprising a first resonance cavity (1) supplied with a hollow inwards directed finger (2), which is stationary with respect to a wall and disposed along the axis (XX') of said cavity, and a movable diver (3) inside said finger (2), said diver being susceptible to extend the inwards directed finger (2) in order to allow the adjustment of the tuning frequency of said resonator, said metal diver (3) being electrically insulated with respect to the inwards directed metal finger (2) by means of a dielectric spacer having a dielectric constant lower than 4, and facilitating the sliding between these two elements, the diver (3) constituting in combination with the inwards directed

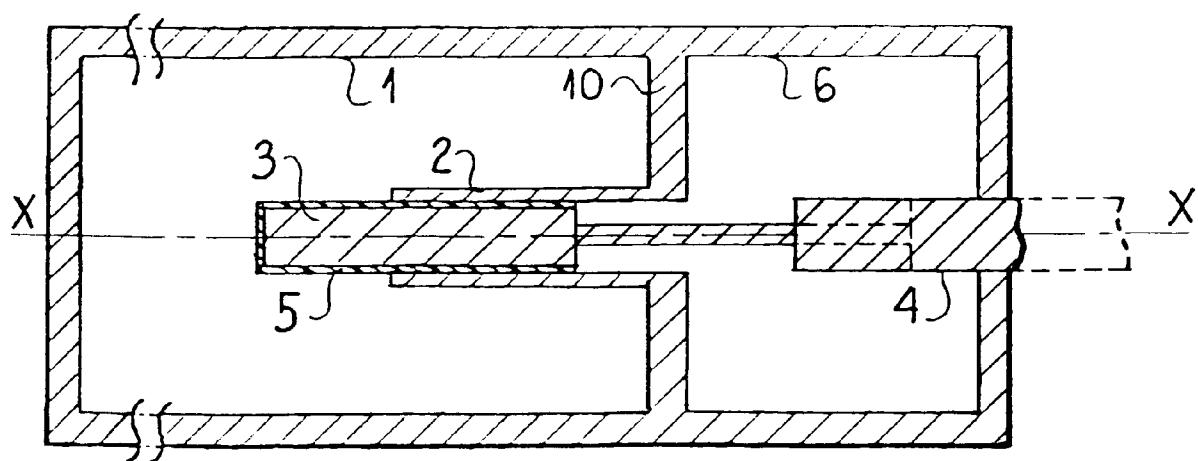
- finger (2) an internal coaxial line of low impedance value (Z3), an actuating element (4) being provided in order to adjust the diving depth of the diver (3) by a sliding motion, and said resonator comprising a second cavity (6), the actuating element (4) constituting in combination with said second cavity (6) in which it slides a high impedance (Z4) coaxial line and presenting a short-circuit at the level of the bottom of the passage through the wall of the second cavity (6), which short-circuit is transferred to the end of the inwards directed finger (2) between the latter and the diver (3), characterized in that said dielectric spacer is constituted by an intermediate layer (5) having a thickness of between 1/100 and 1/10 of a millimetre, said layer being deposited either on the movable diver (3) or on the inner wall of the inwards directed finger (2) such that any gripping due to a direct mechanical contact between the movable diver (3) and the inwards directed finger (2) is avoided, and rendering the impedance (Z3) of the internal coaxial line very low, such that a high Q-factor is obtained, that said actuating element (4) is a sliding push-button, the second cavity being located in the prolongation of the first cavity and constituting, in combination with the push-button, a very high impedance (Z4).
2. The use of at least one tunable resonator according to claim 1 in a microwave filter, characterized in that the tunable microwave filter being formed of several cavities, each cavity constitutes, together with an associated tunable resonator, a cavity with an inwards directed coaxial structure.
3. The use of at least one tunable resonator according to any one of claims 1 or 2 in a microwave circuit comprising a microwave guide and producing in this guide a variable susceptance.

Patentansprüche

1. In einem großen Frequenzbereich abstimmbarer Resonator vom Typ $\lambda/4$ mit einem ersten Resonanzhohlraum (1), der einen hohen, bezüglich einer Wand ortsfesten, nach innen gerichteten Finger (2) aufweist, der sich in Richtung der Achse (XX') des Hohlraums erstreckt, und mit einem beweglichen Tauchglied (3) im Inneren des Fingers (2), das den nach innen gerichteten Finger (2) verlängern kann, um eine Nachregelung der Abstimmfrequenz des Resonators zu erlauben, wobei das metallische Tauchglied (3) gegen den metallischen, nach innen gerichteten Finger (2) durch eine dielektrische Abstandsschicht elektrisch isoliert ist, deren Dielektrizitätskonstante kleiner als 4 ist und die das Gleiten zwischen den

- beiden erleichtert, wobei das Tauchglied (3) mit dem nach innen gerichteten Finger (2) eine innere koaxiale Leitung niedriger Impedanz (Z3) bildet, wobei ein Betätigungsselement (4) vorgesehen ist, um die gleitende Einstellung der Tauchtiefe des Tauchglieds (3) zu erlauben, und wobei der Resonator einen zweiten Hohlraum (6) besitzt und das Betätigungsorgan (4) mit diesem Hohlraum (6), in dem es gleitet, eine Koaxialleitung großer Impedanz (Z4) bildet und in Höhe des Bodens des Durchgangs durch die Wand des zweiten Hohlraums (6) einen Kurzschluß bildet, der auf das Ende des nach innen gerichteten Fingers (2) zwischen diesem und dem Tauchglied (3) gebracht ist, dadurch gekennzeichnet, daß die dielektrische Abstandsschicht von einer Zwischenschicht (5) einer Dicke zwischen 1/100 und 1/10 mm gebildet wird, die auf das bewegliche Tauchglied (3) oder die Innenwand des nach innen gerichteten Fingers (2) aufgebracht ist, so daß jegliches Verklemmen aufgrund eines mechanischen direkten Kontakts zwischen dem beweglichen Tauchglied (3) und dem nach innen gerichteten Finger (2) vermieden wird und die die Impedanz (Z3) der koaxialen inneren Leitung sehr niedrig macht, so daß ein großer Überspannungskoeffizient erhalten wird, daß das Betätigungsorgan (4) eine gleitende Drucktaste ist, wobei der zweite Hohlraum in der Verlängerung des ersten liegt und mit der Drucktaste eine sehr hohe Impedanz (Z4) bildet.
2. Verwendung mindestens eines abstimmbaren Resonators nach Anspruch 1 in einem Mikrowellenfilter, dadurch gekennzeichnet, daß das abstimmbare Mikrowellenfilter aus mehreren Hohlräumen gebildet wird und daß jeder Hohlraum mit einem zugeordneten abstimmbaren Resonator einen Hohlraum mit nach innen gerichteter Koaxialstruktur darstellt.
3. Verwendung mindestens eines abstimmbaren Resonators nach einem beliebigen der Ansprüche 1 und 2 in einem Mikrowellenkreis, der einen Mikrowellenhohlleiter enthält und in diesem Leiter eine variable Suszeptanz erzeugt.

FIG_1



FIG_2

