

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 79 15452

(54) Oscillateur pour hyperfréquences stabilisé, à conversion de fréquence, et sa réalisation à l'état solide.

(51) Classification internationale (Int. Cl. ³): H 03 B 7/00.

(22) Date de dépôt..... 15 juin 1979, à 15 h 57 mn.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 2 du 9-1-1981.

(71) Déposant : Société dite : THOMSON-CSF, SA, résidant en France.

(72) Invention de : Gérard Kantorowicz.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire :

L'invention concerne un oscillateur stabilisé pour ondes radioélectriques dans le domaine des hyperfréquences.

L'oscillateur de l'invention présente une structure générale qui rappelle celle des amplificateurs paramétriques.

5 Il permet l'obtention d'une onde haute fréquence stabilisée sur une fréquence f_o .

Les amplificateurs paramétriques comprennent trois parties essentielles, correspondant à trois fréquences f_s , f_p et f_o qui coopèrent entre elles comme il va être rappelé.

10 Une première source de fréquence f_s est assistée par une seconde source à la fréquence de pompe f_p , placée en parallèle avec elle aux bornes d'une capacité non linéaire, ou paramétrique, dont la valeur $C(V)$ varie avec la tension appliquée à ses bornes. La capacité $C(V)$ se comporte
15 comme une résistance négative pour le signal de fréquence- f_s , qui se trouve amplifié, en même temps qu'apparaît, dans une troisième dérivation, aux bornes de la capacité, un signal à la fréquence f_o , égale à la différence des deux fréquences f_p et f_s ; on a $f_o = f_p - f_s$.

20 La fréquence f_p , ou fréquence de pompe, est en général très supérieure à la fréquence f_s du signal, et le niveau de puissance à cette fréquence f_p très supérieur à celui du signal sur f_s . La source à la fréquence de pompe f_p modifie l'impédance à la fréquence f_s et permet l'ampli-
25 fication sur cette fréquence.

La fréquence f_o est elle-même très supérieure à la fréquence f_s .

La même disposition est utilisée dans l'invention dans un autre but, celui de stabiliser une fréquence d'oscillation.

30 La fréquence stabilisée dans le dispositif de l'invention est la fréquence f_o . On ne reviendra pas davantage ici sur la théorie des amplificateurs paramétriques pour laquelle on pourra se repor-

ter à l'ouvrage de W.H. Louisell - Coupled Mode and Parametric Electronics - Wiley and Sons - N.Y 1960.

On fera simplement remarquer que dans le cas de l'invention, cette disposition permet d'employer à la stabilisation de la
5 fréquence f_o des éléments résonnant à une fréquence f_s sensiblement plus faible et capables, de ce fait, d'un meilleur coefficient de qualité. La fréquence f_o est obtenue par transposition, ou conversion, de fréquence, avec un rapport bruit/signal très voisin de celui qu'on obtiendrait à une fréquence
10 stabilisée directement par le circuit à fort coefficient de qualité.

L'invention sera mieux comprise en se reportant à la description qui suit et aux figures jointes qui représentent :

- Figure 1 : Le schéma d'un amplificateur paramétrique,
15 tel que connu de l'art.

- Figure 2 : Le schéma d'un oscillateur stabilisé de l'invention.

- Figure 3 : Un autre schéma relatif au même oscillateur.

- Figures 4 et 5 : Deux variantes de réalisation à
20 l'état solide de l'oscillateur de la figure 3.

La figure 1, donne le schéma d'un amplificateur paramétrique, connu de l'art.

Une source appelée pompe fournit une tension de grande amplitude de fréquence f_p aux bornes de la capacité C (V), dont
25 la valeur dépend de la tension qui est appliquée entre ses armatures. Un signal incident, à la fréquence f_s , est fourni par un générateur V_s monté à l'entrée de l'une des voies, 1 d'un circulateur A, dont les deux autres voies débouchent l'une, repère 2, sur la capacité C (V) précédente, et l'autre,
30 repère 3, sur une résistance de charge R_s . En fonctionnement, l'onde à la fréquence f_s emprunte la voie 2 vers la capacité C (V), flèche coudée inférieure ; elle est amplifiée par réflexion vers la voie 3 qu'elle emprunte au retour, flèche coudée supérieure, vers la résistance de charge R_s . En même

temps, dans une troisième dérivation, est engendré un signal à la fréquence f_o reliée aux fréquences précédentes f_p et f_s comme déjà indiqué. La fréquence f_p est couramment dans un amplificateur paramétrique de plusieurs fois à plusieurs dizaines de fois, la fréquence f_s ; le gain en puissance est couramment de l'ordre de 10 à 15 décibels.

Sur la figure R, R_o et R_p désignent, respectivement, la résistance de perte série de la capacité C (V) et des dérivations aux fréquences f_o et f_p ; les rectangles représentent des filtres passe-bandes aux différentes fréquences.

Dans un amplificateur paramétrique, la puissance disponible sur la fréquence f_o reste inutilisée.

Le même dispositif peut servir à engendrer de la puissance haute fréquence utilisée sur la fréquence f_o . Pour cela, certaines conditions d'impédance doivent être réalisées.

En supposant que $Z_c(f_p)$ représente l'impédance de la capacité non linéaire C (V) à la fréquence de pompe f_p , compte tenu des impédances des deux autres dérivations, et $jX_p + R_p$ l'impédance de la branche de fréquence f_p , on doit avoir

$$Z_c(f_p) + R_p + jX_p = 0. \quad (I)$$

De même, si $Z_c(f_s)$ désigne l'impédance de la capacité C (V) à la fréquence f_s , pour qu'une oscillation s'établisse à la fréquence f_s , on doit avoir entre l'impédance Z_s de la branche à la fréquence f_s et l'impédance $Z_c(f_s)$ précédente la relation :

$$Z_s + Z_c(f_s) = 0. \quad (II)$$

Si ces deux conditions sont satisfaites, une puissance est disponible sur la fréquence f_o , créée par combinaison des fréquences f_s et f_p , qui peut être extraite dans une charge d'utilisation appartenant à un circuit résonant, monté dans la branche à la fréquence f_o et accordé sur cette fréquence ;

Z_0 représente l'impédance de cette charge.

Dans l'oscillateur de l'invention, ces conditions sont réalisées. En outre, le générateur de la fréquence de pompe f_p est un élément dipôle à résistance négative.

- 5 Le schéma en est donné sur la figure 2, ou l'on re-
trouve, avec les mêmes notations, les dérivations de la figure
précédente, à cela près que les éléments de la dérivation de
pompe sont affectés ici de l'indice D au lieu de l'indice p,
comme ils le seront dans la suite, pour rappeler que le généra-
10 teur de pompe est un dipôle D à résistance négative $-R_D$; on a
 $-R_D = R_p$. On voit sur ce schéma, d'une part, le circuit résonant
d'impédance Z_0 dont il a été question plus haut, aux bornes duquel
est recueillie la puissance engendrée sur la fréquence f_0 , et
d'autre part, dans la dérivation f_s , un second circuit résonant.
15 Ce circuit est le circuit à grande surtension, sur la fréquence
 f_s , dont il a été question plus haut. Les circuits résonants
portent les références C_0 et C_s .

- Il apparaît ainsi que, dans l'oscillateur de l'invention,
le dipôle à résistance négative se trouve intégré au dispo-
20 sitif et ses conditions de fonctionnement déterminées par l'en-
semble des paramètres des trois dérivations ; le gain notamment,
dans la branche f_s , est suffisamment élevé pour assurer l'oscil-
lation du système.

- Ces conditions d'oscillation font l'objet de la figure 3,
25 dans laquelle sont précisées les impédances (Z), les courants
(I) et les puissances (P) dans chacune des branches refermées sur
la capacité. La flèche qui accompagne chaque impédance, dirigée
vers la capacité C (V) indique la valeur de cette impédance telle
qu'elle est vue par la capacité C (V).

- 30 Les signes dont sont affectés les puissances indiquent
s'il y a consommation de puissance ou génération dans le
circuit correspondant.

On voit sur cette figure que, dans l'oscillateur de
l'invention, il y a génération de puissance dans les deux déri-

vations aux fréquences f_o et f_s . Cela signifie que le système permet d'engendrer une puissance haute fréquence aussi bien dans l'une que dans l'autre des dérivationes autres que la dérivation à la fréquence de pompe. Cependant c'est celle
 5 sur la fréquence f_o , la plus élevée, qui est recherchée dans l'invention ; comme on l'a dit, la stabilisation sur cette fréquence est possible par le moyen d'un circuit à plus basse fréquence, et de meilleure qualité, à savoir celui de la branche f_s .

10 On notera d'ailleurs que c'est sur la branche f_s que le bruit est le plus faible.

Deux exemples de séries de valeurs de fréquences réalisables avec le dispositif de l'invention sont :

- (1) $f_s = 10$ GHz $f_D = 45$ GHz $f_o = 35$ GHz
 15 (2) $f_s = 300$ MHz $f_D = 6$ GHz $f_o = 5,7$ GHz,

la première avec un résonateur diélectrique, la seconde avec un résonateur à ondes élastiques de surface sur f_s . On voit que la fréquence f_o peut être de l'ordre de 20 fois la fréquence f_s .

La puissance P_D , fournie à la capacité C (V) par la
 20 source de pompe, se partage entre les deux autres dérivationes

suivant la relation: $\frac{P_s}{f_s} = \frac{P_D}{f_D} = \frac{P_o}{f_o}$,

dans le cas d'une capacité C (V) sans pertes ($R = 0$ avec les notations précédentes). On voit, sur cette expression, que la plus
 25 grande partie de la puissance fournie par la source de pompe est recueillie sur la fréquence f_o .

Cette relation se trouve modifiée dans le cas réel avec pertes.

Dans ce cas, dès que la puissance de la source de pompe
 30 dépasse la valeur nécessaire pour que l'oscillation apparaisse sur les fréquences f_s et f_o , la dérivation de pompe est équivalente à un circuit dont le coefficient de qualité, ou surtension, est du même ordre que celui du circuit à basse fréquence f_s , quel que soit le rapport $\frac{f_D}{f_s}$, c'est-à-dire même pour des fréquences de pom

très éloignées de la fréquence f_s .

Les conditions à respecter pour obtenir le niveau nécessaire dans le circuit de pompe, c'est-à-dire les conditions de charge du dipôle à résistance négative, sont analogues à celles à réaliser pour un dipôle monté sur une branche unique, avec une fréquence unique de fonctionnement.

L'oscillateur de l'invention trouve une de ses applications dans les installations de réception radioélectrique, radar notamment, comme source locale.

On a raisonné dans ce qui précède sur une capacité non linéaire ou paramétrique $C(V)$. Les mêmes résultats peuvent être obtenus de façon plus générale avec une réactance non linéaire.

On notera enfin que, à fréquence f_s donnée, la fréquence f_o peut être accordée par variation de la réactance X_D du dipôle à résistance négative de pompe (X_p dans l'équation (I)), sans aucune modification corrélative du coefficient de qualité du circuit à fréquence f_s .

Le dispositif de l'invention est susceptible de réalisations à partir de composants à l'état solide. Deux exemples en sont donnés ci-dessous. Le circuit résonant à haute surtension à la fréquence f_s est alors un résonateur diélectrique, la source de pompe une diode Gunn ou à avalanche. Quant à l'élément non linéaire, il consiste, dans le cas d'une capacité, en une diode à l'état solide à capacité variable, consistant en une diode polarisée en inverse par une tension continue réglable qui fixe l'étendue de sa zone désertée. Les trois dérivations f_s, f_o et f_D sont constituées de trois tronçons de guide d'ondes des types utilisés dans la technique des micro-ondes.

Dans l'exemple de réalisation de la figure 4, le résonateur diélectrique est désigné par la lettre r , la diode à capacité variable par la lettre V et la diode à résistance négative par la lettre Δ , diode Gunn dans l'exemple. Le montage des éléments dans les tronçons de guide d'ondes a lieu suivant la pratique connue en cette matière.

Les guides d'ondes, à section rectangulaire, sont représentés en coupe par le plan médian parallèle à leurs petits cotés.

F_1 et F_2 désigne respectivement un filtre coupe-bande et un filtre passe-bande ; le rectangle hachuré est un court-circuit qui

- 5 ferme le guide horizontal à l'une de ses extrémités, dont l'autre débite sur l'impédance de charge non représentée, Z_0 à la fréquence f_0 , dans les conditions d'adaptation habituelles. Le guide est à la coupure pour la fréquence f_D dans sa partie à droite de F_2 . Dans une variante à la disposition précédente représentée sur la figure 5, la diode, à avalanche, joue à la fois le rôle
- 10 de source à la fréquence de pompe et d'inductance paramétrique. Dans ce cas, la diode à capacité variable V sert simplement à l'accord électronique en fréquence.

- Elle peut être supprimée ; on lui a conservé la même
- 15 repère V .

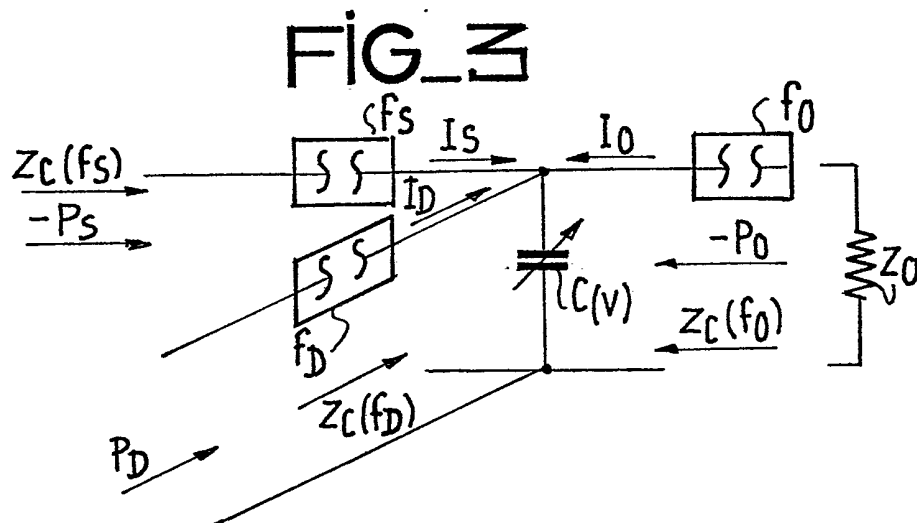
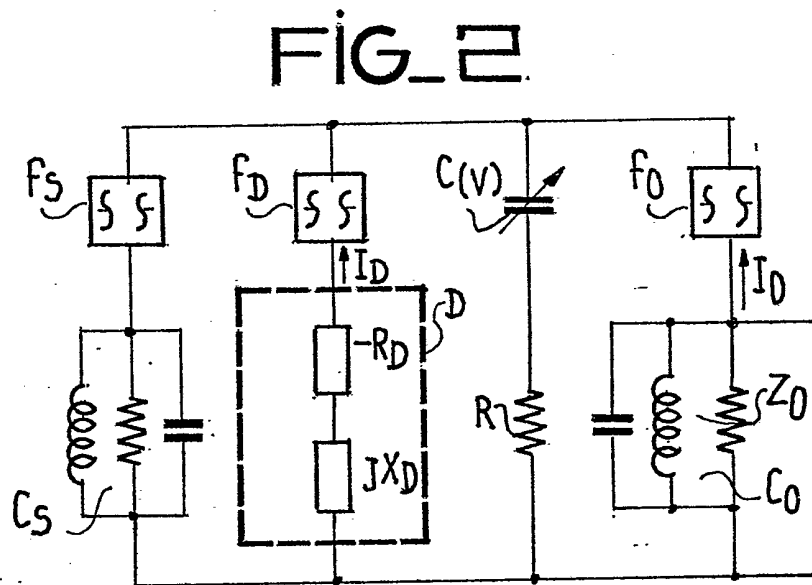
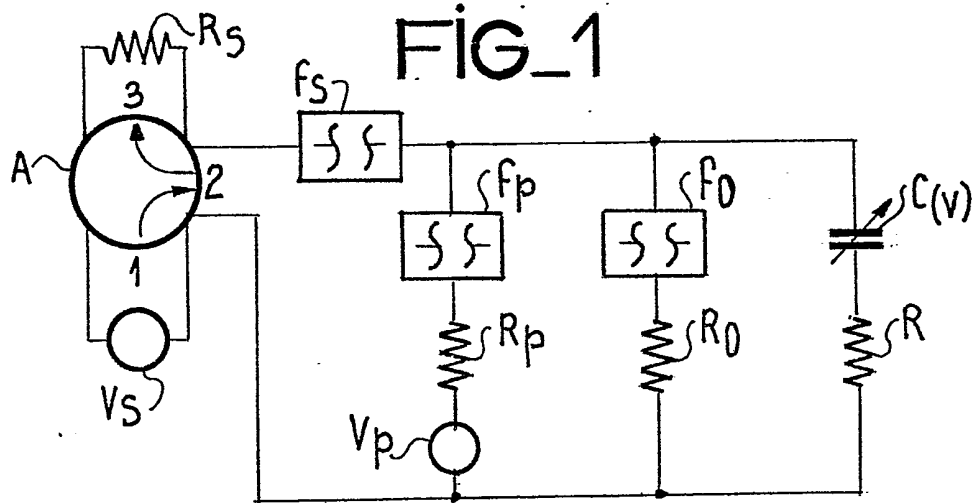
Les résonateurs r sont des cylindres, en l'un des matériaux utilisés habituellement à cette fin.

- Les sources de tension, dont le montage dans le dispositif relève de l'art connu, n'ont pas été représentées sur
- 20 les dessins.

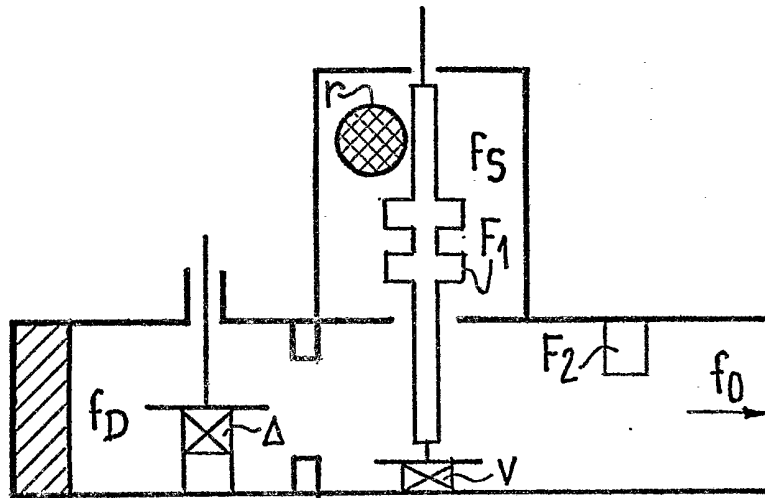
REVENDICATIONS

1. Oscillateur pour hyperfréquences stabilisé, à conversion de fréquence, pour la production d'une onde sur la fréquence f_o , composé de trois branches montées en parallèle sur une réactance non linéaire, dont la valeur dépend de la tension appliquée à ses bornes, caractérisé en ce que l'une des branches comporte un circuit résonant à la fréquence f_s , la deuxième un circuit résonant à la fréquence f_o et la troisième un dipôle à résistance négative fournissant une onde de pompe sur la fréquence f_p , sensiblement supérieure à la fréquence f_s précédente, et telle que $f_o = f_p - f_s$.
2. Oscillateur pour hyperfréquences suivant la revendication 1, caractérisé en ce que la réactance non linéaire est constituée par la capacité d'une diode à l'état solide polarisée en inverse par une tension réglable, et en ce que le dipôle consiste également en une diode à l'état solide, à résistance négative.
3. Oscillateur pour hyperfréquences suivant la revendication 2, caractérisé en ce que ces deux diodes sont distinctes.
4. Oscillateur pour hyperfréquences suivant la revendication 2, caractérisé en ce que ces deux diodes sont confondues en une seule.
5. Oscillateur pour hyperfréquences suivant la revendication 3, caractérisé en ce que les deux diodes sont montées dans le plan médian d'un tronçon de guide d'ondes à section rectangulaire, parallèle à ses petits côtés, ce tronçon étant fermé, à l'une de ses extrémités, sur un court-circuit et à l'autre, sur la charge dans laquelle est recueillie l'onde à la fréquence f_o , ce tronçon formant un T avec un autre tronçon de guide d'ondes rectangulaire, auquel il est raccordé par son grand côté et dans lequel est placé le circuit résonant à la fréquence f_s .
6. Oscillateur pour hyperfréquences suivant la revendication 5, caractérisé en ce que le circuit résonant sur la fréquence f_s est un résonateur diélectrique.

7. Oscillateur pour hyperfréquences suivant la revendication 4, caractérisé en ce que la diode à résistance négative et à réactance non linéaire est montée dans le plan médian d'un tronçon de guide d'ondes à section rectangulaire parallèle à ses petits cotés, ce tronçon étant fermé, à l'une de ses extrémités, sur un court-circuit et à l'autre, sur la charge dans laquelle est recueillie l'onde à la fréquence f_0 , ce tronçon formant un T avec un autre tronçon de guide d'ondes rectangulaire, auquel il est raccordé par son grand côté et dans lequel est placé le circuit résonant à la fréquence f_s .



FIG_4



FIG_5

