Quelques résultats expérimentaux obtenus avec un maser bande C à rubis constitué de cavités en transmission couplées en quarts de longueur d'ondes

J.C. Jézéquel

► To cite this version:

J.C. Jézéquel. Quelques résultats expérimentaux obtenus avec un maser bande C à rubis constitué de cavités en transmission couplées en quarts de longueur d'ondes. *Revue de Physique Appliquée*, 1967, 2 (1), pp.20-22. 10.1051/rphysap:019670020102000 . jpa-00242759

HAL Id: jpa-00242759

<https://hal.science/jpa-00242759>

Submitted on 1 Jan 1967

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

QUELQUES RÉSULTATS EXPÉRIMENTAUX OBTENUS AVEC UN MASER BANDE C A RUBIS CONSTITUÉ DE CAVITÉS EN TRANSMISSION COUPLÉES EN QUARTS DE LONGUEUR D'ONDES

Par J. C. JÉZÉQUEL,

Centre de Recherches de Lannion, Centre National d'Études des Télécommunications.

Résumé. — Après avoir précisé les conditions de fonctionnement choisies pour le rubis, nous décrivons le montage utilisé pour l'étude d'un maser à deux cavités identiques et symétriques couplées en quarts de longueur d'ondes. Les résultats obtenus montrent que la courbe gain-fréquence est symétrique par rapport à la fréquence centrale et qu'elle ne présente un creux inférieur à trois décibels que pour des amplifications très faibles.

Abstract. — After giving details about the operating point chosen for the ruby material, we describe the design of a maser with two synchronous symmetrical quarterwave coupled cavities. The results obtained show that the gain-frequency curve is symmetrical with respect to midband frequency, and that the amplitude of the valley is less than three decibels only for very weak amplifications.

I. Introduction. — Notre travail, objet de ce mémoire, avait pour but la réalisation d'un maser à deux cavités identiques et symétriques en transmission, couplées en quarts de longueur d'ondes. Le matériau actif est du rubis dans lequel le rapport du nombre d'ions chrome au nombre d'ions aluminium est de 0,035 %. Nous avons choisi l'orientation dans laquelle l'angle entre l'axe optique du cristal et le champ magnétique continu est égal à 90° . Ce point de fonctionnement nous donne, pour une onde hyperfréquence « signal » de l'ordre de 4 GHz, une onde de « pompe » dont la fréquence est voisine de 30 GHz.

II. Le montage (*fig. 1 et 2*). — Le maser est plongé dans l'hélium liquide contenu dans un dewar classique

pour champ magnétique extérieur (électro-aimant). La partie active est constituée de cavités en rubis argenté et d'éléments de guide en alumine frittée argentée. La valeur de la constante diélectrique de ces matériaux est relativement élevée. Et nous avons été amenés — pour conserver la propagation « signal » en un mode unique TE₀₁ — à utiliser un guide substandard dont les dimensions internes sont inférieures au standard CNET $\lambda/6$ employé pour le 4 GHz. Sur la photographie de la figure 2, on distingue à gauche la transition progressive entre le guide d'entrée (standard américain RG 49/U) et le maser, et à droite la transition guide-coaxial de sortie du maser sur coaxial miniature. Les pertes totales de la structure voisinent 2 décibels à la température de l'hélium liquide.

FIG. 1. — Maser monté sur le couvercle de cryostat.

FIG. 2. — Structure hyperfréquence démontée.

Les cavités en rubis sont taillées de telle manière que l'axe optique du cristal soit vertical et parallèle à la direction de propagation du « signal ». Étant donné le mode de réalisation de ces cavités, les couplages avec les ondes hyperfréquences ne peuvent être pratiquement obtenus que par des iris. A 4 GHz, ceux-ci sont symétriques et identiques. A 30 GHz, dans le guide, au niveau de la cavité, un coude à 90° ramène l'axe de propagation de l'onde TE₀₁, perpendiculaire au plan de la fenêtre de couplage dont la section est voisine de celle du guide RG 96/U. Chaque cavité est excitée par un klystron.

III. Résultats. — Les iris à 4 GHz sont égaux et centrés à quelques centièmes de millimètre près. De plus, les deux cavités viennent du même cylindre de rubis, et à température ambiante, les courbes de transmission hyperfréquence sont identiques (voir fig. 3).

a

b

FIG. 3. — Courbes de transmission hyperfréquence des cavités en fonction de la fréquence à température ambiante : a) cavité 1, b) cavité 2.

Connaissant la fréquence de résonance des cavités dans l'hélium liquide, ainsi que la constante diélectrique de l'alumine frittée, nous avons calculé la distance de couplage; l'élément utilisé en fait correspond à une longueur de trois quarts de longueur d'ondes en guide, soit 22 mm. Les courbes expérimentales de gain électronique G du maser à deux cavités couplées sont représentées sur les figures 4 et 5, pour différentes constantes d'amplification du rubis. Pour faire varier ce paramètre, nous disposons d'un système classique de régulation de pression permettant de modifier la température d'ébullition de l'hélium liquide. Rappelons que le gain électronique correspond au rapport entre la puissance du signal maser à la sortie et la puissance de sortie lorsque le champ magnétique n'est pas appliqué.

Sur la figure 4, les mesures ont été faites à fréquence fixe, à l'aide d'un montage par comparaison (le maser

FIG. 4. — Gain électronique du maser à deux cavités en transmission couplées en quarts de longueur d'ondes. Mesures faites à fréquences fixes pour deux températures de fonctionnement ($T = 3^\circ\text{K}$ et $T = 2,2^\circ\text{K}$).

FIG. 5. — Gain électronique du maser à deux cavités en transmission couplées en quarts de longueur d'ondes. Mesures faites à partir d'un signal vobulé à l'entrée, et pour $T = 1,8^\circ\text{K}$.

et un atténuateur calibré constituent la branche 1, la branche 2 étant un atténuateur calibré). La courbe de la figure 5 a été enregistrée à l'aide d'une chaîne d'amplification moyenne fréquence à large bande, à partir d'un signal vobulé à l'entrée du maser. Les gains électroniques sont mesurés par comparaison, comme dans le cas précédent.

IV. Conclusion. — Le gain G est symétrique par rapport à la fréquence centrale F_0 ; G présente toujours un minimum au centre de la bande. Lorsqu'il est faible, la bande à 3 décibels est large (à $T = 3^\circ\text{K}$ sur

la figure 4). Mais si on veut augmenter l'amplification, la différence entre maximum et minimum de G augmente très vite, le minimum restant toujours très faible (voir *fig. 5*). Et ce système de masers à deux cavités couplées en quarts de longueur d'ondes ne peut être considéré comme une solution au problème du maser à large bande.

Nous tenons à remercier M. Mevel, Professeur à la Faculté des Sciences de Rennes, pour les conseils qu'il a bien voulu nous donner au cours de cette étude.

Manuscrit reçu le 10 décembre 1966.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] BROUSSAUD et MALNAR, « Étude des performances des amplificateurs du type maser à cavités couplées », *L'onde électrique*, septembre 1960 et février 1961.
- [2] CROSS (L. G.), « Silvered ruby maser cavity », *J. Appl. Physics*, septembre 1959, **30**, n° 9.
- [3] GOODWIN (F. E.), KIEFER (J. E.) et MOSS (G. E.), « The coupled cavity transmission maser engineering design », *IEEE Transactions on MTT*, mai 1964.