

[12] D.J. REYNOLDS, G3ZPF, Windloading (part 2), in: Radio Communications, Mai 1988, p. 340/341.

[13] W.R. STOCKING, Resonant wire antennas, in: 73 Magazine for Radio Amateurs, 73 Inc Petersborough, September 1986, Seite 60-62.

QRV 10 GHz à 10 francs le Gigahertz

Angel Vilaseca (HB9SLV), Chemin des Pralies, 1261 Bogis-Bossey

Le but du groupe 10 GHz des Radio-Amateurs vaudois, créé voici deux ans, était de rendre le 10 GHz accessible à tous. Le montage réalisé à plusieurs exemplaires et décrit ci-dessous est au 10 GHz ce que l'ULM est à l'aviation: bon marché, simple et réalisable avec peu d'outillage. Les performances d'un ULM sont très différentes de celles d'un jet, mais ... «quel pied»!

Le plaisir qu'on éprouve à trafiquer sur une bande réputée difficile d'accès, avec du matériel qu'on a fabriqué de ses mains et de plus, sans trop solliciter le porte-monnaie, est incomparable. Pour ceux qui auront été sérieusement mordus par le virus, il sera temps alors de passer à la classe au-dessus: GaAs FET sur platines verre/teflon, mais en multipliant par dix le prix de revient...

Toutefois, l'aérien décrit dans cet article est compatible avec ces matériels plus performants. On pourra donc le réutiliser.

La description va comprendre plusieurs étapes:

- 1) l'antenne parabolique et son illuminateur
- 2) l'oscillateur à diode Gunn
- 3) le mélangeur à diode Schottky ou type 1N 23
- 4) l'alimentation de la diode Gunn
- 5) la partie MF 30 MHz et B F
- 6) le trafic 10 GHz

Pour la partie SHF, nous nous sommes largement inspirés d'une description parue il y a quelque temps dans Radio-Communication.

Le guide d'ondes professionnel étant très cher et difficile à trouver, nous l'avons remplacé par du tube laiton de section rectangulaire du commerce, de dimensions sensiblement égales à celles du «vrai» guide. J'ai acheté le tube chez Kimmerlé Arthaud, 29 rte. des Jeunes 1227 Carouge, tél (022) 43 89 70 à frs. 17.— le mètre. Il en faut environ 25 cm pour le montage. Dimensions 25x12x1 (en millimètres).

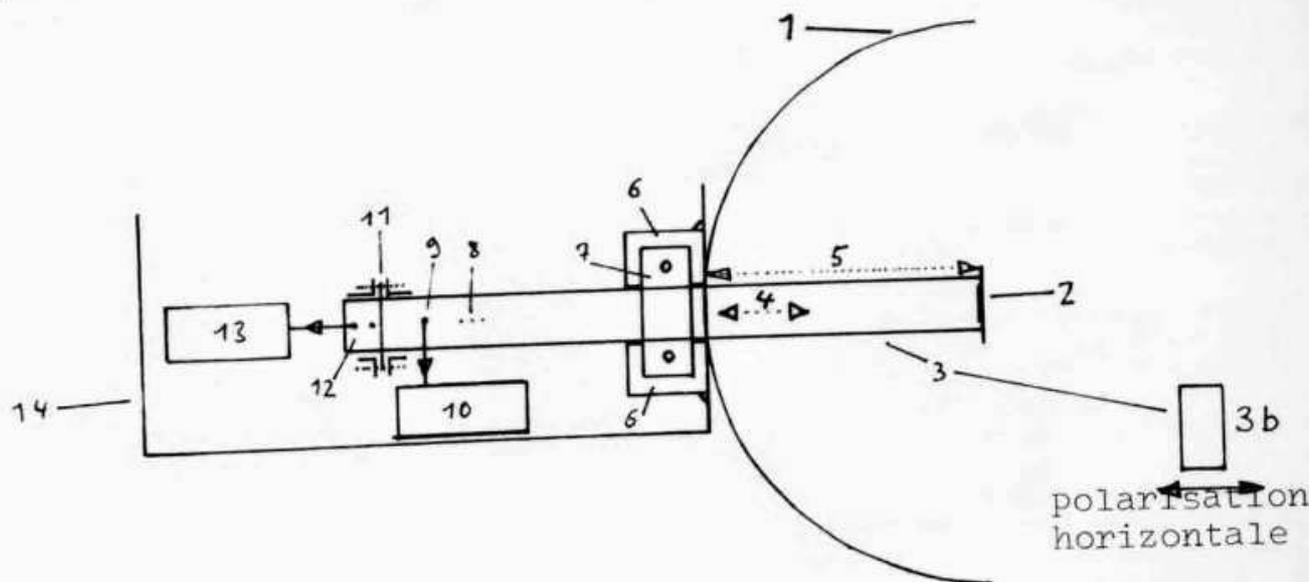


Figure 1: Partie SHF du montage, vue de profil.

- 1 Parabole IKEA
- 2 Illuminateur à fentes
- 3 Guide d'onde 3b: vu de face
- 4 le guide d'onde doit pouvoir coulisser pour régler la focale.
- 5 focale: 11 cm
- 6 cales fixées au boîtier, entre lesquelles coulisse le guide.
- 7 une fois la focale réglée, le guide est bloqué entre deux plaquettes, serrées par des vis.

- 8 trois vis (M3 laiton), d'adaptation.
- 9 diode mélangeuse type 1N23 ou Schottky.
- 10 FI 30 MHz
- 11 Plaquette-iris entre le mélangeur et l'oscillateur.
- 12 oscillateur.
- 13 alimentation de la diode Gunn et modulateur BF.
- 14 boîtier fermé assurant un blindage HF et une isolation thermique avec l'extérieur, ceci afin d'éviter une trop grande dérive de l'oscillateur.

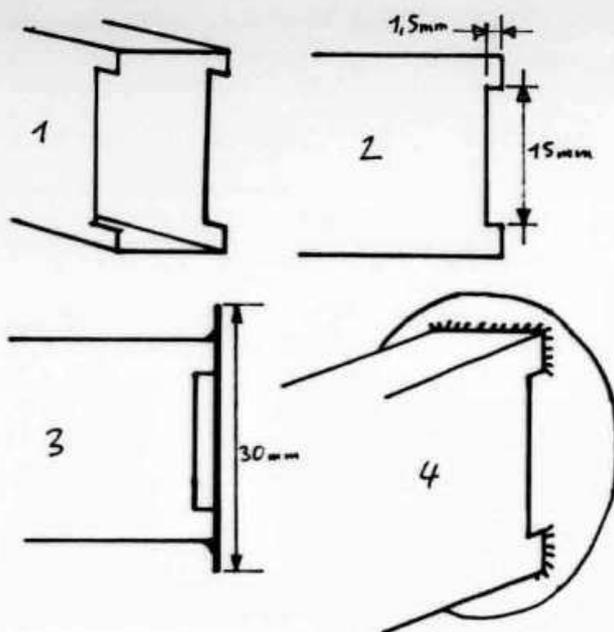


Figure 2: Fabrication de l'illuminateur.

- 1) encocher le guide avec une petite lime, sur les deux côtés larges selon les dimensions données en 2).
- 3) souder un disque métallique de 30 mm de diamètre et environ 0,5 mm d'épaisseur, bien centré sur le guide.
- 4) illuminateur terminé, vu de trois-quarts arrière. Le rayonnement se fait par les fentes, comprises entre le disque métallique et les encoches taillées dans les côtés larges du guide.

On doit pouvoir en trouver dans n'importe quelle quincaillerie. Habituellement, le trafic se fait en polarisation horizontale, c'est-à-dire que le petit côté du guide ainsi que les diodes sont placés horizontalement.

1) L'antenne parabolique et son illuminateur (Fig. 1 et 2)

Le réflecteur parabolique peut être acheté tout fait: On trouve dans les magasins de meubles IKEA une lampe de type dit «loft» dont le réflecteur est en aluminium, mesure 40 cm de diamètre et est quasi-parabolique prix: frs. 20.—.

Les ondes en provenance du correspondant sont réfléchies et concentrées au foyer de la parabole, situé à 11 cm du fond de celle-ci.

Au foyer se trouve un illuminateur dit «à fentes» dont une variante pour le 24 GHz a été décrite par HB9MIN dans ces colonnes. La réalisation se fait selon la figure 2.

2) L'oscillateur à diode Gunn

Pour produire un signal à 10 GHz, nous utilisons une diode Gunn, montée dans une cavité en guide d'ondes (fig. 4 et 5). La diode oscille vers 10 GHz, la fréquence exacte est dictée par les dimensions de la cavité.

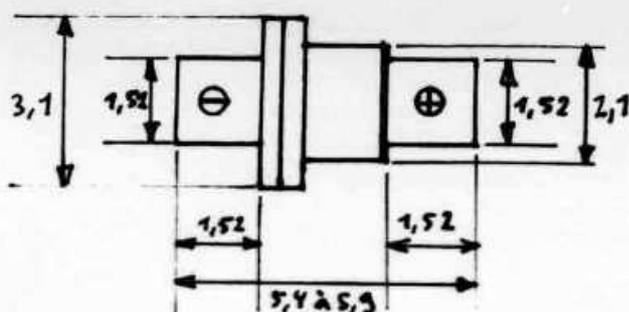


Figure 3: Une diode Gunn en polarisation horizontale. Dimensions en millimètres. Attention à la polarité. Si on l'inverse, la diode est détruite!

Le côté - de la diode (fig. 3) est mis à la masse du guide. Le côté + reçoit la tension positive produite par l'alimentation décrite au paragraphe 4. Les diodes Gunn sont assez robustes, mais elles ne supportent pas le courant inverse! Théoriquement, même un ohmmètre appliquant une tension inverse de plus d'un volt, pourrait endommager la diode.

La vis nylon (fig. 5) sert à régler la fréquence. Si on l'enfoncé dans la cavité, la fréquence diminue. Si on la retire, la fréquence augmente, de 10 à 30 MHz par tour, selon que la vis pénètre peu ou beaucoup dans la cavité. Si on veut, on peut aussi monter la vis sur le côté opposé du guide (en haut sur la figure 5).

La distance D sur la fig. 5, est très critique, car elle fixe la fréquence d'oscillation de la cavité. Si elle est de 18 mm, la fréquence avec la vis nylon complètement hors de la cavité sera de 10,6 GHz. Si D = 18,6 mm, la fréquence sera de 10,4 GHz. On peut prendre D = 18,4 mm, puis en enfonçant la vis nylon dans la cavité, on amène la fréquence vers 10,35 où a lieu généralement le trafic.

Il existe différentes sources pour s'approvisionner en diodes Gunn. Par exemple, HB9MFK a récemment publié une annonce dans la Hambörse en offrant des Gunn à vendre.

Aux RAV, nous avons utilisé des diodes surplus, de faible puissance, que nous avons commandées par poste en Angleterre. Voici les adresses:

— **J. Birkett, 25, the Strait, Lincoln LN 2 1JF, Angleterre**

Diodes Gunn 5 mW, £ 1.65, Diodes Schottky 45 p
— **Mr Glen Ross G8MRW, 81, Ringwood Highway, Coventry, Angleterre**

Diodes Gunn à £ 2.— 15 mW environ

En voyant les prix, on peut se douter qu'il s'agit de diodes «surplus». Le fait est que nous avons eu des problèmes de fonctionnement avec quelques exemplaires.

Si on préfère des diodes premier choix:

— **Schlesser Electronic, Hardstrasse 41, 5430 Wettingen**

Diodes Gunn 5 ou 10 mW à Frs 17.60 + ica, commande par 20 pièces.

Diodes Gunn 15 mW à Frs 25.10

On peut aussi se procurer des diodes Schottky et autres à cette même adresse. Demander une offre pour des quantités inférieures.

- Giga-Tech, Karl Himmler, Scheffelweg 2, D-6805 Heddeshelm RFA

Diodes Gunn 10 mW DM 35.— et 20 mW DM 43.— mais demander d'abord une offre. Le catalogue que j'ai date un peu.

3) Le mélangeur à diode Schottky (ou type 1N 23)
Il est construit aussi en guide d'onde. A une extrémité, il y a l'illuminateur de la parabole décrit en 1. A l'autre, on va fixer l'oscillateur Gunn avec la plaque iris prise en sandwich entre les deux (figures 1, 4 et 7).

La longueur totale de l'ensemble mélangeur-illuminateur n'est pas critique. La distance entre le groupe de trois vis et la diode mélangeuse non plus; elle est de un ou deux centimètres. Par contre, la distance entre la diode mélangeuse et l'iris **doit** être de $27 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$.

Les diodes mélangeuses sont à traiter avec les mêmes précautions qu'un MOSFET non protégé, car elles peuvent être endommagées par l'électricité statique. D'autre part, la tension inverse admissible n'est que de 2-3 V ce qui veut dire qu'on risque aussi de les «fusiller» en les testant à l'ohmmètre.

Le fonctionnement du mélangeur est fort simple (fig. 4): La diode mélangeuse reçoit le signal du correspondant via la parabole et son illuminateur. Les trois vis sont là pour adapter les impédances du guide et de la diode. Il faut les régler pour avoir la meilleure réception possible. Le signal reçu et celui de l'oscillateur local se mélangent dans la diode et l'on recueille aux bornes de celle-ci le signal MF à la fréquence de 30 MHz. Nous allons voir le pourquoi de ce 30 MHz. L'énergie 10 GHz en provenance de l'oscillateur Gunn, n'ayant pas été «consommée» par la diode mélangeuse, poursuit son chemin vers l'illuminateur et la parabole où elle est rayonnée en direction du correspondant. Que les puristes se rassurent: ce rayonnement de l'oscillateur local par l'antenne est indispensable, car on va s'en servir comme émetteur!

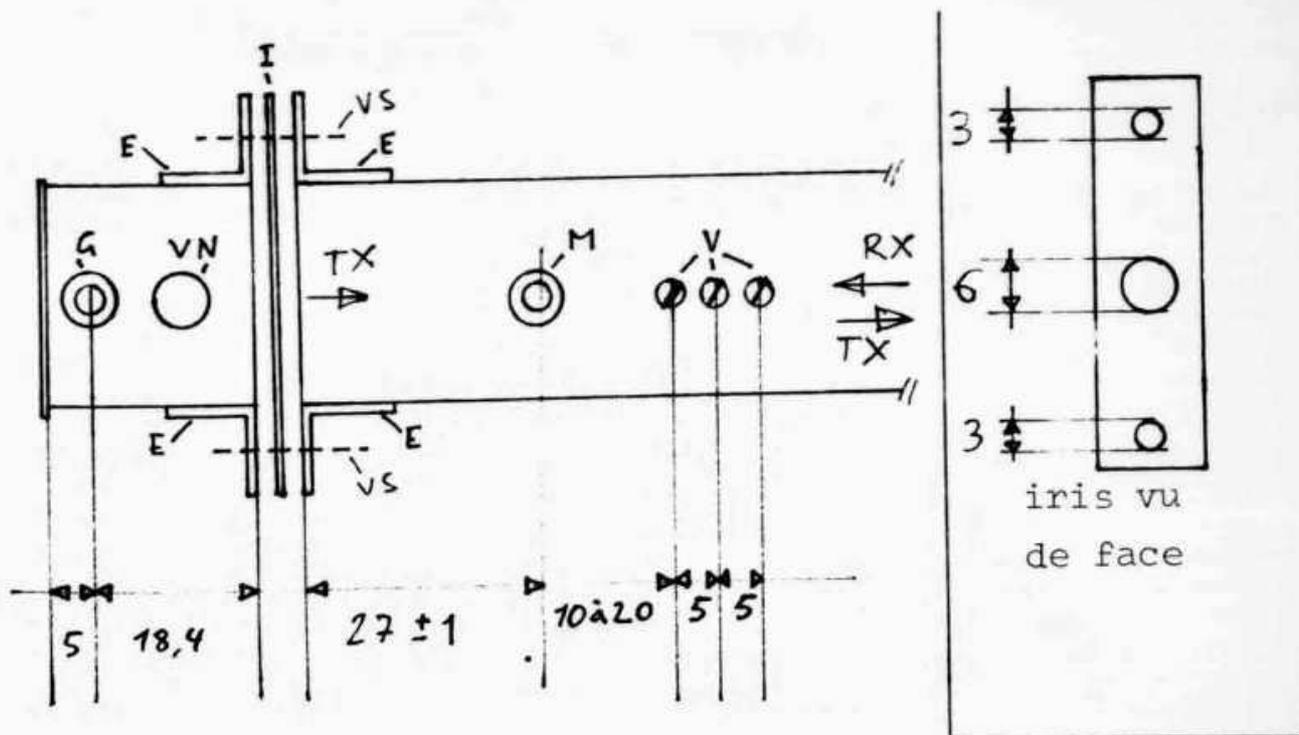


Figure 4: Gros plan sur l'oscillateur à diode Gunn et le mélangeur, vue de profil comme sur la figure

1. Dimensions en millimètres.

G: diode Gunn

VN: vis nylon M5 ou M6 dans trou taraudé, avec contre-écrou.

VS: vis de serrage.

E: équerres collées ou soudées, permettant l'assemblage de l'oscillateur et du mélan-

geur avec l'iris serré entre les deux. Le contact métallique doit être parfait sur tout le pourtour des guides d'onde, qu'il faudra rectifier avec soin.

I: iris (cuivre, laiton ou alu 0,5 mm)

M: diode mélangeuse

V: vis d'adaptation M3 laiton

TX: signal émis par l'oscillateur vers la diode mélangeuse et la parabole.

RX: signal reçu du correspondant via la parabole.

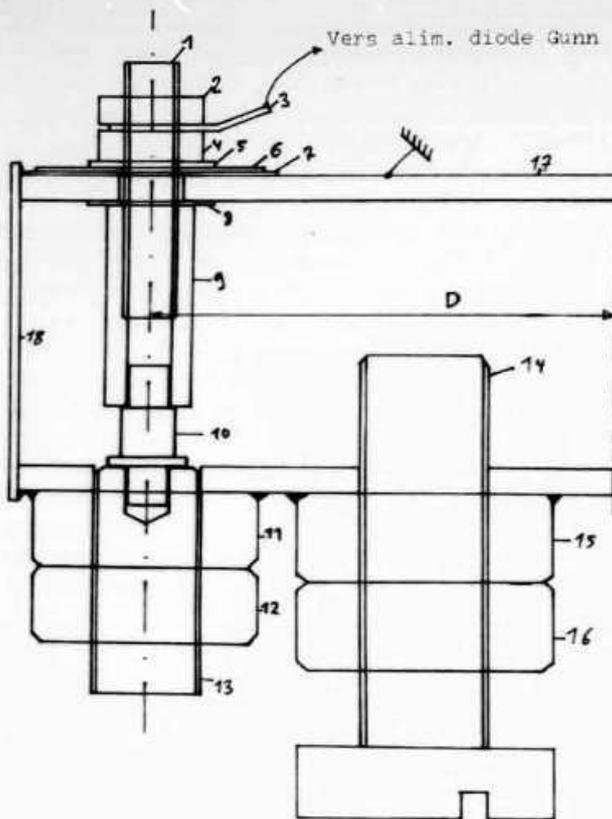


Figure 5: Détail du montage de la cavité oscillatrice à diode Gunn (vue de dessus).

- 1 vis M2 sans tête
- 2 écrou M2
- 3 cosse
- 4 écrou M2
- 5 rondelle M2
- 6 rondelle métallique de 9 à 10 mm de diamètre extérieur, servant au découplage 10 GHz.
- 7 rondelle isolante (polyéthylène 0,05 mm environ)
- 8 rondelle isolante (polyéthylène 0,05 mm environ)
- 9 entretoise de diamètre externe 4 à 4,7 mm, taraudée M2 d'un côté.
- 10 diode Gunn
- 11 écrou M5 soudé au guide.
- 12 contre-écrou
- 13 vis M5, percée à 2,5 mm d'un côté, bien dans l'axe (travail à faire au tour de préférence).
- 14 vis nylon M5 ou M6
- 15 écrou collé ou soudé au guide.
- 16 contre-écrou
- 17 guide d'onde (côté large)
- 18 plaquette métallique soudée obturant le fond de la cavité.

Prendre garde à ce que la vis M2 (1) ne soit pas en contact avec la paroi du guide (17) faute de quoi l'alimentation de la diode Gunn sera court-circuitée.

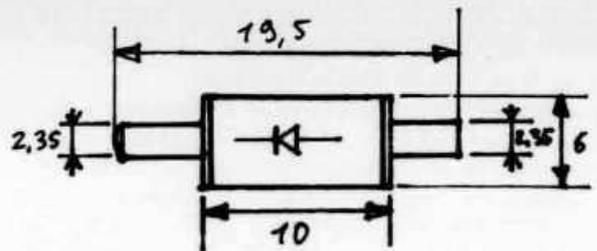


Figure 6: Une diode mélangeuse en polarisation horizontale. Dimensions en millimètres. L'électrode au bout arrondi (à gauche sur le dessin) correspond à la cathode. La diode peut être montée indifféremment avec cathode ou anode à la masse.

L'astuce consiste à ce que les deux stations **émettent en permanence** mais à 30 MHz l'une de l'autre. Prenons l'exemple d'une station A émettant vers B sur 10350 MHz et une station B sur 10380 MHz émettant vers A. La diode mélangeuse en A va recevoir du 10350 MHz de l'oscillateur local et du 10380 MHz du correspondant. $10380 - 10350 = 30$ MHz, que l'on va trouver aux bornes de la diode mélangeuse où se branche précisément le circuit FI 30 MHz.

En B, le calcul est le même, sauf que c'est du 10380 MHz qui vient de l'oscillateur local et du 10350 du correspondant. On voit que la FI est aussi à 30 MHz.

La liaison est dite semi-duplex, comme du téléphone, car chacun s'entend et entend son correspondant en même temps. Il n'y a pas besoin de commutation émission/réception.

4) L'alimentation de la diode Gunn

Elle se fait par l'intermédiaire d'un 7805 ou équivalent, dont la tension de sortie est augmentée à environ 8 V par un potentiomètre entre la patte habituellement connectée à la masse et la masse elle-même. En variant le réglage du potentiomètre, on varie la tension de sortie, que l'on va appliquer à la Gunn. Le courant consommé par la diode Gunn est compris entre 70 et 150 mA selon les modèles.

On applique aussi au régulateur une tension de quelques mV qui n'est autre que de la BF amplifiée en provenance d'un micro. En variant ainsi de quelques mV la tension d'alimentation de la Gunn, on obtient une modulation de fréquence de l'oscillateur local qui sert aussi, comme on l'a vu, d'émetteur (fig. 8).

Pour ajuster la tension d'alimentation de la Gunn, on assemble oscillateur, iris et mélangeur et on branche un milliampèremètre de faible impédance (quelques ohms) entre la borne «chaude» de la diode mélangeuse et la masse du guide. On applique +7 V à la diode Gunn, ce qui la fait osciller. Une partie du signal 10 GHz produit traverse l'iris en direction de la diode mélangeuse et de l'anten-

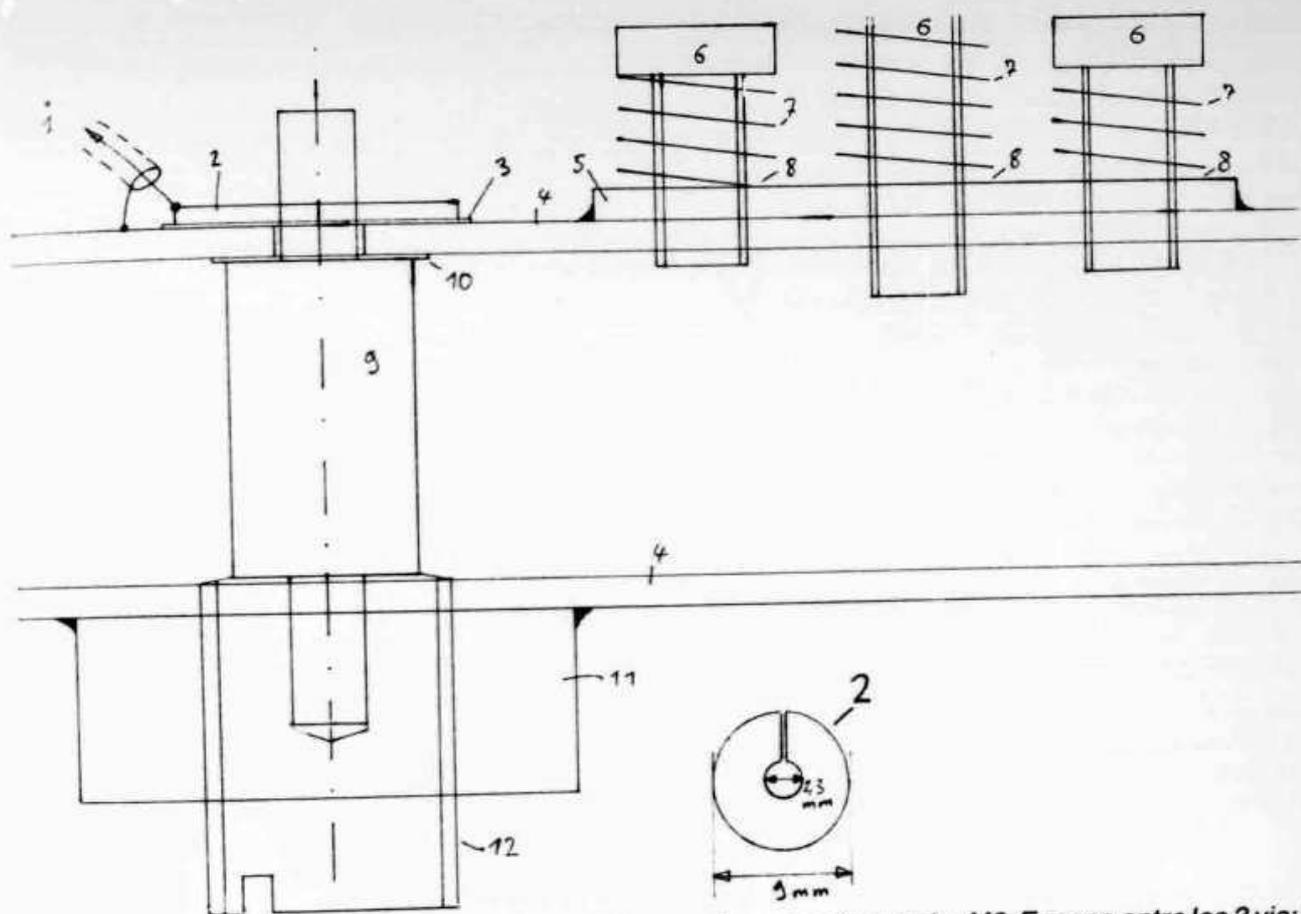


Figure 7: Détail du montage de la diode mélangeuse et des vis d'adaptation. Vue de dessus.

- 1 coax vers le montage FI 30 MHz
- 2 rondelle métallique fendue, de diamètre extérieur 9 mm et diamètre intérieur 2,3 mm, forcée sur l'électrode de la diode mélangeuse.
- 3 rondelle isolante (polyéthylène ou teflon 0,05 mm environ)
- 4 parois du guide d'onde.
- 5 plaquette laiton ou aluminium soudée ou collée.
- 6 trois vis laiton M3
- 7 trois ressorts de stylo à bille pour empêcher les vis de bouger.

8 percer et tarauder M3. Espace entre les 3 vis: 5 mm.

9 diode mélangeuse.

10 rondelle isolante

11 écrou laiton M8 soudé au guide.

12 vis M8 percée à 2,5 mm à un bout afin de pouvoir recevoir l'électrode de la diode mélangeuse qui sera mise à la masse. Le perçage doit être fait de préférence au tour.

Prendre garde à ce que l'électrode «chaude» de la diode ne soit pas en contact électrique avec la paroi du guide d'onde (en haut sur le dessin) faute de quoi le signal FI 30 MHz sera court-circuité.

ne parabolique. Le courant continu dans la diode mélangeuse, résultant de la détection du signal 10 GHz de l'oscillateur, est alors noté, puis on ajuste la tension d'alimentation de la diode Gunn entre +7 et +8,5V de manière à avoir un maximum de courant détecté par la diode mélangeuse. Une fois le réglage terminé, il faut vérifier que l'oscillateur démarre bien lors de la mise sous tension. Si on trouve un courant détecté supérieur à 2 mA, il faut réduire un peu la taille de l'iris (à 5,5 mm par exemple). La tension d'alimentation optimale de la diode Gunn est de 8 V environ. Le courant détecté c'est-à-dire la puissance produite à 10 GHz, diminue de part et d'autre.

5) La partie MF 30 MHz et BF

Elle comporte deux parties: un préampli adaptateur d'impédance (fig. 9) et un récepteur FM 30 MHz (fig. 10) dont la largeur de bande est de 150 kHz environ. L'impédance d'entrée du préampli est d'environ 300 ohms à 30 MHz, afin d'assurer l'adaptation avec la diode mélangeuse. Nous nous sommes inspirés du schéma donné dans le VHF/UHF Handbook de la RSGB. Il s'agit d'un montage aperiodique, qui a l'avantage de ne pas comporter de réglages. Il est conseillé de le réaliser avec du circuit imprimé double face, celle du côté composants servant de plan de masse. Le récepteur est réalisé au moyen d'un TDA 7000,

