

baren 135°-Ausleger befestigt wird. Der Rotor wird liegend montiert, wobei der Obermast-Dreh-teller fest mit dem Ausleger verbunden wird. Der Boom wird auf das jetzt drehende Rotorgehäuse aufgeschraubt. Mit dem Rotor-Steuergerät kann die Yagi-Antenne nun in jede gewünschte Schräglage gebracht werden um ein Empfangssignal auf maximale Stärke zu bringen. Auch das eigene Sendesignal wird bei der Gegenstation entsprechend stärker eintreffen. Zuerst muss natürlich mit dem Haupt-Rotor die richtige Empfangsrichtung eingestellt werden. Das Endresultat: Die Lesbarkeit von schwachen und weit entfernten Stationen, welche nur knapp über dem Rauschen hereinkommen, kann nun spürbar verbessert werden. Photo 1 zeigt die praktische Ausführung.

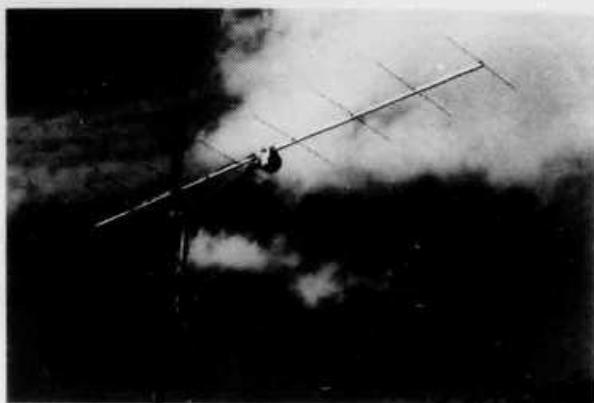


Photo 1: Praktische Ausführung der um die eigene Achse drehbaren Yagiantenne von HB9XAW

Emetteur de Télévision à modulation de fréquence 10 GHz

Dr. Angel Vilaseca (HB9SLV), 9, chemin des Prales, 1261 Bogis-Bossey
Serge Rivière (F1JSR), 2. HLM La Grangette, F-74200 Thonon-les-Bains

Même si l'idée d'utiliser une diode GUNN pour réaliser un émetteur 10 GHz est une solution moyennageuse (c'est de la technologie des années 60), elle reste encore l'une des plus simples pour obtenir un peu de Watts (!) à ces fréquences à coût et réalisation réduits. Après tout, le transistor a bien été inventé dans les années 50...

L'idée de base reste donc simple: Faire osciller dans du guide d'onde type WG 16 (ou WG 15) une diode Gunn. Quelques modèles de puissance (150 mW) sont encore disponibles à faible coût chez les ferrailleurs habituels. Voir à la fin de l'article.

La Gunn est montée dans une cavité construite avec un morceau de guide d'onde et elle est alimentée en tension continue à une valeur pouvant aller en général de 8 à 12 V. C'est tout ce qu'il lui faut pour qu'elle soit heureuse et qu'elle se mette

à produire des microondes à la fréquence de résonance de la cavité.

Mais on notera tout de suite 3 choses importantes:

- 1) la variation de la tension d'alimentation de la Gunn entraîne une variation de la puissance de sortie (Figure 1).
- 2) La variation de la tension d'alimentation entraîne une variation du courant consommé, mais d'une façon surprenante comme représenté également à la figure 1.
- 3) La variation de la tension d'alimentation de la Gunn entraîne une variation de la fréquence d'oscillation. On notera au passage que cette variation dépend aussi du coefficient de qualité de montage dans lequel est placée la Gunn.

Comme l'on peut s'en douter, cette variation n'est pas linéaire, loin de là! Bien sûr, il est toujours possible pour de faibles excursions de fréquence de

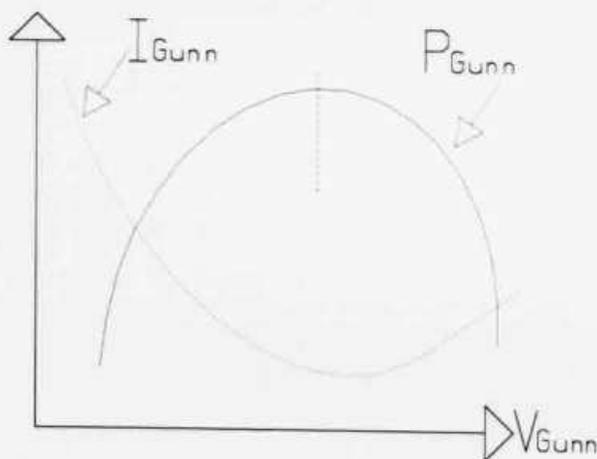


Figure 1: Variation du courant dans la diode et de la puissance HF émise par la diode Gunn, en fonction de la tension d'alimentation.

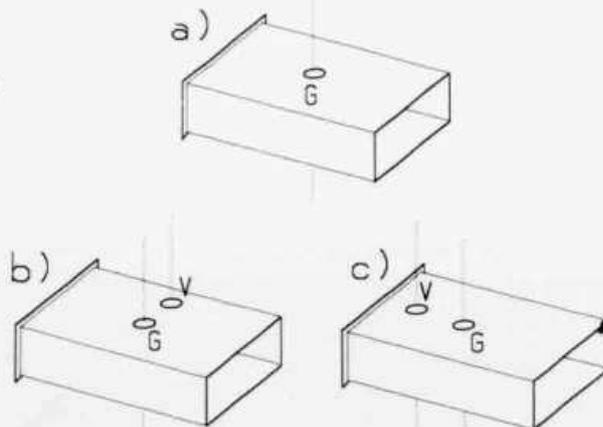


Figure 2: Trois manières de réaliser l'oscillateur à diode Gunn.

considérer des petites parties de courbes linéaires, mais en TV, avec des excursions de plusieurs MHz, le problème reste délicat.

Un autre moyen de moduler l'émetteur en fréquence est la diode varicap (figure 2).

La Varicap est une solution déjà employée dans certains modules, ou elle donne toute satisfaction, mais quand il faut se servir de la lime pour construire son émetteur, la satisfaction n'est plus la même. Un autre problème est que, comme la varicap absorbe une certaine quantité de HF, il faut la placer à un endroit où il n'y en a pas trop, pour ne pas pénaliser inutilement le rendement et surtout pour qu'elle ne soit pas détruite. Mais le fait de l'éloigner diminue son effet sur la fréquence. Il y a donc un compromis à trouver, par tâtonnements évidemment.

Une chose est sûre, le fonctionnement avec une varicap est bien plus stable et «sain» que de faire varier la tension de la Gunn pour faire de la FM, mais aussi plus difficile mécaniquement à réaliser. Question de choix ...

Sur la figure 2, nous voyons trois manières de réaliser l'oscillateur. On n'a représenté que le guide d'ondes muni d'un court-circuit (plaquette métallique soudée) à une extrémité et la ou les diodes. En a): diode Gunn seule placée à une demi-onde-guide du court-circuit. C'est la solution que nous avons retenue pour sa simplicité.

Une éventuelle Varicap (V) peut être montée décalée par rapport à la Gunn, soit latéralement (b) et/ou longitudinalement (c). En effet, le champ électrique HF est à son maximum à l'endroit de la Gunn, et il diminue au fur et à mesure que l'on se rapproche des petits côtés du guide et/ou du court-circuit.

Description

La figure 3 représente 2 modules séparés pour l'émetteur TV 10 GHz.

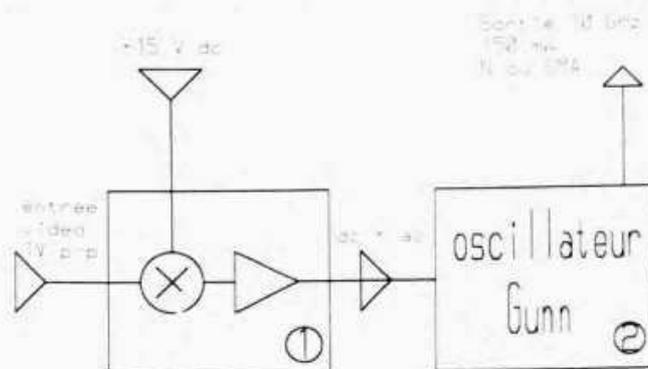


Figure 3: En 1: le modulateur. En 2: l'oscillateur.

1) le modulateur qui combine la tension DC pour alimenter la Gunn sous 8-12 V d'une part et d'autre part la vidéo qui a une amplitude variable de 0 à 3 v pour assurer le swing en fonction du signal vidéo. Le montage peut fournir jusqu'à 1,5 A, ce qui permet largement d'alimenter

la diode Gunn. Le modulateur intègre bien sûr la préaccentuation d'usage en TV FM.

2) L'oscillateur à Gunn est réalisé dans un tronçon de guide WG16. La sortie HF s'effectue sur une fiche type N ou SMA, ce qui n'est pas courant. L'intérêt d'une telle sortie sur fiche coaxiale est de pouvoir utiliser des composants coaxiaux sur ces fréquences : circulateur, mélangeur, atténuateur, commutateur, etc... et de pouvoir utiliser des appareils de mesure et de contrôle dont l'entrée est en coaxial : analyseur, bolomètre, fréquencemètre, etc... et enfin d'utiliser éventuellement du câble coaxial entre l'émetteur 10 GHz et l'antenne; le module Gunn pourrait donc rester au chaud, limitant ainsi la dérive thermique.

N'oublions pas en effet, qu'il s'agit d'un oscillateur libre. Si la température augmente, la cavité formée par le guide d'ondes se dilate. Puisque les dimensions de la cavité augmentent, sa fréquence de résonance, qui est aussi celle de l'oscillateur, diminue. Et vice versa lorsque la température baisse.

La dérive de fréquence en fonction de la température est de l'ordre de 100 kHz par degré centigrade. Une transmission à bande étroite est possible dans de telles conditions, à condition de rattrapper la dérive, manuellement ou au moyen d'un circuit approprié.

Mais la télévision en modulation de fréquence nécessite une excursion de 10 MHz au-dessus et au-dessous de la fréquence de la porteuse, c'est-à-dire mille fois plus qu'une liaison audio.

Comme on le voit, il faudrait varier la température de la cavité d'une centaine de degrés pour en arriver à ce que le récepteur «perde» le signal TV FM de l'émetteur. Un tel échauffement ne peut bien entendu se produire en aucun cas. Il ne le doit d'ailleurs pas, car les diodes Gunn sont réalisées en arséniure de gallium et la sensibilité à la chaleur de ce matériau est comparable à celle du germanium.

En pratique, si la cavité de l'oscillateur est enfermée dans un boîtier à l'abri des courants d'air, la dérive se fait principalement lors des premières minutes après la mise en route, puis la fréquence se stabilise.

Si la mise en oeuvre d'une diode Gunn est particulièrement simple, un de ses défauts est son faible rendement: quelques pour cent seulement. A titre d'exemple, notre diode absorbe une puissance de 4 W environ, mais ne fournit que 140 mW de HF, ce qui revient à un rendement de 3,5 %.

L'échauffement de la diode a lieu sur l'une de ses bornes principalement. Compte tenu des petites dimensions de ce composant, une dissipation de 4 W nécessite un radiateur qui soit à la fois efficace et appliqué sur la bonne borne (figure 8).

Les choses sérieuses

Description du modulateur

La schéma se trouve à la figure 4.

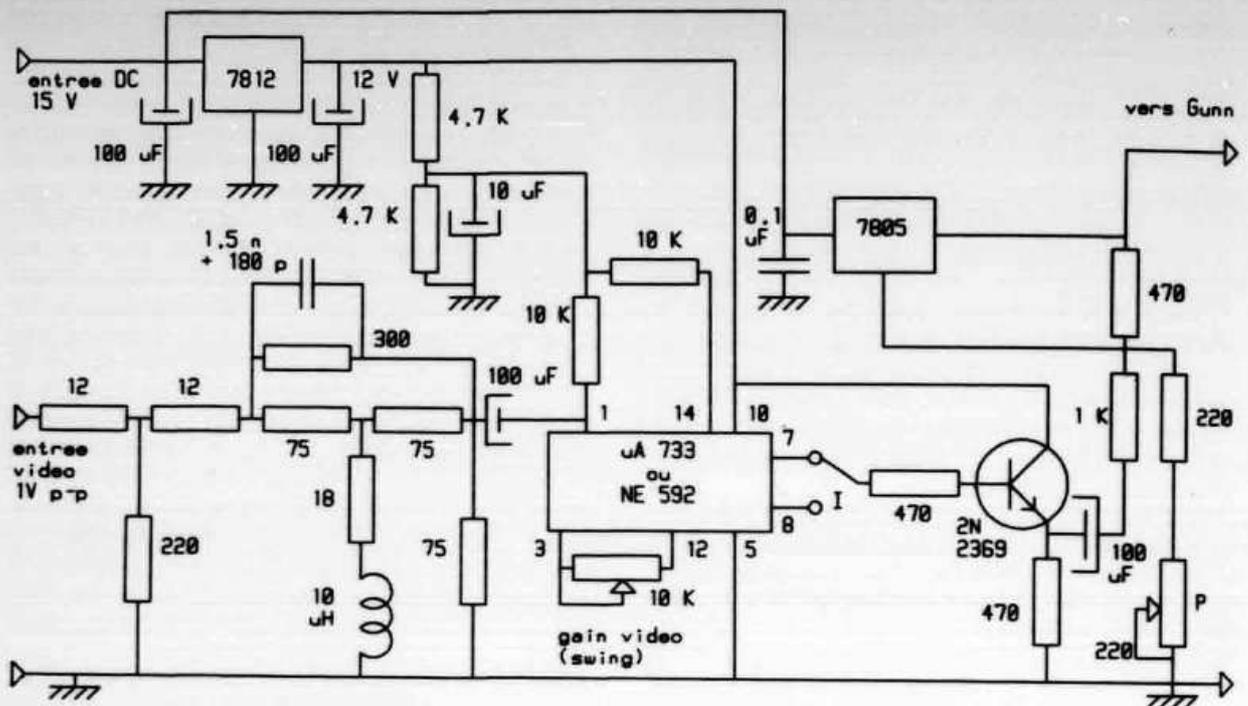


Figure 4: Schéma du modulateur.

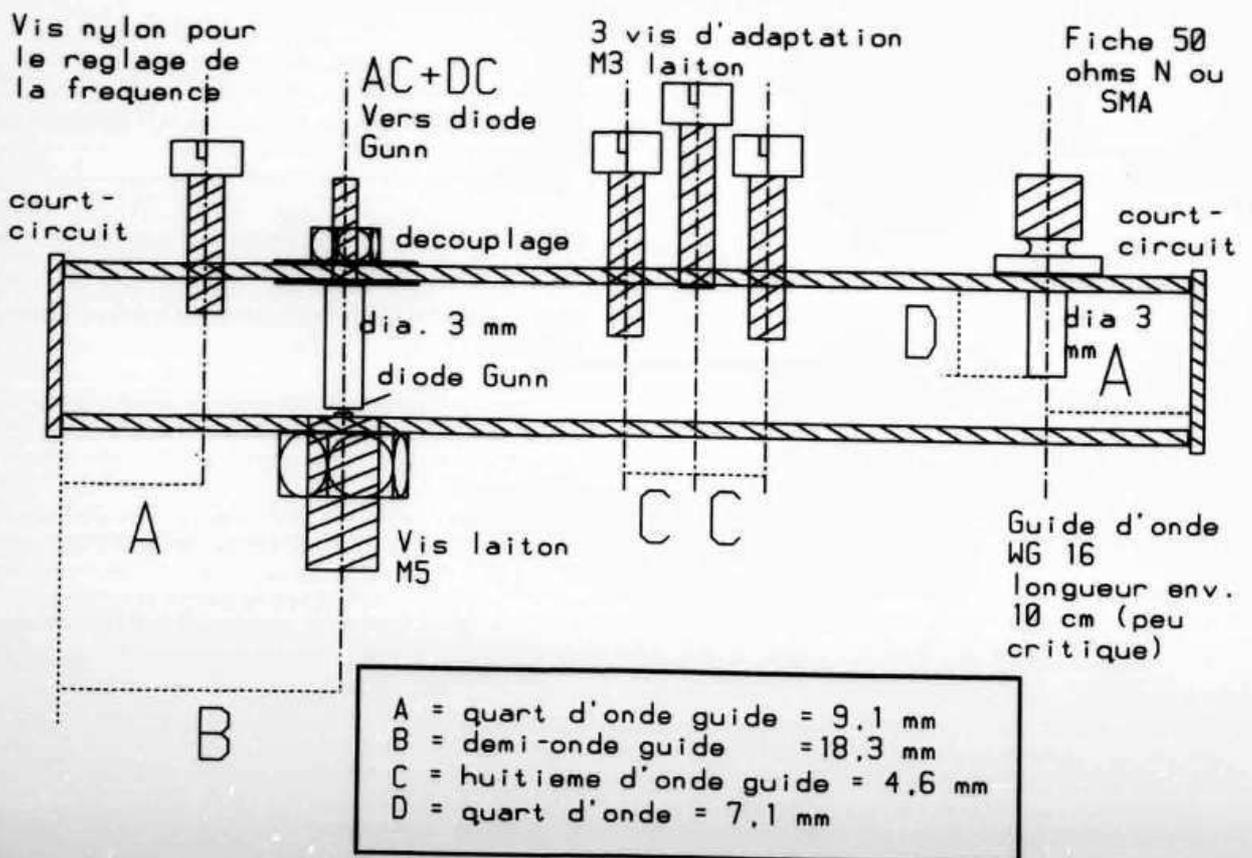


Figure 5: Schéma de l'oscillateur.

Pas de grand commentaire sur le montage du modulateur. Le signal vidéo passe tout d'abord dans un filtre de préaccentuation, puis il est amplifié par un ampli vidéo uA 733. Le gain de l'IC peut être ajusté par le potentiomètre. Plus le gain sera élevé, plus l'excursion en fréquence sera grande elle aussi. Un inverseur permet de choisir la polarité de la modulation (vidéo normale ou inversée) et un transistor abaisseur d'impédance envoie le signal sur la patte du régulateur 7805 qui sert normalement à l'IC de référence pour le potentiel de masse. Si l'on fait varier son potentiel de référence, le pauvre 7805, qui ne sait plus à quel saint se vouer, va répercuter la modulation vidéo sur sa patte de sortie, celle qui alimente la diode Gunn. Attention au choix de ce 7805, tous les exemplaires ne sont pas capables de laisser passer du 5 MHz! Faire aussi attention à bien découpler les alimentations, surtout sur le uA 733. Avant de connecter la Gunn, faire un essai sur «charge fictive» pour faire débiter le régulateur et contrôler en ajustant la résistance de 220 ohms qu'il y a bien variation de la tension DC en sortie. Appliquer de la vidéo à l'entrée et contrôler son acheminement jusqu'à la sortie du régulateur, ainsi que sa polarité et son amplitude.

WR	FREQUENCE D'UTILISATION (GHz)	DIMENSION (mm)
650	1.12 - 1.70	165.10 x 82.55
510	1.45 - 2.20	129.54 x 64.77
430	1.70 - 2.60	109.22 x 54.61
340	2.20 - 3.30	86.360 x 43.18
284	2.60 - 3.95	72.136 x 3.403
229	3.30 - 4.90	58.166 x 29.08
187	3.95 - 5.85	47.459 x 22.15
159	4.90 - 7.05	40.386 x 20.19
137	5.85 - 8.20	34.849 x 15.80
112	7.05 - 10.0	28.499 x 12.62
090	8.20 - 12.4	22.860 x 10.16
075	10.0 - 15.0	19.050 x 9.525
062	12.4 - 18.0	15.612 x 0.789
051	15.0 - 22.0	12.950 x 6.477
042	18.0 - 26.5	10.668 x 4.318
034	22.0 - 33.0	8.6360 x 4.318
028	26.5 - 40.0	1.1120 x 3.556
022	33.0 - 50.0	5.6900 x 2.845
019	40.0 - 60.0	4.7750 x 2.388
015	50.0 - 75.0	3.7590 x 1.880
012	60.0 - 90.0	3.0990 x 1.549
010	75.0 - 110	2.5400 x 1.270
008	90.0 - 140	2.0320 x 1.016
006	110 - 170	1.6510 x 0.826
005	140 - 220	1.2950 x 0.648
004	170 - 260	1.0920 x 0.546

Table 1: Fréquences d'utilisation et dimensions des guides d'ondes usuels.

Description de l'oscillateur à Gunn

La figure 5 montre le plan de construction de l'émetteur à diode Gunn.

La cavité esquissée à la figure 2 a simplement été prolongée et fermée à l'autre extrémité par un second court-circuit. A un quart d'onde-guide de celui-ci se trouve une fiche SMA ou N, réalisant ainsi une classique transition guide-coax. La tige de 3 mm soudée à la fiche se comporte simplement comme une antenne quart d'onde, extrayant la HF du guide. Noter que le quart d'onde dans le guide (A) n'est pas le même que le quart d'onde dans l'espace (D).

Tous les éléments (vis, fiche, diode) sont montés sur un des grands côtés du guide et centrés.

Rappel pour le guide d'ondes WG16:

A 10,5 GHz, la longueur d'onde dans le vide (et dans l'air libre) est de 28,55 mm. Toutefois dans le guide d'ondes WG16, le mode de propagation fait qu'elle est de 36,55 mm.

Dimensions du guide d'onde WG16:

ext 1" x 0,5" = 25,4 x 12,7 mm

int 0,9" x 0,4" = 22,8 x 10,1 mm

Le vrai guide d'ondes WG16 est difficile à trouver. Nous avons donc utilisé du tube laiton du commerce. On trouve en effet du tube standard bon marché, de dimensions sensiblement égales à celles du WG16.

60 GHz:	1,85 mm
50 GHz:	2,40 mm
40 GHz:	2,90 mm
26,5 GHz:	3,50 mm (ou APC 3,5) RIM (SMA) série 26,5 GHz
18 GHz:	RIM (SMA) BMA NP (N de précision) TNC série 18 GHz TK SUBRIM (SSMA) APC 7 (ou 7 mm)
11 GHz:	N C (recommandé 3 GHz) TNC
10 GHz:	BNC (recommandé 4 GHz) SUBVIS (SMC)
4 GHz:	SUBCLIC (SMB) BNC Mini Quick
3 GHz:	C
500 MHz:	UHF

Table 2: Fréquence maximale d'utilisation des connecteurs coaxiaux 50 ohms.

Continuation: old man 7/8 1993