

AMELIORATION DE LA PURETE SPECTRALE

DE LA SOUS PORTEUSE SON EN ATV

La bande de base transmise en ATV comporte souvent une ou plusieurs sous porteuse permettant de véhiculer du son ou des données.

Chaque sous porteuse n'étant jamais parfaitement sinusoïdale, la non linéarité du modulateur et des différents circuits va provoquer l'apparition de distorsion d'intermodulation.

Certains produits d'intermodulation tombent dans la bande passante et notamment dans la bande passante vidéo

Par exemple, on utilise fréquemment le couple de sous-porteuses 6MHz - 6,5MHz.

Voici alors quelques produits d'intermodulation parmi les plus gênants :

$$6,5\text{MHz} - 6\text{MHz} = 500 \text{ kHz}$$

$$2*6,5\text{MHz} - 2*6\text{MHz} = 1 \text{ MHz}$$

$$3*6,5\text{MHz} - 3*6\text{MHz} = 1,5\text{MHz}$$

$$4*6\text{MHz} - 3*6,5\text{MHz} = 4,5 \text{ MHz (voisin de 4,43 MHz)}$$

etc

A ces produits d'intermodulation entre les sous-porteuses, s'ajoutent les produits d'intermodulation entre chaque sous-porteuse et le signal vidéo.

On doit donc s'efforcer à conserver la meilleure linéarité possible de l'ensemble de la chaîne et veiller à la pureté spectrale de chaque générateur de sous porteuse.

Cas de l'oscillateur Colpitts

La génération des sous porteuses s'effectue souvent à l'aide d'un oscillateur Colpitts à transistor bipolaire ou à FET.

La figure 1 montre le schéma d'un tel oscillateur (cf F5AD – modulateur universel)

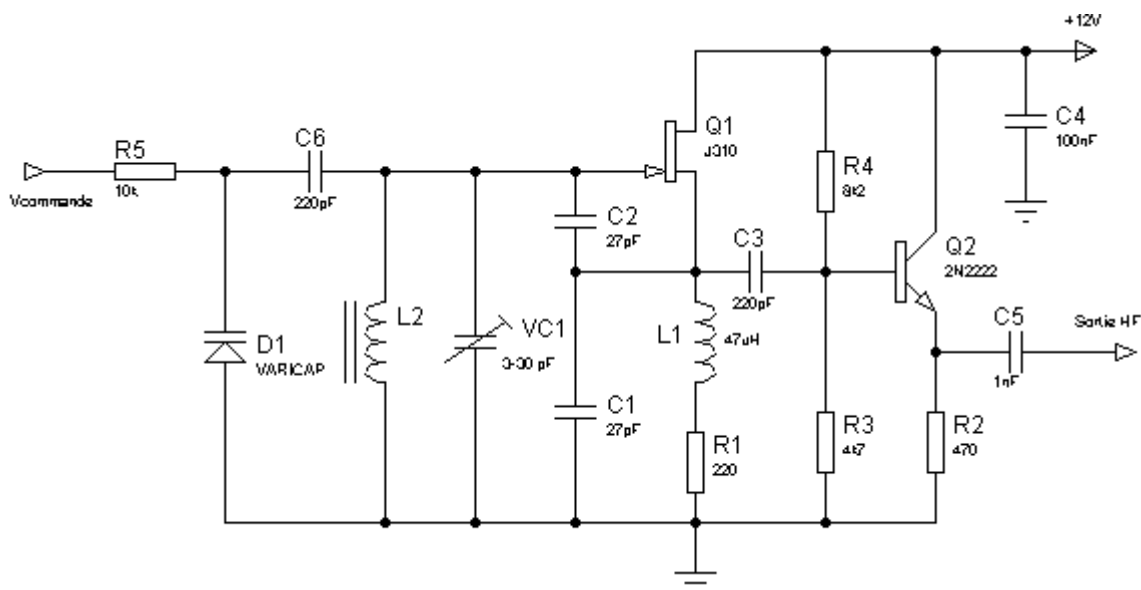


Figure 1 – Schéma typique d'un oscillateur Colpitts

Principe de fonctionnement

On montre qu'un élément actif de transconductance g_m placé dans la configuration de la figure 2 présente à la fréquence $f = \omega/2\pi$ une impédance d'entrée :

$Z_i = -g_m / C_1 C_2 \omega^2 - j(1/C_1 \omega + 1/C_2 \omega)$ dont la partie réelle est négative.

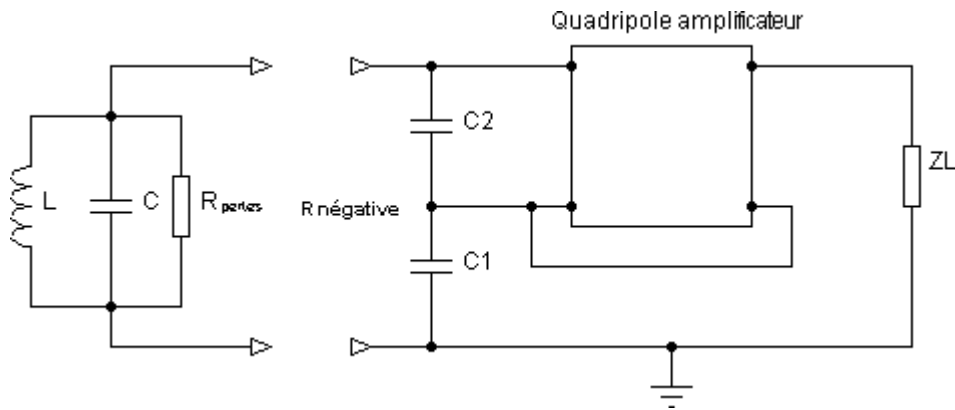


Figure 2 – Principe de l'oscillateur Colpitts

En connectant un circuit résonant à ce dispositif, le circuit se met à osciller à condition que la résistance négative compense intégralement les pertes dans le circuit oscillant.

L'oscillation démarre spontanément à cause du bruit généré dans le circuit par agitation thermique. La fréquence d'oscillation est celle du circuit résonant tenant compte de la présence des condensateurs C1 et C2.

Distorsion harmonique

L'amplitude de l'oscillation est en général limitée par la saturation de l'élément actif. Il en résulte une forme d'onde distordue, ce qui entraîne l'apparition de nombreuses harmoniques.

L'oscillogramme de la figure 3 montre la forme d'onde obtenue avec le circuit de la figure 1 et la figure 4 montre le spectre correspondant.

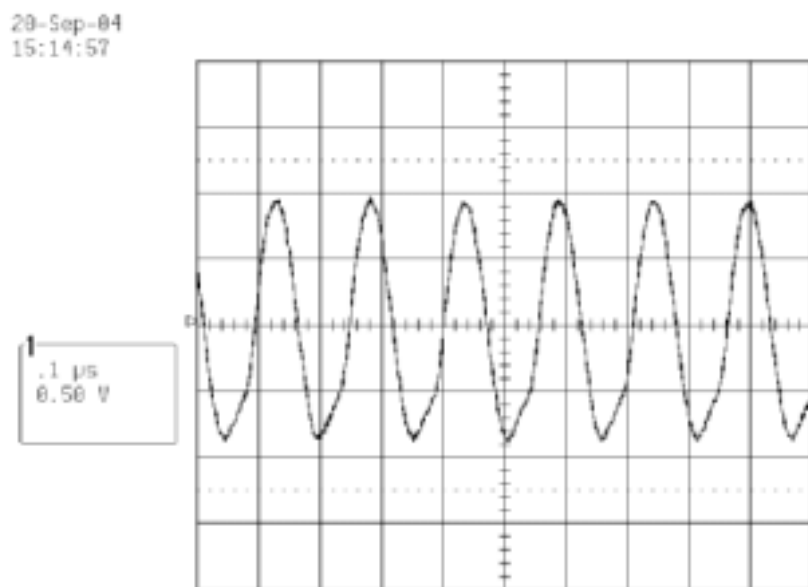


Figure 3 – Signal de sortie

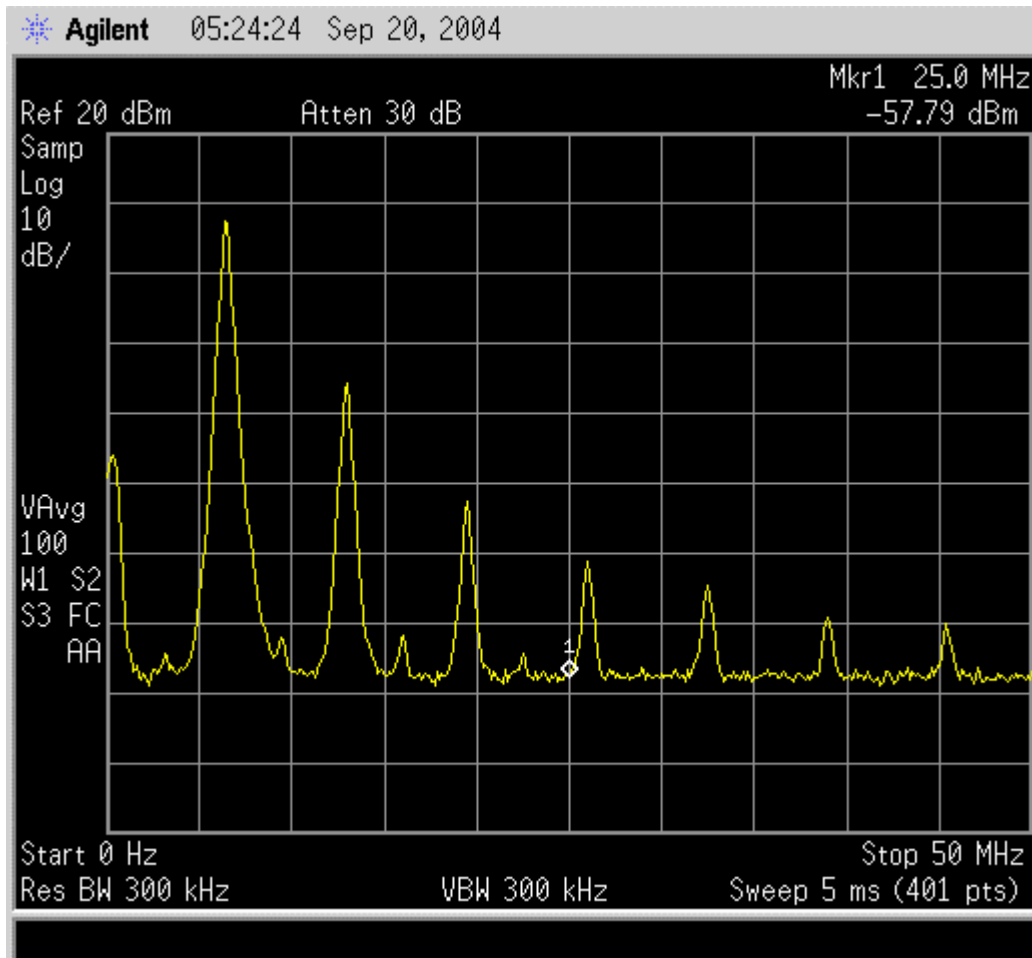


Figure 4 – Spectre de sortie (5MHz/div, 10dB/div)

Réduction des harmoniques

La réduction des harmoniques peut s'effectuer soit à posteriori par filtrage soit en agissant directement sur la cause au niveau de l'oscillateur.

Ceci peut s'effectuer en plaçant en parallèle avec le circuit oscillant un dispositif limiteur de tension qui empêche la saturation du transistor.

La méthode classique dans les oscillateurs Colpitts à FET consiste à connecter une diode entre gate et masse (cathode à la masse). Cette précaution est largement décrite dans la littérature, notamment dans l'ARRL Handbook de 1984.

Le principal inconvénient réside dans la très importante réduction du niveau de sortie.

Cependant, la connexion de plusieurs diodes en série permet de trouver un bon compromis entre pureté spectrale et amplitude de sortie.

A titre d'exemple, la figure 5 montre l'oscillogramme de la tension de sortie du circuit de la figure 1 en connectant 3 diodes 1N4148 entre gate du J310 et masse (cathode à la masse, voir schéma figure 7).

La figure 6 montre le spectre correspondant. L'harmonique 2 est 40 dB au dessous du fondamental, l'harmonique 3 est quasiment indécélable.

20-Sep-04
15:05:16

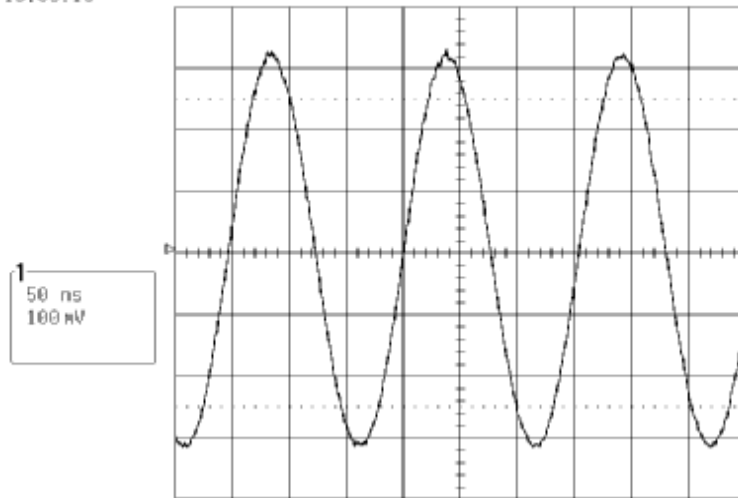


Figure 5 – Tension de sortie avec circuit limiteur à trois diodes

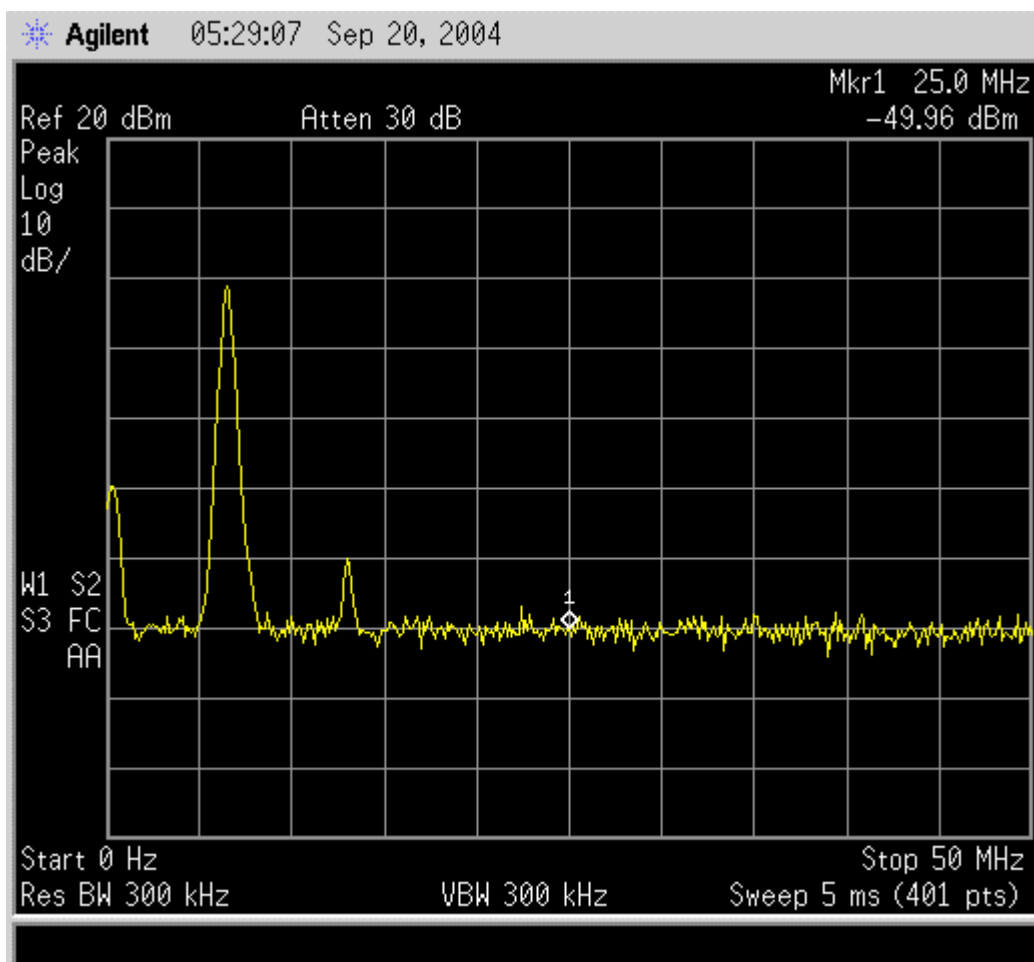


Figure 6 – Spectre du signal de sortie avec circuit limiteur à trois diodes

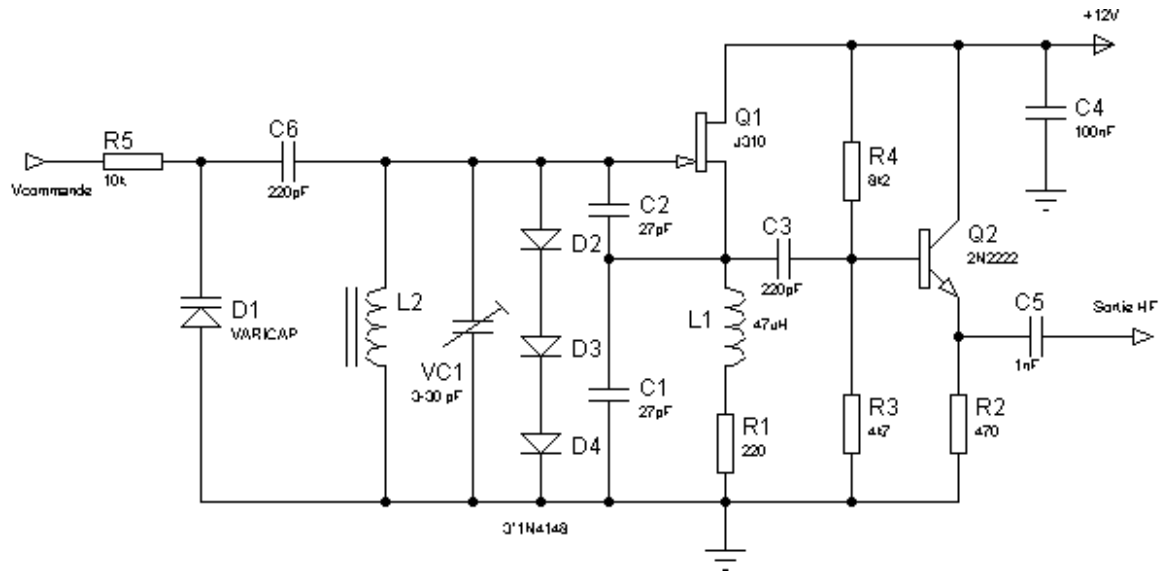


Figure 7 – Schéma de l'oscillateur modifié

Conclusion

Quelques précautions simples permettent d'améliorer grandement la pureté spectrale d'un oscillateur Colpitts à FET tel qu'on l'utilise fréquemment comme générateur de sous-porteuse son en ATV. L'utilisation de diodes de limitation permet notamment l'obtention d'un bon compromis pureté spectrale-amplitude de sortie. Une linéarité quasiment parfaite devra également être recherchée dans les étages amplificateurs et modulateur de manière à minimiser la distorsion d'intermodulation.