

RÉALISATION PERSONNELLE

Le Nemesis Evolution 2 x 20 W classe A

C'est le concept mufollower appliqué à un montage simple étage. Développé autour de deux transistors MOSFET identiques dont l'un converti en pseudo triode est chargé par un second lui-même associé en suiveur à un transformateur de sortie.

Jean-Pierre Hebras



Inspiré par le circuit SEPP de Philips des années 1960 (utilisant des pentodes EL86) d'une part et du montage Nemesis de Jean Hiraga, modifié par Pierre Johannet décrits dans la revue L'Audiophile d'autre part, j'ai déjà décrit en 2002/2003 un amplificateur à étage de sortie mufollower. Ce montage comportant un étage d'entrée à JFET (2SK30A) utilisait dans les montages cités ci-dessus, connecté à un étage de sortie mufollower (comparable à un circuit SRPP) utilisant deux transistors mosfet Hitachi 2SK135. L'un comme amplificateur chargé par le second dont la source était connectée via un condensateur d'isolement au primaire d'un transformateur de sortie d'impédance 25 ohms. Une contre réaction globale d'environ 30 dB permettait au montage de délivrer jusqu'à 30 Watts efficaces avec d'excellentes performances en terme de bande passante et de distorsion, mais également d'écoute.

Le circuit mufollower présente de nombreux avantages :

- fonctionnement en pure classe A.
- bonne réjection en mode commun (simplification de l'alimentation).
- impédance d'entrée élevée et faible impédance de sortie.
- travail en *push pull* série.
- courant de repos beaucoup plus faible que celui du montage tradition-

nel *single ended*.

Ce circuit permet donc de connecter à sa sortie, via un condensateur d'isolement, un transformateur sans entrefer d'impédance primaire deux à trois fois plus faible que celle du montage traditionnel. L'idée m'est donc venue de simplifier ce montage en lui supprimant l'étage d'entrée et la contre réaction. Bien qu'ayant une sensibilité élevée (35dB) les résultats d'écoute n'étaient pas au rendez-vous. J'ai donc entrepris la conversion du mosfet amplificateur en pseudo triode, exercice que j'avais déjà appliqué sur des réalisations décrites en 2001/2002. Je tiens à préciser que l'idée de la conversion d'un mosfet en pseudo triode m'a été inspiré par l'article de M. Benaya paru dans la RDS du mois d'avril 2000. Mes diverses expérimentations ont abouties à la description du présent montage que j'ai baptisé Nemesis Evolution.

Circuit de conversion d'un mosfet en pseudo triode

Afin d'admettre le bien fondé de ce projet il est nécessaire au lecteur de bien comprendre le processus de conversion. Pour simplifier le raisonnement j'utiliserais la comparaison avec les tubes électroniques. Dans les développements qui vont suivre, les grandeurs utilisées (tensions et cou-

rants) concernent exclusivement les régimes variables notés :

$$V_a/V_{ds} - I_a/I_{ds} - V_g/V_{gs}$$

Par contre lorsqu'il s'agira du régime stable (en l'absence de modulation) elles seront affectées d'un indice «o» : $I_{dso} - V_{dso} - V_{gso}$

Le transistor mosfet possède des caractéristiques comparables à celles d'un tube pentode, à la différence qu'il existe en canal N et en canal P. L'équation qui lie le courant circulant dans une pentode ou un mosfet à la tension de commande de grille ou de gate est la même :

$$I_a = S \cdot V_g / I_d = G_m \cdot V_{gs}$$

S et G_m représentent respectivement la pente du tube (mA/V) et la transconductance du mosfet (A/V). Dans les deux cas les courants I_a et I_{ds} sont indépendants de la tension V_a ou V_{ds} aux bornes de la pentode ou du mosfet.

Considérons maintenant l'équation

du tube triode :

$$\rho \cdot I_a = V_a + \mu V_g \quad (\rho \text{ représente la résistance interne et } \mu \text{ le coefficient d'amplification}).$$

Ces deux paramètres sont liés entre eux par la relation :

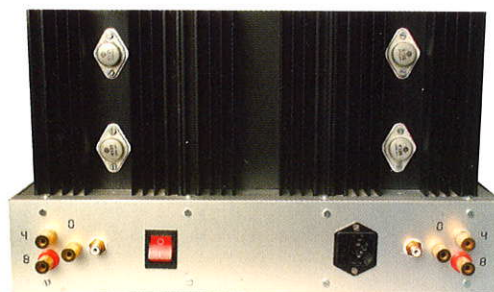
$$\mu = \rho \cdot S \quad (S : \text{étant la pente ou transconductance du tube}).$$

Cette équation de la triode peut donc s'écrire sous la forme :

$$I_a = V_a/\rho + \mu/\rho \cdot V_g = V_a/\rho + S \cdot V_g$$

En comparant les équations de la pentode et de la triode, nous constatons que le courant I_a est tributaire simultanément de la tension de commande de grille V_g et de la tension aux bornes du tube. Si l'on veut transformer une pentode ou une tétrode en pseudo triode, il suffit de relier la grille écran G_2 à son anode. Pour le mosfet qui ne possède que trois électrodes (une seule grille ou gate) il faut avoir recours à une astuce qui consiste à introduire le terme V_{ds} dans son équation, tel que : $I_{ds} = f(V_{gs}, V_{ds})$. La méthode consiste à injecter dans le circuit d'entrée, par l'intermédiaire d'un pont (R3/R4), une fraction de la tension de drain V_{ds} grâce au pont diviseur (R1/R2). Ce mécanisme est illustré par les figures 1a et 1b. Les ponts R1/R2 et R3/R4 doivent impérativement être indépendants l'un de l'autre, ce que l'on réalise simplement grâce au petit transistor T1. Les tensions V_{ds} et V_{gs} sont naturellement en opposition de phase alors que, les tensions V_g et V_{gs} sont elles en phase. Le diagramme de la figure 1b permet de dégager la relation suivante :

$$V_{gs} = \frac{V_{ds} \cdot R_2 \cdot R_4}{R_1 + R_2} + V_g \cdot \frac{R_3}{R_3 + R_4}$$



A l'arrière, une bonne séparation des deux canaux au niveau connectique. Le radiateur central reste "passif", mais joue un rôle non négligeable dans la meilleure dissipation de ses voisins...