

Montages à tubes à tensions faibles

Partie 2 : Plus de puissance

Burkhard Kainka

Il va sans dire que les vrais tubes de puissance tels que les EL84, EL95, ECL80 et ECL86 et bien plus encore un PL504, fournissent, à des tensions d'anode faibles, une puissance bien plus importante que celle dont sont capables les ECC81 et ECC82 évoquées dans la première partie. Il devient même possible, dans le cas du PL504, d'attaquer un haut-parleur standard à condition qu'il ait une faible impédance, et cela à une tension d'anode de 27 V seulement.

Nous aurons en outre l'occasion, dans cette seconde partie, de vous présenter quelques tubes miniatures en provenance de Russie, qui, étant des tubes destinés à être alimentés par piles, non seulement s'en sortent à

une tension d'anode faible mais également se caractérisent par une puissance de chauffage moindre.

Une fois que les premiers essais à base de ECC81 et ECC82 eurent

comme résultat de prouver qu'il serait bien qu'avec le casque d'écoute utilisé l'amplificateur à tube pour casque d'écoute ait une puissance un peu plus importante, il fallut essayer de trouver un autre tube pouvant travailler à des courants plus importants. Les candidats entrant en ligne de compte sont tous les tubes de puissance (tubes de sortie) tels que les EL84, EL95, ECL80, ECL86 et types similaires.

EL95

Nous avons testé ici un EL95 d'occasion. Le EL95 est une pentode, il possède partant 2 grilles de plus qu'une... triode. La grille 2 doit être reliée à la tension d'alimentation, la grille 3 devant l'être à la masse. Les pentodes se targuent d'un facteur d'amplification plus élevé que les triodes et d'une distorsion inférieure à celles-ci. L'alimentation du EL95 s'est faite ici sous 12 à 24 V. On retrouve, en **figure 1**, le circuit requis



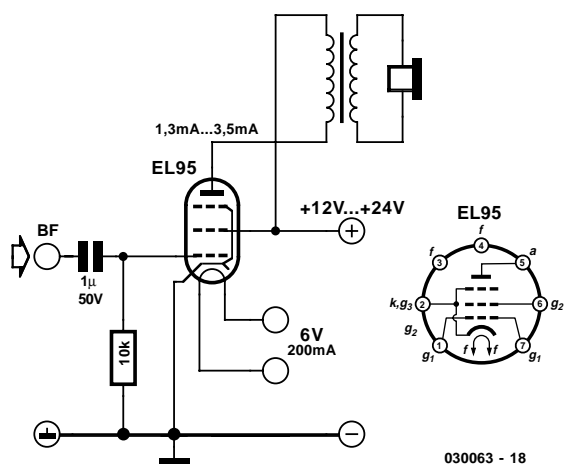


Figure 1. Amplificateur à base d'un EL95.

pour une version mono-canal et le brochage du tube. Avec son courant de chauffage de 200 mA seulement, le EL95 est un tube relativement économe. Ceci n'empêche pas d'atteindre des courants d'anode de 1,3 mA à 12 V et de 3,5 mA à 24 V. Pour peu que l'on utilise un transformateur adéquat, il est possible d'obtenir de bonnes puissances. Il est possible ainsi, par exemple, d'alimenter un amplificateur pour casque d'écoute stéréo de faible impédance (32 Ω) à l'aide d'une tension d'alimentation asymétrique de 12 V fournie par un adaptateur secteur lorsque l'on met en série les filaments de chauffage des 2 tubes et que l'on se contente de 12 V pour l'alimentation des anodes. Si l'on porte l'accent sur une bonne tonalité, utiliser le bon transformateur revêt une importance capitale.

Les transformateurs de très petite taille présentent une résistance filaire importante et entre trop aisément en saturation magnétique. Si l'on utilise un transformateur de taille plus importante, si le problème de saturation a disparu, l'inductance devient plus faible de sorte qu'il devient impossible de transférer les graves dans leur totalité. Dans ces conditions, un transformateur secteur ne peut remplacer un transformateur BF (audio) qu'imparfaitement. Il faudrait en fait bobiner un transformateur spécifique pour chaque étage à tubes, mais cela deviendrait bien trop complexe. Les choses étant ce qu'elles sont, nous en revenons ainsi peut-être nouveau au schéma le plus simple et on connecte le casque d'écoute directement à la ligne d'anode. La pratique nous apprend que cela

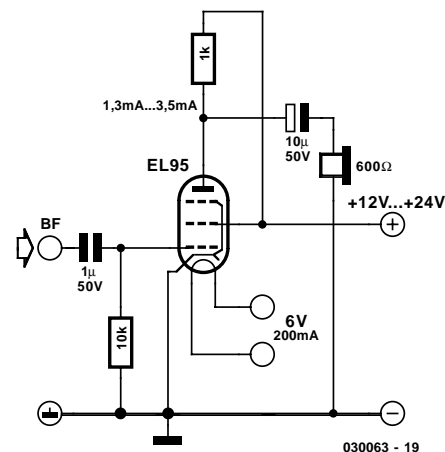


Figure 2. Amplificateur pour casque sans transformateur avec EL95.

fonctionne, avec un casque de 600 Ω étonnamment bien. La question se pose cependant s'il est bien prudent d'appliquer au casque un courant de, par exemple, 3,5 mA. Chaque système consomme, au repos, une puissance électrique inférieure à 7,5 mW. La charge thermique ne paraît pas être trop élevée, sachant que les casques d'écoute sont prévus, par exemple, pour un maximum de 100 mW. Autre question que l'on peut se poser : le déplacement mécanique de la membrane, lorsque l'état de repos est quitté, pose des problèmes. Le courant continu produit, pratiquement, une « tension de polarisation » mécanique. Théoriquement, cela pourrait entraîner une modification du son. Dans la pratique, nous n'avons cependant pas pu découvrir d'inconvénient. De ce fait, il semble intéressant, en règle générale, de réaliser un amplificateur pour casque d'écoute sans transformateurs.

Si l'on veut éviter tant le transformateur que le passage de courant continu dans le casque, il ne reste pas d'autre solution qu'un couplage par condensateur (figure 2). Cependant, dans ce cas-là, on est forcé de se rabattre vers un casque d'écoute à impédance élevée (600 Ω). Si le volume est plus faible qu'il ne le serait en cas d'utilisation d'un transformateur de sortie idéal, il est parfaitement suffisant pour la majorité des applications.

Ampli de classe A à base de PL504

Un rien de plus ? Que penseriez-vous d'un petit amplificateur pour haut-parleur en classe A à base de PL504 ? Le PL504 est un tube de dimensions plus importantes à support Magnoval, qui a été utilisé dans les étages de puissance de ligne de postes de

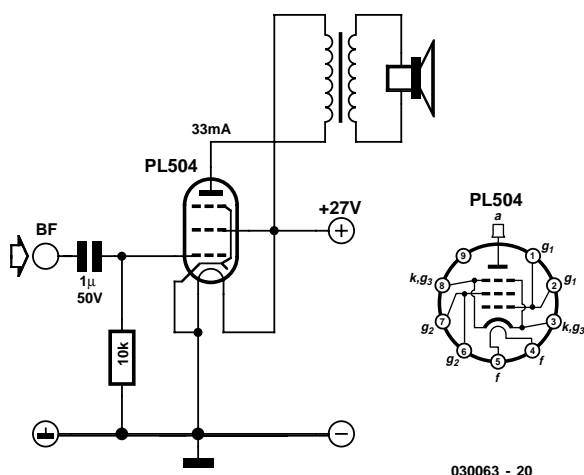


Figure 3. Amplificateur pour haut-parleur utilisant le PL504.

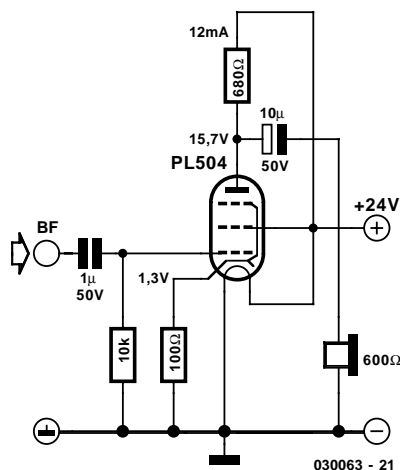


Figure 4. Étage de sortie pour casque travaillant à 24 V.

télévision. Son chauffage se fait à 27 V/300 mA. Il est judicieux partant d'opter du même coup pour une tension d'anode de 27 V.

Lors de leur utilisation dans un étage de ligne, ces tubes devaient supporter des courants d'anode allant jusqu'à 500 mA. On peut imaginer qu'ils sont également en mesure de travailler à des tensions plus faibles.

Des essais sous 27 V se traduisent par un courant d'anode de 33 mA. Cette valeur dépasse le courant d'anode à laquelle devrait fonctionner, si l'on en croit sa fiche de caractéristiques, un EL95 alimenté sous 250 V. Ceci explique qu'un PL504 permette, à 27 V, de réaliser un amplificateur pour haut-parleur parfaitement viable.

Les résultats sont satisfaisants si l'on n'utilise pas un transformateur trop petit. L'impédance de connexion devrait se situer aux alentours de 800 Ω. Nous avons testé le schéma avec un transformateur un peu plus costaud de 230 /24 V. Le rapport des enroulements est de 10:1, le rapport des impédances étant partant de 100:1. Un haut-parleur de 8 Ω fait exactement l'affaire vu que le tube « voit » alors 800 Ω. Un coup d'oeil à l'oscillo permet de constater que le transformateur est très exactement ce qu'il nous faut. Lorsque, dans le cas d'une surmodulation des 2 demi-ondes, l'amplificateur les écrête presque de la même façon, tout va pour le mieux dans le meilleur des mondes.

Dans la réalité, il s'avéra que cet amplificateur (figure 3) était capable de fournir une bonne puissance et un son agréable. La dissipation au niveau de l'anode étant proche d'un watt, on peut s'attendre à quelque chose de bien.

La tension de 27 V sort quelque peu de l'ordinaire, ce qui explique que nous ayons pro-

cedé à des essais à 24 V. À cette tension, le chauffage du tube est un peu plus faible. Cela ne semble pas avoir de conséquence sensible. Le courant d'anode chute à 25 mA, mais le son ne change pratiquement pas lui.

Amplificateur pour casque à PL504

Si l'on désire réaliser uniquement un amplificateur pour casque d'écoute, le PL504 dispose de suffisamment de réserves pour un couplage RC en sortie. Une résistance de cathode de 100 Ω définit une tension de polarisation de grille de -1,3 V. Simultanément, par la contre-réaction qu'elle introduit, elle diminue la distorsion. Une résistance de 680 Ω prise dans la ligne d'anode sert au découplage du

signal amplifié. Avec ce circuit (figure 4), la moitié seulement du courant du signal amplifié passe par le casque d'écoute, l'autre moitié se frayant un chemin au travers de la résistance d'anode. Dans le cas d'un courant d'anode de 12 mA on peut fort bien se permettre de telles largesses.

La réalisation de cet amplificateur pour casque ne pose pas le moindre problème vu qu'il n'est pas nécessaire de se casser la tête pour mettre la main sur un transformateur de sortie convenable.

Le montage se caractérise par une excellente tonalité et une puissance sonore importante. Si donc vous arrivez à mettre la main sur une paire de PL504, ne cachez pas votre plaisir. À noter qu'il existe également le EL504 qui connaît une tension de chauffage

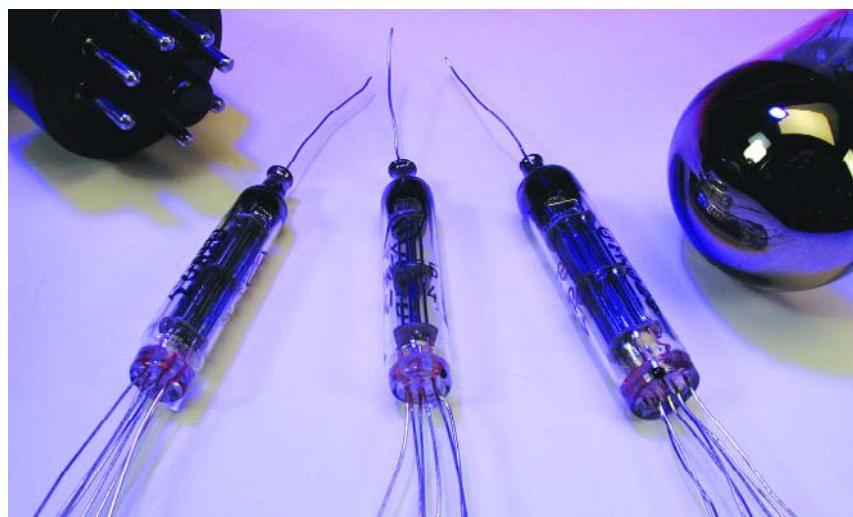


Figure 5. 1P24B, 1P24B et 1P25B.

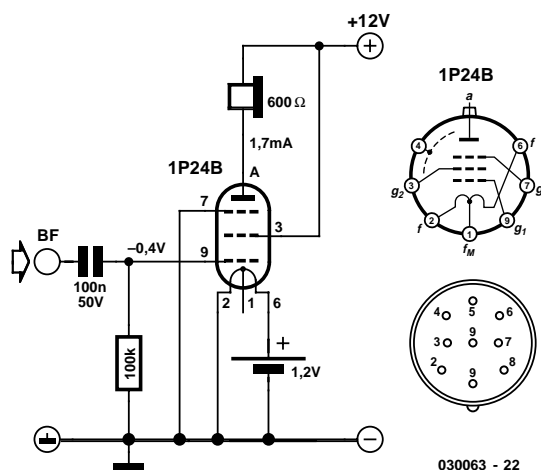


Figure 6. Ampli BF faisant appel à un 1P24B.

de 6,3 V à un courant de 1,3 A, c'est-à-dire le même tube doté d'autres filaments de chauffage. Il existe bien évidemment nombre d'autres pentodes de puissance qui pourraient être mises en oeuvre avec un circuit similaire.

Tubes basse-tension de Russie

L'ex-URRS a mis sur le marché des tubes miniatures destinés à être alimentés par pile(s), tels que les 1SH24B, 1SH29B sans oublier les 1P24B (**figure 5**). Ce type de tubes existe encore en grande quantité et à un prix très abordable. Ils possèdent des broches à souder directement ce qui élimine le besoin de supports spéciaux. L'une des caractéristiques marquantes de ce type de tubes est une cathode à chauffage direct. Le filament de chauffage fait également office de cathode. Cette spécificité a des conséquences sur le concept électronique vu que, par exemple, il est problématique, de brancher des filaments de chauffage en série.

Un premier test avec un 1SH29 révèle des caractéristiques parfaitement utilisables : à $U_a = U_{g2} = 40$ V le courant d'anode est de 3 mA. Pour ce faire, la grille 1 a été mise à la tension de la broche du filament de chauffage négatif. La pente est de l'ordre de 1 mA/V. Le tube peut également se contenter d'une tension d'anode plus faible, mais cela se traduit par des diminu-

tions sensibles du courant d'anode et de la pente.

La plupart des tubes possèdent une construction concentrique. Il en va tout autrement avec ce type de tubes. Au centre on trouve un filament de chauffage fin faisant office de cathode chauffée, les 1SH29 et 1P24B en possédant même deux. Toutes les autres électrodes prennent la forme de filaments ou de grilles disposées parallèlement par rapport à la cathode. On dispose ainsi d'un tube à la fois très solide et efficace.

Dans le cas du 1SH24B (pentode HF) le courant de chauffage atteint, à 1,2 V, 13 mA seulement, une merveille d'économies. Avec le 1SH29B (pentode universelle de $P_a = 1,2$ W), le courant de chauffage est de 64 mA sous 1,2 V ou de 32 mA sous 2,4 V. Un premier essai à base de 1SH29B donna d'excellents résultats : à $U_a = U_{g2} = 40$ V nous avons un courant d'anode de 3 mA, lorsque l'on force la grille 1 à la tension de la broche de chauffage négative. La pente se situe à nouveau aux alentours de 1 mA/V. Ce tube aussi peut travailler à une tension d'anode plus faible, mais cela se traduit par une réduction du courant d'anode et de la pente. Même à une tension de 12 V seulement, les valeurs obtenues dépassent les caractéristiques d'un ECC81.

Un cran plus haut nous trouvons la 1P24B (pentode de puissance de $P_a = 4$ W). Le P de sa dénomination pourrait signifier Puissance car ce

Liens

Il suffit d'entrer une paire de mots, vente + tubes par exemple, pour trouver toute une série de sites vendant des tubes ou fournissant des adresses de points de vente. Nous ne pouvons bien entendu pas prétendre être exhaustifs...

<http://www.halfin.com/shop/>
<http://home.worldcom.ch/alpha/pages/bricoleurB.html>
http://perso.wanadoo.fr/michel.terrier/radiocol/detail/links.htm#fournisseurs_radio
<http://www.htd.fr/PDV.htm>
<http://www.htd.fr/Catalog/CF.htm>

Informations diverses

<http://optimisetonampli.chez.tiscali.fr/lampe.htm>
 Ciel Electronique
<http://www.cielelec.com/composants/composants.htm>
 Pollin Electronic <http://www.pollin.de/>
 Oppermann
<http://www.oppermann-electronic.de/Roehren/roehren.html>

petit tube est impressionnant. S'il est vrai qu'il lui faut un courant de chauffage relativement élevé de 240 mA sous 1,2 V, il donne à une tension d'anode de 12 V, des résultats très acceptables. À une tension de grille nulle, on obtient un courant d'anode de 2 mA à une pente de 1,5 mA/V. Ce tube convient partant à merveille à la réalisation d'un petit ampli pour casque d'écoute. La **figure 6** vous propose le schéma d'une électronique ayant fait ses preuves destinée à un casque à haute impédance.

(030063-2)