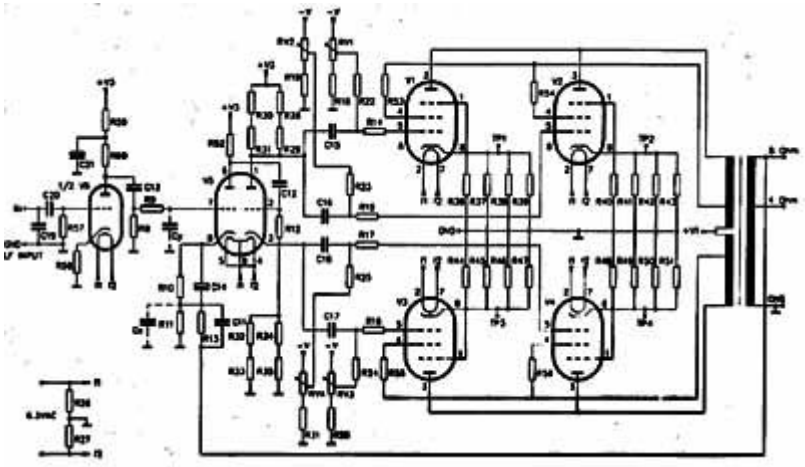
Un amplificateur à lampes assez connu, car il a été fabriqué en grandes quantités est l'ampli Velleman K4000, modifié plus tard en K4040. C'est un amplificateur push pull assez classique au look soigné.

-

-

La firme Velleman était à l'origine une firme belge qui fabriquait différents kits, l'assortiment est très étendu. Le siège de l'entreprise est situé à Gavere près de Gand. La mondialisation jouant, la firme est devenue internationale et vend principalement par correspondance via des distributeurs.



K4000

L'amplificateur Velleman K4000 est un amplificateur qui a été vendu tout fait ou en kit à monter soi-même. Le design est assez réussi, tout le monde s'accorde là dessus.

Le schéma est standard, il se compose d'une triode préamplificatrice **ECC83** non découplée comme étage d'entrée, la seconde triode est utilisée pour l'autre canal.

Il y a ensuite un étage amplificateur **ECC82** qui reçoit la contre-réaction sur la cathode et la seconde triode est utilisée comme **déphaseur cathodyne** (aussi appellé split load) pour commander les tubes de puissance.

L'étage de puissance se compose de 4 **EL34** par canal pour une puissance totale de 95W din ou 200W musicaux. L'amplificateur travaille en classe A jusqu'à 15W pour passer graduellement en classe AB à partir d'une puissance plus élevée. Le montage est ultra-linéaire, qui est la meilleure formule pour les tubes EL34.

Le courant de repos est réglé sur 41mA par tube, ce qui produit une dissipation d'environ 16.5W par tube au repos. L'amplificateur dissipe environ 130W en haute tension au repos. Un courant plus élevé fait fonctionner les tubes en classe A jusqu'à une puissance plus élevée mais limite la puissance maximale, tandis qu'un courant plus faible fait passer l'ampli plus rapidement en classe AB mais permet une puissance un peu plus élevée. Cette puissance plus élevée est obtenue avec une tension plus élevée à l'entrée. Le courant de repos plus faible fait se déplacer le point de fonctionnement des tubes de puissance vers la partie de la courbe où le gain est moins élevé.

Technical data (*)

Output power:
- 2 X 200W music power.
- 2 X 95WRMS in class AB.
- 2 X 15W in class A.

Output impedance 4 or 8 ohm.
Ultra-linear output transformers.
Switching-on delay, as protection for the output valves: ±1min.

Power bandwith (max. output): 10 - 60KHz (-3dB)
Frequency band: 4 - 100KHZ (-3dB ref. 1W)
Harmonic distortion:
- 0.08% (1KHz / 1W)
- 0.63% (1KHz / 95W)

Signal-to-noise ratio: >102dB (A weighted with respect to 95W)
Channel separation: >67dB with respect to 95W

Input impedance: 100K ohm.
Input sensitivity: 0dB (0.775mV RMS) for 95W.
Damping factor: 20

* modifications reserved

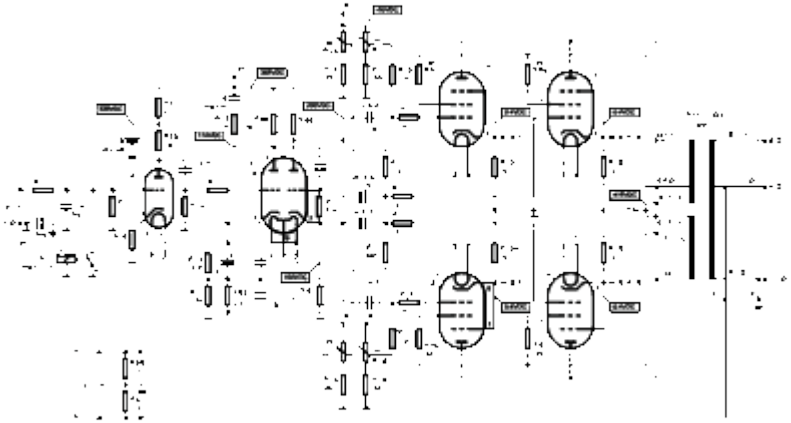
Ce qu'on ne voit pas sur le schéma, c'est que l'ampli utilise des transformateurs toroïdes pour l'alimentation et les transformateurs de sortie. Un transformateur toroïde a généralement une bande passante plus étendue, et cet ampli monte jusqu'à 100kHz (pourquoi faire? personne n'entend ces fréquences).

A l'écoute, les clients trouvent qu'il s'agit d'un amplificateur assez standard, avec un régistre moyen fort dominant. Le remplacement des tubes d'origine (Shuguang?) par des tubes de meilleure qualité (JJ Electronic) produit directement une amélioration de l'image sonore.

Des auditeurs ont signalé plusieurs problèmes, comme un ronflement assez présent, qui peut être éliminé en torsadant les fils des filaments et en ne mettant le boitier qu'à un seul endroit à la masse. Une instabilité haute fréquence peut être éliminée en ajoutant certains petits condensateurs. La bande passante est un peu réduite, mais les distorsions sur transitoires sont mieux controlées.

Un autre problème est récurrent, c'est la destruction des résistances cathodiques des tubes de puissance quand l'amplificateur est resté un certain temps à l'arrêt. Ce probleme (et la solution) se trouve ici: **réparations d'amplificateurs à lampes**. Des utilisateurs font savoir que les fusibles qui doivent protéger l'ampli sont des fusibles lents alors qu'on aurait mieux fait d'utiliser des fusibles rapides.

Le taux de distorsion est assez élevé à puissance maximale, même avec la contre réaction enclenchée. Il ne faut pas chercher bien loin l'origine de ces distorsions à volume élevé: un montage cathodyne n'est pas conçu pour commander des tubes de puissance du genre EL34 (et surtout pas deux tubes en parallèle).



K4040

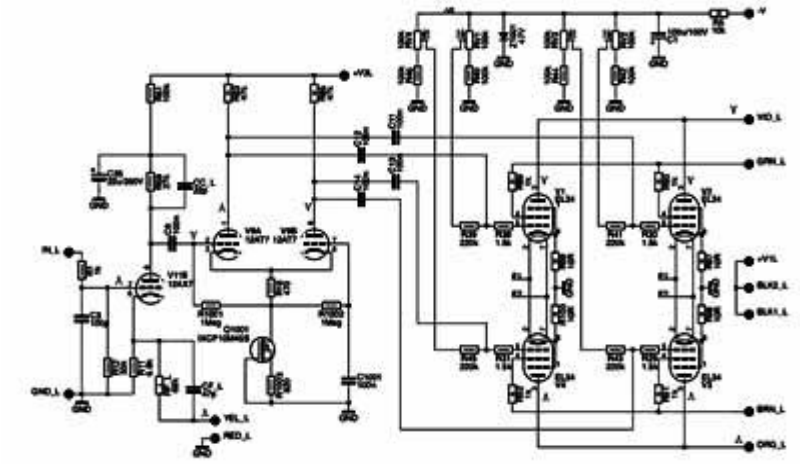
La dernière version de l'ampli (celle qui est actuellement fabriquée) est le modèle **K4040** qui reprend les caractéristiques du K4000, notamment une puissance de 2 × 95W (dont 15W en classe A).

Elle a des caches autour des lampes (ces caches pouvaient être commandés séparément pour la version K4000 au prix de 50€ pour 11 caches). Il y a également une série de leds qui permet de régler plus aisément le courant de repos des tubes de puissance, mais le schéma même n'a pas fort changé.

On a ici éliminé les résistances multiples en série ou en parallèle pour les remplacer par une seule résistance: c'est une bonne chose, une résistance à film métallique de 1 ou 2W vaut mieux que 4 résistances carbone standard.

Une différence: on a échangé les tubes ECC82 et ECC83: on utilise maintenant un ECC82 comme préamplificateur (ou bien il y a quelque part une erreur dans le schéma). Ce tube ECC82 est également utilisé comme préampli dans le monobloc K8010 (voir plus loin). Le ECC82 a un gain très faible mais une pente élevée et est mieux à sa place comme déphaseur, tandis que le ECC83 est trop faible pour commander des tubes de puissance.

On utilise ici partout des condensateurs de couplages de 22nF, pour les étages de puissance on aurait mieux fait de mettre 100nF. Il n'y a vraiment pas de règles en ce qui concerne les condensateurs de couplage chez Velleman: dans les différents amplis on passe sans raison de 22nF à 68nF et même à 2µF pour un couplage inter-triodes.



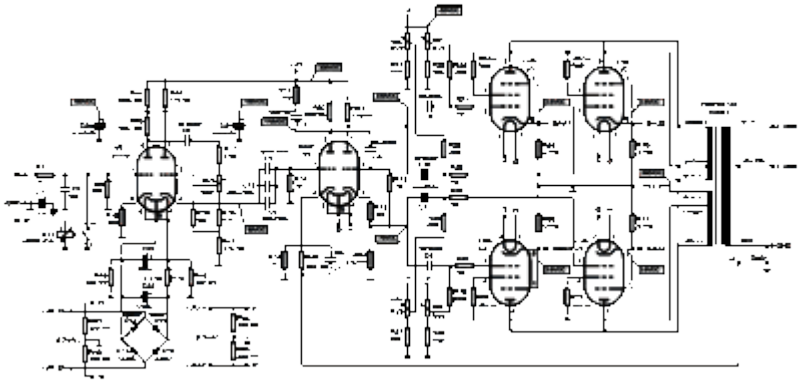
K40x0_mods

Cela n'a donc pas duré longtemps avant que des modifications apparaissent à gauche et à droite, dont le but est d'éliminer le cathodyne sans trop modifier l'ampli. La modification qui s'impose est un **déphaseur long tail** à défaut de pouvoir construire un vrai montage Williamson (il manque une triode).

La contre réaction est maintenant appliquée à la première triode. On aurait tout aussi bien pu envoyer la contre réaction à l'autre grille du déphaseur pour ne pas avoir à modifier l'étage d'entrée. En principe il est même possible d'envoyer la contre réaction aux cathodes communes du déphaseur (la contre réaction prélevée au secondaire du transfo de puissance est à basse impédance).

La mode est au transistors à effet de champ ou aux sources de courant programmables, comme ici avec un IXCP10M45S. Un tel composant permet une meilleure symmétrie des deux sorties. Le tube d'origine a également été remplacé par un ECC81 qui a à la fois un gain en tension plus élevé et une transconductance (gain en courant) plus élevée. Ce tube est mieux à sa place pour commander l'étage de puissance.

Autrement le schéma n'est pratiquement pas été modifié. Certaines résistances ont été remplacées par des résistances à film métallique de meilleure qualité (l'ampli dans sa configuration K4000 a de nombreux composants qui ne tiennent pas la route). Les 4 résistances cathodiques de 39Ω des tubes de puissance ont été remplacées par une seule résistance bobinée de 10Ω.



Tout comme on appelle le montage long tail "Mullard" parce que le fabricant a utilisé ce montage dans tous ses circuits, on devrait appeller le montage cathodyne "Velleman". Mullard était d'ailleurs également un fabricant de kits dans les années 1950-1960.

K8010

Un autre amplificateur de Velleman est le **monobloc K8010**. Pourquoi un monobloc? Parce qu'un amplificateur qui fournit 65W en classe A consomme environ 150W en haute tension, et un ampli avec un transfo d'alimentation haute tension de 300W (et 100W de chauffage) c'est vraiment très lourd.

L'amplificateur présenté ici est tout aussi bizarre que le précédent. Nous avons un étage d'entrée équipé d'une double triode **ECC82** suivi d'une cathode suiveuse, c'est l'autre triode du tube.

Nous avons ensuite à nouveau un étage amplificateur avec **ECC81** avec la contre réaction qui arrive sur la cathode. La seconde triode de la lampe est utilisée comme cathodyne.

L'étage de puissance est formé par 4 **KT88** dans un montage ultra linéaire. Le courant anodique est fixé à 75mA, ce qui donne une dissipation de 30W, en deça des limites du tube (42W). Selon les spécifications, la prise pour le branchement ultra linéaire doit se trouver à 40%.

Et de nouveau il y a tout plein de trucs qui clochent dans cet ampli:

- **Pourquoi utiliser un ECC82 comme préampli?**
  Cette triode a un faible gain en tension et est normalement utilisé comme étage d'attaque. L'amplification de la triode est de 14× et la résistance cathodique non découplée ne va pas améliorer les choses.

  En utilisant un ECC82 à la place d'un ECC83 on réduit les distorsions. Mais cette lampe a également un gain moins élevé, on n'a donc aucun avantage à utiliser un ECC82.

- **Pourquoi utiliser la seconde triode comme cathode suiveuse?**
  On utilise ici 3 condensateurs de 680nF, ce qui nous donne une capacité totale de 2µF. Ce sont des valeurs qui sont d'application dans les amplificateurs à transistors, pas pour commander une triode basse puissance. Pour coupler la sortie à la triode suivante, on utilise une valeur normale de 68nF, et même les étages de puissance utilisent une telle valeur pour les deux tétrodes en parallèle.

  Il n'y a aucune raison d'utiliser une cathode suiveuse et un condensateur de couplage de 2µF pour attaquer l'étage suivant, qui est une triode tout à fait normale.

- **Pourquoi (à nouveau) un montage cathodyne?**
  Les tétrodes à faisceau dirigé KT88 (kinkless tetrode) ont besoin d'une amplitude alternative de commande de 60V pic-pic pour arriver à la puissance nominale, et c'est vraiment très limite avec un montage cathodyne. De plus, le montage cathodyne n'est pas destiné à commander des tubes de forte puissance (et deux en parallèle sur chaque phase en plus!). Le tube ECC81 se tire le mieux de cet exercice (en comparaison des ECC82 et surtout ECC83), mais ce n'est pas l'idéal.

Ces monoblocs ne se sont pas tellement vendus et je n'ai trouvé aucune modification sur le net.

On aurait mieux fait ici d'utiliser un vrai Williamson, la référence en ce qui concerne les étages qui précèdent les tubes de puissance. Et ici on a juste le bon nombre de triodes, ce qui n'était pas le cas avec le montage précédent: préampli: 1/2 ECC83,

cathodyne: 1/2 ECC83, attaque par montage long tail: ECC81. Si on utilise un montage Williamson avec les tubes de puissance polarisés en classe AB, on arrive sans problème à une puissance de 100W avec comme bonus que la consommation au repos est bien moindre. Les KT88 ont été conçus à l'origine pour un fonctionnement en classe AB.

Conclusion

Conclusion: on peut tout faire avec des lampes, elles sont moins regardantes que les transistors. Même un circuit mal fichu se vend bien et sonne pas trop mal.

Dans la gamme des aplificateurs Velleman il manque les amplificateurs à puissance plus faible. Il ne faut pas oublier que la puissance en pointe d'un ampli à lampes est pratiquement le double de sa puissance continue.

- Un amplificateur avec 4 tubes **EL84** est idéal pour une chambre à coucher (j'écoute la musique dans ma chambre à coucher) ou pour amplificateur pour ordinateur. Ici on peut sans craite utiliser un cathodyne, les tubes EL84 ont assez d'une tension de commande de 10V rms (30V pic à pic). La puissance est de 10W si on veut un taux de distorsion très bas, inférieur à 0.1%.
- Pour un appartement normal, un ampli avec 4 tubes **EL34** par canal (pour une puissance de 40W en continu) est amplement suffisante.

Finalement je me suis rendu compte qu'un ampli avec des EL84 (plus tard j'ai fait de stests avec des EL86) est trop faible, même pour ma chambre à coucher et j'ai remplacé les tubes de puissance par des **EL508** qui sont bien plus à leur aise.