

Préamplificateur phono à Tubes Western Electric 310A / 418A

Les personnes jeunes qui débutent la réalisation d'un préamplificateur phono LCR pensent que c'est nouveau, mais l'égalisation LCR était déjà utilisée il y a 50 ans par la Western Electric pour les systèmes appelés "reproducer".

La platine WE était référencée 1304 et le groupe de reproduction était utilisé pour les différents usages de la diffusion sonore. Le système comporte 5 courbes, et est conçu pour les cellules WE9A (9B), et inclus l'égalisateur KS13386, le transformateur 171A, le moteur

A l'époque, les disques étaient gravés en latéral, vertical avec des égalisations différentes selon les compagnies de disques, donc toutes les courbes pouvaient être lues et devaient être correctement reproduites. En 1939, WE annonce les cellules 9A et 9B, qui sont des cellules "moving coil", avec l'ensemble de bras, correction, sélecteur... appelé 109A (figure 1).

La sortie se faisait par le transfo intégré 171A, et la correction était équipée d'une bobine équipée de prises intermédiaires permettant de sélectionner les 7 courbes. Bien sur les condensateurs étaient sélectionnés en même temps. La sortie se fait sur 30, 250, 500 Ohms et doit être connecté à une charge adaptée. Même pour une cellule MC, je suis impressionné par le fort niveau de sortie. En parallèle, WE avait d'autres systèmes d'égalisation D-94257BV fabriqués à partir de 1932 et TA7439 à partir de 1937, tous de type LCR.

Avantages du LCR :

Quand l'audio a commencé à devenir "grand public", les corrections LCR ont été remplacées par des corrections "RC", surtout pour des raisons de coût. De nos jours, les corrections phono se font avec une contre réaction (CR) mais comme cela a été vu dans le numéro de juin, la CR fixe est favorable pour le bruit pour les constructeurs grand public, mais les constantes de temps et la distorsion transitoire sont moyennes. Les maniaques du DIY choisissent souvent les corrections RC ce qui est également difficile par la position de ces corrections entre étages.

Okamoto Labs s'est penché sur le LCR il y a 10 ans avec une unité d'égalisation complète appelée LCR-1A d'impédance 600 Ohms. L'avantage du LVCVR est qu'il présente une impédance constante en entrée et en sortie, donc la réponse et la phase sont idéales que ce soit en amont ou en aval des étages d'amplification. Il n'y a pas de forte résistance intégrée entre étage d'amplification en série, la quantité d'information et le rapport signal-bruit sont donc améliorés, par rapport aux égalisation RC.

Tango a aussi sorti des selfs d'égalisation EQ-2L il y a 6 ans pour les corrections RIAA (où il ne manque les R et C) et des ensembles complets EQ-600 plus faciles à utiliser. Dans la revue MJ de mars 1985, M Yogo Matsuoka a fait un appareil avec ces EQ2L. Cette fois, j'essaie de faire deux préamplis LCR : un modèle avec des tubes 310A WE et le correcteur Okamoto LCR1A et un avec des tubes 418A WE et des correcteurs Tango EQ600.

Circuit LCR :

Figure 2A : circuit avec Okamoto 1A / figure 2B : circuit avec Tango 600Q

Il y a plein de manières de concevoir un filtre en Pi et on peut mieux le comprendre en séparant les deux parties comme présenté en figure 3. Je vais l'expliquer brièvement en utilisant l'exemple de l'égalisateur 1A Okamoto, mais les calculs seraient compliqués et déplorables si on entre trop dans les détails.

L1 : turn over et L2 : roll off, voir en schéma 3.

Le signal entre en A et passe dans L1 et en sortie avec RA et RC vers la masse quand la fréquence augmente, l'impédance de L1 (ou L2) augmente et la réactance de Ca (ou CA) diminue, donc le signal décroît.

Quand la fréquence est basse, la constante est choisie pour suivre la courbe RIAA, tous en gardant l'impédance à 600 Ohms. Donc si les valeurs ne sont pas bonnes, la courbe RIAA ne sera pas respectée. Ce n'est pas un "pont" tant qu'on n'a pas appliqué la charge de 600 Ohms à la sortie.

EN utilisant les caractéristiques de L, C à partir d'un niveau de 0dB à 1000Hz, l'impédance de L augmente avec la fréquence et la réactance de C diminue, donc la sortie du pont baisse. Si la fréquence baisse, l'inverse se passe et la sortie augmente. C'est le fonctionnement basique du LCR. Même si la sortie baisse ou monte, l'impédance est conservée. Même si ce principe est simple, il est difficile de faire des selfs de haute qualité, qui ne saturent pas avec des forts signaux, il n'y en a presque pas sur le marché.

La figure 4 présente un exemple de calcul de L2 pour la coupure, on ne présente pas le calcul pour la capacité, car il faut introduire les nombres complexes, mais la différence est présentée en pointillés. Cela ne correspond pas à la courbe RIAA à 1500Hz, mais avec l'atténuation de L2, cela fonctionne. Sans le calcul de la capacité il y a des différences avec la courbe RIAA mais on comprend bien le principe. Les produits suivent la courbe RIAA à +/-0.2dB et ils offrent une réponse musicale riche.

Circuit type 310A :

Photo 1 : les correcteurs sont symétriques / Photo 2 : l'appareil a bel aspect avec les 6 tubes 310A.

Le circuit est présenté en figure 5 et en figure 6 avec les tubes 418A. Les deux correcteurs LCR utilisent des impédances d'entrée et de sortie de 600 Ohms.

En entrée on trouve un premier étage d'amplification avec tube 310A. Comme le tube a forte impédance interne, il est utilisé en triode, mais il n'y a pas de transformateur qui soit bien adapté. Cela serait bien d'utiliser un bon transformateur large bande avec 30-40 kOhms d'impédance, c'est le transfo WE 506A qui est utilisé ici. Il supporte 8mA et a une impédance d'entrée de 60 kOhms, comme le secondaire est 600 Ohms, c'est Ok pour connecter le correcteur LCR. Le circuit complet comporte 3 étages, avec le transformateur de sortie qui abaisse le niveau pour alimenter l'égalisateur, donc en fait le circuit est composé de 2 étages amont et un étage aval de l'égalisateur.

La figure 7 représente la réponse du transfo 506A WE avec volontairement des charges différentes au secondaire pour adapter la réponse fréquentielle.

Cette technique est utile pour adapter la réponse avec une simple résistance. Bien sûr on a une perte de niveau inévitable mais le gain en qualité est important. IL a été choisi 1.2kOhms pour la résistance de charge. Si cette charge est trop "forte" le niveau baisse et on reconnecte 3 et 5 (voir figure 5A). La résistance de 62kOhms au primaire augmente le Q et réduit la bosse aux hautes fréquences, la R8 de 600 Ohms en entrée de l'égalisation LCR peut faire moins de 600 Ohms. En complément, la résistance de 600 Ohms en sortie d'égalisateur est nécessaire pour respecter la courbe de correction, et il ne faut pas de transfo directement en aval de la correction.

En utilisant le secondaire 600 Ohms du transfo comme en figure 8A, l'impédance change avec la fréquence et il est impossible d'obtenir le respect de la courbe RIAA. Il est donc indispensable d'utiliser une résistance précise de 600 Ohms à 1% en sortie de LCR.

Ensuite le préampli N°2 avec les tubes WE 418A. Le transformateur est un modèle 10k:600 et la tension ne baisse pas autant qu'avec la 310A, donc on peut faire deux étages seulement. La résistance R4 de 600 Ohms ne peut être mise normalement car l'impédance entre les deux points A et B est 600 Ohms comme dit précédemment.

S'il n'y a pas de R entre a et b, le principe du transfo est peu chargé et le secondaire passe à 600 Ohms quand on utilise un tube à faible R_p (6J5 pou 76). Bien que la 418A ait un R_p bas, l'impédance augmente quand on l'utilise en pentode, le secondaire augmente et on n'a pas la bonne courbe RIAA. Avec R4 fixé à 600 Ohms on perd un peu de gain, mais la courbe RIAA est respectée (dans ce cas on a utilisé une résistance Skelton de 560 Ohms).

Pour ces deux préamplis, la sortie de l'égalisateur RIAA est directement connectée à la grille du tube suivant et on n'amplifie qu'avec un seul étage en triode, il faut donc étudier si on a assez de gain avec l'amplificateur de puissance en aval. Pas de problème pour connecter à un amplificateur équipé d'une résistance d'entrée de 50kOhms. Si l'ampli a un transfo d'entrée, on doit le court-circuiter et les problèmes disparaissent. Les correcteurs Tango sont présentés dans des petits boîtiers compacts identiques à ceux des transfos NC/NP.

Le châssis a été récupéré d'un préampli ligne fait en juin dernier et le correcteur RIAA a été intégré. Le transformateur d'alimentation est un Tamura PC3005 mais comme il manquait des enroulements secondaires, j'ai ajouté un petit transformateur Noguchi 6.3V-3A. Les résistances sont 3*10kOhms 5W pour la R19, remplacé par une 3kOhms 10W, s'il y a assez de place. Le sélecteur du préampli ligne est un Tokyo Kono et le potentiomètre un ALPS 50kOhms.

L'appareil avec les tubes 310A utilise les correcteurs LCR Okamoto Lab, la taille du boîtier est 3 fois plus large que pour les Tango. La raison principale est qu'il utilise des condensateurs interne à 1% en Mica de WE et que les noyaux des selfs L1 et L2 sont des noyaux toroïdaux WE au permalloy, il n'y a donc pas de distorsion aux forts niveaux et un excellent rapport S/B.

Le transfo ligne T1 référence 506A et les condos de liaisons entre V1 et V2 ainsi que les résistances Skelton de 600 et 1200 Ohms peuvent être obtenus chez Okamoto. Les autres résistances de 47kOhms et 560 Ohms viennent de chez Wakamatsu, la R9 est une Vishay et le condensateur de 22 μ F 500V est un Cerafine Audio, les condensateurs 0.47 et 0.68 μ F de sortie, sont des classiques EOR. Le châssis fait 300*400mm en aluminium fait maison. Toutes les capas de cathode sont des KM et les autres résistances sont des AB carbone, des condensateurs Mallory ou Siemens. Le transfo d'alim est le même que dans l'article de juin, référence SPT-30M, de Noguchi mais on peut aussi utiliser un Tamura PM-P1 ou Tango PH100S, tous ont les mêmes dimensions de perçage et de montage.

Réalisation :

L'agencement des composants est montré en figure 9, il n'y aura pas d'erreur si vous le faites de cette manière. Il faut polir le châssis avec du papier, enlever la poussière et le dégraisser pour le peindre avec une sous-couche QQ, repolir légèrement et repeignez à la bombe, on a choisi "marine blue".

L'alimentation DC des filaments des 310A a été intégré sur le châssis. La résistance R16 de 0,9 ohms est à ajuster entre 1 et 2 Ohms ou 2,2 Ohms cimenté pour avoir 10V sur le filament des 310A (1,9A pour les 6 tubes). Comme les circuits sont à transformateur, le câblage est facile car sous 600 Ohms on n'a pas à craindre les bruits parasites mais pour le 310A il est nécessaire de blinder le 1^{er} étage pour améliorer le rapport SB. Une autre chose à noter est que sois on chauffe le capuchon de la résistance Skelton, on peut retirer le capot et vérifier que la CR de l'étage ligne est bien sur le secondaire du transformateur. Si on ne connecte pas le secondaire à la masse, on aura une "réaction positive" qui va osciller en mode normal. Il existe aussi des alimentations régulées que je n'ai jamais trop aimé à cause de leur complexité, cette alimentation classique est OK elle marche bien.

Comme d'habitude, les lignes de masse sont séparées entre les deux canaux et sur l'alimentation, les lignes sont connectées aux vis des condensateurs au niveau du 1^{er} étage. On a utilisé de vrais supports WE pour les 310A, s'ils ne sont pas disponibles, vous pouvez utiliser des Amphenol.

Pour la 418A, le support est spécial, mais comme la pin 4 et 9 sont communes, le câblage est facile.

Mesures :

Pour la 418A, la distorsion est faible à 0.06% à 1000Hz avec 1V de sortie et la courbe RIAA est respectées à 1dB près. Avec la 310A, la distorsion est de 0.08% à 1000Hz et la déviation sur la courbe RIAA est identique. Le préampli 310A a 3 étages d'amplification car le gain est faible. Avec la 418A, le transformateur ligne fait 10k :600 soit 1/1606 alors que pour les 310A, c'est 60k :600 soit 1/100 dans un endroit critique. Si possible on aurait pris des transfos dont le primaire vaut 30-40kOhms, on aurait alors plus de niveau et la réponse fréquentielle serait améliorée. Les deux préamplis peuvent être connectés directement à un ampli de puissance sans étage ligne additionnel et on a assez de niveau pour une écoute domestique.

L'étage ligne a un gain de 1.5 et a une sortie 600Ohms, ce qui fait 11V en sortie. La bande passant est 20-40kHz à -1dB à 2V et 0.05% de distorsion à 1000Hz. L'étage ligne est en fait un "buffer".

Ecoute :

Pour ce qui concerne le système d'écoute et avant qu'on pose la question, il s'agit du même que celui décrit en février l'année dernière. S'y reporter. Cette fois on a utilisé une cellule classique Denon DL103, et transformateur MC AU301, ainsi que le même ampli qu'en novembre. Les HP sont le système 3 voies Onken avec ampli 300B.

D'abord, la différence de son entre la correction CR et RC passive a déjà été décrite, mais comparé à la correction LCR, c'est comme si on avait une RC en 600 Ohms, le son obtenu avec le LCVR ne peut pas être obtenu avec une correction CR ou RC passive. Tout est incroyable la densité et le corps des sons dans le médium et le bas médium n'est pas accessible autrement qu'avec une telle correction LCR. Ça ne veut pas dire que les corrections RC et CR sonnent "petites" mais le LCR envoie plus fort. Il y a une limite à la densité et au corps, sinon la trompette sonnerait comme un saxophone et une guitare comme un violoncelle, ce qu'on ne veut évidemment pas.

Je n'écris que les points positifs mais c'est mon sentiment et je pense être insatisfait par les systèmes HiFi Large bande. Le haut de gamme dirait que c'est insuffisant en hautes fréquences, mais on prend du plaisir à écouter, mais il est certain que comparativement aux corrections CCR et RC on sent une limitation aux hautes fréquences, mais pour des disques des années 50-60 (jazz, vocal...) c'est une reproduction formidable et on ressent la qualité de l'enregistrement de l'époque. La lecture mono avec une cellule Ortofon SPU donne un son superbe, l'écoute des concertos de Oïstrakh avec une cellule Audio Fidelity FR7, le son des cordes est bien transmis.

Pour qualifier la différence de son entre les corrections LCR et CR/RC passif, par analogie avec les comparaisons des amplis, il faut imaginer la différence entre les liaisons RC et par transformateurs "interstage". Enfin, la différence entre les préamplis 310A et 418A : la bande passant des 418A est plus large qu'avec la 310A, principalement à cause du transformateur d'impédance 60kOhms au lieu du 10kOhms, c'est plus fort que la différence entre le son des tubes. L'écoute de l'année dernière a été écourtée à cause d'un problème d'équilibre D/G et il y avait un problème de niveau de sortie, mais après avoir vérifié soigneusement le circuit et après l'avoir amélioré, nous allons planifier une écoute des deux préamplis cette année. Si vous êtes intéressés, contactez-nous pour participer.

D'abord, il faut savoir que ces préamplis coûtent de l'argent, à cause de l'impédance faible de 600Ohms, il faut des transformateurs après les tubes. C'est le point faible des préamplis LCR. C'est sur ce point que le circuit de Mr Yozo Matsuoka est un très bon circuit. Il est facile de faire un SRPP si on peut faire une impédance de 5-7kOhms, cela ne coûte pas cher mais il sera très difficile de faire les selfs. J'ai demandé à MR Sakurai président de Supertron, des prototypes de self que j'attends. Je conseille de faire un préampli LCR en DIY.

La prochaine fois, je présenterai un préampli à fort gain, avec correction RC, capable de reproduire directement une Denon DL103 avec des tubes et un coût de revient bas.