

PULTECH PC10

Le montage original

Le numéro 221 de juillet / août 1998 de la Revue du Son comportait, dans Les Cahiers de L'Audiophile, un article très intéressant concernant un correcteur de gravure RIAA équipé d'un filtre LCR à basse impédance.

Comme d'habitude notre ami Rinaldo BASSI sortait de son chapeau, non pas un beau lapin blanc, mais un engin dont peu d'amateurs connaissaient l'existence, moi le premier !

Je ne reprendrais pas l'étude, fort circonstanciée, de Rinaldo, mais après sa lecture j'avais "enfin trouvé" le correcteur que je recherchais depuis très long temps. J'avisais Rinaldo de mon intérêt et de ma décision de réaliser une paire de ces engins au plus près des originaux.

Plusieurs personnes étant également intéressées par la réalisation de ces correcteurs, nous nous miment au travail pour établir un projet viable.

Pas facile car les composants d'origines sont, pratiquement introuvables, ou hors de prix pour des amateurs "normaux" ! Essayez de trouver une paire de "PEERLESS K241 D" et, les miracles existant parfois, si vous en trouvez deux n'espérez pas pouvoir les acquérir sans déboursier un demi kilofrancs pour une paire !

Le filtre LCR semblait plus facile à trouver, le TANGO EQ600P faisant parfaitement l'affaire, mais là également "bonjour" le prix ! Fin 1998 en le commandant directement au Japon il fallait envisager de dépenser plus de 4000 F pour une paire. Malgré plusieurs demandes formulées, directement et avec "insistance", auprès de Monsieur HIRATA le grand patron de HIRATA CORPORATION qui fabrique la gamme TANGO, je ne reçus, hélas, aucune réponse !

À ce jour compte tenu de la très forte dépréciation de l'EURO par rapport au Yen, c'est plus de 5000 F qu'il faut déboursier pour une paire de ces correcteurs.

Le transformateur de sortie est plus facile à trouver dans des fabrications actuelles ou parmi des "vintage" de UTC. Le transformateur d'alimentation, bien que cela sembla "tout simple" pose également des problèmes car il est absolument nécessaire qu'il soit parfaitement blindé sous peine de gratifier le signal de sortie d'une belle ronflette...expérience vécue !

Pour les autres composants, il est encore facile de se procurer à des prix raisonnables des tubes neufs d'anciennes fabrications, pour les composants passifs, le choix actuel est considérable. Pour ceux qui veulent le réaliser avec des résistances carbone aggloméré, ça se trouve encore en cherchant un peu !

Les condensateurs d'origine c'est déjà plus difficile de trouver les beaux papiers US sous enveloppe noire ! Mais les fabrications actuelles ou des "vintage" se trouvent facilement.

Après ces préambules, je dois d'abord vous dire que j'ai réalisé, pour mon compte, une première paire que j'ai "essayé" de faire au plus près des originaux, mon ami Rinaldo BASSI m'ayant permis de regarder à loisir et de photographier ses deux engins...

Ce fut un "demi échec" et bien qu'ils fonctionnaient fort honorablement, le signal de sortie était entaché d'une ronflette, qui bien que pratiquement inaudible, me chagrinaut au plus haut point. J'en faisais une question d'honneur personnel !

En séparant le transformateur d'alimentation du châssis, boîtier séparé raccordé au châssis proprement dit par un câble multiconducteur je gagnais en silence et améliorais le rapport signal/bruit. Mais je n'avais pas encore ce que je "voulais" obtenir.

J'ai donc pris le taureau par les cornes, je refais complètement une autre paire cette fois à ma façon, c'est-à-dire, entre autre, sans essayer de copier le câblage des originaux et en traitant la partie alimentation d'une manière radicalement différente des PULTECH d'origine.

Cette fois j'obtiens, enfin, le résultat espéré ! Un rapport signal bruit "splendide", un simple souffle correspondant à un spectre de bruit normal pour une électronique à tube, inaudible à un niveau d'écoute de l'ordre de 95 dBA ! Il faut coller son oreille sur le tweeter pour ouïr ce "gazouillis" !

Ce chantier a demandé plus de deux ans de travail en recherche et multiples essais.

Le Pultech « à la Preyale »

Pour rassurer les nombreux amateurs qui avaient entrepris comme moi cette réalisation et qui n'ont pas encore terminé leur ouvrage, pour ceux qui aujourd'hui me demandent des conseils pour réaliser ces magnifiques engins, j'ai pensé qu'il serait utile de réunir les détails pratiques de la réalisation, concernant et les composants et le câblage.

Avant d'entrer dans le vif du sujet, je voudrais encore une fois, dire combien ce correcteur est "le correcteur" de gravure RIAA que tout amateur d'écoute de disque vinyle se doit "obligatoirement" de posséder.

J'ai pu écouter pas mal de schémas de correcteurs, du commerce ou réalisation personnelle.

Avant la réalisation de mes PULTECH, j'avais fabriqué un correcteur à contre réaction qui était exactement le montage étudié par Jean HIRAGA, magnifique étude publiée dans le numéro 21 de la revue L'Audiophile. J'ai utilisé pendant près de 20 ans ce circuit qui, avant mes écoutes PULTECH "enterrait" allègrement tous les circuits du commerce, même les plus prestigieux et vous comprendrez que je ne cite aucune marque ! Ce schéma est certainement l'un des meilleurs correcteur à contre réaction qui fut étudié. J'ai aussi réalisé le fameux circuit SRPP sous diverses moutures. Pas mal, magnifique sur certaines musiques, moins bien sur d'autres. Mais j'avais tout de même compris que la correction passive apportait un plus dans la finesse, le rendu des détails et la clarté. La lecture d'autres articles de Jean HIRAGA, en particulier celui concernant les filtres LCR à basse impédance m'avait "titillé" au plus haut point...mais désirant utiliser les bons vieux tubes pour réaliser un correcteur, je cherchais dans ma tête un circuit sans compromis. Ceux dont on parlait, pour la plupart réalisés par des amateurs japonais ne me donnait pas entière satisfaction y compris et tant pis si d'aucuns me traiteront d'affreux, le circuit à tube KANEDA ! La lecture de l'article de Rinaldo sur les PULTECH PC 10 m'a décidé à me lancer.

Pour conclure, j'ai pu disposer pendant quelques semaines, chez moi, du correcteur SHISHIDO appartenant à un ami. C'était "presque" aussi bon que les PULTECH, mais un cran en dessous !

Pour l'alimentation il faut, si possible utiliser un transformateur et une self de filtrage blindés. Faire particulièrement attention à la disposition des éléments et, surtout, au câblage. J'avais rencontré un problème sur une première maquette, bien qu'à l'oscilloscope la haute tension continue semblait parfaitement "propre", je récoltais un beau 50 Hz dans mes HP ! Il s'agissait bien de 50 Hz et non du classique 100 Hz après redressement qui, parfois, se promène allègrement là où il ne faut pas.

Le coffret utilisé est une récupération de matériel, il fait 28 x 32 x 19 cm, mais tout autre coffret permettant de loger, confortablement, les composants est utilisable.

Les coffrets des PULTECH sont de dimensions 44 x 14,5 x 8 cm et sont réalisés en inox. Ce sont "en gros" les dimensions des originaux. Il est également possible de grouper sur un même chassis les deux canaux, d'utiliser d'autres matériaux : aluminium etc.

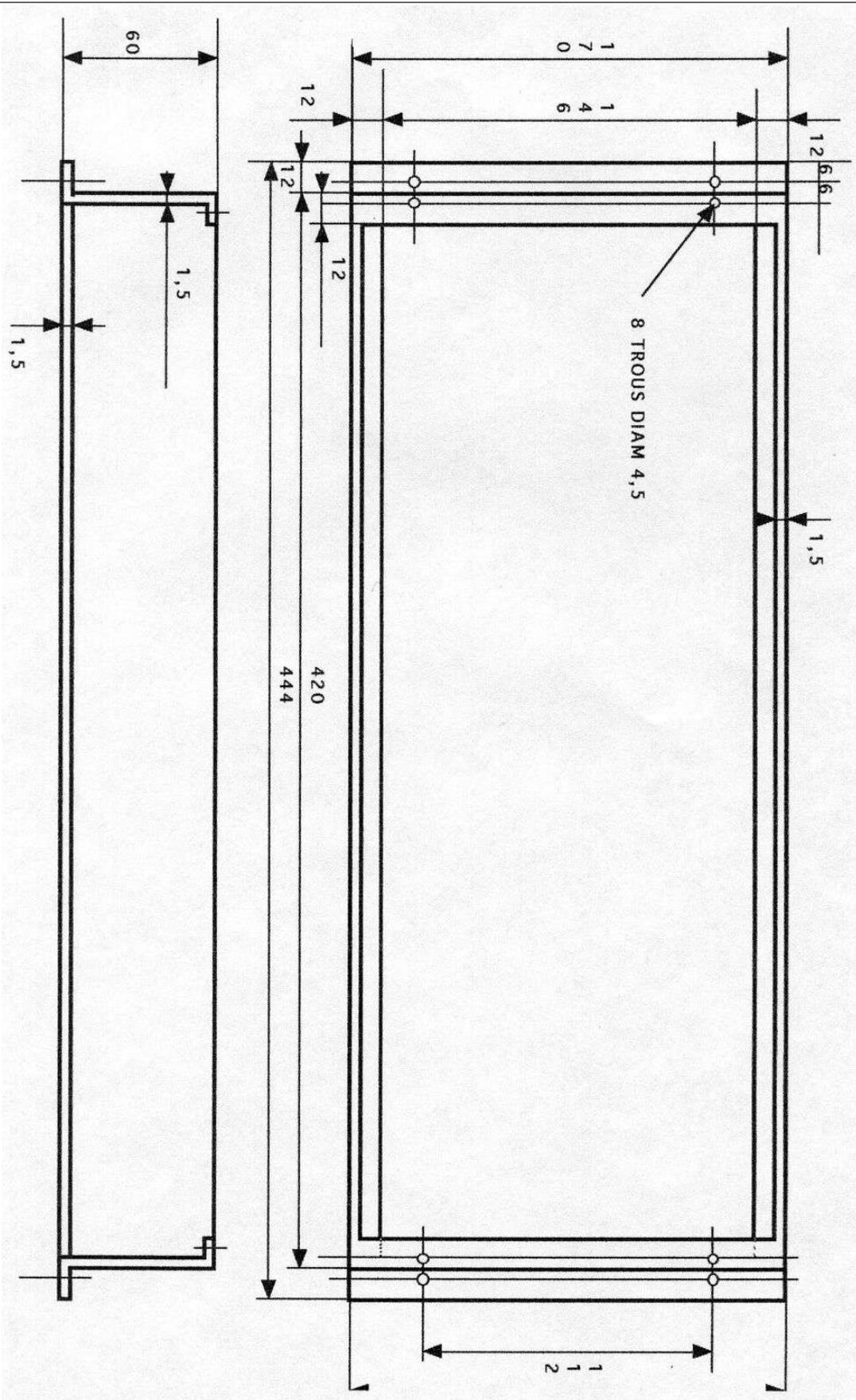
L'inox est une matière particulièrement ennuyeuse à usiner, ces coffrets ont été réalisés par un amateur avec le matériel de sa société.

RÉFÉRENCE : PULL 102

PULLTECH PC 10

ECHELLE : 0,5
QUANTITÉ 2.

CHÂSSIS : TÔLE D'ACIER PLIÉ/SOUDÉ 15/10 MM BICHROMATE



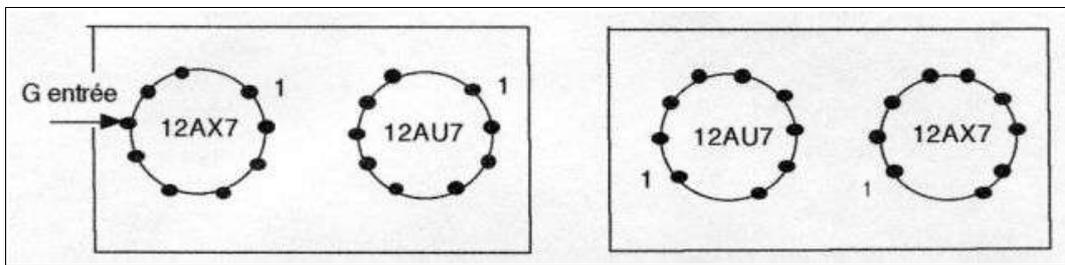
La masse générale est isolée du châssis. Elle est raccordée à celui-ci uniquement au niveau de la prise XLR, pour l'entrée symétrique, ou à la masse de la cinch RCA pour l'entrée asymétrique.

J'ai réalisé trois paires de ces correcteurs. La première avec une entrée XLR, transformateur pour cellule DENON DL 103 et DL 103 R, la deuxième avec entrée RCA pour cellule SHURE V15 III. Ces deux paires sont équipées de correcteurs LCR TANGO EQ600P. La dernière, avec une entrée XLR est équipée de correcteurs LCR de ma fabrication

Tous ces correcteurs fonctionnent "parfaitement" dans un silence religieux !

Implantation des tubes

Les tubes sont disposés dans l'ordre 12AX7-12AU7-12AU7-12AX7.
Les supports sont orientés de 180° entre les deux premiers tubes et les seconds. Ceci est important car le câblage s'en trouve facilité.



Le fil de masse doit se trouver entre les supports des tubes et le transformateur d'entrée, le correcteur LCR, les différents potentiomètres et arriver à la masse de la prise 3 broches de raccordement du coffret d'alimentation.

Résistances

Pour les résistances, le choix est vaste, je préconise pour la résistance de grille de la première triode du premier 12AX7 (la valeur de cette résistance dépend du transformateur d'entrée que vous utiliserez : sur le schéma original sa valeur est de 82 K, avec le LL9206 de LUNDAHL elle doit être de 100 K, avec un UTC 0-16 elle est de 50 K,...), pour les 100 et 200 ohms, d'utiliser des résistances bobinées de précision, des 0,1 % par exemple. Pas pour la précision mais parce que ces résistances sont très stables en température et parce qu'elles génèrent très peu de bruit.

J'ai expérimenté divers types à ces endroits : couche métal, couche carbone, couche métal 0,1% et bobinée 0,1%, ce sont les 0,1% bobinées qui sont les plus silencieuses. Pour les autres, j'ai utilisé des couches métal haute stabilité Dale, Vishay et Sfernice. Les résistances de découplage de la haute tension peuvent être des couches carbonées de 2 watts par exemple.

La résistance de 480 ohms est "introuvable" car elle ne se trouve pas dans les séries normalisées. C'est elle qui définit, en grande partie, l'impédance constante de sortie du cathodique qui a pour valeur 50 ohms dans la bande audio qui nous intéresse. J'ai utilisé des 475 ohms à couche métal sans inconvénient, l'impédance de sortie est très légèrement supérieure à 50 ohms mais n'interfère pas sur la charge du filtre LCR.

Pour les potentiomètres essayez de trouver des vieux Ohmic ou Allen Bradley à couche carbone. On n'a rien fait de mieux à ce jour et lorsqu'ils sont dans les séries professionnelles, ils valent tout ce qui peut se fabriquer actuellement, y compris les films plastiques. En cherchant bien ça se trouve.

Dernier point, vous remarquerez que le potentiomètre qui assure le réglage des aigus est un double 50 K, si vous ne trouvez pas un double, montez simplement un 50 K simple et une résistance de 47 K (si vous avez des 50 c'est encore mieux, ça existe). Ne vous inquiétez pas pour les valeurs les potentiomètres sont pratiquement tous à $\pm 20\%$! Il ne faut donc pas chercher exactement les valeurs théoriques.

Condensateurs

Chimiques : personnellement j'utilise des "vintage", récupérés sur de vieux appareils, mais je ne prends que les versions militaire ou "marine tropicalisé". Ils sont étanches donc l'électrolyte ne sèche jamais. Il faut les vérifier et, si nécessaire les reformer. Mais ils n'ont rien à envier à ce qui se fabrique actuellement. Autrement n'utilisez que des séries professionnelles à faible impédance interne et, surtout, avec les courants de fuites les plus faibles possibles. Les distributeurs sérieux, indiquent pour chaque référence ces renseignements. On trouve à nouveau des série haute tension, jusqu'à 600 Volts sans difficultés.

Liaison : la valeur de 0,05 μF est pratiquement introuvable à ce jour, elle faisait partie des valeurs normalisées aux USA. J'ai monté sans aucun problème des 0,047 μF . Pour ces condensateurs il faut utiliser des papiers huilés. Par exemple j'ai monté des Vitamine Q de la marque Sprague ou similaire. Si vous disposez de polystyrène c'est également parfait. Les 2 μF de liaison peuvent avoir une valeur de 2,2 μF sans problème, utilisez également des papiers huilés ou des polypropylène. Essayez de trouver des condensateurs qui ont un faible volume, autrement il peut y avoir quelques difficultés à les loger convenablement.

Tubes

Préférez les anciennes fabrications, les tubes actuels, bien qu'ayant en apparence les mêmes caractéristiques sont différents dans leur construction interne. On trouve "très facilement" et à des prix raisonnables des anciennes marques.

J'ai essayé en entrée le fameux ECC803S fabriqué par TELEFUNKEN, des vrais avec le losange gravé sur le culot de verre entre les pins de connexions. N'en déplaise à certains, je n'ai trouvé aucune différence audible entre ces tubes et des RT ou des Mazda, par exemple ! Actuellement mes engins sont équipés simplement avec des séries militaires, 12AU7WA et des Belvu à anode en nickel pour les 12AX7. Maintenant rien ne vous empêche de faire "joujou" pour rechercher la pierre philosophale.

La 6X4 peut être remplacée par d'autres valves sans difficultés ni problème, mais cette 6X4 est parfaite dans cette application et avec le courant qu'elle débite. Si vous utilisez une série militaire sa durée de vie doit friser les 10000 heures.

Transformateurs d'alimentation

N'ayant pu trouver un modèle ou faire construire un transformateur de dimensions compatibles avec les chassis et ayant un rayonnement nul, ou presque (faible induction, spire de court-circuit du champ de fuite et blindage extérieur complet...) j'ai donc réalisé, comme précisé plus haut une alimentation entièrement séparée.

Le transformateur est blindé et provient de récupération, ses dimensions peuvent être plus importantes et il est donc possible, si vous ne trouvez pas une "occasion" de le faire fabriquer. Demandez simplement qu'il soit réalisé selon les indications que mentionnées plus haut. Les débits annoncés dans le schéma de Rinaldo sont généreux, en fait pour chaque canal, le courant continu est de l'ordre de 16 mA. Mais demandez néanmoins un courant de l'ordre de 50/60 mA comme indiqué, l'échauffement n'en sera que plus réduit.

J'ai utilisé une self de filtrage afin d'améliorer le rapport signal/bruit de la haute tension, j'ai l'habitude de procéder ainsi mais ce n'est pas obligatoire. J'ai par ailleurs conservé la chaîne de filtrage comme elle est représentée sur le schéma. La tension continue d'alimentation des tubes n'en est que mieux filtrée, aux mesures il est impossible de voir un quelconque signal alternatif superposé à la tension continue.

Cette self de filtrage est, pour mon compte, une 10 H 70 mA, blindée. Vous pouvez bien

entendu utiliser d'autres types de selfs dès lors que sa valeur est de cet ordre pour un courant continu de l'ordre de 40/50 mA, au minimum.

Transformateurs d'entrée

Pour ceux qui utilisent des cellules à bobines mobiles, si vous avez déjà un jeu de transformateurs de qualité vous pouvez, bien entendu le conserver.

Mettez en place une entrée par cinch RCA, par exemple, et laissez les transformateurs comme ils sont montés sur votre installation. Vous pouvez également les mettre en place sur le ou les chassis du PULTECH. Utilisez en résistance de grille, la valeur préconisée par le fabricant.

Je signale que sur certains types de transfos, d'anciens UTC. par exemple, il est même demandé de raccorder directement le secondaire entre masse et grille du tube d'entrée, sans mettre une résistance de grille. Si c'est le cas, suivez cette recommandation sous peine de modifier la courbe de réponse du transformateur !

Autrement, dans des prix raisonnable je peux conseiller, pour les avoir utilisés, le LUNDAHL de référence LL9206, c'est une réalisation en circuit magnétique amorphe. Son rapport de transformation n est de 1:10.

Dans les anciennes fabrications PEERLESS et UTC, il est possible de trouver en cherchant bien des transformateurs de haute qualité. Personnellement j'ai pu trouver des UTC0-16 qui d'origine sont destinés à des applications microphone. Ce transformateur cylindrique est de petite dimension, il se loge facilement sous le chassis. Ses caractéristiques sont : primaire 250 ohms avec point milieu et secondaire 50 K. J'utilise un demi primaire et donc l'impédance de charge de la cellule est de l'ordre de 62,5 ohms, valeur qui va bien pour charger une DL 103. Le secondaire est chargé par une résistance de grille de 50 K (comme préconisé au chapitre **Résistances**).

Le rapport de transformation n est donc de l'ordre de 1:28, en fait pour un signal d'entrée de 0,3 mV il est de 8 mV au secondaire. Le rapport signal/bruit est donc nettement amélioré. La bande passante de ce transformateur est très bonne pour un tel rapport, la remontée dans les fréquences élevées qui figure dans les caractéristiques officielles de UTC n'est, pour mes oreilles, absolument pas audible. Je signale avoir acheté plusieurs paires de ces transformateurs pour un prix, rendu en France de l'ordre de 800 F, le prix des LL9206 est du même ordre de grandeur.

Transformateurs ligne

Sur le montage d'origine le PEERLESS utilisé a une impédance primaire de 22 K pour un secondaire de 600 ohms, soit un rapport n de 6:1, le niveau de sortie pouvait être très élevé.

Avec le PULTECH réalisé selon ce topo, la tension efficace disponible en sortie à 1000 Hz pour une tension d'entree de 0,3 mV rms est de 3,565 Volts :

transformateur d'entrée (gain)	+20,0 dB
premier étage (gain 80)	+38,0 dB
filtre	-20,0 dB
étage ligne (gain 150)	+43,5 dB
gain total	+81,5 dB = 11885
tension efficace	3,565 Volts

Avec un transformateur de sortie de rapport $n = 6:1$, la tension efficace disponible sous une impédance de 600 ohms est donc de $3,565/6 =$ environ 600 mV. En fait la tension obtenue est plus faible car le filtre LCR induit une perte comprise entre 1,2 et 1,4 dB ce qui ramène la tension disponible aux environs de 500 mV. En utilisant un transformateur d'entrée avec un rapport plus important tel le UTC 0-16, la tension disponible sera plus importante, de l'ordre de 1500 mV sous 600 ohms.

Ces valeurs sont valables pour un réglage du potentiomètre de 1 M au maximum, il vous sera possible de régler le niveau de tension de sortie en fonction des besoins de votre préamplificateur .

Vous pouvez remarquer que ce niveau est de toute façon suffisant pour attaquer directement votre amplificateur de puissance, sans passer par un préamplificateur ! Faites l'expérience et je suis certain que vos appréciations concernant votre préamplificateur, quel qu'elles soient, seront revues à la baisse ! La suppression d'un élément sur le trajet du signal vous rapproche au plus près du fameux "fil amplificateur".

Personnellement, depuis que j'ai réalisé ces PULTECH, tous mes amplificateurs sont dotés d'une entrée 600 ohms symétrique afin de pouvoir être attaqués en direct par mes PULTECH lorsque j'écoute du disque noir.

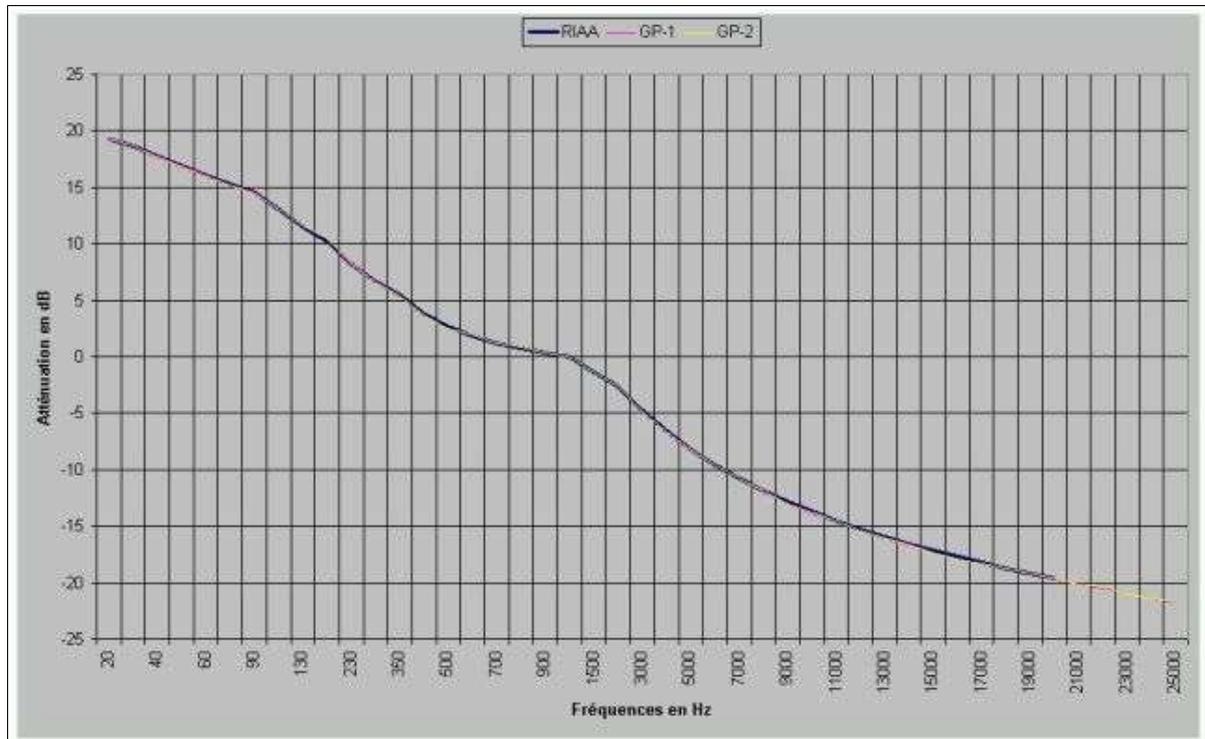
Ce transformateur de sortie peut être le modèle LUNDAHL LL1538 ou mieux le LL1538XL. Le UTC A26 est excellent pour cette application, je les utilise sur 4 de mes réalisations. Il vous sera assez facile de trouver chez les fabricants actuels un transformateur idoine pour cette application car il est beaucoup plus facile de réaliser un transformateur abaisseur avec de bonnes caractéristiques de bande passante et de phase qu'un transformateur élévateur.

Filtre LCR

Si vous avez les moyens, ne cherchez pas...il vous faudra le commander directement au Japon ou chez un importateur de la marque TANGO, vous savez ce qu'il vous en coûtera !

J'ai utilisé ces filtres qui donnent des résultats tout a fait égaux à ceux du filtre d'origine. Mais disposant d'une petite bobineuse j'ai cherché, longtemps, les éléments pour le réaliser moi même.

Après de nombreux essais infructueux, j'ai trouvé la solution il y a plus d'un an. Voici le relevé de mes propres filtres, valeurs et courbes par rapport aux valeurs de la courbe officielle RIAA (l'ancienne bien entendu !).



Les "vrais" TANGO EQ600P ne font pas mieux ! Le relevé a été fait avec une tension de -20 dB à 1000 Hz, soit 77,5 mV rms avec l'instrumentation suivante :

- fréquencemètre numérique ROCHAR A. 13608
- générateur basse fréquence FÉRISOL C903T, impédance 600 ohms
- voltmètre efficace FÉRISOL A404

Le filtre est chargé par 600 ohms. La DCR est de 43 ohms pour l'un et de 44,5 ohms pour l'autre, les coefficients de surtensions sont supérieurs à 60 pour la 1,8 H et à environ 50 pour la 45 mH.

Pour ceux qui aimeraient économiser quelques "sous", je donne les caractéristiques détaillées des pots à utiliser, le diamètre des fils de cuivre et les nombres de tours, à la main ou à l'aide d'une perceuse vous y passerez quelques heures mais les deux filtres vous reviendront entre 1200 et 1500 Francs en matériel (comparer au prix de 5000 F d'une paire de TANGO !)

pour la réalisation de la self de 1,8 H

Désignation	Référence constructeur
Ferrite FP 42 x 29 - 3H1 - AL 1000	022 3531
Vis de réglage blanche pour 42x2902	1 3928
Carcasse 1 gorge pour 42 x29	021 3042
Embase 42 x 29 10 picots	021 3050
Boîtier 42 x 29	021 3058
Ressort 42 x 29	021 3069

pour la réalisation de la self de 45 mH

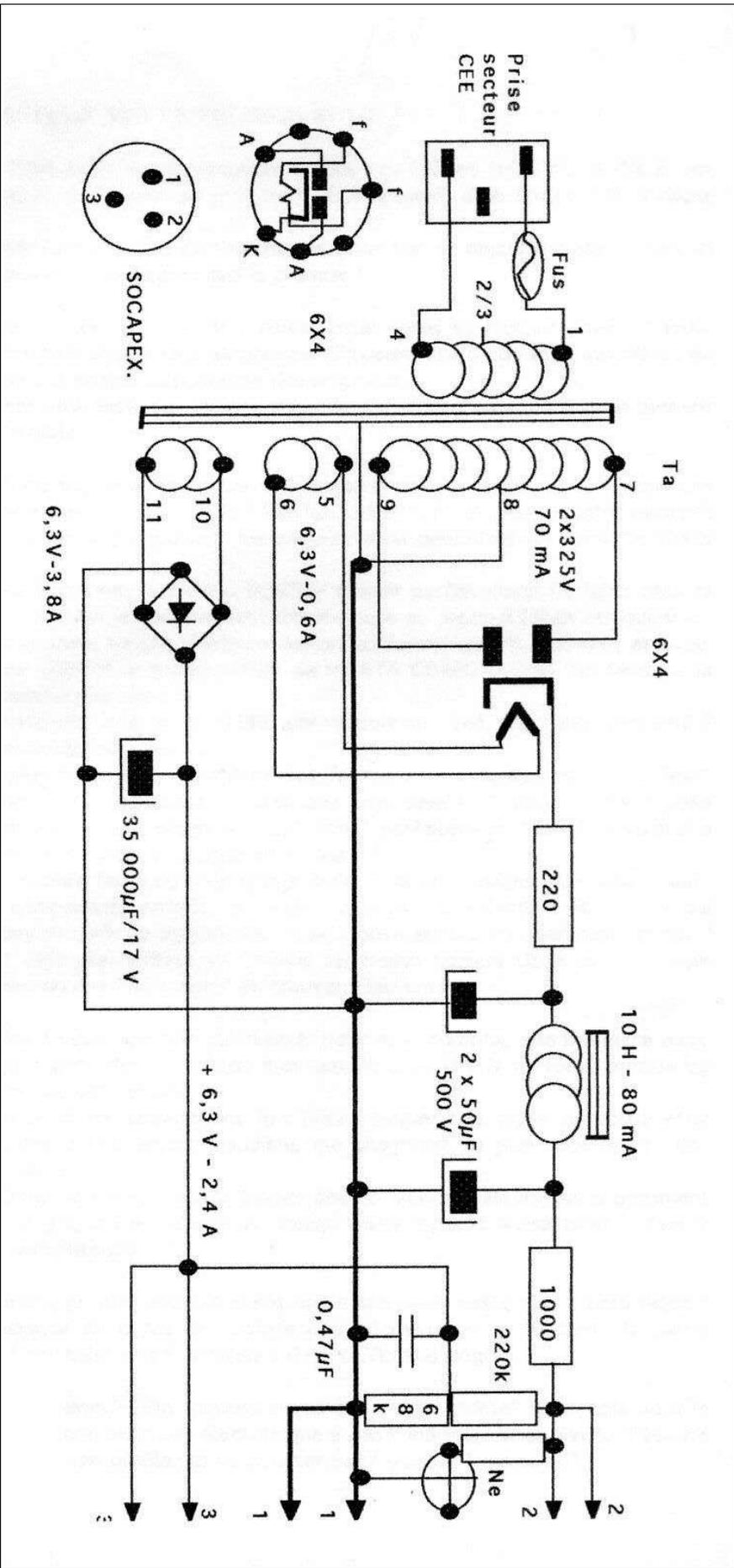
Désignation	Référence constructeur
Ferrite FP 22 x 13 - 3H1 - AL 1 000	022 2731
Vis de réglage brune pour 22 x 13	021 3841
Carcasse 1 gorge pour 22 x 13	021 0241
Embase 22 x 13 8 picots	021 3046
Boîtier 22 x 13	021 3054
Ressort 22 x 13	021 3065

Utiliser un fil de cuivre émaillé d'un diamètre HT de 36/100, il faut 1340 à 1360 spires pour obtenir les 1,8 H, le réglage fin se fait en réglant, spire par spire et en ajustant la vis de réglage.

Pour la 45 mH, fil de diamètre 36/100, il faut environ 330 spires.

Il est indispensable de disposer d'un pont de mesure précis pour pouvoir réaliser ces selfs et pour trier les condensateurs dont les valeurs exactes ne peuvent être obtenus que par mise en parallèle de valeurs normalisées. Le pont que j'utilise est un MIC-4070D LCR METER, sa précision est voisine de ± 1 %.

Les valeurs exactes de l'ensemble des constituants sont indiquées dans le schémas.



Bloc d'alimentation Haute et Basse tension pour une paire de PULTECH PC10
1 transformateur Prim: 220/230 V Sec: 2x325 V - 70 mA, 6,3V - 0,6A et 6,3V 3,8A.
blindé, circuit à la masse
1 Self de filtrage 10 H 80 mA
1 support miniature 7 broches céramique vernie
1 tube 6X4 Wa JAN
1 capacité 2 x 50 μ F / 500 V
1 capacité 35000 μ F / 17 V
1 capacité 0,47 μ F 600V PMT
1 résistance 470 ohms / 2W
1 résistance 2,2 K / 5 W
1 résistance 220 K / 1 W
1 résistance 68 K / 2W
1 voyant néon
2 prises SOCAPEX 3 broches à verrouillage
1 prise secteur CEE avec Fus (2,5 A)
1 pont redresseur 100V / 10 A
1 inter 230V / 6A
1 chassis

Il est tout à fait possible d'utiliser les valeurs indiquées dans l'article de Rinaldo, ce qui compte dans un correcteur ce sont les constantes de temps. Les moyens mis en œuvre importent peu, la correction obtenue sera identique si, justement, les constantes sont égales.

Clisson, 9 septembre 2000