

préAMP 2012 (2)

platine pour cellules MC & MM

Douglas Self (Royaume-Uni)

Contre toute attente, les disques vinyles opèrent un retour en force, au point que de jeunes musiciens sortent allègrement leurs albums sur CD et sur *disque noir*, de préférence en version de 180 grammes. On revoit aussi des tables de lecture de haut de gamme à des prix exorbitants, mais à quoi bon tout cela sans préampli adapté aux caractéristiques de la tête de lecture ? C'est exactement ce que fait ce projet et... avec un certain succès.

Reportons-nous au schéma fonctionnel de la 1^{re} partie [1]. Nous allons en examiner les blocs préampli MC, synthétiseur de charge, préampli MM, filtre de bande passante et gain commuté. Notez que le commutateur dessiné avec le bloc de gain commuté est en réalité une embase pour cavalier sur la platine. Toutes ces sections sont logées sur une seule platine, la deuxième de sept qui constitueront les organes de commande d'un amplificateur audio de pointe. Voyons comment tout cela fonctionne en parcourant le schéma de la **figure 1**.

Étage MC pour cellule à bobine mobile

Cet étage construit autour des transistors T1 à T4 et des amplis op IC1A et IC2A donne un bruit très faible avec les basses impédances des cellules à bobine mobile.

Il fournit un gain fixe de +30 dB en sortie. L'adaptation du gain pour tenir compte de la grande variété de sensibilité de ces cellules sera réalisée plus loin, dans l'étage de gain commuté. Cette architecture ne concède aucun compromis au bruit ni à la marge avant surcharge, il n'y a donc aucune nécessité de régler le gain de cet étage MC, ce qui simplifie considérablement la vie.

Le gain total de l'étage est de +45 dB pour accepter une valeur relativement haute de la résistance de rétroaction définie par R8 et R9. On n'utilise qu'une partie de ce gain, drainé par C7. L'amplification supplémentaire de 15 dB n'occasionne aucun risque de surcharge puisque l'étage MM qui suit atteindra toujours l'écrêtage bien avant l'étage MC.

La polarisation des transistors 2SA1085 est fixée par R3 et R4. Celle de l'ampli op IC1A

est déterminée indépendamment par l'intégrateur asservi IC2A qui impose exactement 0 V à la sortie.

La conception de l'étage MC améliore de 1 dB la cote de bruit (pour 3,3 Ω et 10 Ω de résistance de source) en comparaison des versions antérieures de ce circuit. C'est le résultat de la mise en parallèle de quatre transistors PNP, bien plus faciles à se procurer que les anciens 2SB737 ; vous pouvez cependant les utiliser si vous en avez encore. Les emplacements pour R1 et C1 ont été prévus pour modifier la charge de la cellule. Cela n'a qu'un effet marginal sur la réponse de la cellule la plupart du temps, du fait que son impédance est extrêmement basse. Mais vous pouvez essayer d'y mettre pour R1 une valeur entre 10 Ω et 1 k Ω et pour C1, de 0 à 10 nF.

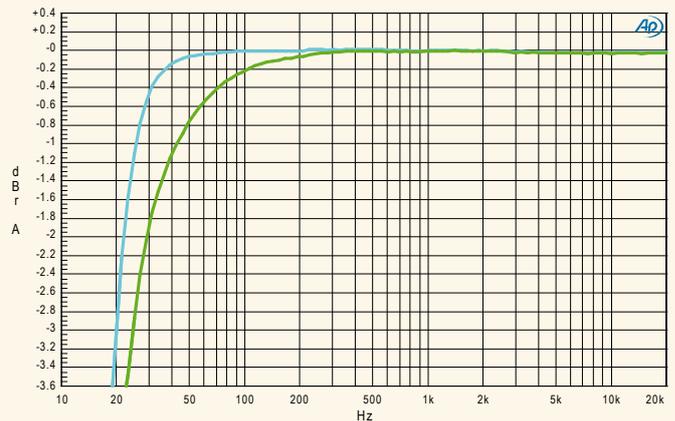
Graphique de performances

avec la platine MC/MM EPS 110650-2 seule ;

instrument du test : Audio Precision Two Cascade Plus 2722
Dual Domain au laboratoire Elektor

Nous avons ici un AP-2 pour fournir un signal corrigé en amplitude pour correspondre à la courbe de préaccentuation RIAA pour visualiser toute déviation en amplitude. La courbe a été prise avec l'amendement IEC. L'erreur à 20 kHz est < 0,06 dB sur le canal gauche MC. Les mesures à droite sont quasi identiques, les courbes coïncident.

En conclusion, une justification complète de l'usage de condensateurs au polystyrène dans cette section, malgré leur coût plus élevé.



Étage MM pour cellule magnétodynamique (aimant mobile)

C'est un étage relativement conventionnel, sauf qu'il utilise des condensateurs multiples au polystyrène pour atteindre la valeur voulue (les condensateurs au polyester ont des tolérances plus larges et introduisent de la distorsion non linéaire) et pour améliorer la précision de la correction RIAA. Les résistances multiples R22, R23 et R24, R25 ont le même but. La valeur de C12 est grande puisque l'amendement IEC n'est pas utilisé dans cet étage.

La caractéristique HF RIAA est corrigée pour le gain d'étage relativement bas par R26, R27 et C22. Ici aussi, deux résistances sont mises en œuvre pour améliorer la précision et C22 est au polystyrène.

Remarquez qu'on utilise ici un NE5534 pour IC3 parce qu'il est moins bruyant qu'une moitié de NE5532 et considérablement moins encore que le LM4562 avec son fort bruit en courant. La haute inductance d'une cellule MM accentue le bruit en courant. La charge de la cellule, spécialement capacitive, affecte beaucoup plus les cellules MM. Des emplacements pour R13 et

C8 sont prévus, vous pouvez donc la modifier. La gamme convenable pour C8 va de 0 à 330 pF. On conseille rarement d'ajouter une résistance de charge ; ici, elle déprécierait la réduction de bruit offerte par le synthétiseur de charge. La plus basse valeur acceptable pour R13 serait 220 kΩ.

Synthétiseur de charge

Le circuit de synthèse de charge autour de IC4 sert à transformer la résistance R16 de 1 MΩ en une version électronique de la résistance requise de 47 kΩ. Le bruit de Johnson de la résistance n'est cependant

Caractéristiques de la platine pour cellules MC & MM

Conditions de test : alimentation $\pm 17,6$ V, B = 80 kHz ; mesuré à la sortie de la 1^{re} platine (110650-1) ; volume réglé pour 1 V de sortie ;

Instrument du test : Audio Precision Two Cascade Plus 2722 Dual Domain au laboratoire Elektor

MD: 5 mV entrée, 1 kHz, JP1/2 = 15 dB (source 750 Ω)	DHT+b S/b S/b S/b (entrée court-circuit)	0.008 % 82 dB 86 dBA 88 dBA
MC: 0.2 mV entrée, 1 kHz, JP1/2 = 15 dB (source 1 Ω)	DHT+b S/b S/b	0,016 % 76 dB 79,5 dBA
gain d'étage MC		29,8 dB

coupure basse (-3 dB)	19,8 Hz (G)
	20 Hz (D)
	23,3 Hz (G, avec amendement IEC)
	24,8 Hz (D, avec amendement IEC)
déviations de l'horizontale	-0,06 dB (100 Hz à 20 kHz)

gain commuté JP1/JP2 (dB)	G	D
0	0	0
5	5,22	5,23
10	10,95	10,97
15	14,71	14,72
20	19,52	19,51

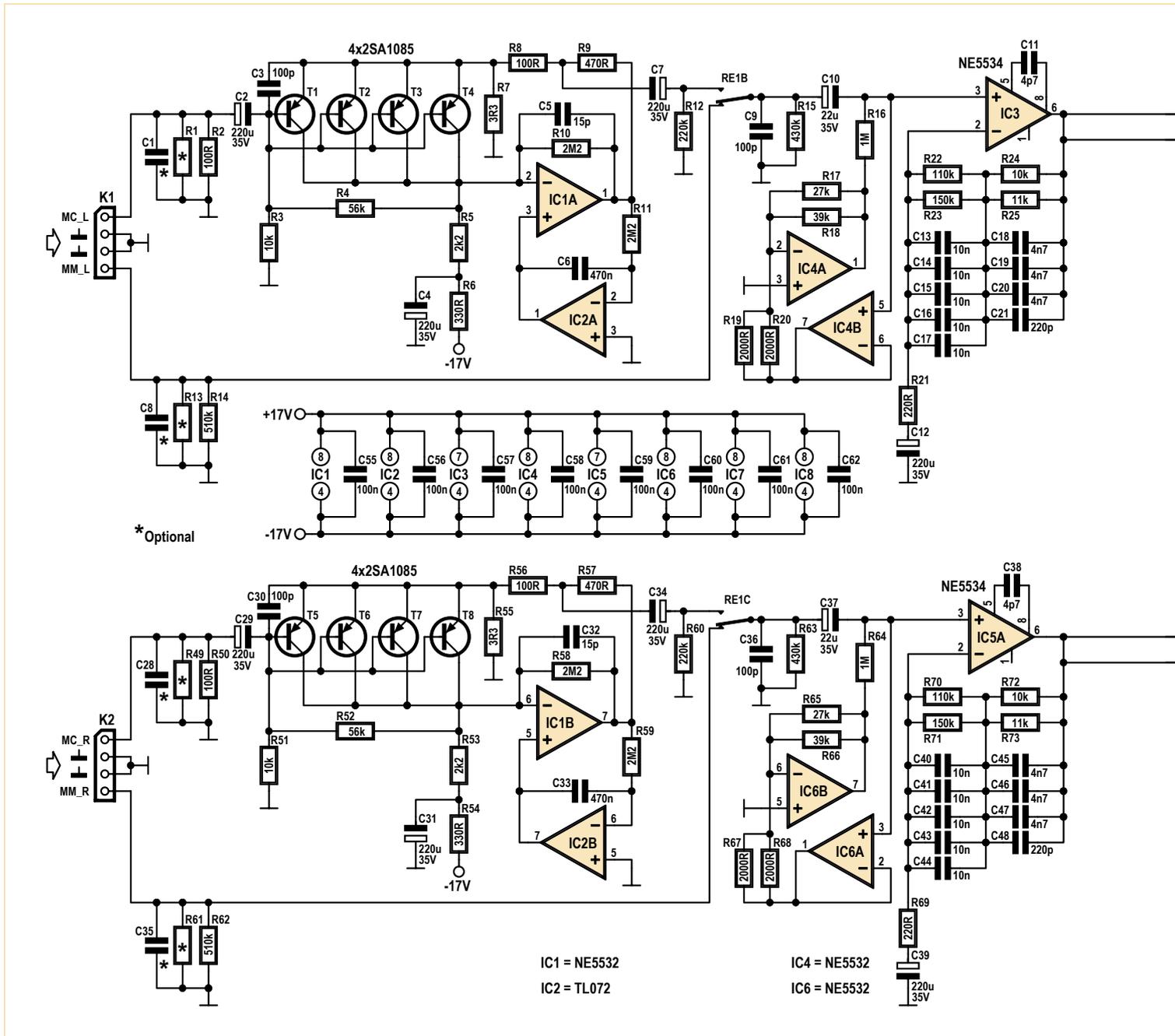
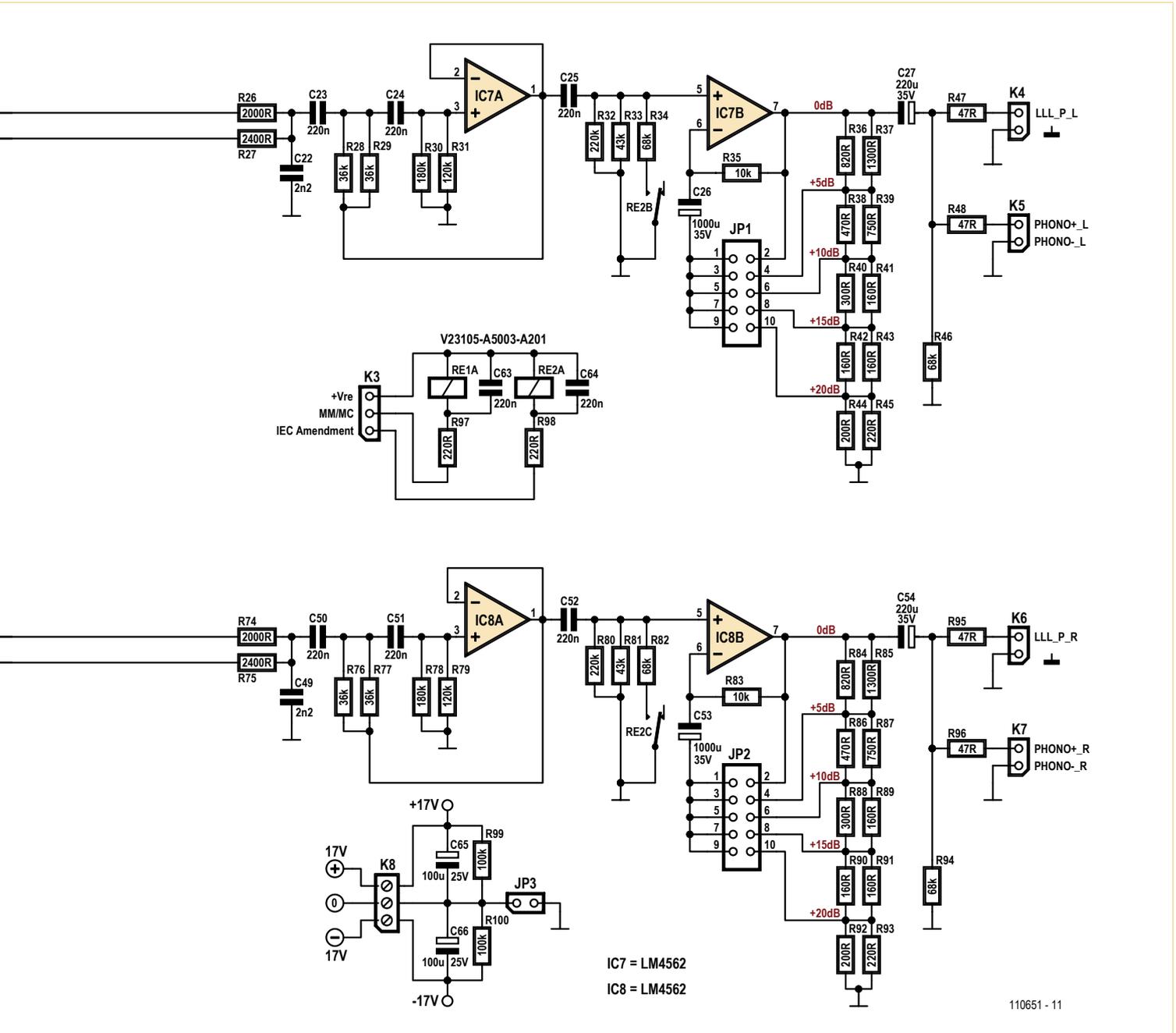


Figure 1. Le schéma de la section préampli bobine mobile / aimant mobile de notre préAMP 2012. Une conception empreinte de chasse au bruit et de parfaite adaptation à la grande variété de cellules.

pas simulé et de cette manière, le bruit causé par la hausse d'impédance de l'inductance de la cellule MM est éliminé. En attaquant son extrémité basse en opposition

de phase par rapport au signal du haut, R16 acquiert l'apparence d'une 47 kΩ. IC4B présente une haute impédance pour l'entrée MM alors que IC4A est un étage inverseur.

Les résistances multiples R19, R20 et R17, R18 servent à améliorer la précision du gain et du même coup la précision de la synthèse d'impédance.



Scrutez le tableau des performances pour vérifier si nous avons péché quelque part.

Filtre subsonique

Nous sommes en présence d'un filtre passe-haut Butterworth du 3^e ordre à deux étages dont le point de coupure est

à 20 Hz. Ici aussi, les résistances multiples R28, R29 et R30, R31 améliorent la précision. Dans ma précédente version du Preamp, j'avais utilisé un étage unique,

mais j'ai trouvé que la configuration à deux étages est préférable en termes d'optimisation de la caractéristique de distorsion [2]. C'est un LM4562 qui est à l'œuvre ici

Liste des composants

Résistances :

(tolérance 1%, métal film 0,25W)
 R1, R13, R49, R61 = optionnel, voir texte
 R2, R8, R50, R56 = 100 Ω
 R3, R24, R35, R51, R72, R83 = 10 kΩ
 R4, R52 = 56 kΩ
 R5, R53 = 2,2 kΩ
 R6, R54 = 330 Ω
 R7, R55 = 3,3 Ω
 R9, R38, R57, R86 = 470 Ω
 R10, R11, R58, R59 = 2,2 MΩ
 R12, R32, R60, R80 = 220 kΩ
 R14, R62 = 510 kΩ
 R15, R63 = 430 kΩ
 R16, R64 = 1 MΩ
 R17, R65 = 27 kΩ
 R18, R66 = 39 kΩ
 R19, R20, R26, R67, R68, R74 = 2,00 kΩ
 R21, R45, R69, R93, R97, R98 = 220 Ω
 R22, R70 = 110 kΩ
 R23, R71 = 150 kΩ
 R25, R73 = 11 kΩ
 R27, R75 = 2,4 kΩ
 R28, R29, R76, R77 = 36 kΩ
 R30, R78 = 180 kΩ
 R31, R79 = 120 kΩ
 R33, R81 = 43 kΩ
 R34, R46, R82, R94 = 68 kΩ
 R36, R84 = 820 Ω
 R37, R85 = 1,3 kΩ
 R39, R87 = 750 Ω
 R40, R88 = 300 Ω
 R41, R42, R43, R89, R90, R91 = 160 Ω
 R44, R92 = 200 Ω
 R47, R48, R95, R96 = 47 Ω
 R99, R100 = 100 kΩ

Condensateurs :

C1, C8, C28, C35 = optionnel, voir texte
 C2, C4, C7, C12, C27, C29, C31, C34, C39, C54 = 220 μF 35 V, 20%, Ø 8 mm, au pas de 3,5 mm
 C3, C9, C30, C36 = 100 pF 630 V, 1%, polystyrène, axial
 C5, C32 = 15 pF ±1 pF 160 V, polystyrène, axial
 C6, C33 = 470 nF 100 V, 10%
 C10, C37 = 22 μF 35V, 20%, Ø 6,3mm, au pas de 2,5 mm
 C11, C38 = 4,7 pF ±0,25 pF 100 V, au pas de 5 mm
 C13 à C17, C40 à C44 = 10 nF 63 V, 1%, polystyrène, axial
 C18, C19, C20, C45, C46, C47 = 4,7 nF 160 V, 1%, polystyrène, axial
 C21, C48 = 220 pF 630 V, 1%, polystyrène, axial
 C22, C49 = 2,2 nF 160 V, 1%, polystyrène, axial
 C23, C24, C25, C50, C51, C52 = 220 nF 250 V, 5%, polypropylène, au pas de 10 mm
 C26, C53 = 1000 μF 35 V, 20%, Ø 13 mm, au pas de 5 mm
 C55 à C62 = 100 nF 100 V, 10%, au pas de 7,5 mm
 C63, C64 = 220 nF 100 V, 10%, au pas de 7,5 mm
 C65, C66 = 100 μF 25 V, 20%, Ø 6,3mm, au pas de 2,5 mm

Semi-conducteurs :

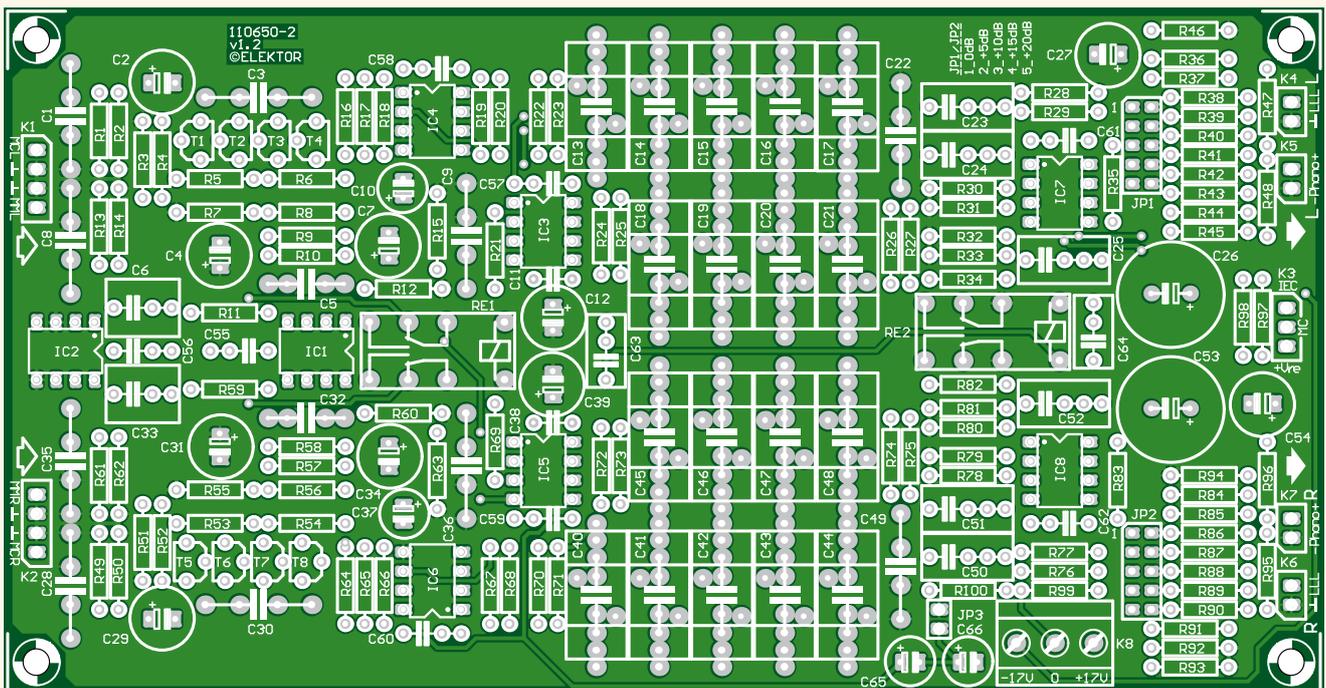
T1 à T8 = 2SA1085, Hitachi, p.ex. Reichelt.de type SA 1085 ou RS Components réf. 197-9834
 IC1, IC4, IC6 = NE5532, p.ex. ON Semiconductor type NE5532ANG
 IC2 = TL072
 IC3, IC5 = NE5534, p.ex. ON Semiconductor type NE5534ANG
 IC7, IC8 = LM4562, p.ex. National Semiconductor type LM4562NA/NOPB

Divers :

K1, K2 = embase à 4 picots droits au pas de 2,54 mm prises pour K1 et K2
 K3 = embase à 3 picots droits au pas de 2,54 mm prise pour K3
 K4 à K7, JP3 = embase à 2 picots droits au pas de 2,54 mm) prises pour K4 à K7 cavalier pour JP1, JP2, JP3
 JP1, JP2 = embase à 2x5 picots au pas de 2,54 mm
 K8 = triple bornier à vis au pas de 5 mm
 RE1, RE2 = relais DPDT, 12 V/960 Ω, 230 V/3 A, encartable, TE Connectivity/Axicom type V23105-A5003-A201

circuit imprimé EPS 110650-2
 (www.elektor.fr/110651)

Note : composants disponibles entre autres chez Farnell, sauf T1 à T8 et circuit imprimé 110650-2



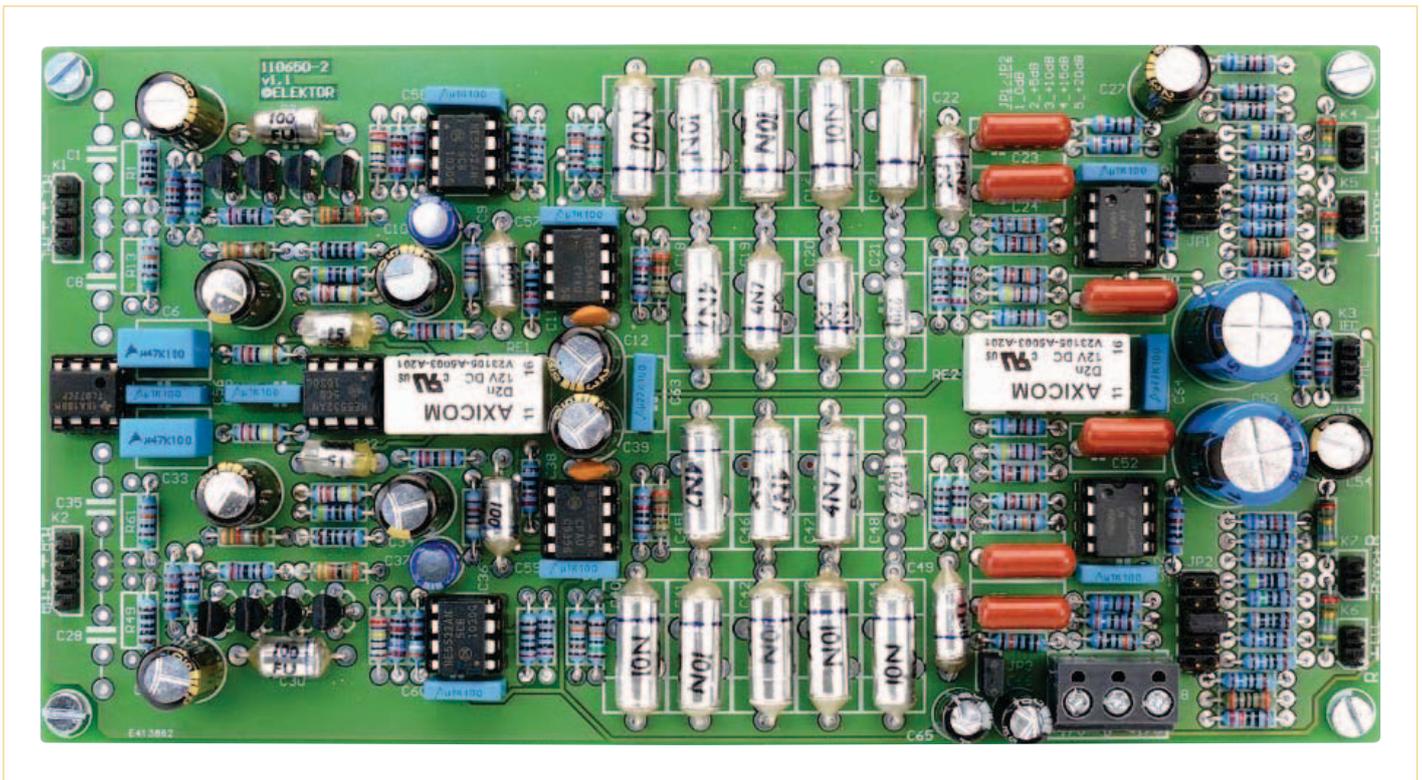


Figure 3. La platine MC/MM assemblée et testée, tout droit sortie du laboratoire Elektor.

(IC7A) parce qu'il réduit considérablement la distorsion.

Amendement IEC commutable

L'amendement IEC est un atténuateur BF supplémentaire qui a été tardivement ajouté à la spécification RIAA. La plupart des gens le trouvent indésirable, aussi l'a-t-on souvent omis. On peut ici le mettre en service en ajoutant la résistance R34 aux bornes des résistances R32 et R33 du filtre subsonique. C'est une légère approximation, mais elle épargne un ampli op et la précision est de $\pm 0,1$ dB jusqu'à 29 Hz. Plus bas, le filtre subsonique prend le relais et la précision n'a plus d'importance.

Commutation de gain

L'étage que préside IC7B permet à chaque cellule MC ou MM du marché de recevoir le gain nécessaire pour le bruit minimum et la meilleure marge à la surcharge. Le gain varie par échelons de 5 dB en fonction de la position du cavalier sur l'embase JP1 par sélection du coefficient de rétroaction dans le diviseur R36 à R45. Chaque échelon est composé de deux résistances en parallèle pour atteindre précisément la valeur voulue. R35 assure la continuité de la chaîne de rétroaction pendant le changement.

Le signal de commande vers l'étage LLLL (*Log-Law Level LED*), la LED qui indique le niveau en échelle logarithmique, est prélevé par R47 et rejoint le connecteur K4. Ce circuit et la platine qui le porte seront exposés le mois prochain.

Construction

Le circuit est construit sur la platine à double face et trous métallisés EPS 110650-2 (attention à la numérotation) dont la face sérigraphiée est représentée par la **figure 2**. Comme indiqué dans le premier épisode, l'assemblage le soudage sont affaire de routine, puisque seuls des composants à fils sont utilisés. Pour le soudage, nous recommandons l'usage d'un cadre pivotant. Vérifiez d'abord soigneusement l'identité de tous les composants à l'aide de la liste, puis implantez-les soigneusement. Immobilisez-les par le dessus de la platine à l'aide d'une épaisse couche de mousse d'emballage et du panneau de fixation. Il n'y a plus qu'à faire pivoter l'ensemble pour pouvoir souder les composants (la tête en bas) un à un sans risque de chute ou de dislocation de l'autre côté. L'expérience dicte de toujours commencer par les composants au profil le plus bas et de finir par les plus lourds et les plus encombrants.

Le résultat devrait être une platine en accord parfait avec la conception du circuit. Vous pouvez à tout moment la comparer au prototype (**fig. 3**).

(110651 – trad. Robert Grignard)

Références :

- [1] PréAMP 2012 1^{re} partie et 1^{re} platine, Elektor, mars 2012 ; www.elektor.fr/110650
- [2] Peter Billam, *Harmonic Distortion in a Class of Linear Active Filter Networks*, *Journal of the Audio Engineering Society* Juin 1978 Volume 26, N° 6, p.426