

ELECTRONIQUE PRATIQUE

HORS-SÉRIE N°2 ■ www.electroniquepratique.com ■ 5,00 €

HORS-SÉRIE AUDIO

RÉALISEZ VOUS-MÊME

3 kits d'enceintes
2 amplificateurs à tubes
1 filtre actif deux voies
1 préampli phono...

INITIATION
La structure
d'un son



L 14562-2H-F: 5,00 € - RD



Oscilloscopes "OWON"

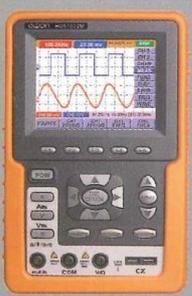


Compact et léger le "EDU5022" est un oscilloscope numérique de table doté d'un excellent rapport qualité / prix / performance. Equipé d'un large afficheur LCD couleur 7,8" de type STN avec une résolution de 640 x 480 en 256 couleurs, ce dernier dispose de très nombreuses fonctions: BP: 2 x 25 MHz - Echantillonnage: 100 MS/s - Trigger externe - Mémoire enregistrement: 6 K (points) par canal - Curseurs pour mesure en tension et en durées - 5 mesures automatiques (fréquence, cycle, valeur moyenne, Peak-Peak, RMS...) dont 4 affichables simultanément à l'écran - Addition / soustraction de signaux - Fonction "zoom" - Déclenchement front montant, descendant, source vidéo - Paramétrage de l'affichage en mode persistant, vectorisé, point à point, XY, YT, moyenné - Sauvegarde de 4 signaux pouvant être rappelés à l'écran en même temps que les signaux en cours de mesure - Affichage des paramètres de réglage à l'écran - Réglage manuel ou automatique - Fonction "gel des signaux" à l'écran avec possibilité de modifier la base de temps et l'échelle de tension afin "d'agrandir" le signal - Auto-calibration, sortie USB pour exportation des signaux vers un PC (logiciel et câble livré). L'oscilloscope (livré avec 2 sondes) est garanti 3 ans

"EDU5022" 437 € Dont 0,15 € d'éco-participation inclus

Idem mais en version 2 x 60 MHz (250 MS/s)

"PDS6022S" 771 € Dont 0,15 € d'éco-participation inclus



Le "HDS1022M" est un appareil de mesure portable compact et ergonomique intégrant dans un même boîtier les fonctions d'oscilloscope numérique 2 x 20 MHz à écran couleur et de multimètre avec mesure de résistance, test de diode, test de continuité avec indicateur sonore, mesure de tensions AC /DC, mesure de courant AC /CC. Garanti 3 ans, il est livré en malette avec différentes sondes et accessoires.



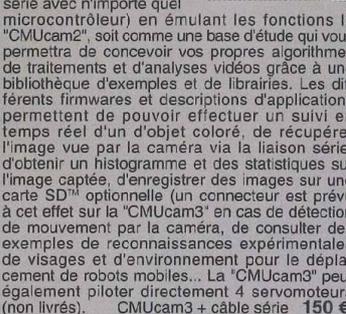
"HDS1022M" 695 € Dont 0,05 € d'éco-participation inclus

Idem, mais en version 2 x 60 MHz

"PDS6022M" 870 € Dont 0,05 € d'éco-participation inclus

Module "CMUcam3"

Développé par l'université de Carnegie Mellon et fabriquée sous licence par la société Lextronic, la "CMUcam3" est une plate forme de développement vidéo conçue autour d'un processeur ARMTM associé à une mémoire FIFO et à un module caméra couleur. Entièrement programmable en langage "C" via une suite logiciel de type GNU, elle pourra être exploitée soit comme un capteur vidéo intelligent prêt à l'emploi (interfaçable via une liaison série avec n'importe quel microcontrôleur) en émulant les fonctions la "CMUcam2", soit comme une base d'étude qui vous permettra de concevoir vos propres algorithmes de traitements et d'analyses vidéos grâce à une bibliothèque d'exemples et de librairies. Les différents firmwares et descriptions d'applications permettent de pouvoir effectuer un suivi en temps réel d'un objet coloré, de récupérer l'image vue par la caméra via la liaison série, d'obtenir un histogramme et des statistiques sur l'image captée, d'enregistrer des images sur une carte SDTM optionnelle (un connecteur est prévu à cet effet sur la "CMUcam3" en cas de détection de mouvement par la caméra, de consulter des exemples de reconnaissances expérimentales de visages et d'environnement pour le déplacement de robots mobiles... La "CMUcam3" peut également piloter directement 4 servomoteurs (non livrés). CMUcam3 + câble série 150 €



Modules radiofréquences

Gamme 433 MHz / 869 MHz

> Modem série radio synthétisé 5 canaux - Utilisation ultra-simple

> Modules émetteurs / récepteurs et transceiver bande étroite Fréq.: 433 MHz - Portée 700 m

> Modules émetteurs / récepteurs et transceiver radio synthétisés 32 à 128 canaux - bande étroite Fréq.: 433 MHz - Portée 700 m

> Emetteur 868 MHz - 450 mW portée + de 3 kilomètres



Modules BluetoothTM

Avec protocole SPP Permet le remplacement transparent d'une liaison RS-232 - Dialogue possible avec d'autres modules BluetoothTM supportant protocole SPP.

Versión en boîtier (48 x 34 x 19 mm). Portée max: 100 m env. 120,80 €

Versión "OEM" subminiature (24 x 13 mm) Portée max.: 20 m env. 55 €

Nouveaux modèles !
Version BluetoothTM V2.0 + EDR - Puissance HF: +8 dB. Ant. intégrée. Portée 250 m 33,50 €

Version BluetoothTM V2.0 + EDR - Puissance HF: +19dB. Sortie pour antenne externe (non livrée) Portée max. 500 m env. 38,50 €

Versión spécialement conçu pour la transmission full duplex de signaux audios multimédias - Portée max. 150 m env. 51,20 €

Versión spécialement conçu pour la transmission full duplex de signaux audios multimédias - Portée max. 150 m env. 51,20 €

Versión spécialement conçu pour la transmission full duplex de signaux audios multimédias - Portée max. 150 m env. 51,20 €

Modules ZigBeeTM

Nouveaux modems ZigBeeTM avec interface série. Livrés sous forme de modules OEM subminiatures au format DIL (2,7 x 2,4 cm) Puissance 1 mW. Portée max. 100 m env. Alimentation: 3,3 V / 45 mA. Existents en versions avec antenne intégrée (filaire ou Chip) ainsi qu'avec sortie sur connecteur U.FL pour antenne externe Le module seul ... 23 €

Versión spécialement conçu pour la transmission full duplex de signaux audios multimédias - Portée max. 150 m env. 51,20 €

Versión spécialement conçu pour la transmission full duplex de signaux audios multimédias - Portée max. 150 m env. 51,20 €

Versión spécialement conçu pour la transmission full duplex de signaux audios multimédias - Portée max. 150 m env. 51,20 €

Versión spécialement conçu pour la transmission full duplex de signaux audios multimédias - Portée max. 150 m env. 51,20 €

Versión spécialement conçu pour la transmission full duplex de signaux audios multimédias - Portée max. 150 m env. 51,20 €

Versión spécialement conçu pour la transmission full duplex de signaux audios multimédias - Portée max. 150 m env. 51,20 €

Versión spécialement conçu pour la transmission full duplex de signaux audios multimédias - Portée max. 150 m env. 51,20 €

Versión spécialement conçu pour la transmission full duplex de signaux audios multimédias - Portée max. 150 m env. 51,20 €

Versión spécialement conçu pour la transmission full duplex de signaux audios multimédias - Portée max. 150 m env. 51,20 €

Versión spécialement conçu pour la transmission full duplex de signaux audios multimédias - Portée max. 150 m env. 51,20 €

Versión spécialement conçu pour la transmission full duplex de signaux audios multimédias - Portée max. 150 m env. 51,20 €

Versión spécialement conçu pour la transmission full duplex de signaux audios multimédias - Portée max. 150 m env. 51,20 €

Versión spécialement conçu pour la transmission full duplex de signaux audios multimédias - Portée max. 150 m env. 51,20 €

Versión spécialement conçu pour la transmission full duplex de signaux audios multimédias - Portée max. 150 m env. 51,20 €

Versión spécialement conçu pour la transmission full duplex de signaux audios multimédias - Portée max. 150 m env. 51,20 €

Versión spécialement conçu pour la transmission full duplex de signaux audios multimédias - Portée max. 150 m env. 51,20 €

Versión spécialement conçu pour la transmission full duplex de signaux audios multimédias - Portée max. 150 m env. 51,20 €

Versión spécialement conçu pour la transmission full duplex de signaux audios multimédias - Portée max. 150 m env. 51,20 €

Versión spécialement conçu pour la transmission full duplex de signaux audios multimédias - Portée max. 150 m env. 51,20 €

Versión spécialement conçu pour la transmission full duplex de signaux audios multimédias - Portée max. 150 m env. 51,20 €

Versión spécialement conçu pour la transmission full duplex de signaux audios multimédias - Portée max. 150 m env. 51,20 €

Versión spécialement conçu pour la transmission full duplex de signaux audios multimédias - Portée max. 150 m env. 51,20 €

Versión spécialement conçu pour la transmission full duplex de signaux audios multimédias - Portée max. 150 m env. 51,20 €

Versión spécialement conçu pour la transmission full duplex de signaux audios multimédias - Portée max. 150 m env. 51,20 €

Versión spécialement conçu pour la transmission full duplex de signaux audios multimédias - Portée max. 150 m env. 51,20 €

Versión spécialement conçu pour la transmission full duplex de signaux audios multimédias - Portée max. 150 m env. 51,20 €

Modules spécialisés

SD-COM Module permettant d'écrire et de lire sur une carte SDTM ou MMCTM à partir de votre microcontrôleur ou d'un module PICBASIC ou CUBLOC via des ordres séries très simples (niveaux logiques 0 - 5 Vcc) 67,00 €

CF-COM Identique pour carte CFTM 67,00 €

Ajoutez une communication USB à votre microcontrôleur grâce à ce module de conversion série <-> USB. Drivers de port virtuel pour WindowsTM 98/XP. Dim.: 24 x 16 mm. Module (sans câble) 27,93 €

Le câble USB seul 3,00 €

Développement microcontrôleurs



1) EasyPIC4: Starter-kit pour développement sur microcontrôleurs PICTM - Programmeur USB intégré, supports pour PIC 8, 14, 20, 28 et 40 broches, livré avec PIC16F877, emplacements pour afficheurs LCD 2 x 16 et afficheur LCD graphique 128 x 64 (livrés en option), 32 leds, 32 boutons-poussoirs, 4 afficheurs 7 segments, emplacement pour capteur température DS18S20 (livré en option), connecteur pour clavier PS/2 (non livré), port série, etc. 129,50 €

Option afficheur LCD 2 x 16 caractères 9 €

Option afficheur LCD graphique 128 x 64 28 €

Option capteur température DS18S20 3,90 €

2) Compilateurs pour PIC interface IDE, gestion série, USB, I2CTM, SPITM, RS485, CAN, Ether net, écriture/lecture sur cartes SD/MMC/CFTM, affichage LCD alphanumérique/graphique, gestion de clavier, modules radio, calculs mathématiques, signaux PWM, mémoire Flash/EEProm interne, temporisations... Existe aussi en Pascal

Tarifs valables si achetés seuls
MikroPICBASIC: 150 € MikroPICTM C: 215 €

Tarifs valables si achetés avec platine EasyPIC4
MikroPICBASIC: 115 € MikroPICTM C: 165 €

3) Ouvrage technique Aborde tous les aspects, théoriques et pratiques de la programmation en BASIC des microcontrôleurs PICTM 39 €

Aborde tous les aspects, théoriques et pratiques de la programmation en BASIC des microcontrôleurs PICTM 39 €

Aborde tous les aspects, théoriques et pratiques de la programmation en BASIC des microcontrôleurs PICTM 39 €

Aborde tous les aspects, théoriques et pratiques de la programmation en BASIC des microcontrôleurs PICTM 39 €

Aborde tous les aspects, théoriques et pratiques de la programmation en BASIC des microcontrôleurs PICTM 39 €

Aborde tous les aspects, théoriques et pratiques de la programmation en BASIC des microcontrôleurs PICTM 39 €

Aborde tous les aspects, théoriques et pratiques de la programmation en BASIC des microcontrôleurs PICTM 39 €

Aborde tous les aspects, théoriques et pratiques de la programmation en BASIC des microcontrôleurs PICTM 39 €

Aborde tous les aspects, théoriques et pratiques de la programmation en BASIC des microcontrôleurs PICTM 39 €

Aborde tous les aspects, théoriques et pratiques de la programmation en BASIC des microcontrôleurs PICTM 39 €

Aborde tous les aspects, théoriques et pratiques de la programmation en BASIC des microcontrôleurs PICTM 39 €

Aborde tous les aspects, théoriques et pratiques de la programmation en BASIC des microcontrôleurs PICTM 39 €

Aborde tous les aspects, théoriques et pratiques de la programmation en BASIC des microcontrôleurs PICTM 39 €

Aborde tous les aspects, théoriques et pratiques de la programmation en BASIC des microcontrôleurs PICTM 39 €

Aborde tous les aspects, théoriques et pratiques de la programmation en BASIC des microcontrôleurs PICTM 39 €

Aborde tous les aspects, théoriques et pratiques de la programmation en BASIC des microcontrôleurs PICTM 39 €

Aborde tous les aspects, théoriques et pratiques de la programmation en BASIC des microcontrôleurs PICTM 39 €

Aborde tous les aspects, théoriques et pratiques de la programmation en BASIC des microcontrôleurs PICTM 39 €

Aborde tous les aspects, théoriques et pratiques de la programmation en BASIC des microcontrôleurs PICTM 39 €

Aborde tous les aspects, théoriques et pratiques de la programmation en BASIC des microcontrôleurs PICTM 39 €

Aborde tous les aspects, théoriques et pratiques de la programmation en BASIC des microcontrôleurs PICTM 39 €

Aborde tous les aspects, théoriques et pratiques de la programmation en BASIC des microcontrôleurs PICTM 39 €

Aborde tous les aspects, théoriques et pratiques de la programmation en BASIC des microcontrôleurs PICTM 39 €

Aborde tous les aspects, théoriques et pratiques de la programmation en BASIC des microcontrôleurs PICTM 39 €

Aborde tous les aspects, théoriques et pratiques de la programmation en BASIC des microcontrôleurs PICTM 39 €

Aborde tous les aspects, théoriques et pratiques de la programmation en BASIC des microcontrôleurs PICTM 39 €

Aborde tous les aspects, théoriques et pratiques de la programmation en BASIC des microcontrôleurs PICTM 39 €

Aborde tous les aspects, théoriques et pratiques de la programmation en BASIC des microcontrôleurs PICTM 39 €

Aborde tous les aspects, théoriques et pratiques de la programmation en BASIC des microcontrôleurs PICTM 39 €

Aborde tous les aspects, théoriques et pratiques de la programmation en BASIC des microcontrôleurs PICTM 39 €

Aborde tous les aspects, théoriques et pratiques de la programmation en BASIC des microcontrôleurs PICTM 39 €

Aborde tous les aspects, théoriques et pratiques de la programmation en BASIC des microcontrôleurs PICTM 39 €

Carte permettant de restituer de 1 à 128 messages vocaux et autres enregistrements sonores au format .WAV préalablement stockés sur une carte CFTM (non livrée). Alim.: 12 Vcc. 8 entrées de commande. Amplificateur intégré 117,15 €

Carte permettant de restituer de 1 à 128 messages vocaux et autres enregistrements sonores au format .WAV préalablement stockés sur une carte CFTM (non livrée). Alim.: 12 Vcc. 8 entrées de commande. Amplificateur intégré 117,15 €

Carte permettant de restituer de 1 à 128 messages vocaux et autres enregistrements sonores au format .WAV préalablement stockés sur une carte CFTM (non livrée). Alim.: 12 Vcc. 8 entrées de commande. Amplificateur intégré 117,15 €

Carte permettant de restituer de 1 à 128 messages vocaux et autres enregistrements sonores au format .WAV préalablement stockés sur une carte CFTM (non livrée). Alim.: 12 Vcc. 8 entrées de commande. Amplificateur intégré 117,15 €

Carte permettant de restituer de 1 à 128 messages vocaux et autres enregistrements sonores au format .WAV préalablement stockés sur une carte CFTM (non livrée). Alim.: 12 Vcc. 8 entrées de commande. Amplificateur intégré 117,15 €

Carte permettant de restituer de 1 à 128 messages vocaux et autres enregistrements sonores au format .WAV préalablement stockés sur une carte CFTM (non livrée). Alim.: 12 Vcc. 8 entrées de commande. Amplificateur intégré 117,15 €

Carte permettant de restituer de 1 à 128 messages vocaux et autres enregistrements sonores au format .WAV préalablement stockés sur une carte CFTM (non livrée). Alim.: 12 Vcc. 8 entrées de commande. Amplificateur intégré 117,15 €

Carte permettant de restituer de 1 à 128 messages vocaux et autres enregistrements sonores au format .WAV préalablement stockés sur une carte CFTM (non livrée). Alim.: 12 Vcc. 8 entrées de commande. Amplificateur intégré 117,15 €

Carte permettant de restituer de 1 à 128 messages vocaux et autres enregistrements sonores au format .WAV préalablement stockés sur une carte CFTM (non livrée). Alim.: 12 Vcc. 8 entrées de commande. Amplificateur intégré 117,15 €

Carte permettant de restituer de 1 à 128 messages vocaux et autres enregistrements sonores au format .WAV préalablement stockés sur une carte CFTM (non livrée). Alim.: 12 Vcc. 8 entrées de commande. Amplificateur intégré 117,15 €

Carte permettant de restituer de 1 à 128 messages vocaux et autres enregistrements sonores au format .WAV préalablement stockés sur une carte CFTM (non livrée). Alim.: 12 Vcc. 8 entrées de commande. Amplificateur intégré 117,15 €

Carte permettant de restituer de 1 à 128 messages vocaux et autres enregistrements sonores au format .WAV préalablement stockés sur une carte CFTM (non livrée). Alim.: 12 Vcc. 8 entrées de commande. Amplificateur intégré 117,15 €

Carte permettant de restituer de 1 à 128 messages vocaux et autres enregistrements sonores au format .WAV préalablement stockés sur une carte CFTM (non livrée). Alim.: 12 Vcc. 8 entrées de commande. Amplificateur intégré 117,15 €

Carte permettant de restituer de 1 à 128 messages vocaux et autres enregistrements sonores au format .WAV préalablement stockés sur une carte CFTM (non livrée). Alim.: 12 Vcc. 8 entrées de commande. Amplificateur intégré 117,15 €

Carte permettant de restituer de 1 à 128 messages vocaux et autres enregistrements sonores au format .WAV préalablement stockés sur une carte CFTM (non livrée). Alim.: 12 Vcc. 8 entrées de commande. Amplificateur intégré 117,15 €

Carte permettant de restituer de 1 à 128 messages vocaux et autres enregistrements sonores au format .WAV préalablement stockés sur une carte CFTM (non livrée). Alim.: 12 Vcc. 8 entrées de commande. Amplificateur intégré 117,15 €

Carte permettant de restituer de 1 à 128 messages vocaux et autres enregistrements sonores au format .WAV préalablement stockés sur une carte CFTM (non livrée). Alim.: 12 Vcc. 8 entrées de commande. Amplificateur intégré 117,15 €

Carte permettant de restituer de 1 à 128 messages vocaux et autres enregistrements sonores au format .WAV préalablement stockés sur une carte CFTM (non livrée). Alim.: 12 Vcc.

ELECTRONIQUE PRATIQUE

HORS-SÉRIE N°2

Initiation

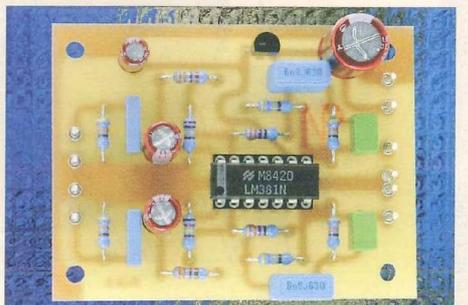
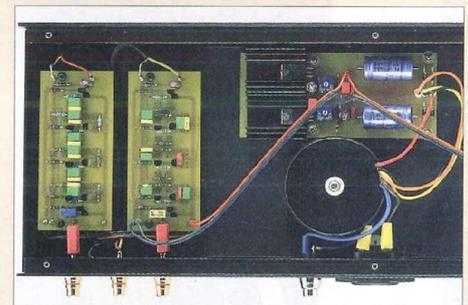
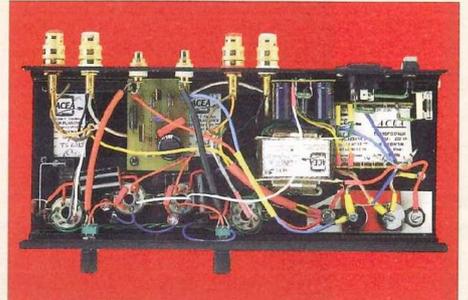
- 4 Fondamentale & Harmoniques :
la structure d'un son

Électronique

- 10 Push-Pull de KT90 E.H - 2 x 80 Weff
Polarisation négative de grille
Stabilisation de la grille-écran
- 24 Single end 6550/KT88 avec câblage
à l'ancienne, sans circuit imprimé
- 34 Filtre actif 2 voies butterworth, ordre 6,
36 dB/octave
- 44 Disques noirs : correcteur économique
pour cellules à aimant mobile

Acoustique

- 50 TAD TSM 2, enceinte 2 voies
- 56 Audio-dynamique ADS 130 R
- 60 Atohm Diablo



Fondateur : Jean-Pierre Ventillard - **TRANSOCEANIC SAS** au capital de 574 000 € - 3, boulevard Ney, 75018 Paris Tél. : 01 44 65 80 80 - Fax : 01 44 65 80 90

Internet : <http://www.electroniquepratique.com> - Président : Patrick Vercher - Directeur de la publication et de la rédaction : Patrick Vercher

Secrétaire de rédaction : Elsa Sepulveda - Illustrations : Alain Bouteville Sanders - Avec la participation de : Bernard Duval, Jacques Vallienne

La Rédaction d'Electronique Pratique décline toute responsabilité quant aux opinions formulées dans les articles, celles-ci n'engageant que leurs auteurs.

DIFFUSION/VENTES : ALIX CONSEIL PRESSE Tél. : 01 64 66 16 39 - PUBLICITÉ : À la revue, e-mail : pubep@fr.oleane.com

I.S.S.N. 0243 4911 - N° Commission paritaire : 0909 T 85322 - Distribution : MLP - Imprimé en France/Printed in France

Imprimerie : ACTIS MAULDE & RENOU 02430 GAUCHY - DEPOT LEGAL : NOVEMBRE 2007 - Copyright © 2007 - **TRANSOCEANIC**

ABONNEMENTS : 18-24, quai de la Marne - 75164 Paris Cedex 19 - Tél. : 01 44 84 85 16 - Fax : 01 42 00 56 92. - Préciser sur l'enveloppe « Service Abonnements »

ATTENTION ! Si vous êtes déjà abonné, vous faciliterez notre tâche en joignant à votre règlement soit l'une de vos dernières bandes-adresses, soit le relevé des indications qui y figurent.

Abonnements USA - Canada : Contacter Express Mag - www.expressmag.com - expsmag@expressmag.com - Tarif abonnement USA-Canada : 60 €

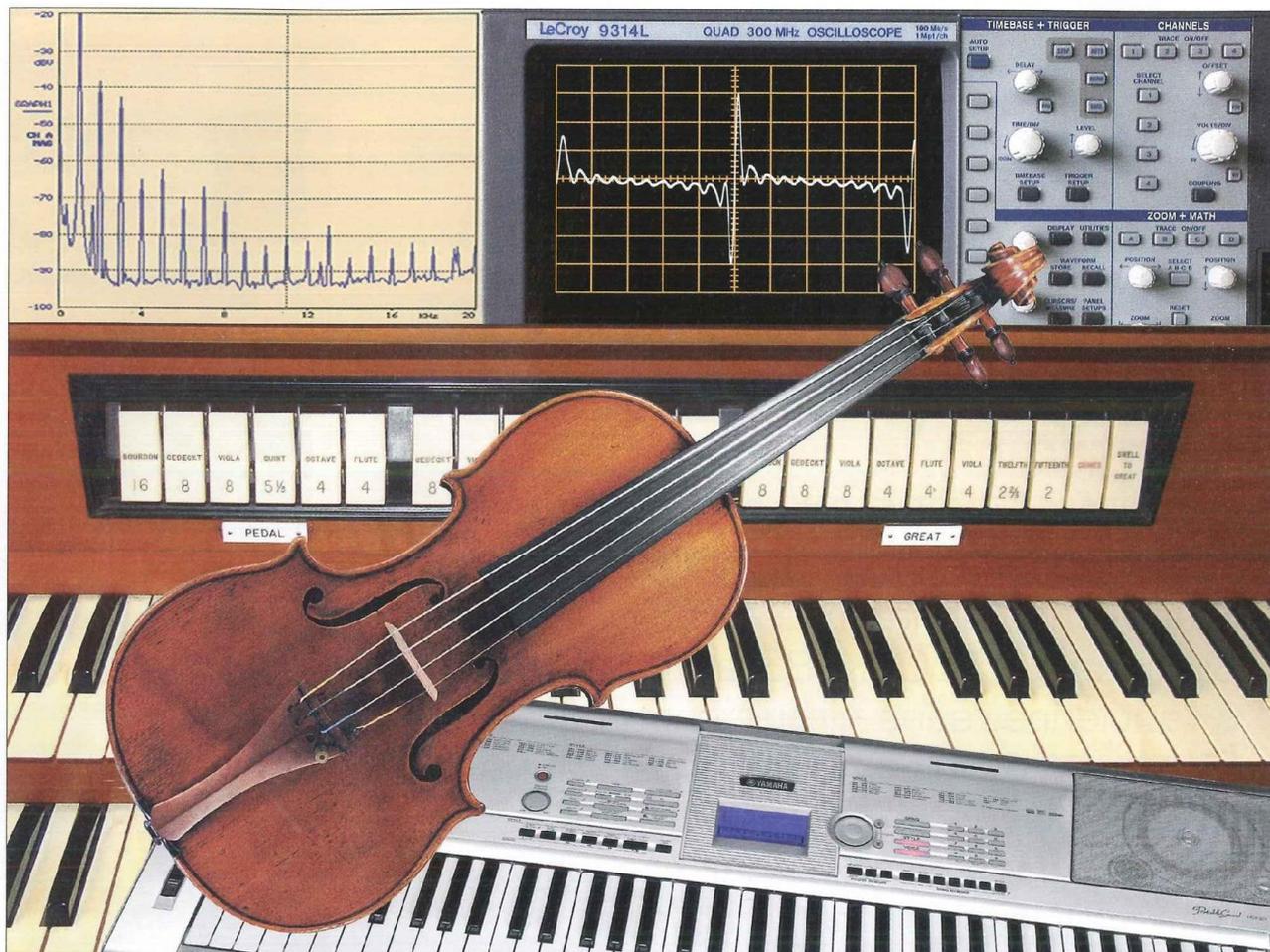
TARIFS AU NUMÉRO : France Métropolitaine : 5,00 € • DOM Avion : 6,40 € • DOM Surface : 5,80 € • TOM : 800 XPF • Portugal continent : 5,60 €

Belgique : 5,50 € • Espagne : 5,60 € • Grèce 5,60 € • Suisse : 10,00 CHF • Maroc : 60 MAD • Tunisie : 5200 TND • Canada : 6,60 \$ CAN

© La reproduction et l'utilisation même partielle de tout article (communications techniques ou documentation) extrait de la revue *Electronique Pratique* sont rigoureusement interdites, ainsi que tout procédé de reproduction mécanique, graphique, chimique, optique, photographique ou électronique, cinématographique ou électrostatique, photostat tirage, photographie, microfilm, etc. Toute demande à autorisation pour reproduction, quel que soit le procédé, doit être adressée à la société TRANSOCEANIC.

FONDAMENTALE & HARMONIQUES

La structure d'un son



Quelle que soit sa nature, un son se caractérise par trois paramètres essentiels : l'amplitude, la hauteur et le timbre. Il se compose toujours de plusieurs fréquences, avec une fondamentale et des harmoniques.

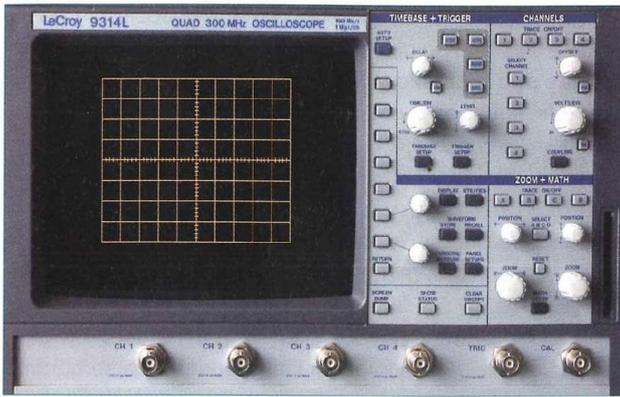
L'amplitude d'un son détermine sa puissance. Un son de volume élevé est un son fort, de grande amplitude. Un son de volume modéré est un son faible dont l'amplitude est plus petite. La hauteur d'un son est déterminée par sa fréquence « fondamentale », en « Hz » ou, plus musicalement, par la note jouée ou chantée. Par exemple, le son du diapason utilisé par les musiciens est un « La » (le « La 3 » du piano) qui correspond à une fréquence de 440 Hz. Enfin, le timbre correspond à la « signature sonore » d'un instrument de musique, d'une voix, etc. C'est lui qui nous permet d'identifier la nature ou l'origine d'un son. Si l'on joue la même note sur un piano, puis sur un violon, on reconnaît tout de suite, grâce au timbre, de quel instrument il s'agit.

Représentation d'un signal

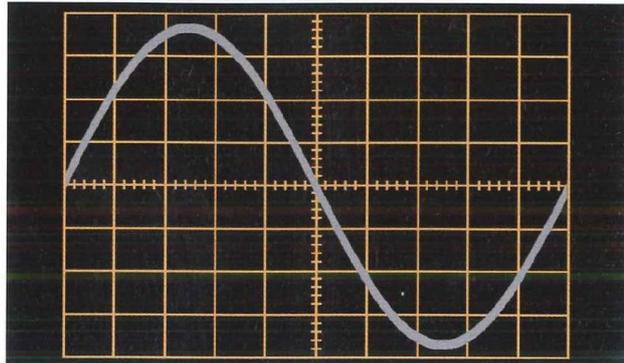
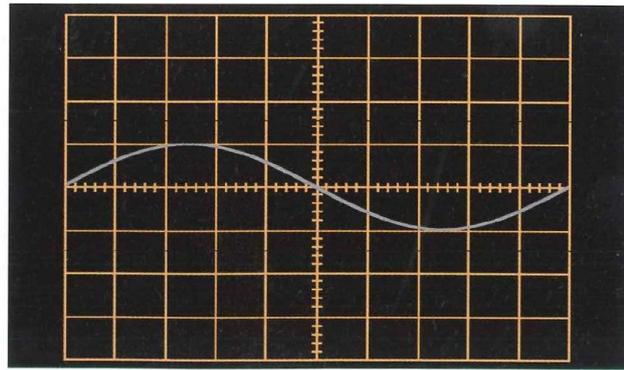
Pour « visualiser » un signal électrique, on utilise généralement un oscilloscope, mais on peut également se servir d'un analyseur de spectre qui se présente très souvent comme une carte d'acquisition de données associée à un logiciel, le tout étant intégré à un ordinateur.

Sons purs, sons complexes

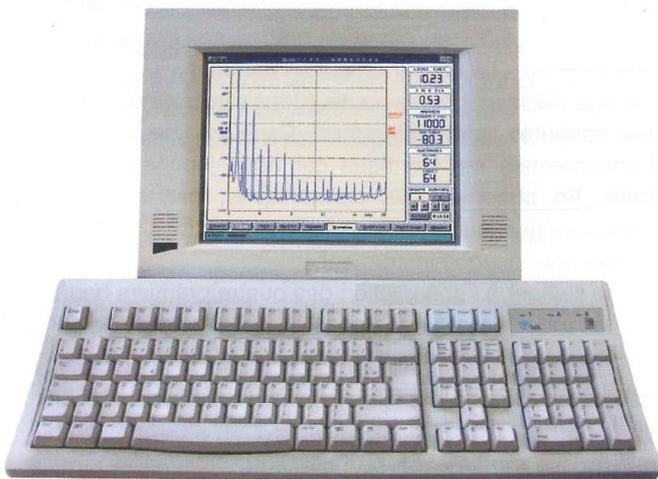
Le son émis par le diapason est un son « pur ». Il n'est composé que d'une seule et unique fréquence : le 440 Hz. Dans la nature, il n'existe pratiquement pas de sons purs. Lorsqu'on analyse en détails un son quelconque, on constate qu'il est composé de plusieurs fréquences



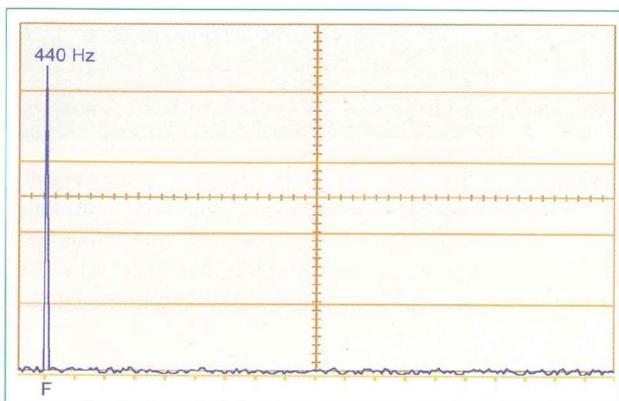
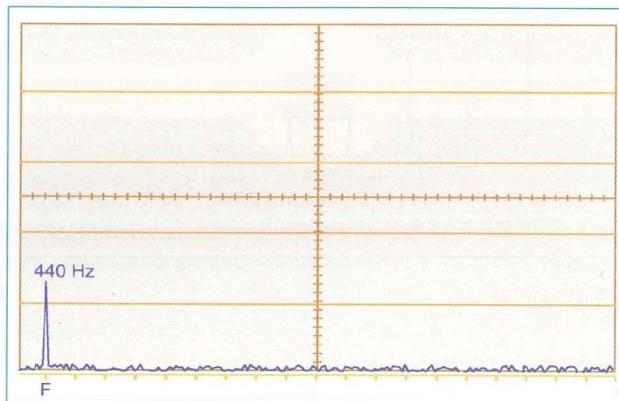
Oscilloscope que nous utilisons dans notre laboratoire. L'écran, sur la gauche, comporte une grille sur laquelle on visualise le tracé correspondant au signal analysé. L'échelle verticale (réglable) correspond à l'amplitude du signal. L'échelle horizontale (réglable elle aussi) correspond au temps. Les réglages de l'oscilloscope déterminent la « valeur » de chaque division de la grille : volts ou portions de volts par division en verticale, secondes ou fractions de secondes en horizontale. La grille comporte dix divisions horizontales et huit verticales



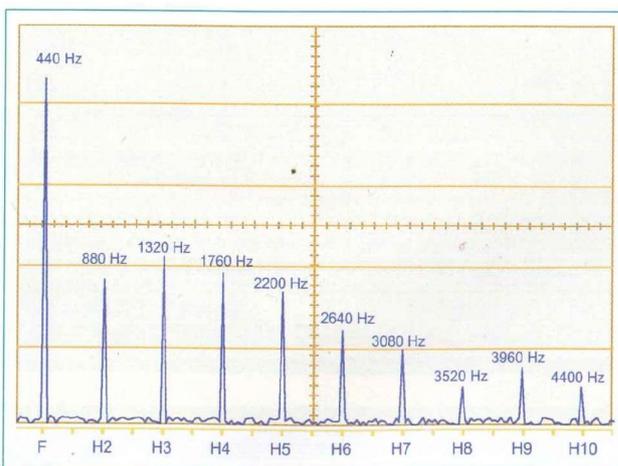
Représentation d'un signal sinusoïdal simple (fréquence « pure ») à l'oscilloscope. En haut : faible amplitude. En bas : forte amplitude (réglages de l'oscilloscope identiques pour les deux mesures).



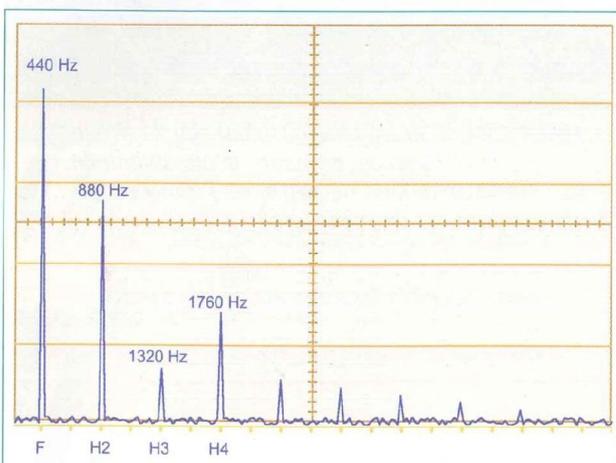
L'analyseur de spectre que nous utilisons est intégré à un ordinateur PC. Il se compose d'une carte d'acquisition du signal et d'un logiciel spécifique pour la représentation à l'écran. Sur un analyseur de spectre, la verticale représente l'amplitude du signal analysé. L'horizontale est graduée en hertz (Hz). Une fréquence simple est représentée par un trait vertical dont la hauteur est proportionnelle à l'amplitude. Selon la fréquence de ce signal, le trait se positionne vers la gauche, le centre, ou la droite de l'écran (fréquences basses vers la gauche, fréquences élevées vers la droite).



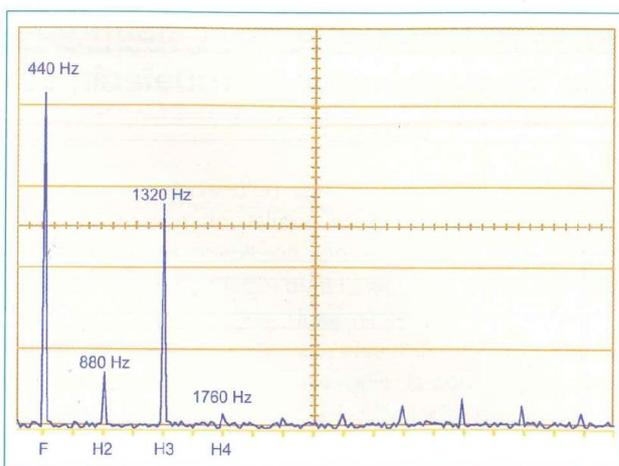
Représentation d'un signal sinusoïdal simple (fréquence « pure » de 440 Hz) sur l'analyseur de spectre. En haut : faible amplitude. En bas : forte amplitude (réglages de l'analyseur identiques pour les deux mesures).



Structure d'un son (signal complexe) observée avec un analyseur de spectre. Le « La3 » joué sur un instrument de musique génère de nombreuses fréquences (les « Harmoniques »), en complément du 440 Hz que l'on nomme « Fondamentale ». On remarque : $880 = 2 \times 440$, $1320 = 3 \times 440$, $1760 = 4 \times 440$, $2200 = 5 \times 440$, etc.



La 3 (440 Hz) joué sur un instrument. La Fondamentale est bien à 440 Hz. On relève sur le spectre beaucoup de H2, peu de H3, beaucoup de H4.



Même note (La 3 - 440 Hz) jouée sur un autre instrument. La Fondamentale est toujours à 440 Hz mais on obtient, cette fois-ci, peu de H2, beaucoup de H3 et pratiquement pas de H4. La répartition des Harmoniques est unique pour chaque instrument : leurs structures harmoniques sont différentes, leurs timbres sont différents.

émises en même temps. Le physicien Joseph Fourier (1768 – 1830) fut le premier à comprendre qu'un son quelconque pouvait s'exprimer comme la combinaison de plusieurs fréquences pures émises en même temps.

Prenons le cas du « La 3 » joué sur un instrument de musique. En observant, sur un analyseur de spectre, la structure du son qui est généré, on constate, bien sûr, la présence d'une forte composante à 440 Hz, mais on remarque également un nombre important d'autres fréquences.

La fréquence de 440 Hz détermine la hauteur du son, donc la note que l'on joue sur l'instrument : elle se nomme « Fondamentale ».

Lorsqu'on observe les autres fréquences qui composent le son, on remarque la présence d'une composante à 880 Hz, d'une composante à 1 320 Hz, d'une autre à 1 760 Hz, etc. Ces composantes, ou fréquences, générées par l'instrument sont toutes des multiples de 440 Hz (fondamentale). Soit F la fondamentale (440 Hz), on retrouve des composantes de $2 \times F$ (880 Hz), $3 \times F$ (1 320 Hz), $4 \times F$, $5 \times F$, etc. jusqu'à pratiquement l'infini pour certains sons. Ces fréquences, multiples de la fondamentale, sont appelées « Harmoniques ». Pour les noter, on utilise la lettre « H », comme « Harmonique », suivie d'un nombre qui représente le « rang » de l'harmonique.

Par exemple, H2 qui se lit « Harmonique deux » (harmonique de rang « deux »), représente une fréquence de deux fois la fondamentale. H3 est l'harmonique trois, sa fréquence est le triple de la fondamentale, H4 est l'harmonique quatre dont la fréquence vaut quatre fois celle de la fondamentale, etc.

Jouer un « La 3 » au piano ne produit pas le même effet que jouer un « La 3 » sur un autre instrument.

La note est identique, la hauteur tonale est la même, mais les sonorités sont différentes. Dans les deux cas, la Fondamentale est identique car nous jouons la même note. En observant les harmoniques, par contre, on remarque que leur amplitude et leur répartition sont différentes pour chaque instrument.

En se limitant à l'observation des quatre premiers harmoniques (pour simplifier les choses), on aura, par exemple, beaucoup de H2, peu de H3, beaucoup de H4, etc. avec un instrument donné. Par contre, on aura peu de H2, beaucoup de H3, pas de H4, etc. avec un autre instrument.

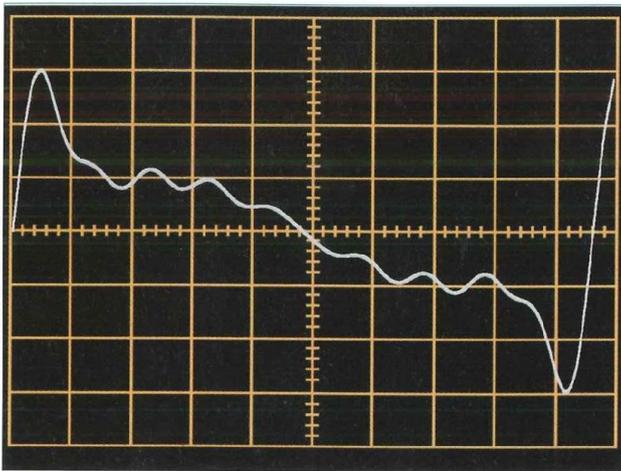
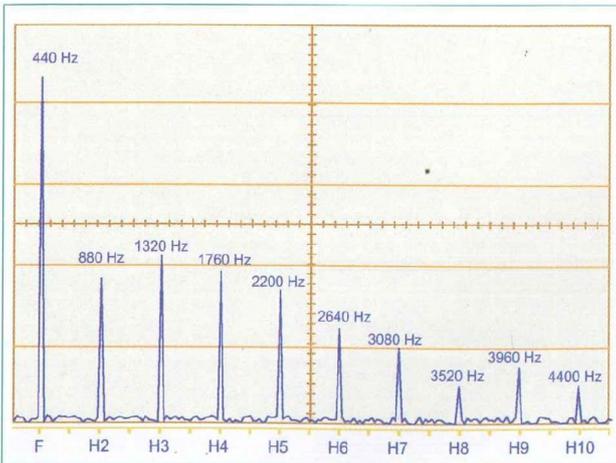
Les harmoniques forment une structure bien déterminée, qui définit le timbre d'une voix ou d'un instrument. Cette structure « harmonique » est propre à chaque type de son.

L'addition de signaux purs

Un son est toujours composé de plusieurs fréquences, avec une fondamentale et des harmoniques.

Pour observer la structure d'un son, l'utilisation d'un analyseur de spectre est indispensable. Un son est un signal complexe, dont la forme observée sur un oscilloscope est pratiquement impossible à interpréter.

Afin de mieux comprendre la structure d'un son et ce que

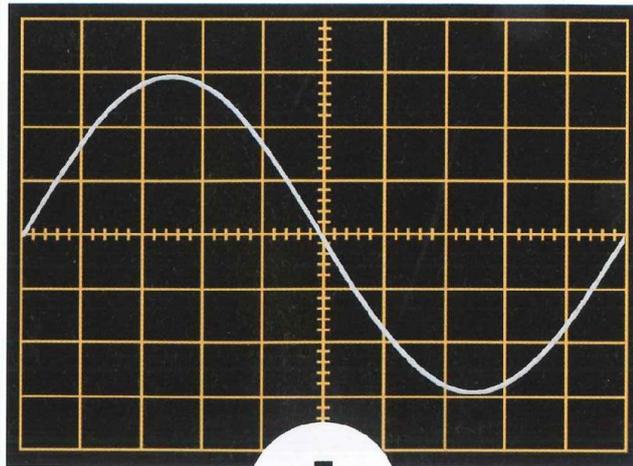


Représentation d'un même signal sonore (Fondamentale à 440 Hz) à l'aide d'un analyseur de spectre et d'un oscilloscope. Pour comprendre la structure d'un son, l'analyseur de spectre est indispensable.

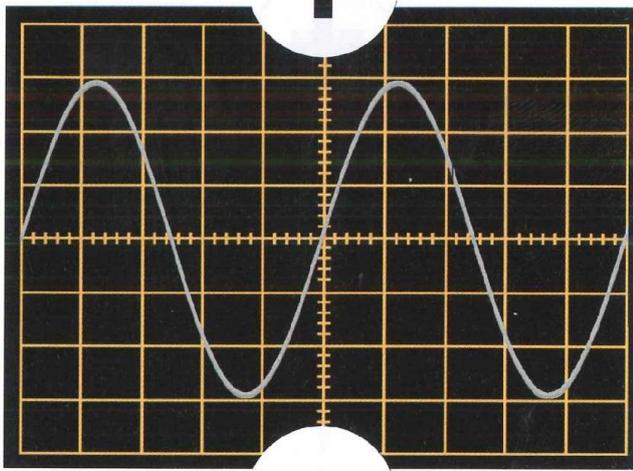
l'on peut visualiser en l'observant à l'oscilloscope et à l'analyseur de spectre, nous pouvons « construire » un signal complexe en additionnant plusieurs fréquences pures (une fondamentale et des harmoniques).

C'est de cette façon que travaillent les instruments de musique électronique « synthétiseurs », lorsqu'ils utilisent une technologie de synthèse additive. Chaque touche du clavier commande une série de générateurs calibrés en fréquence. Ces générateurs fabriquent une fondamentale et un certain nombre d'harmoniques (un générateur pour chaque fréquence). Ainsi, pour fabriquer un son, il suffit de régler le niveau de chaque générateur afin de créer une structure harmonique particulière.

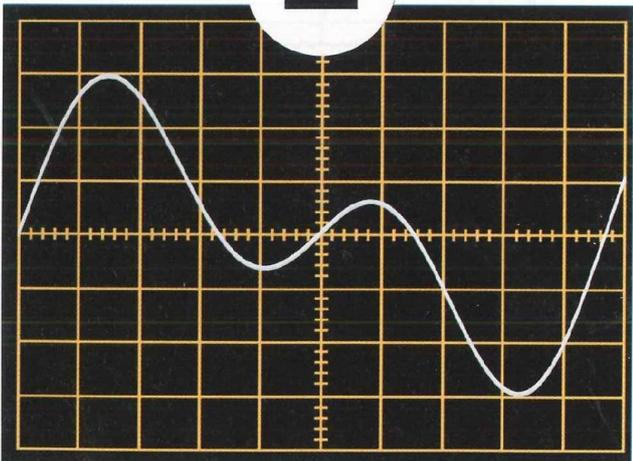
Ce type de synthétiseur très complexe n'existe pratiquement plus. Aujourd'hui, ces instruments utilisent une technique de synthèse soustractive. Chaque note du clavier est associée à un générateur de signal triangulaire (en dents de scie), signal composé d'une fondamentale additionnée à une infinité d'harmoniques (nous verrons cela en détail un peu plus loin). Pour créer un timbre particulier, on utilise une série de filtres à bandes très étroites afin de gérer indépendamment le niveau de chaque harmonique.



+

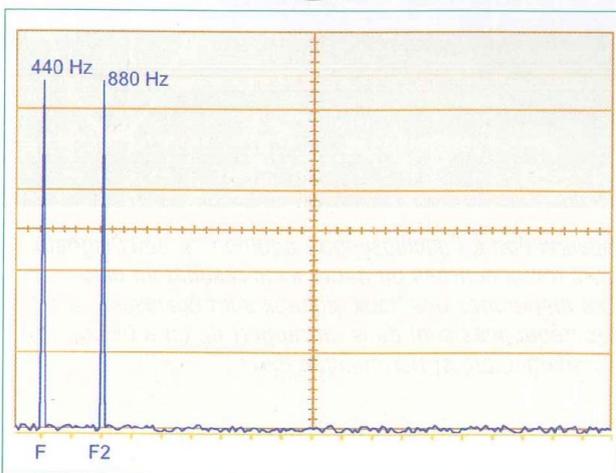
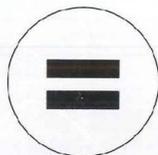
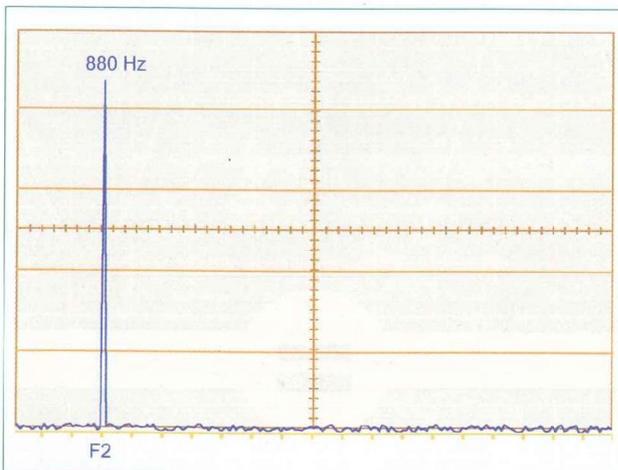
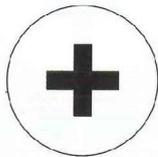
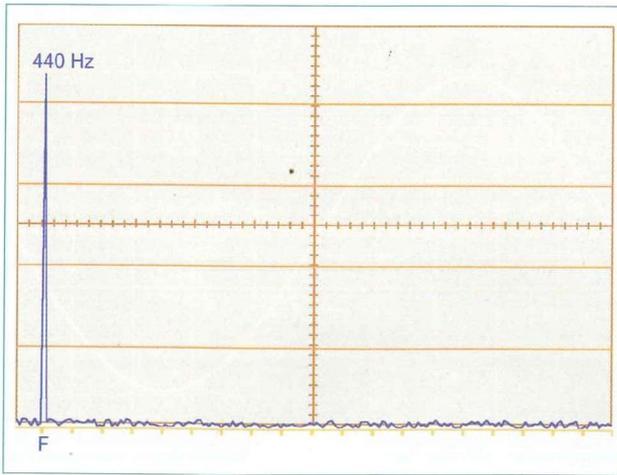


=

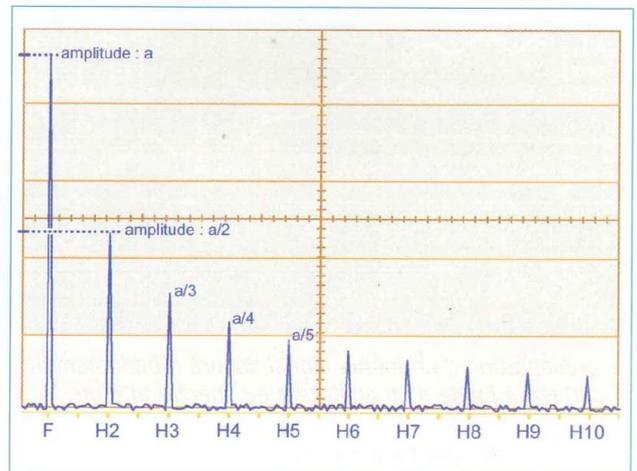
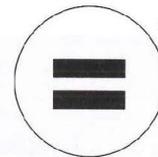
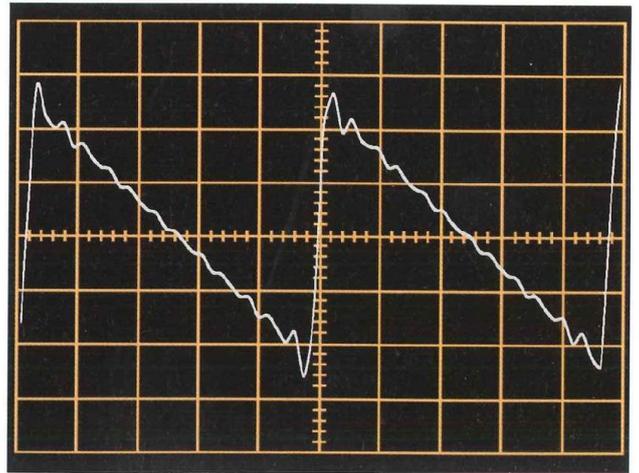


Observation à l'oscilloscope : addition de deux signaux purs (deux courbes du haut), avec résultat en bas. Les amplitudes des deux signaux sont égales, les fréquences sont dans un rapport de un à deux (Fondamentale et Harmonique deux : $F + H2$)

Certains signaux électriques bien « connus » (carrés, triangles, etc.) sont intéressants à observer à l'aide d'un analyseur de spectre. Leur structure harmonique est parfois très particulière, avec une équation mathématique bien précise pour déterminer le niveau, ou l'amplitude, de chaque harmonique.



Même addition de deux signaux purs (440 et 880 Hz), mais observation avec l'analyseur de spectre. On visualise très bien la structure du signal composé de l'addition des deux fréquences.



Signal « S » en dents de scie observé à l'aide d'un oscilloscope et d'un analyseur de spectre.

Carrés et dents de scie : les signaux « remarquables »

Nous avons évoqué, un peu avant, le fait que les synthétiseurs utilisaient un générateur de signaux triangulaires, en dents de scie, pour recréer un spectre sonore (timbre). Voyons en détail ce type de signal à l'aide d'un oscilloscope et d'un analyseur de spectre.

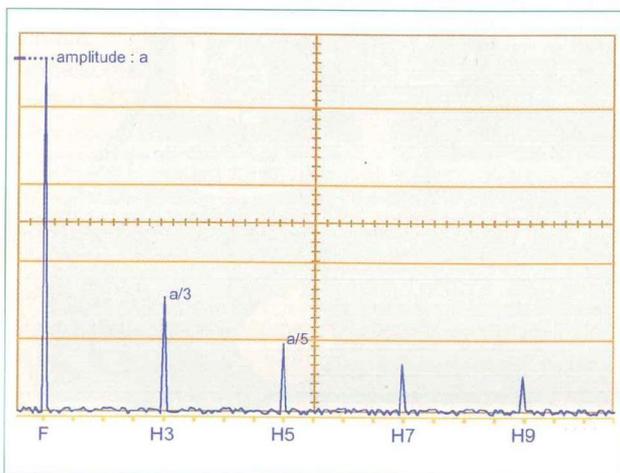
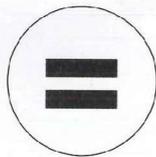
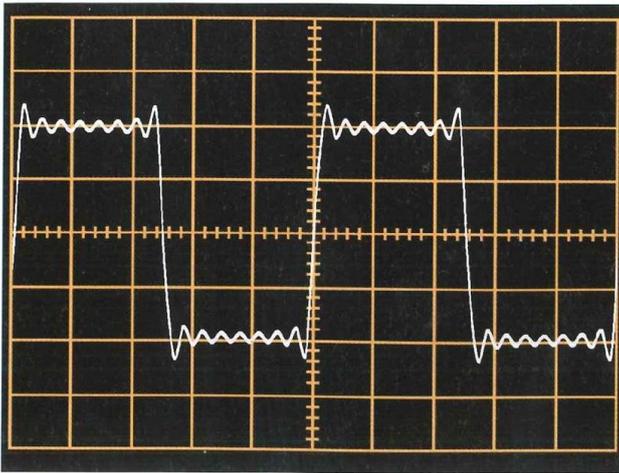
En observant la structure harmonique du signal en dents de scie, on remarque qu'il est constitué d'une fondamentale associée à des harmoniques d'amplitudes décroissantes.

Mathématiquement, ce signal « S » se décrit de la façon suivante :

$$S = \sin F + (\sin H2)/2 + (\sin H3)/3 + (\sin H4)/4 + (\sin H5)/5 + (\sin H6)/6 + \dots$$

Cette équation mathématique utilisant la fonction Sinus est en fait l'équation de la courbe que l'on observe à l'oscilloscope.

Plus la suite d'harmoniques est longue, plus le signal est



Signal carré « C » observé à l'aide d'un oscilloscope et d'un analyseur de spectre.

« propre », lissé. Les petites ondulations disparaissent. Ce signal est assez facile à créer à partir d'un générateur. Il suffit de générer un signal électrique simple, avec un temps de montée rapide et une chute de niveau très progressive, temporisée.

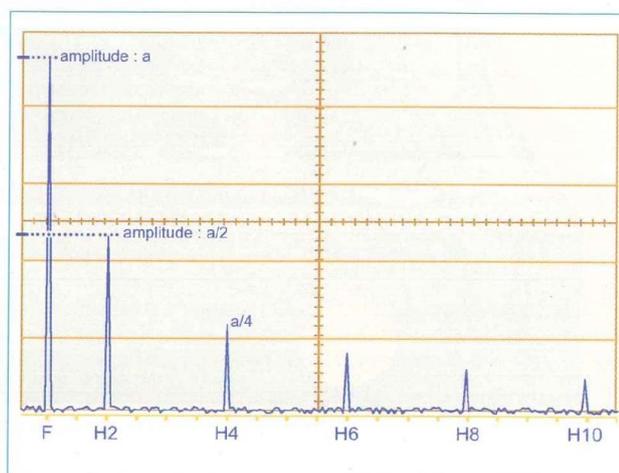
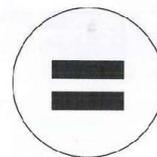
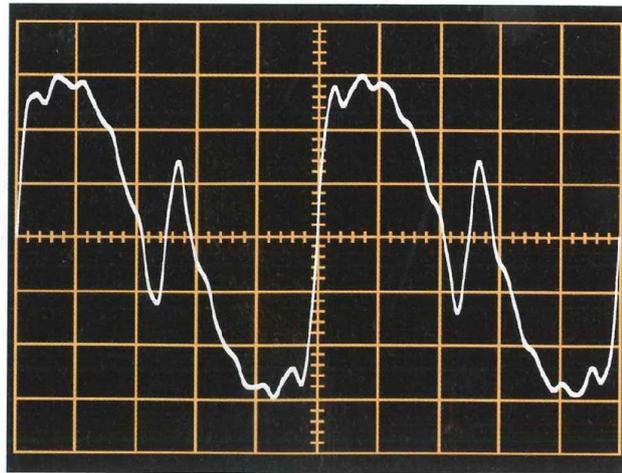
Pour les synthétiseurs, ce signal est ensuite traité par des filtres qui isolent chaque harmonique dont le niveau (amplitude) est ensuite ajusté.

Le signal carré est, lui aussi, un signal remarquable. Sa composition en harmoniques est assez particulière et l'étude de ce signal permet de comprendre beaucoup de choses dans les domaines de l'audio, de la Hi-fi et de la mesure.

Analysons ce type de signal sur nos deux appareils de mesure (oscilloscope et analyseur de spectre).

En observant le signal carré, on remarque qu'il est composé d'une fondamentale et d'une multitude d'harmoniques impairs (H3, H5, H7, etc.).

L'amplitude de chaque harmonique est bien déterminée, l'équation de la courbe « C » observée à l'oscilloscope



Signal complexe « P » composé d'harmoniques pairs uniquement (en plus de la Fondamentale).

s'écrit de la façon suivante :

$$C = \sin F + (\sin H3)/3 + (\sin H5)/5 + (\sin H7)/7 + \dots$$

Plus le nombre d'harmoniques est important, plus le signal est propre, lisse, sans oscillation sur les plateaux. Ce signal carré n'est autre qu'un signal en dents de scie dont les harmoniques pairs (H2, H4, etc.) ont été retirés.

Pour compléter nos expériences, nous avons observé d'autres signaux, que nous avons fabriqués en arrangeant les harmoniques de façon particulière. De cette manière, nous avons fabriqué un signal « complémentaire » du carré, en prenant un signal en dents de scie auquel nous avons retiré les harmoniques impairs (H3, H5, etc.). Ce signal ne présente pas un grand intérêt, il ne ressemble à aucune « figure » connue, on ne peut pas le fabriquer facilement à l'aide d'un générateur simple.

L'équation de la courbe « P » s'écrit :

$$P = \sin F + (\sin H2)/2 + (\sin H4)/4 + (\sin H6)/6 + \dots + \dots$$

A présent vous savez tout, ou presque, sur la structure harmonique d'un son.

J. VALLIENNE

Push-Pull de KT90 E.H 2 x 80 Weff

Polarisation négative de grille Stabilisation de la grille-écran



L'étude proposée est basée sur la tétrode KT90 E.H utilisée en Push-Pull afin d'obtenir un élargissement du spectre audio aux basses fréquences qu'il serait impossible d'avoir avec un Single End.

Sans parler de la réserve de puissance disponible, cinq fois plus importante, un Single End avec deux KT90 montées en parallèle ne délivrant guère plus de 16 Weff dans de bonnes conditions.

Chaque canal de l'amplificateur, poussé à la limite de l'écrêtage, à 1 kHz, est capable de fournir une puissance de 100 Weff. Les deux canaux mis à contribution dans les mêmes conditions sont aptes à délivrer chacun 80 Weff. C'est dire le tonus que possède cette réalisation avec une alimentation bien dimensionnée et généreuse en filtrage, aussi bien pour la haute que pour la basse tension.

DE LA THÉORIE...

Les tubes utilisés

Comme nous venons de le dire, le Push-Pull est composé de deux tétrodes KT90 dont le brochage vous est communiqué en **figure 1a**.

L'embase est de type Octal à huit broches. La tétrode n'ayant pas de

grille « supprimeuse » comme une pentode (EL34), la broche n°1 est inutilisée.

Pour le reste des électrodes, leurs accès sont identiques sur l'embase, le câblage est semblable, que ce soit pour une tétrode ou pour une pentode. L'anode est accessible sur la broche n°3, la grille « écran » sur la broche n°4, la grille de « commande » sur la broche n°5, la cathode sur la broche n°8 et, enfin, le chauffage du filament aux broches n°2 et 7.

Le Push-Pull est commandé par un déphaseur faisant appel à la double triode 6SN7. Ce tube est très apprécié des mélomanes qui le préfèrent à une version plus récente, enveloppée dans une embase Noval, à savoir la double triode ECC82.

Cette double triode, comme la KT90, est dotée d'une embase Octal. La **figure 1b** indique son brochage avec

le raccordement des différentes électrodes. Le chauffage du filament est ici accessible aux broches n° 7 et 8. Il n'y a qu'un seul filament, alors que l'ECC82 dispose d'un filament par triode.

L'étage de préamplification est confié à une pentode à grand gain.

L'EF86 fait partie des tubes Noval à neuf broches et a été spécialement conçue pour les besoins de la basse fréquence. Son brochage est représenté en **figure 1c**.

Comme pour toute cette série, le chauffage du filament est accessible aux broches n°4 et 5.

Le schéma de fonctionnement

Nous remarquons tout de suite en **figure 2** que :

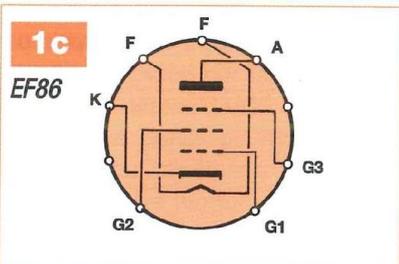
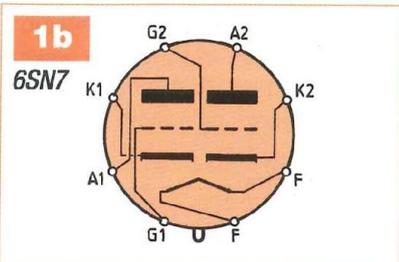
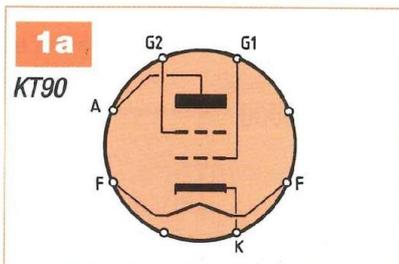
- le type de déphaseur adopté est le Schmitt

- la liaison entre l'étage de préamplification et le déphaseur est directe

- les grilles de « commande » du Push-Pull sont polarisées par une tension négative ajustable

- **la tension** d'alimentation des grilles « écran » **est** indépendante et **stabilisée**.

La modulation est appliquée à la grille de « commande » de l'EF86 après dosage du niveau par le potentiomètre P1. Elle traverse la résistance



de stabilisation R1 qui évite au tube de « partir » en oscillation.

La cathode est polarisée par un réseau R.C. La résistance R2 porte le potentiel de celle-ci à environ + 1,14 V par rapport à la masse. Cette résistance est découplée par un conden-

sateur qui stabilise le point de fonctionnement de l'EF86 en continu, l'alternatif transitant par C1.

La réponse aux basses fréquences est directement liée à ce condensateur. Lequel forme avec R2 un filtre passe-haut dont la fréquence d'intervention f_c se détermine par la relation $1/2 \pi \times R2 \times C1$.

La valeur résistive de 1 kΩ donnée à R2 permet de sélectionner C1 afin que le bas du spectre ne soit pas tronqué prématurément.

Dans son cours n°30 (cf. *Electronique Pratique* n°312, janvier 2007), Rinaldo Bassi mentionnait que « la bande passante de toute électronique destinée à l'audio doit être limitée dans le bas du spectre à 3 Hz ».

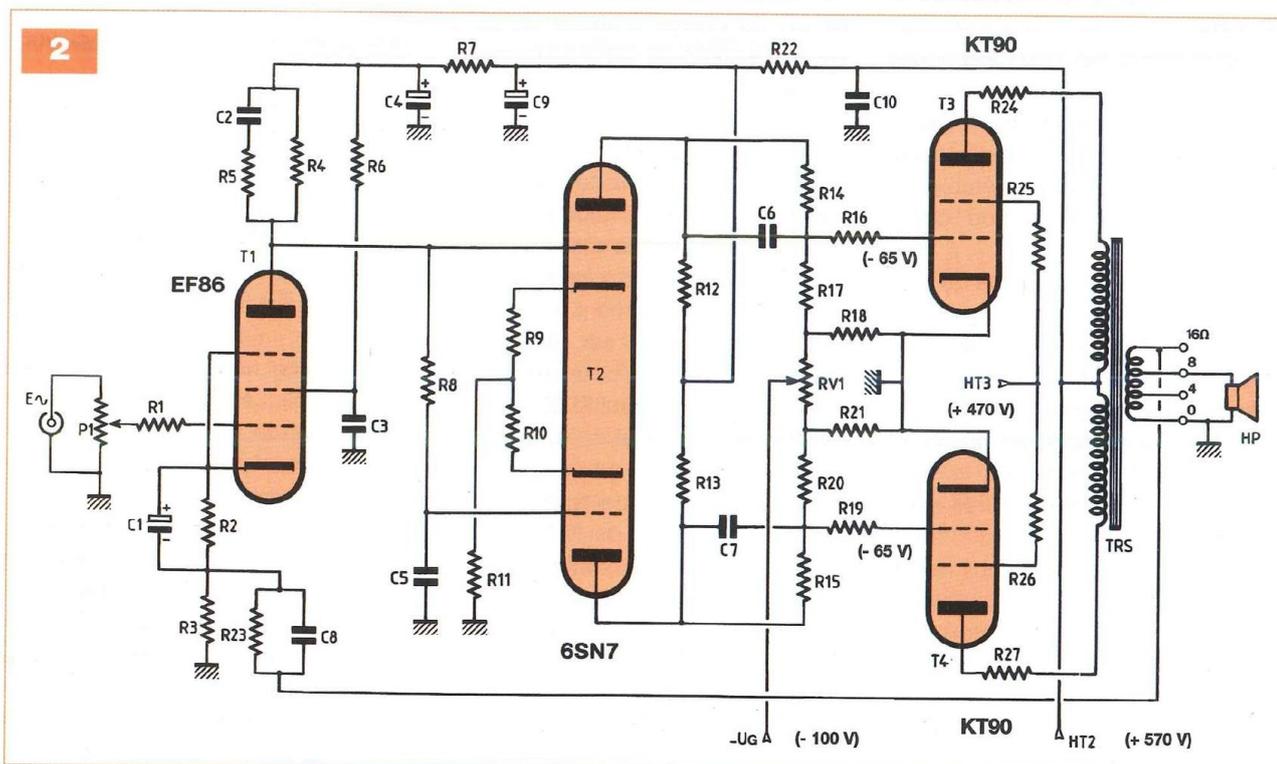
En appliquant la relation ci-dessus, nous en déduisons que C1 doit avoir une valeur capacitive de :

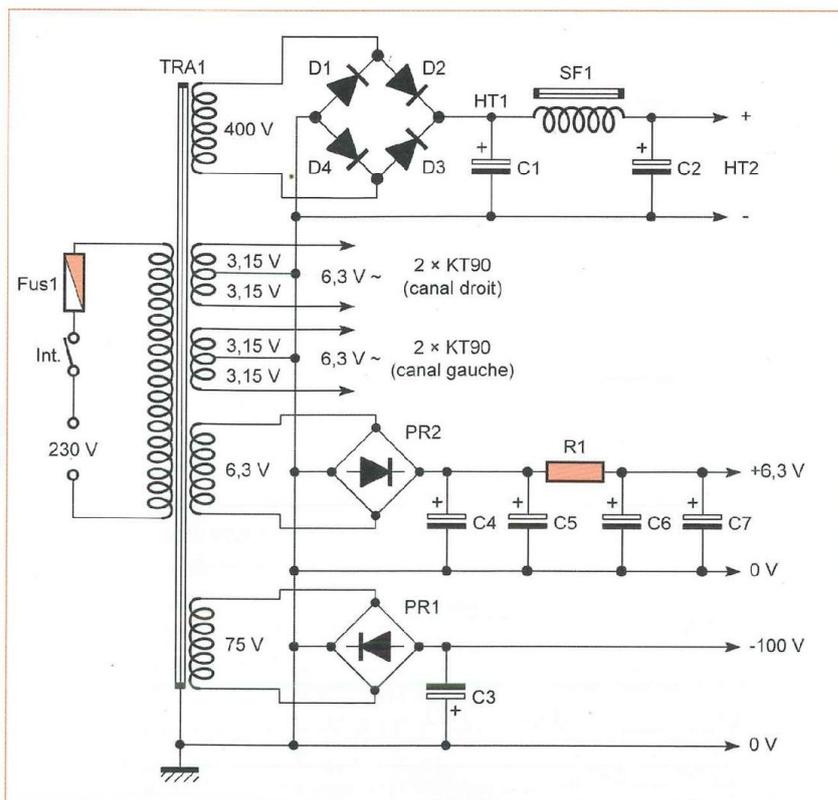
$$C1 = \frac{1}{6,28 \times 1000 \times 3}, \text{ soit : } C1 = \frac{1}{18\,840} = 53,10^{-6} \mu\text{F}$$

Une valeur normalisée nous conduit à prendre un condensateur de 47 μF.

Le calcul nous détermine une fréquence de coupure f_c à 3,39 Hz.

Le réseau R.C de cathode est relié à une résistance de faible valeur R3 aux bornes de laquelle est injecté le signal de contre-réaction prélevé sur la cosse 16 Ω du secondaire du transformateur de sortie.





3

Les diverses alimentations de l'amplificateur. Les tubes de puissance KT90 sont chauffés en alternatif à partir d'enroulements à « point milieu » de 2 x 3,15 V

La grille « écran » de l'EF86 est polarisée par la résistance R6, la haute tension qui y est appliquée étant découplée par le condensateur C3.

La grille « suppressive » est directement raccordée à la cathode de la pentode.

Ce court-circuit des deux électrodes n'est pas, comme dans le cas des tubes de puissance (EL84, EL86...) réalisé mécaniquement à l'intérieur de l'enveloppe, il doit s'établir au niveau de l'implantation du circuit imprimé.

Non visible sur notre schéma de principe, mais apparente sur le plan de câblage, la patte n°7 de l'EF86 est reliée à la masse afin de réduire l'effet microphonique. Cette précaution est importante à prendre en raison du gain important de ce tube.

La charge d'anode est assurée par la résistance R4.

En parallèle sur celle-ci, nous remarquons un réseau R.C de compensation automatique du gain de l'EF86 aux fréquences élevées. Cette compensation s'obtient par la variation constante de la réactance du condensateur C2 en fonction de la

fréquence, de par la relation :

$$Z_c = 1/C \times \omega$$

(avec une pulsation $\omega = 2 \Pi \times f$).

Les calculs nous donnent des valeurs de 19,4 M Ω à 100 Hz et 194 k Ω à 10 kHz pour un condensateur C2 de 82 pF. La charge d'anode va donc varier d'environ 68 k Ω à 54 k Ω entre ces deux fréquences.

L'alimentation haute tension est énergiquement filtrée par le réseau R7/C4, précaution jugée indispensable pour amplifier par un facteur de 80 le signal appliqué sur sa grille de « commande », sans y introduire de la « ronflette ». En complément, l'alimentation basse tension est, elle aussi, redressée puis filtrée pour chauffer en continu le filament de l'EF86.

On obtient ainsi une modulation « propre » pour « driver » le tube déphaseur qui est de type Schmitt. La liaison entre les deux étages est directe, la tension continue élevée d'anode se retrouve appliquée sur la grille de commande de la 6SN7.

De ce fait, la résistance de cathode R11 doit être portée à une valeur de 16 k Ω . Les résistances R9 et R10 servent à équilibrer le tube, les deux

triodes qu'il renferme n'ayant jamais exactement les mêmes caractéristiques (ceci est également vrai pour les semiconducteurs).

Le déphaseur de Schmitt permet de prélever deux signaux identiques, mais en opposition de phase sur ses anodes (électrodes portées au même potentiel) avec des résistances de charges R12 et R3 de mêmes valeurs. Le déphasage est assuré par la triode inférieure qui fonctionne en « grille à la masse », d'où la présence du condensateur C5. La modulation est appliquée sur la cathode et, de ce fait, se retrouve sur l'anode en phase. À l'inverse, pour la triode supérieure, la modulation est appliquée sur la grille de « commande » et se retrouve donc prélevée en opposition de phase sur l'anode.

La haute tension élevée présente sur les anodes de la 6SN7 est bloquée par les condensateurs de liaisons C6 et C7 qui ne sont perméables qu'aux signaux alternatifs.

Cette haute tension est obtenue à partir d'un filtrage très efficace composé de la cellule R22/C9.

Les signaux en opposition de phase vont « driver » les grilles de « commande » de notre Push-Pull composé de deux tétrodes KT90.

Ces grilles sont connectées à des résistances R16 et R19 dont le rôle est de stabiliser le fonctionnement des tubes au cas où ceux-ci voudraient partir en oscillation.

Elles sont polarisées à partir d'une tension négative de -100 volts, un ajustable RV1 permettant d'équilibrer le Push-pull en servant de « balance » à cette tension. Nous verrons, lors des essais, que la tension négative appliquée aux grilles des KT90 est de -65 volts.

Une tension négative étant directement appliquée sur les grilles de « commande » des tétrodes, les cathodes sont mises à la masse sans y intercaler un réseau R.C.

Les anodes sont reliées aux extrémités du primaire du transformateur de sortie par l'intermédiaire des résistances R24 et R27. Ces résistances de faible valeur (10 Ω) vont nous permettre de contrôler le débit des KT90 en mesurant la tension à leurs bornes et en appliquant la loi d'Ohm $I = U/R$.

Les grilles « écran » sont polarisées à partir d'une tension stabilisée, fixée à +470 volts. Comme pour les anodes, les résistances R25 et R26 vont permettre de contrôler le débit des grilles « écran ».

Au repos, la haute tension appliquée au point milieu du primaire du transformateur de sortie de 3,8 kΩ d'impédance est de +570 volts. Elle est découplée par le condensateur C10. Le secondaire permet d'adapter l'impédance de sortie de l'amplificateur à celle de l'enceinte acoustique avec des prises à 4, 8 ou 16 Ω. C'est sur la sortie 16 Ω qu'est prélevée la contre-réaction, la modulation étant réinjectée sur la cathode du tube préamplificateur EF86.

Le condensateur C8 en parallèle sur la résistance R23 permet de limiter la bande passante et, ainsi, de supprimer les oscillations qui apparaissent sur les plateaux des signaux carrés observés à 10 kHz sur un écran d'oscilloscope. Nous avons opté pour une valeur de 150 pF sur le prototype.

Les alimentations

Un unique transformateur fournit les diverses tensions alternatives. La **figure 3** nous montre la répartition des différents enroulements de celui-ci.

La haute tension

À partir d'un unique enroulement de 400 volts, le redressement est effectué par un pont constitué de quatre diodes. Nous nous retrouvons, aux bornes du condensateur de filtrage de tête C1, avec une tension continue (à vide) de +570 volts. Cette tension continue est débarrassée de la composante alternative résiduelle à 100 Hz par la self de filtrage SF1 de 10 henrys. Un deuxième condensateur C2 vient parfaire le filtrage. Cette haute tension H.T.2 de +570 volts va alimenter le point milieu du primaire du transformateur de sortie et les cartes « préampli/déphaseur ». C1 et C2 sont isolés à 500 V, mais peuvent supporter une tension maximale de 600 V.

Le chauffage des KT90

Le chauffage des filaments des tubes de puissance va s'effectuer en alternatif. Afin de nous garantir une bonne

immunité contre la ronflette à 50 Hz, le transformateur fournit des tensions de 2 x 3,15 volts. La mise à la masse du point milieu et le torsadage des fils d'alimentation vers les supports des tétrodes vont réduire les risques de rayonnement. Chaque canal de l'amplificateur possède son propre enroulement afin de mieux répartir une consommation importante à ce niveau et réduire la section du fil de cuivre « émaillé ». Le bobinage du transformateur s'en trouve de plus facilement.

Le chauffage des EF86/6SN7

Un enroulement de 6,3 V est redressé par un pont de diodes. La tension continue de 8,9 volts (à vide) qui en résulte est lissée par les condensateurs de « tête » C4/C5. Ils forment avec R1 et C6/C7 un filtrage en TT efficace. La résistance R1 permet d'obtenir notre tension de +6,3 volts nécessaire au chauffage des filaments des pentodes EF86 et des double-triodes 6SN7.

L'alimentation négative

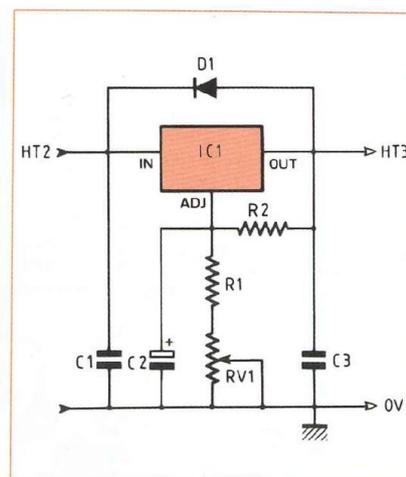
L'enroulement de 75 volts est redressé par un pont de diodes. Les alternances négatives sont lissées par le condensateur C3 de forte capacité qui permet de disposer à ses bornes d'une tension continue de -106 volts.

L'alimentation stabilisée

Son schéma est reproduit en **figure 4**. Cette alimentation fort simple fait appel à un régulateur « haute tension » de type TL783.

Ce régulateur est capable de maintenir entre ses broches In/Out une tension maximale de 125 volts.

Nous allons donc lui appliquer sur son entrée « In » la haute tension H.T. 2 de +570 volts. Comme nous l'avons mentionné précédemment, les grilles « écran » des tétrodes KT90 sont portées à +470 volts. La haute tension H.T. 3 sera donc ajustée à ce potentiel par RV1 et le régulateur TL783 verra à ses bornes In/Out une tension de 100 volts au maximum. Il s'agit d'un maximum, car le +570 volts va chuter en fonction de la consommation instantanée demandée à l'enroulement de 400 volts, suivant la puissance fournie par l'amplificateur.



4 Alimentation stabilisée haute tension ajustée à +470 V

Cependant, le +470 volts restera stable.

Ce régulateur est soumis à la même relation qu'un vulgaire LM317 et sa tension V_{OUT} se détermine par l'équation 1,2 $\{1 + (RV1 + R1)/R2\}$.

En donnant à R2 une valeur de 52,3 Ω (valeur normalisée à 1 %) et en court-circuitant l'ajustable RV1 (curseur au maximum), connaissant également R1/20 kΩ, nous pouvons en déduire la tension stabilisée, soit :

$$1,2 \{1 + (0 + 20\ 000)/52,3\} = 458\ V$$

La tension In/Out est alors de :

$$570\ V - 458\ V = 112\ V.$$

Notre régulateur est donc protégé à la première mise sous tension de l'amplificateur si RV1 est en butée 0 Ω.

Pour obtenir une tension stabilisée de 470 V, l'ajustable RV1 doit avoir une valeur de 484 Ω, un élément de 1 kΩ fait parfaitement l'affaire (+482 V max).

... À LA PRATIQUE

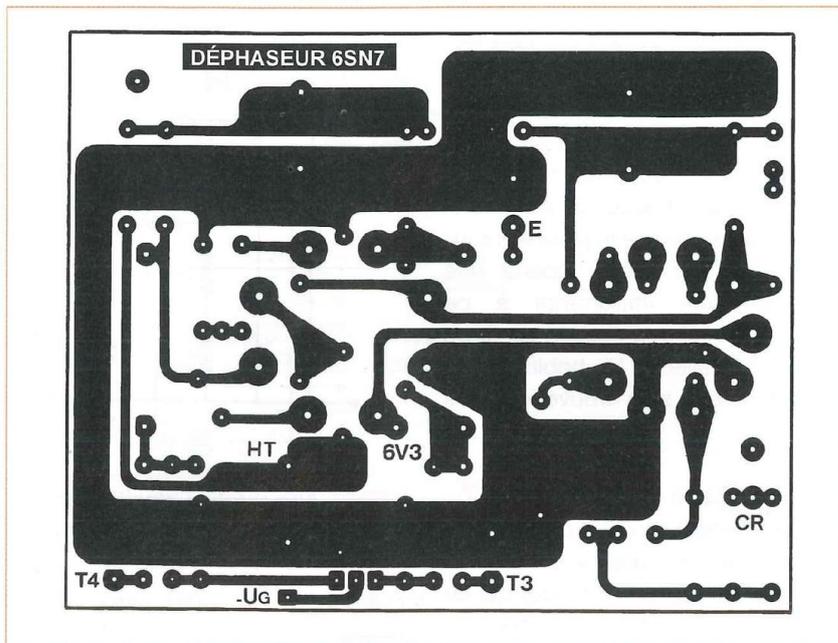
Les modules

Ils sont au nombre de cinq, le module préampli/déphaseur devant être câblé en deux exemplaires.

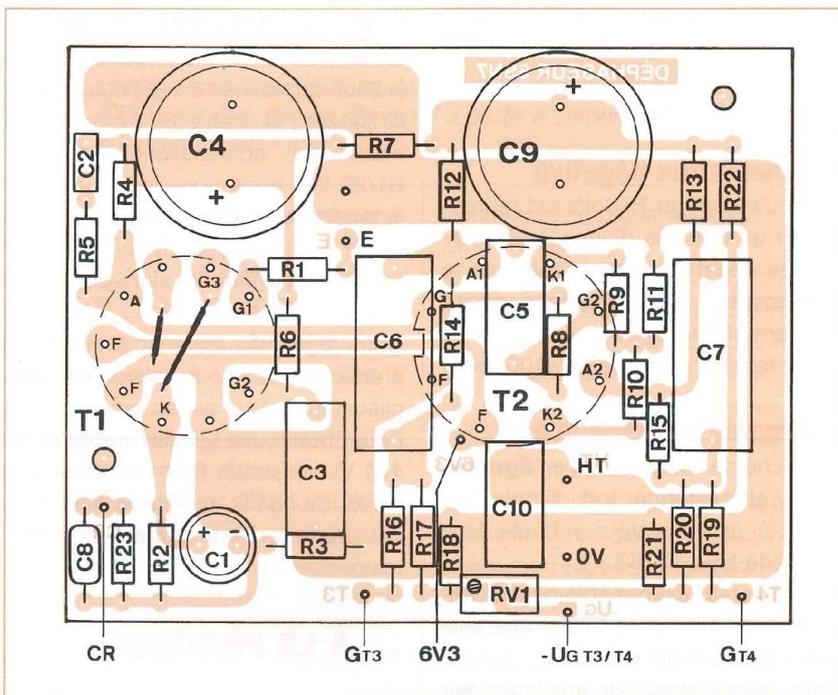
Voyons dans le détail la fabrication des circuits imprimés et le câblage des différentes cartes.

Le préampli/déphaseur

Le circuit imprimé rassemble la presque totalité des composants pour faire « fonctionner » un canal de l'amplificateur, jusqu'aux grilles de « commande » des tétrodes KT90.



5 Un circuit imprimé qui rassemble la « presque » totalité des composants



6 Le détrompeur du support OCTAL/T2 se trouve orienté vers C6

L'implantation de la carte vous est proposée en **figure 5** à l'échelle 1 afin que vous puissiez la reproduire sans aucune difficulté, quel que soit le procédé de gravure utilisé.

Ce circuit de 96 x 77 mm reçoit, sur une face, les éléments R/C et, sur l'autre face (côté pistes cuivrées), le support Noval et le support Octal. Nous obtenons ainsi des liaisons ultracourtes entre les composants, ce

qui est certainement préférable à un câblage « en l'air » sur barrettes à cosses. Ce ne sont pas les quelques pistes cuivrées qui vont perturber la qualité du signal audio à cause des capacités parasites, nous travaillons à basse fréquence de 20 Hz à 20 kHz et non en HF.

Dans un premier temps, toutes les pastilles sont percées à un diamètre de \varnothing 0,8 mm. Certaines sont ensuite

reforées en fonction des pattes des composants.

Pour les supports des tubes, les pattes doivent pouvoir traverser le circuit imprimé.

Le câblage des deux cartes se fait conformément à la **figure 6** et en se reportant à la nomenclature des composants.

Commencer par la mise en place des deux straps, puis insérer toutes les

Nomenclature

PRÉAMPLI/DÉPHASEUR

Résistances à couche métallique 1 W/± 5 %

- R1 : 4,7 k Ω
- R2 : 1 k Ω
- R3 : 100 Ω
- R4 : 68 k Ω
- R5 : 68 k Ω
- R6 : 560 k Ω
- R7 : 270 k Ω
- R8 : 1 M Ω
- R9 : 220 Ω
- R10 : 220 Ω
- R11 : 16 k Ω
- R12 : 47 k Ω
- R13 : 47 k Ω
- R14 : 470 k Ω
- R15 : 470 k Ω
- R16 : 1 k Ω
- R17 : 47 k Ω
- R18 : 100 k Ω
- R19 : 1 k Ω
- R20 : 47 k Ω
- R21 : 100 k Ω
- R22 : 15 k Ω
- R23 : 4,7 k Ω

Résistances variables

- P1 : Pot log 10 k Ω
- RV1 : 10 k Ω

Electrochimiques

- C1 : 47 μ F/16 V (ou 100 μ F max.)
- C4 : 100 μ F/400 V
- C9 : 100 μ F/400 V

Condensateurs non polarisés

- C2 : 82 pF mica (ou céramique)
- C3 : 220 nF/250 V
- C5 : 220 nF/250 V
- C6 : 470 nF/400 V
- C7 : 470 nF/400 V
- C8 : 150 pF
- C10 : 0,1 μ F/630 V

Tubes

- T1 : EF86
- T2 : 6SN7 ou ECC33

Divers

- 1 support NOVAL C.I. 9 broches
- 1 support OCTAL C.I. 8 broches
- 9 picots à souder mâles

Nomenclature

FILTRAGE HT et -100 V

Condensateurs

C1 : 2 x1 000 μ F/250 V
 C2 : 470 μ F/500 V (hors module)
 C3 : 100 μ F/400 V

Semiconducteurs

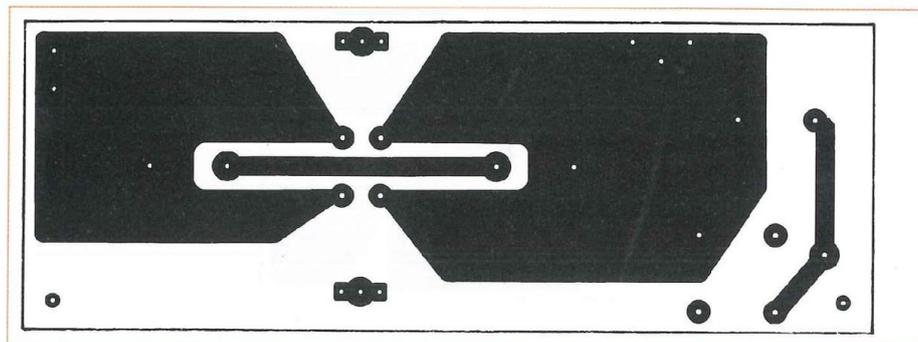
D1, D2, D3, D4 : diodes à commutation rapide BYW96E (ou équivalente)
 PR1 : pont redresseur PBPC606 (ou équivalent)

Divers

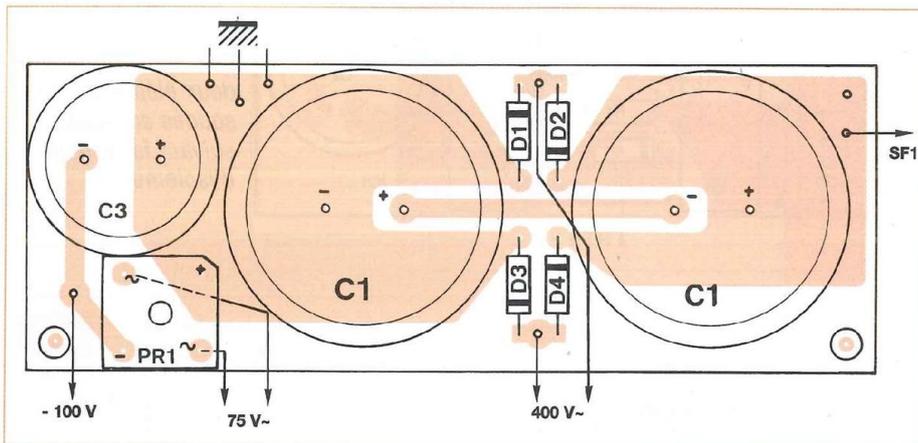
TRA1 : Prim. 230 V - Ecran -
 Sec. 400 V + 6,3 V + 4x3,15 V + 75 V
 SF1 : self de filtrage 10 H
 8 picots à souder

ALIMENTATION + 6,3 V

PR2 : pont redresseur PBPC807 (vissé au châssis)
 R1 : 0,5 Ω /20 W boîtier TO220
 C4, C5, C6, C7 : 4700 μ F/16 V
 4 picots à souder
Nota : C4 et C5 peuvent être remplacés par un unique condensateur de 22000 μ F/16 V



7



8 Alimentations HT et polarisation de « grille » des KT90

résistances. On obtient ainsi une surface plane qui va permettre, en retournant la plaquette, d'y souder les supports. Les pattes ne doivent pas dépasser du côté composants. Veiller au bon parallélisme supports/circuit. Une astuce consiste à souder deux pastilles opposées, ce qui permet un contrôle visuel et un repositionnement facile.

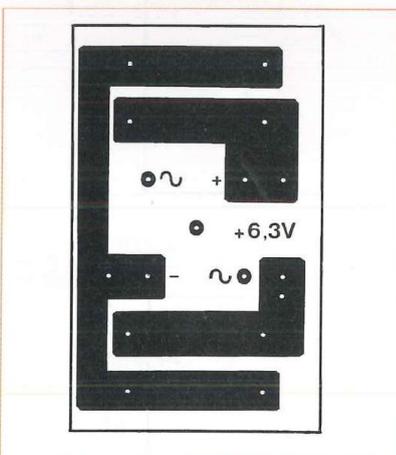
On termine le câblage de ces modules par les condensateurs. En ce qui concerne C5, une patte est à souder sous le support Octal, il faut donc utiliser une panne de fer assez fine pour y accéder.

Au niveau des interconnexions, il est préférable de prévoir des picots.

L'alimentation HT et l'alimentation négative .Ug

La face cuivrée du circuit est visible en **figure 7**. Ce module regroupe les composants de l'alimentation haute tension et ceux de l'alimentation négative destinée aux grilles des tétrodes KT90.

L'insertion des quelques composants est représentée en **figure 8**. Que du redressement et du filtrage, mais que

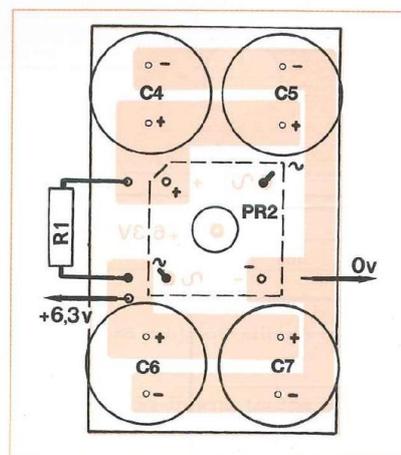


9

des composants polarisés, alors attention lors du placement des éléments. Le (+) du pont PR1 est relié à la masse, tension négative oblige. Le condensateur de filtrage de tête de la haute tension est composé de deux éléments connectés en série, respectez bien leurs polarités.

L'alimentation 6,3 volts

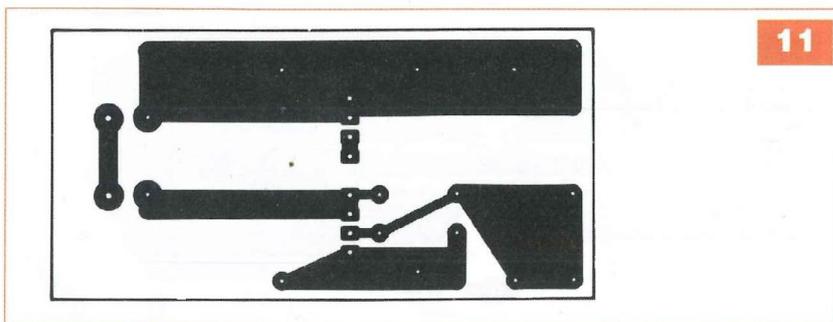
Cette alimentation est réservée au



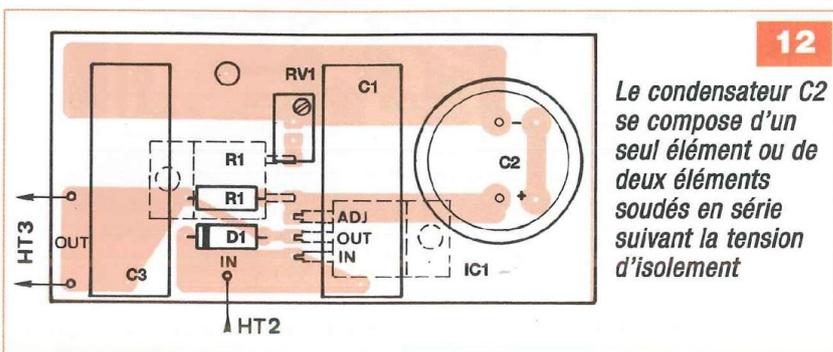
10

chauffage des filaments des tubes EF86 et 6SN7.

Le petit circuit imprimé de la **figure 9** regroupe les quelques composants insérés suivant les indications données en **figure 10**. Attention à l'orientation des condensateurs de filtrage. Sur le prototype, nous avons remplacé les condensateurs C4 et C5 de 4700 μ F par un unique condensateur de 22000 μ F/16 V.

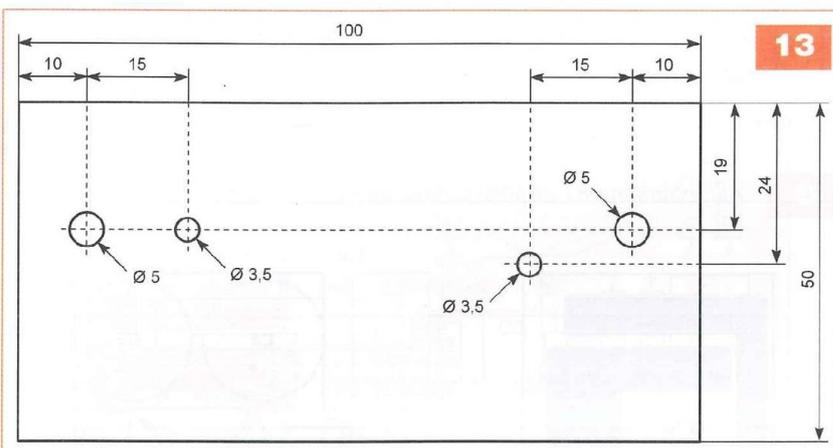


11



12

Le condensateur C2 se compose d'un seul élément ou de deux éléments soudés en série suivant la tension d'isolement



13



14

Nomenclature

REGULATION H.T

- C1, C3 : 470 nF/630 V
- C2 : 2 x 2,2 μF/450 V
- R1 : 20 kΩ/boîtier TO220
- R2 : 52,3 Ω/1%
- RV1 : 1 kΩ
- D1 : 1N4007
- IC1 : TL783C

La stabilisation HT

Une implantation vous est proposée en **figure 11**.

Ce circuit imprimé regroupe les quelques composants de la figure 4, à l'exception du régulateur TL783 et de la résistance R1/20 kΩ, ces deux éléments étant déportés et vissés sur un dissipateur thermique.

L'insertion des composants se fait selon le plan de câblage de la **figure 12**. En ce qui concerne le condensateur C2, l'implantation du circuit imprimé autorise le câblage d'un unique condensateur si celui-ci est isolé sous une tension d'au moins 500 volts.

Sinon, il faut avoir recours à deux condensateurs reliés en série en faisant très attention à leurs polarités lors de leurs soudages (+ - + -).

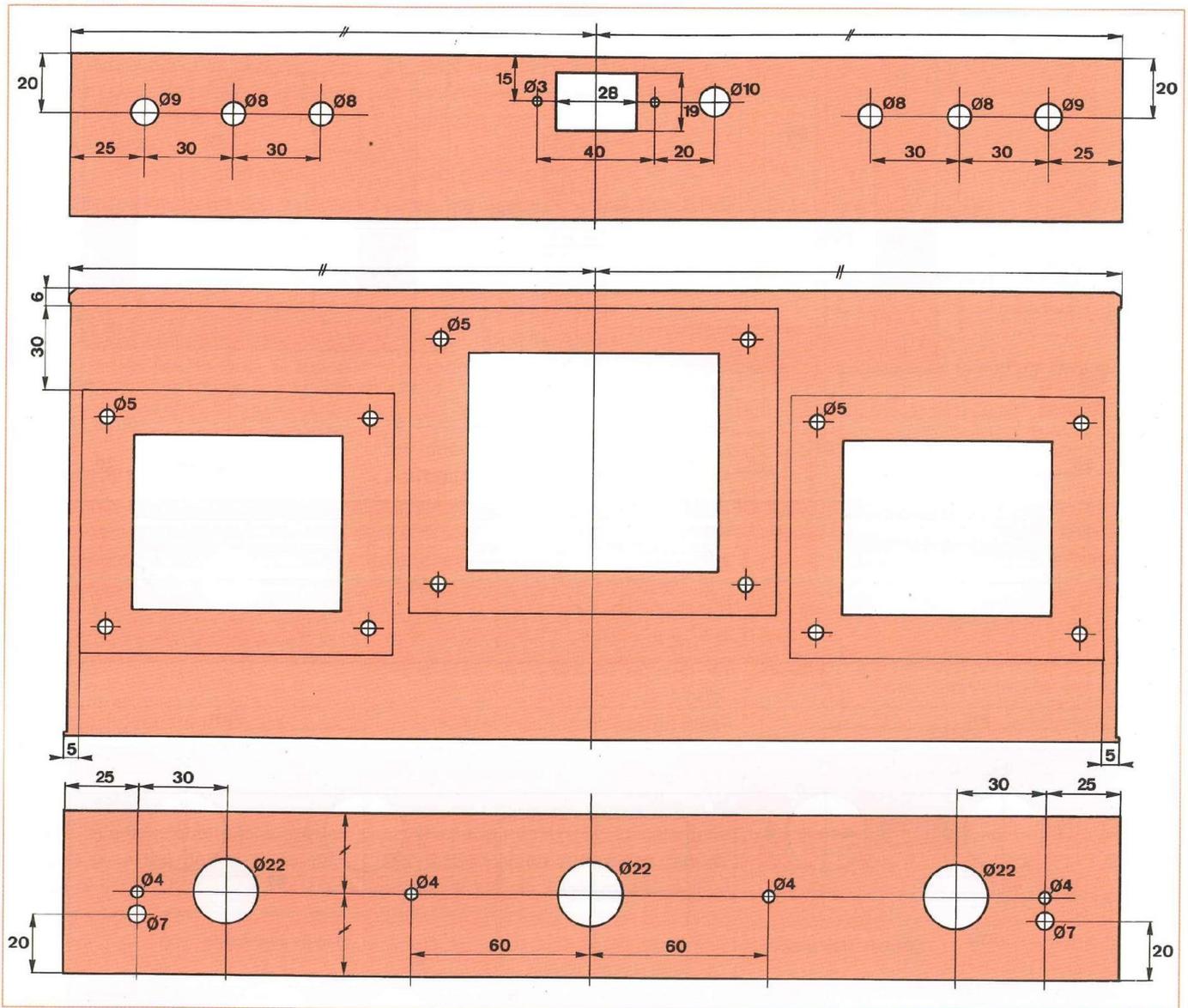
Le régulateur TL783 doit être isolé du dissipateur lors de son vissage. Il suffit pour cela d'utiliser un mica pour boîtier TO220 et un canon isolant court pour visserie de 3 mm.

Le dissipateur est un morceau d'aluminium de 100 x 50 x 2,5 mm. Il se fixe au niveau de la self de filtrage, ce qu'indique la photo de la vue d'ensemble de l'appareil câblé.

Les perçages s'effectuent suivant la **figure 13**. Les deux boîtiers TO220 sont fixés face à face au niveau de leurs pattes, ce qui permet un soudage direct d'une patte de la résistance avec la patte (ADJ) du régulateur.

Les interconnexions se font avec une nappe de quatre fils de diverses couleurs pour éviter toute erreur de câblage.

Nous disposons maintenant de cinq modules que nous allons fixer dans un châssis en aluminium, ce qui nous conduit évidemment à l'étape suivante de notre réalisation, la plus ennuyeuse, celle de la mécanique.



15a Châssis recevant les volumineux transformateurs (alimentation + sorties HP)

Le châssis

Disons plutôt les châssis, puisque nous en utilisons deux vissés « dos-à-dos », comme l'indique la photo de la vue de dessous de l'amplificateur montrant les interconnexions.

En fait, le prototype a été réalisé avec deux coffrets de la marque TM, coffrets distribués par Sélectronic.

Malheureusement, la série en 360 mm de largeur que nous avons utilisée (type 55360) a disparu du catalogue, le maximum n'étant que de 255 mm.

Reste une solution « bâtarde ».

Au lieu d'utiliser les deux coffrets de 55 x 360 x 150 mm vissés « dos-à-dos », on peut recourir à quatre coffrets : deux en 55 x 25 x 150 et deux en 55 x 105 x 150, tous quatre vissés

également « dos-à-dos » comme indiqué en **figure 14**.

Nous nous retrouvons dans la même configuration que pour le prototype.

C'est une solution intéressante, à vous de voir. Il y en a bien d'autres dont une toute simple que bon nombre de lecteurs utilisent.

Un cadre en bois reçoit deux plaques en aluminium de 360 x 308 mm, la plaque supérieure étant percée conformément aux indications que nous allons maintenant donner.

Le coffret arrière

Il reçoit les volumineux transformateurs avec, au centre, celui d'alimentation. C'est le plus délicat à travailler, à cause des fenêtres à découper pour laisser le passage aux car-

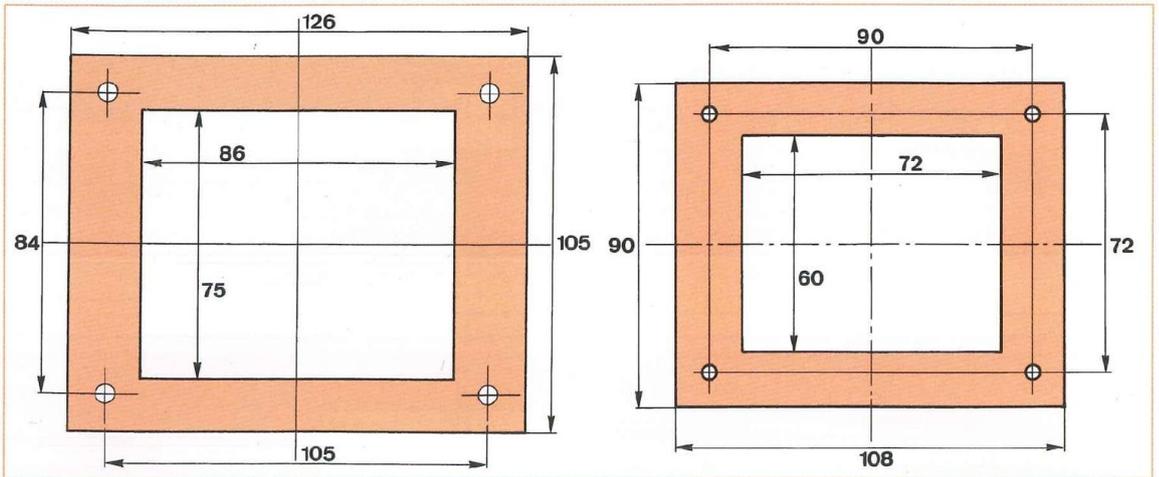
casses, ces transformateurs étant de type EI.

La **figure 15a** fournit toutes les indications pour travailler les trois faces. Nous donnons uniquement le positionnement des transformateurs sur le châssis, ce qui suffit à leurs mises en place après avoir dessiné, sur une feuille de papier ou de calque, ces volumineux éléments.

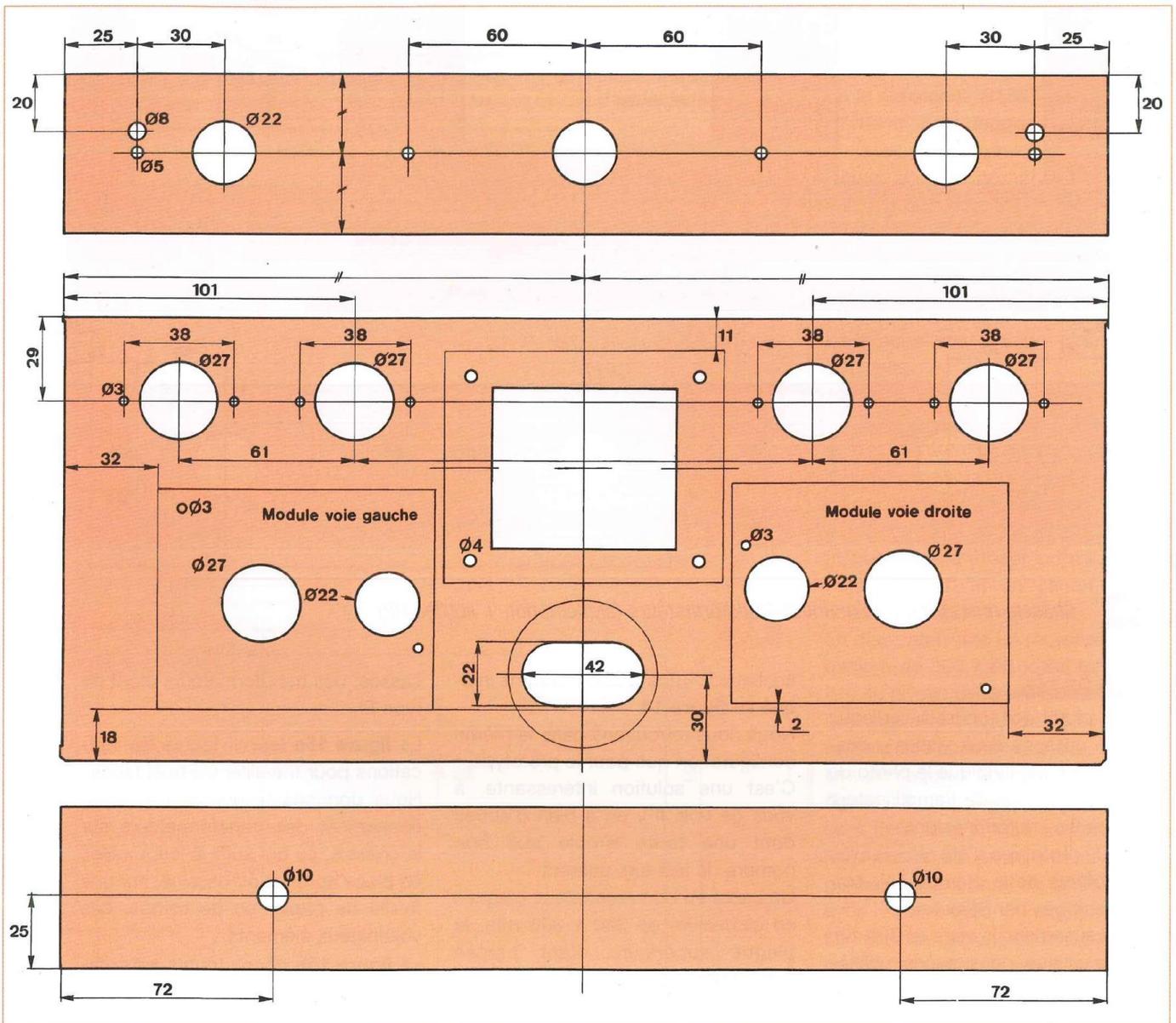
La **figure 15b** donne toutes les cotations nécessaires pour définir la surface occupée par chaque transformateur, la fenêtre à découper ainsi que les quatre trous de fixation.

Pour la face arrière, les perçages sont liés aux prises Cinch et HP utilisées. Des borniers professionnels WBT demandent des forages à $\varnothing 11$ mm.

15b



16a



Le coffret avant

La figure 16a permet de mener à bon terme le travail sur les trois faces, avec une seule fenêtre à découper pour la self de filtrage.

Le trou oblong de 42 x 22 mm permet d'y introduire les canons du condensateur de filtrage de 470 μ F/500 V. Le positionnement des modules « préampli/déphaseur » sur le châssis

se fait avec des photocopies du circuit imprimé de la figure 5. Les trous de \varnothing 22 mm et \varnothing 27 mm se font à l'emporte-pièce après avoir déterminé les centres des forages.

Il suffit pour cela de joindre quatre pastilles opposées de chaque support, l'intersection des droites définissant le centre du cercle. Pour le support Noval, joindre par exemple A/G2 puis K/G3.

Comme pour les transformateurs, la **figure 16b** donne toutes les cotations de la self de filtrage.

La **figure 16c** est une plaque de plexiglas qu'il sera nécessaire d'utiliser pour la fixation du condensateur de 470 μ F, l'épaisseur du châssis n'étant pas suffisante pour « absorber » l'épaisseur des canons du condensateur.

Remarque

Les emporte-pièces nécessitent, pour le passage de leurs vis de serrage, de forer les châssis à $\varnothing 11$ mm.

Une bonne précision est obtenue en perceant tout d'abord le poinçonnage avec un foret de $\varnothing 1,5$ mm ou $\varnothing 2$ mm maximum.

Assemblage des châssis

Le vissage des deux coffrets « dos-à-dos » permet d'obtenir une surface d'implantation de 360 x 308 mm.

Cette fixation en quatre points avec de la visserie M4 doit se faire sans problème car nous avons en vis-à-vis des trous de $\varnothing 4$ mm avec des trous de $\varnothing 5$ mm.

Équipement du châssis

Le compartiment arrière

On y visse toutes les prises, l'interrupteur et la fiche secteur 3 broches. Les Cinch et les borniers HP sont à isoler du châssis. Une fois l'écrou bien bloqué, vérifier l'isolement à l'ohmmètre.

Mettre en place les transformateurs de sorties, puis celui d'alimentation.

Visser le module de la figure 8 (+HT et -100 V) devant le transformateur d'alimentation en utilisant les tiges filetées de celui-ci. Surélever le module avec des entretoises en nylon de 5 mm de hauteur. Entre module et écrou de gauche, insérer dans la tige filetée six cosses à « œil ». Elles vont servir de mise à la masse châssis de l'appareil pour différentes interconnexions.

Visser le pont redresseur du chauffage filament 6,3 V au niveau de la vis

« arrière-droite » du transformateur de sortie gauche en surélevant celui-ci avec une entretoise métallique femelle/femelle de 10 mm. C'est ardu à expliquer mais facile à faire !

Le compartiment avant

Visser les supports Octal des KT90 en orientant les ergots de détrompage vers le coffret arrière et en intercalant une cosse à souder dans l'une des vis (mise à la masse châssis).

Mette en place les pattes de fixations des modules de « commande » suivant les indications données en **figure 17** et positionner les deux circuits imprimés. Si l'emboutissage de chacun des trous a été effectué avec précision, les supports des tubes EF86/6SN7 doivent venir affleurer la surface du châssis (légèrement dépasser pour le support Octal).

Visser les canons des potentiomètres de volume en face avant. Couper, si nécessaire, les axes de ceux-ci en fonction de la profondeur des boutons utilisés. Pour une question d'esthétique, les écrous de blocage doivent être masqués. Mettre en place la self de filtrage et terminer par le condensateur de 470 μ F. La cale de la figure 16c insérée autour des canons en plastique de l'électrochimie, il suffit de bloquer celui-ci avec une plaque isolante (une chute de circuit imprimé, par exemple) et les deux vis du 470 μ F.

Le châssis est ainsi pris en sandwich et le tout parfaitement maintenu.

Pour le canon (+), prévoir six cosses à souder.

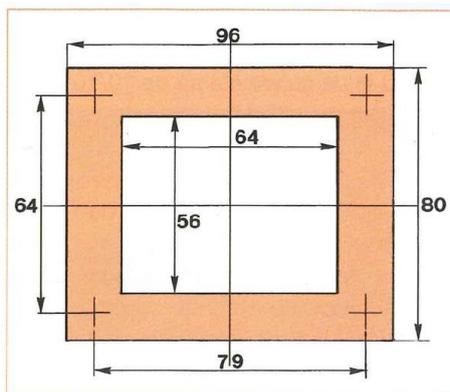
Pour le canon (-), prévoir trois cosses à souder.

Fixer le module de stabilisation HT au niveau de la vis de maintien avant/gauche de la self de filtrage.

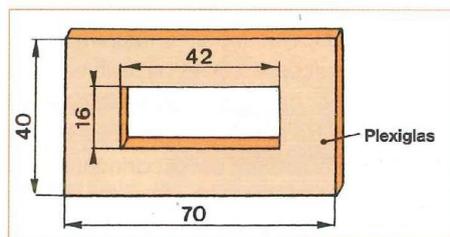
Le module est surélevé du châssis en utilisant une entretoise métallique femelle/femelle de 20 mm de longueur qui sert également de mise à la masse châssis à celui-ci.

Faire de même avec le module de filtrage basse tension 6,3 V au niveau de la vis de maintien avant/droite de la self de filtrage.

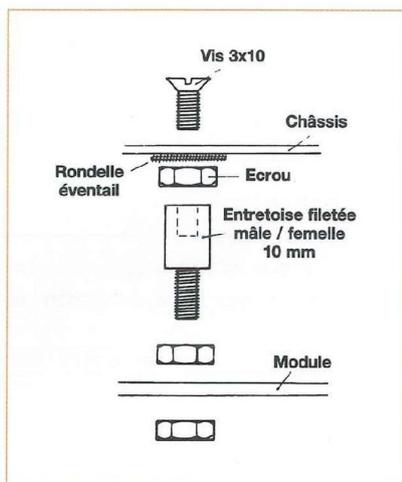
Étant donné la hauteur importante des condensateurs de filtrage, on ne peut ici utiliser une entretoise. La fixation se fait directement par écrou et



16b Cotations de la self de filtrage



16c Plaque de plexiglas



17 Pattes de fixation au châssis

contre-écrou de manière à surélever le module du châssis de 10 mm environ. La mise à la masse de cette alimentation 6,3 V s'obtient par cette fixation au châssis.

Les interconnexions

L'alimentation

Commençons par le câblage du primaire du transformateur.

Le fil de câblage que nous allons utiliser est du câble silicone de 1 mm² de section (prévoir cinq couleurs différentes) et du fil de cuivre étamé de 10/10°.

Souder une cosse de la prise secteur à la cosse (4) du transformateur avec du fil de cuivre étamé de 10/10^e.

Isoler avec de la gaine.

Souder l'autre cosse de la prise secteur à l'interrupteur M/A, toujours avec du fil de cuivre étamé de 10/10^e. Isoler avec de la gaine.

Souder un porte-fusible pour C.I. à l'autre cosse de l'interrupteur.

Avec du fil de cuivre étamé et isolé, relier l'autre patte du porte-fusible à la cosse (3) du transformateur.

Le circuit primaire est établi.

Voyons maintenant les secondaires et commençons par la haute tension. Nous disposons d'un enroulement de 400 V- (cosses 6 et 7) qui va être redressé par les quatre diodes du module de la figure 8.

Cet enroulement est à connecter aux deux picots concernés D1/D2 et D3/D4.

Sur ce même module, se trouve également l'alimentation négative destinée aux grilles des KT90. Les pattes (-) du pont redresseur sont à connecter à l'enroulement 75 V- du transformateur (cosses 1 et 2).

L'enroulement de 6,3 V- (cosses 8 et 16) est câblé aux pattes (-) du pont redresseur PR2.

Ce pont est vissé sur une entretoise métallique que nous avons fixée entre le transformateur d'alimentation et celui de sortie du canal de droite, donc près des cosses (8) et (16).

Relier les points milieux des deux enroulements de 2 x 3,15 V à la prise écran du transformateur (cosses 5, 11, 14), puis à l'une des six cosses à « œil » servant de masse châssis.

Faire de même avec un picot de masse (- de C1) du module « Filtrage » et une deuxième cosse à « œil ».

L'amplification

Les supports Octal

Commençons par nous occuper des supports des KT90.

Vérifier que les quatre supports ont bien leurs ergots de détrompage orientés vers les transformateurs.

En nous reportant à la figure 1a, nous remarquons que le chauffage filament se fait au niveau des cosses (2) et (7). Avec du fil torsadé, réunir ces cosses deux à deux, puis rejoindre un enroulement de 2 x 3,15 V du transforma-

teur, cosses (10-12) pour un canal et cosses (13-15) pour l'autre canal.

Avec du fil de cuivre étamé de 10/10^e, réunir les cosses (1) et (8) des supports Octal de chaque canal de l'amplificateur, puis mettre celles-ci à la masse par l'intermédiaire de la cosse à souder, vissée à l'un des supports lors de l'équipement du châssis.

Les deux anodes d'un canal (cosses 3) sont à relier aux extrémités du primaire du transformateur de sortie.

Attention. La fixation des modules de commande étant faite de façon symétrique (tubes 6SN7 vers l'extérieur) pour que les deux signaux aux bornes HP soient en phase, il faut croiser le câblage des deux primaires du transformateur de sortie de la voie gauche (module de droite, face avant vers soi).

Entre les cosses des supports et celles des transformateurs, insérer des résistances de 10 Ω/2W.

Souder une résistance de 330 Ω/2 W sur chaque cosse (4) des supports et réunir les autres extrémités entre elles deux à deux.

Les modules EF86/6SN7

Relier les grilles de « commande » des KT90, cosses (5) aux picots GT3 et GT4.

On peut utiliser du fil de plus faible section pour ces interconnexions.

Relier les picots HT au (+) du condensateur de 470 µF/500 V, en utilisant des cosses à « œil » en interface. Repartir de ce canon (+) vers la self de filtrage.

Relier les picots 0 V au (-) du condensateur de 470 µF/500 V, toujours en utilisant des cosses à « œil » en interface.

Relier les picots 6V3 au module « Redressement/Filtrage » de la figure 10, picot + 6,3 V.

Relier les picots C.R. aux secondaires des transformateurs de sortie, cosses 16 Ω avec du fil de faible section.

Avec du câble blindé, relier les entrées des modules aux potentiomètres, le « point chaud », l'âme du conducteur, à la cosse centrale.

Enfin, relier les pastilles -Ug au module de la figure 8, picot -100 V.

Le module de régulation HT

Connecter les résistances de 330 Ω/2 W aux picots HT3 (Out) du module de régulation. Faire de même avec le picot HT2 (In) qui doit être relié à une cosse vissée au canon (+) du condensateur de 470 µF/500 V.

Souder les fils en nappe quatre couleurs au régulateur TL783 et à la résistance en boîtier TO220, composants vissés à un dissipateur en aluminium, lui-même fixé au moyen de deux entretoises au niveau de la self de filtrage.

Avant d'interconnecter le régulateur, vérifier qu'il est bien isolé de la masse.

Le redressement/filtrage 6,3 V

Relier le (-) du pont redresseur PR2 à une cosse à « œil » de mise à la masse châssis.

Relier le (+) du pont redresseur au module de filtrage, picot (+) de celui-ci, à l'entrée de la résistance R1 et des condensateurs de « tête » C4 et C5.

Rappelons que la mise à la masse (0 V) a été effectuée lors de la fixation du module au châssis.

Nomenclature

Etage de puissance

4 supports OCTAL
8 broches pour châssis
4 tétrodes KT90 Electro Harmonix
TRS : transformateur adaptateur d'impédance ACEA

Impédance primaire 3 800 Ω

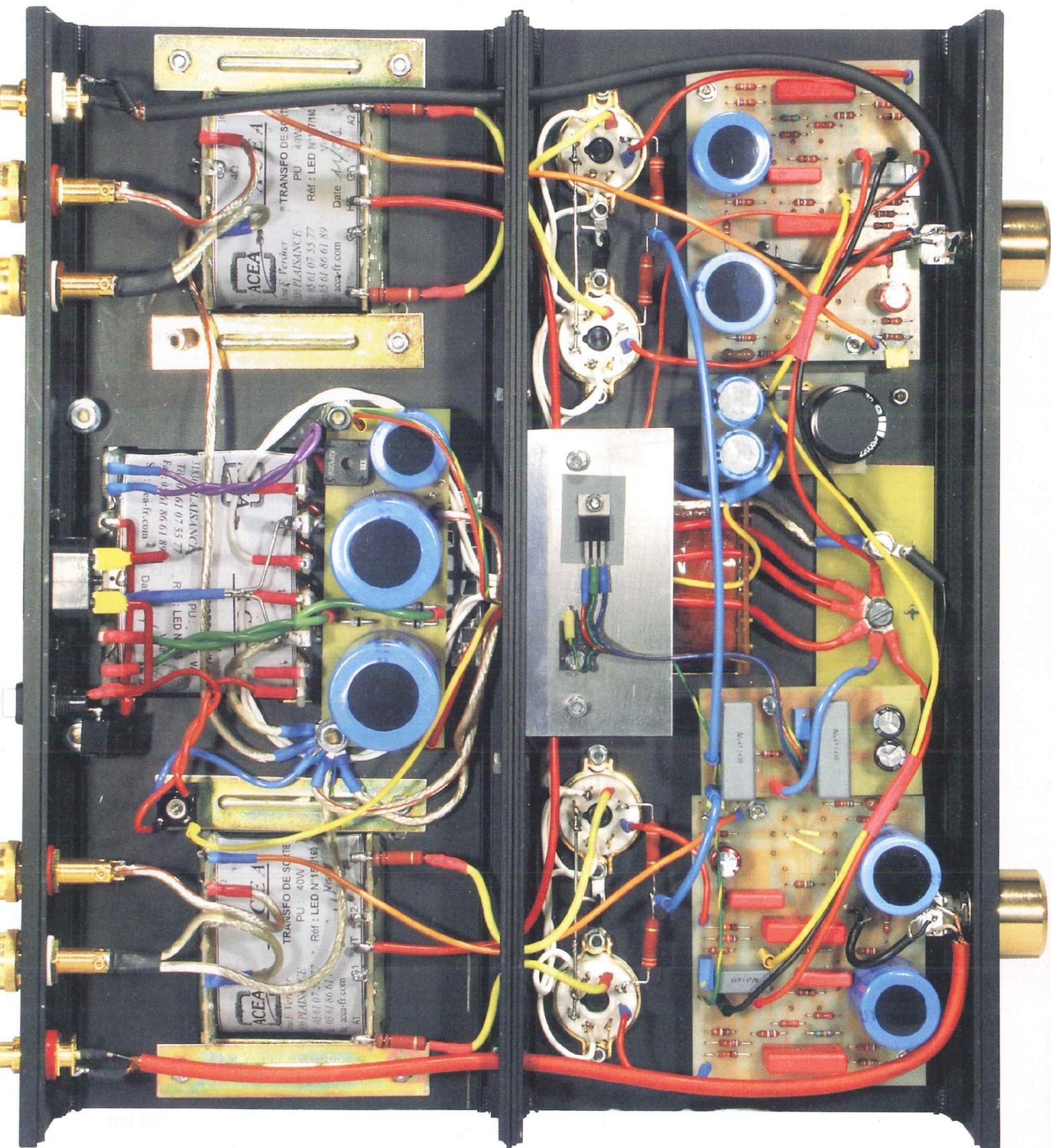
Impédances secondaires : 4/8/16 Ω
R24, R27 : 10 Ω/2 W (ou 3W)
R25, R26 : 330 Ω/2 W (ou 3 W)

Composants sur châssis

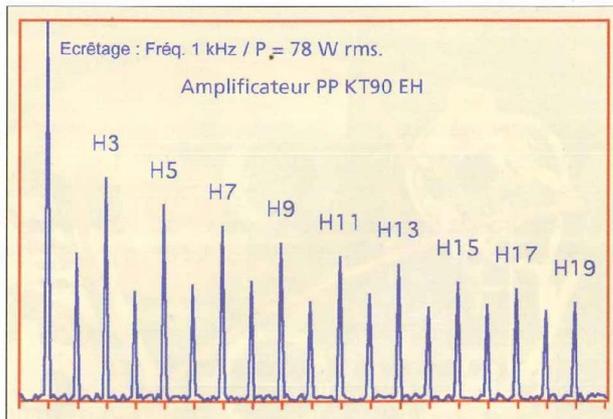
2 CINCH isolées
4 borniers HP isolés (2 rouges+2 noirs)
1 prise secteur châssis 3 broches mâles
1 porte-fusible + fusible 3,15 A
1 interrupteur
2 coffrets « TM » réf 55360 ou 2 coffrets réf. 55255 + 2 coffrets réf.55105
4 pieds

Divers

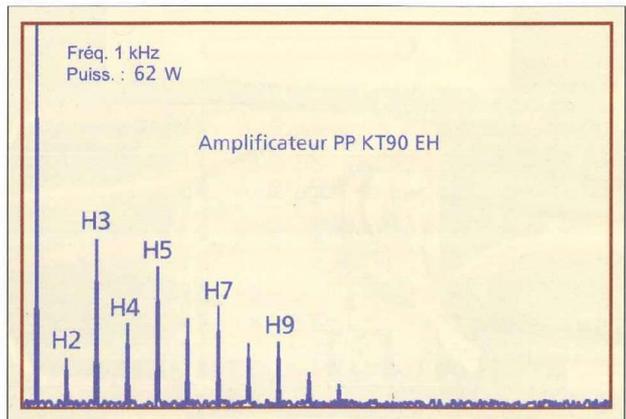
Fil de câblage (5 couleurs) de 1 mm² de section
Fil de câblage (3 couleurs) de 0,38 mm²
Fil de cuivre étamé de 10/10^e
Câble blindé
Cosses à souder ø3 mm et ø4 mm
Visserie diverse M3 et M4



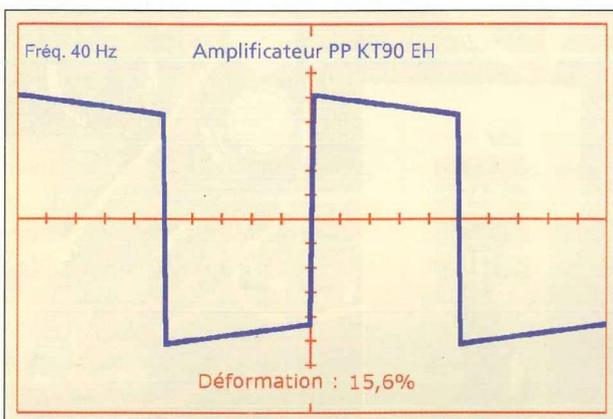
Banc d'essais réalisé par le laboratoire de Stéréo & Image



Dégradé harmonique à la puissance maximale



Dégradé harmonique à une puissance de 62 Weff



Signal carré à 40 Hz

Puissance avant écrêtage : 78 Weff

(105 Weff sur un seul canal)

Sensibilité d'entrée : 815 mVeff

DHT à l'écrêtage : 1,2 %

Puissance impulsionnelle : 132 Weff

Rapport signal/bruit (P/nom) : 84 dB lin

99 dB pond

Rapport signal/bruit (1 Weff) : 65 dB lin

80 dB pond

Déformation carré à 40 Hz : 15 %

Déformation carré à 1 kHz : < 1%

Temps de montée à 10 kHz : 2,6 μ s

Pour terminer

Relier le canon (-) du condensateur de 470 μ F à la masse châssis (une cosse à « œil » fixée à l'une des tiges filetées du transformateur d'alimentation).

Vérifier à l'ohmmètre que le contact de masse est bien établi, c'est très important pour le rapport signal/bruit de l'amplificateur.

Souder un fil à la deuxième cosse de la self de filtrage et relier l'autre extrémité au picot SF1 (+ de C1) du module de « Filtrage ».

Relier les cosses HT des primaires des transformateurs de sorties au canon (+) du condensateur de 470 μ F/500 V.

Avec du câble blindé, relier les prises Cinch aux potentiomètres de volume, l'âme des conducteurs sur les cosses de gauche (boutons vers soi) et les tresses de masse sur les cosses de

droite (avec les tresses des autres blindés « Pot/module »).

Relier les secondaires des transformateurs de sorties aux borniers HP, les cosses 0 Ω étant ensuite mises à la masse châssis, toujours en utilisant des cosses à « œil ».

Nous avons donc, en cette phase terminale des interconnexions, six câbles qui viennent se souder à des cosses et qui constituent notre masse en étoile.

Mesures

Effectuées au repos sur charges résistives de 7,9 Ω

- Tension secteur : 234 V
- Polarisation des grilles de « commande » : - 65 V
- Polarisation des grilles « écran » : + 470 V **stabilisé**
- Haute tension mesurée en sortie de

la self de filtrage : + 570 V

- Chauffage filaments EF86/6SN7 : 6,33 V
- Chauffage filaments KT90 : 6,8 V~
- Consommation des tubes KT90 au repos (tensions mesurées aux bornes des résistances de 10 Ω) :

T1 : 20 mA

T2 : 16 mA

T3 : 17 mA

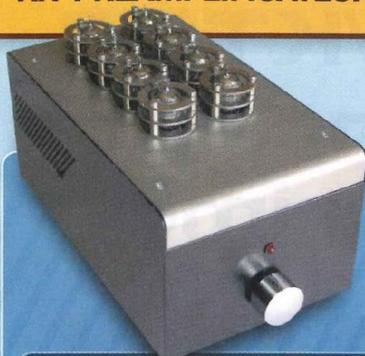
T4 : 16 mA

Effectuées à pleine puissance à 1 kHz en régime sinusoïdal à la limite de l'écrêtage

- Canal de droite seul : 29,65 Veff/7,9 Ω , soit 111,2 Weff
- Canal de gauche seul : 29,50 Veff/7,9 Ω , soit 110,1 Weff
- Sensibilité d'entrée : 0,9 Veff
- Les deux canaux : 26,1 Veff par canal, soit 2 x 86,2 Weff (sensibilité d'entrée : 0,8 Veff).

B. DUVAL

KIT PRÉAMPLIFICATEUR KTR 5725 BASIC



Enfin disponible
en kit Do It Yourself :
à vous de jouer !

KTR 5725 BASIC

Kit complet permettant la réalisation d'un préamplificateur KTR5725 comprenant : 1 carte KTR - 1 boîtier à monter avec tourelles à monter - 1 carte alim Standard - Visserie et bouton de potentiomètre en inox. Notice de montage.

Prix : 590 TTC

KTR 5725 BASIC PLUS

Kit complet permettant la réalisation d'un préamplificateur KTR5725 comprenant : 1 carte KTR avec EI - 1 boîtier à monter (sans tourelle) 12 tubes 5725 CSF NOS - 1 carte alim Standard - Visserie et bouton de potentiomètre en inox. Notice de montage.

Prix : 690 TTC

Prix au départ de Nieppe, règlement comptant à l'ordre de KTR. Expédition à réception du règlement. Participation aux frais de port et d'emballage : 18 € Existe aussi en version montée, optimisée et garantie par KTR Lab.

Spécialiste lampes :
Vaste stock de tubes NOS.
Plus de 100 000 pièces
Contactez-nous !

1, Drève des Portes de Flandres
59850 NIEPPE
Tél. : 03 20 48 77 88
<http://www.ktr-lab.com>



MADOTEC

CONDENSATEURS, INDUCTANCES ET CÂBLES « MUNDORF »



Les condensateurs Supreme en série « silver-oil » et « silver-gold », les inductances « Zero Ohm » et le câble argent-or nu et isolé téflon, fiches haut-parleurs en cuivre pur, soudure à l'argent

CONDENSATEURS, INDUCTANCES ET RÉISTANCES « DUELUND COHERENT AUDIO »

Condensateurs VSF et VSC au papier huilé et feillard alu, cuivre ou argent, résistances au carbone pur, inductances feillard cuivre ou argent isolé papier huilé.

MODULES AMPLIFICATION NUMÉRIQUE « FLYING MOLE »



Module APS-530a (2 x 20 W 8 Ω)
et APS-M160IIG (1 x 100 W 8 Ω), alimentation à découpage intégrée

...et plus encore sur le site internet www.madotec.fr

MADOTEC

17, avenue de Saxe 75007 Paris
Tél./Fax : 01 47 34 55 66 Mob. : 06 75 20 84 80

LA PERFORMANCE AERONAUTIQUE ET SPATIALE AU SERVICE DE L'AUDIO



6 rue François Verdier
31830 PLAISANCE DU TOUCH
Tél 05 61 07 55 77 / Fax 05 61 86 61 89
E-mail : contactacea@acea-fr.com



DE NOMBREUX AUTRES PRODUITS SONT DISPONIBLES SUR DEMANDE
FOURNITURE DE CES PRODUITS EN KITS: Frais de port offert !

SELF

LED 146-152	EI/10H	56.00 €	LED 161-162 7H	46.00 €
LED 151-170	Circuit C/3H	46.00 €	LED 175 Torique	29.50 €

LAMPES UNITAIRES

5725 CSF + sup. (par 10 et +)	8.40 €
6005 CSF + sup. (par 10 et +)	15.00 €
ECC81, ECC82, ECC83	10.00 €
EF86	20.00 €
ECF82	15.00 €
EZ81	16.80 €
ECL86 Philips	17.50 €
GZ32	19.00 €

Port lampes de 1 à 4 : 8.00€
de 5 à 10 : 10.00€

LAMPES APPAIEES

EL34 Tesla ou EH	35.00 €
845 Chine	110.00 €
300B Sovtek	200.00 €
KT90	120.00 €
KT88 EH	69.00 €
6550 EH	58.00 €
6L6 EH	35.00 €
6V6 EH	27.00 €
6SN7 EH	29.00 €
EL84 EH	26.00 €

TRANSFORMATEURS D'ALIMENTATION

Faible induction 1 Tesla - primaire 230V avec écran

LED N°	Secondaires	Prix TTC
136-140	2 x 225V - 2 x 6.3V	82.00 €
146-150	2 x 380V - 2 x 6.3V - 5V	94.00 €
147-148-188	Préampli tubes circuits "C" 2 x 220V - 2 x 6.3V	77.00 €
149-158	ALIM H.T./Préampli tubes 2 x 300V - 2 x 6.3V	80.00 €
152	2 x 300V - 2 x 6.3V	100.00 €
157-160	380V + 6.3v + 4 x 3.15V	93.00 €
161-162-163	Prim. 220V/230V - Ecran - 2 x 330V - 6.3V en cuve	180.00 €
172-173	Sec. 2 x 12V	55.00 €
163	Filter actif 2 x 240V + 12V	55.00 €
166-170	Ecran - Sec. 2 x 230V + 6.3V - 4.5A	89.00 €
167-169	400V + 6.3V + 4 x 3.15V + 75V	107.00 €
EP 299	340 V - 4 x 3.15 V - 75 V - 6.3 V	84.00 €
EP 305	300 V - 9 V - circuit C	75.00 €
EP HS 11/06	Ampli 300B - 350 V - 75 V - 6.3 V - 4 x 5 V - En cuve	138.00 €

TRANSFORMATEURS DE SORTIE

LED n°	Imp. Prim	Imp. Sec	Puissance	Prix TTC
138	5000Ω	4/8Ω	5W	53.00 €
140-170-175	1250Ω	8Ω	Single 20W	83.00 €
145	625Ω	4/8Ω	Single 40W	107.00 €
146-150	6600Ω	4/8Ω	50W	107.00 €
152	2,3/2,8/3,5KΩ	4/8/16Ω	30W circuit C en cuve	220.00 €
157-160-169	3800Ω	4/8/16Ω	80W	107.00 €
159-171-173	3500Ω	4/8Ω	15W Circuit C en cuve	146.00 €
161-162	Single 845 - 8000Ω	4/8Ω	60 W - Circuit C en cuve	256.00 €
EP HS 11/06	PP 300B - 3000Ω	4/8Ω	30 W - En cuve	145.00 €

SUPPORTS

Noval ou octal chassis	4.60 €
Noval CI	3.30 €
Octal CI	4.60 €
4 cosses "300B"	9.90 €
Jumbo 845 arg.	18.00 €
Noval CI 7 broches	3.30 €

CONDENSATEURS

1500µF 350V	27.40 €
2200µF 450V	53.40 €
470µF 450V	16.00 €
470µF 500V	30.00 €
150000µF 16V	33.50 €
47000µF 16V	15.00 €

Port : 13€ le 1er transfo + 5.00€ par transfo supplémentaire

Minimum de facturation 50€ TTC sinon frais de traitement 6.50€

Single end 6550/KT88 avec câblage à l'ancienne sans circuit imprimé



Enthousiasmés par l'écoute du push-pull de 6550 décrit dans notre CD-Rom « Et si vous réalisez votre ampli à tubes... », nous avons eu envie de découvrir ce que cette tétrode est capable de proposer en « solo » en la chargeant avec un transformateur de bonne qualité de 3,5 k Ω d'impédance primaire .

Une tétrode ne « sonne » pas du tout comme une pentode. La tétrode est beaucoup plus « incisive » dans le médium et les micro-informations davantage présentes, ce qui donne une image sonore plus complète et plus aérée. La musique devient plus vivante, les voix plus naturelles.

La 6550 Electro-Harmonix

Mécaniquement, une tétrode est beaucoup plus délicate à assembler qu'une pentode, ce qui est sans doute à l'origine de son abandon dans le passé pour des raisons de coût. Electro-Harmonix a su relever le défi en nous proposant sa 6550 E.H. Une tétrode Sovtek fabriquée sous licence américaine, ça sonne ! Les caractéristiques électriques mettent bien « en avant » les progrès réalisés au niveau des matériaux, à savoir :

- Tension d'anode de 800 V
- Courant cathodique de 230 mA
- Dissipation anodique de 42 W
- Tension d'écran de 440 V
- Dissipation d'écran de 6,6 W

Le brochage du culot OCTAL est représenté en figure 1.

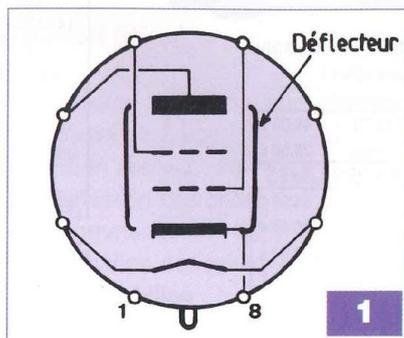
La grille supprimeuse de la pentode est remplacée par deux déflecteurs qui dirigent les électrons, d'où cette appellation de « tétrode à faisceaux dirigés ».

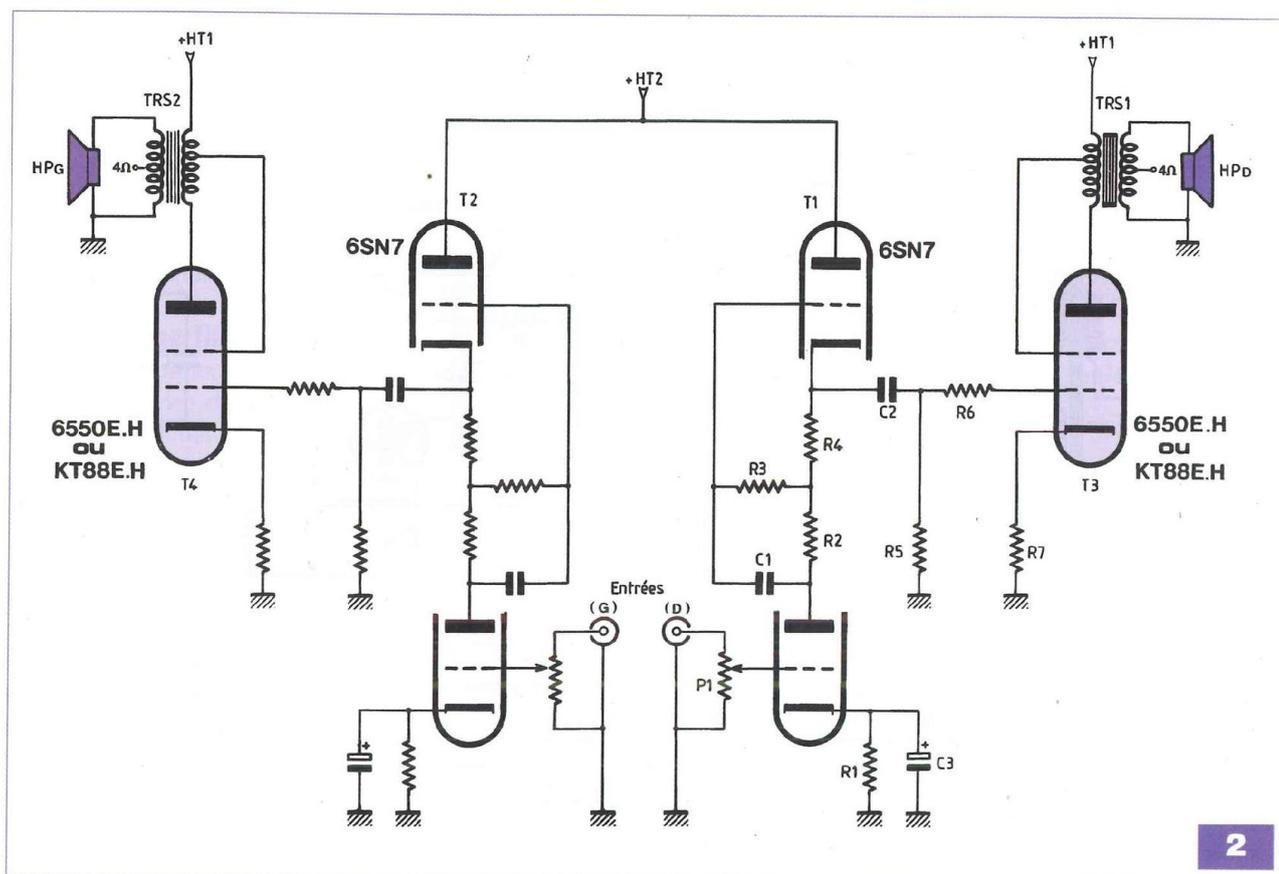
Les déflecteurs sont portés au potentiel de la cathode.

L'enveloppe est identique à celle d'une KT88, donc plus volumineuse que pour les modèles proposés par Svetlana ou General Electric.

Le schéma adopté

Il vous est proposé en figure 2. Nous y retrouvons la 6SN7, double triode très réputée en audio, montée en mu-follower. Les cathodes sont chargées par des résistances de même valeur, soit R1/R4 de 1,2 k Ω , tandis que la





2

résistance d'anode R2 a une valeur beaucoup plus élevée de 27 kΩ.

Le signal à amplifier est appliqué à la grille de la triode inférieure, tout en étant dosé par un potentiomètre qui agit en « commande de volume ».

Le condensateur C1 sert de liaison entre les deux étages en prélevant la modulation, amplifiée et présente sur l'anode de la triode inférieure, pour l'appliquer à la grille de la triode supérieure. Il bloque également la tension continue présente sur l'anode, en ne véhiculant que l'alternatif.

La résistance de grille R3 est connectée entre les résistances « série » R2 et R4.

L'anode de la triode supérieure est directement reliée à la haute tension. C'est sur sa cathode qu'est prélevé le signal audio, à basse impédance.

Là encore, le condensateur C2 a les mêmes fonctions que C1. Il bloque la tension continue élevée présente sur la cathode afin de ne transmettre que la modulation alternative à la grille de l'étage de puissance. Ce condensateur doit être d'excellente qualité, de préférence au polypropylène.

A la mise sous tension de l'amplificateur, C2 se charge au travers de R5.

C'est un véritable court-circuit un court instant et la tension de cathode se retrouve aux bornes de R5.

Nous en arrivons à l'étage de puissance basé sur l'utilisation d'une tétrode 6550 ou une KT88 d'Electro Harmonix.

La particularité de ce « Single End » est d'avoir une résistance de polarisation de cathode dépourvue de tout condensateur de découplage. Si la sensibilité d'entrée s'en ressent au niveau des mV à injecter aux bornes de P1, nos oreilles par contre déclinent instantanément la différence d'écoute et préfèrent se passer de ce condensateur qui n'apporte que distorsion non négligeable et manque d'aération de la scène sonore. Oté, l'amplificateur respire, est plus précis et semble plus nerveux, même si l'extrême grave est un peu moins prononcé, moins présent sans condensateur.

La « grille écran » est directement polarisée par le transformateur de sortie, la prise étant située à 2,3 kΩ pour une impédance totale de 3,5 kΩ. Aucune contre-réaction n'est appliquée à l'étage d'entrée, le secondaire du transformateur de sortie ne voyant

à ses bornes que le haut-parleur.

C'est une amplification au final fort simple, ne nécessitant que peu de composants (ce qui nous a conduits à un câblage à l'ancienne sans circuit imprimé) et dont la musicalité est surprenante par sa précision, sa rapidité et son grave très ferme.

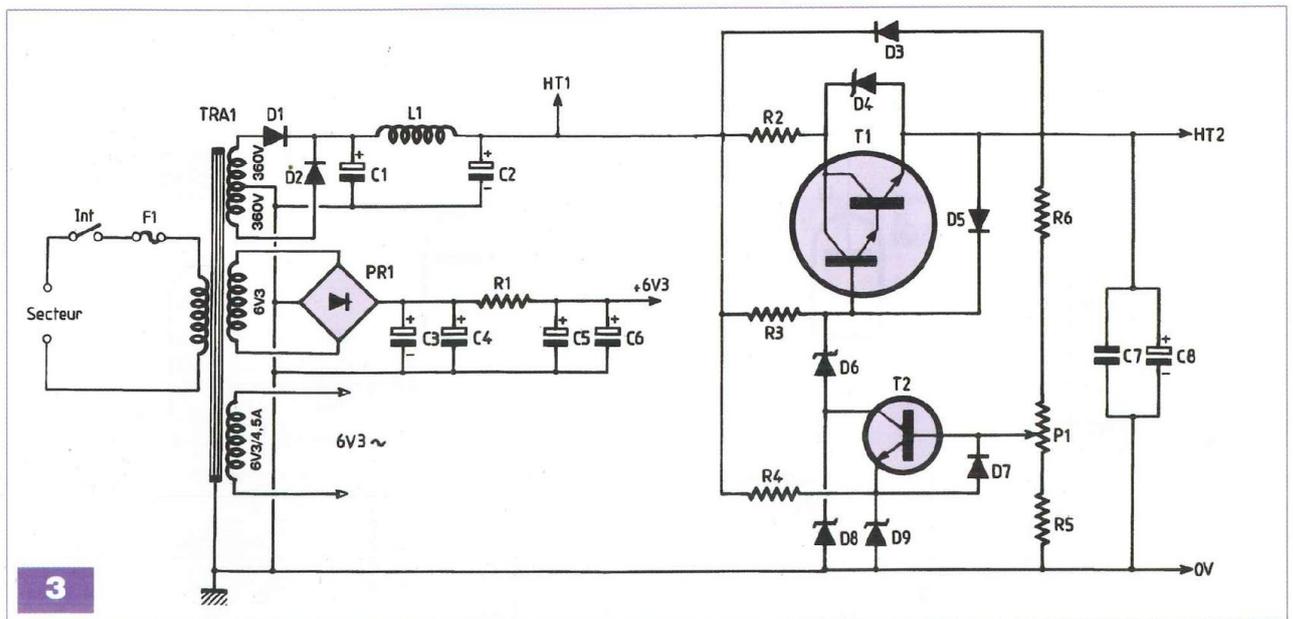
L'absence de condensateur de découplage aux bornes de R7 porte la sensibilité d'entrée à 2,8 volts. Cela peut paraître élevé, mais ne l'est guère en utilisant un préamplificateur qui, pour une fois, va servir à quelque chose.

A ce stade, trois options se présentent à nous :

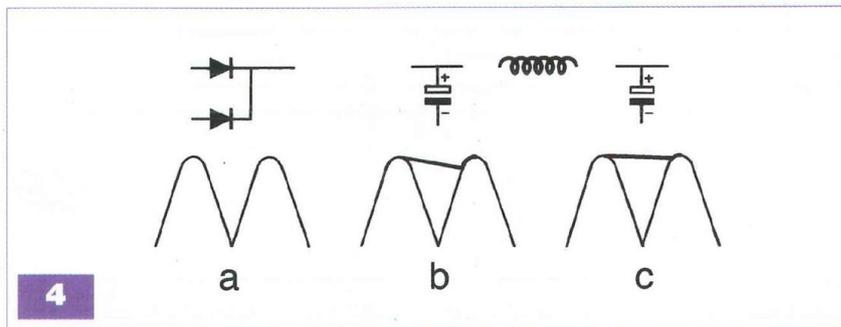
- l'utilisation du préamplificateur à triodes ECC82/ECC83 décrit dans le CD « Et si vous réalisiez votre chaîne hifi à tubes... »
- l'utilisation du préamplificateur avec l'ECF82 décrit dans notre précédent hors-série audio.

Nous avons essayé et longuement écouté l'un et l'autre sans pouvoir vraiment déterminer le meilleur choix, à une seule condition toutefois, utiliser des ECF82 qui ne soufflent pas.

- l'utilisation d'un transformateur en préamplification passive.



3



4

Sur le schéma de principe, nous remarquons deux potentiels HT. Le HT1 est simplement redressé et filtré énergiquement par une cellule LC en Pi, tandis que le HT2 est issu d'une stabilisation.

L'alimentation

Nous partons d'un transformateur à trois enroulements secondaires dont un à point milieu pour la tension de 2 x 360 V, ce qu'indique la figure 3.

La haute tension H.T.1

Le redressement est effectué grâce à deux diodes à commutation rapide. Par rapport au point milieu de l'enroulement qui est mis à la masse, nous récupérons, sur le point commun des cathodes des diodes, une tension continue positive dont l'aspect est celui de la figure 4a. Avec une telle alimentation, le fonctionnement de l'amplificateur serait très médiocre, les enceintes produisant un bourdonnement à 100 Hz.

On ajoute donc une cellule en π composée de deux condensateurs et une

self de façon à obtenir une tension parfaitement continue sans résiduelle alternative, comme indiqué en figure 4c. A vide, la tension continue est de +510 V.

Les basses tensions 6,3 V

L'enroulement de 6,3 V/1,5 A est redressé par un pont de diodes et, comme ci-dessus, la tension continue est « lissée » par un filtrage en π , ici R.C. A vide, la tension continue est de +8,9 V.

La consommation des filaments des deux 6SN7 étant de 600 mA, la résistance permet en fonctionnement d'abaisser le potentiel à environ +6,3 V. L'enroulement de 6,3 V/4,5 A est réservé au chauffage des filaments des 6550 E.H. Il se fait donc en alternatif. Chaque tube consomme 1,6 A. Cette tension peut varier entre 6 V et 6,5 V, sans aucune conséquence pour les tétrodes.

La stabilisation

La haute tension H.T.1 est appliquée à un transistor « ballast » T1 de type

Darlington, lequel est commandé, par sa base, par un deuxième élément NPN. Toute variation de tension sur la base de T2 est répercutée sur son collecteur et agit, de ce fait, sur le ballast T1. Ce nom de « ballast » vient du fait que T1 maintient entre ses électrodes collecteur et émetteur l'excédent de tension entre le +H.T.1 fixe et le +H.T.2 variable et ajustable grâce à P1.

La cellule de filtrage C7/C8 en sortie permet d'éliminer le bruit engendré par la stabilisation, notamment par les diodes zénors.

Le Single end en pratique

Le driver 6SN7

Les interconnexions des composants au support OCTAL vous sont dévoilées en figure 5. C'est simple !

Comme vous pouvez le remarquer sur la photo de l'appareil vu de dessous, le condensateur de liaison C1 de 0,1 μ F/250 V est soudé directement de cosse à cosse (A1/G2) au-dessus du support.

La liaison de grille G1/ curseur de P1 se fait avec un fil tout ordinaire, pas besoin de blindé.

Les « mises à la masse » se font au niveau des deux cosses à « œil » visées au châssis.

Pour une commodité de câblage, il est préférable que le condensateur électrochimique C3 soit à sorties axiales.

Le condensateur C2 de 4,7 μ F/400 V

à sorties axiales, qui sert de liaison entre la 6SN7 et la KT88/6550, doit avoir ses pattes isolées, celles-ci étant soumises à des hautes tensions non négligeables.

Ne pas oublier de relier une tresse de masse au niveau d'un des potentiomètres de volume à une cosse à souder vissée au châssis.

Le chauffage filament 6,3 V

La consommation n'est que de 600 mA pour les deux 6SN7, il vaut donc mieux alimenter en continu les filaments pour réduire au minimum le bruit de cet étage à grand gain. Le côté cuivre est imprimé en **figure 6a**. Il est compact (33 x 54 mm), tout en permettant d'y rassembler tous les composants.

La **figure 6b** permet de repérer la polarité des éléments. Aucune erreur ne doit être commise à ce niveau.

Le pont redresseur est soudé côté pistes cuivrées de façon à être plaqué contre le châssis qui va lui assurer son refroidissement. La polarité (+) est facilement repérable grâce à l'angle coupé à 45°. Ne pas couper les pattes (-) au ras de l'époxy, laisser une longueur de 5 à 10 mm afin d'y souder les fils d'interconnexions au transformateur.

La résistance R1 de 1 Ω peut être un modèle quelconque, sachant que la dissipation permanente est de 0,36 W, une bobinée RB59/3 W par exemple.

La stabilisation

Le circuit imprimé est dessiné en **figure 7a**. Bien que de petites dimensions (53 x 80 mm), on y soude toutefois tous les composants. Le boîtier TOP3 du Darlington soudé verticalement y est pour quelque chose.

Positionnement et sens d'insertion des composants sont précisés en **figure 7b**, bague noire pour les diodes, ± pour le condensateur de filtrage et surface étroite métallique pour les semiconducteurs.

Le réglage de la tension de sortie +HT2 peut se faire soit avec un ajustable de type « H », 1 tour, soit avec un ajustable de type 67, 25 tours, plus précis.

La résistance de puissance R2 est à surélever de 2 à 3 mm de l'époxy pour faciliter le passage de l'air qui va

Nomenclature

DRIVER à 6SN7GT

Résistances ± 5 %

1 W à couche métallique

R1 : 1,2 kΩ

R2 : 27 kΩ

R3 : 1 MΩ

R4 : 1,2 kΩ

Condensateurs

C1 : 0,1 μF/250 V

C2 : 4,7 μF/400 V

polypropylène, à sorties axiales

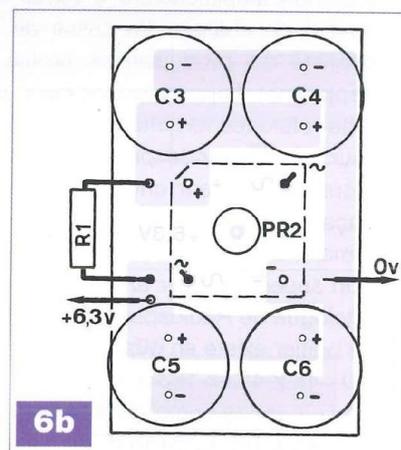
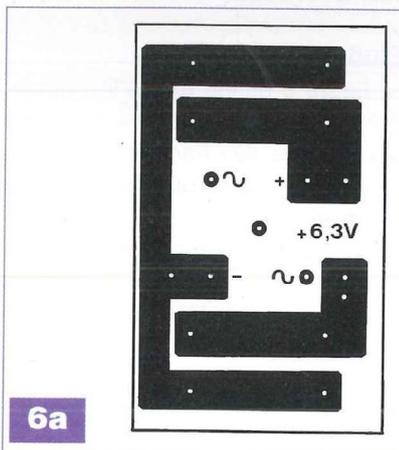
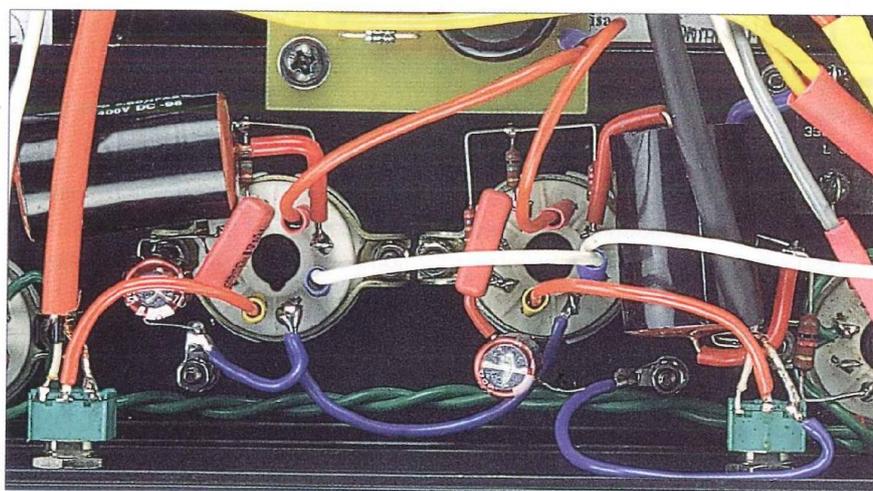
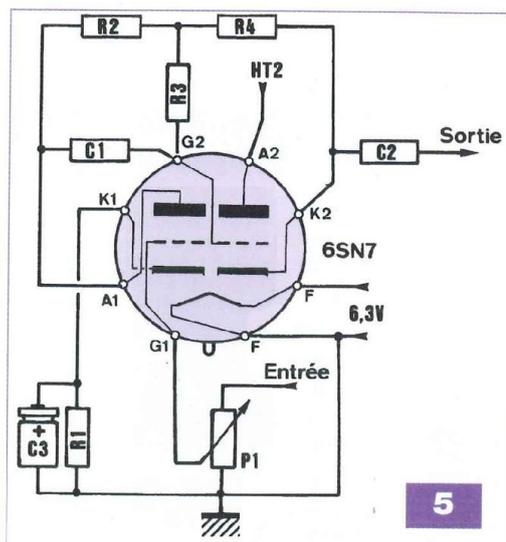
C3 : 470 μF/16 V

Divers

T1 : 6SN7GT ou ECC33

P1 : 100 kg log.

1 support OCTAL châssis



Nomenclature

CHAUFFAGE FILAMENTS 6,3 V

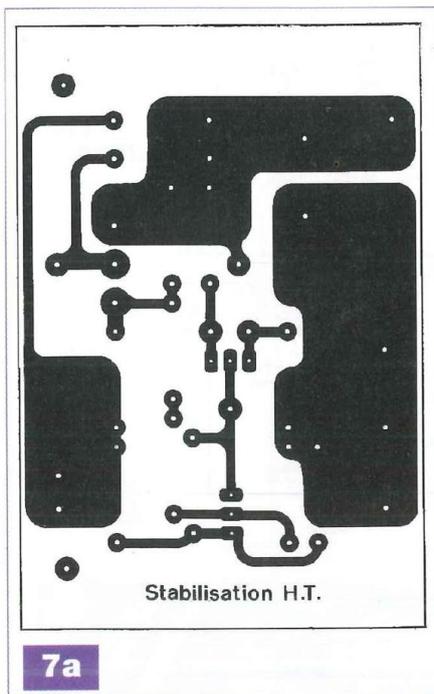
PR1 : pont PBPC807

R1 : 1 Ω/3 W

C3, C4, C5, C6 : 4 700 μF/16 V

4 picots à souder





Nomenclature

STABILISATEUR H.T.

Résistances à couche $\pm 5\%$ /1 W
(sauf indication)

R2 : 1 k Ω /7 W

R3 : 100 k Ω

R4 : 680 k Ω

R5 : 82 k Ω

R6 : 1 M Ω

P1 : 47 k Ω / ajustable un tour
ou multitours (25 tours)

Semiconducteurs

T1 : BDV65C

T2 : BUT11

D3, D5, D7 : 1N4007

D4 : zéner 120 V/1,3 W

D6 : zéner 180 V + 75 V/1,3 W

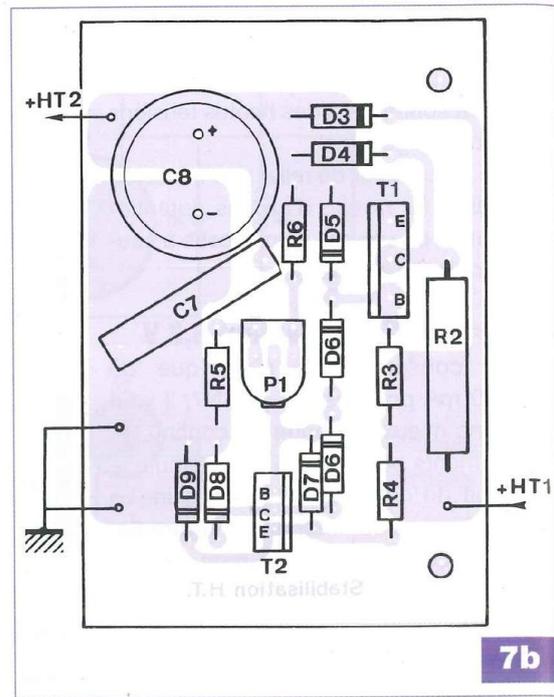
D8 : zéner 150 V/1,3 W

D9 : zéner 24 V/1,3 W

Divers

C7 : 0,22 μ F/400 V

C8 : 100 μ F/400 V



ainsi lui assurer son refroidissement. Quatre picots à souder permettront ultérieurement les interconnexions.

Le châssis

Le coffret 55360 de TM

Nous avons utilisé ce coffret en aluminium pendant de nombreuses années. Il convenait parfaitement pour nos amplificateurs à tubes en servant de châssis. La casse de la machine qui produisait ce profilé a stoppé net l'approvisionnement de cette référence fort intéressante. Pour contourner le problème, nous avons longuement cherché un remplaçant. Il n'y a rien de disponible sur le marché grand public, à l'exception d'un superbe boîtier anodisé noir au catalogue de Radiospares.

Ce boîtier existe en quatre versions :

1 U : 45 x 442 x 153 mm

(code commande 226-101)

1 U : 45 x 442 x 254 mm

(code commande 226-117)

2 U : 88 x 442 x 153 mm

(code commande 226-123)

2 U : 88 x 442 x 254 mm

(code commande 226-139)

Pour l'étude que nous proposons, le 1 U en 153 mm de profondeur fait l'affaire.

D'une largeur de 442 mm contre 360 mm pour le TM, la surface de travail s'adapte parfaitement.

Les 82 mm supplémentaires seront répartis de part et d'autre des indications qui vous sont données ci-après. À la rédaction, nous avons encore un 55360 lors de l'étude de ce prototype. Une autre solution est la mise côte à côte de deux coffrets TM-55205. Nous obtenons ainsi une largeur de 410 mm et des dimensions identiques pour la hauteur et la profondeur du châssis.

Etude du châssis

La figure 8 donne toutes les indications nécessaires pour les découpes des fenêtres des transformateurs, la prise secteur, ainsi que pour tous les perçages.

Ne pas oublier que pour toute cotation prise à une extrémité du châssis TM, il faut ajouter 41 mm pour le coffret RS.

Ainsi, en figure 8a, la cote de 70 mm devient 111 mm, celle de 25 mm (en haut à droite) devient 66 mm...

Afin de ne pas surcharger en cotations la figure 8b, nous ne donnons que le positionnement des trois transformateurs de type EI sur le châssis.

Les dimensions de ces volumineux composants sont données à la figure 9a pour celui d'alimentation et à la figure 9b pour celui de sortie.

Il suffit de les dessiner sur une feuille de papier ou de calque.

Il faut connaître avec précision l'emplacement de la découpe de la fenêtre par rapport aux quatre trous de fixations.

• **Nota.** Ne pas oublier que nous avons deux transformateurs de sortie.

C'est évidemment la figure 8b qui demande un travail assez important pour sa préparation.

Il est souhaitable d'avoir des emporte-pièces de \varnothing 22,5 mm, \varnothing 27,5 mm et, si possible, une scie « sauteuse ». En fonction des cotes portées sur la figure 8b, coller ou scotcher au châssis les trois transformateurs dessinés. Pointer tous les perçages à effectuer et forer, dans un premier temps, à un diamètre de \varnothing 2 mm ou \varnothing 2,5 mm.

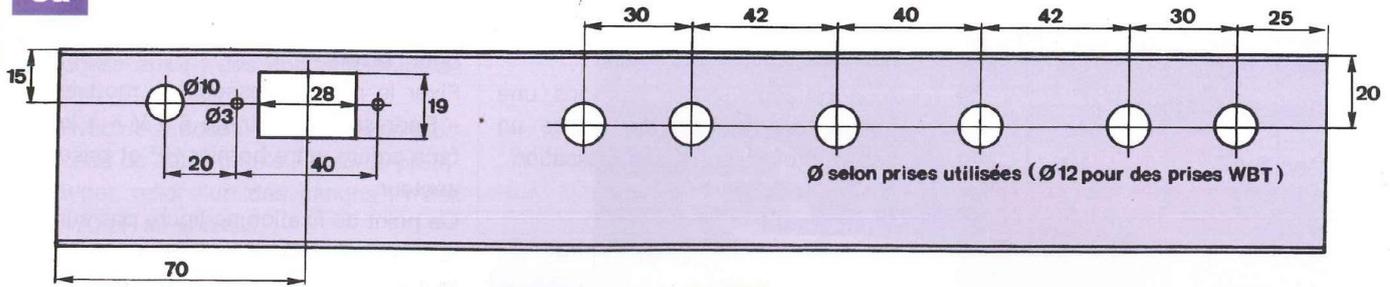
Découper au cutter dans le papier les trois fenêtres des transformateurs puis, avec une pointe à tracer, rayer l'anodisation du coffret pour bien marquer les découpes à effectuer.

A chaque angle, percer des trous pour laisser le passage, soit à une lame de scie « abrafil », soit à une lame de scie « sauteuse ».

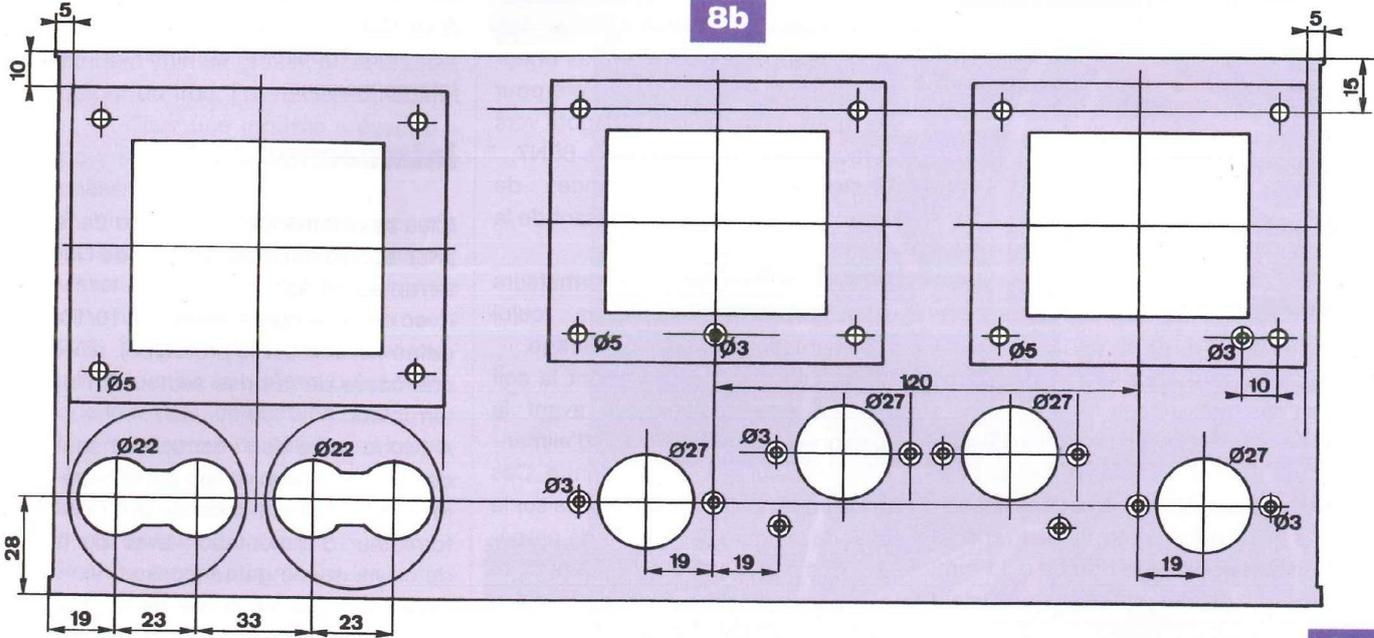
La scie « sauteuse » permet des découpes aisées dans l'aluminium, la finition se faisant à la lime.

L'emporte-pièce nécessite pour son utilisation de prévoir des perçages à un diamètre de \varnothing 11 mm minimum pour le passage de la vis de serrage. Prévoir quelques diamètres intermédiaires, \varnothing 5, \varnothing 7, \varnothing 10 et \varnothing 11 mm.

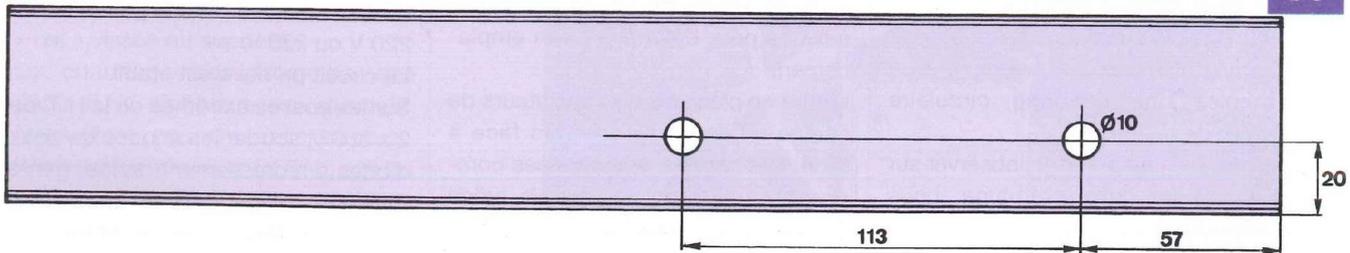
8a



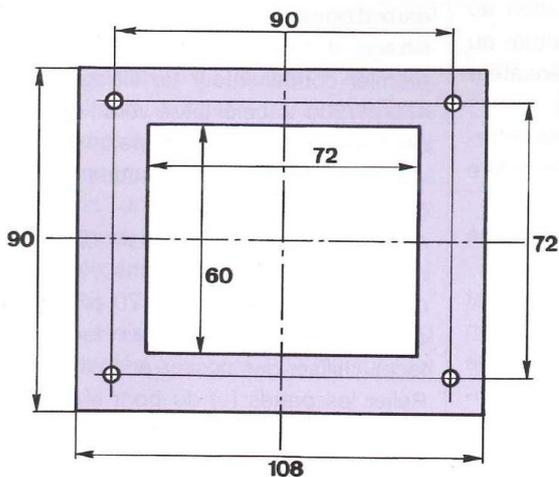
8b



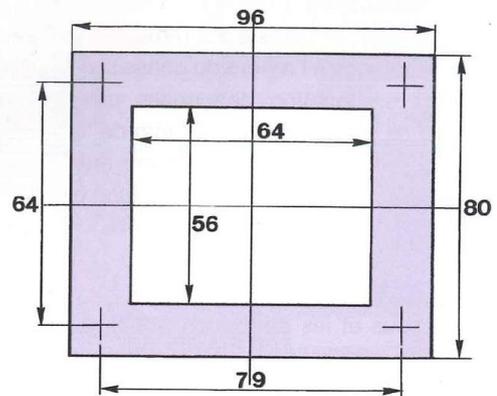
8c

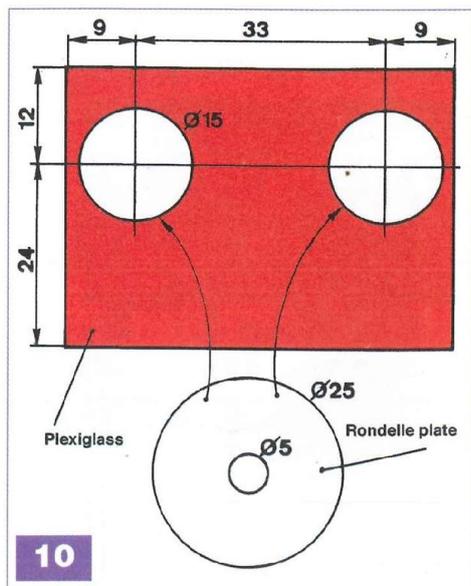


9a



9b





Introduire la vis de serrage de l'emporte-pièce avec sa partie coupante de $\varnothing 22$ mm sous le châssis, dans l'un des quatre trous.

Enfiler le cylindre de diamètre $\varnothing 29$ mm. Il doit tomber parfaitement et se centrer par rapport aux croix dessinées. S'il y a décentrage, il est encore temps d'agrandir le trou de $\varnothing 11$ mm. Quand cylindre et croix coïncident parfaitement, boulonner (ne pas oublier la rondelle tampon).

Avec une clé à molette, serrer énergiquement afin que, par pression, vous obteniez une découpe circulaire propre de $\varnothing 22$ mm.

• **Nota.** Comme on peut l'observer sur la photo de notre prototype, nous avons utilisé des transformateurs de sortie en cuve.

Cela ne joue que sur l'esthétique !

Il reste quatre trous à découper par le même procédé à un diamètre de $\varnothing 27$ mm pour les supports des tubes OCTAL.

Fraiser les perçages à $\varnothing 3$ mm.

Les perçages à l'arrière du châssis se feront en fonction des prises utilisées. La fenêtre de 28×19 mm de la prise secteur se travaillera avec une lame de scie « abrafil », avec finition à la lime.

La finition du châssis

Les trous et les découpes que nous venons de pratiquer dans le coffret n'ont pu être obtenus sans laisser des traces : un foret qui dérape, un mauvais coup de lime...

Afin de gommer ces petits « bobos », il est utile de peindre le châssis en pulvérisant deux ou trois couches de peinture.

A la rédaction, nous utilisons une bombe de peinture qui donne un cachet professionnel à la réalisation.

Équipement

Commencer par visser toutes les prises isolées à l'arrière du châssis, ainsi que l'interrupteur, puis les quatre supports OCTAL en les orientant : ergots vers la face arrière pour les tubes de puissance et ergots vers la face avant pour les drivers 6SN7.

Visser les deux résistances de cathodes au châssis en utilisant de la vis à tête fraisée.

Mettre en place les transformateurs adaptateurs d'impédances, celui d'alimentation et la self de filtrage.

Nota. Les deux vis qui fixent la self doivent être positionnées avant la fixation du transformateur d'alimentation et celui de sortie au centre. Ces deux trous ne sont pas précisés sur le plan de la figure 8b. Il suffit de procéder, dès à présent, aux marquages et aux perçages de ceux-ci en fonction de la self utilisée. Deux fixations suffisent. Suivre la photo des interconnexions pour déterminer son emplacement.

Mettre en place les condensateurs de filtrage HT, **leurs (-) orientés face à face**. Les canons isolés de ces composants traversent le châssis grâce aux ouvertures de $\varnothing 22$ mm.

La fixation s'obtient, comme indiqué en **figure 10**, avec une cale en plexiglass et deux grosses rondelles plates. C'est propre et efficace.

Visser le module de stabilisation au transformateur de sortie situé au centre du châssis, le condensateur C8 orienté vers la face avant.

Le module est surélevé par des entretoises filetéées de 10 mm afin d'être dégagé du châssis.

Visser les potentiomètres de volume en face avant.

Pour que les canons disparaissent derrière les boutons, utiliser un contre-écrou et un écrou afin que le blocage puisse s'obtenir sur un minimum de filetage.

Avant de les fixer, penser à couper l'axe de commande à une longueur

de 12 à 15 mm par rapport au canon fileté. Cette longueur dépend de la profondeur du bouton qui doit masquer l'écrou.

Fixer le pont redresseur du module « Redressement/filtrage 6,3 V » à la face arrière entre bornier HP et prise secteur.

Ce point de fixation ne figure pas sur la figure 8a. C'est maintenant qu'il faut le déterminer avec le module.

A ce stade de l'équipement du châssis, nous pouvons commencer les interconnexions.

Interconnexions

Elles se commencent au niveau de la prise secteur châssis 220 V et de l'interrupteur M/A.

Avec du fil de cuivre étamé de 10/10^e **gainé** (en vert sur le prototype), relier une cosse de la prise secteur à l'interrupteur.

A l'autre patte de l'interrupteur, souder un porte fusible, son autre extrémité étant reliée à la cosse du transformateur d'alimentation avec du fil de cuivre étamé **gainé** (cosse 0 V).

Relier la deuxième cosse de la prise secteur directement à la cosse du transformateur (fil étamé **gainé**) cosse 220 V ou 230 V.

Le circuit primaire est établi.

Sur les cosses extrêmes de la H.T. de 2×360 V, souder les anodes de deux diodes à redressement rapide, genre BYW96E, réunir ensuite entre elles leurs cathodes.

Relier la cosse centrale de la H.T. à la prise « écran » du transformateur avec du fil de cuivre étamé de 10/10^e.

Relier, d'une part, les anodes des deux diodes à une cosse de la self de filtrage, d'autre part au canon (+) du premier condensateur de filtrage de $470 \mu\text{F}/500$ V (celui situé vers l'extérieur du châssis). Utiliser une cosse à « œil » de $\varnothing 5$ mm pour y souder le fil de câblage.

Avec du fil de cuivre étamé de 10/10^e, réunir entre eux les canons (-) des deux condensateurs de $470 \mu\text{F}$ (les canons doivent se trouver face à face). Utiliser des cosses à « œil ».

Relier les pattes (-) du pont redresseur du module basse tension aux cosses 6,3 V/2 A du transformateur d'alimentation.

Relier le picot (-) de ce même module au point milieu de la H.T., puis avec du fil de cuivre étamé, relier cette cosse aux (-) des condensateurs de 470 μ F.

Avec deux cosses à « œil » et un morceau de câble (câble HP sur le prototype), relier l'un des canons (-) des 470 μ F au châssis.

Cette mise au châssis s'effectue en utilisant l'une des vis de fixation du transformateur d'alimentation. On prendra soin de gratter, à cet endroit, autour du trou, l'oxydation du coffret et d'utiliser une rondelle « éventail » pour se garantir d'une bonne masse châssis.

Au niveau de la fixation des supports OCTAL, insérer une cosse à œil pour visserie de 3 mm qui va servir de mise directe au châssis d'éléments R/C. Vérifier à l'ohmmètre, par rapport à la mise au châssis précédente, que la résistance est bien nulle.

Les résistances de 330 Ω des cathodes étant vissées au châssis, établir les interconnexions avec les supports, cosses (8).

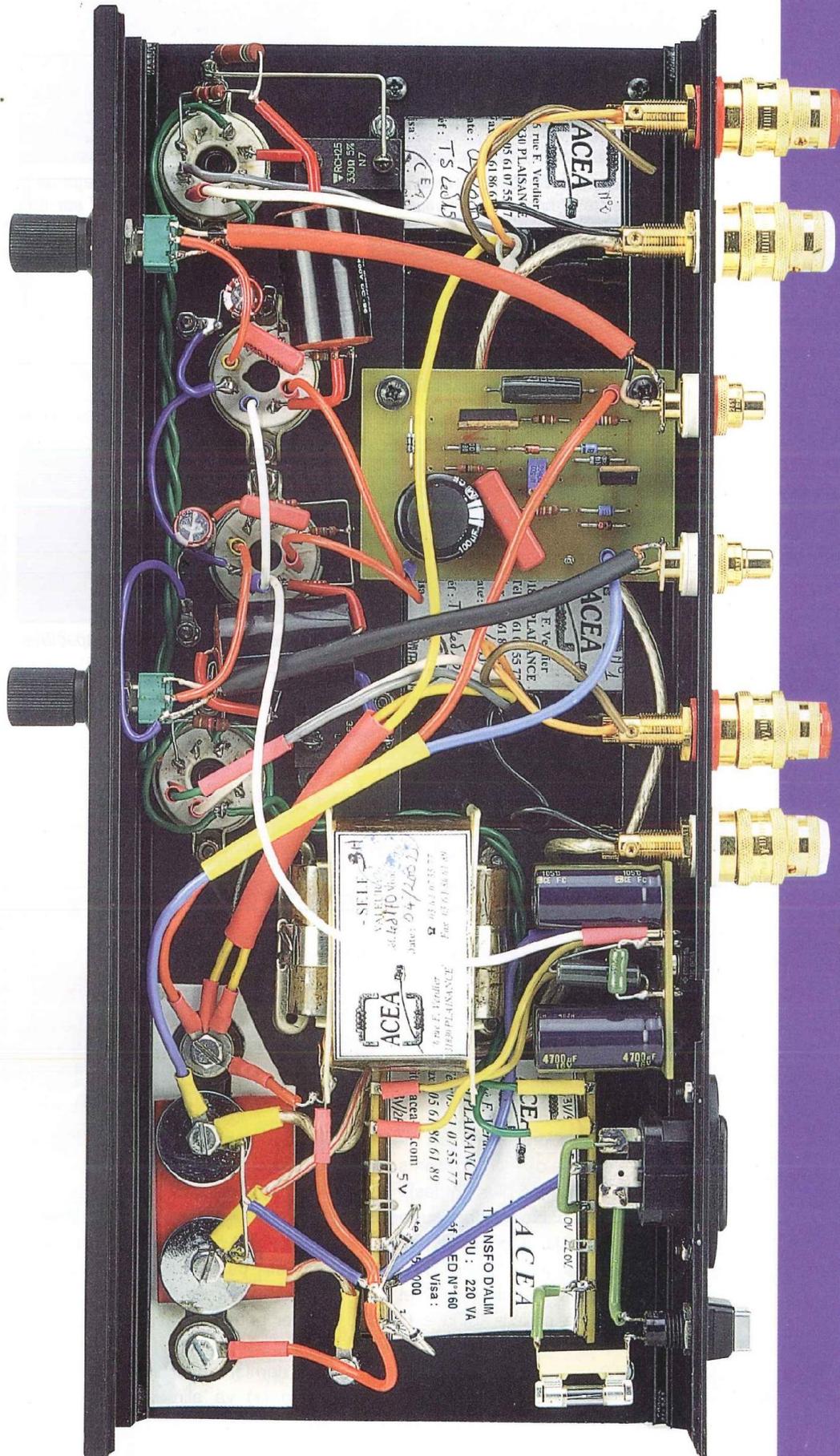
Reste à mettre à la masse les autres extrémités. On utilise pour cela du fil de cuivre étamé de 10/10^e qui va réunir les composants à la cosse à « œil » vissée au support.

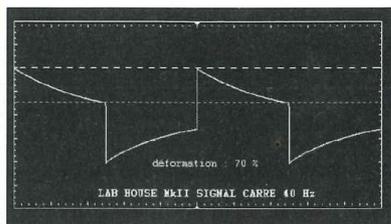
Le chauffage des filaments des 6550 E.H. s'effectue en alternatif. Nous allons, pour cela, relier en parallèle les deux supports OCTAL, soit les cosses (2) et (7). Le fil de câblage sera torsadé. Nous repartirons ensuite du support situé près de la self vers le transformateur et les cosses 6,3 V/5 A.

L'interconnexion de l'étage préamplificateur au support OCTAL de la 6550 se fait directement par le condensateur de liaison (C2 ou C6). Il est donc préférable d'utiliser des composants à sorties axiales. Prendre soin d'isoler les queues car, à ce niveau, nous avons une tension continue non négligeable (près de 200 V !).

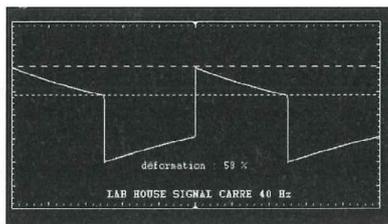
C2 ou C5 sont reliés à deux résistances :

- la résistance de grille de 1 k Ω connectée à la cosse (5) du support OCTAL
- la résistance de charge de 150 k Ω connectée à la cosse à « œil » de mise à la masse châssis.

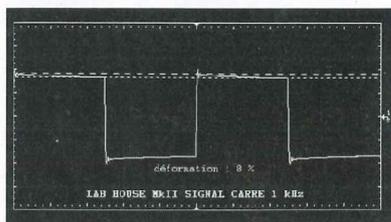




Signal carré à 40 Hz

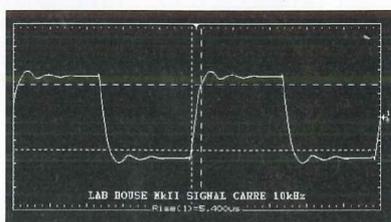


Carré à 40 Hz avec découplage de la résistance de cathode R7 par un condensateur de 470 µF

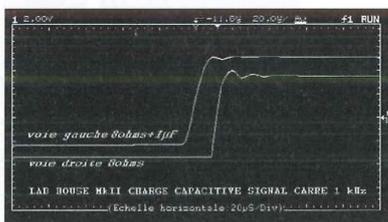


Signal carré à 1 kHz

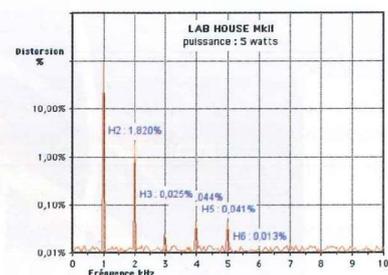
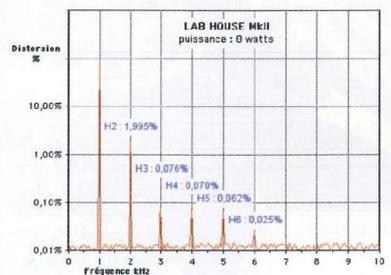
Puissance efficace : 10,5 W
Sensibilité d'entrée : 2,8 V
Puissance impulsionnelle : 10,5 W
Rapport signal/bruit :
LIN : 98 dB
Pondéré : 107 dB



Signal carré à 10 kHz



Comportement sur charge capacitive



Spectres de distorsion à 8 W et à 5 W

Distorsion par harmoniques totale

Fréquences	8 W (- 1 dB)	5 W (- 3 dB)	2,5 W (- 6 dB)
100 Hz	1,8 %	1,4 %	1,2 %
1 kHz	2,1 %	1,9 %	1,3 %
10 kHz	1,9 %	1,6 %	1,2 %

Pour des questions purement mécaniques, utiliser des composants de 2 W ou 3 W (pattes plus rigides).

• **Nota.** Le câblage des supports OCTAL des 6SN7 a été décrit en figure 5. Nous voyons donc que les condensateurs de liaisons C2 et C5 réunissent les cosses (6) des 6SN7 aux résistances de 1 kΩ et 150 kΩ côté 6550.

Le primaire du transformateur de sortie est repérable par les couleurs blanche, jaune et grise de ses fils.

- Le fil blanc est à raccorder à la

cosse d'anode du support OCTAL, soit la cosse (3).

- Le fil gris est à raccorder à la cosse de la grille « écran », soit la cosse (4)

- Le fil jaune est à raccorder au +HT1, soit au canon (+) du deuxième condensateur de filtrage de 470 µF. Utiliser pour cela, bien entendu, des cosses à « œil » en interface.

Une dernière interconnexion sur ce canon (+) va alimenter l'entrée du module de régulation, le picot +HT1.

Nous en profitons pour faire de même avec le picot de masse situé à l'op-

posé et le (-) du canon de ce même condensateur de 470 µF.

Pour éviter que les fils ne se « promènent » à l'intérieur du châssis, nous les avons fait passer à l'intérieur d'une gaine de maintien.

Penchons-nous sur le picot +HT2 du module de régulation. Nous allons y souder deux fils destinés aux anodes des triodes 6SN7, électrodes disponibles aux cosses (5) des supports OCTAL.

Reste, à ce niveau des alimentations, à interconnecter le picot 6,3 V du module alimentation situé derrière la self de filtrage aux cosses (7) des 6SN7 et les cosses (8) à la masse châssis en utilisant une cosse.

Revenons aux transformateurs de sortie, cette fois avec les secondaires. Il y a pour cela trois fils de différentes couleurs :

- Noir pour le 0 Ω
- Marron pour le 4 Ω
- Orange pour le 8 Ω

Suivant l'impédance de sortie adoptée, relier les fils aux borniers HP (noir et orange sur le prototype).

Pour les borniers (-), ajouter un câble de forte section (câble HP) et relier les autres extrémités aux canons (-) des condensateurs de filtrage de 470 µF. Il nous reste à voir le trajet de la modulation. Nous utilisons pour cela du câble blindé.

Relier tout d'abord les prises Cinch aux potentiomètres de volume, en utilisant les cosses extrêmes et, plus précisément, celle de droite pour la tresse de masse.

Reste à relier les curseurs aux triodes 6SN7, cosses (1). Relier la tresse de masse du potentiomètre « central » au châssis en utilisant une cosse à « œil ». Relier la deuxième cosse de la self au (+) du deuxième condensateur de 470 µF.

Les interconnexions sont terminées.

Mise sous tension

Mettre un fusible de 4 A dans son support et embrocher les tubes.

Charger les sorties HP par des résistances de 8 Ω/25 ou 50 W.

Mettre l'amplificateur sous tension et attendre trois minutes que les condensateurs soient bien chargés.

Le seul réglage à effectuer est celui

de la régulation pour le +HT2 qui est porté à +370 V à partir d'une haute tension HT1 de +450 V.

Avec une résistance bobinée de 1 Ω, la tension destinée au chauffage des filaments des 6SN7 est de +6,1 V.

Ecoute

Avec ses 2 x 10 Weff, cet amplificateur doit être raccordé à des enceintes à rendement moyen, de l'ordre de 92 dB. Une écoute avec des enceintes Triangle, le modèle Lyr notamment, donne d'excellents résultats dans un salon de 30 m². Quel que soit le genre de musique diffusé, classique ou moderne, cette électronique bouscule les enceintes sans s'essouffler. Le grave est ferme, bien contrôlé, malgré la pente reproduite en régime statique par le carré à 40 Hz. Nous mettons également en évidence l'influence qu'a le condensateur de découplage sur la résistance de cathode du tube de puissance à cette même fréquence. Les paliers sont moins incli-

Nomenclature

ÉTAGE DE PUISSANCE

Résistances à couche métal ± 5 %

R5, R12 : 150 kΩ/2 ou 3 W

R6, R13 : 1 kΩ/2 ou 3 W

Résistances châssis 25 W

R7, R14 : 330 Ω

Tubes

T3, T4 : 6550 E.H. ou KT88 avec supports NOVAL « châssis »

Transformateurs

TRS1, TRS2 : transformateur adaptateur d'impédance

Primaire 3,5 kΩ avec prise écran à 2,3 kΩ

Secondaire : 4 et 8 Ω

ALIMENTATION H.T./B.T.

Transformateur : primaire 220 V

secondaires 2 x 360 V + 6,3 V/2 A

+ 6,3 V/5 A avec prise écran

Interrupteur poussoir unipolaire

Porte fusible + fusible retardé

D1, D2 : diodes à commutation rapide

nés, ce qui procure un grave légèrement plus présent. Cependant l'image sonore dans son ensemble est moins aérée. Le temps de montée du signal à 10 kHz est court et les paliers ne présentent pas d'oscillation, alors

BYW96E (3 A/1000 V) ou équivalentes

C1, C2 : 470 μF/500 V

L1 : self de filtrage 3 H

DIVERS

1 coffret IDDM Réf : 55360 ou RS

2 prises Cinch isolées

4 prises HP châssis isolées

1 prise secteur 3 broches/mâle

1 interrupteur

1 porte fusible + fusible retardé

2 boutons pour axe ø 6 mm

Visserie diverse de 3 et 4 mm (8 vis à tête fraisée de 3 x 8 mm ou 3 x 10 mm)

Câble blindé Gotham

Fil de câblage au silicone 1 mm² (Rouge + Noir + Bleu + Vert + Jaune) 1 m de chaque couleur

Fil de cuivre étamé de 10/10^e de section

Gaine thermorétractable

Câble pour haut-parleurs (50 cm)

Plaque « Plexi » rouge 30/10^e

4 pieds ø 25 x 15 mm (minimum)

que cet amplificateur fonctionne sans contre-réaction. Ceci se traduit par une reproduction des aigus d'une extrême finesse, sans agressivité aucune.

Bernard Duval

PCB-POOL®

Prix très concurrentiels pour les PCBs prototypes

1 EUROCARD

- + Outils
- + Photoplots
- + TVA

€49

*Ce prix ne comprend pas les frais de port.

Appel Gratuit

0800-903 330

Calculez votre devis immédiatement en ligne

Outils /Set-up inclus

Aucun montant minimum

Livraison ponctuelle garantie

Garantie de qualité ISO 9001

www.PCB-POOL.COM

arquie composants

Rue de écoles 82600 Saint-Sardos France
Tél. 05 63 64 46 91 Fax 05 63 64 38 39
SUR INTERNET <http://www.arquie.fr/>
e-mail : arquie-composants@wanadoo.fr

Catalogue N°66

Afficheurs. Alimentations.
Caméras. Capteurs.
Cartes à puces. Circuits imprimés. Circuits intégrés.
Coffrets. Condensateurs.
Cellules solaires.
Connectique. Diodes. Fers à souder. Interrupteurs. Kits.
LEDs. LEDs Luxeon. Multimètres. Oscilloscopes.
Outillage. Programmeurs.
Quartz. Relais. Résistances.
Transformateurs. Transistors. Visserie.
Etc...

Passez vos commandes sur notre site:
www.arquie.fr

COMPOSANTS ELECTRONIQUES

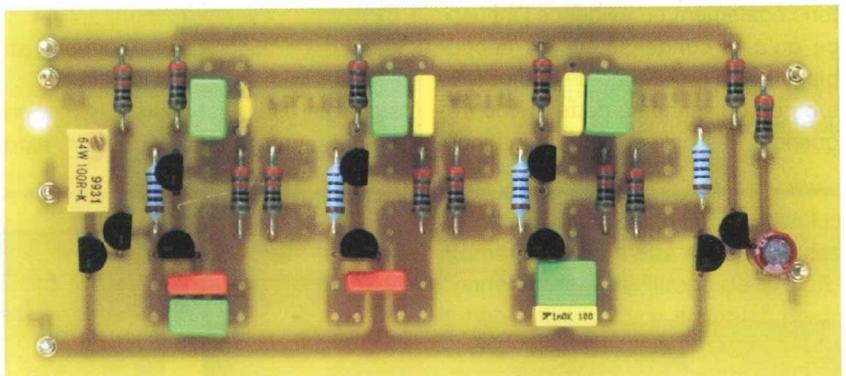
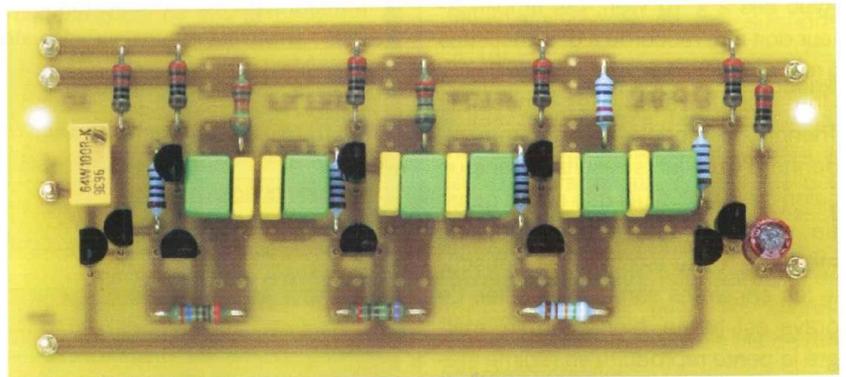
Nouveau catalogue N°66 début Nov.

BON pour CATALOGUE papier FRANCE: GRATUIT (3,00 € pour: DOM, TOM, UE et autres pays)

Nom:..... Prénom:.....
Adresse:.....
Code Postal:..... Ville:.....

Filtre actif 2 voies butterworth ordre 6 36 dB/octave

L'avantage d'un filtre actif n'est plus à démontrer, surtout lorsqu'il s'agit de répartir les fréquences de travail entre le boomer et le médium. Le filtre actif permet d'éliminer la self de filtrage du filtre passif qui se trouve placée en série dans le trajet de la modulation avant d'arriver au boomer. Cette self, toujours néfaste, doit être réalisée avec un fil de cuivre de forte section pour se faire quelque peu oublier et présenter ainsi une résistivité la plus faible possible. Elle devient très volumineuse et onéreuse.



Un autre avantage, non négligeable, du filtrage actif est de pouvoir charger directement les haut-parleurs, tout en ayant la possibilité de placer les blocs de puissance au plus près de ceux-ci.

Le projet

Celui-ci est concrétisé par le synoptique de la **figure 1**. Nous y voyons un préamplificateur stéréophonique dont les deux sorties attaquent chacune un filtre actif. Ce filtre actif deux voies va traiter la modulation fournie (en S1, par exemple) et la diviser en deux couloirs : le grave et le médium-aigu. La fréquence de séparation sera, bien entendu, celle du filtre passif de votre enceinte acoustique. Tous les éléments vous seront don-

nés pour effectuer facilement les calculs appropriés à vos desiderata.

Le filtre actif

Le filtre actif va donc, à partir d'une fréquence déterminée f_c , séparer en deux couloirs la modulation destinée au haut-parleur de grave (le boomer) ainsi que celle destinée au médium-aigu.

Ce filtre, nous l'avons voulu très performant pour la hi-fi et à pente très raide, soit un 36 dB/octave. Les filtres de Butterworth sont ceux qui possèdent la propriété d'avoir une courbe de réponse la plus plate possible à l'origine, c'est-à-dire pour la fréquence nulle. Ils sont très simples à calculer et présentent une réponse transitoire convenable. Ils offrent également l'avantage d'avoir une courbe

de réponse peu sensible aux variations des composants.

Avantages et inconvénients du filtre de butterworth

- Raideur de la coupure pour un ordre donné : **médiocre**.
- Régularité du temps de propagation de groupe : **bonne**.
- Régularité de la courbe amplitude-fréquence : **excellente**.
- Déformation des régimes transitoires : **faible**.
- Nombre de composants pour une sélectivité donnée : **élevé**.
- Coefficients de surtension nécessaires : **faibles**.
- Zéros de transmission : **non**.
- Difficulté des réglages et sensibilité : **faible**.
- Disparité des valeurs des éléments : **faible**.

Filtre passe-haut de Butterworth

Reproduit en **figure 2**, celui-ci nous montre trois cellules placées en cascade, l'ordre est de 6, soit 36 dB/octave. Les valeurs normalisées des éléments sont données comme suit :

- q1 = 1,0352
- q2 = 1,4142
- q3 = 3,8636
- m1 = 0,9659
- m2 = 0,7071
- m3 = 0,2588

(nous nous contenterons d'utiliser ces résultats sans essayer de les démontrer).

Les trois coefficients de surtension étant inférieurs à 3, aucune réglage n'est nécessaire :

$$Q = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{q}{m}}$$

ce qui donne pour la première cellule :

$$Q = 0,5 \sqrt{1,0352/0,9659}$$

$$Q = 0,5 \sqrt{1,0717}$$

$$Q = 0,5.1,0353 \# 0,517$$

La fréquence de coupure fc

Nous allons, à partir de celle-ci, déterminer la valeur des éléments résistifs du filtre passe-haut. Prenons en exemple 1 500 Hz, soit $1,5.10^3$ Hz. Il nous faut déterminer arbitrairement l'unité d'impédance de Ro.

Nous prendrons une valeur de l'ordre de 10 kΩ qui permet de faire fonctionner les amplificateurs de gain unité dans de bonnes conditions.

Il faut en effet que Ro soit beaucoup plus faible que l'impédance d'entrée de ces derniers et beaucoup plus élevée que leur impédance de sortie pour que cet élément puisse être considéré comme parfait.

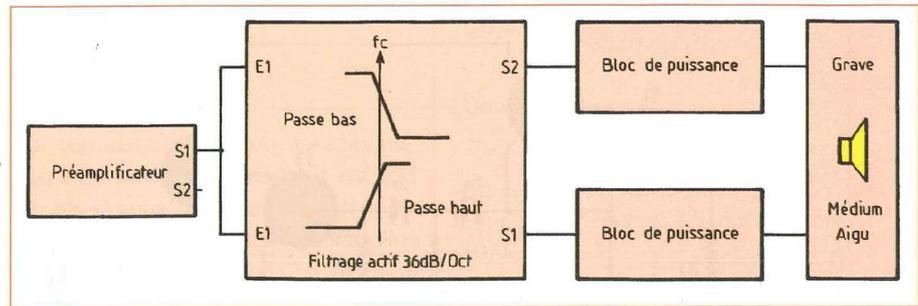
Soit la relation :

$$R_o = \frac{1}{C_o \cdot \omega}$$

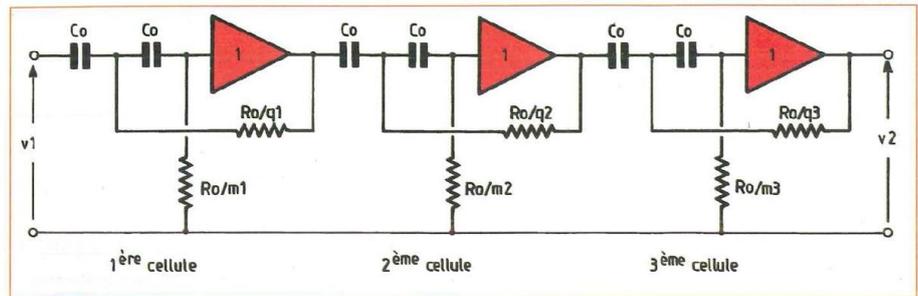
avec $\omega = 2\pi \cdot f_c$ et $R_o = 10 \text{ k}\Omega$ soit $10.10^3 \Omega$

$$C_o = \frac{1}{R_o \cdot 2,3,14,1,5 \cdot 10^3}$$

$$C_o = \frac{1}{10.10^3 \cdot 9,42.10^3}$$



1 Synoptique de notre projet



2 Filtre passe-haut d'ordre 6 : 36 dB/octave

$$C_o = \frac{1}{94,2 \cdot 10^3}$$

$$C_o = 0,010615 \cdot 10^{-6}$$

$10^{-6} \rightarrow C_o$ en μF

$$C_o = 10,615 \cdot 10^{-9}$$

$10^{-9} \rightarrow C_o$ en nF

$$C_o = 10,615 \text{ nF}$$

Cette valeur n'étant pas normalisée, nous nous contenterons de condensateurs Co de 10 nF + 680 pF.

En reprenant la relation précédente, les calculs aboutissent à une impédance de 10 kΩ, ce qui est satisfaisant.

Nous avons donc :

$$R_o = 10 \text{ k}\Omega$$

$$C_o = 10 \text{ nF} + 680 \text{ pF}$$

Connaissant Ro, nous pouvons calculer les six éléments résistifs avec les coefficients q et m.

$$R_o/q_1 \rightarrow 10/1,0352$$

$$\rightarrow 9,659 \text{ k}\Omega$$

Valeur normalisée : $\pm 1 \%$ 9k53

$$R_o/q_2 \rightarrow 10/1,4142$$

$$\rightarrow 7,071 \text{ k}\Omega$$

Valeur normalisée : $\pm 1 \%$ 7k15

$$R_o/q_3 \rightarrow 10/3,8636$$

$$\rightarrow 2,588 \text{ k}\Omega$$

Valeur normalisée : $\pm 1 \%$ 2k61

$$R_o/m_1 \rightarrow 10/0,9659$$

$$\rightarrow 10,353 \text{ k}\Omega$$

Valeur normalisée : $\pm 1 \%$ 10k5

$$R_o/m_2 \rightarrow 10/0,7071$$

$$\rightarrow 14,142 \text{ k}\Omega$$

Valeur normalisée : $\pm 1 \%$ 14k0

$$R_o/m_3 \rightarrow 10/0,2588$$

$$\rightarrow 38,639 \text{ k}\Omega$$

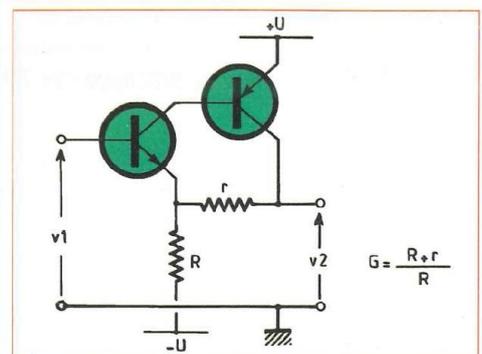
Valeur normalisée : $\pm 1 \%$ 38k3

Etage adaptateur

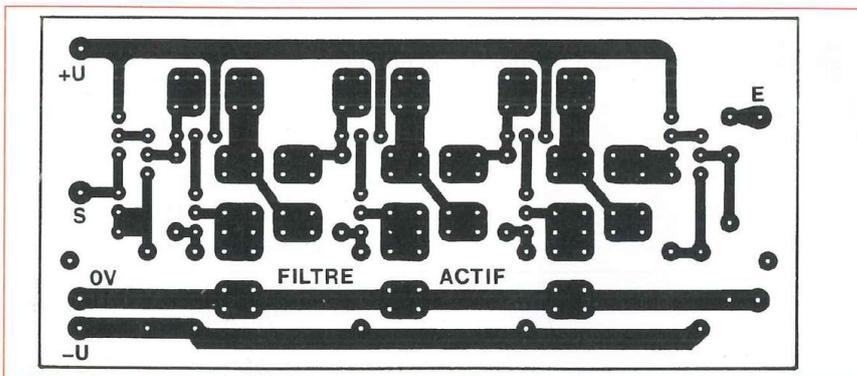
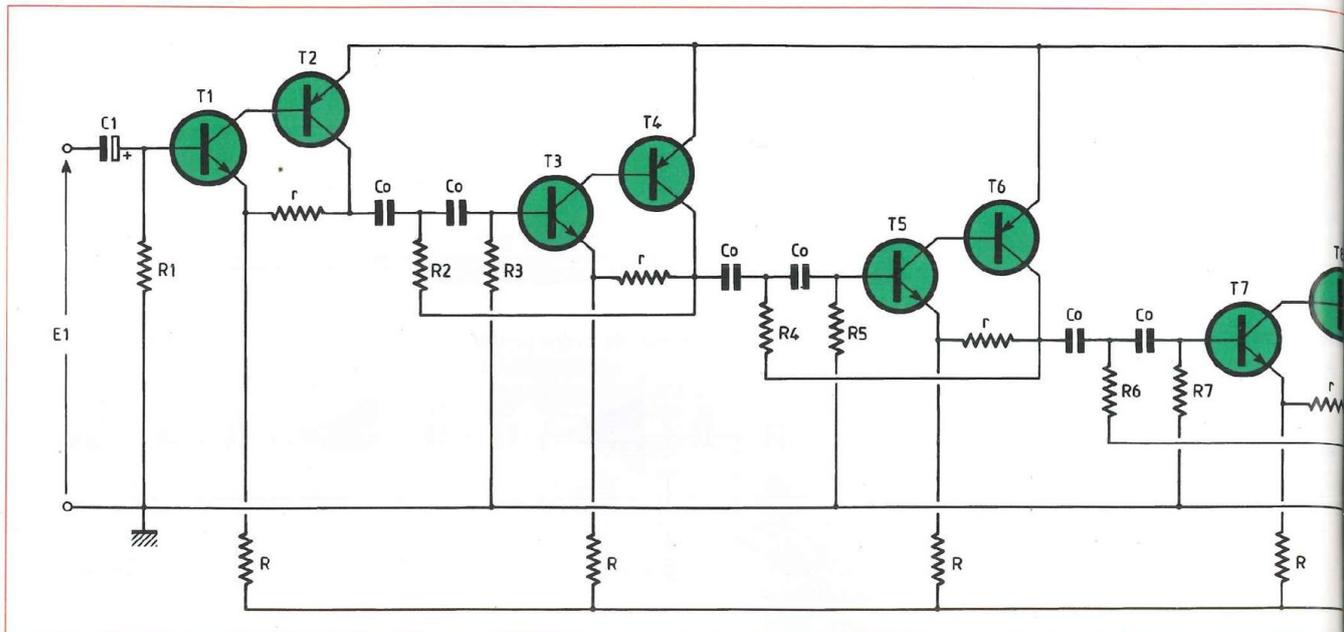
Afin d'isoler entrée et sortie de ce filtre passe-haut, nous avons prévu à chaque extrémité de celui-ci un étage tampon constitué de deux transistors complémentaires et de deux résistances R et r (**figure 3**).

L'intérêt du montage est, outre sa simplicité et son faible prix de revient, son excellente tenue aux fréquences élevées. Il peut donc à la fois servir d'adaptateur d'impédance et d'amplificateur de gain :

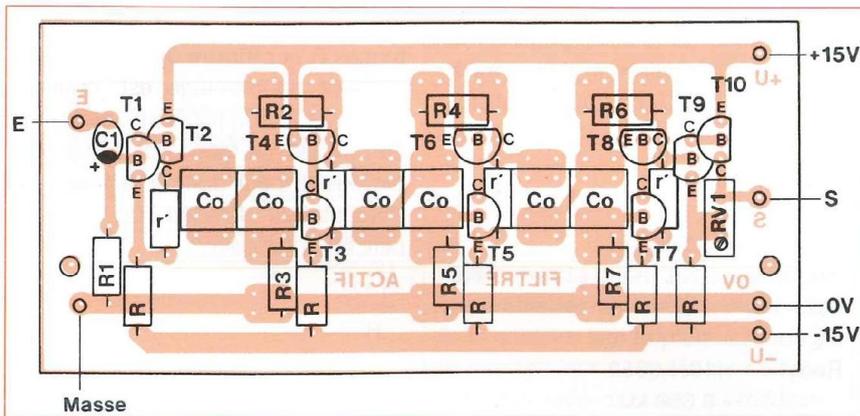
$$\frac{R+r}{R}$$



3 Etage tampon à transistors complémentaires



5 Une unique circuit imprimé pour les deux filtres



6 Attention au brochage des T092

Le tout avec une excellente approximation tant que K reste voisin de l'unité. L'impédance d'entrée Z_e est sensiblement égale au produit $\beta_1 \cdot \beta_2 \cdot R$.

Schéma adopté pour le passe-haut

On aboutit au schéma de la figure 4,

simple et économique. Pour une fois, nous délaissions les amplis opérationnels au profit de transistors complémentaires alimentés en tensions symétriques.

Le condensateur d'entrée C1 bloque toute éventuelle composante continue pouvant être appliquée à la base de T1.

La paire complémentaire est constituée d'un BC550C en NPN et d'un BC560C en PNP. De nombreuses autres paires complémentaires, faible bruit, NPN/PNP peuvent être utilisées. Le choix des boîtiers T092 est vaste, méfiez-vous cependant du brochage qui peut être, soit E.B.C., soit C.B.E. (méplat face à l'utilisateur).

Nomenclature

FILTRE PASSE-HAUT

Résistances $\pm 5\%$ - 1/2 W

R1 : 10 k Ω
R : 5 x 10 k Ω
r' : 4 x 100 Ω

Ajustable multitours

RV1 : 10 k Ω

Résistances $\pm 1\%$ - 1/2 W

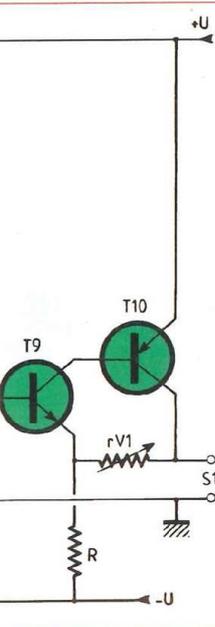
R2 : 9k53
R3 : 10k5
R4 : 7k15
R5 : 14k0
R6 : 2k61
R7 : 38k3

Condensateurs

C1 : 10 μ F/25 V
Co : 6x10 nF pas de 5,08 + 6 x 680 pF
Cs : 0,1 μ F

Semiconducteurs

T1, T3, T5, T7, T9 : BC550C
ou tout NPN faible bruit
T2, T4, T6, T8, T10 : BC560C
ou tout PNP faible bruit



4

Schéma du filtre passe-haut adopté, tous transistors

Réalisation

Le circuit imprimé

Le circuit imprimé, proposé à l'échelle 1 en **figure 5**, va servir au filtre passe-haut mais également au filtre passe-bas. L'implantation a été étudiée pour recevoir les composants des deux étages, avec la possibilité de mettre en parallèle deux éléments ou résistifs ou capacitifs.

Le câblage

Le plan de câblage du filtre passe-haut est proposé en **figure 6**. Tous les composants prennent place sur une plaquette de 46 x 98 mm. La nomenclature permet d'insérer les bons composants aux bons emplacements. Régler l'ajustable RV1 au maximum, soit 100 Ω entre émetteur de T9 et collecteur de T10. Attention au brochage de vos transistors T092. Aucun réglage n'est nécessaire, le filtre passe-haut fonctionne dès la première mise sous tension, en

appliquant des potentiels de ± 10 V à ± 20 V.

Le fonctionnement

La vérification du bon fonctionnement de ce filtre passe-haut est fort simple si vous disposez d'un générateur et d'un oscilloscope. Il suffit d'injecter un signal de 1 V_{eff} (2,8 V c. à c.) en entrée du module et de connecter la sonde du scope en sortie. Balayer de part et d'autre de la fréquence de coupure f_c (1500 Hz dans notre cas). Au-dessus de 1,5 kHz et jusqu'à 20 kHz, l'amplitude du signal doit être constante, au-dessous l'atténuation doit être très rapide, nous avons affaire à un 36 dB/octave.

• **Nota.** Nous pensons avoir suffisamment détaillé le déroulement des calculs pour que les lecteurs, désireux de recalculer la valeur des composants en fonction de leur fréquence de coupure f_c , puissent mener à bien ce travail avec leur calculatrice. Garder la valeur approximative de 10 kΩ pour R_o .

Filtre passe-bas de Butterworth

D'une façon identique au déroulement des calculs effectués pour le passe-haut, nous allons les reprendre pour le passe-bas dont le schéma théorique fait l'objet de la **figure 7**. Nous remarquons tout de suite que la différence réside dans le placement des éléments R.C. C_o est ici remplacé par R_o . La fréquence de coupure f_c reste, bien entendu, la même :

$$f_c = 1,5 \text{ kHz}$$

$$R_o = 10 \text{ k}\Omega$$

$$C_o = \frac{1}{R_o \cdot \omega}$$

avec $\omega = 2\pi f_c = 6,28.1500$

$$C_o = \frac{1}{10.10^3 \cdot 6,28.1,5.10^3}$$

$$C_o = \frac{1}{94,2.10^6}$$

$C_o = 0,01061.10^{-6} \mu\text{F}$
soit $C_o = 10,611 \text{ nF}$ (ce qui était prévisible !).
Il nous faut maintenant calculer la valeur des six condensateurs.

1^{ère} cellule

$C_{o.q1} = 10,611.1,0352 = 10,984 \text{ nF}$
Soit la mise en parallèle de deux condensateurs : 10 nF + 1 nF

2^e cellule

$C_{o.q2} = 10,611.1,4142 = 15 \text{ nF}$
Soit la mise en parallèle de deux condensateurs : 10 nF + 4,7 nF (ou 15 nF)

3^e cellule

$C_{o.q3} = 10,611.3,8636 = 40,99 \text{ nF}$
Soit la mise en parallèle de deux condensateurs : 33 nF + 6,8 nF

1^{ère} cellule

$C_{o.m1} = 10,611.0,9659 = 10,249 \text{ nF}$
Soit la mise en parallèle de deux condensateurs : 10 nF + 220 pF

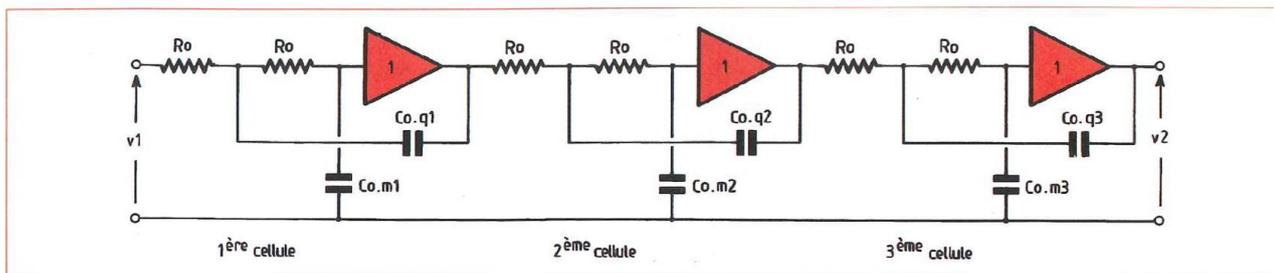
2^e cellule

$C_{o.m2} = 10,611.0,7071 = 7,50 \text{ nF}$
Soit la mise en parallèle de deux condensateurs : 6,8 nF + 680 pF

3^e cellule

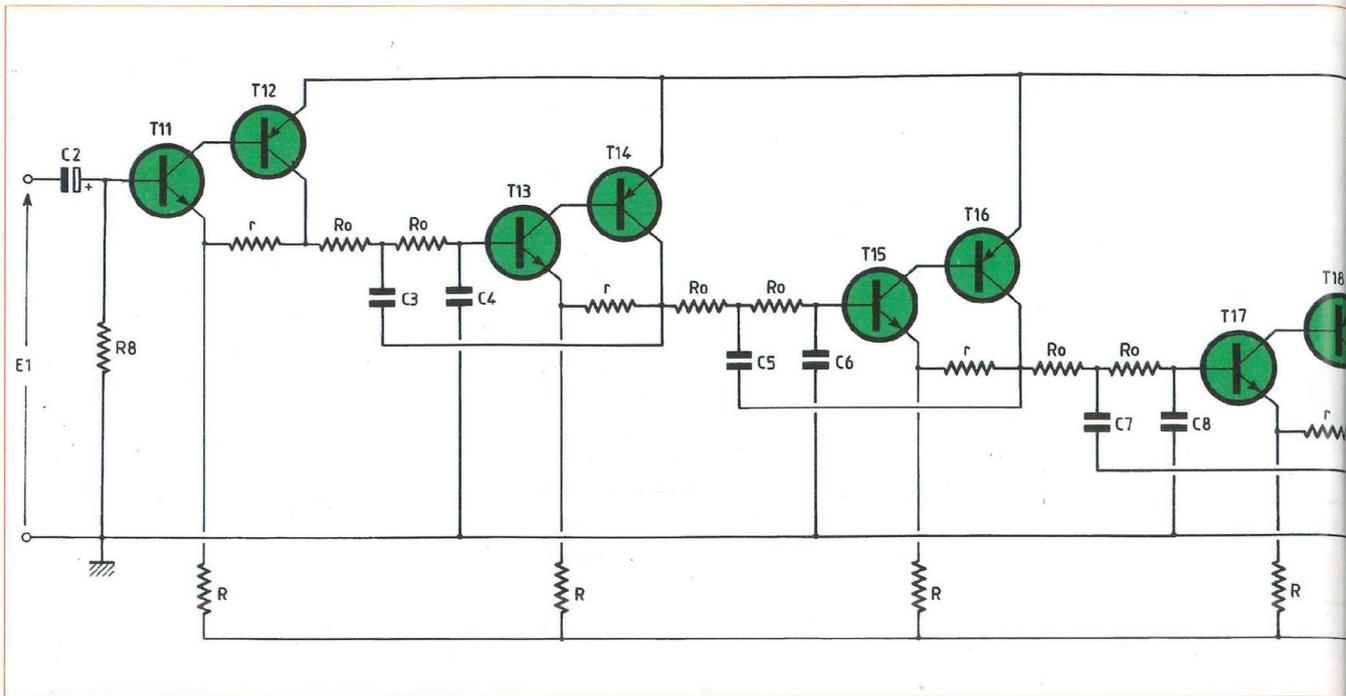
$C_{o.m3} = 10,611.0,2588 = 2,746 \text{ nF}$
Soit la mise en parallèle de deux condensateurs : 2,2 nF + 560 pF.

Nous en avons terminé avec la sélection des condensateurs. Nous retrouvons en **figure 8** le schéma du filtre passe-bas réalisé également avec des transistors complémentaires. Les six condensateurs C3 à C8 sont, en fait, de par nos calculs précédents, douze condensateurs à mettre en place sur le circuit imprimé. Pas de problème, l'étude de celui-ci a été menée en conséquence.

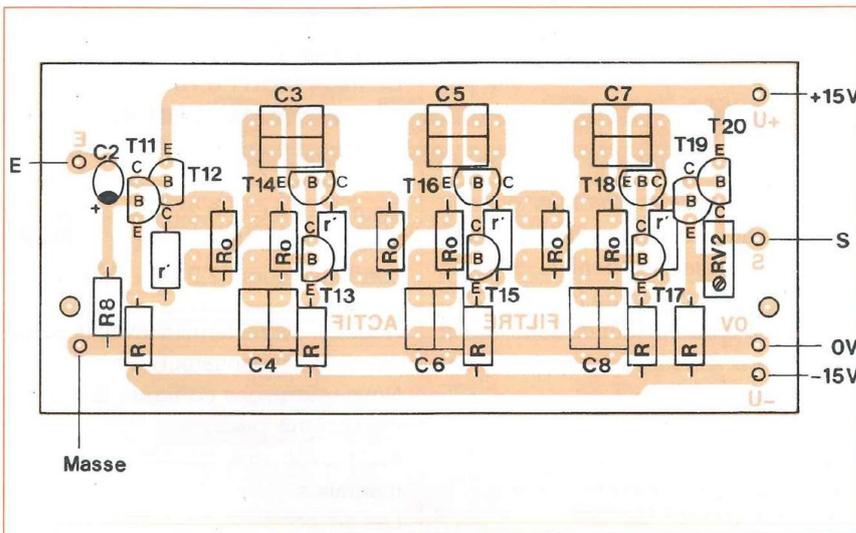


7

Filtre passe-bas d'ordre : 36 dB/octave



8 Schéma du filtre passe-bas, lui aussi transistorisé



9

Réalisation

Le circuit imprimé

Il est identique à celui du filtre passe-haut, figure 5.

Le câblage

Une implantation des composants vous est proposée en **figure 9**, rien de bien complexe. Veiller à une bonne orientation des méplats de vos transistors en boîtier TO92. L'ajustable RV2 sera réglé à sa valeur maximale de 100 Ω.

Essais

Comme pour le filtre passe-haut, aucun réglage n'est nécessaire.

Ce passe-bas doit fonctionner dès la première mise sous tension en appliquant une tension symétrique de ± 10 V à ± 20 V. Des essais peuvent être menés avec deux piles de 9 V reliées en série.

Pour en contrôler le fonctionnement, il suffit de relier votre oscilloscope en sortie et d'injecter un signal de 1 Veff en entrée.

Nomenclature

FILTRE PASSE BAS

Résistances ±5 % 1/2 W

R8 : 10 kΩ

R : 5 × 10 kΩ

r' : 4 × 100 Ω

Ajustable multitours

RV2 : 100 Ω

Résistances ± 1 % - 1/2 W

Ro : 6 × 10 kΩ

Condensateur électrochimique

C2 : 10 μF/25 V

Semiconducteurs

T11, T13, T15, T17, T19 : BC550C

T12, T14, T16, T18, T20 : BC560C

Condensateurs

C3 : 10 nF + 1 nF

C4 : 10 nF + 220 pF

C5 : 10 nF + 4,7 nF (15 nF)

C6 : 6,8 nF + 680 pF

C7 : 33 nF + 6,8 nF

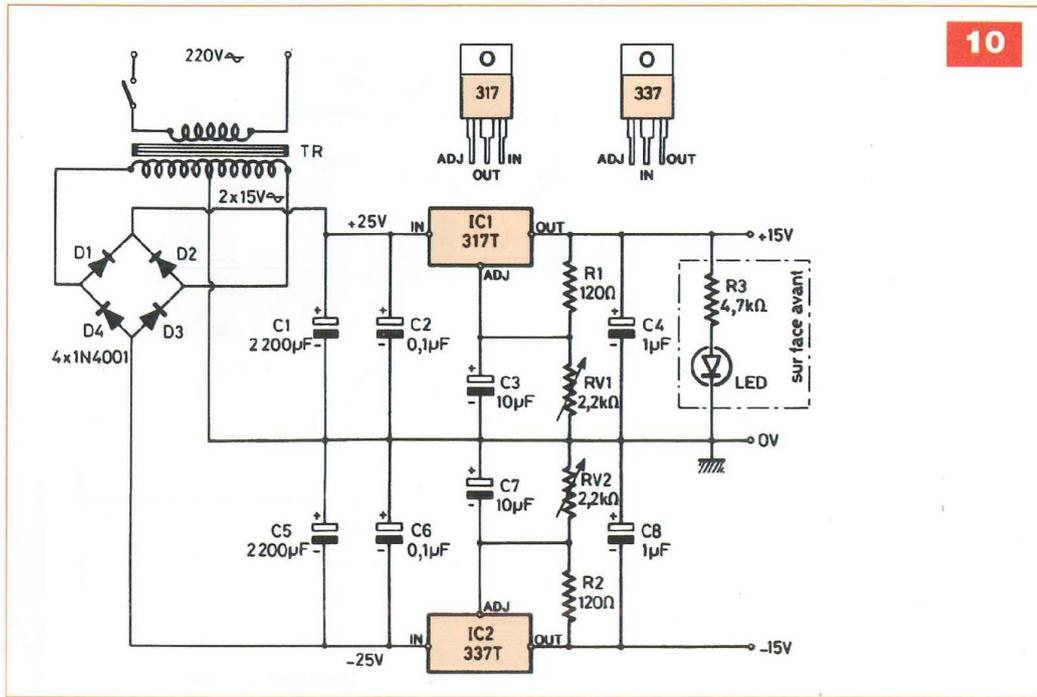
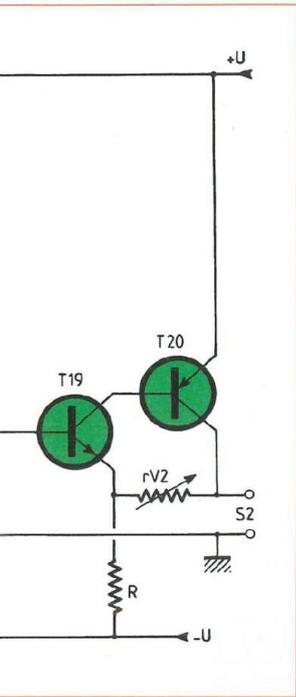
C8 : 2,2 nF + 560 pF

Cs : 1 μF ou 2,2 μF

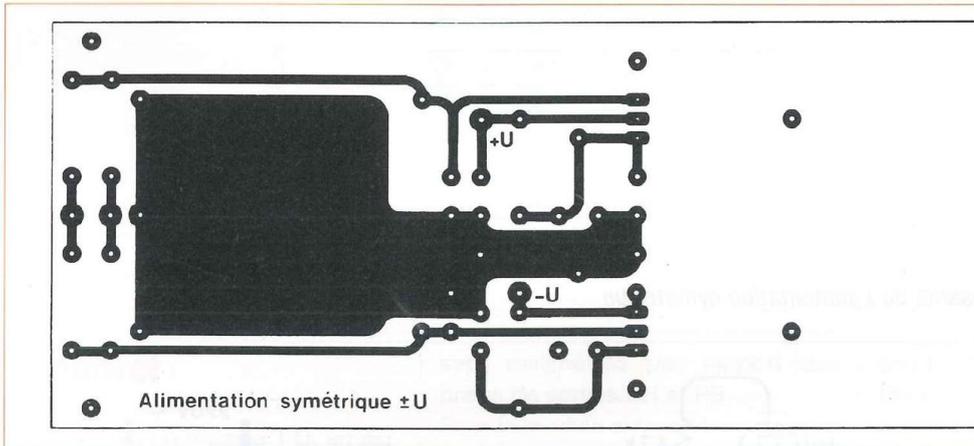
En balayant de 20 Hz à 1 kHz (si vous avez choisi notre fréquence de coupure f_c de 1,5 kHz), le signal doit garder la même amplitude.

Passé les 1,5 kHz, il doit s'atténuer très rapidement.

• **Nota.** Nous vous conseillons de n'utiliser que des composants de premier choix pour la réalisation de ces filtres, des résistances à ± 1 % là où elles sont nécessaires et des condensateurs à ± 5 %.



10



11

Pour le filtre passe-bas, la mise en parallèle de deux éléments capacitifs permet de s'approcher au mieux des valeurs théoriques calculées. Si vous souhaitez vous en approcher encore davantage, il vous faudra faire appel à un capacimètre pour effectuer le tri de plusieurs composants.

Mise en parallèle des deux filtres

Maintenir les deux modules entre eux en vous aidant d'entretoises nylon de 15 à 20 mm et de visserie appropriée. Avec des queues de résistances, relier entre elles les pastilles E, 0 V, +U et -U.

Si vous possédez un oscilloscope bicourbe, c'est parfait. Vous allez relier vos deux sondes aux deux sorties du filtrage actif et mettre celui-ci sous tension.

En injectant un signal de 1 V_{eff} à l'entrée et en vous calant sur 1,5 kHz (ou votre propre fréquence de coupure f_c), vous devez observer des sinusoïdes de même amplitude.

En balayant de part et d'autre de f_c , l'une d'entre elles doit très rapidement s'atténuer, celle du passe-bas pour des fréquences supérieures à f_c , puis celle du passe-haut pour des fréquences inférieures à f_c .

L'alimentation $\pm U$

Une alimentation symétrique $\pm 15\text{ V}$ est confiée à deux régulateurs : le LM317 pour la polarité positive et le LM337 pour la polarité négative. Nous avons préféré utiliser ces composants aux régulateurs fixes LM7815 et LM7915 car il est possible d'ajuster les tensions de sorties et

obtenir ainsi véritablement un $\pm 15\text{ V}$ et non, par exemple, $+14,8\text{ V}$ et $-15,2\text{ V}$. La schéma de principe de cette alimentation, très classique bien que performante, est proposé en **figure 10**. Un transformateur fournit au secondaire une tension alternative de $2 \times 15\text{ V}$ ce qui, après redressement et filtrage, permet de disposer de deux tensions continues symétriques de 21 V. Ces deux tensions sont ensuite ramenées à $\pm 15\text{ V}$ avec les ajustables RV1 et RV2.

Le circuit imprimé

Le tracé des pistes cuivrées publié en **figure 11** va permettre de regrouper tous les composants, à l'exception du transformateur, bien évidemment. Nous utiliserons pour celui-ci un petit torique qui est le seul à pouvoir entrer dans notre coffret de faible hauteur.

Nomenclature

ALIMENTATION SYMÉTRIQUE ± 15 V

Résistances à couche $\pm 5\%$ - 1/2 W

R1 : 120 Ω
 R2 : 120 Ω
 R3 : 4,7 k Ω

Condensateurs polarisés

C1 : 2 200 μ F/25 V
 C2 : 0,1 μ F/63 V polarisé ou non
 C3 : 10 μ F/25 V
 C4 : 1 μ F/63 V polarisé ou non
 C5 : 2 200 μ F/25 V
 C6 : 0,1 μ F/63 V polarisé ou non
 C7 : 10 μ F/25 V
 C8 : 1 μ F/63 V polarisé ou non

Semiconducteurs

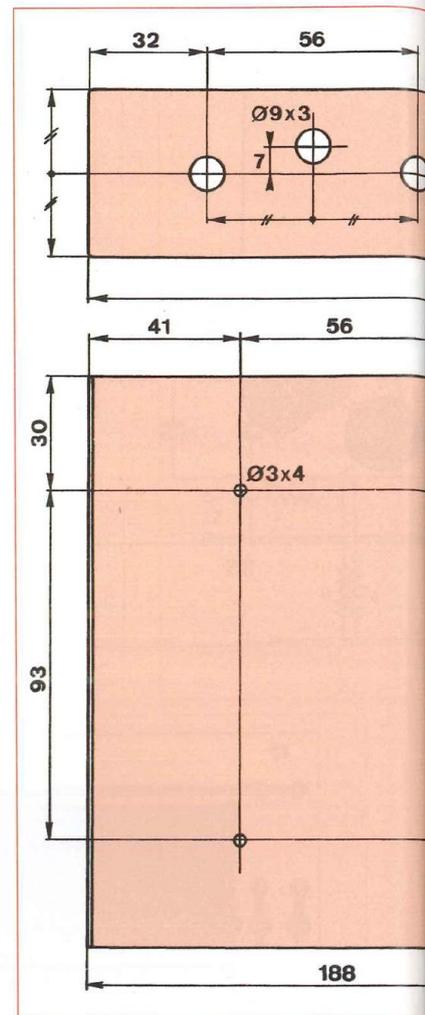
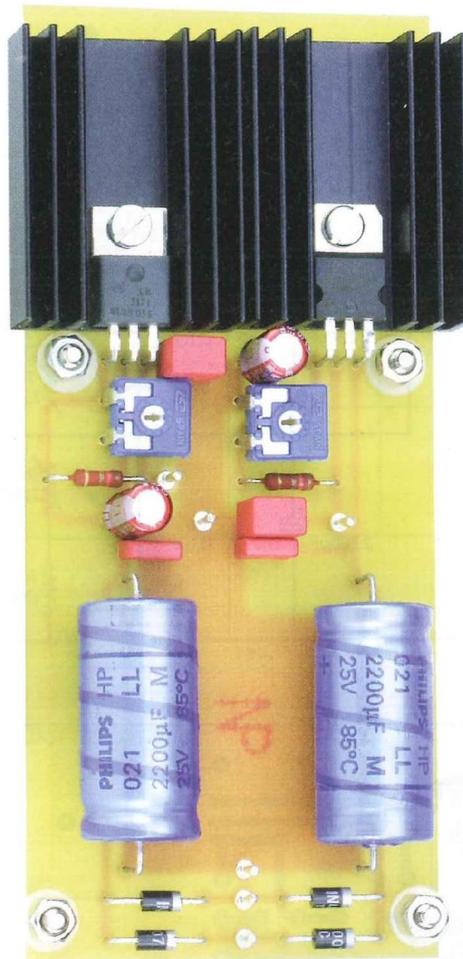
IC1 : LM 317 T
 IC2 : LM 337 T
 D1, D2, D3, D4 : 1 N 4001 à 1 N 4007

Résistances ajustables

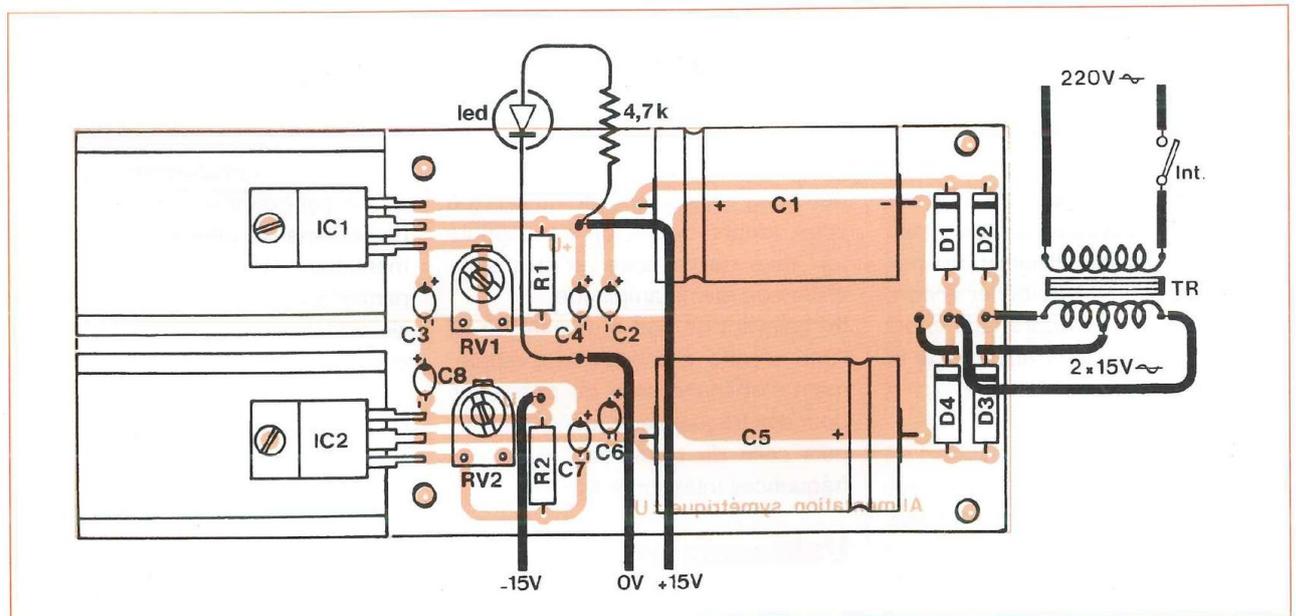
RV1 : 2,2 k Ω
 RV2 : 2,2 k Ω

Transformateur torique

TR : 2x15 V/30 VA



12 Insertion des composants de l'alimentation symétrique

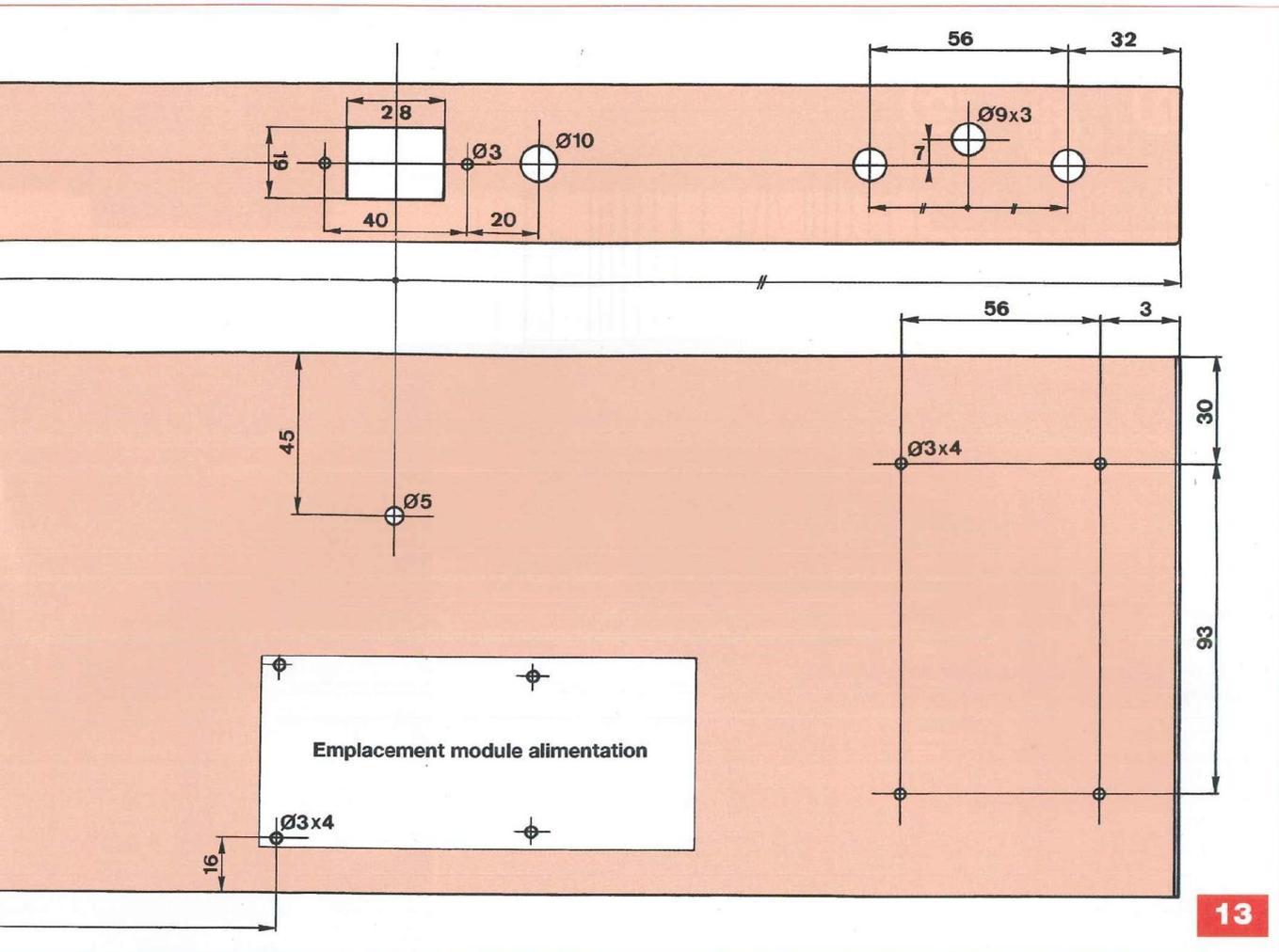


Le câblage

L'insertion des composants est indiquée en **figure 12**. Il ne peut y avoir aucun risque d'erreur, certains condensateurs pouvant être ou non polarisés, tels que C2, C6...

Faire très attention de ne pas mettre en contact les deux dissipateurs. Le court circuit pourrait détruire les régulateurs irrémédiablement. La led et la résistance de 4,7 k Ω sont situées en face avant, la résistance

étant soudée directement à l'anode de la led. Munir le module de picots mâles pour les interconnexions, ceci facilitera le travail de soudage une fois l'alimentation fixée au fond du coffret par quatre entretoises.



13

Le coffret

Le coffret est un modèle 1 U, en aluminium distribué par Radiospares, portant la référence 226-101. Les dimensions sont 45 x 442 x 153 mm, un coffret moins profond que celui utilisé pour nos amplificateurs à tubes (voir notre précédent numéro hors-série).

Un plan de perçages vous est communiqué en **figure 13**. Nous ne représentons pas la face avant qui n'est percée que d'un trou de $\varnothing 3$ mm en son centre pour laisser le libre passage à une diode led de contrôle de mise sous tension.

Le plus délicat reste la découpe de la fenêtre de 19 x 28 mm qui permet d'introduire le corps de la prise secteur trois broches.

Les raccordements aux modules « Passe-Haut/Passe-Bas » se font à l'aide de prises Cinch situées aux extrémités de la face arrière avec, au centre, la prise d'entrée décalée de

sept millimètres par rapport aux prises de sorties PH et PB.

Pour le module alimentation, nous ne donnons le positionnement que d'un seul trou, les trois autres étant déterminés avec précision par le circuit imprimé. Pour le positionnement des cinq modules, prévoir des pattes de fixation pour surélever les circuits imprimés du fond du coffret, conformément à la **figure 14**.

Les interconnexions

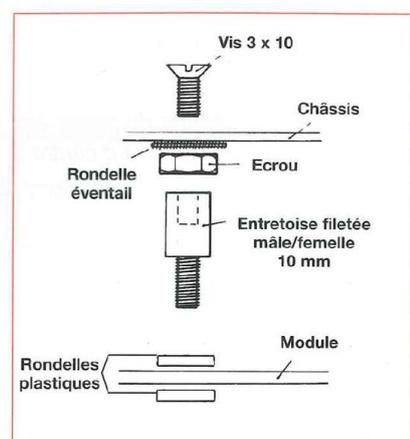
Elles sont des plus simples, tant pour le traitement de la modulation que pour celui de l'alimentation.

Pour la CINCH d'entrée, utiliser un câble blindé deux conducteurs séparés (scindex), en reliant les tresses à la cosse de masse et les **deux âmes** au centre de la prise (point chaud).

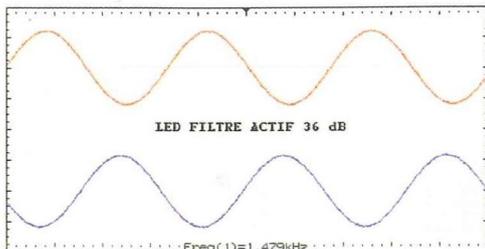
De l'autre côté, relier chacun des blindés aux picots (E) et (Masse) des modules. Relier entre eux, avec un câble en nappe trois conducteurs, les

picots d'alimentation des modules PH et PB et rejoindre le module alimentation.

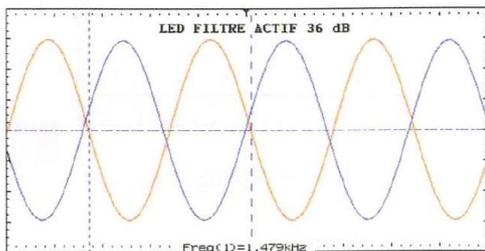
Reste le picot (S) des modules de filtrage. Ce point est relié à la prise CINCH de sortie au travers d'un condensateur Cs de 1 μ F (ou 2,2 μ F) pour le module « Passe-Bas » et 47 nF pour le module « Passe-Haut ».



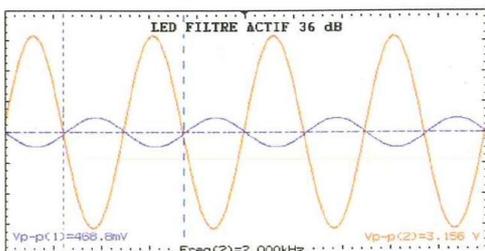
14 Fixation des modules au châssis



A la fréquence de coupure, les deux signaux sont pratiquement en opposition de phase



Même amplitude pour une réponse commune de 1 479 Hz



A 2 kHz, l'amplitude du passe-bas n'est déjà plus que de 488 mV c à c contre 3 156 mV

Ces condensateurs ne figurent pas sur les schémas 4 et 8. Ils permettent de bloquer la tension continue présente en ce point. C'est une précaution prise au cas où vous auriez des blocs amplificateurs dépourvus d'un condensateur de liaison à l'entrée. Ils sont peu nombreux sur le marché, mais ils existent.

Avec une résistance de charge de 10 k Ω , la fréquence de coupure est de 7,23 Hz pour le module « Passe-Bas » (avec $C_s = 2,2 \mu F$) et 338 Hz pour le module « Passe-Haut » avec $C_s = 47 \text{ nF}$.

Relier entre elles les cosses de masse des trois prises CINCH pour chacun des canaux de l'appareil.

Nous avons calculé une fréquence de coupure F_c à 1 500 Hz, celle-ci s'avère être positionnée à 1 479 Hz !

Remarquons la régularité des courbes de réponse, sans surtension, avant de « piquer » pour une atténuation très rapide due à la pente de 36 dB/octave.

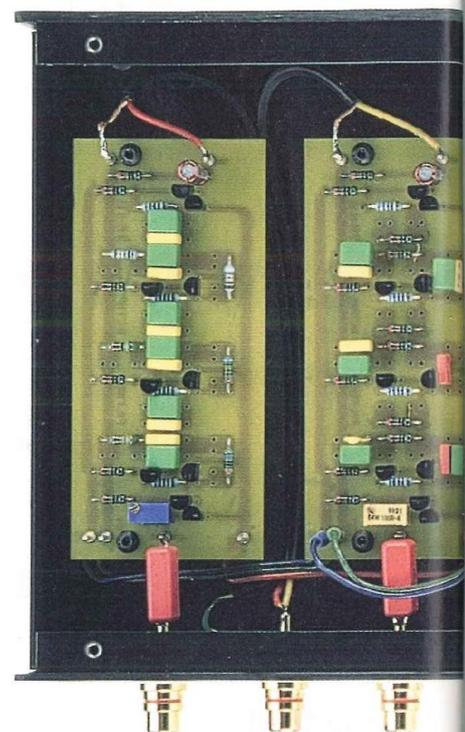
La réponse dans le bas du spectre est atténuée de 2,5 dB à 20 Hz.

Nous avons en sortie un condensateur de 1 μF pour C_s .

Une valeur de 2,2 μF permettrait d'accroître la bande passante vers les 10 Hz. Est-ce utile ?

Le signal injecté à l'entrée du filtre actif est de 800 mV eff.

Le gain est unitaire.



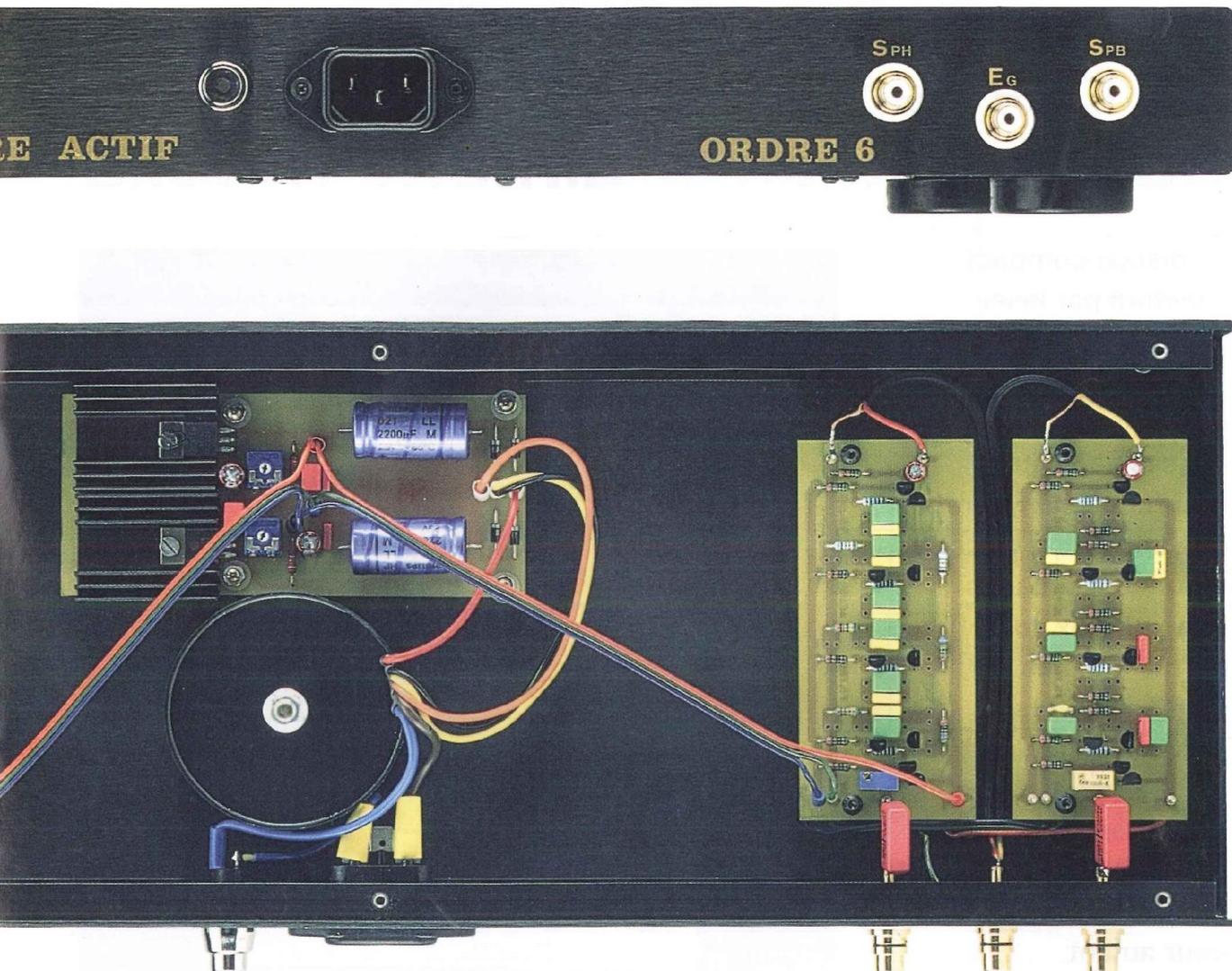
Relier enfin le transformateur d'alimentation torique à la prise secteur, côté primaire 220 V, puis au module de stabilisation, côté secondaire 2 x 15 V.

Ne pas oublier d'alimenter la diode led en face avant avec une résistance de 4,7 k Ω , conformément à la figure 10.

Mis à part le réglage de l'alimentation symétrique à $\pm 15 \text{ V}$, le filtre actif 36 dB/octave doit fonctionner dès la mise sous tension.

Les ajustables RV1/RV2

Les ajustables RV2 de 100 Ω ne permettent pas de modifier l'amplitude du signal de sortie, ou très peu. Par contre, avec une valeur de 10 k Ω pour RV1, il y a un réglage possible de par la relation :



$$\frac{R+r}{R} = 2$$

Ce réglage est intéressant pour intervenir sur l'enceinte acoustique si le rendement des haut-parleurs n'est pas identique ou très voisin et ainsi équilibrer le boomer/médium en fonction du tweeter dans le cas d'une enceinte deux voies.

X Voies

Cette étude propose un filtrage actif deux voies.

Cependant le circuit imprimé étant universel, vous pouvez accéder sans difficulté à un 3, 4, 5 voies en vous basant sur les calculs publiés et orientés ici pour une fréquence de coupure de 1 500 Hz.

Les mesures

Les mesures mettent en valeur les qualités de ce filtre actif à pentes très raides. Chaque haut-parleur recevra ainsi une bande de fréquences très précise à traiter, sans superposition donc sans mélange. Il n'y aura ainsi pas de « coloration » à l'écoute.

B. DUVAL

L'offre pertinente pour vos Circuits Imprimés professionnels

EURO
CIRCUITS

On-line: calculez vos prix
On-line: passez vos commandes
On-line: suivez vos commandes
On-line: 24H/24 & 7J/7

**Pas de minimum de commande !
Pas de frais d'outillages !**

Une équipe novatrice à votre écoute: +33 (0)3 86 87 07 85

www.eurocircuits.com

Verified

- "Standard pooling" à prix très attractifs
- de 1 à 6 couches
- de 1 à 1000 pièces
- délais à partir de 3 jours ouvrés

A la carte

- "Technologie pooling" à prix attractifs
- de 1 à 8 couches
- de 1 à 1000 pièces
- délais à partir de 3 jours ouvrés

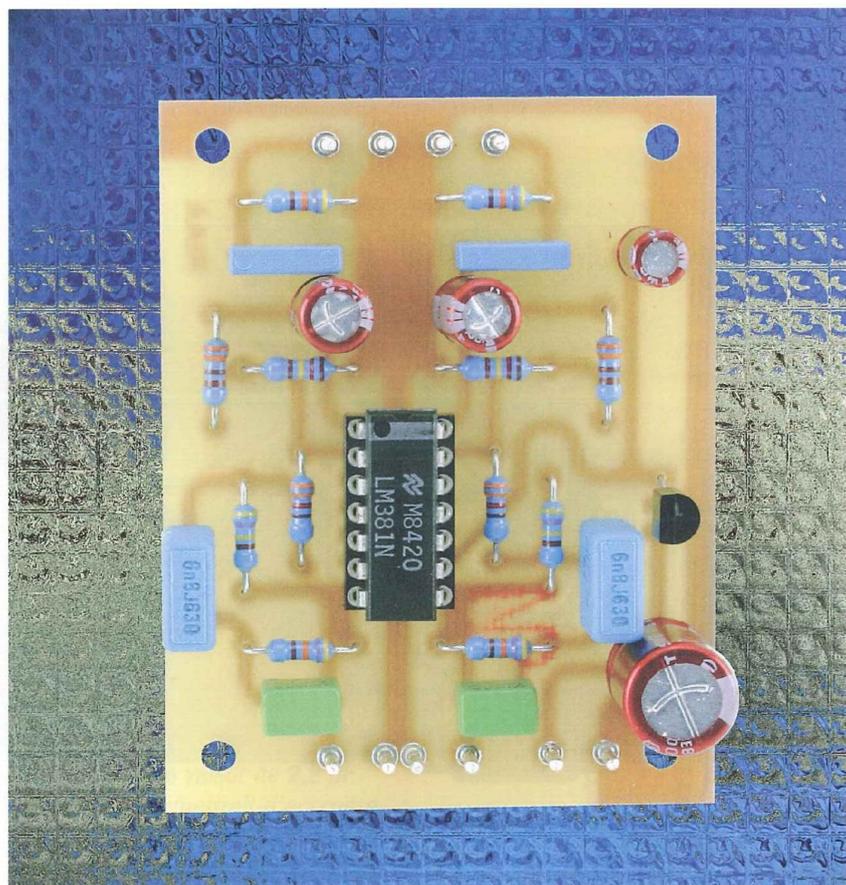
On demand

- "Technologie particulière" au juste prix
- de 1 à 16 couches
- de 1 pièce à la moyenne série
- délais à partir de 3 jours ouvrés

DISQUES NOIRS

Correcteur économique pour cellules à aimant mobile

Le disque compact à lecture par laser a détrôné le microsillon sur support vinyle, grande vedette des années soixante. Pourtant, le vinyle refait une apparition discrète chez les disquaires et nombreux sont les mélomanes qui, conservant très précieusement de tels disques en parfait état, souhaitent les écouter dans les meilleures conditions, sans pour autant investir des sommes astronomiques.



Où, compte tenu de l'évolution des techniques, les correcteurs RIAA deviennent souvent les parents pauvres des chaînes hi-fi, quand ils n'en sont pas totalement absents. La réalisation de ce correcteur économique pour cellules à aimant mobile, qui peut s'intégrer aisément dans un ensemble existant ou être complétée par une petite alimentation et constituer un module autonome, vise à pallier ces déficiences. Le correcteur exploite un circuit intégré à très faible bruit, spécifiquement conçu par National Semiconductor pour le traitement des signaux audio à bas niveau. Il rivalise avec les meilleures réalisations à composants discrets.

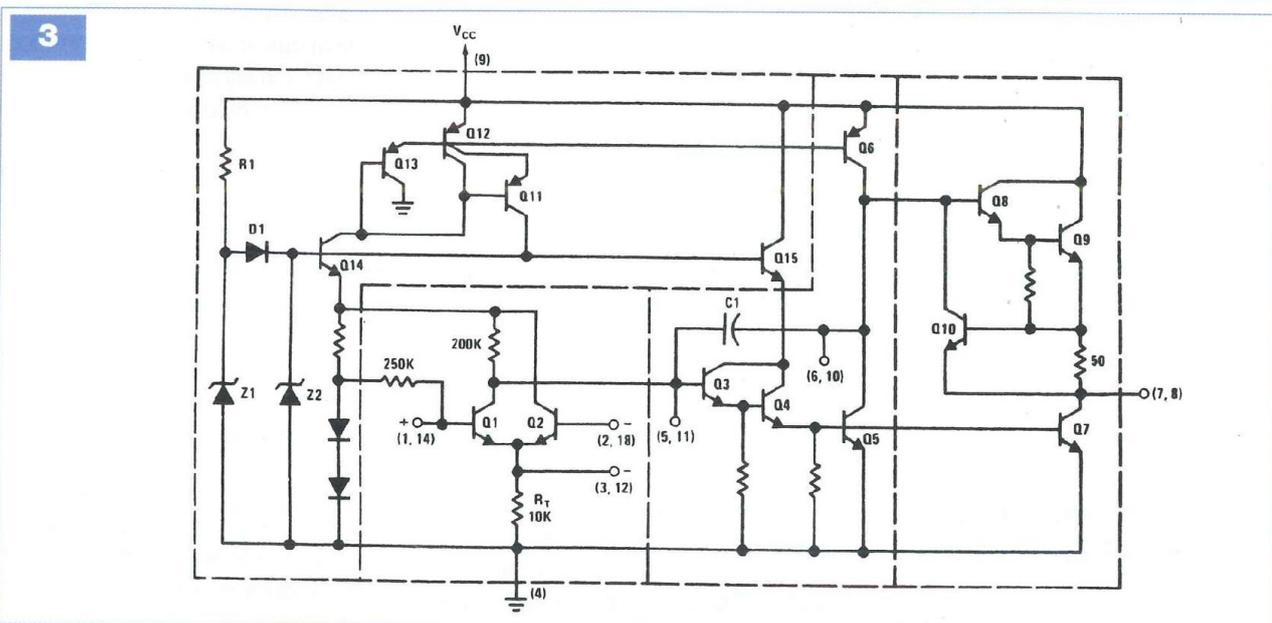
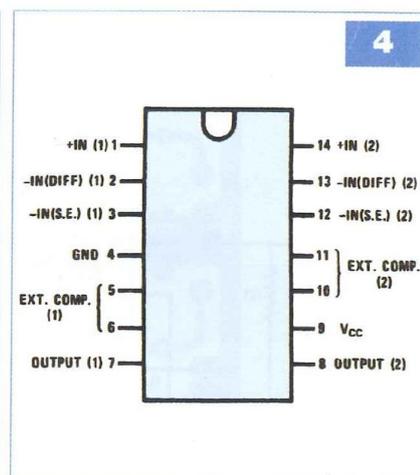
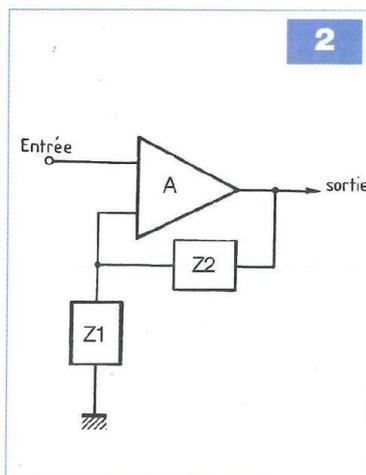
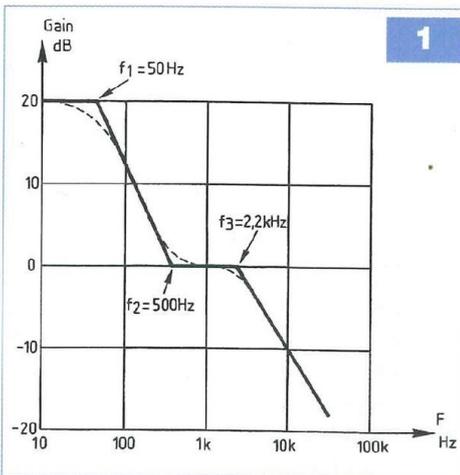
Enregistrement et lecture des microsillons

Pour minimiser le bruit de fond, dont l'énergie se localise principalement vers les fréquences hautes du spectre audible, on accentue volontairement ces dernières lors de la gravure, alors qu'on atténue, au contraire, les fréquences basses. A la lecture, il faut, évidemment, réaliser l'opération inverse. Ainsi, aux fréquences élevées, le signal utile retrouve son niveau normal, alors que les tensions de bruit se trouvent atténuées. Les cellules magnétiques des platines de lecture, sensibles à la vitesse de déplacement de l'équipage mobile, doivent être suivies d'un correc-

teur qui accomplit cette opération, grâce à sa courbe de réponse. La figure 1 montre, en trait plein, le gabarit de cette correction, selon les normes RIAA universellement adoptées. On y trouve trois fréquences de cassure : $f_1 = 50$ Hz, $f_2 = 500$ Hz et $f_3 = 2,2$ kHz. La mise en forme de la courbe de réponse s'obtient en introduisant, de la sortie vers l'entrée de l'étage préamplificateur concerné, une contre-réaction sélective à l'aide d'un réseau formé des impédances Z1 et Z2, conformément au synoptique de la figure 2. Le gain G, uniquement déterminé par Z1 et Z2, prend l'expression :

$$G = \frac{Z_1 + Z_2}{Z_1}$$

et varie avec la fréquence.



Pour rompre avec une tradition trop souvent adoptée, nous détaillerons le calcul des éléments du réseau Z1 et Z2, afin de permettre au lecteur d'en comprendre les prétendus « mystères ». Mais, pour commencer, faisons connaissance avec le circuit LM 381.

L'amplificateur LM381

Destiné à traiter les signaux des têtes de magnétophones et des cellules magnétiques, donc à amplifier des signaux faibles, cet amplificateur double (donc adapté aux applications stéréophoniques) se distingue assez sensiblement des amplificateurs opérationnels habituels, comme en témoigne le schéma équivalent simplifié de la **figure 3**, où nous n'avons dessiné qu'un canal.

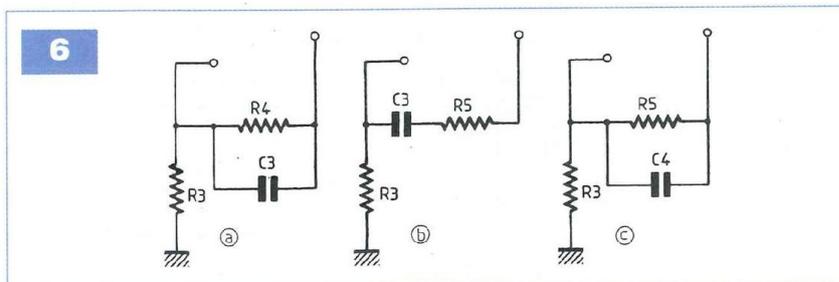
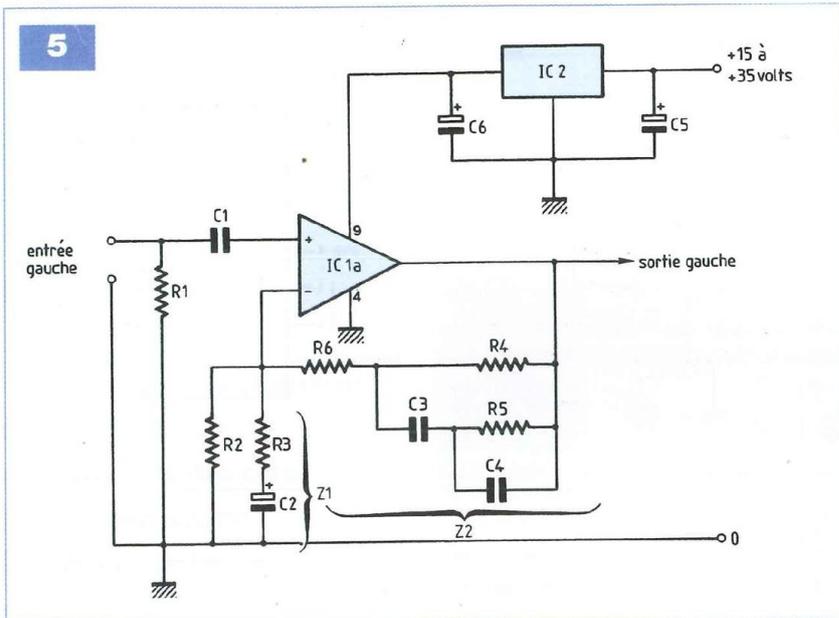
L'ensemble s'alimente sous une tension unique V_{cc} comprise entre 9 V et 40 V. Dès l'entrée, les diodes zéners

Z1 et Z2 stabilisent la tension de fonctionnement du premier étage différentiel et expliquent le très fort taux de réjection de l'alimentation (120 dB à 1 kHz), ainsi que la bonne séparation des canaux (60 dB à 1 kHz). Contrairement à l'habitude, le courant commun aux transistors Q1 et Q2 n'est pas élaboré dans un troisième transistor travaillant en source de courant, mais dans une simple résistance de 10 k Ω . On évite ainsi, le bruit propre aux semiconducteurs. Deux diodes, au silicium bien sûr, imposent la polarisation de l'entrée non inverseuse, ainsi portée à 1,2 V par rapport à la masse. En dépit d'une compensation interne par C1, l'amplificateur ne se montre pas inconditionnellement stable. On peut rétablir cette stabilité par l'adjonction, en parallèle, d'un condensateur externe (broches 5 et 6 ou 10 et 11).

Mais une solution meilleure, car n'altérant ni la bande passante ni le slew-rate (important pour la réponse aux signaux impulsionnels) réside, comme nous le verrons, dans l'insertion d'une résistance dans le réseau de contre-réaction.

La **figure 4** donne le brochage du LM 381, dont nous résumons ici les caractéristiques essentielles :

- Tension d'alimentation unique de 9 V à 40 V
- Consommation propre (sur charge infinie) de 10 mA
- Courant de polarisation de l'entrée inverseuse : 0,5 mA
- Distorsion harmonique à 1 kHz : 0,1 %
- Réjection de l'alimentation : 120 dB à 1 kHz
- Séparation des canaux : 60 dB à 1 kHz
- Tension de bruit ramenée à l'entrée : 0,55 μ V efficace, entre 10 Hz et 10 kHz (ce qui est excellent...).



Calcul des éléments du correcteur

La **figure 5**, qui ne représente que le canal gauche du correcteur (demi-amplificateur IC1a) mais la totalité de l'alimentation (IC2), détaille la structure du réseau de contre-réaction Z1 et Z2 et le complète par les composants d'entrée. Nous allons voir que les valeurs des composants se déterminent de proche en proche, à partir des caractéristiques du circuit LM 381 et des impératifs du gabarit RIAA, ceci grâce à des approximations successives.

Calcul de R2 et R4

Pour le moment, nous négligeons R6, approximation largement justifiée comme nous le verrons plus tard, et nous alimentons l'ensemble sous les 12 V que délivre le régulateur IC2. Puisque, par construction (voir plus haut), l'entrée non inverseuse est portée à 1,2 V, on retrouve le même potentiel de repos sur l'entrée inverseuse. Or, celle-ci, d'après les caractéristiques,

consomme 0,5 µA, intensité qui doit rester négligeable devant celle qui traverse l'ensemble R2-R4. On fera donc circuler, dans R2, une intensité de 10 µA.

La loi d'Ohm donne alors :

$$R2 = \frac{1,2 \text{ V}}{10 \mu\text{A}} = 120 \text{ k}\Omega$$

Le pont R2/R4 détermine le point de repos en sortie, qu'on fixe, pour permettre l'excursion maximale, à la moitié de l'alimentation, soit 6 V.

Le pont doit alors satisfaire la relation :

$$6 \text{ V} = \frac{R2 + R4}{R2} \times 1,2 \text{ V}$$

Ce qui donne R4 = 480 kΩ, valeur qu'on normalisera à 470 kΩ.

Calcul de C3

Figure 6a

Aux très basses fréquences, les impédances de C3 et de C4 peuvent être jugées pratiquement infinies : tout se passe comme si les branches correspondantes de Z2 n'existaient pas. La première fréquence de cassure f1 apparaît lorsque l'impédance

de C3 devient égale à la résistance R4, ce qui s'écrit :

$$\frac{1}{2\pi \cdot f1 \cdot C3} = R4$$

Numériquement, on en tire :
C3 = 6,8.10⁻⁹ F = 6,8 nF

Calcul de R5

Figure 6b

Au-delà de f1, le gain décroît linéairement avec la fréquence et très vite, on peut considérer R4 comme infinie vis-à-vis de l'impédance de la branche C3. Mais le gain cesse de décroître (fréquence de cassure f2 et au-delà) quand se manifeste l'influence de R5. On situera f2 au moment où R5 prend la même impédance que C3, soit :

$$\frac{1}{2\pi \cdot f2 \cdot C3} = R5$$

Numériquement, les calculs donnent :
R5 = 47.10³ Ω = 47 kΩ

Calcul de C4

Figure 6c

Le gain, sensiblement constant sur le palier f2 f3, recommence à décroître à la fréquence de cassure f3 de 2,2 kHz, lorsque l'impédance de C4, jusqu'alors très grande, devient égale à R5, ce qui s'écrit :

$$\frac{1}{2\pi \cdot f3 \cdot C4} = R5$$

Le calcul numérique conduit à :
C4 = 1,5.10⁻⁹ F = 1,5 nF

Calcul de R3

On l'effectuera à 1 kHz, moyenne géométrique des fréquences f2 et f3. Le gain de référence du correcteur (0 dB) est alors sensiblement :

$$G = \frac{R3 + R5}{R3}$$

Comme nous connaissons R5, il suffit de s'imposer la valeur de G pour en déduire R3. Mais, justement, quel gain G convient-il de choisir ?

L'excursion en sortie du LM 381, alimenté sous 12 V, est limitée à 10 V crête à crête, ce qui correspond à 3,5 Veff pour un signal sinusoïdal. Or, les têtes magnétiques de lecture, sensibles à la vitesse de déplacement de la pointe et de l'équipage

Nomenclature

Résistances de 0,25 W à ± 5 %

Pour un très faible niveau de bruit, on choisira, de préférence, des résistances à couche métallique. Les notations R' désignent les composants du deuxième canal, non représenté en figure 5.

R1, R'1 : 47 kΩ
 R2, R'2 : 120 kΩ
 R3, R'3 : 330 Ω
 R4, R'4 : 470 kΩ
 R5, R'5 : 47 kΩ
 R6, R'6 : 3,3 kΩ

Condensateurs

C1, C'1 : 100 nF (MKH)
 C2, C'2 : 22 μF (électrochimiques, radiaux, 25 V)
 C3, C'3 : 6,8 nF (MKH)
 C4, C'4 : 1,5 nF (MKH)
 C5 : 100 μF (électrochimique, radial, 40 V)
 C6 : 10 μF/25 V

Semiconducteurs

IC1 : LM 381/D14 (Electronique Diffusion)
 IC2 : 78L12

mobile, délivrent, en moyenne, une tension efficace voisine de 5 mV pour une vitesse de 5 cm/s. Les normes imposent d'ailleurs, à l'enregistrement, une vitesse maximale de 25 cm/s dans la plage de 800 Hz à 2 500 Hz. Ainsi, la tension sur l'entrée du correcteur ne dépasse jamais 25 mVeff, ce qui, pour obtenir 3,5 V en sortie, exige un gain :

$$3\ 500$$

$$G = \frac{\quad}{R3} = 140$$

On doit donc, pour R3, choisir une résistance de 310 Ω, que nous normaliserons à 330 Ω.

Calcul de C2

Nous avons, jusqu'à présent assimilé C2 à un court-circuit. Or, sa réactance Zc2 croît aux très basses fréquences, entraînant une diminution du gain.

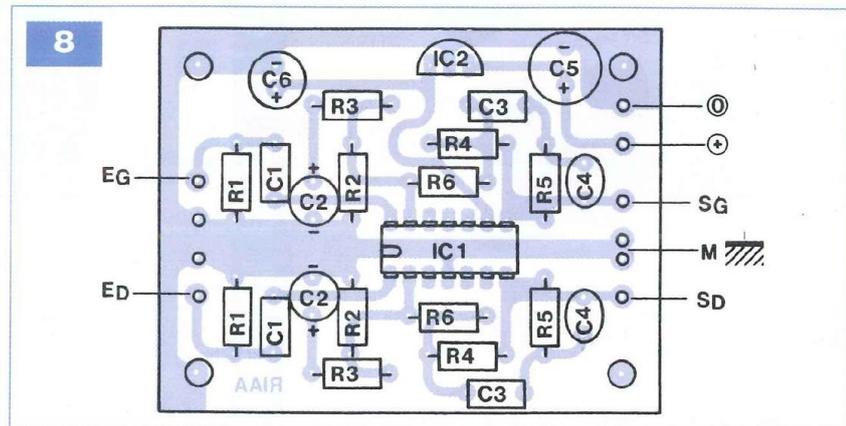
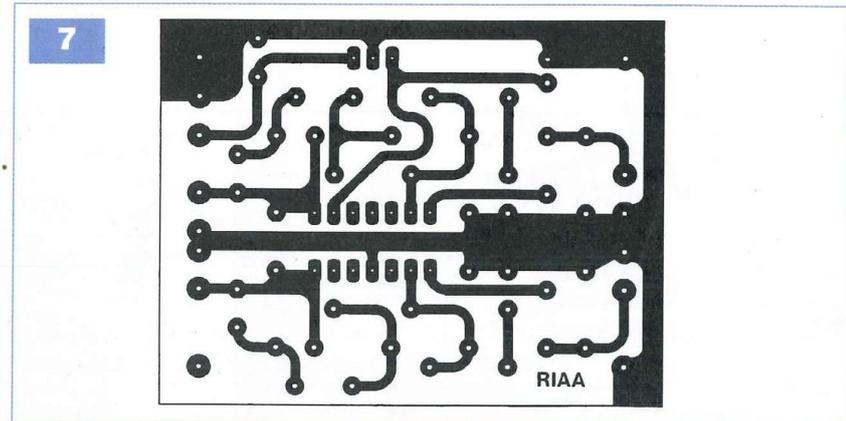
En imposant une cassure basse à 20 Hz, on prendra Zc2 = R3 = 330 Ω à cette fréquence, ce qui donne :

$$C2 = \frac{1}{6,28 \cdot 20 \cdot 330} = 24 \cdot 10^{-6} \text{ F}$$

soit, en normalisant : C2 = 22 μF

Calcul de R6

Le calcul est simple, la résistance R6



doit avoir dix fois la valeur de R3, soit R6 = 3,3 kΩ.

Les éléments d'entrée

La résistance R1 constitue la charge de la bobine de la tête de lecture et, pour une bonne adaptation (transfert maximal de puissance), doit offrir la même impédance, soit 47 kΩ.

Quant à C1, il doit présenter une réactance maximale (donc à 20 Hz) de l'ordre de l'impédance d'entrée du LM 381, soit 100 kΩ.

On choisit donc : C1 = 100 nF.

Alimentation du correcteur

Nous alimentons le LM 381 sous 12 V, valeur très suffisante pour une large excursion de sortie. Bien que ce circuit présente un très grand taux de réjection, il reste préférable de lui fournir une tension stabilisée, afin de profiter au maximum de ses performances.

Comme le montre la figure 5, on utilise un régulateur « trois pattes » miniature IC2, de type 78 L 12. Il faut alors au moins 15 V en entrée.

La consommation de ce préamplifi-

cateur étant faible, nous vous conseillons, pour vous garantir une excellente immunité au bruit, de l'alimenter par piles, soit quatre piles de 4,5 V reliées en série, ce qui donne une batterie de 18 V.

Réalisation pratique

Le correcteur stéréophonique et son régulateur d'alimentation, prennent place sur le petit circuit imprimé de la figure 7, selon le schéma d'implantation des composants de la figure 8.

Entrées et sorties font appel à du câble blindé souple, de faible section, dont la tresse externe sert de masse. Mais connecter toutes ces masses en des points différents de l'amplificateur serait une erreur ; les boucles ainsi créées deviennent d'admirables collecteurs du rayonnement à 50 Hz ! Généralement, mais d'autres essais peuvent être tentés, les meilleurs résultats s'obtiennent en mettant à la masse les tresses sur les bornes d'entrées, et en établissant une liaison entre celles-ci et l'unique point de masse du montage (disposition en étoile qui élimine les boucles fermées).

abonnez-vous



OFFRE COLLECTION



ABONNEMENT + HORS-SÉRIE AUDIO N°1

HORS-SÉRIE N°2 EN KIOSQUE
MI-NOVEMBRE 2007

HORS-SÉRIE N°1 : 7 € (port compris)

ABONNEMENT + STÉRÉO & IMAGE N°1

STÉRÉO & IMAGE N°17
ACTUELLEMENT EN KIOSQUE

STÉRÉO & IMAGE N°1 : 7 € (port compris)

Je vous retourne mon coupon accompagné de mon règlement par chèque ou carte bancaire à :
Electronique Pratique, 3 boulevard Ney 75018 Paris

M. M^{me} M^{lle}

OFFRE « COLLECTION » APPLICABLE JUSQU'AU 31 JANVIER 2008

Nom

Prénom

Adresse

Code postal

Ville/Pays

JE CHOISIS EN CADEAU « COLLECTION » : LE HORS-SÉRIE AUDIO N°1 LE STÉRÉO & IMAGE N°1

Je désire que mon abonnement débute avec le n° : _____

ABONNEMENT 11 NUMÉROS - France Métropolitaine : 43,00 € - DOM par avion : 50,00 € - TOM par avion : 60,00 €

Union européenne : 52,00 € - Europe (hors UE), USA, Canada : 60,00 € - Autres pays : 70,00 €

Je choisis mon mode de paiement : Chèque à l'ordre d'Electronique Pratique Carte bancaire

J'inscris ici mon numéro de carte bancaire

Expire le

J'inscris ici les trois derniers chiffres du numéro
cryptogramme noté au dos de ma carte

Conformément à la loi Informatique et libertés du 06/01/78,
vous disposez d'un droit d'accès et de vérification aux données
vous concernant.

Signature (obligatoire si paiement par carte bancaire)

HS 2 « COLLECTION »

Quoi de Neuf chez Selectronic ...

La révolution numérique **AUDIOPHILE** est en marche... avec

Selectronic
L'UNIVERS ELECTRONIQUE

DCX-2496: Cet appareil exceptionnel combine 2 éléments essentiels:



- 1 DAC exceptionnel
- 1 processeur numérique 2 x 3 voies permettant de gérer tous les paramètres de vos enceintes...

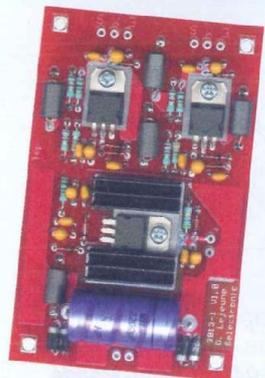
La partie audio analogique du DCX ayant été négligée par les ingénieurs de BEHRINGER, nous avons développé une série de kits permettant de transformer votre DCX en véritable PROCESSEUR NUMÉRIQUE AUDIOPHILE.

Tous renseignements sur : www.dcx2496.fr

→ Les Kits d'optimisation du DCX2496

Selectronic
L'UNIVERS ELECTRONIQUE

Carte alimentation à ultra faible bruit



Commande de volume 6 voies



Carte d'E/S

Module d'ENTRÉE NUMÉRIQUE + horloge ultra low jitter

NOUVEAU

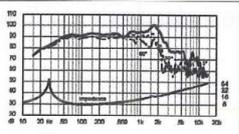


Plus d'Infos sur : www.selectronic.fr/dcx2496.asp

HAUT-PARLEURS Fostex

• Haut-parleurs HI-FI large-bande et pour système multi-voies • Précision et qualité japonaise

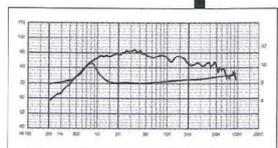
BOOMER FW405



TWEETER T250D



NOUVEAU



Toute la gamme **en stock**

GRANDMOS



Allez les écouter à PARIS chez

Premier Audio

Contact : Michel PETIT

Tel.: 01.56.24.10.92



Amplificateur 2 x 50W / 8 ohms en classe D



NOUVEAU

Avec cet ampli, vous n'avez jamais entendu vos CD comme cela auparavant...
L'amplificateur des **vrais** AUDIOPHILES qui ont du discernement !

Plus d'information sur : www.profet.fr

Selectronic
L'UNIVERS ELECTRONIQUE

B.P 10050 59891 LILLE Cedex 9
Tél. 0 328 550 328 - Fax : 0 328 550 329
www.selectronic.fr



Nouveau Catalogue Général 2008

Envoi contre 10 timbres-poste au tarif "lettre" en vigueur ou 6,00€ en chèque

NOS MAGASINS :

PARIS : 11 Place de la Nation
75011 (Métro Nation)
Tél. 01.55.25.88.00
Fax : 01.55.25.88.01

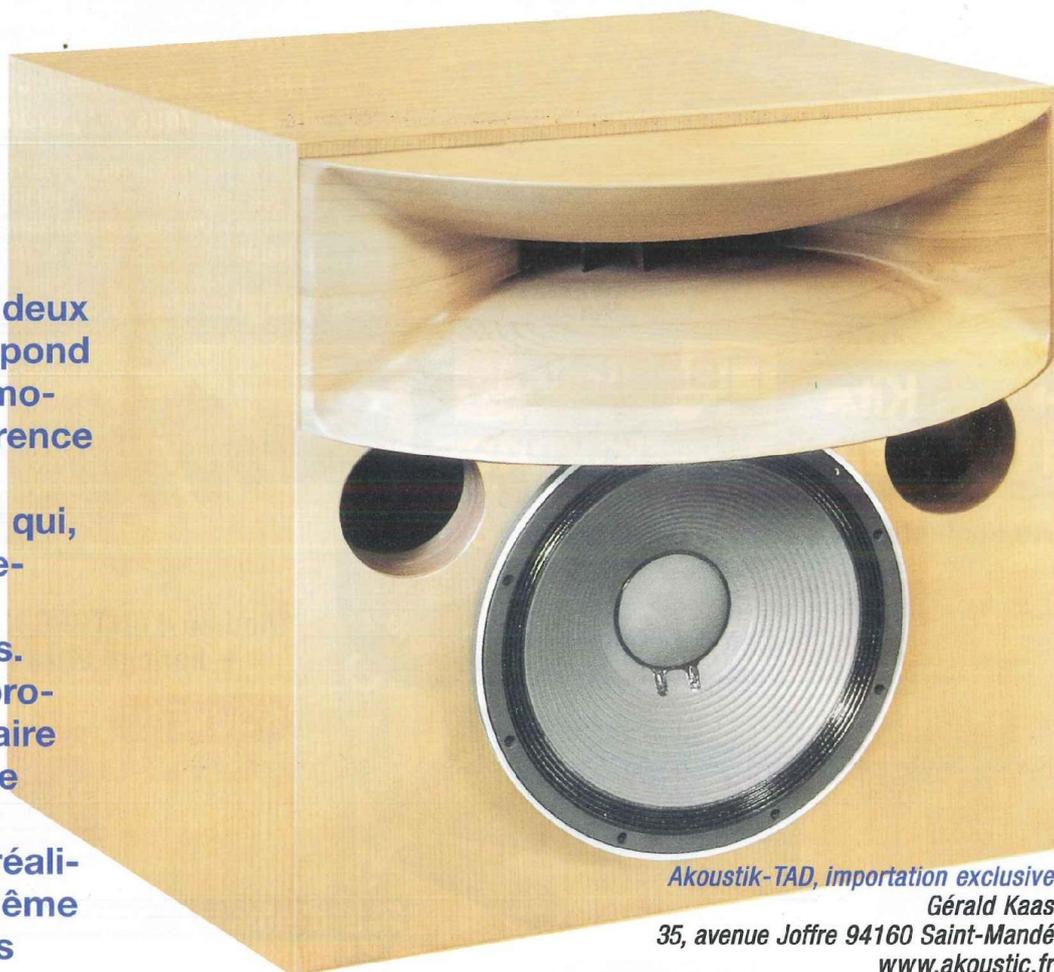
LILLE (Ronchin) :
ZAC de l'Orée du Golf
16, rue Jules Verne 59790 RONCHIN



EP1127
Photos non contractuelles

TAD TSM2

Ce système deux voies correspond au premier modèle de référence TSM2 de la marque TAD qui, malheureusement, ne le fabrique plus. Nous vous proposons de faire renaître cette enceinte de légende en réalisant vous-même ce kit de très haut de gamme.



Akoustik-TAD, importation exclusive
Gérald Kaas
35, avenue Joffre 94160 Saint-Mandé
www.akoustic.fr
S/RDV Tél. : 01 43 98 22 00

PRIX INDICATIFS DES ÉLÉMENTS DU KIT POUR UNE ENCEINTE

- 1 chambre de compression TAD TD4001 : 2150 €
- 1 pavillon TAD TH4001 EX : 3500 €
- 1 haut-parleur grave 38 cm TAD TL1601a : 750 €
- 1 filtre monté XO TSM2 : 1250 €
- Panneaux de bois prêt à découper par menuisier en multiplis bouleau de Finlande de $\pm 2,2$ et 3 cm : de 500 € à 600 €
- Câblage interne conducteur cuivre, plaqué argent : environ 200 €
- Ébénisterie toute faite, finition brut : 4000 €

Coût total des composants de l'enceinte : 7650 €

La société TAD (Technical Audio Devices) est le département professionnel des haut-parleurs de la marque japonaise Pioneer que beaucoup d'entre vous connaissent pour ses éléments de chaîne hi-fi, écrans plasma et systèmes d'autoradio extrêmement performants.

Rappelons que Pioneer est le plus grand fabricant, en nombre d'unités, de haut-parleurs au monde. Il réalise sous son propre nom, ainsi qu'en EOM pour de nombreuses marques, des modèles spécifiques sur cahier des charges. Sa division professionnelle TAD réalise ce que l'on peut considérer comme les haut-parleurs électrodynamiques graves et chambres de compression les plus sophistiqués et performants dans l'état actuel de la technique.

Aussi, ne faut-il pas s'effrayer des prix des composants de ce kit, lesquels n'ont strictement rien à voir avec des haut-parleurs conventionnels.

Des composants de niveau « Formule 1 »

Par analogie avec l'automobile, nous sommes en présence de composants de « Formule 1 » qui n'ont pratiquement aucun point commun avec les voitures, fussent-elles de grand tourisme.

Les haut-parleurs dont il est ici question sont utilisés par les professionnels du monde entier pour les écoutes de studio d'enregistrement et sonorisation de cinéma (agrées THX) où leurs performances en définition sonore, dynamique, niveaux acoustiques réaliste et très faible distorsion, sont toujours citées comme des références.

Rien d'étonnant à ce que ces haut-parleurs équipent les plus grands studios d'enregistrements du monde entier, en particulier le fameux « ranch » de Skywalker de Lucasfilm pour le monitoring des bandes « son » cinéma. Pour le particulier, ces haut-parleurs permettent d'accéder à la vérité sonore, sans limitation de niveau ni tenue en puissance, mais surtout d'atteindre une qualité de timbre sans coloration que très peu de systèmes peuvent procurer avec autant de naturel et d'aisance.

Écouter une seule fois ce type de système dans sa vie vous marque définitivement, tant le fossé est immense par rapport aux enceintes conventionnelles, surtout dès que le message se complique. C'est en particulier le cas sur les grandes formations d'orchestre symphonique, de jazz, de groupes rock ou de variétés.

Les tolérances très serrées de réalisation de ces haut-parleurs éliminent les risques de dispersion des caractéristiques. Ainsi, est-on sûr d'un résultat identique d'un haut-parleur à l'autre, donc d'une enceinte à l'autre, cela a aussi un prix.

Le kit ultime en matière d'enceintes acoustiques

Ce système deux voies correspond aux premiers modèles de type monitoring de la marque TAD qui, malheureusement, ne les réalise plus.

Heureusement, le distributeur français Akoustic a eu la bonne idée de proposer une alternative avec ce kit dont il peut fournir et garantir tous les éléments, filtre de répartition compris (élément primordial dans le résultat final aux mesures et à l'écoute).

Le coffret peut être réalisé par des artisans spécialistes, mais avec un peu de patience, d'habileté et un bon outillage, il est possible d'assembler soi-même les différents panneaux de multiplis de bouleau sans trop de difficultés.

Seule remarque : l'emplacement des tasseaux de rigidification est important pour maintenir les parois opposées sous tension mécanique, soutenir certaines pièces très lourdes, telle que la chambre de compression TD4001 par rapport au pavillon.

Ne vous aventurez pas dans la réalisation du pavillon, il est, lui aussi, fourni et respecte avec une extrême précision les formules d'expansion correcte pour éviter toute coloration et toute distorsion, ainsi que le maintien d'une directivité dans les deux plans, horizontal et vertical, parfaitement contrôlée pour une image stéréophonique très précise dans les trois dimensions.

C'est à notre avis le kit ultime en enceintes acoustiques qui ne risque pas d'être démodé du jour au lendemain. C'est à ce prix que l'on atteint la perfection en ce domaine...



Moteur à chambre de compression TAD-TD4001 s'occupant des fréquences médium et aigu dans le kit TSM2. Cette remarquable chambre de compression est la « Rolls Royce » des haut-parleurs médium. Ses caractéristiques techniques en font un transducteur d'exception utilisé dans les systèmes les plus sophistiqués pour les studios d'enregistrement, salles de cinéma, haute-fidélité sans compromis. Ce moteur pèse à lui seul 13,5 kg ! Il est équipé d'un circuit magnétique Alico de 3 kg (terre rare extrêmement onéreuse par rapport aux aimants céramiques), lequel procure une densité de flux de 20 000 G (un record en ce domaine). Le diaphragme de 10 cm de diamètre est en béryllium très léger mais ultra-rigide, avec une excellente vitesse de propagation des ondes. Il est entraîné par une bobine mobile, bobinée sur chant par du fil plat d'aluminium sur support haute température film polyamide. La géométrie de la pièce de phase, située vis-à-vis de la partie convexe du diaphragme, autorise ce moteur à monter jusqu'à 20 000 Hz sans affaiblissement notable. Sa plage d'utilisation peut descendre jusqu'à 600 Hz avec une pente de coupure de 12 dB par octave.

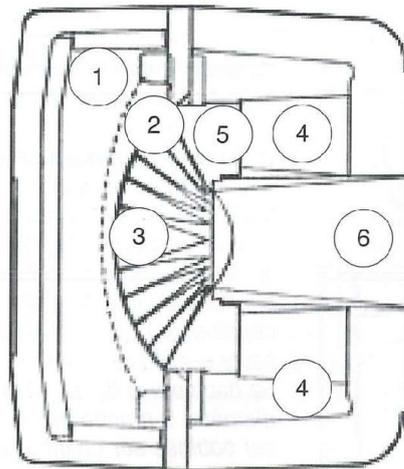
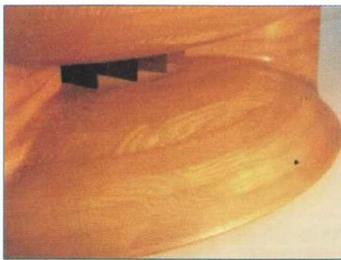
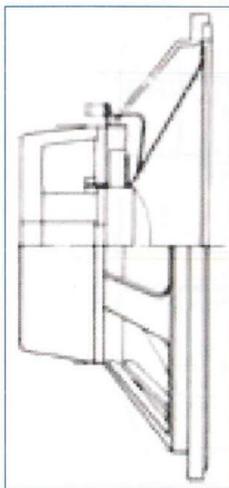


Schéma vu en coupe de la chambre de compression TD4001. 1- Couverture arrière formant la chambre d'amortissement du rayonnement dorsal du diaphragme 2 en béryllium. La partie convexe du diaphragme se trouve vis-à-vis de la pièce de mise en phase 3, avec ses canaux concentriques qui propulsent l'air avec « un effet levier » vers l'adaptateur d'impédance acoustique 6 d'un diamètre de 49,4 mm. Celui-ci recevra à sa sortie l'embouchure du pavillon TH-4001 EX. 4- Circuit magnétique en Alnico-5 bobine mobile bobinée sur chant jouant dans un entrefer très étroit



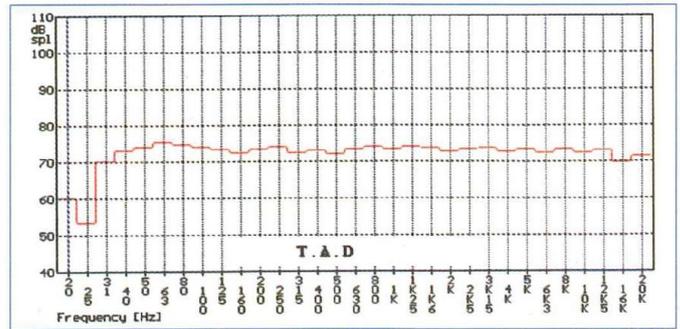
Pavillon en bois massif TH-4001 EX qui s'adapte à la sortie de la chambre de compression TD4001. Contrôlant la dispersion dans le plan horizontal sur 90°

et vertical sur 40°. Il est capable de couvrir les fréquences de 500 Hz à 20 000 Hz sans atténuation avec une propagation constante et un minimum de distortion jusqu'à des niveaux très élevés (122 dB mesurés à 3,50 m de l'enceinte !)

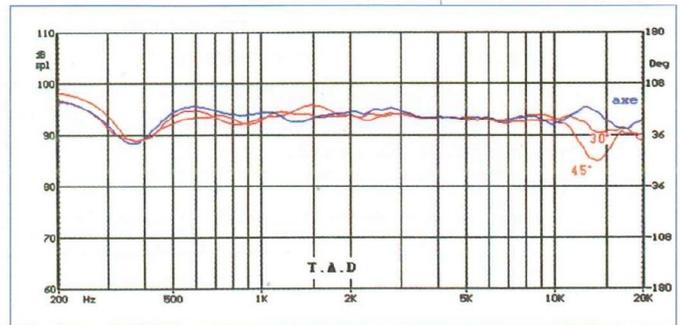


Voici certainement l'un des meilleurs sinon le meilleur haut-parleur grave 38 cm actuellement disponible pour application professionnelle et haute-fidélité sans compromis. Il est l'un des derniers 38 cm à utiliser un circuit magnétique en Alnico réduisant considérablement la distortion et capable de procurer une très haute densité de flux de 11800 G. Sa bobine mobile de 10 cm de diamètre à grande excursion est bobinée sur chant avec du fil plat pour un parfait remplissage vis-à-vis de l'entrefer.

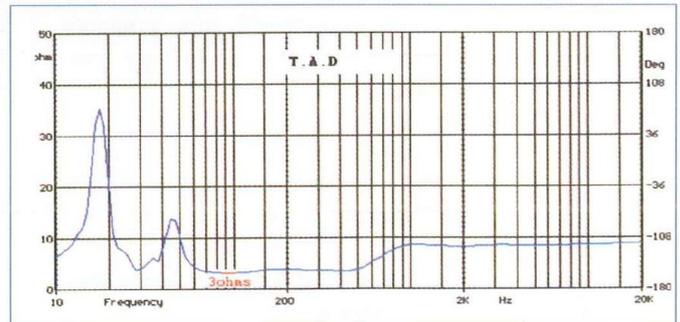
Son diaphragme à fortes corrugations, à la fois rigide et léger, en pulpe de cellulose traitée, dispose d'une suspension périphérique qui, conjointement avec son spider, assure des déplacements linéaires. Ce haut-parleur ne pèse pas moins de 11 kg. Il est capable de descendre sans affaiblissement avec du niveau à 28 Hz et peut couvrir les fréquences jusqu'à 2000 Hz sans accident parasite. Il peut encaisser jusqu'à 300 Watts et possède une sensibilité élevée 97 dB/W/m. Sa réponse transitoire est exceptionnelle.



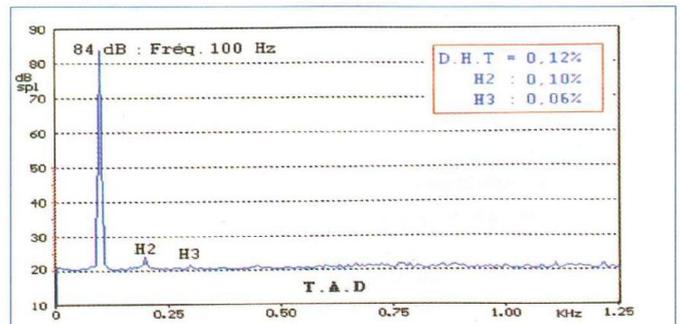
Courbe amplitude fréquence dans l'axe de la TSM2. Son exceptionnelle linéarité se passe de commentaire. À noter que seule la chambre de compression TD4001 à diaphragme de 10 cm et sortie pavillon 2 pouces est capable de monter jusqu'à 20 kHz, d'où l'intérêt de ce système à deux voies.



Courbes de directivité dans le plan horizontal de la TSM2, dans l'axe du pavillon, puis à 30 et 45°. L'atténuation est progressive après 12 kHz avec une bonne répartition d'énergie au-delà.



Courbe d'impédance en fonction de la fréquence. Le module moyen est de 8 Ω. Cela ne posera pas de problème aux amplificateurs, en particulier ceux à tubes, dont les montages décrits dans le présent numéro, avec leurs transformateurs adaptateurs d'impédance en sortie sont parfaitement adaptés.



Distorsion par harmoniques 2, 3 et 4 pour un niveau de 84 dB à 1 mètre. Les valeurs sont les plus faibles que nous ayons pu mesurer (avantage des systèmes à haut rendement).

Une écoute stupéfiante

L'écoute de ce système, aussi bien avec des électroniques à tubes de grande qualité qu'avec des montages à transistors aux alimentations raffinées, procure une sensation de réalisme incroyable, avec une capacité dynamique très nettement supérieure aux haut-parleurs à rayonnement direct.

Contrairement à d'autres systèmes proposant ce principe de chambre de compression et pavillon, l'ensemble TAD ne révèle absolument pas d'effet nasillard ou de cornet, même si l'on pousse le niveau sonore.

Le recul de la distorsion subjective jusqu'à des volumes incroyablement élevés évite toute fatigue auditive. Que ce soit sur les voix ou des instruments acoustiques (violon, piano), on ressent toute la richesse de la texture des timbres, tout le respect de la vitesse des attaques, toute la décroissance correcte des notes dans le temps, sans aucun sentiment d'étouffement. La définition sur les micro détails est absolument stupéfiante, procurant un sentiment d'aération générale et de transparence inégalée. Vous êtes exactement à la place du preneur de son et vous écoutez le résultat tangible de l'esthétique sonore qu'il a voulue.

Certes, ce kit exige beaucoup de sacrifices financiers, mais après de nombreuses errances souvent très onéreuses, tous les vrais passionnés finissent par adopter ce type de système pour ne plus en changer. Et si la vraie économie était d'aller de suite à l'essentiel ?

Conseils de réalisation

Des haut-parleurs de ce prix se ménagent, c'est pourquoi quelques précautions sont à prendre quant à leurs manipulations.

Ce n'est qu'au dernier moment, une fois l'ébénisterie terminée et aspirée dans ses moindres recoins, après s'être assuré qu'il n'y a plus de sciure qui puisse voltiger et une fois les matériaux absorbants fixés par agrafes ou colle, que nous vous conseillons de sortir les haut-parleurs de leurs cartons.

En effet, il convient de savoir que les haut-parleurs avec circuit magnétique Alnico n'aiment pas les chocs. Sous de forts impacts mécaniques, ils peuvent se désaimanter. En outre, étant donné l'étroitesse des entrefers, les équipages mobiles peuvent se décentrer avec des conséquences quant aux frottements de la bobine mobile et court-circuit.

Nous prévoyons toujours le pire ... et il arrive parfois ! Nous en avons fait malheureusement l'expérience avec des moteurs de chambre de compression qui, mal manipulés, sont tombés au sol et se sont retrouvés, par inertie, décentrés.

La fixation par les boulons, prévue par TAD, du moteur contre le pavillon doit être effectuée avec un couple de serrage uniforme et un centrage très précis du tube par rapport à la gorge. Ceci, pour une parfaite continuité entre les pièces sans marche d'escalier. Ainsi, le flux des ondes ne sera pas perturbé. La fixation du pavillon au sein de l'enceinte avec les tasseaux support est à prendre en considération pour éviter toute microvibration mécanique.

Étant donné la masse du moteur à chambre de compression, un tasseau-support est le bienvenu afin d'éviter que, par inertie et suite à un déplacement un peu violent de l'enceinte, le moteur par son poids ne s'arrache de la gorge du pavillon.

Malgré un petit tamis à la sortie de la pièce de mise en phase, il faut absolument éviter que des poussières ou de fines particules métalliques ne s'introduisent dans les canaux. Cela entraînerait automatiquement un bruit de nid de guêpes énervées car la membrane en béryllium affleure la partie concave d'où partent les canaux concentriques.

Nous vous déconseillons fortement de démonter le couvercle arrière, même pour un changement de diaphragme.

Son centrage exige en effet un outillage spécial pour ne pas abîmer les vis de fixations périphériques et obtenir un bon centrage, sans frottement de la bobine mobile dans l'entrefer que seul l'importateur ou un service technique préconisé par lui est capable de réaliser.

En raison de son poids conséquent,

le haut-parleur de grave doit être manipulé avec soin et vissé en dernier car, une fois l'enceinte montée, mise à part la trappe d'accès vers la chambre de compression, c'est le seul endroit pour pouvoir intervenir sur le montage des plaques-support du filtre et l'alignement correct moteur-pavillon-ébénisterie.

Il faut prendre ce haut-parleur grave par sa périphérie en faisant attention à ne pas passer ses doigts au travers de sa suspension périphérique. Ne riez pas, c'est arrivé plus d'une fois avec un haut-parleur de 15 kg porté à bout de bras ! De même, ne touchez pas sa membrane pour voir comment elle oscille car, le plus souvent, on n'appuie pas de manière symétrique sur le cône, d'où un frottement de la bobine mobile dans l'entrefer que le bobinage n'appréciera pas.

Les câbles de liaisons vers le haut-parleur de grave et la chambre de compression doivent impérativement respecter les polarités indiquées à la sortie des filtres respectifs. Sinon c'est du « n'importe quoi » au niveau de la phase absolue d'une part, et de celle entre les deux transducteurs d'autre part. Faire attention à ce que les câbles de liaisons vers la chambre de compression ne soient pas trop longs et ne viennent pas pendre en touchant la membrane arrière du haut-parleur grave.

De même, les plaques-support des composants du filtre doivent être, si possible, découplées de la partie interne des parois par de petits cylindres blocs pour éviter les vibrations et les effets microphoniques.

Nous vous conseillons d'utiliser une visserie de qualité, si possible en acier inox. L'amortissement interne de l'enceinte doit être effectué par des panneaux en feutre compressé agrafés et du dacron de 40 mm (les lois interdisent l'application de laine de verre ou de laine de roche mauvaises pour les bronches).

En règle générale, le surdosage de matériaux absorbants rend moins clair et ouvert le haut grave, bas médium avec un certain manque de vie. À l'inverse, certaines toniques, dues aux ondes stationnaires internes mal maîtrisées, peuvent apparaître sans aucun absorbant.

CHAQUE MOIS EN KIOSQUE

Stereo & Image

Abonnez-vous • Complétez votre collection



N°1 - AVRIL 2006

ESSAIS
MARTIN LOGAN VANTAGE • T+A D10 • AUDIO ANALOGUE PUCCHINI • JM REYNAUD CONCORDE • DCS VERDI ENCORE/ELGAR PLUS/VERONA • FOCAL ELECTRA 1007 BE • AUDIO RESEARCH CD7 REFERENCE • JOLIDA JD 202A • DAVIS VINCI - PRIMARE A 32 • STAX SR 202/SRM 252 • CLEARAUDIO SYMPHONO • PROJECT RPM-10 • DYNAUDIO FOCUS • ONKYO TX-SR803E • CINEVERSUM CV 70 ULTRA

MIEUX COMPRENDRE
LE LABORATOIRE DE STÉRÉO & IMAGE (1)
LA HAUTE DÉFINITION (1)

N°4 - JUIL/AOÛT 2006

ESSAIS
GOLDMUND SR8 • SR 150 • BRINKMANN INTEGRE III/RC II • HARMAN KARDON HK 970 • HALCRO LOGIC MC 20 • ADVANCE ACOUSTIC MAP-407 • MARANTZ PM 7001 • CABASSE MOOREA • T+A G10 • ACCUPHASE DP-57 • NAIM • MERIDIAN G91A • HITACHI 42PD9700

REPORTAGE
VISITE GUIDÉE MERIDIAN

MIEUX COMPRENDRE
NUMÉRIQUE OU ANALOGIQUE ? (2)
LA CONNECTIQUE EN VIDÉO

N°5 - SEPTEMBRE 2006

ESSAIS
MC INTOSH XRT2K • TRIANGLE MAGELLAN GRAND CONCERT SW2 • JBL 1400 ARRAY • SONUS FABER GUARNERI MEMENTO • PARADIGM REFERENCE SIGNATURE S8 • TANNY GLENAIR • DALI IKON 6 • MISSION m34i • COPLAND CTA-405 • 3D LAB CD MASTER • PLINIUS 9200 • JADIS D488 SIGNATURE • THORENS TD 350 • PIONEER PDP-5000EX

REPORTAGE
VISITE CRYSTAL

MIEUX COMPRENDRE
FONDAMENTALE & HARMONIQUES (1)

N°7 - NOVEMBRE 2006

ESSAIS
KHARMA GRAND EXQUISITE • KLIPSCH KLIPSCHORN 60 ANS • AUDIO ANALOGUE MAESTRO CD 192/24 • JBL 800 ARRAY • PRIMALUNA PROLOGUE THREE + SIX • KEF IQ7 • MUSICAL FIDELITY KW 250S • BURMESTER 961 MK3 • ELECTROCOMPAN NIET AW400 • JEFF ROWLAND CONCERTO • REVAR MODEL ELEVEN • ROTEL RDV 1092 • PIONEER PDP 507 XD

MIEUX COMPRENDRE
L'AMPLIFICATION NUMÉRIQUE OU À COMMUTATION

N°8 - DÉCEMBRE 2006

ESSAIS
ESOTERIC D-03/P-03 • WILSON AUDIO DUETTE • BRINKMANN MARCONI • BLOCS MONO • ATOHM SIROCCO • SUGDEN A21SE • AUDIOVECTOR K3 • NAD C325 BEE • ONKYO TX-SR604E • SHARP LC46XD1E • ARCUS FINEST CLASS AMP200 MARTIN LOGAN ABYSS

MIEUX COMPRENDRE
LA CONVERSION ANALOGIQUE-NUMÉRIQUE

N°9 - JANVIER 2007

ESSAIS
JBL EVEREST DD66000 • MUSICAL FIDELITY KW/kW750 • TRIANGLE COMETE ANNIVERSAIRE • ACCUPHASE C2810/A60 • Y YC201 • SELECTRONIC PROFET • AURUM CANTUS V3M - 3D LAB CD SONATA • CONRAD JOHNSON CT5/LP70S • MIMETISM 15.2 • VI MODEL L2 REFERENCE/M1.2 REFERENCE • HIFI CABLES • YAMAHA RX-V2700 • JVC LT46Z70BU

MIEUX COMPRENDRE
PUISSANCE ET NIVEAU SONORE (1)

N°10 - FÉVRIER 2007

ESSAIS
CLEARAUDIO STATEMENT • HARTLEY SERIES 120 • PE LEON QUATRO • KELINAC KEL 511 • JEFF ROWLAND CAPRI/MODEL 102 • JM REYNAUD OFFRANDE SIGNATURE • NEODIO CD ONE • MISSION E34 • ATOLL PR 5.1/AV 500 • ATOHM RAFALE V35 • DREAMVISION DREAM BEE

MIEUX COMPRENDRE
PUISSANCE ET NIVEAU SONORE (2)



N°11 - MARS 2007

ESSAIS
KRELL EVOLUTION 202/402/505 • TRIANGLE MAGELLAN CELLO SW • MC INTOSH MA6300 • ISOPHON CASSIANO • REAL CABLE MASTER'S RANGE TDC 600/TOPAZE • SUGDEN MASTERCLASS LA-4 • MIPA-4 • VIENNA ACOUSTIC BACH GRAND • COPLAND DRC 205 • DAVIS ACOUSTICS NIKITA • RAYSONIC CD128 • VENUS ACOUSTIC CASSIOPEE • YAMAHA SOAVO • ANTHEM STATEMENT D2/AS/A2 • PIONEER PDP-607 XD

REPORTAGE
SALON HIFI HOME CINEMA 2007

VISITE
BURMESTER

N°12 - AVRIL 2007

ESSAIS
SONUS FABER • AUDIO RESEARCH REFERENCE 3 • FOCAL ELECTRA 1037BE • CONRAD JOHNSON CA200 • BURMESTER 035/956 MKII CLASSIC LINE • PLINIUS SA REFERENCE • T • A SACD 1250 R • MUSICAL FIDELITY XT-100/K-RAY V6/TRIPLE XT-170 • CINEVERSUM BLACKWING TWO

REPORTAGE
SALON HIFI HOME CINEMA 2007

VISITE
BURMESTER

N°13 - MAI 2007

ESSAIS
CLEARAUDIO PERFORMANCE • MAGRA CDP • ELAC BS802 X-JET • MUSIC FIRST AUDIO PMVA SILVER • PRIMALUNA DIALOGUE ONE • PIONEER PD-DEJ • 3D LAB I MASTER • AUDIOLAB 8000 Q • 8000 P • REL R-305 • GOLDMUND EIDOS 36D

MIEUX COMPRENDRE
DYNAMIQUE UTILE ET RÉALISME SONORE

N°14 - JUIN 2007

ESSAIS
LYNGDORF RP-1 • CAMBRIDGE AZUR 840 CD • AUDIO ANALOGUE MAESTRO DUECENTO • CHARIO SONNET • AUDIOMAT OPERA REFERENCE • GEMME AUDIO TANTO • ROKSAN CASPIAN M-SERIES 1 • JEAN-MARIE REYNAUD ORFEO MKII • FLYING MOLE PA-SI ET DAD-M310 • JVC DLA-HD1

MIEUX COMPRENDRE
TRAITEMENT NUMÉRIQUE DU SIGNAL

N°15 - JUIL/AOÛT 2007

ESSAIS
MSB TECHNOLOGY POWER DAC • HALCRO DM10 ET DM30 • NAIM CESS5 • PARADIGM STUDIO 100 V4 • REDSON RA 2068 • GAMUT L5 • QUADRAL AURUM TITAN VII • FOCAL CHORUS 726V • PENAUDIO SERENADE 3 • DAVIS MATISSE • QUAD 11L2 • KEF 205/2

MIEUX COMPRENDRE
CONVERSION NUMÉRIQUE-ANALOGIQUE MULTIBITS

N°16 - SEPTEMBRE 2007

ESSAIS
SONY BDP-S1E • CABASSE LA SPHÈRE • HIFI CABLES & CIE PACK AUDIOPHILE 1 • ZANDEN MODEL 2000 PREMIUM • 5000 SIGNATURE • YBA PASSION PREAMP 400 • AMP 400-2 • TRIANGLE ANTAL EX • SONUS FABER ELIPSA • ROKSAN PR15B • ST1308 • PE LEON KANTOR • 3D LAB TITANIUM • PIONEER KURO PDP-LX508D

MIEUX COMPRENDRE
LA VIDÉO EN HAUTE DÉFINITION : BLU-RAY DISC ET HD-DVD

N°17 - OCTOBRE 2007

ESSAIS
ADVANCE ACOUSTIC MIP STATION II • AUDIO RESEARCH HD220 • ACCUPHASE DP500 • LINN LP125E • MARANTZ PM 6002 • TANNY GLENAIR 10 • AUDIOMAT MAESTRO REFERENCE • ESPRIT CABLES ETERNA • LYNGDORF CD-1 • J-M REYNAUD EMP2 • PIONEER A-A8-J • AUDIO ANALOGUE PRIMO CENTO VT • JVC HD-65DS8DDU

MIEUX COMPRENDRE
LA COMPRESSION DE DONNÉES EN AUDIOPHILIE : FAUT-IL DIABOLISER LE MP3 ?

Bon à retourner accompagné de votre règlement par chèque à Transocéanic 3, boulevard Ney 75018 Paris

- Je désire que mon abonnement débute avec le n° : _____
 France Métropolitaine : 50,00 € - DOM par avion : 65,00 € TOM par avion : 80,00 €
 Union européenne : 60,00 € - TOM, Europe (hors UE), Canada, USA : 75,00 € - Autres destinations : 80,00 €
- Je commande les numéros suivants : N°1 N°4 N°5 N°7 N°8 N°9 N°10 N°11 N°12 N°13 N°14 N°15 N°16 N°17
 Prix au numéro - Frais de port inclus Attention : les numéros 2, 3 et 6 sont épuisés
 France Métropolitaine : 7,00 € - DOM par avion : 8,00 €
 Union européenne : 10,00 € - TOM, Europe (hors UE), Canada, USA : 15,00 € - Autres destinations : 20,00 €

M. Mme Mlle

Nom _____ Prénom _____

Adresse _____

CP Ville/Pays _____ Tél. ou e-mail : _____

HS 2

Audio-dynamique ADS 130 R



Prix indicatifs des composants

Tweeter Audax TW010 I3 : 13 €
Grave médium de 13 cm Rogers : 55 €
Éléments du filtre : 10 €
Total composants pour une enceinte : 78 €
Ebénisterie toute faite par artisan menuisier : 35 €

La Maison du Haut-Parleur

138, avenue Parmentier 75011 Paris Tél. : 01 43 57 80 55
46, rue Juliette Récamier 69006 Lyon Tél. : 04 72 74 15 18
8, rue Ozenne 31000 Toulouse Tél. : 05 61 52 69 61

Peut-on réaliser, autour de 100 € l'unité, une enceinte deux voies compacte, digne du label haute fidélité et capable de restituer les différents genres musicaux dans une pièce de taille moyenne ? La réponse est donnée avec ce kit Audio-Dynamique ADS 130 R proposé par La Maison du Haut-Parleur, le plus ancien spécialiste du kit d'enceintes en France.

Que ce soit à Paris, à Lyon ou à Toulouse, La Maison du Haut-Parleur propose le plus large choix de haut-parleurs, composants, filtres, kits et même d'éléments finis que l'on puisse rechercher, avec une vraie disponibilité et une expérience à nulle autre pareille. Les membres des différentes équipes « des » Maison(s) du Haut-Parleur sont, pour l'avoir vérifié à maintes reprises, non seulement de véritables acousticiens, mais aussi de véritables encyclopédies concernant les différentes versions des haut-parleurs proposés et de leurs associations

correctes. Les charges n'ont aucun secret pour eux, ni les filtrages correctement adaptés en fonction des caractéristiques des transducteurs. Ils démontrent, avec le kit ADS 130 R, que l'on peut accéder à un petit système musical sans pour autant se ruiner (moins de 200 euros la paire en réalisant les coffrets) et tout en s'ouvrant à diverses formes d'évolutions. Ce sont de véritables enceintes haute-fidélité dans toute l'acceptation du terme, lointaines cousines de certains moniteurs Rogers de la BBC, dont elles utilisent le haut-parleur grave médium, ainsi que le tweeter. Or, quand on connaît l'exigence des

preneurs de son de cette vénérable institution que représente la BBC, on est d'autant plus attentif aux résultats de ce modèle qui, une fois fini, ne risque pas de décevoir.

Conseils de réalisation

Les cotes du coffret ont été déterminées en fonction d'une épaisseur des parois de 19 mm, en aggloméré ou médium densité. Il s'agit d'une charge close et, de ce fait, le volume intérieur doit être respecté. Aussi, si vous augmentez l'épaisseur des parois, ne diminuez pas pour autant le volume intérieur car celui-ci a été calculé en fonction de la résonance basse du haut parleur grave médium de 13 cm. Le tweeter a été placé le plus proche possible du saladier grave médium afin d'obtenir une bonne cohérence de diffusion, sans décalage temporel. Ainsi que visibles sur les deux photos des coffrets qui illustrent l'introduction de cet article, à partir de parois brutes, on peut aussi effectuer divers types de placages ou de finitions de surfaces. Un petit détail : on gagne en précision, placement de l'image stéréo en recouvrant le baffle support des haut-parleurs de feutre ou de liège, avec une découpe soignée à la périphérie des saladiers. En effet, cela absorbera (comme sur les monitors Rogers LS3/5A) les réflexions parasites de bord et les effets des retours d'ondes.

L'amortissement interne joue beaucoup dans l'absorption d'ondes stationnaires qui ricochent de paroi en paroi, avant de passer au travers de la membrane du petit grave médium qui est acoustiquement transparente. C'est ainsi qu'apparaissent des colorations de petites boîtes, effets de tonneau dans le grave, voix enroutées et sortes d'aboiements sur les transitoires. L'amortissement interne peut être effectué par des plaques de nacron de 4 cm d'épaisseur repliées avec, collée sur la plaque du fond, un peu de laine de feutre. Le dosage des matériaux absorbants peut être effectué en écoutant attentivement le bruit de souffle entre deux stations FM avec le circuit de silence muting retiré. Ce chuintement s'apparente à un bruit blanc et doit apparaître clair,



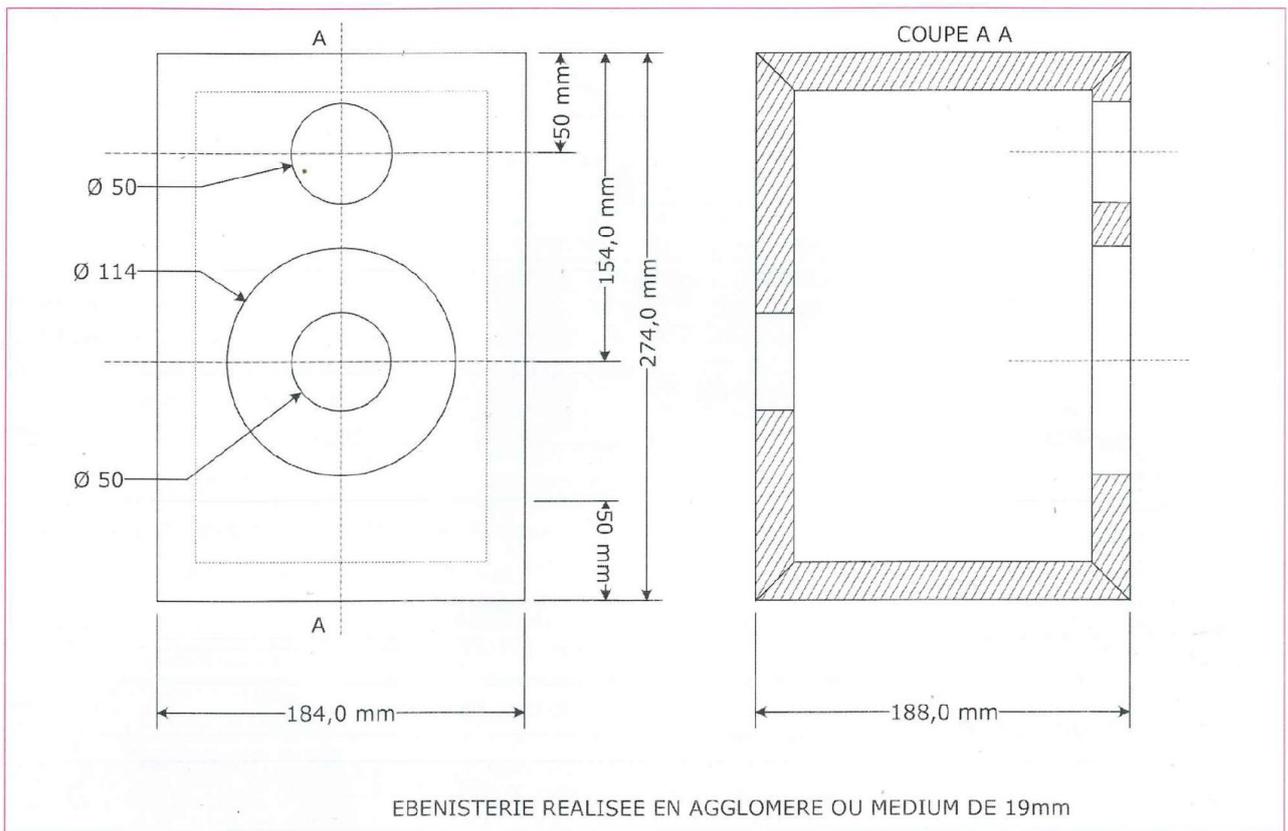
Ce boomer était utilisé sur l'enceinte monitor de proximité Rogers DB101, en filiation directe avec les légendaires LS 3/5A, connues de tous les audiophiles et preneurs de son comme l'une des références absolues dans les mini-enceintes. Il porte la référence 101 628 R et a été réalisé sur cahier des charges par Audax. Il se caractérise par sa membrane en aérogel, mélange de fibres synthétiques et de pulpe de cellulose, avec un traitement verni sur la face avant. La suspension périphérique en demi-rouleau caoutchouc synthétique à grande élongation lui assure des débattements linéaires. La fréquence de résonance fondamentale se situe autour de 55 Hz et son impédance nominale est de 6 Ω. Sa bobine mobile de 2,5 cm de diamètre est sur support haute température kapton qui a permis de faire passer sa puissance admissible à 125 W ! Son saladier en polymère anti-résonant avec branches rigides assure un bon dégagement de la membrane à l'arrière. Le circuit magnétique de 7 cm assure une densité de flux de 1,5 T. Une cloche blinde ce circuit, on pourra utiliser ce kit à proximité d'un diffuseur cathodique, sans risque de déformation de géométrie de l'image ou des couleurs. En lieu et place du cache-noyau d'origine, un cône en nortex est fixé sur la pièce polaire centrale. Cela évite certaines sonorités de « canard », ainsi qu'une meilleure réponse sur les transitoires. De plus, les lobes de directivité dans le haut médium aigu sont beaucoup plus réguliers pour un recoupement plus naturel avec le tweeter.

sans effet nasal, de main devant la bouche ou sortir d'une caverne. Il doit davantage ressembler au bruit que fait une douche sous pression. En effet, si vous amortissez trop, le grave et le médium risquent d'être ternes, mates, sans vie. Au contraire, si vous n'avez pas assez d'absorbant, les ondes stationnaires vont effectuer une joyeuse partie de ping-pong entre les parois, avec des effets indésirables de fausses réverbérations et des sonorités de petites boîtes.

L'étanchéité entre les parois, ainsi qu'à la périphérie des haut-parleurs, doit être vue avec la plus grande



L'aigu est confié à un tweeter Audax TW 010 I1 qui se caractérise par son diaphragme conicosphérique de 10 mm formé dans un polymère sur lequel est déposé du titane. Il est chargé par une amorce de pavillon et une pièce de phase maintenue par trois pattes qui protègent aussi l'équipage mobile. Son circuit magnétique procure une densité de fluide de 1,1 T à la bobine mobile qui baigne dans du ferro fluide (graisse remplie de particules métalliques qui assure une bonne dissipation thermique et une meilleure concentration du champ magnétique). Son impédance nominale est de 8 Ω. Il peut être utilisé au-delà de 4 kHz avec un filtre à pente de 6 dB/octave. Sa sensibilité est élevée 91 dB/2,8 V/1 m. On retrouve ce tweeter dans de très nombreuses enceintes françaises, européennes et américaines. C'est un « best seller » dans sa catégorie, imbattable par rapport à son prix pour restituer les harmoniques supérieurs avec délicatesse et énergie. Il s'avère être en parfaite cohérence de timbre et capacité dynamique avec le grave médium de 13 cm décrit ci-contre.



attention. La Maison du Haut-Parleur peut fournir différents types de joints et mastiques.

Le filtre n'est pas complexe à câbler. Nous vous conseillons de fixer les éléments sur une petite plaquette en contre-plaqué et de le câbler en l'air, en respectant scrupuleusement les polarités du schéma.

La Maison du Haut-Parleur fournit les composants du filtre. Pour raccourcir les liaisons, on a tout intérêt à monter le filtre à l'arrière des bornes HP (fiches « banane » femelles de haute définition à insérer sur une plaque isolante électriquement).

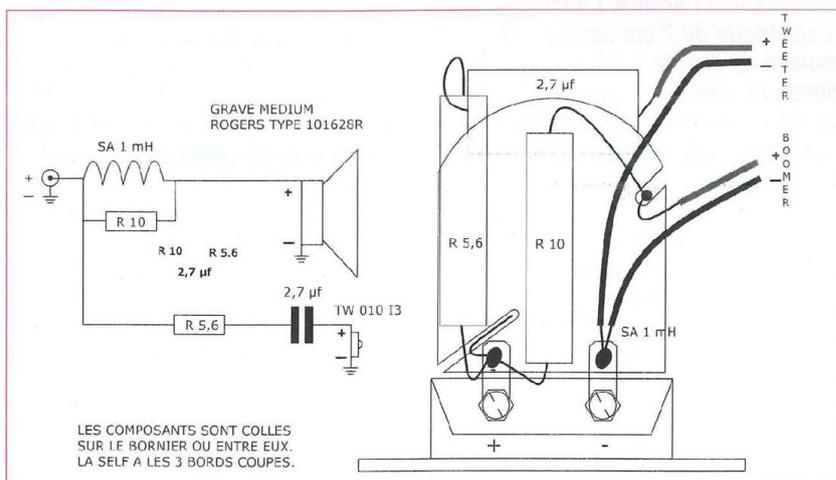
Une écoute raffinée

Cette enceinte de petite taille nécessite d'être à bonne hauteur d'écoute pour tirer pleinement parti de ses qualités musicales. Il ne faut pas la poser directement au sol, ni à 2 m sur des étagères qui ne manqueront pas d'entrer en résonance et de faire vibrer les divers objets qui se promèneront dessus. Le mieux est de réaliser des socles de 50 à 60 cm de hauteur, rigides, dotés d'un bon contact avec le fond de l'enceinte et le plateau supérieur pour éviter tout micro-dérèpage. En effet, qu'une enceinte

soit petite ou énorme, elle a besoin d'une référence mécanique ultra-stable pour ne pas perdre, en pure perte, une partie de l'énergie sur les transitoires. A l'écoute, la différence est très importante entre une enceinte qui n'a aucune stabilité au sol et une autre qui ne bouge pas d'un iota. Cette petite enceinte nous a vraiment surpris par le naturel, l'élégance de la transcription des voix, féminines ou masculines, car sans les colorations habituelles de membrane ou de fond de boîte, sans sifflantes agressives sur les syllabes, avec une articulation bien compréhensible de chaque mot. Elle a un délié dans le haut grave tout à fait remarquable pour un bon suivi rythmique, sans affolement du petit 13 cm qui possède une vigueur peu commune sur les transitoires.

L'espace stéréophonique est remarquable dans une petite pièce, à en oublier les points d'émission sonore de chaque enceinte.

On pourra faire évoluer ces kits avec un ou deux caissons de grave pour apporter encore plus d'assise dans le bas du spectre. Ce kit démontre que pour une écoute domestique, on peut accéder à une vraie musicalité pour un prix ultra-concurrentiel.





Audio Note : Kit DAC



Audio Note : Kit 300B et 2A3



Audio Note : Kit préampli



Audio Note : Kit enceinte AN-E : 98dB

Audio Note : transformateurs, condensateurs au papier huilé, atténuateurs et résistances au tantale, connectique et fils de câblage en argent.
 Azuma: embases de tubes en stéatite, Ko-On : potentiomètres et sélecteurs.
 Black Gate : condensateurs électrolytiques polarisés et non polarisés.
 Sovtek, Electro-Harmonix, Tung-Sol, ShuGuang, J.J. : tubes

Triode et compagnie
 23 boulevard de l' Yser
 75017 Paris
 01 4574 6930
www.audio-note.com

du mardi au samedi, de 14H00 à 19H30

INDISPENSABLES ! LES 3 CD DE LED

ELECTRONIQUE PRATIQUE Led

50 €

Et si on parlait « tubes »... 33 COURS

Fichiers PDF

Et si on parlait tubes...
 En 33 cours, apprenez à connaître et à maîtriser le fonctionnement des tubes électroniques

Et si vous réalisiez votre chaîne hi-fi à tubes...
 8 amplis de puissances
 4 Weff à 120 Weff
 4 préamplis haut et bas niveau
 1 filtre actif deux voies

CD-02 Led

30 €

Fichiers PDF - 137 pages

- AMPLIFICATEURS PUSH-PULL ET SINGLE END
- PRÉAMPLIFICATEURS HAUT ET BAS NIVEAU
- FILTRE ACTIF 2 VOIES
- PUSH-PULL 6L6
- FILTRE ACTIF 2 VOIES
- PUSH-PULL KT88
- QUADRUPLE PUSH-PULL 6L6
- PRÉAMPLI 6CR2
- TRIPLE PUSH-PULL 6L6
- PRÉAMPLI 6X4
- SINGLE END 6X5
- QUADRUPLE PUSH-PULL 6L6
- PRÉAMPLIFICATEUR HAUT ET BAS NIVEAU A 600B/6CC1
- SINGLE END 6X5
- PUSH-PULL 6CR6

CD-01 Led

30 €

Fichiers PDF - 145 pages

TRIODES TÉTRODES PENTODES

- 6L6
- 6550
- 845
- 2A3
- 845
- 7189/EL84
- 6V6
- 3 AMPLIFICATEURS DE 6 Weff à 60 Weff
- 7189/EL84
- 300B

Et si vous réalisiez votre ampli à tubes...
 9 amplificateurs de 9 Weff à 65 Weff à base des tubes triodes, tétrodes ou pentodes

Bon à retourner accompagné de votre règlement à :
TRANSOCÉANIC - 3 boulevard Ney 75018 Paris
 Je désire recevoir les CD-Rom (fichiers PDF)
 Tarifs frais de port inclus

- « Et si on parlait tubes... »
 France : 50 € • UE : 52 € • Autres destinations : 53 €
- « Et si vous réalisiez votre chaîne hi-fi à tubes... »
 France : 30 € • UE : 32 € • Autres destinations : 33 €
- « Et si vous réalisiez votre ampli à tubes... »
 France : 30 € • UE : 32 € • Autres destinations : 33 €

M. Mme Mlle

Nom.....

Prénom.....

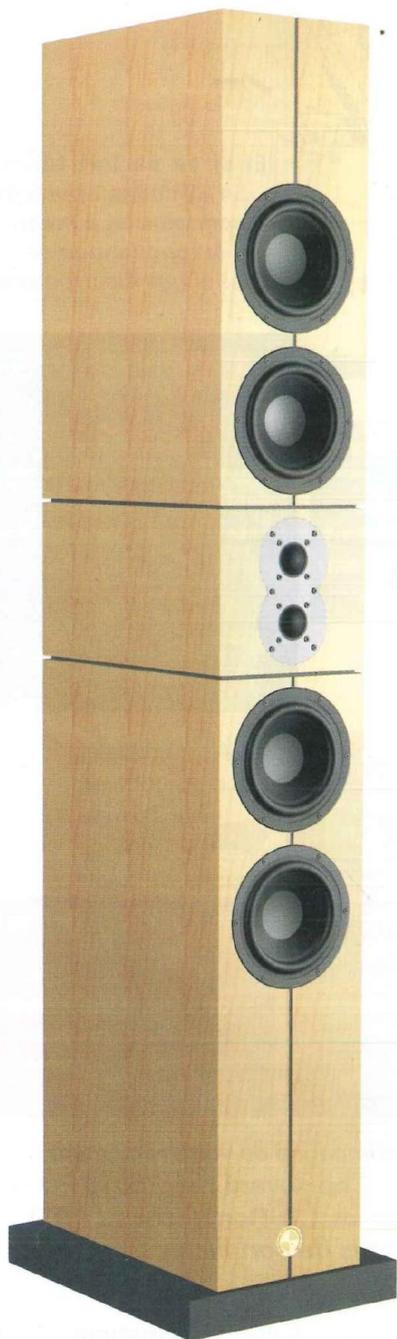
Adresse.....

Code Postal..... Ville.....

..... Pays.....

Tél. ou e-mail.....

Atohm Diablo



PRIX INDICATIF : 2700 € LA PAIRE

Ce kit de prestige comprend :

- 8 haut-parleurs Atohm LD165 CR08
- 2 tweeters Atohm SD 28 Twin
- Filtres en quatre pièces
- Bornes banane 4 mm en 24 pièces
- Câble haute définition Zef 12,5 m
- 4 feuilles de mousse
- 64 inserts à griffes et 64 vis de 25 mm
- 24 inserts et 24 vis de 55 mm
- 2 sigles Atohm
- 1 jeu de 8 pièces cône + WT 15M8-32G

Le constructeur français de haut-parleurs Atohm propose un kit de très haut de gamme dénommé « Diablo ». Fruit de longues études en laboratoire, ce kit a fait l'objet d'une mise au point finale extrêmement minutieuse.

La société Atohm conçoit et produit des transducteurs électrodynamiques pour application haute-fidélité et professionnelle de très haut niveau. Rien d'étonnant quand on connaît son fondateur, Thierry Comte, l'un des plus grands acousticiens français actuels. Lequel s'est équipé avec pragmatisme de l'un des laboratoires d'acoustique les plus sophistiqués et d'un système informatique de modélisation qui lui a permis de bien cerner le problème des modes vibratoires et comportement des équipages mobiles des haut-parleurs pour améliorer grandement les performances. Maniaque du détail, Thierry Comte a conçu et réalisé toute une série de haut-parleurs grave, médium et tweeter rapidement reconnus dans le monde entier comme faisant partie des valeurs sûres, avec une reproductibilité des performances d'un modèle à l'autre exemplaire.

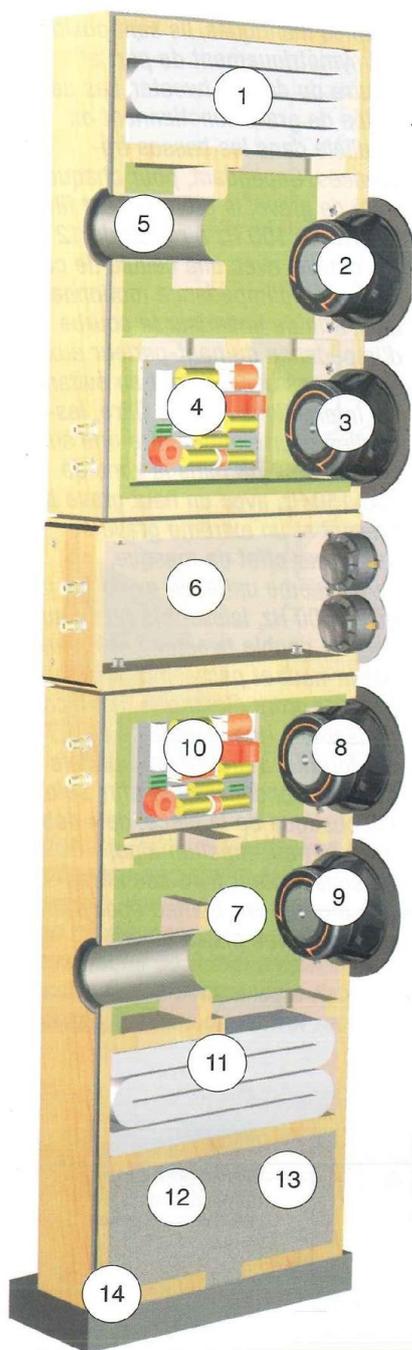
Aussi, ne faut-il pas s'étonner de retrouver ses haut-parleurs chez de nombreux fabricants d'enceintes de très haut de gamme, français et étrangers, tout comme dans sa propre ligne d'enceintes finies, très appréciée des mélomanes.

Cependant, afin de rendre accessibles certains systèmes sophistiqués, le fondateur d'Atohm a conçu, avec un très grand sérieux, des kits fort prisés pour leurs qualités hautement musicales. Poussant plus loin ses investigations afin d'offrir le *nec plus ultra* en termes d'écoute domestique tout en restant dans des volumes et surfaces au sol raison-

nables, il propose le kit Diablo, objet de très nombreuses séances d'études comparatives. Tous les composants du kit Diablo ont été spécifiquement développés pour constituer un ensemble harmonieux, correspondant à une synthèse des meilleurs paramètres techniques et subjectifs.

Ce kit de prestige adopte une configuration symétrique des haut-parleurs grave de part et d'autre des tweeters. Cette colonne de 1,65 m de hauteur, pour une surface au sol minimale de 22 x 44 cm est capable de rayonner selon une source pratiquement linéaire, s'approchant de l'idéal du cylindre pulsant, en offrant une meilleure conservation de l'énergie, même à plusieurs mètres de l'enceinte. L'ensemble ainsi constitué est beaucoup moins influencé par l'acoustique de la salle d'écoute par rapport aux sources ponctuelles. La directivité verticale est, en effet, maintenue sous un angle très faible, limitant les réflexions parasites au sol et au plafond. Cet ensemble de paramètres concourt à une image stéréophonique en relief impressionnante de stabilité, avec une transparence sonore hors du commun et une netteté insoupçonnée sur les transitoires, même dans le grave, car sans aucune inertie ni traînage. Bien sûr, ce kit n'est pas « à la portée de toutes les bourses ». Cependant, sachez que par rapport à un modèle fini, il faudrait payer de trois à quatre fois plus (selon la finition).

La Diablo peut fonctionner en mono ou bi-amplification passive, avec une tenue en puissance incomparable (400 W en continu, 1500 W en pointe !), tout en couvrant les fréquences de 35 Hz à 30 kHz à - 3 dB, avec des taux de distorsion très faibles. Sa sensibilité est élevée : 93 dB/2,83 V/1 m. Si la réalisation des trois coffrets vous rebute, Atohm propose en option une ébénisterie de haute qualité. Il suffit alors, tel un mécano, d'assurer le montage correct des divers haut-parleurs, du filtre et des matériaux amortissants, sans oublier le câblage.



1 - Coffret supérieur avec absorption laminaire pour les deux haut-parleurs grave (2 et 3), leurs filtres (4) et l'évent de décompression (5).

6 - Coffret du milieu pour le double tweeter

7 - Coffret inférieur pour les deux haut-parleurs grave (8) et (9), leurs filtres (10), plus la cavité d'absorption laminaire (11) et la cavité de stabilité de la colonne (12) que l'on doit remplir de sable (13) avant le montage du socle (14) sur le caisson inférieur.



Vue de l'un des quatre haut-parleurs de grave/bas médium de 16,5 cm de diamètre, référence Atohm LD 165 CR 08. Ce remarquable haut-parleur est équipé d'une membrane en pulpe de cellulose à fibres orientées, procurant un bon rapport entre rigidité et amortissement.

La membrane est mise en mouvement par une bobine mobile de 35 mm sur support kapton + nomex, de haute tenue en température.

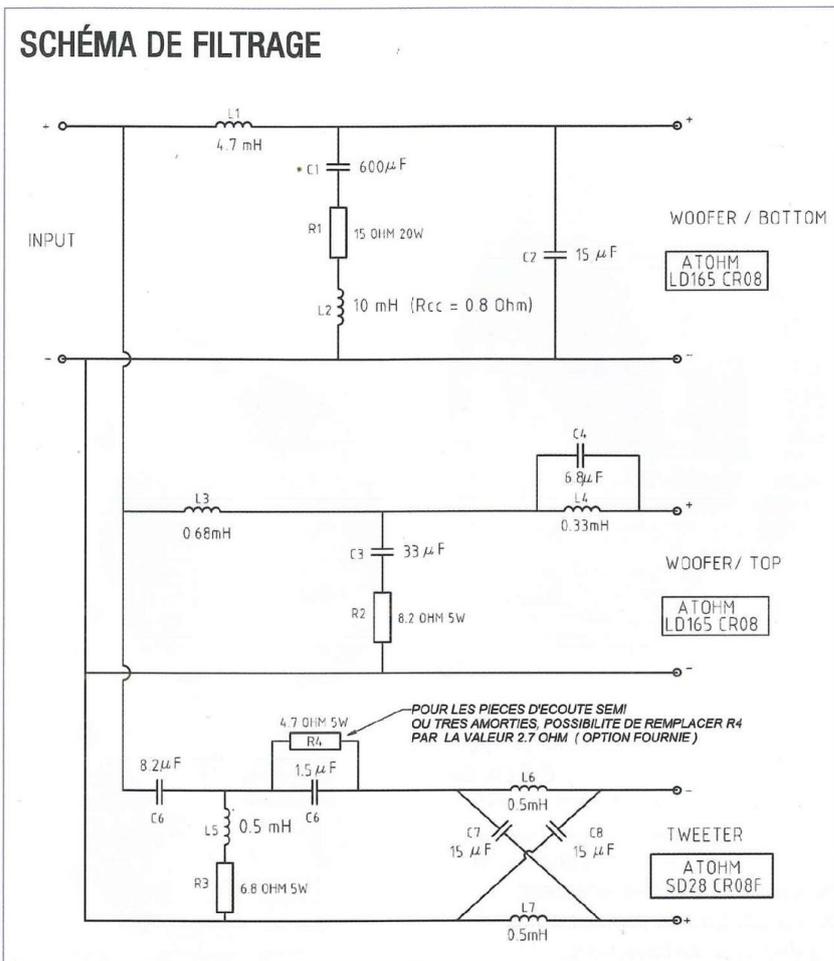
Laquelle est parfaitement centrée par un spider en conex (mélange de fibres, de coton et de nomex) pour jouer dans l'entrefer d'un circuit magnétique à base d'une ferrite de 12 cm procurant un flux de 10 500 gauss. Sa suspension périphérique de géométrie particulière limite la création d'ondes stationnaires et les effets de retour d'ondes. Ses caractéristiques sont une fréquence de résonance située à 50 Hz, VAS : 16,5 litres pour un Qts de 0,39. Il s'agit de l'un des plus beaux haut-parleurs de grave de 16 cm actuellement disponible, ultra fiable et capable d'encaisser 100 W.

On retrouve dans ce kit quatre fois ce haut-parleur. Chaque haut-parleur travaille avec une très faible puissance, garante d'un minimum de distorsion, tout en procurant une très grande surface émissive, équivalente à un boomer de 32 cm, mais qui n'aura pas le pouvoir d'accélération de quatre 16 cm, ni celui d'amortissement ultra rapide sans traînage.



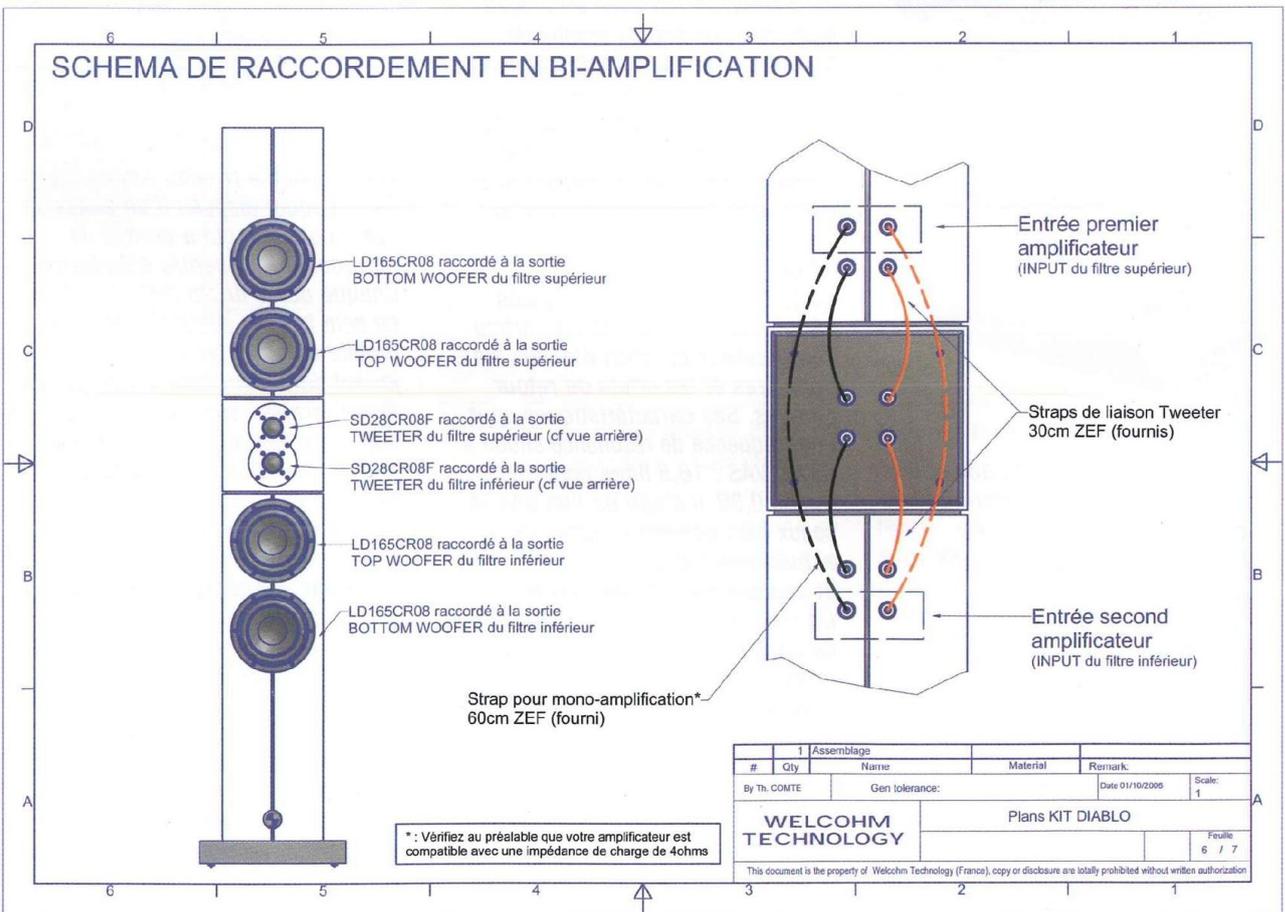
Vue du double tweeter Atohm SD28 Twin. Lequel dispose d'un châssis avant commun qui a permis de rapprocher leur centre d'émission. Chaque dôme de 28 mm est réalisé en soie traitée, entraîné par bobine mobile sur support aluminium, jouant dans l'entrefer rempli de fluide ferromagnétique (graisse spécifique chargée de particules magnétiques assurant une meilleure concentration des lignes de force et un abaissement de la température). Ceci, avec noyau bagué cuivre pour limiter les distorsions par harmoniques de rang 3 où règne une densité de flux de 12 500 gauss produite par une ferrite de 72 mm. Chaque dôme dispose à l'arrière d'une chambre de décompression qui a permis d'abaisser sa fréquence de résonance à 700 Hz. Il est capable de monter jusqu'à 30 kHz. Par rapport à un tweeter conventionnel, la puissance acoustique rayonnée est nettement supérieure.

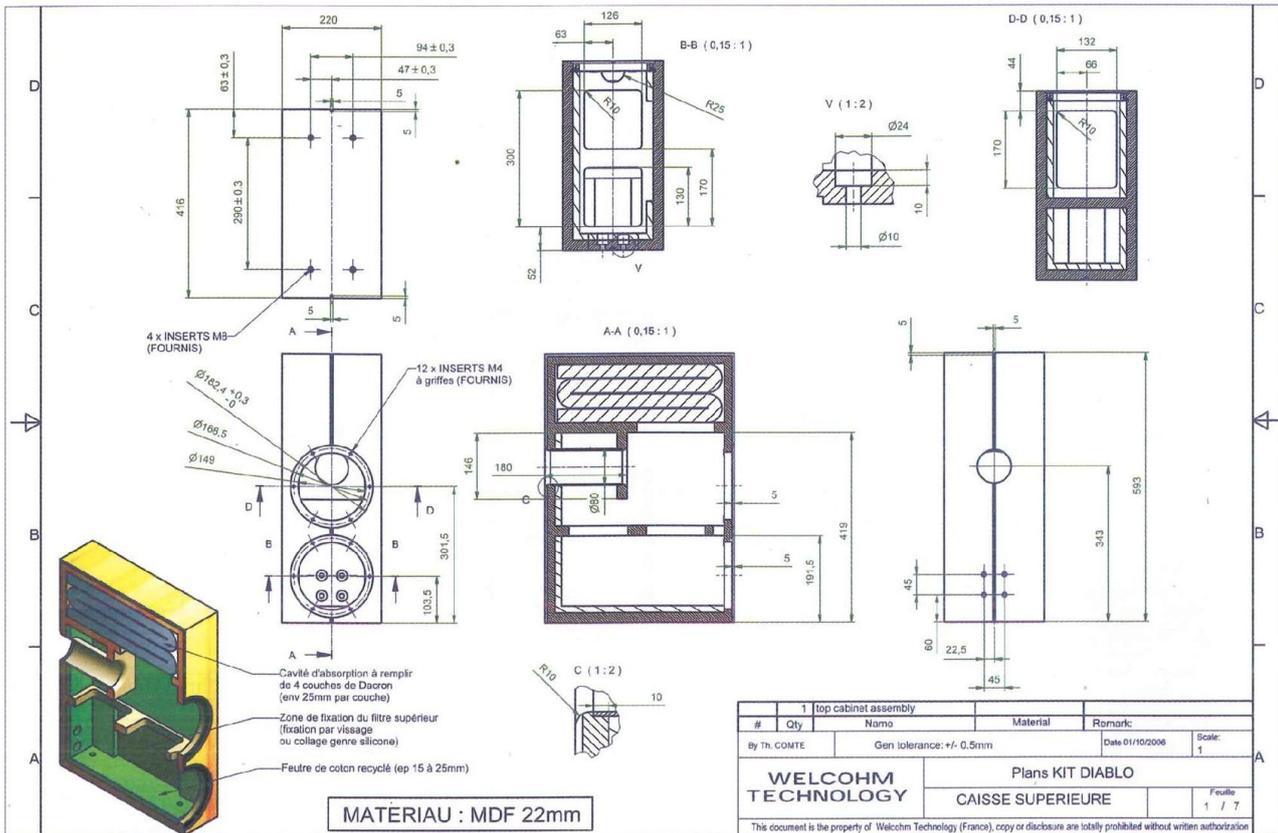
SCHÉMA DE FILTRAGE



Les coffrets de grave ont des volumes identiques. Ils sont positionnés symétriquement de part et d'autre du double tweeter. Les deux unités de grave fonctionnent en parallèle dans les basses fréquences. Cependant, pour chaque unité de grave, la première est filtrée à partir de 100 Hz à raison de 12 dB par octave, avec une cellule de compensation d'impédance motionnelle. Ceci, afin de linéariser la courbe d'impédance du haut-parleur aux fréquences basses, tout en évitant les interactions avec le filtre, lesquelles pourraient induire une surtension de 2 dB dans la zone de 100-150 Hz, avec un haut grave très présent et un extrême grave en retrait par effet de masque. La deuxième unité est exploitée jusqu'à 2500 Hz, laissant le relais au double tweeter. Les cellules passe-haut et passe-bas sont du premier ordre électrique (avec compensation). Une résistance de 4,7 Ω est fournie, à mettre en parallèle sur l'un des condensateurs afin, selon l'acoustique de la pièce, de « débrider » le haut-médium aigu. Le constructeur livre ses filtres pré-montés sur platine époxy/fibre de verre avec pistes cuivre.

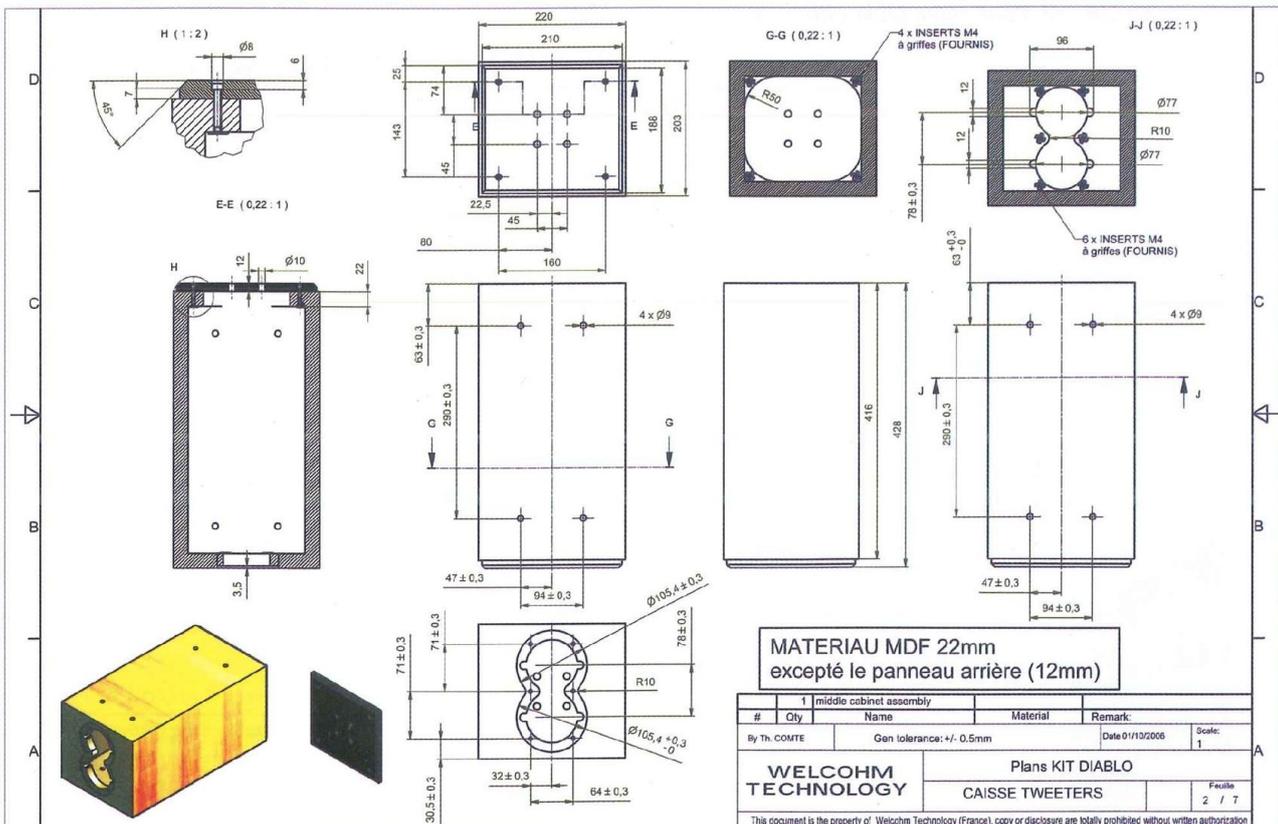
SCHEMA DE RACCORDEMENT EN BI-AMPLIFICATION



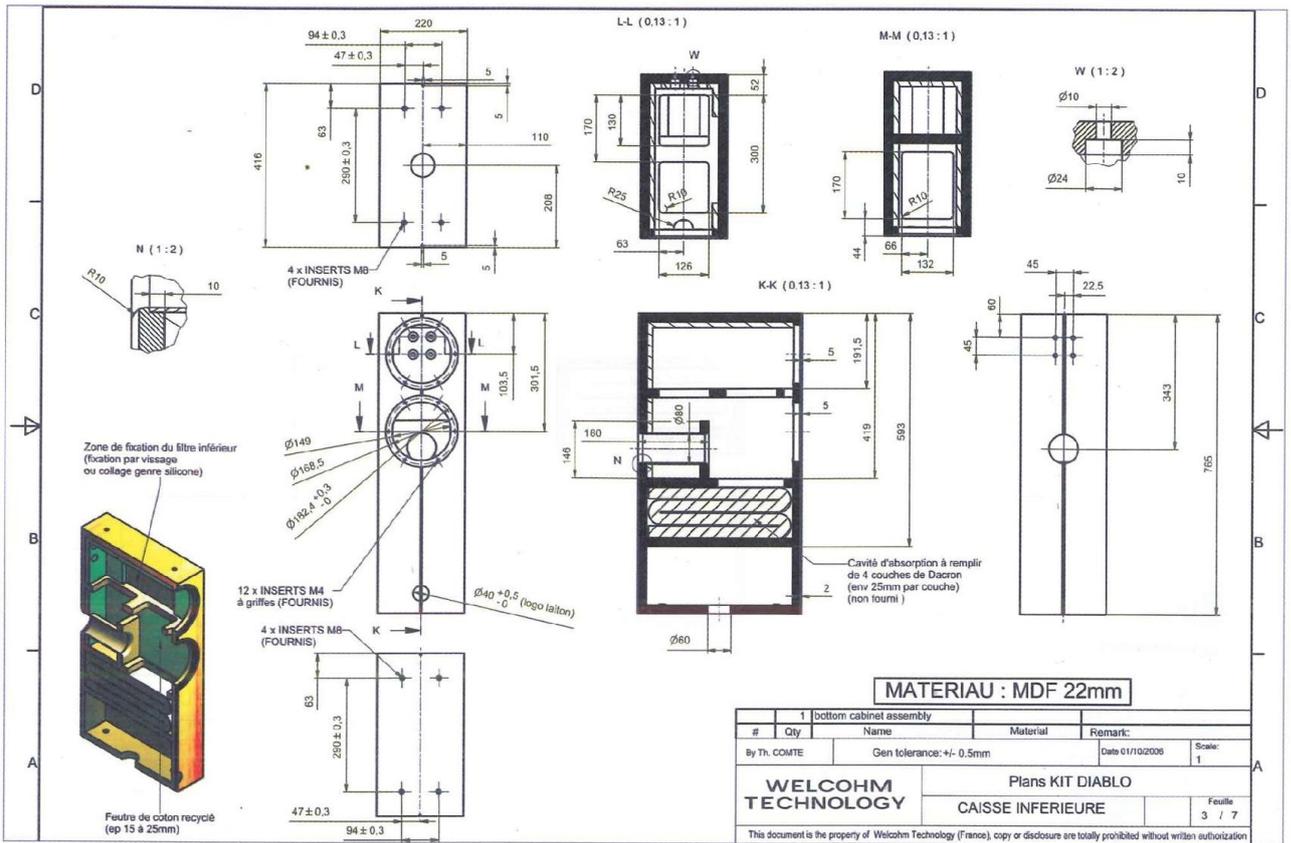


Ci-dessus, plans de réalisation du coffret supérieur contenant les deux haut-parleurs grave. Ce coffret doit être réalisé en panneau aggloméré MDF de 22 mm d'épaisseur. Il faut tenir précisément compte des cotes, les charges étant calculées. Veiller à bien respecter la valeur d'encastrement des haut-parleurs feuillures sur le baffle support. Si on ne dispose pas de la machine outil pour réaliser cette feuillure, il suffit de coller la feuille de liège ou de contreplaqué de 3 mm d'épaisseur portant les découpes des haut-parleurs sur le baffle support. L'épaisseur de cette feuille compensera l'absence d'encastrement.

Ci-dessous, plans du coffret recevant le double tweeter SD 28 Twin. Mêmes remarques que pour le coffret supérieur.

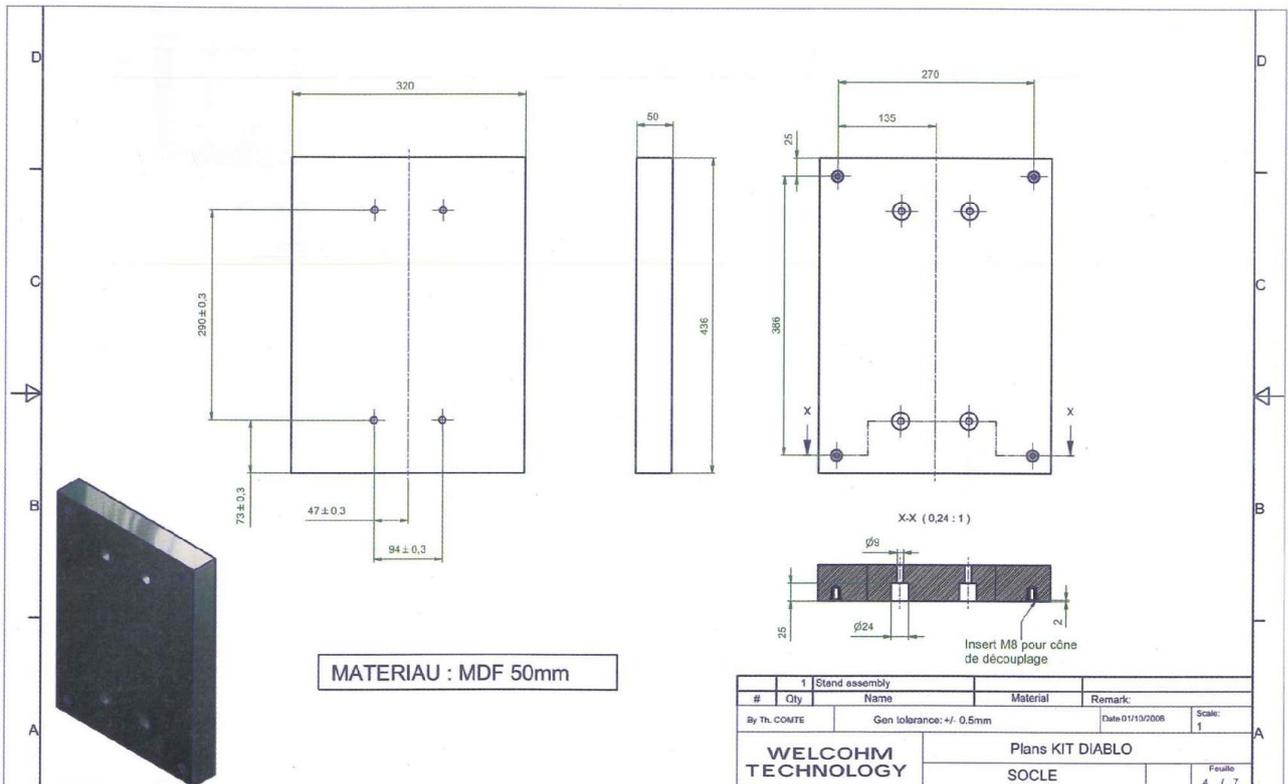


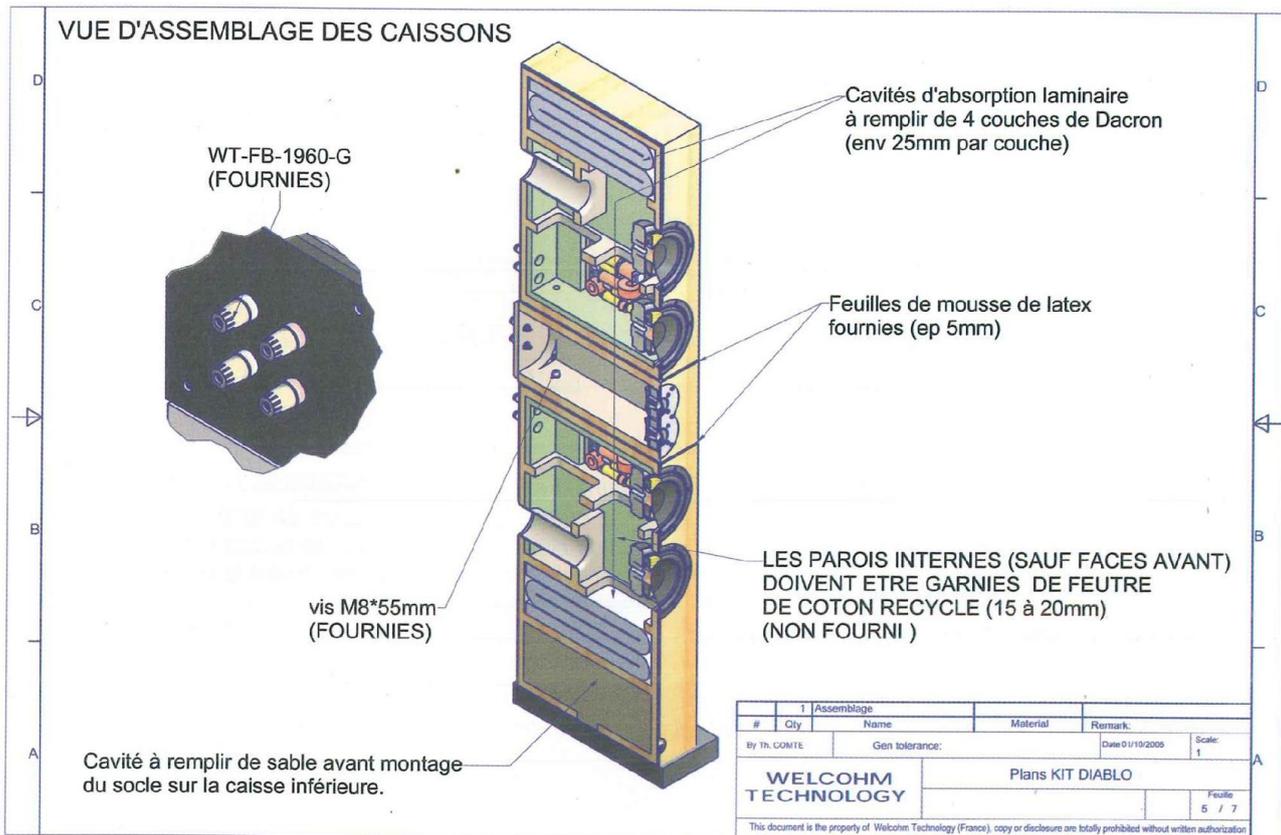
Kit enceinte



Ci-dessus, vue du caisson inférieur à réaliser comme celui supérieur avec des panneaux en aggloméré MDF de 22 mm d'épaisseur. A noter, l'emplacement de l'amortissement de la cavité d'absorption laminaire avec en dessous le volume qui sera rempli de sable pour assurer une bonne stabilité à l'empilement des trois coffrets.

Ci-dessous, vue du socle à réaliser en aggloméré de 50 mm d'épaisseur. Ce socle est indispensable pour assurer la stabilité de « l'empilage » des trois coffrets. De plus, cette plaque bouche le trou de remplissage de sable de la cavité inférieure de ce caisson qui stabilisera définitivement « l'édifice », tout en absorbant toute forme de résonance parasite. Cette technique est d'une redoutable efficacité.





Vue éclatée du kit avec la superposition des trois coffrets (isolation entre eux par des feuilles de mousse de latex fournies avec le kit), la disposition interne des filtres, matériaux absorbants, événements de décompression et des divers borniers de branchement. Bien tenir compte de la nature et de l'emplacement des divers matériaux d'absorption pour limiter la formation d'ondes stationnaires pouvant entraîner des colorations désagréables.

Conseils de réalisation

Afin de tirer pleinement parti des transducteurs et de leurs filtres ainsi que de l'optimisation des charges par le constructeur, il convient de respecter scrupuleusement les volumes de charge, les dimensions générales, celles du baffle support, les diamètres et longueurs des événements, sans oublier les épaisseurs des parois en MDF. Il faut veiller à l'assemblage des parois afin que l'assemblage soit parfaitement étanche. Pour ce faire, utiliser une colle à bois de bonne qualité et placer les coffrets sous serre-joint. Attention, on pourrait être tenté d'augmenter l'épaisseur des parois pour améliorer la rigidité des coffrets. Cependant, le mieux pouvant être l'ennemi du bien, vous risqueriez de remonter certaines résonances fondamentales dans la zone de sensibilité maximale de l'oreille. Il faut, dans tous les cas, conserver

les mêmes volumes internes ainsi que les mêmes dimensions pour les baffles supports afin d'éviter tout phénomène de diffraction. Seule la profondeur globale de l'enceinte peut être augmentée pour compenser une perte de volume interne.

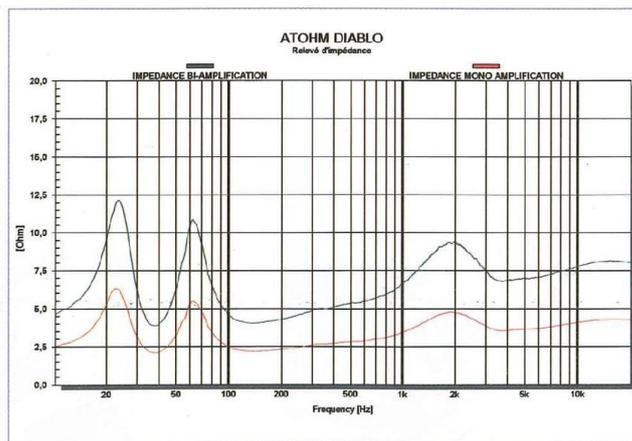
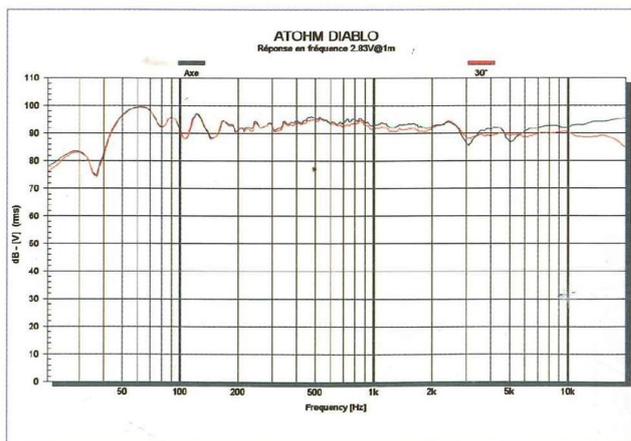
Il faut éviter d'augmenter l'épaisseur du baffle support à proximité des haut-parleurs. En effet, une cavité cylindrique trop longue à l'arrière des haut-parleurs entraîne des résonances parasites et des retours d'ondes. Ne jamais oublier qu'une membrane de haut-parleur est acoustiquement transparente et que l'on entendra tous les phénomènes générés à l'intérieur du coffret.

À ce sujet, l'amortissement interne est primordial et doit être vu avec la plus grande attention. Il faut utiliser, pour les cavités d'absorption laminaire (dans les coffrets supérieurs et inférieurs), du dacron de 25 mm d'épaisseur replié sur quatre cou-

ches. Les parois internes, à l'exception des faces avant, doivent être garnies de feutre recyclé de 15 à 20 mm d'épaisseur, collé ou agrafé.

Le dosage est affaire de compromis, il suffit d'écouter sur un bruit blanc, tel que celui qui règne comme souffle entre deux stations FM avec le muting hors service, pour se rendre compte instantanément de la présence de tonique de type « fond de tuyau », réflexions internes, sonorité canard ou main devant la bouche.

Pour le câblage interne, respecter impérativement les polarités, que ce soit à la sortie du filtre ou aux bornes des haut-parleurs. On a tout intérêt à repérer les câbles et connecteurs et à effectuer des contrôles de polarité, ceci durant l'assemblage et à la fin de celui-ci. Le câble fourni par Atohm Zef Speaker est vraiment de qualité, vous ne gagnerez rien à en changer si ce n'est une perte de définition et moins de tenue dans le grave.



Courbes amplitude fréquence. En noir, dans l'axe du kit Diablo. En rouge, à 30° dans le plan horizontal. On remarquera l'extrême linéarité du système, ainsi que sa directivité peu prononcée. Par contre, la disposition symétrique des haut-parleurs grave/médium limite la directivité dans le plan vertical et ainsi les réflexions parasites vers le sol et le plafond. Cela pour le plus grand bien de la stabilité de l'image stéréo et l'étalement des plans sonores en profondeur.

Courbes d'impédance en fonction de la configuration. En noir, en biamplication passive. En rouge, en monoamplification classique. Les circuits de compensation de lissage se révèlent efficaces. Cela favorisera le travail des amplificateurs qui ne risquent pas de se mettre « à genoux ». La sensibilité est élevée avec 93 dB pour 2,83 V à 1 m, gage d'une capacité dynamique hors du commun, d'une très faible distorsion, même à niveau élevé et surtout une précision d'analyse qui reste constante, aussi bien à faible qu'à fort niveau d'écoute.

Une écoute naturelle de très haute précision

Ces grandes colonnes se situent au sommet de la hiérarchie des enceintes pour écoute domestique, sans limitation de capacité dynamique, ni de tenue en puissance. Elles peuvent fonctionner soit en mono-amplification, soit en bi-amplification passive, chaque amplificateur alimentant une moitié de l'enceinte.

Dans cette dernière configuration, l'équilibre tonal est maintenu à tout volume sonore, ce qui est assez rare pour être souligné, tout en reculant certains phénomènes d'inter-modulation pour une plus grande clarté d'écoute, en particulier dans le haut du spectre.

Nous avons pu écouter les Diablo dans différentes pièces aux acoustiques plus ou moins claires, avec des temps vraiment différents de réverbérations. Il convient de remarquer que les Diablo sont beaucoup moins sensibles aux acoustiques de pièces que nombre d'enceintes traditionnelles par une diminution sensible des réflexions parasites au sol et au plafond. Cela, tout en maintenant une parfaite stabilité droite gauche et en profondeur de l'image stéréo.

Pour un système à haut-parleurs à rayonnement direct, la capacité dynamique surprend, avec des crêtes de niveau sans distorsion dignes de modèles de contrôle de studio.

De par leur rendement élevé et leur tenue en puissance de près de 1500 W en crête (!), les Diablo sont capables de reproduire les instruments à percussions (batterie, combo, etc.) avec un réalisme saisissant, procurant une image homothétique à la réalité. Leur équilibre tonal ne se modifie pas en fonction du niveau sonore.

Les Diablo font partie de ces rares systèmes capables de se faire oublier au profit d'une image stéréophonique en relief, même à faible volume sonore. Elles sont capables de transcrire correctement les rapports complexes entre sons directs et sons réfléchis des enregistrements. Aussi, ne faut-il pas s'étonner des grands changements dans la disposition spatiale d'un CD à l'autre, voire d'une plage à l'autre d'un même CD, étant donné les modifications d'une prise de son.

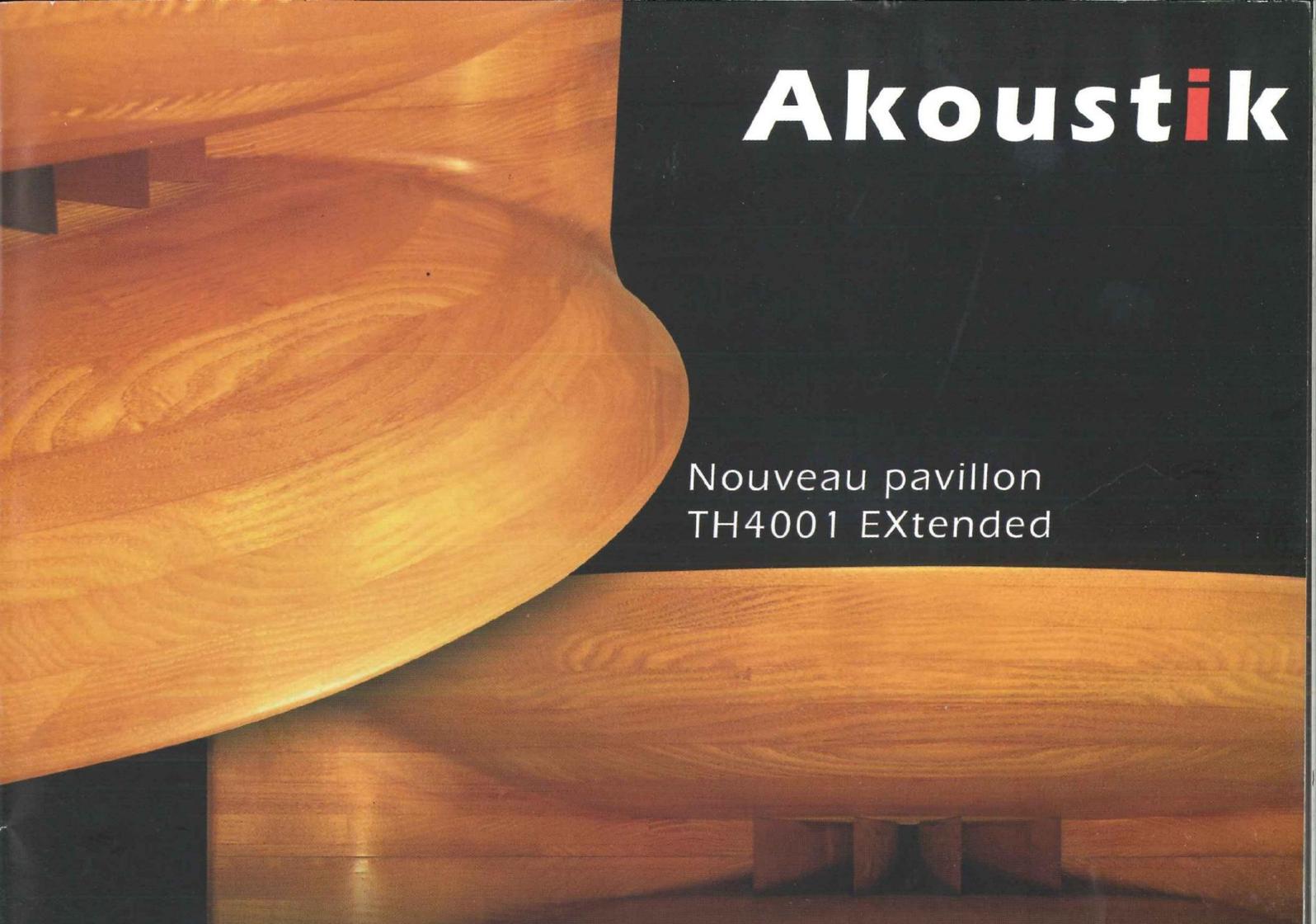
Le grave est tendu, ultra rapide sur les transitoires, avec une notion de puissance acoustique et de pression sonore « physique ». Le bas médium et le médium sont d'une transparence exemplaire et surtout totalement cohérents avec l'aigu, sans aucune

remontée agressive et toujours avec un sentiment de douceur, d'élégance et de distinction.

Les Diablo sont capables de restituer l'ampleur d'un piano de concert, le punch d'une guitare basse, les effets spatiaux de certains synthétiseurs, tout en marquant bien les différences de timbres entre des instruments à cordes.

Enfin, sur les voix féminines ou masculines, les Diablo ont ce caractère magique de restituer à bonne hauteur les tessitures complexes des timbres, sans accentuer les sifflantes et sans dureté passagère. Le kit Diablo demande beaucoup d'attention quant à sa réalisation, mais le résultat est à la hauteur des efforts déployés. On ne risque pas de changer un tel système du jour au lendemain. Il est fait pour durer car parfaitement adapté à toutes les sources, aussi bien du passé qu'actuelles (analogiques ou numériques), avec une rare distinction sonore.

Pour tout renseignement complémentaire, contacter :
Atohm, 2B chemin de Palente
25000 Besançon
Tél. : 03 81 47 91 01- www.atohm.com



Akoustik

Nouveau pavillon
TH4001 EXTended

TAD

IMPORTATION EXCLUSIVE

Gérald KAAS



www.Akoustik.fr

DEMONSTRATION SUR RENDEZ VOUS 01 43 98 22 00
35 Avenue Joffre 94160 Saint Mandé - Mail: akoustikparis@wanadoo.fr

ATOHM[®]

NOTRE BUT ULTIME... VOUS FAIRE VIBRER...

HAUT-PARLEURS & KITS



CABLES ET CONNECTIQUES



MODULES D'AMPLIFICATION



ENCEINTES, HAUT-PARLEURS & KITS DE PRESTIGE
CRÉATION THIERRY COMTE - FABRICATION WELCOHM TECHNOLOGY
28 CHEMIN DE PALENTE • 25000 BESANÇON (FRANCE)
TÉL. : 03 81 47 91 01 • FAX : 03 81 47 90 53



WWW.ATOHM.COM