

LOISIRS ELECTRONIQUES D'AUJOURD'HUI

N° 72

# Lead

COURS N°12 : CONNAISSANCE

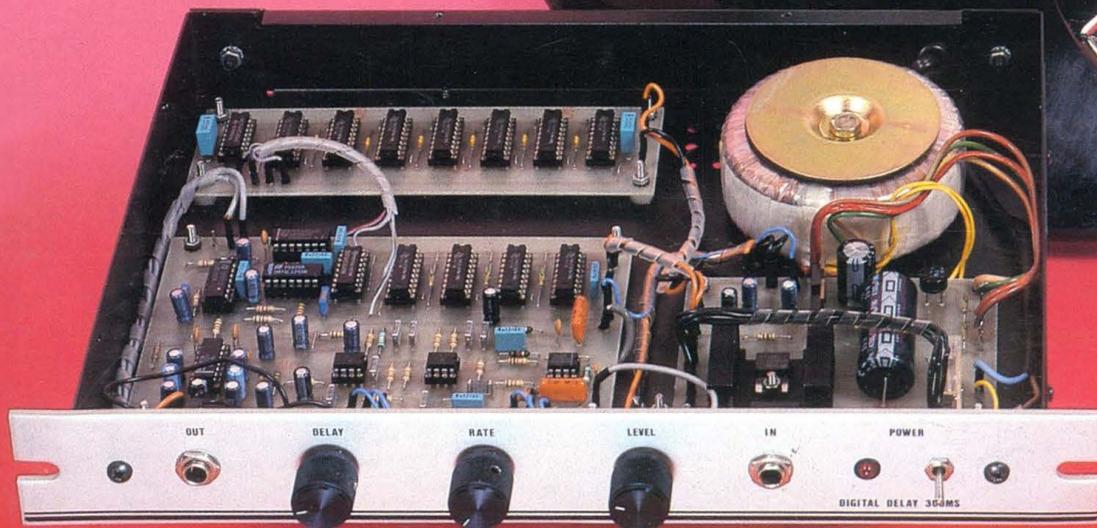
DE L'ELECTRONIQUE

CHAMBRE D'ECHO DIGITALE 300ms

TRACEUR DE CARACTERISTIQUES

POUR TRANSISTORS NPN, PNP, FET

COMPANDEURS NE570/571/572



M 1226 - 72 - 20,00 F



00720

# LES BONNES ADRESSES DE LED



LA PUCE 33

33

COMPOSANTS ELECTRONIQUES  
MICRO INFORMATIQUE

Ouvert du lundi au samedi de 9 h à 12 h et de 14 h à 19 h

11, rue de Guienne - 33000 BORDEAUX  
Tél. 56 44 93 44

## L R C

TOUS LES COMPOSANTS  
CHOIX - QUALITE - PRIX

### LYON RADIO COMPOSANTS

46, Quai Pierre Scize  
69009 LYON - Tél. 78.39.69.69

69

## COM Electronique

13

COMPOSANTS ACTIFS ET PASSIFS  
TOUS COFFRETS - KITS - OUTILLAGE - ALARMES

85, rue Liandier  
13008 Marseille  
Tél. 91 78 34 94

## A.D.G.2.P. ELECTRONIQUE

33

Vente de composants électroniques  
et micro-informatiques

327, av. de Verdun (Centre Commercial Saphir)  
33700 MERIGNAC

TEL. : 56.97.95.91

Telex : 541755 ATTN ADG2P  
Télécopie : 56.97.53.36

Samedi de 9 h à 12 h et Lundi de 14 h à 19 h  
Ouvert du Mardi au Vendredi de 9 h à 12 h et de 14 h à 19 h

## NOUVEAU A LYON

69

### SVE ELECTRONIC

Le service n° 1 à Lyon

60, cours de la Liberté, 69003 LYON  
Tél. 78 71 75 66

Composants actifs, passifs,  
Mesures, librairie, coffrets etc...

Tirage de circuits imprimés **GRATUIT** aux étudiants sous 24 h  
Tarifs spéciaux aux écoles et entreprises

OUVERTURE  
D'UN  
AUDITORIUM

## Electron = Shop

63

COMPOSANTS KITS EMETTEURS - RECEPTEURS  
DETECTEURS DE METAUX ANTENNES ET ACCESSOIRES  
SONORISATION HP

20, 23, avenue de la République

63100 CLERMONT-FERRAND  
Tél. : 73.92.73.11 / 73.90.99.93

## Nice HIFI DIFFUSION

COMPOSANTS ELECTRONIQUES - CONNECTIQUE INFORMATIQUE  
KITS - SONO - MESURE - OUTILLAGE - MAINTENANCE

19, rue Tonduti de l'Escarène 06000 NICE  
Tél. : 93.80.50.50

06

## IMPRELEC

B.P. n° 5  
74550 PERRIGNIER  
Tél. : 50.72.46.26

74

Fabrication de circuits imprimés simple et double face,  
à l'unité ou en série. Métallisation par œillets.  
Qualité professionnelle.

## ORMELEC

69

30, cours Emile Zola 69100 Villeurbanne  
**PLUS DE 500 KITS DISPONIBLES**

Composants électroniques, H.P., boîtiers  
Tout pour la réalisation de vos circuits imprimés  
Livres techniques

Ouvert également le lundi après-midi. Tél. 78.52.82.00

## INDEX DES ANNONCEURS

ADS, p. 68. ADG 2P, p. 2. ALSAKIT, p. 33. CHELLES ELECTRONIQUE, p. 7. COM ELECTRONIQUE, p. 2. DAVIS, p. 33. EDITIONS FREQUENCES, p. 20-21-55. EDITIONS PERIODES, p. 67. ELEN, p. 55. ELECTRON SHOP, p. 2. HP SYSTEMES, p. 55. ICS, p. 66. IMPRELEC, p. 2. ISKRA, p. 67. LA PUCE 33, p. 2. LRC, p. 2. MABEL, p. 6. NICE HIFI DIFFUSION, p. 2. ORMELEC, p. 2. PERLOR, p. 19. SAINT QUENTIN RADIO, p. 19. SCOPE, p. 59. SVE, p. 2. TECTRONIC, p. 19. VISATON, p. 65.

# Led

**Société éditrice :**  
**Editions Périodes**  
 Siège social :  
 1, bd Ney, 75018 Paris  
 Tél. : (1) 42.38.80.88  
 SARL au capital de 51 000 F  
 Directeur de la publication :  
 Bernard Duval

**LED**  
 Mensuel : 20 F  
 Commission paritaire : 64949  
 Locataire-gérant :  
 Editions Fréquences  
 Tous droits de reproduction réservés  
 textes et photos pour tous pays  
 LED est une marque déposée  
 ISSN 0753-7409

Services **Rédaction-  
 Abonnements** :  
 (1) 42.38.80.88 poste 7315  
 1 bd Ney, 75018 Paris

**Rédaction**  
 Ont collaboré à ce numéro :  
 M. Matoré, M. Fernand Estèves,  
 M. Bernard Dalstein, M. Gabriel  
 Kossman, M. G. Lavertu.

**Publicité**  
 (1) 42.38.80.88 poste 7314

**Abonnements**  
 10 numéros par an  
 France : 160 F  
 Etranger : 240 F

**Petites annonces gratuites**  
 Les petites annonces sont  
 publiées sous la responsabilité de  
 l'annonceur et ne peuvent se  
 référer qu'aux cas suivants :  
 - offres et demandes d'emplois  
 - offres, demandes et échanges  
 de matériels uniquement  
 d'occasion  
 - offres de service

**Réalisation**  
**Dessins et montage**  
 M. Thierry Pasquier  
**Composition**  
 Edi'Systèmes - Paris  
**Photogravure**  
 Sociétés PRS/PSC - Paris  
**Impression**  
 Berger-Levrault - Nancy

## 4

### LED VOUS INFORME

L'actualité du monde de l'électronique, les produits nouveaux.

## 8

### TABLE DES MATIERES DE L'ANNEE 89 (Led n°s 63 à 71)

## 10

### LA CONNAISSANCE DE L'ELECTRONIQUE (COURS N° 12)

Les connaissances que vous avez acquises vous permettent d'aborder l'étude, suivie de la construction d'alimentations stabilisées mettant en œuvre des circuits intégrés régulateurs. C'est ce que vous allez faire...

## 22

### EN SAVOIR PLUS SUR LES COMPANDEURS NE 570 / 571 / 572 DE RTC

La compression-expansion représente actuellement la technique la plus efficace de réduction de bruit dans les lignes à retard ou les bandes magnétiques. RTC propose aux concepteurs des cellules intégrées de contrôle de gain. Les NE 570 et 571 sont une version bon marché

de ces composants, le NE 572 en étant un modèle plus sophistiqué. Ils peuvent servir de base à une foule d'applications avec seulement une poignée de composants externes.

Au travers d'applications pratiques, nous étudierons les NE 570 et NE 571 pour aboutir enfin au NE 572 qui présente des particularités très satisfaisantes.

## 34

### CHAMBRE D'ECHO DIGITAL 300 ms

Voici enfin la réalisation que tous les musiciens attendaient avec impatience : un écho digital d'un prix de revient inférieur aux produits vendus dans le commerce spécialisé. Son extension mémoire permet de disposer d'un retard total de 300 ms environ, la présence d'un réducteur de bruit dynamique limitant considérablement le bruit de fond.

## 46

### TRACEUR DE CARACTERISTIQUES POUR TRANSISTORS

Le principe est assez simple, on impose un courant ou une tension en escalier sur la base du transistor bipolaire testé et, simultanément, une rampe de tension sur la résistance de collecteur de ce même transistor. Un oscilloscope est utilisé en X-Y, l'entrée horizontale étant reliée au collecteur et l'entrée verticale à un soustracteur fournissant une tension  $1/2 R_c I_c$ .

Le principe est le même pour les transistors à effet de champ.

## 56

### STROBOSCOPE

Une lampe, couramment appelée "Tube à éclats" produit des flashes lumineux à une fréquence qui peut être réglée de 1 à 10 éclairs par seconde.

Chaque allumage du tube à éclats illumine la scène, observée à proximité du stroboscope. Chaque mouvement de la scène est décomposé, ce qui donne un effet assez spectaculaire.

## 60

### ENCEINTE ETON EN KIT. LA VELOCE 110

Deux haut-parleurs équipent ce kit : un boomer-médium de 185 mm de diamètre chargé en bass-reflex et un tweeter à dôme.

Les dimensions de 83 x 31 x 23 cm permettent une intégration aisée dans les petits intérieurs.

Les qualités principales de ce kit s'expriment en quelques mots : puissance, dynamique extraordinaire, précision, clarté, respect des timbres.

## 65

### SERVICE CIRCUITS IMPRIMES

Ce service permet aux lecteurs de Led d'obtenir les circuits imprimés gravés, percés ou non, en en faisant la demande auprès de la Rédaction.

## LA CDA 2900

Toutes les fonctions nécessaires aux professionnels de l'électricité. La CDA 2900 offre l'étendue des fonctions d'un multimètre : jusqu'à 600 A $\sim$ , 750 V $\sim$ , 1 000 V $\_$ , 20 k $\Omega$  et 2 kHz. Elle dispose aussi du test sonore de continuité et test diode, et des fonctions Valeur Maxi et Memorisation.

**Mesures jusqu'à 600 A alternatif sans ouvrir les circuits : confort, rapidité et sûreté d'emploi !** Sélectionner le calibre, fermer la pince autour du conducteur et mémoriser la mesure si nécessaire.

La CDA 2900 permet également de mémoriser les pointes d'intensité ou de tensions (fonction : Valeur Maxi), pour les démarrages moteur par exemple.

### Caractéristiques générales

La lecture s'effectue sur un afficheur numérique 2000 points à cristaux liquides (10 mm de hauteur).

Tous les calibres et fonctions sont affichés automatiquement. Un commutateur rotatif sélectionne l'ensemble des calibres (y compris position Arrêt-Off) et deux poussoirs assurent les fonctions Memorisation (HOLD) et Valeur Maxi (PEAK).

Une pile 9 V standard assure l'alimentation.

### Offre exceptionnelle de lancement

CDA propose la pince CDA 2900 livrée dans sa sacoche de transport au prix de 890 F HT.

CDA 5, rue du Square Carpeaux  
75018 Paris. Tél. (1) 46.27.52.50.



*Vous aimez l'Electronique...  
la Radioelectricité...  
Vous voudriez faire partager  
votre passion à des Jeunes...*

## DEVENEZ ANIMATEUR TECHNICIEN

Une formation spécifique  
vous préparera en 1990 au

## BEATEP

Option : Activités Scientifiques et Techniques  
(Brevet d'Etat d'Animateur Technicien  
de l'Education Populaire)

Créé et géré par le  
Ministère de la Jeunesse et des Sports

**Renseignements :** Direction Régionale de la Jeunesse  
et des Sports 7 avenue Général Leclerc  
13331 MARSEILLE - Tél. 91.50.22.23 postes 45 et 46

## FI 8102 : GENERATEUR DE FONCTIONS

Française d'Instrumentation commercialise un nouveau générateur de fonctions référence FI 8102.

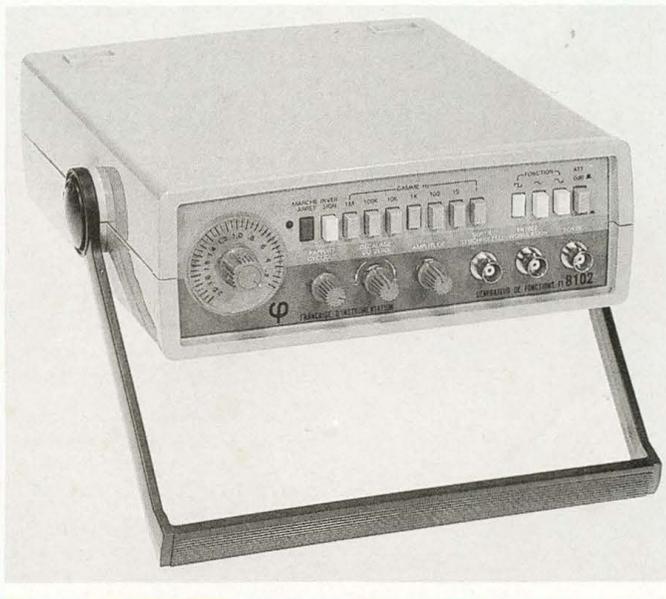
Celui-ci délivre des signaux compris entre 0,1 Hz et 2 MHz (sinus, triangle, carré, TTL, rampe).

Il possède une sortie 50  $\Omega$  et un atténuateur 30 dB.

Cet appareil possède une entrée vobulation et une fonction d'inversion.

Le réglage de la composante continue est possible entre + et -10 V, et le rapport cyclique entre 20 et 80 %.

Française d'Instrumentation 1,  
rue Eugène Piat 10000 Troyes.  
Tél. 25.78.15.55.



## HAUT-PARLEURS

### McKENZIE

Depuis le dernier salon de la sono, la société Monacor France distribue les haut-parleurs McKenzie, connus et appréciés de tous pour leur qualité.

Alliage de précision, de composants modernes et de fiabilité, les haut-parleurs McKenzie offrent une qualité et une puissance au top niveau. Ils permettent à leurs utilisateurs de bénéficier des tous derniers acquis technologiques dans le domaine et ce, pour un prix raisonnable.

Les haut-parleurs McKenzie sont utilisables aussi bien pour la scène, le studio, les discothèques que pour la sonorisation de

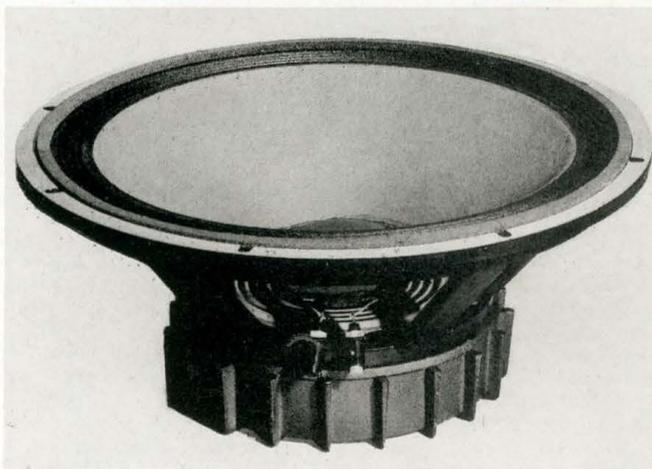
salles de toute sorte.

De nouvelles techniques de production associées à une assistance informatique et à l'utilisation de composants modernes ont permis de construire des haut-parleurs particulièrement performants.

Les châssis des 38 et 46 cm sont dorénavant en aluminium moulé. Le perçage central des aimants et l'utilisation des supports de bobines mobiles en "kapton" ont permis d'améliorer de façon conséquente la compensation de pression, la dissipation thermique, la tenue en puissance et la fiabilité.

Avec, comme souci majeur, l'amélioration de la qualité, cette nouvelle gamme devrait satisfaire les plus exigeants.

Pour plus de renseignements,



contacter : Monacor France,  
Groupe SODEL S.A. 32340 Mira-

doux. Tél. (1) 62.28.67.83. Téléx  
521185. Fax (1) 62.28.61.05.

Dès janvier 1990, le prix de l'abonnement à Led passera de 160 F à 180 F pour la France et de 240 F à 260 F pour l'Étranger.

Le prix de l'abonnement à notre revue est resté inchangé depuis le n° 36 (Led de mars 1986).

Profitez donc de ce dernier bulletin d'abonnement aux anciennes conditions et faites ainsi l'économie de deux numéros dans l'année à laquelle s'ajouteront deux entrées gratuites pour le Forum du Kit Audio 1990.

# ABONNEZ-VOUS A

ECONOMISEZ LE PRIX  
DE DEUX NUMEROS

# Led

Je désire m'abonner à **LED** (10 n<sup>os</sup> par an).

France : 160 F - Etranger\* : 240 F.

NOM .....

PRENOM .....

N° ..... RUE .....

CODE POSTAL ..... VILLE .....

\* Pour les expéditions « par avion » à l'étranger, ajoutez 60 F au montant de votre abonnement.

Ci-joint mon règlement par :  chèque bancaire  C.C.P.  mandat

Le premier numéro que je désire recevoir est : N° .....

EDITIONS PERIODES 1, boulevard Ney 75018 PARIS - Tél. : 42.38.80.88 poste 7315

Les Magasins KING Electronic et MABEL Electronique sont ouverts de 9 h à 19 h sans interruption - Le samedi de 9 h à 18 h. - Fermés le dimanche

### SELECTION KITS

**ALARME ANTIVOL**

Antivol de maison.....	80 F
Antivol pour auto.....	88 F
Temporisateur d'alarme.....	80 F
Antivol à ultrasons.....	152 F
Antivol de villa.....	128 F
Sirène américaine.....	80 F
Radar hyperfréquence.....	360 F

**MESURE**

Alimentation réglable	
1 à 12V - 0,3A.....	80 F
Détecteur universel 5 fonctions.....	72 F
Convertisseur 6/12V - 2A.....	136 F
Voltmètre digital 0 à 999V.....	144 F
Capacimètre digital	
1pf à 9 999uf.....	176 F
Alimentation digitale	
3 à 24V - 2A.....	224 F
Fréquencemètre	
30Hz à 50MHZ.....	360 F
Alimentation régulée	
1,5V à 35V 1A.....	83 F
Fréquencemètre digital	
0 à 1GHZ.....	750 F

**BF**

Amplificateur BF 2W.....	* 40 F
Ampli BF 2x15W ou 1x30W.....	*128 F
Table de mixage stéréo	
2x6 entrées.....	*208 F
Ampli-préampli-correcteur	
15W.....	*112 F
Préampli-correcteur 5 entrées.....	*112 F
Amplificateur guitare 80W.....	*312 F

**ÉMISSION-RÉCEPTION**

Récepteur FM 88 à 104MHz.....	*128 F
Ampli d'antenne	
1MHz à 1000MHz - 20db.....	88 F
Récepteur onde moyenne.....	55 F
Emetteur FM 5W.....	200 F

\* T.V.A. : 25 %

**JEUX DE LUMIÈRE**

Modulateur de lumière 3 voies	
+ 1 inversé.....	80 F
Modulateur de lumière 3 voies	
+ micro.....	96 F
Gradateur de lumière.....	32 F
Chenillard 4 voies.....	96 F
Stroboscope 40 joules.....	96 F
Modulateur micro/chenillard 4 voies.....	144 F
Gradateur à touch-control.....	96 F
Modulateur 3 voies pour auto.....	80 F
Chenillard multiprog 8 voies - 2 048	
fonct.....	320 F
Chenillard 8 voies.....	128 F
Stroboscope miniature.....	30 F
Stroboscope 300 joules.....	225 F

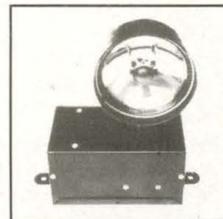
**CONFORT**

Serrure codée.....	96 F
Télécommande secteur.....	136 F
Clap interrupteur.....	72 F
Interphone moto.....	128 F
Variateur de vitesse 6/12V.....	80 F
Thermomètre digital 0 à 99°C.....	144 F
Thermostat digital 0 à 99°C.....	168 F
Carillon 24 airs.....	128 F
Interrupteur crépusculaire.....	80 F
Programmateu domestique.....	400 F
Télécommande 27MHz codée.....	256 F
Barrière/télécommande	
à ultrasons.....	128 F
Variateur de vitesse 220V - 1.000W.....	80 F
Allumage élec. à décharge capacitive.....	216 F
Compte-tour digital.....	120 F
Barrière/télécommande	
à infrarouges.....	160 F
Thermomètre digital négatif	
-50 à +9°C.....	160 F
Temporisateur digital 0 à 999 s.....	200 F
Batterie électronique.....	120 F
Chien électronique.....	295 F
Timer universelle 0 à 15mn.....	99 F
Attente musicale téléphonique.....	88 F
Pile ou face électronique.....	45 F

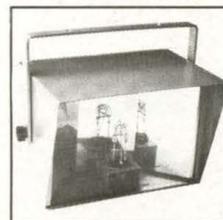
Spot couleur 60W, 8 couleurs,  
 à l'unité..... 15 F  
 Les 10..... 120 F  
 Projecteur PAR 56 sans lampe.... 180 F  
 Projecteur PAR 64 sans lampe.... 250 F



Rayon balladeur 180°  
 sans lampe..... 190 F



**Strobo professionnel 300 joules**  
 300 plus..... 720 F  
 500 plus  
 avec télécommande externe..... 890 F



Projecteur balladeur RB100 180°  
 64 faisceaux lumineux..... 790 F



Kits - jeux lumière - composants - mesure - circuits imprimés

Etude et réalisation de circuit imprimé implantation par CAO.  
 Réalisation de proto avec Mylar ou calque, délai 30 mn.  
 Avec photocopie ou revue, délai 72 h.

pièces détachées - S.A.V. - T.V. - HiFi - Vidéo - accessoires - sono - haut parleur

## FRANCE KIT

<b>Chenillard 2000 programmes</b> 8 sorties 600 W, complet en kit, avec boîtier métallique sérigraphié bouton prises de sortie.....	460 F
Version montée.....	550 F
<b>Modulateur micro</b> : 3 voies, filtre sélectif de tonalité complet en kit avec boîtier métallique, sérigraphie bouton prise de sortie.....	155 F
Version montée.....	255 F
<b>Modulateur chenillard</b> 4 voies réglage de vitesse et de sensibilité, complet en kit avec boîtier métallique sérigraphié bouton prises de sortie.....	215 F
Version montée.....	320 F
<b>Ondulateur quadrichromique</b> 4 voies, complet en kit avec boîtier sérigraphié, prises de sortie bouton.....	440 F
Version montée.....	550 F



Nous acceptons les Bons de la Semeuse

VISA N° \_\_\_\_\_  
 Date d'expiration \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

# CHELLES ELECTRONIQUES 77

16, av. du Maréchal Foch 77500 Chelles - Tél. 64.26.38.07  
Télécopieur 60.08.00.33

Ouvert du mardi au samedi  
de 9 h 30 à 12 h 15 et de 14 h 30 à 19 h

Nous acceptons les bons de l'Administration, conditions spéciales aux écoles,  
centres de formation, clubs d'électronique, etc. **Pas de catalogue**



**CHELLES ELECTRONIQUES**  
s'agrandit pour mieux  
vous servir et s'installe encore  
plus près de la gare au  
**16, avenue Foch**

## Beckman Industrial™



Oscilloscopes  
9020 : 2 x 20 MHz  
● Double trace  
● Ligne à retard  
Prix TTC : 3 850 F



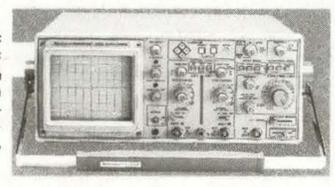
Générateurs de  
fonctions FG2  
● Signaux sinus, carrés,  
triangle, pulses  
● de 0,2 Hz à 2 MHz en 7  
gammes  
● 0,5 % de précision  
● Entrée UCF  
Prix TTC : 1 978 F

## Beckman

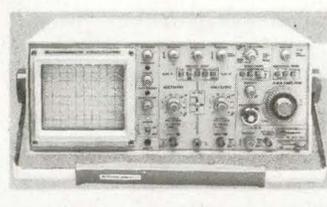


9102 (2x20 MHz) ..... 5190 F  
9104 (2x40 MHz) ..... 6740 F  
- sensibilité maximum : 1 mV (x5)  
- double base de temps avec balayage retardé  
ajustable continûment.  
- déclenchement AC, AC-LF, TV, DC.

9202 (2x20 MHz) ..... 6190 F  
9204 (2x40 MHz) ..... 7740 F  
mêmes caractéristiques générales que le  
9102, doté en plus de l'affichage numérique  
des paramètres du signal à l'écran avec sélection  
par curseurs. Grandeurs affichées : ten-  
sion, temps, fréquence, rapport cyclique,  
phase.



9106 (3x60 MHz) ..... 9180 F  
- sensibilité maximum : 1 mV (x5)  
- double base de temps (50 ms à 0,5 s/div en  
base de temps A) avec balayage retardé conti-  
nûment ajustable.  
- Commande de séparation des voies X qui  
autorise l'affichage de huit traces à l'écran,  
l'entrée externe considérée comme canal  
d'entrée.



## MANUDAX

Une gamme  
qui marque  
des points



Série 3600  
2 000 points  
3650 fréquencesmètre  
et capacimètre  
Prix TTC : 690 F  
3650B Bar-graph  
Prix TTC : 799 F



Série 4600  
20 000 points  
4650 fréquence-  
mètre  
Prix TTC : 1 070 F

M 80  
4 000 points

Le M80 possède un dis-  
play de 42 mm avec un  
afficheur exceptionnel  
de 21 mm. Communica-  
tion des fonctions par  
poussoirs. Calibrage  
automatique. Boîtier  
antichocs.



Prix TTC : 595 F

CONDITIONS DE VENTE : MINIMUM D'ENVOI 100 F.  
PAR CORRESPONDANCE : REGLEMENT A LA COMMANDE PAR CHÈQUE OU MANDAT-LETTRE, AJOUTER LE FORFAIT DE PORT ET D'EMBALLAGE : 40 F.  
CONTRE-REMBOURSEMENT : 55 F. AU DESSUS DE 3 KG (OSCILLOSCOPE, ALIMENTATION) EXPEDITION PAR LA SERNAM. PORT : 100 F.

**PAS DE CATALOGUE**

NOM \_\_\_\_\_  
ADRESSE \_\_\_\_\_

Lecl

## N° 63

Rubriques	Page
Led vous informe	4
La connaissance de l'électronique (cours n°3)	8
Thermomètre à diodes électroluminescentes	14
En savoir plus sur les réducteurs de bruit (2 <sup>e</sup> partie)	22
Labo de mesures audio (1 <sup>re</sup> partie)	28
Retour sur Progeprom Est 02	40
Mise à feu électronique	46
Enceinte Davis. La MV5	54
Les petites annonces gratuites	60
Service circuits imprimés	66

## N° 64

Rubriques	Page
La connaissance de l'électronique (cours n°4)	4
Led vous informe	8
Générateur de bruit rose numérique	12
Mini-labo audio (2 <sup>e</sup> partie)	18
Centrale d'alarme	32
Les mots croisés de l'électronicien	43
Les petites annonces gratuites	44
Micro-déclencheur universel	46
Service circuits imprimés	50

## N° 65

Rubriques	Page
Led vous informe	4

La connaissance de l'électronique (cours n°5)	6
Les petites annonces gratuites	13
Mémoire statique autonome 64 koctets	14
Mini-labo audio (3 <sup>e</sup> et dernière partie)	24
Enceinte Focal 233	38
Testeur de nervosité	47
Les mots croisés de l'électronicien	48
Service circuits imprimés	50

## N° 66

Rubriques	Page
La connaissance de l'électronique (cours n°6)	6
Badge lumineux	18
Préamplificateur audio	20
Interrupteur sonore	34
Chargeur de batteries professionnel 12 V - 0 A à 15 A	38
Les mots croisés de l'électronicien	48
Service circuits imprimés	50

## N° 67

Rubriques	Page
La connaissance de l'électronique (cours n°7)	6
Ampli téléphonique	14
Modulateur 3 voies	18
Préamplificateur audio (2 <sup>e</sup> partie)	22
Enceinte C.A.F. Le kit "Model 5 Sphinx"	28
Un dé parlant	38
Les mots croisés de l'électronicien	46

# les rubriques LED 1989 des n<sup>os</sup> 63 à 71

Chargeur de batteries (2 <sup>e</sup> partie)	48
Service circuits imprimés	50

## N° 68

### Rubriques

	Page
La connaissance de l'électronique (cours n°8)	4
Préamplificateur audio (3 <sup>e</sup> partie)	14
Minuterie programmable	24
Détecteur de passage à infra-rouge	32
Chenillard programmable	38
Service circuits imprimés (voir n° 69)	

## N° 69

### Rubriques

	Page
Les EPROM et la programmation de la 2716	4
La connaissance de l'électronique (cours n°9)	12
Allumage électronique	20
Chenillard programmable (2 <sup>e</sup> partie)	26
Enceinte Davis MV4	32
Doubleur de canaux pour oscilloscope	38
Diviseur de fréquence pour fréquencemètre	44
Service circuits imprimés (n <sup>os</sup> 68 et 69)	50

## N° 70

### Rubriques

	Page
Plan des salons du Forum du Kit Audio 89	4

La connaissance de l'électronique (cours n°10)	9
Boule électronique	18
Amplificateur pure classe A de 2 x 35 Weff	24
Prix André Charlin	38
Réalisation d'une enceinte Dynaudio	40
Réalisation d'une enceinte Focal	46
Réalisation d'un ensemble triphonique	
HP Systèmes	50
Réalisation d'une enceinte Visaton	56
Réalisation d'une enceinte SEAS	60
Réalisation d'une enceinte C.A.F.	66
Réalisation d'un ensemble triphonique	
Audio-Dynamique	74
Réalisation d'une enceinte Davis	80
Préamplificateur audio (4 <sup>e</sup> partie)	84
Préamplificateur différentiel	92
Service circuits imprimés	98

## N° 71

### Rubriques

	Page
Led vous informe	4
La connaissance de l'électronique (cours n°11)	6
Préamplificateur audio (5 <sup>e</sup> partie)	14
Compte rendu du 3 <sup>e</sup> Forum du Kit Audio 89	20
Amplificateur pure classe A de 2 x 35 Weff (2 <sup>e</sup> partie)	26
Serrure codée performante	28
Compteur universel	42
Service circuits imprimés	50

## La connaissance de l'électronique

Les connaissances que nous avons acquises au long du chemin parcouru ensemble nous permettent d'aborder l'étude, suivie de la construction d'alimentations stabilisées mettant en œuvre des circuits intégrés régulateurs. C'est ce que nous allons faire...

### STABILISATION

Nos montages électroniques exigent d'être alimentés sous tension continue. Les alimentations-secteur sont les systèmes transformant la tension alternative du secteur qui nous dessert en tension continue.

Nous avons étudié le redressement de tension alternative mono-alternance et bi-alternance (Led n° 70 d'octobre 89). Nous avons pu juger du rôle essentiel joué par le condensateur de filtrage dans l'atténuation de la pulsation de la tension seulement redressée. L'ondulation résiduelle subsistant après le filtrage ne doit pas gêner le fonctionnement de nos montages. Trop importante, elle se traduit acoustiquement par un ronflement insupportable, inacceptable, dans les haut-parleurs de tout système de reproduction sonore. Cette même résiduelle altère l'image sur l'écran d'un récepteur de télévision, sous la forme de bandes sombres...

Il convient donc de limiter au plus bas niveau compatible cette tension de ronflement résiduelle, l'obligation est connue de tous les praticiens.

Il faut se dire également que l'intensité du courant consommé par nos montages est variable et influe sur la tension de sortie des alimentations. Comme tout dipôle actif qu'elles sont, les alimentations – ce sont des générateurs – voient leur tension de sortie diminuer selon l'accroissement du courant qu'elles débitent pour alimenter les montages (Led n° 65 de mars 89). Or, les montages supportent mal les fluctuations de leur tension d'alimentation et les effets cumulatifs de ces phénomènes interdépendants conduisent les électroniciens à réaliser des alimentations stabilisées, dont

la tension de sortie ne varie pas, rendue indépendante des variations de l'intensité du courant débité, dans de très larges mesures...

Nous passons donc à l'étude des alimentations réalisées à l'aide de circuits intégrés régulateurs. Nous allons apprendre à déterminer, par un calcul fort simple, les caractéristiques des composants à associer aux régulateurs et nous construirons ces alimentations si utiles.

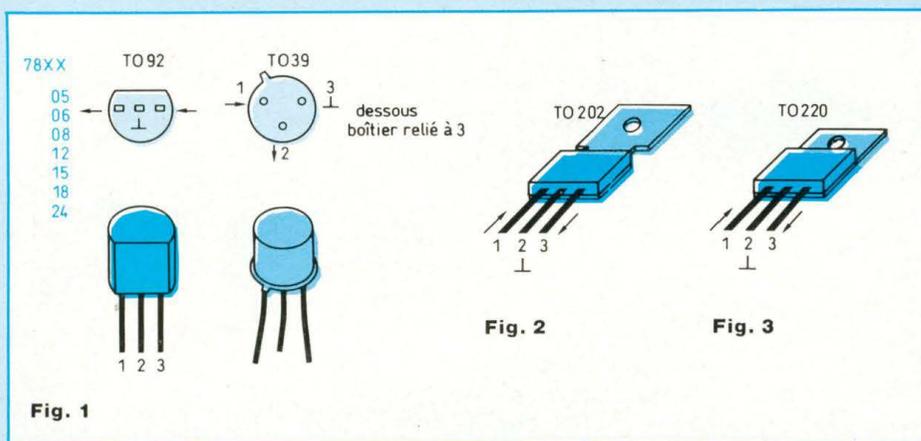
L'étude des transistors, que nous allons aborder incessamment, ne se conçoit pas sans le concours d'une alimentation à tension variable, celle des amplificateurs opérationnels nécessite une alimentation double.

La connaissance des transistors et des amplificateurs opérationnels nous vaudra de maîtriser de façon plus vaste encore la régulation de tension et d'étendre à volonté les performances de nos alimentations, les dotant de la possibilité de délivrer des courants d'intensités considérables...

La possession de l'électronique, comme celle de n'importe quelle discipline scientifique ou mathématique, se fait par l'acquisition continue de connaissances se complétant sans cesse, dans une progression méthodique, sans dispersion, en suivant le chemin tracé. Ayez la patience !

### CIRCUITS INTEGRES REGULATEURS

Ne manquons pas de souligner les efforts réellement exceptionnels que les techniciens ont déployés pour, finalement, mettre à notre disposition une variété aussi étendue de régulateurs, sous cette forme de circuits intégrés si peu exigeants quant à la quantité de composants à leur asso-



à l'aide de la lame isolée d'un tournevis.

Si nous substituons un potentiomètre (Led n° 62) à la résistance ajustable en question, nous conférons à notre alimentation une souplesse de réglage aussi agréable que commode, par intervention manuelle directe sur l'axe rotatif du potentiomètre. Aussi, sans vouloir jouer sur les mots pour le plaisir, nous qualifions d'**alimentation à tension variable** un système ainsi équipé d'un potentiomètre facilitant le réglage.

Il va sans dire que les tensions de sortie ajustables ou variables délivrées par nos alimentations peuvent être tout aussi bien positives que négatives, en fonction du choix du type de régulateur utilisé.

Faisons connaissance, pour commencer, avec les régulateurs de tension fixe.

### 78 XX ET 79 XX

Les régulateurs intégrés de la famille 78 XX délivrent une tension stabilisée positive dont la valeur est indiquée par le nombre constitué des deux chiffres XX. Le 7805 délivre une tension de +5 volts, le 7818 une tension de 18 volts.

Les régulateurs 79 XX délivrent, eux, une tension fixe négative, de valeur -XX. Le 7912 délivre -12 volts.

Pour chacun des types 78 XX et 79 XX, il existe plusieurs variantes, se différenciant par l'intensité du courant susceptible d'être fourni par le régulateur et aussi par la tolérance de la précision de la tension délivrée.

Les boîtiers des régulateurs sont absolument identiques à ceux des transistors classiques, ils sont dimensionnellement adaptés à la puissance dissipable dans les régulateurs, nous verrons tout cela.

Nous rencontrerons ainsi des régulateurs sous boîtiers en plastique ou métalliques (aluminium ou autre) des types TO 92, TO 39, TO 202, TO 220, TO 3 (figures 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8).

ciér pour réaliser nos alimentations. Dans de petits boîtiers identiques à ceux de transistors classiques sont encapsulées des merveilles de technologie. Réalisés en technique d'intégration, ces ensembles organisés, miniaturisés, ne comptent pas moins d'une trentaine de transistors divers, souvent beaucoup plus, des diodes, des résistances, etc. Les électrodes sont les fils de connexion accédant aux organes sensibles des régulateurs intégrés.

### TENSION DE SORTIE

Il existe deux besoins en matière de tension de sortie des alimentations : **tension positive** et **tension négative**. Explicitons :

L'utilité d'une alimentation à tension positive, dont l'idée vient immédiatement à l'esprit, est de disposer avantageusement à tout moment d'un système remplaçant la ou les piles dont nous nous servons pour nos manipulations sur la boîte à connexions (notre planche à trous !). De plus, une telle alimentation autorise le fonctionnement, à la maison, à partir du secteur, de nos appareils portables tels que récepteurs radio, magnétophones, magnétoscopes et autres compagnons familiers, nous faisant réaliser par là même une substantielle économie de piles...

L'alimentation à tension négative est

l'homologue de la précédente, sa réplique opposée, elle est indispensable au fonctionnement des montages comportant des amplificateurs opérationnels (les amplis op). Ces composants spéciaux exigent en effet des alimentations doubles, du genre +15 volts, zéro volt, -15 volts, c'est un exemple classique. Les tensions positive et négative délivrées par les alimentations doubles doivent être égales (en valeur absolue) et complémentaires, évidemment bien stables. Nous leur ferons jouer les rôles qui leur sont impartis, dont l'importance parlera d'elle-même.

### TENSIONS AJUSTABLES ET VARIABLES

Très souvent, dans la pratique, il se révélera appréciable de disposer d'une alimentation dont la tension de sortie puisse occuper une valeur ajustable, c'est-à-dire modifiable à volonté, à la demande. Construite autour d'un **régulateur de tension ajustable**, une telle alimentation sera dotée d'un organe de réglage, en la personne d'une résistance ajustable, dont nous avons déjà fait la connaissance (Led n° 62 de décembre 88).

La tension de sortie d'une telle alimentation est ajustable à la valeur désirée, par l'intervention sur la position du curseur rotatif de la résistance ajustable,

# La connaissance de l'électronique

## CODIFICATION DES REGULATEURS 78 XX ET 79 XX

Le nombre-clé XX, qui désigne la valeur de la tension nominale, est toujours indiqué en clair. Lettres ou chiffres complémentaires permettent d'identifier le fabricant (M pour Motorola, LM pour National Semiconductors, etc.). Il convient de se référer au catalogue des fiches techniques, que détient tout revendeur de composants, pour obtenir tous renseignements sur les caractéristiques spécifiques, complètes et précises d'un produit.

Le boîtier nous renseigne sur les possibilités du régulateur.

### 78 XX

- Boîtier plastique TO 92 ou métallique TO 39 (figure 1). Intensité maximale du courant délivré : 100 milliampères.
- Boîtier plastique TO 202 (figure 2). Intensité maximale : 500 mA.
- Boîtier plastique TO 220 (figure 3). Intensité maximale : 1 ampère garanti, voire 1,5 A.
- Boîtier aluminium TO 3 (figure 4). Intensité maximale : 3 A.

## CARACTERISTIQUES GENERALES COMMUNES

- Tolérance de précision :  $\pm 5\%$  de la tension nominale XX, dans toute la plage de température admissible par le régulateur.
- Autolimitation de l'intensité : maintien de l'intensité du courant délivré en dessous de la valeur au-delà de laquelle la température de jonction deviendrait dangereuse ( $125^\circ\text{C}$ ), c'est la **protection thermique contre les surcharges**.

A la condition d'un bon refroidissement, par dissipateur approprié, les performances de ces régulateurs sont extraordinaires.

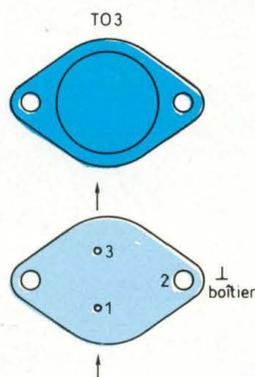


Fig. 4

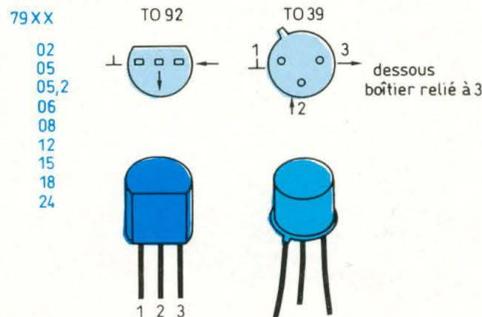


Fig. 5

- Limitation interne du courant de court-circuit.

### 79 XX

Les régulateurs de la série 79 sont les répliques, en version tension négative s'entend, de ceux de la série 78 et leurs caractéristiques sont très sensiblement identiques (figures 5, 6, 7 et 8).

## INTERCHANGEABILITE

N'importe quel régulateur de la série 78, quelle que soit son origine, est interchangeable avec le même régulateur de n'importe quelle autre provenance, à la condition expresse de correspondance de même boîtier et de même tension nominale.

Mais il est absolument hors de question de poser un régulateur 79 XX au lieu et place du 78 XX, de même boîtier et de même tension (en valeur absolue) sur un circuit imprimé dessiné pour accueillir un 78 XX.

Le brochage des 78 XX, c'est-à-dire la disposition et la fonction des broches, est différent de celui des 79 XX et réciproquement.

Nous laissons aux incrédules, tout comme aux curieux, le soin (et la responsabilité !) de vérifier eux-mêmes "si c'est vrai..."

## ALIMENTATION AVEC 78 XX

Pour nous familiariser avec la mise en œuvre des régulateurs de la série 78, prenons un projet-type d'alimentation. Nous allons nous livrer à son étude complète et nous passerons ensuite à sa construction.

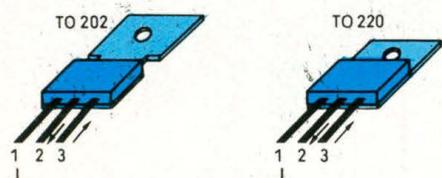
Le mode opératoire que nous appliquerons sera reconduit, sans aucun problème ni difficulté, pour la réalisation ultérieure de n'importe quelle alimentation construite autour d'un quelconque régulateur de la série 78.

## PROJET

Il nous est demandé de réaliser une alimentation capable de délivrer un courant dont l'intensité maximale peut avoisiner les 750 milliampères, sous la tension de 5 volts. Une tolérance de  $\pm 10\%$  sur la tension de sortie est acceptable.

## CHOIX DU REGULATEUR

Il est immédiat : nous opterons pour un 7805 en boîtier plastique TO 220 (figure 3). Ce régulateur couvre très bien les besoins formulés : il peut délivrer un courant d'un ampère sous une tension de 5 volts  $\pm 5\%$ , donc comprise entre 4,75 et 5,25 volts.



Les flèches indiquent le sens de passage du courant dans le régulateur

Fig. 6

Fig. 7

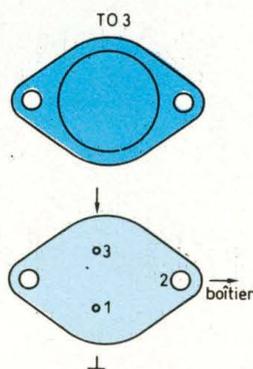


Fig. 8

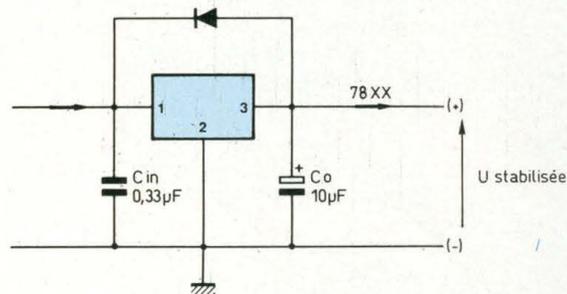


Fig. 9

## 7805

Nous reproduisons, à la figure 9, son schéma d'application standard, extrait de la fiche technique d'accompagnement.

En son entrée, entre les broches 1 (input, entrée) et 2 (ground, masse), est appliquée la tension redressée-filtrée fournie par une cellule d'alimentation que nous aurons à réaliser.

Entre les broches 3 (output, sortie) et 2, est disponible la tension de sortie stabilisée délivrée.

Remarquons le condensateur  $C_{in}$  (in pour input), entre les broches d'entrée 1 et 2. La présence de ce condensateur de 0,33 microfarad est recommandée par le fabricant, dans le cas où le régulateur se trouve éloigné du condensateur de la cellule de redressement-filtrage. Le condensateur  $C_{in}$  empêche l'entrée spontanée en oscillation du régulateur. Aussi nous pourrions d'autorité tous nos montages comportant des régulateurs intégrés d'un tel condensateur, au mylar métallisé, de 0,33 microfarad, de tension de service 63 volts (c'est très large), ce modèle est le plus courant. Un autre condensateur  $C_o$  (o pour output), est connecté entre les broches 3 et 2 du régulateur, celles de sortie. Aux dires du fabricant, ce con-

densateur n'est pas indispensable, mais il améliore la réponse du régulateur en cas d'appel brusque et intense de courant demandé par le montage qu'il alimente. Ce condensateur est constamment chargé, à la tension de sortie. Il devient fournisseur de courant en cas de transitoire (appel soudain de courant) avant que le régulateur n'ait réagi (pourtant instantanément) à la demande. Nous nous offrons donc ce petit mieux, en la personne d'un condensateur de 10 microfarads, électrochimique, polarisé (attention au sens de branchement, cf. Led n° 68).

Nous le choisirons de type tantale goutte, pour son faible encombrement. La première valeur de tension de service (au catalogue) est de 16 volts, voilà qui nous suffit, devant une tension de sortie ici de 5 volts.

Quant à la diode  $D$  dont vous remarquerez la présence, dans le sens inverse de sa conduction, entre l'entrée et la sortie, elle joue un intéressant rôle de protection du régulateur. Une surtension en sortie est dangereuse pour un régulateur de ce type et la diode écrête toute surtension, limitant à 0,7 volt (son seuil de conduction) le dépassement de tension dans le sens sortie vers entrée.

Il reste encore une précaution à laquelle nous devons veiller, c'est de

ne pas appliquer à l'entrée du régulateur une tension supérieure à 35 volts, comme chez tous ceux de la série 78 XX, à l'exception du 7824, lequel "tient" encore à 40 volts, mais pas au-delà.

Toutes ces dispositions que nous venons d'analyser sont à appliquer aux 79 XX, en respectant tout naturellement les polarités spécifiques aux tensions négatives des 79 (sens de branchement des condensateurs polarisés et des diodes).

## LES PERTES A SUBIR

Vous savez que pour alimenter en gaz l'injecteur d'un brûleur, il faut disposer d'une réserve de pression. La pression du gaz emprisonné dans sa bouteille doit obligatoirement être supérieure à celle qui est exigée au niveau de l'injecteur, sinon le fonctionnement correct du brûleur est impossible. C'est un mano-détendeur qui régule la pression...

Tout régulateur de tension ne délivrera la tension demandée, sa tension nominale, que s'il lui est appliqué, en son entrée, une tension toujours supérieure à la tension qu'il doit assurer à sa sortie.

Les 78 XX "consomment" environ 2 volts pour réguler. La tension

# La connaissance de l'électronique

d'entrée doit donc être toujours supérieure de 2 volts à la tension de sortie, il nous faut subir obligatoirement cette perte de 2 volts et en tenir compte dans nos calculs. Appelons  $u$  rég cette "perte".

## REDRESSEMENT - FILTRAGE

Rappelons le fonctionnement d'une cellule de redressement-filtrage, à la figure 10a (revoyez au besoin le n° 70 de la revue).

Le primaire du transformateur (abaisseur) est relié au secteur alternatif qui nous dessert. Le secondaire du transformateur délivre la tension réduite (abaissée) appliquée au pont redresseur à 4 diodes (redressement bi-alternance).

Nous obtenons, en sortie du pont, une tension redressée-pulsée, de fréquence 100 hertz, c'est-à-dire de "100 bosses pas seconde, comme le montre la figure 10. Le condensateur de filtrage  $C$  atténue la pulsation, il nous donne une tension ondulée (figure 10). L'écart entre crêtes de la tension ondulée est appelé tension résiduelle de ronflement  $u_{\text{ronf}}$  dont la valeur (approchée) est donnée par la formule :

$$u_{\text{ronf}} = \frac{I}{fC}$$

Expression dans laquelle :

- $I$  est l'intensité du courant, en ampères, consommé par la charge ( $R_c$ ) ;
- $f$  est la fréquence de l'ondulation (100 hertz en redressement bi-alternance, 50 en mono-alternance) ;
- $C$  est la capacité du condensateur, en farads.

La tension utile du pont redresseur est limitée par la chute de tension "perdue" dans les diodes, leur seuil de conduction, en gros (Led n° 70).

Les diodes sont conductrices lorsque les alternances atteignent et franchissent le seuil de +0,7 volt (environ) et le condensateur ne pourra se charger à plus de ( $U_{\text{max}} - 0,7$  volt).  $U_{\text{max}}$  est la tension maximale de la tension alter-

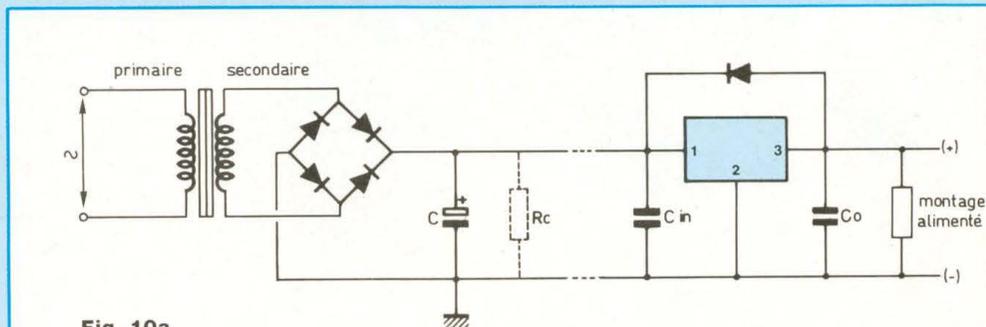


Fig. 10a

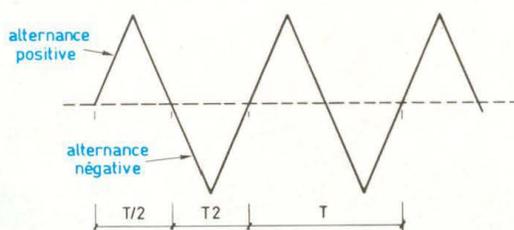


Fig. 10b

native, sinusoïdale, du secondaire, elle est égale à ( $U_{\text{efficace}} \times \sqrt{2}$ ),  $U_{\text{efficace}}$  est la tension nominale du secondaire. Nous subissons, dans le pont redresseur, une "perte" de ( $2 \times 0,7$  volt), soit 1,4 volt, dont nous tiendrons compte dans nos calculs. Appelons  $U_{AK}$  cette perte de tension (entre anode A et cathode K, n° 70 de Led).

## TENSION MAXIMALE DU SECONDAIRE

Même si l'expression surprend, nous devons parler de tension maximale du secondaire qui soit minimale.

Pour couvrir les besoins, les pertes dans notre alimentation stabilisée et que soit assurée la tension de sortie, pour le bon fonctionnement de notre régulateur, il faut absolument que la tension du secondaire du transformateur couvre les besoins et les pertes dans l'alimentation.

Une alternance positive de la tension du secondaire doit couvrir, c'est abso-

lument indispensable, le cumul des tensions et pertes que nous allons totaliser, en nous les représentant sous la forme de leurs tensions fléchées (figure 11).

-  $U_{\text{sortie}}$ . Elle est comprise entre 4,75 et 5,25 volts (la tolérance de précision du 7805 est de  $\pm 5\%$ ). Tablons sur un besoin de 5,25 volts.

-  $U_{\text{rég}}$ . Le régulateur "prend" 2 volts pour réguler.

-  $U_{AK}$ . Le pont de redressement "perd" 1,4 volt.

-  $u_{\text{ronf}}$ , laquelle dépend de la capacité de C.

Supposons un courant, fourni par l'alimentation, de 1 ampère.

Avec un condensateur de 1 000 microfarads, la tension de ronflement aurait pour valeur :

$$u_{\text{ronf}} = \frac{1 \text{ A}}{100 \times 0,001 \text{ F}} = 10 \text{ volts}$$

La tension maximale  $U_{\text{max}}$  du secondaire du transformateur devrait avoir, au minimum, la valeur de :

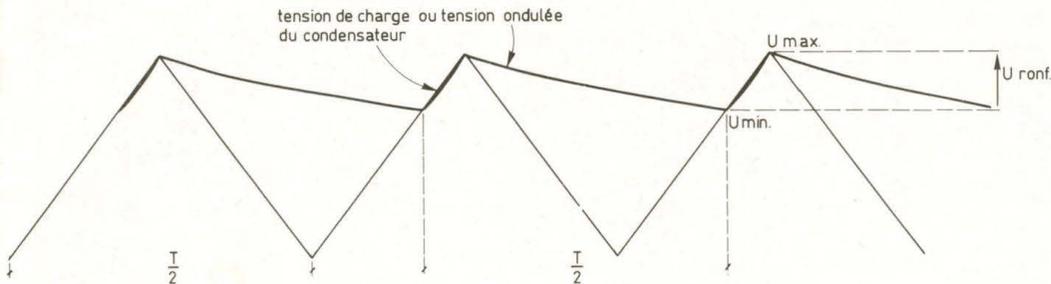


Fig. 10d

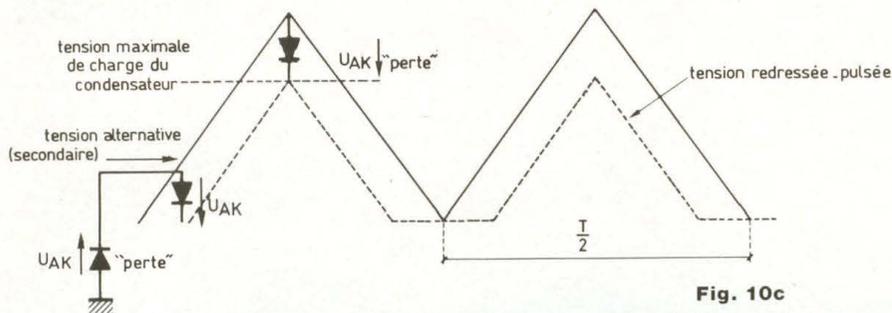


Fig. 10c

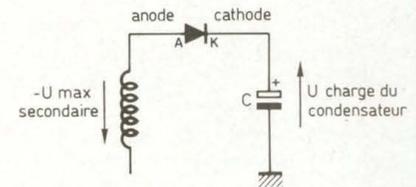


Fig. 12

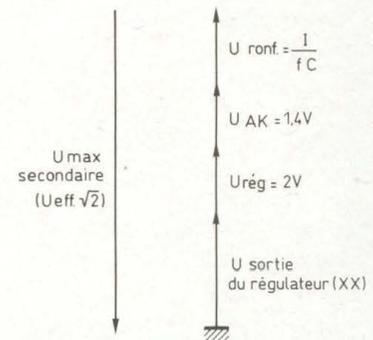


Fig. 11

$(5,25 + 2 + 1,4 + 10) = 18,65$  volts,  
correspondant à une tension efficace  
U de :

$$\frac{18,65}{\sqrt{2}} = 13,2 \text{ volts.}$$

Nous devrions opter pour un transformateur délivrant 15 volts au secondaire et "passant" 1 ampère, donc de puissance  $(15 \times 1) = 15$  VA, c'est-à-dire 15 volts-ampères, le modèle standard de 16 VA conviendrait.

Un condensateur de 2 200 microfarads nous donnerait une  $U_{ronf}$  de 4,5 volts et le transformateur devrait procurer, au secondaire, une tension efficace de 9,33 volts. Nous devrions alors adopter un modèle 12 volts-1 ampère, soit 12 volts-16 VA (sur catalogue).

Un condensateur de 4 700 microfarads donnerait une tension  $U_{ronf}$  de 2,12 volts seulement, ce qui imposerait une tension efficace au secondaire de 7,6 volts. Un transformateur de 9 volts-1 ampère, soit 9 VA sera préféré, nous

retiendrons le modèle, au catalogue, 220/9 volts, 10 VA, pour son prix et son encombrement.

### TENSION DE SERVICE DE C

Le transformateur est assimilable à un générateur. Sa tension de secondaire, à vide, est de 20 à 25 % supérieure à sa tension nominale, laquelle est la tension efficace à pleine charge, indiquée par le fabricant.

En pointe, la tension  $U_{max}$  du secondaire de notre transformateur finalement retenu atteindra  $(9 \times 1,25 \times \sqrt{2})$  volts, pratiquement 16 volts. Le condensateur C sera chargé, en pointe, à 16 volts - 1,4 volt de chute de tension dans les diodes, soit 14,5 volts.

Pour C, nous choisirons un condensateur électrochimique (attention au sens de son branchement, il est polarisé). Sa capacité sera de 4 700 microfarads et sa tension de service sera choisie, sur catalogue, suffisante pour couvrir les 14,5 volts de tension de

charge maximale. Un modèle de tension de service 25 volts fera très bien l'affaire. La marge de sécurité de 14,5 à 25 volts, couvrira en outre, largement, les 1 ou 2 volts supplémentaires au secondaire résultant d'une surtension du secteur.

### Remarque :

Partant de l'hypothèse d'un transformateur de tension (efficace) au secondaire 9 volts, nous aurions pu mener les calculs dans l'autre sens, concluant qu'un condensateur de 4 700 microfarads conviendrait, c'est une façon tout aussi valable de conduire l'étude.

Les trois essais successifs de valeur de capacité, que nous avons faits, montrent - c'était notre but - l'influence de la capacité dans l'atténuation de la pulsation en sortie de redressement.

### CHOIX DES DIODES

Les diodes du pont sont conductrices

# La connaissance de l'électronique

à tour de rôle, selon les alternances qui les concernent. Elles sont conductrices la moitié du temps et tout se passe comme si elles ne "passaient" que la moitié de l'intensité du courant total, soit 0,5 ampère, selon notre base de calcul (courant total 1 ampère).

La figure 12 montre qu'une diode est soumise, côté cathode, à la tension de charge du condensateur, côté anode à la tension maximale de l'alternance négative au secondaire du transformateur. Donc, en gros, à  $2 U_{max}$ , soit

$$2 \times 9 \text{ volts} \times \sqrt{2} \times 1,25 = 32 \text{ volts.}$$

La première diode de redressement de la série 1 N 4000, soit la diode 1 N 4001, supporte une tension inverse de 50 volts et admet un courant de 1 ampère. Ce type de diode convient parfaitement.

La diode de protection du régulateur sera choisie du même type.

## DIODE

### ELECTROLUMINESCENTE

Pour donner un signe de vie à notre alimentation, que pensez-vous d'une diode électroluminescente branchée en sortie ? Cette DEL nous renseignera sur l'état de fonctionnement (marche-arrêt) de notre alimentation (figure 13).

Une diode électroluminescente classique, de couleur rouge, de diamètre 5 mm, traversée par un courant d'intensité 5 à 10 milliampères, est plaisante à l'œil. Son seuil de conduction est de l'ordre de 1,6 volt (Led n° 63).

Une résistance R en série avec la diode électroluminescente doit assurer la limitation du courant passant dans la diode, nous savons calculer la valeur de R.

$$R = \frac{5 \text{ volts} - 1,6 \text{ volt}}{0,0075 \text{ ampère}} = \dots\dots\dots \text{ ohms}$$

Que pensez-vous d'une résistance de 470 ohms ? De quelle puissance la choisirons-nous ? Appliquez la formule de la loi de Joule :  $P = RI^2$ .

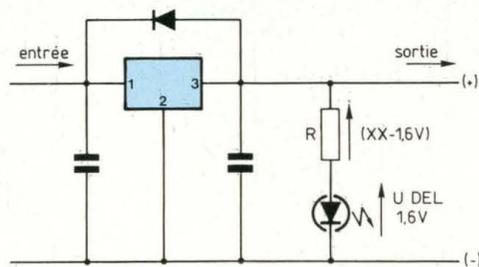


Fig. 13

Il nous semble qu'une résistance à couche métallique de 1/2 watt, ce modèle si courant, conviendra très bien.

#### Remarque :

En l'absence de montage branché à la sortie du régulateur et qui "tirerait" du courant, le régulateur débite en permanence le courant alimentant la diode électroluminescente, ce qui le maintient à l'état de veille, prêt à réagir immédiatement à toute sollicitation de courant demandé par le montage.

## REFROIDISSEMENT

### DU REGULATEUR

En son entrée, le régulateur se voit appliquer la tension de charge du condensateur de filtrage, tension qui varie en fonction du débit de courant consommé par le montage branché à la sortie.

Le régulateur est, par conséquent, soumis à la chute de tension comprise entre la tension de charge du condensateur et sa tension nominale de sortie. Traversé par le courant qu'il fournit au montage qu'il alimente, il est donc le siège de développement d'une certaine puissance qu'il lui faut dissiper... La puissance à dissiper a pour valeur (en watts) le produit de la chute de tension dans le régulateur par l'intensité

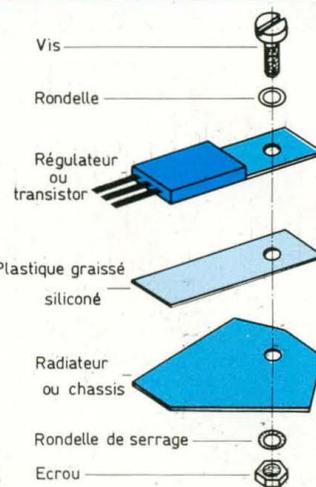


Fig. 14

du courant débité, cette puissance est essentiellement variable...

A débit nul, la tension à l'entrée du régulateur n'est autre que la tension maximale de charge du condensateur, elle est donc de l'ordre de 14,5 volts, nous l'avons calculée.

A plein débit, la tension efficace au secondaire, tension nominale, n'est plus que de 9 volts, dans le cas de notre projet. La tension maximale au secondaire est, dans ces conditions, de  $(9 \times \sqrt{2}) = 12,7$  volts et le condensateur se charge à  $(12,7 - 1,4) = 11,3$  volts, sans cette tension de ronflement, laquelle fait chuter de 2,13 volts la tension "maximale" de 11,3 volts. Nous ne pouvons donc que tabler sur une tension minimale de charge du condensateur, ou tension minimale d'entrée au régulateur de  $(11,3 - 2,13) = 9,2$  volts, en gros.

La tension d'entrée du régulateur variera entre ces deux limites, 11,3 et 9,2 volts, selon les fluctuations de l'intensité du courant consommé par le montage alimenté.

Lorsque le débit maximal est de 1 ampère, la valeur moyenne arithmétique de la tension au régulateur est de  $(\frac{11,3 + 9,2}{2}) = 10,25$  volts. La chute de tension (moyenne) dans le régulateur (sortie sous 5 volts) est alors de

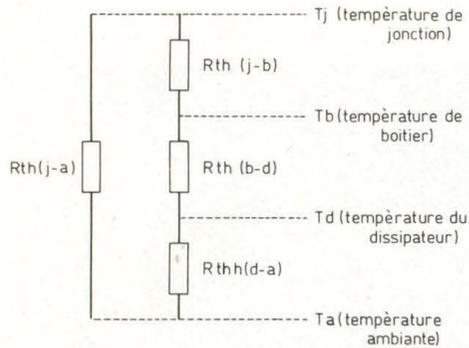


Fig. 15

$$(10,25 - 5) = 5,25 \text{ volts.}$$

C'est à ce moment-là qu'au niveau du régulateur est développée (effet Joule) la **puissance dissipée maximale moyenne** de valeur

$$(5,25 \text{ volts} \times 1 \text{ ampère}) = 5,25 \text{ watts}$$

(pour  $I_{\text{maximale}} = 1 \text{ ampère}$ ).

Si la chute de tension nécessaire de 2 volts exigée par la régulation est garantie, nous devons "consommer" 5,25 watts et nous munirons le régulateur d'un dissipateur (radiateur) dont nous allons calculer les caractéristiques.

E est la tension à vide aux bornes du secondaire du transformateur.

$$E = U_{\text{eff}} \times \sqrt{2} \times 1,25$$

$U_{\text{eff}}$  : tension nominale (plein débit).

1,25 : coefficient de dépassement (à vide).

Au débit I correspond la tension maximale de charge du condensateur de filtrage C (c'est aussi la tension maximale d'entrée au régulateur) de valeur :

$$(E - U_{\text{AK}} - ZI)$$

$U_{\text{AK}}$  : chute de tension dans les diodes.

Z : impédance du secondaire.

Tension moyenne d'entrée au régulateur :

$$(E - U_{\text{AK}} - ZI - \frac{1}{2} u_{\text{rout}}) =$$

$$(E - U_{\text{AK}} - ZI - \frac{I}{200C})$$

Chute de tension dans le régulateur =  
 $U_r = (U_{\text{moyenne d'entrée}} - U_{\text{de sortie}})$

$$u_r = [E - U_{\text{AK}} - u_{\text{sortie}} - I(Z + \frac{1}{200C})]$$

Puissance dissipée dans le régulateur :

$$P_{\text{dis}} = u_r \cdot I$$

$$P_{\text{dis}} = [E - U_{\text{AK}} - u_{\text{sortie}} - I(Z + \frac{1}{200C})] I$$

$P_{\text{dis}}$  est maximale pour la valeur de la variable I qui annule sa dérivée  $P'_{\text{dis}}$

$$P = uv, P' = u'v + uv'$$

Nous avons :

$U_{\text{eff}} = 9 \text{ volts}$  (tension nominale à plein débit).

$$U_{\text{AK}} = 1,4 \text{ volt}$$

$$Z \simeq 2 \text{ ohms (valeur classique)}$$

$$C = 4 \text{ 700 microfarads}$$

$$u_{\text{sortie}} = 5 \text{ volts}$$

$$P'_{\text{dis}} \simeq 9,5 - 6 I$$

$P'_{\text{dis}}$  s'annule pour  $I \simeq 1,5 \text{ ampère}$

Cette valeur ne sera jamais atteinte (données du projet, base de  $I = 1 \text{ ampère}$  au maximum).

Comme la fonction  $P_{\text{dis}}$  est parabolique (deuxième degré) et que E diminue lorsque I augmente, notre méthode personnelle d'évaluation de  $P_{\text{dis}}$  maximale est juste.

## CHOIX DU DISSIPATEUR

Au cœur d'une diode à jonction en état de conduction, d'un transistor, d'un régulateur (en fonctionnement) règne une température élevée, la **température de jonction  $T_j$** .

Le fabricant indique la température de jonction maximale au-delà de laquelle surviendrait le claquage thermique destructeur. Nous devons veiller au refroidissement de nos composants et nous les munissons de **dissipateurs** (ou radiateurs) qui évacuent la chaleur

vers l'air ambiant. Dans les cas difficiles, il est fait appel à des ventilateurs activant le refroidissement, à des réfrigérants échangeurs à fluide en circulation.

**La température ambiante  $T_a$  doit toujours être inférieure à la température de jonction  $T_j$ .**

Pour la commodité, nous introduisons la notion de **résistance thermique  $R_{th}$** . Cette résistance est la résistance qu'oppose un matériau, un élément, au passage de la chaleur. Elle s'exprime en "degrés Celsius par watt", elle indique l'élévation de température engendrée par une puissance de 1 watt.

C'est ainsi que nous apparaît la notion de résistance thermique (jonction-air ambiant), désignée par  $R_{th}(j-a)$ , paramètre très important.

Le boîtier du régulateur est maintenu au contact du dissipateur, mais il est souvent nécessaire d'isoler électriquement le régulateur du dissipateur, une des électrodes étant souvent reliée au boîtier. Aussi, nous intercalons, entre le boîtier et le radiateur, un élément plastique (figure 14) graissé à la pâte siliconée. Ce procédé garantit un parfait isolement électrique et améliore la transmission de la chaleur par le plastique seul.

Nous pouvons décomposer la résistance thermique (jonction-ambiance) en trois résistances thermiques disposées en série, comme le montre le graphique de la figure 15.

- Résistance thermique (jonction-ambiance) :  $R_{th}(j-a) =$

- Résistance thermique (jonction-boîtier) :  $R_{th}(j-b)$

- Résistance thermique (boîtier-dissipateur) :  $R_{th}(b-d)$

- Résistance thermique (dissipateur-ambiance) :  $R_{th}(d-a)$

$$R_{th}(j-a) =$$

$$R_{th}(j-b) + R_{th}(b-d) + R_{th}(d-a)$$

Le fabricant indique :  $R_{th}(j-b) = 5,5^\circ \text{ C/W}$ , pour les 78 XX.

$R_{th}(b-d)$  est de l'ordre de  $1,25^\circ \text{ C/W}$ , il s'agit d'une valeur courante.

$R_{th}(d-a)$  n'est autre que la résistance

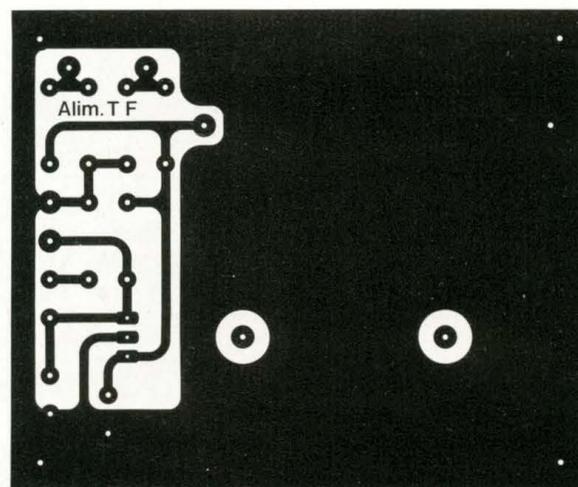
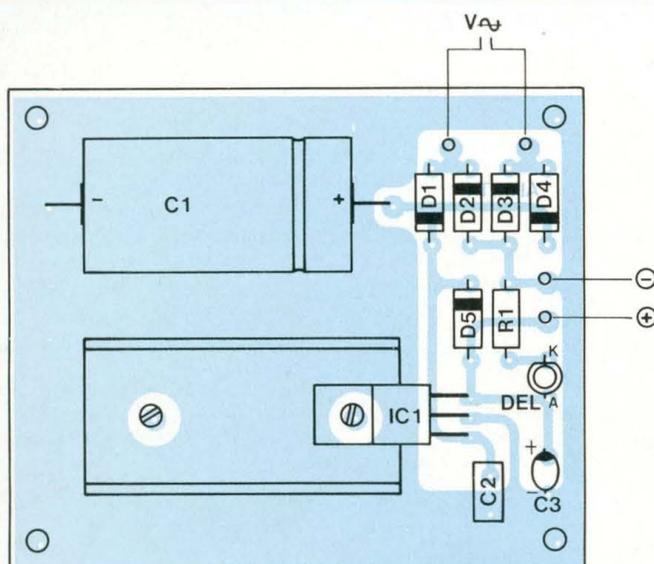


Fig. 16

thermique du dissipateur que nous devons utiliser.

$$R_{th} \text{ dissipateur} = R_{th} (j - a) - R_{th} (j - b) - R_{th} (b - d)$$

$R_{th} (j - a)$  a pour valeur :

$$\frac{T_j - T_a}{\text{puissance dissipée}}$$

La fabricant indique une valeur maximale de 150° C pour  $T_j$ .

Prenons  $T_a = 30^\circ \text{ C}$ .

La puissance dissipée dans le régulateur est de 5,25 watts, valeur que nous avons calculée, **maximale moyenne**.

$$R_{th} \text{ dissipateur} = \frac{150^\circ - 30^\circ}{5,25 \text{ watts}} = 5,5^\circ \text{ C/W} - 1,25^\circ \text{ C/W} = 16,1^\circ \text{ C/W}$$

Nous choisisons un dissipateur de résistance thermique inférieure, soit 15° C/W, sur catalogue.

Une coupe de 50 mm de longueur dans une cornière d'aluminium de profil U de (50 x 30 x 3 mm) offre une telle résistance thermique.

## CONSTRUCTION DE L'ALIMENTATION

Nous vous proposons un dessin de circuit imprimé, sans prétention, avec l'implantation des composants (figure 16).

Le secondaire du transformateur est connecté aux bornes d'entrée, la tension de sortie, stabilisée à 5 volts, est disponible aux bornes de sortie, ces bornes sont repérées sur les dessins.

### Nomenclature

- 1 transformateur 220/9 volts - 10 VA.
- 1 régulateur 7805, boîtier TO 220, avec son plastique de montage et un peu de graisse siliconée, vis, rondelle de blocage, écrou (IC1).
- D1 à D5 - diodes 1 N 4001.
- C1 - condensateur électrochimique de 4 700 microfarads, 25 volts.
- C2 - condensateur Milfeuil, miniature, de 0,33 microfarad, 63 volts.
- C3 - condensateur tantale goutte de 10 microfarads, 16 volts.
- DEL - diode électroluminescente standard rouge  $\varnothing$  5 mm.
- R1 - résistance de 470 ohms, 1/2 W.

4 cosses à souder (raccordement).

1 coupe de longueur 50 mm de cornière d'aluminium 50 x 30 x 3 mm.

1 circuit imprimé.

4 pieds.

Cordon secteur avec fiche, câble de liaison.

Nous vous avons montré comment s'étudie et se construit une alimentation stabilisée à tension positive fixe.

A la vérité, il faut comprendre les phénomènes et il devient facile d'effectuer rapidement les calculs.

Un grand pas a été accompli...

Lors de notre prochain rendez-vous, nous vous inviterons à doter l'alimentation prototype de petits perfectionnements, de radiateurs du commerce. Nous vous présenterons deux circuits imprimés universels, l'un pour les 78 XX et l'autre pour les 79 XX.

Nous étendrons notre étude (et construction) à des alimentations à tension ajustable, fixe ou variable, tension positive ou négative.

Nous vous remercions vivement de votre aimable attention et de votre patience ! A bientôt.

M. Matoré

**TETRONIC**

20, RUE BASSE

TEL: 89.82.23.06  
Renseign., 9H à 12H  
68820 -KRUTH-

**REALISATION  
CIRCUITS IMPRIMES**

supports: calque, film, copie, etc  
c.i. réalisé sur époxy, percé, étamé

SF: 42Fr DF: 52Fr PORT COMPRIS

PRIX PAR QUANTITÉ. DF TROUS MÉTALLISÉS,  
SÉRIGRAPHIE, VERNIS: NOUS CONSULTER

**REALISATION FACES AVANT**

supports: calque, film, copie, etc

ALU 2/10°: 25Fr ALU DORE: 30Fr

ALU PROF. : 0,5mm: 35Fr 1mm: 36Fr

1,5mm: 37Fr10 2mm: 38Fr20 3mm: 40Fr70

Prix par quantité, gd choix de couleurs

COMPOSANTS: 1500 réf. CI, 250 japonais

1000 réf. transistors, 130 japonais

PROMO: ICL7106...53Fr XR2206...48Fr

DISPONIBLE: Ligne à retard 470ns: 37Fr

Paiement à la commande ou CR

frais de port: 12Fr face avant

20Fr composants, 65Fr CR

catalogue: 10Fr tim.

**PERLOR - LE CENTRE DU  
COFFRET ELECTRONIQUE**

Le coffret que vous recherchez  
est chez Perlor-Radio.

Plus de 350 modèles en stock.

Toutes les grandes marques : BIM - EEE - ESM - HOBBY BOX - ISKRA  
- RETEX - STRAPU - TEKO - LA TÔLERIE PLASTIQUE.

Catalogue «centre du coffret»: descriptif par type, listes de sélection  
rapide par critères de dimensions et de matériaux, tarif.

Un document unique: envoi contre 8 F en timbres.

**PERLOR - LE CENTRE  
DU CIRCUIT IMPRIME**

Agent CIF - Toutes les machines - Tous les produits.

**Nouveau : Perlor fabrique votre  
circuit imprimé, dans son atelier**

Simple face 52 F le dm<sup>2</sup>. Double face 90 F le dm<sup>2</sup> plus éventuellement  
frais de film. Délai 48 heures. Conditions et tarif détaillé sur simple  
demande.

Catalogue «centre du circuit imprimé». Plus de 700 produits avec tarif.  
Envoi contre 7,50 F en timbres.

**PERLOR - COMPOSANTS**

Tous les composants électroniques pour vos réalisations. Catalogue  
«Pièces détachées» contre 10 F en timbres.

Les trois catalogues 15 F.

**PERLOR-RADIO**

25, rue Hérold, 75001 PARIS - Tél. : 42.36.65.50

Ouvert tous les jours sauf le dimanche (sans interruption) de 9 h à 18 h 30 -  
Métro : Etienne-Marcel - Sentier - RER Châtelet les Halles (sortie rue Rambuteau)

**SAINT QUENTIN RADIO**

6, rue de St Quentin  
75010 Paris

**« NEW  
LOOK  
89 »**

Catalogue :  
20 F : par correspondance  
15 F : au comptoir

Tél. 40.37.70.74

SAINT QUENTIN  
RADIO

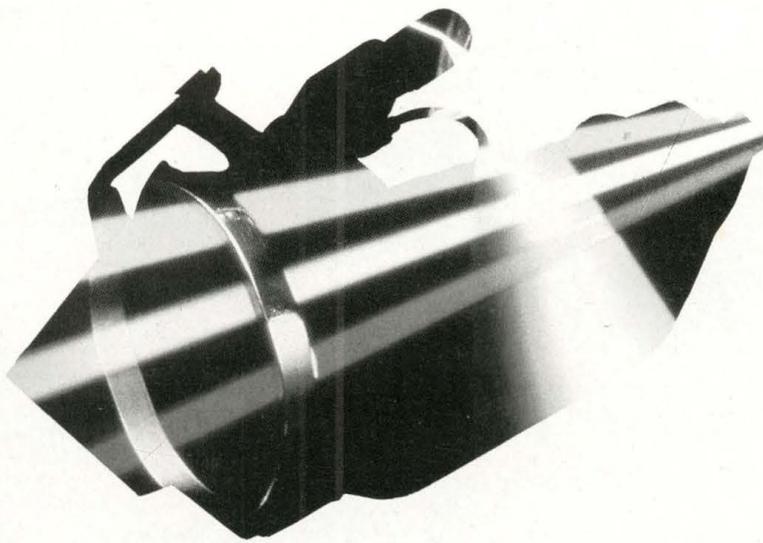
CREATION TANGY

un événement dans le monde  
de l'image et de la vidéo

# L'IMAGE

v i d é o

L'image, on en parle



Panorama des caméscopes  
Dossier : cinéma, vidéo et bande dessinée  
Débat : le direct à la télévision

N° 1

DEC. 1989  
JANV. 1990  
50 F

Vidéo Créative

vient de  
paraître  
dans tous les kiosques

# CE N'EST PAS PARCE QU'ON LIT L'IMAGE VIDEO QUE L'ON EST UN CREATEUR N'EMPECHE : TOUS LES CREATEURS LIRONT L'IMAGE VIDEO

Et ils ont sûrement leurs raisons. Ce sont, d'ailleurs, les mêmes qui nous ont poussés à éditer ce nouveau bimestriel : le caméscope n'est pas un gadget électronique de plus, il permet de faire des images. Ce n'est pas rien une image. Ce n'est jamais vraiment sage : cela porte un sens, amène une émotion. Avant de s'animer, une image se construit. C'est avec cette optique que nous avons bâti L'IMAGE VIDEO. Lorsque nous parlons de technique, nous n'oublions pas qu'elle est au service de la création. Et c'est donc une pratique nouvelle qui se met en place, elle tient une large place dans nos colonnes. Nous savons aussi interroger les arts plastiques, la peinture et le cinéma quand la vidéo, elle aussi, à son tour, se fait des images. Technique, Pratique, Esthétique : c'est sur ce trépied que s'appuient les caméscopes des créateurs. C'est également le découpage de notre revue.

**Une fois tous les deux mois,  
L'IMAGE VIDEO,  
en alternance avec L'AUDIOPHILE,  
vous offre donc,  
en plus de cent pages  
dans un format de bibliothèque,  
un éclairage complet et nouveau  
sur la vidéo.**

## VOICI LE SOMMAIRE DU N°1

### Poussière d'image

*Un fabricant d'image sous toutes les facettes de ce mot (publicitaire, sculpteur, cinéaste ou poète...), exprime sa vision de son univers. Sculpte de la personnalité : laisse béton.*

### Enseignement cathodique

*Initiation, pratique et théorique. Trucs et astuces, courrier des lecteurs "à l'envers" : leurs conseils et bidouilles. Trucs et astuces.*

### Ecran blanc

*Libres opinions et/ou débats contradictoires. Débat sur le direct à la télévision entre Maurice Dugowson, Bernard Hecht, Jean-Paul Jaud, Alexandre Tarta, Jean-René Vivet*

### Lentilles et cailloux

*Critique de livres concernant l'image, et de cassettes vidéo, essentiellement jugées sur la qualité technique de l'enregistrement. K7 en stock.*

### Manifestation

*Comptes rendus choisis de rencontres, salons et événements. SITI 89 : vidéo, hissez haut...*

### Souvenirs du futur

*Images de synthèse, nouvelles technologies ou*

*applications originales de la vidéo : les progrès techniques amènent, dessinent aujourd'hui les machines qui composeront les images de demain.*

*Vidéodisque : les sillons de l'interactivité.*

### Dossier

*Cassettes, bulles et pellicules. Jean Teulé : "la vidéo va avaler le cinéma et la BD". Enki Bilal : "la même démarche..." Vidéo : le film mis en cases.*

### Reportage

*Cette rubrique reportage met le journalisme d'investigation au service de la vidéo. Video Connection.*

### Vidéo Art

*BFI : un fonctionnement impérial. La vidéo casse le baroque.*

### Chronique de l'audio-image

*Compositeur, réalisateur, essayiste, Michel Chion tiendra dans chaque numéro une chronique où il observe, interroge et ausculte l'image et la vidéo.*

*Le surgissement et le délié.*

### Top Image

*Un matériel particulièrement performant pour la*

*vidéo créative est analysé en profondeur.*

*Pupitre de montage Panasonic WJ MX 10 : sur toute la palette de la création.*

### Quid

*Cette "vitrine des nouveautés" permet de présenter les dernières créations. Le panier du vidéaste.*

### Panorama

*Une dizaine de modèles dans le même matériel sont analysés, sous l'angle principal de leurs possibilités créatrices. Les caméscopes. Le matériel haut de gamme passé au crible des essais pratiques.*

### Conseils d'Onc'Image

*L'explication de projets, scénarios ou séquences commentées : les difficultés surmontées et les leçons à en tirer pour arriver à exprimer ce que l'on veut en vidéo. Vidéoassociez-vous.*

### Image et Sens

*Claude Bailblé, enseignant en audiovisuel (INSAS de Bruxelles, Université de Paris VIII, diverses écoles de cinéma), anime cette rubrique. Qu'est-ce que le visible ?*

## Bulletin d'abonnement

à retourner aux Editions Fréquences, 1 boulevard Ney, 75018 Paris

Je désire m'abonner à L'IMAGE VIDEO pour 1 an, soit 6 numéros.

**France : 270 F**

**Etranger : 315 F**

**Etranger par avion : 395 F**

Je joins mon règlement :

CCP

Chèque bancaire

Mandat

NOM ..... PRENOM .....

ADRESSE .....

CODE POSTAL ..... VILLE ..... PAYS .....

## Les compandeurs NE 570 / 571 / 572

La compression-expansion représente actuellement la technique la plus efficace de réduction de bruit dans les lignes à retard ou les bandes magnétiques. Nous avons eu l'occasion de vous le prouver lors de la description des réducteurs de bruit commerciaux les plus représentatifs, lors de nos précédents numéros. Qu'en est-il au niveau de l'amateur ? RTC propose aux concepteurs des cellules intégrées de contrôle de gain, qui ne sont plus cette fois exclusivement réservées aux professionnels. La large diffusion de ces produits auprès des revendeurs leur ont permis de faire les beaux jours des revues de vulgarisation depuis plusieurs années déjà.

# A

l'origine, le NE 570 était destiné aux systèmes de téléphonie. Lorsqu'un grand nombre de canaux sont multiplexés sur une ligne commune, le rapport signal/bruit résultant est faible : la compression/expansion ("companding" en anglais) fut utilisée pour accroître la dynamique des signaux de communication. Nous avons eu l'occasion avec le n° 62 de vous expliquer en quoi consistait ce traitement : l'excursion de niveau d'entrée passe de +20/-80 dB à +10/-40 dB après une compression de rapport 2 ( $[\text{signal}]^{1/2}$ ) : la dynamique d'origine de 100 dB est donc ramenée à 50 dB pour son passage dans les lignes à faible dynamique. L'expansion complémentaire à la réception ( $[\text{signal}]^2$ ) restitue au signal son niveau d'origine tout en atténuant le bruit de fond de la ligne de plus de 40 dB.

De par leurs caractéristiques, les compandeurs de RTC se prêtent aussi bien à des applications audio ou numériques qu'à des applications en téléphonie.

Les NE 570 et NE 571 sont des versions bon marché de ces composants, le NE 572 en étant un modèle plus sophistiqué. Ils peuvent servir de base à une foule d'applications, du simple compresseur/expandeur de base aux systèmes de réduction haute-fidélité, en passant par les limiteurs et dispositifs de contrôle de niveau automatique. Tout ceci avec seulement une poignée de composants externes.

Au travers d'applications pratiques, nous étudierons les NE 570 et NE 571

pour aboutir enfin au NE 572 qui présente des particularités très satisfaisantes.

Précisons que chacun des circuits intégrés permet de réaliser un compandeur à lui seul, puisqu'il comporte deux structures identiques et totalement indépendantes.

### DESCRIPTION

#### DES NE 570 ET NE 571

L'organisation interne des deux circuits, qui est représentée sur la figure 1, est identique pour chacun d'eux.

Chaque canal possède un redresseur double alternance (afin de détecter la valeur moyenne du signal), une cellule à gain variable linéarisée et compensée en température et un amplificateur opérationnel.

Comme l'indique le tableau de la figure 2, seules certaines caractéristiques diffèrent légèrement, dont notamment le facteur de distorsion sensiblement plus élevé pour le NE 571, qui est le modèle le plus économique de la gamme. Les brochages, quant à eux, sont rigoureusement identiques.

Le courant redressé par la cellule de détection est dirigé sur un condensateur (C redr.) qui permet d'obtenir la valeur moyenne du signal redressé. C'est cette valeur moyenne qui contrôle le gain de la cellule variable. La rapidité de variation du gain en fonction du courant d'entrée est déterminée par le condensateur de filtrage de la cellule redresseuse. Une faible valeur de capacité fournira une réponse rapide, mais risque de filtrer insuffisamment les fréquences bas-

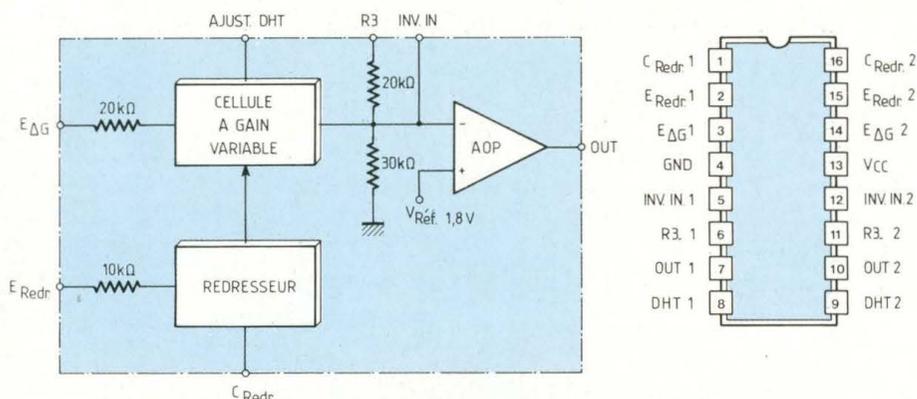


Fig. 1 : Organisation interne des NE570 et NE571. Brochage du composant.

Paramètres	Conditions de test	NE570		NE571		Unité
		Min.	TVP Max.	Min.	TVP Max.	
Tension d'alimentation		6	24	6	18	V
Consommation	au repos	3,2	4,8	3,2	4,8	mA
Courant max. en sortie		± 20		± 20		mA
Distorsion de la cellule à gain variable	non ajustée	0,3	1	0,5	2	%
	ajustée	0,05		0,1		%
Tension de référence interne		1,7	1,8	1,9	1,65	V
Décalage d'offset en sortie	non ajusté	± 20	± 50	± 30	± 100	mV
Niveau de bruit de l'expandeur	15 Hz/20 kHz toutes entrées à la masse	20	45	20	60	μV
Dérive de la tension de référence interne	0°C < T < 70°C	± 5	± 10	± 5	± 20	mV
Séparation des canaux		60		60		dB

Fig. 2 : Principales caractéristiques électriques des NE570 et NE571.

ses : l'ondulation résultante du signal de contrôle de gain modèlera le signal utile lorsqu'il traversera la cellule à gain variable.

Dans une application de compresseur ou expandeur, ce phénomène a tendance à accroître la distorsion harmonique. Il faut donc réaliser un compromis entre attaque rapide et distorsion. Si le signal d'entrée est couplé en alternatif, aucune erreur de gain ne pourra être introduite par les tensions de décalage externes. La seule distorsion pouvant subsister est introduite par les tensions de décalage internes

de la cellule à gain variable. C'est pourquoi une broche de compensation de la tension d'offset est prévue pour annuler ce défaut intrinsèque du composant.

L'étage de sortie de l'amplificateur opérationnel est capable de débiter ± 20 mA dans une charge de 300 Ω. Il peut délivrer un signal de sortie maximal de 3,5 V efficaces.

Le faible coefficient de température de la tension de référence interne procure au circuit une polarisation très stable dans une large plage de température. Par contre, sa valeur est enta-

chée d'une tolérance relativement large, ce qui pénalise la reproduction d'un montage : un élément de réglage externe sera souvent à prévoir ! Le diagramme de la figure 3 représente la fonction de transfert de la sortie par rapport à l'entrée du NE 570.

## MONTAGE COMPRESSEUR ET EXPANSEUR DE BASE

Le montage le plus simple que l'on peut réaliser avec un circuit intégré est représenté sur la figure 4.

Dans le cas du compresseur, la cellule

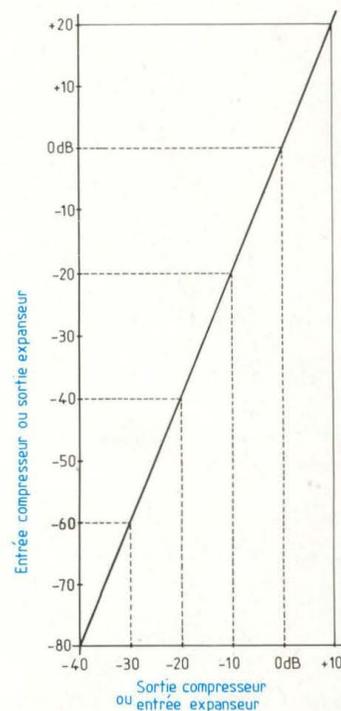
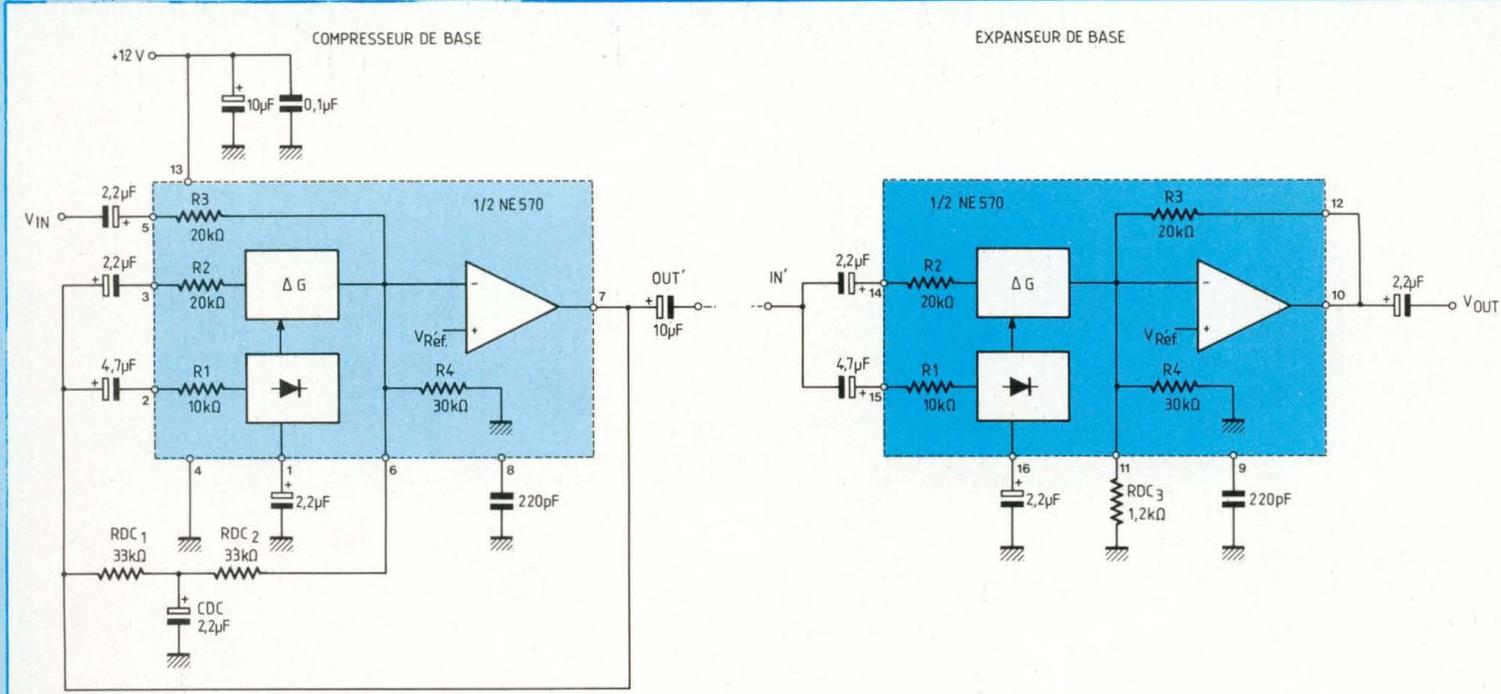
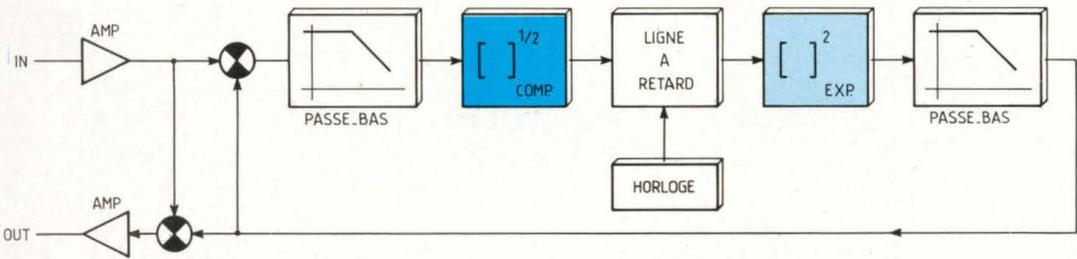


Fig. 3 : Courbe de transfert d'un module compandeur de base.

# Les compandeurs NE 570 / 571 / 572 de R



**Fig. 4 : Schéma structurel d'un compresseur/expandeur de base avec le NE570.**



**Fig. 5 : Insertion du compandeur dans une unité de réverbération.**

Calculer R pour obtenir 3,6 V aux bornes du potentiomètre.

d'expansion est insérée dans la contre-réaction de l'amplificateur interne afin de réaliser la fonction mathématique  $V_s = \sqrt{V_e}$  (le signal de sortie est la racine carrée du signal d'entrée).  
 La cellule de commande de gain ne devant contrôler que des tensions alternatives (le signal utile), il est découplé en alternatif. La polarisation de l'amplificateur devra donc être obtenue par l'adjonction d'une contre-réaction continue, réalisée par  $R_{dc1}$ ,  $R_{dc2}$  et  $C_{dc}$ . La tension continue de sortie sera égale à :

$$V_{Sdc} = \left(1 + \frac{R_{dc1} + R_{dc2}}{R4}\right) V_{REF}$$

$$= \left(1 + \frac{R_{dc\ total}}{30\ k\Omega}\right) \times 1,8\ V$$

On polarise de préférence la sortie à  $V_{ALIM}/2$  afin d'obtenir l'excursion maximale du signal sans saturation. Pour  $V_{ALIM} = +12\ V$  :  $V_{Sdc} = 6\ V$

$$R_{dc\ total} + \left(\frac{6\ V}{1,8\ V} - 1\right) \times 30\ k\Omega \approx 70\ k\Omega$$

$$R_{dc1} = R_{dc2} = \frac{R_{dc\ total}}{2} = 33\ k\Omega / 5\ \%$$

$C_{dc} = 2,2\ \mu F$  convient parfaitement

mais peut être porté à  $10\ \mu F$  pour une réjection plus efficace des signaux alternatifs.  
 Le fonctionnement en expandeur est obtenu en plaçant la cellule d'expansion à l'entrée de l'amplificateur qui joue uniquement un rôle de tampon : le signal d'entrée est élevé au carré. Pour polariser la sortie de l'expandeur à 6 V, il suffit de rajouter une résistance  $R_{dc3}$  de  $12\ k\Omega$  en parallèle sur  $R4$  :

$$V_{Sdc} = V_{REF} \left(1 + \frac{R3}{R4 // R_{dc3}}\right)$$

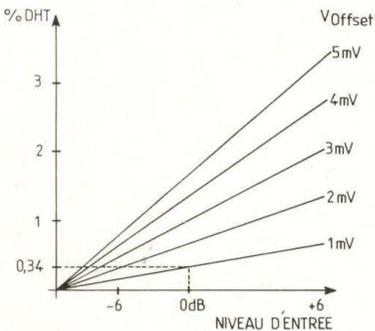


Fig. 6 : Distorsion d'offset due à ΔG.

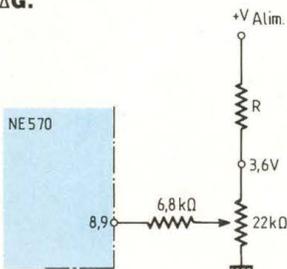


Fig. 7a : Ajustage de DHT due à l'offset du ΔG.

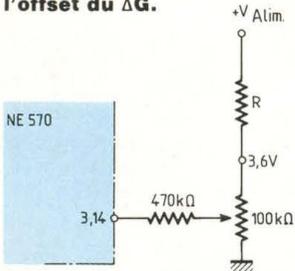


Fig. 7b : Recalage de polarisation en sortie.

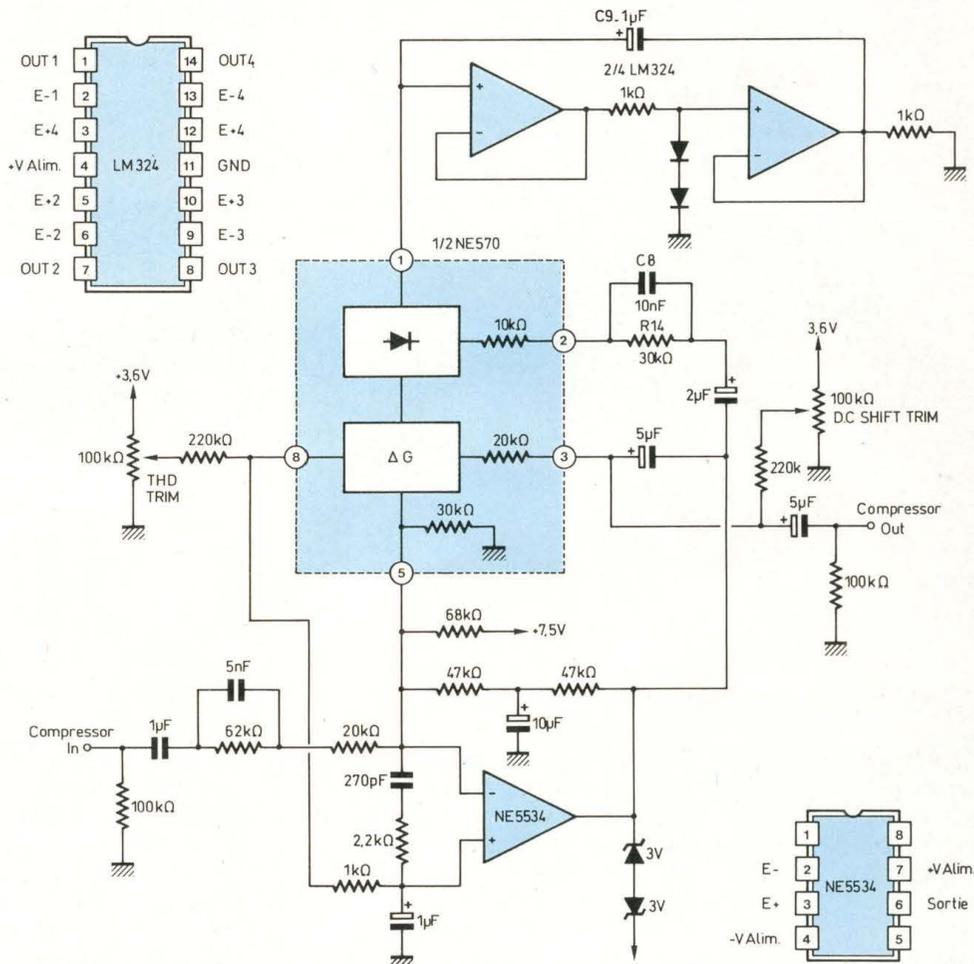


Fig. 8a : Compresseur Hi-Fi.

$$= V_{REF} \left[ 1 + \frac{R3(R4 + R_{dc3})}{R4 \cdot R_{dc3}} \right]$$

$$V_{Sdc} = 1,8 \left[ 1 + \frac{20(30 + 12)}{360} \right]$$

$$= 1,8(1 + 2,33) = 6 \text{ V.}$$

Dans les deux cas, il faut savoir que la référence unitaire pour laquelle [sortie = entrée] est placée à 100 mV efficace, soit 280 mV<sub>cc</sub>. Ce niveau représente la charnière pour laquelle la tendance de l'amplificateur s'inverse (passage d'amplification en atténuation, ou vice-versa selon la variation de vélocité du message sonore).

### EVOLUTION DU MONTAGE : COMPRESSEUR / EXPANSEUR HAUTE-FIDELITE

Le montage de la figure 4 fonctionne honorablement et peut être directement appliqué à un registre à transfert de charge pour la réalisation de réverbération artificielle. Le schéma fonctionnel de la figure 5 en indique le mode d'insertion.

Evidemment, les performances de notre module peuvent être améliorées

moeynant quelques adjonctions ou modifications.

Si vous avez pris connaissance de notre exposé sur les réducteurs de bruit, vous n'êtes pas sans savoir que le phénomène de pompage risque d'apparaître si la largeur de bande du message audio est trop élevée : il est alors judicieux de prévoir une cellule de préaccentuation sur le compresseur afin de limiter la contribution des fréquences basses du spectre.

D'autre part, les transistors de la cellule à gain variable n'étant pas rigoureusement appariés, une tension d'off-

# Les compandeurs NE 570 / 571 / 572 de R

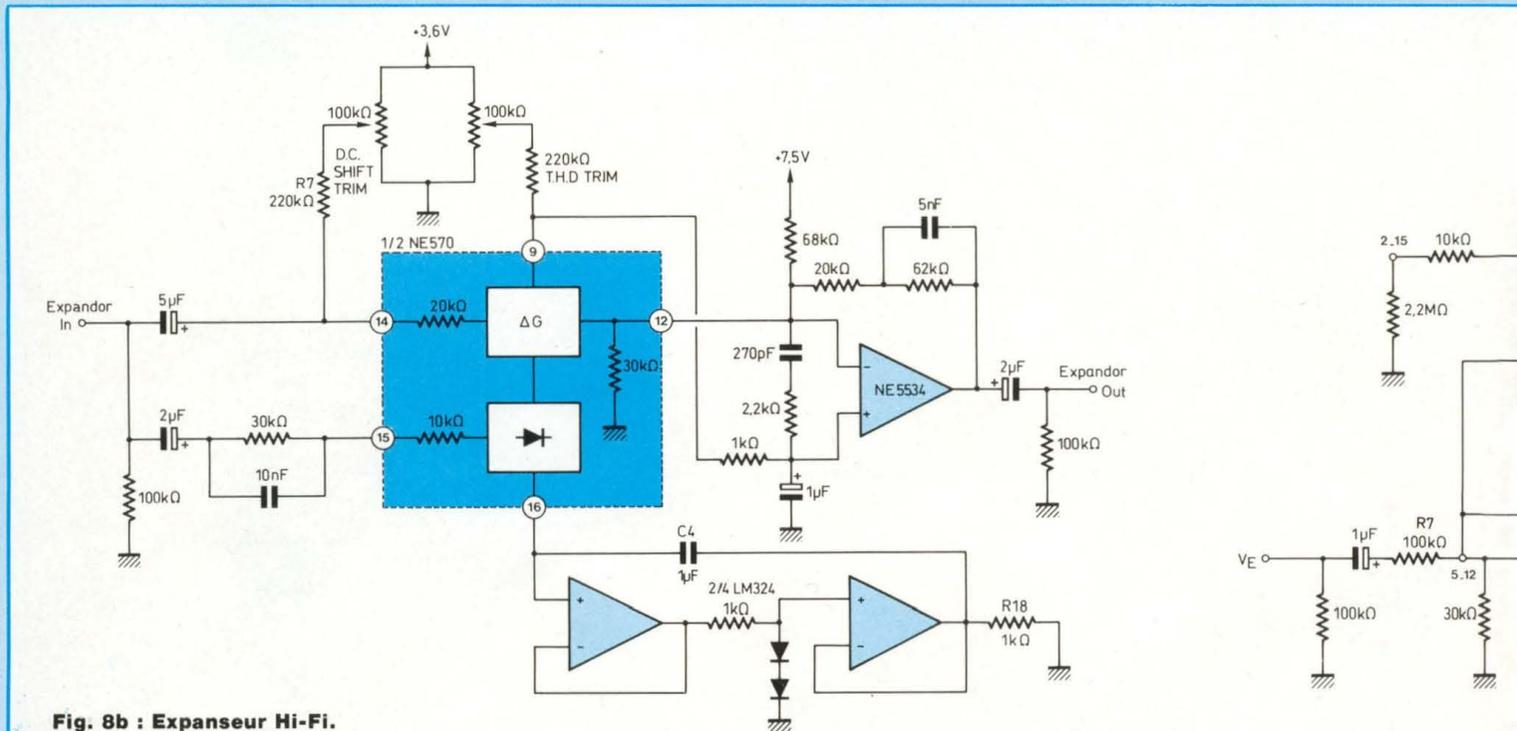


Fig. 8b : Expanseur Hi-Fi.

set apparaît, entraînant une distorsion d'harmonique 2. Le graphique de la figure 6 donne une indication de la distorsion en fonction du niveau d'entrée pour différentes tensions de décalage : il est donc souhaitable de réduire au maximum cette tension indésirable par le biais d'une compensation externe. Les NE 570 et NE 571 possèdent une broche spécialement prévue à cet effet (8, 9) et il suffit d'y appliquer la structure représentée en figure 7a à la place du condensateur de 200 pF. R doit être calculée de telle sorte qu'une tension de 3,6 V soit appliquée à la résistance ajustable. Le réglage s'effectue à l'oscilloscope, à l'oreille ou mieux, à l'aide d'un distorsiomètre (signal sinusoïdal de 10 kHz). Un autre défaut, inhérent aux générateurs de courant internes, introduit une dérive de polarisation du signal de sortie. Elle peut être compensée par l'adjonction de la structure représentée en figure 7b à l'entrée de la cellule à gain variable (broche 3 ou 14).

Le schéma d'un compresseur/expanseur de qualité est représenté en figure 8. Il met en application les améliorations proposées ci-dessus. La préaccentuation est présente à deux niveaux : à l'entrée du compresseur, elle favorise les fréquences élevées du spectre pour les raisons que l'on sait. Une deuxième cellule (C8, R14) est placée à l'entrée du redresseur afin de faire varier le taux de compression avec la fréquence : en effet, le bruit de fond n'est vraiment gênant que pour les fréquences supérieures à 400 Hz environ. L'influence des fréquences basses du spectre étant atténuée sur la cellule de commande de gain, on réduit alors considérablement le phénomène de pompage, tout en conservant une efficacité de réduction maximale dans la partie haute du spectre audio. A l'expansion, on retrouve les deux cellules complémentaires de désaccentuation. L'efficacité de réduction obtenue s'apparente d'ailleurs à certains systèmes

commerciaux présentés lors de notre premier rendez-vous sur les réducteurs de bruit (Led n<sup>os</sup> 62 et 63). Pour réaliser le montage de la figure 8, on a préféré utiliser le NE 5534 à la place de l'amplificateur intégré dans le NE 570. Il possède un temps de montée et un facteur de bruit bien plus faibles que ce dernier. L'amplificateur intégré dans le NE570 présente l'inconvénient majeur de posséder un produit gain/bande limité (1 MHz à gain unité, soit l'équivalent d'un  $\mu$ A741 !). En conséquence, pour des signaux d'entrée faibles, le compresseur présentant un gain élevé, implique une réduction non négligeable de la bande passante du dispositif. Pour un signal réverbéré, ce n'est pas trop gênant, mais le problème se pose lors du traitement d'un signal haute-fidélité (enregistrement sur bande magnétique). Les diodes zéners placées en sortie évitent de saturer l'étage suivant, en cas d'attaque trop forte à la compression.

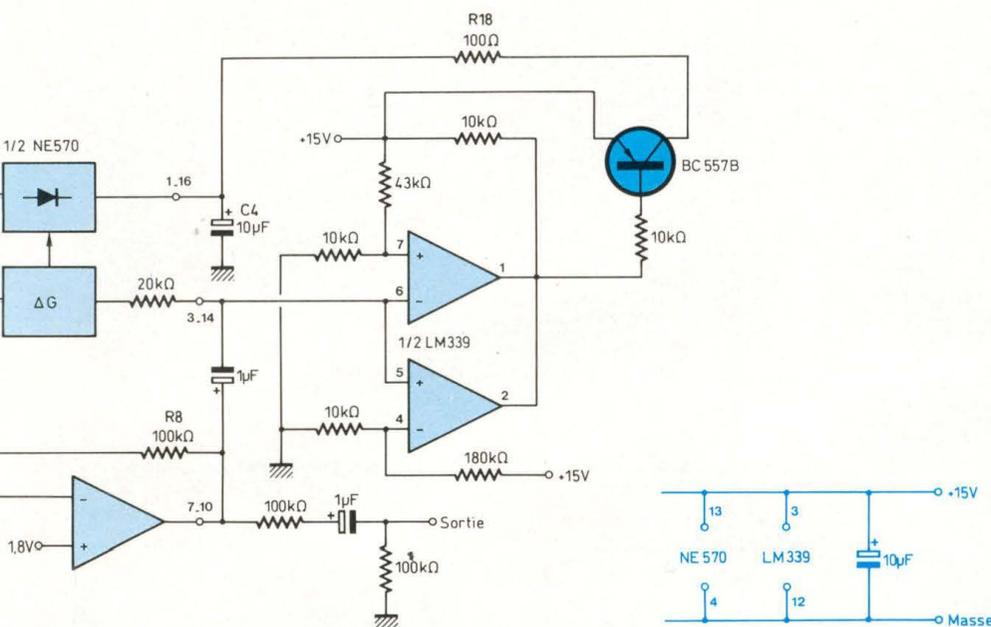


Fig. 9 : Schéma d'un compresseur-limiteur.

Vous aurez sans doute remarqué que le condensateur de la cellule de commande du gain a été remplacé par une structure pour le moins inhabituelle : il n'est plus relié à la masse mais à la sortie d'un amplificateur opérationnel. Cette structure, réalisée autour d'un LM324, accélère l'attaque du compresseur aux signaux de faible amplitude : dans ce cas, en effet, le temps de réponse d'un compandeur simple augmente car la constante de temps n'est pas exactement de  $10\text{ k} \times \text{CRED}$ . La relation exacte qui lie la constante de temps à CRED est la suivante :

$$\tau = \left[ 10\text{ k} + 2 \left( \frac{0,026\text{ V}}{\text{IRED}} \right) \right] \times \text{CRED}$$

Pour des niveaux d'entrée élevés, le courant IRED est suffisamment fort pour que l'influence de la tension d'offset soit négligeable. Par contre, quand le niveau d'entrée du redresseur tombe de 0 dBm à -30 dBm, la constante de temps augmente dans un rapport de 3.

Un circuit actif tel que celui décrit dans notre application permet de conserver au dispositif un temps de réponse sensiblement constant à tous les niveaux. Une valeur de  $1\ \mu\text{F}$  pour C9 constitue un bon compromis entre le temps de réponse et la distorsion aux fréquences basses.

Lors des différentes mises au point du réducteur, le réglage de distorsion harmonique sera réalisé en appliquant un signal de 10 kHz à 0 dBm. La polarisation sera ajustée de façon à obtenir  $V_{CC}/2$  en sortie de l'amplificateur.

**UNE APPLICATION  
ORIGINALE DU NE570 :  
UN LIMITEUR "DUR"  
A ATTAQUE RAPIDE  
ET EXTINCTION LENTE**

Le NE570 peut être mis à profit pour réaliser un limiteur particulièrement efficace dont le schéma est repré-

senté à la figure 9 : il met en œuvre 1/2 NE570, 1/2 LM339 et un transistor PNP. Pour des signaux inférieurs à la valeur de consigne déterminée par les résistances R12 à R15, les comparateurs restent au repos et la cellule de commande de gain est inopérante : le gain du limiteur dépend uniquement de  $R8/R7$ . Dans notre cas, il est unitaire ( $R7 = R8 = 100\text{ k}\Omega$ ).

Dès que le signal de sortie dépasse  $\pm 1\text{ V}$  crête, le comparateur double-alternance bascule et sature le transistor. Ce dernier va pouvoir charger très rapidement le condensateur C4, provoquant l'activation de la cellule à gain variable : la contre-réaction négative ainsi introduite réduira le gain de l'ensemble, donc également le niveau de sortie.

Le temps de réponse à l'attaque dépend du produit  $R18 \times C4$ , mais le temps d'extinction est donné par le produit de C4 avec la résistance interne du redresseur, soit  $10\text{ k}\Omega$ . Avec un condensateur de  $10\ \mu\text{F}$ , l'attaque est inférieure à 1 ms et l'extinction constante à 100 ms. Le courant drainé par R9 permet à C4 de ne pas se décharger complètement. En effet, la cellule à gain variable ne sera activée que lorsque la tension présente aux bornes 1 et 16 dépassera 1,2 V (soit l'équivalent de deux diodes en série).

Si C4 venait à être totalement déchargé, le temps d'atteindre ces 1,2 V introduirait un retard d'activation du limiteur. Un limiteur stéréo peut être monté à partir d'un seul NE570, un seul LM339 et un transistor PNP du type BC557B. Les résistances R12 à R15 peuvent alors être communes aux deux canaux. Cependant, il ne suffit pas de réaliser deux limiteurs monophoniques pour en réaliser un seul stéréophonique car la limitation indépendante d'un canal par rapport à l'autre va réduire les écarts de niveaux : cela se traduit par la destruction de l'image stéréophonique d'origine, par modification de la balance gauche/droite. Afin de remédier à cet inconvénient et

# Les compandeurs NE 570 / 571 / 572 de R

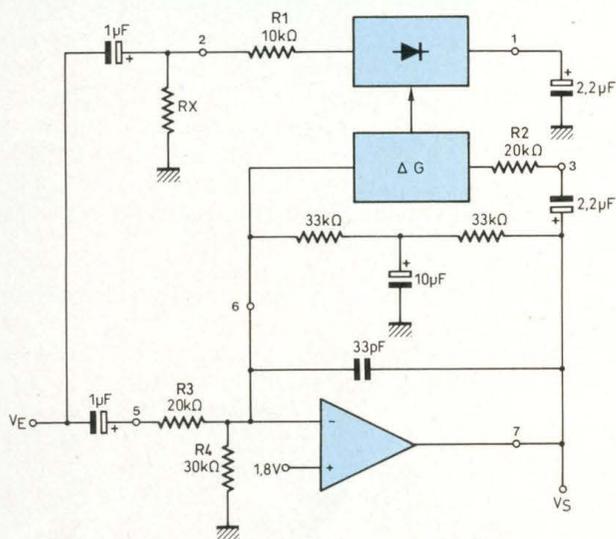
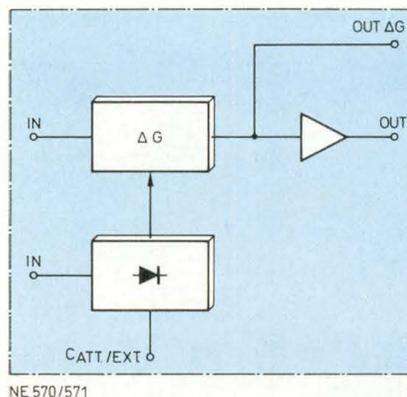
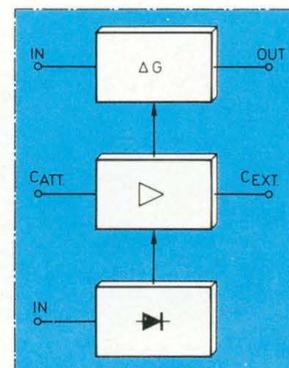


Fig. 10 : Contrôle automatique de niveau.



NE 570/571



NE 572

Fig. 11a : Organisation interne du NE572. Comparaison avec le NE570.

de conserver une image stéréophonique satisfaisante, il faut que la limitation intervienne à la fois sur les deux canaux : les broches 1 et 16 du NE570 doivent donc être connectées ensemble. De la même façon, les sorties de tous les comparateurs peuvent être reliées afin de n'utiliser qu'un seul transistor (il faut donc un seul exemplaire de C4 et R18). Rassurez-vous, les sorties du LM339 sont à collecteur ouvert, ce qui rend impossible toute destruction par court-circuit. Le temps d'extinction sera évidemment divisé par deux redresseurs (soit dans 5 kΩ au lieu de 10 kΩ).

La sensibilité du limiteur peut être modifiée en jouant sur la valeur de R7 afin de l'activer pour des tensions d'entrée inférieures à 1 Vcc. On peut également envisager de changer le niveau maximum de sortie en agissant sur les seuils de basculement des comparateurs.

## UN DISPOSITIF DE CONTROLE DE GAIN AUTOMATIQUE SIMPLE (ALC)

Le schéma de la figure 10 représente

un dispositif de contrôle de gain très performant. Son architecture s'apparente au compresseur de base de la figure 4 à un détail près : le redresseur est cette fois relié à l'entrée du montage. Cette configuration rend le gain inversement proportionnel au niveau d'entrée. Ainsi, une chute de niveau de 20 dB à l'entrée se traduira par un accroissement du gain du dispositif de 20 dB également. Le niveau de sortie restera donc constant quelles que soient les variations à l'entrée.

Avec les composants indiqués, le circuit conservera un niveau de sortie à ± 1 dBm pour des niveaux d'entrée compris entre -43 et +14 dBm à 1 kHz. Moyennant quelques modifications ou en ajoutant quelques composants externes, il est possible de réajuster le niveau de sortie.

Les équations régissant ce montage sont les suivantes :

Niveau de sortie :

$$V_S = \frac{R_1 \cdot R_2 \cdot I_B}{2 \cdot R_3} \left[ \frac{V_{IN}}{V_{IN(avg)}} \right];$$

$$\text{Gain : } AV = \frac{R_1 \cdot R_2 \cdot I_B}{2 \cdot R_3 \cdot V_{IN(avg)}}$$

$$\text{avec } I_B = 140 \mu A \text{ et } \frac{V_{IN}}{V_{IN(avg)}} = \frac{\pi}{2\sqrt{2}}$$

= 1,11 (pour des signaux sinusoïdaux).

L'addition de la résistance Rx permet de limiter le gain du montage pour les faibles niveaux d'entrée. Le gain maximum peut alors être déterminé par l'équation suivante :

$$AV_{MAX} = \frac{(R_1 + R_x) \cdot R_2 \cdot I_B}{1,8 V \cdot 2 \cdot R_3}$$

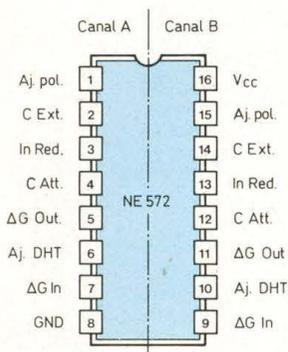
(I<sub>B</sub> = 140 µA)

La constante de temps du circuit est déterminée par le condensateur de filtrage (C<sub>RED</sub>) et la résistance interne de 10 kΩ. Evidemment, le temps de réponse du dispositif peut être diminué au détriment de la distorsion aux basses fréquences. On peut évaluer la distorsion en fonction de la valeur du condensateur de filtrage choisi à l'aide de l'équation suivante :

$$\begin{aligned} \text{DHT (distorsion harmonique totale)} &= \\ &= \left( \frac{1 \mu F}{C_{RED}} \right) \left( \frac{1 \text{ kHz}}{\text{fréq.}} \right) \times 0,2 \% \end{aligned}$$

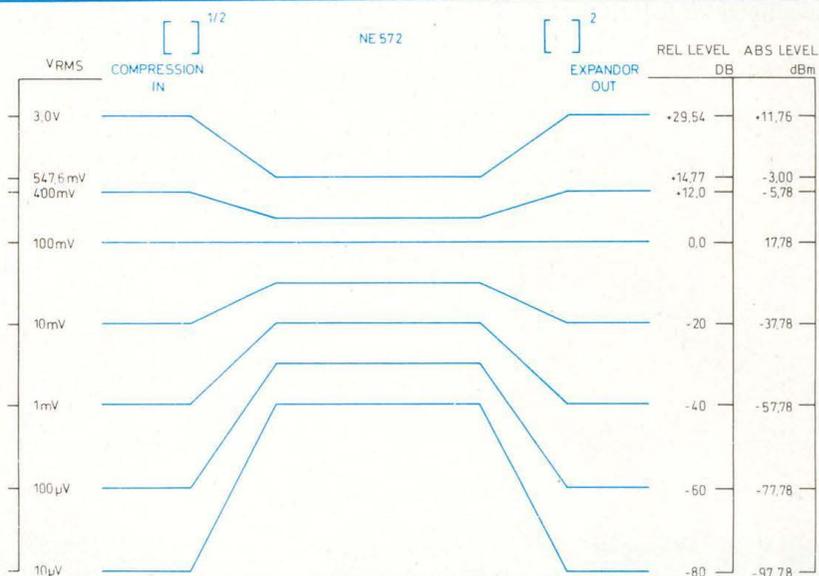
D'une manière générale, C<sub>RED</sub> = 2 µF et Rx = 270 kΩ constituent un bon compromis (gain max. ≈ 10 et DHT ≈ 1 % à 100 Hz).

Si vous souhaitez conserver l'efficacité du dispositif pour de faibles



**Brochage du NE572.**

**Fig. 11b : Caractéristiques de compression et expansion du NE572.**



niveaux d'entrée, c'est-à-dire obtenir dans ce cas des gains élevés, il est indispensable de remplacer l'amplificateur intégré par un NE5534. Si cette précaution n'est pas observée, il faut s'attendre à l'apparition d'un bruit de fond non négligeable et à une limitation abusive de la réponse en fréquence dans l'aigu.

### LE NE572 : UN COMPANDEUR PERFORMANT

Bien que le NE572 soit loin d'être récent, il présente l'avantage pour l'amateur d'être bien distribué actuellement. A la seule vue de son organisation interne (figure 11a), on peut l'apparenter à ses prédécesseurs NE570 et NE571. Qu'on ne s'y trompe pas ! Bien que l'amplificateur intégré soit absent, un étage tampon additionnel va apporter une plus grande souplesse à l'utilisateur. D'autre part, les caractéristiques électriques sont plus optimistes grâce à la mise en œuvre de structures plus évoluées pour chacune des cellules qui composent le NE572. Le diagramme de la figure 11b

présente les caractéristiques de compression et d'expansion du composant : c'est un compandeur de facteur 2 comme les NE570 et NE571. Rappelons-le, cela signifie que le signal est élevé à la racine carrée à la compression puis au carré à l'expansion, la référence unitaire étant définie pour un signal d'entrée de 100 mVeff.

### ATTAQUE ET EXTINCTION INDEPENDANTES : UN APPORT APPRECIABLE

Il peut être important de pouvoir commander la durée de l'attaque et de l'extinction de façon indépendante pour des applications de contrôle de gain performantes. C'est notamment le cas de la compression/expansion dans les réducteurs de bruit. Dans un système haut de gamme, par exemple, le signal d'entrée est décomposé en plusieurs bandes de fréquence afin d'optimiser le comportement dynamique de chaque bande. On obtient ainsi une suppression quasi-totale du phénomène de pompage, de la distorsion de phase ou encore de la saturation aux fréquences élevées.

Evidemment, en raison de l'accroissement du prix de revient d'un système multi-bandes, il était jusqu'à présent réservé à des applications audio-professionnelles.

Le détecteur de niveau mis en œuvre dans le NE572 évite les fluctuations de contrôle de gain et permet avantageusement des temps de montée et descente indépendants. On peut alors envisager la réalisation d'un réducteur à deux bandes simple mais performant. Typiquement, un temps de réponse à l'attaque de 4 ms pour les fréquences élevées et 40 ms pour les fréquences basses du spectre audio peut être obtenu avec respectivement 0,1  $\mu$ F et 1  $\mu$ F pour C<sub>att</sub>. La fréquence de coupure pourra être choisie autour de 200 Hz pour un dispositif à 2 voies. A l'extinction, un condensateur de 4,7  $\mu$ F permet d'atteindre 200 ms. Avec l'adjonction de C<sub>ext</sub> dans le détecteur de niveau, la distorsion dans les basses fréquences est bien plus faible que pour le NE570 : si on considère un montage dont C<sub>att</sub> = 1  $\mu$ F et C<sub>ext</sub> = 4,7  $\mu$ F, la distorsion à 100 Hz est réduite de plus de 10 dB par rapport à un montage utilisant un simple filtre RC et comportant le même condensateur

# Les compandeurs NE 570 / 571 / 572 de R

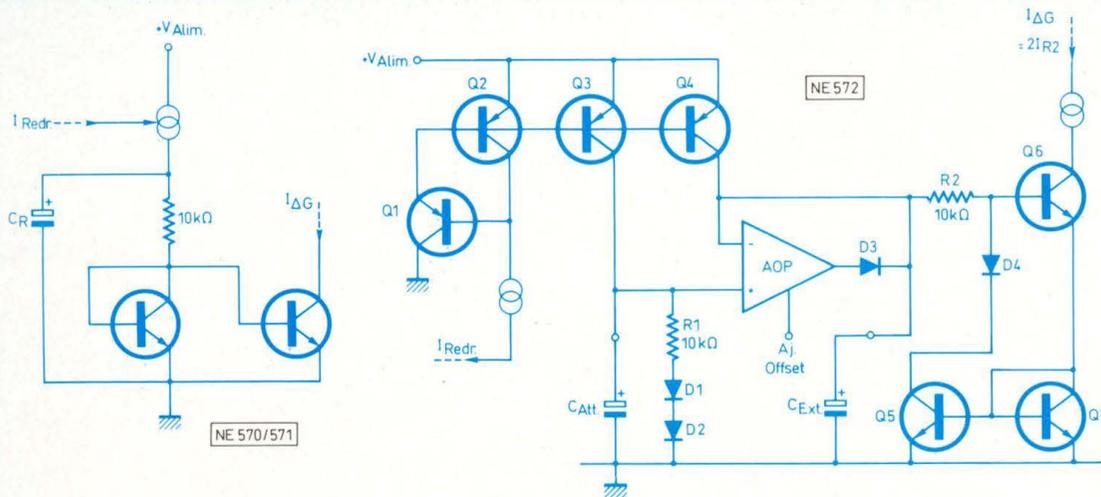


Fig. 12 : Schéma de principe de l'étage tampon des NE570 et NE572.

de 1  $\mu\text{F}$  pour l'attaque et l'extinction.

## L'ETAGE TAMPON DU NE572

Les schémas de la figure 12 permettent de comparer les cellules de filtrage des NE570 et NE572. Les constantes de temps sont définies comme suit :

attaque :  $\tau_{ATT} = 10 \text{ k}\Omega \times C_{att}$

extinction :  $\tau_{EXT} = 10 \text{ k}\Omega \times C_{ext}$

L'image du courant issu du redresseur est reproduite vers les entrées et sorties de l'amplificateur suiveur AOP par l'intermédiaire des transistors Q2, Q3 et Q4.

Lors de l'accroissement de la tension d'entrée, l'amplificateur intégré fonctionne en suiveur et charge le condensateur  $C_{ext}$  à la même vitesse que  $C_{att}$ . C'est la faible impédance de sortie de l'AOP qui permet à  $C_{ext}$  de suivre la charge de  $C_{att}$  sans décalage.

Lorsque la tension d'entrée décroît,  $C_{att}$  se décharge au travers d'une résistance de 10 k $\Omega$ . La diode D3, voyant le potentiel à ses bornes s'inverser, se bloque et isole  $C_{ext}$  de la sortie de l'amplificateur. Ainsi, le temps d'extinction ne dépend plus que de  $C_{ext} \times 10 \text{ k}\Omega$  (R2).

L'image du courant de charge et de

décharge de l'étage tampon est dirigé vers la cellule à gain variable par l'intermédiaire de Q5. Une source de courant externe appliquée à la broche 1 (ou 15) permet de compenser les erreurs de gain introduites par la tension d'offset de l'amplificateur suiveur.

## MONTAGE COMPRESSEUR / EXPANSEUR DE QUALITE

(figure 13)

Il est sensiblement différent par rapport à celui du NE570. Les amplificateurs externes sont des NE5532 ou TL072. IC1 n'est qu'un adaptateur d'impédance et n'est absolument pas indispensable si l'étage qui précède possède une faible impédance de sortie ( $\leq 200 \Omega$ ). La préaccentuation est calculée pour une bande passante haute-fidélité, en l'occurrence 20 Hz-20 kHz environ.

Si on désire exploiter le montage pour une bande passante limitée à 5 kHz (pédale d'effets pour instrument par exemple), on remplacera les condensateurs de 4,7 nF par 15 nF et ceux de 27 nF par 68 nF.

Le montage fonctionne sous une alimentation simple de 12 V. Il est possi-

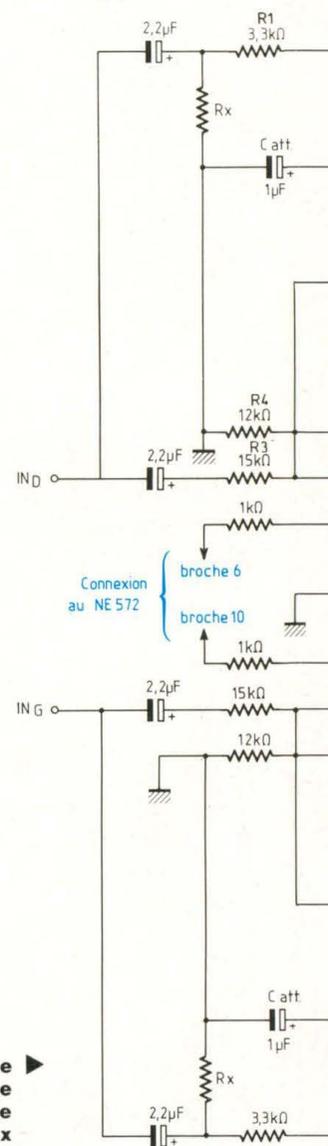
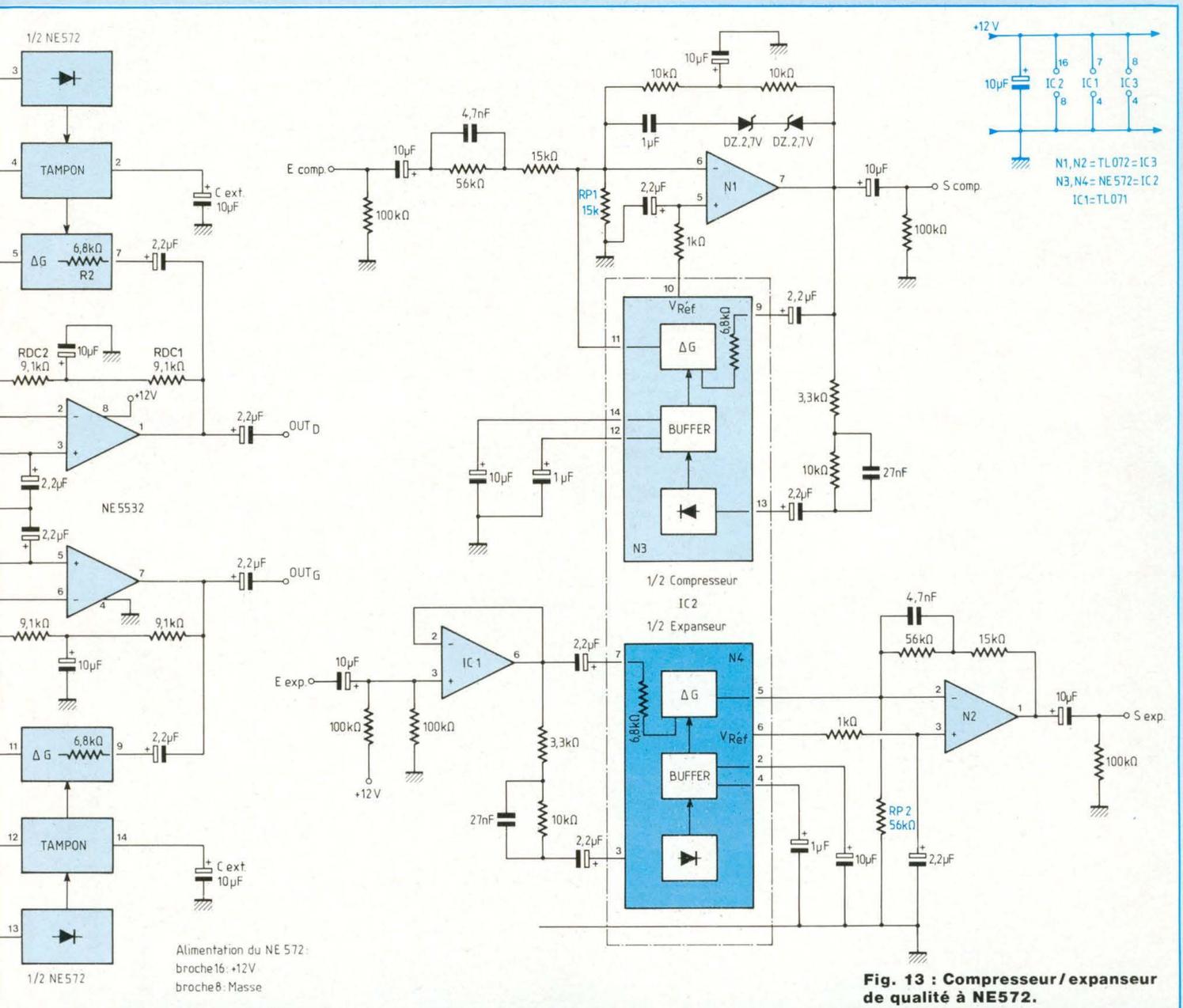


Fig. 14 : Contrôle automatique de niveau sonore à deux canaux utilisant le NE572.

ble d'utiliser une tension d'alimentation différente (attention à ne pas dépasser 22 V) mais il faudra modifier la polarisation du montage en jouant sur Rp1 et Rp2. On les choisira de façon à obtenir  $V_{ALIM}/2$  en sortie de N1 et N2. La tension continue présente sur la



sortie de N1 est donnée par l'équation suivante :

$$V_{dc} (COMP) = V_{réf} \left[ 1 + \frac{R_{Cr1}^*}{R_{p1}} \right]$$

\*  $R_{Cr1}$  représente la somme des résistances de contre-réaction ( $R_{Cr1} =$

$10\text{ k}\Omega + 10\text{ k}\Omega = 20\text{ k}\Omega$ ).

La tension de sortie continue présente sur la sortie de N2 est donnée par l'équation suivante :

$$V_{dc} (EXP) = V_{réf} \left[ 1 + \frac{R_{Cr2}^*}{R_{p2}} \right]$$

\*  $R_{Cr2}$  représente la somme des résistances de contre-réaction ( $R_{Cr2} = 56\text{ k}\Omega + 15\text{ k}\Omega = 71\text{ k}\Omega$ ).

$V_{réf}$  correspond à la tension de référence interne du NE572 disponible sur les broches 6 et 10.  $V_{réf}$  est définie comme suit :

# Les compandeurs NE 570 / 571 / 572

$$2,3 \text{ V} < V_{\text{réf}} < 2,7 \text{ V}$$

avec  $V_{\text{réf}}$  typique = 2,5 V.

Pour les calculs, on peut se baser sur la valeur typique indiquée par le constructeur. Cependant, il est préférable de la mesurer sur l'échantillon qui sera mis à votre disposition afin d'obtenir un maximum d'exactitude pour  $V_{\text{alim}}/2$ .

Le temps de réponse à l'attaque est inférieur à 40 ms avec les valeurs indiquées sur le schéma. Si le message sonore ne descend pas trop dans l'extrême-grave, on pourra prendre 20 ms pour l'attaque ( $C_{\text{att}} = 0,47 \mu\text{F}$ ) et 200 ms pour l'extinction ( $C_{\text{ext}} = 4,7 \mu\text{F}$ ).

Le montage proposé peut être mis à profit pour la réalisation d'un compresseur stéréo (réaliser le montage supérieur en deux exemplaires) ou un expanseur stéréo (réaliser le montage du bas en deux exemplaires). Dans ce cas, il vaut mieux supprimer les cellules de préaccentuation et désaccentuation telles qu'elles sont représentées afin de ne pas modifier la bande passante d'origine du signal audio. A condition toutefois de modifier  $R_{p2}$  pour respecter la polarisation du montage :  $R_{p2}$  doit alors être portée à 12 k $\Omega$  mais les autres éléments du montage ne changent pas.

## CONTROLE AUTOMATIQUE DE NIVEAU A NE572

Pour en terminer avec les applications du NE572, le schéma de la figure 14 représente un dispositif de contrôle automatique de niveau multipiste ou stéréophonique qui peut être mis à

profit pour l'enregistrement d'un reportage (ou autre) sur bande magnétique : il assurera un niveau d'enregistrement constant quelles que soient les conditions de prise de son (différences d'intonation entre les interlocuteurs, distance non constante entre le micro et le commentateur, etc.). Les deux composants actifs seront alimentés avec une source de tension asymétrique de 12 V. Une pile de 9 V de type 6F22 pourra cependant faire l'affaire si  $R_4$  est portée à 22 k $\Omega$  au lieu de 12 k $\Omega$ . La polarisation de l'amplificateur est donnée par la relation suivante :

$$V_{\text{dcc}} = V_{\text{réf}} \left( 1 + \frac{R_{\text{dc}1} + R_{\text{dc}2}}{R_4} \right)$$

avec  $V_{\text{réf}} \approx 2,5 \text{ V}$ .

Le niveau de sortie constant est déterminé par l'équation suivante :

$$V_{\text{out}} = \left( \frac{R_1 \cdot R_2 \cdot I_B}{2R_3} \right) \left( \frac{V_{\text{IN}}}{V_{\text{IN (avg)}}} \right)$$

$$\text{avec } \frac{V_{\text{IN}}}{V_{\text{IN (avg)}}} = \frac{\pi}{2\sqrt{2}} = 1,11 ;$$

et  $I_B = 140 \mu\text{A}$  pour des signaux sinusoïdaux.

Avec les valeurs indiquées dans le schéma, la régulation s'effectue autour de 100 mV.

Afin d'éviter de se retrouver avec un gain infini en cas d'absence de signal à l'entrée du montage, il est préférable de conserver  $R_x$  qui permet de fixer le gain maximum du dispositif. La relation liant le gain à  $R_x$  est indiquée comme suit :

$$\text{Gain}_{\text{MAX}} = \frac{\left( \frac{R_1 + R_x}{1,8} \right) \times R_2 \times I_B}{2R_3}$$

## CONCLUSION

Comme vous avez pu le constater, les compandeurs apportent des solutions simples et efficaces dans des domaines variés, qui ne sont pas forcément en rapport avec la réduction du bruit (dans les lignes à retard ou les bandes magnétiques). Nous espérons que les schémas proposés vous permettront de résoudre certains désagréments relatifs à votre équipement personnel. Il n'est malheureusement pas possible de présenter toutes les applications des compandeurs dans le cadre de notre exposé sur les réducteurs de bruit mais nous aurons l'occasion de vous soumettre ultérieurement d'autres montages. Parmi d'autres réalisations possibles avec les NE570, citons les compresseurs pour guitare, les atténuateurs de niveau musical déclenchés par la voix d'un commentateur ou disc-jockey (pour lancer un jingle par exemple), les "noise-gate", etc.

Signalons que RTC a développé récemment un nouveau circuit, le NE575, qui pourra être mis à profit pour des applications futures... Affaire à suivre !

B. Dalstein

## BIBLIOGRAPHIE

Manuel technique RTC.  
Circuits linéaires LSI.

EDITIONS PERIODES  
1, boulevard Ney 75018 Paris  
Tél. (16-1) 42.38.80.88 poste 7315

**Vous avez réalisé des montages personnels que vous aimeriez publier dans notre revue, n'hésitez pas à nous joindre soit par téléphone, soit par courrier, afin d'obtenir les renseignements nécessaires pour une éventuelle collaboration à Led.**



## STRASBOURG CARREFOUR DE L'EUROPE



Tous les kits  
AUDAX, DAVIS, FOCAL,  
DYNAUDIO, KEF, SEAS,  
PEERLESS, PREVOX,  
SIARE, DEYMA,  
selfs et condensateurs  
de qualité professionnelle  
Etude et réalisation  
de filtres passifs.

Assistance technique assurée.  
Vente par correspondance.

Ecoute comparative  
des kits présentés dans Led.

# ALSAKIT

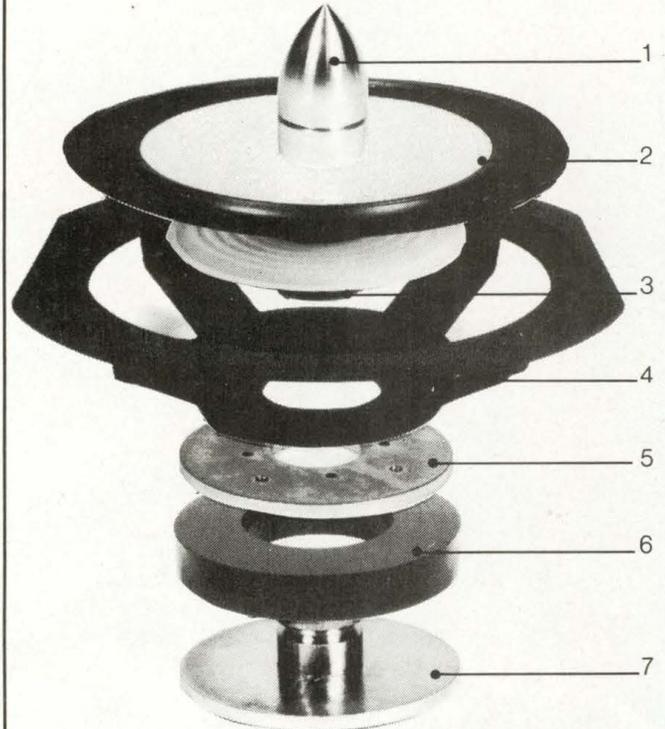
LE SPECIALISTE DU KIT HAUT DE GAMME

10, Quai Finkewiller 67000 Strasbourg  
Tél. : 88.35.06.59

# DAVIS

ACOUSTICS

FABRICANT FRANÇAIS  
UNE TECHNOLOGIE DE POINTE  
AU SERVICE DE LA MUSIQUE

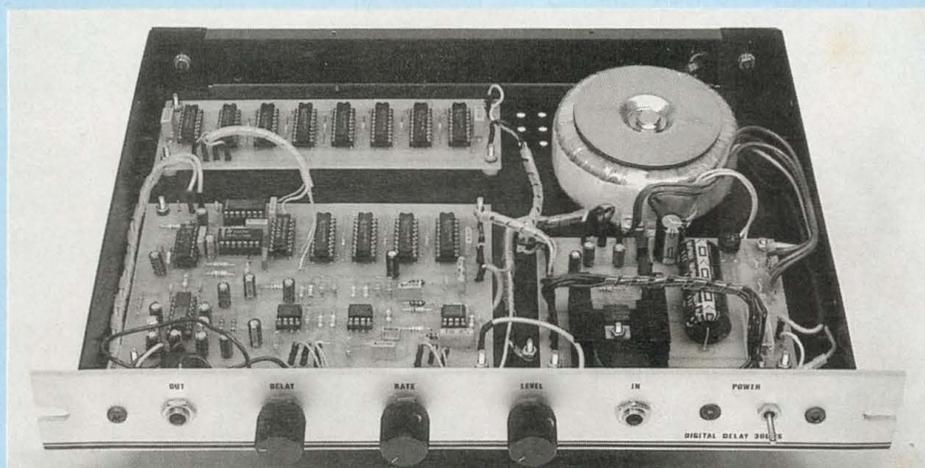


La musicalité des haut-parleurs DAVIS ACOUSTICS s'explique :

1. Ogive centrale, diminue la directivité, régularise la courbe de réponse, entraînant une meilleure diffusion spatiale du message sonore.
2. Membrane en Kevlar associant légèreté et rigidité tout en étant parfaitement amortie. A l'écoute, absence de coloration, timbre respecté, haute définition.
3. Bobine mobile sur support Kapton haute température, fil aluminium plat. Grande tenue en puissance, très grande capacité dynamique.
4. Saladier en alliage d'aluminium anti-résonnant, parfaite rigidité, dégagement arrière important, absence de résonance, très grande précision sur les attaques instrumentales.
5. Plaque de champ magnétique usinée avec précision. Parfaite linéarité de fonctionnement.
6. Aimant ferrite de baryum, lignes de force concentrées, fermeté des attaques, puissance, rendement, dynamique.
7. Noyau dirigé, bagué cuivre. Maintien de l'impédance constante, adaptation optimale avec les amplificateurs, parfait amortissement, réduction de la distortion.

Demande de documentation à : **DAVIS ACOUSTICS**  
14, RUE BERANGER 94100 SAINT-MAUR-DES-FOSSES  
TÉL. : 48.83.07.72

# CHAMBRE D'ECHO DIGITALE AVEC REDUCTEUR DE BRUIT



Voici enfin la réalisation que tous les musiciens attendaient avec impatience : un écho digital d'un prix de revient inférieur à celui des produits vendus dans le commerce spécialisé. Son extension mémoire permet de disposer d'un retard total de 300 ms environ, un réducteur de bruit dynamique limitant considérablement le bruit de fond.

**I**l y a plusieurs mois déjà, la rubrique "En savoir plus sur..." du n° 57 nous avait permis de familiariser les lecteurs avec les techniques de mise en œuvre des lignes à retards, qui ouvraient la porte à de nombreux effets comme l'écho, la réverbération, le flanging ou le chorus. Les lignes à ressort, qui ont longtemps fait la une des revues de vulgarisation, font désormais partie du passé. Même les registres à transfert de charges (BBD ou lignes à échantillonnage analogique), bien que s'accrochant obstinément, sont en voie de disparition. Nous avons proposé deux applications utilisant ce procédé : une pédale flanger (Led n° 56) et un pupitre de

réverbération (Led n° 61). Les registres à transfert de charges, bien que simples à utiliser, sont réputés pour leur rapport signal/bruit très discutable : des résultats acceptables ne sont envisageables qu'avec de sévères restrictions d'emploi ; en conséquence, ce procédé ne se prête qu'à des retards de courtes durées (flanger, chorus, vibrato, doubling). Résolument tourné vers l'avenir, nous nous sommes pris par la main pour vous proposer une réalisation plus adaptée aux techniques employées actuellement. Ses principales caractéristiques sont les suivantes :

- sensibilité du préampli d'entrée : 15 mV eff (micro guitare)

- convertisseur analogique-numérique Delta échantillonné à plus de 150 kHz
- capacité mémoire de base de 16 k, extensible jusqu'à 45 k
- retard maximal de 300 ms avec l'extension (écho)
- réducteur dynamique de bruit intégré
- bande passante du signal retardé 30 Hz-10 kHz.

## PRESENTATION

## FONCTIONNELLE

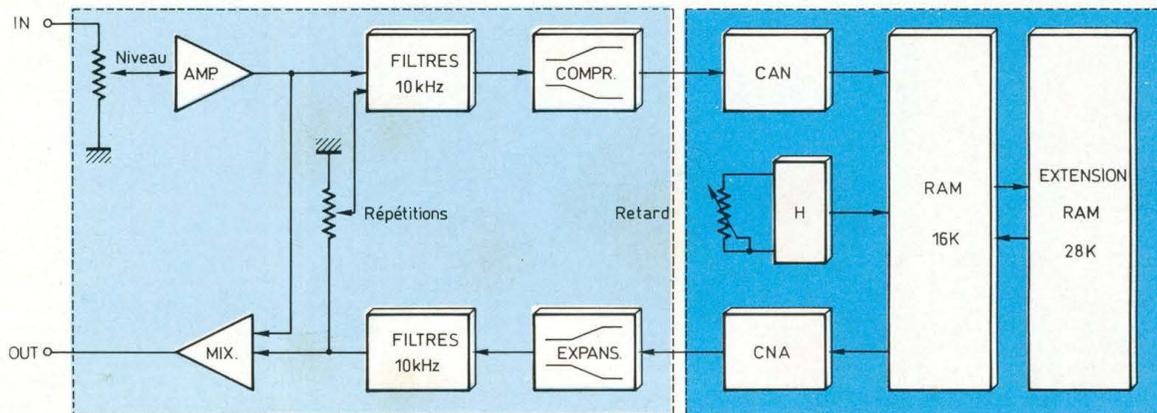
## DE L'ECHO DIGITAL

L'organisation fonctionnelle de la figure 1 met en évidence deux blocs distincts, délimités par un trait discontinu : on a ainsi séparé la partie analogique (à gauche) de la partie digitale (à droite).

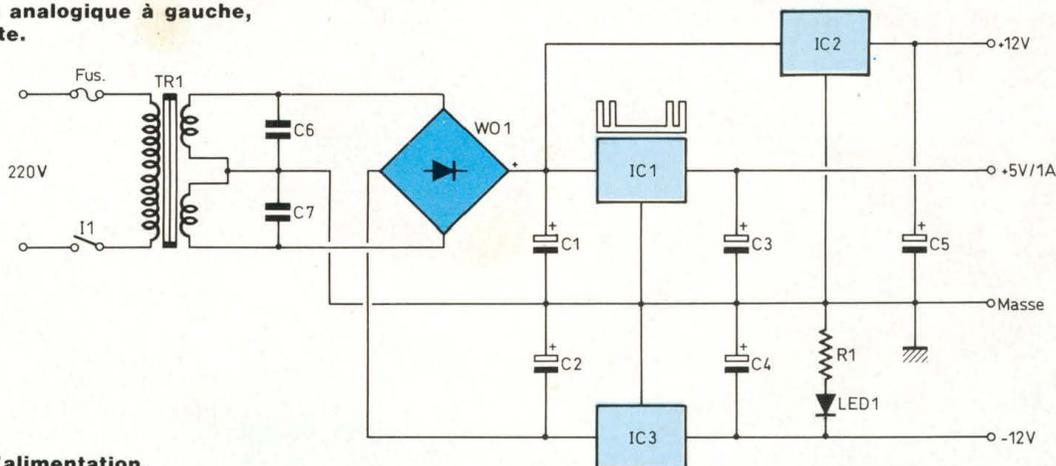
La partie digitale comporte avant tout un convertisseur A/N afin de coder sous forme binaire les échantillons prélevés à l'entrée. C'est à cette seule condition que les échantillons pourront être retardés dans un dispositif basé essentiellement sur des mémoires RAM (mémoires à lecture/écriture statiques). Le plan RAM est exploité ici en tant que superbe registre à décalage logique de 16 384 étages ; il est théoriquement extensible à l'infini et c'est cette capacité de stockage exceptionnelle qui fait la force de tout système numérique. (Avec notre extension de 28 k, on obtient un registre à décalage de 45 056 étages, sans introduire de détérioration supplémentaire sur les échantillons traités.

Le principe de conversion retenu est la modulation Delta qui code sur 1 bit la dérivée du signal d'entrée. Enfin, un convertisseur numérique/analogique va restituer le son sous sa forme d'origine, après un retard qui dépend de la fréquence d'échantillonnage ( $F_e$ ) et de la surface de stockage disponible... à quelques détails près ! En effet, l'échantillonnage introduit des bruits de **commutation** (bruit de souffle caractéristique) et le CAN des bruits de **quantification** (distorsion non harmonique) qui ne sont pas négligeables. La quantification, c'est l'approximation de la valeur exacte d'un échantillon

# UN RETARD DE 300 ms



**Fig. 1 : Schéma structurel de l'organisation fonctionnelle. Partie analogique à gauche, partie digitale à droite.**



**Fig. 2 : Schéma de l'alimentation.**

par la plus proche valeur issue d'un assortiment limité, représenté par des nombres entiers.

La distorsion de quantification ne se manifestera donc pas en cas d'absence de modulation (contrairement au bruit de fond qui, lui, existe tant que l'horloge est en fonction). Afin de réduire ces désagréments, il faudra alors respecter les quelques règles élémentaires qui vont suivre :

1. En modulation Delta, la fréquence d'échantillonnage devra être supérieure à 15 fois la fréquence maximale du signal d'entrée (le cas idéal étant 20 fois). Puisque nous souhaitons conserver une bande passante satisfaisante (10 kHz),  $F_e$  sera d'au moins 150 kHz. On limitera la réponse de  $V_e$  par un filtre passe-bas à l'entrée de la ligne à retard.

2. Les composantes résiduelles de la fréquence d'horloge seront atténuées par la présence d'un filtre passe-bas de même nature que le précédent en sortie.

3. On intercale entre filtres et convertisseurs un dispositif efficace de réduction du bruit. En l'occurrence, un compresseur-expandeur de dynamique présenté dans la rubrique "En savoir plus sur..." de ce même numéro. Pour améliorer le rapport signal/bruit de l'ensemble, le signal d'entrée (IN) est préalablement amplifié 50 fois, un réglage de niveau permettant de s'adapter aux sources de niveau élevé (sorties lignes telles que : tables de mixage, expandeurs, synthétiseurs...). La sortie (OUT) recueille le mélange des signaux directs et retardés, ces derniers étant réinjectés dans la ligne

à retard par l'intermédiaire d'un potentiomètre. On pourra ainsi jouer sur le nombre de répétitions du signal, c'est-à-dire la durée de réverbération ou d'écho.

L'excursion de la fréquence d'horloge, qui est réglable entre 150 kHz et 600 kHz par potentiomètre, donne accès aux gammes de retards suivants :

Avec extension :  $75 \text{ ms} < \tau < 300 \text{ ms}$   
 Sans extension :  $28 \text{ ms} < \tau < 110 \text{ ms}$

Le retard étant déterminé ainsi :

$$\tau = \frac{\text{taille mémoire}}{F \text{ échantillonnage}}$$

## L'ALIMENTATION

(figure 2)

Elle est loin d'être à négliger, puisque

# CHAMBRE D'ECHO

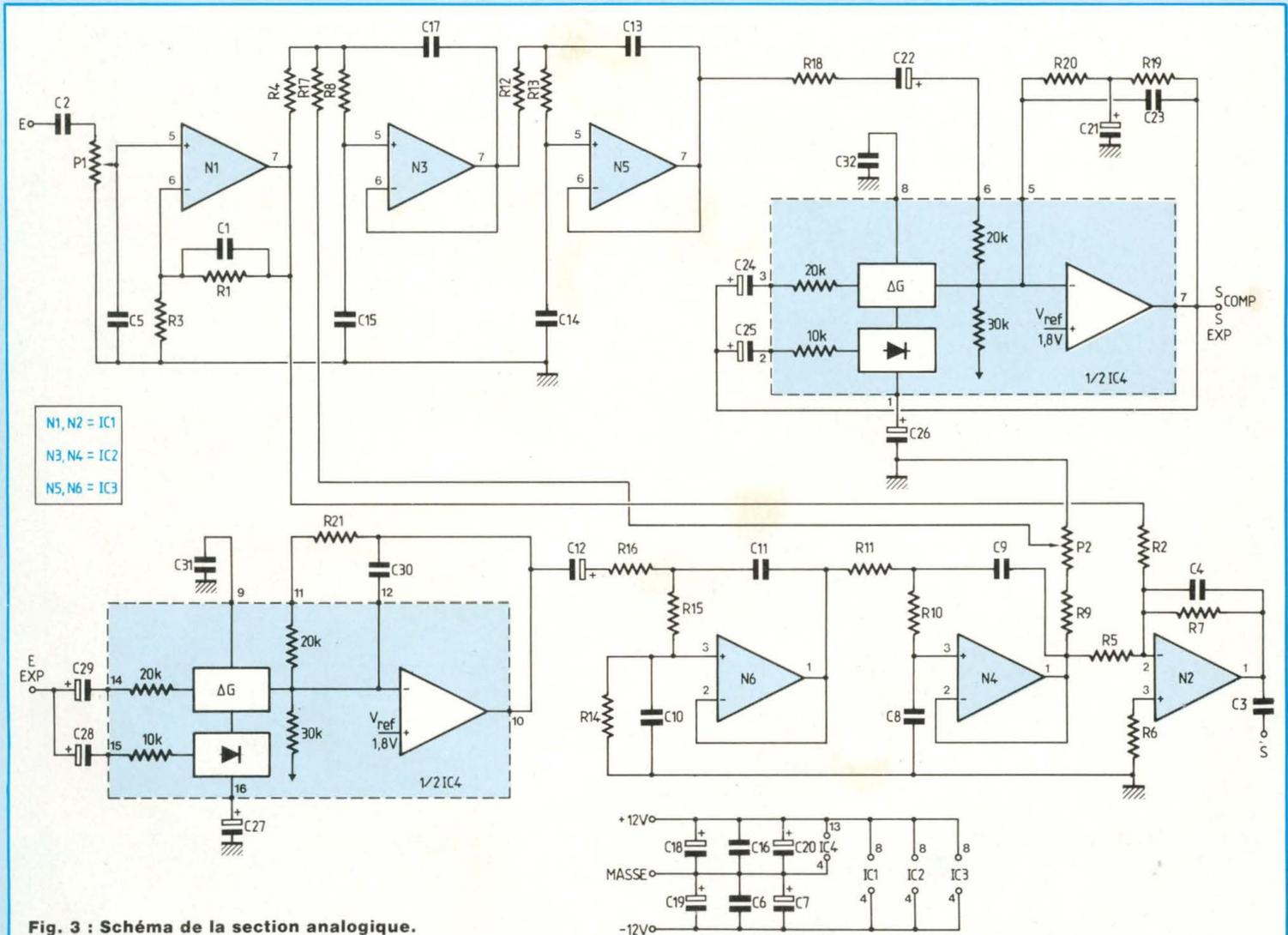


Fig. 3 : Schéma de la section analogique.

le plan mémoire lui soutire plus d'un ampère ! La chambre d'écho utilise 3 tensions réparties comme suit : une alimentation symétrique  $\pm 12\text{ V} / 100\text{ mA}$  pour la section analogique et une source de tension  $+5\text{ V} / 1,2\text{ A}$  pour la section numérique, la majeure partie étant absorbée par les RAM : IC1 sera donc impérativement doté d'un radiateur, si on veut éviter de le voir disjoncter intempestivement. La puissance dissipée par le régulateur est de l'ordre de  $13\text{ W}$  en raison essentiellement de sa tension d'entrée trop élevée ( $16\text{ V}$  environ). Cette valeur est imposée par la présence d'un

régulateur  $12\text{ V}$  en parallèle et évite d'avoir recours à un deuxième transformateur pour la section numérique. A ce propos, il n'est pas question de diminuer la valeur du condensateur de stockage C1 quelle qu'en soit la raison. En effet, les appels de courants issus de IC1 auraient tendance à le décharger rapidement au-dessus de la valeur minimale exigée par IC2 (autour de  $14\text{ V}$ ) entraînant l'apparition d'un ronflement désagréable. L'écart de tension permis au condensateur n'est donc que de  $2\text{ V}$  ( $16\text{ V} - 14\text{ V}$ ) si on veut respecter le cahier des charges initial. La relation liant C1 aux autres

paramètres de l'alimentation est indiquée ci-dessous :

$$C1 \geq \frac{I_s \cdot T}{U}$$

avec  $I_s$  = courant d'alimentation,  $U$  = tension de décharge permise au condensateur,  $T$  = période de décharge du condensateur. En redressement double alternance, elle est inférieure à  $10\text{ ms}$  (la valeur typique étant  $7\text{ ms}$ ). Dans notre cas,

$$C1 \geq \frac{1,2 \times 7 \cdot 10^{-3}}{2} \geq 4\,200\ \mu\text{F},$$

soit  $4\,700\ \mu\text{F}$  en valeur normalisée.

# UN RETARD DE 300 ms

Pour IC3, qui délivre un maximum de 100 mA, un condensateur de 470  $\mu$ F fera l'affaire. TR1 est un transformateur torique de  $2 \times 12$  V/25 VA, caractérisé par un faible rayonnement et son profil bas idéal pour l'implantation dans un coffret rack de 1 unité, soit 38 mm de haut !

## LA SECTION ANALOGIQUE

Elle est représentée à la figure 3. Entièrement réalisée autour d'amplificateurs opérationnels, on reconnaîtra le préamplificateur d'entrée (N1), dont le gain est déterminé par le rapport de  $R1/R3$ . C1 évite tout risque d'accrochage en haute fréquence, et C5 supprime les parasites radiophoniques éventuels. Les filtres passe-bas sont réalisés autour de [N3, N5] et [N4, N6]. Ils sont du quatrième ordre et procurent une atténuation de  $-24$  dB/octave au-delà de 10 kHz.

En jouant sur le rapport des condensateurs de chacune des cellules de filtrage élémentaires (ne comprenant qu'un AOP), on peut modifier leur coefficient de qualité de façon à rehausser la bande 6 kHz-10 kHz à l'entrée de la ligne à retard (préaccentuation). En effectuant l'opération inverse en sortie (désaccentuation), on atténuera légèrement le bruit de fond dans le haut du spectre. Cet artifice permet de donner un son un peu plus cristallin ou métallique aux signaux retardés. Si on préfère conserver un son feutré, il suffit de prendre la même valeur pour tous les condensateurs des filtres. Si vous souhaitez obtenir de plus amples informations sur le calcul de ces filtres, veuillez consulter le n° 61, dans le cadre de la réverbération analogique qui y est proposée.

Le compandeur complet (compresseur + expanseur) utilise un seul circuit intégré spécialisé, le NE 570 de RTC, qui a fait ses preuves depuis de nombreuses années. Initialement développé pour les télécommunications, il a rapidement été détourné vers les applications audio grand public : son prix et ses performances le justifient pleinement dans une réalisation telle que la nôtre.

Le NE 570 effectue l'adaptation dynamique entre les sections analogiques et numériques, dans un rapport [1:2] à l'entrée et [2:1] en sortie de la ligne à retard.

Le mélangeur final, bâti autour de N2, joue en plus un rôle atténuateur pour adapter le montage aux niveaux d'entrée "microphone" de la plupart des équipements extérieurs. Il suffit de modifier R7 pour changer le niveau de sortie. En prenant  $R7 = 10$  k $\Omega$  (au lieu de 1 k $\Omega$  actuellement), on aura une parfaite adaptation avec les entrées "ligne" ou "auxiliaire" de tous les équipements courants.

## LA SECTION DIGITALE

Le convertisseur Analogique/Numérique est réalisé autour de IC5, qui est un comparateur rapide et N9, registre tampon déclenché par les fronts montants du signal d'horloge. Le comparateur délivre en sortie un niveau logique "1" ou "0" en fonction du sens de variation de  $[V_e(t)]$ .  $[V_e(t)]$  est appliquée sur l'entrée non inverseuse, l'entrée inverseuse recevant l'image de l'échantillon prélevé au front d'horloge précédent, soit  $[V_e(t-1)]$ .  $[V_e(t-1)]$  est obtenu après intégration du signal de sortie de N9, par R29 et C34. En fait,  $[V_e(t-1)]$  est une approximation asymptotique de  $V_e$  décalée d'une période d'horloge

- si  $[V_e(t-1)] < [V_e]$ , c'est que  $V_e$  est croissant, donc  $Q_{N9} = 1$  ;
- si, au contraire  $[V_e(t-1)] > [V_e]$ , c'est que la pente de  $[V_e]$  est négative, donc  $Q_{N9} = 0$ .

Ce type de convertisseur est appelé "Modulateur Delta", car ce n'est pas la valeur absolue des échantillons qu'il code, mais bien les variations d'un échantillon par rapport au précédent. Le réseau [R27, C37, R28] polarise l'entrée non inverseuse avec la valeur moyenne de  $Q_{N9}$ , de façon à adapter l'excursion de  $[V_e]$  au gabarit d'entrée du convertisseur. De cette façon, on retarde au maximum la saturation en assurant un écrêtage symétrique de  $[V_e]$  même dans le cas de signaux non sinusoïdaux (synthétiseurs en particulier).

L'horloge est obtenue à partir d'un multivibrateur astable à portes inverseuses [N11, N12] d'architecture classique. Les portes N13 et N14 font partie de la logique de contrôle du registre à décalage. Il est constitué d'un compteur binaire 12 bits associé à quatre RAM statiques de  $4 \text{ k} \times 1$  bit montées en série (soit l'équivalent de  $16 \text{ k} \times 1$  bit). L'extension mémoire est identique, seul le nombre de boîtiers RAM ayant été modifié (7 au lieu de 4, comme l'indique le schéma de la figure 5).

## LA RAM STATIQUE 2147H

Le registre à décalage logique utilise des mémoires statiques TMS2147H de Texas Instruments, qui sont des modèles très rapides avec un temps d'accès inférieur à 70 ns. L'architecture interne de la 2147H est indiquée en figure 6. Les cellules élémentaires de stockage sont organisées selon une matrice de  $64 \times 64$ , la sélection d'une cellule étant déterminée par l'intersection d'une colonne et d'une rangée à partir d'un adressage externe sur 12 bits ( $2^{12} = 64 \times 64 = 4096$ ). L'entrée et la sortie du dispositif étant indépendantes, l'interconnexion des boîtiers en série sera très simple à effectuer. Outre le bus d'adressage, le circuit comporte deux entrées de contrôle  $[\overline{CS}]$  et  $[\overline{WE}]$ . La première sera reliée à la masse en permanence, les circuits étant constamment activés. Par contre  $[\overline{WE}]$  sera dirigé sur la logique de contrôle de la ligne à retard logique, afin de sélectionner alternativement les modes de lecture (1) ou d'écriture (0). Le constructeur indique un courant d'alimentation typique de 100 mA à 25° C, pour  $V_{cc} = 5,5$  V, ce qui permet d'envisager 1,2 A pour la version complète de l'écho digital, convertisseurs et logique de contrôle compris !

## PRINCIPE

## DE FONCTIONNEMENT

## DU REGISTRE A DECALAGE

L'analyse est délicate, car on doit tenir

# CHAMBRE D'ECHO

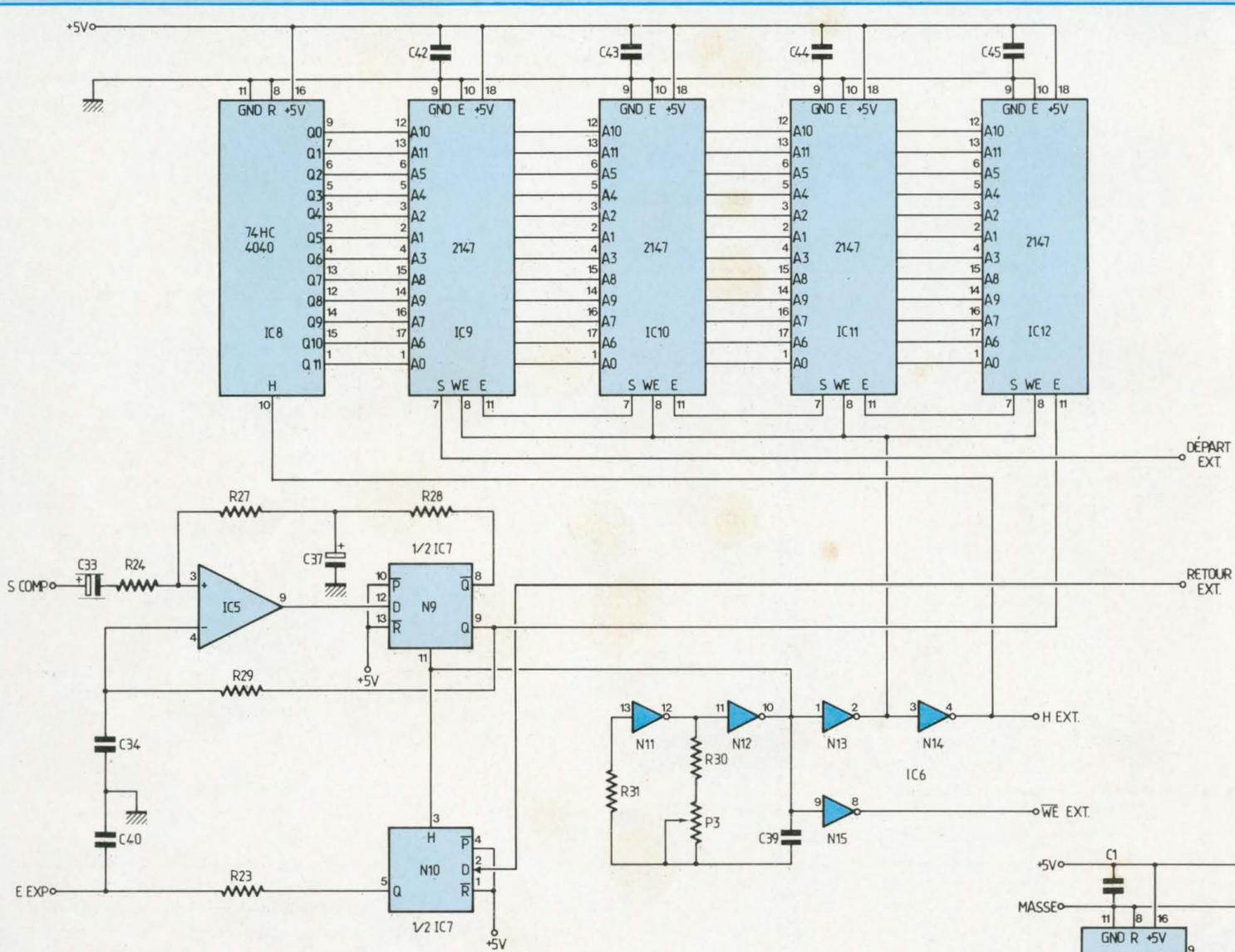


Fig. 4 : Schéma de la section digitale.



Fig. 5 : Schéma logique de l'extension mémoire

# UN RETARD DE 300 ms

compte du temps d'accès des mémoires pour la lecture comme pour l'écriture. Avant de passer à la présentation des chronogrammes de fonctionnement, indiquons succinctement ce qui se passe.

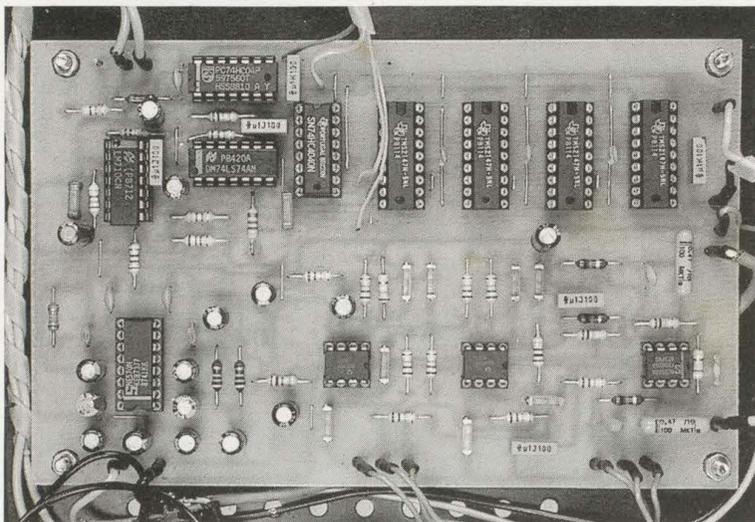
La logique de contrôle (N13, N14 et IC8 pour la carte principale ; N14, N15 et IC1 pour l'extension RAM) va effectuer la scrutation complète de la RAM, en alternant pour chaque adresse lecture et écriture, de façon dans un premier temps à diriger l'échantillon

mémorisé précédemment en sortie (lecture), puis à le remplacer par un nouvel échantillon (écriture). On procède de la même manière en incrémentant chacune des adresses jusqu'au rebouclage complet, après quoi un nouveau cycle peut recommencer. A chaque lecture, c'est donc bien l'échantillon du cycle précédent qui va être récupéré. Le retard total obtenu correspond au nombre de cellules RAM qui ont séparé l'échantillon du cycle précédent du nouvel échan-

tilon, multiplié par la durée d'un cycle élémentaire de lecture/écriture (soit une période d'horloge).

Le fonctionnement détaillé du dispositif est présenté sur les chronogrammes de la figure 7, qui présente un cycle de lecture/écriture en régime établi.

Avant tout, il faut remarquer que les signaux de lecture et écriture sont décalés dans le temps par rapport à l'horloge, du temps de propagation des portes inverseuses N13 et N14



Utilisation de mémoires statiques 2147 H.

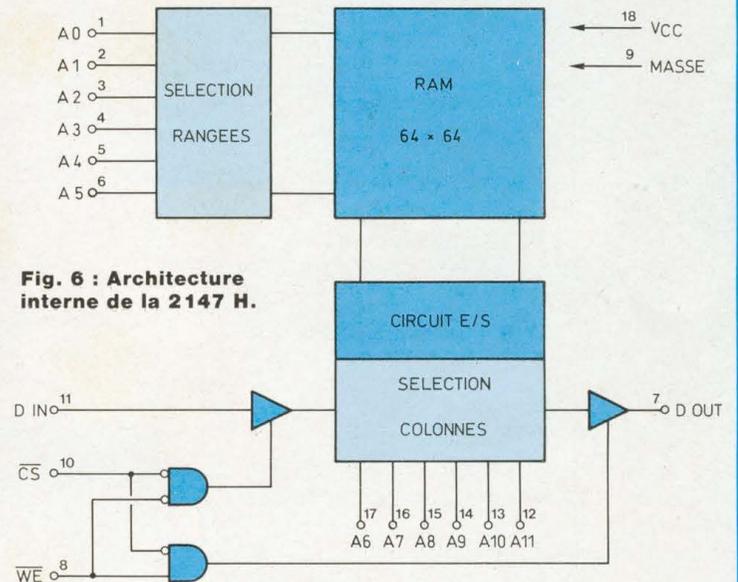
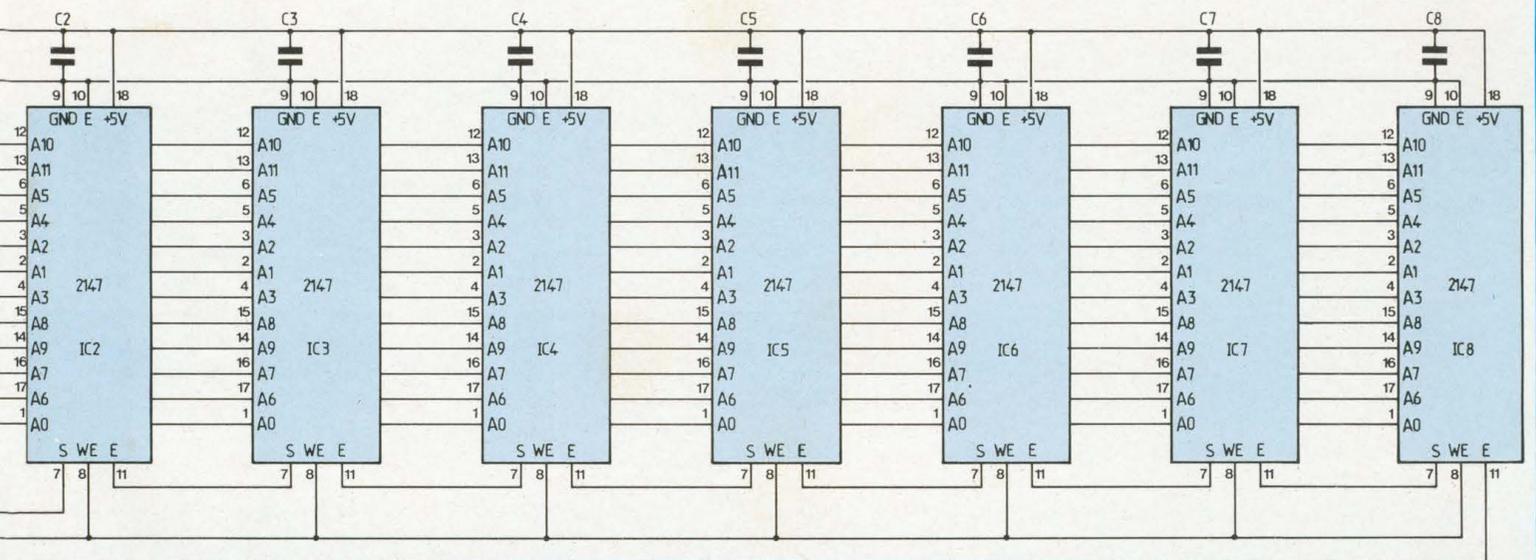


Fig. 6 : Architecture interne de la 2147 H.



# CHAMBRE D'ECHO

(10 ns environ pour N13 et 20 ns pour N14). Autre détail important, le CNA et le CAN sont commandés par un front montant, tandis que le compteur binaire IC8 est déclenché sur front descendant. L'instant  $t_0$  détermine les conditions initiales qui ont servi de base pour tracer les chronogrammes.

● A  $t_0$ , le compteur est stabilisé à l'adresse "N", la RAM est en lecture et présente la donnée à l'entrée du CNA.

● A  $t_1$ , le front montant de H déclenche la mémorisation d'un nouvel échantillon [EN] en sortie du CAN, tandis que la valeur [DN] présente à l'entrée du CNA est transférée en sortie.

● A  $t_2$ , l'effet de H est propagé sur SN13 : la RAM passe en écriture. L'adresse du compteur n'ayant pas changé, le nouvel échantillon [EN] va remplacer [DN] à la même adresse.

● A  $t_3$ , la sortie de la RAM passe en haute impédance, ce qui est provoqué par la transition précédente de N13 (lecture/écriture) au temps d'accès de la RAM près.

● A  $t_4$ , le front descendant de l'horloge marque la deuxième phase du cycle de lecture/écriture, sans influence sur les registres-tampon des convertisseurs.

● A  $t_5$ , le front descendant de N13 (déclenché par la transition de l'horloge en  $t_4$ ) va replacer la RAM en lecture afin de préserver son contenu avant tout changement d'adresse. De cette façon, on évite le risque de détruire la donnée mémorisée à l'adresse suivante [DN+1] avant qu'elle ait pu être lue par le CNA.

● A  $t_6$ , la sortie de la RAM est activée, mais c'est encore la donnée [EN], nouvellement acquise, qui est présente sur la sortie. Le front descendant de N14 incrémente alors le compteur d'adresse d'un pas.

● A  $t_7$ , l'adresse suivante [N+1] est stabilisée, et la donnée [DN+1] va pouvoir apparaître de façon stable afin d'être prise en compte par le CNA lors du prochain front montant de H.

Ainsi s'achève un cycle élémentaire de lecture/écriture.

Le CNA représente la structure la plus

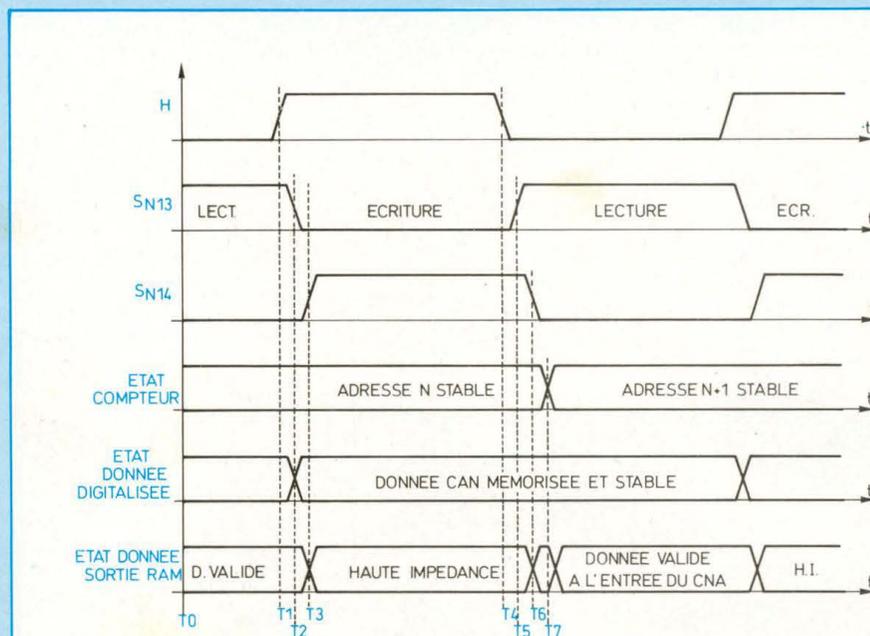


Fig. 7 : Chronogrammes du cycle de lecture/écriture en régime établi.

## NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

### ALIMENTATION

#### ● Semiconducteurs

IC1 - LM 7805  
 IC2 - LM 7812  
 IC3 - LM 7912  
 LED -  $\varnothing$  3 mm, rouge  
 WO1 - pont 1 A/60 V

#### ● Condensateurs

C1 - 4 700  $\mu$ F/25 V  
 C2 - 470  $\mu$ F/25 V  
 C3 - 47  $\mu$ F/16 V

C4, C5 - 10  $\mu$ F/25 V  
 C6, C7 - 10 nF

#### ● Divers

FUS - fusible 250 mA + porte-fusible à souder sur C.I.  
 I1 - interrupteur miniature 1 A/250 V  
 TR - transformateur torique 2 x 12 V/25 VA  
 Radiateur pour TO 220

#### ● Résistance

R1 - 1 k $\Omega$

simple de la section digitale et se résume au circuit RC [R23-C40]. En effet, le modulateur Delta codant la dérivée du signal, il suffit d'intégrer l'information digitale pour lui restituer ses nuances d'origine.

Le registre tampon N10 n'est là que pour stabiliser les échantillons entre chaque front montant de l'horloge

d'échantillonnage, puisque la donnée délivrée par la RAM est fugitive.

## REALISATION PRATIQUE

Le fonctionnement de la carte principale ne pouvant être assuré sans une bonne alimentation, c'est ce module qu'il va falloir commencer à câbler.

# UN RETARD DE 300 ms

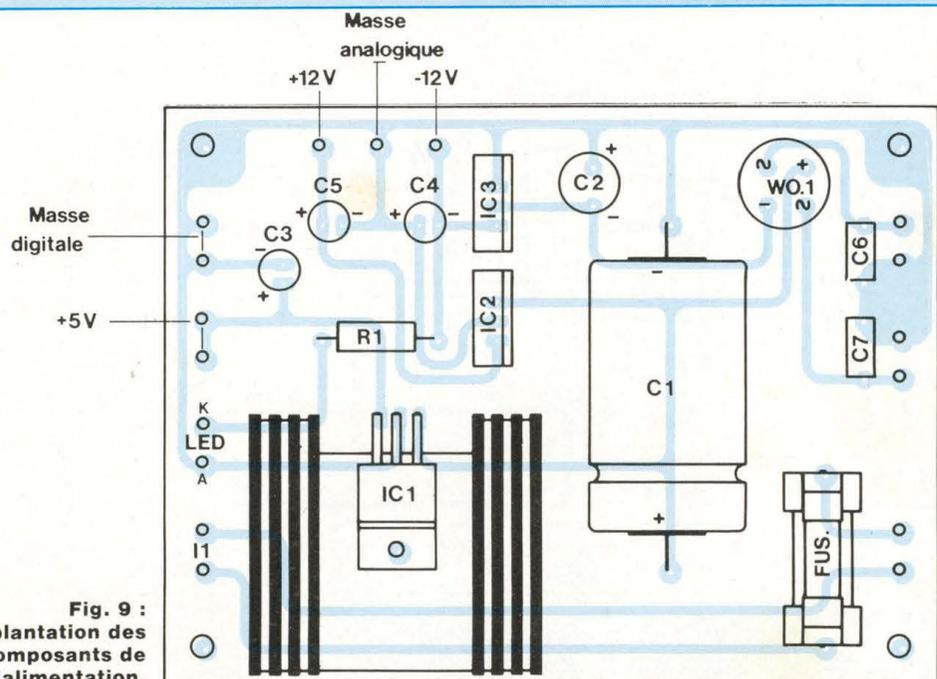


Fig. 9 :  
Implantation des  
composants de  
l'alimentation.

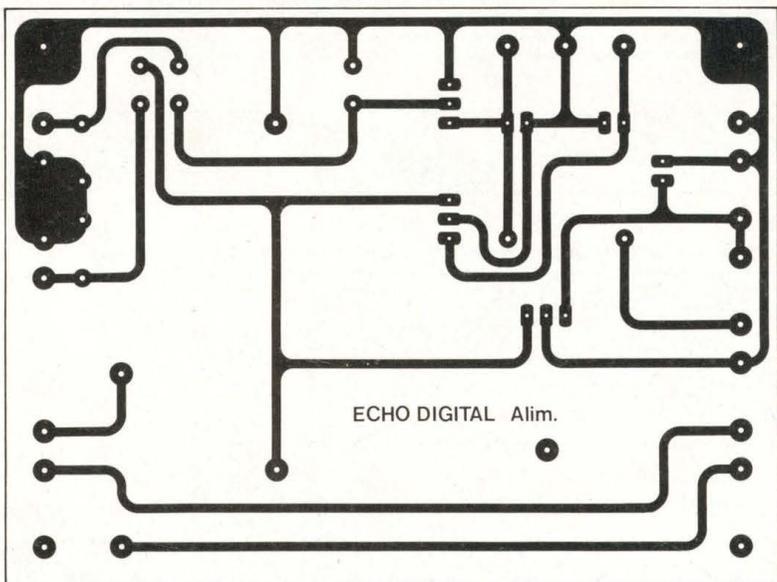


Fig. 8 : Etude  
du circuit  
imprimé de  
l'alimentation.

Le tracé des pistes est indiqué sur la figure 8, l'implantation des composants sur la figure 9. Attention à la polarité des condensateurs et surtout du pont de diodes intégré (le + étant dirigé vers l'orifice de fixation du circuit imprimé).

Après avoir câblé le module dans le boîtier et vérifié la présence des ten-

sions prévues, on pourra réaliser la carte principale du montage.

Le tracé des pistes de celle-ci est indiqué en figure 10. Il est à réaliser avec soin, la section digitale exigeant des pistes relativement fines et des pastilles dont le diamètre est inférieur à la normale ! En conséquence, après réalisation des circuits, et même si

vous les avez obtenus au service "circuits imprimés" de Led (personne n'est à l'abri d'un vice caché), nous vous engageons à vérifier l'état des pistes de la partie digitale de façon à vous assurer qu'il n'y ait ni micro-coupures, ni liaisons fâcheuses entre deux pistes adjacentes.

L'implantation des composants de la figure 11 laisse apparaître une quantité non négligeable de straps : 16 au total, si on ne réalise pas l'extension RAM. Dans le cas contraire, il ne faut pas implanter le strap situé entre IC8 et IC9, l'extension étant insérée entre les points "Dép. Ext." et "Retour Ext." situés au même niveau.

Les circuits intégrés seront avantageusement implantés sur supports, surtout IC4 à IC12, les amplificateurs opérationnels étant moins fragiles.

Le tracé des pistes et l'implantation des composants de cette carte sont indiqués sur les figures 12 et 13. Elle répond aux mêmes restrictions que la carte principale : soin de réalisation, straps et supports.

## MISE EN BOITIER ET CABLAGE GENERAL

L'ensemble tient dans un coffret rack ESM référencé ET 32-04, dont les plans de perçage sont indiqués en figure 14.

Les masses analogiques et digitales ont été volontairement séparées sur la carte principale, afin de ne pas détériorer la dynamique par injection de bruits de commutation sur la section analogique : on les reliera séparément à la masse générale de l'alimentation, par un câblage en étoile (c'est-à-dire que tous les câbles doivent partir du module d'alimentation). Il en est de même pour l'extension RAM, le cas échéant.

La liaison extension/carte principale se fait par quatre câbles sur les bornes correspondantes [WE<sub>EXT</sub>], [HE<sub>EXT</sub>], [Dép Ext] et [Retour Ext]. Dans ce cas, il faut évidemment supprimer le strap placé entre "Dép Ext" et "Retour Ext" sur la carte principale. Le plan des interconnexions est indiqué en figure 15.

# CHAMBRE D'ECHO

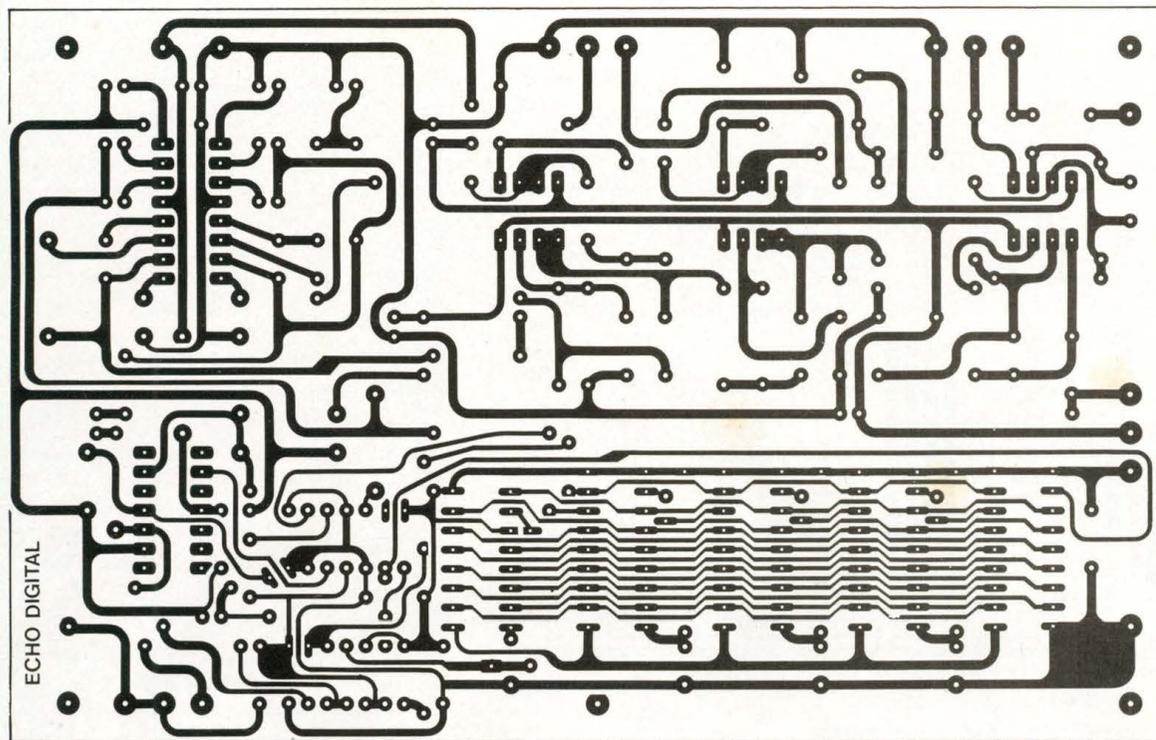


Fig. 10 : Circuit imprimé principal côté cuivre.

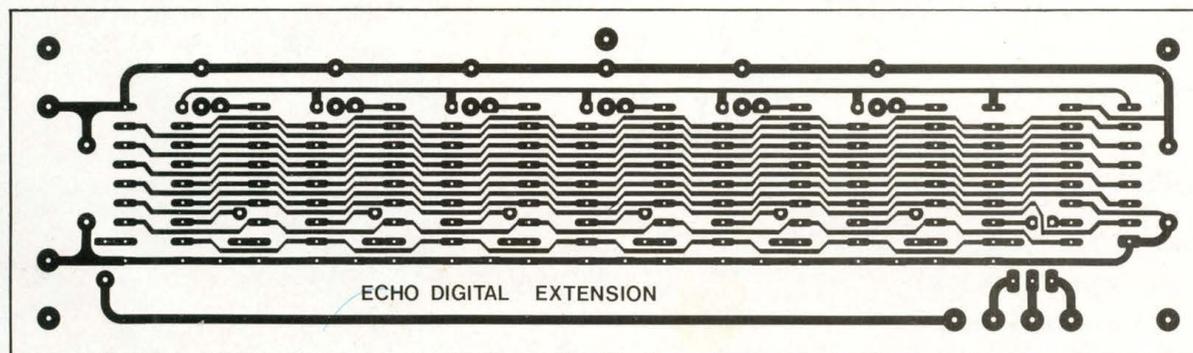


Fig. 12 : Circuit imprimé de l'extension mémoire.

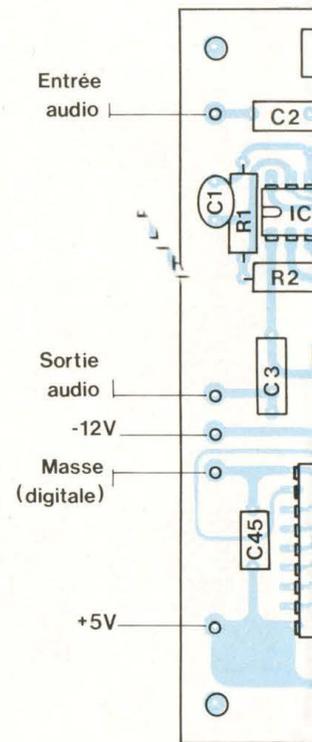
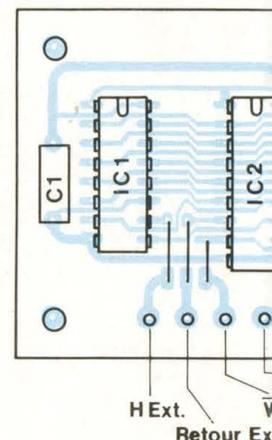


Fig. 11 : Impression de la carte principale.



L'entrée, la sortie et P3 sont reliés à la carte par du câble blindé, la masse générale étant reliée au boîtier en un seul point. Lorsque le potentiomètre de niveau est placé au minimum, un ronflement risque d'apparaître en sortie. Le problème provient essentiellement de la mauvaise circulation des

courants de masse dans le boîtier, dont l'origine se situe au niveau des câbles blindés. Nous avons parfaitement résolu ce défaut en reliant la tresse de masse du potentiomètre de l'horloge au corps de P3 par l'intermédiaire d'un câble d'environ 20 cm de long ! Il serait également préférable,

d'utiliser des embases jack isolées du coffret, dont les masses seraient uniquement reliées à la borne "Ma" de la carte principale. Nous n'avons pas proposé cette solution pour des raisons évidentes d'approvisionnement, ce type de composant étant rare et cher.

# UN RETARD DE 300 ms

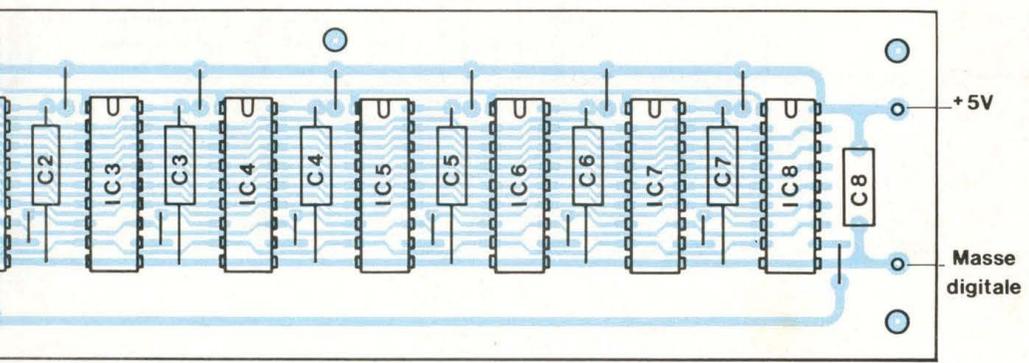
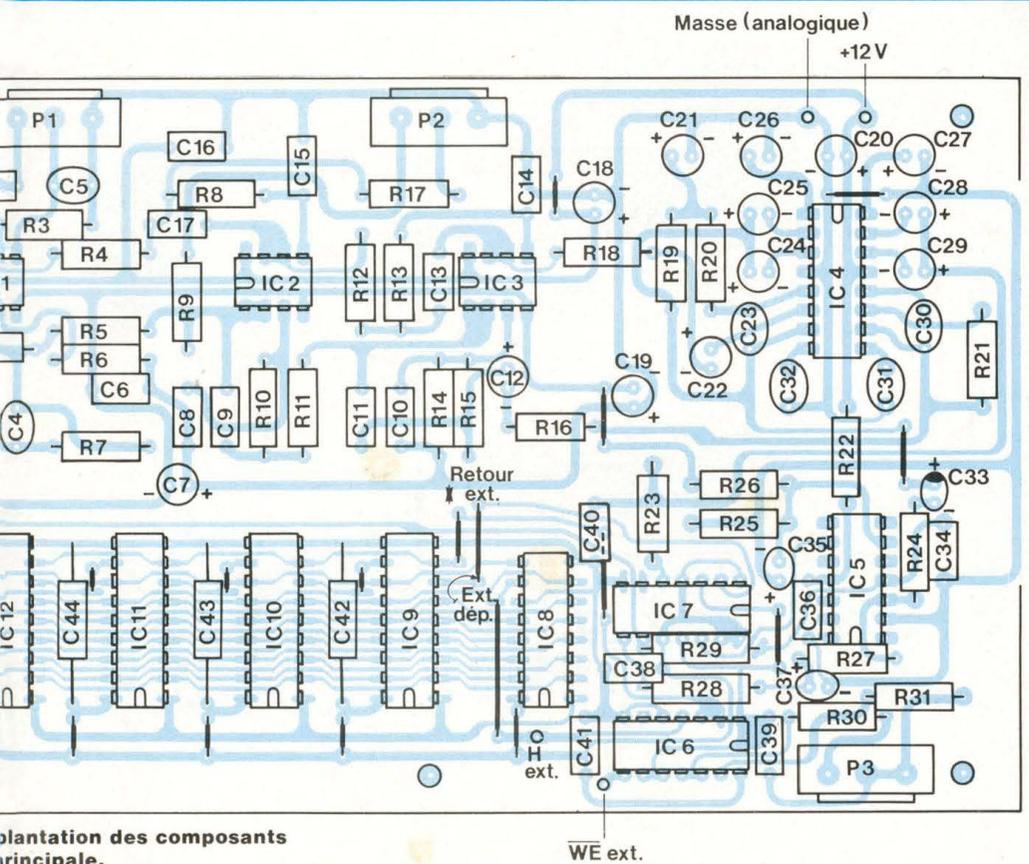


Fig. 13

## NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

### CARTE PRINCIPALE

#### ● Semiconducteurs

IC1 - NE 5532 (TL 072)  
 IC2, IC3 - TL 072 (TL 082)  
 IC4 - NE 570  
 IC5 - LM 710 CN  
 IC6 - 74 HC 04 (74 LS 04)  
 IC7 - 74 HC 74 (74 LS 74)  
 IC8 - 74 HC 4040 (CD 4040)\*  
 IC9 à IC12 - TMS 2147H  
 (RAM 4 k × 1)

\* Attention : le CD 4040 entraîne une légère augmentation du bruit de fond.

#### ● Résistances

R1, R31 - 47 kΩ  
 R2, R5, R23, R27, R28 - 10 kΩ  
 R3, R6, R7, - 1 kΩ  
 R4, R8, R10, R11, R12, R13, R15, R16, R17, R29 - 15 kΩ  
 R9, R18 - 100 Ω  
 R14 - 150 kΩ  
 R19, R20 - 33 kΩ  
 R21 - 51 kΩ  
 R22 - 22 Ω  
 R24 - 1,8 kΩ  
 R25 - 1,2 kΩ  
 R26 - 680 Ω  
 R30 - 3,3 kΩ

#### ● Potentiomètres

P1 - 100 kΩ  
 P2 - 4,7 kΩ  
 P3 - 10 kΩ

#### ● Condensateurs

C1, C23, C30 - 47 pF  
 C2, C3 - 1 μF/plastique  
 C4, C31, C32 - 220 pF  
 C5 - 22 pF  
 C6, C16, C36, C38, C41, C42, C43, C44, C45 - 100 nF  
 C7, C20 - 47 μF  
 C8, C9, C10, C11 - 1 nF  
 C12, C18, C19, C21, C33, C35, C37 - 10 μF  
 C13, C17 - 1 nF\* ou 2,2 nF\*\*  
 C14, C15 - 1 nF\* ou 470 pF\*\*  
 C22, C24, C26, C27, C29 - 1 μF  
 C25, C28 - 2,2 μF  
 C34, C40 - 33 nF  
 C39 - 180 pF

Tous les chimiques sont des modèles radiaux/25 V.

\* Valeurs de condensateurs pour un son feutré.

\*\* Valeurs de condensateurs pour un son plus métallique

## QUELQUES REMARQUES COMPLEMENTAIRES

L'effet capacitif du blindage de P3 se comporte comme un condensateur parasite en parallèle sur C39 et dont la valeur dépend de la longueur et des

## NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

### EXTENSION MEMOIRE

IC1 - 74 HC 4040 (CD 4040)  
 support 16 br. × 1  
 IC2 à IC8 - TMS 2147H  
 supports 18 br. × 7  
 C1 - 470 nF  
 C2 à C7 - 100 nF  
 C8 - 470 nF

# CHAMBRE D'ECHO

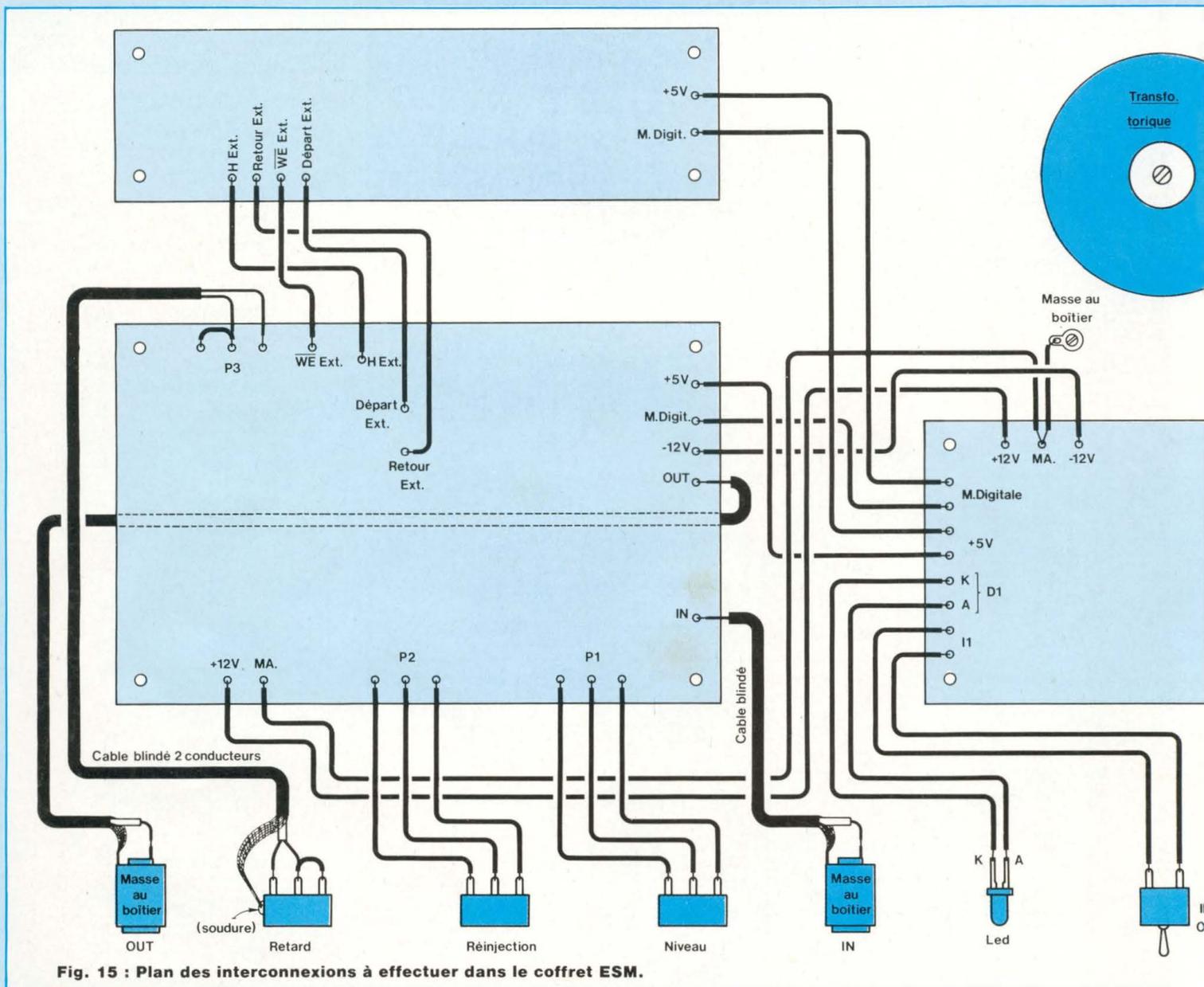


Fig. 15 : Plan des interconnexions à effectuer dans le coffret ESM.

caractéristiques du câble. La fréquence de l'horloge risque alors d'être plus basse que prévue et il suffit de diminuer C39 en conséquence. Notons que le blindage de P3 est indispensable pour éviter d'injecter de la HF sur le reste du montage.

Le potentiomètre de réinjection risquant d'entraîner l'emballement de la ligne à retard, on évitera de le placer au maximum à la mise sous tension. Les mémoires chauffent et le régula-

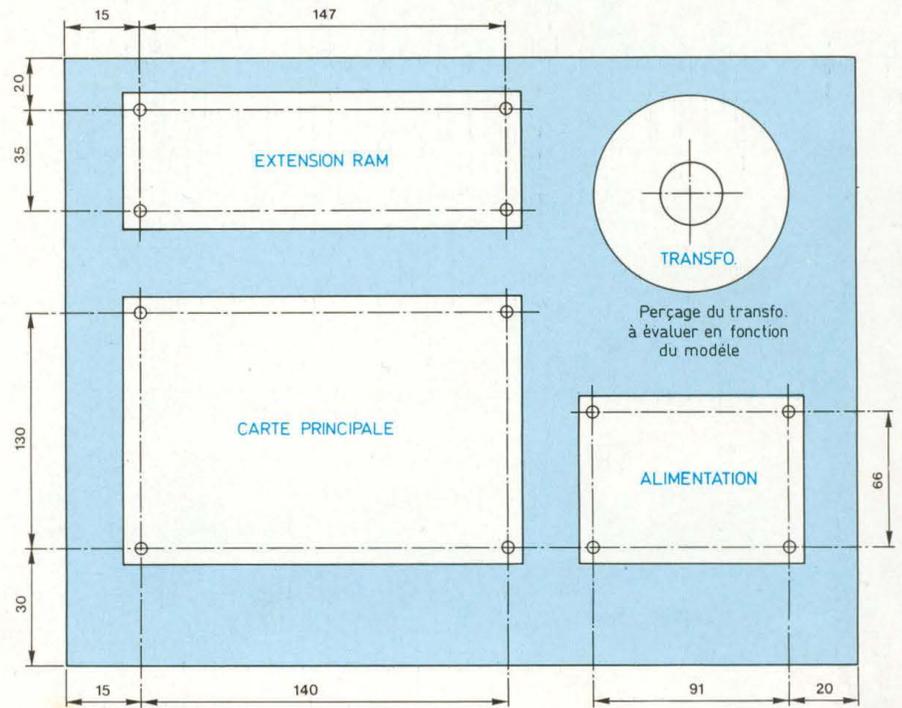
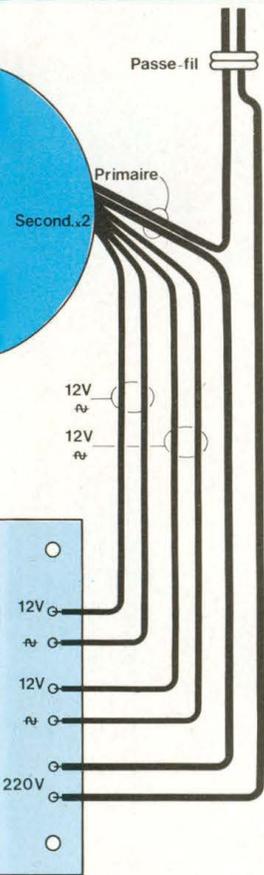
teur 7805 encore plus : c'est normal, étant donné la forte consommation des mémoires statiques. C'est pourquoi il faut utiliser un radiateur conséquent pour IC1.

Enfin, un dernier mot sur le bruit de fond résiduel du montage : il est pratiquement imperceptible lorsque la fréquence d'horloge est maximale, mais encore audible en dessous de 200 kHz (surtout à haut niveau d'écoute). Notamment, un effet de

pompage non négligeable peut s'entendre lors de brusques variations du signal d'entrée : on n'y peut rien, c'est dû au principe de fonctionnement du NE 570. On aurait pu envisager d'effectuer une pré-atténuation linéaire depuis le bas du spectre audio, mais cela demandait une structure de filtre plus délicate à mettre en œuvre.

B. Dalstein

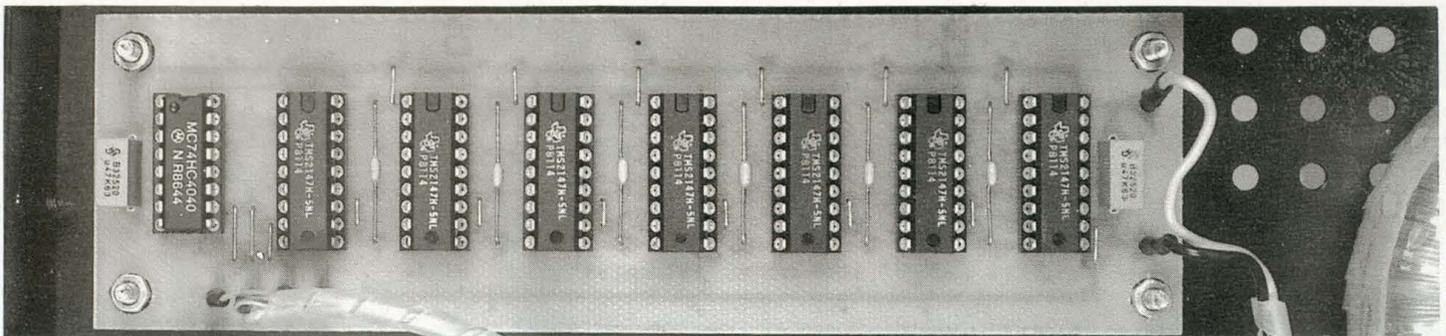
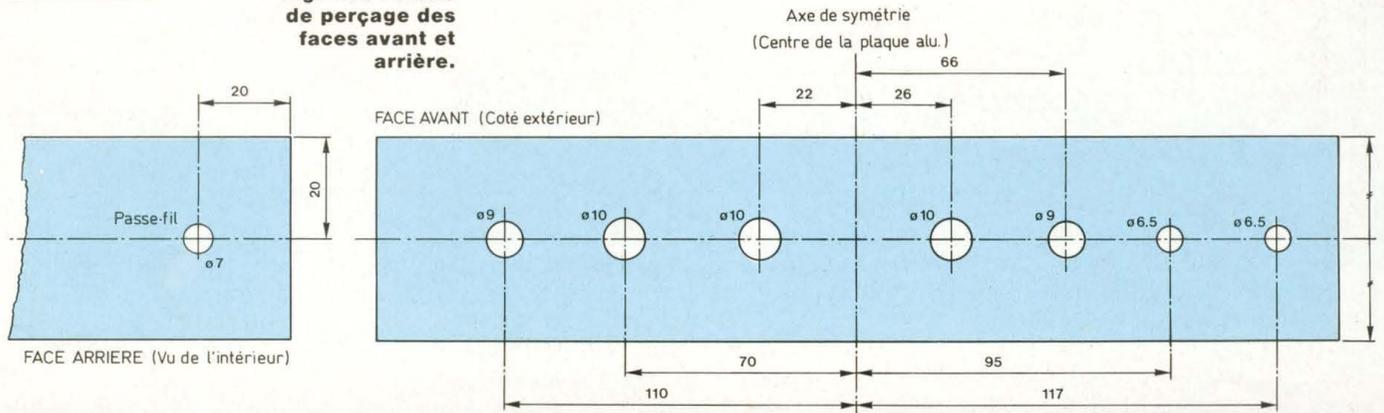
# UN RETARD DE 300 ms



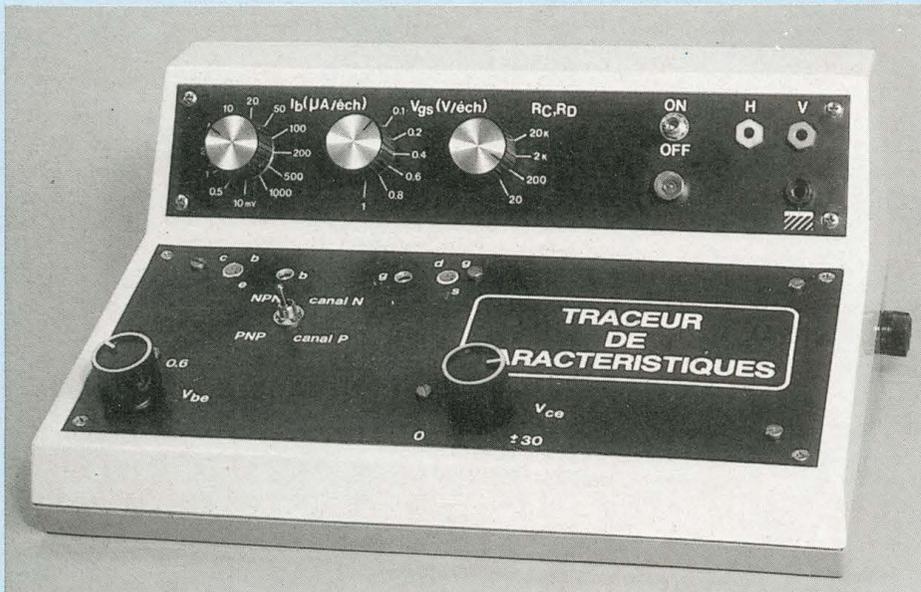
**Fig. 14a : Plans de perçage du coffret ESM.**

Tous perçages  $\varnothing 3,5\text{mm}$

**Fig. 14b : Plans de perçage des faces avant et arrière.**



# TRACEUR DE CARACTERISTIQUES



Le principe est assez simple : on impose un courant ou une tension en escalier sur la base du transistor bipolaire testé et, simultanément, une rampe de tension sur la résistance du collecteur de ce même transistor.

L'oscilloscope est utilisé en X-Y, l'entrée horizontale étant reliée au collecteur et l'entrée verticale à un soustracteur fournissant la tension  $1/2 R_{IC}$ , le facteur  $1/2$  étant préférable pour des raisons pratiques (figures 1a et 1b).

On aura donc bien sur l'écran :

$$I_C = f(V_{CE}),$$

à  $I_b$  ou  $V_{be}$  constant.

Le principe est le même pour les transistors à effet de champ : figures 1c et 1d.

Notons que la linéarité de la rampe n'est pas utile.

## CIRCUITS DE BASE ET DE GRILLE

(figure 2)

CI1 est un ampli-op monté en multivi-

brateur tellement dissymétrique qu'on peut le considérer en fait comme un générateur d'impulsions positives. Ces impulsions ont environ une durée de  $10 \mu s$  et sont répétées toutes les millisecondes. Pendant la durée de l'impulsion, T1 saturé décharge C2, dont la charge par R9 et Aj1 reprend aussitôt après. On obtient ainsi au point R une rampe pseudo-linéaire de 0 à 8 V environ.

Simultanément, un signal impulsionnel attaque le diviseur CI2 (4029). Les sorties A, B, C, D de ce dernier sont montées avec CI3 en convertisseur numérique-analogique ; on obtient alors l'escalier négatif au point E- en sortie de CI3. Aj2 permettra de régler la hauteur des marches à 1 V et Aj3 la marche supérieure à 0 V. Les marches seraient parfaitement régulières si les niveaux de sortie du 4029 étaient indépendantes de la charge, ce qui n'est

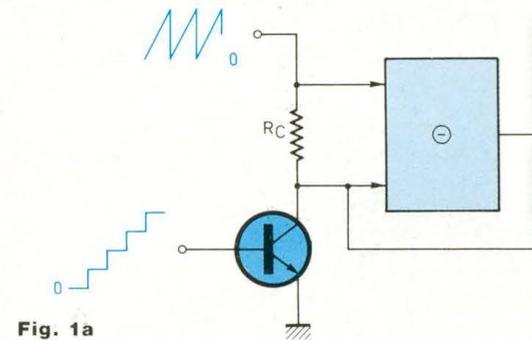


Fig. 1a

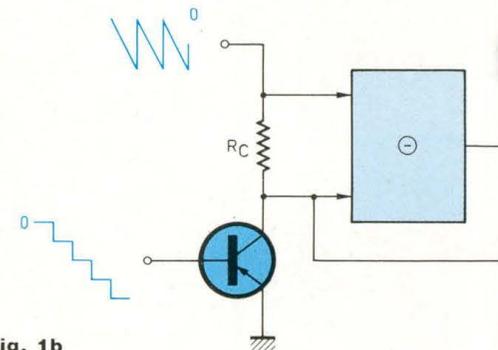


Fig. 1b

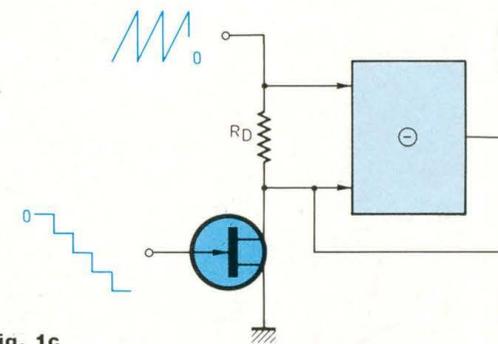


Fig. 1c

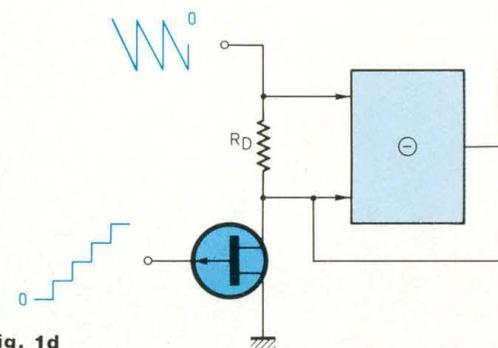


Fig. 1d



# TRACEUR DE CARACTERISTIQUES

pas tout à fait le cas. D'où l'utilité des résistances de charge R14 à R16, dont les valeurs ne conduisent d'ailleurs pas à une uniformisation des charges, mais permettent de tenir compte en outre du fait que les résistances R12 et R13 ne sont pas rigoureusement, vis-à-vis de R10, dans les rapports 4 et 8. Avec les valeurs indiquées, la régularité des marches est irréprochable : elle serait déjà acceptable sans ces résistances de charge. L'inverseur CI4b fournit l'escalier positif E+.

Le diviseur utilisé pourrait permettre, par commutation, de choisir le nombre d'échelons jusqu'à 16 : nous avons pensé que cette commutation n'avait pas d'intérêt véritable pour le test du transistor et nous avons fixé le nombre d'échelons à 10.

L'escalier de polarité appropriée, choisi par K1a, attaque, pour le test des transistors bipolaires, le convertisseur tension-courant bâti autour de CI5a et CI5b, donnant 11 positions de 0,5  $\mu$ A/échelon à 1 mA/échelon. Il s'agit là d'un convertisseur parfaitement rigoureux et ne demandant qu'une résistance commutée. La première position de K2 commande la base en tension (10 mV/échelon), la tension de l'échelon inférieur étant réglée par le potentiomètre P1. Remarquons que la position de P1 ne peut pas être la même pour un NPN et pour un PNP.

La commande de la grille des FET est évidente, R41 constituant une protection en cas d'erreur de polarité.

## CIRCUIT

### COLLECTEUR-DRAIN

### SORTIE VERTICALE

(figure 3).

On recueille sur P2, grâce à K1b, une rampe positive ou négative, de 0 à une valeur réglable jusqu'à 30 V, qui est transmise à la résistance de charge R<sub>c</sub> sélectionnée par K4a par un darlington ou l'autre ; attention, celui qui n'est pas utile supporte une tension qui peut dépasser 60 V ; il en serait de même de T3 si l'on n'avait prévu la diode zéner Z1.

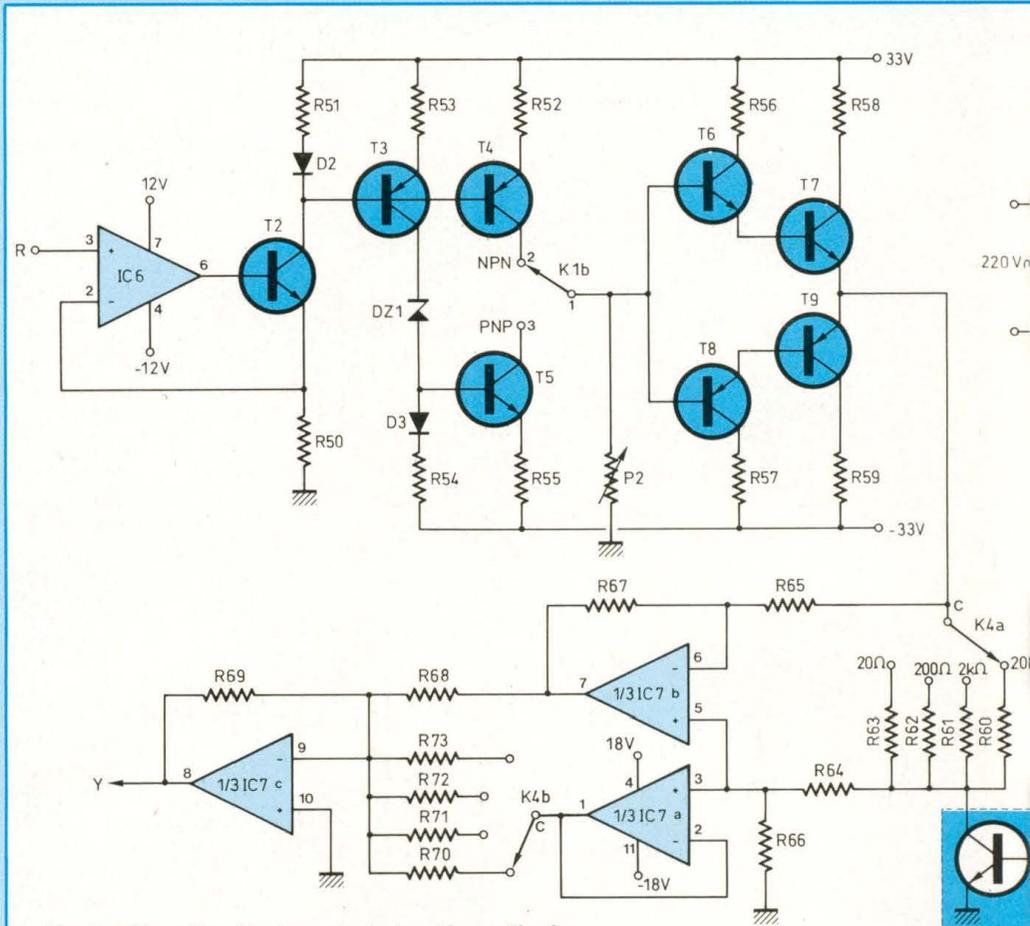


Fig. 3 : Circuit collecteur-drain / sortie verticale.

CI7a et CI7b sont montés en soustracteur-diviseur par deux, le but de cette division étant de pouvoir utiliser des amplis-op classiques alimentés entre 18 V et -18 V. D'autre part, la tension aux bornes de R<sub>c</sub> n'est pas due seulement au courant collecteur mais également à celui qui est prélevé par R64 et R66. L'influence de cette perturbation est éliminée en sortie de CI7c, qui donne rigoureusement la sortie 1/2 R<sub>c</sub>I<sub>c</sub>, à condition que la valeur de la résistance sélectionnée par K4b soit égale aux valeurs des résistances fixes utilisées, à 2.10<sup>8</sup>/R<sub>c</sub> (en  $\Omega$ ). Le lecteur est invité à démontrer ce résultat.

Les valeurs de R<sub>c</sub> choisies sont de 20  $\Omega$ , 200  $\Omega$ , 2 k $\Omega$ , 20 k $\Omega$ , ce qui rend le résultat le plus facilement utilisable. Dans le cas le plus défavorable pour elle (bien que sans intérêt) d'un tran-

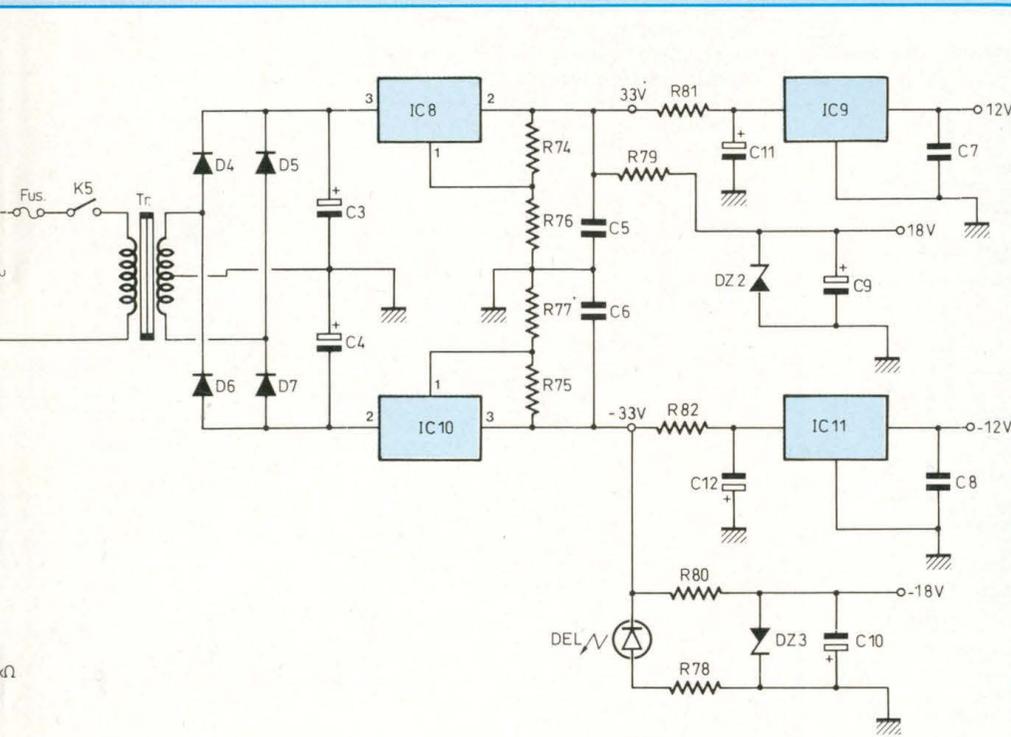
sistor sous test constamment saturé, avec une rampe d'amplitude maximum, la charge de 20  $\Omega$  doit supporter 15 W ; elle sera formée de deux résistances vitrifiées de 10  $\Omega$ , 7 W. La puissance est là mais pas la précision.

Par contre, celle de 200  $\Omega$  devant supporter 1,5 W a été obtenue par cinq résistances de précision 1 k $\Omega$  en parallèle.

Le transistor de puissance du darlington peut dissiper, dans le cas le plus défavorable pour lui, 10 W avec charge de 20  $\Omega$  et 1 W avec charge de 200  $\Omega$ .

Quant au transistor testé, il n'aura au maximum que 2 W pour une charge de 20  $\Omega$  et 0,2 W sur charge de 200  $\Omega$  : ce résultat comme le précédent étant établi avec un transistor testé au fonctionnement normal.

# POUR TRANSISTORS



**Fig. 4 :** Grâce à l'utilisation de circuits intégrés, l'alimentation reste de conception relativement simple.

## L'ALIMENTATION

Comme le montre la figure 4, l'alimentation est très simple grâce à l'emploi des circuits intégrés. La puissance maximale à dissiper par IC8 ou IC10 est de l'ordre de 3 à 4 W. Ces deux régulateurs disposeront d'un radiateur commun, tout comme T7 et T9.

## REALISATION

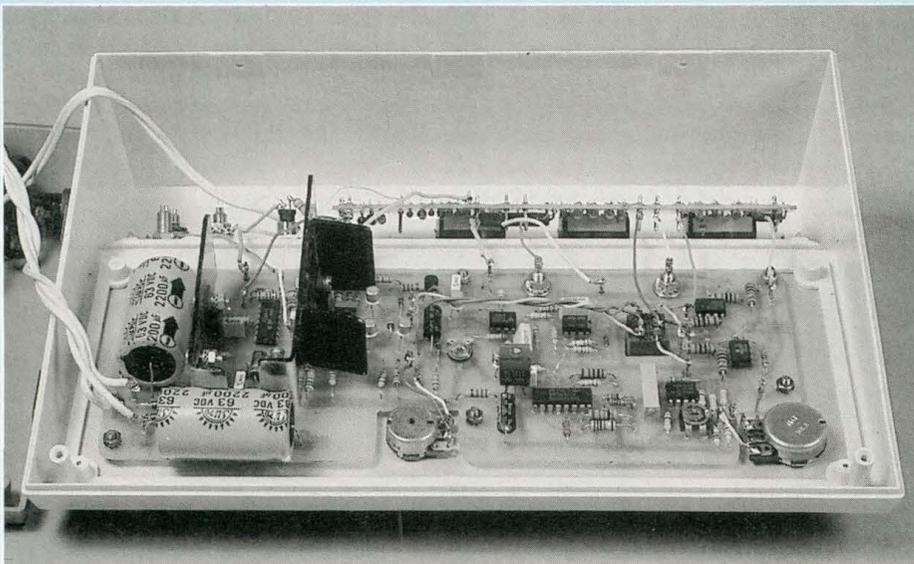
L'appareil est monté dans un boîtier Retex Abox RA-3. La carte imprimée principale est fixée à la grande plaque de façade et porte deux supports utilisables pour les petits transistors (l'un pour les bipolaires, l'autre pour les FET). Ces deux supports sont soudés du côté cuivre et émergent par des ouvertures faites dans la plaque.

Le tracé du circuit imprimé est donné figure 5 et l'implantation des composants figure 6 ; cette carte est réalisée dans une plaque époxy simple face de 225×85 mm ; il faut pratiquer deux encoches rectangulaires pour que puissent prendre place les deux potentiomètres et une ouverture rectangulaire pour K1, ainsi que six trous de diamètre 3 mm pour fixation à la plaque de façade, les deux préparations devant être menées simultanément. Le plan de la plaque de façade est indiqué figure 7. Remarquons le perçage de deux trous de  $\varnothing 5$  pour les connexions de base et de grille des transistors ne pouvant utiliser le support. Les quatre trous d'origine ne sont pas reproduits.

La carte imprimée présente deux douilles bananes de  $\varnothing 2$  en regard. Les autres bornes du transistor n'ont pas besoin de prises spéciales puisqu'on y a accès aux bornes masse et H de liaison à l'oscilloscope.

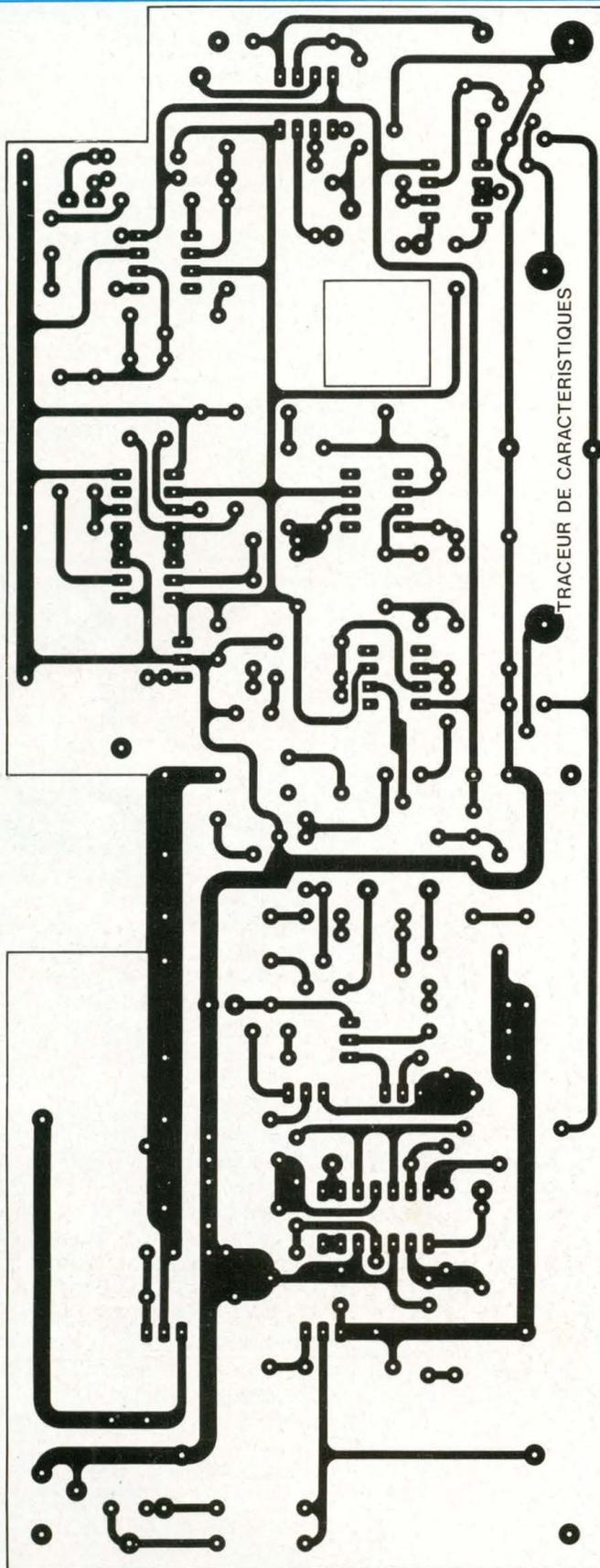
Une plaque d'aluminium trapézoïdale coudée constitue le radiateur commun de IC8-IC10. Il en est de même du radiateur de T7-T9 avec deux plaques. Ces radiateurs doivent être isolés par mica et canons de vis. Les six entretoises sont constituées de l'ensemble d'une rondelle éventail et d'un écrou dans lequel on a passé un foret de 3 mm.

La figure 8 indique le plan de perçage

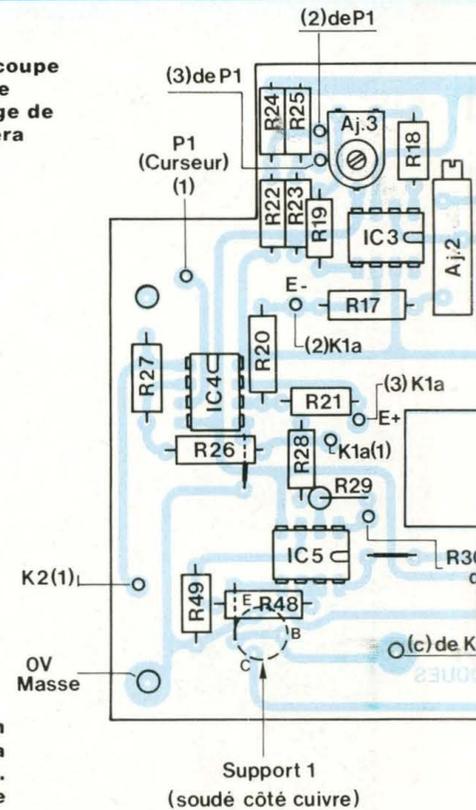


**Vue de l'intérieur du coffret Retex Abox RA-3 (partie haute). Le transformateur d'alimentation ainsi que le porte-fusible sont fixés sur l'autre partie.**

# TRACEUR DE CARACTERISTIQUES



◀ Fig. 5 : Circuit imprimé principal du traceur de caractéristiques. La découpe de la fenêtre pourra être ébauchée par un perçage de 12 mm. La finition se fera avec une lime plate.



▶ Fig. 6 : Implantation des composants de la carte principale. Ne pas oublier de souder les 6 straps.

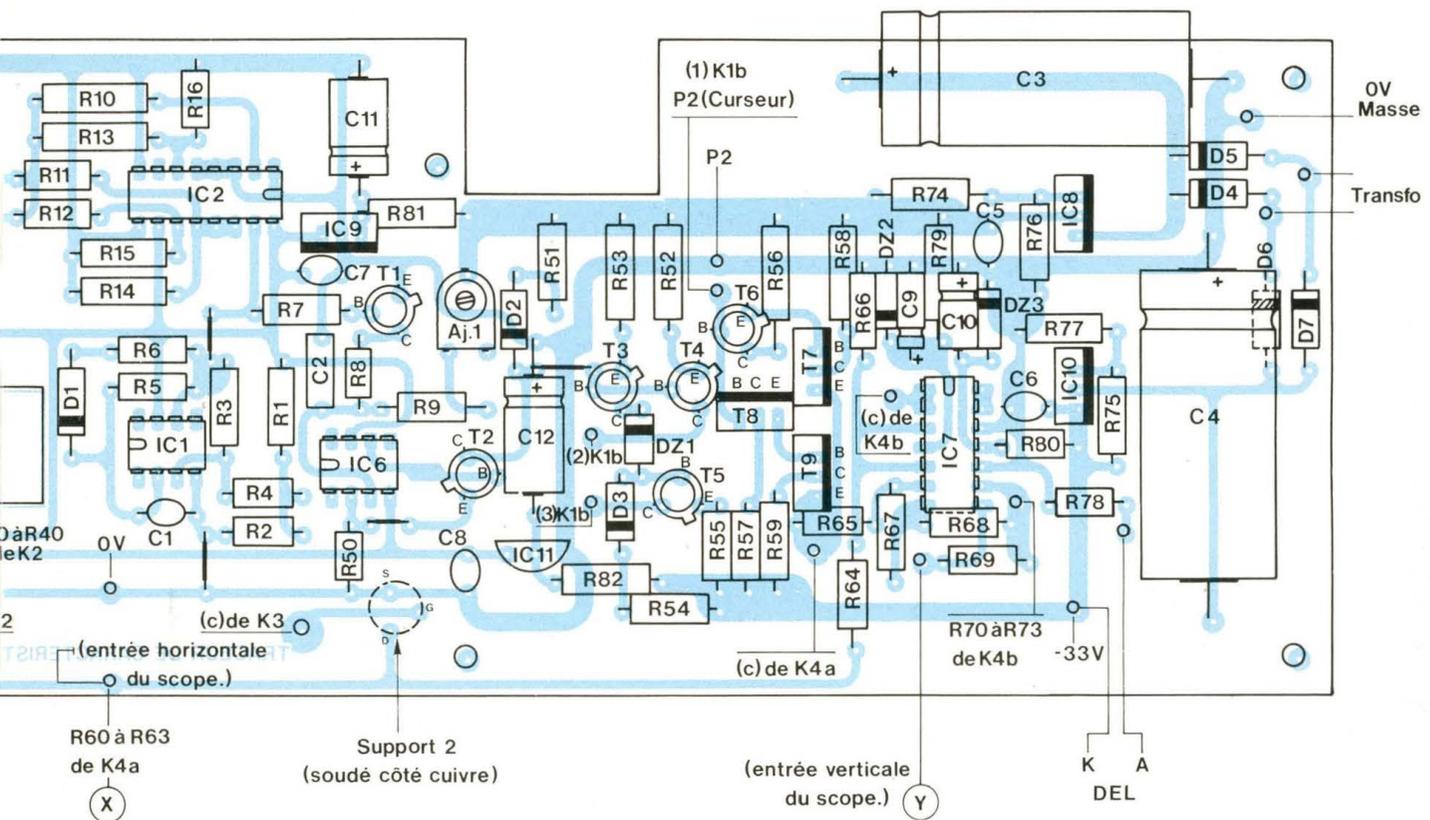
## ● Semiconducteurs

- D1, D2, D3 - 1N 4148
- D4, D5, D6, D7 - 1N 4004
- Z1 - zéner 33 V
- Z2, Z3 - zénères 18 V
- T1 - 2N 2222
- T2 - BC 107
- T3, T4 - 2N 2907
- T5 - BC 107
- T6 - BF 179
- T7 - TIP 29 C
- T8 - BD 140
- T9 - TIP 30 C
- CI1 - CA 3130
- CI2 - HEF 4029
- CI3 - TL 081
- CI4, CI5 - TL 082
- CI6 - TL 081
- CI7 - TL 084
- CI8 - LM 317 T
- CI9 - MC 7812 CT
- CI10 - LM 337 T
- CI11 - MC 79L12

## ● Résistances

- R1, R2 - 3,3 k $\Omega$
- R3, R4 - 68 k $\Omega$
- R5 - 270 k $\Omega$
- R6 - 2,2 k $\Omega$

# POUR TRANSISTORS



## NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

R7 - 33 k $\Omega$   
 R8 - 22  $\Omega$   
 R9 - 68 k $\Omega$   
 R10 - 10 k $\Omega$  1 %  
 R11 - 20 k $\Omega$  1 %  
 R12 - 40,2 k $\Omega$  1 %  
 R13 - 80,6 k $\Omega$  1 %  
 R14 - 20 k $\Omega$  1 %  
 R15 - 22 k $\Omega$   
 R16 - 27 k $\Omega$   
 R17 - 5,62 k $\Omega$  1 %  
 R18, R19 - 10 k $\Omega$   
 R20, R21 - 20 k $\Omega$  1 %  
 R22, R23 - 15 k $\Omega$   
 R24, R25 - 1 k $\Omega$   
 R26 - 100 k $\Omega$  1 %  
 R27 - 1 k $\Omega$  1 %  
 R28, R29 - 20 k $\Omega$  1 %  
 R30 - 2 M $\Omega$  1 % ou 2  $\times$  1 M $\Omega$  1 %  
 en s $\acute{e}$ rie  
 R31 - 1 M $\Omega$  1 %  
 R32 - 499 k $\Omega$  1 %  
 R33 - 200 k $\Omega$  1 %  
 R34 - 100 k $\Omega$  1 %  
 R35 - 49,9 k $\Omega$  1 %  
 R36 - 20 k $\Omega$  1 %  
 R37 - 10 k $\Omega$  1 %  
 R38 - 4,99 k $\Omega$  1 %

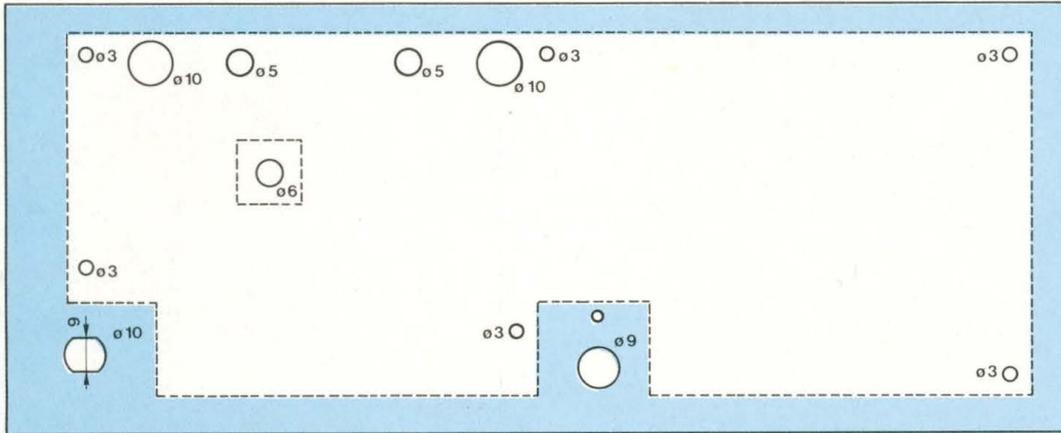
R39 - 2 k $\Omega$  1 %  
 R40 - 1 k $\Omega$  1 %  
 R41 - 1,8 k $\Omega$   
 R42, R43, R44, R45 - 2 k $\Omega$  1 %  
 R46, R47 - 1 k $\Omega$  1 %  
 R48, R49 - 20 k $\Omega$  1 %  
 R50 - 4,7 k $\Omega$   
 R51, R52 - 560  $\Omega$   
 R53 - 270  $\Omega$   
 R54, R55 - 560  $\Omega$   
 R56, R57 - 22  $\Omega$   
 R58, R59 - 1  $\Omega$  1/2 W  
 R60 - 20 k $\Omega$  1 %  
 R61 - 2 k $\Omega$  1 %  
 R62 - 5  $\times$  1 k $\Omega$  1 % en parall $\acute{e}$ le  
 R63 - 2  $\times$  10  $\Omega$  7 W vitrifi $\acute{e}$ es, en s $\acute{e}$ rie  
 R64, R65 - 20 k $\Omega$  1 %  
 R66, R67, R68, R69, R70 - 10 k $\Omega$  1 %  
 R71 - 100 k $\Omega$  1 %  
 R72 - 1 M $\Omega$  1 %  
 R73 - 10 M $\Omega$   
 R74, R75 - 220  $\Omega$   
 R76, R77 - 5,6 k $\Omega$   
 R78 - 3 k $\Omega$  1/2 W  
 R79, R80 - 560  $\Omega$  1/2 W  
 R81, R82 - 220  $\Omega$  1/2 W

Aj1 - 100 k $\Omega$   
 Aj2 - 2 k $\Omega$  multitours  
 Aj3 - 10 k $\Omega$   
 P1 - 10 k $\Omega$  lin.  
 P2 - 22 k $\Omega$  lin.

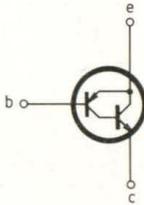
**• Condensateurs**  
 C1 - 3,3 nF  
 C2 - 33 nF  
 C3, C4 - 2 200  $\mu$ F/63 V  
 C5, C6 - 100 nF  
 C7, C8 - 100 nF  
 C9, C10 - 22  $\mu$ F/25 V  
 C11, C12 - 22  $\mu$ F/40 V

**• Divers**  
 K1 - inverseur double  $\grave{a}$  levier  
 K2, K3 - commutateurs Lorlin 1  $\times$  12 p.  
 K4 - commutateur Lorlin 2  $\times$  6 p.  
 K5 - inverseur simple  $\grave{a}$  levier  
 Transfo 2  $\times$  30 V, 22 VA  
 1 t $\acute{e}$ moin lumineux  $\grave{a}$  LED  
 3 douilles bananes  $\oslash$  4  
 2 douilles bananes  $\oslash$  2  
 5 boutons  
 1 porte-fusible et un 1 fusible  
 315 mA  
 2 supports de transistors  
 1 passe-fil  $\oslash$  8  
 33 picots  $\grave{a}$  souder

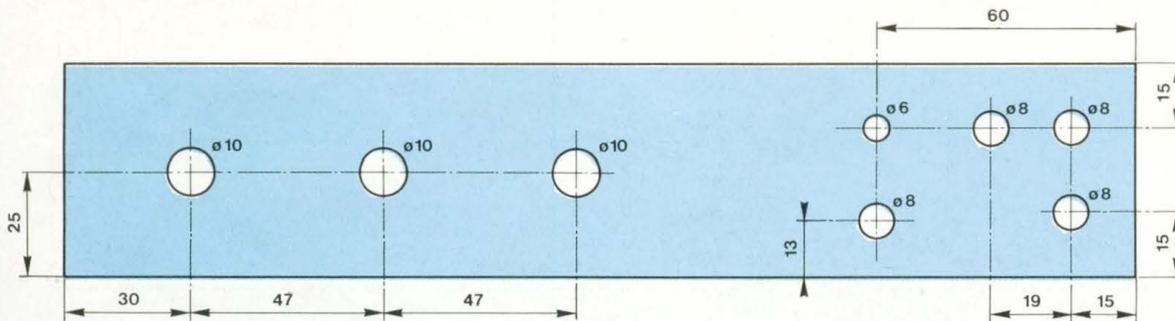
# TRACEUR DE CARACTERISTIQUES



**Fig. 7 :** Plan de la plaque de façade. On se servira du circuit imprimé avant câblage pour repérer les différents perçages.



**Fig. 11 :** Faux Darlington PNP réalisé avec un PNP et un NPN.



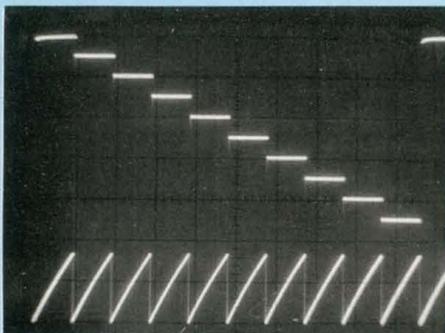
**Fig. 8 :** Plan de perçage de la plaque de façade supérieure.

de la petite plaque de façade. Celle-ci porte les commutateurs K2, K3, K4, l'interrupteur marche-arrêt, le témoin, lumineux et trois douilles pour liaison à l'oscilloscope. La carte imprimée auxiliaire, simple face de 165 × 50 mm, portant les résistances commutées, sera soudée sur les trois commutateurs Lorlin dont on aura au préalable sup-

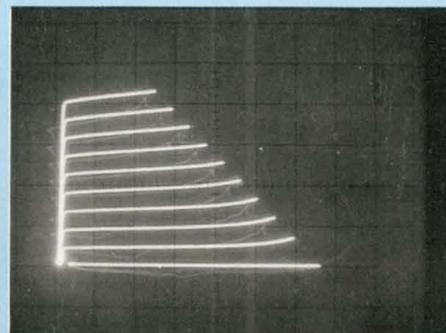
primé les extrémités des picots. Le tracé du circuit imprimé est donné figure 9 et l'implantation des composants figure 10 ; on pourra avantageusement faire figurer R78 sur cette carte, l'auteur l'ayant placée entre elle et le témoin. Et prévoir s'il le faut R30 en deux résistances série.

Le transformateur d'alimentation est

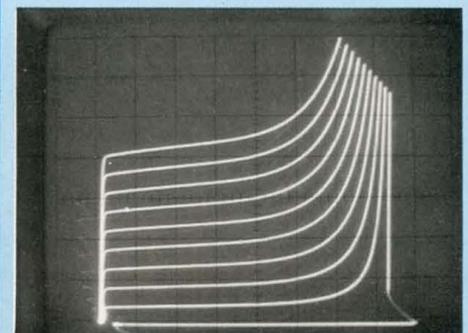
fixé au fond du coffret, à droite, ainsi que le porte-fusible. Les deux cartes sont reliées par dix fils. La carte principale est reliée à la petite plaque par deux fils : sortie Y et -33 V au témoin lumineux. Les fils joignant le circuit primaire à l'interrupteur et le secondaire à l'alimentation auront la longueur juste suffisante pour que le coffret puisse



Oscillogramme 1. Signaux aux points R et E.



2. 2N706 (NPN) avec 5  $\mu$ A/éch. et  $R_c=2$  k $\Omega$  [Y : 1 V/div. et X : 2 V/div.].



3. Idem, la rampe ayant une amplitude plus importante fait apparaître l'effet d'avalanche.

# POUR TRANSISTORS

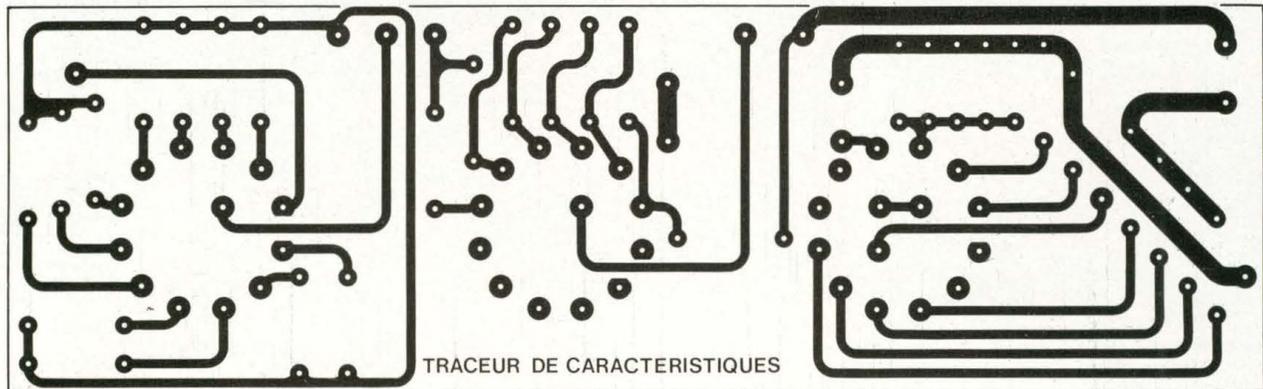


Fig. 9 : Carte imprimée auxiliaire.

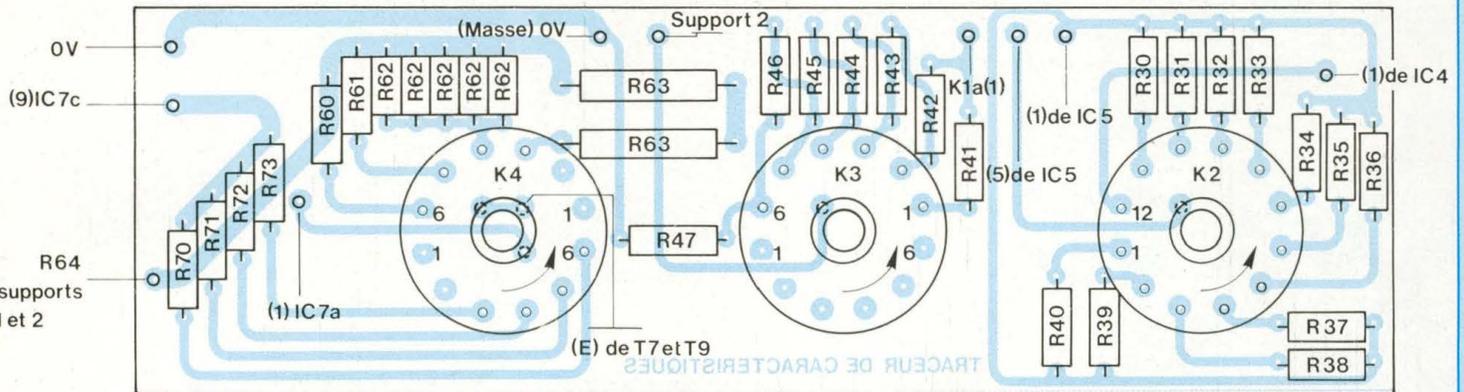


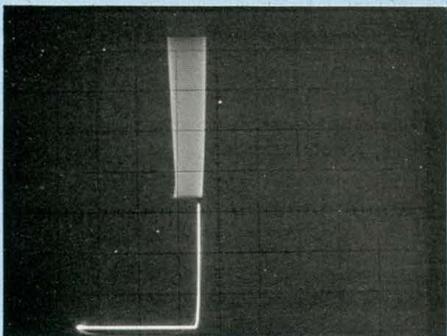
Fig. 10 : Module auxiliaire. Il porte les résistances commutées et les commutateurs K2, K3 et K4.

être ouvert, le fond et le dessus reposant à plat sur la table.

Les plaques sont mises à la masse au niveau d'une vis de fixation pour la grande et de la douille de masse pour la petite.

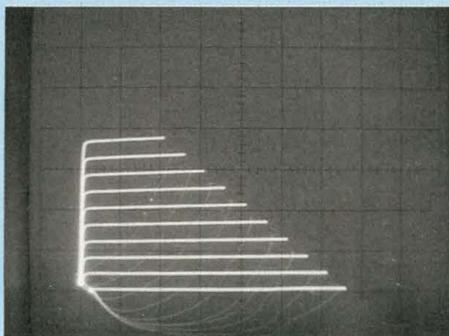
## MISE AU POINT

On peut d'abord vérifier les six ten-



4. 2N706 avec émetteur et collecteur inversés, le traceur permet de les distinguer.

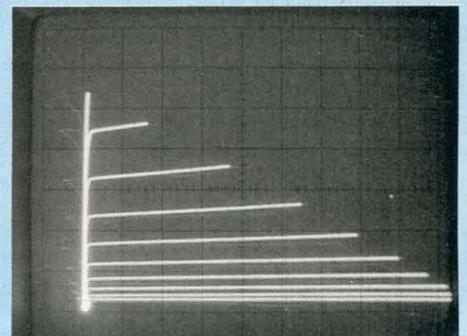
sions d'alimentation, puis les signaux R et E- ainsi que E+. Puis le générateur de courant en plaçant une résistance à la place de la jonction base-émetteur : on doit retrouver un escalier aux bornes de cette résistance. Et enfin le circuit de sortie verticale en observant la sortie Y à vide ; théoriquement nulle, elle ne doit avoir qu'une



5. BC107 (NPN) avec  $0,5 \mu\text{A}/\text{éch.}$  et  $R_c = 20 \text{ k}\Omega$  [Y :  $2 \text{ V}/\text{div.}$  et X :  $2 \text{ V}/\text{div.}$ ].

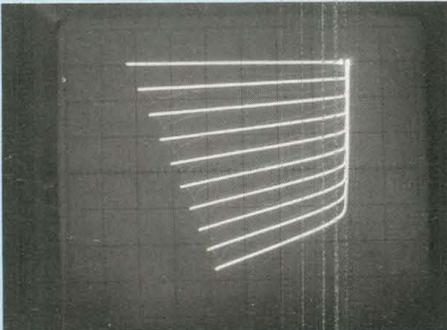
amplitude très faible, les amplis-op et les résistances de précision ne sont pas parfaits ; on peut la comparer d'ailleurs à la sortie de C17b que l'on obtiendrait sans la correction. La mise au point ne comporte que trois opérations très simples :

1. Réglage à zéro de l'échelon supérieur de E- à l'oscilloscope en jouant

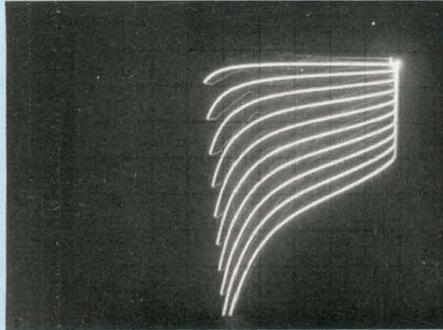


6. Idem avec  $10 \text{ mV}/\text{éch.}$  et  $R_c = 2 \text{ k}\Omega$ .

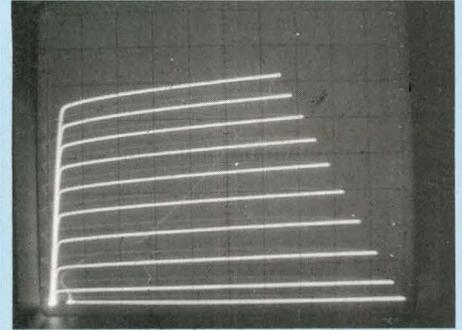
# TRACEUR DE CARACTERISTIQUES



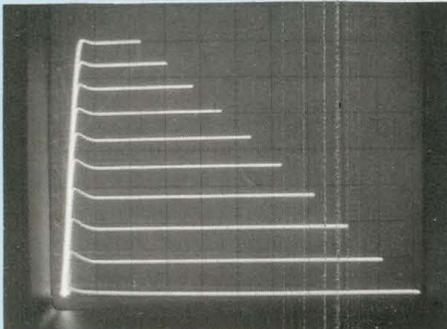
7. 2N2907 (PNP) avec  $20 \mu\text{A}/\text{éch.}$  et  $R_c = 200 \Omega$  [Y :  $1 \text{ V}/\text{div.}$  et X :  $5 \text{ V}/\text{div.}$ ].



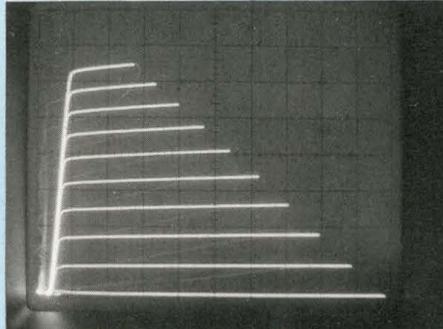
8. ASY27 (PNP germanium) avec  $10 \mu\text{A}/\text{éch.}$  et  $R_c = 200 \Omega$  [Y :  $0,2 \text{ V}/\text{div.}$  et X :  $5 \text{ V}/\text{div.}$ ].



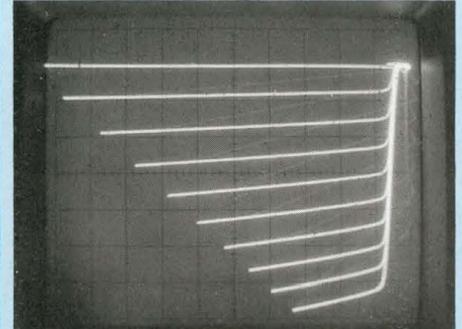
9. TIP31 (NPN) sur radiateur de  $6^\circ \text{ C}/\text{W}$  avec  $200 \mu\text{A}/\text{éch.}$  et  $R_c = 20 \Omega$  [Y :  $0,5 \text{ V}/\text{div.}$  et X :  $2 \text{ V}/\text{div.}$ ].



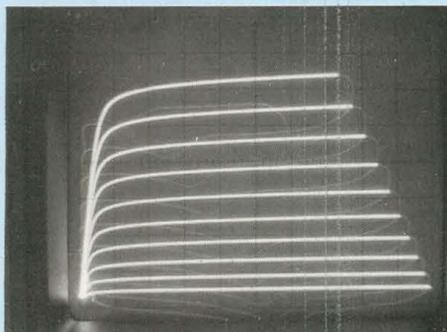
10. 2N3055 RCA (NPN) sur radiateur de  $1,5^\circ \text{ C}/\text{W}$  avec  $1 \text{ mA}/\text{éch.}$  et  $R_c = 20 \Omega$  [Y :  $1 \text{ V}/\text{div.}$  et X :  $2 \text{ V}/\text{div.}$ ].



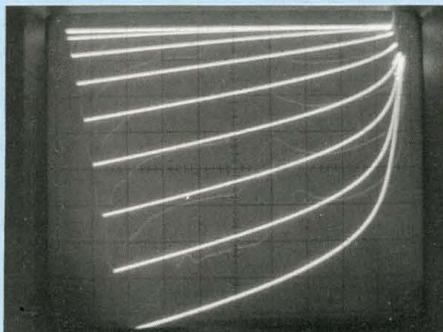
11. Darlington formé du BC107 et du 2N3055, le même radiateur,  $5 \mu\text{A}/\text{éch.}$  et  $R_c = 20 \Omega$  [Y :  $1 \text{ V}/\text{div.}$  et X :  $2 \text{ V}/\text{div.}$ ].



12. Faux Darlington PNP réalisé avec le 2N2907 et le 2N3055 (fig. 11)  $5 \mu\text{A}/\text{éch.}$  et  $R_c = 20 \Omega$ . [Y :  $1 \text{ V}/\text{div.}$  et X :  $2 \text{ V}/\text{div.}$ ].



13. 2N3819 (FET canal N) avec  $0,1 \text{ V}/\text{éch.}$  et  $R_D = 2 \text{ k}\Omega$  [Y :  $0,5 \text{ V}/\text{div.}$  et X :  $2 \text{ V}/\text{div.}$ ].



14. 2N3820 (FET canal P) avec  $0,2 \text{ V}/\text{éch.}$  et  $R_D = 2 \text{ k}\Omega$  [Y :  $0,2 \text{ V}/\text{div.}$  et X :  $2 \text{ V}/\text{div.}$ ].

par Aj3 sur l'offset de C13.

2. Réglage à  $1 \text{ V}$  de la hauteur des échelons par Aj2. Un voltmètre numérique continu doit indiquer  $-4,50 \text{ V}$  en E-

3. P2 étant poussé au maximum, il faut obtenir une rampe d'amplitude maximum non écrêtée en sortie sur les émetteurs de T7-T9, par action sur Aj1. Du moins la rampe peut-elle être légèrement écrêtée pour une polarité.

La mise au point est alors terminée.

## UTILISATION

Ce traceur permet d'étudier aussi facilement les transistors germanium et les darlington que les silicium puisqu'il est doté d'un véritable générateur de courant ; la seule limitation est ici la commande en  $V_{BE}$  des darlington car celle-ci est limitée à  $0,65 \text{ V}$  environ ;

Oscillogramme 6. Un voltmètre continu indique  $0,645 \text{ V}$  sur la base. Les  $V_{BE}$  sont donc étagés de  $0,60$  à  $0,69 \text{ V}$ . On peut constater le doublement du courant collecteur lorsque  $V_{BE}$  croît de  $20 \text{ mV}$ .

Oscillogramme 10. On observe un curieux effet de résistance négative.

Oscillogramme 11. Remarquons la tension de saturation plus importante du Darlington.

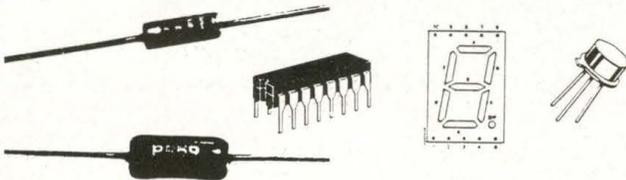
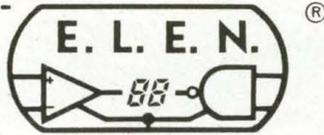
mais il serait très facile de prévoir une limite plus importante. Un test est très simple : il suffit de placer ou connecter le transistor et de faire les liaisons à l'oscilloscope. Les exemples donnés sont présentés en ayant pris soin de matérialiser les axes par des traits du graticule évidents à situer.

G. Lavertu

Ets E.L.E.N.

94, avenue de Fétilly  
17000 LA ROCHELLE

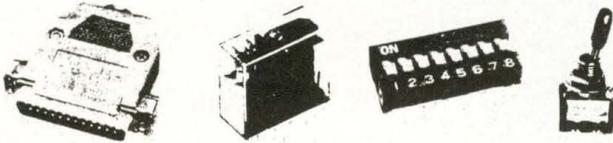
Phone : 46 34 53 80  
Fax : 46 34 16 22



EXTRAIT DE NOTRE CATALOGUE

LM 344 H : 158,00	68705 P3 : 120,00
LM 317 HVK : 165,00	UGS 3020 T : 32,00
LM 395 T : 49,50	MPX 200 A : 178,00
MJ 15002 : 36,00	LM 35 CZ : 88,00

Un choix de plus de 3000 références.....



VENTE au COMPTOIR et par  
CORRESPONDANCE (SERVICE RAPIDE)

FORFAIT port/emballage : 25,00 F

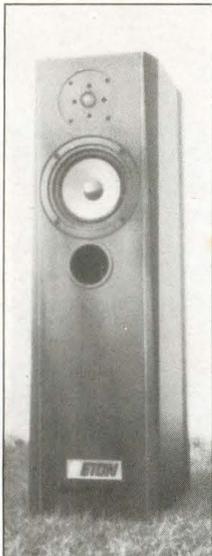


**HAUT-PARLEURS  
SYSTEMES**

35, rue Guy-Moquet - 75017 PARIS - Tél. : (1) 42.26.38.45

Audax - Siare - Dynaudio - Beyma - SEAS - Focal - Jordanow  
Fostex - Stratec - Visaton - Cochet - Monacor - etc.

HAUT PARLEURS - KITS ENCEINTES - EBENISTERIES  
KITS AMPLI/ELECTRONIQUE - ACCESSOIRES/COMPOSANTS

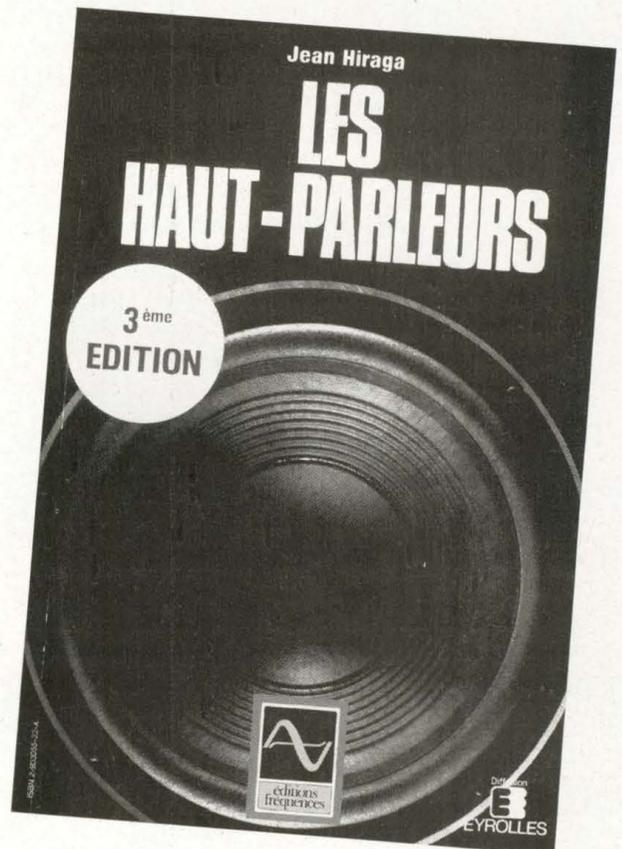


**La VELOCE 110**

Enceinte Bass-Reflex 2 voies  
équipée  
du Boomer/Médium de 17 cm  
7-380/32 HEX  
à "membrane Hexacone",  
du Tweeter 25DTF200C  
à dôme en "soie imprégnée"  
A l'écoute en avant-première  
chez **HP Systèmes**

PLUS DE 30 MODELES  
A L'ECOUTE  
Catalogue 89/90 : 30 F

# Voici la 3<sup>e</sup> édition



Depuis 81, cet imposant volume de 352 pages connaît un succès constant. La meilleure preuve en est cette troisième édition. Bien plus qu'un traité, il s'agit d'une véritable encyclopédie, alliant théorie et pratique, histoire, en une mine inépuisable d'informations, reconnue dans le monde entier !

Véritable "bible", "Les Haut-Parleurs" s'étoffent de plus de trente pages. Les dernières innovations y sont traitées : haut-parleur à ruban large bande, nouveaux type d'aimant, système à image stéréophonique constante... Le chapitre consacré au filtrage et la présentation des enceintes acoustiques et des haut-parleurs du marché ont été eux aussi actualisés.

**BON DE COMMANDE**

Je désire recevoir la 3<sup>e</sup> édition des "Haut-Parleurs".

NOM .....

ADRESSE .....

.....

.....

Je joins 195 F + 12 F frais d'envoi.  
Adresser aux Editions Fréquences  
1, boulevard Ney 75018 Paris

# STROBOSCOPE A FREQUENCES REGLABLES



Une lampe, couramment nommée "tube à éclats", produit des flashes lumineux à une fréquence qui peut être réglée de 1 à 10 éclairs par seconde, par l'intermédiaire du potentiomètre P1. Chaque allumage est commandé par une impulsion de très haute tension, délivrée par un transformateur appelé "bobine d'impulsion". Le primaire de ce transformateur est lui-même commandé par la charge et la décharge d'un condensateur au travers d'une petite lampe au néon.

**C**haque allumage du tube à éclats illumine la scène observée à proximité du stroboscope et ce, à une fréquence déterminée par P1. Chaque mouvement de la scène ainsi observée est décomposé, ce qui donne un effet assez spectaculaire.

## REALISATION

### LE CIRCUIT IMPRIME

Le dessin de ce circuit est représenté en figure 4. Vu sa simplicité, la reproduction se fera aisément au feutre. Après gravure, effectuez le perçage de l'ensemble des trous à 1 mm de

diamètre. Vous reperçerez ensuite certains de ces trous à 1,5 mm, en fonction des composants.

### PERÇAGE DE LA FACE AVANT ET DU COFFRET

Pour effectuer ce travail, reportez-vous à la figure 5. Tracez l'ouverture rectangulaire de la face avant sur le côté opposé. Percez au centre de ce traçage un trou de 15 mm de diamètre environ. Vous terminerez ensuite à la lime la découpe de cette ouverture. Pour obtenir un centrage correct, percez d'abord l'ensemble des trous à 2 mm. Vous les reperçerez ensuite aux diamètres indiqués. Si vous désirez décorer votre face avant, faites-le

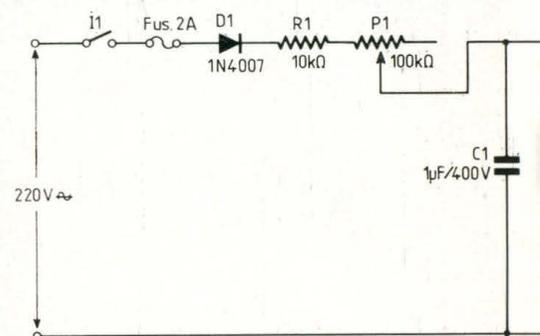


Fig. 1 : Schéma de principe.

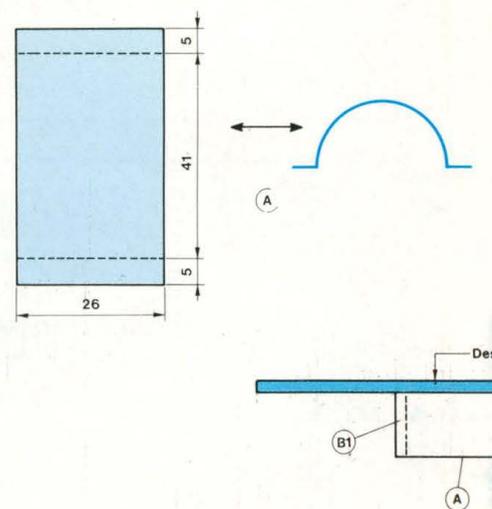


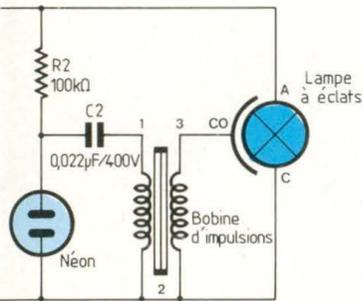
Fig. 6 : Réalisation du réflecteur.

maintenant avant de continuer la réalisation (voir § 9).

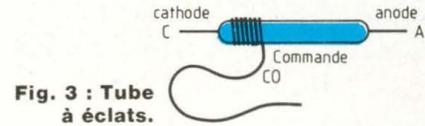
### REALISATION DU REFLECTEUR

Découpez dans un carton, genre bristol, un rectangle de 51 × 26 mm (figure 6A). Faites un pliage à 5 mm de chaque extrémité et cintrez le carton comme il est indiqué sur la figure. Collez à l'intérieur de ce demi-cylindre du papier aluminium de ménage, le côté brillant à l'extérieur. Dans du plastique de 2 mm d'épaisseur, tracez et décou-

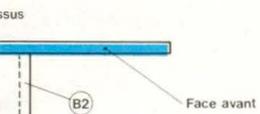
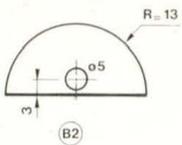
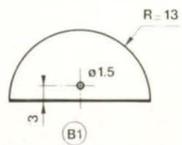
# UN EFFET SAISSISSANT



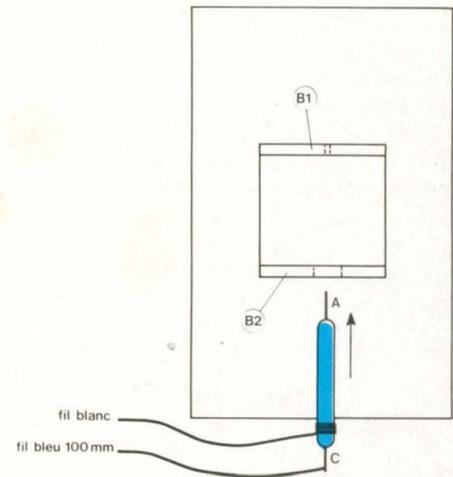
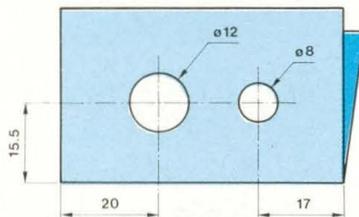
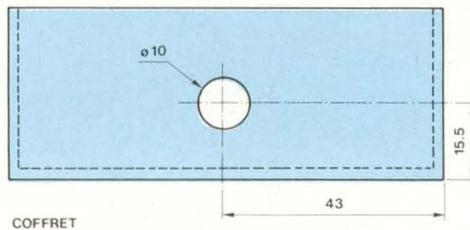
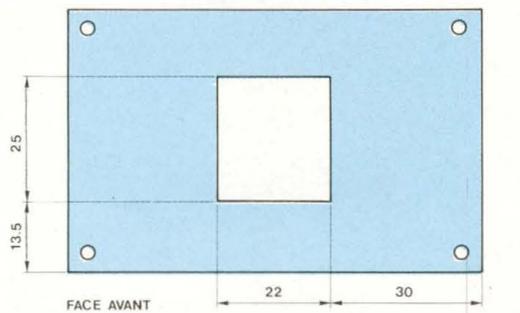
**Fig. 2 : Brochage et aspect de la bobine d'impulsion.**



**Fig. 3 : Tube à éclats.**



**Fig. 5 : Cotes de perçages de la face avant et du coffret.**



**Fig. 7 : Montage de la lampe à éclats.**

pez les deux pièces B1 et B2. Effectuez les perçages indiqués. Assemblez et collez à présent ces trois pièces sous la face avant et sur l'ouverture rectangulaire.

## MONTAGE DE LA LAMPE A ECLATS

Préparez un fil bleu de 100 mm et un fil jaune de 60 mm que vous dénuderez à chaque extrémité. Soudez le fil bleu sur le côté cathode du tube à éclats. Glissez à présent le tube dans le trou de la pièce B2 et passez la broche de

sortie côté anode dans le trou de la pièce B1. En maintenant le tube dans cette position, soudez sur l'anode le fil jaune de 60 mm. Le tube à éclats sera ainsi fixé définitivement (fig. 7).

## IMPLANTATION DES COMPOSANTS ET CABLAGE

Le schéma d'implantation vous est donné à la figure 8. Commencez par mettre en place les deux résistances ainsi que la diode D1. Soudez-les. Implantez ensuite le tube néon, le con-

densateur C2, les pinces porte-fusible avec leur fusible. Soudez ces composants. Terminez par la bobine d'impulsion ainsi que C1 et C2. Soudez dans les deux trous au centre du circuit deux fils verts de 80 mm.

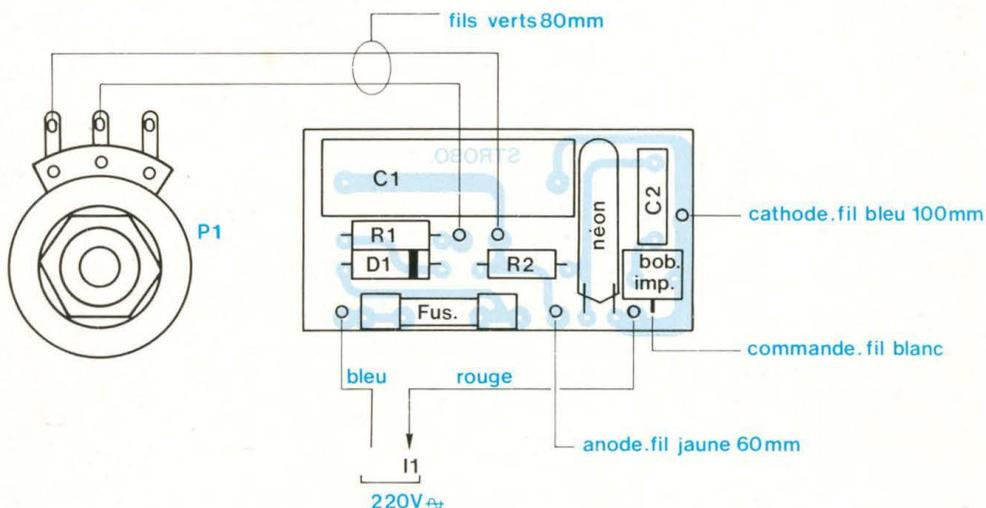
## MISE EN PLACE DES ELEMENTS DANS LE COFFRET

La figure 9 vous montre l'emplacement de chacun des composants. Dénudez la gaine de protection du cordon secteur sur 60 mm environ.

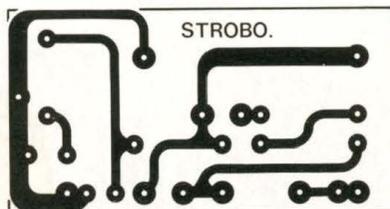
# STROBOSCOPE

## NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

1 tube à éclats XFS 32  
 1 bobine d'impulsion TS 10  
 1 lampe néon  
 1 condensateur  $1 \mu\text{F}/400 \text{ V}$   
 1 condensateur  $0,022 \mu\text{F}/400 \text{ V}$   
 R1 - résistance  $10 \text{ k}\Omega$   $1/4 \text{ W}$   
 R2 - résistance  $100 \text{ k}\Omega$   $1/4 \text{ W}$   
 D1 - diode 1N 4007  
 P1 - potentiomètre linéaire  $100 \text{ k}\Omega$   
 2 pinces porte-fusible  
 1 fusible  $5 \times 20,2 \text{ A}$   
 1 coffret MMP 10 P  
 1 interrupteur simple APR  
 1 passe-fil  
 1 cordon secteur  
 1 bouton pour axe de  $\varnothing 6 \text{ mm}$   
 1 circuit imprimé  $51 \times 26$   
 100 mm de fil de câblage bleu  
 60 mm de fil de câblage jaune  
 $2 \times 80 \text{ mm}$  de fil de câblage vert  
 80 mm de fil de câblage rouge  
 Plastique, carton, papier alu  
 Transferts blancs (lettres et symboles)

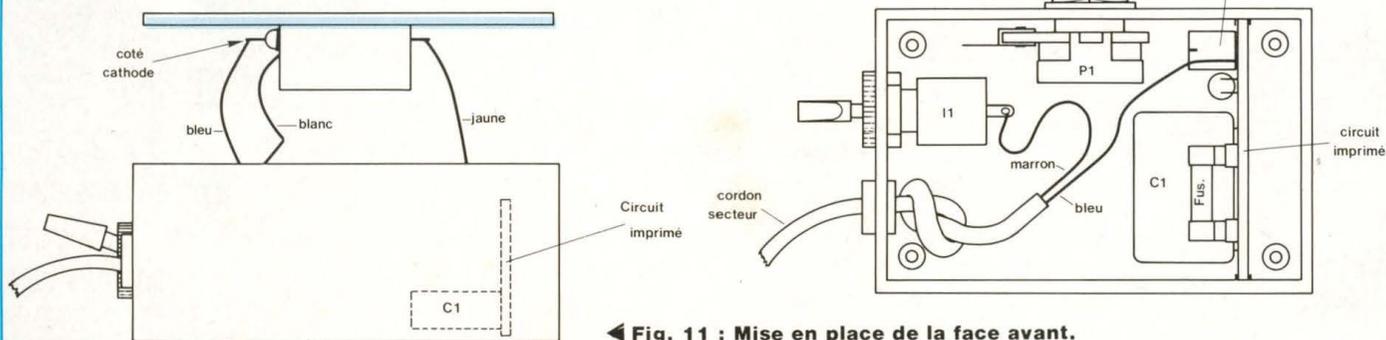


▲ Fig. 8 : Implantation des composants et câblage.



◀ Fig. 4 : Circuit imprimé côté cuivre.

▼ Fig. 9 : Mise en place des éléments dans le coffret.



◀ Fig. 11 : Mise en place de la face avant.

Enfilez le cordon dans le passe-fil et faites un nœud à l'intérieur du coffret. Respectez l'orientation de I1 et P1.

### CABLAGE

En vous aidant des diverses figures, câblez l'ensemble des éléments en respectant la couleur des fils.

### ESSAIS

Branchez votre cordon secteur et mettez l'interrupteur I1 sur "marche". Le tube doit produire des éclats dont la fréquence de répétition sera fonc-

tion du réglage du potentiomètre P1.

### FINITION ET MONTAGE FINAL

Effectuez la décoration de la face avant en vous aidant, si vous le désirez, de la figure 10.

Ce travail se fera avec des lettres et des symboles transferts de couleur blanche.

Vaporisez ensuite une couche de vernis incolore afin de parfaire la finition. Orientez correctement la face avant sur le coffret et refermez l'ensemble à

l'aide des quatre vis appropriées (fig. 11).

### ATTENTION

Le tube à éclats est soumis à de très hautes tensions qui persistent même après arrêt du stroboscope. Evitez donc de toucher les broches de sorties de ce composant et, surtout, d'ouvrir le coffret avec le cordon secteur relié au 220 V.

Fernand Estèves

# UN EFFET SAISSISSANT

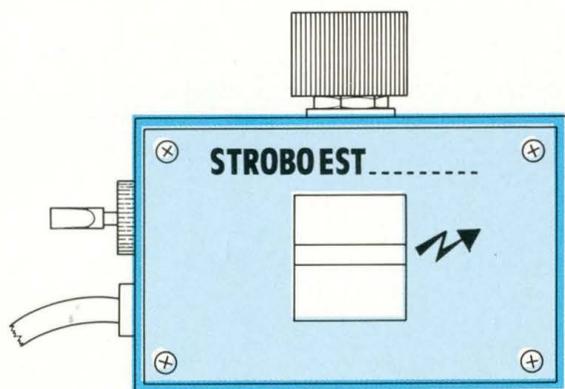
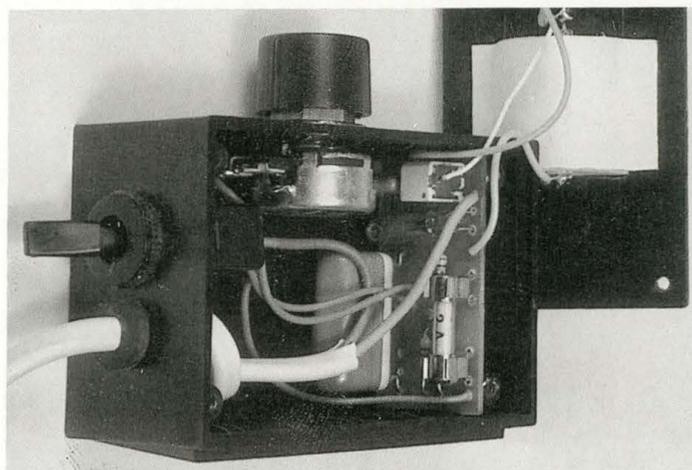


Fig. 10 : Aspect du montage terminé.



Vue de l'intérieur du boîtier.

# Kit HP DAVIS MV6

LIVRÉ CHEZ VOUS  
pour

# 239<sup>F</sup>

+ 3 x 253F  
à crédit sans frais  
ou 998 F au comptant  
+ 59 F pour frais de port

Sont également disponibles :  
tous les HP, filtres et kits DAVIS - SIARE - AUDAX - PEERLESS.

Ex. : MV2K = 190 F + 3 x 208 F ou 814 F au comptant + 59 F de port  
MV4 = 209 F + 3 x 221 F ou 872 F au comptant + 59 F de port  
MV5 = 424 F + 3 x 472 F ou 1840 F au comptant (port gratuit)  
MV7 = 329 F + 3 x 387 F ou 1490 F au comptant (port gratuit)  
MV12 = 519 F + 3 x 535 F ou 2124 F au comptant (port gratuit)  
MV15 : nous consulter

- Les ébénisteries sont aussi disponibles montées ou prédécoupées en kit.
- Nos kits comprennent : les HP, le filtre, les borniers, le câble, les plans et les autocollants.
- Tarif général contre enveloppe timbrée.

SCOPE KITS . HP . HI-FI . SONO

TÉLÉPHONE COMMANDE  
**31 44 75 33**

## BON DE COMMANDE EXPRESS

(EXPÉDITION sous 48 h)

à compléter et à retourner à : SCOPE 6, rue Buquet 14000 CAEN

NOM ..... Tél. ....  
ADRESSE .....  
VILLE ..... Code Postal .....

Quantité	Référence	Prix U	TOTAL

Je désire payer :  
 Comptant  
 En 4 fois sans frais

Signature :

Frais de port	59 F 00
<b>TOTAL</b>	
Acompte versé	

# KIT ENCEINTE ETON LA VELOCE 110

Désormais il faudra compter avec Eton. Au seuil de l'ouverture du grand marché libre européen, nos voisins germaniques ne sont pas restés en observation dans le domaine du haut-parleur et du kit. Le kit d'enceinte acoustique représente un marché très important en Allemagne. Plusieurs revues spécialisées existent et informent le public.



duits de qualité possédant des caractéristiques techniques exceptionnelles avec une finition irréprochable. Se spécialisant d'emblée dans le haut de gamme, Eton propose des composants électroacoustiques aussi bien aux constructeurs de produits finis qu'aux amateurs désireux de réaliser leur système.

Eton se fit connaître par son procédé unique de fabrication de membranes exceptionnellement rigides. En effet, les membranes mises au point pour les haut-parleurs de grave et de médium présentent des caractéristiques mécaniques hors du commun malgré un poids extrêmement faible. Eton obtient des cônes cent fois plus rigides que les membranes classiques en carton et thermoplastique pour une réduction de poids de 30 %.

Cette technologie pleine d'intérêt n'en est pas moins difficile à maîtriser et met en œuvre des moyens techniques très coûteux. Les thermodurcissables Kevlar et Nomex sont transformés en un composé tri-dimensionnel. Les ébauches des membranes subissent un usinage précis et un découpage à l'aide d'un laser. Les haut-parleurs ainsi obtenus peuvent couvrir une bande de fréquences très large exempte d'oscillations partielles en restituant les détails avec une grande précision.

Eton prend en charge toute la chaîne de fabrication de sa production. Toutes les parties magnétiques sont conçues, usinées et aimantées dans l'usine d'Osterholtz. La connaissance parfaite des matériaux magnétiques associée à une grande rigueur de fabrication, permettent aux concep-

teurs d'obtenir des pièces polaires dont le flux produit un rendement inhabituel. Les plaques et contre-plaques du moteur sont nivelées et rectifiées sur toutes les surfaces de contact afin d'obtenir des rendements maximums.

Toutes les bobines utilisent le Kapton comme support, offrant ainsi une résistance aux températures allant jusqu'à 280° C.

Après un tri sans compromis des différents composants et pièces constituant un haut-parleur, le montage commencera donnant naissance à un produit dont les tolérances demeureront dans une plage très étroite. La plupart des tâches de fabrication et de contrôles rigoureux sont confiés à des robots pilotés par des ordinateurs mais surveillés et programmés par des ingénieurs et techniciens de haut niveau. Enfin, une fois terminés, les haut-parleurs sont soumis à une dernière série de tests afin de confirmer les performances et surtout de conserver des caractéristiques toujours constantes.

Toutes cette rigueur rassurera car les amateurs retrouveront toujours les mêmes qualités acoustiques.

## LE KIT VELOCE 110

Parmi la gamme de kits particulièrement homogène de la marque, un modèle a retenu mon attention en visitant l'auditorium Eton durant le Forum du Kit Audio.

Les conditions d'écoute n'étaient pas favorables. A ma demande et en bon commerçant, le dirigeant allemand accepta de me confier un modèle. Mon choix s'est porté sans hésitation sur le modèle Veloce 110 car je restais persuadé qu'il me cachait quelque chose.

Mes écoutes et examens approfondis de ce produit étant terminés, je suis heureux de vous faire partager mon enthousiasme.

Les concepteurs ont réussi une réalisation à monter soi-même, d'une grande élégance, comportant quelques originalités esthétiques.

Les dimensions : 83,3 cm de hauteur, 31,2 cm de profondeur et 23,2 cm de

**L**e leader allemand dans la fabrication de haut-parleurs est, sans conteste, la société Eton. Etabli en 1983, ce constructeur a su se placer au "top" niveau en proposant des pro-

largeur, pour une intégration aisée dans les petits intérieurs. Un large chanfrein fuyant casse les arêtes vives de la face avant. Les parois extérieures sont peintes avec une peinture noire satinée. Un jonc plastique de couleur verte encastré dans une rainure achève la décoration de la Veloce 110.

Deux haut-parleurs équipent ce kit : un boomer-médium de 185 mm de diamètre chargé en bass-reflex et un tweeter à dôme.

## CONSTITUTION DU KIT

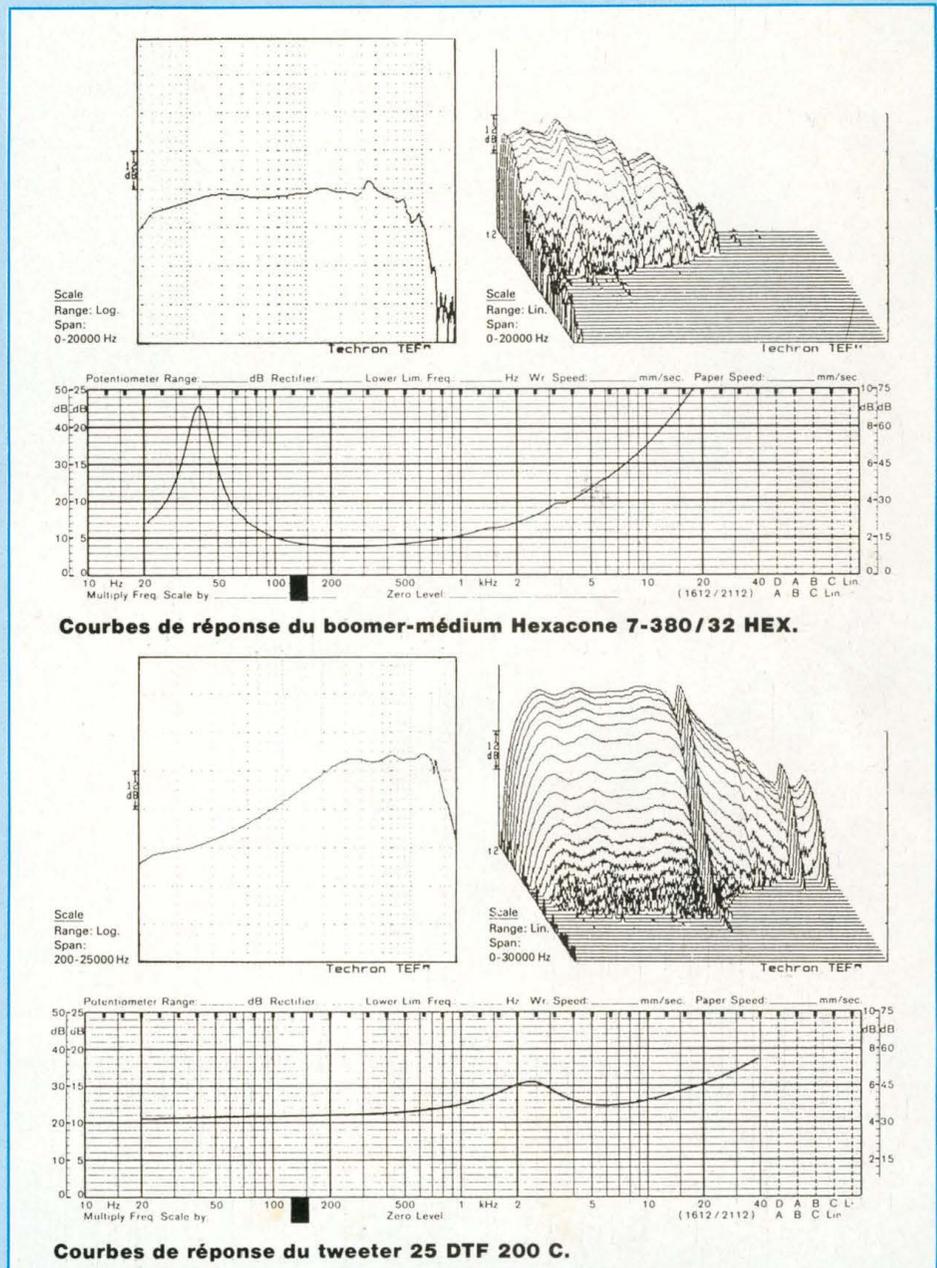
### LE BOOMER-MEDIUM HEXACONE 7-380/32 HEX

Cette magnifique pièce manufacturée et sophistiquée soulève l'admiration. La finition parfaite étonne mais rassure. Toutes les pièces mécaniques sont usinées avec une grande précision et subissent des traitements de surface qui augmentent la qualité du produit.

Le saladier à dix branches a fait l'objet d'une étude très approfondie afin d'obtenir simultanément un châssis compact et aéré. Ainsi la membrane se trouve-t-elle dégagée de toute contrainte qui empêcherait un déplacement optimal et bien contrôlé.

La fréquence de résonance très basse (37 Hz) le rend intéressant pour une application à faible volume.

Un petit retour sur les particularités de la membrane Hexacone. J'ai eu en main un diaphragme sans sa bobine. Après avoir tenté quelques essais de torsion, il a bien fallu admettre la parfaite rigidité ainsi que la légèreté de ce composant inhabituel. La suspension périphérique fabriquée avec un composite de caoutchouc et de PVC se révèle d'une grande efficacité. La forme de la moulure, assez creusée, assure une grande elongation du diaphragme. En revanche, le matériau employé se comporte comme un véritable ressort qui ramène le cône en position médiane avec une énergie passive d'une grande puissance. Ceci suppose qu'on obtiendra un contrôle efficace de la membrane et la restitution sonore, gage d'une grande précisi-

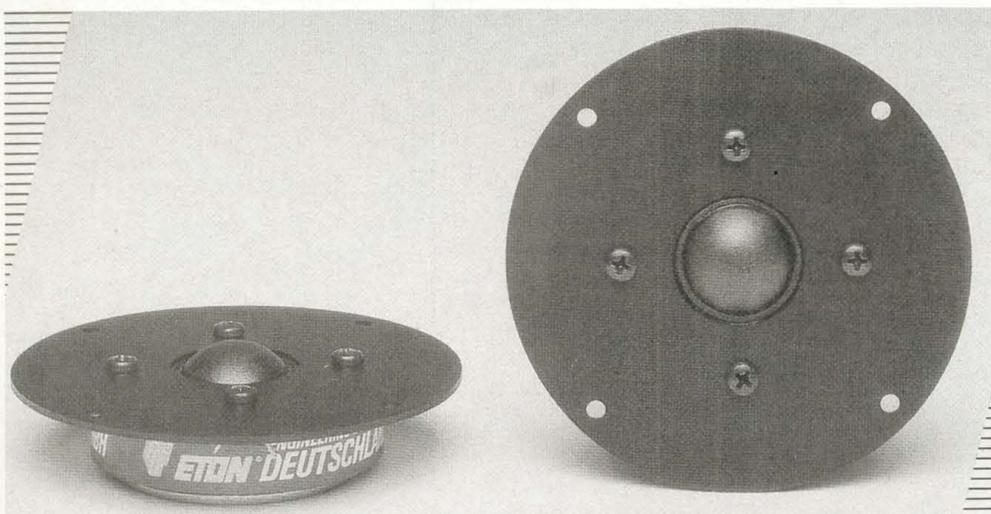


sion du signal. J'ai observé de très près le fonctionnement en dynamique de la suspension : le système de suspension se révèle être d'une redoutable efficacité. De surcroît, les bords disposent de larges bandes assurant un collage de qualité de la moulure sur le cône Hexacone et le châssis. Un examen des caractéristiques techniques de ce haut-parleur fait apparaître d'excellentes performances.

### CARACTERISTIQUES DU 7-380/32 HEX

Diamètre : 185 mm  
 Impédance nominale : 8 Ω  
 Diamètre de la bobine : 32,3 mm  
 Hauteur de la bobine : 13 mm  
 Hauteur de l'entrefer : 6 mm  
 Déplacement maximal : ± 3,5 mm  
 Support de la bobine : Kapton  
 Diamètre de l'aimant : 90 mm  
 Champ B : 1,1 tesla

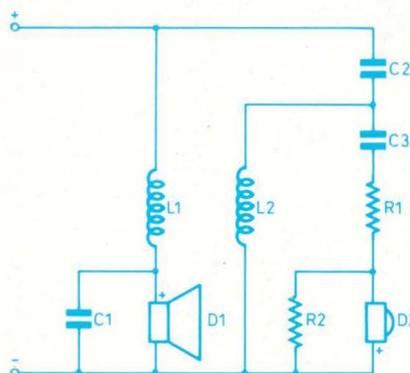
# LA VELOCE 110 DE ETON



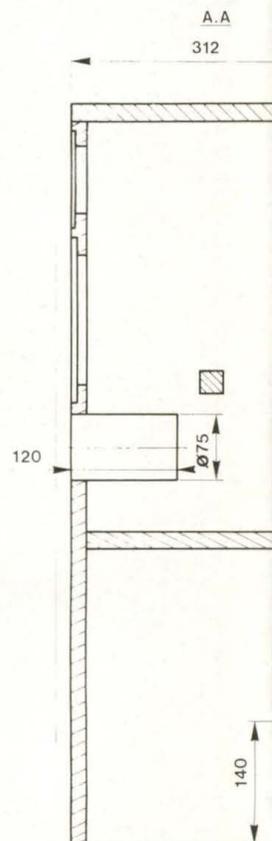
Le tweeter 25 DTF 200 C.



Le boomer-médium 7-380/32 HEX.



Un filtre passif classique.



Membrane : Hexacone  
 Suspension : Néoprène  
 Rendement à 1 W/1 m : 90 dB  
 Puissance efficace max. : 100 watts  
 $F_s$  : 37 Hz  
 $R_{SCC}$  : 6,6  $\Omega$   
 $Q_{ms}$  : 2,90  
 $Q_{es}$  : 0,31  
 $Q_{ts}$  : 0,28  
 $C_{ms}$  : 1,35 m/N  
 $S_d$  : 0,13273 m<sup>2</sup>  
 $V_{as}$  : 33 litres  
 Bande passante : 40-3 500 Hz.

## LE TRANSDUCTEUR D'AIGUS : 25 DTF 200 C

Ce haut-parleur d'aigus à large bande passante devient le complément idéal pour le boomer-médium précédemment décrit.

Pourvu d'une bobine aluminium de diamètre confortable (25 mm), le dôme est fabriqué à l'aide d'un tissu de soie imprégnée. Ce matériau a été rarement employé pour ce genre de composant. L'absence de distorsion caractérise le 25 DTF 200 C. La fabrication et la finition sont exemplaires. Le moteur surpuissant (1,7 T) laisse augurer une très bonne dynamique. Du ferrofluide injecté dans l'entrefer augmente avec sécurité la puissance maximale admissible. L'examen de la courbe d'impédance indique que les valeurs se maintiennent dans une plage régulière et étroite.

## CARACTERISTIQUES DU TWEETER 25 DTF 200 C

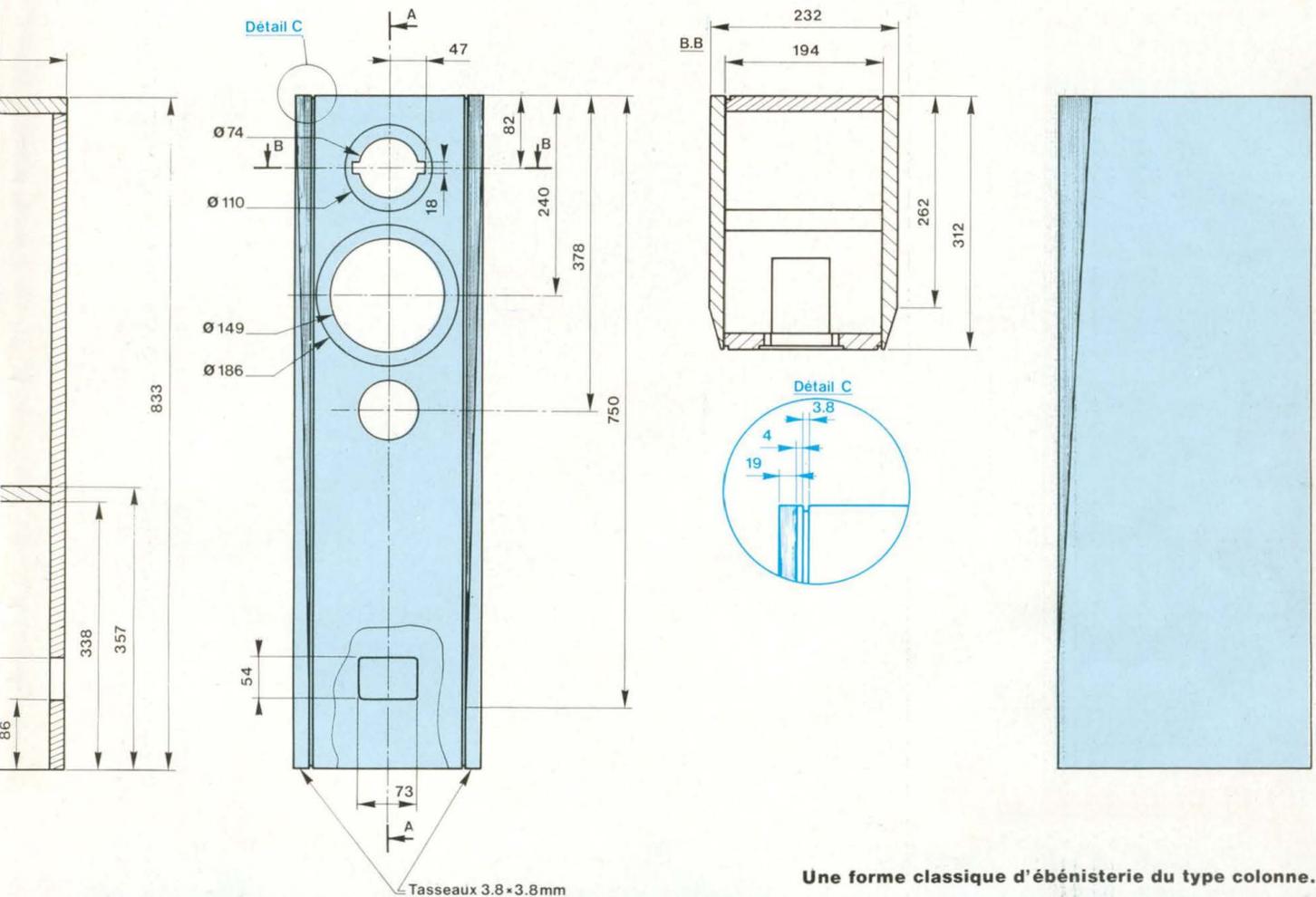
Diamètre : 110 mm

Impédance nominale : 8  $\Omega$   
 Diamètre de la bobine : 25 mm  
 Hauteur de la bobine : 3 mm  
 Support de la bobine : alu  
 Diamètre de l'aimant : 72 mm  
 Champ B : 1,7 tesla  
 Membrane : soie imprégnée  
 Rendement à 1 W/1 m : 90 dB  
 Puissance efficace max. : 100 watts  
 $F_s$  : 1 500 Hz  
 $R_{SCC}$  : 6  $\Omega$   
 Bande passante : 200-22 000 Hz.

## LE FILTRE 2 VOIES VELOCE 110

Le schéma demeure classique dans son ensemble, le plus important se trouve dans le choix des composants

# ELLE ETONNE !



Une forme classique d'ébénisterie du type colonne.

passifs, d'une qualité rarement constatée dans une réalisation en kit.

Le haut-parleur de grave se trouve alimenté via une cellule en L capable d'atténuer avec une pente de 12 dB/octave (L1 : 1,8 mH avec C1 : 4,7  $\mu$ F).

Les aigus, quant à eux, sont filtrés par une cellule à 18 dB/octave formée de deux capacités (C2 : 3,3  $\mu$ F et C3 : 6,8  $\mu$ F) et d'une inductance (L2 : 0,22 mH). Le pont diviseur (R1 : 1,5  $\Omega$  et R2 : 33  $\Omega$ ) ajuste le niveau électrique aux bornes du 25 DTF 200 C.

Une partie des capacités composant le filtre arborent la marque Eton. La firme fabrique elle-même des condensateurs de haute qualité avec des tolérances serrées (1 %) et spécialement étudiés pour des critères audio

tels que : faible inductance, très faible facteur de pertes et une restitution des timbres sans déformation. Elles portent le nom d'Eton-Caps.

Pour la fabrication, Eton emploie des matériaux de haute technologie. Reconnu comme le meilleur diélectrique, le polypropylène ne comporte que des avantages. Le coefficient négatif de température empêche des distorsions de fréquence lors des augmentations de température. Ils sont conçus et fabriqués pour obtenir une inductance deux à trois fois plus faible que des condensateurs standard de l'industrie.

Les caractéristiques des Eton-Caps assurent d'excellentes performances en régime impulsionnel.

## L'EBENISTERIE

La forme classique de colonne facilitera la réalisation par l'amateur. En observant les plans, on s'aperçoit que la charge du boomer-médium occupe seulement un peu plus de la moitié du volume total (24 litres). Cette formule permet d'aligner verticalement les haut-parleurs par rapport à l'auditeur et d'éloigner le plus possible du sol l'évent d'accord. Un autre avantage, les composants du filtre, les borniers trouveront leur place dans ce volume.

Les différents panneaux seront débités dans de l'aggloméré de haute densité de 19 mm d'épaisseur.

L'assemblage ne pose aucune diffi-

# LA VELOCE 110 DE ETON

culté à condition d'utiliser une bonne colle blanche à bois.

Avant de monter le fond du caisson de 24 litres, je conseille de coller et fixer le tasseau de renfort prévu dans le sens de la largeur. Ensuite, on tapissera les cinq faces internes du volume avec la mousse acoustique fournie avec le kit. Ces panneaux seront fixés avec de la colle genre néoprène ou tout simplement agraphés. Ensuite, on achèvera l'assemblage en fermant le fond.

Pour les plus courageux et surtout les mieux outillés, les plans donnent des détails sur quelques suppléments de décor qui seront du plus bel effet, personnalisant ainsi les réalisations.

La paire dont j'ai eu le plaisir de faire une description, était peinte avec une laque mate de couleur noire avec un jonc vert monté dans les rainures verticales.

Enfin, les ébénisteries terminées, il restera à pratiquer le câblage des haut-parleurs, des filtres et des borniers. Les fils passeront à travers le fond dont le trou sera obstrué par du mastic afin de parfaire l'étanchéité.

## L'ECOUTE

Les premiers instants me laissèrent médusé. Il se dégage une clarté et une douceur des musiques restituées, quel que soit leur genre.

Le kit Veloce 110 produit un niveau de grave d'une grande énergie, même dans les très basses fréquences.

Je ne peux résister plus longtemps au jeu de mot facile en disant que les aigus sont soyeux. Les effets de baguettes sur les cymbales retrouvent vie grâce au tweeter 25 DTF 200 C.

Les qualités principales s'expriment en quelques mots : puissance, dynamique extraordinaire, précision, douceur, clarté, respect des timbres.

Ce kit Eton me donna l'occasion d'essayer un disque compact de test très intéressant. Il s'agit d'enregistrements de haute qualité effectués et édités par les disques Pierre Verany avec la collaboration de la revue Diapason. La référence exacte en est :

PV 784031 compact test : démonstrations et essais.

Un choix éclectique de musiques de démonstrations est proposé sur 13 extraits, 7 autres tests techniques permettent de régler et de contrôler les possibilités et les performances des chaînes et surtout le lecteur de compact-disc.

Voici mes premières impressions à propos de ces tests en écoute sur le kit Eton Veloce 110.

### 1. Enregistrement d'un train à vapeur entrant en gare.

Image et effet stéréophonique impressionnant, débordant de réalisme sonore.

### 2. Big-Band.

Grand orchestre de jazz classique enregistré en direct, les aigus, les timbres des cuivres et des percussions retrouvent la chaleur de l'ambiance en direct.

### 3. Percussions.

Enregistrement numérique avec absence de souffle. Excellente restitution spatiale, mise en évidence de la capacité des haut-parleurs à maîtriser le signal électrique complexe. On apprécie la dynamique exceptionnelle de la Veloce 110 sur des attaques de tambours divers.

### 4. Harpe indienne.

Avec cet instrument acoustique, on apprécie les capacités du système à réagir aux transitoires. L'immense richesse des timbres conservant leurs harmoniques.

### 5. Country music.

Les instruments à cordes s'expriment avec toute leur personnalité. Les plans sonores demeurent stables.

### 6. Musique de Provence.

Bonne ambiance musicale avec de nombreux instruments rustiques. Pas spécialement significatif pour un test poussé.

### 7. Rossignols.

Cet enregistrement numérique, extrêmement réaliste, met en difficulté les systèmes médiocres. L'écoute à grand niveau de ces oiseaux charmés n'arrive pas à perturber la Veloce 110, les chants stridents n'écorchent pas les oreilles.

### 8. Orgue et orchestre.

Très bel enregistrement permettant d'apprécier la capacité du système à délier les sons conservant une image précise malgré le nombre important d'instruments.

### 9. Clavecin.

La richesse harmonique de cet instrument reparait avec une délicate subtilité qui flatte les oreilles.

### 10. Orgue et trompette.

On distingue parfaitement la disposition des jeux de cet enregistrement en phase stéréophonique.

### 11. Chœurs.

Les voix sont claires. Les chœurs se répondent alternativement, mettant à profit la scène musicale.

Les deux dernières plages ne fournissent pas, à mon avis, d'indications significatives.

Je conseille de monter la colonne sur des pointes ou cônes afin d'éviter la transmission des vibrations avec le sol.

## CONCLUSION

Après une timide tentative, l'année passée, Eton arrive en 1990 en force sur notre territoire. Ce constructeur et voisin allemand s'imposera par la qualité de ses produits chez les audiophiles français. Le prix de ce kit surprendra certains, mais l'accession à la perfection demande quelques sacrifices financiers. C'est comme pour l'automobile, celui qui craque pour une BMW luxueuse série 6 ou 7 devra investir un peu plus que pour une 2 CV à qui il ne manque que deux courroies pour en faire un sac à dos.

Gabriel Kossmann

Prix public indicatif :

HP et accessoires : 3 256 F la paire.

Ebénisteries : 1 400 F la paire.

Eton est représenté par : Selfco 1, rue

de l'Uranium, BP 68, 67800 Bischeim.

Tél. 88.62.24.44.

WEST GERMANY  
**VISATON®**

**VISATON**, une entreprise spécialisée dans l'électroacoustique.

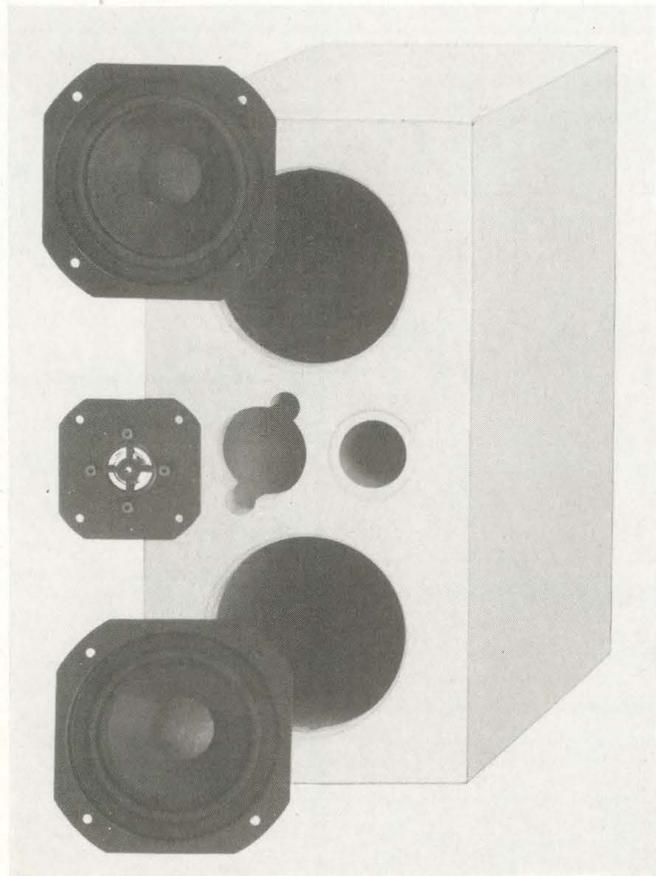
**VISATON** fabrique des **Haut-Parleurs** utilisés dans le monde entier.

**VISATON** crée et développe des **Enceintes en kit**.

**VISATON** vous confie ses **Haut-Parleurs**, et vous conseille.

Réalisez vous-même vos Enceintes  
 (d'après plans fournis)

Choisissez-en la finition  
 (couleur, revêtement, etc.)



Modèle présenté : FILOU II 2 voies 100 watts  
 Tweeter à dôme TITANE

Il y a certainement un revendeur conseil VISATON près de chez vous.

Pour tous renseignements ou conseils, adressez-vous à :

**SELFCO** — Importateur exclusif —  
 1, rue de l'Uranium - B.P. 68  
 67800 BISCHHEIM-HOENHEIM  
 Tél. : 88 81 66 88

## BON DE COMMANDE

Pour compléter votre collection de LED  
 à adresser aux EDITIONS PERIODES  
 service abonnements

1, boulevard Ney 75018 PARIS

Je désire : .....n° 12  .....n° 15  .....n° 16   
 .....n° 17  .....n° 18  .....n° 27  .....n° 29   
 .....n° 30  .....n° 31  .....n° 33  .....n° 36   
 .....n° 43  .....n° 44  .....n° 45  .....n° 46   
 .....n° 47  .....n° 48  .....n° 49  .....n° 50   
 .....n° 51  .....n° 58  .....n° 59  .....n° 60   
 .....n° 61  .....n° 62  .....n° 63  .....n° 64   
 .....n° 65  .....n° 66  .....n° 67  .....n° 68   
 .....n° 69  .....n° 70  .....n° 71

Les numéros non mentionnés sont épuisés.

(Indiquer la quantité et cocher les cases correspondantes au numéros désirés).

Je vous fais parvenir ci-joint le montant

de..... F par CCP  par chèque bancaire   
 par mandat

22 F le numéro (frais de port compris)

32 F pour le numéro spécial n° 70

Mon nom : .....

Mon adresse : .....

## SERVICE CIRCUITS IMPRIMES

Support verre époxy FR4 16/10 - cuivre 35 μ

Prix	Qté	Circuits non percés	Circuits percés	Total
● Chambre d'écho digital (les 3 circuits).....		154,00 F	219,00 F	
● Traceur de caractéristiques de transistors (les deux circuits).....		141,00 F	185,00 F	
● Stroboscope.....		14,00 F	16,50 F	
TOTAL TTC.....				___ F

Frais de port et emballage..... 10 F

TOTAL A PAYER \_\_\_\_\_ F

Paiement par CCP  , par chèque bancaire   
 ou par mandat  à adresser aux Editions Périodes  
 1, boulevard Ney 75018 Paris

NOM .....

PRENOM .....

ADRESSE .....

.....

# I.C.S

14 Rue ABEL  
75012 PARIS  
TEL : 43 44 55 71 / 78  
FAX : 43 44 54 88

**HORAIRES** Lundi : de 14 H à 18 H 30  
Mardi au samedi inclus : de 10 H à 18 H 30

**Vente par correspondance :**

Frais de port : 25 F (Franco si > à 1000 F)

## TRANSISTORS

BC 327.....	0,80 F
BC 337.....	0,80 F
BC 547C.....	0,70 F
BC 548C.....	0,70 F
BC 550C.....	0,80 F
BC 557C.....	0,70 F
BC 558C.....	0,70 F
BD 135.....	2,00 F
BD 139.....	2,20 F
BD 243.....	2,80 F
BD 244.....	2,80 F
BF 245.....	3,40 F
BF 960.....	9,50 F
BFR 91.....	7,00 F
BFR 96.....	11,00 F
BU 208D.....	16,80 F
2N 2222A Plast.....	0,70 F
2N 2222A Métal.....	1,60 F
2N 2369A.....	2,80 F
2N 2905A.....	2,35 F
2N 2907A Plast.....	0,70 F
2N 2907A Métal.....	1,60 F

## PROGRAMMATEUR DE 68705 P3S

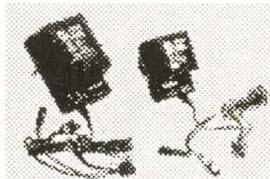
(Livré avec le support  
à force d'insertion  
nulle)  
Pu .....**200,00 F**

## CIRCUITS DIP

8749H.....	100,00 F
68705 P3S.....	79,00 F
9306.....	9,00 F
TL081.....	3,50 F
TL084.....	4,50 F
CD 4028.....	4,50 F
CD 4029.....	4,50 F
CD 4051.....	4,50 F
CD 4053.....	4,50 F
CD 4060.....	3,00 F
CD 4066.....	2,70 F
CD 4093.....	4,00 F
CD 4510.....	4,40 F
MC14543.....	7,00 F
MC14553.....	8,00 F
MM 53200.....	25,00 F
MAX 232.....	42,00 F
LM 324.....	2,00 F
NE 567.....	6,00 F
NE 602.....	18,00 F
NE 605.....	70,00 F

## ALIMENTATION

ALIMENTATION 500mA  
3-4,5-6-7,5-9-12 V



**30,00 F**

## AJUSTABLES

Carbone 3/4 tour : vertical ou  
horizontal toutes valeurs :

Pu.....1,20 F

Multitours : Toutes  
valeurs

Vertical :

Pu.....7,00 F

Horizontal :

Pu.....5,00 F

## BOITIERS

D20 Plastique :  
(170 X 145 X 35).....**43,00 F**

D 30 Plastique :  
(170 X 140 X 40).....**40,40 F**

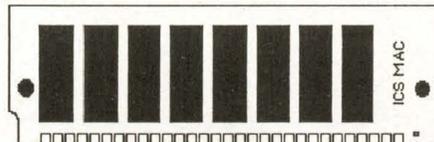
115 PM Plastique :  
(140 X 117 X 64).....**30,40 F**

210 PM Plastique :  
(220 X 140 X 44).....**43,90 F**

ESM 14-05 Métal :  
(140 X 100 X 50).....**38,50 F**

## PROMOTION MEMOIRES

**BARRETTE 1Mo  
80 nS :**  
**Pour  
MACINTOSH**  
**950,00 F TTC**



CONVIENT POUR MAC +, II  
II CX, II X, II CI

## REGULATEURS

7805 CSP.....3,30 F

7812 CSP.....3,30 F

LM 317 T.....7,00 F

LM 337 T.....15,00 F

## QUARTZ

3,2768 Mhz.....8,00 F

4,000 Mhz.....8,00 F

10,24 Mhz.....9,00 F

## DIODES

1N 4148.....0,23 F

Led Rouge 3 mm.....0,50 F

PONT 1A.....2,00 F

## AVANTEK

MSA 0404.....44,00 F

AT 42085.....26,00 F

## NEOSID

5049.....23,00 F

503410.....23,00 F

531315.....20,00 F

00-5920-00.....20,00 F

00-5164-00.....20,00 F

00-5853-10.....23,00 F

7AS1 (POT).....17,00 F

5243.....23,00 F

6122 (78)16SD75.....4,50 F

612204 16SD75.....4,50 F

**SELFS NEOSID FIXES :**

4,7 uH.....4,50 F

10 uH.....4,50 F

33 uH.....4,50 F

100 uH.....4,50 F

## RAM DYNAMIQUE :

1 MEGA 80nS :

41 1000-80 .....**120,00 F**

256 K x 1 100 nS :

41256-10.....**28,00 F**

256 K x 4 70 nS :

(Convient pour extention  
AMIGA 500 ou pour AT  
nouvelle génération.)

44256-70.....**150,00 F**

64 K x 4 100 nS :

4464-10.....**58,00 F**

## RAM STATIQUE :

32 K x 8 100nS (Low power):

43256-10.....**150,00 F**

8 K x 8 120nS :

6264-12.....**55,00 F**

2 K x 8 300nS (Low power):

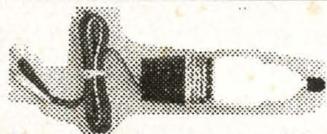
6116-3.....**32,00 F**

## EEPROM :

NMC 9306 .....**9,00 F**

MDA 2062 .....**44,00 F**

## MINI PERCEUSE



PERCEUSE + 5 EMBOUTS

Pu .....**80,00 F**

## DIVERS

Péritel male.....6,00 F

Cable péri 5 C blindés.....8,00 F

Epoxy présensibilisé :

100 X 160.....13,50 F

Condos céramiques.....0,30 F

## LIGNES A RETARD

DL 470 (470nS).....**12,50 F**

DL 3722 (2 X 900 nS).....**160,00 F**

## CIRCUITS (SUITE)

NE 5532.....15,50 F

L 200.....10,00 F

LM 336.....10,00 F

LM 339.....3,50 F

TL 497 B.....34,00 F

TDA 2506.....**68,00 F**

TDA 2507.....**54,00 F**

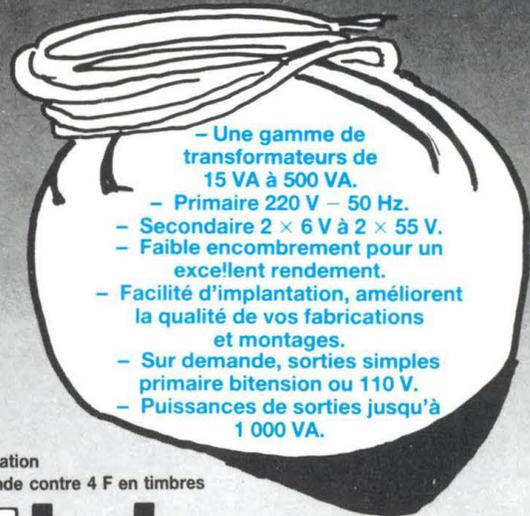
TDA 5660.....TEL

SAA 1293.....70,00 F

2716.....38,00 F

NEC V 20-8 Mhz.....95,00 F

# TRANSFORMATEURS TORIQUES (type HTA)



- Une gamme de transformateurs de 15 VA à 500 VA.
- Primaire 220 V - 50 Hz.
- Secondaire  $2 \times 6 \text{ V}$  à  $2 \times 55 \text{ V}$ .
- Faible encombrement pour un excellent rendement.
- Facilité d'implantation, améliore la qualité de vos fabrications et montages.
- Sur demande, sorties simples primaire bitension ou 110 V.
- Puissances de sorties jusqu'à 1 000 VA.

Documentation sur demande contre 4 F en timbres



## Iskra FRANCE

ZAC des Peupliers - 27 rue des Peupliers - BAT A  
92000 NANTERRE

Pour vous aider dans la réalisation de cette superbe électronique, nous mettons à votre disposition :

- la pochette de circuits imprimés percés en verre époxy et cuivre étamé (7 C.I.).

**Prix : 160,00 F**

- La pochette de tous les semiconducteurs nécessaires à cette réalisation (circuits intégrés, transistors, diodes, ponts redresseurs, leds).

**Prix : 1100,00 F**

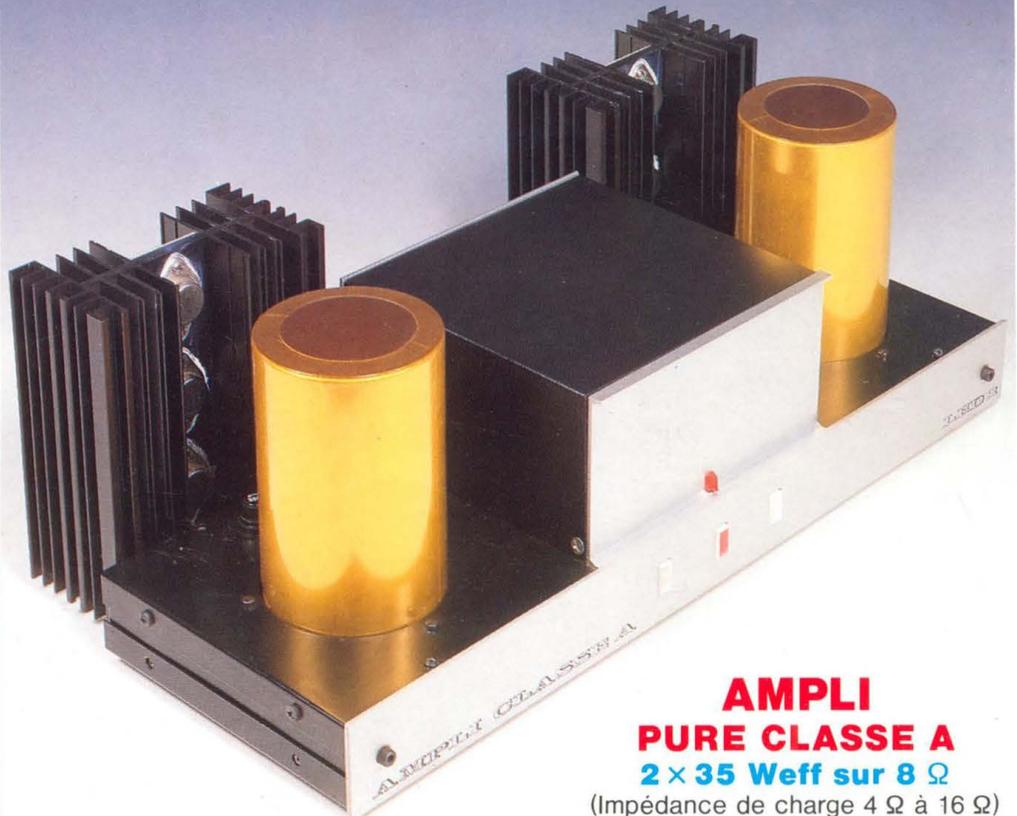
- Amplificateur en kit complet (coffret ESM percé et découpé).

**Prix : 3200,00 F**

Adressez votre commande accompagnée de son règlement aux

EDITIONS PERIODES  
1, boulevard Ney  
75018 Paris

## LA CLASSE A Y'A QUE ÇA !



**AMPLI  
PURE CLASSE A  
2 x 35 Weff sur 8 Ω**

(Impédance de charge 4 Ω à 16 Ω)  
décrit dans Led n° 70



## LOGIQUE

TTL LS	74LS01	1.80	74LS121	11.00	74LS290	4.50	74HC03	6.00	74HC367	7.00	4039	5.00
	74LS02	1.80	74LS122	7.00	74LS299	8.50	74HC04	4.00	74HC368	7.00	4033	3.50
	74LS03	1.80	74LS123	6.00	74LS299	15.00	74HC08	4.00	74HC373	9.00	4031	9.50
	74LS04	1.80	74LS124	4.00	74LS302	4.00	74HC10	4.00	74HC374	9.00	4033	3.50
	74LS05	2.00	74LS125	3.50	74LS323	39.00	74HC11	5.00	74HC390	8.00	4034	5.50
	74LS06	2.50	74LS126	3.50	74LS324	NC	74HC14	5.50	74HC393	5.00	4035	5.50
	74LS07	7.50	74LS127	4.50	74LS325	9.00	74HC15	5.00	74HC396	15.00	4046	5.00
	74LS08	9.50	74LS128	4.50	74LS326	4.00	74HC16	5.00	74HC400	18.00	4047	5.00
	74LS09	2.50	74LS129	8.00	74LS327	7.00	74HC17	5.00	74HC401	18.00	4048	5.00
	74LS10	2.50	74LS130	20.00	74LS327	7.00	74HC18	5.00	74HC402	18.00	4049	3.50
	74LS11	3.50	74LS131	12.00	74LS328	10.00	74HC19	6.00	74HC403	18.00	4050	3.50
	74LS12	2.50	74LS132	20.00	74LS329	7.00	74HC20	6.00	74HC404	18.00	4051	5.00
	74LS13	3.00	74LS133	4.50	74LS330	6.00	74HC21	6.00	74HC405	18.00	4052	5.00
	74LS14	3.00	74LS134	15.00	74LS331	6.00	74HC22	7.00	74HC406	18.00	4053	5.00
	74LS15	3.00	74LS135	4.50	74LS332	7.00	74HC23	6.00	74HC407	18.00	4054	5.00
	74LS16	7.00	74LS136	4.50	74LS333	7.00	74HC24	6.50	74HC408	18.00	4054	5.00
	74LS17	12.50	74LS137	4.50	74LS334	7.00	74HC25	6.00	74HC409	18.00	4054	5.00
	74LS20	3.00	74LS138	4.50	74LS335	7.00	74HC26	6.00	74HC410	18.00	4054	5.00
	74LS21	3.00	74LS139	4.50	74LS336	7.00	74HC27	6.00	74HC411	18.00	4054	5.00
	74LS26	3.50	74LS140	4.50	74LS337	7.00	74HC28	6.00	74HC412	18.00	4054	5.00
	74LS27	3.00	74LS141	4.50	74LS338	7.00	74HC29	6.00	74HC413	18.00	4054	5.00
	74LS28	3.00	74LS142	4.50	74LS339	7.00	74HC30	6.00	74HC414	18.00	4054	5.00
	74LS30	3.00	74LS143	4.50	74LS340	7.00	74HC31	6.00	74HC415	18.00	4054	5.00
	74LS32	3.00	74LS144	4.50	74LS341	7.00	74HC32	6.00	74HC416	18.00	4054	5.00
	74LS33	3.00	74LS145	4.50	74LS342	7.00	74HC33	6.00	74HC417	18.00	4054	5.00
	74LS34	3.00	74LS146	4.50	74LS343	7.00	74HC34	6.00	74HC418	18.00	4054	5.00
	74LS35	3.00	74LS147	4.50	74LS344	7.00	74HC35	6.00	74HC419	18.00	4054	5.00
	74LS36	3.00	74LS148	4.50	74LS345	7.00	74HC36	6.00	74HC420	18.00	4054	5.00
	74LS37	3.00	74LS149	4.50	74LS346	7.00	74HC37	6.00	74HC421	18.00	4054	5.00
	74LS38	3.00	74LS150	4.50	74LS347	7.00	74HC38	6.00	74HC422	18.00	4054	5.00
	74LS39	3.00	74LS151	4.50	74LS348	7.00	74HC39	6.00	74HC423	18.00	4054	5.00
	74LS40	3.00	74LS152	4.50	74LS349	7.00	74HC40	6.00	74HC424	18.00	4054	5.00
	74LS41	3.00	74LS153	4.50	74LS350	7.00	74HC41	6.00	74HC425	18.00	4054	5.00
	74LS42	3.00	74LS154	4.50	74LS351	7.00	74HC42	6.00	74HC426	18.00	4054	5.00
	74LS43	3.00	74LS155	4.50	74LS352	7.00	74HC43	6.00	74HC427	18.00	4054	5.00
	74LS44	3.00	74LS156	4.50	74LS353	7.00	74HC44	6.00	74HC428	18.00	4054	5.00
	74LS45	3.00	74LS157	4.50	74LS354	7.00	74HC45	6.00	74HC429	18.00	4054	5.00
	74LS46	3.00	74LS158	4.50	74LS355	7.00	74HC46	6.00	74HC430	18.00	4054	5.00
	74LS47	3.00	74LS159	4.50	74LS356	7.00	74HC47	6.00	74HC431	18.00	4054	5.00
	74LS48	3.00	74LS160	4.50	74LS357	7.00	74HC48	6.00	74HC432	18.00	4054	5.00
	74LS49	3.00	74LS161	4.50	74LS358	7.00	74HC49	6.00	74HC433	18.00	4054	5.00
	74LS50	3.00	74LS162	4.50	74LS359	7.00	74HC50	6.00	74HC434	18.00	4054	5.00
	74LS51	3.00	74LS163	4.50	74LS360	7.00	74HC51	6.00	74HC435	18.00	4054	5.00
	74LS52	3.00	74LS164	4.50	74LS361	7.00	74HC52	6.00	74HC436	18.00	4054	5.00
	74LS53	3.00	74LS165	4.50	74LS362	7.00	74HC53	6.00	74HC437	18.00	4054	5.00
	74LS54	3.00	74LS166	4.50	74LS363	7.00	74HC54	6.00	74HC438	18.00	4054	5.00
	74LS55	3.00	74LS167	4.50	74LS364	7.00	74HC55	6.00	74HC439	18.00	4054	5.00
	74LS56	3.00	74LS168	4.50	74LS365	7.00	74HC56	6.00	74HC440	18.00	4054	5.00
	74LS57	3.00	74LS169	4.50	74LS366	7.00	74HC57	6.00	74HC441	18.00	4054	5.00
	74LS58	3.00	74LS170	4.50	74LS367	7.00	74HC58	6.00	74HC442	18.00	4054	5.00
	74LS59	3.00	74LS171	4.50	74LS368	7.00	74HC59	6.00	74HC443	18.00	4054	5.00
	74LS60	3.00	74LS172	4.50	74LS369	7.00	74HC60	6.00	74HC444	18.00	4054	5.00
	74LS61	3.00	74LS173	4.50	74LS370	7.00	74HC61	6.00	74HC445	18.00	4054	5.00
	74LS62	3.00	74LS174	4.50	74LS371	7.00	74HC62	6.00	74HC446	18.00	4054	5.00
	74LS63	3.00	74LS175	4.50	74LS372	7.00	74HC63	6.00	74HC447	18.00	4054	5.00
	74LS64	3.00	74LS176	4.50	74LS373	7.00	74HC64	6.00	74HC448	18.00	4054	5.00
	74LS65	3.00	74LS177	4.50	74LS374	7.00	74HC65	6.00	74HC449	18.00	4054	5.00
	74LS66	3.00	74LS178	4.50	74LS375	7.00	74HC66	6.00	74HC450	18.00	4054	5.00
	74LS67	3.00	74LS179	4.50	74LS376	7.00	74HC67	6.00	74HC451	18.00	4054	5.00
	74LS68	3.00	74LS180	4.50	74LS377	7.00	74HC68	6.00	74HC452	18.00	4054	5.00
	74LS69	3.00	74LS181	4.50	74LS378	7.00	74HC69	6.00	74HC453	18.00	4054	5.00
	74LS70	3.00	74LS182	4.50	74LS379	7.00	74HC70	6.00	74HC454	18.00	4054	5.00
	74LS71	3.00	74LS183	4.50	74LS380	7.00	74HC71	6.00	74HC455	18.00	4054	5.00
	74LS72	3.00	74LS184	4.50	74LS381	7.00	74HC72	6.00	74HC456	18.00	4054	5.00
	74LS73	3.00	74LS185	4.50	74LS382	7.00	74HC73	6.00	74HC457	18.00	4054	5.00
	74LS74	3.00	74LS186	4.50	74LS383	7.00	74HC74	6.00	74HC458	18.00	4054	5.00
	74LS75	3.00	74LS187	4.50	74LS384	7.00	74HC75	6.00	74HC459	18.00	4054	5.00
	74LS76	3.00	74LS188	4.50	74LS385	7.00	74HC76	6.00	74HC460	18.00	4054	5.00
	74LS77	3.00	74LS189	4.50	74LS386	7.00	74HC77	6.00	74HC461	18.00	4054	5.00
	74LS78	3.00	74LS190	4.50	74LS387	7.00	74HC78	6.00	74HC462	18.00	4054	5.00
	74LS79	3.00	74LS191	4.50	74LS388	7.00	74HC79	6.00	74HC463	18.00	4054	5.00
	74LS80	3.00	74LS192	4.50	74LS389	7.00	74HC80	6.00	74HC464	18.00	4054	5.00
	74LS81	3.00	74LS193	4.50	74LS390	7.00	74HC81	6.00	74HC465	18.00	4054	5.00
	74LS82	3.00	74LS194	4.50	74LS391	7.00	74HC82	6.00	74HC466	18.00	4054	5.00
	74LS83	3.00	74LS195	4.50	74LS392	7.00	74HC83	6.00	74HC467	18.00	4054	5.00
	74LS84	3.00	74LS196	4.50	74LS393	7.00	74HC84	6.00	74HC468	18.00	4054	5.00
	74LS85	3.00	74LS197	4.50	74LS394	7.00	74HC85	6.00	74HC469	18.00	4054	5.00
	74LS86	3.00	74LS198	4.50	74LS395	7.00	74HC86	6.00	74HC470	18.00	4054	5.00
	74LS87	3.00	74LS199	4.50	74LS396	7.00	74HC87	6.00	74HC471	18.00	4054	5.00
	74LS88	3.00	74LS200	4.50	74LS397	7.00	74HC88	6.00	74HC472	18.00	4054	5.00
	74LS89	3.00	74LS201	4.50	74LS398	7.00	74HC89	6.00	74HC473	18.00	4054	5.00
	74LS90	3.00	74LS202	4.50	74LS399	7.00	74HC90	6.00	74HC474	18.00	4054	5.00
	74LS91	3.00	74LS203	4.50	74LS400	7.00	74HC91	6.00	74HC475	18.00	4054	5.00
	74LS92	3.00	74LS204	4.50	74LS401	7.00	74HC92	6.00	74HC476	18.00	4054	5.00
	74LS93	3.00	74LS205	4.50	74LS402	7.00	74HC93	6.00	74HC477	18.00		