LOISIRS ELECTRONIQUES D'AUJOURD'HUI
N°80

Led

COURS N°20 : CONNAISSANCE DE L'ELECTRONIQUE : LE TRANSISTOR

AMPLIFICATEUR : L'INTEGRE 1520

LES TDA1510 ET 1515 EN STEREO

VARIATEUR DE VITESSE A MOSFET

COMPTEUR DOUBLE PROGRAMMATION

L'INTEGRE 1520

M 1226 - 80 - 25,00 F

MENSUEL OCTOBRE 1990 / BELGIQUE 183 F.B / CANADA $ 4,75

4eme FORUM DU KIT AUDIO

17 - 18 - 19 NOVEMBRE

HÔTEL **novotel**

PARIS-BAGNOLET
MÉTRO : GALLIENI

OUVERTURE DE
10 H A 19 H

ORGANISATION
GROUPEMENT NATIONAL DU KIT AUDIO - TÉL. : (16-1) 48.04.39.19

LOISIRS ELECTRONIQUES D'AUJOURD'HUI
N° 80
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 : 25 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 7314
1 bd Ney, 75018 Paris

Rédaction
Ont collaboré à ce numéro :
Georges Matoré, Roland Jalbert, Bernard Duval, Dominique Javocopoulos, Noël Dumaine, Guy Chorein.
(1) 42.38.80.88 poste 7315

Abonnements
10 numéros par an
France : 180 F
Etranger : 260 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
Thierry Pasquier
Composition
Edi'Systèmes - Paris
Photogravure
Sociétés PRS/PSC - Paris
Impression
Berger-Levrault - Nancy

6
LA CONNAISSANCE DE L'ELECTRONIQUE (COURS N° 20 : AMPLIFICATEURS DE PUISSANCE 1er ET 2e GROUPES)
Chez les amplificateurs de petits signaux, du genre de ceux que nous venons d'étudier, la puissance développée n'excède pas quelques dizaines de microwatts. Cette puissance est dérisoire devant celle qui caractérise les amplificateurs dont nous allons faire la connaissance.

13
MICROKIT 09 AMELIORATIONS (6e PARTIE)
Présentation de la ROM "Moniteur", résumé complet de l'utilisation du "Kit 09", son alimentation, voici les étapes que nous allons franchir avec ce numéro.

16
AMPLIFICATEUR : L'INTEGRE 1520
L'Intégré peut fournir dans de bonnes conditions une puissance pouvant atteindre 2 × 20 Weff à des charges de 4 ou 8 Ω. Cette puissance suffit largement pour une écoute domestique avec des enceintes à haut rendement.
Sa réalisation fort simple, son prix de revient peu élevé, sa très bonne dynamique et sa bande passante étendue de part et d'autre du spectre audio devraient tenter de nombreux lecteurs passionnés par l'audio. Les circuits TDA 1520 sont disponibles entre autres chez Saint-Quentin Radio et ADS Electronique.

23
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.
Tous les circuits imprimés proposés dans nos précédents numéros sont toujours disponibles.

28
LES TDA 1510 et 1515 EN STEREOPHONIE
Cette étude va vous donner la possibilité d'utiliser les TDA 1510 et 1515, non plus en pont cette fois-ci (cas du Booster "La Hi-Fi dans votre auto" du Led n° 78) mais en stéréophonie. Les applications pour cet amplificateur sont nombreuses : petits amplis pour chaîne Hi-Fi stéréo, pour autoradio, baladeur, mais également pour mener à bien un projet plus ambitieux, tel celui de concevoir un ensemble actif 3 voies avec, par exemple en entrée, le filtre actif proposé dans Led n° 78.

34
VARIATEUR DE VITESSE A MOSFET POUR VOTRE PERCEUSE DE CIRCUITS IMPRIMES
Nous vous proposons de comprendre et réaliser une technique simple et très performante qui vous donnera une excellente idée sur la question avec un variateur de vitesse au rendement imbattable pour votre perceuse de circuits imprimés, convertible au besoin en rhéostat pour éclairage auto, etc.

44
COMPTEUR DOUBLE PROGRAMMATION
Ici, l'adjectif "programmable" n'est pas usurpé. Jugez plutôt : notre compteur permet de choisir un nombre d'impulsions de 0 à 99 mais également de choisir le temps entre deux impulsions, temps pouvant s'échelonner de 10 secondes à 5 heures ! De plus une sortie sur relais permettra d'interfacer notre appareil avec un moteur d'appareil photographique (observation photographique de phénomènes lents) ou de l'adapter à chaque cas particulier.

Extrait de nos principaux points de vente en région parisienne :

A.D.S.
16, rue d'Odessa
75014 Paris
43.21.56.94

A.M.O. ELECTRONIQUE
1, rue Paul Bert
94800 Villejuif
47.26.35.62

AVENA
22, rue de l'Hôtel-Dieu
B.P. 94 95021 Pontoise Cedex
30.30.34.20

BERIC
43, rue Victor Hugo
92240 Malakoff
46.57.68.33

B.H. ELECTRONIQUE
164-166, av. Aristide Briand
92200 Bagneux
46.64.21.59

CAPELEC
43, rue Stephenson
75018 Paris
42.55.91.91

C.F.L.
45, bd de la Gribelette
91390 Morsang-sur-Orge
60.15.30.21

CIBOT ELECTRONIQUE
3, rue de Reuilly
75012 Paris
43.79.69.81

CHELLES ELECTRONIQUE
16, av. du Maréchal Foch
77500 Chelles
64.26.38.07

E.G.B.
19, rue Jean Jaurès
94500 Champigny-s/Marne
48.81.78.81

EREL BOUTIQUE
6, rue Crozatier
75012 Paris
43.43.31.65

KOMELEC
4, rue Yves Toudic
75010 Paris
42.08.54.07

MAGNETIQUE FRANCE
11, place de la Nation
75011 Paris
43.79.39.88

MELUN ELECTRONIQUE
19, rue Ste Barthelemy
77000 Melun
64.39.90.60

RADIO BEAUGRENELLE
6, rue Beaugrenelle
75015 Paris
45.77.58.30

SARTROUVILLE COMPTS
7, rue Voltaire
78500 Sartrouville
39.13.21.29

SONEL DIFFUSION
Ctre Cial Plateau du Moulin
78700 Conflans-Ste-Honorine
39.19.91.79

TECNI-TRONIC
68, av. Galliéni
93140 Bondy
48.48.16.57

TERAL
26 ter, rue Traversière
75012 Paris
43.07.87.74

VART
42, av. de St-Cloud
78000 Versailles
39.51.56.33

STEP CIRCUITS
PRINTED BOARD

TOUT LE NECESSAIRE A LA REALISATION DES CIRCUITS IMPRIMES

La qualité professionnelle au service de l'amateur

STEP Circuits sélectionne ses distributeurs afin de préserver son image de marque.

STEP CIRCUITS CCR Grand Sud 36-38, avenue de Fontainebleau
94270 Le Kremlin-Bicêtre - Tél. : 46.72.81.18 lignes groupées

EDITORIAL

Avec cette année un décalage d'un mois, les Editions Périodes préparent le 4e Forum du Kit Audio. Pour la troisième année consécutive, la revue Led a été choisie comme support officiel à cette manifestation qui, d'année en année, voit croître le nombre des entrées, témoignage de l'intérêt que portent beaucoup d'entre vous au kit audio, qu'il soit acoustique ou électronique.

Comme en octobre 89, Led vous accueillera à son stand. Vous pourrez y voir, mais surtout écouter, différentes réalisations déjà publiées et d'autres prêtes à être dévoilées à nos fidèles lecteurs.

Dans notre n° 70 "Spécial Forum 89", numéro qui est malheureusement déjà épuisé, nous vous avons donné la possibilité de réaliser un Amplificateur pure classe A de 2 × 35 watts. Cet appareil a été construit en un très grand nombre d'exemplaires. Ce qui nous a le plus touchés, ici à la Rédaction, ce sont les lettres et les communications téléphoniques de lecteurs qui prenaient un peu de leur temps pour nous féliciter des performances de cet Amplificateur. Beaucoup d'entre eux, nous confiaient-ils, redécouvraient leur chaîne Hi-Fi.

Satisfait de cette première tentative, nous allons vous proposer dans le spécial Forum du Kit 90, entre autres : un face à face en 2 × 50 Weff, entre un Amplificateur pure classe A et un Amplificateur classe AB, un sonomètre, un égaliseur... et, bien entendu des kits d'enceintes acoustiques minutieusement sélectionnés.

Le prix de ce numéro spécial Forum 90 est fixé à 40 F. Nos abonnés, comme l'an dernier, le recevront au prix d'un numéro normal, soit 18 F. Ceux de Paris et de la région parisienne (sans oublier les lecteurs de province mais uniquement sur demande écrite à la Rédaction) recevront une carte d'invitation pour une entrée gratuite à cette manifestation à leur choix les 17, 18 ou 19 novembre. Nous souhaitons que vous soyiez nombreux à vous rendre en novembre à notre stand pour un face à face électronique et amical.

La Direction

en savoir plus sur...

La connaissance de l'électronique

Chez les amplificateurs de petits signaux, du genre de ceux que nous venons d'étudier, la puissance développée n'excède pas quelques dizaines de microwatts. Cette puissance est dérisoire, devant celle qui caractérise les amplificateurs que nous allons découvrir...

LES SIGNAUX

Nous les classons en trois groupes :
- Signaux continus
- Signaux lentement variables
- Signaux alternatifs

Explicitons !

En sortie des systèmes logiques, que nous étudierons par la suite, est présente une tension de sortie qui ne peut prendre que deux valeurs, à l'exclusion de toute autre intermédiaire. Nous disons qu'une sortie ne peut se trouver qu'au niveau 1 (ou High = H = haut) ou au niveau 0, zéro (ou Low = L = bas). Le signal en sortie étant continuellement à l'un ou l'autre des deux seuls niveaux possibles, nous sommes en présence d'un **signal continu** (figure 1).

Si nous présentons à l'entrée d'un système un signal dont nous faisons varier volontairement, manuellement ou pas la tension, le niveau, en agissant par exemple sur le curseur rotatif d'un potentiomètre, nous injectons un **signal lentement variable** (figure 2).

Nous savons que les signaux sonores, acoustiques, en leur forme traduite électroniquement, sont des signaux essentiellement variables, rapidement variables. Ces signaux se caractérisent par leur excursion de tension de part et d'autre d'une valeur centrale (**U**$_{CMo}$ de collecteur en l'absence de signal), ce sont des **signaux alternatifs** (figure 3).

Précisons encore que nous aurons l'occasion d'étudier des signaux continus très particuliers, de durée plus ou moins brève et d'amplitude (tension, niveau) plus ou moins élevée (figure 4). Ces signaux sont appelés **impulsions, tops**...

Nous allons, pour le moment, nous intéresser aux amplificateurs de puissance qui traitent des signaux du premier et du deuxième groupes.

SIGNAUX CONTINUS
COMMUTATEUR STATIQUE

Le banal interrupteur que tout un chacun manœuvre quotidiennement est dynamique, c'est-à-dire qu'il possède des pièces mécaniques mobiles qu'il faut actionner. Nous faisons jouer le rôle d'interrupteur à un étage électronique amplificateur de puissance, lequel ne possède aucune pièce mobile, c'est un **commutateur statique.**

Le petit signal que produit un capteur sensible thermique, ce peut être la tension que nous délivre un système logique traduisant le dépassement d'une température décelé par une thermistance (figure 5) est beaucoup trop faible pour allumer seul un voyant lumineux de signalisation.

Il importe donc de procéder à une amplification de puissance pour traduire l'apparition du petit signal de niveau 1 sous forme d'illumination d'un voyant de visualisation. Le voyant lumineux ELC$_2$, selon le code de l'International Electrotechnical Commission (nous ne traduirons pas) est équipé d'une lampe électroluminescente EL, il est de couleur rouge C$_2$.

Ne : néon, EL : électroluminescent, I.R. : infra-rouge.
U.V. : ultra-violet
Rouge : C$_2$. Orangé : C$_3$. Jaune : C$_4$.
Vert : C$_5$. Bleu : C$_6$. Blanc : C$_9$.
Qui n'a pas reconnu le code des couleurs ?

Un dépassement de température est exprimé par l'allumage du voyant de visualisation rouge, commandé par un détecteur de température relayé par un **commutateur statique**.

L'alimentation du dispositif s'effectue sous la tension de 12 volts, la lampe équipant le voyant lumineux est du type lampe ballon E 10 - 12 V - 0,1 A. Il

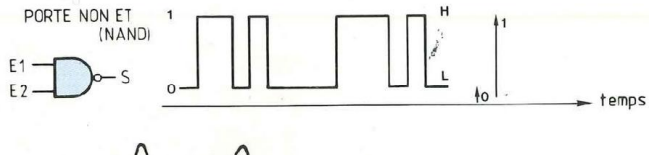


Fig. 1

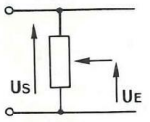


Fig. 2

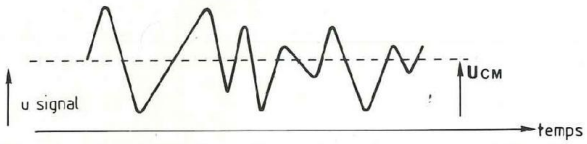


Fig. 3

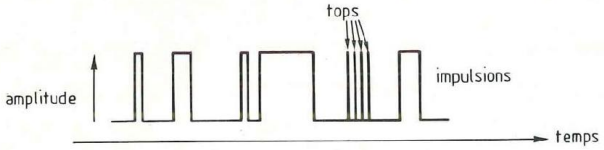


Fig. 4

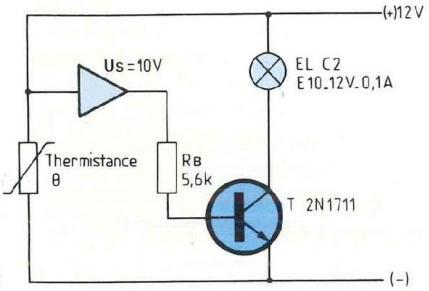


Fig. 5

s'agit d'une lampe miniature à bulbe sphérique, dont le culot est à visser (Edison) de diamètre 10 mm. Sa tension nominale de service est de 12 volts, pour un courant nominal de 100 mA.

La puissance dissipée par le transistor est exprimée par le produit $U_{CM}.I_C$, la loi de Joule s'applique, sans la moindre restriction. Nous avons intérêt à ce que U_{CM} soit la plus basse que possible, donc $U_{CM} = U_{CE\ saturation}$. Nous devrons veiller à donner à I_B la valeur garantissant le courant I_C, c'est βI_B, couvrant les 100 mA exigés par le filament de la lampe. De plus, le transistor retenu pour la mise en œuvre devra tenir, en permanence, un courant de collecteur I_C couvrant confortablement les 100 mA exigés.

Ces conditions étant remplies, $U_{CE\ sat.}$ étant de l'ordre de 0,5 volt. La puissance dissipée par le transistor sera de $(0,5\ V \times 0,1\ A) = 0,05$ watt, soit 50 milliwatts.

Supposons que la base soit sous-alimentée et que le courant de collecteur ne soit que de 40 mA. Voilà qui se traduit par un rougeoiement à peine perceptible du filament de la lampe, phénomène mis en évidence par la manipulation effectuée sur la "planche à trous". La mesure de U_{CM} indique alors une tension très proche de 6,4 volts, sur les échantillons de lampe soumis au test.

La puissance dissipée dans le transistor passe à $(6,4 \times 0,04) = 0,256$ watts, 5 fois supérieure à celle correspondant à la saturation, $U_{CM} = U_{CE\ sat.}$

La nécessité de faire fonctionner le transistor commutateur à l'état saturé n'échappe à personne, nous y veillerons.

Nous choisirons sur catalogue un transistor dont la puissance maximale couvre confortablement les 50 mW exigés, mais dont l'intensité du courant permanent de collecteur soit supérieure, nettement, aux 100 mA voulus par le filament de la lampe.

Nous calculerons R_B telle que le courant de base I_B nous assure un courant de collecteur I_C garanti supérieur aux 100 mA exigés par le filament.

Considérons enfin qu'à l'état bloqué, non conducteur, base "en l'air", non alimentée, le transistor est intégralement soumis à la tension de l'alimentation. Sa tension de claquage V_{CEO}, c'est-à-dire entre collecteur et émetteur, circuit de base ouvert, doit couvrir les 12 volts de notre exemple.

Ne soyez pas surpris de rencontrer beaucoup de systèmes de visualisation construits autour du réputé 2N 1711, dont nous indiquons les caractéristiques nécessaires pour mener les calculs.

$P_{max} = 800$ mW $\quad I_{C\ max} = 600$ mA

$V_{CEO} = 50$ V

$\beta_{min} = 100$ pour $I_C = 150$ mA (nous prenons $\beta = 80$ pour $I_C = 100$ mA).

$U_{CE\ sat} = 0,4$ V pour $I_C = 250$ mA.

Prenons

$$U_S = 10\ V \text{ (exemple choisi)} \qquad (1)$$

$$I_B = \frac{I_C}{80} = \frac{100}{80} = \ldots\ldots\ldots \text{ mA} \qquad (2)$$

$$R_B < \frac{(1)}{(2)} < \ldots\ldots\ldots\ k\Omega \qquad (3)$$

Prenons une marque de sécurité de 20 %.

$R_B < (3) \times 0,8 = \ldots\ldots\ldots\ k\Omega$ (4) de 1/2watt?

COMMANDE D'UN RELAIS

Nous devons commander un relais, aux lieu et place d'un voyant lumineux de signalisation, comme dans l'exemple précédent.

Le relais est un électro-aimant dont la bobine est parcourue par le courant d'excitation, d'intensité indiquée par le fabricant. Sous l'action du courant d'excitation, courant qui sera celui de collecteur d'un transistor, la bobine attire une palette, équipage mobile qui ferme le ou les contacts électriques que comporte le relais (figure 6).

Il est des contacts normalement ouverts, fermés lorsque la bobine est excitée contacts O-F, ou R-T (repos, travail). Il est aussi des contacts F-O ou T-R, qui s'ouvrent à l'excitation du

La connaissance de l'électronique

relais, il est des contacts inverseurs, etc.
Nous choisirons, sur catalogue, le modèle de relais qui convient pour notre application, sa bobine devra être prévue pour un fonctionnement sous 12 volts. Parfois un fabricant indique une tension service 6-15 volts, c'est que la bobine s'accommode d'une tension comprise entre ces limites (c'est un exemple). Dans tous les cas, le fabricant nous indique, sur sa notice d'accompagnement, la valeur ohmique de la bobine, sa résistance.
Un relais bien connu très souvent utilisé dans l'industrie, possède une bobine de résistance 330 ohms, laquelle accepte... 6 à 15 volts.
Vous remarquerez la présence, sur le schéma de la figure 6, en parallèle avec la bobine du relais, d'une diode 1N 4148 montée en conduction inverse, cathode au (+) de l'alimentation.
Vous connaissez l'arc électrique nettement visible aux bornes d'une prise de courant lorsque vous débranchez la fiche du cordon secteur d'un appareil en fonctionnement, sans vous servir de son interrupteur. L'extra-courant de rupture, d'ouverture de circuit, est la conséquence visible du phénomène d'auto-induction, réaction toute naturelle d'un circuit inductif (solénoïde). Une surtension importante, très importante se produit et apparaît sous la forme d'arc électrique.
La technologie des contacts électriques a fort à faire, qui s'occupe d'un immense domaine dont les frontières passent par les contacts des interrupteurs, de ceux des sectionneurs, disjoncteurs, contacteurs à plots, mais aussi des "vis platinées" du rupteur du circuit d'allumage d'un moteur d'automobile, les électrodes des bougies, les pointes des parafoudres, les allume-gaz piézo-électriques, etc.
La surtension à l'ouverture d'un circuit inducitf est du signe opposé à la polarité de l'extrémité ouverte. Dans le cas de la bobine du relais, l'extrémité côté collecteur du transistor est plus "négative" que celle côté (+) de l'alimentation. La surtension à l'ouverture va porter l'extrémité côté collecteur à un potentiel positif très supérieur à celui du (+) de l'alimentation.
Il est indispensable de protéger le transistor, voire la bobine du relais. La solution universellement adoptée consiste à disposer une diode qui écrête la surtension. Elle fait en sorte que le potentiel du collecteur ne sera pas porté à plus de 0,7 volt (seuil de conduction) au-dessus du (+) de l'alimentation.
C'est ainsi que la tension collecteur-émetteur sera maintenue en dessous de la tension maximale de claquage V_{CE0}.
Notre transistor 2N 1711 conviendra à ravir !
Calculons :

$$I_C = \frac{12\ V - 0{,}6\ V}{330\ \Omega} = \ldots\ldots\ mA \quad (1)$$

A partir de (1), nous conduirons les calculs selon le même cheminement que dans l'exemple précédent, celui du voyant lumineux de visualisation...

SIGNAUX LENTEMENT VARIABLES
RHEOSTAT ELECTRONIQUE

Voici le deuxième cas de figure. Le transistor ne joue plus le rôle d'interrupteur, fonctionnant en régime tout ou rien, il se comporte en **résistance variable de puissance**, il se comporte en **rhéostat**.
Il va gouverner l'intensité du courant progressivement variable que nous voulons faire passer dans une charge. Cette charge peut fort bien être une lampe, dont nous voulons faire varier l'intensité du flux lumineux qu'elle émet. Il peut s'agir d'un moteur dont nous faisons varier la vitesse de rotation. Il est d'autres applications au nombre desquelles nous mentionnerons la **résistance de charge électronique** que nous vous présenterons tout à l'heure...

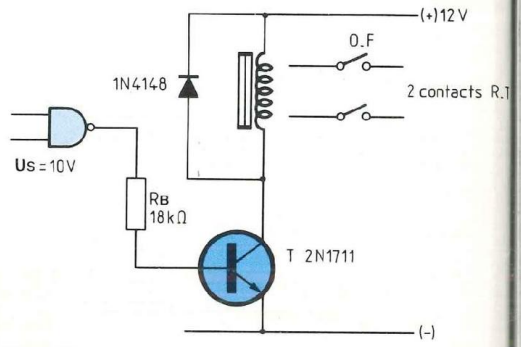


Fig. 6

Le principe du rhéostat électronique apparaît à la figure 7A. Aux bornes d'une source d'alimentation U_A sont disposés en série la charge R_L et le transistor T. L'intensité du courant passant dans un circuit étant la même tout au long de ce circuit, il est clair que nous pouvons dominer cette intensité en intervenant tout simplement sur le courant de collecteur (ou d'émetteur) du transistor.
La tension sortie du générateur de l'alimentation a pour valeur la somme de la tension ($U_L + U_T$), expression dans laquelle U_L est la tension aux bornes de la charge et U_T la tension collecteur-émetteur du transistor. Appelons **I** l'intensité du courant dans le circuit.

$$U_L = R_L . I$$

$$(U_L + U_T) = U_{\text{sortie du générateur}}$$

$$= U_A - R_S\ I$$

Il est tout à fait plus évident que le transistor se comporte ici comme une résistance variable de puissance, un rhéostat en série avec R_L (figure 7B).
A chaque valeur que nous faisons volontairement prendre à I_C correspond une valeur particulière occupée par U_L tout comme si nous avions

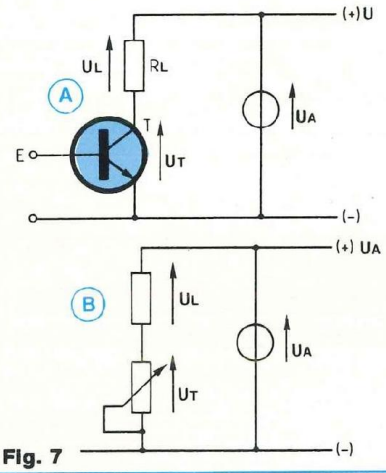


Fig. 7

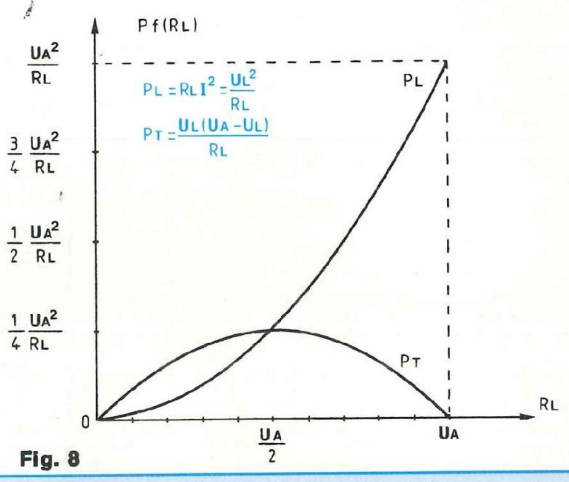


Fig. 8

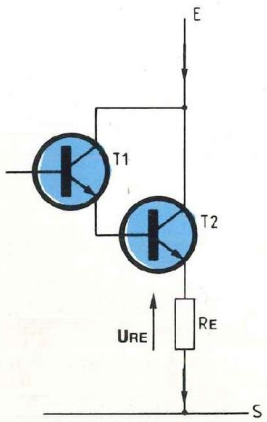


Fig. 9A

placé une résistance variable de puissance, un rhéostat, aux lieu et place du transistor. Le courant passant dans le circuit aurait son intensité gouvernée par la valeur résistive donnée au rhéostat.

La tension U_A délivrée par le générateur alimentant le montage étant stable, nous considérons comme étant nulle sa résistance interne (de sortie), $R_s = 0$.

$$U_T + U_L = U_A = R_L I + U_T$$

La tension aux bornes de R_L, c'est $U_L = R_L I$, varie entre deux limites qui sont zéro, pour I_C = zéro (transistor bloqué) et U_A pour $U_T = 0$, c'est-à-dire lorsque le transistor est saturé.

La puissance dissipée dans R_L est exprimée par le produit :

$$P_L = R_L I^2 = \frac{U_L^2}{R_L},$$

$$\text{avec } I = \frac{U_L}{R_L}$$

P_L varie entre deux limites qui sont zéro, pour $I = 0$, transistor bloqué, et $\frac{U_A^2}{R_L}$, transistor saturé. En fait, la valeur maximale de P_L est

$$P_{L\,max} = \frac{(U_A - U_{CE\,sat})^2}{R_L},$$

le transistor étant saturé.

Comme toute puissance exprimée, fonction du carré d'une tension, P_L étant du second degré, sa courbe représentative $P_L = f(R_L)$ sera une parabole (figure 8).

La tension U_T a pour valeur $(U_A - U_L)$.

La puissance dissipée dans le transistor est exprimée par le produit :

$$P_T = U_T . I = (U_A - U_L) I,$$

$$\text{avec } I = \frac{U_L}{R_L}$$

$$P_T = \frac{U_L(U_A - U_L)}{R_L}$$

Egalement du second degré, l'expression de P_T en fonction de R_L sera représentée graphiquement par une parabole (figure 8).

P_T s'annule lorsque $U_L = 0$ (transistor bloqué) et lorsque $U_L \# U_A$, transistor saturé ($U_L = U_A - U_{CE\,sat}$).

P_T passe par sa valeur maximale pour la valeur particulière de U_L qui annule sa dérivée P_T', par rapport à la variable U_L.

La dérivée $P_T' = (U_A - 2U_L)$ s'annule pour $U_L = \frac{U_A}{2}$.

La valeur maximale atteinte par P_T est, par conséquent :

$$P_{T\,max} = \frac{U_L(U_A - U_L)}{R_L},$$

avec $U_L = \frac{U_A}{2}$

$$P_{T\,max} = \frac{U_A^2}{4R_L}$$

RESISTANCE DE CHARGE ELECTRONIQUE

Voici une intéressante application du principe du rhéostat électronique, dont la figure 9A reproduit le schéma.

Ce montage est dédié à tous ceux qui auront un jour la curiosité de charger la sortie d'une alimentation stabilisée pour vérifier son comportement réel.

Vous n'aurez aucune peine à reconnaître, à la figure 6, un assemblage Darlington (numéro précédent de la revue). Cet assemblage est constitué de deux transistors de solide réputation quant à leurs performances, BD 139 et 2N 3055.

Aux bornes d'un coupleur de deux piles 4,5 volts, classiques 3LR 12, sont branchées les extrémités d'un potentiomètre.

Rien ne vous empêche de remplacer le coupleur de piles par une véritable alimentation stabilisée, construite autour d'un 7808 ou d'un 7810, la tension de cette alimentation auxiliaire n'est pas critique, mais elle doit être inférieure à 12 volts.

Aux bornes de l'alimentation auxiliaire

La connaissance de l'électronique

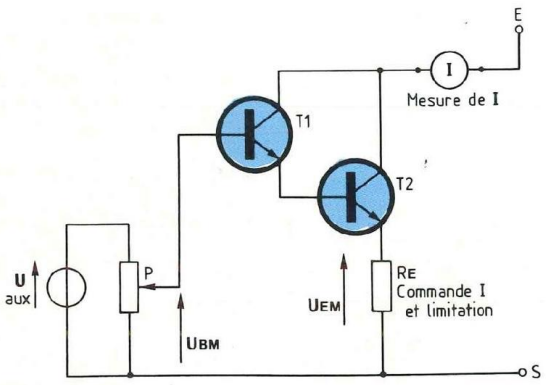


Fig. 9B

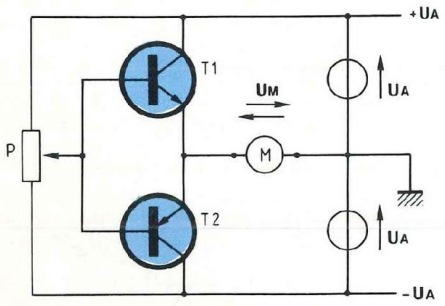


Fig. 11

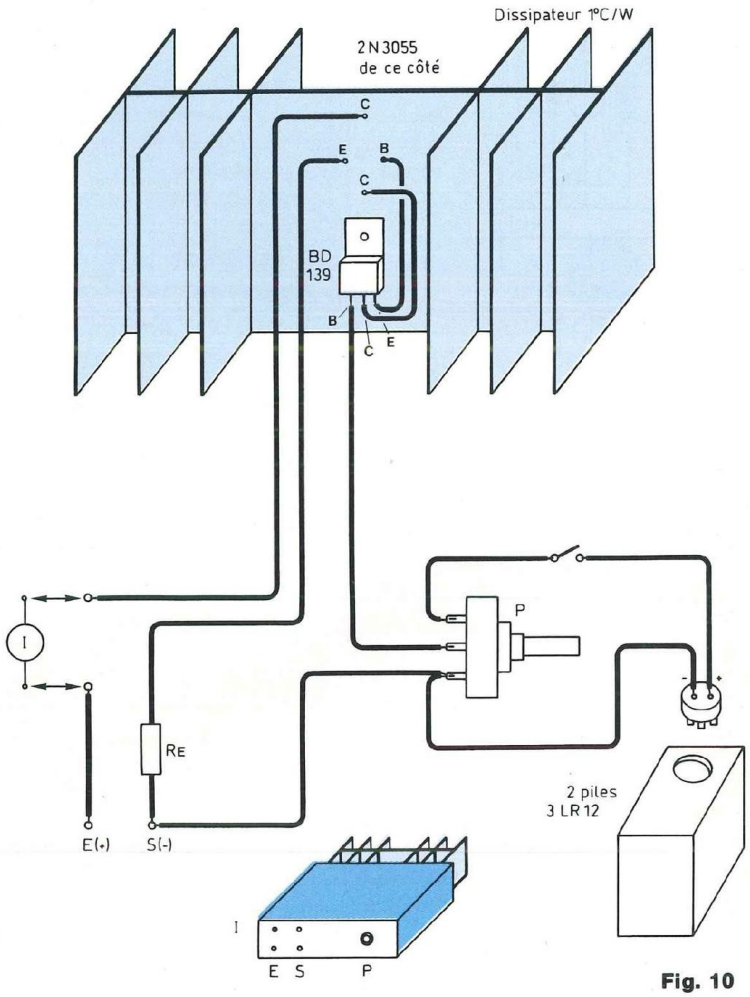


Fig. 10

de 9 volts sont connectées les extrémités d'un potentiomètre de valeur résistive 1 kiloohm, du type bobiné, de puissance 3 watts (ou 5 watts, selon les disponibilités). Le curseur du potentiomètre fournit directement son courant à la base de T1, dont l'émetteur alimente la base de T2.

Nous pouvons donc gouverner l'intensité du courant traversant T2 en intervenant sur la position du curseur rotatif du potentiomètre. Un ampèremètre, dans le circuit de collecteur de l'assemblage Darlington, mesure l'intensité du courant passant dans le rhéostat (figure 9B).

Chacun se construira son propre rhéostat électronique selon son inspiration, aucune difficulté n'est à redouter. La figure 10 montre le câblage à effectuer.

Les transistors, comme les régulateurs de tension intégrés, comme tous les semiconducteurs (et les conducteurs à part entière !) obéissent à la loi de Joule, nous devrons pourvoir T1 et T2 d'un dissipateur thermique.

T1 et T2 sont montés, ensemble, sur un même dissipateur de résistance thermique 1° C/W, dont ils sont électriquement isolés par le traditionnel mica (ou plastique) légèrement enduit de graisse siliconée.

BD 139 = boîtier TO 126 $V_{BE0} = 5$ V

$V_{CB0} = 80$ V $V_{CE0} = 80$ V

$I_{C\,max} = 1$ A $h_{FE}(\beta) = 40 - 160$

pour $I_C = 150$ mA

2N 3055 = boîtier TO 3 $V_{BE0} = 7$ V

$V_{CB0} = 100$ V $V_{CE0} = 60$ V

$I_{C\,max} = 15$ A $h_{FE}(\beta) = 20 - 70$ pour $I_C = 4$ A

Nous avons indiqué au numéro 75 la signification des caractéristiques V_{CEO}, V_{BEO}, V_{CBO}...

La sagesse nous dicte de ne pas soumettre le rhéostat à une tension supérieure à V_{CEO} du 2N 3055, donc 60 volts (attention !).

La tension V_{BEO} de l'assemblage des deux V_{BEO} en série ne doit pas être dépassée, donc la tension de l'alimentation auxiliaire ne doit pas excéder 12 volts (attention !).

Compte tenu d'une température maximale de jonction de 175° C, d'une résistance thermique jonction-boîtier de 1,5° C (documentation RCA), d'une résistance thermique boîtier-dissipateur de 1,3° C et d'une résistance thermique de dissipateur de 1° C/W, nous déduirons la valeur de la puissance maximale admissible, selon une température ambiante de 30° C (numéros 72 et 75).

$$P_{dis\,max} = \frac{175 - 30}{(1{,}5 + 1{,}3 + 1)} \simeq 38 \text{ watts}$$

L'écart maximal de tension permis entre l'entrée et la sortie du rhéostat étant de 60 volts, à ne pas dépasser.

$$P = UI = 38 \text{ W et } U = 60 \text{ V}$$

$$I_{max} = \frac{38 \text{ W}}{60 \text{ V}} = 630 \text{ mA}$$

Nous placerons, dans le circuit d'émetteur de T2, une résistance R_E limitant I_E en dessous de 600 mA.

$$U_{EM} = (U_{alim.\ aux} - 2U_{BEO})$$

$$R_E > \frac{U_{EM} - 1{,}4 \text{ V}}{0{,}63 \text{ A}} > \ldots\ldots \Omega$$

R_E sera choisie en fonction de la tension de l'alimentation auxiliaire, elle sera du type bobiné, de puissance suffisante.

Pour une tension maximale d'entrée de 60 volts et une tension auxiliaire de 9 volts, $R_E = 12\ \Omega$ - 10 W.

REMARQUE :

Si une tension maximale d'entrée U_E de l'appareil inférieure à 60 volts s'accepte, l'intensité maximale admissible devient :

$$I_{max} = \frac{38 \text{ W}}{U_E} = \ldots\ldots \text{ ampères}$$

La valeur de R_E se redéfinit

$$R_E > \frac{U_{EM}}{I_{max}} > \ldots\ldots \Omega,$$

de puissance $> \dfrac{U_{EM}^2}{R_E}$ ..... ?

Si une intensité supérieure à I_{max} est désirée, il suffit de coupler plusieurs rhéostats en parallèle, en connectant leurs bases de commande ensemble au curseur du potentiomètre.

VARIATION DE LA VITESSE ET INVERSION DU SENS DE ROTATION D'UN MOTEUR FONCTIONNANT EN COURANT CONTINU

La vitesse de rotation des moteurs en courant continu est proportionnelle à l'intensité du courant passant dans le bobinage du rotor, donc à la tension d'alimentation appliquée à leurs bornes. Le sens de leur rotation dépend de la polarité des bornes, donc du sens de branchement.

Le schéma présenté à la figure 11 est celui du montage connu sous le nom de double rhéostat électronique.

Vous découvrez deux alimentations similaires, associées en série. Ce système offre deux tensions, $+U_A$ et $-U_A$, symétriques par rapport au point milieu, lequel est à la masse.

Les extrémités d'un potentiomètre sont branchées au $+U_A$ et au $-U_A$. Le curseur de ce potentiomètre alimente les bases des transistors T1, NPN et T2, PNP. Nous sommes ici en présence de deux rhéostats symétriques à commande unique.

T1 et T2 sont montés en CC.

Ils ont une résistance d'émetteur commune, laquelle est simultanément leur résistance de charge commune, en la personne du bobinage du moteur.

Le curseur du potentiomètre étant placé à mi-course de sa rotation (totale), il est bien évident que T1 et T2 ne peuvent conduire. Déplaçons le curseur vers $+U_A$. Arrive le moment où la tension appliquée à la base de T1 est suffisante pour vaincre la tension U_{BEO} de T1 mais, de plus, la tension minimale de démarrage du moteur.

Si le seuil de 0,7 volt de conduction d'une jonction base-émetteur, ou celui de 1,4 volt chez l'assemblage Darlington est faible devant une tension d'alimentation (2×18 volts), il faut compter avec une tension de démarrage de moteur beaucoup plus élevée, 5 ou 6 volts chez un moteur "6-18 volts".

Nous vous laissons juger de cet inconvénient... Un tiers de la course du potentiomètre est perdu, partant du "point mort", avant d'atteindre le point de démarrage.

Il en est de même du côté opposé, en face, chez T2, le PNP.

Cet inconvénient incontournable entache l'avantage apprécié, à très juste raison, de la réduction progressive de la vitesse jusqu'à l'arrêt suivi du redémarrage dans le sens inverse de rotation et montée en vitesse...

Appliquons les formules que nous avons établies précédemment.

La puissance maximale "prise", consommée par le moteur (la charge R_L) a pour valeur :

$$P_{M\,max} = P_{L\,max} = \frac{U_A^2}{R_M}$$

pour $U_M = U_L = U_A$

Dans cette expression, U_A est la force électromotrice d'une des deux alimentations. Ces alimentations peuvent être des piles couplées, des batteries, des alimentations secteur stabilisées ou non...

R_M est la résistance offerte par le moteur. Il faut la connaître, si nous désirons nous livrer aux calculs d'un montage à l'image de celui de la figure 11. Peut-être faudra-t-il la mesurer, ou la déduire des valeurs des tension et intensité mesurées.

La puissance maximale dissipée par le

en savoir plus sur...

La connaissance de l'électronique

transistor en état de fonctionnement a pour valeur :

$$P_{T\ max} = \frac{P_{M\ max}}{4}$$

$$\text{pour } U_M = U_L = \frac{U_A}{2}$$

Le choix des transistors à mettre en œuvre dépend des grandeurs tensions et intensités présentes dans le projet. Il peut s'avérer nécessaire d'associer des transistors en assemblages Darlington. Le tableau 12 indique les caractéristiques essentielles de quelques transistors très prisés en usage général.

REMARQUE :
S'il nous est demandé de réaliser un montage variateur de vitesse sans inversion du sens de rotation, rappelez-vous qu'une alimentation stabilisée variable (317 ou 337) est le meilleur rhéostat que vous puissiez rêver...
Notre entretien sur les commutateurs statiques et les rhéostats électroniques s'arrête ici.
Nous sommes maintenant outillés pour mener à bien bon nombre de réalisations. Nos connaissances acquises sont précises et sûres, n'en doutez pas.
Il nous faut persévérer.
Nous allons passer à l'étude des amplificateurs de puissance de signaux alternatifs, derniers maillons des chaînes de reproduction du son...

Georges Matoré

Transistor	NPN PNP	V_{CBO} volts	V_{CEO} volts	V_{EBO} volts	P_{max}	$I_{C\ max}$	$T_{J\ max}$	β pour I_C	
BC 548	N	30	30	6	500mW	100mA	150°C	>110	2mA
BC 558	P	30	25	5	500mW	100mA	150°C	75-475	2mA
2N 1711	N	75	50	7	800mW	600mA	175°C	100	150mA
2N 2905	P	60	40	5	600mW	600mA	200°C	100	150mA
BD 139	N	80	80	5	12W	1A	150°C	40-160	150mA
BD 140	P	80	80	5	12W	1A	150°C	40-160	150mA
2N 3055	N	100	60	7	115W	15A	175°C	20-70	4A
MJ 2955	P	100	60	7	150W	15A	150°C	>5	10A

ADAPTATEUR CAPACIMETRE

GAMMES DE MESURE

Nous vous devons un complément de renseignements sur les performances de ce montage que nous vous avons présenté dans le numéro 79.
Sa précision est meilleure que ± 1 %, à la condition de le faire suivre d'un voltmètre à affichage numérique, s'entend. Elle vous est garantie d'un bout à l'autre du calibre de chacune des cinq gammes selon le schéma indiqué et en respectant le dessin du circuit imprimé, sachez-le bien !
100 picofarads - 1 nanofarad - 10 nanofarads - 100 nanofarads - 1 microfarad.

En gamme 1 nanofarad, par exemple, une capacité de 1 nanofarad fera afficher une tension de... 1 volt, une capacité de 1,2 nanofarad fera inscrire 1,2 volt, à ± 2,5 %.
Théoriquement, une capacité de 2,5 nanofarads devrait être exprimée par une tension de 2,5 volts, mais la précision de l'adaptateur se dégrade beaucoup trop, nous ne pouvons plus parler de mesure mais seulement d'estimation au-dessus de 1,5 fois le calibre.
Le projet espérait l'ajout d'une sixième gamme 10 microfarads, mais l'expérience conduite et reconduite selon différents schémas et circuits imprimés, grâce à l'aimable participation de quelques-uns d'entre vous, nous a tous dissuadés, nous ne pouvions faire avec des écarts de mesure trop sensibles et inacceptables...

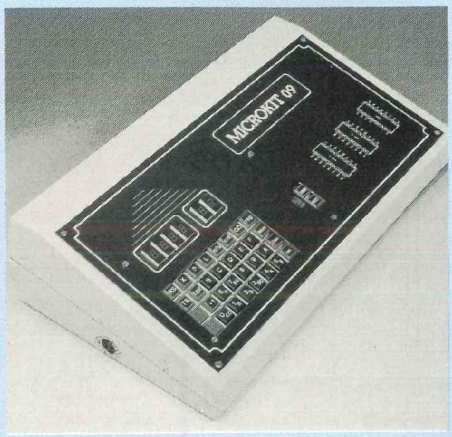
Le montage qui a finalement été retenu et vous est proposé fonctionne à coup sûr, sans mise au point, il est parfaitement reproductible, à la condition peu contraignante de se conformer au schéma et au dessin du circuit imprimé.

Tout en vous priant de vouloir bien nous excuser, nous vous dirons avoir inscrit cet exercice de style dans le prolongement de nos entretiens des numéros 67 et 70 de la revue, dans le cadre de l'exploitation des connaissances acquises au cours de notre voyage effectué ensemble au pays de l'Electronique...

Nous vous remercions de votre aimable complaisance !

Georges Matoré

MICROKIT 09 (améliorations) 6e partie



PRESENTATION DE LA ROM "MONITEUR"

La plupart des fonctions que réalise le programme contenu dans cette mémoire 8 koctets sont identiques à celles de l'ancienne version. L'erreur, en ce qui concerne la visualisation du registre "S", a été réparée. Une fonction très importante existe dans cette nouvelle mémoire : le Pas-à-Pas (fonctionnement instruction par instruction) avec visualisation de tous les registres (à commencer par le compteur de programme). Une autre fonction, moins importante, est la Transmission Série et la Réception Série (1 200 bauds) pour transmettre le contenu d'une zone mémoire ou recevoir une suite d'octets (ce n'est pas au format Motorola).

L'UTILISATION DU "KIT 09"

• **Contenu de mémoire :**
Appuyer sur "MEM" puis taper l'adresse de la case mémoire dont on veut observer le contenu ; deux appuis supplémentaires sur les touches "0" et "F" vont modifier le contenu de la case mémoire.

• **Contenu de la case suivante :**
Incrémenter l'adresse en appuyant sur la touche "INC".

• **Contenu de la case précédente :**
Décrémenter l'adresse en appuyant sur la touche "DEC".

• **Contenu des registres internes du micro :**
Deux possibilités :

1°) Appuyer successivement sur la touche "REG" puis la touche correspondante au registre ; deux ou quatre appuis supplémentaires sur les touches "0" à "F" vont modifier le contenu du registre.

2°) Lors du déroulement d'un programme et à la rencontre d'un point d'arrêt le registre PC s'affiche. Des appuis successifs sur "INC" permettent de visualiser ensuite C, A, B, DP, X, Y, U, PC, S. Un appui supplémentaire sur la touche "INC" permet, comme dans le 1°), de visualiser puis de modifier n'importe quel registre.

• **Lancement d'un programme :**
Appuyer sur "GO" puis taper l'adresse de départ du programme.

• **Continuer un programme :**
Si l'on désire continuer un programme lors de la visualisation des registres, après un point d'arrêt, on appuie deux fois sur la touche "CNT"

• **Installer un point d'arrêt :**
Appuyer sur "BPT", puis taper l'adresse où devra s'arrêter le programme. La donnée de cette adresse doit correspondre à un code instruction.

• **Calcul d'un saut ou d'un branchement :**
On se trouve à l'adresse dont la donnée est celle du code de l'instruction du saut ou du branchement et on appuie sur "OFS". Puis taper l'adresse où doit s'effectuer le branchement puis taper sur "GO". Le système place alors la valeur du déplacement (en complément à 2) dans la case suivante.

• **Calcul automatique de déplacement en adressage indexé :**
1°) Appui sur "X" puis sur "OFS".
2°) Appui sur "INC" si le déplacement est positif ou sur "DEC" si le déplacement est négatif.
3°) Taper l'adresse du déplacement puis appuyer sur "GO"

• **Enregistrer un programme sur cassette :**
Appuyer sur "P" et S s'affiche. Taper l'adresse du début du programme et F s'affiche. Taper l'adresse de fin de programme. Laisser enregistrer jusqu'à l'affichage de F.

• **Lire un programme provenant d'une cassette :**
Caler la cassette et appuyer sur "L". Lire la cassette et attendre l'affichage de F.

• **Réception Série :**
Pour recevoir une suite d'octets par la liaison série (RS 232), vitesse 1 200 bauds, un bit de start, un bit de stop, il faut :

1°) Appuyer sur la touche "RS".

2°) Taper l'adresse de départ.
MKit 09 attend l'arrivée du premier octet et le range à l'adresse de départ. Au fur et à mesure de l'arrivée des octets (espacés de moins d'une seconde), l'appareil les range aux adresses successives supérieures. Une seconde après l'arrivée du dernier octet, MKit 09 sort de la réception série et attend l'exécution d'une autre fonction (comme une action sur "Reset").

• **Transmission série :**
Pour transmettre une suite d'octets, situés en RAM ou en EPROM, par la liaison série, suivant les mêmes normes citées dans la réception série, il faut :
1°) Appuyer sur la touche "TS" et S s'affiche.
2°) Taper l'adresse de départ du fichier, puis F s'affiche.
3°) Taper l'adresse de fin du fichier et MKit 09 transmet tous les octets du fichier puis revient en attente d'une nouvelle fonction.

• **Fonctionnement en pas-à-pas :**
(ou instruction par instruction)
1°) Appuyer sur "PàP" puis taper l'adresse où devra débuter le fonctionnement en pas-à-pas. La donnée de cette adresse doit correspondre à un code instruction.
2°) Lancer le programme.
3°) A l'encontre du début du fonction-

nement en pas-à-pas, le programme s'arrête et le système va à la routine de visualisation et de modification des registres décrite plus haut.
4°) Un appui sur la touche " + 1" permet d'exécuter l'instruction suivante seulement et également de visualiser les registres.

Remarques importantes :
En fonctionnement en pas-à-pas, le timer n°1 est utilisé (en monostable) pour générer une interruption sur IRQ. Il est donc déconseillé de se servir de ce timer si on doit utiliser le pas-à-pas. Si l'interruption IRQ ne provient pas du timer n° 1, le micro va à l'adresse $0770 (pour une RAM 2 k) ou $1F70 (pour une RAM 8 k) ; les 4 octets qui suivent sont également disponibles. De plus, en mode pas-à-pas, lors d'un appui sur " + 1", le micro effectue une écriture dans CR2, CR1, TAMP1 du timer.

• **La touche "PàP" :**
La touche "PàP" a exactement le même rôle que la touche "Bpt" ; elle a été ajoutée pour des raisons pédagogiques. Si on veut changer la configuration de la liaison série, c'est-à-dire le contenu du Registre de Contrôle de l'ACIA, il suffit de changer le contenu de 2 octets du programme moniteur qui est donné. Pour la transmission, il s'agit de l'octet du bloc 08, ligne A et colonne 2 ; il y a actuellement la valeur $15. Pour la réception, il s'agit de l'octet du bloc 08, ligne C et colonne C ; il y a actuellement la valeur $15.

ALIMENTATION

Toute l'alimentation va à la carte CPU. De là, un 5 volts part pour alimenter la carte clavier, ainsi qu'un autre 5 volts pour les connecteurs de sortie des ports A et B. Deux solutions peuvent être envisagées pour faire l'alimentation (c'est-à-dire créer les +5 volts régulés) :

1re solution :
Il faut réaliser un bloc alimentation (voir fig. 6) créant une tension continue non régulée. Les régulateurs 5 volts et leurs radiateurs sont implantés sur la carte CPU (voir l'implantation des composants : carte CPU).

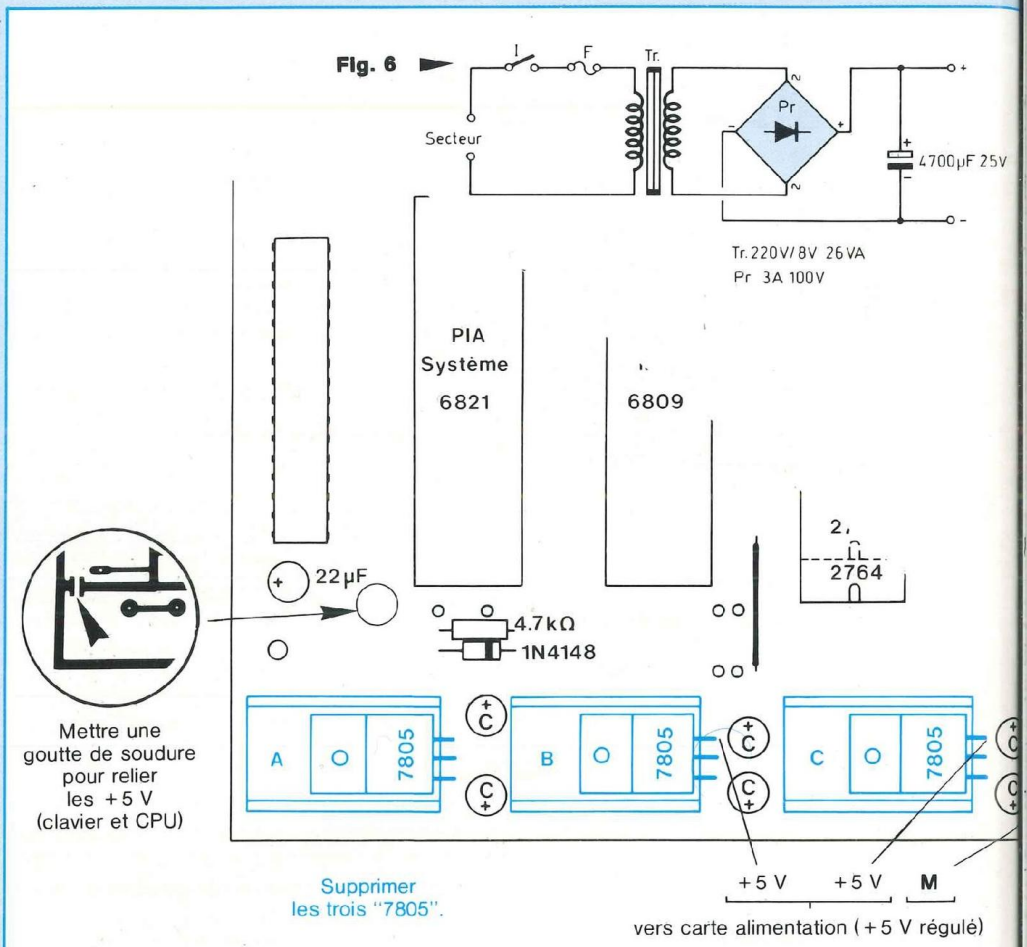


Fig. 7 : Modification carte CPU pour carte alimentation.

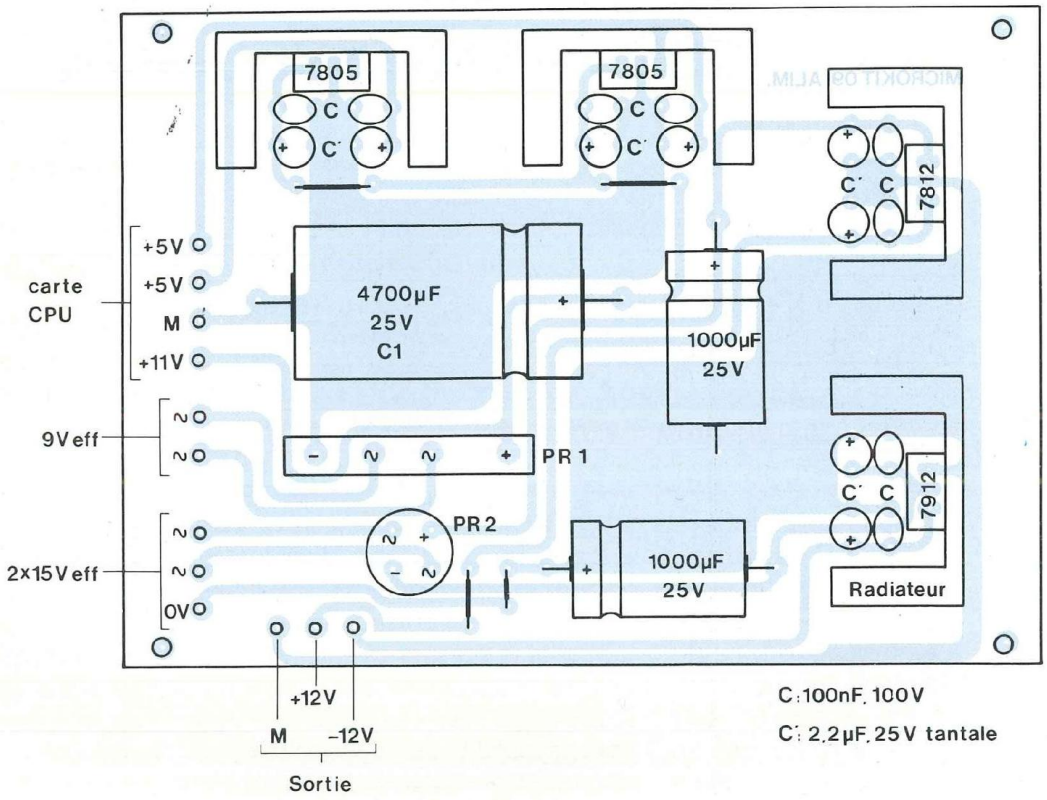
L'interrupteur "I" et le porte-fusible "F" sont montés sur le châssis, face arrière. Le transformateur "TR" est fixé, par deux vis, à l'intérieur du boîtier. Le pont redresseur "PR" et le condensateur réservoir sont câblés "en volant" sur le transformateur.

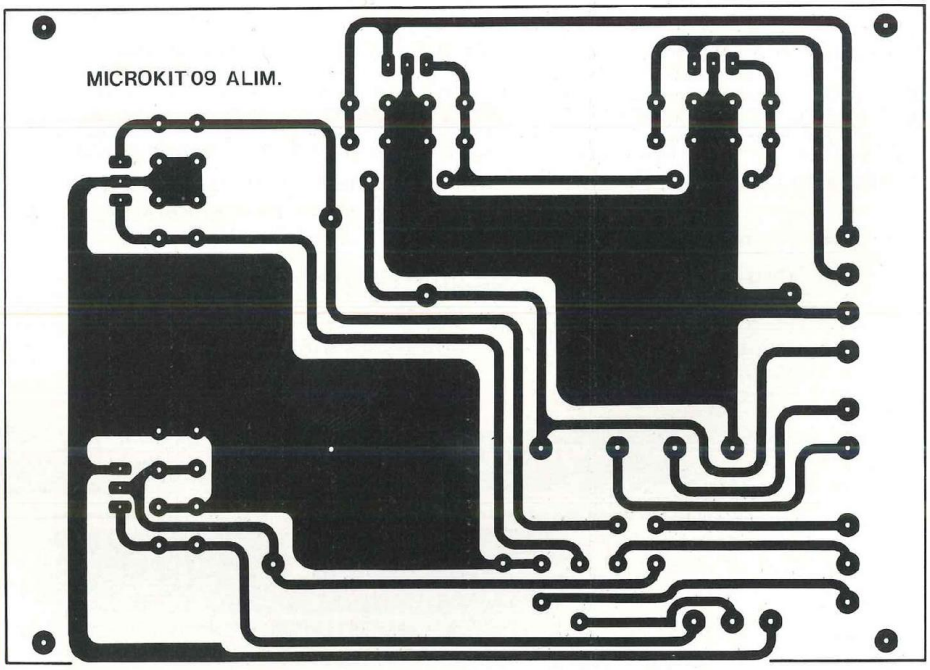
2e solution :
Il faut réaliser une carte "Alimentation" qui comprend l'ensemble des composants sauf le transformateur. Le schéma structurel est celui de la figure 6 avec, en plus deux régulateurs "7805". Le câblage imprimé et l'implantation des composants sont proposés. On constate qu'une alimentation +12 V et −12 V est prévue, ceci, dans le cas où on veuille réaliser des cartes s'associant au Kit 09 (exemple : conversion analogique-numérique...). Dans l'immédiat, seuls les composants suivants sont implantés : PR1, C1, les deux "7805" et leurs radiateurs, les condensateurs C et C' se trouvant près des "7805", les straps. Le transformateur est connecté aux bornes d'entrée 9 Veff. La sortie +11 V ne sert pas, dans ce cas. La masse et les deux sorties +5 V sont reliées à la carte CPU (sans les trois régulateurs ni leurs radiateurs), comme le montre la figure 7.
On peut remplacer les radiateurs des "7805" par des tôles métalliques pliées, de surface suffisamment importante pour refroidir correctement les régulateurs.

à suivre...

Roland Jalbert

LUS PERFORMANT DES 8 BITS : LE 6809





NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

CARTE "ALIMENTATION"

2 régulateurs 7805
1 pont 3 A - 100 V
4 condensateurs 100 nF/100 V
4 condensateurs 2,2 µF/25 V tantale
1 condensateur 4 700 µF/25 V
2 radiateurs (voir implantation)
1 transformateur 220 V/8 V -26 VA
1 fusible 200 mA retardé
1 porte-fusible châssis
1 interrupteur 250 V - 1 A
1 passe-fil
1 cordon secteur

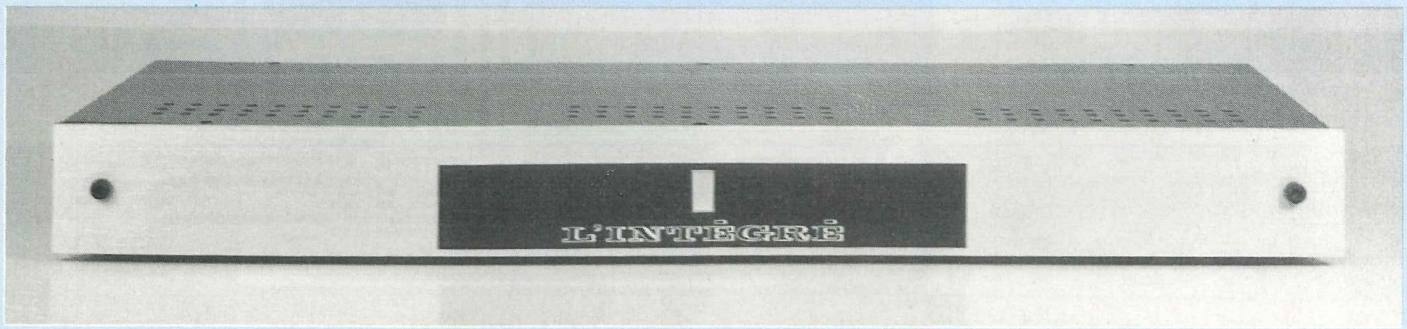
L'INTEGRE 1520
AMPLIFICATEUR HI–FI STEREO
2 x 18 Weff.

Le hasard a voulu que nous eussions entre les mains des échantillons de TDA 1520, fournis aimablement par la RTC, ainsi qu'un manuel technique "Circuits intégrés bipolaires pour applications Radio et Audio". Sur papier, les performances de ce circuit intégré étaient intéressantes et notre passion pour l'Audio nous conduisit naturellement à étudier une implantation de circuit imprimé....

Notre idée première était de proposer aux lecteurs uniquement, un simple module Amplificateur B.F. utilisant le TDA 1520, article semblable à celui rédigé par M. RATEAU dans le n° 73 sur un "Amplificateur pour baladeur" ayant en actif le TDA 2030.
Une longue écoute attentive du module nous incita à en câbler un deuxième exemplaire afin de passer à la stéréophonie. Là, comme nous le fûmes pour le "Booster" du n° 78 équipé de TDA 1510, l'écoute du TDA 1520 nous surprit agréablement.
– Absence de bruit de fond hors modulation (il faut être près des tweeters pour déceler un léger souffle).
– Très bonne dynamique.
– Bande passante très étendue de part et d'autre du spectre audio donnant dans le bas, un grave, ferme, bien présent.
Les heures passées à écouter différentes musiques dans d'aussi bonnes conditions nous incitèrent à effectuer une mise en coffret de ces modules et à vous proposer ce nouvel Amplificateur baptisé L'INTEGRE.
L'INTEGRE peut fournir dans de bonnes conditions, une puissance de 2 x 20 Weff. sur des charges de 4 ou 8 Ω. Cette moyenne puissance suffit largement pour une écoute domestique avec des enceintes à haut rendement (95 à 100 dB). Aucune saturation n'est alors à craindre.
Faisons maintenant le tour de cette réalisation et voyons tout d'abord de près ce que sont ces TDA 1520 de la RTC.

LE CIRCUIT INTEGRE TDA 1520

Il s'agit d'un amplificateur HI-FI de puissance, monolithique, encapsulé dans un boîtier plastique SOT – 131A et disposant de 9 broches en ligne destinées aux interconnexions à quelques composants extérieurs et à l'alimentation. Celle-ci peut être soit asymétrique (+U), soit symétrique (±U). Nous avons opté pour l'alimentation asymétrique qui peut varier pour ce composant de 15 à 40 V.
La puissance de sortie maximale disponible aux bornes de la charge est directement liée, cela va de soi, à cette tension d'alimentation, ce que nous pouvons observer à la Figure 1. Le graphe est tracé à la fréquence f = 1 kHz et pour une distorsion de 0,5 % (doc. RTC).
Le diagramme interne simplifié du TDA 1520 fait l'objet de la Figure 2.
Le brochage est ainsi répertorié :
1 – Entrée non inverseuse
2 – Masse de l'entrée (substrat)
3 – Compensation
4 – Masse (ou tension négative)
5 – Sortie
6 – Tension positive (Vp)
7 – Connecté intérieurement
8 – Filtrage
9 – Entrée inverseuse (contre-réaction)



AMPLIFICATEUR HI-FI STEREO

• CARACTERISTIQUES

– Protection thermique
– Très faible distorsion d'intermodulation
– Très faible distorsion D.I.T.
– Limitation du courant en sortie
– Faible tension d'offset d'entrée
– Etage de sortie à faible distorsion de raccordement
– Protection contre les court-circuits en alternatif
– Tension d'alimentation Vp : 15 à 40 V (44 V maxi)
– Courant de repos à Vp = 33 V : 54 mA typ.
– Puissance de sortie à 0,5 % de distorsion
Vp = 33 V / RL = 4 Ω —> Po = 16 à 22 W
Vp = 33 V / RL = 8 Ω —> Po = 11 W
– Gain en tension en boucle ouverte (déterminé extérieurement) : Gv = 30 dB
– Impédance d'entrée (déterminée extérieurement par R_{8-1}) : R_E = 20 kΩ
– Rapport signal/bruit à Po = 50 mW : S/N = 75 dB
– Bande passante pour une distorsion de 0,5 % : 20 Hz à 20 kHz à –3 dB
– Sensibilité d'entrée
Pour Po = 50 mW : 16 mV
Pour Po = 16 W : 260 mV
– Distorsion harmonique à Po = 16 W : 0,01 %
– Résistance de sortie (pin 5) : 0,01 Ω typ

• L'AMPLIFICATEUR

Le schéma de principe est celui de la Figure 3. Nous voyons que peu de composants extérieurs sont nécessaires pour cette réalisation.
La modulation est appliquée à l'entrée non inverseuse (broche 1) par le condensateur C1/1 µF qui a deux fonctions, laisser passer le signal alternatif bien entendu, mais également bloquer toute composante continue. Cette entrée non inverseuse est polarisée par la résistance de 20 kΩ/R1, résistance découplée par un condensateur électrochimique de forte capacité, C3/150 µF.
La résistance d'entrée est de 20 kΩ, puisque déterminée par R1.
La résistance R3 de 20 kΩ est la résistance de contre-réaction de l'amplificateur, elle relie l'entrée inverseuse (broche 9) à l'étage de sortie (broche 5). Associée à la résistance R2/680 Ω, elle détermine le gain en tension du montage en boucle fermée de par la relation :

$$Gv = 1 + \frac{R3}{R2} = 1 + \frac{20\,000}{680} \# 30.$$

Le condensateur C4/10 µF en série avec la résistance R2 bloque la tension continue et forme avec celle-ci un filtre passe-haut dont la fréquence de coupure f_c est déterminée par la formule :

$$f_c = \frac{1}{2\Pi.R2.C4} = \frac{1}{6{,}28.680.10.10^{-6}} = \frac{1.10^6}{42704}$$

soit f_c # 23 Hz

Le condensateur C2/220 pF entre les

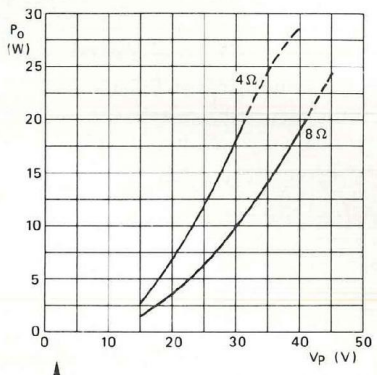


Fig. 1 : Puissance de sortie P_o en fonction de la tension d'alimentation V_p, à la fréquence f = 1 kHz, et pour un taux de distorsion de 0,5 % (gain en tension 30 dB).

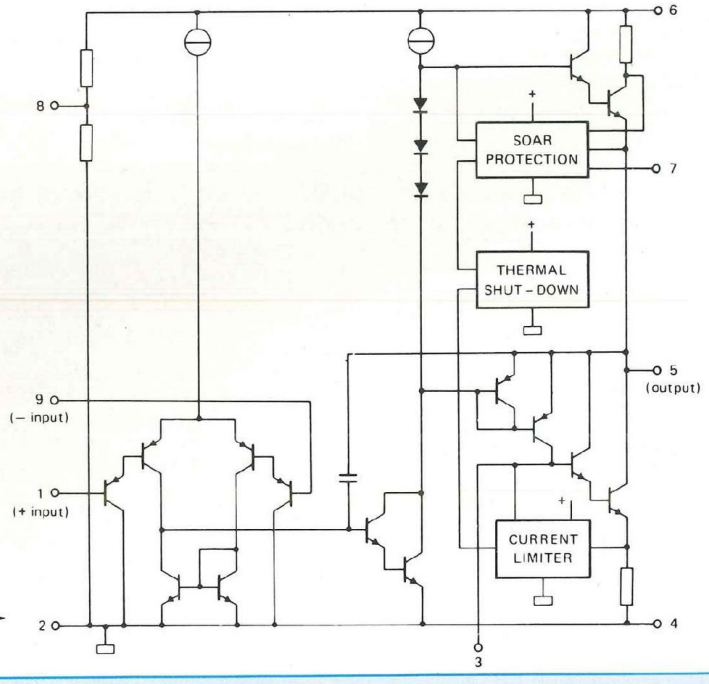


Fig. 2 : Structure interne simplifiée du TDA 1520.

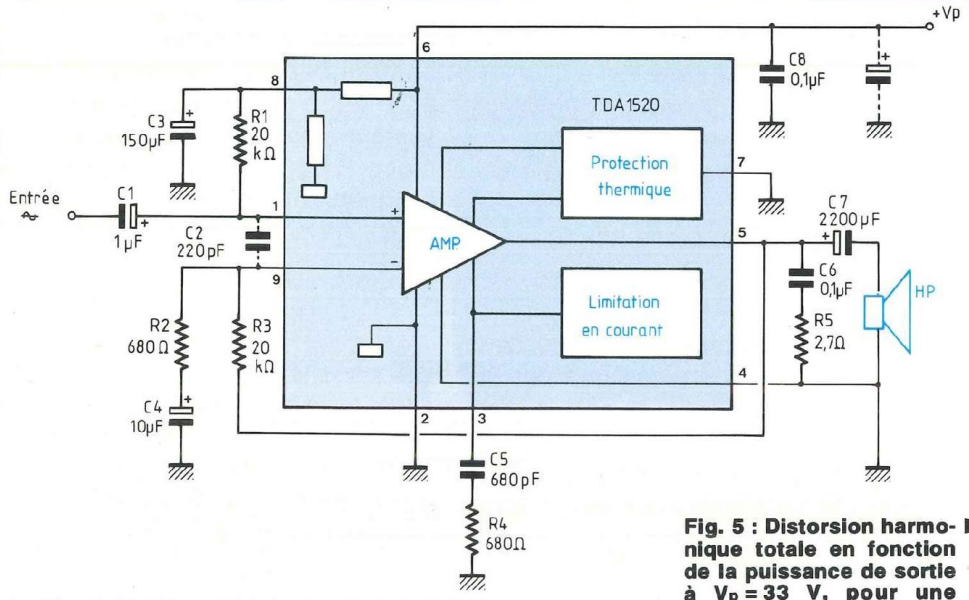


Fig. 3 : Schéma de principe de l'INTEGRE 1520.

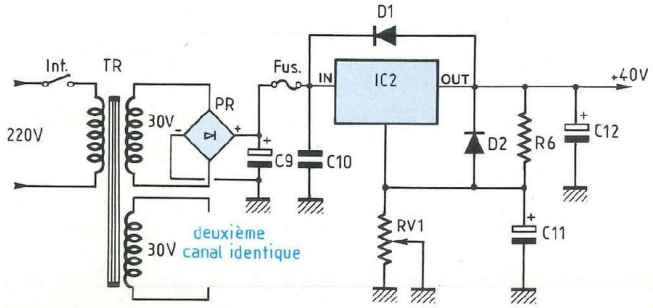


Fig. 4 : Régulation de la tension d'alimentation.

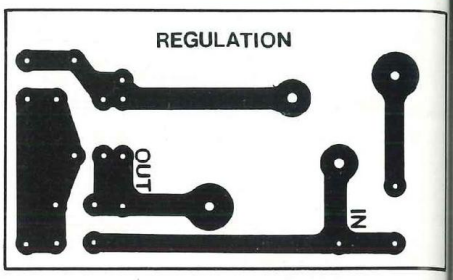


Fig. 7C

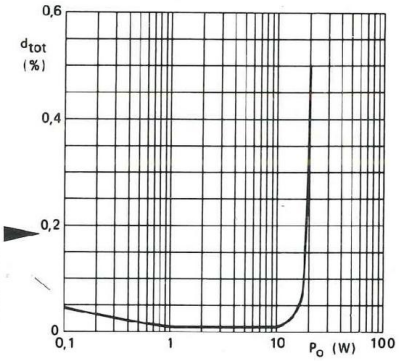


Fig. 5 : Distorsion harmonique totale en fonction de la puissance de sortie à $V_p = 33$ V, pour une charge de 4 Ω et une fréquence de 1 kHz.

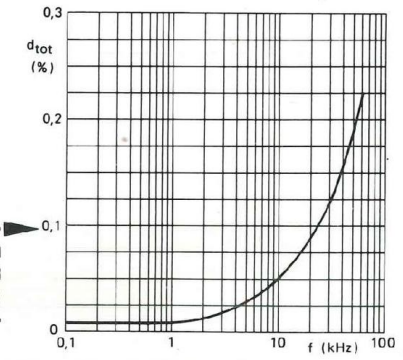


Fig. 6 : Distorsion harmonique totale en fonction de la fréquence à $V_p = 33$ V, pour une charge de 4 Ω et une puissance constante de 10 W.

broches 1 et 9 supprime les interférences radio, donc toute détection R.F.

Le module amplificateur a sa tension d'alimentation Vp découplée par un condensateur C8/0,1 µF.

Le traditionnel réseau R5-C6 (2,7 Ω –0,1 µF) supprime les oscillations de faible amplitude qui pourraient se manifester entre 5 et 10 MHz.

Le condensateur de couplage C7/2200 µF en série avec la charge (HP) détermine la fréquence de coupure dans le bas du spectre. Elle se calcule par la relation :

$$f_c = \frac{1}{2\Pi.C7.Z_{HP}}$$, soit pour une charge de 8 Ω :

$$f_c = \frac{1}{6{,}28.2200.10^{-6}.8}$$

$$f_c = \frac{1.10^6}{110528} \quad \# 9 \text{ Hz}$$

pour une charge de 8 Ω (et 18 Hz pour une charge de 4 Ω)

L'ALIMENTATION

Nous avons noté que la tension d'alimentation Vp du TDA 1520 peut être comprise entre 15 et 40 V (44 V max.). Un rapide calcul $U\sqrt{2}$ conduit à l'utilisation d'un transformateur pouvant fournir une tension secondaire alternative de 30 V (valeur normalisée), $30\sqrt{2}$ # 42 V Avec une tension max. de 44 V admissible pour le TDA 1520, tout doit bien se passer, sauf si ...

La tension alternative fournie par l'E.D.F., qui est en principe de 220 V a tendance à grimper à plus de 230 V. Rapport de transformation oblige, la tension au secondaire s'élève de 1,5 V et prend une valeur de 31,5 V. Redressée et filtrée, on dispose alors au minimum d'une tension continue de 44,5 V (attention : à

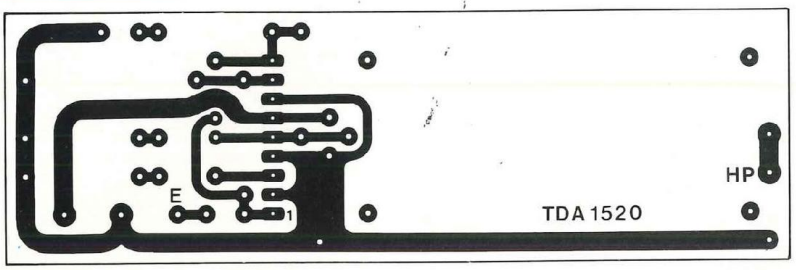


Fig. 7A

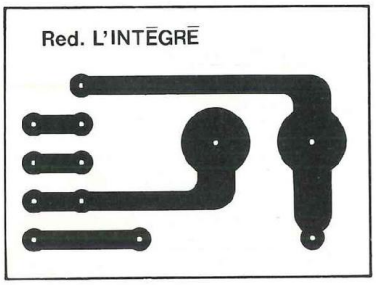


Fig. 7B

vide, un transformateur est généreux !). Sur le prototype, nous avons mesuré, trop tard hélas, +47 V. Bilan de la première mise à feu de l'INTEGRE, un TDA 1520 a explosé, provoquant un beau cratère dans le boîtier plastique.

Pour vous éviter cette mésaventure, nous avons jugé préférable d'intercaler un régulateur de tension, ce qui conduit au schéma de l'alimentation de la Figure 4.

Un transformateur torique de 50 VA fournit deux tensions secondaires de 30 V. Chaque secondaire est redressé par un pont de diodes puis filtré énergiquement par un réservoir de 4700 µF. La tension continue +V est appliquée à l'entrée d'un régulateur, LM 338 ou LM 350. Sa sortie (OUT) permet de disposer d'une tension +Vp variable en fonction du réglage de l'ajustable AJ1.

En se reportant à la Figure 1, on constate que la puissance que peut fournir le TDA 1520 est liée à deux paramètres, la tension Vp et l'impédance de charge (4 Ω ou 8 Ω). Les pointillés avertissent l'utilisateur des surcharges, donc des risques de détérioration du circuit intégré.

Nous avons, sur le prototype, réglé la tension Vp à +40 V afin de disposer de la puissance maximale sur 8 Ω, impédance de la majorité des enceintes HI-FI.

DES COURBES INTERESSANTES

Le manuel de la RTC donne deux courbes significatives du bon fonctionnement du TDA 1520 que nous avons pu vérifier à l'écoute de l'INTEGRE et ce, à partir du schéma de principe de la Figure 3.

En Figure 5, nous pouvons suivre les variations de la distorsion harmonique en fonction de la puissance fournie par l'amplificateur.

Trois paramètres sont définis :

– Alimentation Vp = 33 V

– Fréquence du signal = 1 kHz

– Résistance de charge = 4 Ω

Entre 1 W et 10 W, la distorsion n'est pas mesurable 0,00... A la puissance maximale de 20 W, avant écrêtage, elle n'est que de 0,5 %.

Entre 0,1 W et 1 W, cette remontée de la courbe est due à la distorsion de raccordement des deux alternances du signal (fonctionnement en classe A.B).

En Figure 6, la courbe donne les variations de la distorsion harmonique en fonction de la fréquence, pour une puissance constante de 10 W fournie par l'amplificateur.

Les deux paramètres mentionnés précédemment restent les mêmes : Vp = 33 V et R_{CH} = 4 Ω.

REALISATION DE L'INTEGRE

• LES CIRCUITS IMPRIMES

Ils sont au nombre de 3 par canal : une carte de 104 x 33 mm destinée à recevoir les composants de l'étage de puissance et proposée à la Figure 7A, une carte de 48 x 36 mm qui permet les liaisons entre le redressement, le filtrage et le fusible en Figure 7B et enfin, la carte de 59 x 34 mm en Figure 7C, qui relie les composants de la régulation.

• REMARQUE

Nous avons volontairement scindé en deux parties, le "filtrage" et la "régulation", une régulation n'étant plus indispensable (en protection contre les surtensions tout au moins) dans les deux cas suivants :

– Utilisation d'un transformateur de tension secondaire inférieure à 30 V.

– Remplacement du TDA 1520 par le **TDA 1520A** qui accepte une tension d'alimentation Vp de 15 à **50 V**.

Une toute petite modification au niveau du câblage est alors nécessaire, remplacer la résistance R4 de 680 Ω par une valeur de 270 Ω.

• CABLAGE DES MODULES

Les schémas d'implantation des Figures 8A, 8B et 8C sont précis et ne demandent que peu de commentaires.

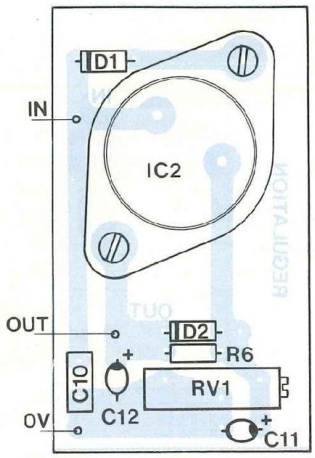


Fig. 8C

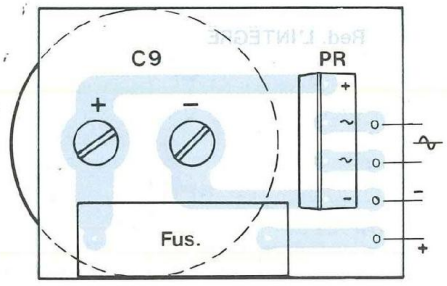
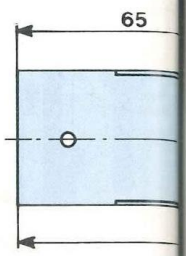


Fig. 8A

Face arrière



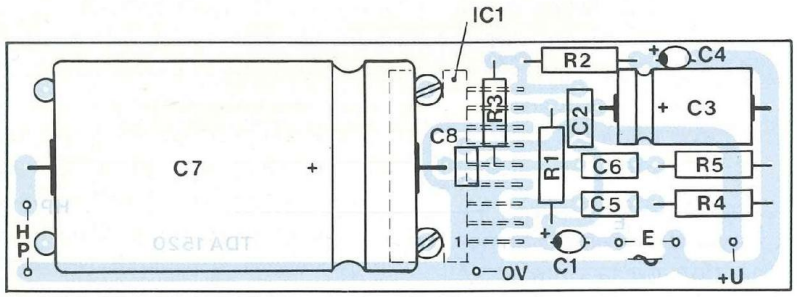


Fig. 8B

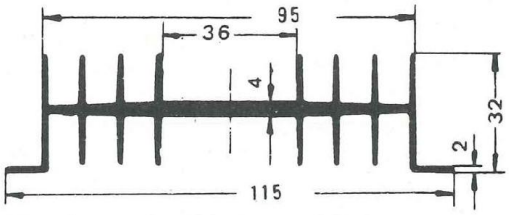


Fig. 10

NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

• Résistances à couche
± 5 % 1/2 W
R1 – 20 kΩ
R2 – 680 Ω
R3 – 20 kΩ
R4 – 680 Ω (270 Ω pour le TDA 1520A)
R5 – 2,7 Ω
R6 – 100 Ω

• Ajustable 15 tours
RV1 – 5 kΩ

• Condensateurs
C1 – 1 µF/35 V
C2 – 220 pF céramique
C3 – 150 µF
C4 – 10 µF/35 V
C5 – 680 pF céramique
C6 – 0,1 µF/63 V
C7 – 2200 µF/40 V
C8 – 0,1 µF/63 V
C9 – 4700 µF/63 V (CO38) avec bride de fixation
C10 – 0,1 µF/63 V
C11 – 10 µF/35 V
C12 – 1 µF/35 V

• Semiconducteurs
IC1 – TDA 1520 ou 1520A
IC2 – LM 338K ou LM 350 K
D1 – 1N 4002
D2 – 1N 4002
PR – Pont redresseur 200 V/4 A

• Divers
1 coffret ESM/ER 4804 (profondeur 150 mm)
1 transfo torique 50 VA/2 x 30 V
2 prises CINCH châssis
2 borniers HP (ou 4 fiches bananes femelles châssis)
1 prise secteur mâle châssis
1 interrupteur unipolaire
2 dissipateurs pour 1 x TO3
4 canons isolants pour visserie de 3 mm
2 intercalaires mica
4 entretoises de 5 mm
Visserie de 3 mm
Fils de câblage et câble blindé
1 conducteur

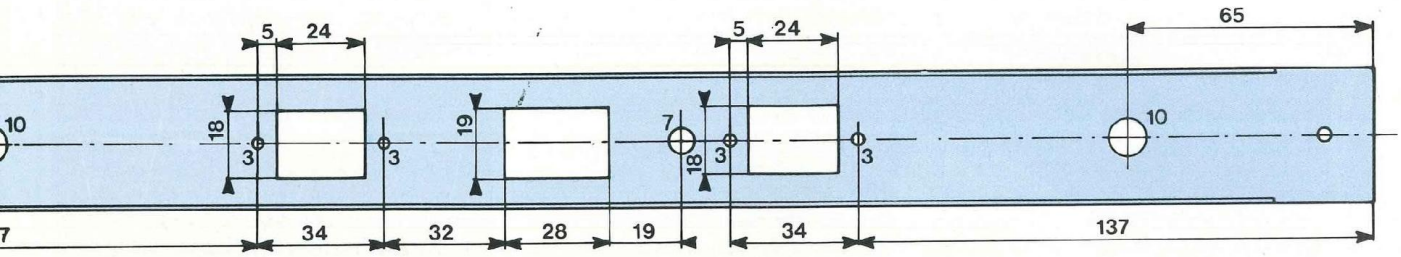
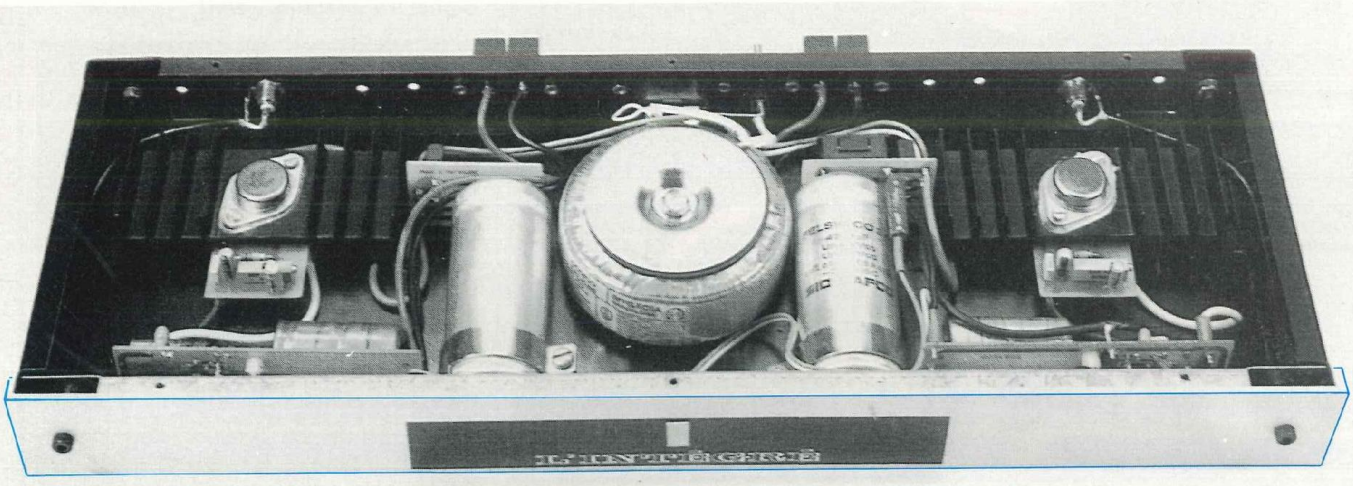


Fig. 9 : Plan de perçage de la face arrière du coffret ESM/ER 4804 1 unité.



Disposition des modules à l'intérieur du coffret. Les semelles des TDA 1520 sont vissées à la contre-face qui sert de dissipateur.

Pour l'étage de puissance, Figure 8A, le TDA 1520 se soude côté pistes cuivrées. Les neuf broches sont pliées à 90°, de façon à ce que la semelle métallique de refroidissement du boîtier SOT-131A se trouve vers l'extérieur. Eloigner de 5 mm le boîtier plastique du circuit imprimé en intercalant deux entretoises.

Pour le module de redressement, veiller à une bonne orientation du pont redresseur, les chimiques n'aiment guère les inversions de polarités.

• LE BOITIER

L'emploi d'un transformateur torique nous a permis de loger toute l'électronique dans un coffret ESM, 1 unité, de 150 mm de profondeur.

Le torique est placé au centre du boîtier avec, de part et d'autre, les condensateurs de filtrage CO38 de 4700 µF/63 V. Les brides de fixation sont vissées à la contre-face avant en aluminium. Cette contre-face sert également de dissipateur aux deux TDA 1520. Un fonctionnement de plusieurs heures de l'INTEGRE ne permet pas de déceler une élévation anormale de la température. Cette simplicité gratuite n'est donc pas à négliger. Enduire tout de même les semelles des TDA 1520 de graisse au silicone.

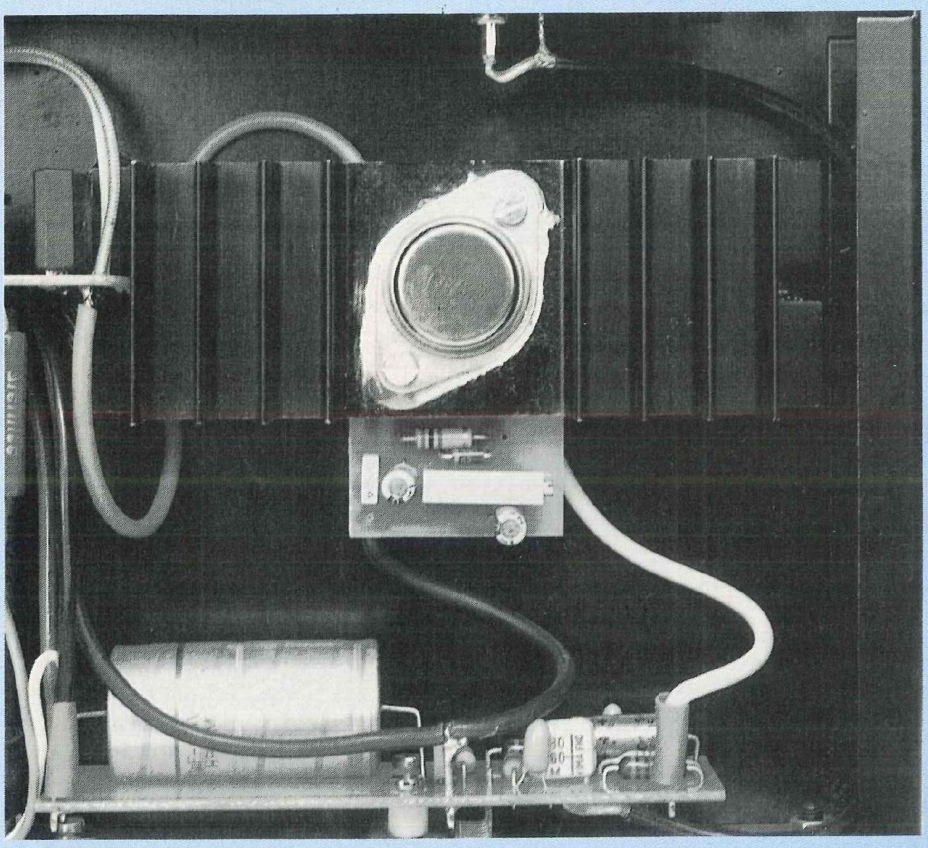
La face arrière du coffret reçoit les différentes prises de raccordement ainsi que l'interrupteur M/A. La Figure 9 donne toutes les indications nécessaires, cotes et perçages.

Au niveau des prises HP, on a le choix entre des fiches bananes femelles ou des borniers poussoirs. Les borniers, tels que ceux que nous avons sur le prototype, demandent l'ouverture de deux fenêtres de 24 x 18 mm.

Les deux perçages extrêmes de ø 10 mm, sont à prévoir en fonction des prises CINCH utilisées, les diamètres sont très variables, du modèle standard, au professionnel plaqué or.

• LES DISSIPATEURS DES REGULATEURS

Principalement par commodité de fixation de ceux-ci au fond du coffret, nous avons sélectionné le modèle de



la Figure 10. Le régulateur en boîtier TO3 est vissé au dissipateur, en l'isolant de celui-ci avec canons et intercalaires mica. Le module de régulation vient ensuite se positionner dessous, il est maintenu en place par deux contre-écrous. On peut alors souder les broches IN et ADJ.

• LES INTERCONNEXIONS

– Souder l'un des fils du primaire du transformateur à la prise secteur.

– Souder l'autre fil du primaire à l'inverseur M/A de l'appareil.

– Relier la deuxième cosse de l'inverseur à la prise secteur.

– Souder chaque enroulement secondaire du torique à un pont redresseur (pattes ~) et relier les (+) et (-) de ces cartes aux régulations, les (+) aux points IN et les (-) aux 0 V.

– Relier les sorties HP des modules amplificateurs aux prises fixées à l'arrière de l'INTEGRE, en veillant à une bonne mise en phase des deux canaux.

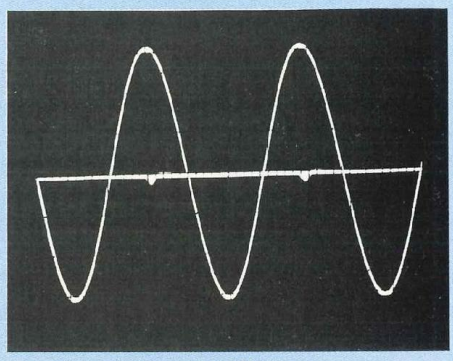
– Avec du câble blindé, relier les prises CINCH aux points E des modules de puissance, la tresse métallique étant soudée à la masse (0 V).

– Interconnecter les 0 V des cartes de régulation à ceux des cartes amplis.

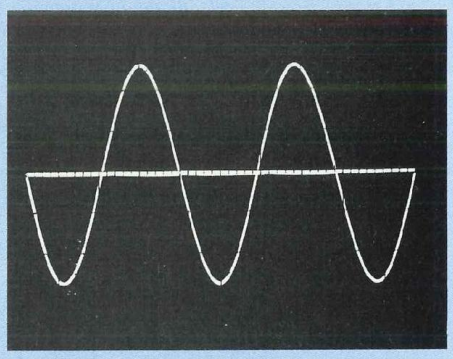
• Interconnecter les sorties (OUT) des régulateurs aux +V des cartes amplis, cependant, **attention : auparavant, il faut régler les ajustables** pour obtenir des tensions continues comprises entre +30 et +40 V.

Le câblage est terminé, l'INTEGRE est prêt à vous surprendre par ses qualités musicales incontestables.

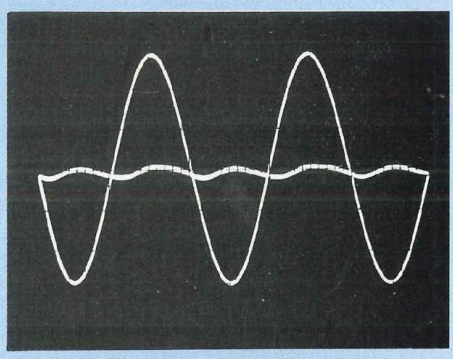
D.B.



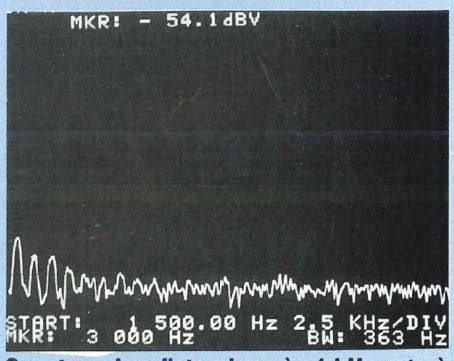
Signal à 1 kHz et à 1 Weff.



Signal à 1 kHz et à 12 Weff.



Signal à 20 kHz et à 12 Weff.



Spectre de distorsion à 1 kHz et à 12 Weff.

BON DE COMMANDE

Pour compléter votre collection de LED
à adresser aux EDITIONS PERIODES
service abonnements
1, boulevard Ney 75018 PARIS

Je désire : .....n° 15 ☐ .....n° 16 ☐ .....n° 17 ☐
.....n° 18 ☐ .....n° 27 ☐ .....n° 29 ☐ .....n° 30 ☐
.....n° 31 ☐ .....n° 33 ☐ .....n° 43 ☐ .....n° 44 ☐
.....n° 45 ☐ .....n° 46 ☐ .....n° 47 ☐ .....n° 48 ☐
.....n° 49 ☐ .....n° 50 ☐ .....n° 51 ☐ .....n° 58 ☐
.....n° 59 ☐ .....n° 62 ☐ .....n° 63 ☐ .....n° 65 ☐
.....n° 66 ☐ .....n° 67 ☐ .....n° 68 ☐ .....n° 69 ☐
.....n° 71 ☐ .....n° 72 ☐ .....n° 73 ☐ .....n° 74 ☐
.....n° 75 ☐ .....n° 76 ☐ .....n° 77 ☐ .....n° 78 ☐
..... n° 79 ☐

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 :.....
.....

Faites l'économie de trois numéros par an en vous abonnant !

SERVICE CIRCUITS IMPRIMES

Support verre époxy FR4 16/10 - cuivre 35 microns

Prix	Qté	Circuits non percés	Circuits percés	Circuits sérigraphiés	Total
• Microkit 09		53,00 F	62,00 F	95,00 F	
• L'intégré 1520					
- Amplification		18,00 F	23,00 F	31,00 F	
- Redressement		9,00 F	11,00 F	15,00 F	
- Régulation		10,00 F	13,00 F	18,00 F	
• Ampli stéréo à TDA 1510 et 1520		26,00 F	33,00 F	45,00 F	
• Variateur de vitesse à MOSFET		25,00 F	32,00 F	45,00 F	
• Compteur double programmation (les deux C.I.)		136,00 F	178,00 F	240,00 F	
Plaque présensibilisée positive STEP Circuits époxy FR4 16/10 cuivre 35 microns		**1 face cuivrée**	**2 faces cuivrées**	**1 face cuivrée +1 face sérigraphiée**	
80×100		10,00 F	12,00 F		
100×160		21,00 F	24,00 F		
150×200		40,00 F	47,00 F		
200×300		80,00 F	94,00 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 .....
.....

ABONNEZ-VOUS A Led

Je désire m'abonner à **LED** (10 n^{os} par an). **FRANCE, BELGIQUE, SUISSE, LUXEMBOURG : 180 F**
AUTRES* : 260 F

NOM .....
PRENOM .....
N° ..... RUE .....
CODE POSTAL ..... VILLE .....

* Pour les expéditions « par avion » à l'étranger, ajoutez 80 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° .....

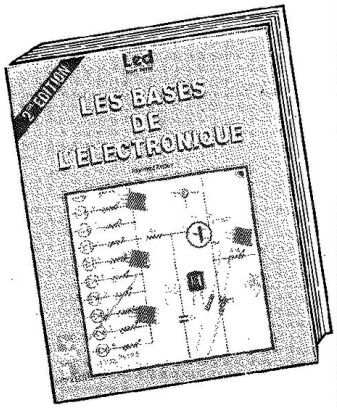
EDITIONS PERIODES 1, boulevard Ney 75018 PARIS - Tél. : 42.38.80.88 poste 7315

LA BIBLIOTHEQUE TECHNIQUE DES EDITIONS FREQUENCES

vous propose d'en savoir beaucoup plus sur :

– L'ELECTRONIQUE –

LES BASES DE L'ELECTRONIQUE



Par **Raymond Breton.**
1988 - 84 p.

P32 **147 F TTC** port compris

Ouvrage d'initiation par excellence, «Les bases de l'électronique» abordent, dans un langage compréhensible par tous, sans formulations mathématiques, les divers aspects de l'électronique. De la résistance à l'amplificateur opérationnel en passant par les divers composants actifs, tous les éléments clés de l'électronique sont étudiés ainsi que leur mise en application. L'auteur, outre ses compétences en électronique, s'est occupé de formation dans l'industrie. Son sens de la communication, basé sur un langage pédagogique et compréhensible de tous donne à ce livre un attrait tout particulier, le «sens physique» des phénomènes abordés est évident. Le but que s'était fixé l'auteur : pouvoir mettre en œuvre l'électronique en comprenant ce que l'on fait et sans outils mathématiques a donc parfaitement été atteint.

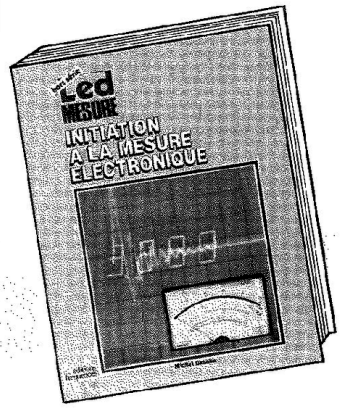
L'AMPLIFICATEUR OPERATIONNEL

Par **Pierre Mayé.**
1988, 88 p.

P41 **157 F TTC** port compris

Composant-clé de l'électronique d'aujourd'hui, l'amplificateur opérationnel est à la base d'une multitude d'applications tant en linéaire qu'en commutation. L'auteur, agrégé de physique et professeur en BTS, a réalisé cet ouvrage tout simplement parce qu'il n'existait pas pour les besoins de son enseignement. Les principales applications de l'amplificateur opérationnel y sont décrites et classées par catégories. Pour chaque montage, le fonctionnement est analysé, les formules permettant le calcul des composants établies et les performances obtenues commentées. Des exemples de réalisation comportant toutes les données nécessaires sont fournis pour les principales fonctions. Ce livre à la fois précis et concis est très complet, il s'adresse aux enseignants certes mais également aux utilisateurs de l'électronique. C'est aussi un outil de travail pour professionnels et amateurs.

INITIATION A LA MESURE ELECTRONIQUE



Par **Michel Casabo.**
1986 - 120 p.

P23 **152 F TTC** port compris

Il n'existait pas, jusqu'à présent, un ouvrage couvrant de manière générale mais précise, l'ensemble des problèmes relatifs à l'instrumentation et à la méthodologie du laboratoire électronique. C'est chose faite aujourd'hui avec ce volume récemment paru.

LES MONTAGES ELECTRONIQUES

Par **Jean-Pierre Lemoine.**
1986 - 276 p.

P30 **287 F TTC** port compris.

Domaine en perpétuelle évolution, l'électronique ne cesse d'apporter des solutions nouvelles à de multiples secteurs. Il importe, pour tout passionné d'électronique, à quelque niveau que ce soit, de l'amateur au professionnel, d'acquérir un savoir découlant de la mémorisation et aussi de la pratique du plus grand nombre de circuits de base. C'est ce que permet réellement ce livre. Organisé en trois grandes rubriques : Connaître, Pratiquer et Inventer, cet ouvrage guide le lecteur sur près de 300 pages avec près de 1 000 dessins et représentations, pour l'amener à ce qu'il soit à même de concevoir ses montages par lui-même. C'est aussi un outil de travail aidant à la sélection d'un composant, permettant de trouver un montage réalisant une fonction donnée... et bien d'autres détails d'ordre pratique.

La liste complète de nos ouvrages peut vous être expédiée gratuitement sur simple demande.

Diffusion auprès des libraires assurée exclusivement par les Editions Eyrolles.

Bon de commande à retourner aux Editions Fréquences 1, boulevard Ney 75018 Paris.

Indiquez le ou les codes : ☐ ☐ ☐ ☐

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

ADRESSE .....

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

Ci-joint mon règlement par : ☐ C.C.P. ☐ Chèque bancaire ☐ Mandat

TECHNIQUES RADIO TV HIFI, ELECTRONIQUE

Devenez un spécialiste !

RADIO - TV - HIFI

Un secteur en plein développement

■ **MONTEUR DEPANNEUR RADIO TV HIFI** : L'expansion de la vidéo, des chaînes de radio-télévision, des magnétoscopes, vous offre de nombreux emplois dans ce secteur de développement.

■ **TECHNICIEN EN SONORISATION** : Vous mettez en place l'équipement sonore d'un lieu donné à l'occasion de diverses manifestations : foires, concerts, bals, conférences.

■ **TECHNICIEN RADIO TV HIFI** : Participez à la création, la mise au point et le contrôle des appareils de télévision, vidéo, radio et Hi-Fi.

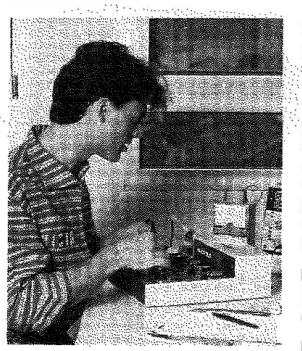
■ **TECHNICIEN VIDEO** : Les magnétoscopes connaissent aujourd'hui un essor rapide et important. Profitez-en!

■ **BEP EQUIPEMENTS DU FOYER** : Vous aurez un rôle d'installateur conseil auprès de l'utilisateur : démonstration, installation, mise en service, dépannage du matériel électronique grand public et électroménager.

■ **DEPANNEUR EN MAGNETOSCOPES** : Mise en place, réglages, réparations, le développement des magnétoscopes vous assurera de nombreux débouchés (constructeurs, spécialistes en télévisions et magnétoscopes).

■ **TECHNICIEN DE MAINTENANCE DE L'AUDIOVISUEL ELECTRONIQUE** : Vous effectuez les mesures nécessaires à la détection des pannes et déterminez le remplacement de tel ou tel composant à l'intérieur d'un système ou d'une carte microprocesseurs.

ELECTRONIQUE - AUTOMATISMES



Des métiers d'avenir

■ **ELECTRONICIEN** : L'électronique vous passionne, c'est un secteur en plein développement. Choisissez ce métier d'avenir rapidement accessible.

■ **TECHNICIEN ELECTRONICIEN** : Choisissez cette spécialité qui offre de nombreuses possibilités aussi bien en laboratoire qu'en atelier.

■ **TECHNICIEN DE MAINTENANCE EN MICRO ELECTRONIQUE** : Vous mettez au point, dépannez des équipements utilisant des microprocesseurs, des automatismes, des élèments programmables.

■ **BEP ELECTRONIQUE** : Titulaire du BEP, vous bénéficierez de nombreux débouchés dans la construction de matériel électronique (TV, radios, ordinateurs ...), le montage, le réglage, la maintenance...

■ **BACCALAUREAT F2** : Ce diplôme officiel vous offrira de nombreux débouchés dans l'industrie des biens d'équipement et des biens de consommation.

■ **BTS ELECTRONIQUE** : Vous travaillerez en collaboration avec les ingénieurs à l'étude des applications industrielles de l'électronique.

■ **TECHNICIEN EN AUTOMATISMES** : Vous participez à la réalisation, la fabrication, l'installation et la maintenance d'équipements automatiques.

DES COURS CHEZ VOUS
UN MÉTIER RAPIDEMENT
L'ENSEIGNEMENT À DISTANCE, C'EST BIEN !

Découvrez vite les 4 avantages exclusifs qu'Educatel vous garantit pour apprendre, chez vous, votre métier.

1.
UN ENSEIGNEMENT ADAPTE A LA VIE D'AUJOURD'HUI
Vous étudiez chez vous, à votre rythme, sans vous déplacer. Vous pouvez parfaitement concilier formation et vie professionnelle.

2.
DES COURS CONCUS PAR DES PROFESSIONNELS
Réalisés spécialement pour l'enseignement à distance, vos cours seront clairs, précis, illustrés d'exemples concrets pour vous permettre de progresser rapidement. De plus, vous serez en relation permanente avec les professeurs qui vous corrigeront, vous conseilleront, vous guideront.

3.
DES MATERIELS EXCLUSIFS
La plupart des matériels qui vous seront adressés pendant votre étude et qui resteront votre propriété, ont été conçus par notre Bureau d'Etudes Technologiques, certains ont même fait l'objet d'un Brevet auprès de l'Institut de la Propriétée Industrielle. Electrolab, Digilab, Microlab, ampli-stéréo, Multimètre, vous aurez à votre disposition un matériel performant pour réaliser toutes les expérimentations qui feront déboucher votre formation sur du concret.

4.
DES STAGES DE PERFECTIONNEMENT
A l'issue de votre formation, vous pouvez si vous le souhaitez, effectuer un stage pratique d'une semaine ou plus dans notre Centre de stages équipé d'un matériel professionnel.

Si vous êtes salarié(e), possibilité de suivre votre étude dans le cadre de la Formation Professionnelle Continue.

Educatel
LA 1re ÉCOLE PRIVÉE DE FORMATION À DOMICILE

GIE UNIECO FORMATION
ETABLISSEMENT PRIVE D'ENSEIGNEMENT A DISTANCE
SOUMIS AU CONTROLE PEDAGOGIQUE DE L'ETAT

Demandez vite votre documentation

PAR TELEPHONE
en appelant à Paris le :
(1) 42 08 50 02
c'est simple et rapide !

PAR COURRIER
en retournant ce bon sous enveloppe affranchie à :
EDUCATEL
76025 ROUEN CEDEX

VOUS POUVEZ COMMENCER VOS ETUDES A TOUT MOMENT DE L'ANNEE

Bon pour une documentation gratuite

A retourner à EDUCATEL 76025 ROUEN CEDEX

OUI, je souhaite recevoir sans engagement une documentation complète sur le métier qui m' intéresse

(ECRIRE EN MAJUSCULE SVP) ☐ Mr ☐ Mme ☐ Melle **LED 031**

NOM PRENOM

ADRESSE : N° RUE

CODE POSTAL LOCALITE TEL

Pour nous aider à mieux vous orienter, merci de nous donner les renseignements suivants :

AGE (il faut avoir au moins 16 ans pour s'inscrire) NIVEAU D'ETUDES

SI VOUS TRAVAILLEZ, QUELLE EST VOTRE ACTIVITE ACTUELLE ?

SINON, QUELLE EST VOTRE SITUATION ? ☐ ETUDIANT(E) ☐ A LA RECHERCHE D'UN EMPLOI ☐ MILITAIRE ☐ AUTRES

MERCI DE NOUS INDIQUER LE METIER QUI VOUS INTERESSE

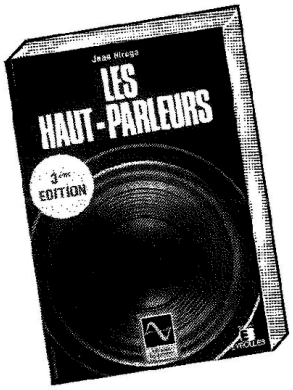
Pour Canada, Suisse et Belgique : 142 bd de la Sauvenière 4000 Liège (Belgique). Pour DOM-TOM et Afrique : documentation spéciale par avion.

LA BIBLIOTHEQUE TECHNIQUE DES EDITIONS FREQUENCES

vous propose d'en savoir beaucoup plus sur :

LA HAUTE-FIDELITE

LES HAUT-PARLEURS

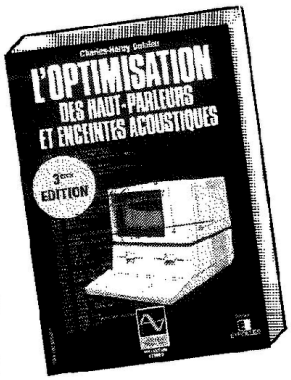


Par **Jean Hiraga.**
3e édition 1989, 350 p.

ED1 **207 F TTC** port compris

Un gros volume qui connaît un succès constant : bien plus qu'un traité, il s'agit d'une véritable encyclopédie reconnue dans le monde entier, alliant théorie, pratique et histoire, en une mine inépuisable d'informations.
Cet ouvrage retrace dans ses moindres détails, toute l'histoire du haut-parleur depuis son origine, à la fin du siècle dernier, jusqu'à nos jours : présentation et évolution des principes théoriques des technologies, des méthodes mises en œuvre pour sa réalisation.
Cent ans d'acoustique évolutive sont résumés sur ces 350 pages, des découvertes insolites ou utopiques aux réalisations industrielles récentes.
La 3e édition s'étoffe de plus de trente pages. Les dernières innovations y sont traitées : haut-parleur à ruban large bande, nouveaux types d'aimants, système à image stéréophonique constante... Les chapitres consacrés au filtrage et à la présentation des enceintes acoustiques et des haut-parleurs du marché ont été eux aussi réactualisés.

L'OPTIMISATION DES HAUT-PARLEURS ET ENCEINTES ACOUSTIQUES

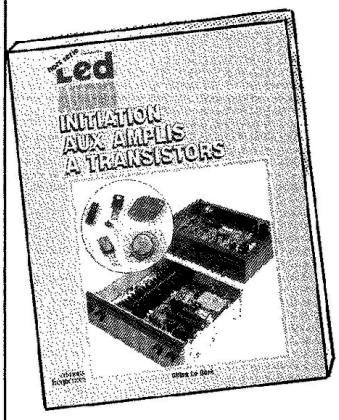


Par **Charles-Henry Delaleu.**
3e édition 1988, 240 p.

E 04 **172 F** TTC port compris

Troisième édition améliorée d'un ouvrage fort attendu des passionnés d'électroacoustique. Ce livre permet aux amateurs et aux professionnels de se familiariser avec les rigoureuses techniques de modélisation des haut-parleurs et enceintes acoustiques et d'en mener à bien la réalisation.
Par la somme extraordinaire d'informations qu'il rassemble, cet ouvrage permet une réelle optimisation de l'enceinte acoustique, une présentation théorique et pratique de la mise en œuvre d'une réalisation exacte. La modélisation mathématique a été très largement détaillée et permet une analyse rigoureuse par tous.
Il est enfin possible à tout «amateur» d'avoir recours à des techniques réservées aux professionnels, de trouver dans le même ouvrage l'ensemble des bases modernes du haut-parleur et de l'enceinte acoustique.

INITIATION AUX AMPLIS A TRANSISTORS

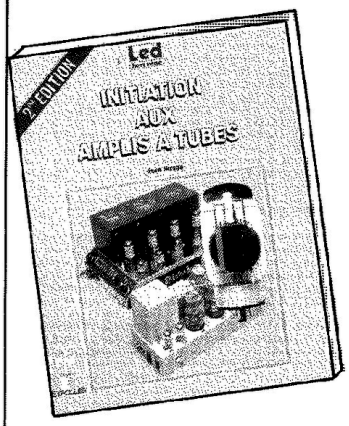


Par **Gilles Le Doré.**
1986, 96 p.

P 24 **142 F TTC** port compris

Après un bref historique du transistor, cet ouvrage traite essentiellement de la conception des amplificateurs modernes à transistors. La théorie est décrite de manière simple et abordable, illustrée d'exemples de réalisations commerciales. Le but du livre est de donner à chacun la possibilité de réaliser soi-même son amplificateur, selon ses besoins, le degré de qualité nécessaire, parmi l'éventail de solutions qu'offrent les composants actuels.

INITIATION AUX AMPLIS A TUBES



Par **Jean Hiraga.**
1986, 160 p.
2e édition 1989.

P 26 **182 F TTC** port compris

Complémentaires des «Amplis à transistors», les «Amplis à tubes» est une petite encyclopédie sur ce sujet : historique, mais aussi polémique, puisque les tubes sont encore d'actualité et parce que les arguments en faveur de cette technique et ses défenseurs sont encore nombreux.
Tout comme pour les «Haut-parleurs» son auteur a su collecter durant une vingtaine d'années ainsi qu'au cours de nombreux voyages sur les terres d'élection de la haute-fidélité (Angleterre, Japon, USA, France) une multitude de renseignements sur ce qui constitue la totalité du matériel d'amplification et de transmission durant la première moitié de notre siècle.
Mais là n'est pas l'essentiel : il a fallu rassembler ces connaissances, les ordonner selon leur valeur scientifique, leur portée et les replacer dans un contexte historique exact, au niveau international, tout en restant dans le cadre d'une initiation. Mission accomplie.

Diffusion auprès des libraires assurée exclusivement par les Editions Eyrolles.

Bon de commande à retouner aux Editions Fréquences, 1 boulevard Ney, 75018 Paris.

Indiquez le ou les codes : ☐ ☐ ☐ ☐

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

ADRESSE .....

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

Ci-joint mon règlement par : ☐ C.C.P. ☐ Chèque bancaire ☐ Mandat

KTE Technologies S.a r.l.
B.P. 40 • F-57480 SIERCK-LES-BAINS • France
Tél.: +33 82.83.88.56 • Fax: +33 82.83.81.80

Une offre unique pour les lecteurs du magazine 'Led'

• Chaque article 20F seulement !!

Lampe de poche miniature
Lampe pouvant servir à beaucoup de travaux ou même comme porte-clés. Boîtier en métal léger, longueur 8,3 cm. Pile et ampoule de rechange comprises.
33.299.1135

☐ 20F

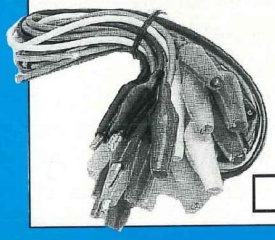
Bloc alimentation
Entrée: 230 V~; Sortie: 6 niveaux de tensions; 3V/4,5V/6V/7,5V/9V/12V =, ainsi qu'un cordon de 1,5 m comprenant prises mâle/femelle universelles.
33.229.1155

☐ 20F

Pince à dénuder
Dénude automatiquement les fils et câbles de 0,2 à 6 mm. Pince coupante incorporée pour un dénudage parfait. Pas de détérioration du conducteur intérieur!
33.229.0465

☐ 20F

Cordons de mesure
10 câbles (câble 0,5) équipés à chaque extrémité d'une pince crocodile isolée permettent le montage simple de câblages "mobiles".
33.229.0545



☐ 20F

Etain à souder
Alliage L-SN 60/40, résine sous forme de 5 canaux, légèrement fluide, bobine de 100g (⌀1mm, 17m)
33.229.1165

☐ 20F

Testeur de batterie
Test rapide de piles de 1,5 V par exemple, Mono, Baby ou Mignon, ou piles pour montres. Avec indicateur, graduations de plusieurs couleurs et dispositif de serrage.
33.229.1125

☐ 20F

Pocket-Revenger
Un synthétiseur d'effets pour sons avec bruit de tirs de mitraillette, d'explosions de grenades, etc. qui peut servir de dissuadeur d'agressions sous forme d'un porte-clés.
33.229.0735

☐ 20F

Fer à souder
Appareil léger et facile à manipuler. Longueur 220 mm, cordon d'alimentation de sécurité 220V / 30W
33.229.1145

☐ 20F

Pompe universelle
Possibilité d'aspiration allant jusqu'à 7 m maximum. Capacité de 760 l/h. Raccord possible pour tuyaux de 1/2". Peut être actionnée avec n'importe quelle perceuse
33.229.0505

☐ 20F

Gratuit

Le catalogue

Nouveautés à un prix imbattable Automne 1990

sera joint à votre colis!

Veuillez cocher l'article choisi (☒), détacher toute la page et l'envoyer à:

KTE Technologies • B.P. 40 • F-57480 SIERCK-LES-BAINS

☐ **Qui**, veuillez me faire parvenir le ou les articles cochés avec un droit de retour pour échange sous 10 jours à mon adresse ci-dessous:
Joindre un chèque du montant total + 15 F de port.

Nom _____ Prénom _____

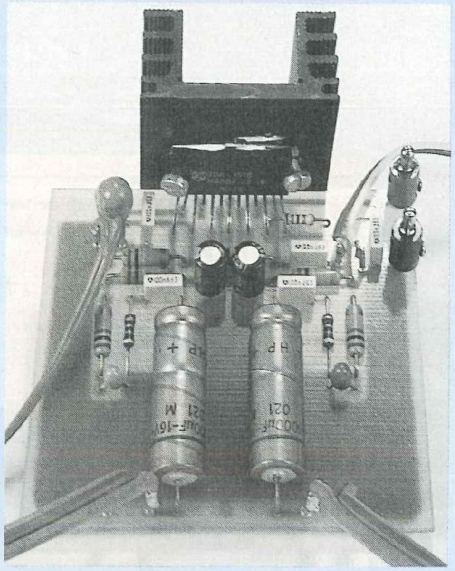
N° / Rue _____

CP / Ville _____

Date _____ Signature _____

LES TDA 1510 ET 1515

EN STEREOPHONIE



Dans le n° 78, vous avez eu la possibilité d'utiliser l'un de ces deux composants dans la réalisation d'un Booster "La HI–FI dans votre auto". Les TDA 1510 et TDA 1515 renfermant deux amplificateurs opérationnels identiques, ceux-ci étaient montés en pont afin d'obtenir la puissance maximale à partir de la batterie de votre auto.

Cet article va vous donner la possibilité d'utiliser les TDA 1510 et 1515, non plus en pont cette fois-ci, mais en stéréophonie. Chaque amplificateur va évidemment fournir une puissance moins importante mais les qualités d'écoute de ce module demeurent identiques à celles de l'étude précédente. Une petite différence, la seule, à noter au passage, la réponse aux basses fréquences. Le montage en pont permet de descendre à 20 Hz à –3 dB, alors qu'ici nous devons nous contenter de 40 Hz.

Les applications pour cet amplificateur sont nombreuses : petit ampli pour chaîne HI-FI, autoradio, baladeur, mais également pour un projet plus ambitieux, que nous vous proposons de réaliser. Il s'agit d'un ensemble triphonique HI-FI de qualité.

Le filtre actif 3 voies a été décrit dans le n° 78, c'est un 24 dB/oct de conception classique, ayant de bonnes performances.

L'ENSEMBLE TRIPHONIQUE ACTIF

Comme le faisait remarquer M. PONCET dans son article, le filtrage actif représente une solution extrêmement séduisante pour faire évoluer un système d'écoute. La très grande majorité des enceintes acoustiques présentes sur le marché de la HI-FI, fait appel au filtrage passif RLC. Un filtre passif 3 voies sérieux est un élément onéreux et qui consomme beaucoup d'énergie. Il est donc indispensable de l'attaquer avec un amplificateur de forte puissance afin que les haut-parleurs puissent être convenablement excités.

Le défaut de ce système passif, à notre avis, bien qu'il soit pratiquement toujours adopté, à quelques exceptions près (nous pensons à certaines enceintes, Cabasse entre-autres...) et peut être parce que les acousticiens ne sont pas forcément des électroniciens ! Le défaut se situe surtout au niveau de la charge des HP, l'amplificateur n'excite pas directement la bobine des transducteurs, comme c'est le cas avec le filtrage actif.

Si le filtrage actif demande 3 amplificateurs par enceinte, comme il n'y a pas de perte due à l'insertion de composants passifs dans le trajet de la modulation, on peut utiliser des modules de petite et moyenne puissance en amplification.

Le schéma de la Figure 1 permet d'entrevoir le système actif que nous vous proposons de réaliser. Vous connaissez déjà, grâce au n° 78 de Led, le filtre actif 3 voies et l'amplificateur ponté, il nous reste donc à voir l'étude du module stéréophonique.

LES TDA 1510 ET 1515 EN STEREO

• LES SCHEMAS DE PRINCIPE

Ils vous sont proposés aux Figures 2A et 2B. Il n'y a pas de différences fondamentales entre-eux, quelques valeurs de composants RC ne sont pas les mêmes. Par contre, la résistance R3 de 22 Ω nécessaire au TDA 1510 disparaît avec le 1515, les broches 10 et 11 sont strapées.

La broche 4 non connectée du TDA 1510 est reliée à la masse avec le 1515, nous avons prévu à cet effet, deux pastilles sur l'implantation du circuit imprimé.

La modulation appliquée aux broches 2 et 12 est disponible fortement

amplifiée aux broches 5 et 9.
Ce montage est classique. Prenons le canal gauche de la Figure 2A en exemple.
La résistance R4 est la contre-réaction, elle relie la sortie de l'ampli OP à l'entrée inverseuse. Avec la résistance R5, elle détermine le gain en tension en boucle fermée de l'étage. Il est ici de 101. R5 en série avec le condensateur C3 forme un filtre qui élimine les basses fréquences.
Avec les valeurs de 1 kΩ et 4,7 µF, les calculs donnent une fréquence de coupure à -3 dB de 34 Hz.
Il en est de même en sortie avec le condensateur de liaison C5 et le haut-parleur. En se basant sur une charge de 4 Ω et en s'aidant de la traditionnelle formule :

$$f_c = \frac{1}{2 \pi RC}$$

nous obtenons 40 Hz.
On retrouve l'éternel circuit bouchon avec C4 et R6 qui élimine les accrochages HF.
Le condensateur C5 transmet la modulation au HP (signal alternatif), bloque la tension continue présente à la broche 5 et égale à +U/2.
La tension d'alimentation en entrée du module est découplée par un condensateur C12 de 0,1 µF.

• LE CIRCUIT IMPRIME

L'étude d'une implantation de CI est proposée à la Figure 3. Cette carte aux dimensions de 74 x 68 mm ne présente aucune difficulté de reproduction.

• LE CABLAGE

Le plan d'insertion des composants de la Figure 4 doit pouvoir vous éviter toute source d'erreur. Rappelons qu'avec l'utilisation du TDA 1515, il faut straper les deux pastilles situées au-dessus de IC1 et remplacer R3 par un strap également.
Veiller à l'orientation des condensa-

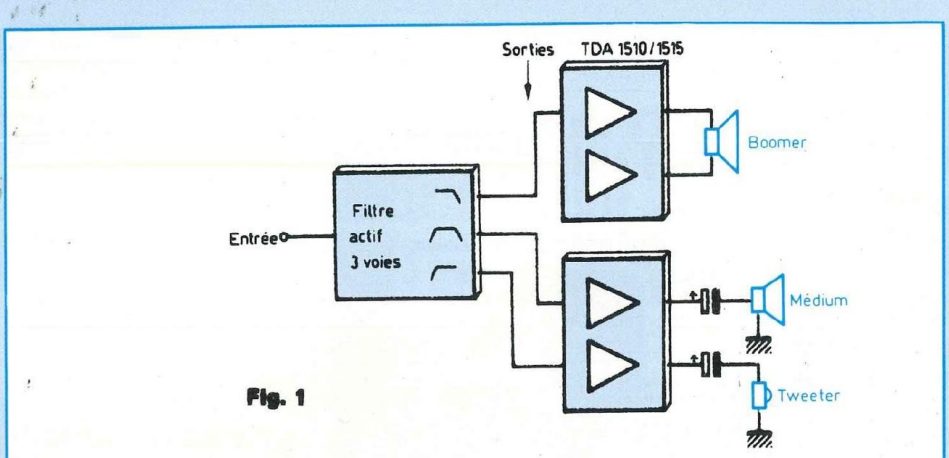


Fig. 1

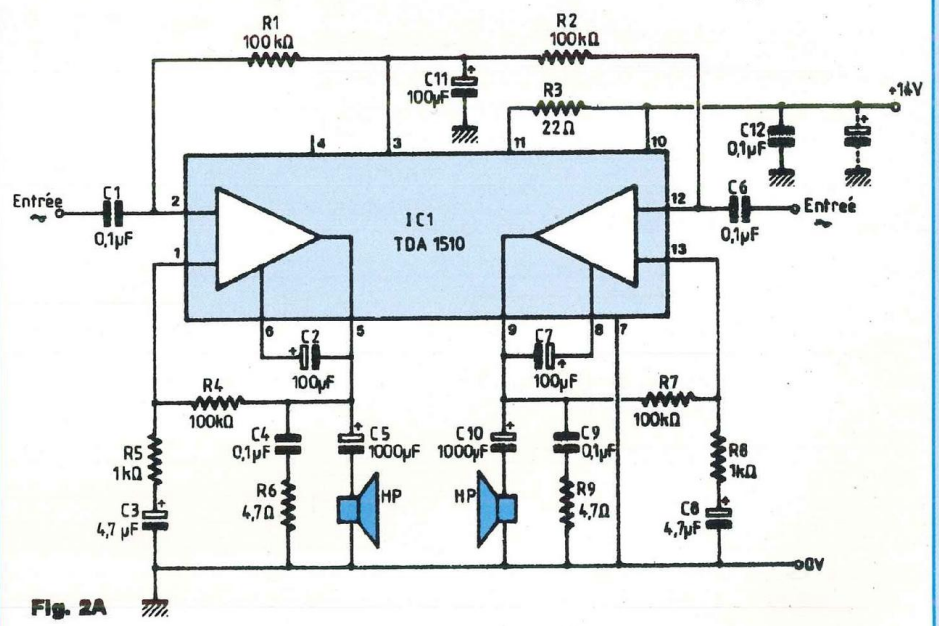


Fig. 2A

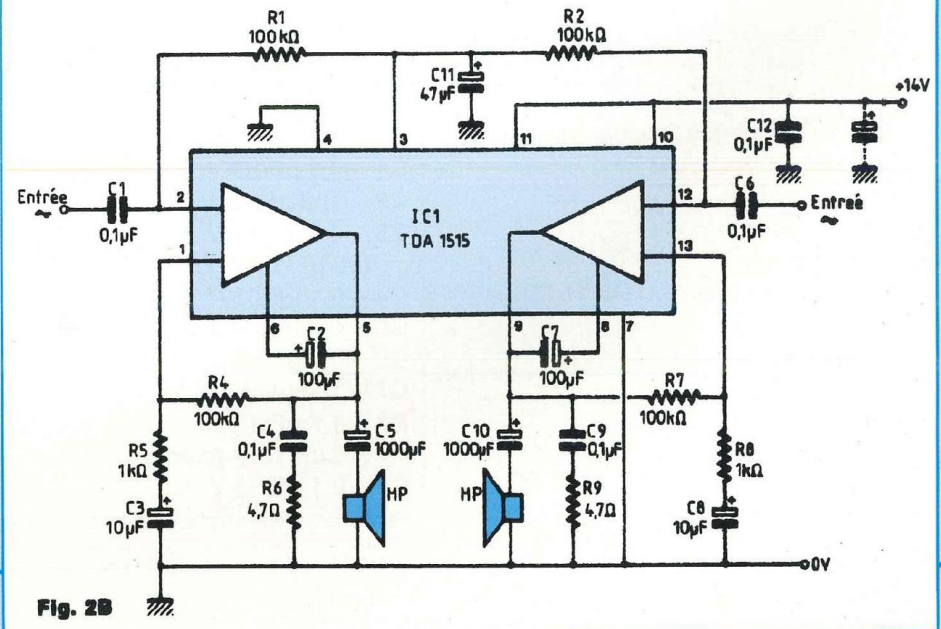


Fig. 2B

LES TDA 1510 ET 1515 EN STEREOPHONIE

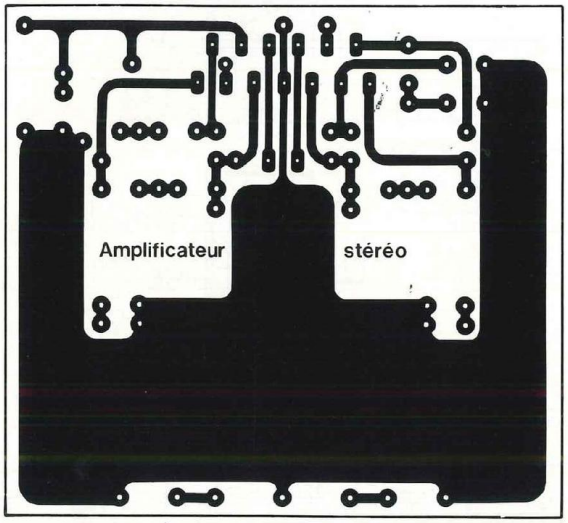


Fig. 3

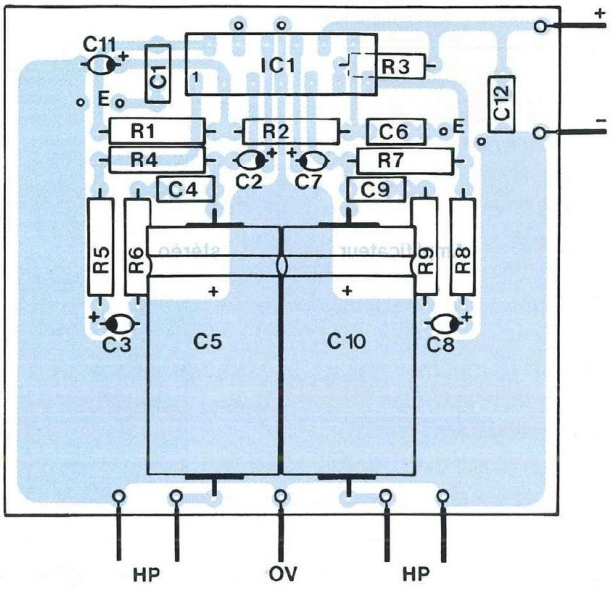


Fig. 4 : Rappelons qu'avec l'utilisation du TDA 1515, il faut straper les deux pastilles situées au-dessus de IC1 et remplacer également R3 par un strap (queue de résistance par exemple).

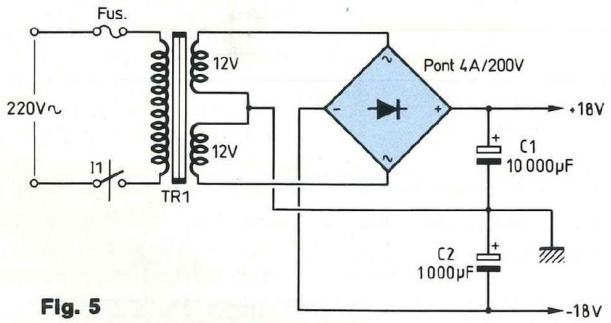


Fig. 5

NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

• Résistances à couche métallique
± 5 % 1/2 W
R1 – 100 kΩ
R2 – 100 kΩ
R3 – 22 Ω
(supprimée avec le TDA 1515)
R4 – 100 kΩ
R5 – 1 kΩ
R6 – 4,7 Ω
R7 – 100 kΩ
R8 – 1 kΩ
R9 – 4,7 Ω

• Condensateurs
C1 – 0,1 µF/63 V
C2 – 100 µF/16 V
C3 – 4,7 µF/16 V
(10 µF/16 V pour le TDA 1515)
C4 – 0,1 µF/63 V
C5 – 1000 µF/16 V
C6 – 0,1 µF/63 V
C7 – 100 µF/16 V
C8 – 4,7 µF/16 V
(10 µF/16 V pour le TDA 1515)
C9 – 0,1 µF/63 V
C10 – 1000 µF/16 V
C11 – 100 µF/16 V
(47 µF/16 V pour le TDA 1515)
C12 – 0,1 µF/63 V

• Semiconducteur
TDA 1510 ou TDA 1515

• Divers
Dissipateur
Picots à souder
Visserie de 3 mm

DE NOMBREUSES APPLICATIONS

teurs polarisés, surtout si vous utilisez des tantales gouttes.

Le câblage de ce module terminé, il doit fonctionner dès la mise sous tension, aucun réglage n'étant nécessaire.

L'ALIMENTATION

Dans notre projet, nous ne sommes pas limités par la tension d'alimentation d'une batterie, ce qui était le cas avec le Booster.

Dans ces conditions, nous allons porter celle-ci à un potentiel de +18 volts, valeur autorisée par le constructeur du TDA ...

Une tension d'alimentation plus élevée nous permettra de tirer plus de puissance de nos modules, on ne s'en plaindra pas !

Le schéma théorique de celle-ci est proposé à la Figure 5. Une alimentation symétrique est nécessaire pour le filtre actif, aussi avons-nous recours à un transformateur torique de 2 x 12 volts de tensions secondaires. Après redressement et filtrage, $U\sqrt{2}$ nous donne des tensions continues de ± 17 V. Le filtre actif ayant une faible consommation, la tension négative ne nécessite pas une capacité de filtrage de forte valeur, ce qui n'est pas le cas pour la tension positive, les modules de puissance consommant beaucoup de courant.

LES INTERCONNEXIONS

Elles sont fort simples à réaliser. La modulation est à appliquer à l'entrée du filtre actif, celui-ci étant alimenté en ± 17 V (au lieu de ± 15 V).

La sortie "Grave" est à relier à l'entrée de l'amplificateur en pont et les sorties "Médium, Aigus", aux entrées de l'amplificateur stéréophonique.

Les sorties des amplis chargent directement les haut-parleurs (ne pas oublier de déconnecter le filtre passif). L'ampli ponté est réservé au Boomer, celui-ci consommant beaucoup plus d'énergie que le Médium ou le Tweeter.

A l'exception du câble d'entrée du filtre actif qu'il est préférable de prévoir en blindé, les autres interconnexions peuvent être effectuées avec du fil ordinaire. Celles-ci ne sont que le reflet du synoptique proposé en Figure 1.

D.B.

une initiative Led

FICHE RENSEIGNEMENTS LECTEURS

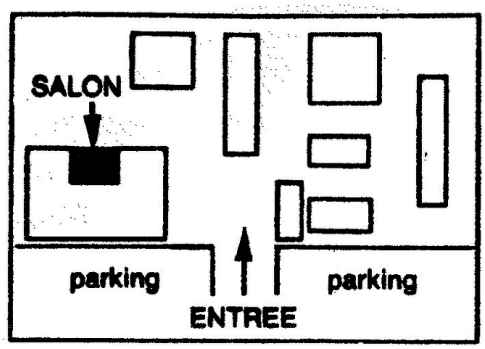
De nombreuses communications téléphoniques et un très important courrier auquel nous ne pouvons pas toujours faire face nous ont amené à constater que des lecteurs, surtout en province, éprouvent des difficultés d'approvisionnement en composants pour la réalisation de nos maquettes. Afin de vous aider à résoudre ce problème, vous trouverez dorénavant dans chaque numéro une fiche-lecteur qu'il vous suffira de nous retourner sous enveloppe affranchie à vos nom et adresse. Une réponse vous sera donnée très rapidement.

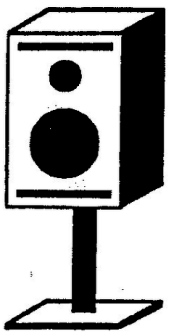
MONTAGE EN COURS
d'après Led n°

Adresser cette fiche et l'enveloppe affranchie à votre nom aux EDITIONS PERIODES - Service Lecteurs : 1, bd Ney, 75018 Paris

DU 12 AU 21 OCTOBRE

SALON DU KIT AUDIO
à la FOIRE INTERNATIONALE
de MONTPELLIER





Marques représentées :
AUDAX, DAVIS, FOCAL, ETON, VISATON,
SEAS, CAF, DYNAUDIO, L'ESPACE, VERDIER

organisé par :
KIT ACOUSTIC - 9, rue Méditerranée 34000 Montpellier - Tél. 67 65 57 68

REPONSES **FICHE RENSEIGNEMENTS LECTEURS**

LES MOTS CROISES DE L'ELECTRONICIEN

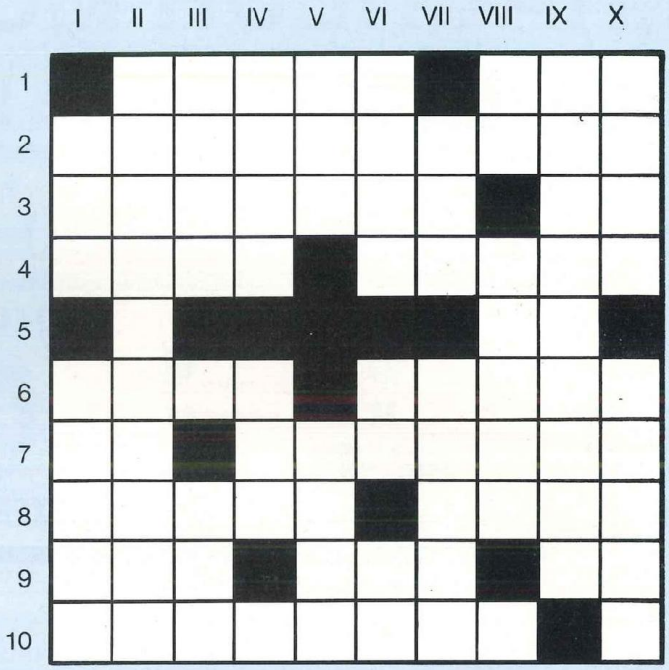
par Guy Chorein

Horizontalement :

1. Groupe de particules chargées produites par l'interaction d'une particule de haute énergie avec la matière. Peut être bleu dans un sens... et fleur bleue dans l'autre. - 2. En radioélectricité, se dit d'une source d'ondes entretenues de faible amplitude produisant des battements par interférence permettant le changement de fréquence et la réception des ondes entretenues. - 3. En informatique, ensemble des travaux comprenant l'étude détaillée d'un problème, la conception d'une méthode permettant de le résoudre et la définition précise du traitement correspondant sur ordinateur. Sur une plaque étrangère. - 4. Fort pour la résistance. Ensemble de 8 électrons formant dans certains atomes, dans certains ions, une couche extérieure particulièrement stable. - 5. Moderne. - 6. En informatique, instruction provoquant une modification de la séquence normale des instructions d'un programme d'ordinateur. Emission déconseillée à tous les publics... - 7. Possessif inversé. On y va avant de faire enregistrer sa voix. - 8. Dans un champ (... qui n'a rien de magnétique). Préposition qui veut dire en, dans (en anglais). - 9. Chef en Bulgarie. Exhale un air des forêts. Emprunté à crédit. - 10. Corps conducteur d'un condensateur électrique.

Verticalement :

I. Chapeau anglais. Peut donner des fourmis dans les jambes. - II. Appareil producteur de courant électrique. - III. Son homme s'occupe de ses affaires. Vit naître un grand atomicien. - IV. Enregistré pour la seconde fois. Pour le garder longtemps, certains préfèrent le noyer (de bas en haut). - V. Sur Marne. Favorise. - VI. Sur la boussole. Conseillée si vous aimez la voix de Gary Cooper. D'un auxiliaire. - VII. Avec de l'OR son envers ne vaut pas son endroit. Passer dans une autre pièce. - VIII. Un rapide tour de Nancy. A raviver si l'on ne veut pas geler. - IX. Quantité d'électricité que débite un courant continu pendant l'unité de temps. - X. Vraiment pas courant. Mange légèrement.



Vds : oscillo Hameg 312-8 : 2 400 F. Multimètre digital Metrix MX 512 : 600 F. Alimentations diverses (5 V/12 V). Revues et livres électronique et informatique. Liste sur demande. J.-P. Vaidy 3, rue de Berry, 78370 Plaisir - Tél. (1) 30.55.48.46.

Cherche : 1°) Logiciel de jeux ou copies pour Oric Atmos. 2°) Schéma de filtre sélectif pour TV bande III, IV, V. Faire offre à : Braz Fernand, 24, chemin de l'Espérance, 08170 Haybes - Tél. 24.41.04.92.

Vends à 60 % de leur valeur :
– Récepteur scanner AOR 2001 (réception en manuel ou auto, de 25 à 550 MHz sans trous, en AM, NFM et WFM, mémoires, etc.) ;
– Ampli K 701 de 100 W à lampe pour CB 27 MHz ;
– Magnétophone de poche à micro-cassettes (2 vitesses, déclenchement à la voix, etc.).
Matériels en TBEG et comme neuf. Tél. 26.84.02.07.

Cherche 1 haut-parleur Axiom 80, schéma de câblage de la Thorens TD 145 MK II, renseignements et caractéristiques du Jensen G 610 et de l'University M15T. Fabreguettes R., Lot Prévescal Rambaud 05000 Gap.

Vends magnétophone à bandes Revox B77 MK2 + bandes. Vends préampli Hafler DH 101. Vends amplificateur Hiraga 2 × 20 W (à dépanner). Prix à débattre. M. Migeon Bernard 18350 Nérondes. Tél. 48.80.21.27 après 20 h.

KIALI INGENIERIE

ETUDE ET REALISATION DE CIRCUITS IMPRIMES

- C.I. (étamé percé) 55 F/dm² en SF, 75 F en DF d'après mylars.
- Réalisation de mylars à partir de schémas de revues : 60 F/dm². Chèque à la commande. Port : 25 F.

KIALI INGENIERIE 3, rue de l'Abbé Carton 75014 Paris

Délais rapides, qualité professionnelle.

- Tirage de vos films d'après fichiers format Gerber et HP-GL. Disquettes à fournir : tous formats
- CAO d'après schémas structurels

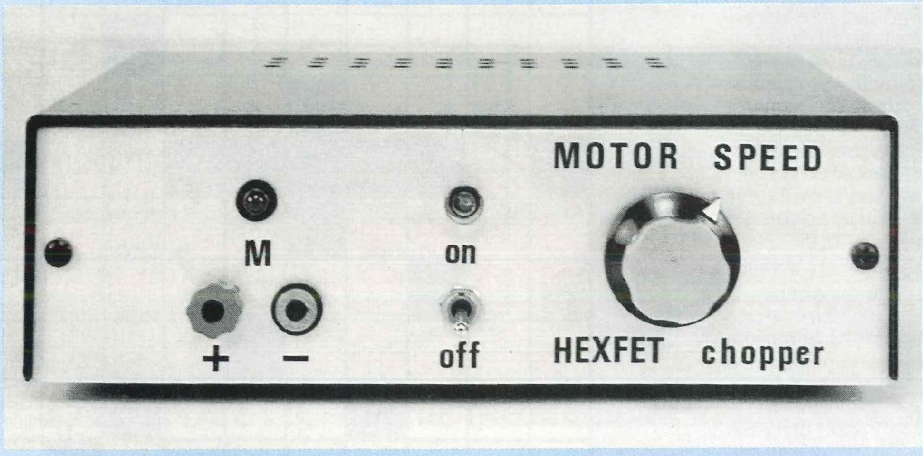
SERVICES INFORMATIQUES

- **Conseils et informatisation, conception de logiciels d'après cahier des charges, vente de tous matériels (ordinateurs, cartes, périphériques, imprimantes, etc.) et logiciels.**
- Documentation gratuite sur demande.
- **Réalisez vos mylars vous-même à partir de schémas de revues.**
  Fourniture : de 2 films 200 × 300 mm + REV/FIX, lampe + douille + notice : 200 F.
  2 plaques époxy positives 200 × 300 mm : 100 F
  Port et emballage : 35 F.

Vente de tous films photosensibles.
Tél. 45.40.78.25 ou 40,44.46.94

HACHEUR MOSFET

POUR VOS CIRCUITS IMPRIMES



On ne rencontre que rarement les transistors de puissance "MOSFET" dans Led et d'autres magazines de moindre intérêt d'ailleurs. Pourtant, les "HEXFET" de la série IRF et leurs concurrents (aujourd'hui nombreux) ont acquis une position très forte sur le marché industriel et professionnel du composant.

Nous vous proposons ici de comprendre et réaliser une technique simple et très performante qui vous donnera une excellente idée sur la question avec un variateur de vitesse au rendement imbattable pour votre perceuse de circuits imprimés, convertible en rhéostat pour éclairage auto, etc...

LE PRINCIPE ET L'INTERET DU HACHEUR

Malgré un nom barbare, qui se porte mieux en "chopper" dans les pays Anglo-Saxons, c'est bien de la forme la plus élémentaire que peut prendre une alimentation à découpage dont il est question.

L'idée de base est amusante qui affirme qu'en alimentant une charge de temps en temps pendant un certain temps, il se passera bien quelque chose. Le résultat vérifié sur une ampoule 12 V conduit rapidement à penser qu'il vaut mieux alimenter tout le temps avec des "portions d'énergie" répétitives pour doser un éclairage en économisant l'énergie.

La Figure 1 montre avec humour en quoi consiste le problème : S2 fermé, on dispose avec S1 de la faculté de passer du maximum d'éclairage (fermé) à un niveau réduit calibré par une résistance de forte dissipation (S1 ouvert). La bonne idée consiste à refermer S1 pour se déchaîner manuellement sur S2 qui, à grande vitesse, donnera la même lumière sans pertes mais c'est carrément épuisant pour l'opérateur.

Dans cet exemple, mais aussi dans le cas d'un moteur électrique (par exemple d'essuie-glaces), si l'on découpe assez vite, **la charge fera d'elle-même l'intégration du signal de puissance "carrée" en puissance moyenne**. Il devient même possible de l'alimenter en surtension (100 Volts par exemple) à condition de bien adapter la fréquence et **la durée** des impulsions "carrées" d'énergie. C'est tout un art, mais il fallait le signaler ; l'essentiel reste le principe d'intégration (lissage) automatique par la charge elle-même.

A LA RECHERCHE DU COMMUTATEUR IDEAL

On écarte d'emblée le CD 4016, le 2N 2222, le thyristor, le GTO (thyristor blocable par la gâchette) et l'IGBT (transistor associant MOSFET d'entrée et bipolaire de puissance en montage Darlington) qui sont excellents pour d'autres applications. Nous sommes en continu, la tension est inférieure à 50 V et le courant de 0 à 5 Ampères.

Il reste à choisir entre deux technologies, le bipolaire et le MOSFET, avec en bipolaire, l'obligation de cascader au minimun deux transistors pour obtenir un gain suffisant. Ici, nous appelons gain le rapport Ic/Ib des **courants** d'un transistor bipolaire, il n'est jamais question de gain en tension quand on commute car il n'y a que des pertes et le jeu consiste à les minimiser.

La Figure 2 permet d'identifier clairement les électrodes et symboles typiques des transistors comparables en bipolaire et MOSFET, avec indication du sens conventionnel de circulation du courant principal (celui d'utilisation). La finalité est la même,

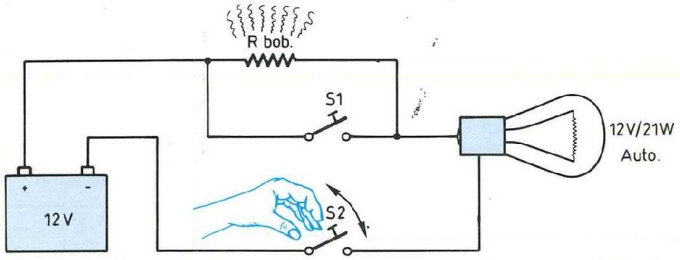


Fig. 1 : Principe dépassé et épuisant pour réduire la lumière.

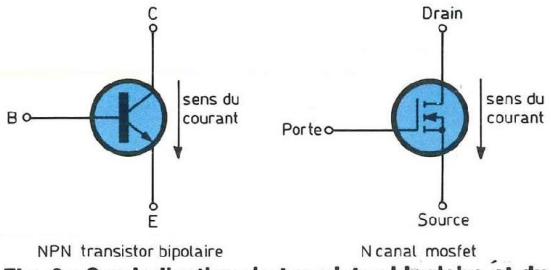


Fig. 2 : Symbolisation du transistor bipolaire et du MOSFET.

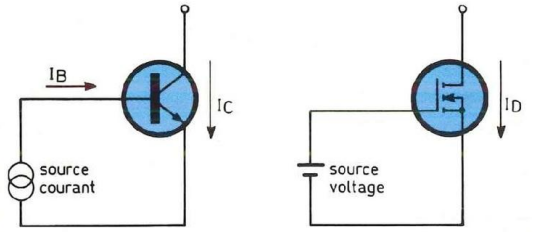


Fig. 3 : Différence capitale de comportement pour un même résultat.

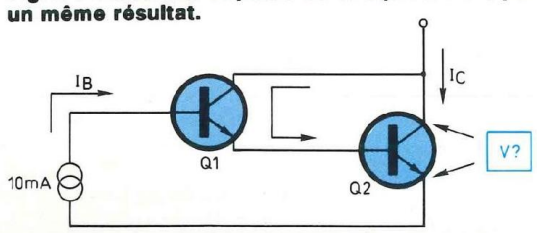


Fig. 4 : Mauvaise solution pour la charge (Darlington).

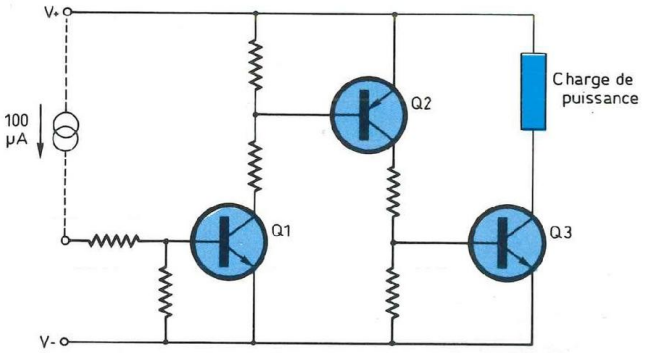


Fig. 5 : Amplificateur de commutation à performances élevées (tout bipolaire).

chaque dispositif étant capable de conduire le courant voulu en réponse à une commande judicieuse appliquée à une électrode spécialisée (Base ou Gate).

En Figure 3 toutefois, apparaît une différence flagrante de comportement quant à cette commande. En bipolaire, une **source de courant énergique** (compter 1A sous 1V) permet la circulation d'une intensité de Base en Emetteur qui force le transistor à entrer en régime de saturation Collecteur–Emetteur (conducteur).

En MOSFET par contre (Figure 3b) une **source de tension** (même un groupe de vieilles piles) capable de fournir seulement 10 mA (le courant d'une LED) sous 12 à 15 V pour charger un condensateur interne Gate–Source suffira à placer le MOSFET en saturation Drain – Source pour obtenir la même circulation de courant.

Si notre signal de commande est un créneau issu d'une base de temps à circuit intégré, il est déjà évident qu'un circuit C MOS puissant (un buffer) alimenté sous 15 Volts permet la commande idéale du MOSFET de puissance ; en contre-partie, il y a trop de Volts et pas assez de milliampères pour un bipolaire, tant s'en faut !

On se tourne dans ce cas vers la structure Darlington de la Figure 4 qui est, par excellence, le mauvais choix, une "vraie–fausse" solution comme il en existe tant en électronique. Son seul avantage est de bien offrir le gain en courant nécessaire, d'environ 500 fois puisqu'égal au produit des gains respectifs de Q1 et Q2.

Hélas, ce montage confortable pour l'esprit ne l'est pas pour la charge qui se verra **sous–alimentée** du fait de l'inévitable perte de 1,2 V à 2,5 V aux bornes du commutateur de puissance (Q2). Avec un 2N 1711 et un 2N 3055 par exemple, on perd aisément 0,5 V (V_{CE} sat du 1711) plus 1,2 V (V_{BE} sat du 3055) et ceci sans aller chercher des vitesses de commutation ou des intensités élevées.

Nous avons négligé les résistances base–émetteur qui s'imposent sur chaque transistor pour la stabilité thermique des conditions établies et l'accélération à la coupure, mais un Darlington intégré les possède par nature.

En Figure 5, nous donnons un schéma performant qui procure une faible perte de tension du commutateur final (Q3). Le gain en courant sur les 3 étages cascadés en mode complémentaire dépasse facilement les 10 000 fois, avec par exemple un 2N 2222 (Q1) un 2N 2905 (Q2) et un 2N 3055 (Q3).
Cet amplificateur de commutation permet d'associer vitesse, sensibilité d'entrée et tension maximale à la charge avec des composants universels, au prix d'une sélection attentive des résistances de polarisation qui sont toutes présentes sur la Figure 5.
On déplorera la baisse de rendement accrue due au fait que le courant de commande de Q3 (0,5 à 1 A) passe par Q2 et non plus **par la charge** comme en Figure 4. La comparaison énergétique vaut son calcul pour une charge donnée, mais le MOSFET va mettre tout le monde d'accord...

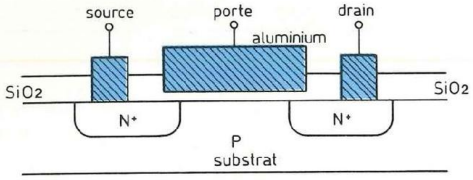


Fig. 6 : Ancêtre du MOSFET de puissance : le type "horizontal".

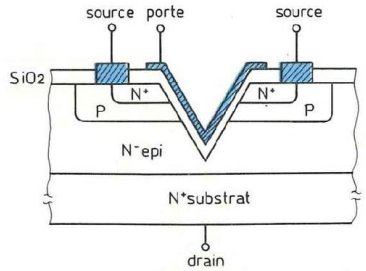


Fig. 7 : Le fameux VMOS de Siliconix aujourd'hui dépassé (VN 88 ou 46).

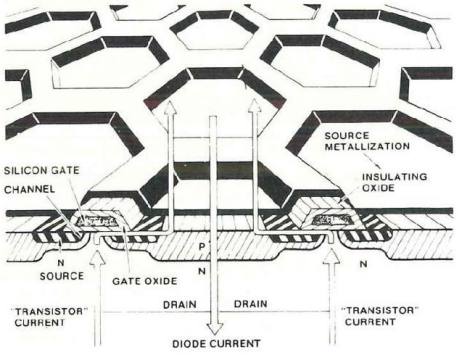


Fig. 8 : La remarquable structure hexagonale d'un HEXFET International Rectifier qui lance le D² MOS multicellulaire (IRF).

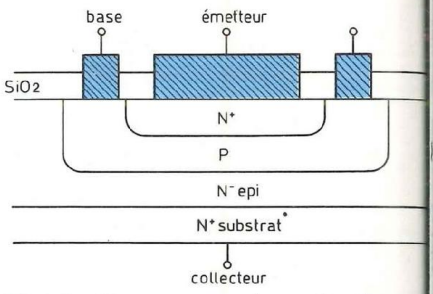


Fig. 9 : Pour comparaison, le planar épitaxial double diffusion : V-Bipolaire ?

LES MOSFET VITE FAIT

Tout d'abord, le vocabulaire : on lit à tort et à travers VMOS pour les MOSFET de puissance de tous types. Toutefois, l'appellation VMOS concernait une structure siliconix (excellente mais coûteuse) qui avait un sillon central en V comme le montre la Figure 7 et constituait une évolution de la structure primitive de la Figure 6.
La raison majeure du nom VMOS vient en fait de la différence entre Figure 6 et 7 : le type "horizontal" en 6 est ainsi nommé (on dit aussi "latéral") car Source et Drain sont sur le même plan qui impose une **circulation horizontale du courant dans le corps et substrat**. Ce type consommait énormément de surface de silicium pour atteindre des tensions et courants intéressants.
En Figure 7, Siliconix réalise une puce "multicouches" où le Drain constitue le substrat (et va au boîtier) et **où le courant principal circulera verticalement vers la Source** qui reste dessus. A noter le joli sillon central, très délicat et causant beaucoup de ratés en production d'où le prix et finalement l'évolution vers l'exemple-type du MOS de puissance actuel de la Figure 8.
Le superbe nid d'abeilles est un HEXFET d'International Rectifier, introduit en France vers 1980 et aujourd'hui n° 1 mondial de la spécialité. On entre ici dans le multicellulaire définitif où la seule évolution possible désormais est le nombre de cellules qui vient d'augmenter puisque les IRF actuels sont gravés à 1,2 micron contre 1,5 micron précédemment sur des machines pour circuits intégrés LSI.
Il y a aussi les SIPMOS de Siemens avec une géométrie de source carrée, les TMOS de Motorola, puis plein d'autres avec des triangles, etc.
Tous sont aujourd'hui des MOS à double diffusion (D² MOS), et des "verticaux" SAUF précisément les HITACHI de la série "S".
Les MOSFET "Latéraux" de la série S HITACHI ne sont célèbres qu'auprès des amateurs de Hi-Fi avec les paires 2 SJ/2 SK qui ont le mérite d'avoir été mis en production de masse en 1977, ce qui fut une première en complémentaires 100 W.
Nous n'avons pas trouvé la coupe de la puce, mais elle combine les Figures 6 et 8 pour donner un type multicellulaire à circulation horizontale du courant (type latéral).
A signaler qu'aujourd'hui leur vente continue (faible) mais que le catalogue déborde de D-MOS (verticaux) dont la signification est explicite.
Tous ces transistors diffèrent un peu électriquement, surtout entre HEXFET (et autres) et les "S" de HITACHI. Nous donnons pour mémoire en Figure 9, un bipolaire qui

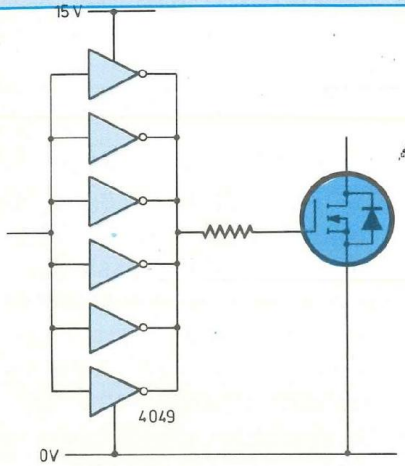
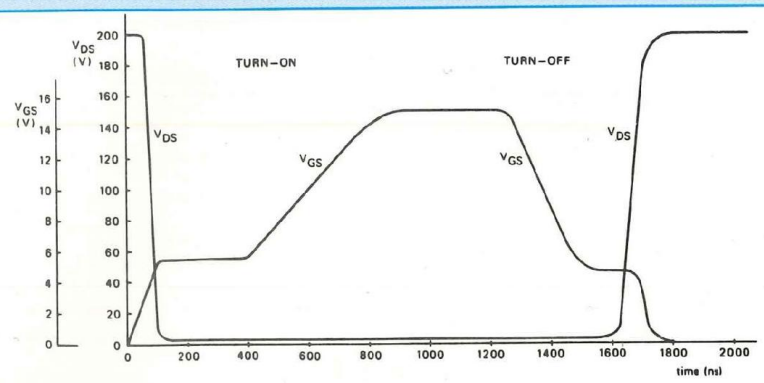


Fig. 10 : Commande de MOSFET par un CD 4049 entier.



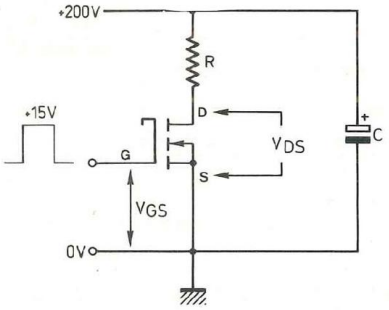


Fig. 11 : Relevé des formes d'onde en hâcheur sur résistance.

a failli s'appeler V–BIP pour certains auteurs pressés.

La Figure 10 montre l'évidente simplicité d'une commande par "buffer" CMOS qui convient à tous les DMOS, tandis qu'elle **détruit** un latéral HITACHI par excès de tension Gate–Source. Ce schéma simple et performant concerne notre application et ne connaît de limite qu'en puissance, du côté positif du 4049 (ou 4050) qui est réalisé en MOSFET canal P et s'avère plus résistif.

Soit maintenant un MOSFET découpeur de haute tension pour une charge résistive comme en Figure 11 ; les oscillogrammes relevés à l'aide d'un bicourbe ont l'allure montrée avec cette cuvette normale du V_{DS} mais un surprenant créneau V_{GS} qui exprime **une réaction du transistor sur le générateur d'entrée**.

Ainsi, on entre un carré, et on ressort bien en inverse un carré, mais l'examen fait apparaître sur la Gate un signal fortement distordu :

— Au début de conduction, tout semble normal (0 à 100 ns ici)

— Quand le Drain est tombé vers 0 V, la capacité de Miller Drain–Gate s'est déchargée en créant une **surconsommation d'entrée** qui cause "le trouble de la Gate" symbolisé ici par un palier horizontal (100 à 400 ns en Figure 11).

— Ce trouble passé, V_{GS} remonte vers 15 V et y reste, ce qui maintient en saturation le canal Drain–Source – **La Gate ne consomme alors plus aucun courant de générateur** –

— A la coupure, on fait tomber V_{GS} et une nouvelle valeur de seuil d'origine capacitive cause un autre palier, puis le Drain remonte, ce qui arrange tout pour V_{GS} (1 600 à 1 800 ns) qui plonge rapidement à 0 V.

Notre Figure 11 accentue les choses pour signaler que les capacités internes apparaissant entre les 3 bornes d'un MOSFET et variables en tension sont la cause des particularités observées. Finalement, la Figure 12 rassemble les éléments à retenir dans un match comparatif bipolaire/MOSFET.

La résistance Drain–Source en saturation R_{DS} (ON) du MOSFET est donnée par un constructeur et évolue en température comme en Figure 13. Attention toutefois, lors d'un examen rapide de valeurs : cette résistance détermine une **progression en carré** des pertes selon le courant passant I_D ! (voir comparatif Figure 12).

Pour fixer les idées, comparons un 2N 3055 avec un IRF 530 qui est donné à 0,16 Ω à 25° C et en négligeant l'énergie de commande de l'un et de l'autre qui est très disproportionnée :

— Pour 2 A, le bipolaire chute 0,8 V, ce qui donne 1,6 W et le MOSFET vaut 0,18 Ω, soit 1,44 W de pertes. L'écart est faible.

	BIPOLAIRES	HEXFET et autres D² MOS
Performance en commutation	Dépendante de la température	Indépendante de la température
Temps de commutation	100 à 500 nsec	20 à 100 nsec
Temps de stockage des porteurs minoritaires	1 à 2 µsec	AUCUN (pas de porteurs minoritaires)
Caractéristiques de courant en valeur de crête	Limitée par le gain	Non limitée par le gain
Aire de sécurité du transistor	Limitée par le courant de second claquage	Limitée en puissance seulement (produit U x I)
Commande	En courant	En tension principalement
Puissance de commande	Peut atteindre 5 watts	Uniquement pendant les transitions de ON à OFF, sinon nulle
Polarisation inverse éventuelle	Avec I_{B2} négatif pour débloquer vite et bien	Possible mais inutile
Pertes directes du commutateur en conduction	$V_{CE\,(SAT)} \times I_C$	$R_{DS\,(ON)} \times (I_D)^2$

Fig. 12 : Comparatif en commutation.

IRF XXX		Tension Maxi (V)	$R_{DS\,(ON}$ (Ω)	I_D maxi à 100° C (A)	Puissance (W)	Commentaires
Plastique	Métal					
Z12		50	0,3	3,7	20	Ancien, bon prix
Z14		60	0,2	7,2	36	Nouveau, bon prix
Z 15		60	0,3	5,8	36	Nouveau, bon prix
Z 20		50	0,1	10	40	Ancien, excellent
Z30		50	0,050	19	75	Ancien, trop bien
Z 40		50	0,028	32	125	Ancien, inutile ici
Z 24	024	60	0,1	12	60	Nouveau, idéal *
Z 34	034	60	0,050	21	90	Nouveau, trop bien
Z 44	044	60	0,028	35	150	Nouveau, inutile ici
520	120	100	0,27	6,5	60	Nouveau, minimum
530	130	100	0,16	10	79	Nouveau, très bien
531	131	80	0,16	10	79	– idem –
532	132	100	0,23	8,3	79	Nouveau, bien
533	133	80	0,23	8,3	79	– idem –
540	140	100	0,077	20	150	Nouveau, inutile ici

Fig. 14 : Les HEXFET pour petite puissance de découpage.

— Pour 4 A, le bipolaire chute 2,3 V donnant 9,2 W et l'IRF passe à 0,22 Ω qui perdent 3,52 W. La différence est très marquée en faveur du MOSFET.

— Pour 8 A, le bipolaire chute 4 V donnant 32 W et le MOSFET à 0,27 Ω dissipe 17,3 W. Les chiffres sont élevés, mais le pourcentage d'écart n'est plus aussi bon, ce qui indique le remplacement du MOSFET par un type plus performant 0,1 Ω, comme l'IRF 540 qui ne perdrait que 10 W (ou l'excellent IRF Z 24).

LES HEXFET, BON EXEMPLE DE MOSFET

Ce sont les MOS de puissance d'International Rectifier qui propose un catalogue impressionnant avec une kyrielle de types complémentaires en canal P.

L'auteur qui considère que les HEXFET sont les semiconducteurs de puissance les plus robustes qui aient jamais été fabriqués, se borne aujourd'hui à l'aspect commutation en canal N, et développera ultérieurement les aspects linéaires et la question des couples N et P.

Il faut savoir cependant que, mis à part le surcoût du canal P (prix doublé en général), la mise en oeuvre en commutation est identique en inversant toutes les polarités. Concernant notre canal N, l'importance de la résistance "ON" a conduit à une nouvelle étude de géométrie et de densité des micro-MOSFET montés en parallèle sur une puce de taille fixe qui explique l'apparition de la série Z à meilleur prix.

Nous donnons en Figure 14, un tableau actualisé des **types envisageables** pour un hacheur maxi 50 V et maxi 5 A, tournant à environ 50 kHz et modulé en largeur d'impulsion (MLI = PWM). Le TO 220 coûte la moitié du TO 3 à puce identique et tolère 1,9 W contre 3 W en l'absence de radiateur, ce qui est possible pour un **courant utile moyenné** de 2 A maxi.

Le commentaire "ancien" ou "nouveau" signifie "génération I ou II" ou bien "HEXFET III". Ce nouveau design améliore la tenue en avalanche, en dv/dt, la lenteur de la diode parasite interne, la température permise et la robustesse générale

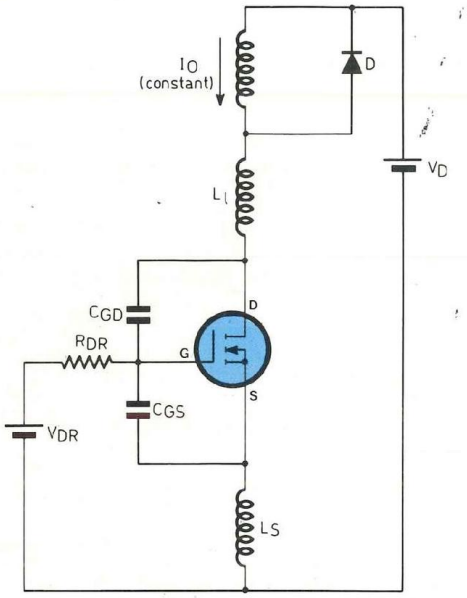


Fig. 15 : Principe du chopper avec ses éléments parasites.

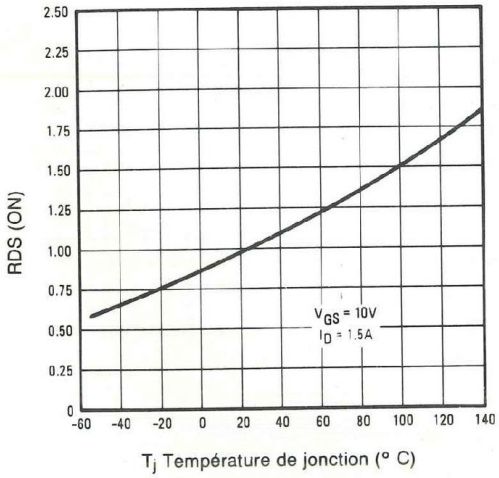


Fig. 13 : Résistance ON selon la température d'un MOSFET : refroidissement conseillé.

du modèle choisi. En découpage, les HEXFET III peuvent éviter les composants d'aide à la commutation et le circuit peut généralement être simplifié.

Actuellement, les produits livrés par International Rectifier sont des HEXFET III, ce qui explique l'amélioration remarquable des séries 520/530/540 dont les prix sont paradoxalement à la baisse. La série "Z" fait passer les puces 50 V en 60 V avec le nouveau "process", **et le type idéal pour aujourd'hui est l'IRF Z 24** (ou 34 au besoin). Tout bon MOSFET de 0,1 à 0,25 Ω / 50 V minimum convient comme équivalence.

PRINCIPE SIMPLIFIE

Il convient à une grande vitesse (> 25 kHz) où les éléments HF interviennent comme en Figure 15, mais nous allons tout simplifier. Le générateur de commande VDR attaque le MOSFET à travers RDR qui symbolise sa propre résistance interne plus celle du circuit de Gate. Une résistance physique vaudrait ici de 10 à 150 Ω, mais on l'oublie.

Ce générateur est en effet considéré comme suffisamment énergique pour se rire des capacités parasites CGS et CGD, comme nous le verrons en pratique. ; exit les capacités, il reste des bobines, un MOSFET et une diode en parallèle sur la charge.

Maintenant tout compte : si la charge est inductive, elle l'est fortement , ce qui laisse croire à un courant Io constant en conduction, lequel traverse la self de ligne LI qui est le **cordon électrique** du moteur (ou de la lampe). L'inductance de source LS est une contre-réaction gênant la commande en vitesse, mais ici, on peut la négliger totalement.

Reste donc un MOSFET chargé par une petite inductance de câblage et une charge très inductive ou seulement résistive (lampe) calmée par la "diode de roue–libre" D.

C'est à la coupure du MOSFET que les choses se compliquent avec la tension Drain qui remonte et le courant Io qui **continue à circuler** un bref instant.

Ce moment présente au MOSFET une puissance importante Io x VDS, car le moteur fonctionne en dynamo. Si la charge est une lampe, le Drain verra néanmoins une surtension due à LI et qui peut le conduire en avalanche. D'où l'intérêt des HEXFET III qui tiennent bien ce régime (dans leurs limites).

La diode de roue libre est nécessaire avec un moteur et doit pouvoir conduire un courant égal à celui du moteur, puisque c'est de lui qu'il s'agit. On démontre qu'en **basse tension**, il est avantageux de choisir un type ultra–rapide (très faible temps de recouvrement) de la famille 35 nsec, fort courant pour une faible chute et haute tension pour la technologie. Un type 8A/200V/ 35ns comme le FRP 820 (NS/Fairchild) ou RUR 820 (RCA) est idéal. Toute équivalence planar épitaxiale conviendra (familles ULTRA FAST).

Cette diode, bien choisie comme très

performante, suffira à maîtriser le temps "OFF" du moteur où, à la transition de coupure, ce temps est des watts (et non de l'argent) et le recouvrement long d'une 1N 5401 ou BY 251 par exemple, échaufferait diode et MOSFET avec possibilité de destruction de la diode, entraînant celle du MOSFET, au minimum les pertes sont assez déprimantes ... et il faut descendre à 5 kHz environ, ce qui s'entend !

SCHEMA DEFINITIF DU HACHEUR 50 kHz

On le découvre en Figure 16 et nous avons choisi le haut rendement avec un transformateur torique 2 x 9 V donnant aux bornes du réservoir C1 environ 25 V continus moyens. Avec des diodes 1N 4001 à 4004 on forme un pont 2 A (P1) qui convient à une perceuse 12/14 V – 2 A et peut être d'un type différent au besoin.

Un régulateur 15 Volts protègera les composants critiques : base de temps à 555 et ampli/séparateur 4049 se limitent à +18 V, l'IRF à +20 V sur sa Gate. Il est clair que sur batterie automobile, transfo + pont + régulateur sautent et la batterie se place sur C1 qui alimente alors le générateur PWM.

Cette section constituée par IC1 et ses 5 composants est un oscillateur stable en fréquence (laquelle se détermine par C3) dont le rapport cyclique est continûment variable de presque 0 à 100 %. En vrai bien sûr, ce sera de 5 à 95 % en fonction du réglage du potentiomètre de vitesse (speed), car une diode permet la charge et l'autre la décharge de C3 par la sortie du 555 (pin 3).

La nouvelle sortie est la borne habituelle de décharge (pin 7) que l'unique résistance R1 polarise au + 15 V, ce qui arrange le CMOS

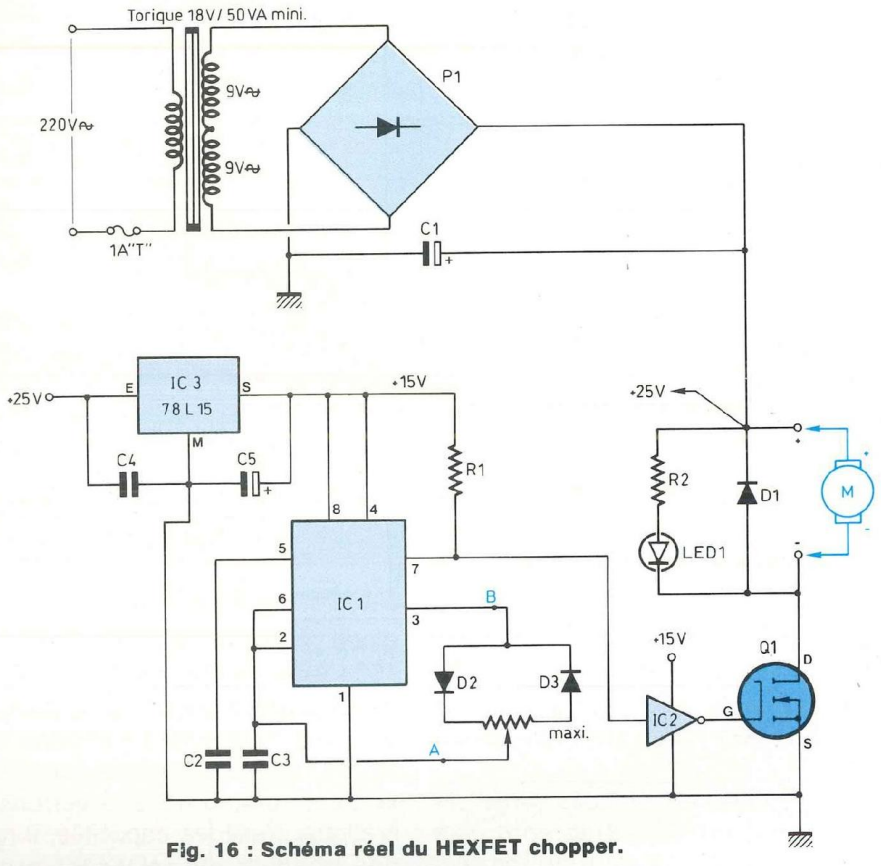


Fig. 16 : Schéma réel du HEXFET chopper.

(IC2) en l'attaquant à niveau positif correct. Ce buffer 4049 voit ses six portes montées en parallèle pour obtenir la puissance requise par la charge capacitive du circuit de Gate de Q1 (200 à 1 500 pF typiquement).

REALISATION PRATIQUE

Elle se conduit en premier lieu avec le circuit imprimé dont le tracé est en Figure 17, où il importe de noter la largeur des pistes de puissance qui permet à la fois de minimiser les résistances parasites et de servir de refroidissement au pont et à l'HEXFET. On recommande de percer en 0,8 mm puis 1 ou 1,2 mm pour les composants de puissance et d'étamer ces pistes au fer.

• Résistances

R1 – 6,8 kΩ / 1/4 W
R2 – 680 Ω / 1/2 W

• Potentiomètre

Type linéaire 22 kΩ pour façade et avec bouton

• Condensateurs

C1 – 4700 µF / 25 ou 30 V
C2 – 0,1 µF / 63 V LCC
C3 – 1 nF / 250 V LCC
C4 – 0,33 µF / 63 V LCC
C5 – 100 µF / 16 V

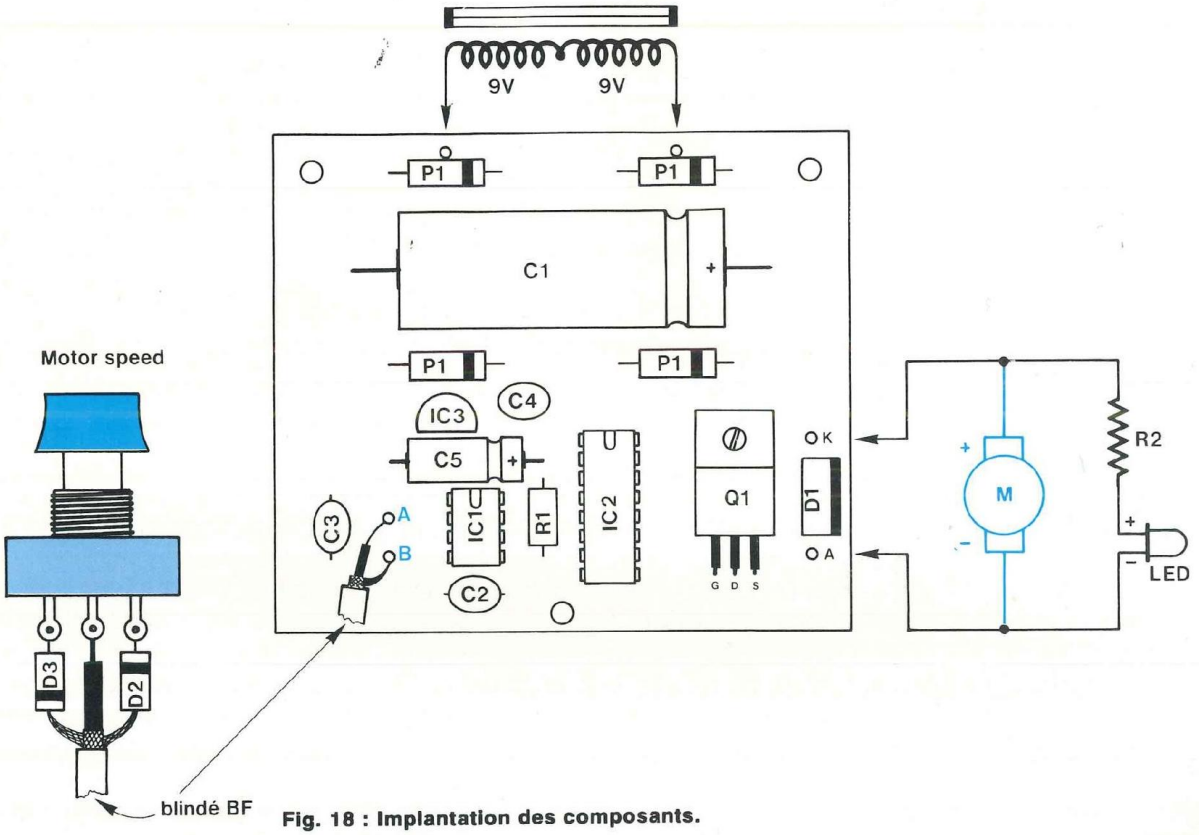
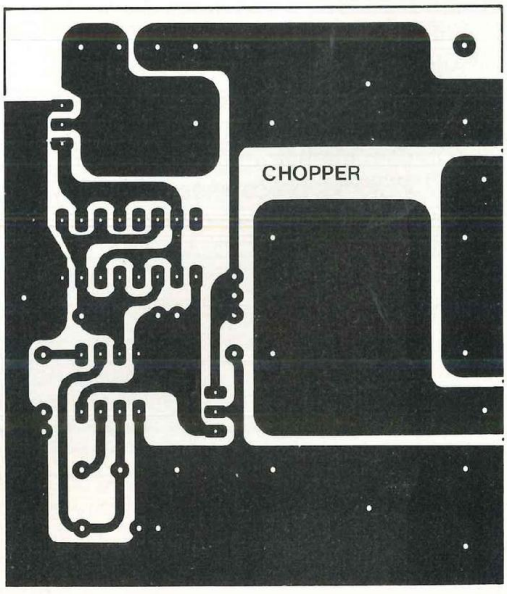


Fig. 18 : Implantation des composants.

Fig. 17



ENCLATURE DES COMPOSANTS

Semiconducteurs

Q1 – IRF Z 24 International Rectifier (HEXFET à choisir en Figure 14)

C1 – NE 555 ou TLC 555 ou ICM 7555 ou LMC 555
C2 – CD 4049 CN, BCN, UBCP
C3 – µA 78 L 15 (ou 78 M 15)
D1 – FRP 820 (NS/FAIRCHILD) ou RUR 820 (HARRIS) ou MUR 820 (MOTOROLA) etc.

P1 – 4 x 1N 4002 à 4004 (ou pont moulé 4 à 6 A)
D2 – D3 – 1N 4148

LED1 – 5 mm rouge avec clip de montage

• Divers

Transformateur torique 2 x 9 V / 50 à 80 VA

Coffret ESM : EB 16/05 FA
Porte–fusible châssis avec fusible 1 A ou 1,6 A "T"

Voyant néon 220 V (facultatif)
Inter secteur, passe–fil, douilles banane, etc.

HACHEUR MOSFET

La pose des éléments s'appuie sur la Figure 18 et nous conseillons simplement de monter Q1 et D1 provisoirement sans couper leurs pattes à des fins de contrôle, car leur température variera énormément selon la charge et leur référence exacte. Dans tous les cas, souder en dernier le MOSFET et dans l'ordre D, S et finalement Gate pour la protéger des charges statiques du fer.

A noter sur la prétendue fragilité des FET, qu'il s'agit d'une légende et que les plus sensibles sont par chance les moins chers, ceux qui ont une faible capacité d'entrée. Voici la recette pour souder et dessouder des MOSFET de puissance :

— Montage non alimenté, souder Gate après Source, ou toucher avec la paume la piste de Source ou la broche elle-même avant de toucher à la connexion de Gate.

— Montage sous tension, ne jamais toucher la Gate avec le fer, ceci conduit, neuf fois sur dix, à la perforation de l'oxyde de Gate (condensateur G-S devenant résistance) et votre MOSFET devient un transistor unipolaire (il marche encore, mais chauffe) ou bipolaire (à changer).

Si votre HEXFET est brûlant, le monter isolé sur une paroi du coffret avec un petit U et un mica graissé sur les deux faces, idem pour la diode, mais les composants préconisés s'en passent évidemment. Avec des modèles

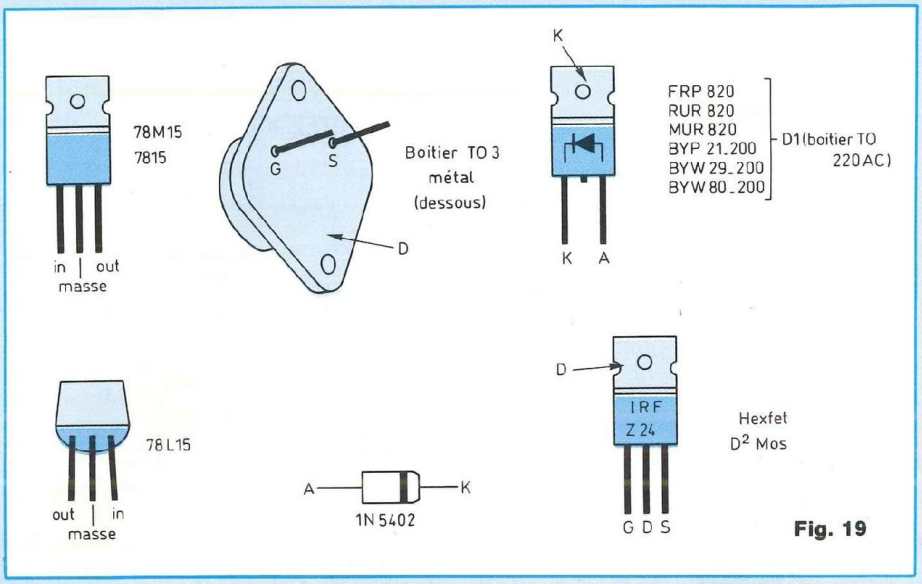


Fig. 19

lents, augmenter légèrement C3 permet de réduire la fréquence et les pertes qui lui sont imputables en di/dt comme en dv/dt.

Dans une application auto/moto 12 V, on remplace le régulateur IC3 par un strap entre ses bornes extrêmes (entrée et sortie), le pont est inutile et le potentiel batterie s'applique aux bornes de C1 par les trous de diodes 1N 4002. Pour un usage secteur avec transfo trop fort en tension, remplacer le potentiomètre par un montage série résistances fixes / potentiomètre 4,7 kΩ (ou 10 kΩ) donnant néanmoins 22 kΩ (environ) en totalité.

Une LED de contrôle permet en pratique de savoir où en est le hacheur car les perceuses de circuits imprimés ont un inter marche/arrêt que l'on a pris l'habitude de manoeuvrer, ce qui est sans danger ici. Finalement, un câble blindé peut permettre de relier les points A et B à un potentiomètre astucieusement logé dans une pédale de guitare pour un confort maximum.

En négligeant les possibles perturbations sur la radioréception (FM surtout), dues au cordon-émetteur de la perceuse, nous pensons que ce montage utile et agréable constitue une initiation idéale au HEXFET, D² MOS, VMOS et compagnie... qui marche !

Dominique Jacovopoulos

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.

NEW ! king ELECTRONIC
35, rue d'Alsace
75010 PARIS
Tél. : 40.37.57.73

SERVICE APRES-VENTE
Toutes marques, RADIO, T.V., HIFI, VIDEO
Modification, K, etc.
Adaptation magnétoscope pour C+

Mabel ELECTRONIQUE

35-37, rue d'Alsace
75010 PARIS
Tél. : **40.37.72.50** +
Métro : gare du Nord et de l'Est

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

Kits - jeux lumière - composants - mesure - circuits imprimés

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 2×15W ou 1×30W	*128 F
Table de mixage stéréo 2×6 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
Programmateur 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

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.

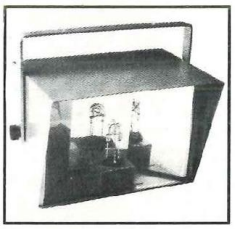
Spot couleur 60W, 8 couleurs,
à l'unité ..... **15 F**
Les 10 ..... **120 F**

Projecteur PAR 56 sans lampe.... **210 F**

Projecteur PAR 56 économique
sans lampe ..... **180 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**

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

Nouvelle formule France kit.
Tous les modules décris ci-contre sont câblés en état de marche garanti.

ASSERVISSEMENT MUSICAL
permet d'inverser le sens d'un moteur au son de la musique
Le module livré avec moteur **550 F**

MODULATEUR DE LUMIERE A MICRO
3 voies de 1200 W filtre de fréquence.
Le module complet **110 F**

CHENILLARD MODULATEUR
4 voies. Réglage niveau et vitesse
4 voies de 1200 W
Le module complet **160 F**

LOCATION DIVERS JEUX LUMIERE
NOUS CONSULTER UNIQUEMENT SUR PLACE

STROBOSCOPE PROFESSIONNEL
300 joules
Réglage de vitesse
Le module avec lampe **350 F**
Réflecteur **80 F**

CHENILLARD 8 VOIES
8 voies de 700 W
2048 programmes
Contenue dans une eprom. Le module complet **320 F**

Pièces détachées
Divers pour jeux lumière ex :
Bol pour PAR 36,
Rotule moteur,
Froteur charbon,
Vernis couleur...

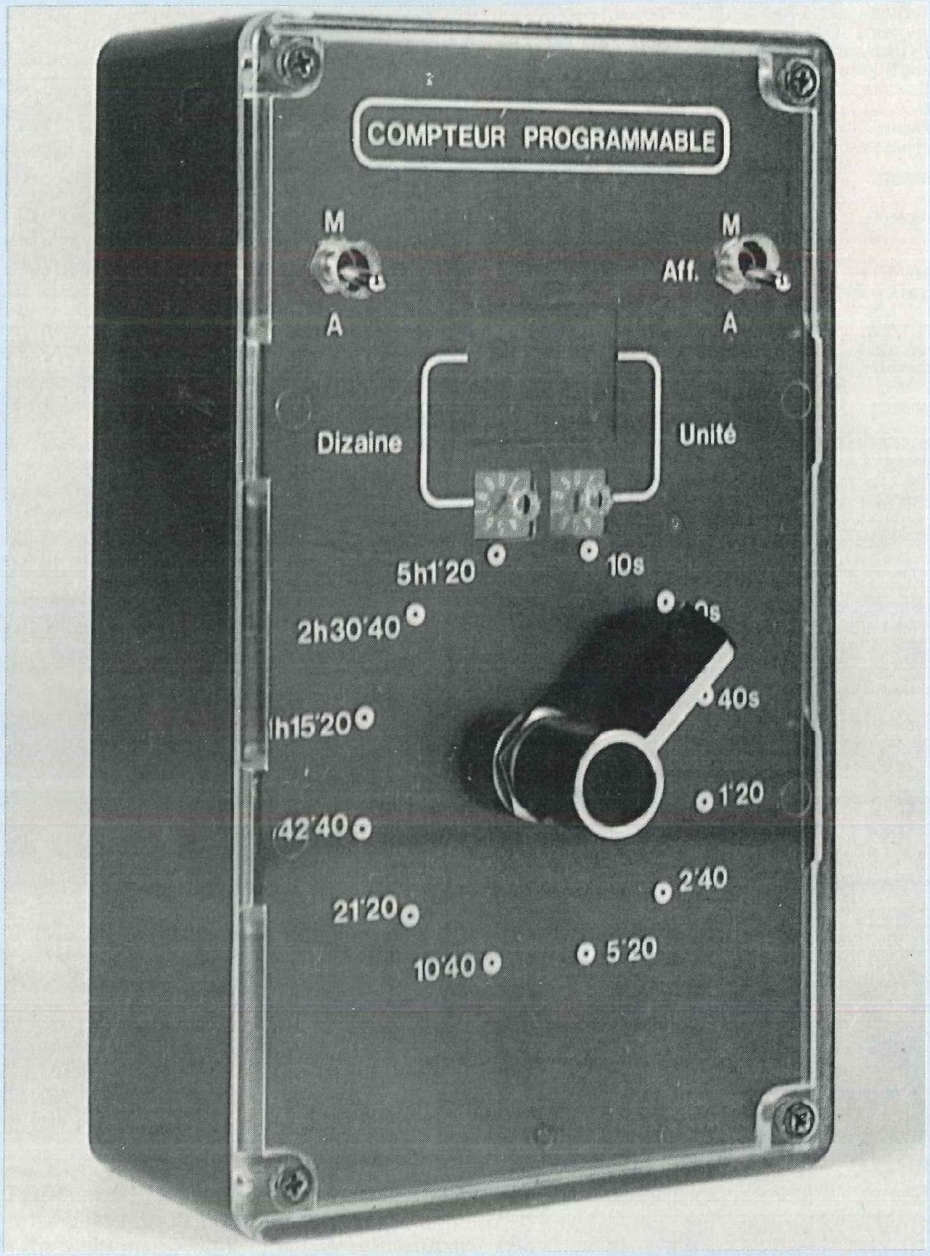
MODULE AMPLI
5 W mono avec réglage de volume
alim 9 à 18 V **65 F**
60 W mono asservissement d'enceinte régie son, etc...
Alim 24 V **450 F**

GRADATEUR
Gradateur de lumière 1000 W potentiomètre rotatif. Le module **48 F**
Gradateur de lumière 1000 W potentiomètre rectiligne.
Le module **58 F**

EXPÉDITIONS : Pour moins de 2 kg : **25 F**, de 2 kg à 5 kg : **40 F** + de 5 kg expédition en port dû.

EXPÉDITION HORS TAXES DOM-TOM EUROPE AFRIQUE

COMPTEUR DOUBLE PROGRAMMATION



L'observation photographique de phénomènes lents est fastidieuse, voire impossible, manuellement. Pouvoir alors programmer un nombre donné d'impulsions et le temps séparant deux impulsions devient nécessaire. C'est ce que nous offre l'appareil présenté ici.

Ici l'adjectif "programmable" n'est pas usurpé. Jugez plutôt : notre compteur permet de choisir un nombre d'impulsions de 0 à 99 et de choisir le temps entre deux impulsions, temps pouvant s'échelonner de 10 secondes à 5 heures ! De plus, une sortie sur relais permettra d'interfacer notre appareil avec un moteur d'appareil photographique ou de l'adapter à chaque cas particulier.

PRINCIPE

Une base de temps fournit un créneau toutes les 5 secondes tandis qu'un diviseur de fréquences, associé à un rotacteur permet de choisir l'intervalle entre deux "coups de relais". Un monostable active le relais à travers un transistor et incrémente l'affichage via un groupe 4029/4511.
Les niveaux logiques qui circulent entre les compteurs et les décodeurs sont comparés avec ceux prépositionnés sur les roues codeuses et, lorsqu'ils sont égaux, le comptage s'arrête.

FONCTIONNEMENT ELECTRONIQUE

Nous avons confié notre base de temps à un 555 monté en oscillateur. Avec les valeurs de R1, AJ1, R2 et C1 retenues, nous obtenons une période de 5 secondes sur la sortie 3 de IC1. AJ1 permet de peaufiner ce réglage. La led L1 servira de contrôle visuel au moment de ce réglage. La sortie du 555 attaque l'entrée horloge (pin 10) d'un compteur binaire à 12 étages, 4040. Avec ce dernier, nous allons diviser la fréquence issue de l'oscillateur.
Rappelons que ce type de compteur voit chacune de ses sorties diviser par 2 la fréquence de la sortie qui la précède. La fréquence de l'oscillateur est ainsi divisée par 2 sur Q1, par 4 sur Q2, par 8 sur Q3, par 16 sur Q4 et ainsi de suite... Sur Q12, nous arrivons à une durée qui avoisine la demi-douzaine d'heures.
Pour que ce compteur tourne, la pin 11

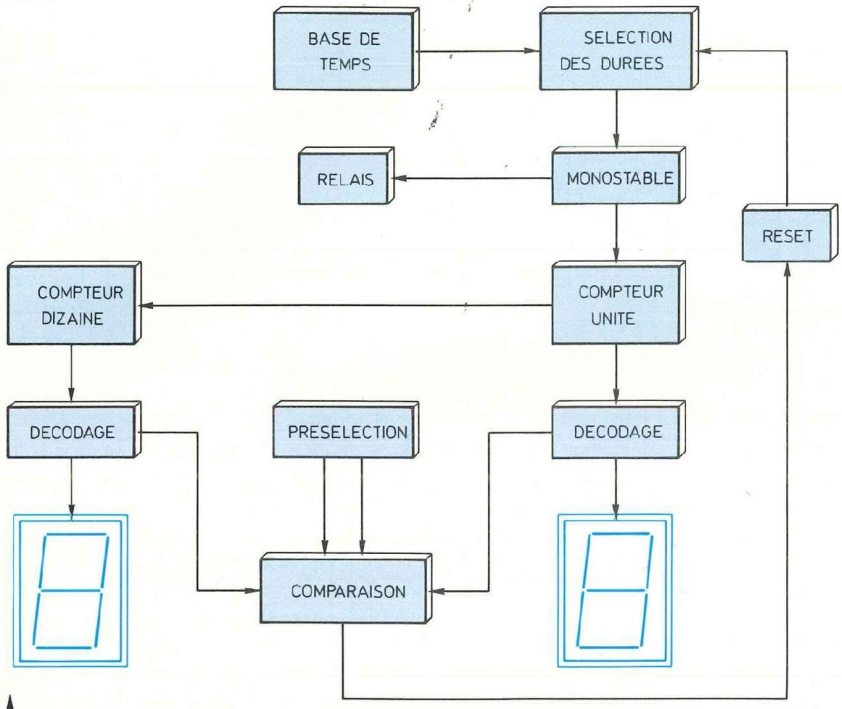


Fig. 1 : Synoptique.

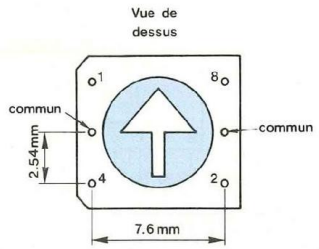
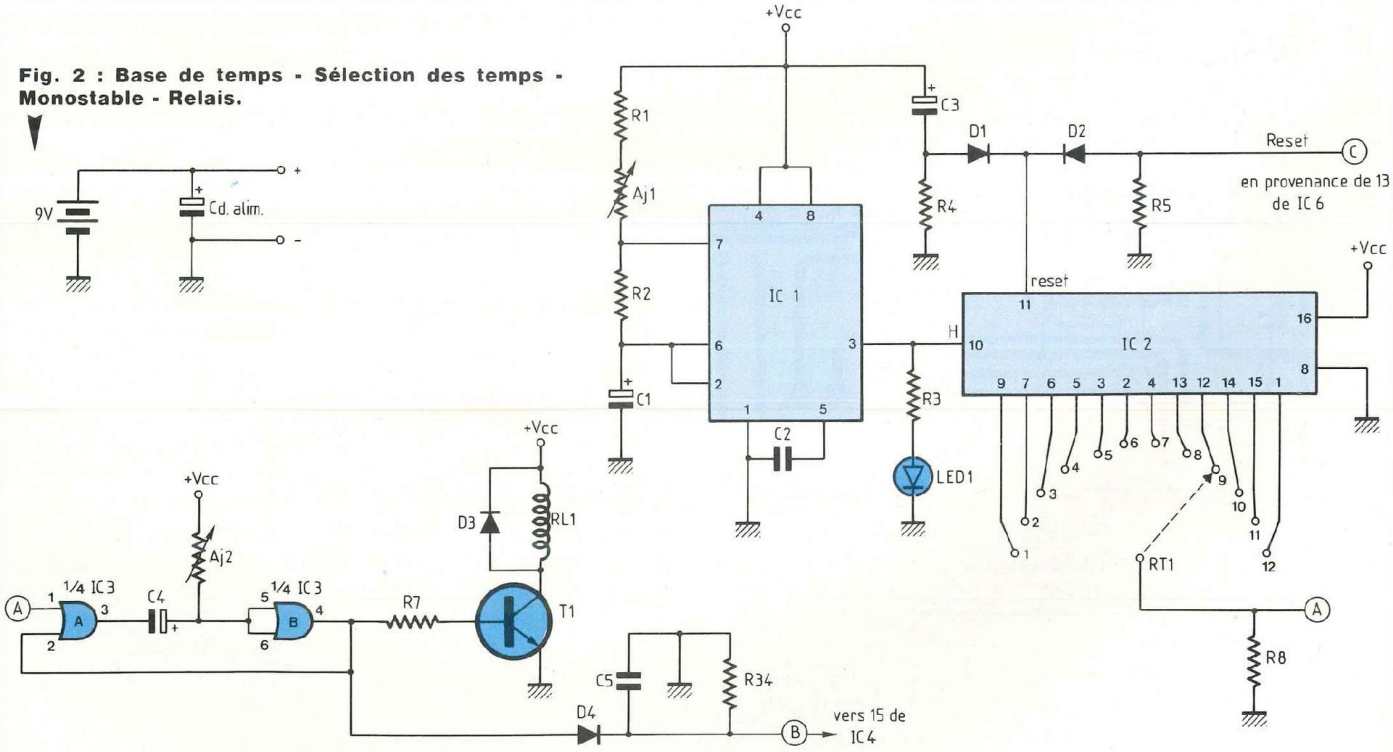


Fig. 4A : Brochage des roues codeuses.

CODE	CODE BCD									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1		•		•		•		•		•
2			•	•			•	•		
4					•	•	•	•		
8									•	•

Fig. 4B : Table de vérité BCD.

Fig. 2 : Base de temps - Sélection des temps - Monostable - Relais.



COMPTEUR DOUBLE PROGRAMMATION

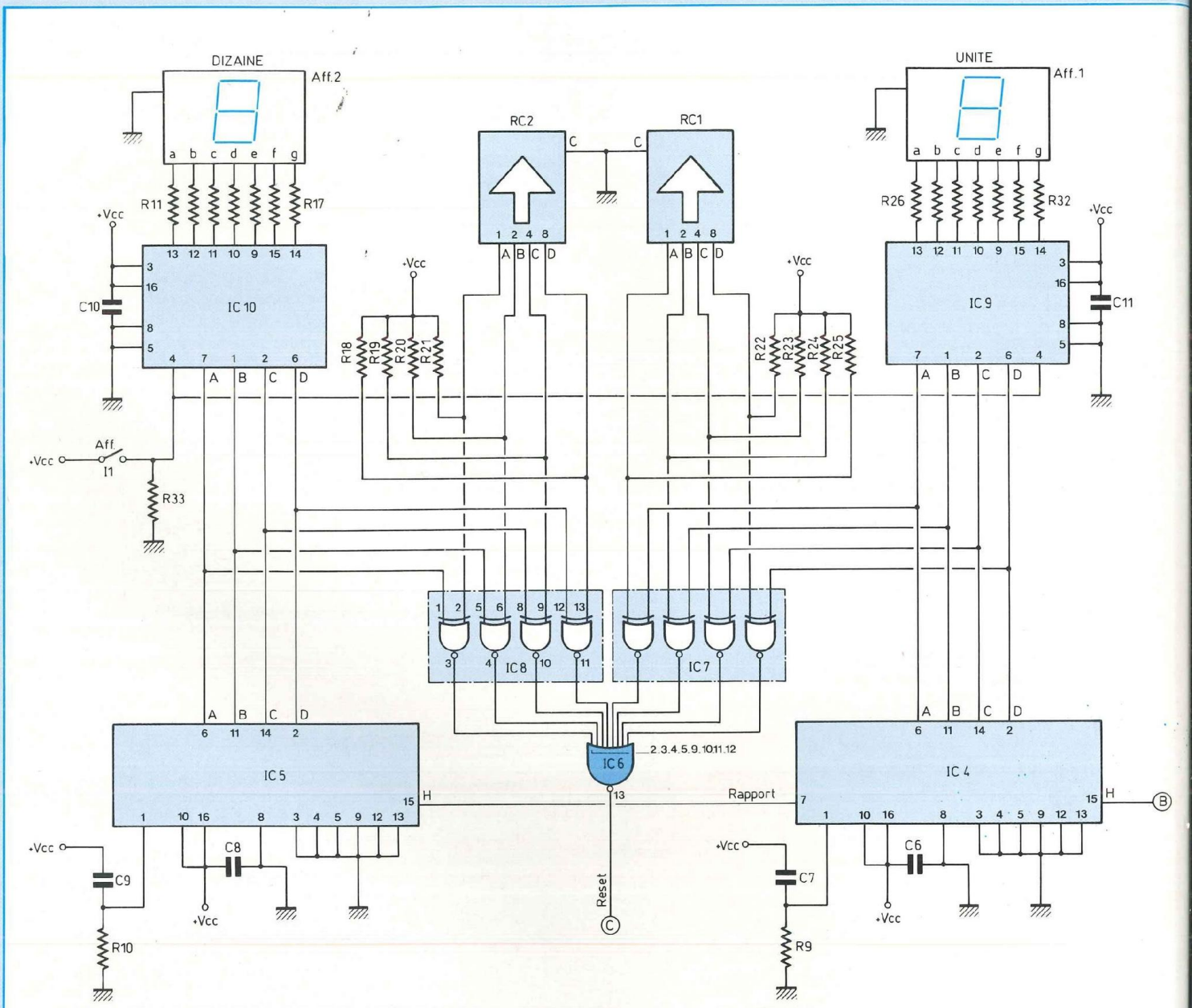


Fig. 3 : Affichage - Comparaison - Arrêt comptage.

(reset) doit se trouver soumise à un état bas. Une brève impulsion positive sur cette pin assure la remise à zéro des bascules internes. C'est le rôle de C3, R4 et D1 au moment de la mise sous tension.

Pour sélectionner le temps entre deux impulsions, nous avons fait appel à un rotacteur à 12 positions/1 circuit, plus simple à mettre en œuvre mécaniquement. Il faudra, sur le rotacteur, supprimer l'ergot qui permet de le bloquer sur n positions lorsque les 12 ne sont pas utilisées.

Le commun du rotacteur commande une bascule monostable constituée des portes NOR A et B de IC3, de AJ2 et C4. Ce monostable permet d'obtenir un temps de maintien constant du relais quelle que soit la durée de l'état haut en provenance du diviseur de fréquence. La bobine du relais RL1 est activée via le transistor NPN T1. La diode D3 protège le transistor au moment où la bobine colle.

Le signal issu du monostable, parallèlement à l'activation du relais, s'achemine vers la pin 15 (horloge) d'un compteur synchrone 4029/IC4 à travers la cellule RC R34/C5 qui se

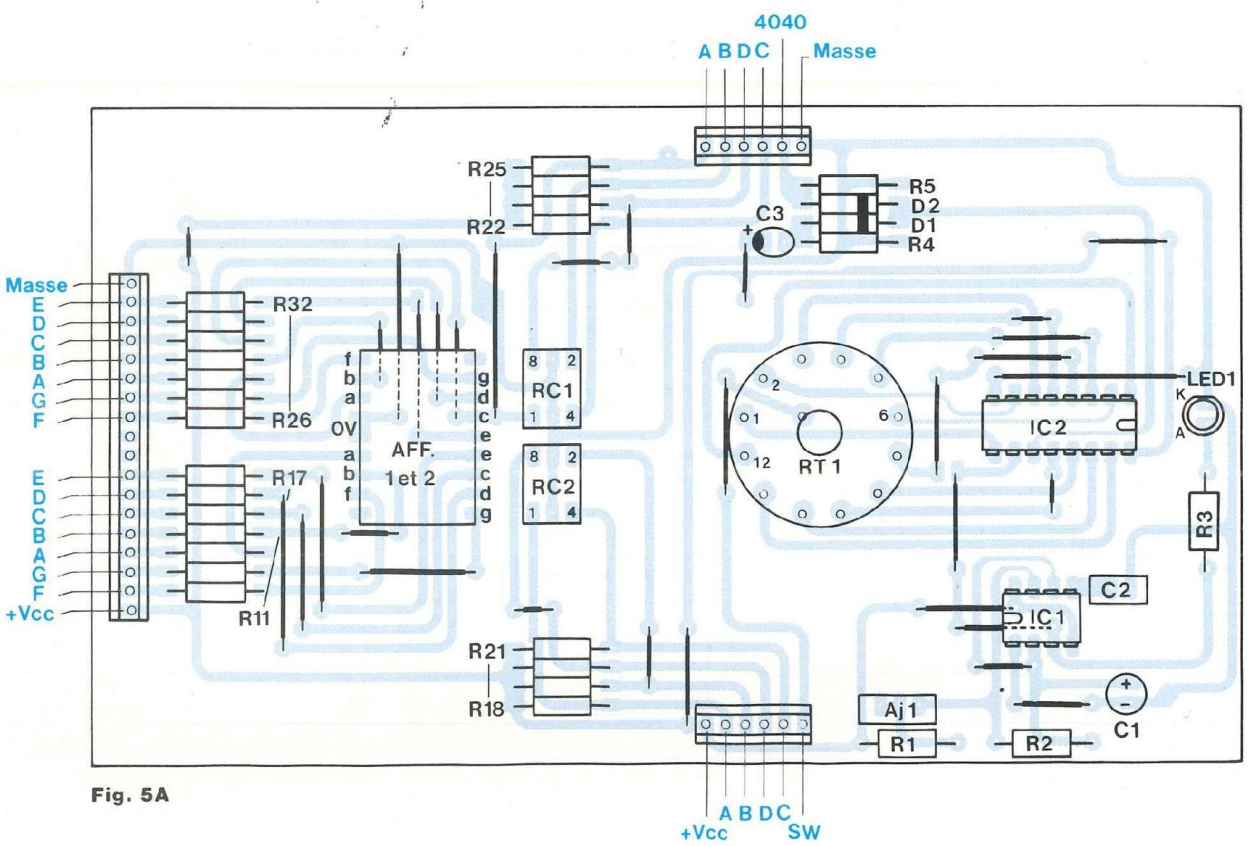

4040
A B D C
Masse
R25
R22
R5
D2
D1
R4
C3
Masse
E
D
C
B
A
G
F
R32
R26
f
b
a
0V
a
b
f
AFF.
1 et 2
g
d
c
e
e
c
d
g
RC1
RC2
LED1
K
A
IC2
RT 1
R3
C2
IC1
R17
R11
+Vcc
R21
R18
Aj 1
R1
R2
C1
A B D C
+Vcc
SW

Fig. 5A

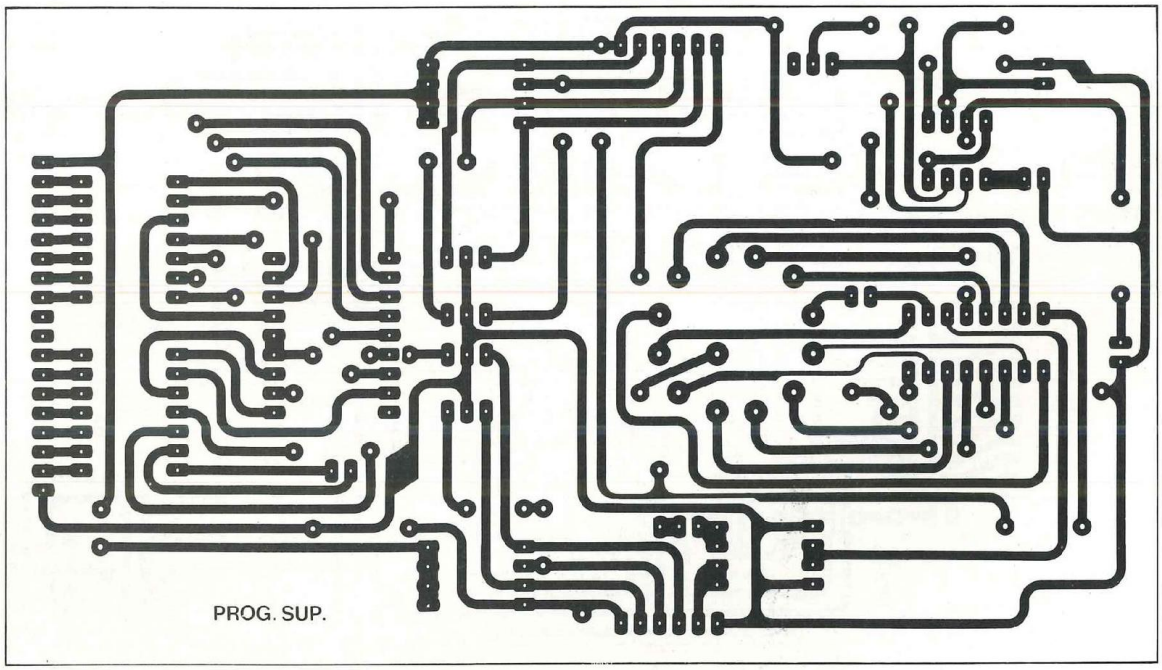

PROG. SUP.

Fig. 5B

COMPTEUR DOUBLE PROGRAMMATION

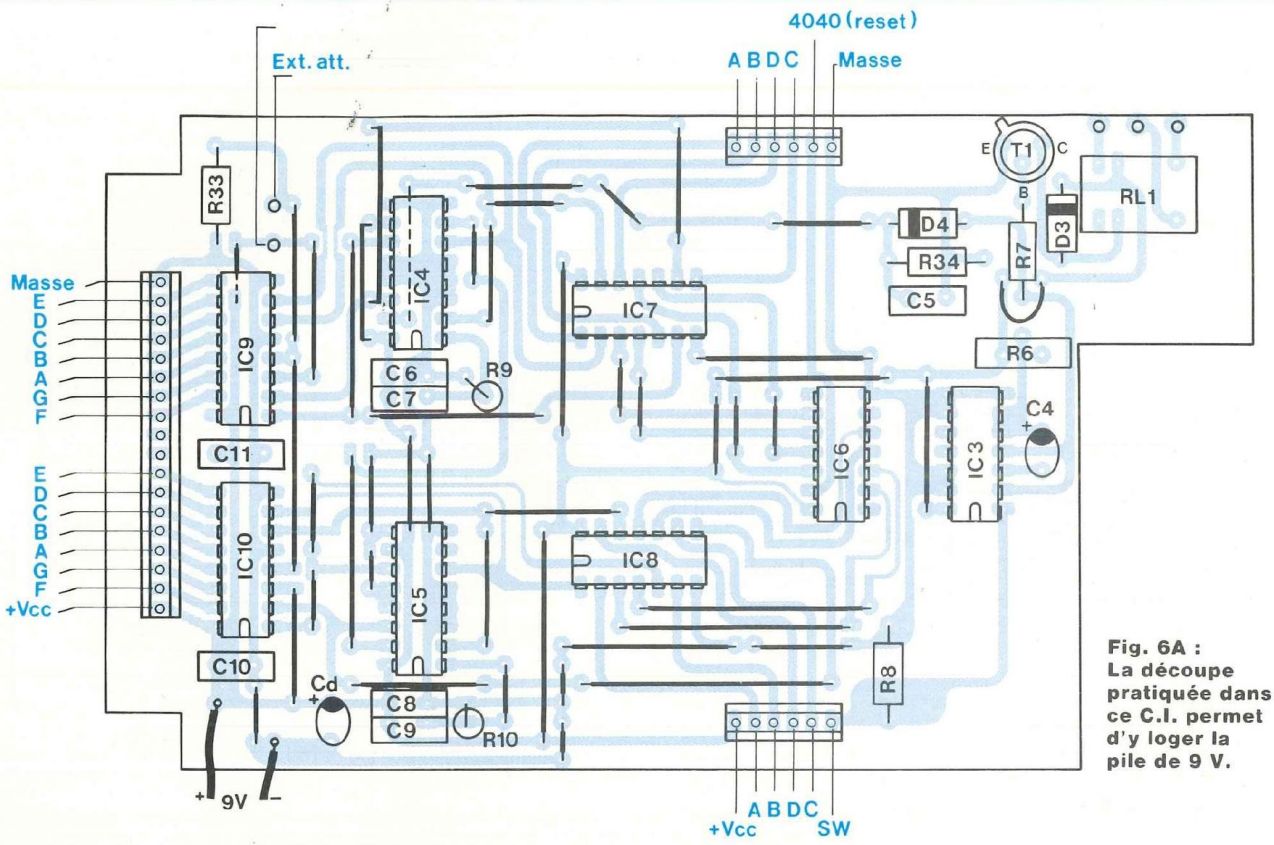


Fig. 6A :
La découpe pratiquée dans ce C.I. permet d'y loger la pile de 9 V.

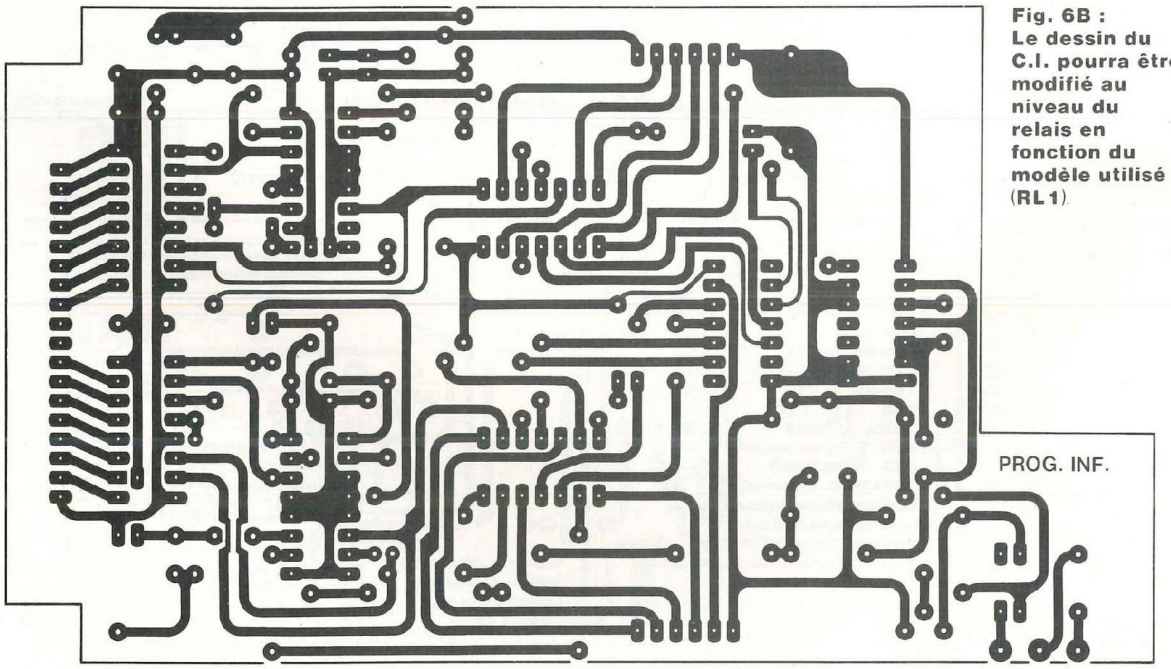


Fig. 6B :
Le dessin du C.I. pourra être modifié au niveau du relais en fonction du modèle utilisé (RL1).

NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

• Résistances
R1 - 1 kΩ
R2 - 3,9 kΩ
R3 - 470 Ω (facultative)
R4, R5 - 68 kΩ
R6 - 100 kΩ verticale
R7 - 3,3 kΩ
R8 - 330 kΩ
R9, R10 - 150 kΩ
R11 à R17, R26 à R32 - 470 Ω
R18 à R25 - 10 kΩ
R33 - 1 kΩ
R34 - 470 kΩ

• Ajustable
AJ1 - 100 kΩ multitours implantation verticale

• Condensateurs
C1 - 100 µF/tantale
C2 - 10 nF
C3 - 1 µF/tantale
C4 - 10 µF/tantale
C5 - 330 nF
C6 à C11 - 100 nF
Cd alim - 47 µF/tantale

• Circuits intégrés
IC1 - NE555
IC2 - 4040
IC3 - 4001
IC4, IC5 - 4029
IC9, IC10 - 4511
IC7, IC8 - 4077
IC6 - 4078

• Diodes
D1 à D4 - 1N4148
L1 - LED ⌀ 3 mm (facultative)

• Divers
RC1, RC2 - roues codeuses BCD
AFF1 - double afficheur à cathode commune
RT1 - rotacteur Lorlin 1 circuit/12 positions
I1, I2 - interrupteurs ON/OFF
RL1 - relais 1RT miniature
T1 - 2N1711
Barrette seccable mâle/mâle
Support tulipe à wrapper
Coffret Teko série Coffer-3TP (95 × 160 × 49)

charge d'intégrer le signal d'attaque de ce compteur. Nous utilisons de ce circuit uniquement les sorties A, B, C et D qui permettent de piloter le décodeur 7 segments 4511/IC9, gérant ainsi l'afficheur unité, l'autre ensemble 4029/4511, respectivement IC5 et IC10, gérant celui des dizaines.
C7 et R9 assurent la remise à zéro de IC4 à la mise sous tension. A chaque front d'horloge de IC4, le code BCD évolue et IC9, décodeur BCD/7 segments se charge de le convertir afin de le rendre clair sur l'afficheur, via les résistances de limitation R26 à R32.
Notre raisonnement IC4, IC9 et afficheur unité est tout naturellement le même pour IC5, IC10 et l'afficheur des dizaines. Notez toutefois que c'est la pin 7 (carry out) de IC4 qui conduit IC5 via son entrée 15 (horloge). C8 et C6 découplent l'alimentation de IC5 et de IC4 pour une meilleure stabilité. Nous avons choisi de pouvoir éteindre les deux afficheurs toujours très voraces en piles. C'est le rôle de l'interrupteur I1 qui positionne les pins 4 de IC10 et IC9 au niveau bas lorsque ce dernier est ouvert grâce à la résistance R33 faisant office de pull-down.
Nous avons vu la gestion des afficheurs et des "coups de relais" ; voyons maintenant comment nous allons stopper ceci au moment voulu. IC6, IC7, IC8, RC1 et RC2 vont nous y aider. Le but est de comparer les niveaux logiques qui transitent entre les 4029 et les 4511 et de les comparer avec ceux positionnés sur une roue codeuse BCD. Les portes NON OU Exclusives contenues dans un boîtier 4077 assurent parfaitement cette fonction. La table de vérité d'une porte NOR Exclusive montre que la sortie est haute lorsque ses deux entrées sont au même niveau, quel que soit ce niveau.
Ainsi, lorsque les états ABCD entre IC4 et IC9 sont égaux à ceux présents sur ABCD de RC1, toutes les sorties de IC7 sont à l'état haut. Il en va bien entendu de même pour IC5, IC10, RC2 et IC8.
Ces 8 sorties (4 pour IC7 et 4 pour IC8) sont enfin acheminées sur les 8 entrées d'une porte NOR qui, lorsqu'elle voit ses 8 entrées au même niveau bas, se trouve avec un niveau haut sur sa sortie 13. C'est cette sortie – et ce niveau haut – qui va nous permettre de stopper notre compteur. En effet, nous avons vu précédemment que ce compteur ne pouvait tourner que lorsque son entrée Reset (11) se trouvait soumise à un état bas.
Le compteur est arrêté mais l'oscillateur, lui, continue de pulser. C'est pourquoi, bien que la led L1 et la résistance R3 n'affectent en rien le bon fonctionnement du montage si elles ne sont pas câblées, elles constituent le seul témoin de sa mise sous tension lorsque les afficheurs sont éteints.

REALISATION PRATIQUE

Le montage fait appel à deux circuits imprimés. Le premier, prog-inf, supporte l'ensemble de la logique et le deuxième, prog-sup, l'affichage et l'ensemble des commandes.
Les pistes ne sont pas très denses et, si la méthode photographique reste la méthode idéale, la réalisation par pastilles et bandes transfert n'est pas insurmontable.
Les deux circuits comportent de nombreux straps de liaison. Cette condition est incontournable pour éviter d'avoir recours à la technologie double-face, toujours difficile à mettre en œuvre par les amateurs. Attention à l'implantation des résistances R9 et R10 montées verticalement, à l'orientation des condensateurs tantale, aux circuits intégrés. Notez la découpe pratiquée sur prog-inf pour permettre le passage de la pile 9 V.
Prog-sup et prog-inf sont reliés entre eux par des pseudo-connecteurs constitués d'une part par des supports tulipe à wrapper soudés côté cuivre sur prog-sup et, d'autre part, par des barrettes seccables mâle/mâle sur prog-inf. Il suffira de prévoir un espace suffisant entre les deux circuits imprimés pour permettre le passage des composants ainsi pris "en sandwich".
Il faudra surélever l'afficheur et les

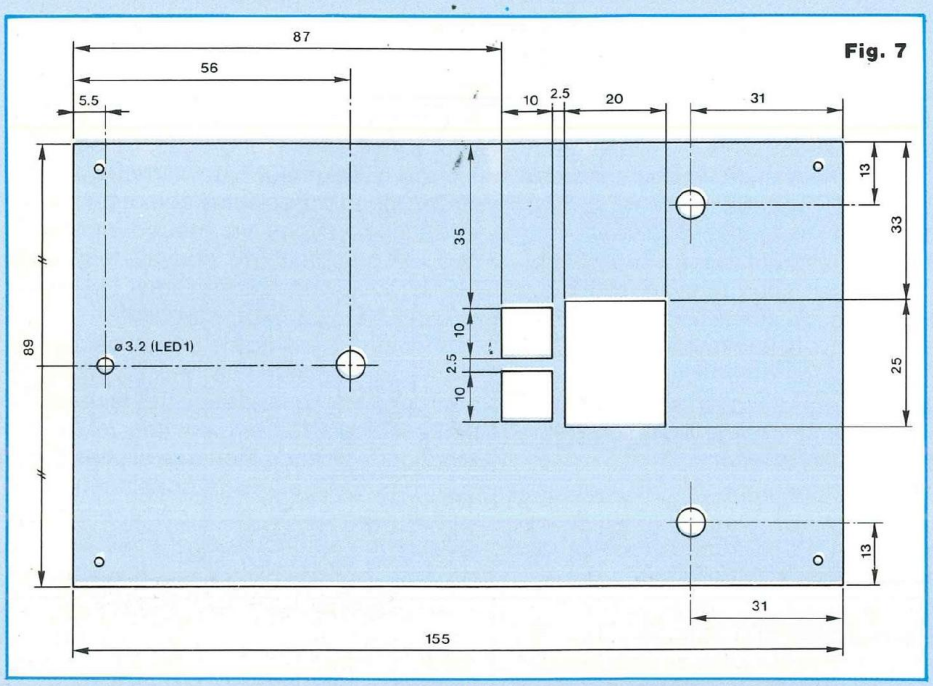


Fig. 7

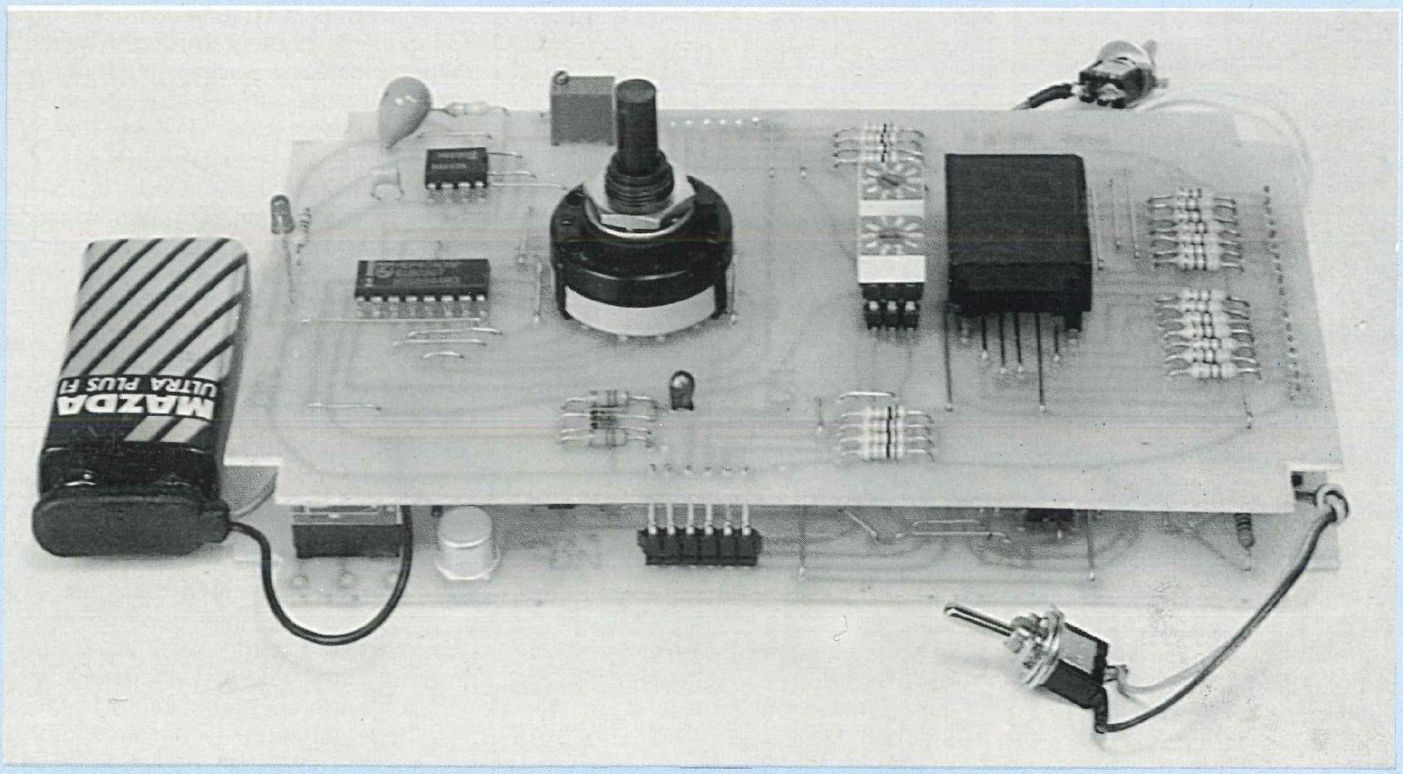
roues codeuses afin que ces derniers dépassent légèrement de la face avant aluminium que comporte le coffret Teko. Sur cette face avant, 3 carrés et 4 trous seront à pratiquer pour le passage des commandes et de la visualisation. Pour terminer, des lettres et chiffres transferts viendront indiquer les diverses fonctions de votre maquette. Le second "couvercle", en plastique transparent, sera également ouvragé selon les nécessités : le passage de l'axe du rotacteur, le passage des interrupteurs M/A et extinction des afficheurs, le passage du tournevis pour le positionnement des roues codeuses.

Les deux circuits ne sont maintenus que par l'axe du rotacteur, ils épousent de près la dimension du coffret et sont ainsi bien maintenus.

CONCLUSION

La fourchette des durées entre deux impulsions est assez large pour satisfaire de nombreuses exigences. Notre compteur est fait pour être associé à un moteur d'appareil photographique mais il peut, bien entendu, être détourné de cette fonction et convenir à d'autres usages.

Noël Dumaine



Prog Sup et Prog Inf sont reliés entre eux par des pseudo-connecteurs constitués de supports tulipe et de barrettes seccables.

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**

Distributeur des haut-parleurs AUDAX
(Toute la gamme Hi-Fi disponible)

VISATON
quelques références :
Boomers :
W 250
W S21 F
W 20 F
W 170
Tweeters :
DTW 86
DT 70 NG
DTS 10 AW
Médiums :
MR 130
DSM 15 AW

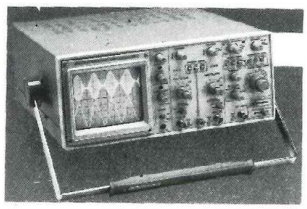
MONACOR
Boomers :
SP 250
SP 150
SP 90

MOTOROLA
Tweeters piézo :
KSN 1005
KSN 1016
KSN 1025
KSN 1078
KSN 1039

Filtres passifs **MONACOR** 2 et 3 voies 12 dB/octave : 30 W, 100 W, 200 W.

elc CENTAD

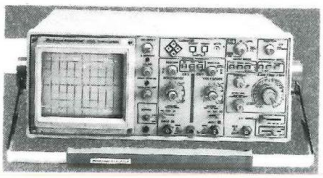
AL 841 3 - 4,5 - 6 - 7,5 - 9 - 12V/1A	**205 F**
AL 812 1à30V/2A	**790 F**
AL 745 AX 1à15V/3A	**700 F**
AL 781 N 0à30V/0à5A	**1 900 F**
AL 823 2 x 0à30V/2 x 0à5A ou 0à60V/0à5A	**3 260 F**
AL 813 13,8V/10A	**750 F**
AL 821 24V/5A	**750 F**
AL 890 ± 15V/0,4A	**260 F**
AL 891 5V/5A	**350 F**
AL 892 12,5V/3A	**300 F**
AL 896 24V/3A	**410 F**
AL 901 3à15V/4 A	**490 F**

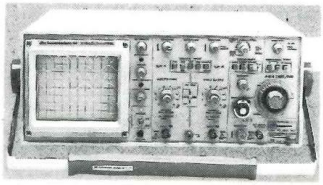


Beckman

9102 (2×20 MHz) ..... 5190 F
9104 (2×40 MHz) ..... 6740 F
- sensibilité maximum : 1 mV (×5)
- double base de temps avec balayage retardé ajustable continûment.
- déclenchement AC, AC-LF, TV, DC.

9202 (2×20 MHz) ..... 6190 F
9204 (2×40 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 : tension, temps, fréquence, rapport cyclique, phase.

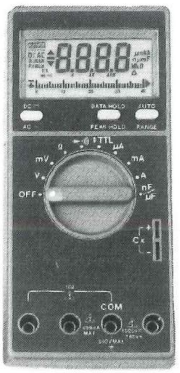




9106 (3×60 MHz) ..... 9180 F
- sensibilité maximum : 1 mV (×5)
- double base de temps (50 ms à 0,5 s/div en base de temps A) avec balayage retardé continûment ajustable.
- Commande de séparation des voies X qui autorise l'affichage de huit traces à l'écran, l'entrée externe considérée comme canal d'entrée.

3 Multimètres à Fonctions Multiples

NOUVEAU



Caractéristiques communes
- 4000 Points de Mesure
- Bargraph Rapide
- Sélection Auto/Manuelle
- Testeur de Transistors
- Extinction Automatique

DM93
Toutes fonctions standard de base
Prix TTC : 879 F

DM95
+ Fonction mémoire
+ Capacimètre 8 gammes
Prix TTC ; 1095 F

DM97
+ Fonction mémoire
+ Mini/Maxi/Peak
+ Capacimètre 8 gammes
+ Fréquencemètre 4 gammes
Prix TTC : 1505 F

CONDITIONS DE VENTE : MINIMUM D'ENVOI 100 F.
PAR CORRESPONDANCE : RÈGLEMENT 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

Led

NOM _____
ADRESSE _____
CODE _____ VILLE _____

ADS ELECTRONIQUE — MONTPARNASSE

Tél. : 43.21.56.94

Télécopie : 432.197.75

16, rue d'Odessa -75014 PARIS
Métro Montparnasse ou Edgar Quinet
Ouvert de 10H à 12H30 et de 14H à 19H.
Tous les jours du mardi au samedi
SERVICE EXPEDITION RAPIDE Forfait port : 35 F
Contre Remboursement : 45 F
Prix donné à titre indicatif pouvant être modifié sans préavis.
Administration et Sociétés acceptés.

CONSULTEZ-NOUS SUR NOMBREUSES RÉFÉRENCES

PROMOTION 2000 NOUVEAUX PRODUITS EN STOCK

LOGIQUE

Référence	Prix
74 LS	
74 LS00	1.50
74 LS01	1.80
74 LS02	1.80
74 LS02	1.80
74 LS03	1.80
74 LS04	1.80
74 LS05	2.00
74 LS06	7.50
74 LS07	7.50
74 LS08	2.50
74 LS09	2.50
74 LS10	2.50
74 LS11	2.50
74 LS12	2.50
74 LS13	3.00
74 LS14	3.00
74 LS15	3.00
74 LS16	7.00
74 LS17	7.50
74 LS20	3.00
74 LS21	3.00
74 LS26	3.50
74 LS27	3.00
74 LS28	3.00
74 LS30	3.00
74 LS32	3.00
74 LS37	3.00
74 LS38	3.00
74 LS40	3.00
74 LS42	4.00
74 LS43	9.00
74 LS47	6.50
74 LS48	12.00
74 LS50	4.00
74 LS51	3.00
74 LS53	3.00
74 LS54	2.50
74 LS60	4.50
74 LS70	4.00
74 LS72	4.00
74 LS73	3.50
74 LS74	3.00
74 LS75	4.00
74 LS76	3.50
74 LS78	3.50
74 LS80	9.00
74 LS81	12.00
74 LS82	18.00
74 LS83	4.50
74 LS85	6.00
74 LS86	3.00
74 LS90	4.50
74 LS91	4.50
74 LS92	4.50
74 LS93	4.50
74 LS94	8.00
74 LS95	5.00
74 LS96	6.50
74 LS107	4.00
74 LS109	4.00
74 LS112	3.50
74 LS113	4.00
74 LS114	4.00
74 LS116	NC
74 LS121	11.00
74 LS122	7.00
74 LS123	6.00
74 LS125	4.00
74 LS126	3.50
74 LS132	3.50
74 LS133	8.50
74 LS136	4.00
74 LS138	4.50
74 LS139	4.50
74 LS 141	15.00
74 LS145	8.00
74 LS147	20.00
74 LS148	12.00
74 LS150	24.00
74 LS151	4.50
74 LS153	4.50
74 LS154	15.00
74 LS155	6.00
74 LS156	5.50
74 LS157	4.50
74 LS158	5.00
74 LS159	28.00
74 LS160	5.00
74 LS161	5.00
74 LS162	5.00
74 LS163	5.00
74 LS164	5.00
74 LS165	9.00
74 LS166	7.00
74 LS168	10.00
74 LS170	10.00
74 LS172	68.00
74 LS173	5.00
74 LS174	6.00
74 LS175	5.00
74 LS181	19.00
74 LS182	14.00
74 LS190	10.00
74 LS191	6.00
74 LS192	15.00
74 LS193	5.00
74 LS194	5.00
74 LS195	5.00
74 LS196	5.00
74 LS198	29.00
74 LS221	7.00
74 LS240	7.00
74 LS241	7.00
74 LS242	7.00
74 LS243	7.00
74 LS244	7.00
74 LS245	7.00
74 LS247	7.00
74 LS251	5.00
74 LS253	5.00
74 LS257	5.00
74 LS258	5.00
74 LS259	6.00
74 LS260	16.00
74 LS266	2.50
74 LS273	6.50
74 LS279	8.00
74 LS280	7.50
74 LS283	23.00
74 LS290	4.50
74 LS293	6.50
74 LS299	15.00
74 LS322	15.00
74 LS323	35.00
74 LS324	NC
74 LS353	9.00
74 LS365	3.00
74 LS366	4.00
74 LS367	3.00
74 LS368	3.50
74 LS373	7.00
74 LS374	7.00
74 LS375	12.00
74 LS377	7.00
74 LS378	6.00
74 LS379	6.00
74 LS390	6.00
74 LS393	6.00
74 LS490	8.00
74 LS540	12.00
74 LS590	30.00
74 LS608	12.00
74 LS629	20.00
74 LS640	15.00
74 LS670	12.00
74 S	
74 S00	8.00
74 S02	10.00
74 S04	8.00
74 S08	12.00
74 S10	10.00
74 S11	10.00
74 S30	10.00
74 S32	16.00
74 S51	10.00
74 S74	9.00
74 S86	9.00
74 S109	17.00
74 S133	18.00
74 S138	15.00
74 S139	10.00
74 S151	15.00
74 S153	15.00
74 S158	15.00
74 S166	20.00
74 S174	16.00
74 S175	17.50
74 S194	16.00
74 S195	16.00
74 S240	18.00
74 S244	18.00
74 S251	20.00
74 S253	20.00
74 S257	20.00
74 S258	18.00
74 S373	18.00
74 S374	20.00
74 S280	20.00
74 HC	
74 HC00	2.50
74 HC02	4.00
74 HC03	6.00
74 HC04	4.00
74 HC08	4.00
74 HC10	4.00
74 HC11	5.00
74 HC14	5.50
74 HC20	5.50
74 HC21	10.00
74 HC27	5.00
74 HC30	7.00
74 HC32	4.00
74 HC42	6.50
74 HC51	5.00
74 HC58	5.00
74 HC73	4.50
74 HC74	5.00
74 HC75	6.00
74 HC76	6.00
74 HC85	8.00
74 HC86	5.00
74 HC107	6.00
74 HC109	6.00
74 HC112	6.00
74 HC113	6.00
74 HC125	7.00
74 HC126	10.00
74 HC132	6.00
74 HC133	8.00
74 HC137	12.00
74 HC138	7.00
74 HC139	8.00
74 HC151	8.00
74 HC153	7.00
74 HC154	25.00
74 HC157	7.00
74 HC158	8.00
74 HC160	10.00
74 HC161	8.00
74 HC162	10.00
74 HC163	8.00
74 HC164	10.00
74 HC165	12.00
74 HC166	10.00
74 HC173	12.00
74 HC174	8.00
74 HC175	8.00
74 HC194	10.00
74 HC195	10.00
74 HC237	10.00
74 HC240	12.00
74 HC241	12.00
74 HC242	12.00
74 HC243	12.00
74 HC244	12.00
74 HC245	13.00
74 HC251	8.00
74 HC253	8.00
74 HC257	8.00
74 HC259	10.00
74 HC266	9.00
74 HC273	10.00
74 HC280	15.00
74 HC299	18.00
74 HC365	7.00
74 HC366	7.00
74 HC367	7.00
74 HC368	7.00
74 HC373	9.00
74 HC374	9.00
74 HC390	8.00
74 HC393	5.00
74 HC533	15.00
74 HC534	15.00
74 HC540	16.00
74 HC541	16.00
74 HC563	16.00
74 HC564	16.00
74 HC573	16.00
74 HC574	16.00
74 HC595	16.00
74 HC640	18.00
74 HC646	30.00
74 HC643	30.00
74 HC688	15.00
74 HC4002	7.00
74 HC4017	12.00
74 HC4020	13.00
74 HC4024	10.00
74 HC4040	10.00
74 HC4049	10.00
74 HC4050	10.00
74 HC4051	18.00
74 HC4052	18.00
74 HC4053	18.00
74 HC4060	18.00
74 HC4066	18.00
74 HC4075	9.00
74 HC4078	9.00
74 HC4511	18.00
74 HC4514	28.00
74 HC4538	29.00
74 HC4543	28.00
CMOS	
4000	2.00
4001	2.00
4002	2.00
4006	5.00
4007	2.50
4008	5.00
4009	3.00
4010	3.50
4011	2.50
4012	2.50
4013	3.50
4014	5.50
4015	5.00
4016	3.50
4017	5.00
4018	5.00
4019	3.50
4020	5.00
4021	5.00
4022	5.00
4023	2.50
4024	4.50
4025	2.50
4026	8.50
4027	3.50
4028	4.50
4029	5.00
4030	3.50
4031	9.50
4033	8.50
4034	19.00
4035	5.50
4036	5.00
4040	5.50
4041	5.00
4042	4.50
4043	5.00
4044	5.00
4046	6.00
4047	5.50
4048	5.00
4049	3.50
4050	3.50
4051	5.00
4052	5.00
4053	5.00
4054	7.50
4055	6.50
4060	4.50
4065	3.00
4068	5.00
4069	2.50
4070	2.50
4071	2.50
4072	2.50
4073	2.50
4075	2.50
4076	5.00
4077	2.50
4078	2.50
4081	2.50
4082	2.50
4085	4.00
4086	4.50
4093	3.50
4094	6.00
4095	7.50
4096	9.00
4097	21.00
4098	8.00
4099	13.00
4501	6.00
4510	6.00
4511	6.50
4514	15.00
4515	19.00
4516	28.00
4518	5.00
4520	5.00
4528	9.50
4536	13.50
4538	9.00
4539	10.00
4556	5.00
4558	15.00
4584	9.00
4585	5.00
40103	10.00
40106	4.50
40174	5.00

CONNECTIQUE

CONNECTEURS CANNON OU SUB.D

	9b.	15b.	25b.	37b.
Mâle	10.00	15.00	18.00	25.00
Femelle	10.00	16.00	20.00	25.00
Capot	10.00	12.00	15.00	23.00
Mâle coudé	18.00	24.00	30.00	45.00
Femelle coudé	18.00	24.00	32.00	46.00
Mâle à sertir	49.00	52.00	59.00	
Femelle à sertir	49.00	52.00	59.00	

Equerre 2.50 - Vis de verrouillage 5.00
Capot metal 25 B

Référence	Prix
CENTRONIC	
24 broches	
Mâle, femelle, châssis	34.00
36 broches	
Mâle, femelle, châssis	39.00
36 broches	
Mâle à sertir	75.00
SUPPORT TULIPE	
8. 14. 16. 18. 20. 24. 28. 40B	
La broche	0.30
Barrette tulipe 32B	11.20
Barrette mâle mâle	
20 points	25.00
SUPPORT A WRAPPER	
8. 14. 16. 18. 20. 24. 28. 40B	
La broche	0.60
SUPPORT INSERTION NULLE	
24 b	90.00
28 b. pro	140.00
40 b	150.00
CONNECTEURS ENCARTABLES	
2 X 12 B à souder pas 3.96 "Commodore"	49.00
A sertir sur câble pas 2.54	
2 x 10 B	42.00
2 x 13 B	45.00
2 x 17 B	49.00
2 x 20 B	55.00
2 x 25 B	61.00
A souder sur C.I.	
2 x 25 B	45.00
2 x 31 B PROMO	45.00
CONNECTEURS TYPE BERG	
Femelle à sertir ou Mâle coudé	
2 x 5 B	9.00
2 x 8 B	12.00
2 x 10 B	15.00
2 x 13 B	17.00
2 x 15 B	18.50
2 x 17 B	23.50
2 x 20 B	26.00
2 x 25 B	30.00
2 x 30 B	33.00

NOUVEAU

Référence	Prix
Capot plastique 25 broches/25 broches vide	35.00
capot métal 25 broches	50.00
Jumpeur RS 232 — 25 broches mâle/25 broches femelle	89.00
changeur de genre — 9 broches femelle/25 broches mâle	89.00

KIT AN... 1200,00

DIODES - THYRISTOR OPTOELECTRONIQUE

Référence	Prix
DIODES	
AA 119	2.50
AY 103 K	12.00
BA 128	5.00
BA 129	6.50
BA 130	4.50
BA 152	3.00
BA 158	5.00
BA 164	3.00
BA 182	6.00
BA 216	2.50
BA 224	4.50
BA 314	2.50
BAT 85	2.50
BAV 10	2.50
BAV 19	2.50
BAX 12	4.50
BAX 13	2.50
BAY 38	4.00
BB 100 03	4.50
BY 187	17.00
BY 213 700	68.00
BY 227	4.50
BY 255	4.50
BY 476	20.00
BYV 95C	4.50
BYW 95C	6.00
BYX 10	6.00
BYX 34	7.00
BZY 93C	22.00
1N 4148	0.30
1N 4004	1.00
TL 431	9.00
Varicap BB105	5.00
Diac	2.50
Zener 3V à 39V 1.2W	1.00
Zener 3V à 39V 1w	2.00
PONT	
1A 50V	4.00
1A 100V	6.00
2A 400V	11.00
5A 80V	14.00
25A	34.00
30A	42.00
THYRISTOR	
BR 101	28.00
BRY 55	10.00
ESM 191500	40.00
TD 600	13.50
TIC 116M	12.00
TL 1006	6.00
TYN 606	12.00
TYN 812	19.50
Triac 6.8A 400V	4.50
Triac 16A 700V	18.50
AFFICHEURS	
Anode commune	
Rouge	12.00
Vert	19.00
Cathode commune	
Rouge	12.00
Vert	19.00
Cristaux liquide	
3.5 Digits	90.00
4 Digits	130.00
4.5 Digits	130.00
OPTO-ELECTRONIQUE	
BP 104	15.00
BPW34	15.00
BPW 42	15.00
BYV 95 C	4.50
CNY 70 reflex	22.00
Diode E IR	15.00
Diode Ré IR	15.00
MCC 670	45.00
MCT 2	11.00
MCT 6	15.00
MOC 3020	15.00
4N 25	14.00
4N 33	14.00
6N 138	45.00
TIL 111	14.00
FOURCHE	
TCST 1000	22.00
TCST 2000	25.00

PROMOTION

Référence	Prix
68000P8 HITACHI	90,00
41256 - 12	25,00
44256	140,00
68 A 50	25,00
AM 26 LS 31	9,00
AM 26 LS 32	9,00
TL 7705 A	10,00
27 C 256	45,00
Multimètre MANUDAX M 80 Automatique	595,00

LINEAIRE

Référence	Prix
AM	
AM 26 LS 31	9.00
AM 26 LS 32	9.00
CA	
CA 3046	9.00
CA 3080	28.00
CA 3086	10.00
CA 3130	15.00
CA 3140	15.00
CA 3161	18.00
CA 3162	75.00
CA 3189	21.00
K	
KTY 10	28.00
L	
L 200	24.00
L 293	65.00
L 297	50.00
L 298	95.00
LF	
LF 351	11.00
LF 353	11.00
LF 355	11.00
LF 356	11.00
LF 357	11.00
LF 398	25.00
LM	
LM 135 Z	25.00
LM 301	7.50
LM 305	15.00
LM 307	9.00
LM 308	8.00
LM 309 K	22.00
LM 310	35.00
LM 311	7.50
LM 317T	15.00
LM 317 K	25.00
LM 318	25.00
LM 319	25.00
LM 323 K	55.00
LM 324	4.00
LM 331	59.00
LM 334	20.00
LM 335	19.00
LM 336	16.00
LM 337 K	32.00
LM 337 T	15.00
LM 338 K	65.00
LM 339	8.00
LM 348	15.00
LM 349	20.00
LM 350 K	69.00
LM 358	8.00
LM 378	31.00
LM 380	15.00
LM 381 N	29.00
LM 382	20.00
LM 383 T	38.00
LM 386	15.00
LM 387	19.00
LM 388	20.00
LM 389	22.00
LM 390	23.00
LM 391	30.00
LM 393	8.00
LM 555	5.00
LM 556	12.00
LM 558	35.00
LM 565	11.00
LM 566	24.00
LM 567	16.00
LM 709	6.00
LM 709 H	10.00
LM 710	15.00
LM 723	6.00
LM 723 H	12.00
LM 725	33.00
LM 733	30.00
LM 741	5.00
LM 741 H	12.00
LM 747	16.00
LM 748	13.00
LM 1458	8.00
LM 1496	20.00
LM 1881	42.00
LM 2907	45.00
LM 2917	32.00
LM 3900	13.00
LM 3909	40.00
LM 3911	23.00
LM 3914	54.00
LM 3915	54.00
LM 3916	48.00
LM 4558	8.00
LM 4741	18.00
MC	
MC 1488	6.00
MC 1489	6.00
MC 3242	100.00
MC 3403	15.50
MC 3470	100.00
MC 3487	24.50
MC 4024	49.00
MC 4044	49.00
MC 14499	50.00
MC 146818	80.00
MC 68705P3s	120.00
MK	
MK 5089	35.00
MM	
MM 53200	50.00
MM 58174	65.00
ML	
ML 926	65.00
ML 927	65.00
ML 928	65.00
ML 929	65.00
MOC	
MOC 3020	15.00
MOC 3021	15.00
NE	
NE 544	44.00
NE 555	5.00
NE 556	12.00
NE 558	35.00
NE 565	11.00
NE 566	24.00
NE 567	16.00
NE 571	53.00
NE 592	30.00
NE 5532	39.00
NE 5534	32.00
S	
S 576 B ou S LB 0586	48.00
SAA	
SAA 1043	110.00
SAA 1250	65.00
SAA 1251	45.00
SAA 5231	130.00
SAA5250	190.00
SAB	
SAB 0600	38.00
SAB 3064	35.50
SAB 0529	49.00
SAS	
SAS 560	28.50
SAS 570	28.50
SAS 580	28.50
SAS 590	28.50
SL	
SL 486	38.00
SL 490	38.00
SO	
SO 41 P	16.00
SO 42 P	17.00
TAA	
TAA 550	3.00
TAA 611A55	22.00
TAA 621AX	25.00
TAA 761CDP	NC
TAA 765H	NC
TAA 861	10.00
TBA	
TBA 120	11.00
TBA 221 741	5.00
TBA 231	22.00
TBA 440C	24.00
TBA 440N	27.00
TBA 520	21.00
TBA 530	36.00
TBA 540	24.00
TBA 560	46.00
TBA 570	24.00
TBA 720A	27.00
TBA 750	27.00
TBA 800	15.00
TBA 810	15.00
TBA 820M	15.00
TBA 820	15.00
TBA 850	56.00
TBA 860	33.00
TBA 920	20.00
TBA 940	36.00
TBA 950	32.00
TBA 970	48.00
TCA	
TCA 105	22.00
TCA 150	68.50
TCA 315	25.00
TCA 420	39.00
TCA 530	30.00
TCA 540	28.00
TCA 600	14.00
TCA 640	44.00
TCA 650	44.00
TCA 660	44.00
TCA 730	36.00
TCA 740	38.00
TCA 750	32.00
TCA 830	15.00
TCA 900	12.00
TCA 910	12.00
TCA 940	22.00
TCA 955	39.00
TCA 4401	38.50
TCA 4500	38.[illegible]
TDA	
TDA 440	20.60
TDA 1001	34.00
TDA 1002	28.80
TDA 1005	30.00
TDA 1006	52.80
TDA 1010	17.00
TDA 1011	17.90
TDA 1015	18.50
TDA 1020	24.00
TDA 1023	22.50
TDA 1024	25.00
TDA 1026	30.00
TDA 1034	32.00
TDA 1037	19.00
TDA 1038	30.00
TDA 1039	32.90
TDA 1041	33.00
TDA 1046	28.00
TDA 1047	50.00
TDA 1048	17.00
TDA 1054	22.00
TDA 1057	6.00
TDA 1059	12.00
TDA 1100	38.00
TDA 1151	9.00
TDA 1170	22.00
TDA 1220	24.00
TDA 1405	13.00
TDA 1410	47.00
TDA 1418	12.00
TDA 1424	12.00
TDA 1506	52.00
TDA 1510	38.00
TDA 1908	18.00
TDA 1950	30.00
TDA 2002	15.00
TDA 2003	15.00
TDA 2004	32.00
TDA 2005	18.00
TDA 2006	23.00
TDA 2010	39.00
TDA 2020	39.00
TDA 2030	19.50
TDA 2040	27.50
TDA 2542	28.00
TDA 2593	24.00
TDA 2595	30.00
TDA 2611	24.00
TDA 2630	29.00
TDA 2631	38.90
TDA 2640	55.00
TDA 3300	69.00
TDA 3500	72.00
TDA 3505	72.00
TDA 3560	72.00
TDA 3571	58.00
TDA 3810	37.50
TDA 4431	15.00
TDA 4445	15.00
TDA 4565	45.00
TDA 5850	45.50
TDA 7000	38.00
TDA 7050	38.00
TDA 8440	59.00
TEA	
TEA 1010	32.00
TEA 1014	22.00
TEA 2014	9.50
TEA 5114	35.00
TL 497	24.00
TL 7705	10.00
TLC	
TLC 271	10.00
TLC 272	19.00
TLC 274	29.00
TLC 555	12.00
U	
U 210 B	45.00
U 263B1	50.00
U 2400B	50.00
UAA	
UAA 170	30.00
UAA 180	30.00
UAA 1004	29.00
UAA 4001	25.00
UAA 4002	42.00
UAA 4003	30.00
UAA 4006	75.00
ULN	
ULN 2003	16.00
ULN 2004	22.50
X	
XR 2206	65.00
X 2444	20.00
REGULATEUR	
100 MA TO92 positif ou négatif	5.00
1A TO220 positif ou négatif	7.00
7809 (2A)	17.00
2A TO3 positif ou négatif	29.00
TEA 7605 Low Drop	14.00
TL	
TL 071	9.00
TL 072	9.00
TL 074	19.00
TL 081	6.50
TL 082	6.50
TL 084	8.00
TL 431	9.60
RELAIS DIL	
5 Volts 1T	32.00
5 Volts 1RT	40.00
12 Volts 1T	32.00
12 Volts 1RT	40.00

COMPOSANTS MINIATURE DE SURFACE

Référence	Prix
CD 4001 CMS	3.50
CD 4011 CMS	3.50
CD 4012 CMS	4.50
CD 4015 CMS	7.00
CD 4016 CMS	6.00
CD 4017 CMS	6.00
CD 4020 CMS	7.00
CD 4021 CMS	7.00
CD 4023 CMS	4.00
CD 4024 CMS	6.50
CD 4025 CMS	3.50
CD 4028 CMS	7.50
CD 4029 CMS	7.50
CD 4030 CMS	4.50
CD 4040 CMS	8.00
CD 4042 CMS	7.00
CD 4043 CMS	7.00
CD 4044 CMS	7.50
CD 4047 CMS	6.50
CD 4049 CMS	5.00
CD 4050 CMS	5.50
CD 4051 CMS	7.00
CD 4052 CMS	7.00
CD 4053 CMS	7.00
CD 4060 CMS	8.00
CD 4066 CMS	5.00
CD 4067 CMS	39.00
CD 4068 CMS	3.50
CD 4069 CMS	5.00
CD 4070 CMS	4.50
CD 4071 CMS	4.00
CD 4073 CMS	4.00
CD 4081 CMS	4.00
CD 4093 CMS	5.00
CD 4104 CMS	9.00
CD 4516 CMS	7.00
CD 4517 CMS	39.00
CD 4518 CMS	7.00
CD 4520 CMS	7.00
CD 4526 CMS	11.00
CD 4528 CMS	8.50
CD 4532 CMS	13.00
CD 4538 CMS	10.00
CD 4541 CMS	11.00
CD 4543 CMS	10.00
CD 4557 CMS	26.00
CD 4585 CMS	17.00
CD 40097 CMS	6.00
CD 40106 CMS	5.50
CD 40175 CMS	8.00
CD 40373 CMS	18.00
CD 40374 CMS	18.00
74 HC CMS ou HCT CMS	
74HCT 00	3.30
74HCT 02	3.30
74HCT 03	3.30
74HCT 04	3.30
74HCT 08	3.30
74HCT 10	3.30
74HCT 11	3.30
74HCT 14	5.30
74HCT 20	3.30
74HCT 21	3.30
74HCT 27	3.30
74HCT 30	3.30
74HCT 32	3.30
74HCT 42	NC
74HCT 58	5,80
74HCT 73	NC
74HCT 74	4,50
74HCT 75	NC
74HCT 85	6,30
74HCT 86	5,00
74HCT 93	NC
74HCT 107	4,50
74HCT 109	5,00
74HCT 112	6,00
74HCT 123	6,50
74HCT 125	6,50
74HCT 126	6,50
74HCT 132	6,00
74HCT 138	6,00
74HCT 139	6,00
74HCT 147	7,50
74HCT 151	6,00
74HCT 153	NC
74HCT 154	14,00
74HCT 157	6,00
74HCT 158	6,00
74HCT 160	NC
74HCT 161	6,50
74HCT 162	NC
74HCT 163	6,50
74HCT 164	6,50
74HCT 165	NC
74HCT 166	9,00
74HCT 173	7,50
74HCT 174	NC
74HCT 175	NC
74HCT 181	NC
74HCT 182	NC
74HCT 190	NC
74HCT 191	8,50
74HCT 192	NC
74HCT 193	8,50
74HCT 194	NC
74HCT 195	NC
74HCT 238	4,50
74HCT 240	8,50
74HCT 241	8,50
74HCT 242	NC
74HCT 243	8,50
74HCT 244	8,50
74HCT 245	9,00
74HCT 251	6,50
74HCT 253	6,50
74HCT 257	6,50
74HCT 258	NC
74HCT 259	8,50
74HCT 273	NC
74HCT 280	10,00
74HCT 283	NC
74HCT 297	NC
74HCT 299	17,00
74HCT 354	NC
74HCT 356	NC
74HCT 365	NC
74HCT 366	NC
74HCT 367	NC
74HCT 368	6,00
74HCT 373	8,00
74HCT 374	8,00
74HCT 377	NC
74HCT 390	NC
74HCT 393	8,00
74HCT 423	NC
74HCT 533	NC
74HCT 534	NC
74HCT 540	10,00
74HCT 541	NC
74HCT 563	NC
74HCT 564	NC
74HCT 573	NC
74HCT 574	11,00
74HCT 583	NC
74HCT 597	11,00
74HCT 640	NC
74HCT 643	NC
74HCT 646	NC
74HCT 648	NC
74HCT 670	13,00
74HCT 688	13,00
74HCT 4002	4,00
74HCT 4015	NC
74HCT 4016	NC
74HCT 4017	NC
74HCT 4020	NC
74HCT 4024	7,50
74HCT 4040	7,50
74HCT 4046	NC
74HCT 4051	NC
74HCT 4052	10,00
74HCT 4053	NC
74HCT 4060	8,00
74HCT 4066	8,00
74HCT 4067	NC
74HCT 4075	5,50
74HCT 4094	11,00
74HCT 4316	NC
74HCT 4351	13,00
74HCT 4353	NC
74HCT 4511	NC
74HCT 4514	NC
74HCT 4515	NC
74HCT 4538	13,00
74HCT 4543	NC
74HCT 40103	NC
74HCT 40104	NC
BAT	
BAT 18	3.00
BAV	
BAV 99	3.00
BAX	
BAX 12	3.00
BCF	
BCF 30	3.00
BCW	
BCW 32	3.00
BFR	
BFR 31	3.00
LM	
LM 324 CMS	4.00
LM 339 CMS	8.00
LM 4558	7.00
NE	
NE 555	7.00

BIENTOT :
Résistances CMS, Condensateurs CMS, Ajustables CMS, LEDS CMS......

TRANSISTOR

Référence	Prix
AC	
AC 127	4.50
AC 128	4.50
AC 138	8.00
AC 141	8.00
AC 153	8.00
AC 176	8.00
AC 181	6.00
AC 187	5.50
AC 188	5.50
ACY 38	15.00
AD	
AD 139	14.00
AD 143	25.00
AD 152	30.00
AD 262	15.00
ADY 26	86.00
AF	
AF 105	18.00
AF 106	18.00
AF 109	18.00
AFX 14	20.00
AFY 19	18.00
AFY 39	18.00
AFZ 12	60.00
ASY	
ASY 26	24.00
ASY 27	27.00
ASY 28	38.00
ASY 29	18.00
ASY 78	45.00
ASY 80	25.00
ASZ 1018	40.00
BC	
BC 107	2.00
BC 108	2.00
BC 109	2.00
BC 115	5.00
BC 118	5.00
BC 119	4.00
BC 120	4.00
BC 125	4.00
BC 126	4.00
BC 134	10.00
BC 140	6.00
BC 141	4.00
BC 142	6.00
BC 153	2.00
BC 154	3.00
BC 158	3.00
BC 160	6.00
BC 161	4.00
BC 170	3.00
BC 172	2.20
BC 173	3.00
BC 177	2.80
BC 178	2.80
BC 179	2.80
BC 181	9.00
BC 183	3.00
BC 185	15.00
BC 192	6.00
BC 204	2.80
BC 209	3.20
BC 211	4.00
BC 212	2.80
BC 220	9.00
BC 221	12.00
BC 223	6.00
BC 237	2.80
BC 238	1.80
BC 239	1.80
BC 260	5.00
BC 281	25.00
BC 284	18.00
BC 307	1.80
BC 308	1.80
BC 309	1.80
BC 317	3.00
BC 318	3.00
BC 327	2.60
BC 328	2.50
BC 337	3.20
BC 338	3.20
BC 341	9.00
BC 358	9.00
BC 409	3.00
BC 419	3.00
BC 516	3.40
BC 517	3.00
BC 546	2.00
BC 547	2.00
BC 548	2.00
BC 549	2.00
BC 550	1.50
BC 556	1.50
BC 557	1.50
BC 558	2.00
BC 559	2.00
BC 560	1.90
BCW 90	6.00
BCY 56	8.00
BCY 57	7.00
BCY 70	9.00
BCZ 12	10.00
BD	
BD 115	10.00
BD 135	4.50
BD 136	4.50
BD 137	5.00
BD 138	5.00
BD 139	5.00
BD 140	5.80
BD 166	4.00
BD 170	6.40
BD 182	25.00
BD 203/204	18.00
BD 235	7.50
BD 236	7.20
BD 237	6.50
BD 238	6.20
BD 241	6.10
BD 361	12.00
BD 362	18.00
BD 435	6.50
BD 436	8.00
BD 437	6.50
BD 438	8.00
BD 439	8.00
BD 440	8.00
BD 441	11.00
BD 442	11.00
BD 522	18.00
BD 536	6.00
BD 537	6.00
BD 561	12.00
BD 562	9.00
BD 680	5.00
BDW	
BDW 93C	19.00
BDW 94C	19.00
BDX	
BDX 18N	20.00
BDX 33	8.00
BDX 62B	22.00
BDX 63B	21.00
BDX 64B	24.00
BDX 65B	24.00
BDX 66B	32.00
BDX 67B	32.00
BDX 77	8.00
BDX 78	8.00
BDY	
BDY 26	35.00
BDY 38	15.00
BDY 56	19.00
BDY 58	36.00
BDY 80	15.00
BDY 83	27.00
BDY 96	75.00
BF	
BF 108	18.00
BF 110	9.00
BF 115	5.80
BF 152	14.00
BF 158	8.00
BF 162	9.00
BF 165	8.00
BF 167	4.50
BF 173	4.20
BF 174	9.00
BF 176	8.00
BF 177	4.80
BF 178	4.80
BF 179	6.80
BF 181	8.00
BF 182	7.00
BF 183	9.00
BF 184	7.50
BF 185	7.50
BF 188	5.00
BF 194	5.00
BF 195	5.00
BF 196	NC
BF 197	2.80
BF 198	3.80
BF 199	2.40
BF 226	9.00
BF 240	3.10
BF 245	5.60
BF 251	9.00
BF 253	9.00
BF 256	5.70
BF 259	3.80
BF 260	9.00
BF 261	9.00
BF 271	8.00
BF 272	12.00
BF 273	7.00
BF 274	8.00
BF 305	12.00
BF 315	10.00
BF 321	3.00
BF 323	9.00
BF 336	5.00
BF 337	5.00
BF 338	6.50
BF 381	13.00
BF 390	17.00
BF 394	3.20
BF 451	4.50
BF 459	8.00
BF 469	4.50
BF 470	4.50
BF 480	12.00
BF 494	3.20
BF 495	3.20
BFW 16A	29.00
BFX 44	12.00
BFX 89	29.00
BFY 50	10.00
BFY 90	19.00
BFR	
BFR 91	12.60
BS	
BS 170	6.00
BS 250	7.00
BU	
BU 132	24.00
BU134/185T2	24.00
BU 205	24.00
BU 208	25.00
BU 208 D	25.00
BU 326	21.00
BU 500	32.00
BU 508 A	22.00
BU 508 D	22.00
BU 806	28.00
BU 807	18.00
BU 826A	40.00
BU 931R	36.00
BUX	
BUX 37	34.00
BUX 47	35.00
BUX 81	35.00
BUZ 11 A	32.00
TIP	
TIP 29	4.50
TIP 30	4.80
TIP 31	4.80
TIP 32	6.50
TIP 33	7.50
TIP 34	8.50
TIP 35	17.50
TIP 36	18.00
TIP 41	6.00
TIP 122	12.00
TIP 132	13.00
TIP 137	13.00
TIP 2955	5.00
TIP 3055	10.00
2 N	
2N 918	8.50
2N 930	3.90
2N 1613	3.50
2N 1671B	150.00
2N 1711	3.50
2N 1724	76.00
2N 1890	3.50
2N 1893	3.50
2N 2197	42.00
2N 2218	3.50
2N 2219	3.40
2N 2222	3.00
2N 2369	3.50
2N 2484	6.00
2N 2646	10.00
2N 2893	42.00
2N 2904A	3.20
2N 2905	3.20
2N 2907A	2.20
2N 3053	3.60
2N 3054	10.00
2N 3055	11.00
2N 3386	18.00
2N 3439	12.00
2N 3553	25.00
2N 3773	35.00
2N 3819	3.80
2N 3904	4.00
2N 3906	5.00
2N 3966	45.00
2N 4091	12.00
2N 4092	12.00
2N 4100	44.00
2N 4416	12.00
2N 5320	8.00
2N 5322	8.00
2N 5416	12.00
2N 5884	30.00
2N 5886	30.00
DIVERS	
ESM 301	15.00
ESM 400	20.00
IFF 9130	60.00
IFF 120	60.00
MJ 2500	30.00

CIRCUITS IMPRIMES

Réalisation de C.I. percés étamés 65F le dm2 simple face, 100F le dm2 double face d'après films fournis. (réalisation de films 100F pièce).

LIBRAIRIE TECHNIQUE

EDITIONS RADIO - ETSF
EDITIONS PAUL MONTEL
PUBLITRONIC - TEXAS
SGS THOMSON

LIGNES A RETARD

Référence	Prix
PHILIPS	
470 ns. 1150 Ω P.U.	20.00
Par 20 pièces P.U.	17.50
390 ns. 1100 Ω	35.00
330 ns. 1000 Ω	35.00
DL 711 PHILIPS 64 µS	99.00
DLC	NC
DL 3722	NC

MICRO

Référence	Prix
QUARTZ	
32.768 KHz	15.00
1.000 MHz	58.00
1.8432 MHz	15.00
2.4576 MHz	15.00
3.2768 MHz	15.00
3.5795 MHz	15.00
4.000 MHz	15.00
4.096 MHz	15.00
4.194304 MHz	15.00
4.9152 MHz	15.00
5.0688 MHz	15.00
6.5536 MHz	15.00
8.000 MHz	15.00
10.000 MHz	15.00
12.000 MHz	15.00
12.40625 MHz	59.00
13.8750 MHz	49.00
14.000 MHz	15.00
14.318 MHz	15.00
16.000 MHz	15.00
OSCILLATEURS	
1.8432 MHz	49.00
4.000 MHz	49.00
8.000 MHz	49.00
16.000 MHz	49.00
RAM	
2102	39.00
2114	39.00
2147	34.00
4116	22.00
41256 - 10	40.00
41256 - 12	25.00
41256 - 15	35.00
4164	20.00
4168	60.00
43256 ou 60L256	190.00
4416	35.00
41416	35.00
41464 ou 4464	100.00
44 C256 - 8	190.00
5128-15	55.00
6116	35.00
6264	50.00
1 MEGA	250.00
401C0	250.00
60L256P10	190.00
RAM ZERO POWER	
MK48Z02B	210.00
48Z08 B	250.00
EPROM	
2716	38.00
2732	49.00
2764	39.00
27 C64	59.00
27128	45.00
27 C128	50.00
27256	78.00
27 C256	45.00
27512	70.00
27C512	89.00
27010	290.00
AD-DA CONVERTISSEURS	
ADC 0804	65.00
ADC 0808	120.00
ADC 0809	130.00
DAC 0800	49.00
DAC 0808	45.00
UVC 3101	350.00
ROCKWELL	
6502	60.00
6512	100.00
6522	60.00
6532	100.00
6545	100.00
6551	80.00
65 C51	150.00
6800	
6800	56.80
6802	35.00
68 B02	45.00
6809	55.00
6810	34.00
68 B10	39.00
6821	15.00
68 B21	25.00
6840	59.00
68 B40	69.00
6845	85.00
6850	35.00
68 A50	25.00
68 B50	78.00
68705 P3S	120.00
Z 80	
ACPU	30.00
ACTC	45.00
APIO	45.00
ASIO	85.00
DMA	100.00
INTEL	
8031	98.00
80 C 35	59.00
8085	33.00
8086	190.00
8087	NC
8088	80.00
8155	65.00
8237	90.00
8250	95.00
8251	34.00
8253	45.00
8254	45.00
8255	30.00
8257	49.00
8259	45.00
8272 ou µPD 765	80.00
8279	36.00
8282	45.00
8283	45.00
8284	50.00
8287	39.00
8288	79.00
8749 HC	135.00
8749 HD	175.00
EF	
EF 7510	188.00
EF 7910	229.00
EF 9306	20.00
EF 9340	69.00
EF 9341	79.00
EF 9345	76.00
EF 9346	45.00
EF 9365	300.00
EF 9366	160.00
EF 9369	150.00
CIRCUITS SPECIAUX	
NEC V20	95.00
NEC V 30-8	156.00
TBP 24S10	65.00
TBP 28L22	65.00
TBP 28S42	65.00
NSC 800	220.00
NSC 810	220.00
WD 1691 PE	200.00
FD 1797	165.00
DM 1883	200.00
WD 2791	200.00
TMS 4500	150.00
6349	65.00
Z 8530	300.00
Z 853ASCC	200.00
Z 8536 CIO	150.00
Z 867Basic	300.00
MB 8876	150.00
WD 9216	80.00
AY 3-1015	76.00
AY 3-1350	84.00
AY 3-8912	90.00
AY 53600	280.00
SN 75175	49.00
PCF	
8200	210.00
8574	47.00
ZN	
ZN 426E8	47.00
ZN 427E8	157.00
ZN 428E8	122.00
ZN 429D	39.00
ZN 436E	28.00