

LOISIRS ELECTRONIQUES D'AUJOURD'HUI

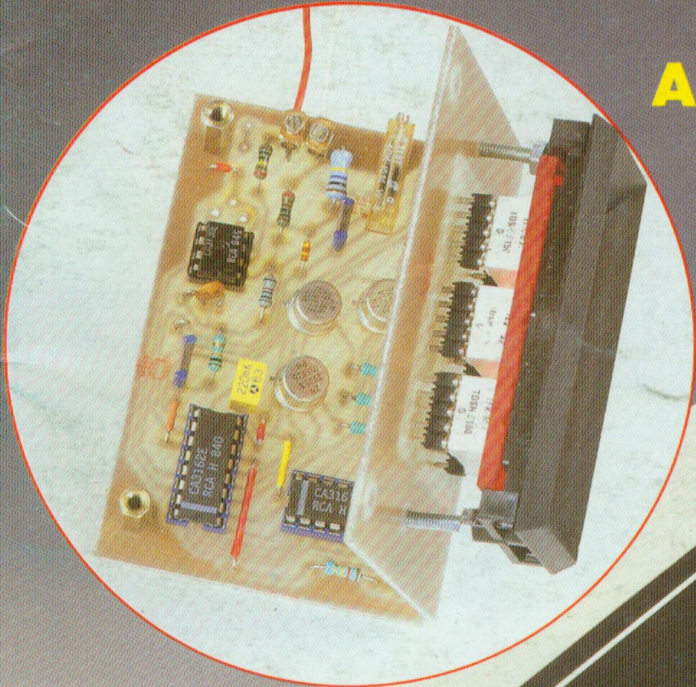
N°75

Lead

**COURS N°15 : CONNAISSANCE DE
L'ELECTRONIQUE : LE TRANSISTOR
GENERATEUR DE FONCTIONS RR2M
AMPEREMETRE /VOLTMETRE
ALIM. CENTRAD AL823
MICROKIT 09 / AMELIORATIONS**

ISSN 0753-7409

AMPEREMETRE VOLTMETRE



MICROKIT 09 AMELIORATIONS

M 1226 - 75 - 20,00 F



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

SELECTION KITS

ALARME ANTIVOL

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

MESURE

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

BF

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

ÉMISSION-RÉCEPTION

Récepteur FM 88 à 104MHz.....	*128 F
Ampli d'antenne	
1MHz à 1000MHz - 20db.....	88 F
Récepteur onde moyenne.....	55 F
Émetteur 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
Programmeur domestique.....	400 F
Télécommande 27MHz codée.....	256 F
Barrière/télécommande	
à ultrasons.....	128 F
Variateur de vitesse 220V - 1.000W.....	80 F
Allumage élec. à décharge capacitive.....	216 F
Compte-tour digital.....	120 F
Barrière/télécommande	
à infrarouges.....	160 F
Thermomètre digital négatif	
-50 à +9°C.....	160 F
Temporisateur digital 0 à 999 s.....	200 F
Batterie électronique.....	120 F
Chien électronique.....	295 F
Timer universelle 0 à 15mn.....	99 F
Attente musicale téléphonique.....	88 F
Pile ou face électronique.....	45 F

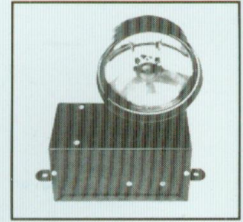
Spot couleur 60W, 8 couleurs,
 à l'unité..... 15 F
 Les 10..... 120 F

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

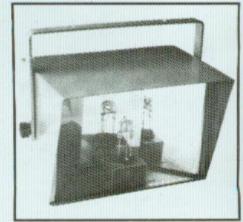
Projecteur PAR 56 économique
 sans lampe..... 180 F



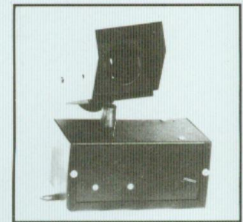
Rayon balladeur 180°
 sans lampe..... 190 F



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



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



Kits - jeux lumière - composants - mesure - circuits imprimés

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

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

FRANCE KIT

Chenillard 2000 programmes 8 sorties 600 W, complet en kit, avec boîtier métallique sérigraphié bouton prises de sortie..... 460 F

Version montée..... 550 F

Modulateur micro : 3 voies, filtre sélectif de tonalité complet en kit avec boîtier métallique, sérigraphie bouton prise de sortie..... 155 F

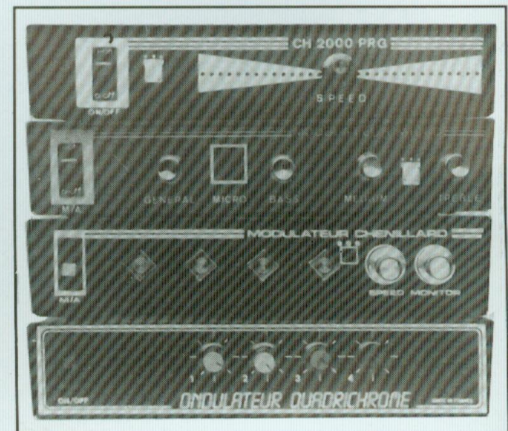
Version montée..... 255 F

Modulateur chenillard 4 voies réglage de vitesse et de sensibilité, complet en kit avec boîtier métallique sérigraphié bouton prises de sortie..... 215 F

Version montée..... 320 F

Ondulateur quadrichrome 4 voies, complet en kit avec boîtier sérigraphié, prises de sortie bouton..... 440 F

Version montée..... 550 F



Nous acceptons les Bons de la Semeuse

VISA N° _____
 Date d'expiration ____/____/____

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

Led

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

LED

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

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

Rédaction
 Ont collaboré à ce numéro :
 Georges Matoré, René Rateau,
 Roland Jalbert.

Publicité
 (1) 42.38.80.88 poste 7314

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
 M. Thierry Pasquier
Composition
 Edi'Systèmes - Paris
Photogravure
 Sociétés PRS/PSC - Paris
Impression
 Berger-Levrault - Nancy

4

LED VOUS INFORME

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

6

LA CONNAISSANCE DE L'ELECTRONIQUE (COURS N° 15 : LE TRANSISTOR)

Maintenant que nous connaissons la structure du transistor et ce phénomène si curieux appelé "effet transistor", nous allons nous intéresser aux caractéristiques. Ce sont les courbes représentatives qui expriment graphiquement le comportement de tout transistor.

14

AU BANC D'ESSAI. ALIMENTATION DE LABORATOIRE ELC-AL823

L'appareil réunit dans un même boîtier deux alimentations totalement indépendantes. Chacune

comporte son propre transformateur, ses circuits de régulation, ses ballasts et naturellement sa sortie.

Le modèle AL823 de la société française ELC vise le haut de gamme en la matière.

20

LE MICROKIT 09

Cette réalisation qui a été proposée dans la revue il y a maintenant déjà plus de six ans et qui a connu un très gros succès auprès de nos lecteurs a subi quelques améliorations. Les modifications intéressantes apportées à la maquette d'origine et entreprises par M. Jalbert, professeur en informatique, vous sont dévoilées à partir de ce numéro.

25

APPAREIL DE MESURE. AMPEREMETRE/ VOLTMETRE

Voici un montage que nous avons résolument voulu supérieur par sa souplesse d'utilisation, sa commodité de mise en œuvre, face aux besoins rencon-

trés si souvent. Un certain nombre de convertisseurs analogiques-numériques nous sont proposés sur le marché, nous disposons du duo CA 3162 et CA 3161 E de RCA, vous admettez la raison évidente d'un choix non orienté.

36

GENERATEUR DE FONCTIONS RR2M 0,02 Hz A 2 MHz (2^e PARTIE)

L'analyse théorique ayant été conduite dans notre précédent numéro, nous passons aux phases finales : la construction, puis la mise au point de l'appareil.

50

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.

QUELQUES NOUVEAUTES ISKRA

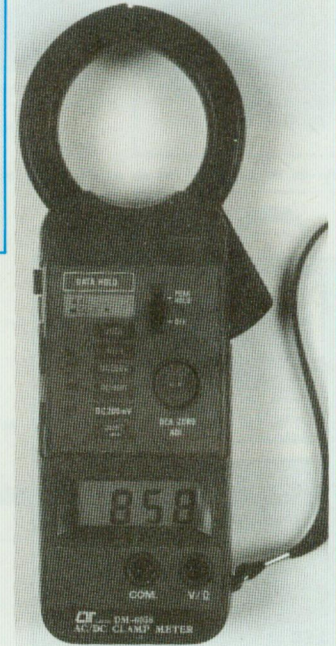
PINCE AMPEREMETRIQUE CONTINU / ALTERNATIF DIGITALE DM6056 ACA/D

Spécifications générales :
Mesure des intensités DCA et ACA.
Fonction mémoire. Indication de

dépassement d'échelle.
Fonction mémoire des valeurs crêtes.
Haute impédance d'entrée.
Réglage du zéro : automatique.
Pince légère et très compacte, boîtier ABS.
Indication d'usure de la pile "Lo Bat".
Diamètre maximum de passage de câble : 55 mm.
Caractéristiques générales :
Affichage 2 000 pts ($\pm 1\ 999$) à cristaux liquides.
Multi-fonctions : ACA, DCA, DCV, ACV, Résistances.
Mesures de diodes. Continuité.

Polarité automatique indication " - ".
Cadencement de mesure : 2,5 mesures/seconde.
Températures d'utilisations : 0° C à 50° C.
Alimentation 1 pile 9 V (6F22).
Dimensions : 230 x 70 x 36 mm.
Poids : 400 g.
Livré avec l'appareil : câble de mesure, gaine de transport, manuel d'utilisation.

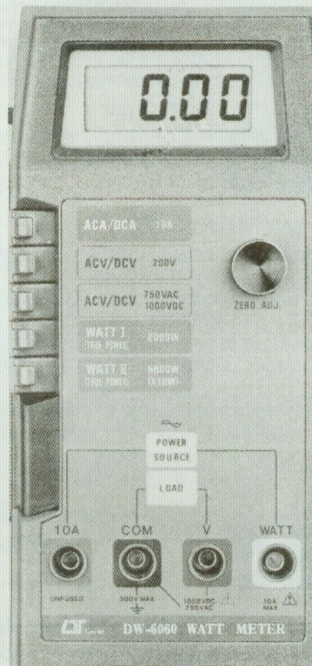
Iskra, ZAC des Peupliers, 27 rue des Peupliers, Bât. A 92000 Nanterre.



WATTMETRE DIGITAL DW 6060

Caractéristiques :
Affichage digital, lecture simple et précise.
Indique : puissance vraie et non apparente.
Utilisation avec une alimentation monophasée.
Alimentation par pile 9 V (6F22).
Indicateur d'usure de pile.
Compact, léger, excellente maniabilité.
Face colorée assurant des opérations aisées.

Spécifications générales :
Afficheur : LCD 12,54 mm, indications maximales de 1 999 à -1 999.
Mesures : tensions alternatives/continues, courants alternatifs/continus, watts.
Polarité : apparition automatique du signe " - " indiquant la polarité inverse.
Ajustement du \pm : uniquement pour le calibre watts ajustable entre +30 et -30 digits (automatique pour les tensions et courants AC et DC).
Dépassement d'échelle : affichage de "1" ou "-1".
Echantillonnage : 0,8 seconde.
Température d'utilisation : 0° C à +50° C.
Humidité : moins de 80 %

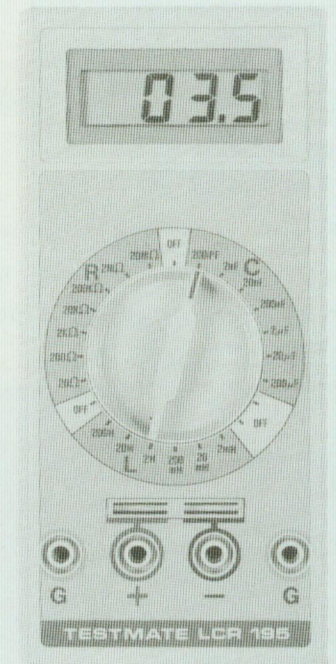


d'humidité relative.
Alimentation : pile 9 V (6F22).
Consommation : environ 6 mA.
Dimensions : 180 x 86 x 75 mm.
Poids : 500 g (avec la pile).
Accessoires standards : cordons de mesure (1 paire), manuel d'utilisation.

PONT RLC TESTMATE LCR 195

Caractéristiques :
Le pont RLC de poche permet d'effectuer des mesures de résistance, d'inductance et de capacité avec facilité, tout en accordant une bonne précision.
Celui-ci dispose d'un circuit de garde afin de réduire les erreurs dans certaines mesures.

Spécifications générales :
Affichage : afficheur à cristaux liquides 3 1/2 digits de 13 mm avec une lecture maximum de 1 999.
Dépassement : "1" digit de gauche allumé.
Usure de pile : "Lo Bat" est affiché quand la tension de la pile descend au-dessous de la tension de mesure.
Température d'utilisation : de 0° C à 35° C pour 0 à 80 % d'humidité relative ; de 35° C à 50° C de 0 à 70 % d'humidité relative.
Température de stockage : de -20° C à +65° C pour 0 à 90 % d'humidité relative sans pile.
Précision : spécifiée à 23° C $\pm 5\%$ à moins de 75 % d'humidité relative.
Alimentation : pile 9 V type IEC 6F22.
Dimensions : 174 x 90 x 41 mm.



Poids : 390 g avec pile.
Accessoires : cordons de mesure, manuel d'utilisation, fusible de rechange.
Surcharge : protection par fusible contre une surcharge de 250 V continu ou alternatif instantanément ou d'une capacité chargée sur chaque entrée.

Extrait de nos principaux points de vente en région parisienne :

A.D.S.

16, rue d'Odessa
75014 Paris
43.21.56.94

KOMELEC

4, rue Yves Toudic
75010 Paris
42.08.54.07/59.05/63.10

A.M.O. ELECTRONIQUE

1, rue Paul Bert
94800 Villejuif
47.26.35.62

MAGNETIQUE FRANCE

11, place de la Nation
75011 Paris
43.79.39.88

AVENA

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

MELUN ELECTRONIQUE

19, rue Ste Barthelemy
77000 Melun
64.39.90.60

BERIC

43, rue Victor Hugo
92240 Malakoff
46.57.68.33

RADIO BEAUGRENELLE

6, rue Beaugrenelle
75015 Paris
45.77.58.30

B.H. ELECTRONIQUE

164-166, av. Aristide Briand
92200 Bagneux
46.64.21.59

SARTROUVILLE COMPTS

7, rue Voltaire
78500 Sartrouville
39.13.21.29

CAPELEC

43, rue Stephenson
75018 Paris
42.55.91.91

SONEL DIFFUSION

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

C.F.L.

45, bd de la Gribelette
91390 Morsang-sur-Orge
60.15.30.21

TECNI-TRONIC

68, av. Gallieni
93140 Bondy
48.48.16.57

CIBOT ELECTRONIQUE

3, rue de Reuilly
75012 Paris
43.79.69.81

TERAL

26 ter, rue Traversière
75012 Paris
43.07.87.74

CHELLES ELECTRONIQUE

16, av. du Maréchal Foch
77500 Chelles
64.26.38.07

VART


42, av. de St-Cloud
78000 Versailles
39.51.56.33

E.G.B.

19, rue Jean Jaurès
94500 Champigny-s/Marne
48.81.78.81

MESURE 2000

9, rue Ste Christine
77174 Villeneuve-St-Denis
60.25.01.48



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

La connaissance de l'électronique

Maintenant que nous connaissons la structure du transistor et ce phénomène si curieux appelé effet transistor, nous allons nous intéresser aux caractéristiques. Ce sont les courbes représentatives qui expriment graphiquement le comportement de tout transistor.

CARACTERISTIQUE BASE-EMETTEUR

Courbe représentative du comportement de la jonction base-émetteur B-E, elle s'apparente tout naturellement à celle de la diode. Nous avons déjà considéré le sujet (Led n° 70).

Pour tracer la caractéristique B-E d'un transistor, il nous faut procéder au relevé d'un certain nombre de valeurs de la tension U_{BE} entre base B et émetteur E, correspondant à autant de valeurs que nous aurons fait prendre au courant de base I_B tout en maintenant constante la tension de collecteur U_{CE} entre collecteur C et émetteur E. **U_{BE} fonction de I_B à U_{CE} constante** (définition).

C'est le montage dont le schéma de principe est reproduit à la figure 1 qui sert au relevé de ces valeurs interdépendantes. Pour ce faire, il est nécessaire de disposer d'un microampèremètre, lisant quelques dizaines de microampères et d'un voltmètre à affichage numérique, précision oblige !

L'alimentation variable Al1 (317) permet d'ajuster le courant I_B limité par la résistance de base R_B de 2,2 mégohms. L'alimentation variable Al2 (317) permet de maintenir la tension U_{CE} à une valeur constante, nous adoptons généralement celle de 3 volts, dans nos manipulations. C'est à la résistance R_C de charge du collecteur qu'incombe le rôle, plus exact, de limiter l'intensité du courant de collecteur I_C à une valeur convenable, non dangereuse et commode pour les essais. R_C de 33 ohms convient.

Ceux qui voudront bien se livrer au relevé trouveront certainement dans leur entourage un transistor BC 107, 108, 109...

Il suffit donc de veiller à maintenir la tension U_{CE} à 3 volts, tout en ajustant

la tension de Al2, laquelle gouverne I_B dont résulte U_{BE} , en faisant prendre à I_B des valeurs étagées de 10 à 60 microampères et en notant les valeurs conjointes occupées par U_{BE} .

Nous avons reproduit, à la figure 2, la caractéristique B-E d'un transistor, exemple typique extrait de notre cahier de relevés.

La conduite de la manipulation et l'examen de la caractéristique B-E nous apprennent que :

- La caractéristique B-E est celle d'une diode (comparer avec la courbe reproduite au n° 70).

- La tension U_{CE} n'exerce pratiquement aucune influence sensible sur la caractéristique. Si nous faisons varier seule la tension fournie par l'alimentation Al2, sans toucher au réglage ayant affiché une valeur donnée de I_B et sa tension U_{BE} correspondante, nous ne remarquerons pas d'incidence sur les grandeurs I_B et U_{BE} .

Répétons que la définition de la caractéristique B-E est la courbe de la tension

U_{BE} f (I_B) à U_{CE} constante.

PARAMETRES

Nous mentionnerons ici les deux paramètres usuels intimement liés dans la jonction B-E.

- r : résistance de la base. Comme toute diode, la jonction B-E possède sa résistance interne dont nous exprimerons l'existence sur son modèle électrique. La jonction B-E, comme toute diode, ne serait-elle pas un dipôle passif (figure 3) ?

La valeur typique de la résistance r est de quelques centaines d'ohms, allant de 400 à 1 000. Mais r est variable, comme chez toute diode, r diminue lorsque I_B augmente, ceci compense cela. De ce fait, malgré les fluctuations du courant passant dans l'espace B-E, la chute de tension dans cet

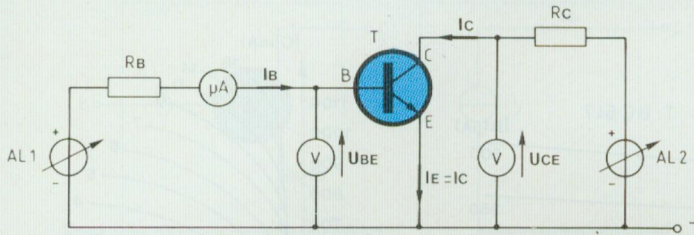


Fig. 1

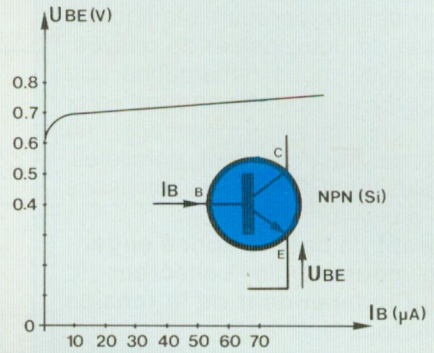


Fig. 2

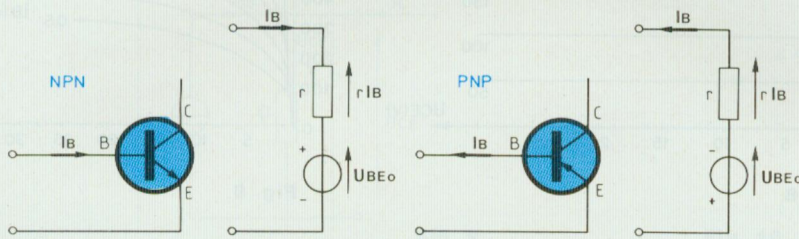


Fig. 3

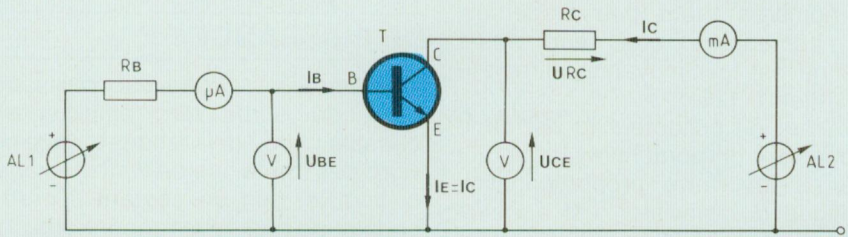


Fig. 5

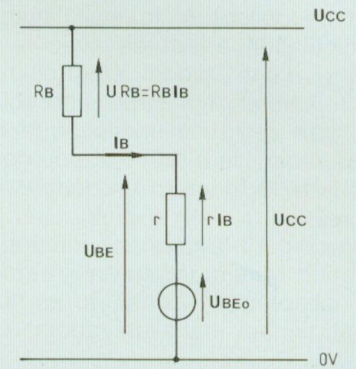


Fig. 4

espace, la tension U_{BE} demeure constante, propriété des plus intéressantes que nous exploiterons.

– U_{BE0} . Ce second paramètre n'est autre que la tension seuil de conduction de la jonction, elle est de 0,7 volt environ chez le silicium et diminue de 2,3 mV par degré C d'élévation de température. que de fois ne l'avons-nous pas répété : BE0 signifie BE au fonctionnement zéro, à l'origine.

Dans la jonction B-E, la chute de tension rI_B due au passage du courant I_B dans r , s'ajoute à U_{BE0} d'où le modèle de la jonction B-E avec ses tensions fléchées (figure 4).

$$U_{BE} = U_{BE0} + rI_B$$

Telle est l'équation spécifique de la caractéristique B-E.

Précisons que les valeurs de I_B sont

très faibles, des microampères, dans la pratique, à part chez les transistors amplificateurs de forte puissance, du genre 2N 3055, TIP... et autres BD... Comme r compense les variations de I_B et que U_{BE} ne varie que peu, nous pouvons très honnêtement parler d'excellente stabilité courante de la tension base-émetteur.

Si, dans un montage, nous mesurons une tension U_{BE} nulle ou très supérieure à 0,7 volt, c'est que le transistor en jeu n'est pas alimenté ou qu'il est à éliminer, c'est vu ?

CARACTERISTIQUE COLLECTEUR-EMETTEUR

Nous allons maintenant procéder autrement. Donnons au courant de

base I_B des valeurs différentes mais constantes, en face desquelles nous relèverons les variations de l'intensité du courant de collecteur I_C en fonction des valeurs variables que nous ferons prendre à la tension de collecteur U_{CE} . Nous allons relever la caractéristique

I_C fonction de U_{CE} à I_B constante.

Il nous faut ajouter au montage expérimental précédent ayant contribué au relevé de la caractéristique B-E un milliampèremètre disposé dans le circuit du collecteur, pour mesurer I_C . Le montage ainsi adapté est présenté par la figure 5.

Avec les mêmes partenaires nous effectuons une série d'une bonne cinquantaine de mesures de I_C et U_{CE} liées aux valeurs que nous imposons à I_B , valeurs étagées de 50 à 250 micro-

La connaissance de l'électronique

ampères et nous traçons la caractéristique. Le dessin reproduit à la figure 6 est extrait de notre cahier de relevés. Tout de suite, nous remarquons que les courbes correspondant aux valeurs équidistantes données au courant de base I_B sont parallèles, entre elles et à l'axe des abscisses gradué en valeurs de U_{CE} .

Un courant de base I_B donné engendre un courant de collecteur I_C constant indépendant de la tension de collecteur U_{CE} .

Ne soyons pas surpris d'un tel comportement de l'espace C-E du transistor. Nous avons déjà mis en évidence l'existence d'une relation associant le faible courant de base I_B à un fort courant de collecteur I_C , par l'amusante manipulation effectuée avec le concours d'une diode électroluminescente. Nous avons pu apprécier la variation de la luminosité de la diode proportionnelle à l'intensité du courant de base I_B (numéro précédent de la revue).

A un courant I_B donné, constant, correspond remarquablement un courant de collecteur I_C constant, qui lui est proportionnel, dans un rapport constant.

Les mesures soigneusement effectuées ont conduit au tracé point par point du graphique reproduit à la figure 6, à échelle réduite, pour la commodité. Les résultats des mesures s'expriment sous la forme des valeurs moyennes associées suivantes :

- A I_B de 50 microampères, I_C de 6,2 milliampères.
- A I_B de 100 microampères, I_C de 12,2 milliampères.
- A I_B de 150 microampères, I_C de 17,5 milliampères.
- A I_B de 200 microampères, I_C de 25,1 milliampères.
- A I_B de 250 microampères, I_C de 32,25 milliampères.
- A I_B de 300 microampères, I_C de 39,6 milliampères.

Calculons les rapports $\frac{I_C}{I_B}$, nous obtenons :

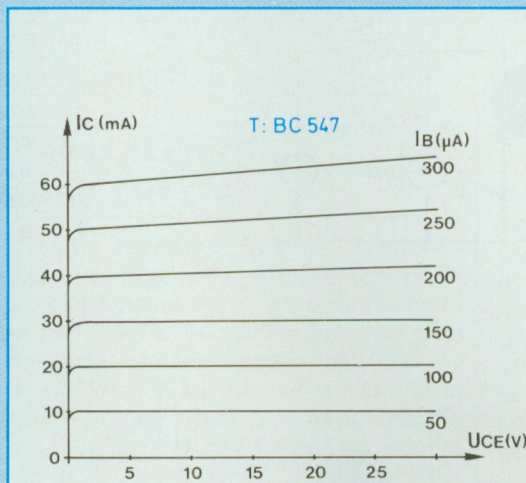


Fig. 6

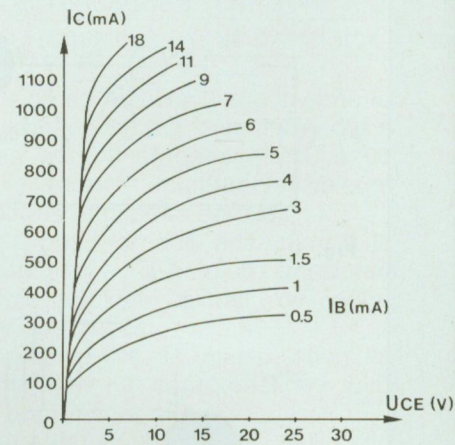


Fig. 8

124 - 122 - 116,6 - 125,5 - 129 - 132
 Ces nombres étant peu dispersés, nous admettrons que leur valeur moyenne est leur moyenne arithmétique, située à 125.

Le courant de collecteur I_C est donc pratiquement proportionnel au courant de base I_B . Cette proportionnalité, spécifique du transistor, est appelée **gain en courant β** (bêta), c'est un paramètre.

$$\beta = \frac{I_C}{I_B}$$

Très variable d'un type de transistor à l'autre, allant de 20 à 1 000, il est également variable de l'un à l'autre des transistors de même code, d'une même série, sauf tri poussé dont le prix...

Que ce propos ne vous décourage pas !

SCHEMA EQUIVALENT

L'idée qui vient à l'esprit est d'assimiler l'espace C-E à un générateur de courant constant (souvenez-vous du dipôle au modèle de Norton). Nous pouvons représenter le dipôle C-E par le schéma reproduit à la figure 7, c'est un générateur de courant I_C constant !

TRANSISTORS DE PUISSANCE

Chez les transistors de puissance, ceux de sortie des amplificateurs capables de délivrer des dizaines, voire des centaines de watts, en association, le gain en courant β perd la constance que nous rencontrons chez les transistors de faible puissance, du genre de ceux ayant participé à nos précédentes manipulations. Les pieds des courbes I_C fonction de U_{CE} ne sont plus régulièrement répartis en ordonnée, l'allure générale présente le "dos courbé", selon le jargon bien connu.

La figure 8 montre ce "ploiment d'échine" qui caractérise les transistors de puissance du genre BD 135, TIP 31, 2N 3055, etc.

L'équation $I_C = \beta I_B$ chez les transistors de faible puissance devient $I_C = \beta I_B + k U_{CE}$ chez ceux de forte puissance.

Le coefficient k , un nombre sans dimension, voit sa valeur augmenter avec la pente de la caractéristique.

Nous pouvons dessiner le modèle du dipôle C-E des transistors de puissance à partir du modèle de Norton,

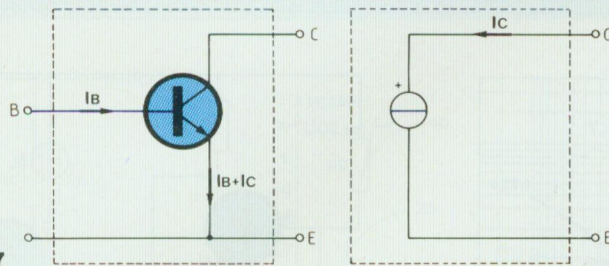


Fig. 7

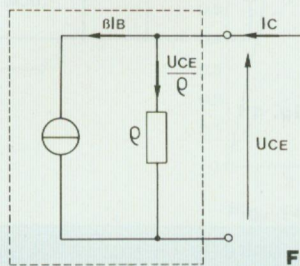


Fig. 9

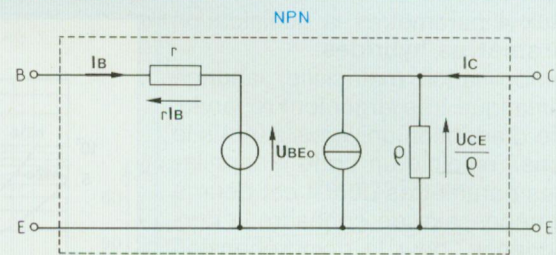
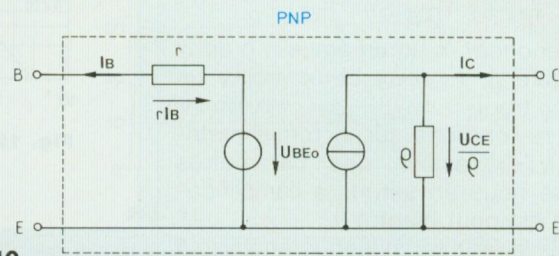


Fig. 10



dans lequel la **résistance interne de sortie** ρ (rhô), paramètre, est parcourue par le courant $\frac{U_{CE}}{\rho}$. Le générateur de courant est, pour sa part, traversé par le courant βI_B (figure 9).

U_{CE} étant la tension aux bornes du dipôle,

$$I_C = \beta I_B + \frac{1}{\rho} U_{CE}$$

$$I_C = \beta I_B + k U_{CE}$$

$$k = \frac{1}{\rho} \quad \rho = \frac{1}{k}$$

Le plus souvent la résistance interne de sortie ρ est très grande. De ce fait k devient négligeable et il reste $I_C = \beta I_B$ en approximation utile, ce qui arrange bien nos affaires.

MODELE EQUIVALENT DU TRANSISTOR

Regroupons donc les modèles des figures 3 et 9. Nous obtenons le modèle équivalent complet du transistor NPN et celui de son homologue PNP (figure 10).

QUELQUES EQUATIONS

Alimentons la base de notre transistor

en lui apportant son courant I_B par l'intermédiaire de la **résistance de base** R_B .

Précisons encore, afin d'éviter toute équivoque, que la **résistance interne de la base**, r , ne doit pas être confondue avec R_B , résistance de base.

L'alimentation s'effectue sous la tension U_{CC} (figure 11).

Souvent vous rencontrerez cette désignation conventionnelle U_{CC} , CC signifiant courant continu, étonnant, non ? Le courant de base a pour valeur

$$I_B = \frac{U_{CC} - U_{BE}}{R_B}$$

Le courant de collecteur a pour valeur

$$I_C = \beta I_B = \beta \frac{U_{CC} - U_{BE}}{R_B}$$

La chute de tension U_{RC} dans la résistance de charge R_C du collecteur a pour valeur

$$U_{RC} = R_C I_C = R_C \beta I_B = R_C \beta \frac{U_{CC} - U_{BE}}{R_B}$$

(La tension de collecteur U_{CE} , appelée également U_{CM} si l'émetteur est au potentiel de la masse M a pour valeur

$$U_{CE} = U_{CC} - R_C I_C =$$

$$U_{CC} - R_C \beta \frac{U_{CC} - U_{BE}}{R_B} \text{ etc.}$$

Il est absolument indispensable de retenir l'enchaînement de ces expressions qui associent ces grandeurs interdépendantes. La connaissance de certaines de ces grandeurs permet de déterminer les autres, tout comme celles que gouvernent les lois d'Ohm, Joule et toutes les autres.

Le fonctionnement du transistor s'explique, se comprend, se prévoit, se calcule, se déduit, se justifie par le mécanisme de ces équations. Un peu de persévérance et la mémoire fera le reste.

VARIATION DES PARAMETRES

Au cours de l'étude des caractéristiques, nous avons fait la connaissance des quatre paramètres du transistor : U_{BE0} : seuil de conduction de la jonction B-E, exprimée en volts ;

r : résistance (interne) de la base, exprimée en ohms ;

β : bêta, le gain en courant, est un nombre sans dimension ;

ρ : rhô, résistance interne de sortie du transistor, exprimée en ohms.

Cette disparité dans les unités d'expression, volt, ohm, nombre (!) a

La connaissance de l'électronique

valu aux 4 paramètres la qualification de **paramètres hybrides**.

La symbolisation matricielle, langage mathématique très largement répandu, en voie d'adoption universelle (nous le pensons), emploie un code d'appellation des paramètres dont il est pour le moins nécessaire de connaître la correspondance, pour la compréhension de la littérature spécialisée.

$$h_{11} = r \quad h_{21} = \beta \quad h_{22}^{-1} = \rho$$

qui s'énonce ; h un un égale r, h deux un égale β , h deux deux moins un égale ρ (rhô).

Nous reviendrons sur la forme matricielle d'expression des paramètres lorsque nous en serons à l'amplification (c'est pour bientôt !).

Dans la littérature en langue anglaise β est souvent remplacé par hFE qui s'énonce h F E.

Comme par un malin plaisir imaginé par on ne sait qui, les paramètres ne sont pas immuables dans leur grandeur, ils varient en fonction de l'intensité transistant dans les jonctions, c'est-à-dire, entre nous, en raison de l'effet Joule omniprésent, ceci entraîne cela...

Rassurez-vous, nous saurons nous arranger de ces inconvénients. L'essentiel est de savoir que les fabricants nous renseignent sur les fluctuations des paramètres en publiant des abaques traduisant graphiquement les variations.

Voici, à la figure 12, un exemple typique d'abaque, celui du BC 547 sur fond de quadrillage log-log, c'est-à-dire à échelle logarithmique en abscisse comme en ordonnée, une friandise pour les matheux !

En ordonnée, sur l'axe vertical, s'évalue la variation relative du paramètre, $10^0 = 1$, $10^1 = 10$, etc., par rapport à l'origine, un courant de collecteur I_C de 2 milliampères est souvent la valeur de référence, chez les transistors de faible puissance, pour amplification de petits signaux.

L'abaque nous dit que le gain β , (h_{21}) en symbole matriciel, diminue de 10^0 à $7 \cdot 10^{-1}$ (échelle en ordonnée) lorsque

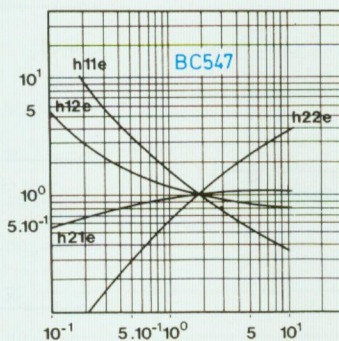


Fig. 12

le courant de collecteur voit son intensité passer de 2 à 0,2 milliampère.

En clair, cela signifie que le gain en courant diminue, relativement, de 1 à 0,7 lorsque le courant de collecteur décroît de 2 à 0,2 milliampère. En d'autres termes, le gain n'est plus que les sept dixièmes de ce qu'il était lorsque le courant de collecteur passe de 2 à 0,2 milliampère.

Ce gain en courant diminue également pour des valeurs supérieures du courant de collecteur.

Qu'en déduisons-nous ?

Le comportement d'un transistor est conforme aux équations associées à la condition que les variations d'intensité du courant de collecteur soient modérées, de part et d'autre de la valeur centrale.

BLOCAGE DU TRANSISTOR

Si la tension U_{BE} présente aux bornes de la jonction base-émetteur du transistor est inférieure au seuil de conduction U_{BE0} , il est bien évident que l'effet transistor ne se produira pas, le transistor ne fonctionnera pas, il sera à l'état de **blocage**.

Très souvent, dans la pratique, nous alimenterons la base du transistor à l'aide d'un pont diviseur constitué de deux résistances, disposées en série

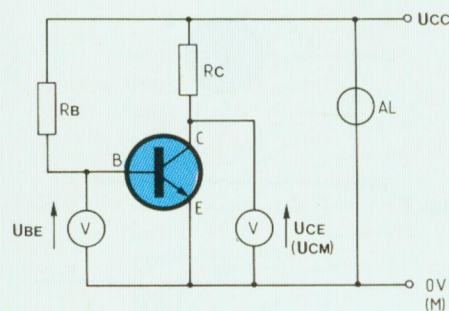


Fig. 11

entre le (+) et le (-) de U_{CC} (fig.13). Ce procédé est utilisé pour stabiliser la tension de base U_{BE} à une valeur fixe, convenablement déterminée comme nous le verrons bientôt.

Par le calcul nous déterminerons les valeurs des résistances constituant le pont diviseur de base, telles qu'elles soient traversées en permanence par un courant dont l'intensité sera de 5 à 10 fois celle du courant de base I_B garantie de stabilisation du fonctionnement...

SATURATION

A l'opposé de l'état de non-fonctionnement du transistor, du blocage, nous avons la **saturation**, quoi de plus normal ?

Nous vous avons parlé, tout à l'heure, du "dos courbé", des pieds des caractéristiques C-E des transistors, plus nettement accentué chez les transistors de puissance que ceux de puissance peu élevée.

Nous avons procédé à la dilatation de l'échelle des valeurs de la tension de collecteur U_{CE} (axe des abscisses) concernant les pieds des différentes courbes correspondant aux valeurs étagées du courant de base I_B (figure 14). Reportons-nous à cet agrandissement de la caractéristique C-E.

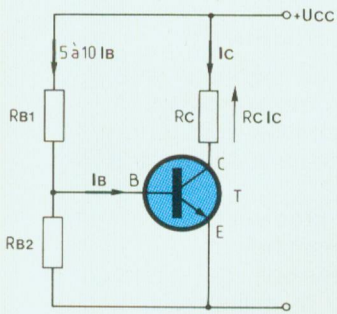


Fig. 13

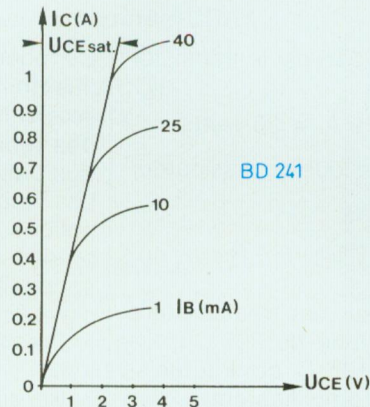


Fig. 14

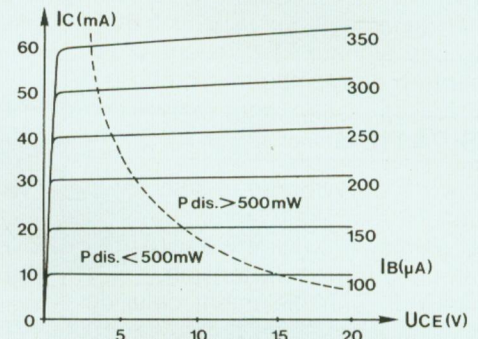


Fig. 15

Nous remarquerons que la tension de collecteur U_{CE} augmente curieusement avec l'accroissement du courant de collecteur I_C , tout se passe comme si le transistor refusait l'entrée de courants forts à la porte de son collecteur. La tension de collecteur est définie par l'équation :

$$U_{CE} = U_{CC} - R_C I_C$$

Les valeurs minimales prises par U_{CE} sont les **tensions de saturation collecteur-émetteur**.

Ces tensions tendent vers zéro pour des valeurs faibles de courant de collecteur, mais elles atteignent 0,2 ou 0,3 volt chez les transistors de moyenne puissance (2N 1711, 2N 2905) et elles franchissent le volt chez ceux de forte puissance du genre 2N 3055. Pour I_C de 4 A, U_{CE} saturation est de 4 volts, chez le BD 245.

Reprenons :

Une tension de base inférieure au seuil de conduction bloque le transistor, son courant de base est alors nul et l'effet transistor ne se produit pas. Le seul courant passant dans le transistor ne peut être que le courant de fuite, lequel est très faible, négligeable.

En ces conditions, la tension de collecteur est maximale, elle est pratiquement égale à celle de la tension d'alimentation du montage.

$$U_{CE} = U_{CC} - R_C I_C \text{ et } I_C = \text{zéro.}$$

L'examen des caractéristiques reproduites aux figures 6, 8 et 14 nous fait dire que le courant de collecteur croît brutalement dès l'instant où la tension de collecteur franchit une certaine valeur. Ce phénomène n'est rien d'autre que le claquage (inverse) de la jonction collecteur-base (elle est alimentée en inverse !). Il va sans dire que si nous ne veillons pas à limiter le courant passant dans la jonction collecteur-base, c'est le courant de collecteur I_C , nous avons la garantie du claquage destructeur de la jonction, donc du transistor.

PUISSANCE THERMIQUE MAXIMALE

Le transistor subit, en fonctionnement, la tension U_{CE} et il est parcouru par le courant I_C . Il lui faut par conséquent dissiper, sous forme d'énergie thermique de la loi de Joule, une puissance dont la valeur est $U_{CE} \cdot I_C$ et rien ne permet d'éviter ces obligations incontournables.

Si l'évacuation, la dissipation de cette chaleur n'est pas assurée, il est bien évident que la température au sein du transistor, la température de jonction T_j dépassera la valeur à laquelle le semi-

conducteur devient un parfait conducteur qui fondra. "Le transistor est un excellent fusible lorsqu'il devient le siège de l'**emballement thermique**". Fort justement les fabricants nous indiquent la puissance maximale admissible par le transistor.

Nous pouvons fort bien tracer, sur le réseau de caractéristiques collecteur-émetteur $I_C f(U_{CE})$ à I_B constante, tracer la courbe lieu géométrique des points figuratifs de la puissance maximale. En d'autres termes, nous portons bon nombre de points correspondant chacun aux deux valeurs simultanées U_{CE} et I_C dont le produit $U_{CE} \cdot I_C$ est égal à la valeur de la puissance thermique maximale admissible par le transistor. Nous réunissons les points par le trait. C'est ainsi que nous obtenons (figure 15) l'**hyperbole d'isopuissance maximale**. Cette courbe partage la caractéristique en deux zones, pour lesquelles la puissance dissipée dans le transistor est supérieure ou inférieure à la puissance maximale admissible, zone interdite au fonctionnement et zone permise au fonctionnement. Ces deux zones sont appelées **zone de claquage thermique et zone de sécurité**.

Toutefois, il faut savoir qu'il est possible de faire travailler un transistor dans la zone de claquage pendant une par-

La connaissance de l'électronique

tie de la durée de son fonctionnement, tolérant le passage des signaux transitoires, ces signaux qui varient brusquement en des temps très brefs.

DISSIPATION

Nous avons déjà abordé le sujet de la dissipation thermique lorsque nous avons étudié la mise en œuvre des régulateurs intégrés de tension.

Le transistor, principalement celui de puissance, sera impérativement pourvu d'un dissipateur (radiateur) dont le rôle est précisément d'évacuer vers l'atmosphère ambiante l'excédent de chaleur dangereux pour les jonctions.

Les régulateurs intégrés de tension, nous venons de les étudier, sont ingénieusement pourvus de dispositifs internes qui limitent le courant transitoire par eux en dessous du seuil dangereux. Les transistors ne sont pas protégés, nous devons les pourvoir des dissipateurs obligatoires chaque fois que la prudence nous le dictera. Prenons un exemple :

Un transistor 2N 3055 doit "passer" un courant d'intensité de 2 ampères, en subissant une tension de collecteur U_{CE} de 10 volts (valeurs moyennes prises pour exemple). Déterminons le type de dissipateur dont nous devons le pourvoir.

Le 2N 3055 est un transistor au silicium. La température de jonction maximale des transistors de ce type (voir notice du fabricant) est de 175° C, T_{j max} = 175° C.

Sa résistance thermique (jonction-boîtier) est donnée pour 1,5° C/W, R_{th(j-b)} = 1,5° C/W.

Nous isolerons électriquement le boîtier du dissipateur, le "mica" isolateur enduit de graisse siliconée introduira une résistance thermique (boîtier-dissipateur) de 1,3° C/W, R_{th(b-d)} = 1,3° C/W.

La puissance dissipée par le transistor sera :

$$P_{dis.} = 10 \text{ V} \times 2 \text{ A} = 20 \text{ watts.}$$

La résistance thermique du dissipateur sera de :

$$R_{th(d)} = \frac{T_j - T_a}{P_{dis.}} - R_{th(j-b)} - R_{th(b-d)}$$

Si nous tablons sur une température ambiante T_a moyenne de 30° C (plus logique que les 18° C contractuels, aux alentours de l'amplificateur :

$$R_{th(d)} = \frac{175 - 30}{20} - 1,5 - 1,3 \\ = 4,45^\circ \text{ C/W.}$$

Nous prendrons un dissipateur de résistance thermique inférieure à 4,45° C/W. Le modèle ML 25, très répandu, offrant une R_{th} de 2,4° C/W, conviendra parfaitement. Le fabricant nous le propose d'ailleurs spécialement percé pour accueillir un 3055...

PRECISIONS

Pour satisfaire la curiosité des puristes toujours à l'affût du détail, nous touchons un mot du **claquage secondaire**.

Une tension collecteur-émetteur élevée soumet la jonction base-collecteur à un champ électrique d'autant plus actif qu'elle est elle-même importante.

Les électrons en transit dans la jonction se groupent en faisceaux denses, c'est une sorte de focalisation dont les effets "concentrés" sont ceux de courants intenses passant en des canaux non prévus pour de tels débits. Il se produit ainsi des brûlures, c'est le mot qui convient, dans des couloirs préférentiels, mais ces couloirs ne seront pas cicatrisés, le phénomène n'est pas réversible. Le transistor est irrémédiablement endommagé et ne pourra plus assumer son rôle.

Ce phénomène de claquage secondaire ne doit pas être ignoré et il faut se montrer encore plus vigilant devant **des tensions U_{CE} élevées** que devant des basses...

Les fabricants précisent, dans les notices d'accompagnement de leurs produits, les tensions de claquage secondaire. Pour le moindre, dans la classification, des valeurs intéressantes remplissent les colonnes.

V_{CB0} : tension maximale admissible entre collecteur et base, avec circuit d'émetteur ouvert.

V_{CE0} : tension maximale admissible entre collecteur et émetteur, avec circuit de base ouvert.

V_{EB0} : tension maximale admissible entre émetteur et base, avec circuit de collecteur ouvert.

I_{C max} : courant maximal de collecteur. T_{j max} : température maximale de jonction.

f_{T min} : fréquence de coupure minimale à laquelle le gain en courant β repasse à l'unité (β = 1).

h_{FE} : gain en courant pour un courant de collecteur I_C précisé.

Ainsi, nous venons d'accomplir un tour d'horizon des caractéristiques du transistor. Nous allons maintenant apprendre à exploiter ces renseignements, finalité vraie de notre entreprise.

Commençons par la compréhension sûre des phénomènes, situons, déterminons par le calcul les valeurs des composants à mettre en œuvre, nous ne connaissons pas la déception de ceux qui veulent s'adonner à la pratique d'une discipline quelle qu'elle soit, sans s'imposer l'acquisition préliminaire de la connaissance qui assure la maîtrise de la technique.

Persévérons, nous sommes déjà entrés dans le domaine du concret.

A bientôt.

Georges Matoré

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.

Beckman Industrial™



Oscilloscopes

9020 : 2 × 20 MHz

- Double trace
- Ligne à retard

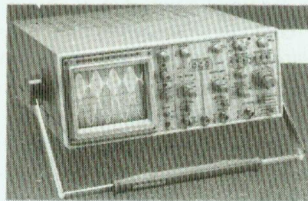
Prix TTC : 3 850 F



Générateurs de fonctions FG2

- Signaux sinus, carrés, triangle, pulses
- de 0,2 Hz à 2 MHz en 7 gammes
- 0,5 % de précision
- Entrée UCF

Prix TTC : 1 978 F



Beckman

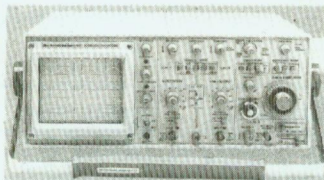
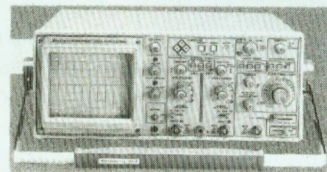
9102 (2 × 20 MHz) 5190 F

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.

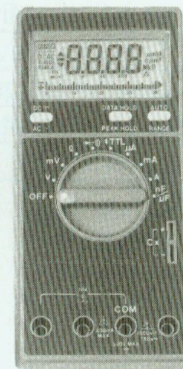
3 Multimètres à Fonctions Multiples



NOUVEAU

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
+ Fréquence-mètre
4 gammes
Prix TTC : 1505 F

Caractéristiques communes

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

CONDITIONS DE VENTE : MINIMUM D'ENVOI 100 F.
PAR CORRESPONDANCE : RÉGLEMENT 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) EXPÉDITION PAR LA SERNAM. PORT : 100 F.

PAS DE CATALOGUE

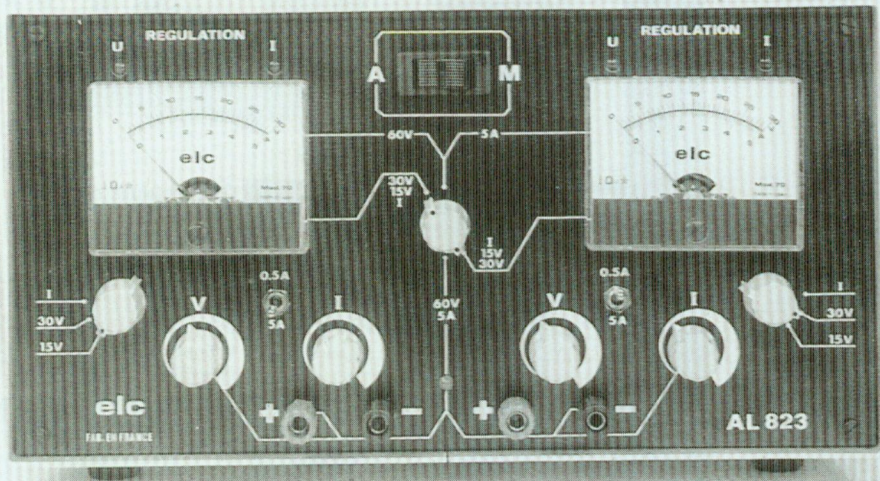
NOM _____

ADRESSE _____

CODE _____

VILLE _____

ALIMENTATION DE LABORATOIRE ELC-AL823



Pour l'amateur électronicien occasionnel, l'équipement du laboratoire se satisfait d'une petite alimentation stabilisée réglable, à la plage de tensions et à l'intensité maximale relativement limitées. Le professionnel, et l'amateur averti, se montrent plus exigeants. Trois catégories de caractéristiques déterminent alors leur choix : la puissance (tensions et intensités élevées), la qualité de la régulation (statique et dynamique), et enfin l'universalité d'emploi.

En proposant un niveau élevé pour toutes ces performances, le modèle AL 823, de la société française ELC, vise le haut de gamme en la matière.

BEAUCOUP DE PUISSANCE

En fait, l'appareil réunit, dans un même boîtier, deux alimentations totalement indépendantes. Chacune comporte son propre transformateur, ses circuits de régulation, ses ballasts, et naturellement sa sortie. Les deux modules étant identiques, il nous suffira de résumer les caractéristiques de l'un d'entre eux.

UNE CARACTERISTIQUE RECTANGULAIRE

Réglable de 0 à 30 volts (31,1 V sur l'exemplaire testé), la tension de sortie démarre réellement à zéro (± 3 mV).

Un potentiomètre, associé à un inverseur à deux positions, règle l'intensité maximale autorisée de 0 à 500 mA ou de 0 à 5 A. Il s'agit là non seulement d'une protection contre les surcharges, mais d'une véritable régulation d'intensité.

En effet, comme le montre la figure 1, l'appareil obéit à une caractéristique V,I rectangulaire. Si celle-ci est parfaite :

– Tant que le courant I, consommé par la charge, n'atteint pas I_s , la tension de sortie V_s demeure rigoureusement constante : c'est la régulation de tension, représentée par le palier horizontal AB.

– Pour une résistance de charge inférieure à $\frac{V_s}{I_s}$, l'alimentation fournit un courant constant I_s , quelle que soit la tension à ses bornes : c'est la régula-

tion d'intensité, correspondant au flanc BC. On rencontre ce type de fonctionnement, par exemple, lors de la charge d'une batterie.

LE PROBLEME DU RENDEMENT

Toutes les alimentations à régulation série s'organisent conformément au synoptique de la figure 2. Transformateur, redresseur et condensateur élaborent une tension V_e non régulée. Un amplificateur différentiel A reçoit, d'une part un potentiel de référence V_{ref} , d'autre part la tension de sortie V_s (ou une fraction de celle-ci) ; il délivre une intensité i qui, à son tour, commande le courant principal I délivré par le ballast. Toute variation de V_s se trouve ainsi rattrapée par une variation de I, qui rétablit la différence de potentiel aux bornes de la charge.

La puissance dissipée se partage, pour l'essentiel, entre la charge et le ballast avec, pour valeurs respectives :

$$P_C = V_s \cdot I$$

$$P_B = (V_e - V_s) \cdot I$$

Pour les fortes intensités et les faibles valeurs de V_s , P_B devient largement supérieure à P_C , ce qui entraîne un rendement déplorable. Ainsi, avec $I = 5$ A, $V_s = 5$ V et $V_e = 40$ V, on consomme 175 W dans le ballast pour ne fournir que 25 W à la charge !

Pour réduire cet inconvénient, ELC a choisi de commuter deux valeurs de V_e , par un relais qui sélectionne deux enroulements du transformateur. Le changement s'effectue automatiquement lors du passage par 15 V de la tension de sortie. Ajoutons enfin qu'un autre relais disjoncte l'alimentation en cas d'échauffement excessif.

PLUSIEURS

MODES DE COUPLAGE

La conception à sorties séparées flottantes des deux modules de l'alimentation AL 823, autorise différents modes de couplage qui participent à son universalité d'emploi. La figure 3 illustre quatre des cas possibles :

● en a, on dispose, par rapport à une

LE HAUT DE GAMME EN LA MATIERE

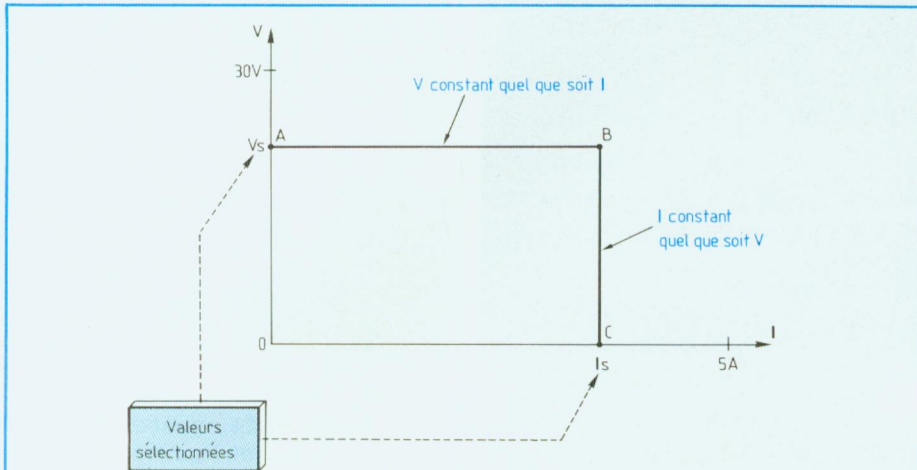


Fig. 1 : Caractéristique rectangulaire de sortie.

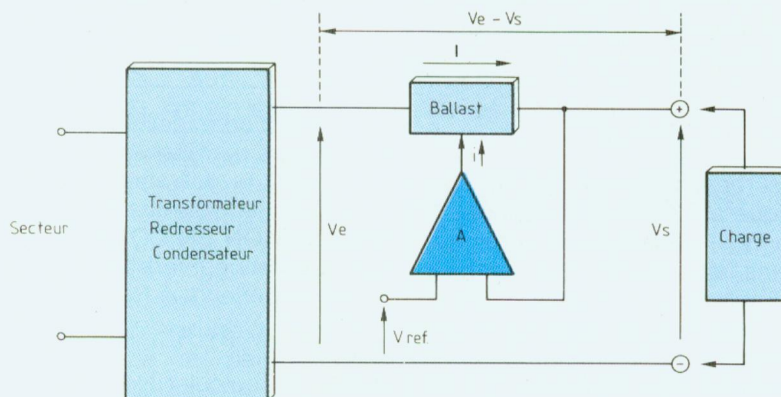


Fig. 2 : Synoptique d'un régulateur série.

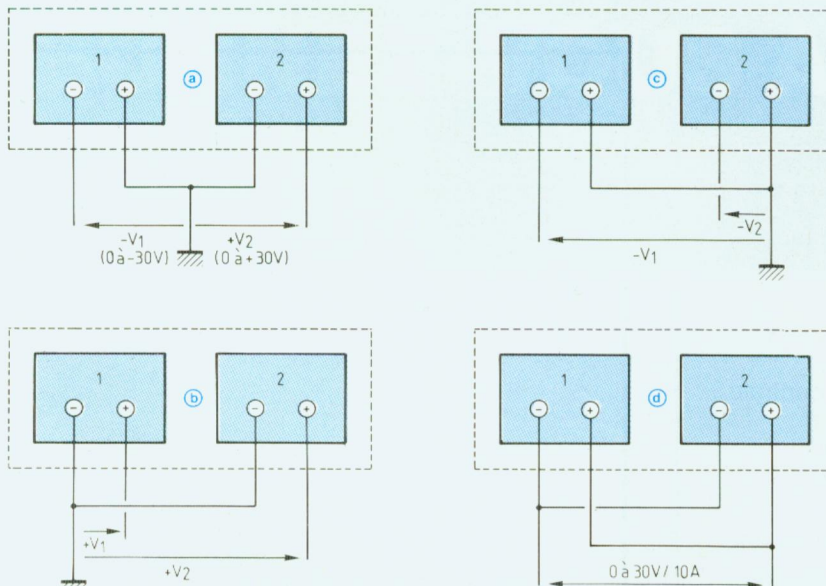


Fig. 3 : Les divers modes de couplage.

référence centrale (masse), d'une tension négative $-V_1$ et d'une tension positive $+V_2$;

- en **b**, V_1 et V_2 , toujours réglables séparément, sont positives par rapport à la masse commune ;

- en **c**, V_1 et V_2 se retrouvent en lancée négative ;

- moyennant la précaution d'égaliser préalablement V_1 et V_2 à 1 V près, on peut coupler les deux modules en parallèle. Suivant le choix de la borne de masse, on dispose alors d'une tension positive ou négative réglable de 0 à 30 V mais avec une intensité qui peut atteindre 10 A.

Dans un dernier mode obtenu très simplement par un commutateur en façade, la mise en série des modules donne une tension unique variable de 0 à 60 V.

UN AFFICHAGE TRES COMPLET

Rationnellement distribuées sur la façade et servies par un graphisme clair, les commandes, malgré leur nombre, se prennent en main instinctivement. On regrettera un peu la proximité des potentiomètres de réglage des tensions et des bornes de sorties : en manipulant les premiers, les doigts accrochent les secondes...

Deux larges galvanomètres affichent les tensions (deux calibres, mais une seule échelle graduée de 0 à 30) ou les intensités, en deux gammes également. Un jeu de commutateurs sélectionne fonctions et calibres.

Sur chaque module, une LED verte identifie le fonctionnement en régulateur de tension et une rouge, en régulateur de courant : cette dernière avertit donc d'une éventuelle surcharge en utilisation courante. Un autre LED, jaune, s'allume lors du couplage en série. Dans ce cas, l'un des galvanomètres affiche la tension et l'autre, simultanément, l'intensité.

LES PERFORMANCES DE REGULATION

Plus que tout autre paramètre, elles

BANC D'ESSAI

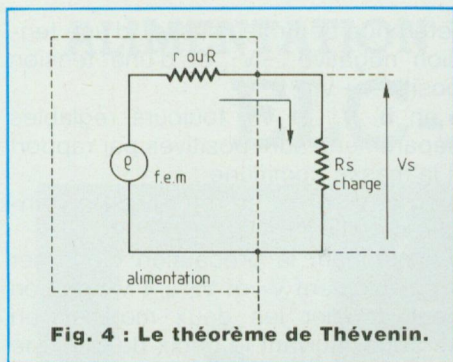


Fig. 4 : Le théorème de Thévenin.

A. Trace supérieure : échelon de courant (5 A/division). Trace inférieure : réponse en tension (20 mV/division). Balayage : 200 μ s/division.

déterminent la qualité d'une alimentation. Rappelons que, d'après le théorème de Thévenin, tout générateur résulte de la mise en série d'une **force électromotrice** (e) avec une **résistance interne** (ou une impédance, dans le cas le plus général) : c'est ce que montre la figure 4.

REGULATION EN TENSION

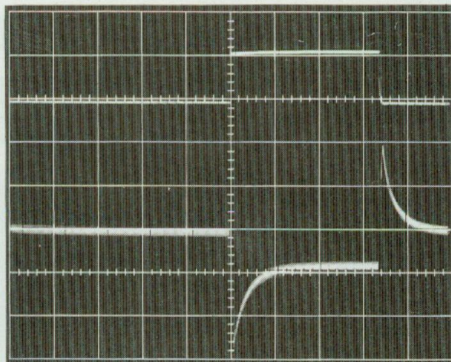
Appliquée à la figure 4, la loi d'Ohm s'écrit :

$$e = rI + R_s I$$

où r est supposée beaucoup plus petite que la résistance de charge R_s . La tension de sortie :

$$V_s = R_s I = e - rI$$

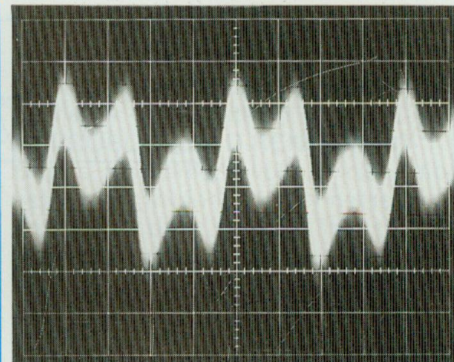
ne varie que très faiblement avec



l'intensité débitée I, si r est très petite. Il revient au même, pour qualifier une alimentation, de donner sa résistance interne r, ou les variations de la tension de sortie lorsque I varie de 0 à sa valeur maximale, puisque :

$$r = \frac{\Delta V_s}{\Delta I} = \frac{\Delta V_s}{I_{\max}}$$

Pour mesurer simultanément la régulation statique et le temps de réponse à une brusque variation de courant, nous avons fait consommer à l'alimentation un échelon de courant, entre 0 et 5 A : c'est la trace supérieure de l'oscillogramme A. La trace inférieure montre les variations de tension qui en résultent. On constate :



B. Sensibilité verticale : 1 mV/division. Balayage : 5 ms/division.

● En régime établi, c'est-à-dire après les transitoires de commutation, une variation ΔV_s de 16 mV entre 0 et 5 A, soit une résistance interne :

$$r = \frac{16 \text{ mV}}{5 \text{ A}} = 3,2 \text{ m}\Omega$$

Il s'agit là d'un excellent résultat.

● Un temps de réponse de 110 μ s (de 10 % à 90 % des variations transitoires). Ceci est également très bon.

REGULATION EN COURANT

Si la résistance interne est maintenant R, très supérieure à R_s , la loi d'Ohm :

$$e = R I + R_s I$$

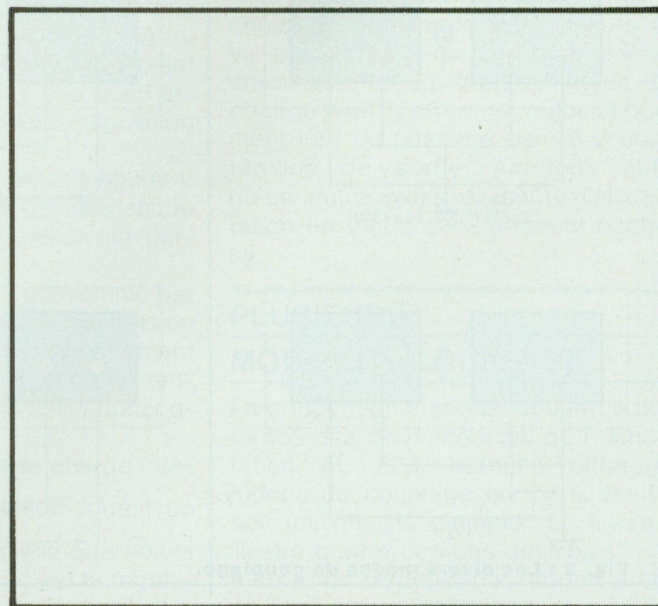
permet de calculer l'intensité de sortie :

PETITES ANNONCES GRATUITES

Cette rubrique ne peut subsister que si vous, lecteurs, nous faites parvenir des annonces à la Rédaction.

Vends ZX81 (livre instructions, 2 K7, unité centrale, adaptateur), très peu servi : 150 F.
Vds magnétophone récent (2 ans) pour pièces ou expériences : 100 F.
Tél. : 26.65.18.97 le matin.

Vends lot tubes électroniques : ECF 80, ECC 189, EL 85, ECC 82, ECF 80, EF 184, 6al5, EL 183, EF 184, EBF 89, EL 302, EL 80... : 180 F !!
ainsi que : **tube cathodique** Mazda type 25 MP 4 (63 cm) avec déviation magnétique.
Faire offre au : 54.38.41.00 (heures repas).



Ecrire votre petite annonce dans ce cadre et nous la faire parvenir aux Editions Périodes, 1 boulevard Ney 75018 Paris.

LE HAUT DE GAMME EN LA MATIERE

$$I = \frac{e}{R + R_s} = \frac{e}{R} - \frac{V_s}{R}$$

Celle-ci ne varie que très peu avec R_s , ou V_s :

$$\Delta I = \frac{\Delta V_s}{R}$$

Pour mesurer la résistance interne en générateur de courant, nous avons fermé la sortie d'abord sur un court-circuit (résistance interne d'un ampèremètre) puis sur un accumulateur de 12 V, avec un courant réglé à 4 A. La tension aux bornes de la batterie était alors de 13,8 V et le courant a varié de 2,1 mA. La résistance interne vaut donc :

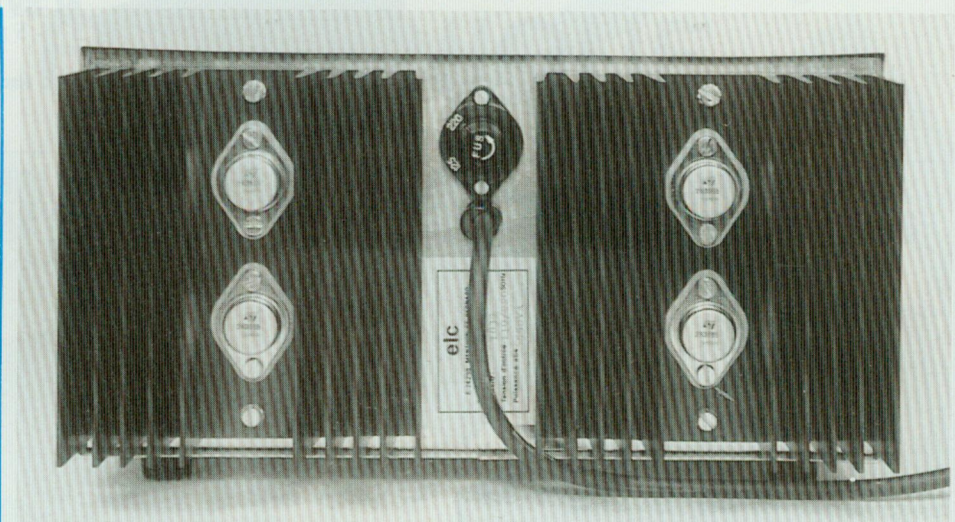
$$R = \frac{13,8 \text{ V}}{2,1 \text{ mA}} = 6,6 \text{ k}\Omega$$

BRUIT ET

ONDULATION RESIDUELLE

En sortie de l'alimentation, l'ondulation résiduelle, avec une fondamentale à 50 Hz, vient de la réjection imparfaite de la tension en aval du régulateur. Le bruit est engendré, essentiellement, par les semiconducteurs.

L'oscillogramme B montre la contribution respective de ces deux composantes, relevées pour une tension de sortie de 25 V, avec un débit de 4 A.



Au total, ondulation et bruit offrent une amplitude crête à crête de 4 mV, avec un peu moins de 3 mV pour l'ondulation et environ 1 mV pour le bruit. Là encore, ces résultats sont très bons.

NOS CONCLUSIONS

On choisira l'alimentation ELC AL 823 lorsque, d'abord, les utilisations envisagées exigent beaucoup de puissance. Les multiples modes de couplage confèrent à l'appareil une agréable souplesse d'emploi et la caractéristique rectangulaire en fait, si néces-

saire, un vrai générateur de courant. Les très bonnes performances de régulation, le bruit et l'ondulation résiduelle réduits, se montrent dignes d'un matériel de haut de gamme. L'ensemble de ces qualités justifie pleinement le prix de l'appareil, qui atteint la classe professionnelle.

René Rateau

L'exemplaire de l'alimentation AL 823 que nous avons testé nous a été confié par la société Saint-Quentin Radio. Nous la remercions pour son amabilité.

ABONNEZ-VOUS A

LED

Je désire m'abonner à **LED** (10 n^{OS} par an).

France : 180 F - Etranger* : 260 F.

NOM

PRENOM

N° RUE

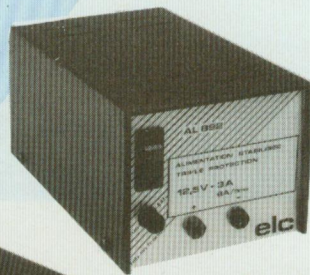
CODE POSTAL VILLE

* Pour les expéditions « par avion » à l'étranger, ajoutez 80 F au montant de votre abonnement.

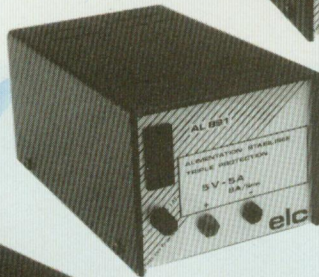
Ci-joint mon règlement par : chèque bancaire C.C.P. mandat

Le premier numéro que je désire recevoir est : N°

GENRAD



AL 891
5 V - 5 A 330F TTC



AL 892
12,5 V - 3 A 290F TTC



AL 893
12,5 V - 5 A 350F TTC



AL 896
24 V - 3 A 390F TTC

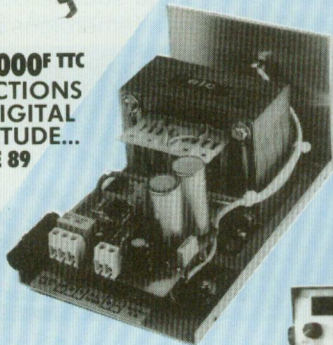


960 3000F TTC
GENERATEUR DE FONCTIONS
2 MHz - AFFICHAGE DIGITAL
MOD. D'AMPLITUDE...
DISPONIBLE DECEMBRE 89

AL 892 E
330F TTC
12,5 V - 2,5 A



AL 893 E
390F TTC
12,5 V - 4 A



346 1995F TTC
FREQUEMOMETRE
600 MHz

869 3500F TTC
GENE. DE
FONCTIONS 11 MHz

368 1425F TTC
GENE. FONCTIONS
200 kHz

689 10700F TTC
MIRE COULEUR
PAL/SECAM
UHF/VHF



MC 814
MESUREUR DE CHAMP
VHF - UHF
AFFICHAGE DIGITAL
DE LA FREQUENCE
ACCUS NiCd et chargeur

Prix HT 3920,74F
Prix TTC 4650F

AL 792 900F TTC
± 12 à 15 V - 1 A
+ 5 V 5 A / - 5 V - 1 A

AL 813 750F TTC
13,8 V - 10 A

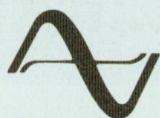
AL 821 750F TTC
24 V - 5 A

En vente chez votre fournisseur de
composants électroniques ou les
spécialistes en appareils de mesure.
Documentation complète contre 5 timbres à 2 F 20
en précisant "SERVICE 104".

elc **GENRAD**

59, Av. des Romains 74000 ANNECY
Tél. : 50.57.30.46 Téléc. : 309 463 F

LA BIBLIOTHEQUE TECHNIQUE DES EDITIONS FREQUENCES



vous propose d'en savoir beaucoup plus sur :

— L'ELECTRONIQUE —

LES BASES DE L'ELECTRONIQUE

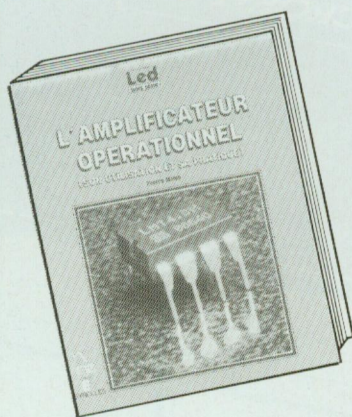


Par **Raymond Breton.**
1988 - 84 p.

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

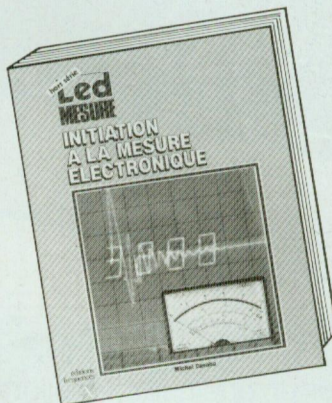


Par **Pierre Mayé.**
1988, 88 p.

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 quel niveau que ce soit, de l'amateur au professionnel, d'acquiescer 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 :

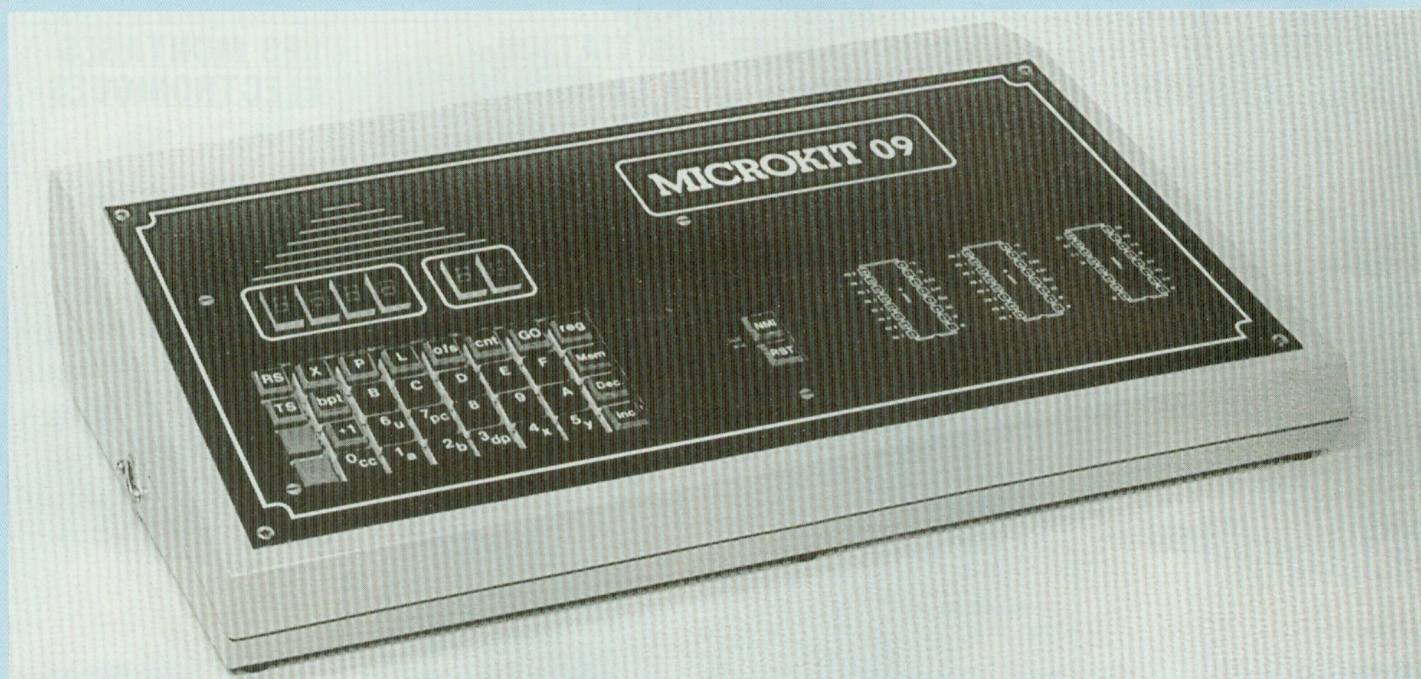
NOM PRENOM

ADRESSE

CODE POSTAL VILLE

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

MICROKIT 09 (Améliorations)



1^{re} partie

Le vous propose d'apporter quelques améliorations non négligeables au Microkit 09 publié dans les n^{os} 10, 11, 12, 14, 16 et 18. Elles ont été cogitées par M. Jalbert, professeur en Informatique.

Cet outil comporte, sur le plan matériel : 2 ports parallèles (6821), une liaison aux normes RS 232 (6850), 3 timers 6840, un enregistrement des programmes sur cassette, 8 k de RAM, 8 k de PROM utilisateur, 8 k de PROM moniteur et 32 k de libre.

Il comporte sur le plan fonctionnement :

- écriture d'un programme (ou visualisation) en langage machine,
- lancement d'un programme,
- calcul automatique de saut,
- point d'arrêt avec visualisation de tous les registres internes,
- fonctionnement en pas à pas (instruction par insinuation) avec visualisation de tous les registres,
- implantation possible de "Assist 09" de Motorola.

La structure électronique de ce MKit 09 est à base du Microkit 09 présenté dans les n^{os} 10 et suivants de cette même revue. C'est la raison pour laquelle, dans ce numéro, il vous est présenté un résumé de ces articles (seulement la partie structure). Les numéros prochains, vous trouverez la présentation plus complète ainsi que tout ce qui concerne la fabrication de ce "mini-outil de développement". Les autres numéros seront consacrés à l'apprentissage du système microprogrammé sous tous ses aspects (structure et programmation) en analysant une application.

POURQUOI LE 6809 ?

Bien que les spécialistes (ou non) des systèmes microprogrammés disent parfois que les microprocesseurs

8 bits ne sont plus utilisés, n'en croyez rien. Certes, les microprocesseurs 16 bits sont plus puissants mais dans bon nombre d'applications, les 8 bits suffisent et ils sont moins coûteux ; mais surtout la mise en œuvre et l'appropriation des connaissances sont plus faciles. Certes, les microcontrôleurs, qui ont fait une percée considérable sur le marché, sont moins coûteux et surtout plus simples à mettre en œuvre mais ils ont, par rapport aux systèmes 6809 quelques inconvénients dans certaines applications :

- Pas suffisamment de mémoires vives ou mortes (le 6809 = 64 k).
- Le système "hard" est figé. Exemple : si l'on veut plusieurs timers et plusieurs "CAN" ou "CNA" ayant des caractéristiques particulières, on ne peut pas utiliser un microcontrôleur.

PLUS PERFORMANT DES 8 BITS : LE 6809

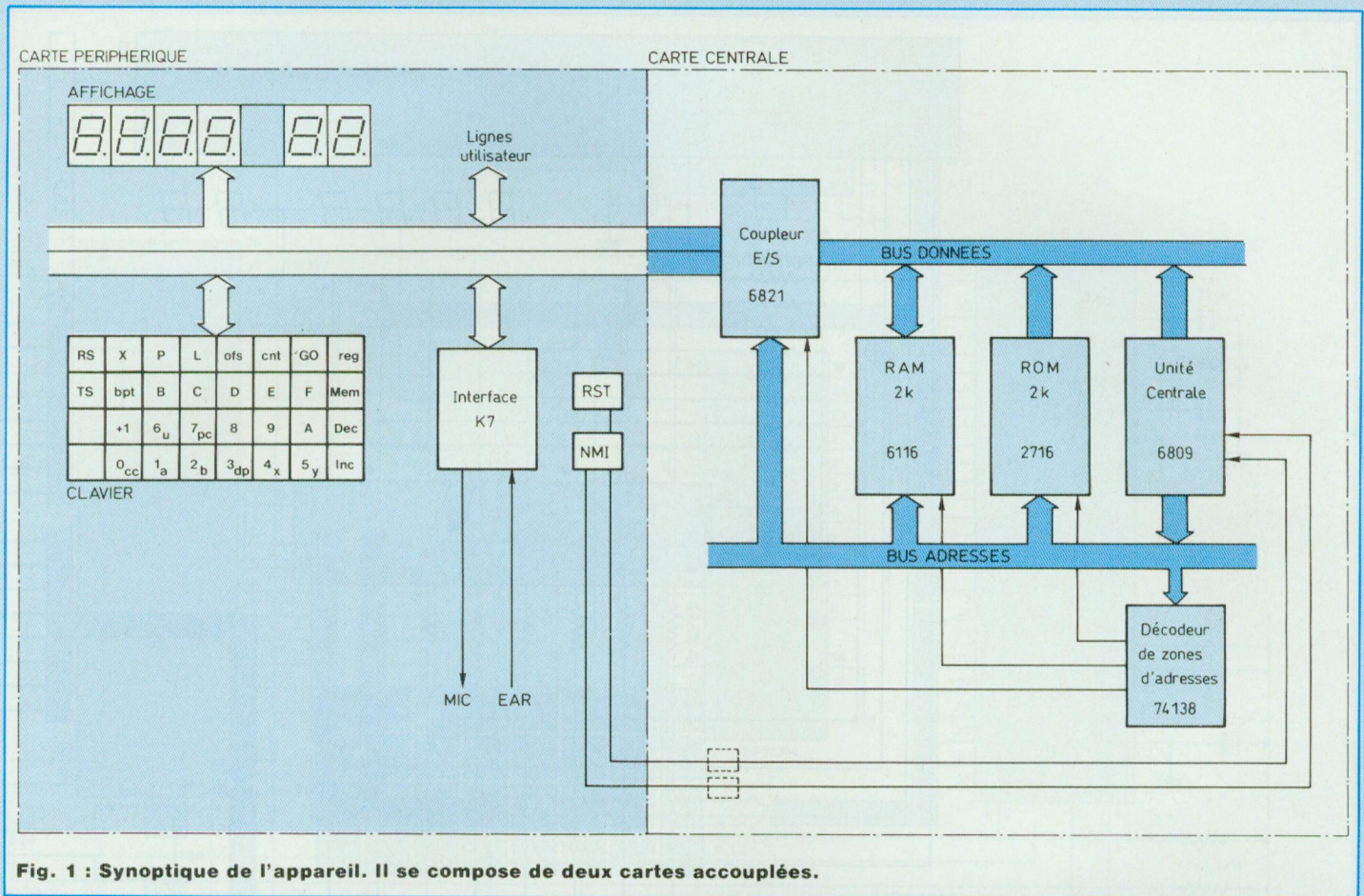


Fig. 1 : Synoptique de l'appareil. Il se compose de deux cartes accouplées.

Avec le système microprocesseur 6809, on adapte la structure en fonction des besoins.

– La souplesse de programmation est moins grande pour les microcontrôleurs. Voici deux aspects illustrant cela :

- Le jeu d'insinuation du 6809 est le plus puissant.
- Les outils de développement sur les microcontrôleurs sont encore trop chers (bien que...), et surtout méconnus (eh oui !! les habitudes du programmeur pour un microprocesseur donné...).
- La durée d'exécution (temps du cycle machine) est encore trop élevée pour la plupart des microcontrôleurs. L'une des versions du 6809 est de 333 ns (horloge externe de 12 MHz). Il existe une autre raison pour laquelle l'auteur présente ce Mkit 09 ; elle est

d'ordre pédagogique. En effet, pour des novices, il est préférable de s'initier à des microprocesseurs 8 bits plutôt qu'à des microprocesseurs 16 bits (bonjour la complexité). Il vaut mieux apprendre certaines notions et surtout le **vocabulaire** sur des systèmes simples et puis passer aux 16 bits. Et pourquoi ne pas s'initier sur des microcontrôleurs ? Réponse : d'accord, pourquoi pas, mais il y aura quelques notions (du type rôle d'un bus) qui ne seront pas suffisamment perçues. Bref, il vaut mieux apprendre sur un système tel que celui qui vous est présenté et puis s'en servir ou faire le pas (simple) sur les microcontrôleurs ou faire le pas (un peu moins simple) sur les systèmes 16 bits.

En résumé, toutes les structures (processeur 8 bits, processeur 16 bits, microcontrôleur) ont leur place ; le

choix dépend de l'application que l'on veut en faire.

RESUME DU MICROKIT 09

DES N^{OS} 10 ET...

Cette présentation concerne les premiers numéros consacrés à ce sujet, car les autres présentaient le microprocesseur 6809 ainsi que la programmation.

Cette maquette se compose de deux cartes accouplées (voir fig. 1) : carte centrale (CPU) et carte périphérique (clavier).

LA CARTE CENTRALE comprend (fig. 2) :

- le microprocesseur 6809 et son quartz ;
- une mémoire morte, contenant le programme moniteur : UVROM 2 k (2716) ;

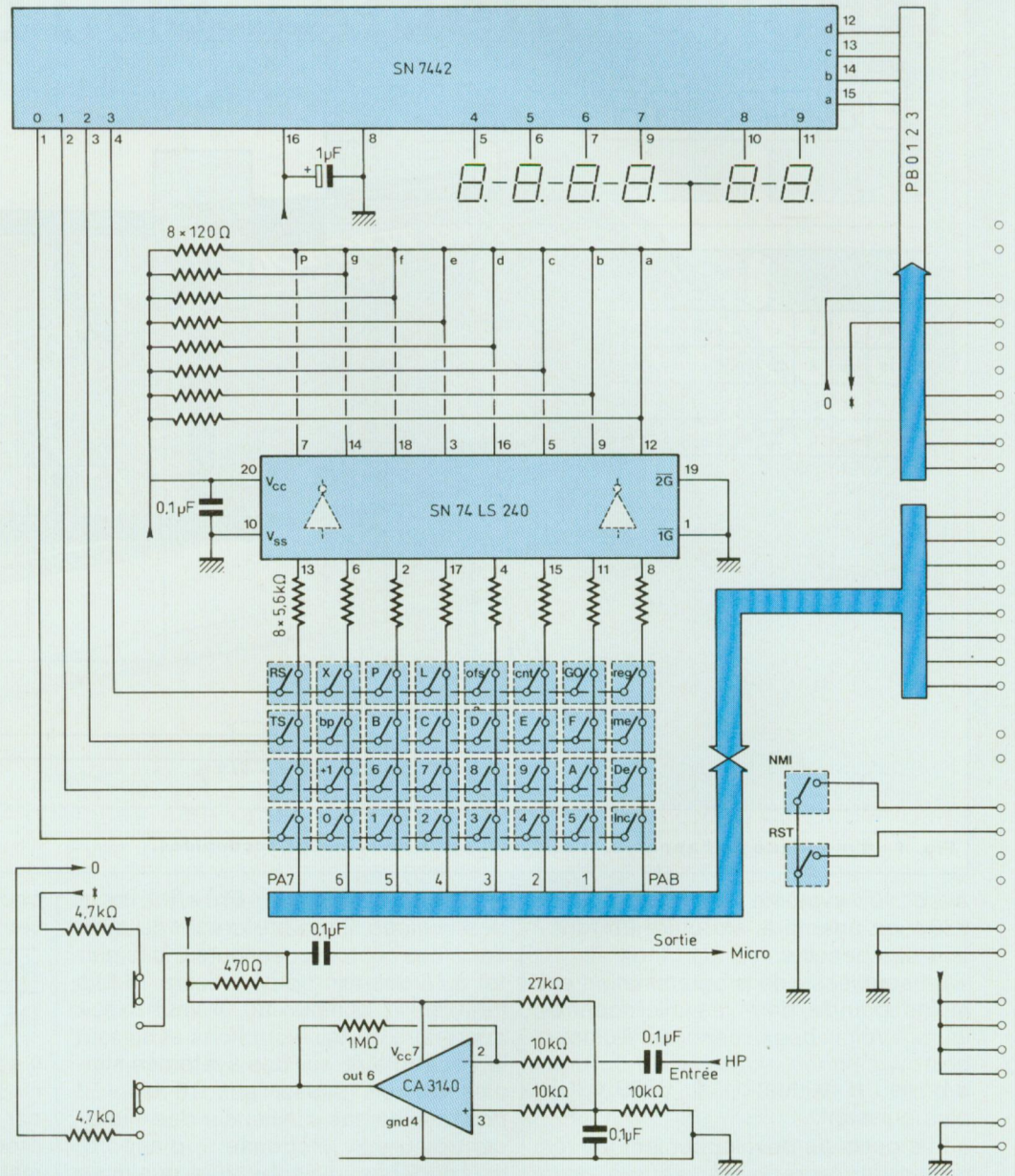


Fig. 2 : Schéma de principe du Microkit 09. On y retrouve la carte centrale et la carte périphérique.

données et de direction du coupleur entrée-sortie (6821) sont adressés comme de simples cases mémoires.

LA CARTE PERIPHERIQUE

Elle comprend :

- un clavier de 32 touches,
- 6 afficheurs 7 segments à LED,
- 2 touches de "Reset" et "MNI",

- 1 interface "K7".

Comme le montre la fig. 2, la carte "clavier" est liée à l'autre carte par un connecteur seulement. Celui-ci comprend l'alimentation (+5 V et 0 V), les 2 bits NMI et RST ainsi que les 2 ports de 8 bits (port A et port B).

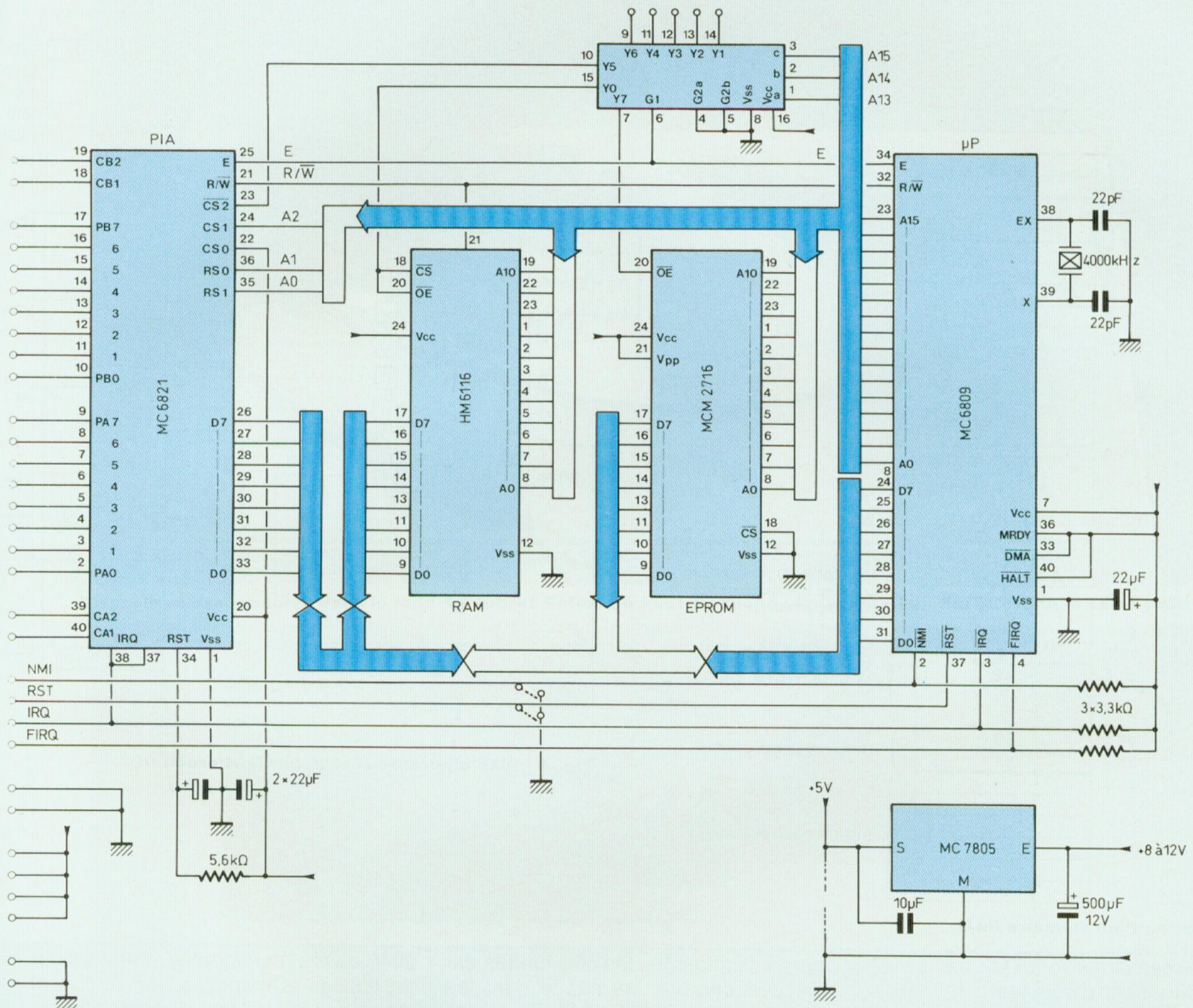
Le port B est toujours en sortie (4 premiers bits) : il donne les informations à un décodeur "7442". Celui-ci va per-

mettre le multiplexage des afficheurs ainsi que la lecture du clavier.

Le port A est tantôt en entrée, tantôt en sortie. Il est en entrée lorsque le microprocesseur va lire le clavier. Il est en sortie lorsque le microprocesseur doit afficher : dans ce cas, il comporte le mot (en code 7 segments) correspondant au chiffre à afficher.

Deux des 4 bits restant sur le port B

PLUS PERFORMANT DES 8 BITS : LE 6809



servent à enregistrer et à lire une zone mémoire sur une cassette magnétique (un vulgaire magnétophone cassette). Le bit 6, qui sert à enregistrer est presque directement relié vers la sortie ; il y a simplement un atténuateur de niveau. Le bit 7, qui est utilisé en lecture, provient d'un amplificateur (CA 3140) dont le coefficient d'amplification est de 100. Attention, ne changez

pas le CA 3140 par un équivalent brochage car celui-ci est prévu pour fonctionner sous une seule tension de faible amplitude.

CONCLUSION

Le Microkit 09, présenté par Led il y a quelques années, possédait l'avantage d'avoir une carte clavier simple et

astucieuse ainsi qu'un programme moniteur bien étudié (il n'y avait pas de "pas à pas"). Mais il avait un inconvénient de taille, c'est de n'avoir aucune sortie avec l'extérieur (liaison série et parallèle). Dans le prochain numéro, je vous présenterai le remède à ce système pour avoir un vrai "micro-outil de développement" : le Mkit 09.

Roland Jalbert

à suivre...

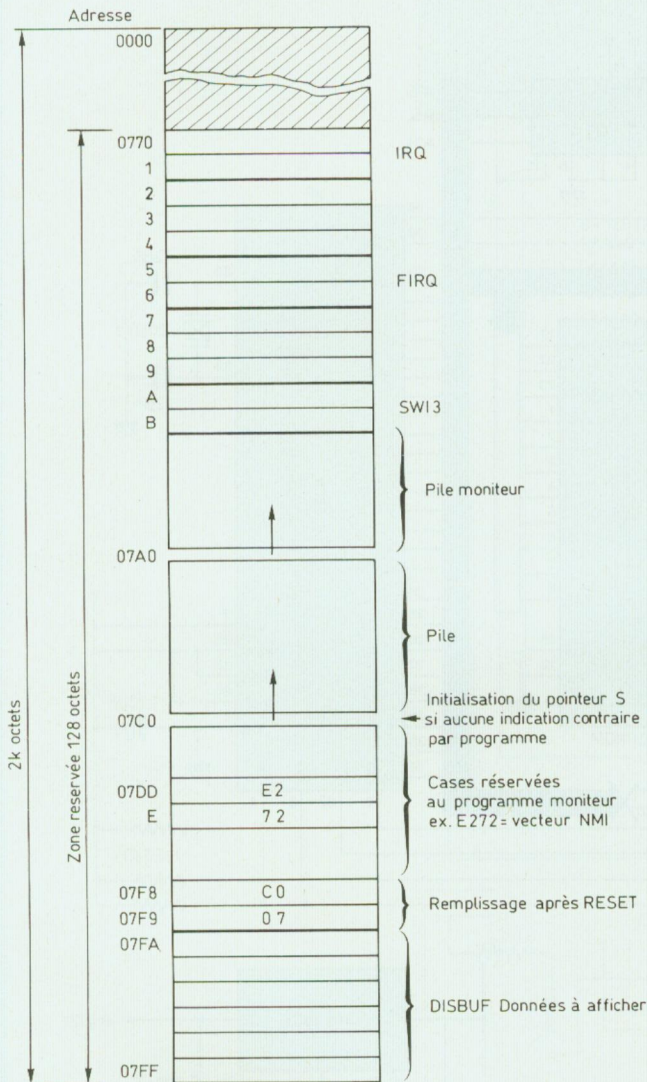


Fig. 3 : Plan mémoire RAM.

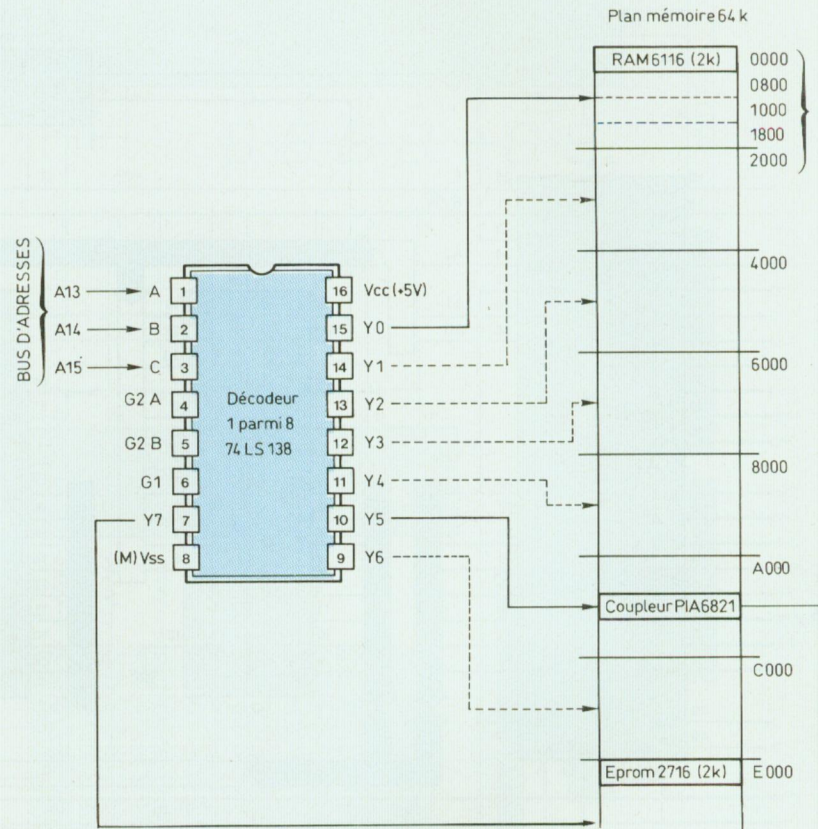


Fig. 4 : Plan d'adresse réalisé par le Microkit 09.

– une mémoire vive : RAM 2 k (6116) ;
 – le décodeur d'adresse.
 Le microprocesseur 6809 est capable :

- de traiter des octets qui sont en RAM ou en ROM ou au coupleur d'entrée-sortie (PIA 6821) ;
- de décoder et d'exécuter 269 instructions différentes ;
- d'adresser $65536 = 2^{16}$ cases mémoires.

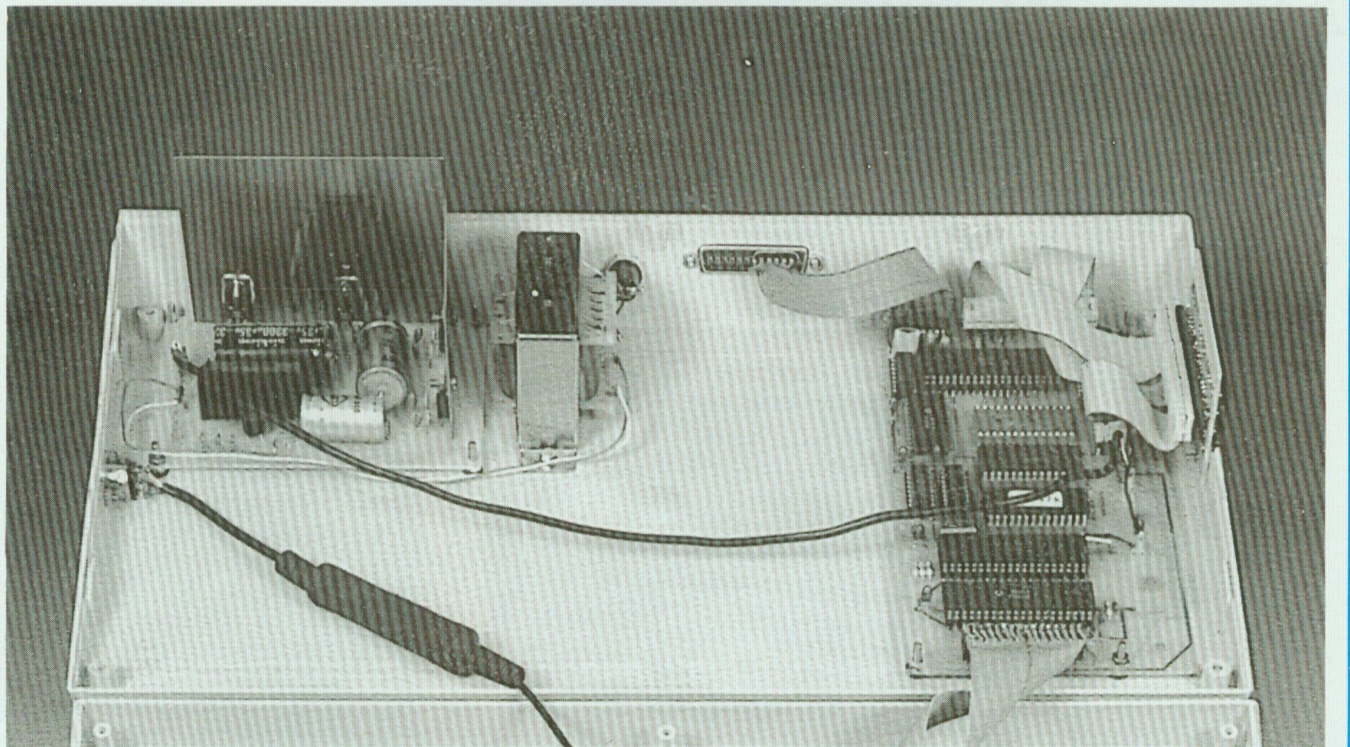
La mémoire à lecture seule (2716), 2048 cases, est appelée "ROM moniteur". Elle est implantée obligatoire-

ment aux adresses les plus hautes car elle doit contenir les cases dont les adresses sont \$FFFF et \$FFFE. Dans ces deux cases, il y a une donnée (mot de 16 bits), qui est en fait l'adresse de début, que le 6809 va chercher à chaque mise sous tension ou bien lors d'un appui sur le bouton "RST". Ce programme moniteur permet donc d'utiliser le Microkit 09. Il permet de scruter le clavier, allumer les afficheurs et exécuter toutes les fonctions repérées sur les touches.
 La mémoire à écriture et lecture (6116),

2048 cases, est appelée "RAM". Toutes les cases mémoires, sauf 128, sont mises à la disposition des utilisateurs. Les 128 octets sont utilisés par le Microkit 09, comme le montre la fig. 3. L'adressage des zones mémoires est réalisé par un décodeur 74138. C'est un décodeur 1 parmi 8. Donc la zone totale adressable par le microprocesseur 64 koctets est divisée en 8, soit, pour chacune, 8 koctets. La fig. 4 montre le plan d'adresse réalisé par le Microkit 09.
 Les six registres de commande de

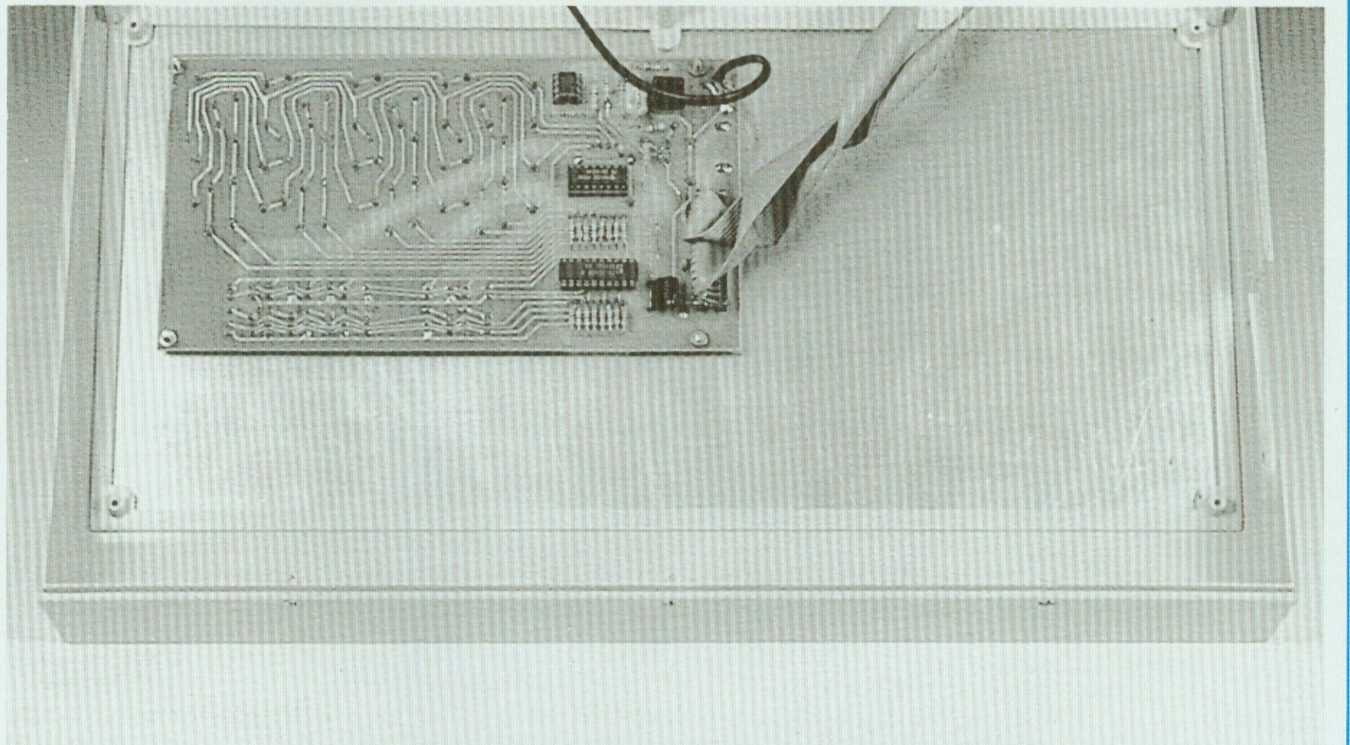
PLUS PERFORMANT DES 8 BITS : LE 6809

images RAM



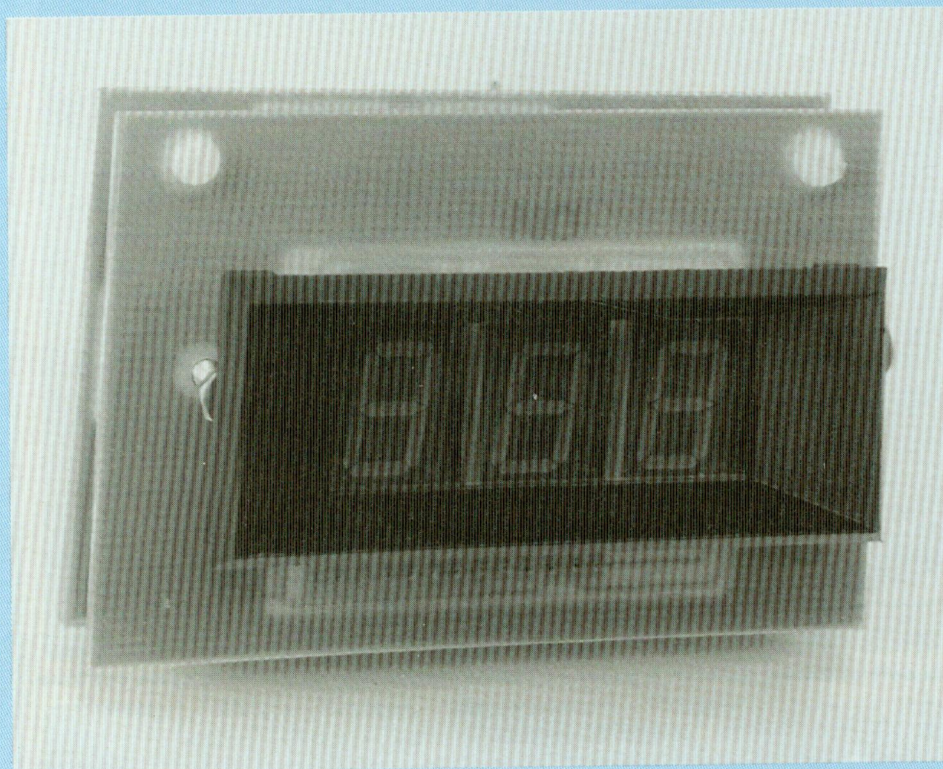
ORA/DDRA	A004
ORB/DDRB	A005
CRA	A006
CRB	A007

Disposition des modules dans le fond du coffret Retex. En haut à gauche : l'alimentation. Sur la droite la carte centrale.



Fixation de la carte périphérique contre la face avant. Elle supporte le clavier et les afficheurs.

AMPEREMETRE/VOLTMETRE



Qui peut le moins peut le plus ! Voici un montage que nous avons résolument voulu supérieur par sa souplesse d'utilisation, sa commodité de mise en œuvre face aux besoins rencontrés si souvent.

Il nous était demandé de "repen- ser" un ampèremètre de tableau de contrôle, un de ces appareils rustiques s'il en est, sur lesquels il faut absolument pouvoir compter, vous connaissez...

La lisibilité est un critère essentiel dans le choix d'un affichage, l'importance de cette nécessité n'échappe à personne. Mais nous ne devons jamais négliger de bien différencier les aspects extérieurs des appareils pour éviter la méprise dans la surveillance des cadrans. Il peut être extrêmement grave de confondre à la lecture la température au sein d'un four à traitement thermique et le niveau d'un liquide dans un réservoir. Les anciens ont bien raison, qui nous recommandent

de jouer sur les dimensions des afficheurs, leurs couleurs, la place à leur attribuer dans un tableau de contrôle... Il nous fallait concilier "le dedans et le dehors" du module de mesure-affichage, excitante perspective (malgré une apparente banalité) dont devait naître le prototype que voici. Depuis l'événement (!), nombreux ont déjà construit (ou aidé à construire) ce petit montage, à des fins personnelles : un exercice de style enrichissant.

CONVERTISSEUR A-N

Un certain nombre de convertisseurs analogiques-numériques nous sont proposés sur le marché. Publicité gratuite, nous disposions de duos

CA 3162 E et CA 3161 E (de R.C.A.) et vous admettez la raison évidente d'un choix non orienté (figure 1).

Au n° 69 de votre revue (préférée), nous avons fait un tour dans la mesure, consacrant l'épisode de "Connaissance de l'Electronique" au multimètre. Nous avons dressé un parallèle entre l'analogique aiguille et le numérique afficheur, dans une impossible prise de décision préférentielle, les deux technologies se complétant pacifiquement.

Le CA 3162 E est essentiellement constitué d'un convertisseur de la tension à mesurer en un courant d'intensité proportionnelle à cette tension. La charge d'un condensateur d'intégration C par le courant issu du convertisseur requiert un certain temps étroitement lié à la grandeur tension à mesurer.

A l'issue de la charge, le convertisseur est déconnecté du condensateur d'intégration C et il est ensuite procédé à la décharge de ce même condensateur, dans des conditions d'une extrême rigueur.

Un générateur très sophistiqué fournit un courant d'intensité constante, parfaitement connue, remarquablement contrôlée. Mais ce courant passe dans le sens inverse de celui qui a précédemment chargé le condensateur d'intégration, il s'agit d'un courant de soutirage de la quantité d'électricité qu'avait emmagasinée le condensateur C.

La décharge du condensateur d'intégration requiert un temps étroitement lié à la charge, donc finalement intimement lié à la tension à mesurer.

En chronométrant (avec précision !) et en comparant les durées de charge et de décharge du condensateur d'intégration se détermine la valeur de la tension inconnue objet de la mesure, le CA 3162 E le fait à votre place (et mieux que vous ne le feriez, mais si, mais si !).

Si nous sommes en présence d'une tension variable, il est avantageux que la charge et la décharge du condensateur n'occupent que des temps brefs devant la variation dans le temps de la tension à mesurer. Il sera facile de

COMMODITÉ DE MISE EN ŒUVRE

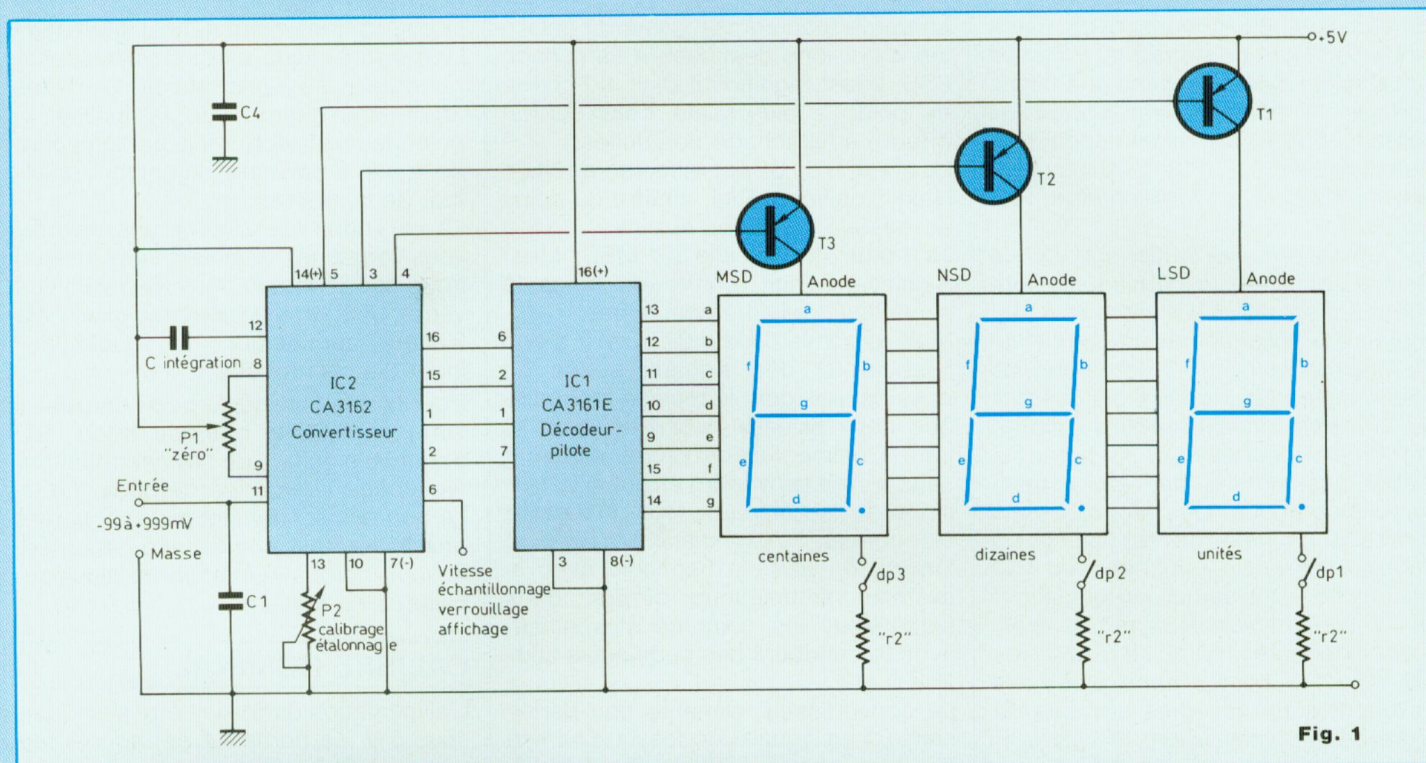


Fig. 1

faire plusieurs lectures successives du résultat affiché de la mesure et de calculer la valeur moyenne de la tension inconnue, nous gagnerons en précision.

Le cycle pendulaire de la conversion est confié à une horloge interne au 3162, stabilisée sur une fréquence de 786 432 Hz. Cette fréquence, divisée par 2048 (c'est 2 à la puissance 11) devient la fréquence de 384 Hz, celle du signal de contrôle du multiplexage. Le multiplexage est cette opération judicieuse qui consiste à allumer les sept segments électroluminescents des pavés afficheurs à tour de rôle bien orchestré, dans des intervalles de temps courts mais suffisamment longs pour donner à l'œil l'illusion d'illumination permanente des segments. La persistance rétinienne, mémoire du nerf optique, arrange bien les affaires et permet, grâce à son involontaire complaisance, une économie substantielle d'énergie électrique que tout un chacun apprécie.

Au passage, pour la curiosité, rappelons que la projection cinématographique s'opère à la cadence de 24 ima-

ges par seconde pour donner l'impression de la continuité du mouvement. Le standard télévision en Europe nous donne 25 images complètes par seconde (50 demi-images par seconde), la persistance rétinienne fait le nécessaire, est-ce vu ? (!)

A partir de la fréquence de 384 Hz du multiplexeur, il est aisé d'engendrer deux fréquences de conversion, respectivement de

$$\frac{384}{4} = 96 \text{ Hz et } \frac{96}{24} = 4 \text{ Hz}$$

Voilà qui met à votre disposition deux vitesses de conversion, d'échantillonnage, "vitesse lente" de 4 cycles de mesure par seconde et "vitesse rapide" de 96 cycles de mesure par seconde.

Ne soyez donc pas surpris de constater que le module de mesure-affichage que vous allez pouvoir vous construire ait été prévu pour bénéficier pleinement de cet avantage fort intéressant de pouvoir choisir à volonté la vitesse d'échantillonnage.

Précisons un avantage supplémentaire dont l'exploitation ne manquera

pas de vous plaire, le fait qu'il est également possible de "figer" l'affichage, de conserver écrit le résultat de la dernière mesure effectuée.

Supposons que votre "public" vous demande d'effectuer la manipulation conduisant à la détermination de la valeur de la résistance interne d'un générateur. Nous avons indiqué, dans le n° 69, une méthode simple et sûre, celle que nous suivons lors de la présentation du théorème de Thévenin, mais bien souvent au cours de nos études personnelles.

Il est hors de question de faire débiter en surcharge un générateur quel qu'il soit. Il faut opérer vite, brancher la résistance de charge, mesurer la tension à ses bornes et ouvrir le circuit... Dès l'instant où vous aurez goûté au confort de l'échantillonnage rapide et du verrouillage conjugués, vous regretterez de ne pas avoir connu plus tôt ce petit montage...

Voici les connexions à réaliser pour sélectionner la vitesse d'échantillonnage de votre choix et pour verrouiller l'affichage, à la figure 2.

Lorsque la borne de commande du

AMPEREMETRE/VOLTMETRE

convertisseur 62, sa borne 6, est maintenue "en l'air" ou portée au potentiel de la masse, l'échantillonnage est lent. Lorsque la borne 6 est portée au potentiel du (+) de l'alimentation (tension stabilisée $5\text{ V} \pm 10\%$, donc régulateur 7805), l'échantillonnage est rapide.

Le verrouillage de l'affichage sur le résultat (écrit) de la dernière mesure effectuée est obtenu et conservé tant que dure l'application d'un potentiel de 1,2 V sur la borne 6. La façon la plus simple d'y parvenir consiste à interposer une résistance de 12 k Ω entre le (+) de l'alimentation et la borne 6. N'allez pas montrer de l'étonnement en constatant que nous avons dessiné le circuit imprimé de la platine du module de mesure-affichage en vue d'accueillir la résistance en question. En intervenant sur deux petits inverseurs extérieurs au module mais reliés aux points critiques, nous établissons les connexions assorties aux cas de figure de la commutation.

L'inverseur 1 choisit la vitesse d'échantillonnage et l'inverseur 2 place le système en activité ou en position verrouillée.

DECODAGE - PILOTAGE

Sur les bornes 5, 3 et 4 du convertisseur 62 sont disponibles les impulsions négatives qui vont servir à ouvrir le passage du courant destiné à traverser les 7 segments électroluminescents des afficheurs. Ces impulsions sont directement appliquées aux bases de transistors (3) PNP que nous avons choisis du type 2N 2905. Des transistors BC 557 ou 2N 2907 conviendraient, mais nous faisons très grande consommation de 2N 2905 comme de leurs homologues NPN 2N 1711, les uns et les autres étant des transistors de puissance moyenne, en boîtier métallique, qui "passent" un courant de collecteur de 50 mA sans jamais se plaindre. Les 2N 2905 auront à passer au maximum un courant de 25 mA, d'intensité limitée par le 3161 E, associé inséparable du 3162, comme nous allons le voir bientôt.

La borne 5 du convertisseur 62 délivre les impulsions destinées à l'affichage LSD, Least Significant Digit, ou chiffre de poids le plus faible, celui qui est affecté à l'affichage des unités.

La borne 3 du 62 est réservée au NSD, Next Significant Digit, chiffre du poids au-dessus, celui des dizaines.

La borne 4 est celle du MSD, Most Significant Digit, chiffre du poids le plus élevé, celui des centaines.

Mais le convertisseur 62 envoie à son associé 61 des signaux codés en base binaire, dont la tension n'occupe que deux niveaux possibles, haut et bas. Comme l'électronique discerne sans jamais la moindre erreur ni défaillance de tels signaux, toute la logique électronique s'exprimera en langage binaire, en parfaite harmonie avec le système arithmétique binaire, dans lequel tous les nombres s'expriment avec le concours des deux seuls chiffres 0 et 1.

Le convertisseur alimente son partenaire 61 en signaux codés, qu'il lui livre par les quatre voies A, B, C et D. L'opération de décodage va traduire ces signaux en impulsions négatives qui seront appliquées directement aux cathodes des segments des afficheurs. Coïncidant avec la distribution orchestrée par le multiplexage, les ouvertures des circuits intéressés sont gouvernées par le 61, merveilleux circuit intégré qui "tire" le courant autorisé à passer lorsque les transistors PNP sont rendus conducteurs. Ces transistors sont des interrupteurs qui se ferment et qui s'ouvrent – comme il le faut et quand il le faut – pour boucler les circuits des anodes des afficheurs.

Les afficheurs sont, par conséquent, du type anode commune et le 61 pilote l'affichage, en ouvrant – comme il le faut et quand il le faut – le passage au courant sortant par les cathodes des segments (7) des afficheurs.

Finalement, les 3/4 du temps sont utilisés à l'affichage proprement dit (1/4 par afficheur : unités, dizaines et centaines) et le dernier 1/4 du temps est consacré à la mesure, au détail près. Dans la littérature spécialisée, vous rencontrerez l'expression *decoder-driver* (décodeur-pilote) pour désigner

le dispositif commutateur d'affichage. Une petite diode électroluminescente ponctuelle se remarque au pied des afficheurs, chargée de symboliser le point décimal séparant la partie entière de la partie décimale du nombre résultant de la mesure.

Là où nous dessinons une virgule, vous verrez un "decimal point" et là où nous dessinons un point décimal vous verrez une virgule (comma), mais cela n'altère aucunement le fonctionnement des montages...

Pour faire s'illuminer le point décimal, il suffit de relier la cathode de la LED ponctuelle au (-) de l'alimentation par résistance interposée de 80 à 150 Ω . Le bon positionnement du point pourra être assuré par commutation adaptée, si nous dotons le module de plusieurs calibres de mesure.

CALIBRE NOMINAL

L'alimentation du 61 doit être pratiquée sous 5 V, sa borne 14 est connectée au (+), sa borne 7 au (-).

Une tension continue est présentée entre les bornes 11 et 10, cette borne 10 étant à la masse (avec la borne 7). Le tandem 62-61 accepte la conversion et l'affichage de toute tension positive allant de 0 à 999 mV, le calibre est donc 0 – 999 mV, l'affichage est de 1 000 points, puisque ses limites sont 0 (inclus) et 999 (inclus).

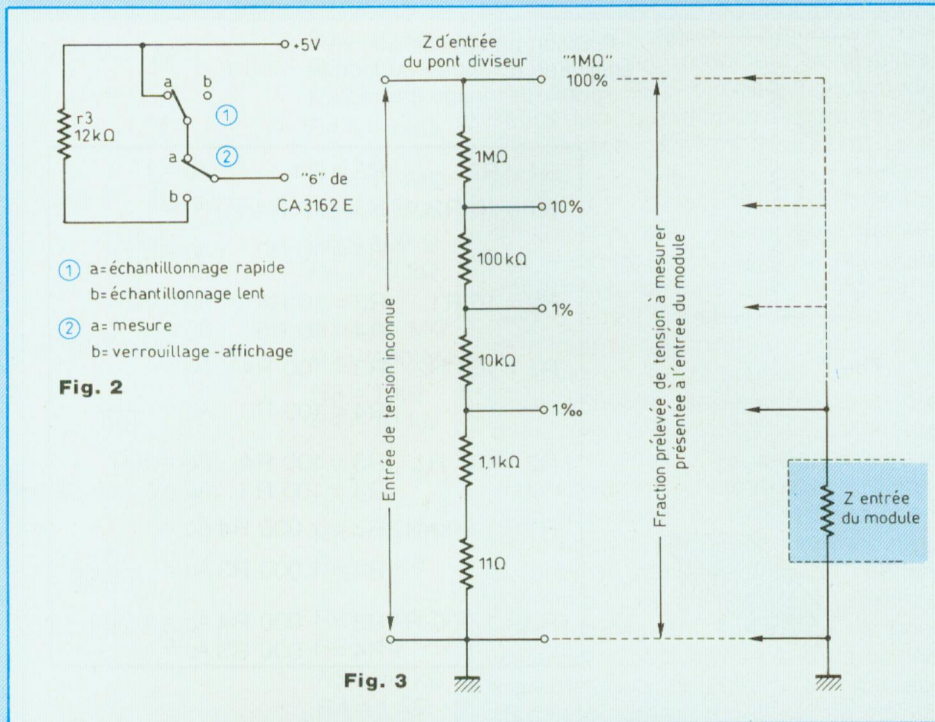
Tout dépassement de la valeur maximale autorisée se traduit par l'écriture de EEE.

Une tension négative est acceptée par le module, pouvant descendre jusqu'à -99 mV. Le dépassement s'écrit ---

La précision de la mesure est meilleure que 0,1 %, ce qui est peut-être classique mais doit être admiré, avec une pensée à l'adresse des chercheurs-créateurs à qui nous devons ces merveilles.

Naturellement, comme chez tout ensemble de mesure-affichage, la précision de la mesure est limitée à ± 1 unité du chiffre "unités", le LSD. Il ne saurait en être autrement, cette particularité est absolument incontournable, il faut la subir. Lorsque vous effectuez une mesure avec tout ins-

COMMODITÉ DE MISE EN ŒUVRE



trument à affichage numérique vous pouvez affirmer, sans prétention et sans crainte, que les chiffres de rang supérieur à celui des unités, c'est-à-dire des dizaines, centaines, etc., sont donnés avec une précision sûre, connue ou facile à connaître, mais que le dernier chiffre est donné à ± 1 unité.

Toutefois, nous vous montrerons tout à l'heure comment nous avons réussi à cerner la précision de la mesure à $\pm 1/10^6$ mV sur le calibre 0-99,9 mV dont nous doterons le module, dans un fonctionnement réputé sans intérêt, voire impossible.

Nous avons pourtant entendu dans un laboratoire de recherche (très) avancé un propos que nous estimons devoir soumettre à votre appréciation :

"Souvent, en voulant prouver l'inutilité des choses, on ne fait rien de mieux que d'en montrer les avantages..."

IMPEDANCE D'ENTREE

Le convertisseur 62 se caractérise par son impédance d'entrée se promenant dans les environs de 100 MΩ, ce qui n'est pas du tout triste !

A la lecture de la notice d'accompa-

gnement du composant, nous apprenons qu'il convient de ne pas dépasser une intensité du courant dans l'entrée de 80 nA. Cela revient à dire que la tension appliquée entre les bornes d'entrée (11 et 10) ne doit pas excéder

$$(80 \text{ nA} \cdot 100 \text{ M}\Omega) = 8 \text{ V.}$$

Il convient de ne pas perdre de vue cet avertissement !

Si nous avons à procéder à la mesure d'une tension supérieure aux 999 mV du calibre nominal, nous devons présenter aux bornes d'entrée une fraction de la tension inconnue à mesurer. Pour la commodité connue de tout le monde, nous ferons appel à un pont diviseur, constitué de résistances, qui nous permettra de prélever une tension de valeur égale à $1/10^6$, au $1/100^6$, voire au $1/1\,000^6$ de celle de la tension objet de la mesure (figure 3). Mais ne perdons pas de vue que l'impédance d'entrée du convertisseur, bien que très grande, typiquement de 100 MΩ, viendra se placer en parallèle avec une ou plusieurs des résistances constituant le pont diviseur, l'atténuateur indispensable pour effectuer la mesure.

La combinaison des résistances ainsi associées par nécessité va modifier la division de tension, puisque le talon du pont aura pour valeur celle de la résistance équivalente des résistances disposées en parallèle.

C'est alors qu'apparaît, dans toute sa grandeur, l'aide inestimable que nous apporte l'amplificateur opérationnel, l'ampli op, l'A Op !

Dans le n° 89, ayant précédemment étudié l'A Op, nous vous montrerons comment porter à plus de 20 MΩ l'impédance d'entrée d'un classique voltmètre analogique à aiguille connu pour sa non moins classique résistance de 20 000 Ω/V, ce qui change tout !

Pour le moment, nous allons incorporer au module un étage d'entrée construit autour du réputé CA 3130 (de RCA également), un remarquable A Op qui se contente d'une alimentation simple, sous 5 V, comme le tandem 3162 et 3161.

Qui mieux est, cette merveille offre une impédance d'entrée différentielle entre ses bornes E+ et E-, de 1,5 téraohm, c'est-à-dire, en ohms, 1,5 suivi de 12 zéros.

ETAGE SUIVEUR DE TENSION

Son schéma vous est présenté à la figure 4.

Ceux qui "savent" reconnaîtront tout de suite un A Op monté en amplificateur de tension non-inverseur, dont l'entrée ne reçoit qu'une fraction de la tension à mesurer.

Quant à vous, qui ne "savez pas encore", vous qui nous accompagnez en voyage dans l'Electronique, qui avez toute la considération de votre revue, de ses collaborateurs et de ceux qui savent déjà (nous n'en doutons pas !), nous vous renouvelons notre engagement de vous aider à acquérir un bagage de connaissances qui vous sera envié, mais que vous aimerez transmettre aux autres, à votre tour... Ayez la patience et vous saurez, vous aussi !

Dans le n° 88, nous vous montrerons les raisons, le pourquoi de cet entêtement qui caractérise l'amplificateur

AMPEREMETRE/VOLTMETRE

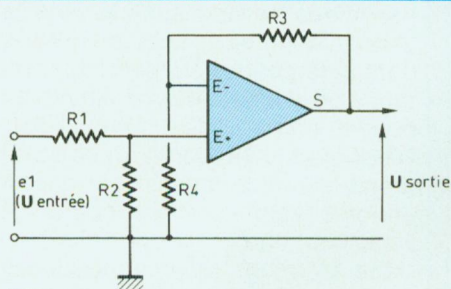


Fig. 4

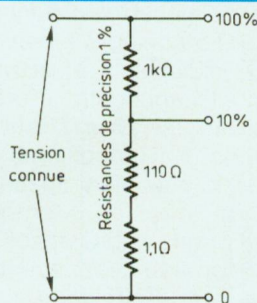


Fig. 7

Fraction de tension connue appliquée à l'entrée du module pour étalonnage (pot. P2)

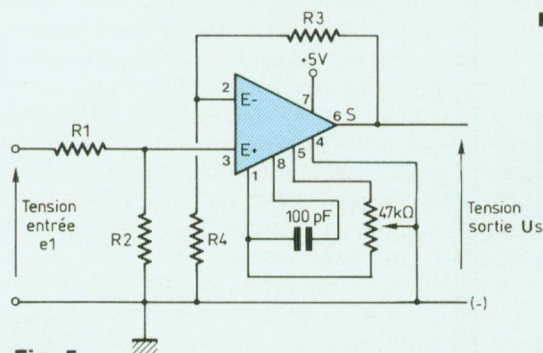
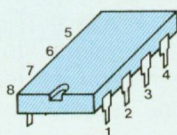


Fig. 5



$R1 = R2$	$R3 = R4$	$A_0 = 1$
$R1 = 10 R2$	$R3 = 10 R4$	$A_0 = 1$
	$R4 = 10 R3$	$A_0 = \frac{1}{10}$
$R2 = 10 R1$	$R3 = 10 R4$	$A_0 = 10$
	$R4 = 10 R3$	$A_0 = 1$
$R1 = 100 R2$	$R3 = 100 R4$	$A_0 = 1$
	$R4 = 100 R3$	$A_0 = \frac{1}{100}$
$R2 = 100 R1$	$R3 = 100 R4$	$A_0 = 100$
	$R4 = 100 R3$	$A_0 = 1$
$R1 = 1\,000 R2$	$R3 = 1\,000 R4$	$A_0 = 1$
	$R4 = 1\,000 R3$	$A_0 = \frac{1}{1\,000}$
$R2 = 1\,000 R1$	$R3 = 1\,000 R4$	$A_0 = 1\,000$
	$R4 = 1\,000 R3$	$A_0 = 1$

opérationnel à toujours ramener ses deux entrées au même potentiel, contre vents et marées !

Reportons-nous à la figure 4.

Les résistances $R1$, $R2$, $R3$ et $R4$ ont une même valeur. De ce fait, l'entrée $E+$ reçoit la fraction $\frac{R2}{R2+R1}$, donc la moitié de la valeur de la tension à mesurer $e1$, soit $\frac{e1}{2}$.

Mais l'entrée $E-$, maintenue au potentiel de l'entrée $E+$, est située à $\frac{R3+R4}{R4}$, donc à moitié de la tension disponible sur la borne de sortie S .

La tension sortie est double de la tension sur $E-$ et sur $E+$, donc égale à la tension d'entrée $e1$.

Ce montage est un amplificateur de tension de gain unitaire, égal à l'unité de 1, ou suiveur de tension.

Si vous donnez à $R1$ et $R2$ l'égale valeur de $10\text{ M}\Omega$, comme l'impédance de l'A Op CA 3130, entre ses bornes $E+$ et $E-$, est de $1,5\text{ téraohm}$, le montage présente finalement une impédance d'entrée de $(R1+R2)$, soit $20\text{ M}\Omega$, qui dit mieux ?

Nous donnerons aux résistances $R3$

et $R4$ l'égale valeur de $10\text{ k}\Omega$, nous allons mettre en œuvre des résistances de précision 1% , nous faisons de la mesure.

Le CA 3130 demande que soit installé entre ses bornes 1 et 8 un condensateur de capacité allant de 47 à 470 pF , lequel interdit l'entrée spontanée en oscillation dans les fortes amplifications (figure 5).

De plus, une tension négative dépassant $-0,5\text{ V}$ ne doit pas lui être imposée sur son entrée $E+$, aussi nous réaliserons la protection en posant une diode 1N 4148 entre masse et $E+$, limitant au seuil de conduction de la diode la tension inverse éventuellement appliquée sur l'entrée (figure 6).

ETAGE DIVISEUR OU MULTIPLICATEUR DE TENSION

En jouant sur les valeurs attribuées aux résistances $R1$, $R2$, $R3$ et $R4$, nous allons confectionner un étage procurant au convertisseur une fraction multiple ou sous-multiple de 10 de la tension à mesurer.

Le montage donne à sa sortie une tension S dont la valeur est donnée par l'expression :

$$S = e1 \left(\frac{R2}{R1+R2} \right) \left(\frac{R3+R4}{R4} \right)$$

$e1$ est la tension inconnue à mesurer

et le rapport $A_0 = \frac{S}{e1}$ est l'expression

du calcul mathématique effectué par le montage.

Pour transformer le calibre nominal du module, lequel est la plage $0-999\text{ mV}$, en un calibre multiple décimal, nous devons réaliser la combinaison appropriée des valeurs des résistances $R1$, $R2$, $R3$ et $R4$ conduisant à l'obtention du coefficient A_0 d'amplification de tension voulu.

Ce coefficient est un sous-multiple décimal pour tout calibre multiple décimal du calibre nominal. Il est égal à 1, l'unité, pour conserver le calibre nominal $0-999\text{ mV}$ et il sera multiple décimal pour les calibres sous-multiples décimaux du calibre nominal.

Voici les meilleures valeurs des résistances de précision $\pm 1\%$ à mettre en œuvre. Tableau ci-dessus.

COMMODITÉ DE MISE EN ŒUVRE

0-999 V	$A_0 = \frac{1}{1\ 000}$	R1 = 10 M Ω R2 = 10 k Ω R3 = 10 Ω R4 = 10 k Ω
0-99,9 V	$A_0 = \frac{1}{100}$	R1 = 10 M Ω R2 = 1 M Ω R3 = 100 Ω R4 = 10 k Ω
0-9,99 V	$A_0 = \frac{1}{10}$	R1 = 10 M Ω R2 = 100 k Ω R3 = 1 k Ω R4 = 10 k Ω
0-999 mV	$A_0 = 1$	R1 = 10 M Ω R2 = 10 M Ω R3 = 10 k Ω R4 = 10 k Ω
0-99,9 mV	$A_0 = 10$	R1 = 1 M Ω R2 = 10 M Ω R3 = 10 k Ω R4 = 1 k Ω

REMARQUE

Le montage est pourvu de deux potentiomètres. Le premier, de 47 k Ω , du type multitours, sert au tarage à zéro, l'affichage doit être 000 lorsque les bornes d'entrée (11 et 10) sont court-circuitées. Le second potentiomètre de 10 k Ω , du type multitours, sert au calibrage sur une valeur de tension connue appliquée aux bornes d'entrée. L'affichage doit être celui de la valeur de la tension appliquée.

Il est possible de "rattraper" un écart de tension entrée de $\pm 5\%$ de cette tension entrée. La compensation est donc restreinte, elle implique la mise en œuvre de résistances de précision meilleure que 5% dans la confection du pont diviseur d'entrée. Des résistances de précision 2% conviennent mais qui peut le moins peut le plus et nous prenons des résistances à 1%. La légère différence de prix n'est pas ruineuse !

CONSTRUCTION

La platine inférieure, aux dimensions 84 x 56 mm reçoit tous les compo-

sants autres que les afficheurs. Les bornes de raccordement sont installées sur la périphérie. Les vis des curseurs des potentiomètres sont accessibles sans problème, au bord de la platine.

La platine supérieure, aux mêmes dimensions, est superposée, maintenue écartée de la première par deux entretoises longues de 15 mm. Cette platine reçoit les afficheurs posés sur des supports barrettes coupés à la longueur voulue et soudés.

Deux platines supérieures ont été dessinées, l'une reçoit des afficheurs de 12 mm de hauteur, présentés sous un enjoliveur noir pourvu d'un écran en plastique rouge, ou vert selon le choix de la couleur des afficheurs (découpe à prévoir dans la façade 67,5 x 23 mm). L'écran-filtre qui améliore considérablement la lisibilité, a pour dimensions 55 x 22 mm. L'autre platine accepte des afficheurs de hauteur 18 mm (ou 20) protégés par un écran-filtre aux dimensions hors-tout de 88 x 64 mm.

Pour la liaison entre platines, il faudra installer 13 brins de câble isolé rigide, d'une longueur de 15 mm.

Pas de panique ! Voici une méthode de câblage simple, facile, rapide et sûre que nous vous préconisons.

Vous dégainez du fil de câblage rigide classique, de la couleur répondant à vos intimes préférences, le module est remarquablement éclectique en matière de composition colorale.

La platine d'affichage étant posée à plat sur votre plan de travail, pistes de cuivre au-dessus, vous posez tout simplement, verticalement, des bouts de câble dénudé d'une longueur de 4 à 5 cm dans les trous des pastilles du circuit imprimé. Soudez ! Mais évitez le fer de 100 W, préférez celui de 15 ou 25 W au maximum, les pistes sont fines...

Au passage, accordez-nous de mentionner qu'il est toujours convenable de nettoyer préalablement les parties cuivrées des circuits imprimés, l'alcool à brûler est souvent le meilleur solvant du vernis protecteur déposé après la gravure.

Une fois achevée l'opération soudure, habillez donc les 13 brins d'une longueur d'une quinzaine de mm de gaine. Pour couper à la bonne longueur ces éléments de gaine, utilisez un gabarit (bien commode) sous forme d'une entretoise. Vous posez verticalement l'entretoise, vous enflez la gaine jusqu'au fond, la pince coupante fait le reste (avec l'intelligence !)

Vous soudez les supports devant accueillir les afficheurs.

Vous pouvez maintenant procéder à l'assemblage des platines, nous vous garantissons que c'est beaucoup plus simple à effectuer qu'à expliquer.

Vous terminez par les 13 soudures sur la platine inférieure et votre "gaufrette" est presque terminée...

TARAGE

L'alimentation se pratique sous la tension stabilisée de 5 V appliquée aux bornes (+) et (-). Ces bornes sont des picots cylindriques de diamètre 1,2 mm sur lesquels aboutissent les câbles de liaison terminés par les clips femelles correspondants, ou des éléments à vis provenant de classiques borniers.

Les bornes E et M sont court-circuitées et le tarage à zéro s'effectue en intervenant sur la position du curseur du potentiomètre P1 de 47 k Ω .

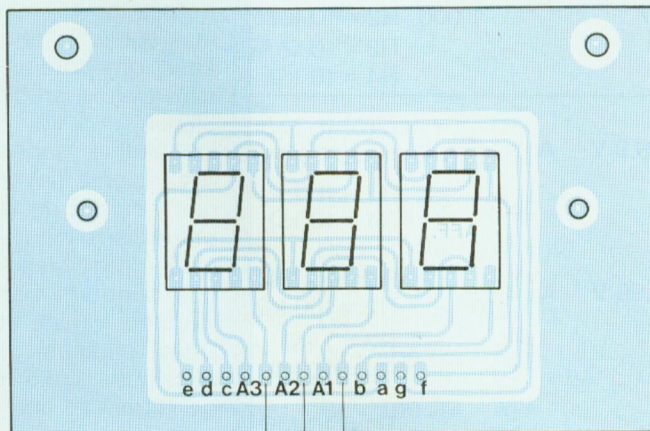
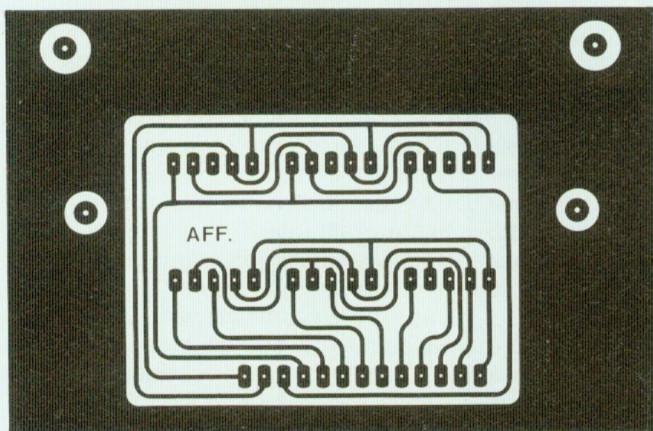
CALIBRAGE

Si l'amplificateur d'entrée n'est pas installé sur le module, une tension continue connue comprise entre 0 et 999 mV est injectée entre les bornes E et M. Un voltmètre à affichage numérique permet de contrôler cette tension de calibrage qu'il faudra se "fabriquer" avec un montage auxiliaire quelconque (figure 7).

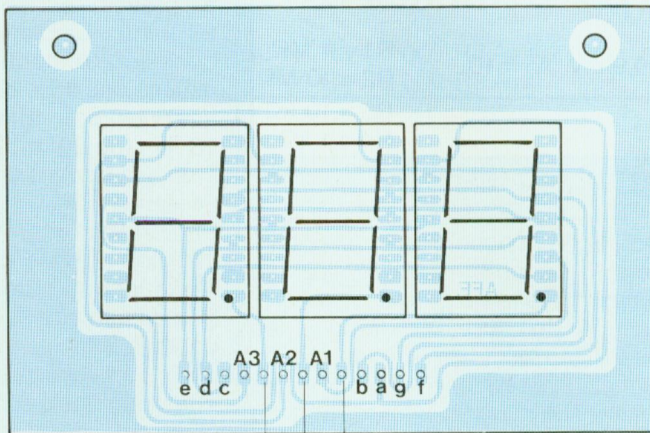
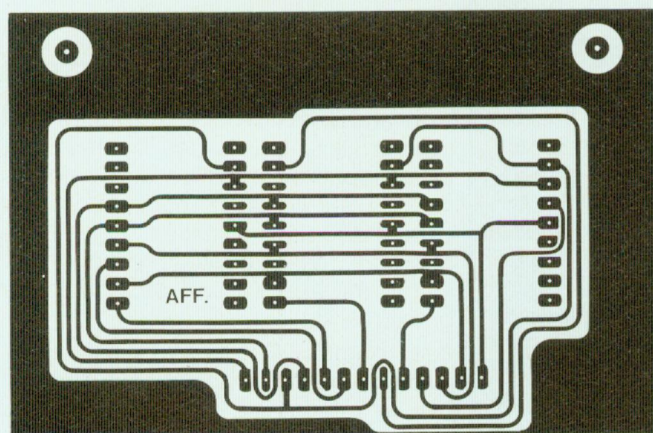
Le calibrage du module s'effectue en intervenant sur la position du curseur du potentiomètre P2 de 10 k Ω .

Si l'amplificateur est installé sur le module, la tension de calibrage, ou d'étalonnage si vous préférez ce terme, sera présentée aux bornes E1 et M1.

AMPEREMETRE/VOLTMETRE

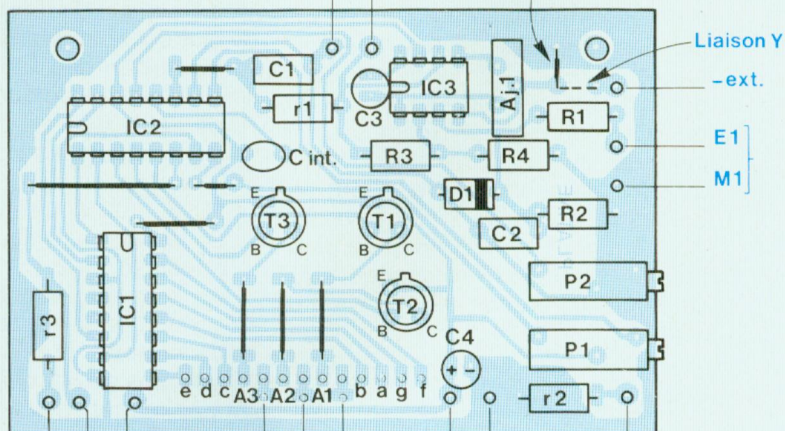
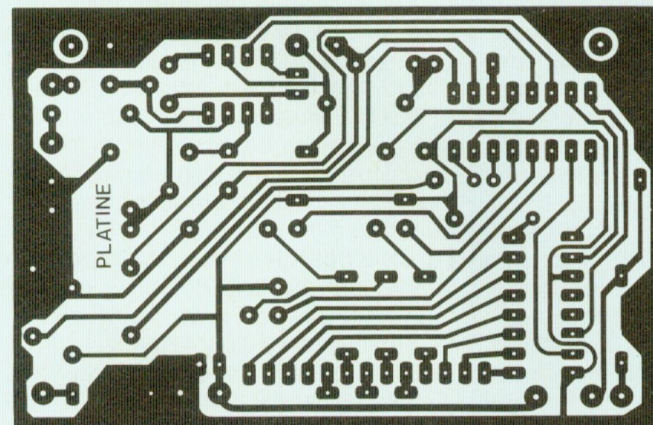


pd3 pd2 pd1



pd3 pd2 pd1

Liaison X



Liaison Y
-ext.
E1
M1

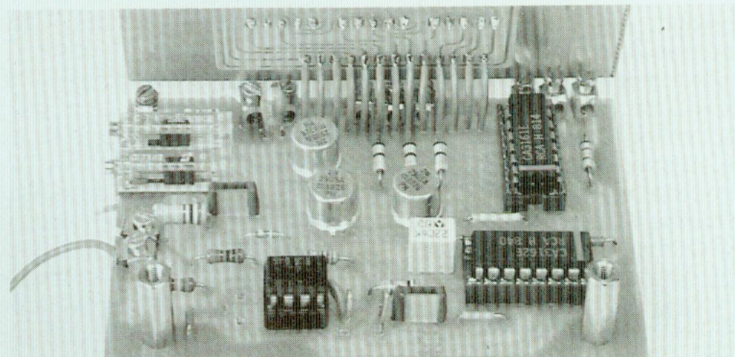
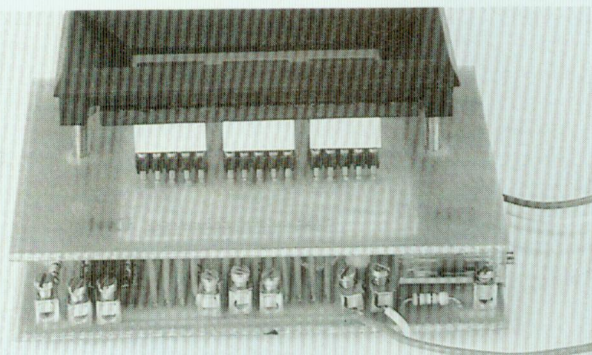
Verrouillage
affichage
b de ②

Echantillonnage
rapide a de ①

Alim. 5V stab.

dp

COMMODITÉ DE MISE EN ŒUVRE



NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

● Résistances 5 % 1/2 W

r1 - 10 k Ω

r2 - 120 Ω

r3 - 12 k Ω

Les résistances R1, R2, R3 et R4, associées au CA 3130 sont choisies en fonction du coefficient A₀ désiré.

1 résistance ajustable type vertical 47 k Ω

P1 - potentiomètre multitours 47 k Ω

P2 - potentiomètre multitours 10 k Ω

● Condensateurs

C1, C2 - 10 nF/MKT écartement électrodes 7,62 mm

C_{int} - 220 nF/MKT écartement électrodes 5,08 mm

C3 - 100 pF céramique plaquette
C4 - 2,2 μ F/35 V électrochimique tantale

● Divers

1 diode 1N 4148

3 transistors PNP 2N 2905 (ou 2N 2907 ou BC 307)

Le jeu de circuits intégrés CA 3162 E, 3161 E et CA 3130, avec leurs supports pour circuit imprimé 13 bornes de connexion avec leurs clips

2 inverseurs miniatures

1 C.I. platine mesure

1 C.I. platine affichage pour afficheurs au modèle choisi

3 afficheurs électroluminescents au modèle choisi

1 cadre enjoliveur (afficheurs de 12 mm)

Ecran-filtre de couleur appropriée à celle des afficheurs

Entretoises. Visserie. Fil de câblage.

Soudure.

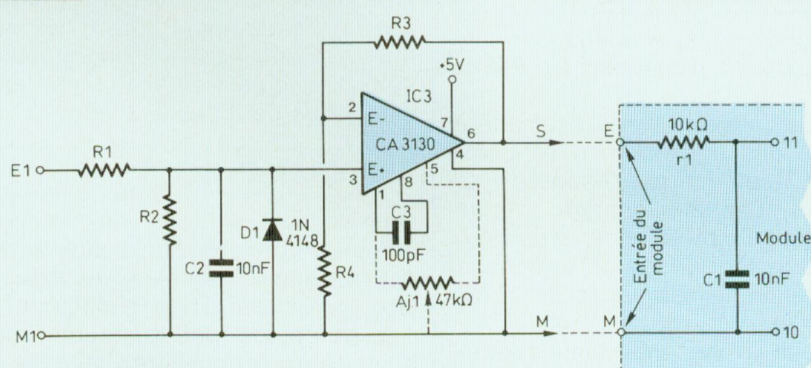


Fig. 6

Si vous utilisez des résistances de précision 1 %, vous ne rencontrerez aucun problème au calibrage.

OFFSET

Le circuit imprimé de la platine "mesure" a été dessiné pour accueillir un amplificateur opérationnel CA 3130 fonctionnant sous les 5 V demandés par le convertisseur et le décodeur-pilote. En ce cas, l'alimentation 5 V du 3130 est assurée par la liaison (strap) marquée X sur les dessins.

Une compensation (offset) de la tension de décalage d'entrée (nous vous en parlerons dans les n^{os} 88 et 89) peut s'avérer utile dans le cas où vous pratiquez un coefficient d'amplification de tension élevé. L'A Op amplifie lui-même sa tension de décalage d'entrée, ce "vice" avec lequel il faut compter.

Un potentiomètre d'offset de 47 k Ω sera mis en place sur la platine et le tarage à zéro sera refait (après le précédent et une fois posé le CA 3130) en

court-circuitant les bornes d'entrée E1 et M1 et en intervenant sur le curseur du potentiomètre d'offset (figure 6). Il faut atteindre le 000 et arrêter l'action sur le curseur du potentiomètre, sans aller au-delà.

EXTENSION

AUX AUTRES A OP

Nous avons voulu faire plaisir à ceux d'entre vous qui voudraient mettre en œuvre un A Op autre que le CA 3130. Il faudrait donc alimenter un autre A Op, lequel forcément exigerait une tension complémentaire de -5 V, symétrique de celle positive appliquée au module. En pareil cas, il faudra poser la liaison (strap) Y et non pas la liaison X, faisant arriver le -5 V sur la borne - ext.

L'A Op TL 081, c'est un exemple, n'aura pas besoin d'un condensateur de stabilisation pour éviter l'entrée spontanée en oscillation. Il demandera un potentiomètre de compensation (offset) de 10 k Ω ...

AMPEREMETRE/VOLTMETRE

POINT DECIMAL

La platine mesure a reçu trois bornes repérées dp1, dp2 et dp3 reliées aux cathodes des LED symbolisant le point décimal de l'affichage.

L'activation de la LED choisie se réalise en connectant la borne voulue à la borne dp, laquelle conduit à la masse de l'alimentation par une résistance de 120 Ω installée sur la platine.

ECHANTILLONNAGE

VERROUILLAGE

Trois bornes sont groupées dans un angle, qui sont repérées (+), ER et Ver.

Le (+) de l'alimentation est ramené à proximité des deux bornes de commande ER et Ver par lesquelles se gouverne l'échantillonnage rapide (commutation directe avec la borne 6 du 62) et le verrouillage de l'affichage (commutation par résistance de 12 k Ω interposée).

Nous vous avons entretenus précédemment sur ces commutations que vous apprécierez dès la première manipulation.

COMPOSANTS

Les CA 3162 et 3161 sont posés sur

des supports "2 x 8 pattes" soudés au circuit, le CA 3130 préfère un support "2 x 4" et nous l'approuvons sans réserve.

Leur orientation sera respectée.

Le condensateur de stabilisation du 3130 est du type plaquette, miniature. Le condensateur de découplage 2,2 μ F, 35 V entre les bornes (+) et (-) de l'alimentation est au tantale, pour des raisons d'encombrement, il est polarisé et son orientation doit être respectée lors de la pose.

Les autres condensateurs sont du type MKT, au mylar, leurs électrodes sont distantes de 3 pas (7,62 mm). Mais le condensateur d'intégration C se distingue par son écartement entre électrodes de 2 pas (5,08 mm).

AMPEREMETRE

Utiliser ce module de mesure-affichage en fonction ampèremètre est tout simple. Il suffit de le connecter aux extrémités d'une résistance de 1 Ω parcourue par le courant dont nous désirons connaître l'intensité.

Une intensité de 1 A crée une chute de tension de 1 V dans une résistance de 1 Ω (il en est ainsi depuis fort longtemps et cela risque de durer encore un moment).

Mais vous serez peut-être placés

dans la nécessité d'intercaler dans le circuit une résistance de 10 Ω , ou seulement de 0,1 Ω , éventuellement réalisée en fil constantan, pourquoi pas ?

Une simple règle de trois conduit infailliblement à l'obtention de la bonne valeur calculée, alors n'en dites jamais de mal !

ALIMENTATION DU MODULE

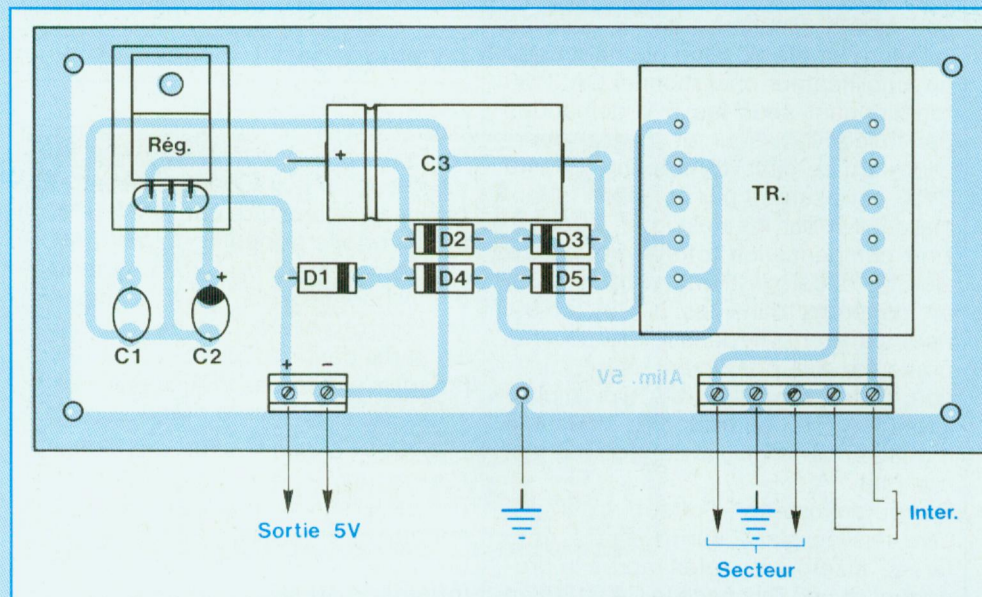
Dans le cas où vous souhaiteriez attribuer à votre module son alimentation stabilisée personnelle, voici ce que vous pouvez lui proposer :

Un transformateur de puissance 3 VA suffit. Son secondaire doit délivrer une tension de 9 V.

4 diodes 1N 4007 et un condensateur de filtrage de 2 200 μ F, 16 V constituent la cellule de redressement-filtrage. Un régulateur 7805 (comme c'est curieux !) pourvu d'un petit dissipateur du commerce, de résistance thermique 15° C/W, aux dimensions 25 - 20 - 15 mm conviendra parfaitement. Vous pourrez lui associer une diode de protection 1N 4007, un condensateur C_{in} de 330 nF et un condensateur C_o de 10 μ F, 35 V, polarisé, au tantale, comme nous le pratiquons (figure 8).

A vous de jouer !...

Georges Matoré

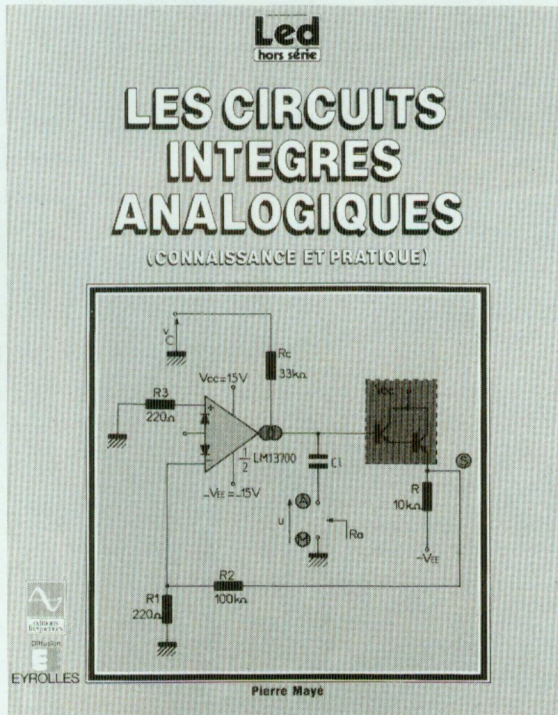


- TR - Transformateur
220 V / 9 V / 3 VA
- D1 à D5 - 1N 4007
- C1 - 330 nF
- C2 - 10 μ F / 35 V
- C3 - 2 200 μ F / 16 V
- Rég - 7805

Fig. 8

VIENT DE PARAITRE

LA BIBLIOTHEQUE TECHNIQUE
DES EDITIONS FREQUENCES



LES CIRCUITS INTEGRES ANALOGIQUES

Par **Pierre Mayé - P 49 -**

Cet ouvrage vient répondre à l'attente de nombreux lecteurs désireux d'appréhender avec rigueur l'électronique.

Beaucoup de circuits intégrés analogiques sont disponibles sur le marché. Outre l'amplificateur opérationnel qui a fait l'objet d'une étude approfondie dans un livre de la même collection, il existe bien d'autres circuits. Le propos de cet ouvrage est de décrire les plus intéressants. Les circuits présentés sont l'amplificateur de Norton, l'amplificateur de transconductance, le comparateur, le temporisateur, le filtre universel, le multiplicateur et le générateur de fonctions. Chacun d'eux fait l'objet d'un chapitre spécifique structuré comme suit : après une présentation rapide de la fonction réalisée et la description d'un exemple de circuit intégré, l'auteur procède à l'étude des applications caractéristiques du composant.

Des exemples numériques sont donnés et les formules nécessaires à la conception du montage sont établies. Il est ainsi possible de réaliser sans difficulté les diverses fonctions décrites. Le lecteur trouvera en fin d'ouvrage le lexique anglais-français qui lui facilitera la lecture des notices des constructeurs, ainsi qu'une bibliographie et un index.

BON DE COMMANDE

A retourner aux Editions Fréquences - 1, boulevard Ney - 75018 Paris

Je désire recevoir "Les Circuits Intégrés Analogiques". Je joins à ma commande le règlement, soit **130 F + 12 F** frais d'envoi

CCP chèque bancaire mandat-lettre

NOM

ADRESSE

.....

Diffusion auprès des libraires assurée exclusivement par les Editions Eyrolles.

SINUS - CARRE - TRIANGLE

GENERATEUR DE FONCTIONS 0,02 Hz à 2 MHz



L'analyse théorique du générateur ayant été conduite dans notre précédent numéro, nous passons aujourd'hui aux phases finales : la construction puis la mise au point de l'appareil.

Comme promis précédemment, nous terminerons cette étude par quelques exemples d'utilisation pratique.

D'ABORD, UN PETIT RECTIFICATIF

Noyé dans la masse de ses schémas et plans de câblage, l'auteur a commis une petite omission sur la figure 6 : il prie les lecteurs de bien vouloir l'en excuser.

La partie concernée, redessinée en figure 13, comporte deux résistances et deux diodes, référencées R95 et R96, D12 et D13, pour ne pas à avoir à décaler l'ensemble de la nomenclature des composants.

Les positions a et c du commutateur

K2 (section K2a sur la figure 13) d'une part, b et d de l'autre, mettent en service le même condensateur de temporisation (C1 ou C2) et la même résistance ajustable AJ1 ou AJ2. En revanche les portes K1b et K1c (voir la figure 7) doivent s'ouvrir dans les positions a et b, mais se fermer en c et d. Ceci n'est possible que grâce aux composants ajoutés en figure 13.

Dans la position a, une tension de +15 V se trouvant appliquée à l'électrode de commande correspondante de C1, AJ1 se trouve bien reliée à R7. Par contre, la diode D12 polarisée en inverse et la résistance R95 maintiennent le point c au potentiel de la masse. Dans la position c au contraire, les portes sélectionnées des circuits C11, C17 et C18 reçoivent toutes un potentiel de +15 V, et se ferment. Le

même raisonnement s'applique, évidemment, aux positions b et d de K2.

LE CIRCUIT PRINCIPAL ET SON CABLAGE

Les composants du générateur RR2M se répartissent sur deux cartes de circuit imprimé. En fait, l'une d'elle, que nous baptisons pour cette raison "circuit principal", reçoit la quasi totalité des circuits. L'autre, qui sert de contre-façade, porte quelques composants passifs, les commutateurs rotatifs et les potentiomètres.

La figure 14 fournit le dessin du circuit imprimé de la première carte et la figure 15, son schéma d'implantation. Si on opte pour la réalisation personnelle du circuit (qui peut être fourni par la revue comme d'habitude), il convient d'en respecter scrupuleusement le tracé. En particulier, la moindre modification dans les trajets ou dans les épaisseurs, au voisinage du trigger C19, entraîne des couplages entre les crêteaux de commutation et les autres formes d'ondes. L'auteur en a fait l'agaçante expérience, avant de parvenir à la disposition définitive.

Nous conseillons vivement de ne mettre en place, dans un premier temps, que les composants de l'alimentation, c'est-à-dire ceux du schéma théorique de la figure 12, puis de tester les diverses tensions de sortie, en raccordant provisoirement le transformateur TR. Toutes doivent, avec une approximation tolérable de $\pm 5\%$, prendre les valeurs indiquées. Une réserve s'impose toutefois pour le +20 V qui, en aucun cas, ne doit descendre au-dessous de cette valeur. Deux situations peuvent alors se présenter :

1. C12 est un régulateur 20 V, susceptible de délivrer (données des constructeurs) entre 19 et 21 V. Au-dessous de 20 V, on intercale dans la connexion de masse, en lieu et place de DZ1, une diode au silicium 1N4148, polarisée dans le sens direct, et qui fait remonter la tension de 0,7 V environ.
2. C12 est un régulateur 18 V, plus facile à trouver, et qui délivre entre

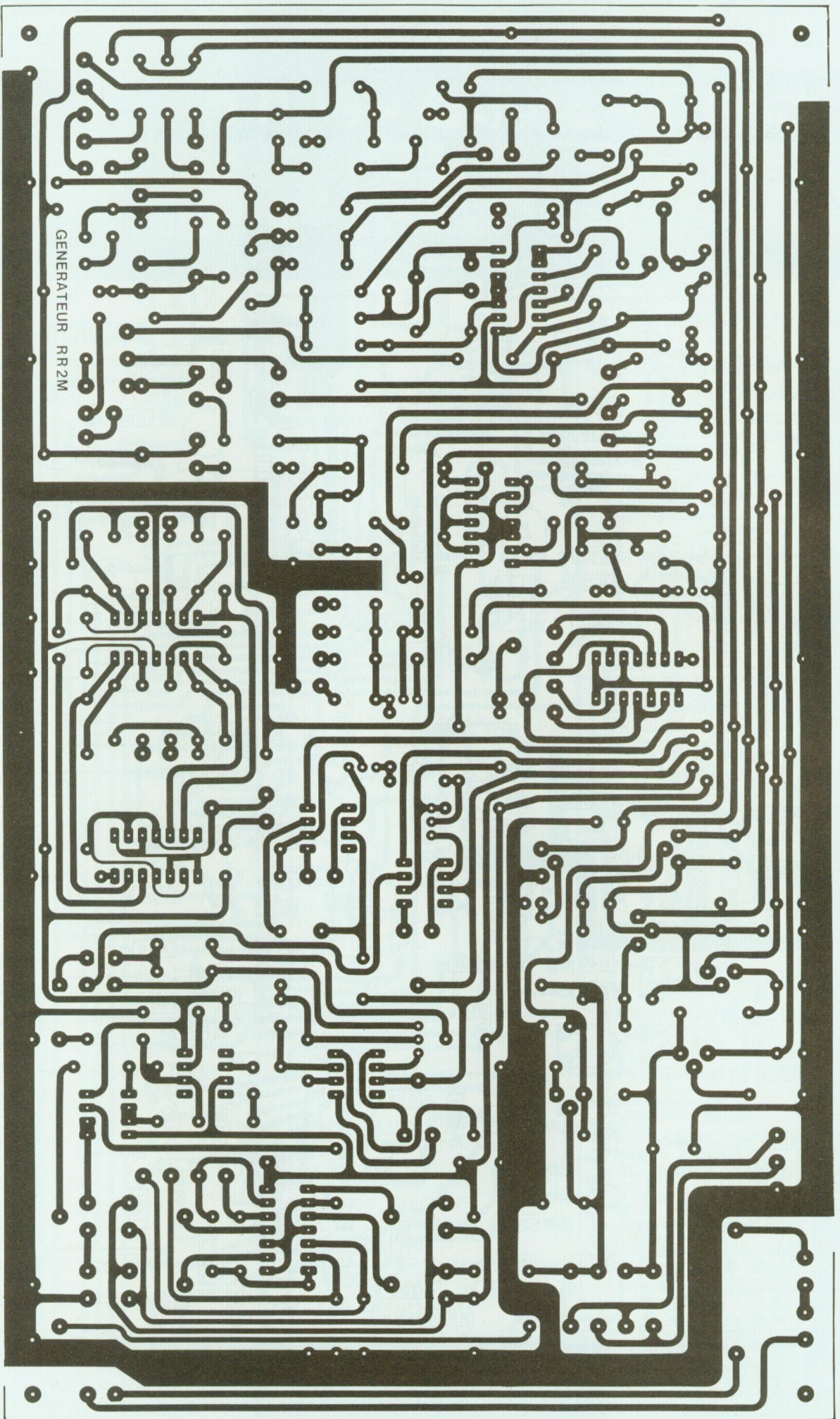


Fig. 14

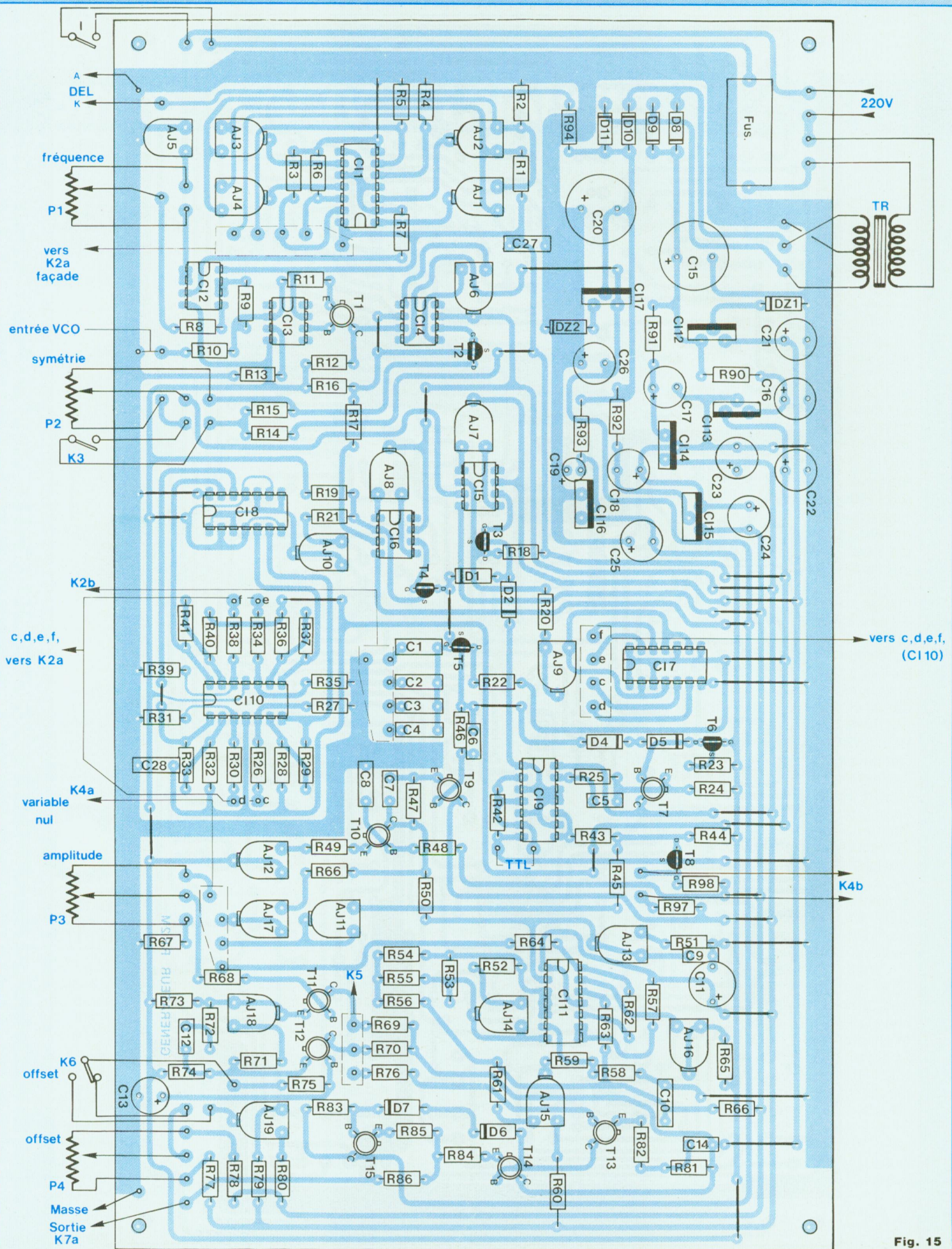


Fig. 15

SINUS - CARRE - TRIANGLE

NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

● Résistances 1/4 W

Toutes les résistances sont connues à $\pm 5\%$ près, sauf celles que signale un astérisque : elles doivent être choisies, alors, à $\pm 1\%$ près.

R1 - 1,2 k Ω
R2 - 1,8 k Ω
R3, R4, R5, R6 - 220 k Ω
R7 - 390 Ω
R8, R13 - 220 Ω
R9, R10, R12 - 1 k Ω^*
R11 - 243 Ω^*
R14, R15 - 2 k Ω^*
R16 - 4,02 k Ω^*
R17 - 180 Ω
R18 - 237 k Ω^*
R19 - 475 k Ω^*
R20 - 1,5 k Ω
R21 - 2,7 k Ω
R22 - 10 Ω
R23 - 330 Ω
R24 - 1,5 k Ω
R25 - 15 k Ω
R26 à R41 - 33 k Ω
R42 - 5,1 k Ω
R43 - 100 Ω
R44 - 820 Ω
R45 - 470 Ω
R46 - 150 Ω
R47 - 1,2 k Ω
R48 - 1 k Ω
R49 - 1,5 k Ω
R50 - 1,8 k Ω
R51 - 2,7 k Ω
R52 - 10 Ω
R53 - 120 Ω
R54, R55, R56, R58 - 1 k Ω
R57 - 330 Ω
R59 - 33 k Ω
R60, R61 - 4,7 k Ω
R62 - 470 Ω
R63 - 1 k Ω
R64 - 2,7 k Ω
R65 - 470 Ω
R66 - 10 Ω
R67 - 180 Ω
R68 - 150 Ω
R69, R70 - 330 Ω
R71 - 33 Ω
R72 - 100 Ω

R73, R74 - 1,5 k Ω
R75 - 220 Ω
R76 - 120 Ω
R77, R78 - 3,3 k Ω
R79, R80 - 3,3 k Ω
R81 - 56 Ω
R82 - 100 Ω
R83 - 1,2 k Ω
R84, R85 - 10 Ω
R86 - 47 Ω
R87, R89 - 61,9 Ω^*
R88 - 249 Ω^*
R94 - 1,8 k Ω
R95, R96 - 150 k Ω
R97 - 390 Ω
R98 - 33 k Ω

● Résistances 2 W $\pm 5\%$

R90, R93 - 10 Ω
R91, R92 - 82 Ω

● Résistances ajustables

(implantation horizontale)
AJ1, AJ2, AJ3, AJ4 - 10 k Ω
AJ5 - 220 Ω
AJ6, AJ7, AJ8 - 22 k Ω
AJ9 - 2,2 k Ω
AJ10 - 4,7 k Ω
AJ11 - 22 k Ω
AJ12, AJ13 - 2,2 k Ω
AJ14 - 100 Ω
AJ15 - 47 k Ω
AJ16, AJ17 - 1 k Ω
AJ18 - 220 Ω
AJ19 - 1 k Ω

● Potentiomètres (tous modèles linéaires)

P1 - 10 k Ω
P2 - 47 k Ω
P3, P4 - 2,2 k Ω

● Condensateurs électrolytiques

Tous modèles à sorties radiales
C11 - 470 $\mu\text{F}/16\text{ V}$
C13 - 4,7 $\mu\text{F}/16\text{ V}$
C15 - 1 000 $\mu\text{F}/40\text{ V}$
C16, C17, C18, C19 - 47 $\mu\text{F}/40\text{ V}$
C20 - 1 000 $\mu\text{F}/40\text{ V}$
C21, C22 - 22 $\mu\text{F}/25\text{ V}$
C23, C24 - 47 $\mu\text{F}/25\text{ V}$
C25, C26 - 22 $\mu\text{F}/25\text{ V}$

● Condensateurs à film plastique

C1 - 470 nF
C2 - 47 nF
C3 - 4,7 nF
C4 - 330 pF
C5 - 100 pF
C6 - 56 pF
C7 - 68 pF
C8 - 470 nF
C9 - 22 pF
C10 - 100 nF
C12 - 270 pF
C14 - 220 pF
C27, C28 - 100 nF

● Semiconducteurs

D1 à D7, D12, D13 - 1N 4148
D3 - supprimée (à remplacer par un strap)
D8 à D11 - 1N 4004
T1 - 2N 2907
T2, T5, T6, T8 - BF 245 B
T3 - 2N 5461
T4 - 2N 5458
T7, T9, T10, T11, T12 - 2N 2222
T13 - 2N 2907
T14 - 2N 1711
T15 - 2N 2905
IC1, IC7, IC8 - CD 4066
IC2 - LM 358
IC3, IC4, IC5, IC6 - LF 355
IC9 - 74 HC 14
IC10 - LM 324
IC11 - CA 3086
DEL - diode électroluminescente

● Commutateurs et inverseurs

I - interrupteur miniature
K2 - rotatif, 2 circuits, 6 positions
K3 - inverseur miniature, 1 circuit
K4 - rotatif, 2 circuits, 6 positions (à limiter à 4 positions)
K5, K6 - inverseurs miniatures, 1 circuit, 2 positions
K7 - inverseur miniature, 2 circuits, 2 positions

● Divers

TR - transformateur 2 \times 18 V/25 VA
Porte-fusible 5 \times 20 et fusible 0,5 A
3 prises BNC femelles pour châssis
1 coffret Retex Solbox RS 14

GENERATEUR DE FONCTIONS

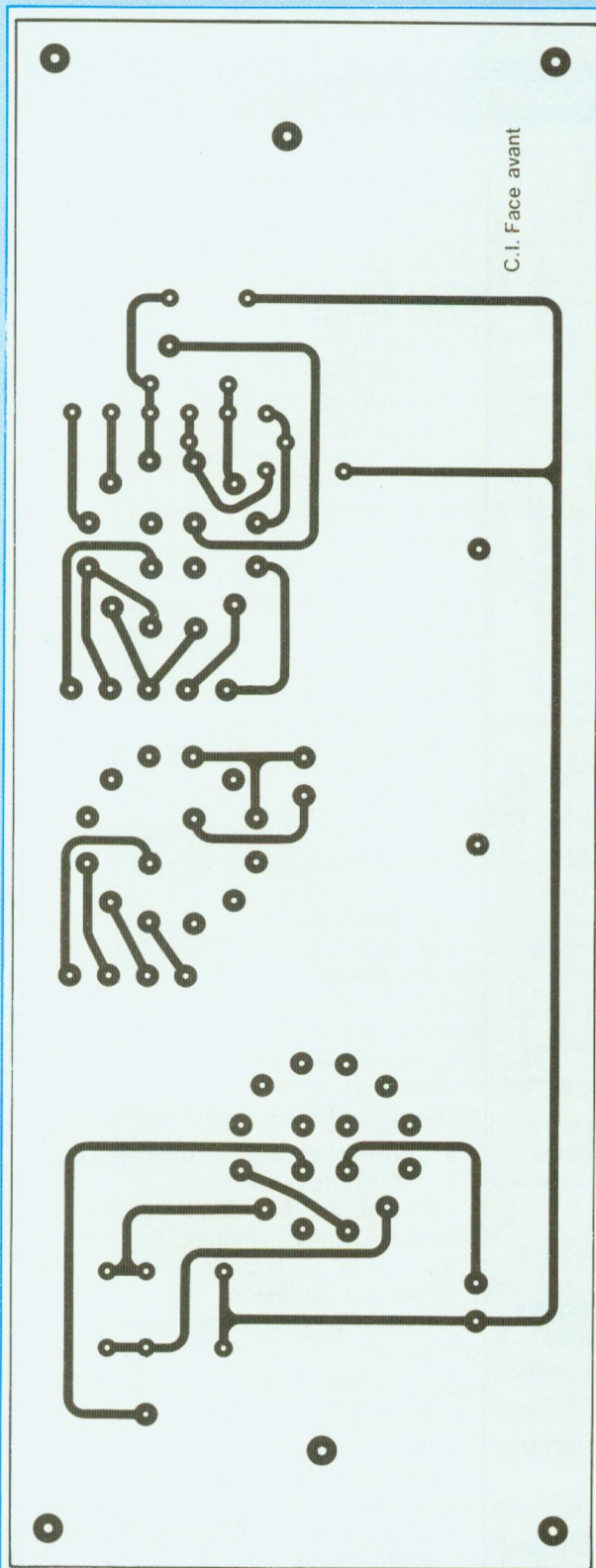


Fig. 16

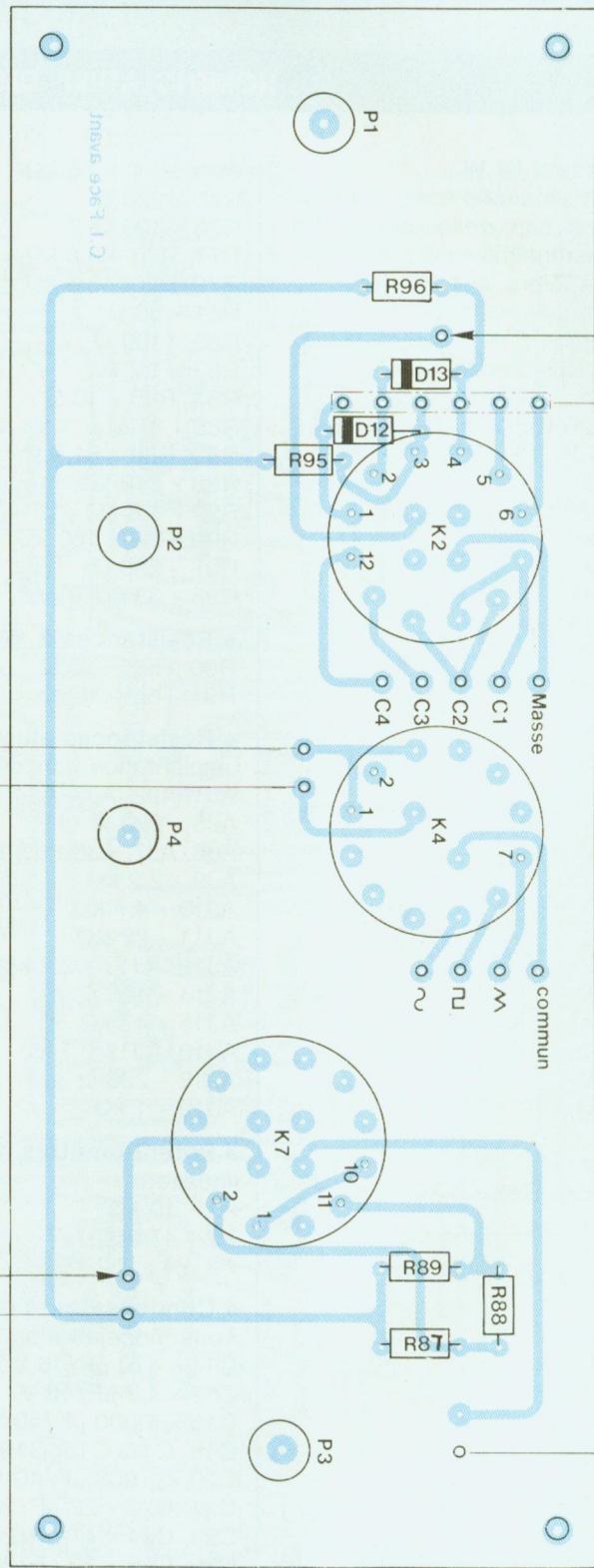


Fig. 17

SINUS - CARRE - TRIANGLE

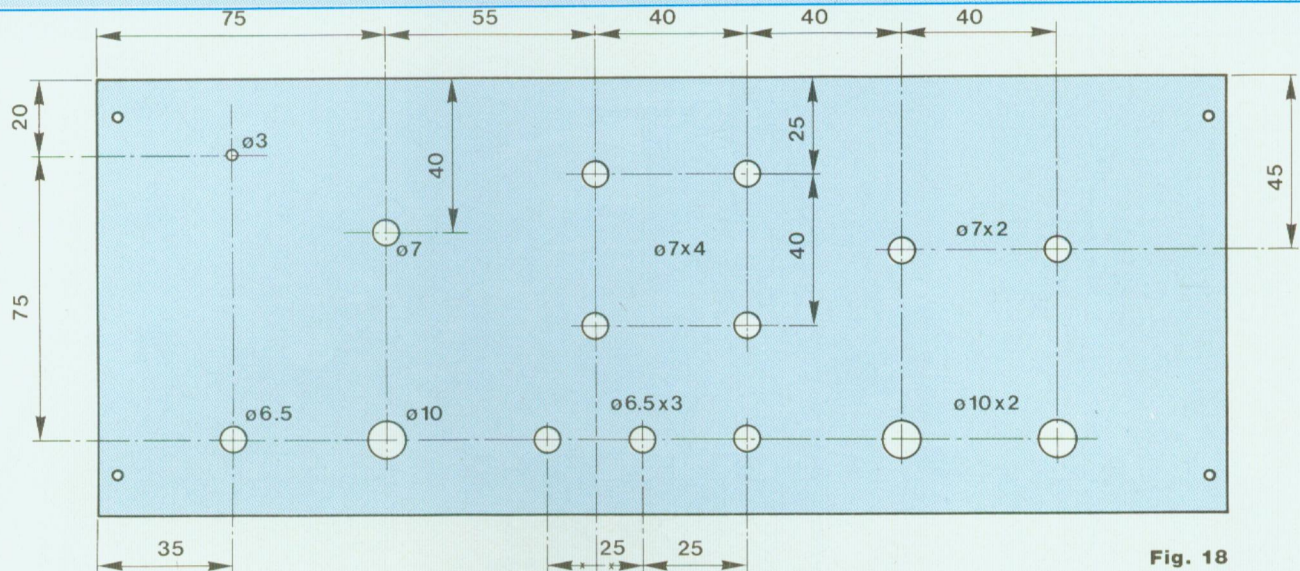


Fig. 18

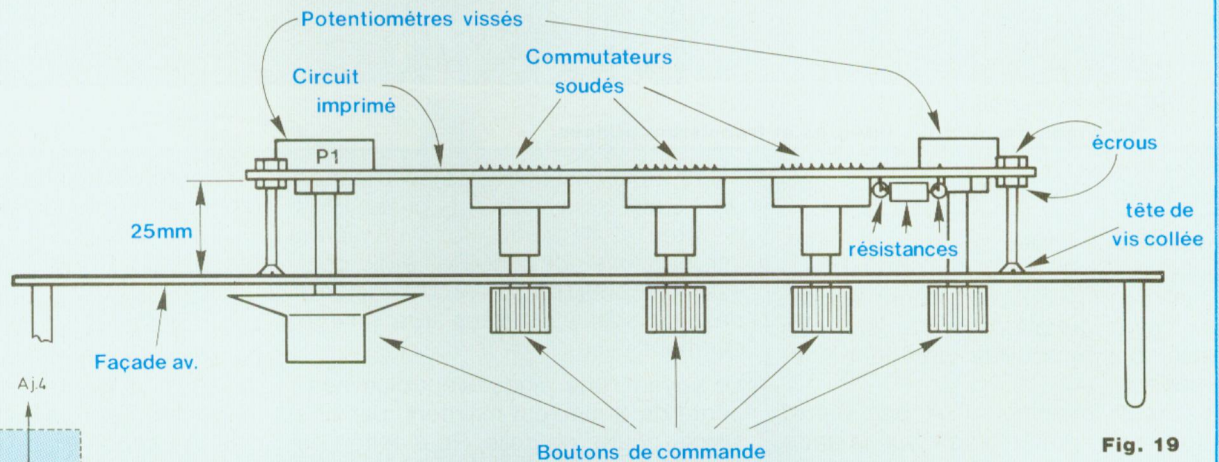


Fig. 19

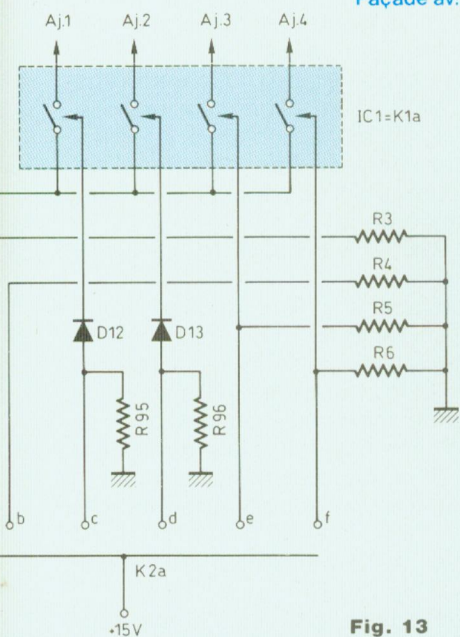


Fig. 13

17,1 et 18,9 V. On pourra, dans le plus défavorable des cas, augmenter la valeur de $DZ1$ jusqu'à 3,3 V.

Pour le reste du câblage, les plus courageux procéderont aussi par étapes : générateurs de courants, oscillateur triangles/rectangles, mise en forme des sinusoides, étages de sortie. Cette méthode permet de détecter immédiatement toute erreur éventuelle ; par contre, elle est assez fastidieuse car elle oblige à raccorder provisoirement potentiomètres et commutateurs.

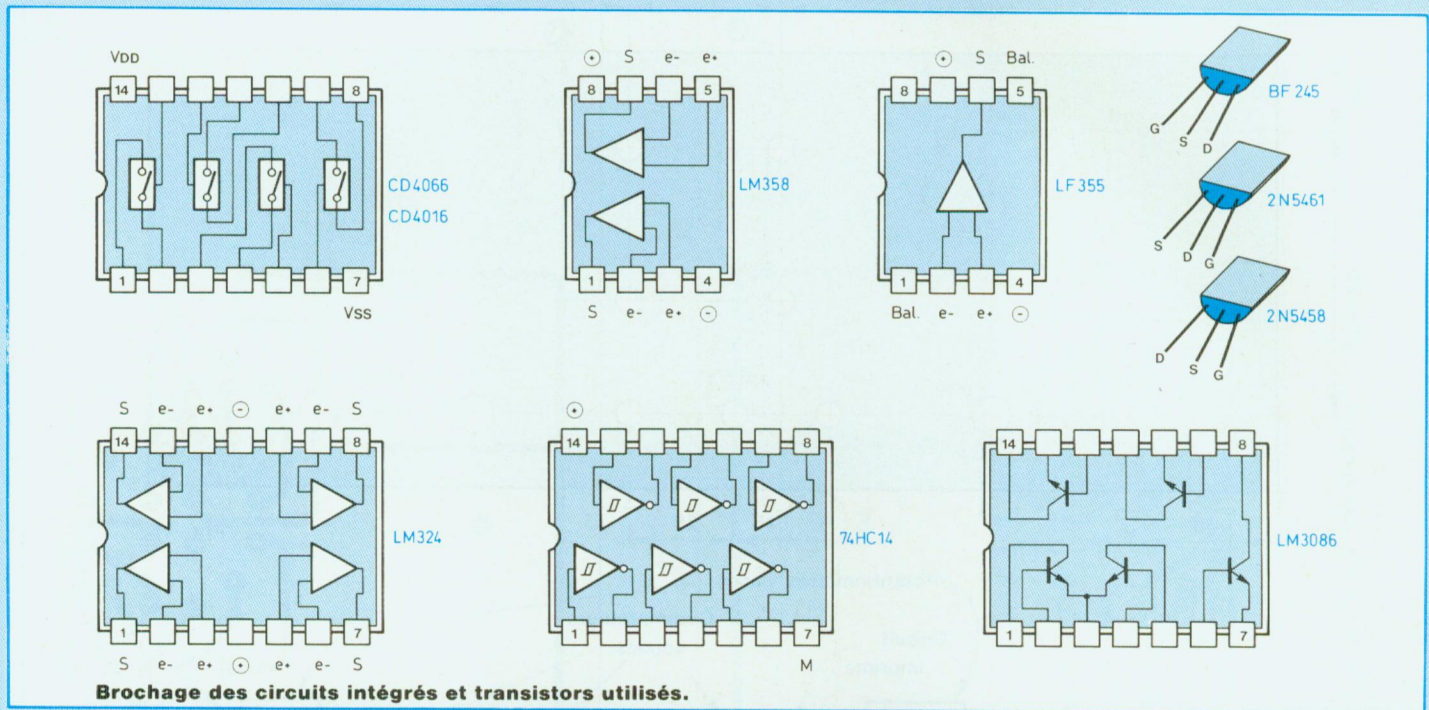
De toute façon, par la suite, nous accompagnerons la procédure de réglage de toutes les indications nécessaires (tensions, oscillogrammes), afin de faciliter la localisation

d'un éventuel défaut. Rappelons d'ailleurs que les incidents les plus probables découlent de simples étourderies : on vérifiera plutôt deux fois qu'une l'orientation des circuits intégrés, des transistors, des diodes, des condensateurs électrolytiques.

LE CIRCUIT IMPRIMÉ DE CONTRE-FACÈDE

On trouvera son dessin en figure 16 et le schéma d'implantation correspondant à la figure 17. Commutateurs rotatifs et potentiomètres, soudés sur cette carte ou vissés par leurs canons de fixation, ne viendront pas déparier la façade contre laquelle les boutons peuvent affleurer.

GENERATEUR DE FONCTIONS



LA MISE EN COFFRET

Nous avons utilisé un coffret Retex (Solbox RS 14) de 30 cm de largeur, 18 cm de profondeur et 12 cm de hauteur, avec aérations à l'arrière des deux demi-coquilles inférieure et supérieure.

Le circuit principal, fixé par vis et entretoises, prend place sur la face inférieure. On le reculera au maximum afin de bien dégager les commandes de la façade et de faciliter le câblage final. Sur la face arrière, en tôle d'aluminium épaisse, donc rigide, est vissé le transformateur d'alimentation. On y ménagera aussi l'orifice d'arrivée du cordon secteur que nous avons relayé par un domino d'électricien afin d'éviter tout risque d'arrachement.

La face avant mérite tous les soins des réalisateurs puisque, de son aspect dépendra largement la touche "pro" de l'appareil. La figure 18 en précise les cotes de perçage. Pour les inscriptions, nous avons eu recours, sur le prototype, à des transferts recouverts d'un vernis protecteur satiné.

Après perçage et mise en place des inscriptions, on fixe interrupteur, inver-

seurs à bascule (modèles avec canon de 6,5 mm de diamètre) et prises BNC d'entrée et de sorties. Ces dernières seront munies de rondelles avec coses à souder pour le raccordement des masses, et serrées très énergiquement.

Le voyant, une diode électroluminescente de 3 mm, est maintenu par une simple goutte de colle. Pour éviter, en façade, les disgracieuses vis de fixation du circuit de contre-façade, nous avons collé les têtes de ces dernières contre la paroi interne, avec une colle époxy à deux composants. La figure 19 illustre le mode d'assemblage et la disposition de l'ensemble.

LES RACCORDEMENTS

Il nous paraît fastidieux, et d'ailleurs inutile, d'en détailler les éléments : on s'y retrouvera sans peine en comparant les schémas théoriques et les dessins d'implantation.

L'emploi de fils en nappe, à isolants multicolores, facilite les repérages. Pour conduire les signaux TTL, prélevés sur CI9, vers la prise BNC correspondante, un câble coaxial s'impose :

là encore, il s'agit de limiter les couplages entre créneaux et autres signaux.

MISE AU POINT ET REGLAGES

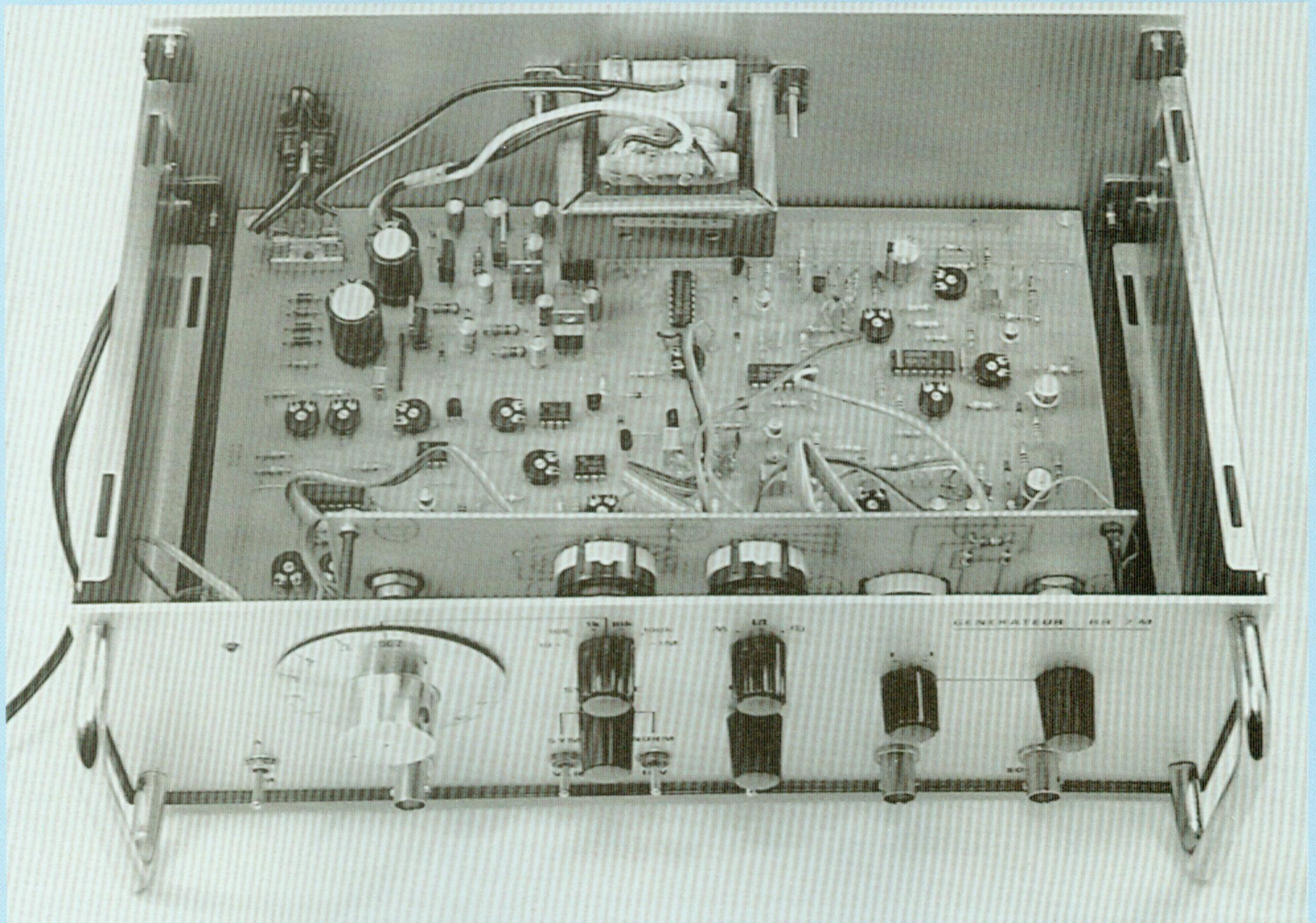
La procédure que nous indiquons ci-dessous doit être scrupuleusement respectée, en suivant l'ordre préconisé. A chaque étape, nous établirons un parallèle entre l'opération réalisée et sa signification théorique. Tous les réglages doivent être effectués en chargeant la sortie principale par une résistance de 50 Ω .

REGLAGE DES FREQUENCES BASSES

Chaque gamme couvre, de façon continue, un rapport 1000 entre la fréquence la plus basse (division .002 du vernier) et la plus élevée (division 2). La fréquence minimale s'obtient pour la tension minimale au curseur de P1 (figure 6) et dépend de la résistance de AJ5. On opérera de la façon suivante :

1. Régler à mi-course les ajustables AJ1, AJ2, AJ3, AJ4.
2. Sélectionner, par K2, la gamme " $\times 10^1$ ".

SINUS - CARRE - TRIANGLE



Disposition des circuits imprimés dans le coffret Retex. Fixation du transformateur.

3. Régler le vernier de fréquence en position basse extrême (.002).

4. Brancher un voltmètre continu (multimètre numérique, impédance d'entrée de 10 M Ω) aux bornes de R12 et régler AJ5 pour lire une différence de potentiel de 10 mV.

5. Brancher le voltmètre aux bornes de R18 et régler AJ7 pour lire 10 mV.

6. Brancher le voltmètre aux bornes de R19 et régler AJ8 pour lire 10 mV.

CALIBRAGE DES GAMMES $\times 10$ ET $\times 100$

Ces deux gammes font intervenir, respectivement, les condensateurs de temporisation C1 et C2 mais ne mettent en jeu ni les portes de C17 ni celles de C18. Les fréquences hautes n'y dépendent plus que de AJ1 et de AJ2.

7. Régler le vernier de fréquence (P1) sur la division 1.

8. Placer le commutateur de gammes K2 sur la position " $\times 10$ ".

9. Brancher un fréquencemètre, ou un oscilloscope, sur la sortie TTL et régler AJ1 pour obtenir une fréquence de 10 Hz.

10. Commuter K2 sur la position " $\times 100$ " et régler AJ2 pour obtenir une fréquence de 100 Hz.

CALIBRAGE DES GAMMES $\times 1k$ ET $\times 10k$

Ces deux gammes exploitent les mêmes condensateurs C1 et C2 que précédemment et les mêmes ajustables AJ1 et AJ2, déjà réglés. Par contre, elles ferment, chacune, une porte du circuit C17 et une du circuit C18,

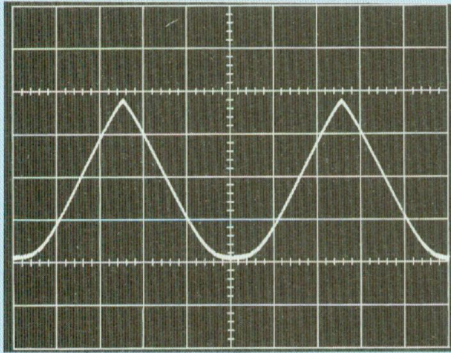
mettant en service les groupements R20 AJ9 pour le générateur de courant 2I et R21 AJ10 pour le générateur I. C'est alors sur AJ9 et AJ10 qu'il faut jouer pour régler à la fois la fréquence et la symétrie des signaux. On contrôlera les opérations à l'aide d'un oscilloscope branché sur la sortie TTL.

11. Commuter K2 sur la gamme " $\times 1k$ " et régler P1 sur la division 1.

12. Régler AJ9 et AJ10 pour que les paliers supérieurs et les paliers inférieurs des créneaux occupent, les uns et les autres, une durée de 0,5 ms. Ces deux opérations interagissent l'une sur l'autre et doivent être reprises plusieurs fois, en alternance, jusqu'à obtention d'un résultat parfait.

La gamme " $\times 10k$ " se trouve mainte-

GENERATEUR DE FONCTIONS



A. Mise en forme des sinusoïdes, avant réglage. Sensibilité verticale : 100 mV/division.

nant automatiquement ajustée.

CALIBRAGE DES GAMMES "x 100k" et "x 1M"

Sur ces gammes, la symétrie des signaux est conditionnée par AJ9 et AJ10, déjà réglées. Pour compenser l'imprécision des capacités C3 et C4, on ne dispose plus que de AJ3 et AJ4.

13. Commuter K2 sur la gamme "x 100k" et maintenir P1 sur la division 1.

14. Régler AJ3 pour obtenir une fréquence de 100 kHz, en contrôlant la sortie TTL au fréquencemètre ou à l'oscilloscope.

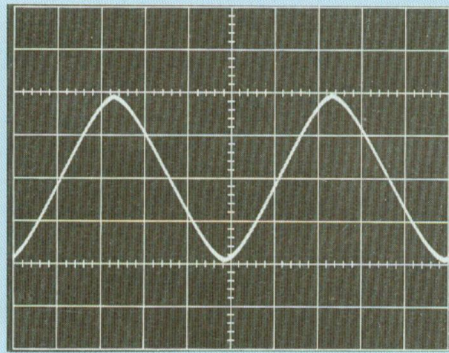
15. Commuter K2 sur la gamme "x 1M".

16. Régler AJ4 pour obtenir une fréquence de 1 MHz.

REGLAGE DES SIGNAUX TRIANGULAIRES

Il s'agit, au point de jonction de AJ17 et K4a (figure 10), de centrer les triangles autour du potentiel de la masse et d'ajuster leur amplitude.

17. Sélectionner une fréquence



B. Les signaux deviennent symétriques (réglage de AJ15), mais avec un gain insuffisant ; les sommets restent pointus.

d'environ 1 kHz, par K2 et P1.

18. Commuter K4 en position "triangles" et brancher un oscilloscope (entrée transmettant la composante continue) au point commun à K4a et au potentiomètre d'amplitude P3 (figure 11).

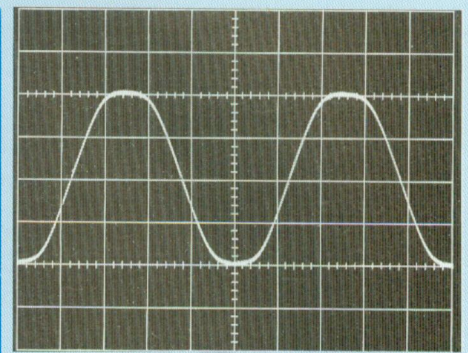
19. Régler AJ12 pour centrer ces triangles autour du potentiel de la masse.

20. Régler AJ17 pour leur donner une amplitude crête-à-crête de 400 mV.

REGLAGE DES SIGNAUX SINUSOÏDAUX

Le but poursuivi est double : assurer, à partir des triangles, une mise en forme aussi parfaite que possible des sinusoïdes et les centrer, elles aussi, autour du potentiel de la masse. L'idéal, évidemment, serait de disposer d'un distorsiomètre. En son absence, une observation visuelle à l'oscilloscope permet déjà d'obtenir des résultats convenables.

Les réglages doivent cependant être affinés par approximations successives,



C. Un gain excessif, au contraire, aplatis les sommets.

ves, car AJ13, AJ14 et AJ15 interagissent les unes sur les autres. Nous aiderons le lecteur en montrant quelques oscillogrammes typiques.

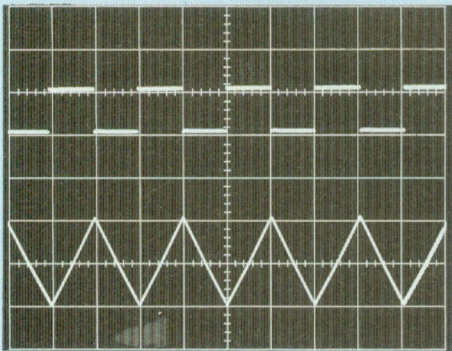
21. Commuter K4 en position "sinusoïdes".

22. Dégrossir les réglages en jouant sur AJ13 pour donner aux triangles, sur la broche 2 de C11, une amplitude de 400 mV crête-à-crête.

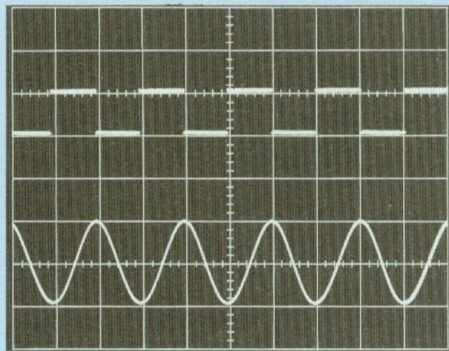
23. Observer les signaux sur le point commun à K4a et à P3 : sauf heureux hasard, leur forme y souffre de deux défauts, comme le montre l'oscillogramme A. Les sommets peuvent être soit aplatis, soit au contraire pointus et se présentent de façon dissymétrique.

24. Agir sur AJ15 pour rétablir la symétrie. L'oscillogramme B montre le résultat de cette opération.

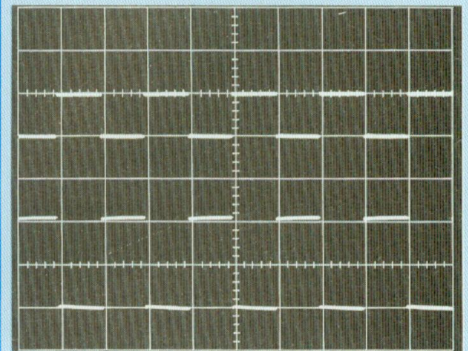
25. Régler AJ14 pour la meilleure forme possible, sans pointes comme dans l'oscillogramme B, ou sans sommets aplatis comme dans l'oscillogramme C.



D. A 1 kHz, sortie TTL (trace supérieure, 5 V/division) et triangles (trace inférieure, 5 V/division).

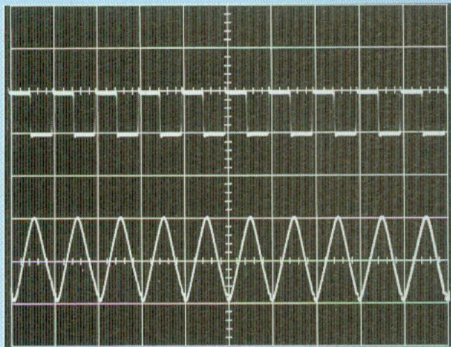


E. A 1 kHz, sortie TTL et sinusoïdes.

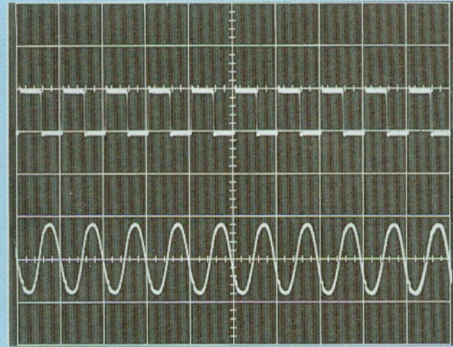


F. Comparaison, à 1 kHz, entre les créneaux de la sortie TTL, et ceux de la sortie principale.

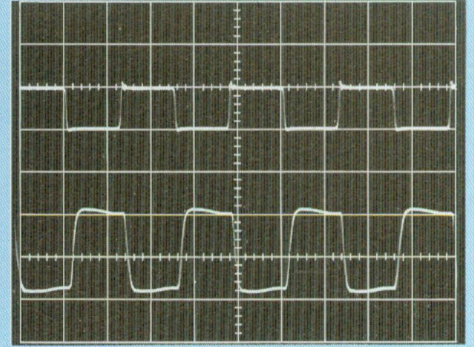
SINUS - CARRE - TRIANGLE



G. Créneaux TTL et triangles à 2 MHz (balayage : 500 ns/division).



H. Créneaux TTL et sinusoides à 2 MHz (500 ns/division).



I. Comparaison, à 2 MHz, de la sortie TTL (en haut) et des créneaux de la sortie principale (en bas). Balayage : 200 ns/division.

26. Retoucher très délicatement AJ13 et AJ14 pour parfaire les réglages. On ne pourra véritablement "raffiner" qu'en utilisant un distorsiomètre. Dans tous les cas, la sinusoïde idéale offre, alors, une amplitude crête-à-crête de 400 mV.

27. Régler maintenant AJ16 pour centrer la sinusoïde sur le potentiel de la masse.

REGLAGE DES ETAGES DE SORTIE

Ces ultimes réglages portent sur l'amplitude maximale et sur l'offset. On observe à l'oscilloscope les signaux de la sortie principale, toujours chargée par une résistance de 50 Ω : l'amplitude crête-à-crête maximale se trouve donc réduite à 10 V.

28. Régler la fréquence sur 1 kHz environ.

29. Commuter K4 en position "triangles".

30. Maintenir K3 en position "symétrique".

31. Commuter K5 en position "normale".

32. Commuter K6 en position "offset nul".

33. Commuter K7 en position "x 1".

34. Régler le potentiomètre P3 au maximum d'amplitude.

35. Régler AJ19 (figure 11) pour centrer les signaux sur le potentiel de la masse.

36. Régler AJ18 pour obtenir une amplitude de 10 V crête-à-crête.

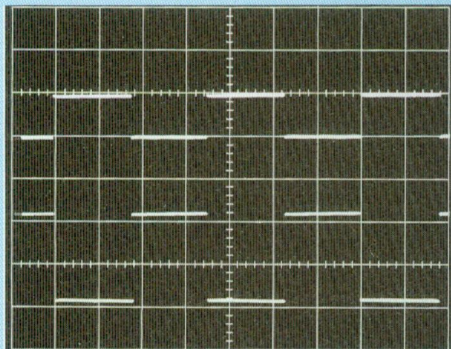
QUELQUES CONTROLES, POUR TERMINER

La procédure précédente met un terme à la mise au point proprement dite. Les observations que nous proposons maintenant ne servent donc qu'à contrôler le bon fonctionnement des diverses commandes et à illustrer, par le biais de nos oscillogrammes, les résultats obtenus. Nous commencerons par travailler à une fréquence voisine du kilohertz, en affichant simultanément, sur un oscilloscope bicourbe,

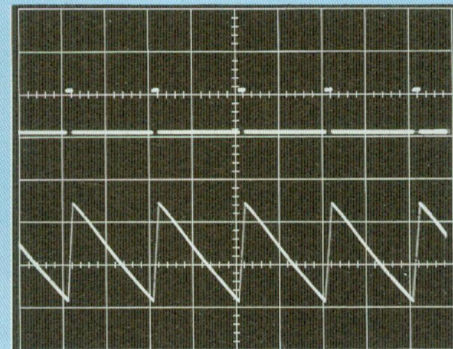
les créneaux de la sortie TTL et les signaux de la sortie principale.

Sur les oscillogrammes D, E et F, nous avons rassemblé les signaux TTL à la trace supérieure et les trois formes d'ondes possibles de la sortie principale, à la trace inférieure. On en profitera pour contrôler l'action des atténuateurs P3 et K7 : ils permettent de réduire l'amplitude minimale à 5 mV crête-à-crête environ. On contrôlera aussi, en position "variable" de K6, l'action du potentiomètre de réglage d'offset (P4, figure 11). Son excursion déborde sensiblement les limites ± 5 V (± 10 V en circuit ouvert), ce qui se traduit naturellement par un écrêtage lors de décalages successifs.

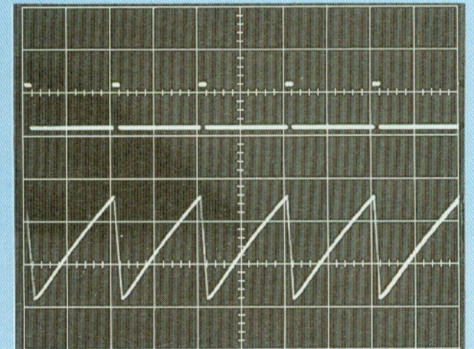
Poussé à sa fréquence maximale, le générateur délivre encore des signaux très honnêtes, comme en témoignent les oscillogrammes G, H et I, relevés à 2 MHz. Nous avons accepté une légère perte d'amplitude sur les sinusoïdes afin de ne pas compliquer le conformateur CI11 par des circuits de



J. Le commutateur "normal/inverse" permet de disposer de signaux en opposition de phase, sur les deux sorties.



K. Rampes descendantes, obtenues en position "normale" de l'inverseur.



L. Avec le même réglage de symétrie, mais en position "inverse", on obtient des rampes montantes.

GENERATEUR DE FONCTIONS

correction délicats à régler.

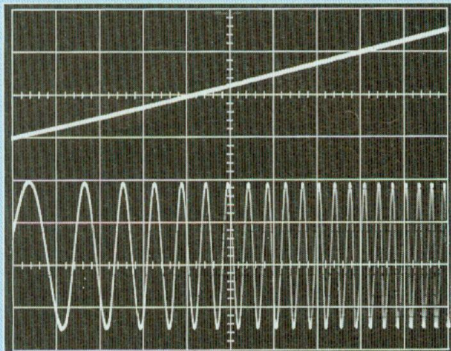
L'inverseur "normal, inverse", permet de retourner la phase des signaux de la sortie principale. L'oscillogramme J montre qu'on peut ainsi, par exemple, disposer de crêteaux en opposition, sur les deux sorties.

Les oscillogrammes K et L, enfin, illustrent l'action des réglages de symétrie, avec la sortie principale commutée en position "triangles". Les crêteaux se transforment en brèves impulsions tandis que les triangles deviennent des rampes, à montées ou descentes lentes selon qu'on commute K5 en position "normale" ou "inverse".

LA COMMANDE DE VOBULATION

Dans la rubrique consacrée aux applications, nous reviendrons plus en détail sur ce mode de fonctionnement du générateur. Dans un premier temps, l'oscillogramme M en illustre le mécanisme.

Sur l'entrée VCO est appliquée une rampe en lancée positive, à croissance linéaire : l'oscillogramme la montre sur la trace supérieure. Réglée en position "sinusoïdes", la sortie prin-



M. Une rampe appliquée sur l'entrée VCO (trace supérieure, 1 V/division) module la fréquence de l'oscillateur (trace inférieure).

cipale délivre, alors, des fréquences liées, à chaque instant, à la tension de commande. Sur la photographie, elles croissent ainsi de la gauche vers la droite.

Avec une rampe croissant de 10 mV à 10 V, et en réglant P1 au minimum de fréquence, on obtiendrait une excursion maximale dans un rapport 1000, par exemple de 20 Hz à 20 kHz (gamme audible). Nous avons, ici, volontairement réduit le balayage pour que l'oscillogramme reste lisible.

NOTES IMPORTANTES

1. Sur la sortie principale, la capacité

parasite du potentiomètre P3 constitue, avec R45 et AJ11, un réseau atténuateur pour les fréquences élevées, ce qui allonge les temps de montée et de descente des crêteaux. On y remédie en soudant, directement sur les pattes extrêmes de l'ajustable AJ11, un condensateur de faible capacité. On choisira sa valeur pour obtenir, à 2 MHz, les résultats de l'oscillogramme I, c'est-à-dire un compromis entre de faibles temps de montée et un dépassement acceptable (environ 5 %). Sur le prototype, la meilleure correction a été obtenue avec 15 pF. Elle peut cependant varier, après réglage de AJ11, entre 10 et 22 pF environ.

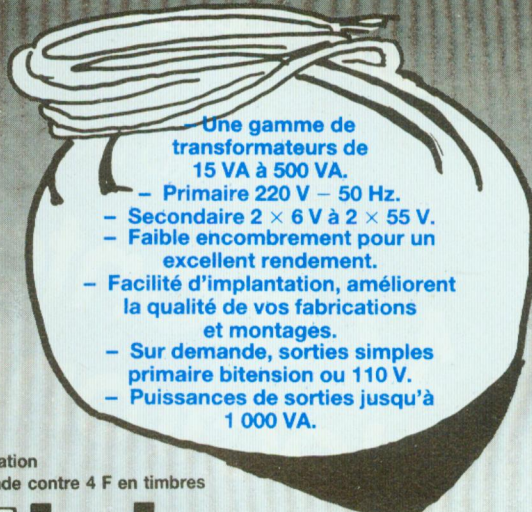
2. Le schéma théorique de la figure 9 comporte une erreur : en réalité, c'est dans les positions "sinus" et "triangles" que la grille de T8 doit rejoindre le +5 V. Par ailleurs, les résistances portent les références R97 et R98 au lieu de R46 et R47. **Ces erreurs sont rectifiées sur les circuits imprimés et les schémas d'implantation publiés.**

à suivre...
René Rateau

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.

TRANSFORMATEURS TORIQUES (type HTA)



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

Documentation sur demande contre 4 F en timbres



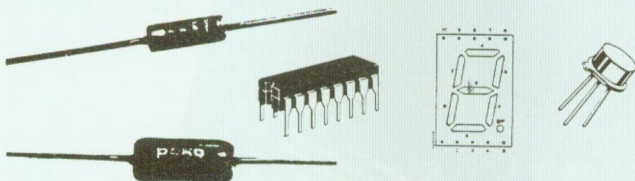
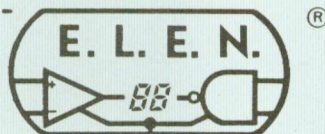
Iskra FRANCE

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

Ets E.L.E.N.

94, avenue de Fétilly
17000 LA ROCHELLE

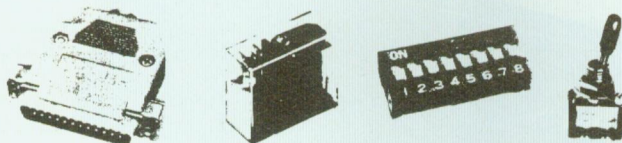
Phone : 46 34 53 80
Fax : 46 34 16 22



EXTRAIT DE NOTRE CATALOGUE

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

Un choix de plus de 3000 références.....
2 200 µF/100 V C038 : 380,00



VENTE au COMPTOIR et par
CORRESPONDANCE (SERVICE RAPIDE)

FORFAIT port/emballage : 25,00 F

PERLOR - LE CENTRE DU COFFRET ELECTRONIQUE

Le coffret que vous recherchez est chez Perlor-Radio.
Plus de 350 modèles en stock.

Toutes les grandes marques : BIM - EEE - ESM - HOBBY BOX - ISKRA - RETEX - STRAPU - TEKO - LA TOLERIE PLASTIQUE.
Catalogue «centre du coffret» : descriptif par type, listes de sélection rapide par critères de dimensions et de matériaux, tarif.
Un document unique : envoi contre 8 F en timbres.

PERLOR - LE CENTRE DU CIRCUIT IMPRIME

Agent CIF - Toutes les machines - Tous les produits.

Nouveau : Perlor fabrique votre circuit imprimé, dans son atelier

Simple face 52 F le dm². Double face 90 F le dm² plus éventuellement frais de film. Délai 48 heures. Conditions et tarif détaillé sur simple demande.
Catalogue «centre du circuit imprimé». Plus de 700 produits avec tarif.
Envoi contre 7,50 F en timbres.

PERLOR - COMPOSANTS

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

Les trois catalogues 15 F.

PERLOR-RADIO

25, rue Héroid, 75001 PARIS - Tél. : 42.36.65.50
Ouvert tous les jours sauf le dimanche (sans interruption) de 9 h à 18 h 30 - Métro : Etienne-Marcel - Sentier - RER Châtelet les Halles (sortie rue Rambuteau)

POUR LES PASSIONNÉS DE RÉALISATIONS ÉLECTRONIQUES, UNE SÉLECTION DE 17 MONTAGES SIMPLES ET ORIGINAUX

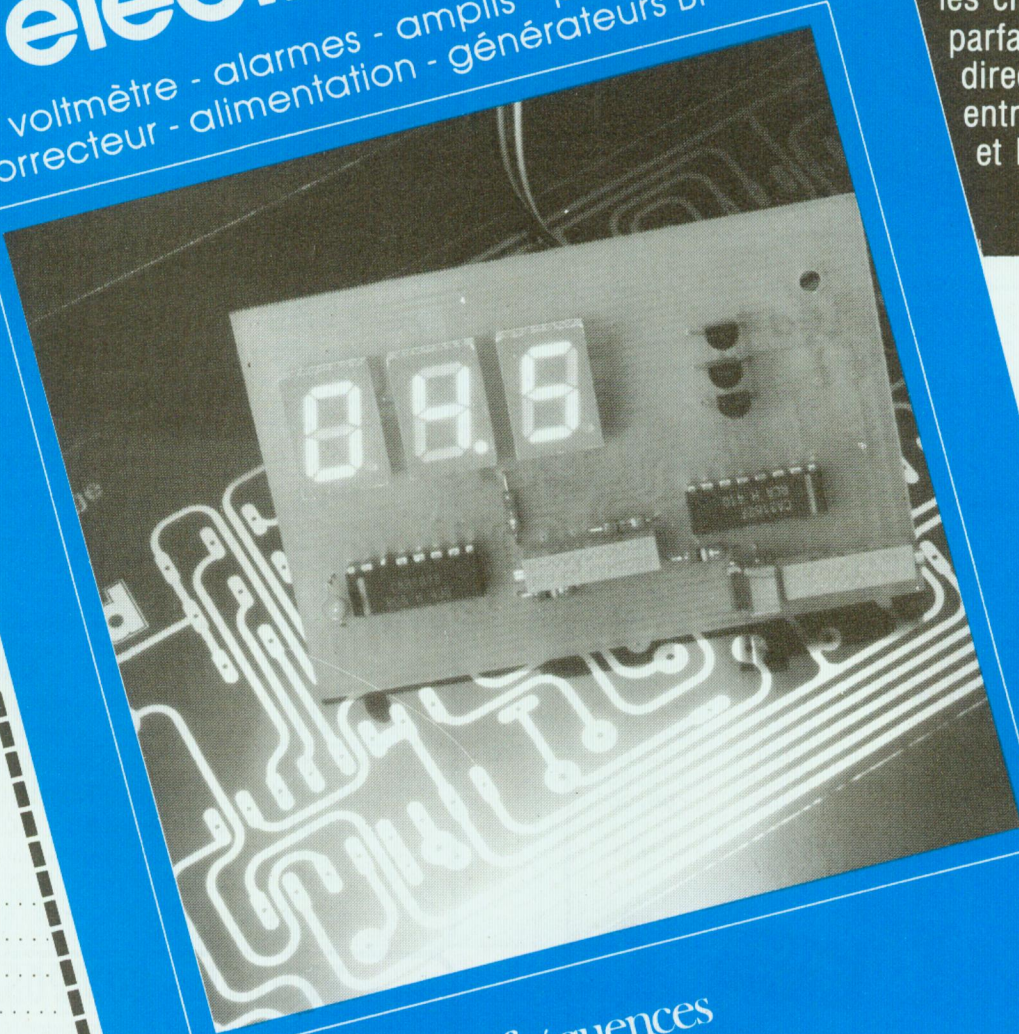
Tous mis au point et testés afin de vous garantir un parfait fonctionnement des modules à la première mise sous tension, que vous soyez électronicien chevronné ou débutant.

17 études comprenant pour chacune d'elles le schéma de principe, le circuit imprimé à l'échelle 1 et son plan de câblage clair et précis.

BERNARD DUVAL

17 montages électroniques

voltmètre - alarmes - amplis - préamplis -
correcteur - alimentation - générateurs BF - etc.



17 implantations imprimées à l'envers et regroupées aux dernières pages de ce livre vous permettent de graver les circuits avec une parfaite définition (contact direct lors de l'insolation entre le circuit imprimé et la photocopie).

Diffusion auprès des libraires assurée exclusivement par les Editions Eyrolles.

128 pages
PRIX : 95 F

BON DE COMMANDE

Je désire recevoir le livre «17 montages électroniques simples» au prix de 107 F (95 F+12 F de port).
Adresser ce bon aux
EDITIONS FREQUENCES 1,
bd Ney, 75018 Paris.

Nom

Prénom

Adresse

Code postal

Règlement effectué

par CCP Par chèque bancaire
 par mandat



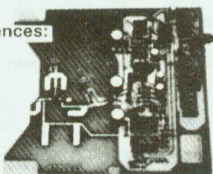
éditions fréquences
COLLECTION Led LOISIRS

ALARMEZ-VOUS

KITS PERFORMANTS

HYPER 15

Radar hyperfréquences: 466,—



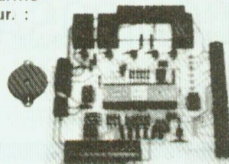
NOUVELLE PRESENTATION

HYPER 15 est un véritable radar travaillant dans la bande "S" environ 3000 millions de périodes par seconde. La distance de détection est réglable entre 1 et 15 m. Un seul radar HYPER 15 pourra protéger plusieurs pièces d'une même habitation. Les ondes hyperfréquences traversent les murs. Une exclusivité JOKIT aux applications multiples. Présentation originale et exclusive sous forme de livre.

Caractéristiques
Alimentation: 12 V
Consommation: 10 mA
Portée réglable entre 1 et 15 m.
Sortie sur relais.

MAC 5

Centre d'alarme à processeur: 741,—



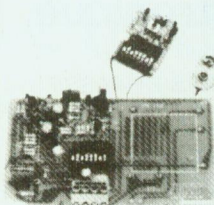
NOUVEAU

MAC 5 est certainement la centrale d'alarme la plus performante existante en kit actuellement. Equipée d'un processeur spécialisé cette centrale réunit les avantages suivants: 5 zones de surveillance programmables et déprogrammables à volonté. Temporisation d'entrée, de sortie et de maintien d'alarme programmables. Télécommande radio possible. Faible consommation (1 mA). Très haute fiabilité.

Caractéristiques
Alimentation: 12 V
Consommation: 1 mA
5 zones programmables.
Autoprotection.
Alarme pulsée ou continue.
3 relais de 5 Amp. en sortie.

Ensemble de télécommande HF codé

RC 256
TC 256



Ce dispositif de haute qualité vous permettra de commander à distance et de façon sûre tout dispositif électrique ou électronique. RC 256 se connecte très facilement à la centrale MAC 5 permettant ainsi la mise en marche ou l'annulation de celle-ci. La mise en fonction par télécommande reprogramme automatiquement toutes les zones de surveillance. Un kit très utile. L'émetteur et le récepteur sont vendus séparément.

RC 256 Récepteur 426.—
Caractéristiques

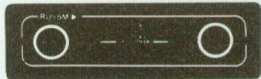
Alimentation: 12-15 Vcc
Consommation: 15 mA env.
Coupe: par télérupteur
Codage: par switch sur 8 bits.
Dimensions: 60 x 120 mm

TC 256 Emetteur 194.—
Caractéristiques
Alimentation: 9-15 Vcc (pile 9 V ou 15 V type).
Consommation: 10 mA env.
Portée: 50 m env.
Codage: par switch miniature sur 8 bits.
Dimensions: 32 x 55 mm (sans pile).

RUS 5M : 295,—

Radar à ultrasons

Ce radar d'une portée de 5 m est spécialement destiné à l'automobile mais peut également convenir pour la surveillance d'une pièce. Ce dispositif dispose d'une temporisation de sortie de 20 secondes. Le déclenchement en entrée est instantané. Si un délai est désiré il faudra y associer le kit AC 55 T.

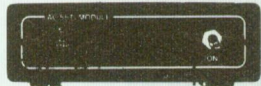


Caractéristiques
Alimentation: 12 V
Portée: environ 5 m.
Principe: effet DOEPLER.
Sortie: sur relais.
Livré avec son boîtier.

AC 55 T : 148,—

Mini centrale d'alarme

Associée au RUS 5M cette petite centrale permet de réaliser un ensemble de surveillance simple et particulièrement économique. Son déclenchement se fait par rupture de masse. A la temporisation de sortie que possède déjà le RUS 5M ce kit apporte en plus une temporisation d'entrée de 20 secondes.



Caractéristiques
Alimentation: 10 à 15 V
Déclenchement: par rupture de masse
Temps d'entrée: 20 sec.
Temps d'alarme: 2 mn env.
Sortie sur relais: 5 Amp.

HY — 8 MICRO RADAR

HYPERFREQUENCES: 480,—

Ce véritable radar hyperfréquences est idéal pour compléter tout système d'alarme équipé d'une centrale, mais il convient parfaitement pour la commande d'éclairage de vitrine de magasin ou de cage d'escalier, il peut aussi être utilisé pour commander l'ouverture automatique d'une porte, etc... Un seul radar HY — 8 peut protéger une surface de plus de 30 m². Son système de détection volumétrique le rend inviolable.

Caractéristiques:
Alimentation: 12 volts
Consommation: 10 mA
Portée: 8 — 10 m
Sensibilité: réglable



SM 10W : 100,—

Sirène à modulation réglable

SM 10W est une sirène électronique dont on peut faire varier la vitesse, l'attaque, et la chute de la modulation. Idéale pour tout système d'alarme.

Caractéristiques
Alimentation: 9 à 15 V
Puissance: 12 Watts.
Prévoir HP: RUP5 (ci-contre)

RUP5 HP Chambre de compression

84,—

Puissance 10W (8Q)
Dim 138 x P 130 mm

AP4 Alarme piézo à 4 tons réglables

102,—

Pression acoustique: 105 dB/3m
Alim: 6-15V 250mA
Dim: L105 x H105 x P45 mm

SA8W: Sirène de police: 70,—

Etudiée pour être intégrée dans le HP à chambre de compression RUP5 (ci-dessous)
Alim 9-12 Vcc
Puissance 8W
Fonct. 5mn (maxi)

RXS B2 Sirène sans fil 234,—

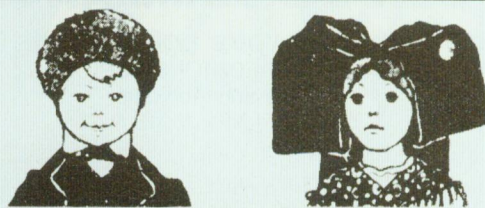
Prévue pour être déclenchée par TC256
Prévoir HP AP4 (ci-dessus)
Alim: 12Vcc Codage par switch sur 8 bits
Accessoires

AC/S Alimentation pour lots ci-

dessous 35,—
Block secteur 220 V ~
Sorties: 3/4,5/6/7,5/9/12V = 300mA

BERIC

REGLEMENT A LA COMMANDE • PORT PTT ET ASSURANCE: 30,00 F forfaitaires • EXPEDITIONS SNCF: facturées suivant port réel • COMMANDE MINIMUM 100 F (+ port) • BP 4 MALAKOFF • MAGASIN 43, rue Victor Hugo (metro porte de Vanves) 92240 MALAKOFF • Tél. 46.57.68.33 • Fermé dimanche. Heures d'ouverture: 9h - 12h30, 14h - 19h sauf samedi 8h - 12h30, 14h - 17h30 • Tous nos prix s'entendent TTC mais port en sus. Expédition rapide. En CR majoration 20 F • CCP Paris 16578.99



STRASBOURG

CARREFOUR DE L'EUROPE

UNE GRANDE NOUVEAUTE CHEZ

ALSAKIT

ALSAKIT se déplace au 31, rue du Fossé-des-Treize et ouvre un auditorium de 100 m² destiné uniquement aux haut-parleurs.

En écoute permanente :

La **CRISTAL 7** et la **CRISTAL 20** de FOCAL
(La Cristal 7 a été décrite dans le n° 70 de Led)



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

Assistance technique
assurée.

Vente par correspondance.
Ecoute comparative
des kits présentés dans Led.

ALSAKIT

LE SPECIALISTE DU KIT HAUT DE GAMME
31, rue du Fossé-des-Treize
67000 Strasbourg
Tél. : 88.32.86.07

BON DE COMMANDE

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

1, boulevard Ney 75018 PARIS

Je désire :n° 12 n° 15 n° 16
n° 17 n° 18 n° 27 n° 29
n° 30 n° 31 n° 33 n° 43
n° 44 n° 45 n° 46 n° 47
n° 48 n° 49 n° 50 n° 51
n° 58 n° 59 n° 61 n° 62
n° 63 n° 65 n° 66 n° 67
n° 68 n° 69 n° 70 n° 71
 n° 72 n° 73 n° 74

Les numéros non mentionnés sont épuisés.

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

Je vous fais parvenir ci-joint le montant

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

22 F le numéro (frais de port compris)
32 F pour le numéro spécial n° 70

Mon nom :

Mon adresse :

SERVICE CIRCUITS IMPRIMES

Support verre époxy FR4 16/10 - cuivre 35 µ

Prix	Qté	Circuits non percés	Circuits percés	Total
● Générateur de fonctions RR2M				
- Carte principale.....		206,00 F	270,50 F	
- Contreface avant.....		80,00 F	89,00 F	
● Ampèremètre/voltmètre				
- Afficheurs : 12 mm.....		24,00 F	29,00 F	
- Afficheurs : 18 mm.....		24,00 F	31,00 F	
- C.I. principal.....		24,00 F	33,00 F	
- Alimentation 5 V.....		35,00 F	40,00 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

LES BONNES ADRESSES DE LED

LRG 69

TOUS LES COMPOSANTS
CHOIX - QUALITE - PRIX

LYON RADIO COMPOSANTS

46, Quai Pierre Scize
69009 LYON - Tél. 78.39.69.69

COM Electronique

Fabrication de circuits imprimés.

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

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

13

Nice **HIFI DIFFUSION**

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

19, rue Tonduti de l'Escarène 06000 NICE 06
Tél. : 93.80.50.50

LYON **SVE** GRENOBLE
ELECTRONIC

NOUVEAU

Le Service N°1 à Lyon
60, cours de la Liberté 20, rue Condorcet
78 71 75 66 76 47 76 41

69 Composants actifs, passifs 38
Mesures, librairie, coffrets, etc.

Tirage de circuits imprimés gratuit aux étudiants sous 24 h
TARIFS SPECIAUX AUX ECOLES ET ENTREPRISES

IMPRELEC

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

74

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

INDEX DES ANNONCEURS

INDEX DES ANNONCEURS

ADS, p. 52. BERIC, p. 49. CENTRAD, p. 18. CHELLES ELECTRONIQUE, p. 13. COM ELECTRONIQUE, p. 50. DAVIS, p. 51. EDITIONS FREQUENCES, p. 19-35-48. ELC, p. 18. ELEN, p. 47. ELECTRON SHOP, p. 51. IMPRELEC, p. 50. ISKRA, p. 47. K. INGENIERIE, p. 51. KOMALEC, p. 49. LRC, p. 50. MABEL, p. 2. NICE HIFI DIFFUSION, p. 50. PERLOR, p. 47. STEP CIRCUITS, p. 5. SVE, p. 50.

Electron-Shop ⁶³

COMPOSANTS KITS ÉMETTEURS - REÇEPTEURS
DÉTECTEURS DE MÉTAUX ET ACCESSOIRES - SONORISATION
H.P. : Visaton, Monacor, RCF, Davis, Focal, Cabasse, Audax
TABLES DE MIXAGE : Chesley, Expelec
20, 23, avenue de la République
63100 CLERMONT-FERRAND
Tél. : 73.92.73.11 / 73.90.99.93



KIALI INGENIERIE

ETUDE ET REALISATION DE CIRCUITS IMPRIMES

K. INGENIERIE réalise vos C.I. (étamés, percés). 30 F/dm² en simple face, 60 F/dm² en double face à partir de films.

Chèque à la commande. port : 15 F.
KIALI INGENIERIE 3, rue de l'Abbé Carton 75014
Paris - Tél. : 45.40.78.25 +

Délais rapides, qualité professionnelle.
Réalisation de vos calques à partir de documents ou de schémas de revues : 80 F le dm².

Tirage de vos films à partir de fichiers format Gerber.
Photomultiplication.

ETUDES D'IMPLANTATIONS ASSISTÉES
PAR ORDINATEUR

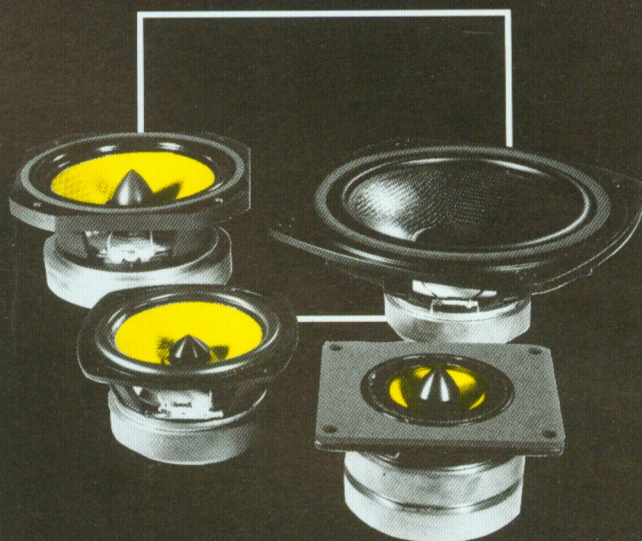
Services informatiques, contactez-nous
au 45.40.78.25

DAVIS

ACOUSTICS

FABRICANT FRANÇAIS

UNE TECHNOLOGIE DE POINTE
AU SERVICE DE LA MUSIQUE



Haut-parleurs haute technologie -
Membranes en matériau composite -
Fibres de Carbone, Kevlar, Aramide Verre,
Cellulose Graphite -Circuit magnétique
surpuissant - Absence de coloration, faible
distorsion, très grande capacité
dynamique, haute tenue en puissance

DAVIS

ACOUSTICS

14, RUE BERANGER 94100 SAINT-MAUR-DES-FOSSES
TÉL. : 48.83.07.72

