

Led

THERMO-VENTILATEUR

ALIMENTATION ±5V

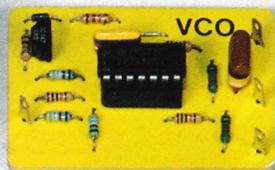
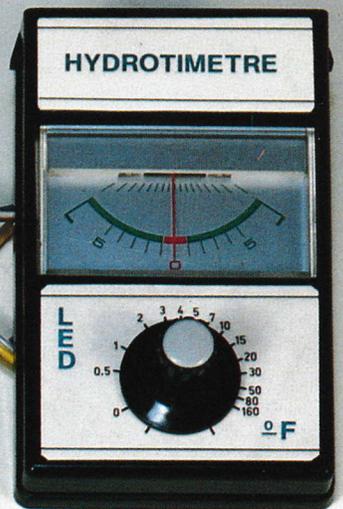
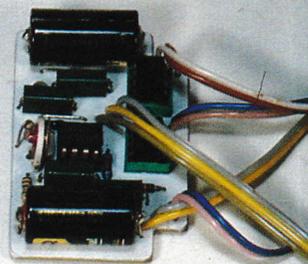
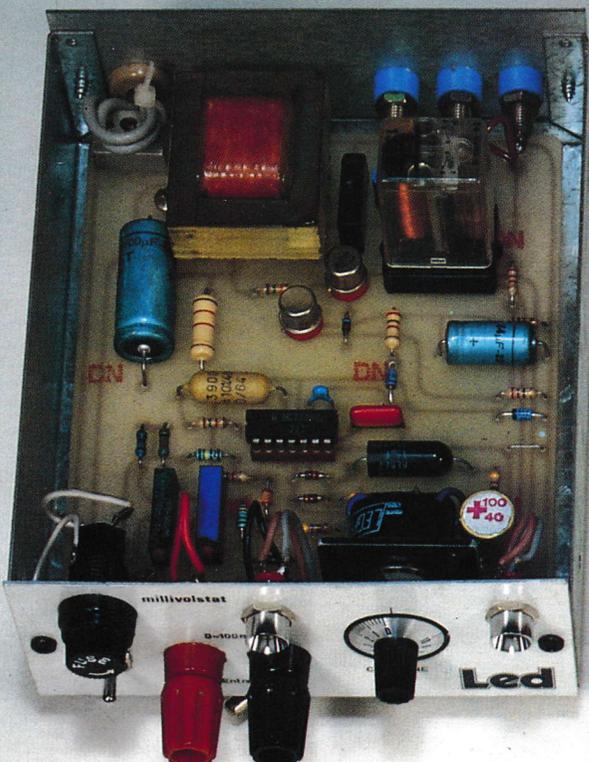
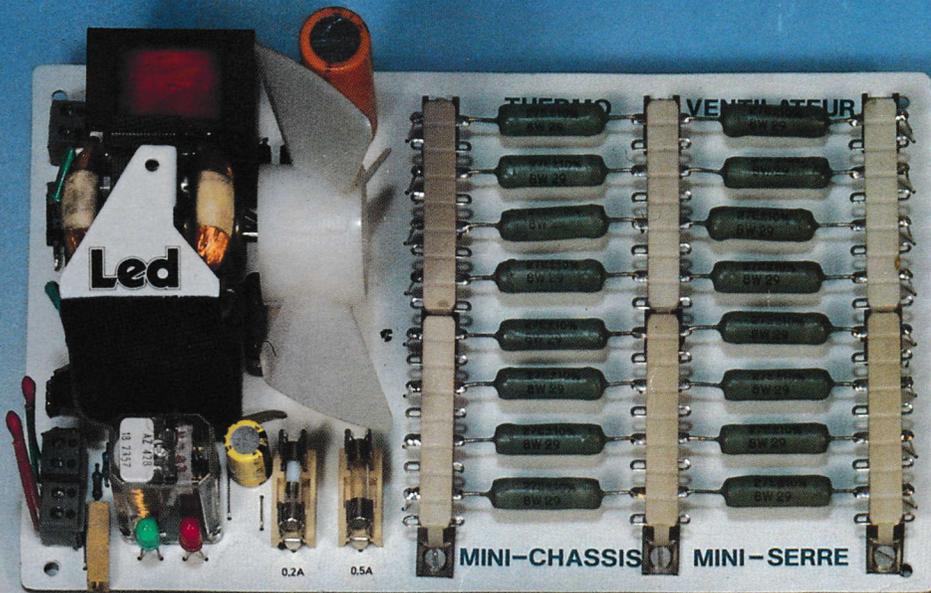
MILLIVOLSTAT

HYDROTOMETRE

TESTEUR A LED BICOLORE

REPARTITEUR DE CHARGE

ISSN 0753-7409



M 1226 - 46 - 18,00 F





DIGITEST 82

LE MULTIMETRE NUMERIQUE UNIVERSEL

- Multimètre 2 000 points
- Voltmètre continu
5 gammes de 200 mV à 1 000 V
- Voltmètre alternatif
5 gammes de 200 mV à 750 V
- Ampèremètre continu
7 gammes de 20 μ A à 10 A
- Ampèremètre alternatif
7 gammes de 20 μ A à 10 A
- Conductance
2 gammes de 200 ns à 20 ns
- Résistances
6 gammes de 200 Ω à 20 M Ω
- Capacités
6 gammes de 2 000 pF à 200 μ F
- Température
1 gamme de -50° à $+1\ 300^{\circ}$ C
- Contrôle diodes et transistors
1 gamme
- Affichage par cristaux liquides 12,7 mm



une distribution

 **PERIFELEC**

LA CULAZ 74370 CHARVONNEX - Tél. : (50) 67.54.01 - Bureau de Paris : 7 bd Ney, 75018 Paris - Tél. : 238.80.88

Led

Société éditrice :
Editions Périodes
 Siège social :
 3, 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 : 18 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
 Rédacteur en chef
 Jean-Pierre Lemoine

Ont collaboré à ce numéro :
 A.C., C. de Linange, Guy Chorein

Publicité
 (1) 42.38.80.88 poste 7314
 Directeur de publicité :
 Alain Boar

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

Petites annonces gratuites

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

**Réalisation
 Composition**
 Société AWAC - Paris
Photogravure
 Sociétés PRS/PSC - Paris
Impression
 Berger-Levrault - Nancy

6

LED VOUS INFORME

L'actualité du monde de l'élec-
 tronique, les produits nouveaux.

10

L'IDEE DU MOIS TESTEUR DE BATTERIES A LED BICOLORE

Il s'agit d'un petit montage dont la
 simplicité n'égale que le prix de
 revient. Il a été optimisé pour le
 test d'accumulateurs de tension
 12 V.

14

MILLIVOLSTAT ELECTRONIQUE 0-100 MV ± 1 MV (1^{re} PARTIE)

Il s'agit d'un appareil qui permet
 de consigner à l'avance une ten-
 sion directe de 0 à 100 mV avec
 une précision de ± 1 mV. Dès
 que la consigne est atteinte, un
 relais bascule en sortie. Sa réali-
 sation ne fait appel qu'à des
 composants tout à fait tradition-
 nels.

20

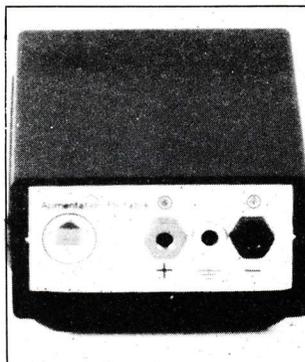
REPARTITEUR ELECTRONIQUE DE CHARGE

Il en existe dans le commerce.
 Pour un matériel équivalent au
 nôtre, nous avons noté un éven-
 tail de 500 à plus de 800 F. Grâce
 à cet article qui vous dit
 tout sur le sujet, le lecteur inté-
 ressé pourra se construire un
 appareil pour moins de 180 F.

26

ALIMENTATION SYMETRIQUE ± 5 V

A partir d'un petit accumulateur
 cadmium/nickel de 8,4 V-
 110 mA, ce montage vous four-
 nira une tension symétrique de
 ± 5 V très stable.



36

MAGAZINE. LE COUP DE COEUR DE LED

Le tout récent Festival Internatio-
 nal Son et Image Vidéo aura été
 l'occasion pour certains cons-
 tructeurs de présenter des réali-
 sations à la fois originales et iné-
 dites.

46

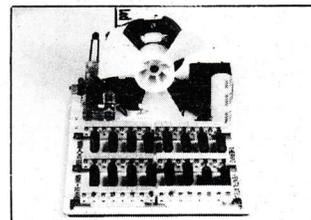
HYDROTOMETRE (1^{re} PARTIE)

Cet appareil permet d'évaluer
 instantanément la teneur de l'eau
 en sels de chaux et de magnésie
 qui déterminent sa dureté ou sa
 douceur, ce qu'en langage cour-
 rant on appelle sa teneur en cal-
 caire.

54

THERMO-VENTILATEUR AUTOMATIQUE

Cet appareil recrée le double
 phénomène climatique de vent et
 de chaleur. Un réglage fin permet
 d'ajuster précisément l'écart de
 température mesuré par deux
 capteurs afin de permettre un
 enclenchement-déclenchement
 sur mesure.



68

V.C.O. A AMPLIFICATEURS OPERATIONNELS

Cette petite réalisation met en
 œuvre un circuit intégré de type
 linéaire qui n'est autre qu'un dou-
 ble $\mu A741$. Il produit un signal
 carré sans commutations com-
 plexes.

73

GRAVEZ-LES VOUS-MEME

Un procédé qui vous permettra
 de réaliser vous-même, en très
 peu de temps, nos circuits impré-
 més.

80

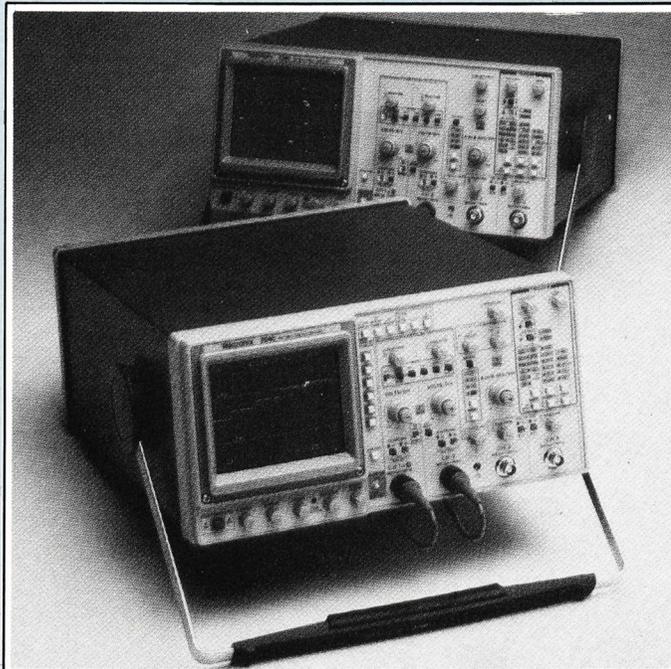
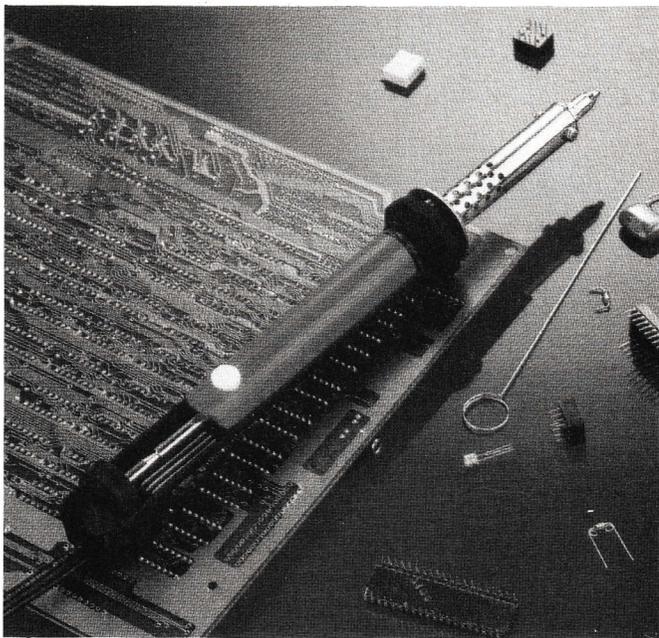
LES MOTS CROISES DE L'ELECTRONICIEN

DEUX APPAREILS EN UN

Un nouveau produit distribué en France métropolitaine. Il s'agit d'un soudeur-dessoudeur compact (26 cm), livré avec un cordon d'1 m 50 et comportant une prise de terre homologuée. Il fait

30 W et son poids est de 113 g. Il possède une buse longue durée et un corps chauffant en inox. Son prix indicatif est de moins de 300 F TTC. En vente chez votre revendeur habituel.

Procelec
9-11, rue G. Latouche
92210 Saint-Cloud
Tél. 46.02.01.69



SERVIETTE NETTOYANTE

Un produit nouveau arrive sur le marché français, «Le Technical Cleaner», la première serviette en coton tissé pour nettoyer les écrans et claviers informatiques.

Caractéristiques du produit

- nettoie et protège sans laisser de trace,
- désinfecte,
- antistatique,
- nettoie plusieurs écrans et claviers,

- emploi rapide car produit instantané,
- solide, ne se déchire pas.

Composition du produit

Serviette 19 cm x 19 cm en coton tissé imbibé d'une préparation à base de :

- eau,
- isopropanol (alcool),
- produit antistatique,
- conservateur.

Son emballage en film aluminium lui confère un délai de conservation d'au moins 1 an.

Coolike France 1, rue Charles Sanglier 45000 Orléans. Tél. 38.54.98.89-38.54.95.59.



LA SERIE 2200

L'ergonomie et les performances des 2246/2245 ont été pensées pour un confort d'utilisation maximum. Du côté ergonomie, accessibilité des commandes, repérage lumineux des fonctions sélectionnées, affichage dans l'écran, curseurs documentés, prise en main sans apprentissage particulier d'où une réelle simplicité d'emploi. Du côté performances, 4 voies, 2 mV pleine bande, 150 MHz de déclenchement, 2 ns/div., curseurs intelligents et mesures automatiques pour une utilisation polyvalente.

La simplicité et la précision pour les mesures

La mise au point ou la maintenance de circuits numériques nécessitent la mesure et la vérification d'intervalles de temps, de délai de propagation. Le type de mesure impose la comparaison par rapport à une horloge de référence avec une bonne précision temporelle. Les quatre voies des 2246/45 autorisent les mesures comparatives avec une précision de 0,5 % et une erreur de temps maximale de

200 ps. L'optimisation des timings de circuits logiques est facilement réalisable grâce au mode ΔT alterné : les mesures d'intervalométrie sont réalisées simplement par positionnement de surbrillances sur chaque voie.

En plus des mesures classiques par curseurs (ΔT , $1/\Delta T$, ΔV), le 2246 dispose de mesures d'amplitude entièrement automatiques ; par sélection du type (crête, crête-à-crête, DC), l'appareil se charge directement de l'exécution.

Des curseurs intelligents se positionnent sur les points de mesure permettant ainsi une identification aisée. L'utilisateur n'a plus à tâtonner pour fixer les points de déclenchement ; l'endroit et le niveau sont repérés directement par les curseurs dans le mode de poursuite automatique.

Les innovations dont bénéficient ces nouveaux oscilloscopes en font les appareils les plus polyvalents du marché en 100 MHz.

France Tektronik Z.I. de Courtaubeuf, B.P. 13, 91941 Les Ulis Cedex. Tél. (1) 60.07.78.27.

MULTIMETRE PROGRAMMABLE 240 000 POINTS

Poursuivant son programme de nouveautés en multimétrie, AOIP Mesures présente un nouvel appareil 240 000 points, de table, 2.10^{-5} de précision, entièrement programmable IEEE (calibres et fonctions).

En plus des fonctions classiques (V — et \sim , I — et \sim , Ω) cet appareil permet :

- des mesures de température de -200 à 800°C ,

- des calculs de mise à l'échelle, - des mesures relatives et en dB.

De plus, une mémoire de 1 000 mesures, un système de déclenchement sophistiqué, une sortie analogique, permettent d'enregistrer, de stocker et d'exploiter automatiquement les mesures.

Ce multimètre, le MN 5140, vient en complément du MN 5127, appareil programmable 25 000 points récemment mis sur le marché.

AOIP Mesures, B.P. 182, 91006 Evry Cedex.



CGV PRESENTE VISILINE L'IMAGE TELEGUIDEE

En première mondiale, CGV, Compagnie Général de Vidéo-technique, société strasbourgeoise spécialisée dans la conversion des signaux, présente **Visiline**, un tout nouveau procédé de transmission. Ce produit distribue l'image et le son en n'importe quel point du foyer à travers un mini-fil inférieur à 2 mm de section, supprimant câblage et antennes intérieures, encombrants et inesthétiques, sans aucune altération.

Avant l'explosion des chaînes et de la vidéo, l'utilisation d'un poste de télévision s'était longtemps limitée à la réception des programmes TV et ce, par des procédés hertziens (branche-ment antenne), seul système existant.

Aujourd'hui, de nombreux produits sont connectables aux téléviseurs : magnétoscopes, caméras vidéo et caméscopes, vidéo-disques, lecteurs de cassettes, décodeurs de TV cryptées, récepteurs satellites, décodeurs Antiope, sans oublier les micro-ordinateurs et les jeux vidéo.

L'introduction de la fameuse

prise péritel permet l'utilisation d'un nouveau mode de transmission des images et du son : la voie vidéo, plus performante et n'entraînant aucune déperdition de qualité, contrairement au système hertzien.

Désormais, le public souhaite recevoir ses images sur plusieurs écrans d'un même foyer, mais se pose alors le problème de leur distribution.

A titre d'illustration, grâce au procédé Visiline, on peut recevoir dans sa chambre à coucher, sur un téléviseur secondaire (ou un moniteur vidéo) toutes les images du magnétoscope installé au salon : lecture de cassettes, émissions TV dont Canal+, en télécommandant ces fonctions : avance, retour rapide, arrêt sur image, enregistrement. La même télécommande permet de piloter le choix de ces images quel que soit l'endroit où l'on se trouve par un diffuseur de lumière à fixer sur la fenêtre infra-rouge du magnétoscope. On peut tout autant recevoir le son et les images d'une caméra située à plus de 100 mètres : surveillance, communication à usage domestique ou professionnel.

N'étant tributaire d'aucun système couleur, Visiline est compatible PAL, SECAM, NTSC et fonctionne indifféremment dans n'importe quel pays.

Prêt à l'emploi, sans aucune difficulté d'installation, aisément dissimulable, Visiline se présente sous la forme de 2 petits boîtiers, l'un se branchant sur la sortie vidéo du magnétoscope ou de la caméra, l'autre sur la prise péritélévision du téléviseur secondaire, le tout relié par un mini-fil solide et résistant de 30 mètres. On peut tout à loisir adapter sa longueur à ses besoins et prévoir en toute sécurité une extension à un troisième, voire plusieurs postes secondaires.

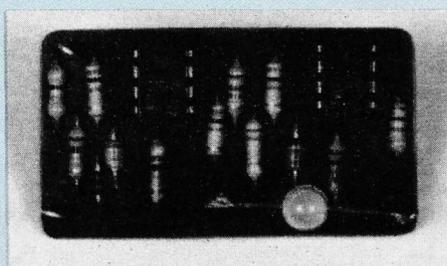
Avec le développement fulgurant de l'image vidéo, fort de sa technique de pointe et de son expérience dans le traitement des signaux vidéo, CGV vise, grâce aux multiples applications de ce produit dans la domotique et l'univers professionnel, une toute première place sur le marché international.

CGV 8-10 rue Alexandre Dumas
67200 Strasbourg. Tél.
88.28.16.01.



Testeur de batteries à LED bicolore

Il s'agit d'un petit montage dont la simplicité n'a d'égale que le prix de revient. Nous l'avons optimisé pour le test d'accumulateurs de tension nominale 12 V qui sont les plus répandus, mais il est bien évident que, moyennant quelques modifications mineures au niveau de la valeur de certains composants, il peut tout à fait servir pour des essais de batteries de tensions différentes.



Fabriquer un voltmètre électronique n'était pas le but recherché. Nous savons que vous êtes friands de ce genre d'appareil et à chaque fois qu'un montage de ce genre nous semble intéressant, tel le voltmètre à bargraph du numéro 45, nous en proposons la réalisation. Nous en décrivons d'ailleurs d'autres, rassurez-vous, mais il nous a semblé qu'un appareil très simple, miniaturisé au maximum et indiquant par un seul voyant de signalisation l'état de charge exact d'une batterie 12 V, ceci par trois mesures distinctes, serait le bienvenu.

SYNOPTIQUE DE PRINCIPE

Nous le proposons à la figure (1) et, en premier lieu, nous voyons qu'on a prévu un circuit de protection contre l'inversion accidentelle de polarité. Ce petit testeur étant de mise en œuvre rapide, il nous a semblé opportun de le protéger contre des manipulations douteuses. Si donc on inverse à l'entrée le (+) et le (-) de la batterie, il n'y a aucun dommage. En second lieu, nous trouvons deux circuits indépendants de mesure de seuil, un pour le seuil haut qui correspond à un accumulateur bien chargé et l'autre pour le seuil bas et une charge faible. Enfin, à

chaque circuit de mesure est connecté un montage amplificateur. Il y a donc deux amplificateurs dont les sorties alimentent un voyant de signalisation permettant trois états distincts. Nous avons utilisé une diode électroluminescente de type bicolore qui peut être soit éteinte, soit encore éclairée en vert ou en rouge.

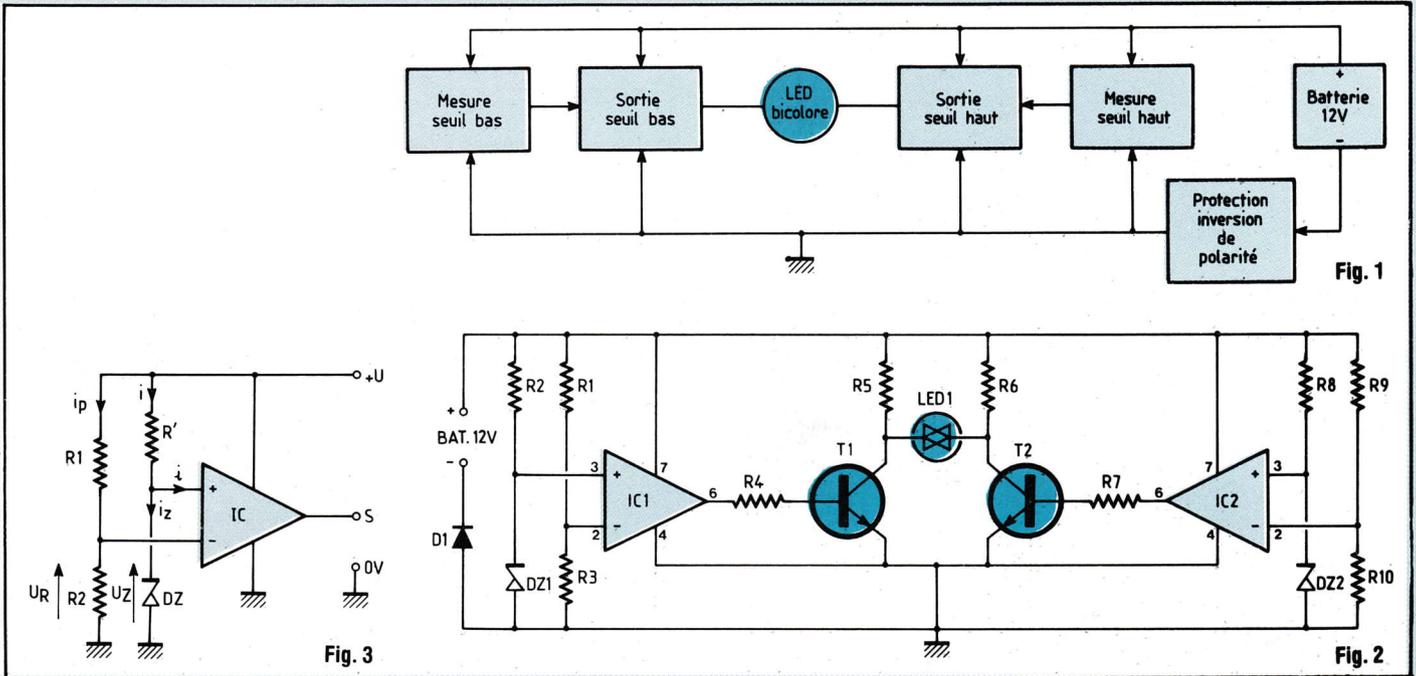
SCHEMA ELECTRIQUE DU TESTEUR

Il est donné à la figure (2) et l'on retrouve toutes les parties que nous venons d'énoncer. La diode D1 protège contre l'inversion accidentelle de polarité. Chaque montage comparateur de tension est organisé autour d'un amplificateur opérationnel avec entrée non-inverseuse portée à un potentiel fixe et référencée par rapport à la masse. Enfin, à la sortie de chaque comparateur, il y a un transistor de type NPN. Sur les collecteurs des deux transistors T1 et T2 est connectée la LED bicolore.

Ce schéma, fort simple au demeurant, utilise donc deux circuits intégrés 741, IC1 et IC2, qui sont connectés en comparateur de tension et en sortie desquels deux transistors rebouclés sur une LED bicolore à deux pattes, nous permettent de réaliser le plus simplement possible et à moindre frais notre mini-testeur de charge batterie.

LES COMPAREURS, SEUIL HAUT-SEUIL BAS

Le schéma de chacun d'eux est identique à la représentation de la figure (3). Seules les valeurs de quelques composants, résistances et diodes zéners



notamment différent. L'entrée non-inverseuse de chaque amplificateur opérationnel est portée à une tension de référence fixe et stable.

Si l'on admet que le courant (i) dans la branche de l'entrée non-inverseuse est très petit, ce qui est le cas pour un amplificateur opérationnel type μA 741, on peut alors déterminer la valeur de la résistance R' qui alimente la diode de référence DZ et fixe le potentiel de l'entrée (+). On a :

1. Choix de la diode zéner

Nous avons opté pour un modèle BZX 83 C avec, pour valeurs de référence 6,2 V pour une mesure de tension batterie inférieure ou égale à 12,2 V et 6,8 V pour une mesure supérieure ou égale à 13 V soit, en fin de charge, 13,8 V. Le constructeur nous indique pour ce modèle de diode zéner un courant minimal de 5 mA. Afin d'optimiser une bonne régulation, prenons $i_{zT} = 6$ mA.

2. Détermination de R' seuil bas

$$R'_B = \frac{U_B - U_Z}{i_{zT}} = \frac{12,2 - 6,2}{6 \cdot 10^{-3}} = 1 \text{ k}\Omega$$

avec comme puissance dissipée :

$$PR'_B = \frac{U^2}{R} = \frac{(12,2 - 6,2)^2}{1000} = \frac{36}{10^3} = 36 \text{ mW}$$

Nous choisissons donc pour R'_B une résistance normalisée de 1 k Ω /5 % - 1/4 W.

3. Détermination de R' seuil haut

$$R'_H = \frac{U_H - U_Z}{i_{zT}} = \frac{13,8 - 6,8}{6 \cdot 10^{-3}} = 1166 \Omega$$

Puissance dissipée

$$PR'_H = \frac{(13,8 - 6,8)^2}{1166} = \frac{49}{1166} = 42 \text{ mW}$$

Nous choisissons donc pour R'_H une résistance normalisée de 1,2 k Ω /5 % 1/4 W.

4. Enfin, il faut s'assurer que la puissance dissipée par chaque zéner est bien compatible avec la puissance maximum dissipée par le modèle préconisé. Pour le modèle BZX83 elle est de 500 mW. On a alors :

$$PDZ_B = U_{Z_B} \cdot i_{zT} = 6,2 \times 6 \cdot 10^{-3} = 37 \text{ mW}$$

$$PDZ_H = U_{Z_H} \cdot i_{zT} = 6,8 \times 6 \cdot 10^{-3}$$

#41 mW

Toutes valeurs nettement inférieures aux 500 mW constructeur.

Ces deux tensions de référence de 6,2 V et 6,8 V fixent donc précisément le potentiel des entrées non-inverseuses des deux comparateurs, et il nous faut maintenant déterminer la valeur de la différence de potentiel appliquée à l'entrée inverseuse de chaque ampli opérationnel qui va permettre le basculement à la sortie.

1. Pour la tension minimum batterie de 12,2 V et le choix de la zéner DZ_B de 6,2 V, le seuil doit donc être compris entre cette valeur de référence et une variation de mesure autour de ce point. La tension de 6,1 V convient très bien eu égard aux dispersions de caractéristiques des éléments et à la tolérance sur la tension des diodes zéners, qui peut varier de 5,8 V à 6,6 V pour la BZX 83 C6 V2. Il faut donc, sur l'entrée inverseuse de l'ampli-op, une tension moitié de celle du minimum batterie, ce qui détermine pour $R1_B$ et $R2_B$ des valeurs égales.

Pour une consommation moindre du

Testeur de batteries à LED bicolore

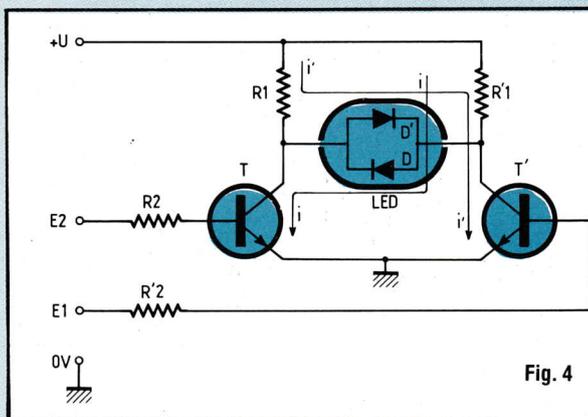


Fig. 4

montage, nous choisissons pour courant de pont i_p une valeur minimale de 0,6 mA et nous avons :

$$R1 = R2 = \frac{U_B}{i_p} = \frac{6,1}{0,6 \cdot 10^{-3}} = 10\,166 \, \Omega.$$

Nous prenons évidemment pour R1 et R2 des valeurs normalisées de 10 k Ω 1/4 W/5 %.

2. On applique le même raisonnement et la même méthode de calcul pour la tension maximum de batterie supérieure ou égale à 13 V et le choix de la zéner DZ_H de 6,8 V.

On détermine alors pour R_{1H} et R_{2H} les valeurs correspondantes normalisées de 8,2 k Ω et 12 k Ω .

LE CIRCUIT DE SORTIE ET DE SIGNALISATION

Il est fort simple et ne requiert que deux transistors NPN petits signaux, la LED bicolore, et naturellement les résistances d'alimentation de base et de collecteur. Le fonctionnement est alors le suivant :

Au seuil de basculement de chaque comparateur, les résistances R'2 et R2 alimentent ou non les bases des transistors correspondants et, comme on le voit sur le schéma de la figure (4), ceux-ci conduisent ou non. La LED bicolore est donc parcourue par un courant dans un sens ou dans l'autre et éclaire donc, soit rouge, soit vert. Les résistances de collecteur R1 et R'1

NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

• Semiconducteurs

- IC1, IC2 - μ A741, 8 broches (ou équivalent)
- T1, T2 - BC547B ou BC107B ou BC147B
- DZ1 - BZX83C6V2 ou zéner équivalente 6,2 V/0,5 W
- DZ2 - BZX83C6V8 ou zéner équivalente 6,8 V/0,5 W
- LED - LED bicolore 2 pattes CQT24 \varnothing 5 mm
- D1 - BAX13 ou 1N914 ou 1N4148

• Résistances 1/4 W \pm 5 %

- R1, R3, R7 - 10 k Ω
- R2, R5, R6 - 1 k Ω
- R4 - 100 k Ω
- R8 - 1,2 k Ω
- R9 - 8,2 k Ω
- R10 - 12 k Ω

• Divers

- 2 supports de circuit DIL 8 broches

limitent le courant dans la LED et il est bien évident que lorsque la tension de la batterie est inférieure à 12,2 V, E1 = E2 = 0, les deux transistors T et T' sont bloqués et la LED est éteinte. Comme chacun sait, une batterie de 12 V au plomb est bien déchargée pour une tension à ses bornes de 11,8 V et

chargée au maximum aux environs de 14,4 V. Avec les valeurs de composants du montage, qu'il est tout à fait possible de modifier si le besoin s'en fait sentir, on obtient donc le fonctionnement suivant (tableau ci-dessous) : On voit donc l'intérêt d'un testeur aussi simple qui permet d'obtenir trois mesu-

Tension batterie	Eclairage témoin	Charge batterie
$\leq 12,2$ V	éteint	faible ou déchargée
$12,2$ V $\leq U_B \leq 13$ V	rouge	correcte
≥ 13 V	vert	bonne ou fin de charge

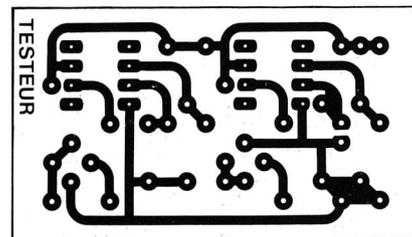


Fig. 5

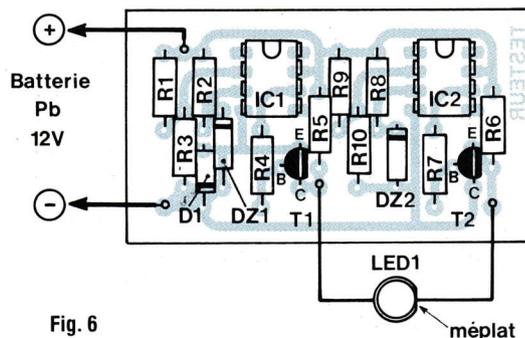


Fig. 6

res différentes visualisées par un seul témoin lumineux.

REALISATION DU CIRCUIT IMPRIME

Le dessin du circuit imprimé de ce petit montage est proposé à la figure (5). Il est très simple et toutes les méthodes sont bonnes pour sa réalisation. Tous les perçages sont à effectuer à 0,8 mm. Les dimensions ont été optimisées aussi réduites que possible afin que chaque lecteur puisse le loger dans le coffret de son choix au vu de l'utilisation envisagée.

CABLAGE, ESSAIS

Le schéma d'implantation des compo-

sants est fourni à la figure (6). Toutes les résistances sont montées en premier, à plat sur le circuit imprimé, puis l'on soude les deux supports de circuits intégrés, enfin l'on termine par les deux zéners et les deux transistors. Les raccordements batterie et LED bicolore se font sur picots pour essais sur table avec une alimentation variable que l'on peut naturellement supprimer lors du montage dans un coffret. L'essai de bon fonctionnement est très simple et il n'y a aucune mise au point. Soit on dispose d'une petite alimentation stabilisée réglable et il suffit de la connecter entre les bornes (+) et (-) et de s'assurer en faisant varier la tension de 10 V à 15 V que l'éclairage témoin correspond bien au tableau donné précédemment, soit on n'en dis-

pose pas et alors il convient d'effectuer une charge-décharge de celle-ci afin de contrôler le fonctionnement du testeur.

NOTA

Il faut remarquer que, selon la tolérance des composants surtout en ce qui concerne les résistances et les diodes zéners ainsi que le gain des deux transistors T1 et T2, le fonctionnement peut être quelque peu différent de celui indiqué. Si tel est le cas, il convient alors d'essayer plusieurs modèles différents ainsi que de jouer sur les valeurs des résistances de pont des entrées inversées des amplificateurs opérationnels et sur les résistances de base des transistors. ■

ABONNEZ-VOUS A

Led

Je désire m'abonner à **LED** France : 160 F - Etranger* : 240 F.

NOM

PRENOM

N°..... RUE.....

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

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

Ci-joint mon règlement par : chèque bancaire

C.C.P.

Mandat

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

EDITIONS PERIODES 3, boulevard Ney 75018 PARIS - Tél. : 42.38.80.88 Poste 7315

MILLIVOLSTAT ELECTRONIQUE



Il y avait jusqu'à maintenant des alternostats, thermostats, pressostats, monostats, et bien d'autres bêtes de tout poil et plume, capables de mettre en fonction ou de stopper un appareillage quelconque dès lors qu'une "consigne" préfixée à l'avance était atteinte.

Gâce à LED, on peut désormais rajouter une pierre à l'édifice. Il s'agit du millivolstat, un appareil de précision qui permet de consigner à l'avance une tension directe de 0 à 100mV continu avec une précision de $\pm 1\text{mV}$. Dès que la consigne est atteinte un relais bascule en sortie. En outre, une signalisation lumineuse sur la face avant permet de contrôler à tout instant si la mesure

aux bornes d'entrée est en deçà ou au delà de la valeur de consigne. Nous donnerons à la fin de cet article, une liste non exhaustive des applications possibles de cet appareil. Comme on le verra elles sont très nombreuses et lors d'autres réalisations, nous ferons appel bien des fois aux caractéristiques de ce millivolstat. Nous incitons donc le plus grand nombre de lecteurs possible à en entreprendre la construction, d'autant plus,

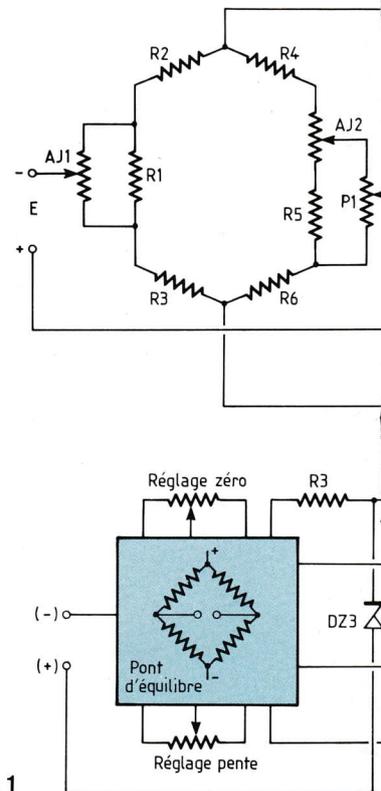


Fig. 1

et comme nous allons maintenant le voir, qu'il ne fait appel qu'à des composants tout à fait traditionnels et que l'on peut se procurer pratiquement partout. Avant d'en entreprendre la description, nous donnons dans le petit tableau ci-dessous, les principales caractéristiques d'emploi :

CARACTERISTIQUES PRINCIPALES D'EMPLOI ET D'UTILISATION

Tension d'alimentation :

Secteur 220V - 50Hz $\pm 10\%$

Consommation : $\neq 3\text{VA}$

Consigne : potentiomètre en face avant, de 0 à 100mV par bouton vernier.

Résolution d'affichage de la consigne : 2mV par graduation

Précision de mesure : $\pm 1\text{mV}$

LA PRECISION AU DOIGT ET A L'OEIL

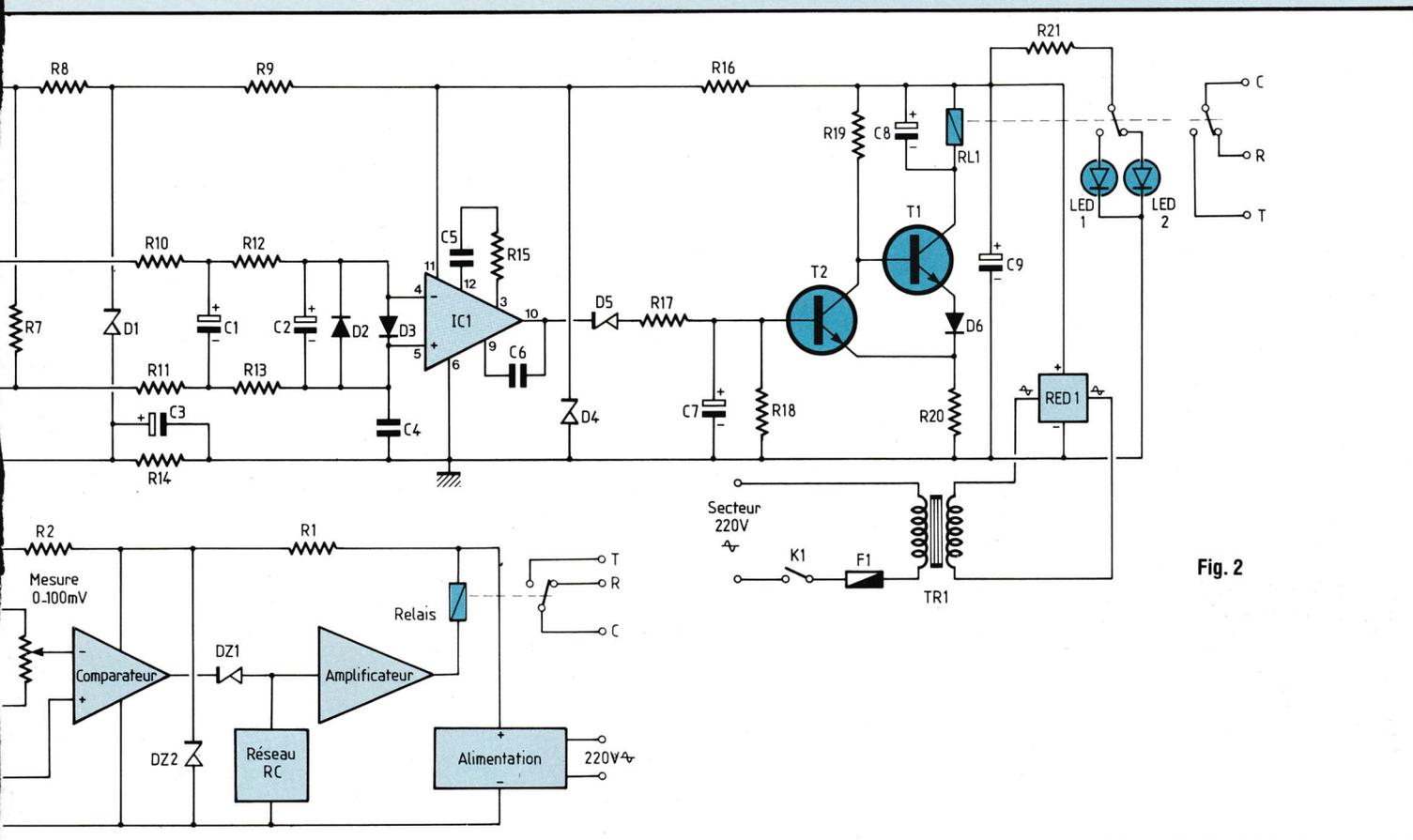


Fig. 2

Réglages intérieurs : séparés de pente et zéro

Temps de réponse : \neq 500ms

Signalisation : LEDs en face avant :

Rouge => U mesure

< U consigne

Verte => U mesure

> U consigne

contacts de sortie :

Relais 1RT - 1A sous 220V \pm 50Hz

Relais collé => U mesure < U consigne

Relais décollé => U mesure > U consigne

Dimensions : 117x51x143

Poids 780 g.

SYNOPTIQUE DE PRINCIPE

Le synoptique de principe est donné à la figure (1). Il y a quatre parties principales.

1) Le pont de mesure ou d'équilibre

réalisé à l'aide de composants à faible tolérance et grande précision. La tension d'alimentation de ce pont doit être très stable. Il permet le réglage de pente et d'échelle ainsi que celui de zéro pour l'étalonnage du millivolstat.

2) Le comparateur permet la comparaison entre la mesure et la consigne. Réalisé à l'aide d'un amplificateur de type opérationnel, ses entrées sont assujetties d'une part au potentiomètre de consigne et d'autre part au pont de mesure et d'équilibre.

En sortie, le niveau est haut ou bas selon qu'il a basculé ou non.

3) L'amplificateur de sortie permet la commutation du relais. L'entrée est inhibée par un montage à seuil et un circuit RC permet une certaine temporisation d'enclenchement. Un inverseur du relais peut être utilisé sur la position repos ou sur travail pour commuter à l'extérieur un appareillage quelconque.

4) L'alimentation qui est de type standard et fait appel à un transformateur d'isolement et un redressement-filtrage basse tension. L'amplificateur de sortie et le relais sont alimentés directement par la basse tension redressée-filtrée. Une première stabilisation à diode zéner alimente le comparateur et une seconde le circuit d'entrée.

SCHEMA ELECTRIQUE

Le schéma électrique au complet du millivolstat est donné à la figure (2). On retrouve les différentes parties que nous venons d'énoncer avec certains autres circuits additionnels. En premier lieu le circuit d'entrée qui fait appel à un pont d'équilibre et est alimenté à l'aide d'une tension très stable à l'aide d'une part de la cellule R14/C3 et de l'ensemble de stabilisa-

tion R9/D1 et d'autre part à travers la résistance de précision R8. AJ1 et AJ2 permettent de régler respectivement le zéro et la pente et il est clair qu'à l'équilibre du pont, les tensions médianes sont égales.

La tension de déséquilibre est ensuite appliquée par l'intermédiaire de cellules RC, aux entrées inverseuses et non inverseuses de l'amplificateur opérationnel IC1. Les diodes D2 et D3 protègent efficacement ce circuit contre les surtensions introduites à l'entrée et comme le modèle préconisé nécessite l'emploi de réseaux correcteurs il est fait appel au condensateur C6 et à l'ensemble série C5-R15.

A la sortie de l'amplificateur opérationnel, la diode zener D5 crée un seuil suffisant pour commander convenablement l'amplificateur de commande du relais. Ce montage organisé autour des transistors T1, T2, de la diode D6 et des résistances R19 et R20 est un peu spécial et nous l'étudierons plus en détail dans un autre chapitre.

Enfin, l'alimentation est confiée au transformateur TR1 et à l'ensemble de redressement-filtrage RED1 et C9. Une première stabilisation grâce à R16. D4 fixe la tension à +22V, une seconde par l'intermédiaire de la cellule R14-C3 et de la régulation R9-D1 octroie une tension stabilisée de +5,6V, enfin, grâce à la résistance de précision R8, le pont d'équilibre est alimenté avec très exactement +5,4V.

Comme on le voit sur ce schéma général, l'entrée de mesure est flottante et non référencée par rapport à la masse. Il faut en tenir compte si l'on devait modifier quelque peu le schéma en adjoignant par exemple un circuit de mesure de température ou une électronique quelconque alimentée par le millivolstat.

LE PONT DE MESURE OU D'EQUILIBRE

Le schéma de principe de la partie mesure est proposé à la figure (3). Il s'agit en fait d'un pont de wheatstone

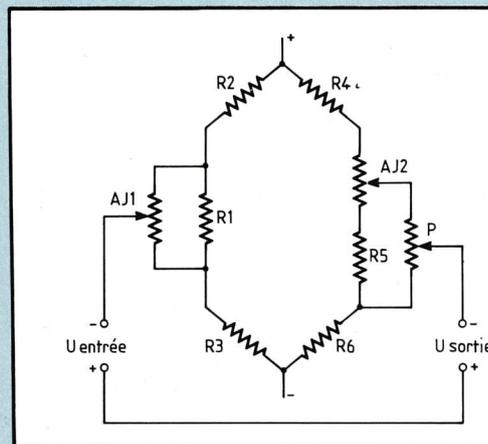


Fig. 3

sophistiqué pour lequel il est employé des résistances de précision à $\pm 1\%$ ainsi que les ajustables multitours pour les réglages de zéro et d'échelle. Prenons le cas où AJ1 et AJ2 sont en position extrême côté polarité positive de l'alimentation. On peut considérer alors AJ1 en parallèle sur R1 et P en parallèle sur l'ensemble AJ2/R5. On a :

$$1) AJ1 // R1 \Rightarrow$$

$$AJ' = \frac{AJ1 \cdot R1}{AJ1 + R1} \quad (a)$$

$$2) P // AJ2 + R5 \Rightarrow$$

$$P' = \frac{(AJ2 + R5)P}{AJ2 + R5 + P} \quad (b)$$

L'on peut alors simplifier le schéma, comme le montre la figure (4) et l'on voit bien que l'on a affaire à un pont d'équilibre alimenté en continu, constitué des quatre branches :

$$1) R1 + \frac{AJ'}{2}$$

$$2) R2 + \frac{P'}{2}$$

$$3) R3 + \frac{AJ'}{2}$$

$$4) R4 + \frac{P'}{2}$$

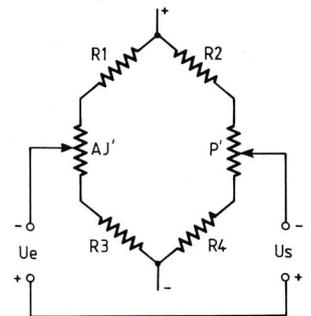


Fig. 4

Dans l'article sur l'hydrotimètre, nous allons démontrer la condition d'équilibre d'un tel montage, nous ne reprendrons donc pas la démonstration qui est identique, nous précisons simplement l'équation qui régit l'équilibre de ce montage. Le lecteur intéressé pourra toujours se reporter à ce qui a été dit pour l'hydrotimètre et appliquer cette méthode d'opposition pour laquelle la condition d'équilibre s'énonce en considérant que les différences de potentiel des points extrêmes et médiaux sont égales et opposées entre elles lorsque l'équilibre est réalisé.

On a alors l'égalité en croix des éléments, soit :

$$\left(R1 + \frac{AJ'}{2}\right) \cdot \left(R4 + \frac{P'}{2}\right) =$$

$$\left(R2 + \frac{P'}{2}\right) \cdot \left(R3 + \frac{AJ'}{2}\right) \quad (c)$$

La résolutions des équations a, b et c nous permet de déterminer pour le pont de wheatstone les valeurs suivantes des résistances :

$$R1 = 10,5 \text{ k}\Omega$$

$$R2 = 10 \text{ k}\Omega$$

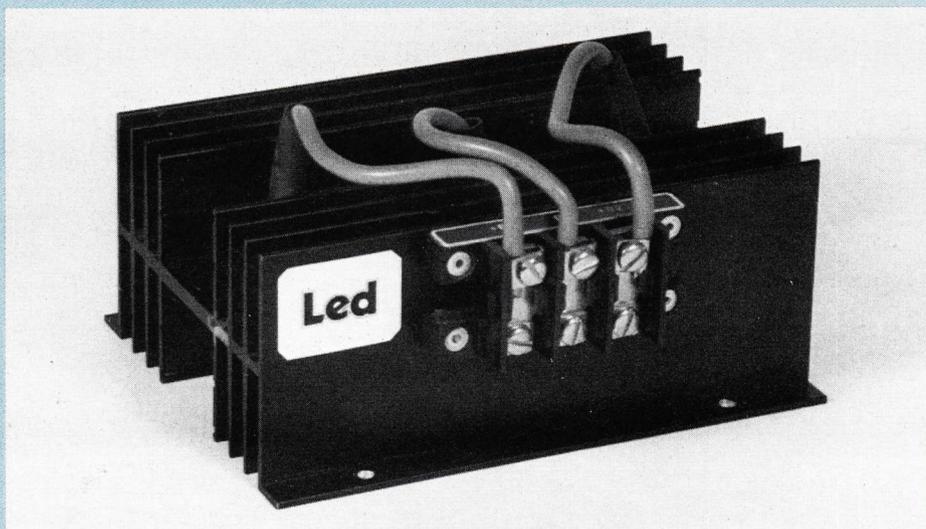
$$R3 = 20 \Omega$$

$$R4 = 26 \Omega$$

En choisissant maintenant pour AJ1 et AJ2 des ajustables de précision de valeur 100Ω , on détermine pour AJ' et P' des valeurs respectives de $18,4\Omega$ et $237,8\Omega$.

On peut alors revenir au schéma de

REPARTITEUR ELECTRONIQUE DE CHARGE



Il est certains cas où posséder une seconde batterie à bord d'un camping-car ou sur un véhicule à forte consommation énergétique, genre 4 x 4, permettrait parfois de pallier à de nombreux problèmes.

Il est de notoriété qu'un accumulateur très sollicité et même rechargé en permanence, se décharge si les consommateurs électriques qui y sont reliés excèdent sa capacité. Par ailleurs, il est toujours délicat de brancher une seconde batterie en parallèle sur la première afin d'augmenter la capacité de l'ensemble ; d'une part parce que la batterie de plus faible charge risque de décharger l'autre du fait de sa résistance interne plus faible et, d'autre part à cause d'un débit supplémentaire à l'alternateur.

L'ASTUCE

Elle consiste à optimiser un montage

simple permettant de répartir la charge de l'alternateur vers les deux batteries en les isolant entre elles. Par ailleurs, outre l'isolement des batteries, il doit avoir une action prioritaire et diriger le débit du générateur vers la batterie considérée comme principale et vers l'accumulateur le moins chargé.

L'astuce consiste donc à étudier puis à réaliser un tel appareil que, par définition, nous qualifions de «minimum» puisque, comme nous allons le voir, l'électronique ne fait appel à aucun circuit complexe mettant en œuvre circuits intégrés ou transistors comparateurs ou références et même résistances et condensateurs, puisqu'en fin de compte, il suffit de deux ou trois diodes pour se sortir d'affaire. Mais avant de

décrire cet appareil miracle, rappelons déjà la constitution d'un ensemble de charge batterie.

UN CIRCUIT DE CHARGE STANDARD

Soit le schéma de la figure (1) qui correspond à un circuit standard de charge d'un accumulateur 12 V par l'intermédiaire d'un ensemble alternateur + régulateur. Comme nous allons le voir, un tel montage nécessite une clef d'arrêt-marche ; de plus un voyant de charge permet de contrôler à tout moment le bon fonctionnement de l'ensemble.

Dès que l'alternateur, entraîné par le moteur thermique, est en rotation, la clef de contact étant fermée, l'excitation (DF) a lieu en direct, le «plus» batterie se refermant à travers la clef, le voyant de signalisation, le contact repos du régulateur et l'enroulement d'excitation de l'alternateur dont une borne est à la masse. Le voyant de charge est allumé, l'alternateur tourne et est excité, il commence à débiter un courant à la borne (B+). Les potentiels B+ et D+ étant égaux, le voyant s'éteint.

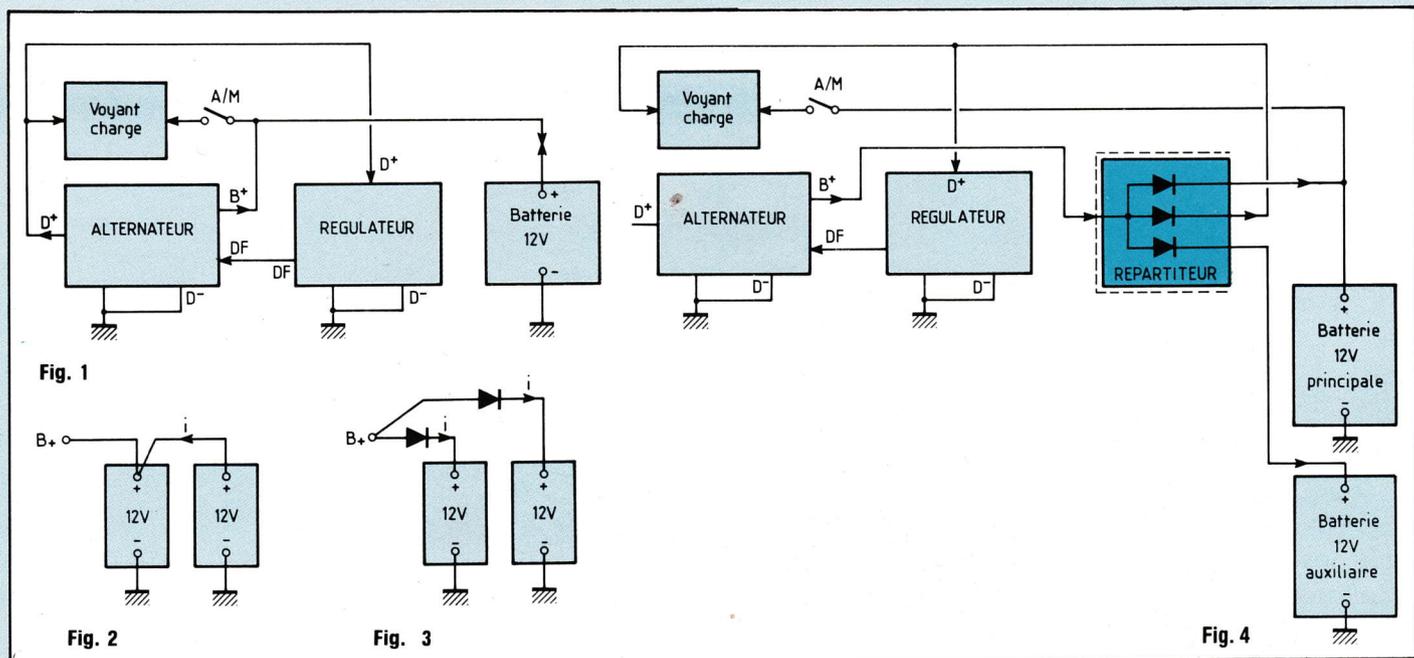
La charge a lieu et la tension aux bornes de l'accumulateur augmente. Lorsque cette différence de potentiel devient supérieure ou égale à 14 V le relais de conjonction-disjonction du régulateur colle par intermittence, ce qui se traduit par un «frétillement» du relais aux alentours de 14-15 V. Ce frétillement du contact en position travail met, de temps à autre, l'excitation DF de l'alternateur à la masse par l'intermédiaire d'une résistance de limitation.

La charge batterie stoppe et reprend par intermittence, il y a régulation et limitation de la tension batterie à la valeur consignée par le régulateur.

Lorsque l'on repasse la clef sur la position «arrêt» d'une part le moteur stoppe, d'autre part il n'y a plus d'excitation sur la borne DF de l'alternateur, donc plus de charge batterie.

L'IMPORTANCE DE LA CLEF MARCHE-ARRET

L'ALTERNATEUR ET SES BATTERIES



Pour un tel circuit de charge, celle-ci est indispensable et peut, dans certains cas, être remplacée par un mancontact (pressostat d'huile par exemple). Si ces éléments n'existent pas, la batterie va se décharger à l'arrêt par l'intermédiaire d'un circuit à faible résistance constitué du voyant de signalisation, du contact du relais de régulateur, fermé au repos, de la résistance de limitation et naturellement de l'enroulement d'excitation de l'alternateur.

LA CHARGE DE DEUX BATTERIES CONNECTÉES EN PARALLÈLE

En règle générale, et suivant le genre d'installation que l'on désire réaliser, on peut être amené à installer un ou plusieurs groupes de batteries. Des interconnexions en série augmentent la tension et des connexions en parallèle, la capacité. Il faut toutefois éviter les deux cas suivants :

1. Il ne faut jamais placer en série deux batteries de capacité différente, car l'utilisation est alors limitée en fonction de la capacité la plus faible.
2. Il ne faut jamais faire le montage de

la figure (2), c'est-à-dire placer en parallèle deux batteries différentes, ou même de caractéristiques identiques, car dans ce cas, la batterie de plus forte charge et de plus grande force électromotrice va se décharger dans la batterie la plus faible.

Il faut donc se souvenir que les meilleures associations série seront obtenues à l'aide d'accumulateurs en tous points identiques, et en parallèle grâce à l'emploi d'un artifice technique permettant de supprimer le phénomène d'auto-décharge d'une batterie par rapport à l'autre. L'idée première, qui vient tout de suite à l'esprit consiste à vouloir connecter deux diodes, comme le montre le schéma de la figure (3). Il convient toutefois de remarquer que ce montage tout à fait possible nécessite l'emploi convenable de diodes de puissance montées sur un radiateur approprié.

Ce répartiteur de charge simplifié au maximum permet de répartir la charge d'un seul générateur vers un groupe de deux ou plusieurs batteries, sa fonction principale étant d'isoler les parcs de batteries entre eux. Mais s'il isole les batteries entre elles, il ne permet pas de diriger le débit de l'alternateur de charge en priorité vers la batterie la

moins chargée. Ce qui nous conduit à optimiser un montage peu différent et qui permet cette fonction.

REPARTITEUR ELECTRONIQUE DE CHARGE A PRIORITE

Comme nous l'avons vu lors de la description et de l'étude d'un circuit de charge standard, il y a régulation de charge par l'intermédiaire du régulateur qui mesure à tout moment la tension aux bornes de l'accumulateur. L'astuce consiste donc à effectuer cette mesure sur une seule des deux batteries et donc à la rendre prioritaire vis-à-vis de l'autre. Cette batterie prioritaire est généralement appelée batterie «principale», le terme de «secondaire» étant réservé à la deuxième. Il convient alors de modifier le circuit de la figure (1) conformément au schéma de principe donné à la figure (4) en ayant pris soin de prévoir une diode supplémentaire, eu égard au répartiteur simplifié précédent, afin d'empêcher toute décharge intempestive par l'intermédiaire du régulateur de charge.

Comme on le voit sur ce schéma, la mesure de charge s'effectue en per-

manence sur la batterie «principale» mais la charge a lieu sur l'ensemble des deux batteries qui sont totalement isolées l'une de l'autre. Il est à noter que l'auto-régulation de la batterie «secondaire» ou «auxiliaire» s'effectue de façon un peu particulière puisqu'elle est asservie par l'accumulateur principal. En effet, lorsque ce dernier est chargé, la mesure à ses bornes par le régulateur donne ordre à celui-ci de supprimer l'excitation de l'alternateur, qui ne débite donc plus ni dans la batterie principale ni évidemment dans la batterie auxiliaire. Ce système simple est d'une grande souplesse et permet donc de recharger deux batteries indépendantes, électriquement isolées l'une de l'autre, par un unique ensemble alternateur-régulateur.

LE MONTAGE A EFFECTUER

On le trouve à la figure (5) et il est fort simple à réaliser. Il convient de prime abord de se procurer le matériel suivant :

— Deux diodes silicium à visser avec l'anode au boîtier. Ce sont deux diodes de puissance dont le courant doit être garanti pour un minimum de 40 A.

— Une troisième diode silicium à visser avec l'anode au boîtier. Elle doit être de puissance moindre que les précédentes avec un courant minimum de 12 A.

— Un dissipateur en profilé à ailettes en aluminium anodisé dont la résistance thermique doit être d'au moins 0,75° C/W.

— Un jeu de bornes, entretoises isolantes ou non, visseries diverses, coses, fils multibrins de section 15² minimum...

Le dissipateur est percé de façon à recevoir les trois diodes qui, étant toutes de modèles avec anode au boîtier peuvent être fixées directement sur le radiateur. A ce moment, celui-ci reçoit une borne à vis non isolée qui correspond à la référence normalisée (B+). Les cathodes de chaque diode sont ensuite raccordées sur des bornes isolées les unes des autres et naturellement aussi du dissipateur. Chaque cathode des diodes de forte puissance sera à connecter au pôle positif de

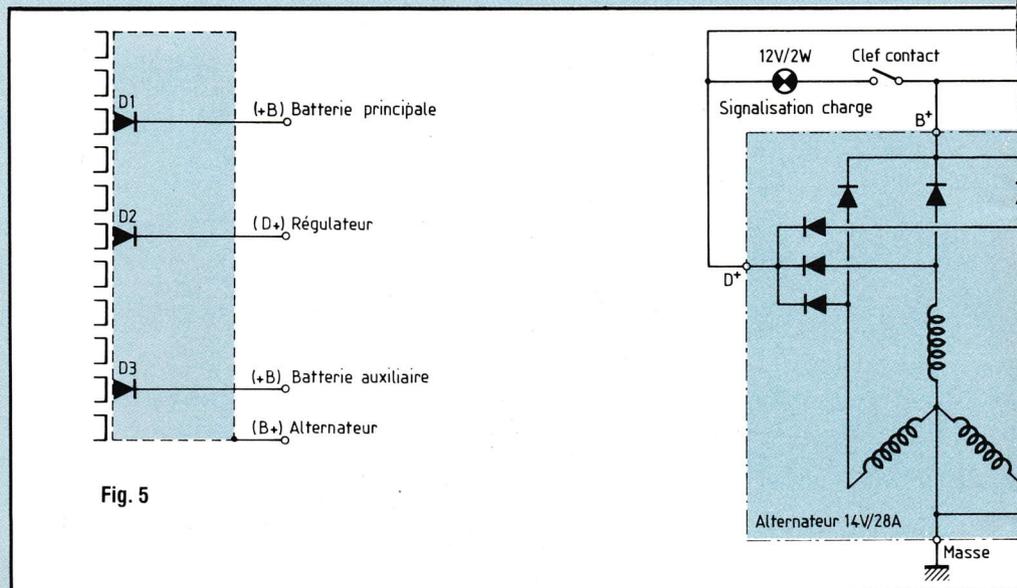


Fig. 5

chaque batterie et prend donc la référence + B. Enfin, la cathode de la troisième diode prend la dénomination normalisée (D+) et sera à relier au régulateur de tension.

Le répartiteur électronique de charge, terminé, se présente donc sous la forme d'un ensemble parallélépipédique à ailettes avec quatre bornes de raccordement. Il faut noter que la mécanique étant reliée par construction au pôle positif de l'alternateur, il convient d'isoler le répartiteur du châssis moteur et de tout support ayant le pôle négatif à la masse, cas de la majorité des véhicules. Ce montage s'effectue facilement par l'intermédiaire de rondelles et d'entretoises isolantes.

MONTAGE DU REPARTITEUR, CIRCUIT DE CHARGE INITIAL

Le schéma électrique complet d'un circuit de charge de type standard est donné à la figure (6). L'alternateur est un modèle courant de marque Bosch et de caractéristiques 14 V/28 A. Il possède un double faisceau de diodes pour, d'une part le redressement du courant triphasé et, d'autre part l'alimentation de l'ensemble signalisation-

excitation. Le point commun des enroulements statoriques et rotoriques est à la masse et tel que représenté sur le schéma de la figure (6) ; on a donc quatre bornes de sortie.

1. La masse électrique → D-
2. L'excitation → DF
3. La sortie signalisation/régulation → D+
4. La borne de charge → B+.

Il faut noter que la petite borne de masse électrique D- ne suffit pas pour le retour du courant de charge qui peut atteindre, dans le cas d'une batterie très déchargée, plusieurs dizaines d'ampères et qu'il est donc impératif qu'une masse mécanique des plus correctes soit assurée entre l'alternateur et le bâti du moteur (pôle négatif de l'alimentation).

Le voyant de signalisation de charge est connecté directement, par l'intermédiaire de la clef de contact, entre les bornes B+ et D+ et il est clair que lorsque le contact de clef est fermé et que l'alternateur ne débite pas encore (aucune tension délivrée en B+ et D+), le témoin est allumé par la batterie et rebouclage à la masse par l'enroulement «gros-fil» du régulateur de tension.

Lorsque l'alternateur débite, dès qu'il y a charge, D+ est portée à un potentiel supérieur à celui de la batterie et il est

L'ALTERNATEUR ET SES BATTERIES

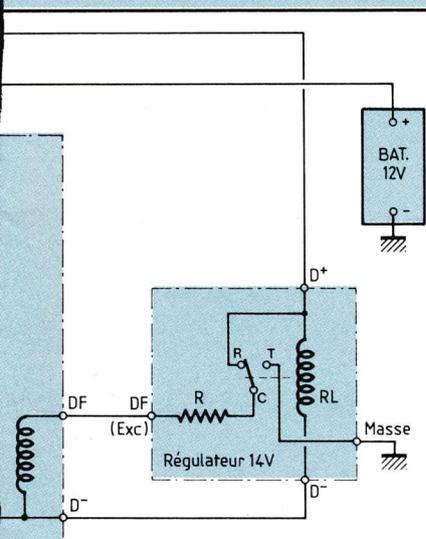


Fig. 6

évident qu'à ce moment le témoin de charge s'éteint.

Nous avons déjà vu le rôle et le fonctionnement du régulateur de tension pour ce montage et il est inutile d'y revenir. Précisons simplement qu'en vue de simplifier, nous avons représenté un seul enroulement pour RL. En fait, il y a deux enroulements distincts reliés à un point commun DF. L'un en «gros-fil» a pour borne D+ et l'autre en «fil-fin» sort sur la borne D-. Cette interconnexion que nous n'avons pas représentée à seule fin de clarification permet la régulation de charge par conjonction-disjonction. Il nous reste maintenant à modifier quelque peu ce circuit pour intercaler une seconde batterie et notre répartiteur électronique de charge.

MONTAGE DU REPARTITEUR, CIRCUIT DE CHARGE MODIFIE

Le schéma d'installation du répartiteur de charge est donné à la figure (7). Il convient d'effectuer les modifications suivantes sur le circuit de charge initial :

1. Déconnecter la batterie principale.
2. Débrancher le trio du circuit régulateur.

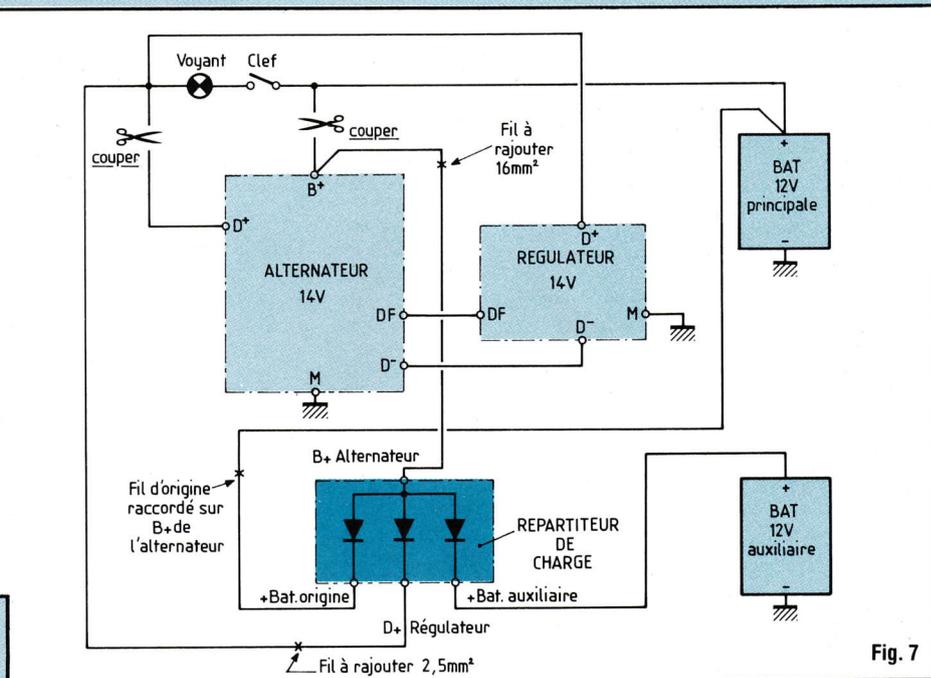


Fig. 7

3. Sectionner d'une part le fil D+ issu de l'alternateur et d'autre part B+ pour la charge de la batterie d'origine.

4. Intercaler le répartiteur dans le circuit. B+ alternateur et (+) batterie d'origine, fil d'origine à raccorder conformément au schéma donné ainsi que les fils de 16 mm² et 2,5 mm² à rajouter.

5. Connecter la batterie auxiliaire sur le répartiteur de charge.

6. S'assurer enfin qu'il n'existe aucun autre fil entre la sortie B+ de l'alternateur et le répartiteur électronique.

ESSAIS

Après avoir réalisé les modifications et interconnexions de la figure (7), il convient d'effectuer l'essai de bon fonctionnement de l'ensemble. A cet effet, il faut pouvoir disposer d'au moins deux voltmètres de batterie permettant de visualiser la charge de chacun des accumulateurs. On peut avantageusement utiliser le voltmètre de batterie à bargraph dont la réalisation a été donnée dans le numéro précédent (n° 45). Cet appareil est prévu pour pouvoir être connecté à deux accumulateurs différents par le jeu d'un sélecteur à deux positions.

On met en marche le moteur et on accélère celui-ci. D'une part, le voyant de signalisation de charge doit s'éteindre informant que celle-ci a lieu correctement, d'autre part la tension aux bornes de chaque batterie doit augmenter, moteur accéléré.

CONCLUSION

Cette «astuce» d'interconnexion de trois diodes que représente le répartiteur électronique de charge est utilisée dans de nombreux appareils du commerce spécialisé. Moyennant une isolation complète du système, ces répartiteurs peuvent être employés dans tous les cas où une installation spéciale nécessite plusieurs batteries alimentées séparément.

NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

• Semiconducteurs

D1 - 1N 1190 R ou diode équivalente à vis, boîtier DO5. 40 A/200 V minimum. Anode au boîtier.

D2 - idem à D1

D3 - BYW88R ou diode équivalente à vis, boîtier DO4. 12 A/200 V minimum. Anode au boîtier.

• Divers

1 radiateur à ailettes en aluminium anodisé pour 3xTO3
Résistance thermique 0,75° C/W.

ALIMENTATION SYMETRIQUE AUTONOME $\pm 5V$

Dans bon nombre de réalisations, tant logiques qu'analogiques, le lecteur se trouve la plupart du temps confronté au problème particulier de l'alimentation qui doit être symétrique. Ainsi en est-il de nombreux circuits à amplificateurs opérationnels, ou encore de circuits intégrés digitaux complexes qui requièrent le plus souvent une alimentation symétrique de $\pm 5V$.

Par ailleurs, si les alimentations secteur permettent de se tirer facilement d'affaire, pour tous les montages portatifs, il est hors de question de les utiliser et la question se pose de savoir comment résoudre le plus simplement possible ce problème.

LA SOLUTION EXISTE

Il suffit d'optimiser un petit appareil assurant d'une part la régulation de tension en ce qui concerne la polarité positive et d'autre part la conversion de la tension d'alimentation en une valeur régulée inférieure donc de polarité négative pour notre application, afin d'assurer en sortie une tension symétrique régulée de $\pm U$ par rapport au 0V.

SYNOPTIQUE DE PRINCIPE

On le trouve à la figure (1) et l'on voit de prime abord, qu'il est employé comme source d'alimentation, un petit accumulateur Cadmium-Nickel de 8,4V - 110 mA. En fait, il est tout à fait possible de le remplacer par une pile 9V type 6F22 de dimensions équivalentes, mais il nous a semblé plus judi-

cieux de faire bénéficier ce petit appareil d'un élément rechargeable beaucoup plus apte à garantir la longévité de fonctionnement qu'on est en droit d'attendre d'une telle alimentation portable. Un interrupteur arrêt/marche assure la mise en route de l'appareil et alimente deux circuits électroniques distincts, d'une part une régulation à circuit intégré régulateur de type positif pour le +5V et d'autre part un convertisseur de tension connecté en inverseur pour le -5V. Chaque circuit possède par ailleurs un réglage de précision indépendant l'un de l'autre et permettant d'ajuster très précisément la tension symétrique de sortie à $\pm 5V$, cette valeur de 5V étant le point charnière pour le réglage de tension.

Enfin, sans jeu de mots, signalons qu'une signalisation a été prévue sur chaque polarité de sortie afin de servir de témoins de mise sous tension et de renseigner à tous moments sur le bon fonctionnement de l'appareil. Naturellement, et comme nous le verrons lors de l'étude théorique du schéma électrique, ce double circuit de visualisation a été optimisé de façon à consommer le moins possible et garantir une durée optimale pour l'accumulateur Cadmium-Nickel.



SCHEMA ELECTRIQUE

Il est proposé à la figure (2) et l'on retrouve bien les éléments et circuits que nous venons d'énoncer. En premier lieu l'accumulateur de 8,4V P1 et l'interrupteur de mise en fonction K1. En second le circuit intégré IC1 et les composants alentours assurant la régulation de la tension positive +5V et IC2 connecté en convertisseur-régulateur/inverseur pour le -5V. Enfin, comme nous l'avons dit, si AJ1 et AJ2 permettent de régler très précisément les tensions de sorties à $\pm 5V$ par rapport à la masse, les LED 1 et LED 2 assurent un contrôle efficace de la bonne marche de l'appareil et indiquent, dès basculement de K1, qu'il est sous tension et donc, même en l'absence de charge à la sortie, que l'accumulateur débite.

LE REGULATEUR POSITIF

+ 5V

Comme nous désirons avoir en sortie une tension positive de +5V, régulée de surcroît, et ajustable avec précision à cette valeur, nous n'avons pas employé un régulateur fixe du type 7805.

UNE PILE ET DEUX TENSIONS

De même, s'il était possible d'optimiser cette régulation à l'aide d'un régulateur intégré variable genre LM317T, nous avons préféré nous tourner vers le régulateur le plus populaire qui soit en l'occurrence le bon vieux $\mu A723$ qui loin d'être obsolète possède de solides atouts pour une régulation de qualité. Encore faut-il l'employer correctement dans la configuration correspondant à la grandeur choisie pour la tension de sortie.

LE CHOIX DU $\mu A723$

Ce circuit de monsieur toulemonde est un régulateur de tension à structure intégrée monolithique. Il comporte un amplificateur de référence compensé en température, un amplificateur d'erreur, un transistor ballast série de puissance, et un circuit de limitation de courant. Lorsqu'un courant de sortie supérieur à 150mA est nécessaire, il faut ajouter un transistor ballast extérieur. Le circuit de limitation de courant est ajustable.

Nous l'avons donc choisi pour toutes ces raisons, ainsi, naturellement, que son faible coût, et aussi parce qu'il est caractérisé par une consommation à vide et une dérive en température faibles. Nous proposons dans le petit tableau ci-dessous les caractéristiques principales de ce régulateur.

$\mu A 723$, LM723, TDA723, SFC 2723...

Boîtier : TO 100 métallique 10 broches ou DIL 14 broches

Fonctionnement : tension d'alimentation positive ou négative série, parallèle, Flottant ou en découpage

Régulation d'entrée : 0,01% typique

Tension de sortie réglable : 2 à 37V

Courant de sortie : 100mA maximum sans ballast extérieur

Tension d'entrée maximale : 40V

Puissance dissipée maximale : 800 mW

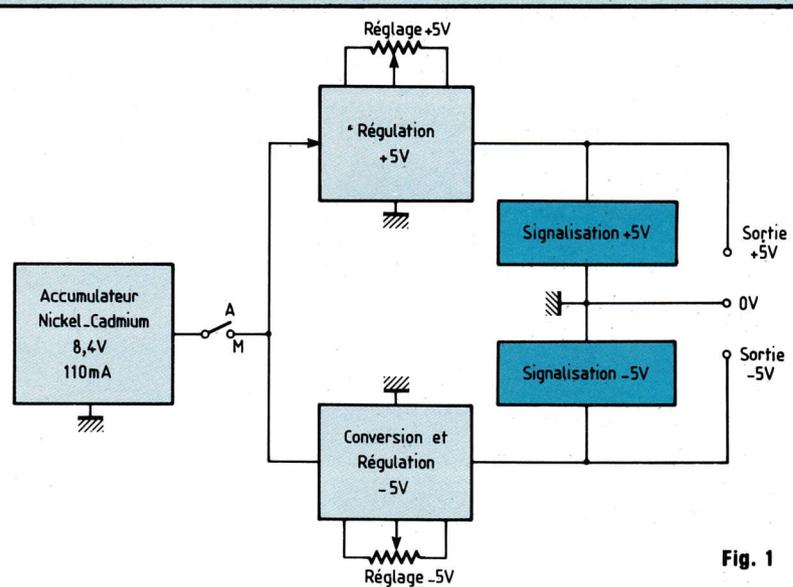


Fig. 1

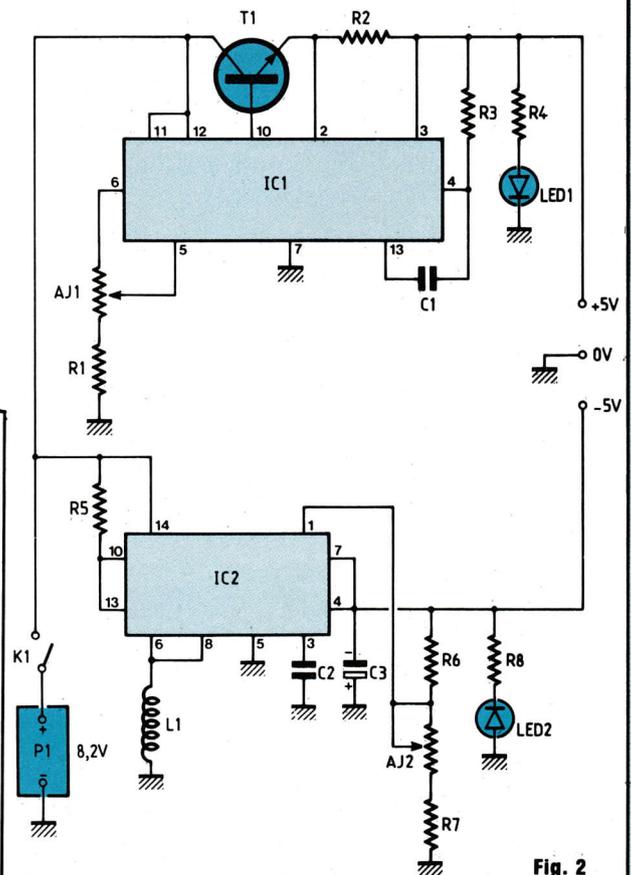


Fig. 2

LES SCHEMAS DE BASE POSSIBLES

Il existe de nombreux schémas type d'application dont les principaux sont :

- Circuit à limitation de courant par rabatement
- Régulateur positif flottant
- Montage de base basse tension
- Montage de base haute tension
- Régulateur de tension négative
- Régulateur de tension positive avec transistor de puissance extérieur de type NPN
- Régulateur de tension positive avec transistor de puissance extérieur de type PNP
- Régulateur parallèle...

Chacun correspond à une application bien déterminée et il faut naturellement faire un choix dans tous ces montages possibles.

LE SCHEMA INTERDIT

Il est donné à la figure (3) et correspond à ce qu'il ne faut pas faire. Pourtant, et comme nous le verrons au chapitre suivant, sa conformité est relativement proche du schéma retenu pour notre réalisation. Seulement il s'agit du schéma type d'application correspondant au montage de base haute tension. Attention, qu'on ne se méprenne pas sur ce terme, il n'est nullement question de devoir réguler plusieurs centaines de volts, mais simplement d'optimiser un montage simple ou pour une tension d'entrée supérieure de 2V à celle de sortie, cette dernière ne sera pas inférieure à +8V. Ceci veut dire en clair que malgré le réglage de tension P, si on applique une tension d'entrée U_e de 12V, la tension minimale à la sortie sera de +8V.

En effet, ce schéma de base est donné pour un V_o de 7 à 37V et il est hors de question de vouloir descendre en deçà de la valeur minimale préconisée. Par contre, pour le cas où l'on désire stabiliser à +12V ou +15V par exemple une tension d'alimentation d'un montage quelconque et que la tension d'entrée est de 34V ($24\sqrt{2}$

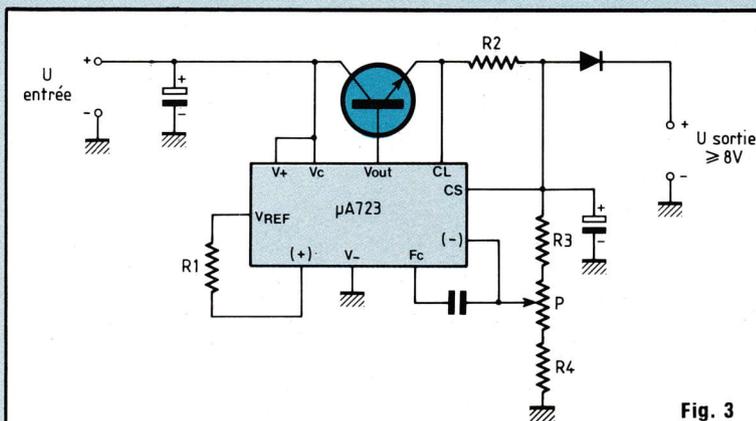


Fig. 3

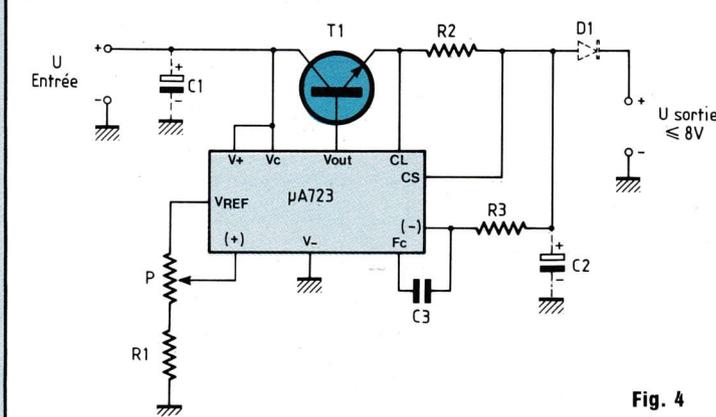


Fig. 4

après filtrage) il est très utile de connaître ce circuit.

LE MONTAGE PRECONISE

Comme nous désirons stabiliser à +5V la tension d'alimentation de +8,4V de l'accumulateur, nous optons pour le montage de base basse tension tel celui représenté à la figure (4). Cette configuration de branchement donnée dans les applications constructeur est donc celle où la tension de sortie est inférieure à la tension de référence typique de +7,5V. Après dérivation à la masse d'un petit courant de quelques mA par l'intermédiaire du pont diviseur P-R1, nous obtenons sur l'entrée non inverseuse du

$\mu A723$, une tension de référence bien compensée en température. Nous retrouvons cette même valeur en sortie, qui est également appliquée sur l'entrée inverseuse représentant de ce fait l'entrée de mesure et d'asservissement.

Dans cette configuration, le fonctionnement simplifié du régulateur est donc le suivant : Il recopie la tension précise dictée par la position du curseur de P qui permet d'ajuster la tension de sortie à la valeur choisie tout en rattrapant les dispersions de U_{REF} (+7,5V typique). Le condensateur C3 réduit considérablement le bruit sur la sortie stabilisée assurant de ce fait la stabilité dynamique de l'ensemble. Quant à R3, elle permet d'augmenter

UNE PILE ET DEUX TENSIONS

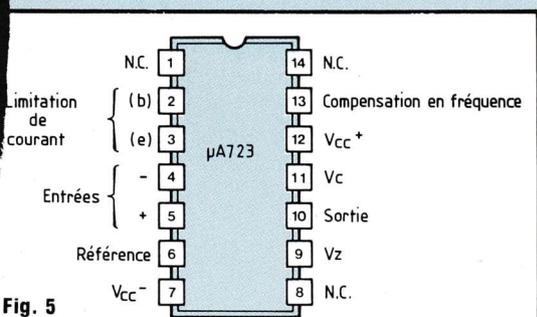


Fig. 5

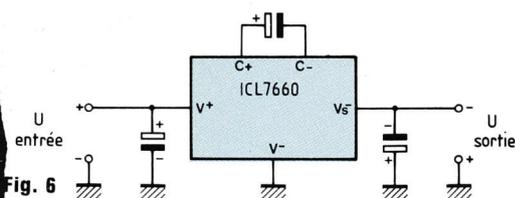


Fig. 6

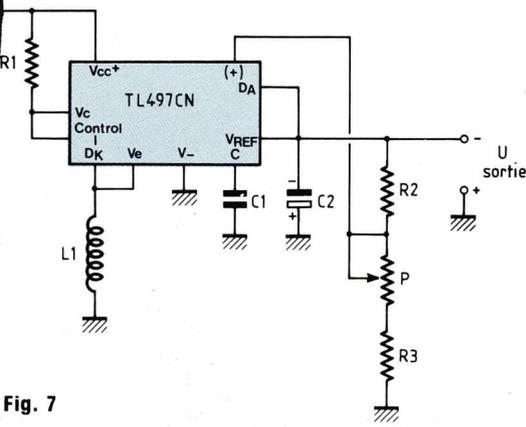


Fig. 7

la stabilité en température dans de bonnes proportions.

Pour palier un échauffement éventuel du 723 nous avons monté en sortie V_{out} un petit ballast à transistor NPN en boîtier métallique. Enfin, nous avons volontairement limité le courant de sortie à une valeur maximale de 60mA. Le circuit limiteur du $\mu A723$ intervient alors lorsqu'une tension d'environ 0,6V est mesurée entre les broches "current limit" et "current sense".

En fonction du courant maximal demandé et de cette valeur de tension, il suffit d'appliquer simplement la loi d'Ohm pour en déduire la valeur de la résistance autorisant ce débit maximum. On a donc :

$$R2 = \frac{0,6(V)}{I_{max}(A)} = \frac{0,6}{60 \cdot 10^{-3}} = 10 \Omega$$

La puissance dissipée est infime puisqu'elle est égale à :

$$P(R2) = 0,6 \times 60 \cdot 10^{-3} = 36 \text{ mW.}$$

Nous choisissons donc pour $R3$ une valeur de $10\Omega/5\%/1/4W$.

Pour en terminer avec ce circuit de régulation positive nous donnons dans le petit tableau ci-dessous les caractéristiques typiques de ce circuit:

Enfin, nous proposons à la figure (5) le schéma de branchement du $\mu A723$ en boîtier DIL 14 broches tel que nous employons pour notre réalisation.

LE CIRCUIT INVERSEUR DE TENSION

Partant d'une tension maximum de -8,4V pour atteindre une valeur de -5V, tout en conservant un rendement au moins égal ou supérieur à 50%, en respectant la simplicité et les caractéristiques d'un courant de sortie (de 60mA maximum) toutes choses édictées au cahier des charges par ailleurs, peu de solutions nous étaient offertes en dehors d'une petite alimentation à découpage performante utilisant autant que faire se peut un circuit intégré spécialisé et bon marché.

De plus, identiquement au circuit régulateur positif +5V, le réglage en sortie doit s'effectuer avec souplesse et précision. Enfin, il va de soi que

cette tension négative se doit d'être référencée par rapport au 0V de l'alimentation (masse).

LE CIRCUIT NON RETENU

Certes, s'il était un circuit simplifié à l'extrême pour cette application, c'était bien celui donné à la figure (6) et utilisant un petit circuit intégré spécialisé dit "miroir de tension" en l'occurrence le ICL7660 de Intersil. En dehors de ce petit composant livré en boîtier DIL 8 broches, seuls trois condensateurs sont à connecter à l'extérieur et encore, la capacité d'entrée pouvant être supprimée.

Deux raisons ne nous ont pas fait retenir ce montage, pourtant bien séduisant. En premier lieu, le principe même de l'élaboration de la tension négative par l'intermédiaire du phénomène "miroir de tension". En effet, à partir du moment où l'on requiert une tension de -5V en sortie, il est clair que c'est bien du +5V stabilisé qu'il faut fournir à l'entrée. Or, ces +5V régulés ne peuvent provenir que du circuit étudié précédemment, ce qui, d'une part, accentue la consommation, donc la puissance dissipée du circuit, et d'autre part, étant assujettie à un premier réglage, sur le positif, permet mal un second sur le négatif.

En second lieu, si le circuit ICL7660 est très performant pour ce que l'on est en droit d'attendre de ses caractéristiques, par exemple une tension d'alimentation maximum de +10,5V une dissipation de 0,3W, la mise en

Circuit régulé +5V

V_o : 2 à 7V

Tension de sortie régulée : 5V (variation possible avec P de + 2,9V à + 7,8V)

Tension d'entrée : +8,4V

Régulation d'entrée (pour $\Delta V_e = 3V$) : 0,5mV

Régulation de charge (pour $\Delta V_s = 50mA$): 1,5mV

Courant maximal de sortie : 60 mA

court-circuit de la sortie pour toute valeur de la tension d'alimentation inférieure à +5,5V, il ne faut cependant pas s'attendre à obtenir en sortie un courant de 60mA. En fait, avec ce composant, un courant de 10mA s'avère un maximum, donc incompatible pour notre alimentation symétrique portable $\pm 5V$.

LE CIRCUIT UTILISE

Nous avons donc retenu un autre composant pour cette application. Il s'agit du circuit TL497 CN de chez Texas Instruments. Livré en boîtier DIL 14 broches, on trouve regroupés pratiquement tous les composants nécessaires pour notre circuit convertisseur-inverseur de tension. Une référence de +1,2V bien compensée, fixe une des entrées du comparateur, la correction s'effectuant sur l'autre entrée. Le chip contient de plus un oscillateur digital à fréquence variable dont la fréquence initiale dépend de la valeur d'un condensateur extérieur (cet oscillateur peut ou non être inhibé par le comparateur), une entrée de validation extérieure ou bien encore un circuit limiteur de courant propre au chip. Enfin, ce circuit intégré renferme également une diode et un transistor de puissance. De tout ceci il résulte que fort peu de composants extérieurs vont être nécessaires pour notre réalisation.

LE SCHEMA PRECONISE

Il est donné à la figure (7). Comme nous l'avons dit précédemment, il y a peu de composants périphériques. Nous retrouvons d'ailleurs la majorité des éléments nécessaires dans le principe des alimentations à découpage. Le petit condensateur C1 de 220pF fixe la fréquence de découpage. Quant à la capacité C2 de forte valeur, elle sert de réservoir de sortie. La self L1 est une inductance haute fréquence à sorties radiales. Sa valeur est de $150\mu H$ et elle peut facilement être réalisée en bobinant une centaine de spires de fil émaillé 6/10^e sur le corps d'une résistance bobinée de 3W

dont on aura initialement ôté les spires.

La limitation du courant en sortie s'effectue très aisément grâce à la résistance R1. Si l'on s'en tient à ce que le courant maximal délivré par le circuit TL497 CN peut être de 0,75A et le rendement atteindre 60%, attention alors à la décharge rapide de l'accumulateur Cadmium-Nickel de 110mA/H, il est clair qu'une très grande marge de sécurité est octroyée par notre cahier des charges garantissant un courant de 60mA.

Il nous faut donc déterminer la valeur de R1 pour laquelle la limitation s'effectue à 60mA. Il suffit d'appliquer la formule:

$$I_{LIM} (A) = \frac{0,6 (v)}{R1 (\Omega)}$$

Formule déjà vue par ailleurs où nous avons trouvé pour R une valeur de $10\Omega - 1/4W$.

Il reste maintenant à déterminer les valeurs des éléments constituant le pont résistif de sortie pour avoir en sortie une tension de -5V. En fait, cette tension doit être réglable et atteinte, autant que faire se peut, lorsque l'ajustable multitours P est en milieu de course. Cette détermination s'effectue aussi simplement que la limitation de courant grâce à la résistance R2 et du pont P. R3. La valeur typique pour R2, préconisée par le constructeur étant de $1,2k\Omega$, il suffit d'appliquer la relation suivante pour obtenir la valeur de la tension de sortie:

$$V_s (V) = k [R4 + 1,2] (k\Omega)$$

avec $k = 1mA$

$$\text{avec } R4 = P + R3$$

La tension de sortie négative du -5V devant être ajustée très précisément à cette valeur par le réglage du multitours P de $2k\Omega$. Déterminons rapidement la plage de réglage de celui-ci:

$$-U_s = (1,2 + P + 2,7)$$

$$(v) \quad (k\Omega) \quad (k\Omega)$$

- 1) P au minimum => $-U_s \text{ mini.}$
 $-U_s \text{ min} = (1,2 + 0 + 2,7) = -3,9V$
- 2) P au maximum => $-U_s \text{ maxi.}$
 $-U_s \text{ max} = (1,2 + 2 + 2,7) = -5,9V$

En fait, et malgré la dispersion de ca-

ractéristique des éléments, ces calculs théoriques se trouvent corroborés par nos mesures puisque nous avons relevé une tension minimale de -3,9V et une tension maximale de -6V.

Le convertisseur TL497 CN étant en outre un circuit de régulation, il va sans dire qu'une fois le réglage effectué avec soin la tension de sortie reste constante à -5V malgré certaines fluctuations de la tension d'entrée.

Pour en terminer avec ce circuit, nous donnons à la figure (8) le brochage du TL497 CN livré en boîtier DIL 14 broches.

REALISATION DU CIRCUIT IMPRIME

Il ne présente pas de difficultés particulières de réalisation. On fait appel à la technique habituelle en se référant au schéma proposé à la figure (9). Le plus simple est la photo transfert par l'intermédiaire du film donné à la fin de la revue. Si on utilise bandes et pastilles, ce qui est tout à fait possible, il convient, autant que faire se peut, de respecter leur emplacement ainsi que les largeurs de rubans. Une fois la gravure et le perçage effectués, le circuit est étamé et l'on peut vaporiser une couche de vernis hydrofuge soudable.

IMPLANTATION ET RACCORDEMENTS

Le schéma de câblage est donné à la figure (10). On commence par tous les éléments à plat et "bas profil" tels que straps, résistances, condensateurs, pour terminer par les supports de circuits intégrés et les deux ajustables multitours qui sont des modèles verticaux. Le transistor ayant été soudé, on procède alors au câblage des différents fils de raccordement.

LA SIGNALISATION

Comme nous l'avons dit elle est importante puisque d'une part elle sert de témoin de mise sous tension de l'appareil et, d'autre part, de s'assurer

UNE PILE ET DEUX TENSIONS

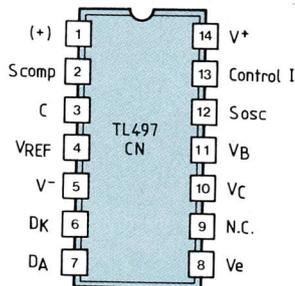


Fig. 8

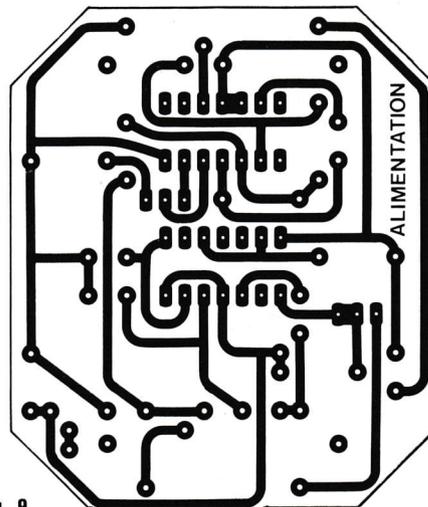


Fig. 9

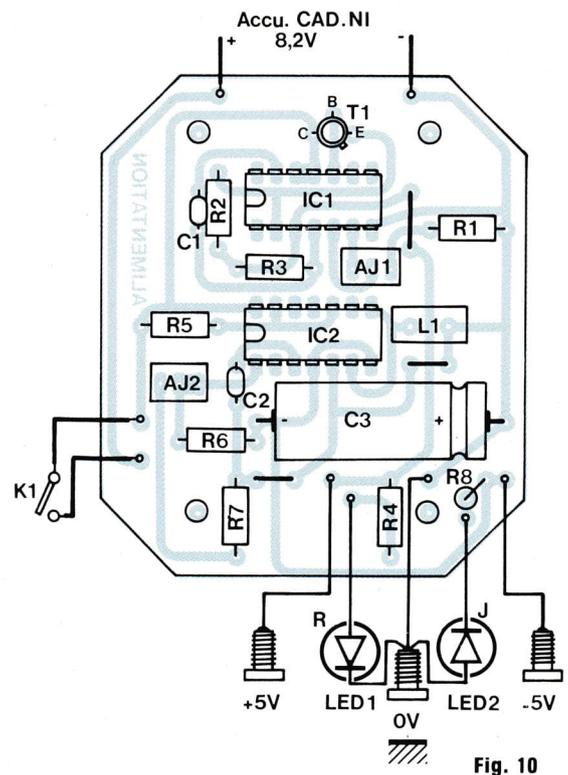


Fig. 10

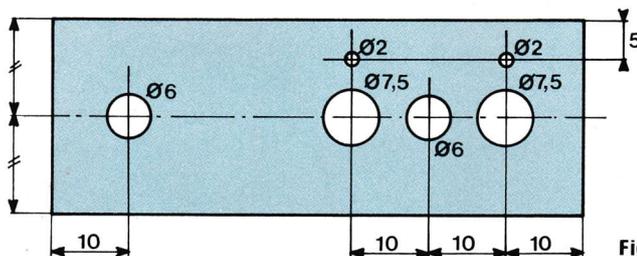


Fig. 11

NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

• Semiconducteurs

IC1 : μ A723 ou LM723...
SFC2724...UA723 etc.
IC2 : TL497 CN (Texas)
T1 : 2N2222
LED 1 : \varnothing 2mm rouge
LED 2 : \varnothing 2mm jaune

• Self

L1 : Self 150 μ H, sorties radiales

• Ajustables

AJ1 - AJ2 : Ajustable 15 tours 2k Ω vertical

• Résistances 1/4W - \pm 5%

R1 - 1,2k Ω
R2 - 10 Ω
R3 - 560 Ω
R4 - 1k Ω
R5 - 10 Ω

R6 - 1,2k Ω

R7 - 2,7k Ω

R8 - 1k Ω

• Condensateurs

C1 - 220pF céramique

C2 - 220pF céramique

C3 - 1000 μ F/10V électrochimique

• Divers

K1 - Interrupteur unipolaire ou bipolaire (voir texte)

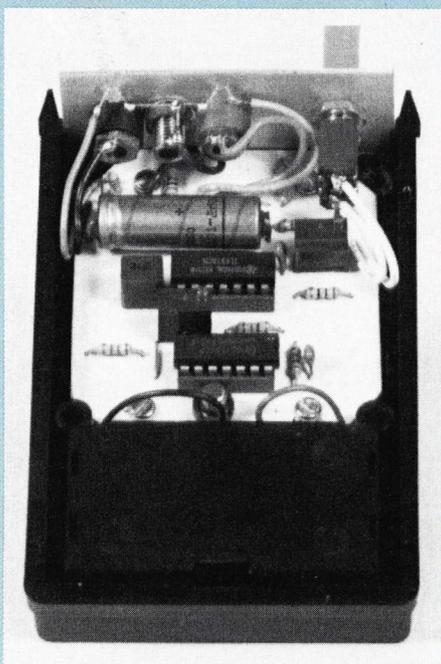
P1 - accumulateur cadmium-nickel 8,4V - 110mA type pile 9V 6F22

1 coffret MMP réf. LPA 173

2 supports 14 broches pour C1

2 douilles bananes isolées et 1 non isolée \varnothing 4mm

1 jeu de pression pour accu cadmium-nickel



UNE PILE ET DEUX TENSIONS

que les tensions de $\pm 5V$ sont bien présentes en sorties. Afin de minimiser la consommation de chaque LED de signalisation, nous avons choisi des modèles de très petites dimensions (boîtiers T 3/4) et de faible courant. (LED MV50 et 53 de General Instrument). N'importe quels autres modèles équivalents peuvent naturellement convenir. Un courant d'environ 3mA ne grèvant pas trop la consommation des circuits régulateurs positifs et négatifs et permettant une visualisation correcte, nous avons optimisé les valeurs des résistances série R4 et R8 (figure (2)) eu égard au 5V d'alimentation et à ce courant. On a :

$$\text{MV 50 Rouge} \quad U_F = 1,65V$$

$$R4 = \frac{+U - U_F}{I} = \frac{+5 - 1,65}{3.10^{-3}}$$
$$= (+) 1116\Omega$$

Nous choisirons évidemment une résistance de 1k Ω /1/4W/5%

$$\text{MV 53 jaune} \quad U_F = 2,10V$$

$$R8 = \frac{+(-U) + U_F}{I} = \frac{-5 + 2,10}{3.10^{-3}}$$
$$= (-) 966\Omega$$

Le signe (-) n'indiquant en fait uniquement que l'on se trouve sur une tension négative et que la LED doit être connectée en inverse, on utilise encore pour la résistance série une valeur de 1k Ω /1/4W/5%.

ESSAIS - REGLAGES

La référence de tension Entrée/Sortie étant le 0V (pôle négatif alimentation),

ce qui n'est pas un des moindres atouts de l'appareil, il n'y a donc pas de problèmes de masse, et dès la mise sous tension le montage doit fonctionner de suite. La procédure de réglage est des plus simples et l'on agit comme suit :

- 1) AJ1 et AJ2 au milieu de leur course.
- 2) Basculer l'interrupteur K1.
- 3) Régler AJ1 pour obtenir +5V par rapport au 0V à la sortie positive.
- 4) régler AJ2 pour obtenir -5V par rapport au 0V à la sortie négative.
- 5) Les deux LED doivent s'éclairer.

Ces réglages effectués, on immobilise les axes des ajustables par une goutte de vernis cellulosique et l'on s'assure, en remplaçant l'accumulateur P1 par une petite alimentation stabilisée variable, qu'en faisant varier la tension d'entrée de +7V à +10V, celles des sorties se maintiennent bien à $\pm 5V$.

USINAGE DU COFFRET

Pour cet appareil nous avons opté pour un petit coffret plastique de marque MMP et de référence LPA 173. Les dimensions sont 108x69x33 et il y a un logement avec porte glissière sur le dessous de prévu pour l'accumulateur. Ce coffret est donc tout indiqué pour notre réalisation d'autant plus que tout est prévu à l'intérieur pour la fixation du circuit imprimé.

Le seul usinage concerne la face avant pour monter d'une part, l'interrupteur arrêt/marche et les LED de signalisation et, d'autre part, les trois embases bananes de sorties. Pour exécuter ce travail, on se réfère au schéma de perçage à la figure (11).

NOTE

SURLA MISE HORS TENSION

Si la mise sous tension de l'appareil s'effectue simplement en basculant l'inverseur K1 ce qui alimente instantanément les deux parties positives et négatives, il est à remarquer que lors de la coupure de l'appareil, seul le +5V s'estompe instantanément, le -5V quant à lui chutant exponentiellement eu égard à la valeur du condensateur réservoir de sortie de l'alimentation à découpage. Ce phénomène se remarque aisément grâce aux deux LED de signalisation. Si ce petit problème chagrine quelques esprits, nous leur conseillons simplement pour y remédier de remplacer l'interrupteur unipolaire K1 par un modèle bi-polaire. Le premier circuit coupe l'alimentation générale (+8,4V accumulateur) et le second la tension à la sortie négative.

CONCLUSION

Nous en avons terminé avec l'étude et la description de cette petite alimentation symétrique portable. Nous espérons que cet ensemble utilitaire séduira bon nombre de lecteurs par son originalité, ses caractéristiques, sa fiabilité d'utilisation et disons-le, son faible coût. Comme nous le verrons dans un prochain article, nous l'avons employée pour le réglage et la mise au point d'un appareil millivoltmétrique de précision et elle nous a donné toute satisfaction. Nul doute que sa facilité de réalisation et son côté "autonomiste" plairont à bien des lecteurs.



EDITIONS PERIODES

3, bd Ney, 3
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.

le coup de coeur de Led

Indépendamment des grands thèmes porteurs tels que le "Compact-Disc", la réception TV par satellites, la télévision en relief, le "Sound Surround" et autres techniques d'avant-garde, le tout récent *Festival International Son et Image Vidéo*, aura été l'occasion pour certains constructeurs de présenter des réalisations à la fois originales et inédites.

On s'en doute, il est impossible de vouloir les citer toutes. Aussi, avons nous retenu celles qui nous ont paru à la fois les plus marquantes et les plus dignes d'intérêt. Cela tant en audio qu'en vidéo.

DES ENCEINTES RÉVOLUTIONNAIRES

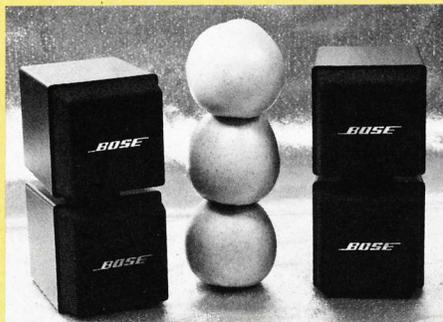
Habitué que nous sommes à la célèbre configuration "Direct Reflecting", développée voici quelques années - avec le succès que l'on connaît - par la firme BOSE, nous avons été, une fois de plus, convaincu par l'originalité du nouveau concept réalisé par ce constructeur.

Baptisé "Acoustimass" ce nouveau procédé de reproduction sonore appliqué à des enceintes acoustiques peut, sans exagération, être qualifié de "révolutionnaire".

Un terme souvent galvaudé, mais qui, dans le cas présent, trouve sa justification, non seulement au plan des résultats sonores, mais également au niveau des techniques utilisées.

Lesquelles basées sur une approche nouvelle de phénomènes acoustiques connus, a permis la mise au point d'un nouveau type d'enceinte tout à la fois miniaturisée, et d'un rendement étonnant. Notamment dans le registre grave.

En effet, le système "Acoustimass"



se compose essentiellement de deux "micro-enceintes" mesurant seulement 9,2×11,7×18,7cm et d'un élément "sub-woofer" - ce dernier spécialisé dans la restitution du grave, et de l'extrême grave, qui ne mesure que 19,2×32,1×51,3 cm. et qui présente la particularité de pouvoir se dissimuler aisément dans n'importe quel endroit de la salle d'écoute; cela, sans que se pose le moins du monde le problème de la localisation de la source sonore.

Ce qui n'est pas le cas des équipements traditionnels faisant appel à des classiques diffuseurs "satellites" chargés de la reproduction des fréquences élevées du spectre sonore. Le secret du système "Acoustimass" est simple : Il repose sur l'utilisation, au niveau du "caisson" de graves, d'une enceinte acoustique d'un type particulier, résultant de nombreuses recherches menées par les techniciens de BOSE.

Succinctement, précisons que le "caisson" de graves du système "Acoustimass" fait appel à une enceinte de faibles dimensions, équipée de deux événements : Le premier, associé à la masse d'air couplée à l'avant du cône du haut-parleur ($\varnothing = 15,2\text{cm}$) monté dans cette enceinte; le second événement, de plus grandes dimensions étant associé au volume d'air en contact avec la partie arrière du cône du même haut-parleur.

Avec, pour principales conséquences, une réduction des élongations du cône du haut-parleur - donc, diminution corrélative des distorsions engendrées par les déplacements de celui-ci - mais également un rendement excellent compte tenu que toute l'énergie acoustique est rayonnée par les événements correspondants.

Cela, dans la gamme des fréquences comprises entre 48 Hz et 150 Hz, le relais étant pris à partir de 150 Hz,

jusque 20.000 Hz, par les deux haut-parleurs de 6,4 cm de diamètre, montés l'un au-dessus de l'autre, dans deux petits cubes - ou "micro-enceintes" - référencées "Tweedler". Et qui peuvent être orientés de façon totalement indépendante, en fonction de l'acoustique du local d'écoute, pour obtenir une reproduction sonore stéréophonique véritablement "sur mesure"; y compris la célèbre configuration "Direct Reflecting" qu'il n'est plus besoin de détailler tant elle est connue des audiophiles.

DU "CD"

AU MAGNÉSCOPE

A INCRUSTATION D'IMAGE

On pouvait raisonnablement penser que tout avait été déjà réalisé en matière de "Compact-Disc". Erreur grossière, car Hitachi présentait en ce domaine deux appareils pour le moins inhabituels, du type "Slim-Line". Entendez par là, à "ligne basse"; un terme tout à fait mérité, puisque l'un des deux combinés (MXW30) groupant tuner à synthétiseur, double magnéto-cassette, amplificateur de puissance (2x30W pour le modèle MXW30; 2x50W pour le modèle MXW50), et lecteur de "Compact-Disc", ne mesure en effet que 6,5cm de hauteur, pour un encombrement de 59x30cm (LxP)! Un exploit technologique, à n'en pas douter, qu'il sera sans doute difficile d'égaliser avant longtemps.

Côté lecteurs de "Compat-Disc" plus traditionnels, pas moins de 5 nouveaux modèles étaient présentés : DA7000 et DA7200 (ce dernier avec télécommande), tous deux en configuration "Midi" (7,2x27,4x37cm). Un modèle "standard", de haute qualité (DA006), une version à accès aléatoire aux 24 mémoires de programmation (DA009); ainsi qu'un modèle à hautes performances (DA007), à télécommande, comme il se doit, et doté tout à la fois d'alimentations séparées pour les sections numériques et analogiques, et d'un mécanisme

anti-vibratoire à double suspension. Plus classiquement, citons encore un ampli-préampli (HA007) à MOS-FET délivrant 2x75W (IEC); un tuner à synthétiseur de fréquences (FT007) couvrant la gamme FM (87,5 à 108MHz), caractérisé par un taux de distorsion de seulement 0,02%; un magnétophone à double cassette (D007), permettant la copie rapide, ainsi que l'exploration des débuts de programme et la recherche de "blancs"; deux chaînes "Midi", type 28 (2x30W) et type 58 (2x50W), équipées toutes deux d'un lecteur de "Compact-Disc", la première avec enceintes acoustiques 2 voies et la seconde avec enceintes acoustiques 3 voies.

Côté TV, un intéressant téléviseur PAL/SECAM (normes L, L' B et G), doté d'un tube de 36cm de diagonale et d'un tuner à synthétiseur du type "Interbande" (permettant la réception des programmes retransmis sur réseaux câblés) permettait - moyennant certaines options - d'être converti pour la réception des programmes NTSC (3,58 et 4,43MHz) et d'être adapté à une entrée directe des signaux RVB.

Mais les nouveautés les plus marquantes se situaient incontestablement en vidéo, avec le prototype du camescope VHS "C" (VMC 30 S), disponible au cours du second semestre, équipé d'un très performant capteur MOS (2/3 de pouce), d'un macro-zoom (x6) et de deux vitesses de défilement (normale et 1/2), cette dernière autorisant 1 heure d'enregistrement sur vidéo-cassette EC.30.

Un appareil plus léger que ses concurrents (1,2kg) mesurant 10,4x15,1x19,9cm, présentant la particularité d'être doté d'un volet protecteur d'objectif, et annoncé comme ayant une définition horizontale de 450 points : une performance que l'on peut qualifier de remarquable.

Quant à la "vedette" elle était incontestablement le fait de trois nouveaux magnétoscopes (VT 250 S - VT 430 S et VT 480 S) "HQ", équipés du dispositif "P in P", autrement dit d'incrusta-

tion d'image dans l'image, par traitement numérique de celle-ci.

Un procédé très évolué au plan technique permettant de mélanger entre elles différentes sources vidéo, de mémoriser une image fixe; et dans le cas du modèle VT 480S, de déplacer, dans les 4 angles de l'écran TV, l'image incrustée, de remplacer progressivement l'image TV par l'image incrustée, ou de remplacer l'image TV par une image de synthèse.

Possibilités réservées jusqu'ici aux professionnels mais que le savoir-faire des techniciens de la firme Hitachi a permis de mettre, dès à présent, au service des utilisateurs "Grand Public".



Téléviseur couleur PAL/SECAM automatique, le CST1430.



Camescope VMC305.

le coup de coeur de Led

SYSTÈMES NETTOYEURS EN TOUS GENRES

Vue également chez BOSE, toute la gamme des systèmes nettoyeurs développés chez Track'Mate méritait également le détour.

Et en tout premier lieu la cassette nettoyante TM151, destinée aux magnétophones à cassettes, permettant, grâce à un mécanisme élaboré et à ses 5 brosses actives, de procéder à un nettoyage parfait, non seulement des têtes magnétiques, mais également du chemin de bande proprement dit.

A titre indicatif, chacune de ces brosses est constituée de quelques 7 600 fibres hygroscopiques - que l'on imprègne d'une solution nettoyante - dont la surface résultante est 200 fois supérieure à celle de tous les disposi-

tifs utilisés habituellement, tels les patins de feutre.

Destinée cette fois aux magnétoscopes (V.H.S.), la cassette nettoyante TM261 est, quant à elle, bi-valente puisque conçue pour nettoyer non-seulement les têtes vidéo tournantes, mais également les tambours rotatifs des magnétoscopes.

Opérations rendue possible grâce aux techniques développées à cet effet par Track'Mate et qui mettent en œuvre une brosse absorbante - à fibres douces, humidifiée au préalable, balayant la surface du tambour - et une autre brosse plus spécialement chargée du nettoyage du cabestan et du galet-presseur associé.

Le tout, complété par une bande humide, non abrasive, imprégnée d'alcool isopronyl pur, donc parfaitement neutre à l'égard des pièces mécaniques. Une bande constituée de fibres

continues, exemptes de résine ou autre matériau inadéquat, et qui assure l'élimination totale des moindres particules d'oxyde magnétique ou de poussières.

Le TM351 est, quant à lui, un nettoyeur spécialement étudié pour être utilisé en liaison avec les "Compact-Disc".

Lesquels exigent un minimum d'entretien si l'on veut éviter que les traces de doigts, d'humidité ou les poussières déposées à leur surface réfléchissante, ne viennent altérer la réflexion du faisceau laser d'analyse; et, par voie de conséquence, n'entraînent des problèmes de lecture des signaux numériques. Nettoyage effectué radicalement grâce à une brosse rotative, composée de 550.000 fibres ultra-fines, absorbantes et non abrasives, préalablement imprégnée de la solution de nettoyage Kodak.

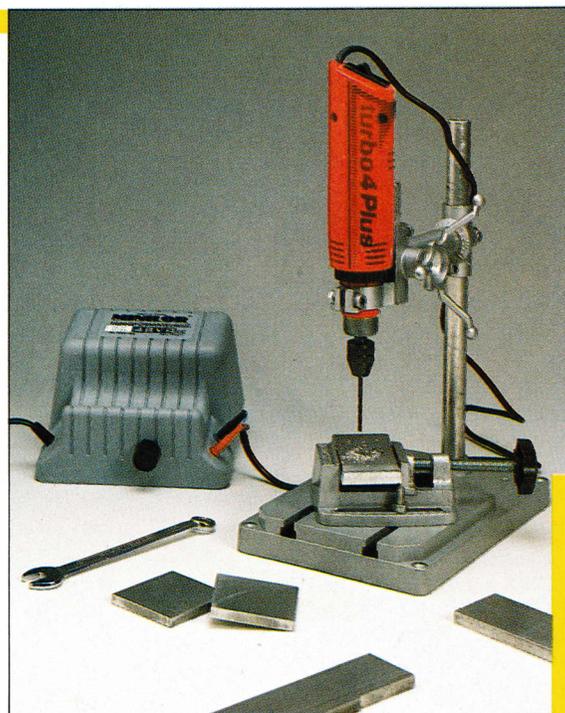
S.a.

MINILOR®

- Perceuse turbo 4 plus (réf. 10100) :
10 000 / 12 000 / 15 000 / 18 000 tr / mn. Mandrin cap Ø 3,5 mm.
Arbre monté sur roulements à billes
- Transformateur 4 tensions (réf. 10102) :
10 / 12 / 15 / 18 volts CC ÷ 48 VA
- Support (réf. 10109) : tout métal, réglable en X, Y et Z
- Etau (réf. 10110)

PERCEUSE TURBO 4 PLUS : ELLE CREUSE L'ÉCART A TOUTES VITESSES

Pratique, légère, robuste, toujours à portée de la main, la mini-perceuse Turbo 4 Plus est vraiment l'outil performant pour effectuer tous vos travaux très délicats sur du métal, du plastique, du bois, du verre...
Fabriquée en France par CEF, la gamme MINILOR



comprend un ensemble de machines et d'outils qui s'adaptent à toutes les exigences : percer - scier - tourner - fraiser - couper - poncer - graver - polir... Cette gamme cohérente, décrite sur tarifs et documentation complets et précis, est commercialisée par :

La qualité sur stock au meilleur prix **SOAMET s.a.**

10, bd F.-Hostachy, 78290 Croissy-sur-Seine. Tél. : (1) 39.76.24.37 / 45.72

Si l'on en juge par la qualité et l'avance technologique de ses produits, la firme Toshiba fait aujourd'hui, incontestablement, figure de leader sur le marché de l'électronique "grand public". Cela, non seulement en audio, mais également en télévision et en vidéo, où l'originalité des concepts, la qualité du "design" et le choix de solutions techniques "up to date" sont autant d'éléments positifs.

UN "COMPACT" PAS COMME LES AUTRES

En audio Toshiba donne indiscutablement le ton avec son lecteur de compact-disc XR-9457. Un appareil qui se veut "portable", mais qui peut également s'utiliser comme modèle de "salon", ou même, être utilisé en voiture, moyennant une alimentation adéquate.

Tout ceci avec possibilités de télécommander ses diverses fonctions, d'accéder aux plages enregistrées, ou, encore, de les répéter, ou de les rechercher auditivement. Et dans les meilleures conditions de lecture possible, car l'appareil est équipé d'un système laser à trois faisceaux dont les performances techniques sont bien connues.

SIX RADIO-CASSETTES "UP TO DATE"

Les fervents de l'enregistrement magnétique sont, eux aussi, favorisés: en effet, Toshiba ne leur propose pas moins de six types de radio-cassettes allant du lecteur à inversion automatique, avec tuner AM/FM stéréo, (KT 4047), au modèle avec tuner à synthétiseur - FM, PO, GO, OC (RT 8046), ne comportant pas moins de 5 mémoires par gamme d'ondes, en passant par une version à double cassette (RT 7066), également à tuner à synthétiseur et présentant la particularité de permettre la copie à vitesse accélérée: une caractéristique partagée par les modèles RT 8037 - équipés d'enceintes acoustiques détachables, à 2 voies - et RT 8067, ce dernier étant

doté d'un clavier à touches "douces". Deux appareils très performants qui ne doivent toutefois pas faire oublier le KT 4177, un radio-lecteur de cassettes (AM/FM) ultra compact, compatible "Métal" et doté d'un réducteur de bruit "Dolby B".

UNE "MIDI" 2x50 WATTS

"Vedette" à part entière, la chaîne "Midi", "System V37" constitue également un ensemble particulièrement attractif, compte tenu de ses performances et de sa composition.

Qu'on en juge plutôt: Celle-ci comporte en effet, outre un tuner à synthétiseur, un amplificateur Hi-Fi de 2x50 watts - ce qui constitue encore une rareté dans ce domaine -, un égaliseur de fréquences à 5 bandes, un magnétophone à double-cassette et "Dolby B", une table de lecture, à transmission par courroie, équipée d'une tête de lecture magnétique et deux enceintes acoustiques à 3 voies. Et, pour couronner le tout, un système "Surround" répondant aux impératifs des plus exigeants en matière de reproduction sonore tri-dimensionnelle.

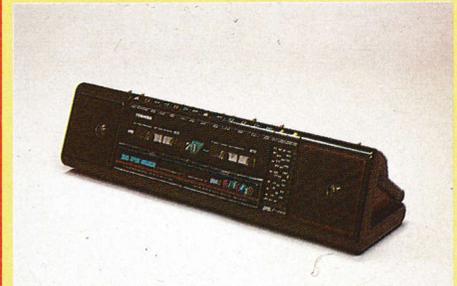
TÉLÉVISEUR : ÉCRANS PLATS ET "COINS CARRÉS"

Fournisseur, à l'échelon mondial, de tubes pour téléviseurs couleurs de la dernière génération - écrans plats et "coins carrés" -, Toshiba se devait de montrer son savoir-faire au plan des produits destinés au marché.

La réponse nous est donnée par deux modèles de téléviseurs: Un "grand écran" (70cm de diagonale), référé-



Un compact pas comme les autres : le XR-9457.



Radio-cassette équipé d'un clavier à touches "douces".



Radio-cassette avec tuner à synthétiseur, FM, PO, GO, OC.



La chaîne "MIDI" système V37.

TOSHIBA: des technologies de pointe

rencé 289 R6F, et un "moyen écran" (53cm de diagonale), référencé 219 R6F.

Tous deux, des multistandards (SECAM L, PAL B/G, SECAM B/G) avec des caractéristiques très intéressantes, telles que l'affichage des divers réglages sur l'écran (lumière, couleur, contraste, numéro du canal de réception, indication du standard, niveau sonore, graves, aigües, balance...), et la possibilité de générer un son "multispatial".

Autres particularités à noter : Coupure automatique programmable de l'alimentation du téléviseur (à 30, 60, 90, 120 minutes), et amplificateur stéréo 2x5 watts efficaces.

Avec, en prime à tous ces perfectionnements, une esthétique du meilleur goût, et, bien entendu, des images d'une qualité tout à fait remarquable.

LE STYLE "LIGNE BASSE"

POUR

LES MAGNÉTOSCOPES

Combinant le chargement frontal motorisé et la "ligne basse" (9,5cm seulement de hauteur), la nouvelle gamme de magnétoscopes ne comporte pas moins de 7 modèles différents.

Tous à télécommande infra-rouge, dont 4 à façade noir (V 81 F, V 83 F, V 85 F et V 88 F), 1 à façade anthracite (V 84F), et 1 à façade "Silver" (MCV 105), le plus sophistiqué, le V 85 F étant équipé de circuits permettant la lecture de vidéo-cassettes pré-enregistrées selon le système Dolby stéréo et présentant les caractéristiques suivantes :

- programmation de 4 enregistrements sur 14 jours;
- 16 canaux mémorisables;
- toutes commandes disposées en façade;
- compatibilité de réception "Canal Plus";
- recherche rapide AV/AR, lecture accélérée, arrêt sur image, lecture image par image.



Gamescope compact SK-60 FK au format V.H.S. "C".

UN CAMESCOPE

"COMPACT"

Les passionnés de "vidéo légère" seront, quant à eux, heureux d'apprendre que Toshiba met, dès à présent, à leur disposition un camescope "compact", (SK-60F), au format V.H.S. "C", rassemblant les derniers perfectionnements technologiques : capteur d'images C.C.D; circuits "HQ" pour la section magnétoscope, double vitesse de défilement (normale et longue durée) autorisant jusqu'à une heure d'autonomie d'enregistrement avec une vidéo-cassette EC-30; macro-zoom motorisé (9/54mm de focale) de haute luminosité (F/1,2), autorisant des prises de vues avec un éclairage de seulement 15 lux; viseur électronique permettant le

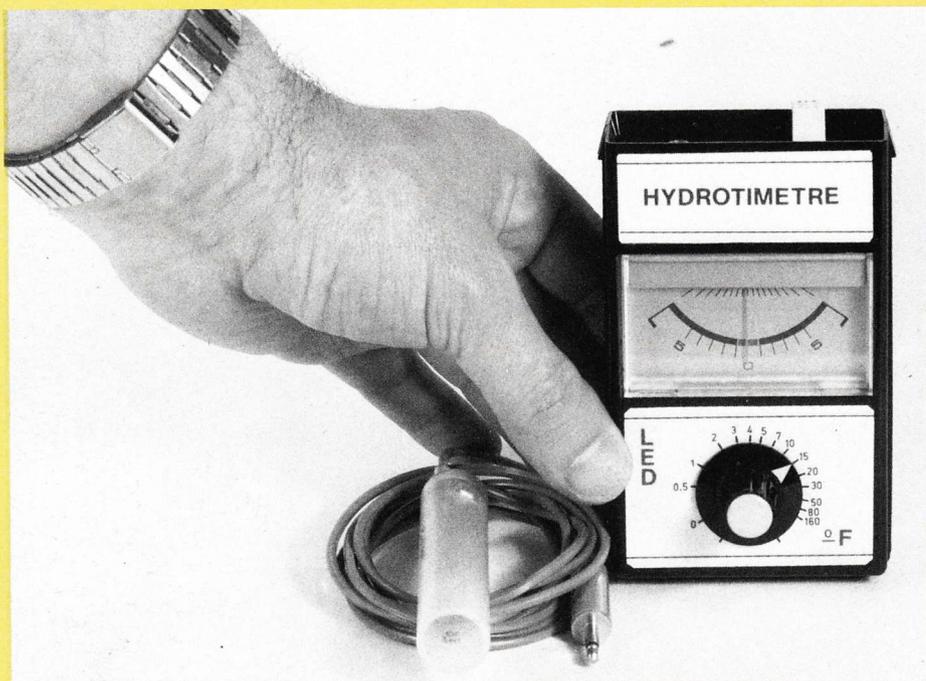
contrôle instantané "sur le terrain" des enregistrements venant d'être effectués; recherche visuelle accélérée, arrêt sur image, etc...

Un appareil très performant donc, dont le poids n'est que de 1,4kg et qui est proposé avec une gamme d'accessoires destinés à permettre son utilisation en toutes circonstances : modulateur U.H.F. pour la liaison directe avec l'entrée antenne d'un téléviseur; adaptateur secteur; batterie grande capacité (1 heure de fonctionnement); boîtier adaptateur pour transfert des vidéo-cassettes V.H.S. "C" sur un magnétoscope de salon; câble de liaison audio/vidéo; pare-soleil; capuchon d'objectif...

L'idéal en quelque sorte pour tous les "chasseurs d'images" épris de vidéo et de technique d'avant-garde.

C.D.

HYDROTIMETRE



L'appareil dont nous proposons l'étude et la description permet d'évaluer la teneur de l'eau en sels de chaux et de magnésie qui déterminent sa dureté ou sa douceur, ce qu'en langage courant on appelle sa teneur en calcaire. Si ce terme, scientifiquement incorrect est souvent utilisé c'est parce qu'il indique la différence essentielle au niveau domestique, existant entre des eaux de provenance diverse. Les eaux s'échelonnent généralement de 0°F à plus de 60°F pour les eaux usuelles de conduite et peuvent atteindre 140°F voire parfois plus pour des eaux spéciales dites minérales.

Il est bien évident que si certaines eaux sont impropres à la consommation, d'autres le sont pour l'utilisation domestique. aussi est-il relativement important de connaître la teneur en sels minéraux d'une eau quelconque par mesure de sa conductibilité électrique. Mais tout d'abord, qu'est-ce que le degré hydrotimétrique, quel est son unité de mesure et que représente-t-il exactement?

LE TITRE HYDROTIMETRIQUE

Il s'agit d'un terme usuel qui peut se traduire encore par dureté hydrotimétrique ou degré hydrotimétrique et qui indique de façon globale aussi bien la teneur en calcium et en magnésium, ce qui détermine qu'une eau est dure ou non. Par ailleurs, il faut remarquer que d'autres éléments tels que bicar-

bonates et sulfates pour les principaux influencent aussi cette dureté. Encore faut-il signaler qu'il existe différentes analyses de titre hydrotimétrique, calcique, permanent, temporaire, dureté carbonatée qui indiquent chacun une teneur spécifique ou globale en sels minéraux. Sans nous étendre sur ces différentes mesures, dont les définitions et paramètres exacts sortent du cadre de cet article et de notre réalisation, il est bon quand même de connaître à quoi correspondent ces différentes appellations.

Comme nous l'avons dit, la plupart des eaux naturelles contiennent des sels minéraux que l'on retrouve dans l'eau de conduite. Il s'agit le plus souvent de sulfates, de chlorures et de bicarbonates de calcium et de magnésium. Ces sels sont responsables de la DURETÉ TOTALE de l'eau. Les bicarbonates qui disparaissent à l'ébullition en se transformant en produits non solubles qui précipitent donnent à l'eau sa DURETÉ CARBONATÉE encore appelée DURETÉ TEMPORAIRE. Enfin, la DURETÉ PERMANENTE est principalement due aux chlorures et aux sulfates de calcium et de magnésium que l'on ne peut pas éliminer par ébullition. Cette dureté correspond à la différence entre la dureté totale et la dureté carbonatée.

L'UNITÉ DE MESURE

Le titre hydrotimétrique (TH) ou dureté totale possède des unités de mesure différentes selon les pays et il faut se méfier des équivalences ou correspondances qui peuvent prêter à confusion. La mesure de degré hydrotimétrique en unités françaises et étrangères est définie comme suit :

1 degré français =

$1^\circ\text{F} = \text{TH} = 10\text{mg/l de Ca Co}_3$

1 degré allemand =

$\text{dH} = 10\text{mg/l de CaO}$

1 degré anglais = $14,3\text{ mg/l de Ca Co}_3$

1 degré américain =

$1\text{p.p.m.} = 1\text{mg/l de Ca Co}_3$

De tout ceci il résulte que seul le degré français nous intéresse et notre hydrotimètre indiquera donc la dureté to-

J'ANALYSE POUR VOUS

tale en degrés français, soit le symbole °F.

QUE REPRESENTE CETTE DURETE ?

Si, sur le plan purement théorique, la mesure de la dureté par conductibilité n'est pas aussi rationnelle que les différentes méthodes d'analyses chimiques, notamment par réactif de titrage et colcrimétrie, elle est beaucoup plus pratique et rapide. Cependant, il faut savoir que cette mesure chimique ne permet de prendre en compte que les sels de calcium et de magnésium et non ceux de sodium qui, pour la mesure électrique sont venus s'ajouter faussant légèrement la dureté totale. Mais que le lecteur se rassure cependant, la teneur en sodium des principales eaux de source ou de conduite est très faible eu égard à la somme calcium-magnésium. Il convient alors de considérer les mesures de titre hydrotimétrique en fonction du qualificatif employé pour la définition de dureté. L'on a :

0°F => eau distillée ou bi-permutée
0°F à 5°F = eau très douce
6°F à 10°F = eau douce
11°F à 15°F = eau moyennement dure
16°F à 20°F = eau dure
21°F à 40°F = eau très dure
41°F à 60°F = eau impropre à tout usage domestique

Naturellement, si l'eau du robinet ne dépasse pratiquement jamais les 40°F, ce qui pose déjà de sérieux problèmes relatifs à l'entartrage des chauffe-eau et des conduites, il existe un grand nombre d'eaux de sources, dites eaux minérales, qui titrent à un degré supérieur à 40°F. Lors du chapitre consacré à l'étalonnage de l'appareil nous proposerons deux tableaux des principales eaux de sources et minérales et verrons les énormes différences qu'il peut y avoir au niveau qualitatif pour des eaux de boisson aptes aux soins de certaines affections. Pour les extrêmes, citons d'une part l'eau minérale VITTEL source HEPAR qui a un taux de calcium de

596 mg/l et d'autre part la MONT-ROUCOUS dont le taux est de 0.46 mg/l.

PRESENTATION DE L'APPAREIL

De petites dimensions, 108×69×33, il tient facilement dans la main et se manipule aisément. Après branchement de la sonde de mesure par l'intermédiaire d'une petite fiche, il suffit d'appuyer sur le poussoir fugitif d'arrêt/marche pour voir se déplacer d'un bord à l'autre, l'aiguille d'un galvanomètre à zéro central. Il ne reste alors qu'à tourner doucement le bouton central et effectuer le zéro, aiguille au centre du galvanomètre sur la position 0. La mesure en °F du titre hydrotimétrique de l'eau considérée se lit alors directement devant l'index du bouton de réglage. C'est très simple, très rapide et facile d'emploi.

Il faut quand même préciser que la mesure de la dureté totale étant à caractère logarithmique, la graduation du potentiomètre de réglage ne peut être linéaire. Fort heureusement, la majeure partie de l'échelle de mesure est dilatée de 0°F à environ 50°F ce qui promet une grande sensibilité et une bonne précision dans cette gamme qui, rappelons-le, correspond à la majorité des eaux usuelles. Afin de corroborer cette affirmation, nous donnons dans le petit tableau ci-dessous une liste, nullement exhaustive, de dureté de quelques eaux que l'on peut rencontrer en divers coins de France.

Dans la région parisienne, l'eau du robinet se situe entre 20°F et 28°F, elle est par contre très douce pour cer-

taines sources de l'Ardèche ou à St-Etienne avec 1°F à 2.5°F et si quelques valeurs maximales de l'ordre de 50°F se trouvent à Pont-à-Mousson avec 55°F ou L'isle-Adam avec 59°F, la palme revient cependant à certaines eaux de Poissy qui peuvent atteindre 72°F!

PRINCIPE DE LA MESURE

C'est un principe très simple qui régit le fonctionnement de l'hydrotimètre. Comme on le sait, l'eau distillée est chimiquement pure et donc très mauvais conducteur de l'électricité. Par contre dès que l'eau présente des sels minéraux, il est clair que la conductibilité augmente en rapport avec le pourcentage des sels dissous et la résistivité chute. Il suffit donc simplement d'optimiser un petit circuit électronique de précision permettant de mesurer, soit la conductibilité, soit encore la résistivité et d'en déduire par un étalonnage adéquate le degré de minéralisation, donc de dureté de l'eau.

A seule fin de minimiser le coût et l'encombrement de l'appareil, tout en garantissant la précision de mesure, nous avons écarté l'emploi d'un galvanomètre à cadre mobile, précis certes, mais combien fragile et coûteux. Nous nous sommes donc tournés vers le principe de la mesure par pont d'équilibre afin d'équiper l'hydrotimètre d'un appareil style vu-mètre à zéro central. Le pont de mesure n'est autre qu'un pont de wheatstone et le principe de fonctionnement réside donc à effectuer l'équilibre de celui-ci ce qui se traduit par un courant nul sur le galvanomètre, donc aiguille au zéro. Naturellement, pour cela il faut, d'une part, que la sonde de mesure soit plongée

Titre hydrotimétrique TH	Lieu		
16°F		Troyes	
20°F		Charleville-Mézières	
23°F		Marseille	
28°F		Montpellier	
30°F		Bézier	
38°F		Metz	
41°F		Agde	
48°F		Crépy-en-Valois	
52°F		Corbarieu	
1°F	Vals les Bains		
5°F	Quiberon		
8°F	Tulle		
11°F	Ajaccio		

dans l'eau à mesurer et que le réglage d'équilibre soit assuré correctement, ce qui implique, d'autre part, que le pont de wheatstone soit alimenté convenablement. Nous en arrivons alors au circuit à éviter pour cette application.

LE MONTAGE A NE PAS FAIRE

Si l'on essaie de mesurer la résistivité de l'eau, c'est-à-dire sa conductibilité eu égard aux sels minéraux qu'elle contient avec un appareil alimenté en courant continu, il y a de très fortes chances pour que la mesure soit faussée à cause de la polarisation des électrodes de la sonde. En effet, celles-ci, tel un voltamètre se recouvrent aussitôt d'une fine couche de bulles d'oxygène et d'hydrogène sur la cathode, comme lors d'une expérience sur l'électrolyse de l'eau. Le pont de wheatstone ne doit pas être alimenté à l'aide d'une tension continue, mais par une tension alternative de quelque 1000 à 2000 Hz, avec une forme d'onde si possible sinusoïdale. De cette façon on ne risque pas la polarisation des électrodes de la sonde et la mesure se trouve garantie.

SYNOPTIQUE DE PRINCIPE

On le trouve représenté à la figure (1). Il est bien évident que pour bénéficier d'alternances positives et négatives par rapport à la référence 0V, il nous faut une tension d'alimentation symétrique. Pour diverses considérations d'ordre pratique que nous justifierons plus après, nous avons opté pour l'alimentation symétrique la plus simple qui soit, en l'occurrence deux petites piles miniatures 6V alcalines connectées en opposition.

Dès lors les alternances positives et négatives des sinusoïdes sont appliquées sur deux branches du pont de wheatstone alimentant celui-ci en alternatif. Sur les deux autres branches on recueille le signal de sortie qui, rappelons-le, doit être nul si le pont est à l'équilibre. Le capteur étant plongé

dans l'eau, cet équilibre s'effectue par l'intermédiaire du potentiomètre P et de l'ajustable R.

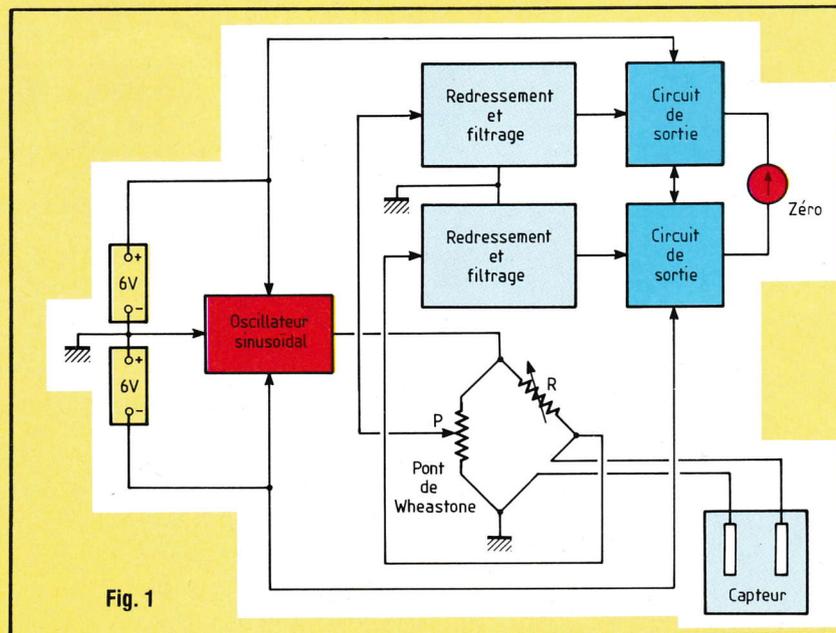
Naturellement lorsque le pont n'est pas à l'équilibre, la sortie est non nulle et le signal alternatif. Il est donc nécessaire de redresser et filtrer celui-ci en vu d'attaquer le galvanomètre à zéro central qui est un modèle continu et non alternatif. Il faut donc deux cellules de redressement et filtrage, chacune correspondant à une extrémité du pont d'équilibre. Comme en sortie de chaque cellule, le courant est trop faible, pour faire dévier correctement l'indicateur à aiguille de résistance 850Ω , il faut prévoir deux montages amplificateurs identiques permettant d'initialiser correctement l'appareil. Il s'agit donc des deux circuits de sortie que nous trouvons sur le synoptique de la figure (1).

SCHEMA ELECTRIQUE

le schéma électrique au complet est donné à la figure (2). On retrouve les différentes parties que nous venons d'énoncer. En premier lieu l'alimentation symétrique qui est donc élaborée à l'aide de deux petites piles 6V alcaline. Nous avons choisi le modèle UCAR A544 que l'on peut se procurer

facilement et dont les dimensions permettent de les loger directement sur le circuit imprimé. Comme elles sont montées en opposition, le point commun représente donc la masse ou encore la référence 0V et il est bien évident que, d'une part, afin d'isoler les deux piles l'une de l'autre et, d'autre part, d'isoler chacune du montage de mesure, il faut prévoir un interrupteur bipolaire à deux circuits indépendants. Comme nous avons vu lors de la présentation de l'appareil que l'hydrotimètre n'est mis en marche qu'à la demande lors de la mesure, le poussoir bipolaire est donc un modèle fugitif à deux contacts travail électriquement séparés. Lorsque l'on appuie sur K1, la tension symétrique $\pm 6V$ parvient sur le circuit électronique de mesure, le rebouclage s'effectuant par la masse, commune à tout le montage.

Le circuit oscillateur est organisé autour du circuit intégré IC1. Il s'agit d'un oscillateur sinusoïdal à filtre sélectif, ce qui implique que le gain de l'amplificateur doit être légèrement supérieur à l'affaiblissement provoqué par le filtre et la tension ramenée à l'entrée doit tomber en phase. A la sortie 6 de IC1 le signal est sinusoïdal avec alternances positives et négatives de références par rapport à la masse.



Enfin, sur ce schéma électrique, on remarque de suite les deux cellules redresseuses alimentées par P1, AJ1 et S1, cet ensemble forme donc, comme l'on s'en doute, les branches du pont de wheastone. En sortie des deux cellules redresseuses, comme nous l'avons dit, nous trouvons les deux amplificateurs opérationnels IC2 et IC3 montés en amplificateurs suiveurs de gain unitaire. Notons que les trois amplificateurs opérationnels IC1, IC2 et IC3 sont alimentés symétriquement par rapport à la masse.

L'OSCILLATEUR SINUSOÏDAL RETENU

Il est représenté à la figure (3) et il s'agit d'un montage à pont de WIEN. Pour qu'il y ait oscillation et si l'on désire une tension de sortie V_s sans tension d'entrée V_e , il faut et il suffit que V_s ne soit pas nulle lorsque $V_e = 0$. Pour cela le gain du dispositif doit être théoriquement infini. On a alors :

$$G = \frac{V_s}{V_e} = \frac{A}{1 \pm AR}$$

Avec $V_e =$ tension à l'entrée du circuit

V_s = tension à la sortie du circuit

A = Amplificateur

R = Circuit de réaction

Comme A ne peut être ∞ il faut donc avoir $AR = \pm 1$. On appelle cette équation "fonction de transfert" et à partir de cette fonction on aboutit à une équation différentielle à coefficient constant. Deux cas peuvent alors se présenter :

- 1) Si les racines sont réelles, on a des oscillations de relaxations.
- 2) Si les racines sont imaginaires, on a des oscillations sinusoïdales.

L'oscillateur de la figure (3) délivre un signal sinusoïdal et utilise comme élément non linéaire, deux diodes D montées tête-bêche qui servent à écrêter la contre réaction. La sinusoïde obtenue en sortie est donc quelque peu déformée au voisinage du zéro, ce qui n'est d'aucune importance pour l'application envisagée. L'avantage d'un tel montage est qu'il est relativement stable, surtout en amplitude et qu'il garantit donc une tension de sortie constante. Bien sûr l'alimentation symétrique doit être constante elle aussi, c'est pourquoi nous avons utilisé deux piles alcalines identiques.

Maintenant, en ce qui concerne la fré-

quence de sortie, elle est uniquement fonction des éléments extérieurs R et C. Ceux-ci doivent être de bonne qualité, grande précision surtout en ce qui concerne les résistances et excellente stabilité dans le temps. On optera pour les condensateurs C de modèle au polystyrène métallisé, très appréciés pour leur excellente stabilité et leur tolérance standard de $\pm 2,5\%$ pour un coefficient de température de 150 ppm ou mieux encore pour des condensateurs de précision à $\pm 1\%$. En ce qui concerne les résistances R et R', il faut choisir uniquement des résistances de précision dans la gamme E96 de tolérance $\pm 1\%$. Nous recommandons le modèle MR 25 COGECO de puissance 0,3W. La stabilité est de 50 ppm.

La fréquence d'oscillation est alors donnée par la formule :

$$F = \frac{1}{2\pi \cdot R \cdot C}$$

avec = F en Hertz

R en Ohm = $10k\Omega \pm 1\%$

C en Farad = $10nF \pm 1\%$
ou $\pm 2,5\%$

On a donc :

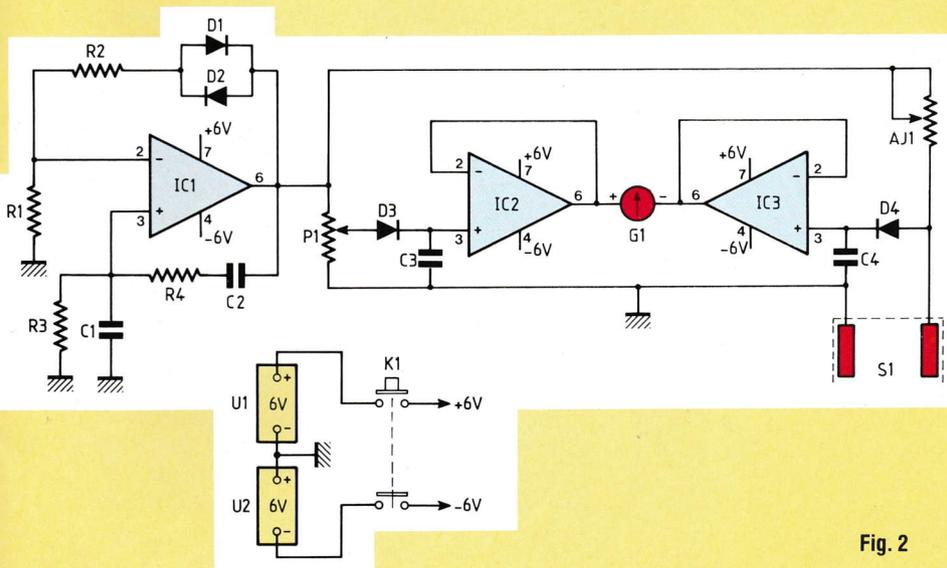


Fig. 2

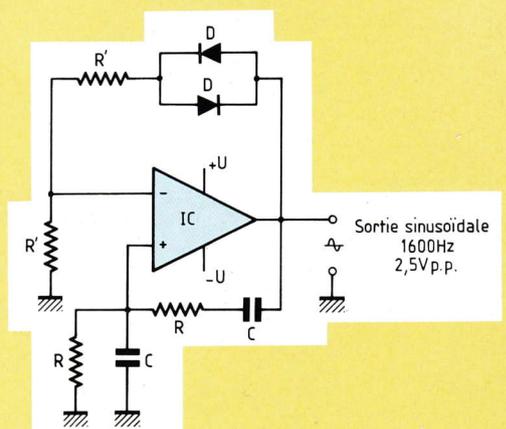


Fig. 3

$$F = \frac{1}{2 \times 3.14 \times 10^4 \times 10^{-8}}$$

$$= \frac{1}{6.28 \times 10^{-4}} = \frac{10^4}{6.28}$$

d'où $F = 1592.3\text{Hz}$

Sur notre prototype nous avons relevé une fréquence de 1600Hz, le signal étant de 2.5V crête-crête.

LE PONT DE MESURE

Le principe de base est celui du pont de wheatstone alimenté en continu. Soit le schéma de la figure (4) ou les quatre résistances R1, R2, R3, R4 sont montées deux à deux en pont et alimentées en deux points diamétralement opposés à l'aide d'une tension continue stabilisée. Les deux autres points que nous avons baptisés, respectivement x et y permettent une mesure de tension. Considérons alors comme référence 0V le pôle négatif de l'alimentation et appliquons la loi d'Ohm pour la première branche R1 - R2 de ce montage. On a :

$$U = R1 \cdot I_1 + R2 \cdot I_1 = I_1(R1 + R2) \quad (1)$$

$$U_1 = R2 \cdot I_1 \Rightarrow I_1 = \frac{U_1}{R2}$$

Ceci est vrai si aucun courant n'est prélevé au point x. Remplaçons I_1 par sa valeur dans l'équation (1).

$$U = \frac{U_1}{R2} (R1 + R2) \quad (2)$$

Faisons de même pour la seconde branche R3 - R4 du montage.

$$U = R4 \cdot I_2 + R3 \cdot I_2 = I_2 (R3 + R4) \quad (3)$$

$$U_2 = R3 \cdot I_2 \Rightarrow I_2 = \frac{U_2}{R3}$$

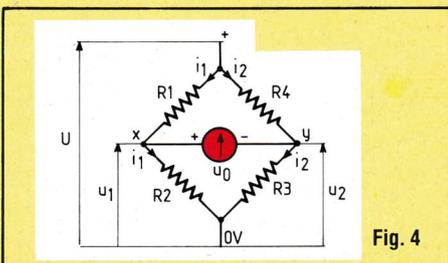


Fig. 4

Remplaçons I_2 par sa valeur dans la relation (3)

$$U = \frac{U_2}{R3} (R3 + R4) \quad (4)$$

Faisons l'équivalence des deux identités (2) et (4).

$$U = \frac{U_2}{R3} (R3 + R4)$$

$$= \frac{U_1}{R2} (R1 + R2)$$

La condition sine qua non d'équilibre de notre pont est naturellement $U_0 = 0$, ce qui nous permet d'écrire :

$$U_0 = 0 \Rightarrow U_1 = U_2$$

$$\frac{R3 - R4}{R3} = \frac{R1 - R2}{R2}$$

$$\Rightarrow R2 (R3 + R4) = R3 (R1 + R2)$$

Développons cette dernière identité et simplifions :

$$R2 \cdot R3 + R2 \cdot R4 = R3 \cdot R1 + R3 \cdot R2$$

$$d'où : R2 \cdot R4 = R3 \cdot R1$$

Nous voyons donc que pour avoir $U_0 = 0$, c'est-à-dire une tension nulle entre les deux points x et y, il faut et il suffit que les produits en croix des résistances soient égaux.

Nous obtiendrons donc l'équilibre du pont pour :

$$R1 = R3 \quad \text{et} \quad R2 = R4$$

Afin de pouvoir accéder, d'une part, à la mesure, et d'autre part, au réglage de l'équilibre du pont, il est nécessaire de modifier quelque peu l'arrangement électrique de celui-ci.

Soit le schéma de la figure (5) où l'on voit que la branche résistive R1-R2 est remplacée par un potentiomètre P, et celle R3-R4 par un ensemble d'ajustage et de mesure. Le réglage est confié à l'ajustable R4 et la mesure à la sonde S. En fait, cette dernière correspond à la mesure de résistivité du liquide comme nous l'avons déjà indiqué par ailleurs. Le pont est naturellement à l'équilibre pour :

$$R2 \cdot R4 = R1 \cdot R3$$

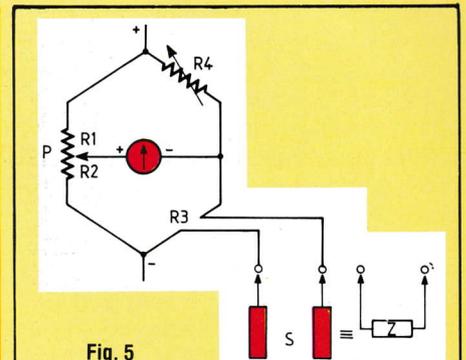


Fig. 5

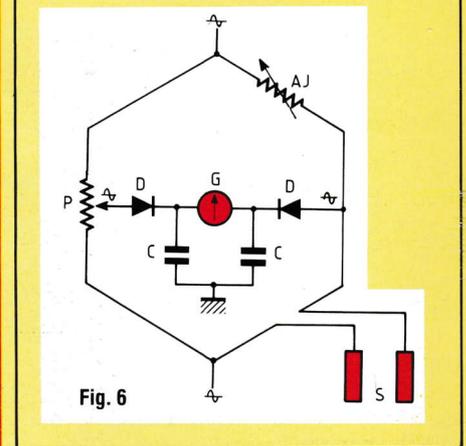


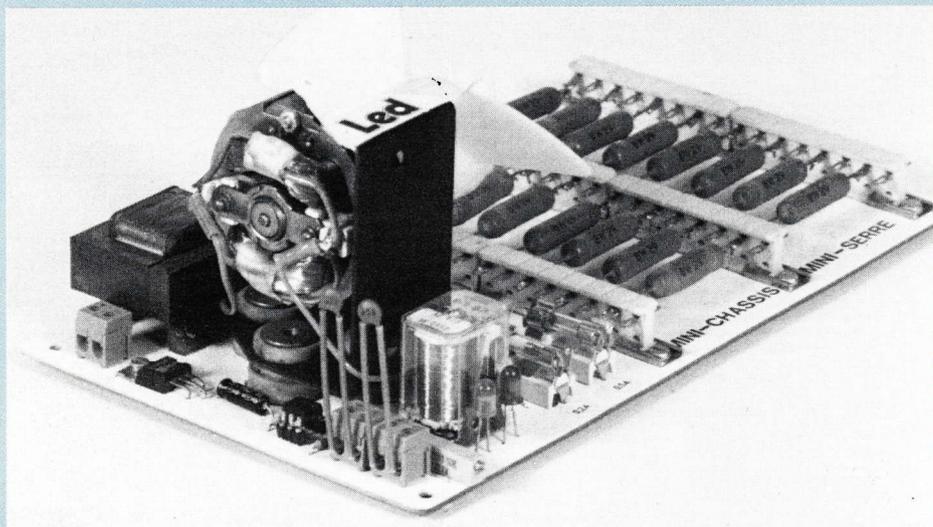
Fig. 6

Nous avons vu qu'il n'était nullement question d'effectuer la mesure en continu à cause de la polarisation des électrodes du capteur. Le pont d'équilibre est donc alimenté en alternatif comme le montre la figure (6). De plus, afin de pouvoir utiliser un vu-mètre continu pour l'indication de l'équilibre, on remarque qu'il est rajouté par rapport au montage d'étude précédent, deux ensembles de redressement, deux ensembles de filtrage des plus rudimentaires. Les deux potentiels médians à comparer sont redressés par les diodes au silicium D et filtrés par les condensateurs au polyester ou polycarbonate C.

Enfin, comme nous le verrons sur le schéma donné à la figure (7), les deux tensions continues sont appliquées chacune à l'entrée non inverseuse d'un amplificateur de type opérationnel monté en suiveur de tension. Lorsque les tensions en sortie de A1 et A2 sont d'égales valeurs, G1 indique zéro.

à suivre...

THERMO-VENTILATEUR AUTOMATIQUE



Bien que pouvant être représenté par les initiales T.V.A., le montage n'a rien à voir avec la taxe à la valeur ajoutée, et si certains le taxeront de T.G.V., son ventilateur proposant une certaine analogie avec le mode de propulsion par turbine et coussin d'air des premiers trains aéroglossiers expérimentaux, aujourd'hui abandonnés, il n'en demeure pas moins qu'il s'agit du «Thermo-ventilateur automatique», un montage remplaçant avantageusement le vent sous toutes ses formes et qui, correctement réglé, peut même prétendre supplanter un mini-phénomène tropical.

L'appareil recréant le double phénomène climatique de vent et de chaleur comprend deux parties distinctes liées par un automatisme adéquat. Deux mesures séparées permettent l'enclenchement de l'un ou l'autre phénomène qui ne peuvent donc naturellement pas avoir lieu en même temps. Lorsque la surveillance mesure une chaleur par trop importante, la ventilation entre en action et le chauffage stoppe. Quand la surveillance indique que l'air est devenu trop frais, la ventilation cesse et le chauffage revient. En outre, un réglage fin permet d'ajuster précisément l'écart

de température mesuré par chaque capteur, afin de permettre un enclenchement-déclenchement sur mesure.

Le système se présente donc sous la forme d'une carte imprimée comportant d'une part le circuit de mesure et de contrôle et d'autre part le ventilateur de climatisation et le système de chauffage.

SYNOPTIQUE DE L'APPAREIL

Il est donné à la figure (1) et malgré l'apparente simplicité de la description précédente, le système comprend de

nombreux circuits différents. Laissons de côté le transformateur d'isolement dont nous aurons l'occasion de reparler et intéressons-nous plus particulièrement aux différentes parties.

1. Le circuit d'alimentation et le redressement-filtrage est un système traditionnel avec transformateur. En sortie, nous trouvons une régulation de tension par circuit intégré qui fournit une tension stabilisée de + 12 V.

2. Le circuit de surveillance comprend deux capteurs de température qui mesurent en permanence l'écart entre eux. Celui-ci est optimisé à $\pm 1^\circ \text{C}$ mais peut être réglé par l'intermédiaire d'un ajustable multitours de précision. Cet écart permet l'enclenchement de la ventilation au détriment du chauffage et vice-versa. Il y a donc comparaison permanente de température et il est évident que les deux capteurs doivent être situés dans des endroits différents.

3. Le relais de sortie permet d'une part d'effectuer l'enclenchement-déclenchement ventilation/chauffage et d'autre part d'initialiser deux LED de signalisation qui indiquent à tous moments le système de climatisation, aération ou chauffe.

Comme nous le voyons sur le synoptique de l'appareil, si l'électronique est alimentée avec la tension régulée de + 12 V, le chauffage et la ventilation nécessitent une tension alternative. Celle-ci, pour des raisons que nous évoquerons plus loin a été choisie de 120 V. Chaque circuit, chauffage ou ventilation, est protégé par des fusibles.

SCHEMA ELECTRIQUE DU THERMO-VENTILATEUR

On le trouve représenté à la figure (2). L'appareil nécessite un nombre restreint de composants et trois matériels principaux, à savoir :

1. Le transformateur d'alimentation qui est un modèle pour circuit imprimé 220 V/24 V/3 VA.
2. Le mini-ventilateur 110/220 V alternatif.
3. L'ensemble de chauffage constitué de résistances bobinées de puissance,

L'ALIZE SUR COMMANDE

de 22 Ω ou 27 Ω , 8 W chacune dont la mise en série assure une résistance globale de 430 à 440 Ω .

A l'instar de ces trois ensembles, le reste du matériel est constitué de petits composants qui régissent chacun un fonctionnement bien déterminé. On reconnaît très facilement sur ce schéma les différentes parties constitutives de l'appareil. En premier lieu, l'alimentation stabilisée dorénavant bien connue de tous les lecteurs et dont l'astuce principale pour cette application, réside dans l'emploi d'un transformateur d'alimentation, de type tout à fait standard certes, mais fonctionnant et délivrant, comme nous allons le voir, avec des grandeurs différentes de celles préconisées initialement.

En second lieu, on trouve les deux capteurs de température qui sont des modèles à oxydes frittés, autrement dit des éléments à coefficient de température négatif, encore appelés CTN ou thermistances. Un montage potentiométrique permet de consigner l'écart

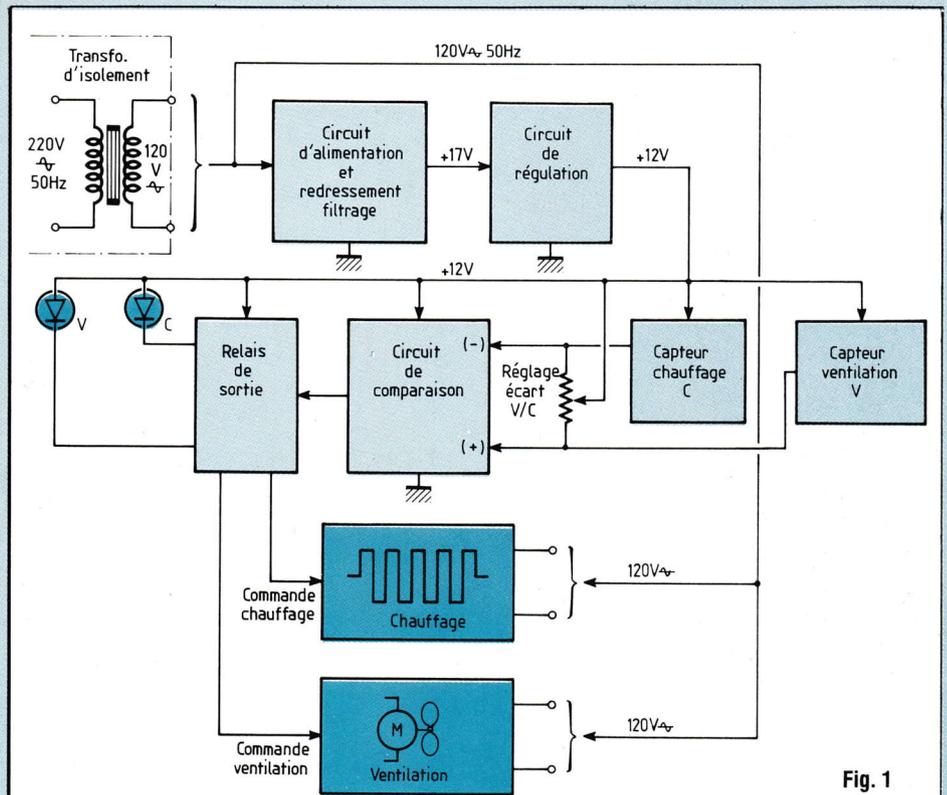
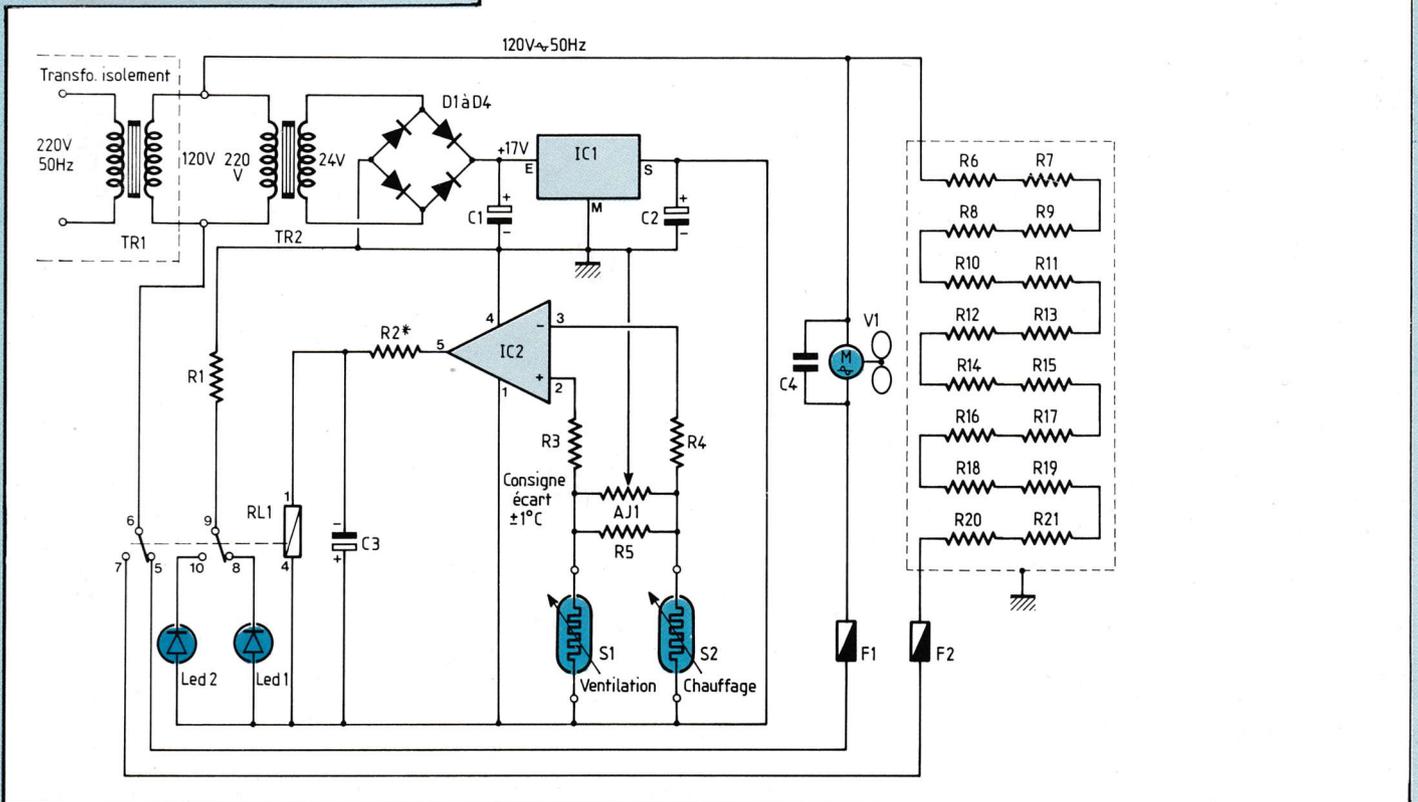


Fig. 1



de température mesuré par chacune d'elle.

Puis on trouve un comparateur à amplificateur opérationnel d'un type un peu spécial et pour lequel les deux informations en provenance des capteurs de température sont respectivement appliquées sur les bornes inverseuses et non-inverseuses.

Enfin, la sortie du comparateur commande directement la bobine d'un relais qui, par l'intermédiaire de ses deux inverseurs, effectue d'une part la signalisation chauffage/aération et d'autre part la mise en ou hors fonction de ces deux systèmes.

LE TRANSFORMATEUR D'ISOLEMENT

Il ne fait pas à proprement parler partie intégrante du thermo-ventilateur automatique mais il est nécessaire à son fonctionnement et ce, pour diverses raisons.

Pour un tel appareil dont une application principale consiste en la climatisation de mini-serres ou mini-châssis pour des cultures exotiques ce qui, somme toute, correspond bien à son mode de fonctionnement, il est un paramètre important que l'on ne peut négliger, celui de l'humidité. S'il est vrai que le premier transformateur pour l'alimentation continue basse tension procure déjà une bonne sécurité, il ne faut pas oublier le ventilateur et le système de chauffe. Si, à la rigueur, on peut utiliser un ventilateur basse tension 12 V de faible consommation en remplacement du modèle secteur 110/220 V, il ne peut être question d'alimenter la plaque de chauffe avec cette même tension. Nous avons donc opté pour un double circuit d'isolement en utilisant un transformateur 220 V/120 V dont la puissance 75 VA suffit amplement pour notre appareil. Un tel transformateur se trouve très facilement chez tous les revendeurs d'appareils électroménagers et procure l'isolement souhaité entre primaire et secondaire. Si, comme nous l'indiquons, il ne fait pas partie intégrante du montage, c'est uniquement au vu

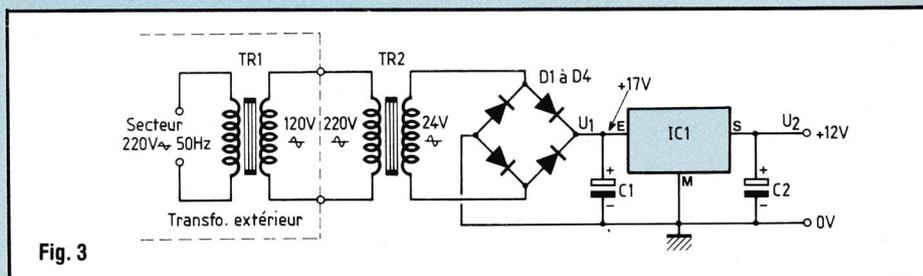


Fig. 3

de ses dimensions et poids qui correspondent peu à la mise en place sur un circuit imprimé.

L'ALIMENTATION STABILISEE

Le schéma de cette première partie du système est proposé à la figure (3). Nous venons de voir qu'il était impératif d'utiliser un transformateur d'isolement pour l'alimentation alternative des organes de chauffe et de ventilation. Afin de réduire le nombre des borniers de raccordements extérieurs, nous n'avons pas voulu entrer, et le 220 V~ et le 120 V~, mais seulement ce dernier.

Comme l'électronique de contrôle et de régulation voit son fonctionnement assujéti à une tension régulée de +12 V, il est clair qu'il n'est pas possible d'optimiser cette tension en partant d'un transformateur classique 220 V/12 V alimenté en 120 V alternatif. On utilise donc un transformateur de tension double au secondaire qui, alimenté en 120 V~, va fournir 12 V~, soit après redressement et filtrage une tension de :

$$U_1 = U\sqrt{2} = 12 \times 1,414 \approx 17 \text{ V}$$

Cette tension est alors appliquée à l'entrée du régulateur intégré IC1 de référence 7812 ou équivalent. A la sortie de celui-ci on recueille une tension stabilisée U_2 de +12 V. Si C1 est la capacité de filtrage de l'alimentation, C2 améliore la réponse transitoire et assure la stabilité.

La consommation du circuit électronique à amplificateur opérationnel étant très faible et dans tous les cas inférieure à la valeur minimale du circuit régulateur en boîtier TO220, soit

0,5 A, il n'est pas nécessaire de prévoir un quelconque radiateur pour ce circuit qui peut être monté directement sur le circuit imprimé. Pour en terminer, signalons que les diodes D1 à D4 sont des modèles «passe-partout» type 1N 4007 que l'on peut remplacer par n'importe quel modèle équivalent.

LE REGULATEUR ELECTRONIQUE D'ECART

Il assure la double fonction de régulateur de température et d'écart consigne/mesure. Le schéma de ce circuit est donné à la figure (4). La surveillance fait appel à des thermistances type disque que l'on peut se procurer pratiquement partout à moindre frais. Il y a donc deux CTN. Une sert au chauffage, l'autre est dévolue à la ventilation.

Comme nous l'avons vu sur l'article concernant les capteurs de température, afin d'assurer une linéarité suffisante avec ce genre de capteur, il est nécessaire d'une part de travailler dans une portion réduite de la courbe, ce qui est bien le cas puisqu'en fait le montage réagit pour un seuil dont l'écart minimum réglable a été fixé à $\pm 1^\circ \text{C}$ et d'autre part, qu'elles soient alimentées par l'intermédiaire de résistances d'égales valeurs. A cet effet, il faut remarquer que l'ensemble potentiométrique AJ-R est équivalent à un ajustable de valeur :

$$AJ' = \frac{AJ \cdot R}{AJ + R} = \frac{50 \cdot 10^3 \times 33 \cdot 10^3}{50 \cdot 10^3 + 33 \cdot 10^3}$$

avec AJ = ajustable multitours 50 k Ω et R = 33 k Ω 5 %.

L'ALIZE SUR COMMANDE

$$D'o\grave{u} AJ' = \frac{1\ 650 \cdot 10^6}{83 \cdot 10^3} = \frac{1\ 650}{83} \cdot 10^3 \\ = 19,9\ k\Omega.$$

Lorsque le potentiom\`etre AJ est au milieu de sa course, curseur \`a la masse, on a donc une valeur r\`esistive de 9,95 k Ω soit 10 k Ω de part et d'autre du curseur qui correspond bien \`a la valeur de chaque CTN. On voit donc que les thermistances qui ont toutes deux une broche au + 12 V alimentation se trouvent aliment\`ees chacune en s\`erie avec une r\`esistance de valeur identique lorsque le curseur du potentiom\`etre d'ajustage de la consigne se trouve en milieu de course. Naturellement, ce composant permet de d\`es\`quilibrer le pont de mesure des deux capteurs de fa\`con \`a introduire l'\`ecart d'enclenchement-d\`eclenchement pr\`e-conis\`e. Enfin, pour en rester aux deux entr\`ees de l'amplificateur op\`eratif, elles sont toutes les deux prot\`eg\`ees par des r\`esistances de valeur \`elev\`ee. Comme la comparaison de mesure s'effectue par l'interm\`ediaire de ces deux r\`esistances et qu'il suffit d'une l\`eg\`ere variation d'un de ces composants, nous avons opt\`e pour un mod\`ele de pr\`ecision \`a faible tol\`erance. R1 et R2 sont donc des r\`esistances de type MR25 Cogeco \`a $\pm 1\%$ dans la s\`erie de Renard E 96. La puissance est de 0,3 W et la stabilit\`e 50 p.p.m. (parties par million), ce qui garantit aux entr\`ees inverseuses et non-inverseuses du comparateur une bonne pr\`ecision et une excellente stabilit\`e.

AMPLIFICATEUR OPERATIONNEL ET RELAIS DE SORTIE

Comme on le voit sur le sch\`ema de la figure (4), l'amplificateur op\`eratif commande directement un relais en sortie. Il ne saurait donc \`etre question d'utiliser un circuit int\`egr\`e pass\`e-partout tel le $\mu A\ 741$. En effet, le courant de sortie typique de ce circuit n'est que de 20 mA et ne peut donc actionner directement la bobine d'un relais qui, en basse tension continue,

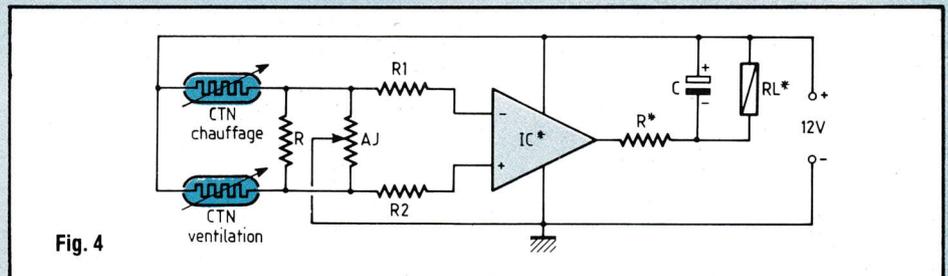


Fig. 4

est toujours de relativement faible valeur, ce qui implique un courant de commande \`elev\`e.

De prime abord, il convient donc de d\`eterminer quels types de relais peuvent \`etre utilis\`es pour ce montage : naturellement, toutes sortes de relais 12 V pour lesquels la r\`esistance nominale de la bobine est comprise entre 100 et 200 Ω . A ce moment, nous pouvons d\`eterminer le courant que doit fournir le circuit int\`egr\`e pour pouvoir coller le relais. Appliquons simplement la loi d'Ohm.

1. Relais 12 V/R bobine = 100 Ω

$$i_{R1} = \frac{12}{100} = 120\text{ mA}$$

2. Relais 12 V/R bobine = 200 Ω

$$i_{R2} = \frac{12}{200} = 60\text{ mA}$$

Nous voyons donc d\`ej\`a que les courants n\`ecessaires sont sup\`erieurs aux 20 mA que peut donner un $\mu A\ 741$. Analysons maintenant un second cas, celui o\`u le relais a une bobine de tension inf\`erieure aux 12 V de l'alimentation. Soit par exemple, un relais europ\`een 6 V de bobine 100 Ω , cas de notre maquette. On a alors :

$$U_{AL} = U_R + U_{BOB}$$

$$\text{et } U_R = R \cdot I \quad U_{BOB} = R_{BOB} \cdot I$$

avec

U_{AL} = tension d'alimentation ;

R = r\`esistance s\`erie \`a mettre en sortie ;

I = courant de sortie ;

U_R = tension aux bornes de la r\`esistance s\`erie ;

R_{BOB} = r\`esistance de la bobine relais.

D\`eterminons \`a l'aide des trois relations ci-dessus quelle doit \`etre la valeur de la r\`esistance \`a ins\`erer en s\`erie avec le

relais en sortie de l'amplificateur op\`eratif. On a :

$$U_R = U_{AL} - U_{BOB} \quad (1)$$

$$I = \frac{U_R}{R} = \frac{U_{BOB}}{R_{BOB}}$$

$$\frac{U_R}{R} = \frac{U_{BOB}}{R_{BOB}} \Rightarrow R \cdot U_{BOB} = U_R \cdot R_{BOB}$$

$$R = U_R \cdot \frac{R_{BOB}}{U_{BOB}}$$

Rempla\`cons U_R par l'\`equation (1) :

$$R = \frac{(U_{AL} - U_{BOB}) \cdot R_{BOB}}{U_{BOB}}$$

Ainsi, pour le cas de notre relais 6 V/100 Ω , nous d\`eterminons une valeur de R de :

$$R = \frac{(12 - 6) \times 100}{6} = \frac{6 \times 100}{6} = 100\ \Omega$$

Ce qui implique un courant de sortie :

$$I = \frac{U_R}{R} = \frac{12 - 6}{100} = \frac{6}{100} = 60\text{ mA}$$

Enfin, appliquons les m\`emes relations \`a un quatri\`eme type de relais. Celui-ci a pour tension nominale 6 V et pour r\`esistance de bobine 30 Ω . Calculons le courant de sortie n\`ecessaire pour le faire coller :

$$I = \frac{U_{BOB}}{R_{BOB}} = \frac{6}{30} = 200\text{ mA}$$

D\`eterminons maintenant la r\`esistance s\`erie \`a adjoindre en sortie de l'amplificateur op\`eratif :

$$R = \frac{(U_{AL} - U_{BOB}) \cdot R_{BOB}}{U_{BOB}}$$

$$= \frac{(12 - 6) \times 30}{6} = \frac{6 \times 30}{6} = 30\ \Omega$$

De toutes ces d\`eterminations et de tous ces calculs, il r\`esulte que selon le type de relais employ\`e, la valeur de R^* , figure (4), sera essentiellement variable. Quant au courant que doit fournir

l'amplificateur opérationnel, pour les quelques exemples fournis, il oscille entre 60 mA et 200 mA. Il convient alors de choisir pour IC* un modèle garantissant ces intensités. Eu égard aux caractéristiques générales des relais standards que l'on peut se procurer facilement dans le commerce spécialisé, une bonne approximation nous donne un courant compris entre 30 mA et 250 mA pour des tensions de 5 V à 13 V.

Pour le choix de IC*, il ressort donc l'emploi de deux types différents de circuits intégrés, selon que le courant I a pour valeur :

- 1) $30 \text{ mA} \leq I \leq 70 \text{ mA}$
- 2) $70 \text{ mA} \leq I \leq 250 \text{ mA}$

Dans le premier cas, nous choisissons pour IC* un circuit intégré de type TAA761A de courant de sortie maximal 70 mA et pour le second cas un TAA761S de courant maximal 250 mA. Pour en terminer avec le schéma de la figure (4), notons un condensateur C de $47 \mu\text{F}/63 \text{ V}$ qui introduit une légère temporisation pour la commande du relais RL et supprime les «frétillements» de commutation lors du collage de celui-ci.

LE SYSTEME DE CHAUFFAGE

Il est représenté à la figure (5) et nous avons opté pour un montage résistif réalisé à l'aide de composants courants. Comme nous l'avons vu, la tension d'alimentation de cette partie du thermo-ventilateur est de 120 V alternatif/50 Hz. Optimisant une puissance de chauffe comprise entre 30 et 35 W, ce qui est largement suffisant pour un mini-châssis ou une mini-serre, déterminons par calcul la valeur de la résistance globale de ce système pour, par exemple, une puissance moyenne de 33 W. Le déphasage est nul et l'on peut appliquer directement la loi d'Ohm. On a :

$$P_{\text{max}} = RI^2 = UI = \frac{U^2}{R_{\text{max}}}$$

avec :

P_{max} = puissance maximale de la plaque chauffante ;

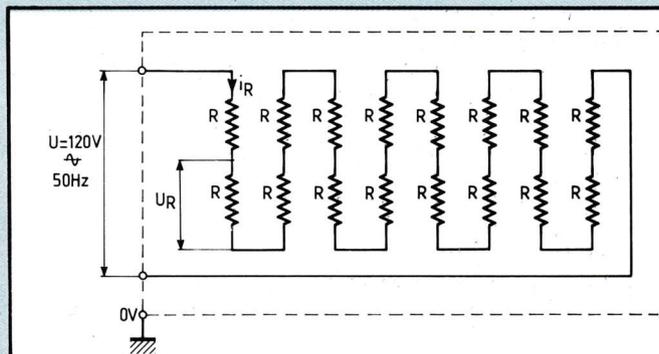


Fig. 5

R_{max} = résistance globale de chauffe ;

U = tension alternative d'alimentation.

$$P_{\text{max}} \cdot R_{\text{max}} = U^2$$

$$\text{d'où } R_{\text{max}} = \frac{U^2}{P_{\text{max}}} = \frac{(120)^2}{33} \\ = \frac{14\,400}{33} = 436 \Omega$$

Une telle résistance de $436 \Omega/33 \text{ W}$ n'est pas normalisée et elle est peu facile à se procurer. Nous l'avons remplacée par un montage série de plusieurs résistances bobinées de moindre dissipation. On peut utiliser à cet effet soit 16 résistances 8 W de valeur 27Ω , soit encore 20 résistances 8 W de valeur 22Ω . On a alors.

1^{er} cas

$R = 27 \Omega/8 \text{ W}$

$$I_R = \frac{U}{R_{\text{max}}} \text{ et } U_R = R \cdot I_R$$

Valeur maximale de la résistance de chauffe :

$$R_{\text{max}} = 16 \times 27 = 432 \Omega$$

$$I_R = \frac{120}{432} = 278 \text{ mA}$$

$$U_R = 27 \cdot 278 \cdot 10^{-3} = 7,5 \text{ V}$$

d'où une puissance dissipée par chaque résistance de :

$$P_R = \frac{(U_R)^2}{R} = \frac{7,5^2}{27} = \frac{56}{27} = 2,1 \text{ W}$$

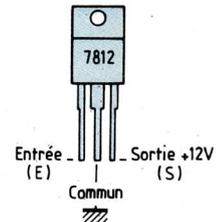


Fig. 6

La puissance maximale de chaque résistance $27 \Omega/8 \text{ W}$ est largement au-delà de la dissipation, ce qui garantit une bonne longévité de ce composant. La puissance globale de l'ensemble est à ce moment de :

$$P_{\text{max}} = P_R \times 16 = 2,1 \times 16 = 33,3 \text{ W}$$

2^e cas

$R = 22 \Omega/8 \text{ W}$

Valeur maximale de la résistance de chauffe :

$$R_{\text{max}} = 20 \times 22 = 440 \Omega$$

$$I_R = \frac{120}{440} = 273 \text{ mA}$$

$$U_R = 22 \times 273 \cdot 10^{-3} = 6 \text{ V}$$

d'où une puissance dissipée par chaque résistance de :

$$P_R = \frac{6^2}{22} = \frac{36}{22} = 1,64 \text{ W}$$

Dans ce cas aussi, la puissance maximale de chaque résistance $22 \Omega/8 \text{ W}$ est largement garantie. La puissance de chauffe de l'ensemble est alors de :

$$P_{\text{max}} = P_R \times 20 = 1,64 \times 20 = 32,8 \text{ W}$$

BRANCHEMENT DES COMPOSANTS

Le schéma de branchement du régulateur de tension 7812 livré en boîtier TO220 est proposé à la figure (6). A la figure (7), on trouve les représentations

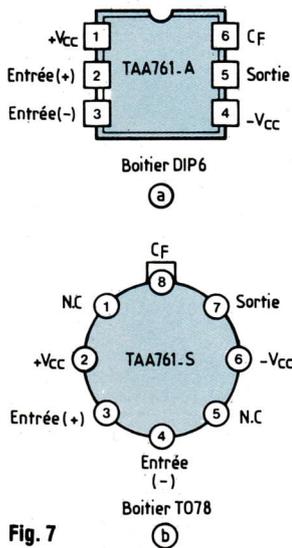
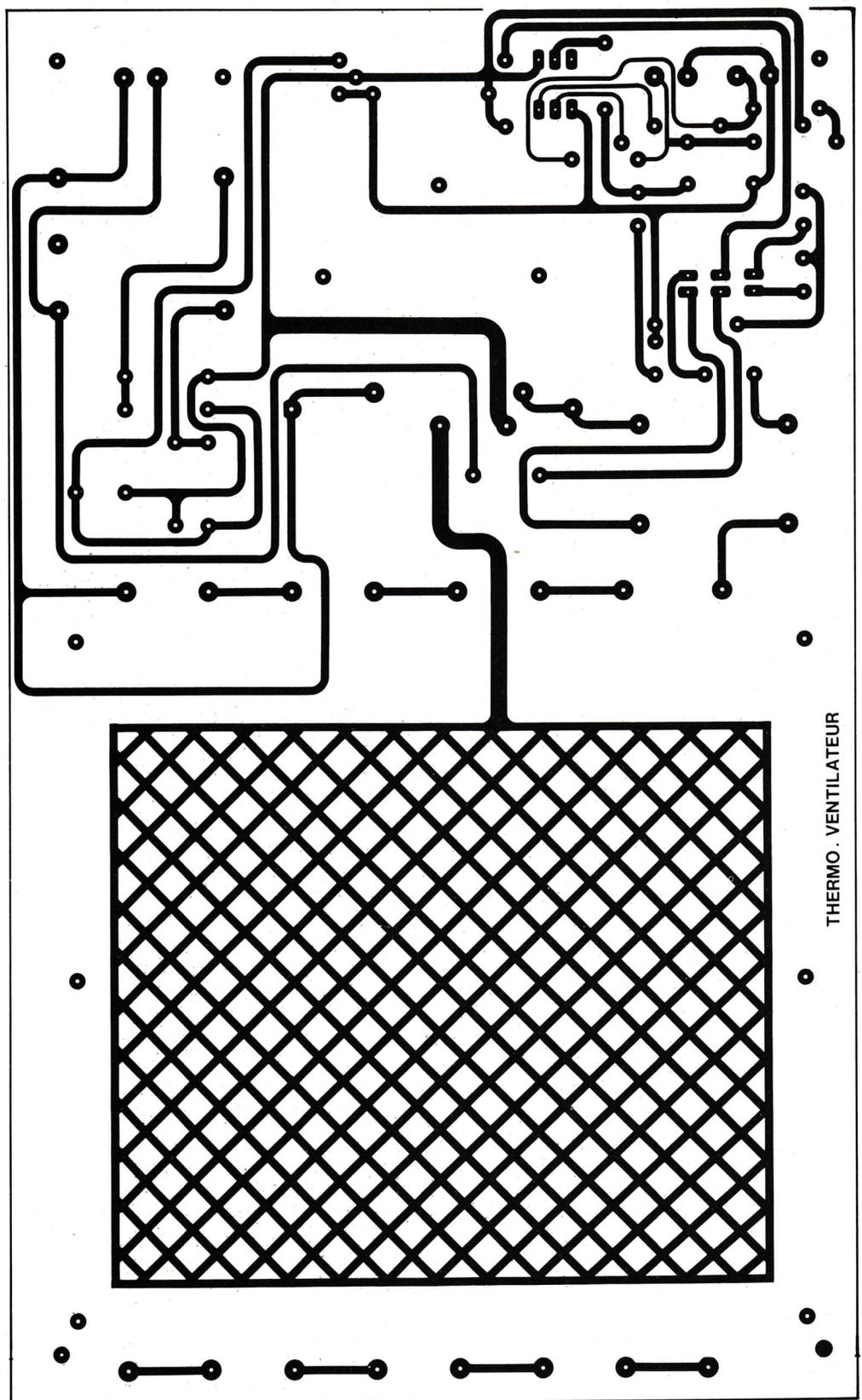


Fig. 8



des deux circuits intégrés qui peuvent être employés pour cette réalisation et dont nous avons donné toutes les caractéristiques et limites maximales d'emploi. En (a), le TAA 761A en boîtier plastique DIP à 6 broches qui doit être monté sur barrette/support au pas DIL et en (b), le circuit TAA 761S en boîtier métallique TO78 à 6 broches qui doit être soudé directement sur le circuit imprimé.

CIRCUIT IMPRIMÉ

Le film du circuit imprimé est donné à la figure (8). Il est relativement aéré, ce qui fait que la réalisation de celui-ci n'offre pas de difficultés particulières. On peut utiliser la méthode de son choix, que ce soit encre spéciale ou bien encore rubans, pastilles et symboles transfert. Le plus simple est naturellement d'utiliser le film donné à la fin de la revue et d'agir par méthode photographique. Si les autres méthodes sont utilisées, ce qui est tout à fait possible, il convient de respecter autant que faire se peut, les différentes largeurs et espacements préconisés si l'on ne veut pas d'ennui lors des essais. Se rappeler que le montage véhicule du 12 V continu et du 120 V alternatif, de plus la puissance dissipée par l'ensemble de chauffage est de 33 W ce qui n'est pas négligeable. De plus, ne pas omettre le carroyage

en dessous du système de chauffe. Ce dernier étant alimenté en alternatif, il permet de réduire considérablement les parasites de ligne et transitoires de commutation, ce qui améliore la stabilité du montage. A l'exception des trous pour la fixation des barrettes à cosses supports des résistances de chauffe et de ceux pour la fixation du thermo-ventilateur lui-même, tous les perçages sont de 0,8 et 1 mm.

MONTAGE, CABLAGE DU CIRCUIT IMPRIME

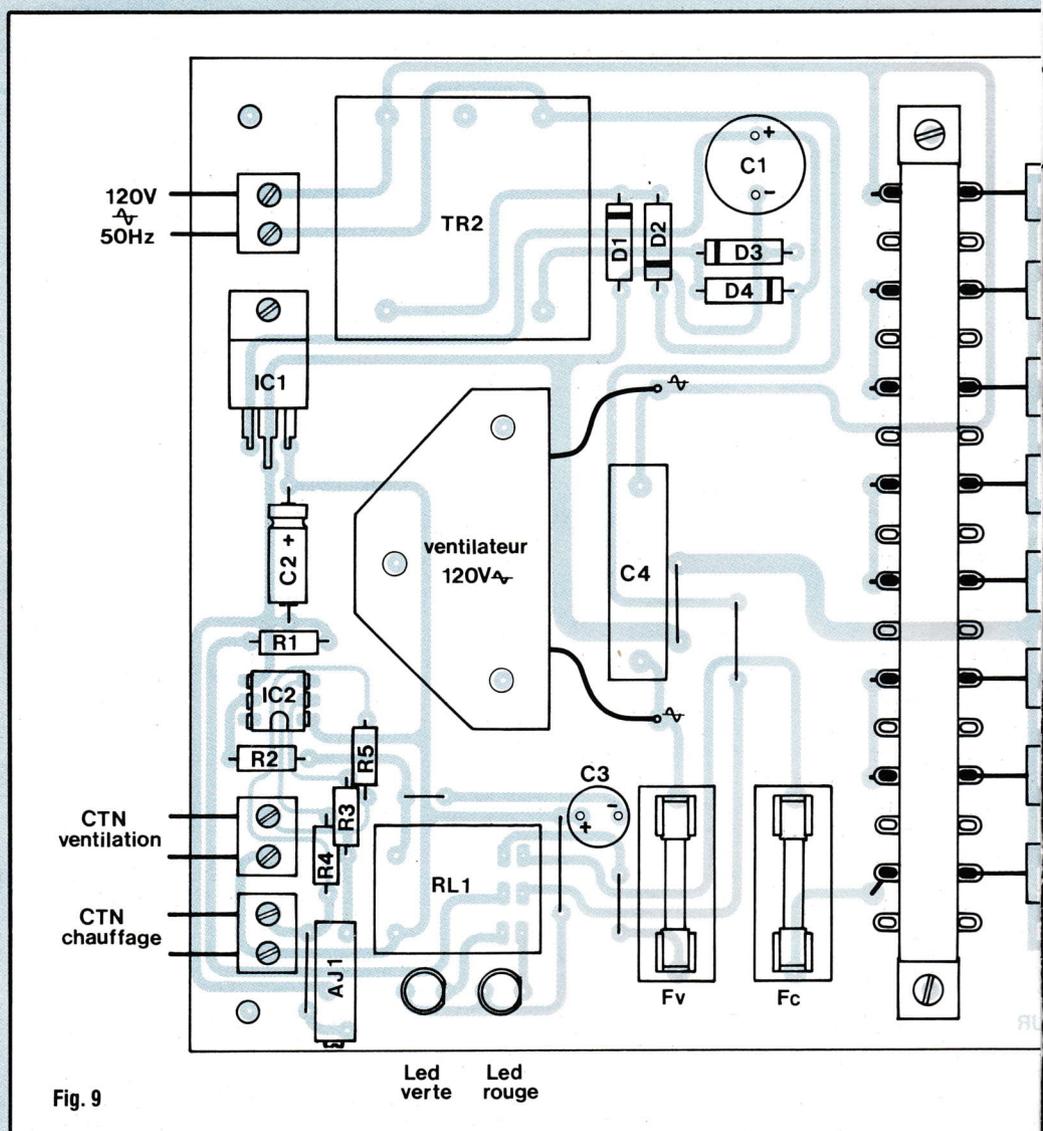
En tout premier lieu, il convient de câbler les différents straps puis toutes les diodes et résistances. On poursuit le câblage par le régulateur qui est vissé sur le C.I., les condensateurs polyester et chimiques, les trois borniers et les deux supports de fusibles. Enfin, on monte l'amplificateur opérationnel, sur support ou non, les deux LED de signalisation, l'ajustable AJ1 et le relais RL1.

Tous les petits composants étant soudés, il reste à câbler le transformateur TR2 ainsi que ventilateur et système de chauffe pour lesquels nous allons fournir quelques renseignements complémentaires.

LE VENTILATEUR UTILISE

Il s'agit d'un appareil de petites dimensions, ce qui a permis de le loger directement sur le circuit imprimé. Le rotor est à cage et le stator comporte deux enroulements séparés qu'il est possible de connecter soit en série (220 V) soit encore en parallèle (120 V). Les pales de ventilation doivent diriger le flux d'air vers l'ensemble de chauffage.

Pour le cas où on ne peut se procurer un modèle de ventilateur équivalent à celui employé, ce n'est pas bien grave. Comme on le voit sur les photos accompagnant cet article et aussi sur le schéma de montage/câblage de la figure (9), électronique de mesure et régulation et système de chauffe, sont indépendants, ce qui permet d'utiliser un des trois côtés libres de celui-ci pour positionner un autre modèle de



ventilateur (Etri ou Rotron par exemple) qui doit être bi-tensions.

ORGANISATION DU SYSTEME DE CHAUFFE

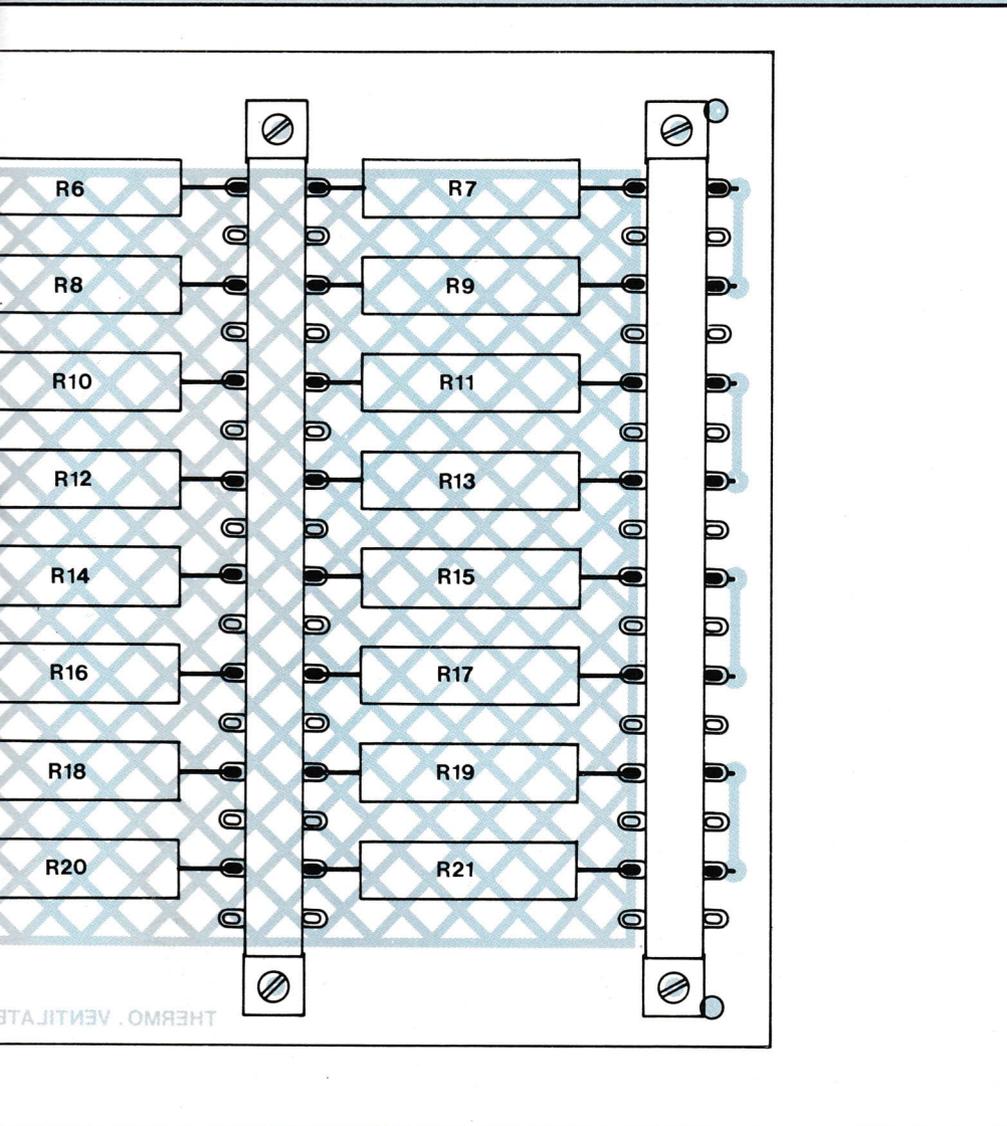
Comme nous l'avons vu, la puissance de chauffe pour une tension d'alimentation de 120 V alternatif oscille aux alentours de 33 W. A longue échéance, cette puissance est largement suffisante pour endommager le circuit imprimé si l'on n'y prend garde. C'est pourquoi nous préconiserons de monter les résistances de chauffage sur des barrettes à cosses

qui surélèvent tout l'ensemble thermique. On réalise alors un bloc de 16 ou 20 résistances montées en série, ce bloc étant ensuite câblé sur le dessus du circuit imprimé.

RACCORDEMENTS EXTERIEURS ET ESSAIS

Une fois le montage/câblage terminé et après vérification visuelle de l'ensemble, on peut procéder aux divers raccordements extérieurs et aux essais. On réalise alors le montage de la figure (10). L'auto-

L'ALIZE SUR COMMANDE



transformateur d'isolement est à raccorder sur le bornier B1 et chaque CTN, respectivement sur B2 et B3. L'ajustable multitours AJ est mis en position médiane et l'on remplace en premier lieu les fusibles de chauffage et ventilateur par des milliampèremètres alternatifs. Montage sous tension, on règle le potentiomètre AJ afin d'allumer la LED rouge, le relais doit coller et l'ampèremètre indiquer le courant absorbé par le système thermique. Nous avons mesuré 285 mA ce qui, à la tolérance des résistances près, correspond bien aux 278 mA calculés. On supprime

alors l'alimentation et on remplace ce milliampèremètre par un fusible rapide de 0,5 A.

On remet le 120 V \sim et on s'assure alors du fonctionnement suivant :

1. On prend entre deux doigts la thermistance de ventilation, la LED verte s'allume, le relais décolle, le ventilateur se met en marche. On en profite pour mesurer le courant nécessaire à son fonctionnement et on remplace le deuxième milliampèremètre par un fusible cartouche verre 5 \times 20 de valeur adéquate. Pour notre part, le ventilateur consomme sous 110 V alternatifs un courant de 180 mA et

NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

• Semiconducteurs

IC1 - 7812 ou équivalent
IC2 - TAA761A ou TAA761S (voir texte)
D1 à D4 - 1N4007 ou diodes 1 A / 400 V ou plus
LED1, LED2 - LED \varnothing 5 mm rouge et verte

• Condensateurs

C1 - 470 μ F/50 V
C2 - 10 μ F/40 V
C3 - 47 μ F/63 V
C4 - 0,15 μ F/400 V polyester

• Résistances

R1 - 470 Ω / 1/4 W / 5 %
R2 - voir texte
R3, R4 - 16,9 k Ω / \pm 1 % / MR 25 Cogeco
R5 - 33 k Ω / 1/4 W / 5 %
R6 à R21 - 27 Ω /8 W bobinée ou R6 à R25 - 22 Ω /8 W bobinée

• Divers

AJ1 - ajustable horizontal 15 tours, 50 k Ω
TR2 - transformateur pour C.I. 220/24 V/3 VA
1 ventilateur petit modèle 110/220 V 50 Hz (voir texte)
1 relais 6 V ou 12 V / 2RT (voir texte)
1 support de circuit intégré
2 supports de fusible pour C.I.
2 fusibles rapides et temporisés 5 \times 20 cartouche verre (voir texte)
3 borniers 2 plots pour C.I.
4 barrettes à cosses.

nous avons opté pour un fusible temporisé de 0,2 A.

2. A l'issue de la manipulation précédente, on prend maintenant entre deux doigts la thermistance de chauffage et on s'assure que dans un bref délai le relais colle, la LED verte s'éteint, le ventilateur stoppe, la LED rouge s'allume et qu'il y a un chauffage du système thermique.

On réalise ces différents essais plusieurs fois afin de régler au mieux l'écart de température. Lorsqu'on est satisfait de cet écart, qui est somme toute très variable puisqu'il dépend d'une part du réglage et d'autre part

de la position respective des deux CTN de mesure, on immobilise l'axe par une goutte de vernis cellulosique.

UTILISATIONS

Ce thermo-ventilateur automatique a été développé pour une application bien précise, en l'occurrence la climatisation de mini-serres et mini-châssis pour cultures tropicales. D'autres applications totalement différentes peuvent naturellement être envisagées. Toutefois quelle que soit l'utilisation prévue et comme le montre la figure (11), on fera bien attention d'une part au bon emplacement du système lui-même et d'autre part à celui des capteurs. Comme nous le montrons sur la figure, il suffit d'un simple plan réflecteur pour retransmettre des mesures qui, n'en doutez pas, seront prises en compte par les capteurs, la sensibilité du montage étant suffisante pour réagir à ce genre d'information.

ET SI ON APPLIQUE

220 V~SECTEUR A

LA PLACE DU 120 V~?

Certes, toute la partie électronique, que ce soit l'alimentation ou la régulation ne va subir aucun dommage. En effet, le transformateur TR2 étant, comme nous l'avons vu, un modèle 220 V/24 V, il va bien évidemment «encaisser» le 220 V secteur sur le primaire et délivrer 24 V en sortie. Après redressement et filtrage on va avoir environ 34 V sur l'entrée du régulateur 7812 qui peut en supporter 35, donc on aura en sortie nos 12 V stabilisés comme précédemment.

Si le ventilateur est un modèle 220 V, pas de problème non plus. Là où cela se gâte, outre une électrocution toujours possible, le montage n'étant plus isolé de la phase secteur, c'est au niveau de la plaque de chauffe. Dans le meilleur des cas le fusible rapide de 0,5 A va sauter puisque pour un secteur nominal de 220 V, soit une tension généralement comprise entre 230 V-240 V, on va avoir :

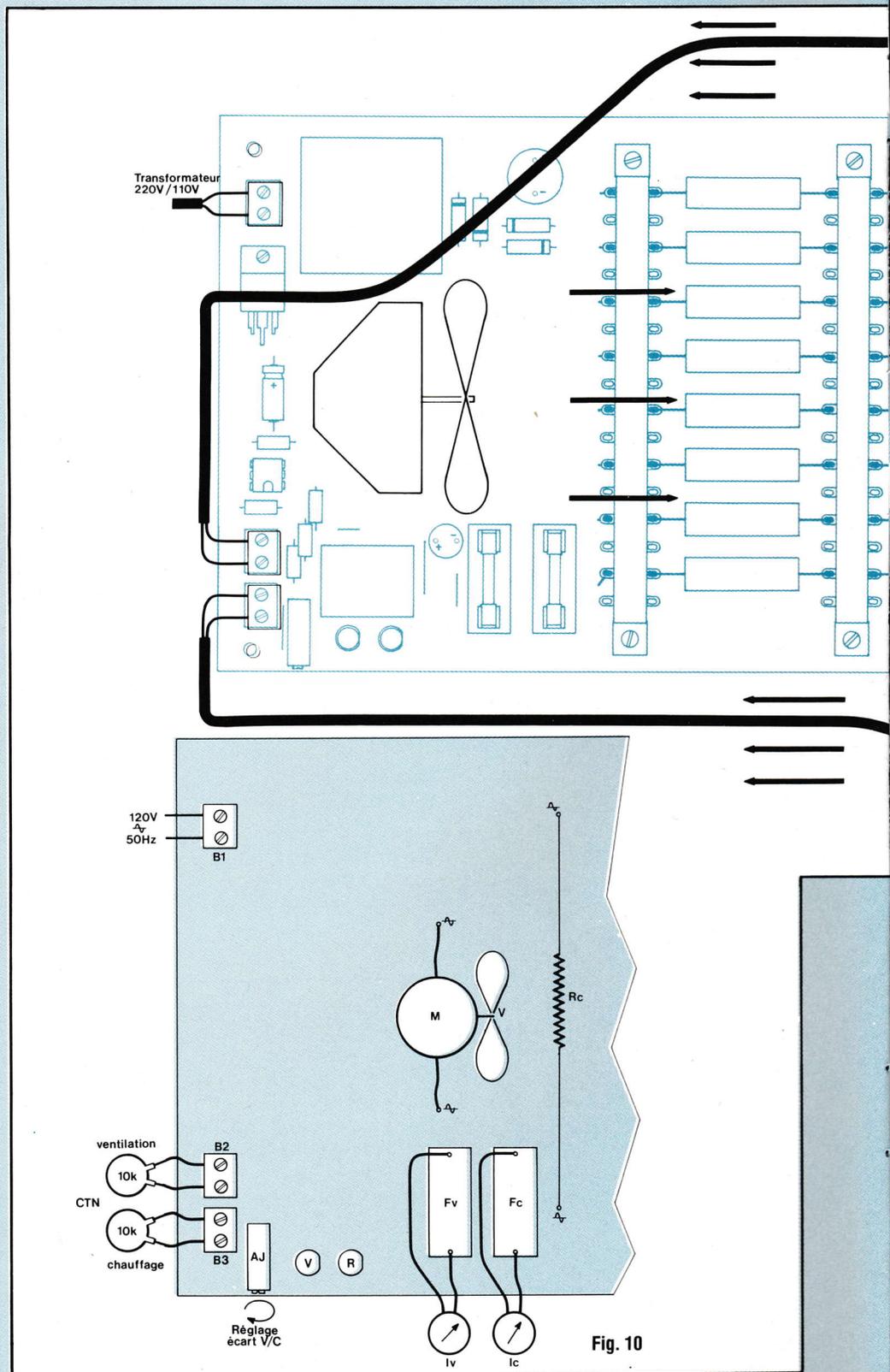
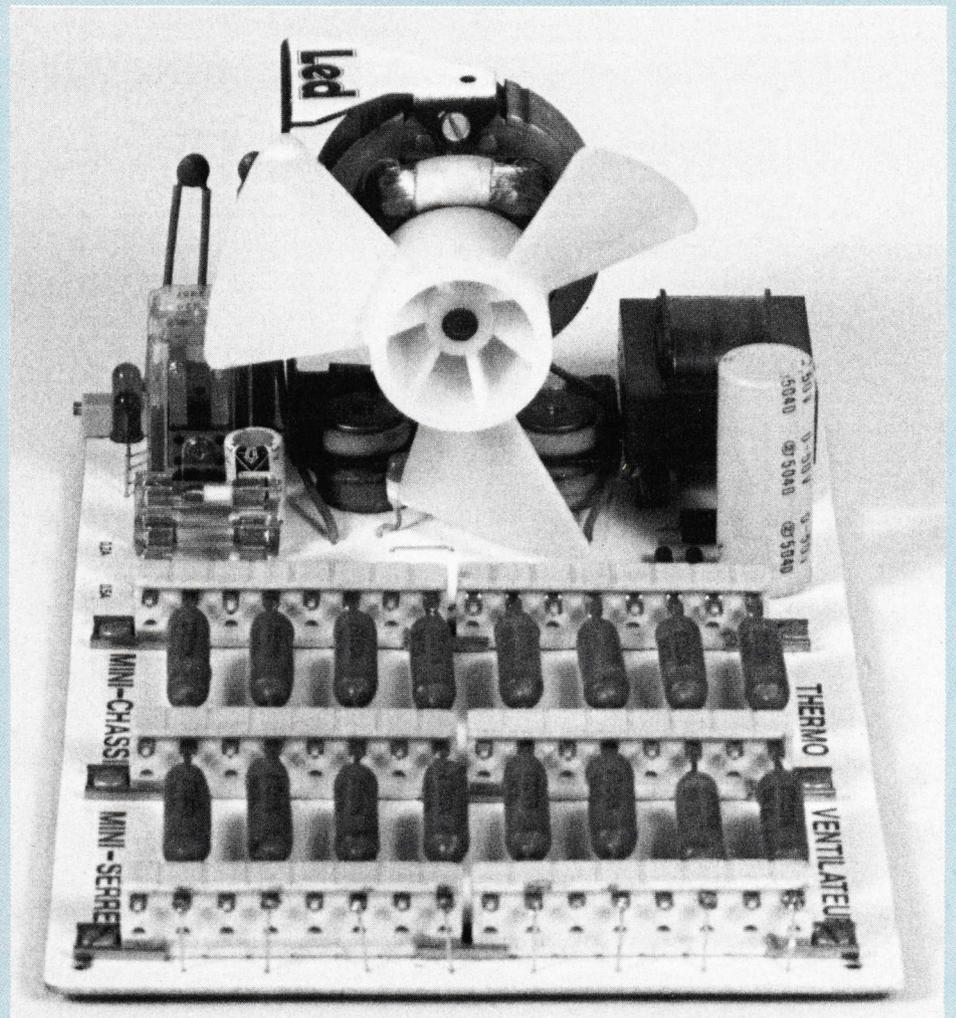
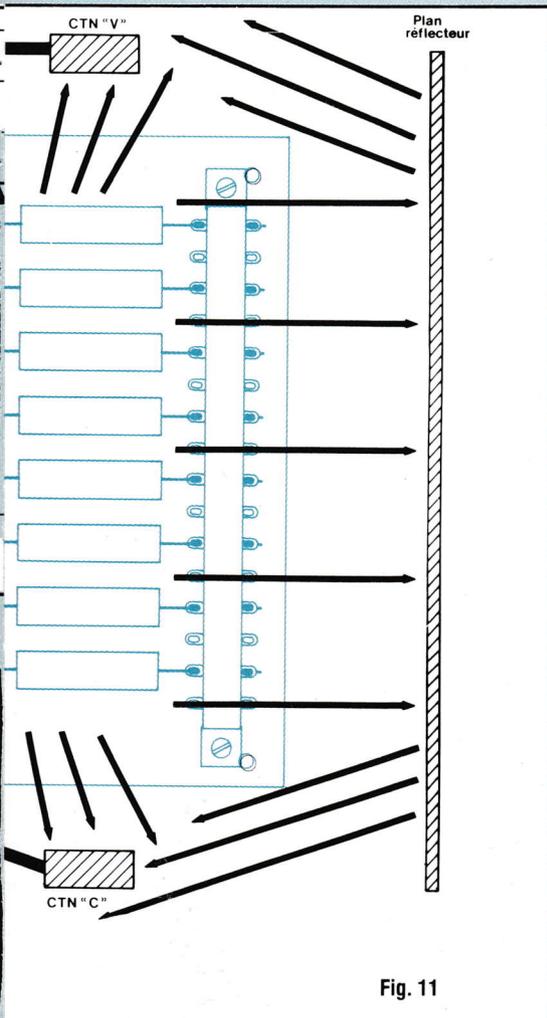


Fig. 10

L'ALIZE SUR COMMANDE



$$I_R = \frac{U_{max}}{R_{max}}$$

$$I_R = \frac{230}{432} = 532 \text{ mA}$$

Dans le moins bon, si le fusible «tient», la loi de Murphy, dite de la tartine de confiture, nous indique que toutes les résistances vont travailler pratiquement au maximum de leurs possibilités et qu'elles vont souffrir inutilement. En effet :

Puissance globale dissipée par l'ensemble de chauffe :

$$P_{max} = \frac{U_{max}^2}{R_{max}} = \frac{(230)^2}{432} = 122,5 \text{ W}$$

d'où puissance dissipée par chaque résistance :

$$P_R = \frac{P_{max}}{16} = \frac{122,5}{16} = 7,7 \text{ W}$$

Au vu de ces deux chiffres plus l'insécurité du secteur direct, nous déconseillons formellement d'alimenter directement le thermo-ventilateur par la tension réseau 220 V/50 Hz.

CONCLUSION

Réalisé correctement, les capteurs aux bons endroits et l'alimentation étant conforme à ce qui en a été dit, le montage se montre d'une très grande souplesse d'utilisation. Si l'on désire y adjoindre un boîtier protecteur, il faut naturellement que celui-ci soit pourvu d'une grille pour permettre aération et chauffage. Se rappeler à cet effet que si la ventilation s'effectue laminairement la chaleur, elle, suit un mouvement ascendant.

V.C.O A

AMPLIFICATEURS OPERATIONNELS

Le montage que nous proposons permet de réaliser simplement et à peu de frais un petit V.C.O. Il met principalement en œuvre un circuit intégré de type linéaire qui n'est autre qu'un double μ A 741 bien connu de tous les lecteurs. Mais avant de passer à la description de ce petit circuit, qu'est-ce qu'un V.C.O. ? Et à quoi cela sert-il ?

Il convient tout d'abord d'explicitier ce terme anglo-saxon. En fait il signifie simplement qu'un tel appareil fournit en sortie un signal dont la fréquence dépend de la tension de commande. Certains circuits intégrés complexes mettent en œuvre des V.C.O. C'est le cas du PLL (Phase Locked Loop) C.MOS type 4046 qui est livré en boîtier DIL 16 broches. C'est une boucle à verrouillage de phase monolithique qui fonctionne en filtre auto-ajustable et démodulateur. Pour un tel circuit spécialisé, l'oscillateur est d'une grande linéarité et de bonne stabilité. Il peut fonctionner dans une large gamme de fréquence, de 700kHz pour une tension d'alimentation de +5V jusqu'à 1,9 MHz pour 15V. Le petit circuit dont nous proposons la réalisation a été optimisé pour les T.B.F. de quelques Hz à quelques centaines de Hz. Il s'agit d'un convertisseur simple "Tension/Fréquence" dans lequel la fréquence, à la sortie, est fonction de la valeur de la tension continue à l'entrée. En outre, nous avons défini une tension d'alimentation unique de 9V permettant ainsi l'emploi d'une petite pile 9V type 6F22.

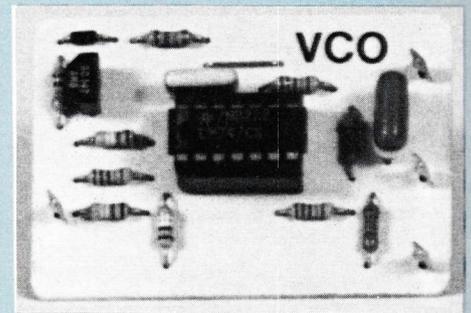
LA GAMME DE FRÉQUENCES

Nous l'avons dit. Il s'agit de Très Bas-

ses Fréquences pour lesquelles il est intéressant de disposer en sortie d'une fréquence continuellement ajustable. Naturellement, il est souhaitable qu'un V.C.O. puisse produire une gamme étendue de fréquences sans commutations complexes. Pour le petit circuit décrit, par le changement de valeur d'un seul condensateur, ou encore par l'optimisation d'une valeur de tension d'alimentation différente de celle préconisée, il est possible de prévoir d'autres gammes de fréquences pour lesquelles le réglage exact s'effectue identiquement au fonctionnement décrit.

LES AUTRES CARACTÉRISTIQUES

Il s'agit entre autre du rapport cyclique, de la linéarité et de la stabilité de fréquence en fonction de la température. En ce qui concerne le rapport cyclique, il va de soi que pour le rapport idéal $t_1 = t_2$ pour une période complète $T = t_1 + t_2$, il faudra pour certains composants du montage, notamment ceux d'entrée et de mesure, des valeurs doubles les unes des autres avec une grande précision. Nous voyons donc déjà que pour le cas où serait nécessaire ce rapport cyclique de 50%, certains composants seront choisis avec une tolérance serrée. La linéarité est quant à elle le rapport



entre la tension continue de contrôle appliquée à l'entrée et la fréquence à la sortie correspondante. Si des variations de tensions continues à l'entrée produisent des variations proportionnelles de fréquences à la sortie, on peut dire que le V.C.O. est linéaire. Une très grande linéarité pour une gamme de fréquences données est difficile à obtenir et fonction principalement de la complexité des circuits. Les V.C.O. de grande précision peuvent atteindre $\pm 0,001\%$. Pour ce qui est de notre petit montage, n'attendons pas cependant une linéarité meilleure que $\pm 10\%$ ce qui n'est d'ailleurs pas si mal au vu de la simplicité d'un tel circuit.

Enfin, il est de notoriété que le V.C.O. idéal ne doit en aucun cas changer de fréquence en fonction de la température ambiante, mais uniquement en fonction des tensions continues de contrôle à l'entrée, il est clair que celui-ci n'existe pas. La stabilité de fréquence en fonction de la température varie suivant les modèles, avec pour les meilleurs 0,003% par °C et plus généralement 0,1% à 1% par °C. Dans tous les cas les performances sont toujours améliorées si l'oscillateur contrôlé en tension est situé dans une enceinte thermostatée ou encore une étuve contrôlée en température.

FABRICATION D'UN OSCILLATEUR COMMANDÉ EN TENSION

La plupart des V.C.O. sont élaborés à l'aide de circuits intégrés complexes de type monolithique. Ils peuvent être fabriqués avec des composants

OSCILLATEUR CONTROLE EN TENSION

discrets. Si on utilise des circuits intégrés linéaires, il est nécessaire, comme nous en avons déjà fait état, d'employer des composants discrets qui doivent être soigneusement triés si l'on désire un rapport cyclique constant égal à 50% ainsi qu'une gamme de fréquences élevées. Malheureusement, les circuits intégrés linéaires standards ne procurent pas, en général, une gamme étendue de contrôle de fréquence, et le plus souvent, en limite de gamme, la distorsion est relativement élevée, eu égard à la difficulté qu'il y a à se procurer des composants aux tolérances sévères, compatibles avec la technologie monolithique. Toujours est-il qu'il est intéressant à plus d'un titre d'étudier un petit montage fonctionnant à l'aide d'amplificateurs opérationnels et de réaliser celui-ci. Nous allons donc maintenant aborder l'étude et le descriptif d'un tel circuit.

SYNOPTIQUE DE PRINCIPE

Il est donné à la figure (1). Le principe général est celui de l'intégration-comparaison. En premier lieu un circuit d'entrée à résistances $R/2R$ permet d'optimiser un rapport cyclique de 50% étant bien entendu que d'autres facteurs interdépendants, comme, tension d'alimentation, tension de commande, type d'amplificateur opérationnel utilisé, entrent forcément en ligne de compte. Naturellement, ce circuit d'entrée doit être réalisé avec grand soin, et comme nous le verrons lors de l'étude du schéma théorique, nous emploierons exclusivement des résistances à tolérance $\pm 1\%$.

L'intégrateur est élaboré autour d'un amplificateur de type opérationnel et l'on retrouve là un schéma de base étudié en détail plus après. Il en est de même du circuit de comparaison qui utilise un autre amplificateur opérationnel monté en comparateur de tension et il est clair que pour obtenir une bonne précision et une grande stabilité, la tension de référence doit être d'excellente qualité. Là encore, il est fait appel à un pont diviseur résistif aux tolérances serrées avec emploi de ré-

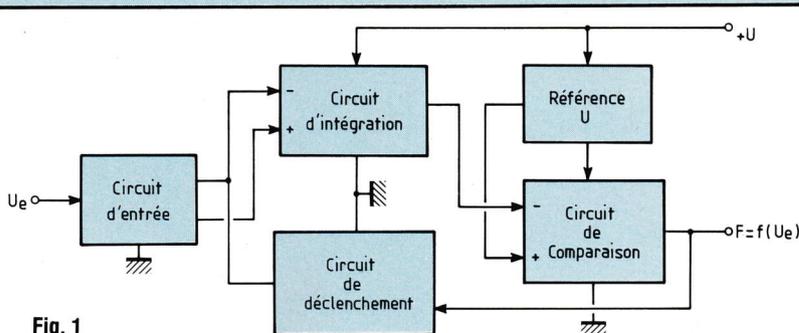


Fig. 1

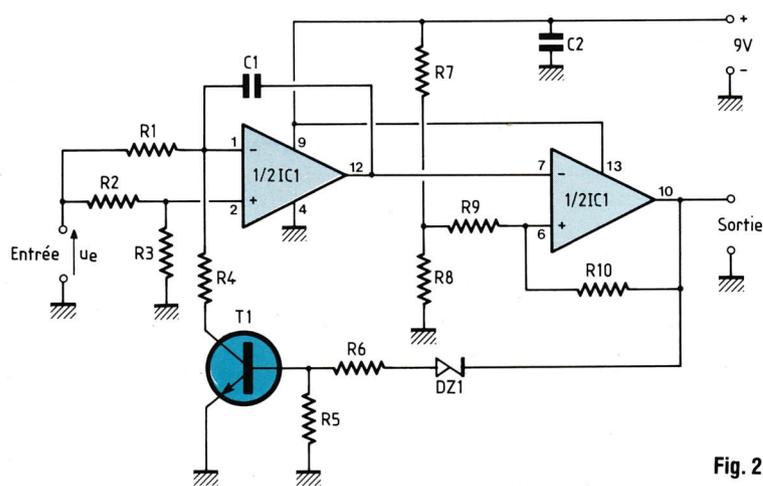


Fig. 2

sistances de précision à $\pm 1\%$. Enfin, un circuit de déclenchement permet le basculement à un seuil préfixé par les valeurs des composants, de la tension d'alimentation et naturellement, de la tension de commande à l'entrée du V.C.O. afin qu'il y ait reconduction de fonctionnement et recommencement du processus.

SCHÉMA ELECTRIQUE

On le trouve représenté à la figure (2) et corrobore la description que nous venons de faire du synoptique de principe. Le circuit d'entrée est réalisé à l'aide des résistances $R1$, $R2$, $R3$ et $R4$ ou nous devons avoir $R1 = 2R2 = 2R3 = 2R4$. En choisissant pour $R4$ une valeur de $100k\Omega$ pour une tension de commande de V.C.O. de 0 à 9V, il est clair que $R2$, $R3$ et $R4$ doivent avoir une valeur de $50k\Omega$. Cette valeur n'étant pas définie dans la série E24 à $\pm 5\%$ ($47k\Omega$ ou $51k\Omega$) nous chois-

sons la série E48 à $\pm 2\%$ avec $48,7k\Omega$ ou mieux encore la E96 à $\pm 1\%$ avec la valeur $49,9k\Omega$. L'erreur est ainsi minimale et la précision garantie à partir du moment où $R1$ est de même facture, c'est-à-dire $100k\Omega \pm 1\%$.

Le circuit intégrateur est élaboré autour d' $1/2$ IC1 avec les composants principaux $R1$ et $C1$. Nous verrons plus en détail le fonctionnement d'un tel circuit lors de l'explication inhérente à chaque partie constituée du V.C.O.

La comparaison en sortie de l'intégrateur est confiée à l'autre $1/2$ IC1 et encore une fois nous avons fait appel à des résistances aux tolérances serrées afin que sur la broche non inversée soit garantie une tension continue aussi précise et stable que possible. Du fait de la très faible consommation du montage, la tension d'alimentation reste constante à $+U = 9V$ et il est clair qu'à partir du moment où $R7 = R8 = R$ nous obtenons au point

nodal une tension de très exactement la valeur moitié soit $U/2$. Pour R7 et R8 nous avons optimisé des résistances de $10,5k\Omega \pm 1\%$ dans la série E96. Quant à R9 et R10 d'égales valeurs, elles garantissent le fonctionnement de l'ampli. OP en comparateur de tension et non en amplificateur. Enfin, grâce à l'emploi de T1 et des éléments associés, il y a basculement dès qu'un niveau haut parvient sur la base de ce transistor. A ce moment le condensateur d'intégration C1 se décharge à courant constant, le comparateur bascule à nouveau, T1 se rebloque puis le processus recommence.

L'INTÉGRATEUR A AMPLIFICATEUR OPÉRATIONNEL

Il s'agit d'un schéma classique tel que celui représenté à la figure (3). Le fonctionnement se trouve régi par les équations :

$$\text{On admet que } e = 0 \text{ d'où } i = \frac{e_1}{R}$$

$$\text{L'on a alors } \Rightarrow C \cdot dv = i \cdot dt$$

$$\text{et } S = -v \text{ puisque } S + v + e = 0$$

$$dv = \frac{i \cdot dt}{C} \Rightarrow dv = \frac{e_1 \cdot dt}{RC}$$

$$\text{d'où l'on sort : } v = \frac{1}{RC} \int_0^t e_1 \cdot dt$$

$$\text{et : } S = -\frac{1}{RC} \int_0^t e_1 \cdot dt$$

Le signe "moins" indique que l'on a affaire à l'entrée inverseuse de l'amplificateur opérationnel et le terme $\int_0^t e_1 \cdot dt$

qu'il s'agit bien d'une fonction d'intégration. Eu égard à la figure (2) on comprend donc bien que la capacité C1 est chargée à courant constant en fonction de la tension de commande U_e . Linéairement la tension obtenue à la broche 12 de IC1 diminue. C'est cette tension que l'on va maintenant comparer à une valeur fixe et stable à

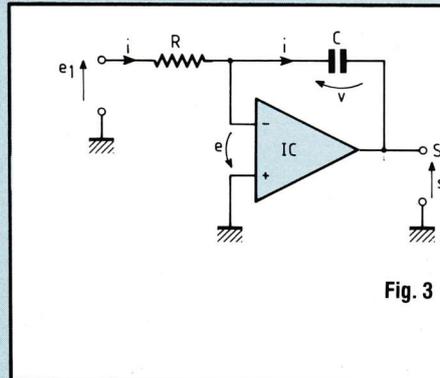


Fig. 3

l'aide du comparateur décrit succinctement précédemment.

LE COMPARATEUR DE TENSION

Comme le fonctionnement global de ce petit V.C.O. à amplificateur opérationnel repose sur le principe de l'intégration/comparaison, il est nécessaire de comparer à tous moments la diminution linéaire de la tension en sortie du montage intégrateur. Comme on le voit sur la figure (4) cela s'effectue très facilement à l'aide d'un autre amplificateur opérationnel ou la borne inverseuse est portée à un potentiel fixe et référencé par l'intermédiaire de deux résistances d'égales valeurs R qui sont choisies dans la gamme E96 à $\pm 1\%$. A ce moment il faut et il suffit que la tension U_e présente sur l'entrée non inverseuse soit supérieure à celle présente sur celle inverseuse, pour que le comparateur bascule. La sortie passe alors du 0 logique au 1 logique. Rappelons encore une fois que si nous avons choisi pour R des résistances de précision, c'est principalement pour garantir la valeur de $U/2 =$ valeur de référence pour la comparaison de tension. En tout état de cause, et pour une ultime sophistication du montage, on peut aussi stabiliser la tension d'alimentation $+U$ à l'aide par exemple d'un petit régulateur intégré en boîtier TO92 (0,1A maximum).

CIRCUIT DE DÉCHARGE

Très simple, comme en témoigne la

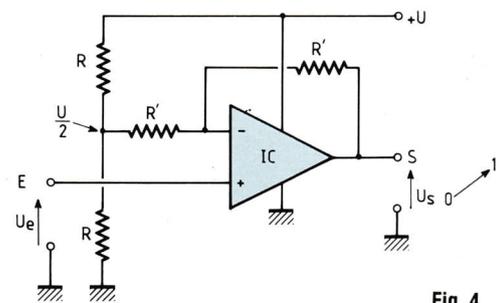


Fig. 4

figure (5). Il met en œuvre un unique transistor et quelques éléments associés. En employant un circuit intégré type $\mu A747$ qui renferme deux 741 à alimentations séparées dans un boîtier DIL 14 broches, pour l'intégrateur et le comparateur, la tension à la sortie de ce dernier circuit n'est pas nulle malgré l'entrée de commande du circuit de décharge au 0. Il convient donc de prévoir un seuil garantissant le blocage du transistor T en l'absence d'un niveau 1 de commande. Il est facile de voir que ceci est réalisé simplement à l'aide d'une diode zéner DZ dont la valeur U_z de 2,7V garantit un blocage efficace de T tant que la tension de commande est inférieure ou égale à cette valeur. Par ailleurs, la résistance de base R1 et celle de polarisation R2 par leurs valeurs respectivement $12k\Omega$ et $10k\Omega$, tendent encore à forcer la base au niveau bas en l'absence de signal de commande adéquate.

Si nous résumons donc le fonctionnement des divers sous ensembles associés à ce dernier circuit, il suffit de comprendre que la capacité C1 est chargée à courant constant eu égard à la tension de commande. Linéairement, la tension obtenue à la broche 12 de IC1 diminue et lorsque le seuil de comparaison déterminé par l'ensemble des résistances R7, R8 et R9 est atteint il y a basculement. La broche 10 de IC1 transmet un niveau haut et T1 se sature. A ce moment C1 se trouve déchargé par R4, T1 à courant constant, linéairement le potentiel sur la broche 12 augmente. Au seuil de comparaison, il y a à nouveau bascu-

OSCILLATEUR CONTROLÉ EN TENSION

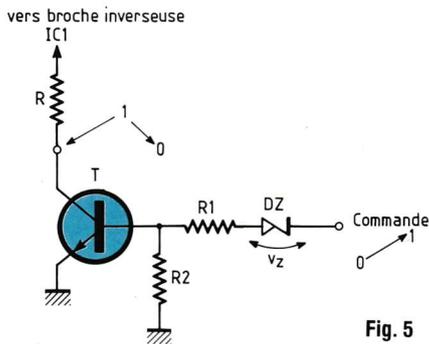


Fig. 5

lement, T1 se rebloque et le cycle recommence.
 En jouant sur la valeur du condensateur C1, on change de gamme de fréquence et, par optimisation des valeurs de R7 et R8 pour la mesure de comparaison, on modifie la pente de la caractéristique $F_s = f(U_e)$. Rappelons que cette caractéristique de la forme mathématique $y = ax$ est linéaire pour un choix judicieux de la valeur de certains composants. Comme nous le verrons à la fin de cet article, la fréquence maximale de fonctionnement est normalement atteinte pour une tension de commande égale à celle d'alimentation, mais nos essais nous ont montré qu'on pouvait aller au-delà à partir du moment où la linéarité du montage n'était pas un facteur prédominant.

CIRCUIT IMPRIMÉ

On le trouve représenté à la figure (6) et ne présente pas de difficulté particulière. Les lecteurs utilisant le procédé photographique auront recours à la représentation du film donnée à la fin de la revue dans les pages "gravez-les vous-même". Pour les autres, nous pouvons assurer que la méthode des bandes et pastilles transferts et même du stylo feutre est tout à fait envisageable.

IMPLANTATION ET CABLAGE

Le schéma d'implantation et de câblage de ce circuit imprimé se trouve à la figure (7). Il faut monter en premier

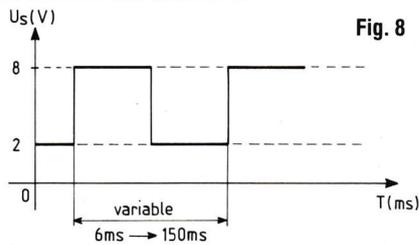


Fig. 8

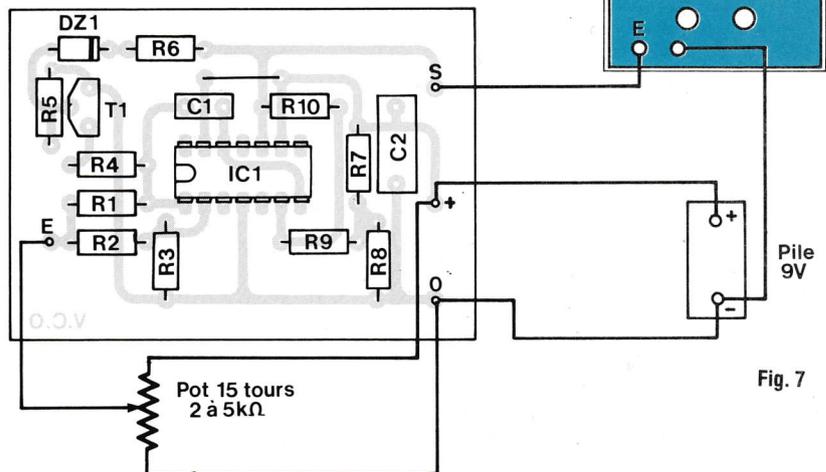
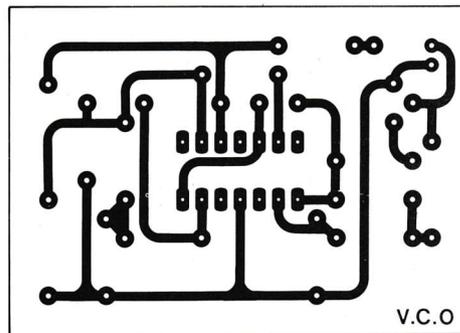


Fig. 7



V.C.O

Fig. 6

lieu le support de IC1 puis le transistor T1 et les deux condensateurs polyester C1 et C2. On poursuit par la diode zéner et les résistances, pour terminer par les picots de raccordements extérieurs. Ne pas oublier le strap qui permet l'alimentation des deux amplificateurs opérationnels du $\mu A747$, ce circuit intégré n'étant pas, comme bon nombre de ses semblables, à alimentation unique.

ESSAIS

On se réfère encore au schéma de la figure (7) qui indique la façon de faire

les essais de bon fonctionnement de ce petit V.C.O. Comme nous l'avons vu, l'alimentation est confiée à une petite pile 9V type 6F22, et, afin de faire varier la tension de commande, il est prélevé à ses bornes, une certaine fraction de U par l'intermédiaire d'un potentiomètre multitours de 2 k Ω à 5k Ω . Le contrôle de la fréquence de sortie s'effectue à l'aide d'un oscilloscope ou d'un fréquencemètre. En faisant varier l'ajustable d'entrée de +2V à +9V nous avons obtenu en sortie un signal identique à celui donné à la figure (8) avec les valeurs suivantes :

OSCILLATEUR CONTROLE

Tension de commande Ue (v)	Fréquence de sortie Fs (Hz)
2,2	6,6
2,3	12,5
2,4	19,2
2,5	25
3	50
3,5	66,6
4	71,4
4,5	76,9
5	91
5,5	95,2
6	105,2
7	125
8	138,9
9	161,3

OPTIMISATION

Il est intéressant de voir comment évolue la fréquence en sortie à partir du moment où l'on continue à

augmenter la tension d'alimentation de l'entrée de commande, celle du montage restant naturellement constante et égale à 9V. Nous avons poussé sur notre maquette les essais jusqu'à une tension d'entrée de 15V. Il est possible d'aller encore au delà, sans pour autant dépasser les caractéristiques maximales d'utilisation du 747. Nous donnons dans le petit tableau ci-dessous les valeurs relevées :

Tension de commande Ue (V)	Fréquence de sortie FS (Hz)
10	172,4
11	192,3
12	208,3
13	227,2
14	250
15	263

CONCLUSION

Cette petite étude et ce montage démontrent qu'à l'aide de quelques composants il est tout à fait possible de pallier à un circuit spécialisé.

NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

• Semiconducteurs

IC1 : μ A747
T1 : BC147 ou BC547 ou BC107
DZ1 : zéner 2,7V 0,5W

• Condensateurs

C1 : 47nF polyester
C2 : 0,1 μ F polyester

• Résistances

R1, R9, R10 : 100k Ω / \pm 1% (MR25)
R2, R3, R4 : 49,9k Ω / \pm 1% (MR25)
R7, R8 : 10,5k Ω / \pm 1% (MR25)
R5 : 10k Ω / \pm 5% / 1/4W
R6 : 12k Ω / \pm 5% / 1/4W

KIT KIT

KIT KIT KIT KIT KIT KIT KIT KIT KIT KIT KIT KIT KIT KIT KIT KIT KIT KIT KIT KIT

MESURE

ALIMENTATION STABILISÉE 5 à 12 V 400 mA * 85 F
ALIMENTATION STABILISÉE 3 à 24 V 1 A 140 F
ALIMENTATION 3 à 24 V 2 A
AFFICHAGE DIGITAL 255 F
CAPACIMETRE DIGITAL 1 pF à 10000 μ F 255 F
AVEC 100 CONDENSATEURS POUR ESSAIS *
VOLTMETRE DIGITAL 0 à 999 V 165 F
FREQUENCEMETRE DIGITAL 30 Hz à 50 MHz 410 F
FREQUENCEMETRE DIGITAL 0 à 1 GHz * 770 F
SIGNAL TRACER HF-BF 160 F
SIGNAL TRACER INJECTEUR 1 mV HF-BF * 378 F
GENERATEUR DE FONCTIONS 1 Hz à 400 kHz
SIGNAL CARRE, SINUS, TRIANGLE 250 F
TESTEUR DE THT TEST DYNAMIQUE
DU BOBINAGE * 195 F

ALARME ANTIVOL

ANTIVOL MAISON 100 F
ANTIVOL VILLA ALIMENTATION 12 V
ENTRÉE RETARDÉE - 2 ENTRÉES
INSTANTANÉES 145 F
CENTRALE D'ALARME DIGITALE
MIS EN FONCTION PAR CLAVIER CODÉ * 520 F
CENTRALE D'ALARME A PROCESSEUR
5 ZONES PROGRAMMABLES,
ALIMENTATION 12 V 620 F

* Kit livré avec boîtier.

RADAR HYPERFRÉQUENCES

DÉTECTION RÉGLABLE 1 à 15 MÈTRES 400 F
RADAR A ULTRASONS PORTEE 5 MÈTRES * 235 F
ANTIVOL AUTO A ULTRASONS 175 F
ANTIVOL AUTO DÉTECTION PAR
INTER PORTIÈRE 100 F

JEUX DE LUMIÈRE

VARIATEUR DE LUMIÈRE 1000 W 36 F
MODULATEUR DE LUMIÈRE 3 VOIES +
MICRO 110 F
MODULATEUR DE LUMIÈRE 3 VOIES
PRÉAMPLI HP 90 F
MODULATEUR MICRO CHENILLARD 4 VOIES 162 F
CHENILLARD 4 VOIES 110 F
CHENILLARD 4 VOIES DÉCLENCHEMENT
AUTOMATIQUE OU MUSIQUE 150 F
CHENILLARD MULTIPROGRAMME 8 VOIES
2048 FONCTIONS 360 F
CHENILLARD 8 VOIES 144 F
STROBOSCOPE MINIATURE 60 F
STROBOSCOPE 40 JOULES 108 F
STROBOSCOPE 300 JOULES 205 F

BASSE-FRÉQUENCE

AMPLIFICATEUR BF 2 W 45 F
AMPLIFICATEUR BF 10-30 W MONO/STEREO ... 150 F
AMPLIFICATEUR GUITARE 80 W 360 F
PRÉAMPLI-CORRECTEUR AMPLI 2 x 45 W 410 F
PRÉAMPLI LECTEUR STÉRÉO K7 45 F
PRÉAMPLI GUITARE 45 F
PRÉAMPLI RIAA STÉRÉO 55 F
TABLE DE MIXAGE STÉRÉO 6 ENTRÉES 240 F
PRÉ ÉCOUTE POUR TABLE DE MIXAGE 110 F
TRUQUEUR DE VOIX 90 F
CHAMBRE D'ÉCHO DIGITALE 770 F
BATTERIE ELECTRONIQUE 140 F

KITS DIVERS

CLAP INTERRUPTEUR 81 F
THERMOMÈTRE DIGITAL 0 à 99° 165 F
THERMOSTAT DIGITAL 0 à 99° 190 F
AMPLIFICATEUR D'ANTENNE TV
VHF-VHF 20 dB 100 F
CARILLON 24 AIRS 145 F
RECEPTEUR FM 88-108 MHz AVEC AMPLI HP ... 145 F
METRONE ELECTRONIQUE 45 F
RECEPTEUR PO A DIODE 50 F

----- A découper suivant les pointillés. -----

Je désire recevoir le catalogue des kits

Nom _____ Prénom _____

Rue _____

Ville _____ Code postal

EXPÉDITION HORS TAXES DOM-TOM EUROPE AFRIQUE

Mabel

35-37, rue d'Alsace 75010 PARIS
46.07.88.25

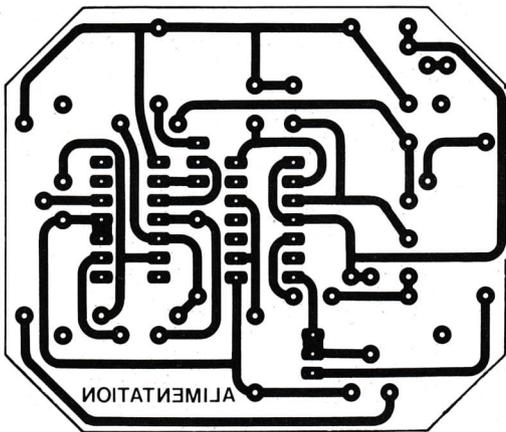
Métro : Gares du Nord (RER ligne B)
et de l'Est

OUVERT de 9 h à 19 h sans interruption.
Le samedi de 9 h à 18 h. Fermé le dimanche.

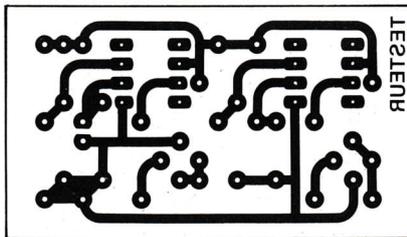
ELECTRONIQUE
DIVISIONS
MESURE et COMPOSANTS

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

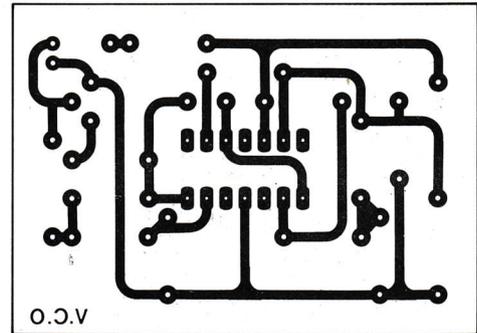
GRAVEZ-LES VOUS MEME



Alimentation ± 5 V.

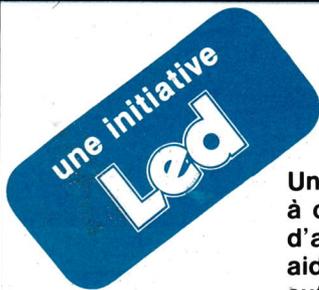


Testeur de batteries
à led bicolore.



V.C.O. à amplificateurs
opérationnels.

Les implantations sont volontairement publiées à l'envers pour que le côté imprimé de cette page soit en contact direct avec le circuit lors de l'insolation



FICHE RENSEIGNEMENTS LECTEURS

Un important courrier et de nombreuses communications téléphoniques nous ont amené à constater que de nombreux lecteurs, surtout en province, éprouvent des difficultés d'approvisionnement en composants pour la réalisation de nos maquettes. Afin de vous aider à résoudre ce problème, vous trouverez dorénavant une fiche-lecteur qu'il vous suffira de nous retourner sous enveloppe affranchie à votre nom. Une réponse vous sera donnée dans les meilleurs délais.

QUESTIONS (voir réponses au verso)

Je désire recevoir de plus amples renseignements sur l'origine du composant recherché ou son équivalent.

Résistances :

Condensateurs :

Semiconducteurs :

Divers :

MONTAGE EN COURS

..... d'après LED N°

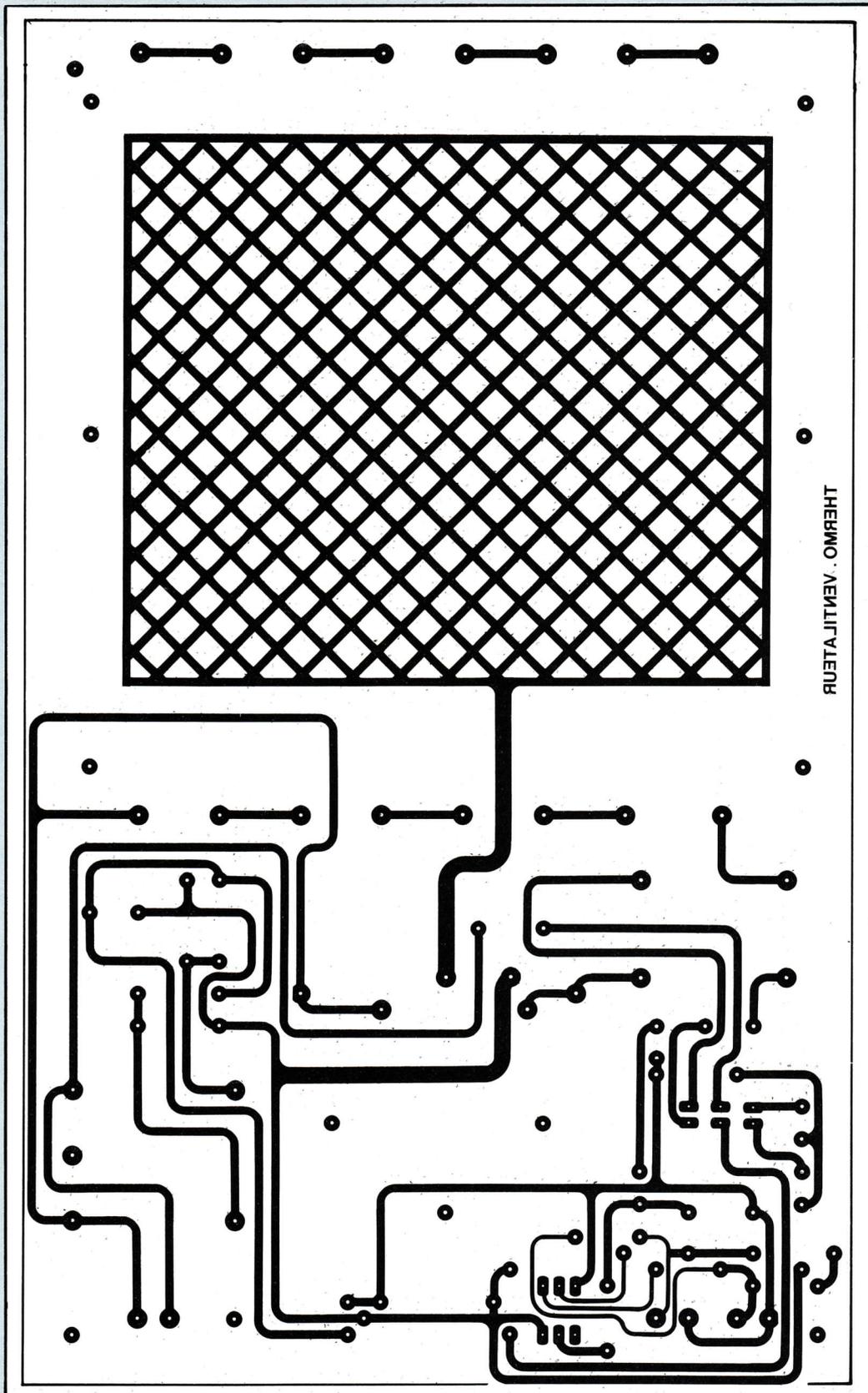
Adresser cette fiche et l'enveloppe affranchie à votre nom aux
EDITIONS PERIODES - Service lecteurs : 3, bd Ney, 75018 Paris

Nom

Prénom

Adresse

GRAVEZ-LES VOUS MEME



THERMO-VENTILATEUR

Pour utiliser cette implantation proposée à l'échelle 1, il vous suffit de découper la fenêtre blanche entourant le circuit imprimé.

Pulvériser de chaque côté de la feuille de papier du Diaphane KF, ce produit huileux rendant le papier transparent, vous obtenez ainsi un film positif. Attendre environ 10 mn que le produit sèche un peu (ce temps est fonction de la couche de Diaphane pulvérisée).

**Thermo-ventilateur
automatique.**

LES MOTS CROISES DE L'ELECTRONICIEN

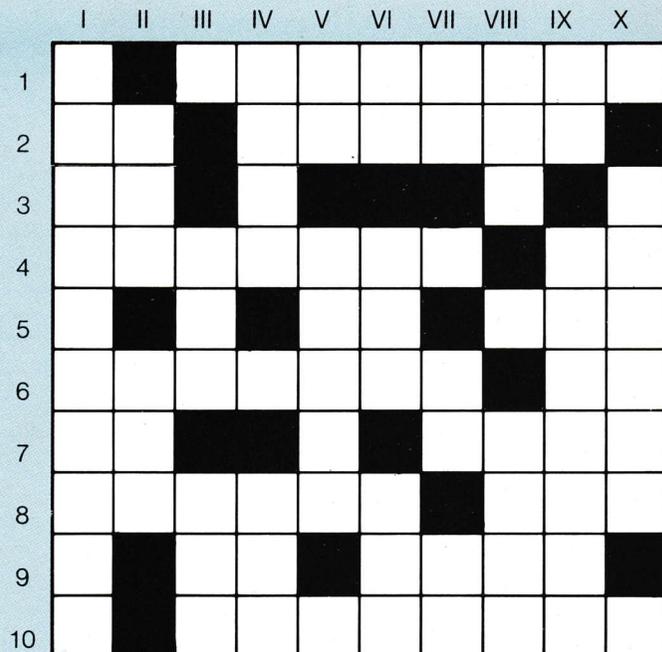
par Guy Chorein

Horizontalement :

1. Hertzien, en est un d'ondes électromagnétiques servant à transmettre des signaux. - 2. Un dieu qui en mettait plein la vue. Compteurs programmables. - 3. A l'origine d'une oxydation. - 4. Celui de certains ordinateurs est tout entier contenu dans une seule pastille de silicium. Forme de pouvoir. - 5. Ne fait les choses qu'à moitié. Embouchure familière aux joueurs de biniou. - 6. En informatique, tout milieu matériel susceptible de recevoir une information, de la véhiculer et de la conserver, puis de la restituer à la demande (carte perforée, disque, bande magnétique, etc.). Dans le noir. - 7. Symbole chimique d'un métal jaune. Bonne conduite. - 8. Elle coupe le courant. Limite de l'horizon des courtes vues. - 9. Points. Donna de la bande. - 10. Organe d'analyse des sons, permettant la synthèse de réponses vocales dans un système informatique.

Verticalement :

I. En informatique toujours, organe capable d'assurer le traitement complet d'une série d'informations. - II. Va d'un pôle à l'autre. Inspiration personnelle (de bas en haut). - III. Un qui fut souvent de la Revue... Radis des Balkans. - IV. Manifesta une volonté ou un refus (de bas en haut). Un d'ailleurs. - V. Chacun d'eux a un point en Histoire. Font battre le cœur. - VI. Partie d'un prisme. C'est parfois un tube de qualité... Pour parler de soi en classe de philo. - VII. Naissance à terme. Couple à bicyclette. Evite une répétition. - VIII. Viennent au monde avec la cosse. Sorte de pilastre. - IX. Tels bien des électroniciens aujourd'hui. Faisceau lumineux de faible ouverture. - X. La montre, le régulateur de magnétophone, le contrôle interne des calculatrices, aujourd'hui, sont souvent en cela.



Solution de la grille

parue dans le numéro 45 de Led

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
1	W	H	E	A	T	S	T	O	N	E
2	C	O	N	D	U	C	T	E	U	R
3		P	T	T				L		E
4	V		A		A	R	A		F	
5	A	S	S	E	M	B	L	E	U	R
6	L	I	S	T	I	N	G		S	I
7	V		E	R			E	R	I	M
8	E	G	R	E	N	E	R		B	E
9		E			O	N		I	L	S
10	T	O	L	E	R	A	N	C	E	

SUPER LIBRE-SERVICE COMPOSANTS

Nouveaux - 20 000 articles présentés
Service spécial école Paris et Province
Consultez-nous. Venez nous voir.

Télévision, informatique, mesure, haut-parleur, auto-radio, jeux de lumière, jeux électroniques...

SOLISELEC

137, av. Paul-Vaillant Couturier 94250 GENTILLY
Tél. 47.35.19.30

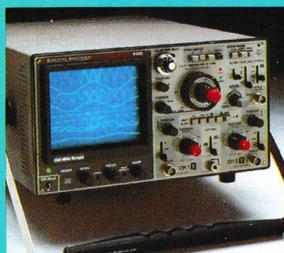
Le long du périphérique, entre la Porte d'Orléans et la Porte de Gentilly
Parking à votre disposition ouvert de 10 h à 13 h et de 14 h à 19 h
Fermé dimanche et lundi

La Bonne Mesure



La nouvelle gamme de multimètres économiques

- **DM10:** 17 gammes protégées par fusibles. Impédance d'entrée 1M Ω . Précision 0,8% VCC. **Prix ttc: 349 F.**
- **DM15B:** 27 gammes. Bip sonore. Protection 2A DC/AC. Impédance 10M Ω . 1000 VDC/750VAC. **Prix ttc: 616 F.**
- **DM20L:** identique au DM15B avec 30 gammes. Mesure du gain des transistors. Test logique. Calibre 2A. Lecture directe 200M Ω et 2000M Ω . **Prix ttc: 718 F.**
- **DM23:** 23 gammes. Calibre 10A AC/DC. Bip sonore. Mesure du gain des transistors. **Prix ttc: 729 F.**
- **DM25L:** identique au DM23 avec 29 gammes. Mesure de capacités en 5 gammes. Test logique. Lecture directe sur calibre 2000M Ω . **Prix ttc: 821 F.**
- **DM800:** 28 gammes. 4 digits-1/2. Fréquencemètre. Bip sonore. Fonction mémoire. **Prix ttc: 1.974 F.**
- **DM850:** identique au DM800. Le DM850 mesure la valeur efficace vraie. **Prix ttc: 2.324 F.**



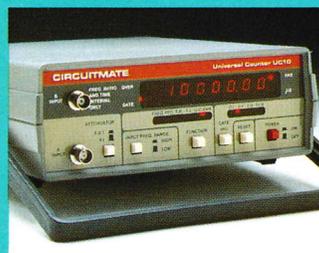
Oscilloscopes

- **9020:** 2 x 20 MHz
 - Double trace
 - Ligne à retard**Prix TTC: 4.738 F**
- **9060:** 2 x 60 MHz
- **9100:** 2 x 100 MHz
 - Double trace
 - Double base de temps**Prix 9060: 14.226 F TTC**
Prix 9100: 18.970 F TTC



Générateur de Fonctions FG2

- Signaux sinus, carrés, triangle, pulses
 - de 0,2Hz à 2MHz en 7 gammes
 - 0,5% de précision
 - Distorsion inférieure à 30dB
 - Entrée VCF (modulation de fréquence)
- Prix TTC: 1.978 F.**



Compteur UC10

- 5Hz à 100MHz
 - 2 canaux d'entrée
 - Mesure de fréquences & rapports de fréquences
 - 4 temps de porte
 - Affichage LED à 8 digits
- Prix TTC: 3.070 F.**



Capacimètre CM20A

- 8 gammes de mesure
 - de 200pF à 20000 μ F
 - Résolution de 1pF
 - Précision 0,5%
- Prix TTC: 799 F.**

CIRCUITMATE™ de Beckman Industrial™

DISTRIBUÉ PAR :



Les prix sont donnés à titre indicatif et peuvent varier selon nos approvisionnements.

ACER COMPOSANTS

42, rue de Chabrol 75010 PARIS
 Tél. : (1) 47.70.28.31
 De 9 h à 12 h 30 et de 14 h à 19 h
 du lundi au samedi

REUILLY COMPOSANTS

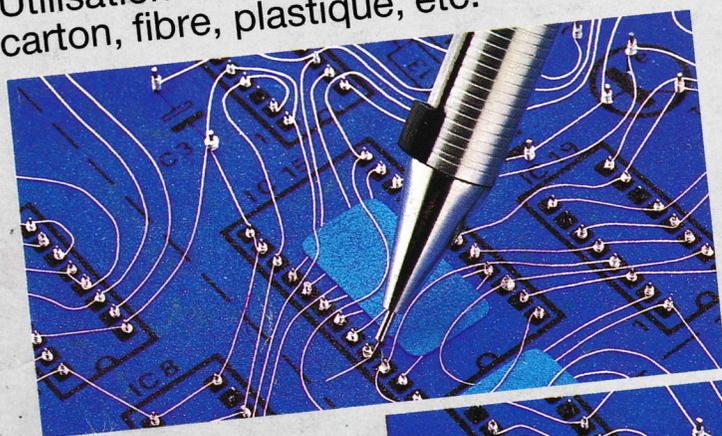
79, bd Diderot 75012 PARIS
 Tél. : (1) 43.72.70.17
 De 9 h à 12 h 30 et de 14 h à 19 h du
 lundi au samedi. Fermé lundi matin

Ecrivez vos circuits
avec le stylo à fil

CIRCUIGRAPH !

Révolution dans la réalisation
des circuits électroniques : un nouveau
procédé simple et rapide de câblage en continu,
sans soudure, idéal pour prototypes ou dépannages.

Utilisation sur tous supports isolants :
carton, fibre, plastique, etc.



PRIX INDICATIF
180 F

P.U. comprenant
CIRCUIGRAPH complet
+ 1 bobine de rechange
+ 1 perforateur-décâbleur

Disponibles également :

- Bobines de rechange
- Plaques de polypropylène
semi-transparent antichoc
perforées au pas de 2.54
trous côniques
- Spray adhésif pour fixation
- Connecteurs



Disponible
chez votre
distributeur

Recherchons
nouveaux distributeurs



IMPORTATEUR EXCLUSIF POUR LA FRANCE

57, bd Anatole France, 93300 Aubervilliers Tél. (1) 48 34 22 89
Télex : 212895 - Télécopieur : (1) 48 34 81 27

FIL
CONDUCTEUR
Ø 0,15 mm

BOBINE
DE FIL

CLIP

CUTTER