

électronique

n°51

janvier 1993
23 FF/168 FB/8,20 FS
mensuel

Le

chargeur rapide
pour accumulateurs Cad-Ni
niveau "à bulle" électronique
indicateur de puissance BF
avec dessins de circuits imprimés

explorez l'électronique



préamplificateur
pour guitare
avec effets spéciaux
et dessin de circuit imprimé

M 2510 - 51 - 23,00 F



PHOTO STUDIO REMI - METZ

ALARME AUTOMOBILE

CA-6000 SYSTEME 2 FILS A TELECOMMANDE

Ce nouveau système vient à point nommé pour tous ceux qui veulent équiper eux-même leur véhicule d'une alarme fiable et efficace en un temps record! Ce petit prodige détectera l'ouverture des portes, capot, coffre et le bris de vitre.

De plus, des modules additionnels sont disponibles pour interdire l'usage du démarreur, commander le verrouillage des portes, et mettre en fonction les clignotants en cas d'alarme. Pour tout cela, vous n'avez que 2 fils à installer.

CA-6000 101.3480

476F39 HT

565F00 TTC

CARACTERISTIQUES:

Télécommande par radio - Détecteur de choc incorporé ajustable - Détection de consommation de courant (avec prise en compte du cas particulier du ventilateur de refroidissement à démarrage automatique) - BIP sonore à la mise en/hors fonction - LED de signalisation - Fonction "panique" - Sirène puissante: 115 dB! - Remise en veille automatique - Haute fiabilité: système piloté par résonateur SAW (à onde de surface)



565F00

ACCESSOIRES OPTIONNELS:

RK-1: Module d'inhibition du démarreur
101.3481 67F45 HT 80F00 TTC

PL-1: Module d'activation des clignotants
101.3482 84F32 HT 100F00 TTC

DL-1 S: Module de télécommande des portes
101.3484 185F50 HT 220F00 TTC

Emetteur supplémentaire: 6000-T
101.3495 168F63 HT 200F00 TTC

VIDEO

CABLE PERITEL PROFESSIONNEL

Ce câble est le seul permettant d'exploiter toutes les possibilités de la prise péritelvision, en particulier sur les magnétoscopes de dernière génération et les lecteurs laser disc vidéo qui sortent en RVB.

Les coax et blindés sont à blindages séparés.
- 6 x coax 75 W vidéo - 4 x blindés BF
- 4 x tensions de commutation

Le mètre
101.3415 37F94 HT 45F00 TTC
Les 10 m
101.3417 303F54 HT 360F00 TTC

PLUS QUE JAMAIS ETONNIFIANT!

- 1 x quartz 3,2768 MHz - 4 x DL-470
- 1 x Cordon spécial péritelvision - 1 x alimentation secteur 12 V - 1 x quartz 4,000 MHz - 1 x 68705

L'ensemble
101.3298 119F00 TTC
Par 10 seulement 115F00 TTC

LASER



POINTEUR LASER INNOX

Puissance d'émission: 0,9 mW min.
Longueur d'onde: 670 nm (rouge)

Alimentation: 2 piles R1 ("N") fournies

Autonomie: 2 heures en continu.

Le pointeur INNOX

101.3610 716F69 HT 850F00 TTC

MESURE

AL 924

NOUVELLE ALIMENTATION elc 0 A 30V / 10 A

Les besoins en puissance des laboratoires et ateliers de SAV, de l'industrie ou de l'enseignement, seront satisfaits par l'AL 924. De plus sa précision et ses performances classent cet appareil au sommet de sa catégorie.

L'alimentation AL 924

101.3137

2276F56 HT

2700F00 TTC



MULTIMETRES M.I.C.

Une nouvelle gamme de multimètres au "top" technologique et au rapport qualité/prix exceptionnel. Fournis avec piles, cordons, et fusible.

MIC-35

2000 points. Changement de gamme automatique ou manuel.

R 0,1 Ω à 20 M Ω

Test de continuité

Test de diodes

DATA hold

Dim.: 176x82x32 mm Poids: 220 g

MIC-35

101.1729

333F05 HT

395F00 TTC



IMPORTATION DIRECTE SELECTRONIC

MIC-37

4000 points avec bar-graph. Mesures relatives. Mémoire des MIN et MAX. Changement de gamme automatique ou manuel.

R 0,1 Ω à 40 M Ω

C 1 pF à 40 μ F

F 0,1 Hz à 600 kHz

Test de continuité

Test de diodes

DATA hold

Dim.: 176x82x32 mm Poids: 280 g

MIC-37

101.1740

502F53 HT

596F00 TTC

L'OPERATION C.I.F. + SELECTRONIC CONTINUE!

Nous vous proposons de faire l'acquisition de votre "unité de fabrication" de circuits imprimés à des conditions particulièrement avantageuses!



OFFRE N° 1

Vous commandez:

1 MACHINE A INSOLER

MI-1016

1 MACHINE A GRAVER

BB-4

2200F00 TTC

1495F00 TTC

TOTAL

NOUS VOUS OFFRONS:

- 6 plaques EPOXY 1 face 200x300 présensibilisé

- 10 sachets de révélateur positif

- 1 jerrycan 5L de perchlo suractivé

- 2 sachets de détachant pour perchlo

- 1 sachet de 10 gants de protection

- 1 bac AR-23

- 1 flacon 1/2 L étain chimique

- 1 stylo DALO

(Ensemble d'une valeur de 691F70 TTC)

OFFRE N° 1

101.3750

3115F51 HT

3695F00 TTC

Forfait PORT (transporteur) et

EMBALLAGE en sus

LE TOUT

150F00 TTC



OFFRE N° 2

Vous commandez:

1 MACHINE A INSOLER

EN KIT BC-6

1 MACHINE A GRAVER

BB-2

1068F00 TTC

1300F00 TTC

TOTAL

NOUS VOUS OFFRONS:

- 6 plaques EPOXY 1 face 150x200 présensibilisé

- 3 plaques EPOXY 1 face 100x150 présensibilisé

- 10 sachets de révélateur positif

- 3 sachets de perchlo en poudre

- 2 sachets de détachant pour perchlo

- 1 sachet de 10 gants de protection

- 1 bac AR-23

- 1 stylo CIF

(Ensemble d'une valeur de 430F00 TTC)

OFFRE N° 2

101.3640

1996F63 HT

2368F00 TTC

Forfait PORT (transporteur) et

EMBALLAGE en sus

LE TOUT

150F00 TTC

3616 SELECTRO

Voilà le code d'appel du serveur Minitel SELECTRONIC. Il vous offre:

- un service d'assistance et de renseignements techniques

- les dernières nouveautés et promotions

- des informations, des petites annonces classées etc...

- TELECHARGEZ UN ASSEMBLEUR 68705 POUR PC

- TESTEZ VOS CONNAISSANCES EN ELECTRONIQUE ET GAGNEZ

UN SUPERBE MULTIMETRE!



TOUT LE RESTE SE TROUVE DANS LE
CATALOGUE GENERAL SELECTRONIC 1993
Envoi contre 25,00 F en timbres-poste

CONDITIONS GENERALES DE VENTE

REGLEMENT A LA COMMANDE: Forfait port et emballage 28F00 TTC

FRANCO à partir de 700F00

CONTRE-REMBOURSEMENT: Frais en sus selon la taxe en vigueur.

Pour faciliter le traitement de votre commande, veuillez mentionner la REFERENCE COMPLETE des articles commandés.



Selectronic
LA PASSION DE L'ELECTRONIQUE

Rési & Transi : bande dessinée	4
L'art de protéger les circuits contre les inversions de polarité	6
Comment travailler le plexiglas	17
Astuce : un diffuseur pour LED	51
Visualiser des signaux audio sur un écran de TV	56
Petites Annonces Gratuites	60



- 10 un niveau à bulle sans bulle avec dessin de circuit imprimé
- 13 un chargeur rapide pour accumulateurs cad-ni avec dessin de circuit imprimé
- 21 (encore) une temporisation
- 26 un amplificateur pour guitare avec dessin de circuit imprimé
- 35 un circuit de mise en relief de la stéréophonie
- 38 un wattmètre audio avec dessin de circuit imprimé
- 42 un régulateur pour fer à souder
- 44 un télérupteur commandé par une touche à effleurement
- 46 un testeur de FET
- 52 un sablier électronique avec dessin de circuit imprimé



Annonceurs : ARQUIÉ COMPOSANTS p. 25 – BERIC p. 51 –
 B.H. ÉLECTRONIQUE p. 25 – CIF pp. 61 et 62 –
 COMPOSANTS DIFFUSION p. 24 – COMPOSIUM p. 25 –
 ELECTRON SHOP p. 25 – EURO COMPOSANTS p. 25 –
 HB COMPOSANTS p. 25 – JACKSON DIFFUSION ÉLECTRONIQUE p. 25 –
 J.REBOUL p. 25 – LAYO FRANCE p. 25 – LOISIRS ÉLECTRONIQUES p. 24 –
 MAGNÉTIQUE FRANCE p. 15 – MICROPROCESSOR p. 25 –
 PUBLITRONIC pp. 51, 55, 61, 62 et 64 – SÉLECTRONIC pp. 2, 59, 61 et 62 –
 SPESYS p. 24 – SVE ELECTRONIC p. 25 – TSME p. 24 –
 URS MEYER ELECTRONIC SA p. 25 –

LES BIDOUILLERIES DE

DIS DONC...



RESI & TRANSI[®]



DESSINS : YVON DOFFAGNE - COULEURS : COOKY F.



L ne reste plus qu'à tester... Après quelques soirées passées à souder. Le rouge est au "plus", le noir à la masse, on met l'alimentation sous tension et « Vlaf ! », rien ne va plus, la roue ne tourne pas, les jeux sont faits. « Zut ! », une inversion de fils, une confusion de couleurs ou de bornes ont fait rendre l'âme au circuit. L'expérimentateur avait pourtant pris toutes ses précautions – moins une.

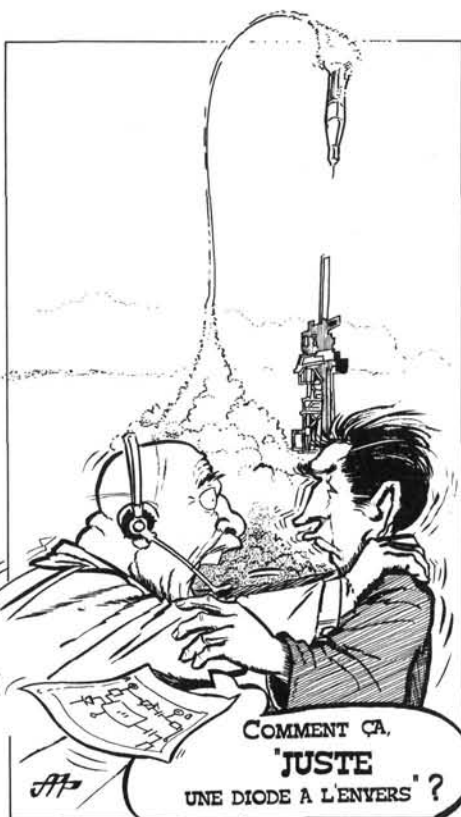
Au moment de mettre sous tension, une seconde d'inattention fait confondre le "plus" et le "moins". C'est ce qu'on appelle un acte manqué ("trompage" ?) Pour peu que l'appareil contienne quelques transistors rares et coûteux, quelques circuits sophistiqués, point de pardon : encore un coup de Murphy*. Le plus navrant dans ce genre d'affaire est que la prévention est facile : il suffit de faire attention, de vérifier avant d'envoyer la sauce que tout est en ordre, de... Est-ce une infirmité ? Le courrier des lecteurs nous rassure : ça arrive aussi aux autres. Que faire ? Consulter ? On sait ce que cela coûte ! Non. Les appareils du commerce sont le plus souvent pourvus de protections contre ce genre d'incidents. Pourquoi pas les vôtres ?

une diode, tout simplement

S'il y a confusion entre le "plus" et le "moins", le courant circule bien sûr en sens interdit. En l'absence de signalisation, il n'y a pas de raison qu'il se gêne. – Avec quoi le bloquer ? Avec le composant dont c'est la spécialité : une diode. Une diode en série avec la borne "plus" du circuit, comme sur la **figure 1**, ne permet au courant de circuler que si la polarité de l'alimentation est bonne. Pour que les choses

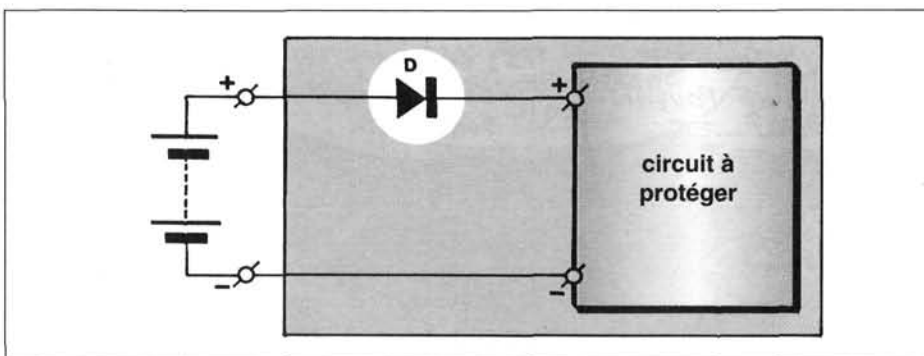
expérimentation sans problème

soient claires : la figure représente un appareil alimenté par une source de tension continue externe (pile, accumulateur, bloc secteur etc...) Une diode y est insérée entre la borne d'alimentation positive et le circuit. Si cette diode prévient bien des ennuis, sa présence perturbe obligatoirement. La tension disponible à l'entrée du circuit est ainsi amputée d'un peu moins d'un volt. Dans de



nombreux cas, ça n'est pas un problème, mais il arrive que des circuits soient très critiques vis à vis de leur tension d'alimentation : ceux de la série 74xx par exemple. Pour ces circuits logiques, la tension d'alimentation ne doit pas descendre au-dessous de 4,75 V. La diode voit d'autre part passer tout le courant consommé par le circuit : s'il est gourmand, un gros modèle, dont il faut éventuellement prévoir le refroidissement, est nécessaire.

Quel modèle donc ? De ce qui précède nous pouvons dire que jusqu'à 1 A et pour des tensions d'alimentation inférieures à 50 V, une diode 1N4001 fera l'affaire. Si la tension dépasse 50 V, vous avez le choix, de 1N4002 à 1N4007. Pour des courants n'excédant pas 3 A, la série 1N5400 a réponse à tout, à condition de tenir compte des tensions inverses maximales. Si l'appareil consomme plus, cette méthode de protection est déconseillée, ne serait-ce



* Si un circuit peut se détraquer, il ne manque pas de le faire.

Figure 1 – Une simple diode à l'entrée du circuit en assure la protection : si l'alimentation est branchée à l'envers, le courant ne circule pas.

ANTI INVERSION DE POLARITÉ

qu'à cause du dispositif de refroidissement que peut nécessiter alors le semiconducteur. Il faut envisager d'autres solutions.

une polarité toujours bonne

Il existe des appareils dans lesquels les effets d'une inversion de polarité de l'alimentation ne se font pas immédiatement sentir. Les circuits de temporisation et autres minuterics en sont un exemple. Il faut un certain temps avant qu'on ne se rende compte qu'ils ne tiennent pas compte du temps qui passe. La diode sur la ligne "plus" de l'alimentation en protège assurément les composants mais on ne remarque rien de leur non-fonctionnement. La **figure 2** représente une solution de ce problème. Il s'agit d'un pont redresseur qui autorise l'alternance : un coup à l'envers un coup à l'endroit, il y a réversibilité. C'est un dispositif qui permet de ne pas s'occuper de la polarité de la source : quel que soit le sens de branchement du générateur, le circuit est toujours alimenté de la même façon. La tension présente au nœud marqué "plus" est toujours supérieure à la tension présente au nœud marqué "moins", peu importe la polarisation du générateur branché aux bornes du pont. La seule différence est que le courant n'emprunte pas le même chemin. L'appareil fonctionne donc dans tous les cas. Les défauts de ce disposi-

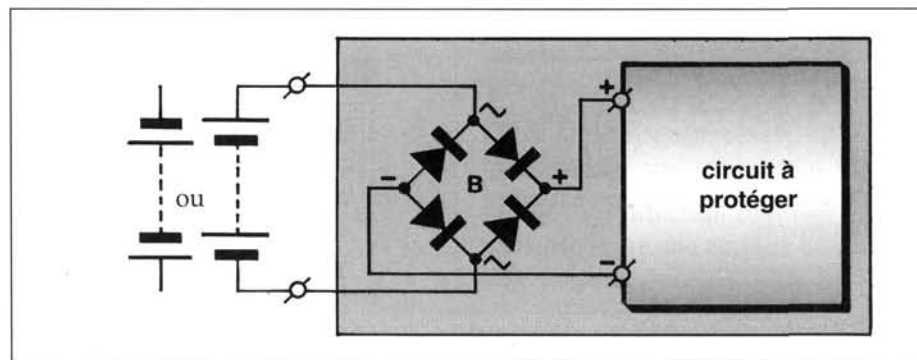


Figure 2 - De quelque façon que soit branchée l'alimentation, le pont de diodes assure le passage du courant dans le bon sens et permet le fonctionnement de l'appareil.

tif ont été vus au paragraphe précédent. Ils sont même aggravés, puisque la chute de tension est ici provoquée par deux diodes, avec un dégagement de chaleur double : parfaits lorsque la consommation des appareils protégés est réduite, les deux dispositifs, à diode unique ou à pont, ne sont plus très adaptés aux circuits de "puissance". Il faut trouver autre chose.

sans chute de tension

La chute de tension provoquée par le dispositif de protection augmente avec la consommation de l'appareil, puisque le même courant le traverse. Si la mise sous tension était effectuée indirectement par l'intermédiaire d'un relais, comme sur la **figure 3**, le problème serait évacué. Le pouvoir de coupure du relais doit bien sûr correspondre au courant circulant dans le circuit alimenté. La consommation de l'interrupteur est ici non seulement constante mais réduite de telle sorte

qu'il n'est pas nécessaire que la diode de protection (D1) soit un "gros modèle". Une 1N4001 convient parfaitement dans la plupart des cas. L'inévitable diode de **roue libre** D2 permet, lors de la coupure de l'alimentation, à l'énergie emmagasinée dans la bobine de "s'épuiser" en toute sécurité pour le reste du circuit.

dispositif efficace mais peu élégant

La solution proposée sur la **figure 4** semble plus simple. Si l'alimentation est branchée de telle façon que la diode conduise, c'est-à-dire à l'envers, il y a court-circuit. Le courant de court-circuit fait fondre le fusible F qui le coupe : on a sauvé les meubles ! C'est la simplicité même. Pourquoi alors dénigrer ce dispositif en le qualifiant d'inélégant ? Plusieurs raisons à cela. La première est que la diode choisie doit être d'un modèle capable de supporter un courant direct de sur-

Figure 3 - La solution présente est idéale pour les gros consommateurs ou les circuits qui ne souffrent aucune chute de tension parasite. Il faut bien sûr que la tension de bobine du relais corresponde à la tension de fonctionnement du circuit.

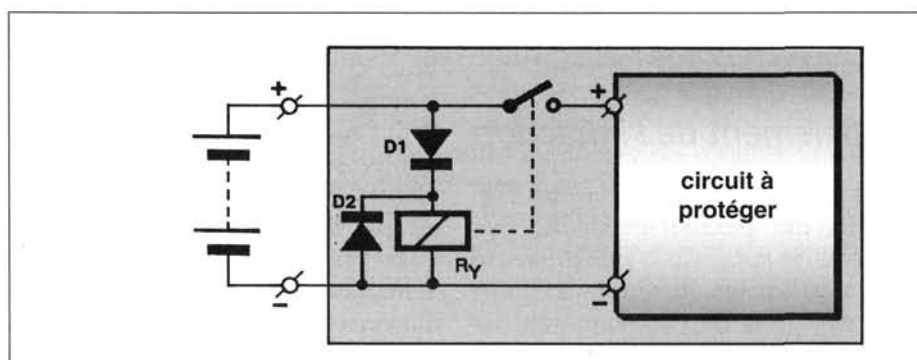


Figure 4 – Cette protection, présente à l'entrée de nombreux autoradios, est efficace mais manque d'élégance.

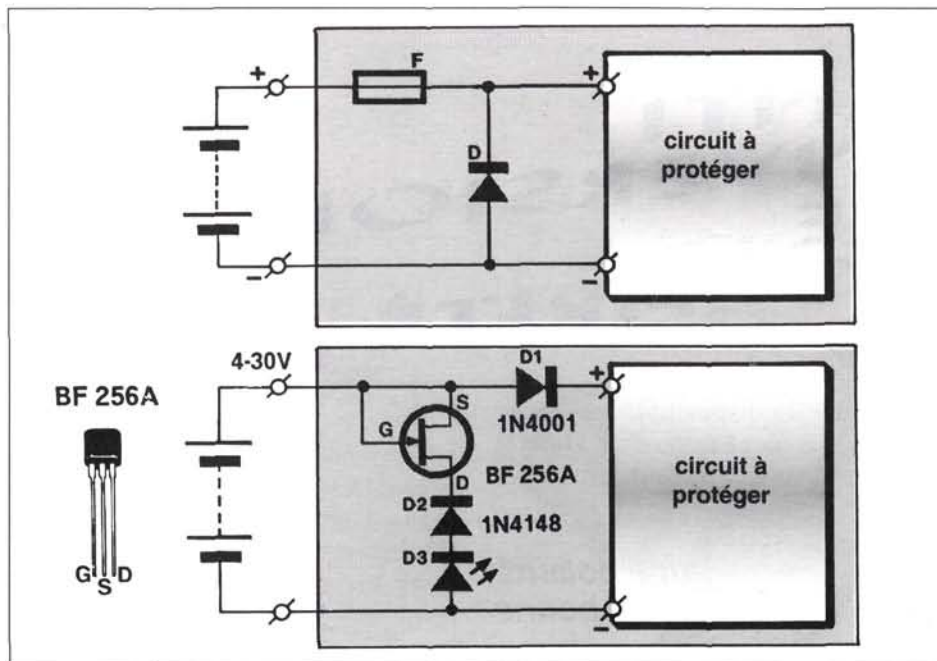


Figure 5 – Même dispositif que sur la figure 1 agrémenté d'une lampe témoin qui s'allume si l'alimentation est branchée à l'envers.

charge très élevé. Si la diode rend l'âme avant le fusible, le circuit peut être alimenté en inverse et sa protection illusoire. Ensuite, un sou est un sou et "le fusible qui saute est toujours celui dont on manque" (loi de Murphy).

Pourquoi présentons-nous un dispositif aussi peu intéressant ? Parce qu'il existe et que de nombreux fournisseurs d'électronique automobile l'ont adopté (le passé témoigne ici de l'optimisme du rédacteur). Vous ne serez donc plus étonné si, lorsque vous intervertissez le "plus" et le "moins" en branchant un autoradio, un fusible dégage. Un réparateur nous racontait dernièrement que lorsqu'il avait à dépanner des autoradios, il commençait par tester cette diode de protection. Le plus souvent, lorsque l'appareil mettait en court-circuit la batterie, c'est parce qu'elle avait rendu l'âme. C'est le type d'accident qui arrive régulièrement aux utilisateurs inconscients ou pressés qui remplacent les fusibles par des modèles un peu particulier du style papier d'aluminium, clou, voire fil destiné à les empêcher de fuser lorsqu'il y a confusion entre le "plus" et le "moins".

signallement de l'infraction

Nous avons ainsi fait le tour des dispositifs qui permettent de ne pas détruire les appareils à leur première mise sous tension, lorsqu'il y a confusion des pôles de l'alimentation. La sécurité apportée par un pont de

diodes est assurément pratique : elle n'est pas très amusante. Que diriez-vous d'une protection assortie d'une loupote signalant l'incident ? Le plus simplement câblée, en série avec une diode, de telle façon qu'un branchement inversé de l'alimentation en provoque l'allumage (la tension nominale de la lampe correspond bien sûr à celle de l'alimentation). Une LED, associée à une résistance de limitation de courant de bonne dimension est naturellement préférable. Si nous voulons un indicateur qui dépende moins de la tension d'alimentation, le circuit de la figure 5 peut être une solution. C'est un retour à la case départ (figure 1) avec le petit perfectionnement que représente le témoin. Les lecteurs attentifs auront reconnu dans la combinaison D2 - D3 le truc de tout à l'heure : la LED n'éclaire que lorsque l'alimentation est branchée à l'envers. Sa protection est assurée par un FET, source de courant constant lui fournissant environ 10 mA sans qu'on ait à se soucier de la tension aux bornes de l'ensemble (jusqu'à 30 V). La "résistance-talon" de la LED s'adapte aux circonstances.

Vous trouverez sur la figure 6 un exemple de câblage de cet accessoire. Pour l'adapter aux modèles de protection présentés plus haut, il faut remplacer D1, soit par un pont de diodes, soit par l'interrupteur d'un relais. Son intérêt n'est d'ailleurs plus très évident puisque dans un cas, il n'y a plus d'inversion possible, et dans l'autre se pose le problème du courant requis

elex-abc

diode de roue libre

Un courant électrique parcourant une bobine crée dans celle-ci un champ magnétique. Toute variation du champ magnétique à l'intérieur de la bobine y induit une force électromotrice, donc un courant. Le courant induit tend par ses effets à s'opposer aux causes qui lui donnent naissance. Dans le cas particulier où le courant qui traverse la bobine est coupé, le courant induit s'oppose à cette brusque variation : la tension aux bornes de la bobine, transformée en générateur, peut alors provoquer des dommages au reste du circuit. La diode de roue libre court-circuite ce générateur qui évacue par effet joule l'énergie emmagasinée.



Figure 6 – Disposition des composants de la figure 5 sur une platine.

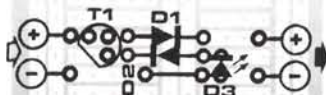
liste des composants

D1 = 1N4001 (1 A) ou 1N5401 (3 A)

D2 = 1N4148

D3 = LED rouge

T1 = BF256A (ici le "A" est important)



par la bobine du relais. On peut bien sûr remplacer le FET par une résistance, ce qui ne justifie plus l'utilisation d'une platine, un montage en l'air étant alors préférable. La figure 7 vous en donne un exemple proposé par Monsieur Léveillé, un radioamateur wallon, ami d'ELEX, toujours par monts et par vaux avec du matériel qu'il alimente sur batterie.

bananes, crocodiles et autres tulipes (RCA ou CINCH)

La façon la plus simple de prévenir les erreurs de branchement consiste à utiliser des connecteurs spéciaux. Le plus souvent, on se sert de fiches bananes, de pinces crocodiles ou de griffe-fils. Si au lieu de ces outils symétriques et parfaitement interchangeables on en utilise qui sont d'un "genre mécanique" différent, la confusion n'est plus possible au moment du branchement. Voyez sur les illustrations quelques unes des solutions à détrompeur imaginées par les fabricants. Il y en a d'autres, comme les prises *jacks* des baladeurs, radios et autres ordinateurs portables, qui ne sont pas toujours compatibles : même si leurs dimensions sont apparemment les mêmes, il arrive que les polarités soient inversées. Concernant l'alimentation, une règle à respecter : les prises

Figure 8 – Exemples de connecteurs à détrompeur.

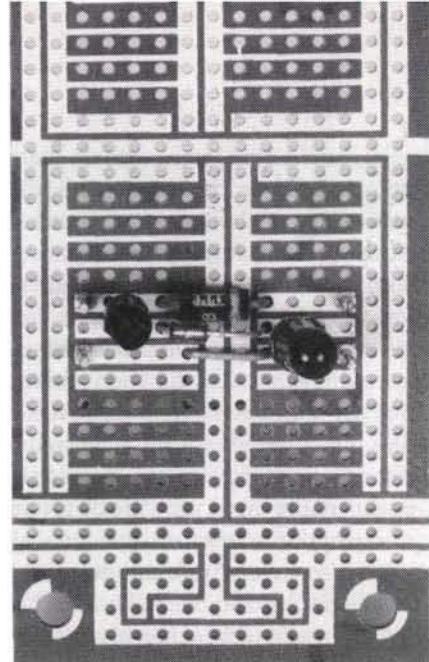


Figure 7 – Protection destinée à être branchée entre une batterie de voiture et un appareil.

de courant doivent être femelles et les parties sous tension inaccessibles. C'est le meilleur moyen d'éviter les accidents. Certains modèles représentés sur la photographie satisfont à cette exigence : la prise femelle de haut-parleur (au milieu) ou la prise de droite, prévue pour la tension du secteur et donc tout à fait apte à servir en très basse tension. Les autres sont spécifiques des appareils auxquels elles correspondent.

mieux vaut prévenir que dépanner

Avons-nous réussi à vous convaincre que quelques petits moyens faciles à mettre en œuvre pouvaient éviter de sérieux ennuis ? Lorsque vous expérimentez, soudez provisoirement à l'entrée "plus" de votre circuit une diode à l'anode de laquelle vous raccorderiez l'alimentation. Pour prévenir, prévoyez sur les appareils alimentés en continu de l'extérieur, une protection ou utilisez des connecteurs dissymétriques, toujours les mêmes : les connecteurs à pression pour piles de 9 V par exemple sont tout ce qu'il y a de pratique pour les petits montages.

886006

Nous avons, à ELEX, une sorte de manie curieuse : inventer des versions électroniques d'appareils, principalement de mesure, qui existent depuis longtemps. Quand il s'agit de thermomètres, d'horloges, de minuteriers, l'électronique peut apporter un confort, une précision supplémentaires, ou des fonctions irréalisables par d'autres moyens. Cette fois-ci, nous nous attaquons à un sujet auquel l'électronique n'apporte pas de précision supplémentaire, ni de principe de mesure nouveau ; pour le sport, en quelque sorte. Au lieu d'envoyer l'apprenti maçon à la quincaillerie chercher une bulle de rechange, on pourra l'envoyer chercher des piles. Tout le monde connaît le niveau à bulle. Il ne s'agit pas d'une désignation fantaisiste du niveau logique bas. Nos recherches archéologiques n'ont pas pu montrer depuis quand il a pris la suite du fil à plomb, mais ce doit être un des outils les plus anciens. Quand l'homme des cavernes a perdu son nom en commençant à construire sa hutte puis sa maison, il n'a pas tardé à constater qu'il valait mieux que les murs soient verticaux ; en effet, il n'avait encore inventé ni le casque lourd, ni le SAMU, mais la loi de Murphy existait déjà avant lui : quand quelque chose peut aller de travers, ça va de travers.

Le premier fil à plomb n'était rien d'autre qu'un bout de ficelle lesté par un poids. La gravité, qui n'avait pas attendu Einstein

pour se manifester, maintenait la ficelle tendue parfaitement à la verticale les jours où le vent ne soufflait pas trop fort. Comme un appareil au point ne demande pas d'amélioration, le fil à plomb reste en usage aujourd'hui encore.

Le niveau à bulle, lui, n'a pas toujours été ce qu'il est. Au début, il s'agissait d'un bac en bois, long et étroit, rempli d'eau. Comme la surface de l'eau, toujours à cause de la gravité, est parfaitement horizontale, deux repères sur le bac suffisent pour vérifier s'il est horizontal lui aussi. Le principe est resté, mais le niveau à eau a changé. Le modèle en usage actuellement est constitué principalement par une règle en bois ou en métal avec, incorporé ou rapporté par-dessus, un tube transparent courbé. Ce tube est presque rempli d'huile ou d'alcool. Lorsqu'il est horizontal, la bulle d'air se trouve précisément entre deux repères gravés dans le verre ou la matière plastique du tube. Il faut naturellement que la position du tube soit parfaitement réglée par rapport au corps du niveau. Cette précision peut justifier le prix d'un bon niveau.

la bulle électronique

Si nous prenons un fil à plomb, que nous plaçons parallèlement à lui la branche verticale d'un « L », il est évident que l'autre branche sera parfaitement horizontale si la pre-

mière est exactement parallèle au fil à plomb et que les deux sont parfaitement perpendiculaires.

Notre niveau électronique fonctionne suivant ce principe, à cette différence près que le fil à plomb est remplacé par un pendule métallique. Pour limiter autant que possible les frottements qui pourraient entraver les mouvements du pendule, sa position est captée par un système optique composé d'une LED et de deux photorésistances (LDR). Toute l'astuce consiste à les monter de telle façon que les deux photorésistances reçoivent, quand la règle est verticale, exactement la même quantité de lumière de la LED. En pratique, la LED, munie d'un petit réflecteur, est montée sur le pendule ; les deux LDR sont disposées côte à côte de part et d'autre de la ligne verticale qui passe par le point d'articulation du pendule. C'est ce qu'illustre la figure 3.

Les deux LDR reçoivent la même quantité de lumière seulement si le pendule est vertical. Pour éviter les effets des sources de lumière parasite (le soleil en est une dans ce cas), l'ensemble optique est installé dans un logement opaque.



une sorte de fil à plomb
au sulfure de cadmium

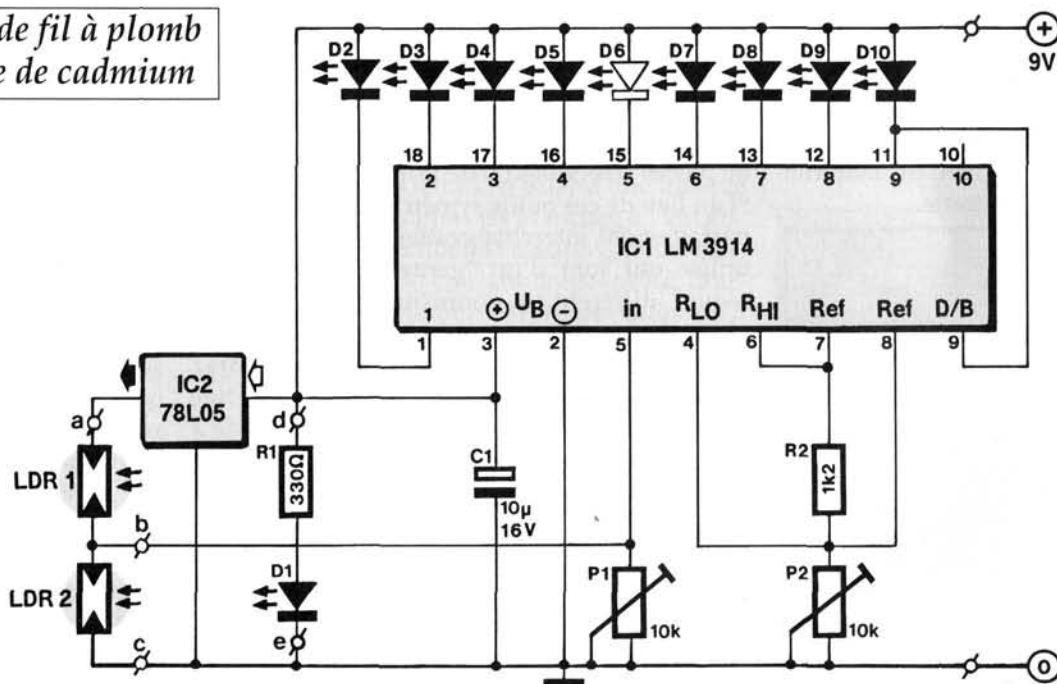


Figure 1 – Encore un détournement réussi : un circuit intégré spécialisé utilisé à tout autre chose que sa destination première.

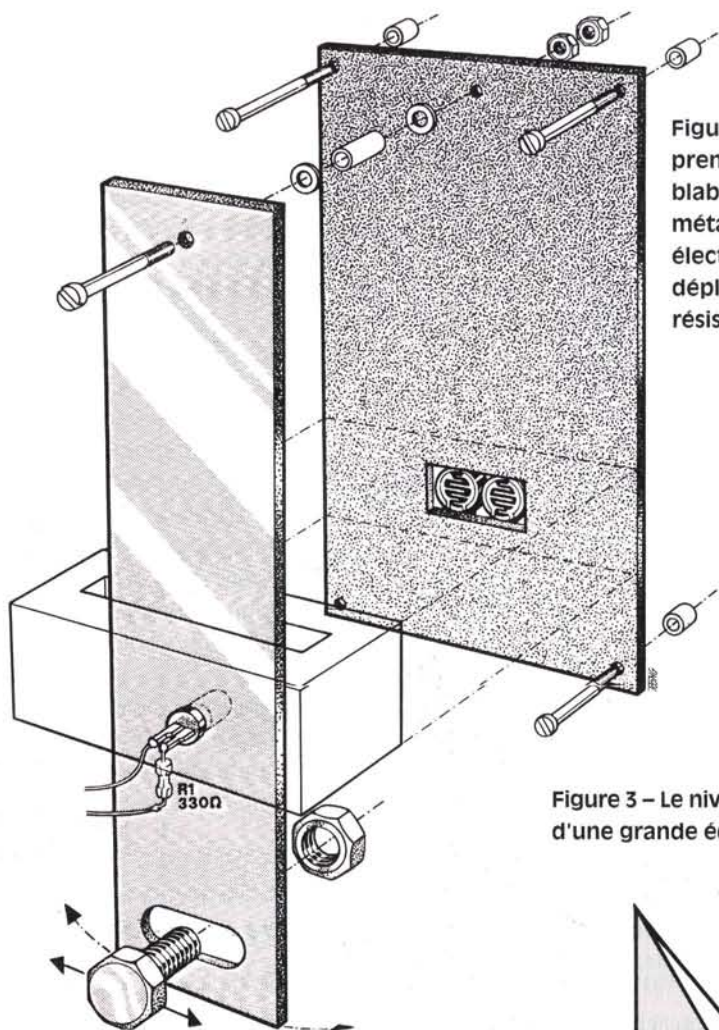


Figure 2 – La capteur peut prendre une forme semblable à celle-ci : un pendule métallique, muni d'une diode électroluminescente, qui se déplace devant deux photo-résistances.

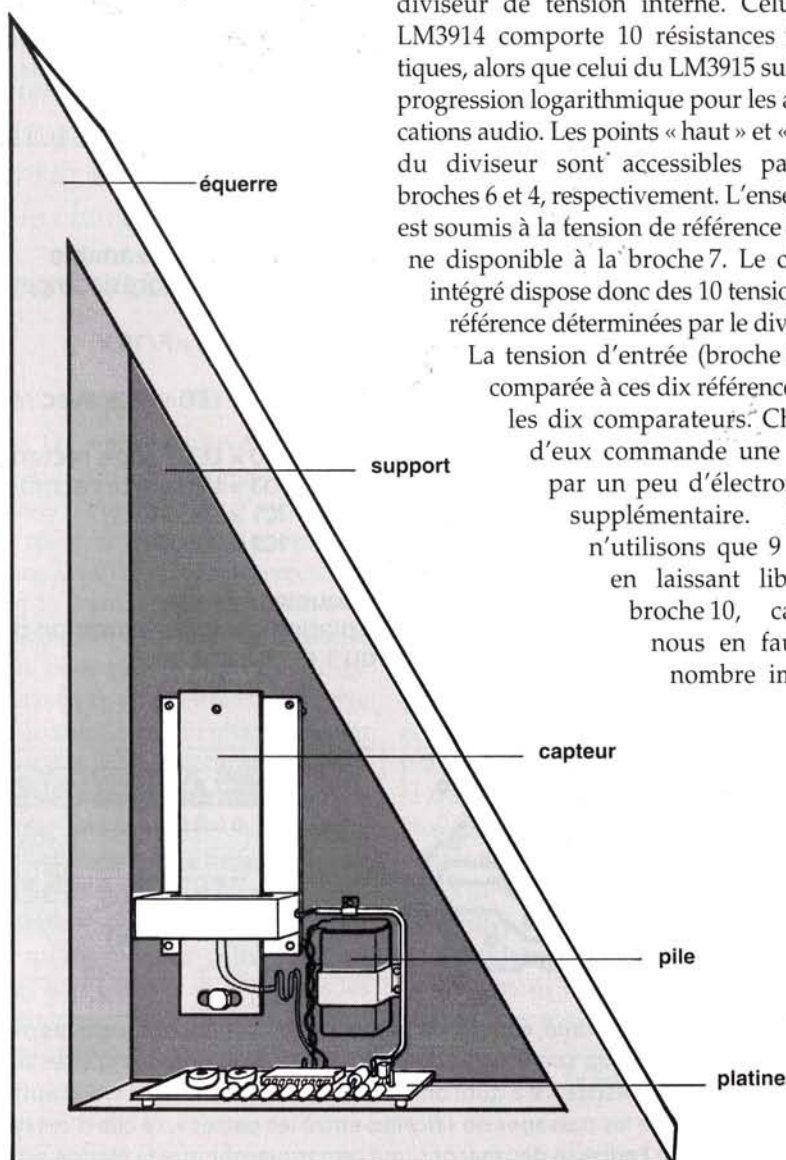
tension est exactement de 2,5 V, c'est la LED du milieu (D6) qui s'allume. Comme sa fonction est particulière (elle indique que le niveau est parfaitement horizontal), nous l'avons choisie de couleur verte alors que les autres sont rouges. Ainsi l'affichage du niveau électronique ressemble à celui du niveau à bulle. Sans le régulateur IC2, il faudrait recommencer l'étalonnage constamment pour compenser la décharge de la pile. L'étalonnage se fait au moyen de P1 et P2. L'électronique ne demande guère plus de commentaires puisque tout se tient dans le circuit intégré IC1. Nous allons nous y intéresser d'un peu plus près.

incursion dans le circuit intégré

À peu de chose près, le LM3914 est identique au LM3915 que nous avons utilisé dans l'indicateur de puissance présenté ailleurs dans ce numéro. La différence tient à la progression des 10 étages du diviseur de tension interne. Celui du LM3914 comporte 10 résistances identiques, alors que celui du LM3915 suit une progression logarithmique pour les applications audio. Les points « haut » et « bas » du diviseur sont accessibles par les broches 6 et 4, respectivement. L'ensemble est soumis à la tension de référence interne disponible à la broche 7. Le circuit intégré dispose donc des 10 tensions de référence déterminées par le diviseur.

La tension d'entrée (broche 5) est comparée à ces dix références par les dix comparateurs. Chacun d'eux commande une LED, par un peu d'électronique supplémentaire. Nous n'utilisons que 9 LED, en laissant libre la broche 10, car il nous en faut un nombre impair.

Figure 3 – Le niveau entier prend la forme d'une grande équerre.



électronique

l'électronique

Voyons maintenant la contribution de l'électronique au fonctionnement de l'appareil. Un coup d'œil au schéma de la figure 1 vous montre que la partie électronique est beaucoup plus simple que la mécanique. Les deux photoresistances à gauche du schéma forment un diviseur de tension. Leur résistance est égale, en théorie, quand elles reçoivent la même quantité de lumière ; de ce fait, la tension à leur point commun est de 2,5 V, puisque le diviseur est soumis à la tension constante de 5 V délivrée par le régulateur IC2. La tension au point nodal du diviseur est appliquée au circuit intégré LM3914, qui contient toute l'électronique nécessaire pour commander un affichage par une rangée de LED, comme on en trouve sur les VUmètres d'appareils audio. Pour cette application, il est utilisé pour afficher un point et non une barre lumineuse. Au fur et à mesure de l'augmentation de la tension, le point lumineux se déplace vers la droite, c'est-à-dire de D2 vers D10. Si la

Le peu d'électronique supplémentaire détermine si l'affichage prend la forme d'un point ou d'une barre : si la broche 9 est portée au potentiel de la tension d'alimentation, le LM3914 affiche un point, une barre si elle est laissée en l'air.

la construction

Les figures 2 et 3 montrent la conception mécanique du niveau. Le pendule est fait d'une lame d'aluminium de 2 ou 3 mm d'épaisseur. Il comporte dans le bas une lumière dans laquelle peut coulisser un boulon assez lourd (M8x15 par exemple). Un léger décalage de ce poids vers la droite ou vers la gauche permet d'étalonner grossièrement le niveau. Vous voyez aussi que la résistance R1 est montée directement sur la LED. Le raccordement se fait par deux fils multibrins aussi souples que possible, pour éviter de freiner le pendule. Le niveau est monté dans une grosse équerre en bois comme celle de la figure 3. Nous ne donnons pas d'indications plus détaillées car tout ce que vous pouvez imaginer est possible. La construction de la platine d'expérimentation de la figure 4 ou du circuit imprimé de la figure 5 ne pose pas de problème. Commencez par installer le support de circuit intégré à 18 broches et les ponts en fil. Le montage des LED dépend de la façon dont vous comptez installer l'ensemble dans l'équerre : leurs broches seront coudées si vous installez la platine à plat, droites si vous installez la platine verticalement. C'est cette dernière disposition qui est prévue pour le circuit imprimé. Il sera monté verticalement contre la paroi qui ferme le triangle, composants et LED vers la paroi, alors que les LDR, soudées côté cuivre, « regardent » vers l'intérieur ; les potentiomètres sont accessibles à travers le circuit imprimé, par deux trous supplémentaires. Le montage des LED demande un peu de soin : commencez par souder une

des broches en veillant à donner à toutes une longueur identique ; ensuite, corrigez l'alignement avant de souder la deuxième broche.

L'électronique et la mécanique terminées, il reste à passer à l'étalonnage.

l'étalonnage

Posez le niveau sur une table, mettez sous tension : une seule LED doit s'allumer. Probablement pas la verte, mais ce n'est pas grave pour l'instant. Il faut maintenant mettre le niveau exactement à l'horizontale, avec un bon vieux niveau à bulle ou un fil à plomb. Pour cela, posez-le sur une planche que vous inclinerez plus ou moins, en glissant des morceaux de carton sous une extrémité. Cela fait, réglez grossièrement le pendule en déplaçant le boulon de façon à allumer la LED verte ou une de ses voisines.

Comme deux LDR ne sont jamais exactement identiques, comme la loi de Murphy fait que vous tomberez sur deux exem-

plaires très différents (ce qui ne se voit pas de l'extérieur), le potentiomètre P1 en parallèle sur LDR2 est prévu pour rétablir l'équilibre. Il faut l'amener dans une position telle que la LED verte s'allume ; en pratique, elle reste allumée pour une certaine plage, le curseur doit être placé au milieu de cette plage.

Le rôle de P2 est différent : il détermine la sensibilité du niveau, c'est-à-dire l'écart par rapport à la verticale qui provoquera l'extinction de la LED verte et l'allumage de la première LED rouge. Tout dépend de votre goût et de l'utilisation que vous comptez faire du niveau. Attention : le réglage de P2 influe sur celui de P1 et bilatéralement, si bien qu'il faudra un peu de patience et de doigté pour venir à bout de l'étalonnage.

Vous pouvez vous simplifier la tâche en remplaçant le petit capot qui doit protéger les LDR de la lumière ambiante par une deuxième cloison opaque qui fermera le montage par l'arrière.

86819

Figure 4 – La réussite est garantie si vous faites de bonnes soudures. L'implantation des composants est assez simple pour ne pas poser de problème.

liste des composants

R1 = 330 Ω
R2 = 1,2 kΩ
P1, P2 = 10 kΩ variable
LDR1, LDR2 = photorésistances (LDR05, LDR07)

C1 = 10 μF/16 V

D1 = LED verte avec réflecteur
D2 à D5,
D7 à D10 = LED rouge rectangulaire
D6 = LED verte rectangulaire
IC1 = LM3914
IC2 = 78L05

1 coupleur de pile
1 platine d'expérimentation de format 1
ou 1 circuit imprimé

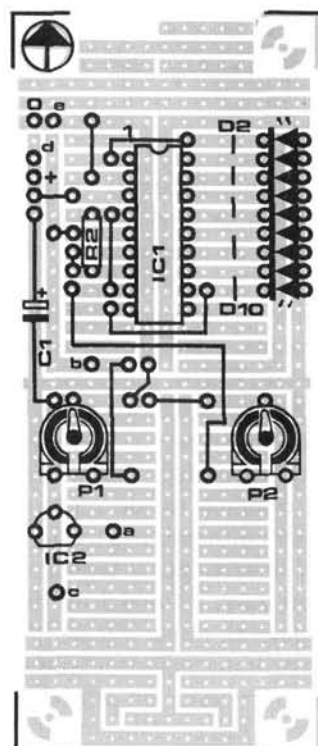
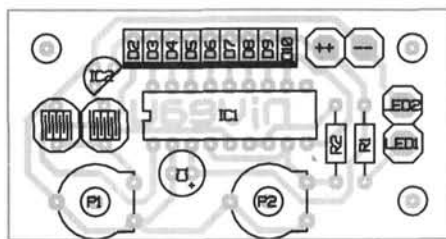
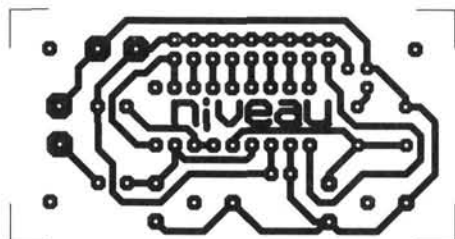
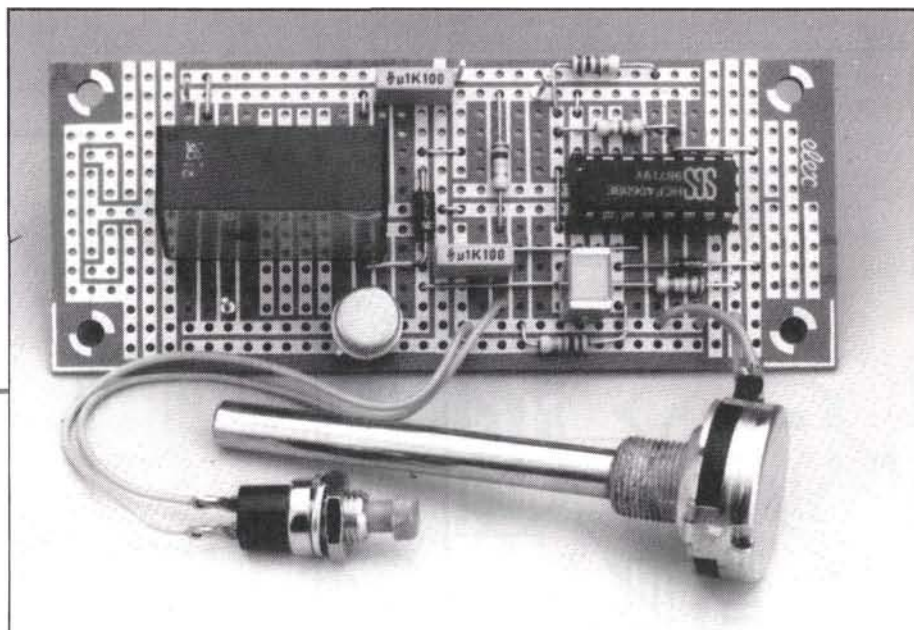


Figure 5 – Le circuit imprimé, comme de nombreux autres depuis quelques mois, n'est pas un ELEX pur jus. Pour distinguer les LAYO des ELEX presque à coup sûr, il suffit de vérifier s'il y a ou non des « prises au vol ». Les différentes normes n'autorisent que les pistes de pastille à pastille, ce à quoi on s'efforce dans les circuits LAYO. D'autre part, les ponts en fil y sont évités autant que possible, de même que les passages de « ficelles entre les pattes ». Le clin d'œil habituel manque sur ce circuit de très petites dimensions, si ce n'est à l'adresse des maçons, qui remarqueront que la platine est fixée par trois points.

chargeur rapide pour

accumulateurs au cadmium-nickel



C'est un problème bien connu des amateurs de modèles réduits de voitures à propulsion électrique : au bout d'un quart d'heure de course, les accumulateurs sont vides. Le pilote a le choix entre trois possibilités :

- 1. Mettre en place un jeu d'accumulateurs de réserve.*
- 2. Rentrer chez lui pour brancher son chargeur sur le secteur.*
- 3. Recharger son accumulateur sur place à partir de la batterie de sa voiture, avec le chargeur rapide que voici.*

cadmium-nickel

Nous avons déjà eu de nombreuses occasions de parler des accumulateurs au cadmium-nickel, aussi nous contenterons-nous de rappeler leurs caractéristiques essentielles. La plus intéressante, en dehors de la possibilité de recharger de nombreuses fois, est sans doute que la tension de 1,2 V par élément reste stable au long de la décharge. L'inconvénient, comme pour les accumulateurs au plomb, est que le temps de charge est long, normalement de 14 ou 16 heures. Heureusement il est possible, dans certaines conditions, d'obtenir des durées plus courtes. Nous allons revenir plus en détail sur ces conditions.

L'intensité du courant joue un rôle primordial dans le processus de charge des accumulateurs au cadmium-nickel. C'est vrai aussi bien en charge normale ou lente qu'en charge rapide. L'intensité doit être constante et ne doit absolument pas dépasser une limite précise. De plus, dans le cas de la charge rapide, la durée aussi est limitée à un maximum, faute de quoi l'accumulateur pourrait « disjoncter », autrement dit y laisser la vie. Enfin il est souhaitable, après 5 ou 6 charges rapides, de soumettre l'accumulateur à une charge normale de 14 heures.

Rien d'étonnant à ce que les accumulateurs des voitures se vident aussi vite ; écoutez rugir les moteurs de certains modèles. Pour atteindre des vitesses de cinquante à soixante kilomètres à l'heure, qui ne sont pas exceptionnelles, quelques dizaines de milliampères ne suffisent pas. En fait, comme pour les voitures « en vraie grandeur », ce n'est pas la vitesse qui demande le plus d'énergie (2 à 3 ampères suffisent), mais les accélérations. Quand le modèle bondit en avant, il suce allègrement 8 à 10 ampères, ce qui est autre chose que les 2 pauvres ampères de la marche normale. Si on considère que les accumulateurs de propulsion ont en général une capacité de 1,2 ou 1,8 Ah, on peut calculer simplement l'autonomie de

la voiture. Les modélistes savent combien elle est réduite, c'est pourquoi ils ont le plus souvent une batterie d'accumulateurs en réserve, une sorte de réservoir de secours. Il suffit de le mettre en service quand le premier est vide pour doubler l'autonomie. C'est bien, mais cela ne suffit pas pour passer l'après-midi. La solution consiste à remettre en charge le premier accumulateur au moment où on met en service le deuxième. Si par chance on dispose d'une batterie de voiture et d'un chargeur rapide, on a un accumulateur rechargé après une demi-heure de course folle. Il est vrai que la charge rapide n'est pas tendre pour les accumulateurs et qu'elle ne leur permet pas de récupérer leur pleine capacité, mais les ravitaillements, même fréquents, font partie de la compétition.

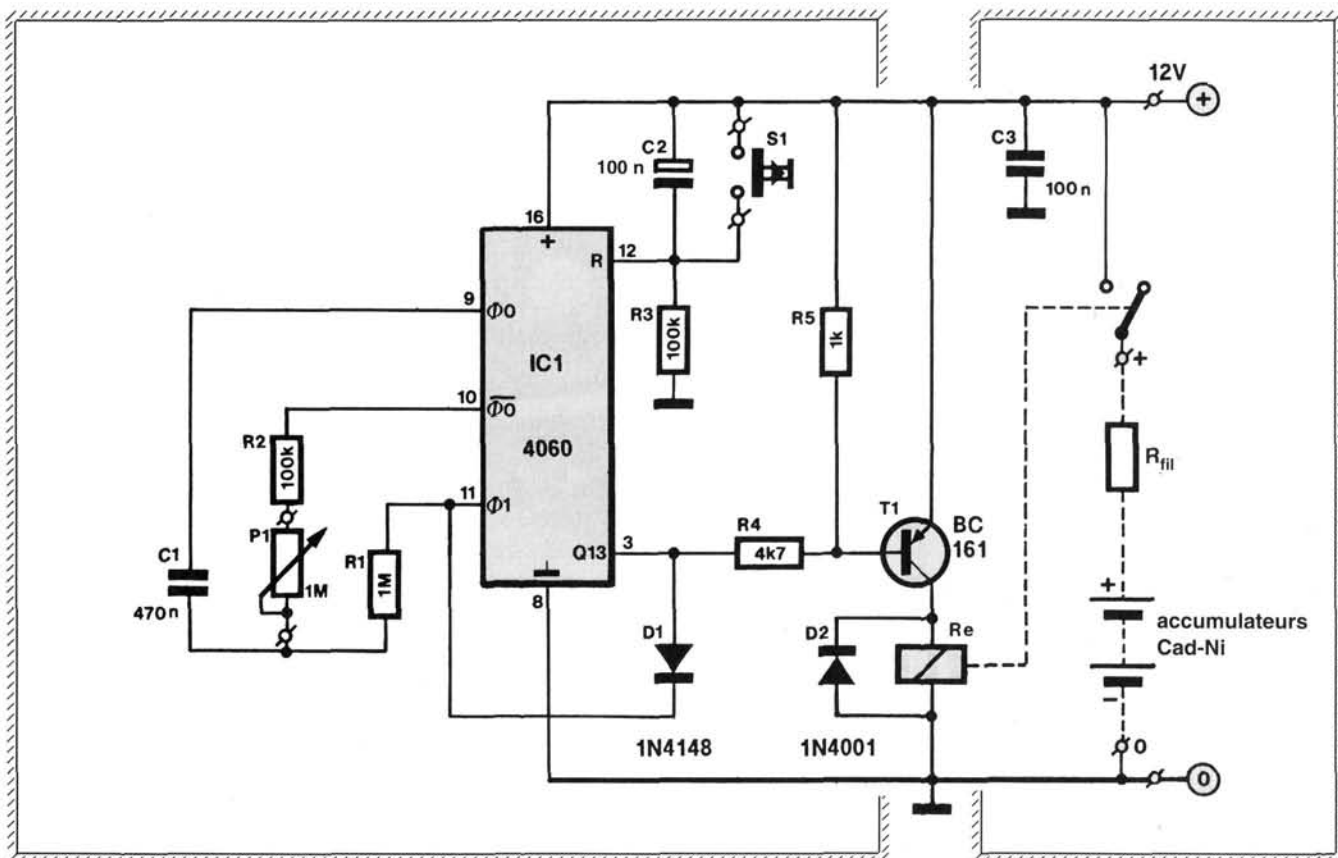


Figure 1 – La charge rapide d'accumulateurs au cadmium-nickel suppose que deux facteurs soient surveillés de près : l'intensité du courant de charge et la durée. Cette dernière est fixée par le temporisateur, l'intensité est limitée par un fil résistant. Simple et efficace.

question de temps

Nous avons dit précédemment que certaines conditions doivent être remplies si on veut réduire sans trop de problèmes le temps de charge normal de 14 heures. C'est le moment de les voir en détail.

L'essentiel est d'éviter la surcharge de l'accumulateur. La charge rapide s'effectue, logiquement, avec un courant supérieur à celui de la charge normale ; il faut donc l'interrompre à temps, pourquoi pas automatiquement par un moyen électronique ? L'autre critère qui détermine l'intensité, en plus du temps, est la capacité de l'accumulateur, exprimée en ampères-heure (Ah).

Le montage de la figure 1 prend en compte ces deux impératifs. Il ne s'agit en fait que d'un temporisateur, ou minuterie, qui coupe automatiquement le courant de charge de l'accumulateur après un temps déterminé. Le moment de la coupure dépend de l'intensité du courant de charge d'une part, de la position du potentiomètre P1 d'autre part. Nous gardons pour la suite la détermination du courant de charge et nous examinons la partie temporisateur du circuit.

Jetons un coup d'oeil à la figure 1, pour constater qu'il comporte un circuit intégré ; il s'agit d'un compteur binaire à 14

bits du type 4060 (IC1). Tout comme les accumulateurs *cadni*, il a déjà été l'objet de descriptions dans ELEX et n'aura droit aujourd'hui qu'à l'essentiel, le principe de fonctionnement.

Le circuit intégré 4060 divise la fréquence d'un oscillateur. Le facteur de division dépend de la sortie choisie parmi les 10 disponibles. La « puce » comporte son propre oscillateur et les 14 étages diviseurs par 2. La sortie du dernier diviseur (Q13 d'IC1) délivre un signal divisé par 16384 (2^{14}). La figure 1 montre la partie externe de l'oscillateur : deux résistances (R1 et R2), un potentiomètre (P1) et un condensateur (C1). Les valeurs choisies ne déterminent pas une fréquence particulièrement haute : de 1 Hz à 10 Hz suivant la position de P1. Ce n'est pas par hasard, jetez dans votre babasse les fréquences et le facteur de division, et vous constaterez que la demi-période du signal de sortie peut varier entre 30 minutes et 4 h 30. Autrement dit, le temps de charge peut être réglé, au moyen de

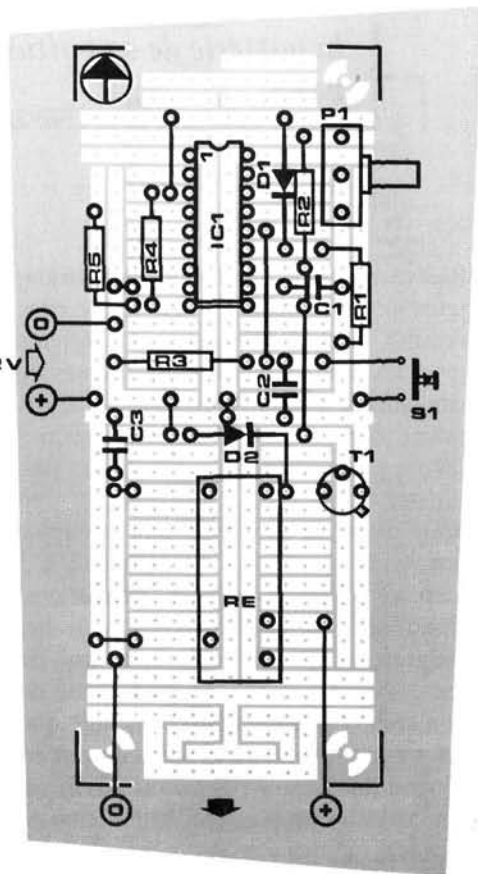


Figure 2 – Avec ce circuit, une demi-heure suffit pour recharger 6 ou 7 accumulateurs au cadmium-nickel à partir d'une batterie de voiture. Comme les courants sont importants, les pistes qui conduisent aux contacts du relais devront être renforcées.

liste des composants

R1 = 1 MΩ
R2, R3 = 100 kΩ
R4 = 4,7 kΩ
R5 = 1 kΩ
P1 = 1 MΩ (lin.)

C1 = 470 nF
C2, C3 = 100 nF

T1 = BC161, 2N2907
D1 = 1N4148
D2 = 1N4001
IC1 = 4060

S1 = poussoir à fermeture
Re = relais 1 RT bobine 12 V

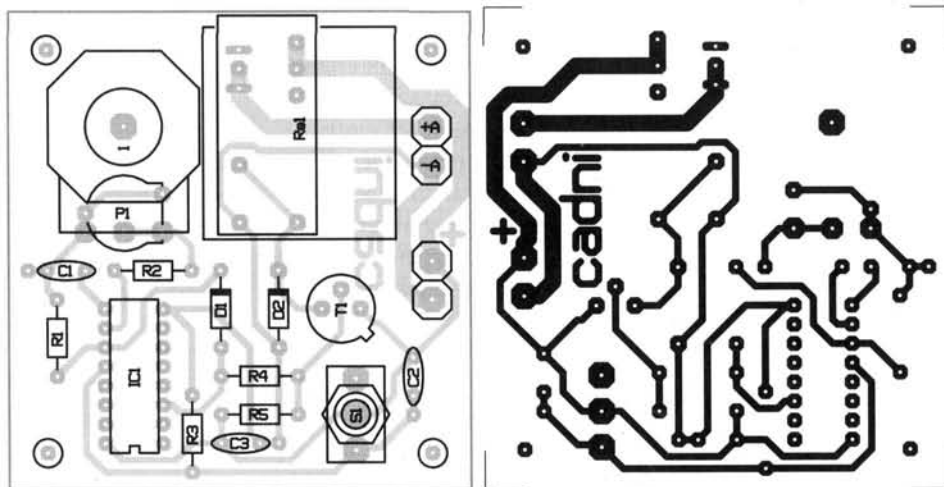


Figure 3 – Le circuit imprimé comporte l'emplacement pour un potentiomètre miniature. C'est une solution simple si vous voulez charger vos accumulateurs pendant un temps constant. L'emplacement prévu pour le relais peut recevoir un modèle vertical de Siemens ou Finder ou autre, ou bien un modèle horizontal de Siemens. Chez ce dernier fabricant, il s'agit de la série V23027. La référence V23027-A2-B101 est celle d'un modèle à plat, comme l'indique le A du milieu ; la référence V23027-B2-B101 désigne un modèle vertical, suivant le moyen mnémotechnique d'Antonio Pardeza (un petit d'Espagne) : B comme *bertical*. Le relais à plat facilite la mise en boîte du montage.

P1, entre ces mêmes limites. Si on veut des charges plus longues, on peut les obtenir en augmentant la valeur de C1, de R2, ou de P1. Quelle que soit la valeur de C1, il ne faut pas utiliser de condensateur électrochimique, car leur stabilité, leur précision et leur courant de fuite sont déplorables.

Venons-en à la pratique. Pour commencer un comptage, le compteur IC1 doit avoir été remis à zéro. C'est fait par une pression sur le poussoir S1 : le niveau haut appliqué à l'entrée de remise à zéro fait passer à zéro la sortie de tous les divi-

seurs. Quand, le poussoir relâché, l'entrée de remise à zéro revient au niveau bas, l'oscillateur démarre et les diviseurs commencent à diviser. Parmi les sorties qui sont passées à zéro, une seule nous intéresse : Q13, broche 3. Elle alimente la base du transistor PNP T1 ; le courant de collecteur de T1 alimente la bobine du relais Re, son contact permet au courant de charge de circuler. La batterie de voiture charge l'accumulateur au cadmium-nickel pendant le temps prévu. Aussitôt que celui-ci est écoulé, la sortie Q13 d'IC1 passe au niveau haut, ce qui prive T1 de cou-

rant de base : le transistor se bloque, le relais est relâché et la charge cesse.

La sortie Q13 est reliée d'autre part à l'oscillateur du circuit intégré par la diode D1. Au moment où la broche 3 passe à 1, l'oscillateur est bloqué par ce niveau haut. Cette disposition évite que la charge reprenne d'elle-même quand la sortie Q13 repasse à zéro, après une nouvelle demi-période. Votre accumulateur ne court donc aucun risque si vous oubliez de le débrancher du chargeur après la charge.

MAGNETIC-FRANCE

« Circuits intégrés, Analogiques, Régulateurs intégrés, Interfaces, Micro-Processeurs, Mémoires RAM Dynamiques Statiques, EPROM et EEPROM, Quartz, Bobinage, Semi-Conducteurs Transforiques, Filtres, Ligne à retard, Leds, Supports de CI, Ponts, Opto-Electronique, etc.
Et de nombreux KITS.

Bon à découper pour recevoir le catalogue général
Nom
Adresse
Envoi : Franco 35 F - Vendu également au magasin

11, Place de la Nation, 75011 PARIS **43793988**
Télex 216 328 F - Ouvert de 9 h 30 à 12 h et de 14 h à 19 h
Fermé le Lundi.

question d'intensité

L'intensité du courant de charge est la deuxième grandeur à surveiller pour la charge des accumulateurs. Les fabricants donnent comme limite le dixième de la capacité nominale. Les accumulateurs à électrodes frittées, les seuls utilisés pour les modèles réduits, supportent des intensités beaucoup plus importantes, limitées à une fois la capacité (en général 1,2 Ah). En pratique, on peut recharger sous une intensité de 1, voire 2 ampères. N'importe quelle batterie de voiture peut débiter, comme pour jouer, 100 à 200 ampères ; il est donc vital de prévoir un dispositif de limitation de l'intensité. Parmi les méthodes possibles, la plus simple reste la résistance. Nous avons opté pour un morceau de fil résistant qui servira en même temps de liaison entre l'accumulateur à recharger et le contact du relais. Il reste simplement à déterminer la longueur, qui dépend de l'intensité de charge et de la chute de tension désirées.

Il faut connaître d'abord le nombre d'éléments que comporte la batterie de propulsion ; il est habituellement de 5 ou 6, nous supposons qu'il est de 6 pour notre exemple de calcul. Suivant les caractéristiques annoncées par les fabricants, la tension pendant la charge est de 1,45 V par élément, donc de 8,7 V pour la batterie. Soustrayons cette valeur de la tension de la batterie de voiture, il nous reste à provoquer dans le fil résistant une chute de tension de 3,3 V exactement. Supposons un courant de charge de 1,2 A ; suivant la loi d'Ohm, la résistance du fil doit être de 2,75 Ω ($R = U/I = 3,3/1,2 \approx 2,75$). Le fil résistant disponible couramment dans le commerce spécialisé présente une résistance de 1 Ω par mètre, il nous en faut donc 2,75 m. Si vous voulez charger encore plus vite (par exemple une demi-heure à 2 A), ne raccourcissez pas le fil, mais mettez en parallèle un deuxième fil de la longueur que vous aurez calculée ; en effet, il ne faut pas oublier que la chute de tension s'accompagne d'un dégagement de chaleur, assez important dans notre cas. Pour la même raison, il vaut mieux n'utiliser le chargeur qu'à l'extérieur, ce qui est sa destination première.

La détermination par le calcul de la longueur du fil ne tient pas compte des tolé-

rances inévitables. Il vaut donc mieux prévoir une longueur supérieure, puis mesurer l'intensité avec un ampèremètre en série et recouper le fil pour obtenir la valeur exacte. Ce chargeur ne permet pas de charger plus de 7 éléments en série, pour la raison toute simple que la tension de la batterie de voiture n'est que de 12 V.

étalonnage

Revenons pour finir à la partie temporisateur. Nous avons prévu le potentiomètre P1 pour régler le temps de charge. La détermination du temps total peut se faire rapidement. Branchez un voltmètre entre la masse et une sortie « rapide » d'IC1, par exemple Q4 ou Q5. Mesurez ensuite avec un chronomètre ou une montre à trotteuse le temps pendant lequel la sortie reste au niveau haut (12 V). Multipliez le temps trouvé par 512 (ou par 256 si vous avez utilisé Q5, broche 4) ; le résultat est la durée de la charge en secondes. Si la charge doit durer 30 minutes, la broche 4 doit être au niveau haut pendant 7 secondes très exactement ($7 \times 256 = 1800$ secondes = 30 minutes). Pour éviter d'avoir à recommencer ces mesures et ces calculs à chaque changement de la durée de charge, il faut prévoir une échelle graduée pour le bouton de P1. Il suffira alors de placer la flèche en face d'un repère pour obtenir le temps désiré, par exemple une heure ou une demi-heure. Il est possible aussi de prévoir à la place de P1 un commutateur qui mette en service un certain nombre de résistances fixes. Prenons comme exemple quatre durées prédéterminées de 15 mn, 30 mn, 1 heure et 2 heures. Il faut un commutateur à un circuit et quatre positions. Réglez P1 pour obtenir le premier temps, de 15 minutes ; mesurez à l'ohmmètre la valeur de P1, vous avez la valeur de la première résistance. Notez-la et répétez l'opération pour les trois autres temps. Une fois les valeurs connues, prenez

quatre résistances de valeur aussi proche que possible de la valeur mesurée, montez chacune sur un contact du commutateur et reliez entre elles les extrémités libres. Le point commun des résistances et le contact commun du commutateur correspondent aux deux bornes de P1 sur le schéma, l'un est relié au condensateur, l'autre à R2.

construction et utilisation

Comme pour la plupart de nos montages, une platine d'expérimentation de format 1 suffit (figure 2). Contrairement à l'habitude, il va falloir étamer quelques pistes, ou les doubler par un morceau de fil rigide, pour tenir compte de l'intensité relativement forte qui circule. Ce n'est pas nécessaire en théorie, vu la largeur des pistes et l'étamage qu'elles ont subi à la fabrication, mais deux précautions valent mieux qu'une. Les seules pistes en cause sont celles qui sont reliées aux contacts du relais, elles sont nettement plus larges sur le circuit imprimé de la figure 3, ce qui ne les dispense pas de l'étamage.

L'utilisation du chargeur est très simple : reliez tout d'abord l'entrée au 12 V de la batterie de voiture (flèche blanche de la figure 2). Il est essentiel de respecter la polarité, faute de quoi la destruction du circuit est garantie. Connectez une extrémité du fil résistant (de longueur convenable) à la broche marquée (+) du relais (flèche noire), l'autre extrémité au pôle positif de la batterie d'accumulateurs à recharger. Après avoir relié (par un fil ordinaire de 0,75 mm²) le pôle négatif au point repéré (0) de la platine et choisi la durée de la charge, il suffit d'appuyer sur le poussoir de remise à zéro pour commencer le cycle.

886092

percer, scier, plier :



Pour qui désire travailler dans la transparence, le "plexi" c'est lumineux. Il permet d'enfermer des montages sans en rien celer. Pourquoi cacher les composants si leur implantation touche à l'œuvre d'art ? Si vos torons sont bien tournés et vos soudures apparentes impeccables, si vous êtes fier de votre travail, montrez-le ! Les résines thermoplastiques transparentes sont cependant chères : pour ne pas gaspiller, il est nécessaire de réussir son ouvrage du premier coup, c'est la raison de ces quelques conseils.

le travail des matériaux poly-acryliques

Nous aurions pu dire *plexiglas* ou *altuglas*, noms déposés depuis 1948 et 1958, ou verre acrylique qui rappelle les propriétés optiques de ce matériau que l'on classe aussi dans les verres organiques. C'est une résine thermoplastique, qui se laisse donc déformer à des températures relativement peu élevées. À partir de 120°C en effet, le plexiglas, puisque c'est sous ce nom qu'il est le plus connu, se ramollit. C'est une propriété intéressante pour qui veut en faire des coffrets ou des ustensiles de toutes sortes (figure 1). Les noms commerciaux du produit sont aussi nombreux que ses fabricants. À côté du plexiglas, de l'altuglas, on trouve les Delagan, Deglas, Perspex, etc. Les chimistes le connaissent sous celui, plus parlant (à leurs yeux

quand ils ne sont pas sourds) de polyméthacrylate de méthyle (PMAM ou PMMA, mais avec l'accent anglais). Quel que soit son nom, le verre acrylique, très résistant, vieillit plutôt bien ; c'est un bon isolant électrique, dur, relativement léger, qui se colle bien mais non sans problème. Il est aussi transparent que le verre et il n'y a pas de limites à sa coloration.

usinage

Pour faire dans la transparence, il y a bien le verre, mais son travail est une affaire de spécialiste. S'il est "thermoplastique", c'est à des températures qui ne sont pas aisément accessibles à l'amateur. Son plus grand avan-

tage est son prix*, mais bon, puisqu'il n'est ni tendre ni incassable, il faut se résoudre à payer assez (voire très) cher un produit plus malléable et moins fragile. Outre son prix, le plexiglas a le défaut de ses qualités : s'il se laisse facilement travailler, à la façon du bois** ou du laiton, il est mauvais conducteur de la chaleur. Lorsqu'on le perce sans précautions, il s'échauffe localement, se ramollit, devient pâteux au voisinage du trou dans les bords duquel le foret finit par s'enfoncer sans discernement. Il se peut aussi, qu'à la fin, la plaque elle-même se fendille. Quelques recettes vont nous éviter ces désordres, la première étant, lorsqu'on a à faire à ce genre de matériaux, de lui conserver son feuillet de protection.

perçage, taraudage

Partons du principe que vous ne possédez pas d'outillage spécialisé et que vous projetez de percer votre plastique avec les moyens du bord. C'est possible. Prenez un foret à métal en acier super rapide (HSS, le plexiglas use), neuf ou bien affûté, sans négliger aucune des précautions qui suivent : commencez par marquer le centre du trou avec une pointe à tracer, en tournant doucement plutôt qu'en frappant. Bloquez ensuite la plaque, posée de préférence sur un panneau d'aggloméré, puis percez à une vitesse comprise entre 100 et 500 tours/minute. Avancez de 2 à 3 mm, revenez en arrière, laissez refroidir, recommencez.

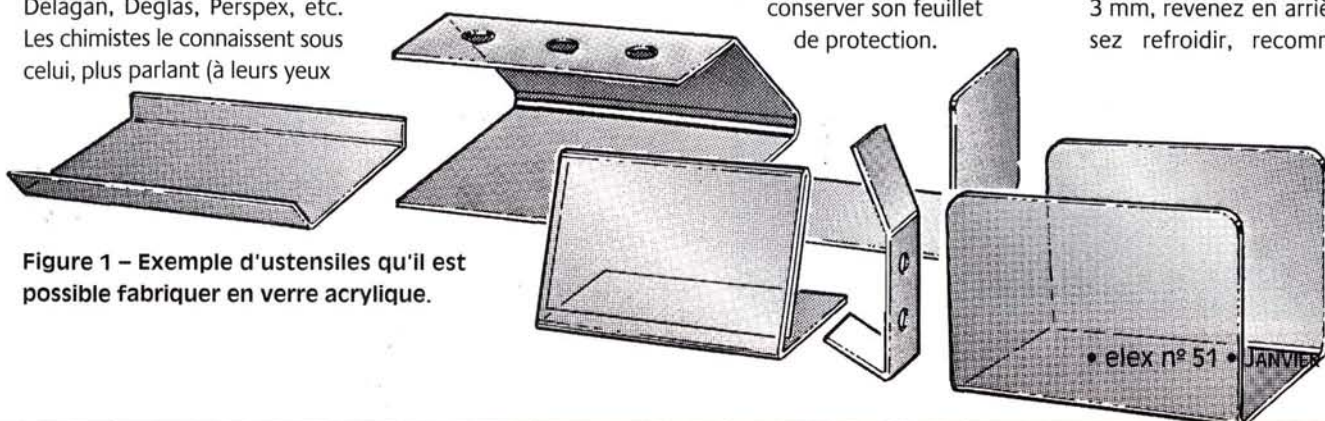
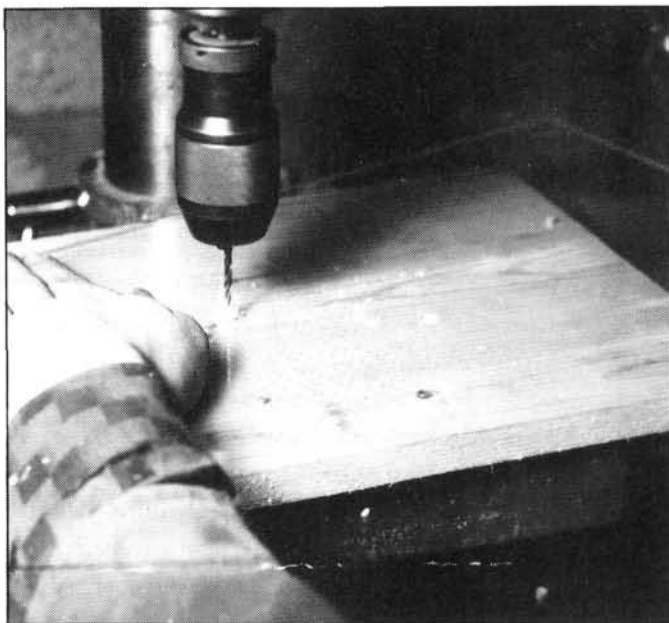
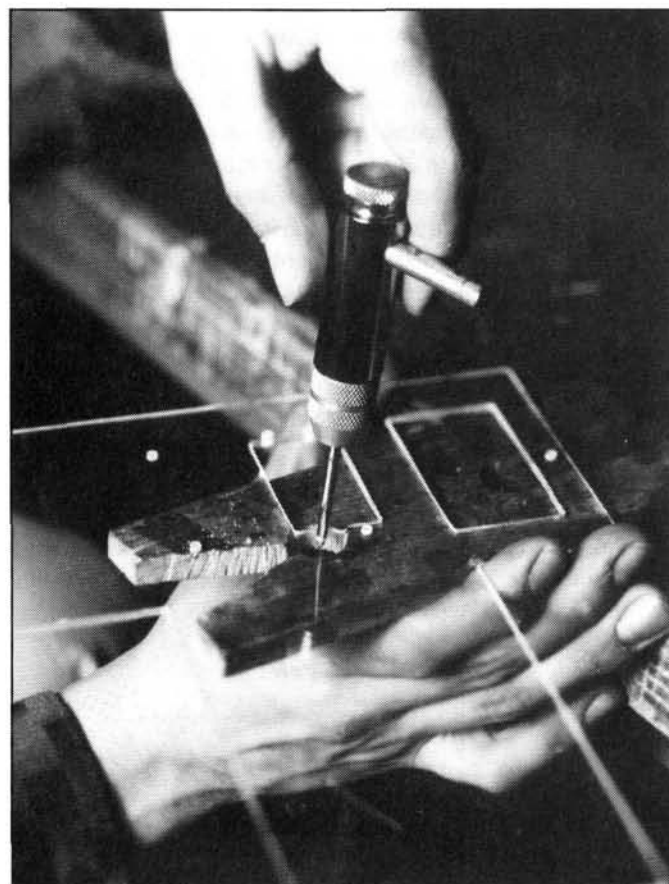


Figure 1 - Exemple d'ustensiles qu'il est possible fabriquer en verre acrylique.



Exercez toujours la même douce pression, sans vous hâter. L'élimination soigneuse des copeaux de l'outil et du trou, après chaque partie de l'opération, peut être suivie d'une durée plus ou moins longue qui permette le refroidissement. Pour les trous de quelque importance, il est bon de procéder par étapes. On creuse un avant-trou à 4 mm, que l'on agrandit à 7 mm, ensuite à 10 mm etc. Les professionnels percent à des vitesses de rotation

très rapides mais limitent l'avance. Pour le taraudage (filetage des trous), on procède comme pour le métal, avec les mêmes outils. Les diamètres inférieurs à 8 mm se contentent d'un avant-trou. On creuse donc à 3,4 mm par exemple, puis on termine avec un taraud de 4 mm. L'essentiel est de bien nettoyer entre chaque passage, de façon qu'il ne reste aucun copeau.

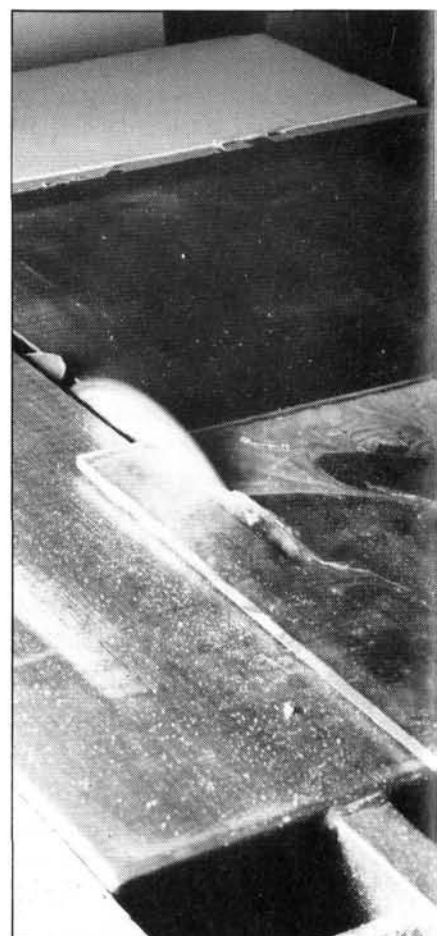


limer, tourner, fraiser, raboter

Limer, tout le monde sait le faire, plus ou moins bien. Dans le cas présent, il faut un outil au grain doux, voire très doux et l'on procède à longs traits. Tourner, fraiser, raboter sont déjà des activités moins courantes chez les amateurs, bien que nous comptons quelques mécaniciens parmi nos lecteurs. Pour le tournage, il suffit de savoir que l'on traite le plexiglas comme le laiton (angle de dépouille de 0 à 25 degrés). Pour le fraisage, un outil HSS ou une fraise au carbure convient. On pare à l'échauffement local trop élevé du plastique en enlevant au maximum 1,5 mm à chaque passe. Le rabotage enfin nécessite des lames de même qualité que celle des fraises, HSS ou carbure. Une remarque importante encore : lorsqu'on travaille le plexiglas, on le fixe bien sûr mais en le protégeant des mors du mandrin ou des mâchoires de l'étau avec du feutre ou un chiffon doux qui lui évite les rayures.

scier, poncer, polir, meuler

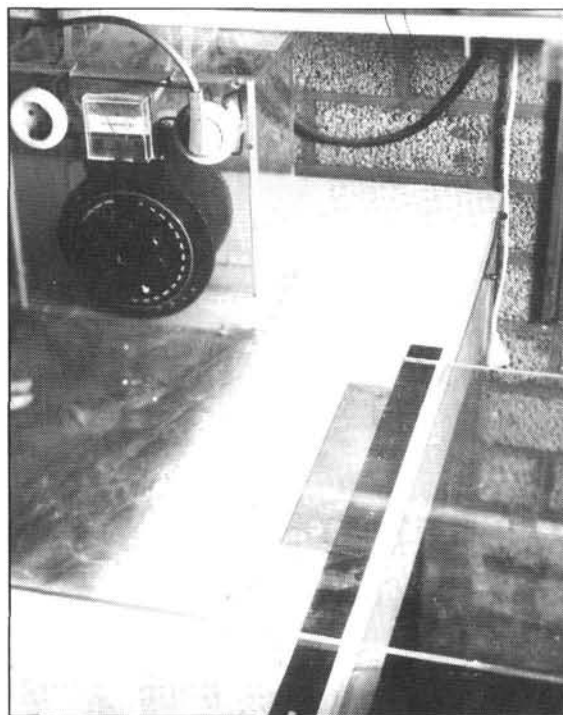
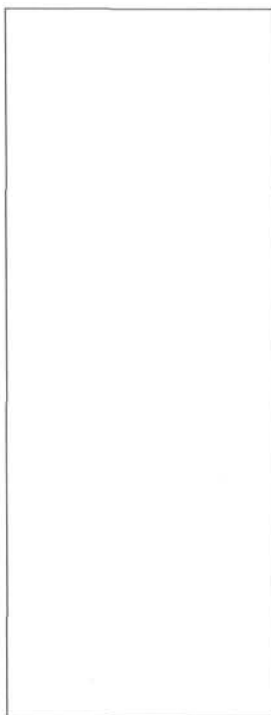
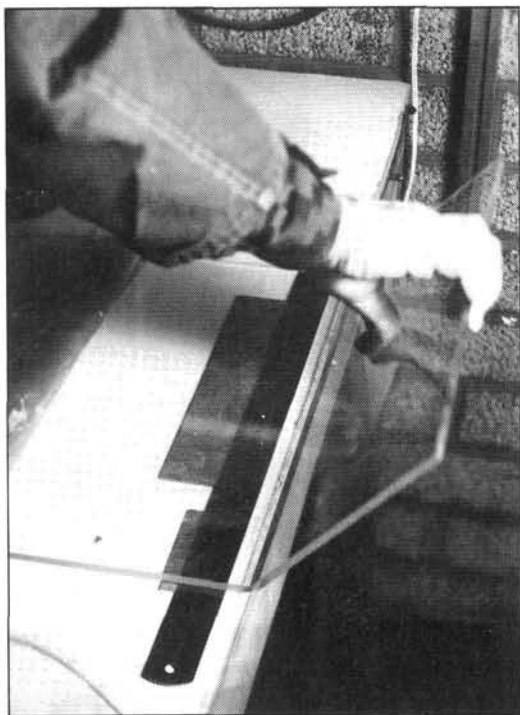
Scier proprement le plexiglas n'est pas une mince affaire et peut poser, même aux professionnels, quelques problèmes, d'affûtage entre autres. En principe, n'importe quelle lame convient si ses dents sont petites, nombreuses et sans avoyage***. Si vous travaillez à la machine, prenez de préférence une lame dite "multiservices" à pastilles de carbure rapportées (60 à 80 dents). Il est possible, si vous sciez à la main, qu'après le passage de la lame, les bords aient une fâcheuse tendance à se ressouder. La température s'élève assez rapidement pour les faire fondre. Comment l'éviter ? Assez simplement, en recouvrant, avant de scier, la ligne de coupe avec un ruban adhésif (transparent !) de faible épaisseur, de chaque côté de la pièce. C'est un truc que les professionnels n'utilisent évidemment pas, puisqu'ils découpent de très grandes longueurs, soit à la scie sauteuse, avec des lames



* Entre 300 F et 600 F le mètre carré suivant les épaisseurs, les quantités achetées, les fournisseurs...

** Le bois d'arbre ordinaire, pas le bois d'arbre supérieur qui, comme le dit l'Encyclopaedia marcheopus « est taillé dans les branches du dessus ».

*** L'avoyage d'une scie est la torsion de ses dents, alternativement à droite et à gauche, qui peut se faire à la main avec un "tourne-à-gauche" pour lui donner de la "voie".



de 3 mm d'épaisseur, soit à la scie circulaire. Se posent alors des problèmes d'écaillage dont un défaut d'affûtage peut être la cause.

Le ponçage est un art en soi, que viennent compliquer ici les qualités thermiques du matériau. On y procède manuellement ou avec une machine, à sec avec du papier de 80, 120 et

240, puis en mouillant, à 320, 400 et 500 (si vous savez poncer une carrosserie de voiture, c'est à peu près la même chose). Le ponçage mécanique permet éventuellement de sauter l'une ou l'autre étape. On polit ensuite une fois que l'on a poncé à 500, à la main ou à la machine. Pour le travail à la main, on utilise une pâte à polir spéciale et du coton ou un chiffon doux, il est cependant plus facile d'utiliser, avec une cire spéciale éventuellement, les accessoires de polissage et de lustrage d'une perceuse.

collage

Les résines poly-acryliques se collent tout à fait bien, si l'on en a l'expérience. Pour des collages en surface, le chloroforme, le dichloréthylène, l'acide acétique cristallisable (glacial) sont particulièrement bien indiqués mais non forcément sans danger pour l'utilisateur ou difficiles à se procurer. Il existe toutefois des colles spécifiques (telles qu'Altufix) qui dissolvent les surfaces en présence, leur permettant d'adhérer l'une à l'autre après

séchage. Les temps de séchage, qui peuvent être longs (dépasser deux heures) sont fonction des produits utilisés et se déterminent expérimentalement s'ils ne sont pas indiqués par le fournisseur. La solidité de la soudure en dépend.

Quelques trucs pour travailler proprement : en recouvrant de ruban adhésif les parties voisines

de la zone à encoller, il sera possible, après séchage, d'éliminer les bavures. On les découpe et elles viennent avec le ruban lorsqu'on l'arrache. On améliore encore le collage en taillant en biseau les surfaces de contact ainsi que le montre la figure 2. La colle ou le solvant est alors introduit dans la rigole formée par les deux pièces.



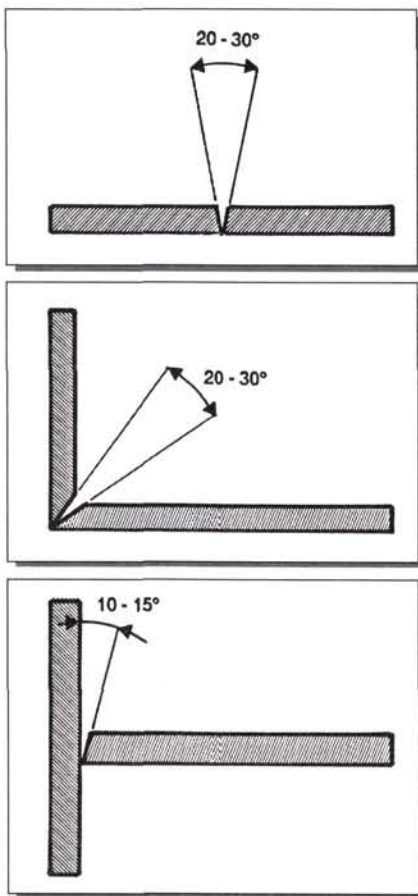
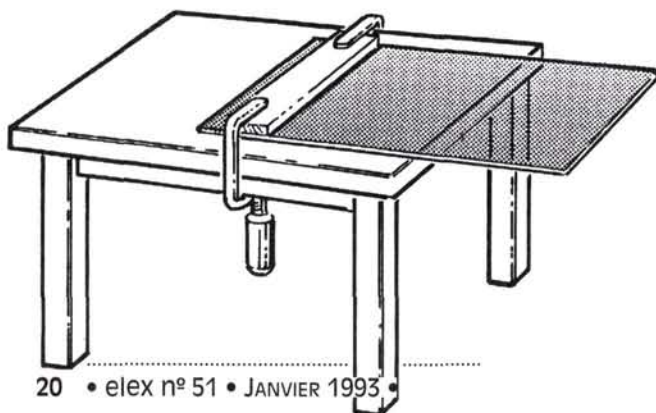


Figure 2 – La préparation des surfaces à coller permet de cacher les coutures sans nuire à la solidité de l'assemblage.

Figure 3 – On plie une plaque de plexiglas après l'avoir suffisamment chauffée, soit simplement, sur le bord d'une table, soit sur une forme.



thermoformage

Nous avons vu les aspects les plus gênants des propriétés thermo-plastiques de la résine acrylique, il est temps d'en voir les avantages, c'est-à-dire les déformations intéressantes du matériau que permet la chaleur. Les sources de chaleur utilisables sont aussi variées que résistance électrique de radiateur, de plaque de cuisson, de four ou de gril. Une lampe à infrarouges ou le courant d'air brûlant d'un sèche-cheveux un peu amélioré sont moins précis. Il faut que la résine devienne assez molle (entre 165°C et 175°C, quelquefois moins). On commence par délimiter la zone de pliage (1 cm à 2 cm de chaque côté du sommet de l'angle) en protégeant les zones voisines avec de l'amiante ou tout autre isolant (les professionnels disposent leur résistance de chauffe entre deux tubes de refroidissement alimentés en eau dont ils peuvent varier l'écartement). On plie ensuite la plaque suivant la ligne de chauffe, soit en prenant simplement appui sur le bord d'une table, soit en utilisant un gabarit, pour des travaux réclamant plus de précision (figure 3). Une fois refroidi aux environs de 80°C, le verre acrylique conserve la forme qui lui a été imposée.

Dans de nombreux cas, une seule pièce en U suffit pour fabriquer le coffret qui contiendra par exemple un bloc d'expérimentation alimenté sous un maximum de 40 V. Si l'on désire un boîtier en deux parties, on commence par l'élément en forme de U le plus extérieur. Le pliage de cette partie effectué donne la mesure du U intérieur, que l'on ne décou-

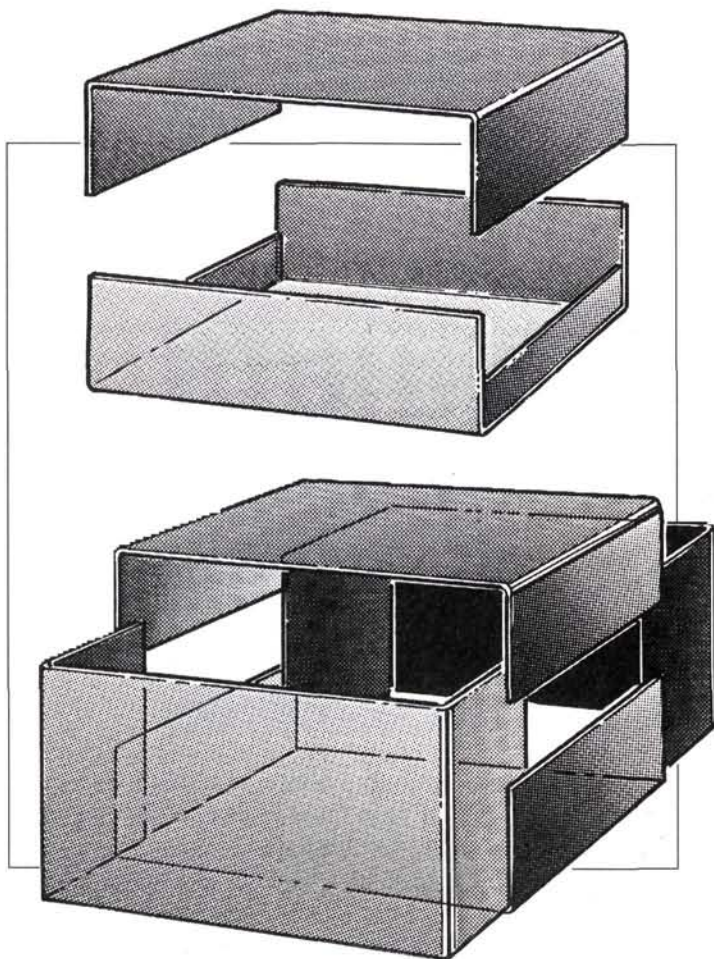


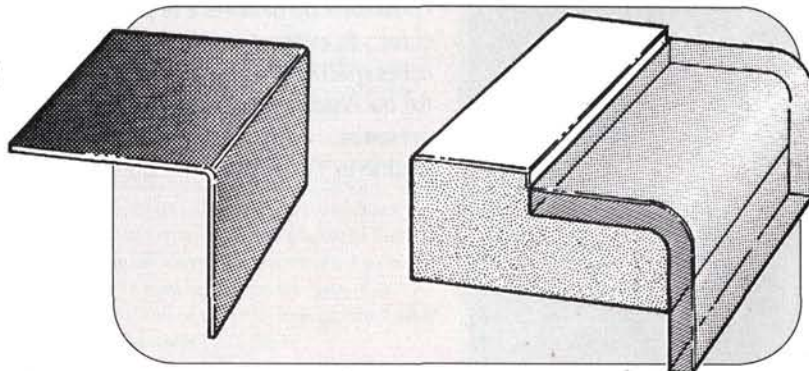
Figure 4 – Exemples de "boîtiers pour électronique" constitués de deux ou quatre plaques pliées en forme de U. On prépare déjà la plaque la plus externe avant de découper les autres.

pe qu'à ce moment-là. Pour visser solidement les deux pièces ensemble, on complète le U intérieur par deux petits panneaux, collés sur chacun de ses côtés ouverts, qui accroissent la robustesse de la boîte. On procède de la même manière, en commençant par l'élément le plus extérieur, lorsqu'on veut un coffret en quatre parties (figure 4).

Une fois le meuble achevé, il faut penser à son entretien, puisqu'il a la désagréable propriété de se charger électriquement, ce qui attire la poussière. Pour dépoussiérer : de l'eau tiède savonneuse,

c'est ce qui convient le mieux à ces matériaux, un chiffon doux ou une éponge pour frotter et un linge sec, pas trop rugueux pour essuyer après un bon rinçage à l'eau claire. Dans les cas **désespérés**, les taches grasses d'une certaine épaisseur par exemple partiront à l'alcool (à brûler) répandu parcimonieusement sur un chiffon. En principe toutefois l'alcool est à bannir de ces surfaces, surtout si l'on a la main lourde, le coffret y perdrait son bel aspect.

87646



temporisation élémentaire minuterie sans complication horloge

☐
☐
☐

cochez la case de votre choix

Complémentaire de l'interface (presqu') universelle entre un circuit de commande et le secteur décrite dans le numéro 49, ce montage peut servir de modèle à vos propres projets. Il s'agit d'un circuit de temporisation destiné à mettre hors tension un dispositif branché sur sa sortie après une durée réglable au moyen d'un potentiomètre.



*une vieille
connaissance :
le 4060*

IL Y A "horloge" et "horloge".

Les unes mettent sous tension un certain temps après en avoir reçu l'ordre : c'est le cas des réveille-matin électriques par exemple ; les autres font exactement le contraire : elles ne laissent circuler le courant que pendant un intervalle de temps fixé par l'utilisateur. Elles se distinguent aussi par les durées qu'elles mesurent : certaines horloges sont spécialisées dans la mesure de durées brèves (minuteries de cuisine), d'autres nécessitent un véritable calendrier. Notre circuit, intermédiaire entre les deux modèles, peut commander le fonctionnement d'un appareil pendant 30 secondes, quelques minutes ou quelques heures, au gré de l'utilisateur. Ces intervalles, à notre avis, lui ouvrent un maximum d'applications, bien que les plus longs puissent poser certains problèmes.

Pour une temporisation de courte durée en effet, un réseau RC donne une mesure du temps assez acceptable. Pour des durées longues, le condensateur nécessaire à un temporisateur analogique, comme le 555 par exemple, prend vite des dimensions excessives. Avec leurs sabliers, les anciens ont sans doute eu des difficultés semblables : ils ne pouvaient ramener en-deçà de certaines limites le diamètre du trou par où le sable s'écoulait (augmentation de la résistance dans notre cas) ni augmenter indéfiniment le volume de leurs sabliers (capacité du condensateur).

Le problème consiste à produire des signaux de très longue période à l'aide d'un oscillateur dont la fréquence soit suffisamment élevée pour ne pas nécessiter des condensateurs de trop grandes dimensions. La solution, nous la connaissons, c'est le diviseur de fréquence. Oscillateur, diviseur de fréquence... un circuit comme le 4060 contient toutes ces choses. Ce circuit, compteur-diviseur à 14 étages, est constitué d'un oscillateur et d'une série de diviseurs de fréquence par deux en cascade (figure 2). Sur les diviseurs par deux, nous reviendrons plus bas, considérons d'abord l'oscillateur.

Comme nous le disions en introduction, sa fréquence est déterminée par une résistance et un condensateur : R1, P1 et C1 sur la figure 1, raccordés aux broches 9, 10 et 11 d'IC1. Le signal alternatif parvient ensuite, par l'intermédiaire d'un trigger de Schmitt, à une série de bascules qui en divisent, chacune à son tour, la fréquence par deux. Supposons par exemple que nous ayons réglé, à l'aide du potentiomètre P1, la fréquence de l'oscillateur à 1 kHz. À la sortie de la première bascule, inaccessible à l'utilisateur, la fréquence du signal est de 500 Hz, puisque la sortie de cette bascule ne change d'état qu'à chaque front descendant sur son entrée. La fréquence du signal est à nouveau divisée par deux par la seconde bascule, de sorte qu'à l'entrée de la troisième, elle n'est plus que de 250 Hz. Le phénomène se propa-

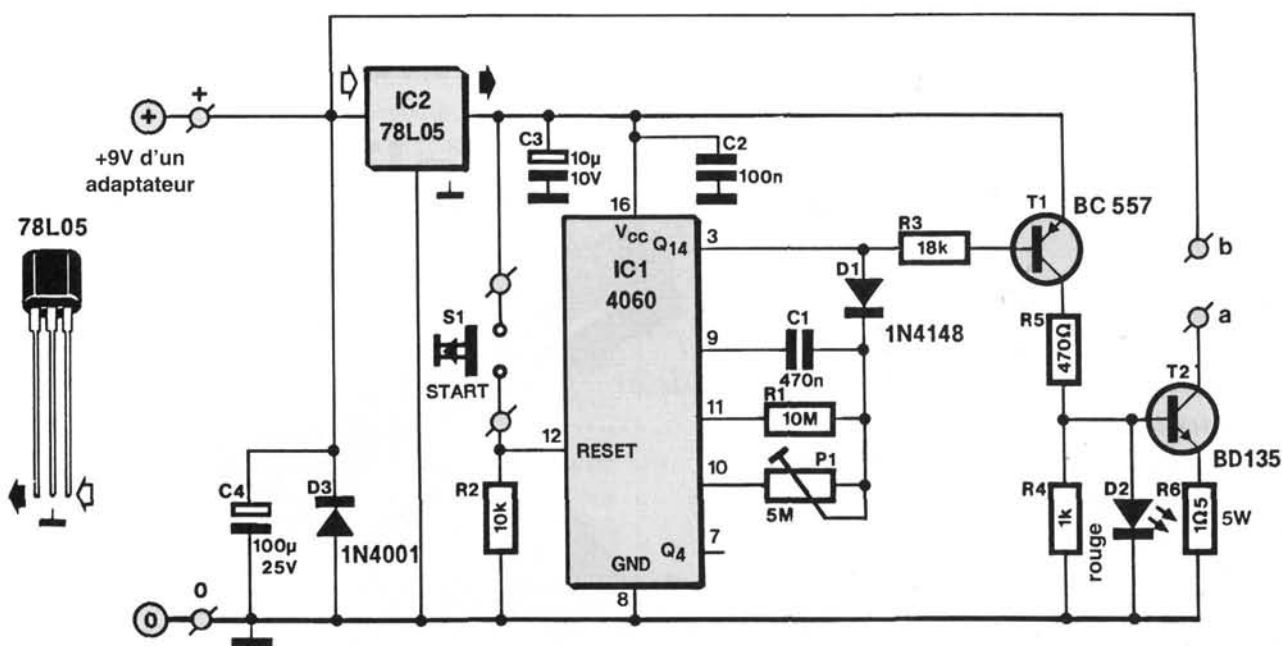


Figure 1 – En amont, un adaptateur secteur, en aval, l'interface avec le secteur décrite dans un précédent numéro, ne sont pas représentés. Le montage lui-même comprend trois étages facilement reconnaissables : stabilisation de l'alimentation, temporisation réglable, commande.

ge ainsi jusqu'à la quatorzième bascule, dont la sortie accessible sur la broche 3 d'IC1 nous propose un signal dont la fréquence correspond à celle de l'oscillateur divisée par 2^{14} (ou 16 384 si vous préférez). Pour une fréquence d'oscillation de 1 kHz, après une remise à zéro du compteur, l'attente d'un changement d'état sur la sortie Q14 (passage à 1) dure quelques secondes. La période du signal d'entrée (inverse de sa fréquence), de 1 ms donc ici, donne l'ordre de grandeur de la dif-

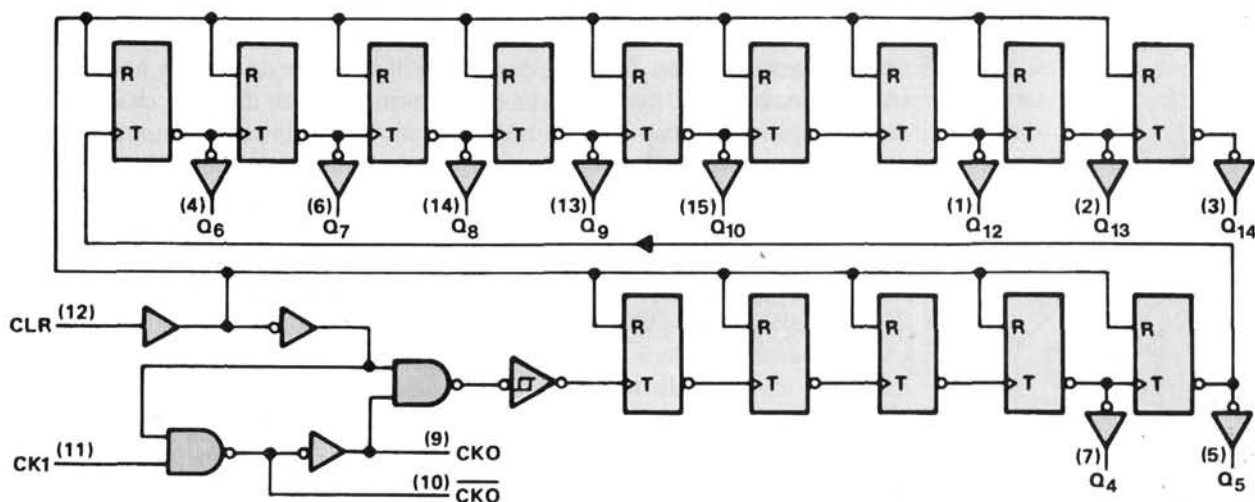
férence. Maintenant que nous avons une idée du principe de fonctionnement du dispositif, nous pouvons passer à son application.

les accessoires

La **figure 1** montre qu'un diviseur de fréquence et un circuit RC ne suffisent pas à faire un circuit de temporisation. Commençons par apporter à ces composants, à partir du secteur, la tension redressée

Figure 2 – L'intérieur d'un 4060. Quelques opérateurs, accessibles sur les broches 9, 10 et 11, permettent, à l'aide de deux résistances et d'un condensateur, de fabriquer un oscillateur. Le signal issu de l'oscillateur attaque un trigger de schmitt (qui autorise des temps de montée et de descente quelconques), puis une cascade de bascules dont chacune divise à son tour sa fréquence par 2.

de 9 V d'un adaptateur secteur. Un 78L05 (IC2) veille ensuite à la stabiliser à 5 V. Un condensateur de lissage C4 le précède, puisque l'expérience montre que les blocs bon marché sont, le plus souvent, dépourvus d'un condensateur de sortie de capacité suffisante. Si votre alimentation est de meilleure qualité, vous pouvez remplacer C4 par un condensateur de 0,33 μ F au minimum, pour assurer une bonne stabilité de fonctionnement du régulateur en cas de variation de la charge. Ce condensateur est nécessaire dans tous les cas où l'entrée du régulateur est éloignée du condensateur de filtrage. La diode D3, en parallèle aux bornes de C4, a un rôle de protection (dont parle un autre article de ce numéro). Il arrive en effet que les pôles des adaptateurs secteur soient difficiles à discerner, ce qui laisse une certaine place aux inversions accidentelles. La diode nous évitera d'endommager le



circuit (mais pas l'alimentation si elle n'est pas protégée en court-circuit), en cas de confusion entre le "plus" et le "moins" lors du branchement. Gagnons maintenant la sortie du régulateur, où nous trouvons le condensateur de découplage C3, dont on lit qu'il "améliore la réponse aux transitoires": il sert donc de réserve prête à faire face aux variations rapides de la demande en courant. Nous en avons ainsi terminé avec l'alimentation.

La mise en route d'IC1 s'effectue après une remise à zéro de toutes ses sorties. Nous pouvons donc appeler le bouton poussoir S1 "démarrreur", puisque sa fonction est d'appliquer sur la broche 12 du circuit une impulsion positive qui le réinitialise. Cette entrée est le reste du temps inactivée par sa mise à la masse due à R2 qui la "tire vers le bas" (*pull down*). Le circuit a commencé à décompter le temps pendant lequel la charge entre a et b est alimentée. Combien de temps cela va-t-il durer? Ça dépend des besoins. Des dix sorties du circuit disponibles, nous n'avons représenté que Q4 et Q14: la première suit la quatrième bascule, c'est la première sortie disponible (broche 7), puisque celles qui précèdent ne sont pas accessibles. C'est la sortie pour gens pressés qui passera la première à 1, nous en verrons l'usage au moment du réglage. Considérons pour l'instant Q14, la sortie la plus "lente".

Aussi longtemps que le compteur décompte, la sortie Q14 est à l'état bas. Les transistors T1 et T2 qui suivent, conduisent de sorte que, comme nous l'avons dit, la charge située entre les points a et b est alimentée. Cette charge peut elle-même être le circuit de com-

mande d'un appareil fonctionnant sous 220 V tel que celui, très simple, décrit dans un précédent numéro d'ELEX (n°49, page 35). La commande directe du secteur par un dispositif comme celui-ci n'est évidemment pas possible sans intermédiaire.

Revenons à la sortie (ab). Nous pouvons en vérifier l'activité en y branchant une lampe de 12 V. La résistance R6 la protège en court-circuit, puisqu'elle limite le courant à 250 mA si l'impédance de la charge est nulle. La valeur de R6 corres-

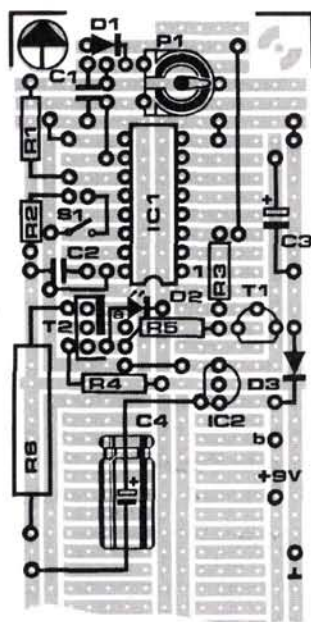
liste des composants

R1 = 10 M Ω
R2 = 10 k Ω
R3 = 18 k Ω
R4 = 1 k Ω
R5 = 470 Ω
R6 = 39 Ω /5 W
P1 = potentiomètre 5 M Ω

C1 = 470 nF
C2 = 100 nF
C3 = 10 μ F/10 V
C4 = 100 μ F/25 V

IC1 = 4060
compteur binaire à 14 étages et oscillateur
IC2 = 78L05
régulateur de tension positive
T1 = BC557B
T2 = BD135
D1 = 1N4148
D2 = LED rouge
D3 = 1N4001

S1 = bouton poussoir
ouvert au repos
Adaptateur secteur 9 V/300 mA
Platine d'expérimentation de
format 1



pond au courant réclamé par le relais de l'interface (quasi) universelle dont nous avons déjà parlé. Il sera peut-être nécessaire d'adapter cette résistance, si vous avez une autre utilisation de la sortie, mais sans descendre en dessous de 3,3 Ω . La LED D2 ensuite a une double fonction: de protection, puisqu'elle contribue à limiter le courant de base de T2; d'indicateur de fonctionnement, puisqu'elle émet une faible lueur lorsqu'une charge, court-circuitante ou non, est connectée à la sortie.

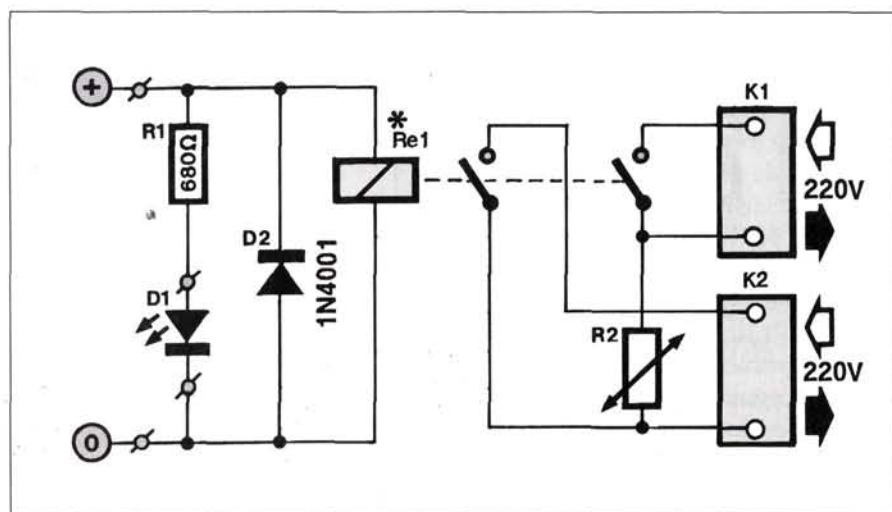


Figure 4 – Pour mémoire, le circuit décrit dans le n°49.

Jusqu'à maintenant, la charge était alimentée, puisqu'à la réinitialisation de la minuterie, toutes les sorties d'IC1, donc Q14 aussi, s'étaient mises à zéro. Les transistors T1 et T2 étaient donc passants. Lorsque le temps de mesure est écoulé, Q14 passe à 1. Ce niveau de tension d'environ 5 V a deux effets : il bloque d'une part le transistor PNP T1 et de l'autre, par l'intermédiaire de la diode D1, l'oscillateur. Le transistor T2 en subit le contrecoup puisqu'il n'est passant que si T1 conduit. La charge branchée entre a et b n'est alors plus alimentée de sorte que le relais, s'il s'agit de l'interface dont nous avons parlé précédemment, met hors tension l'appareil ou la lampe qui fonctionnait jusqu'alors. Il va de soi qu'une fois l'objectif atteint, c'est-à-dire la mise hors tension d'un dispositif après une durée déterminée, l'oscillateur doit être inhibé, si l'on ne veut pas transformer le circuit en clignotant de très basse fréquence. Dans le cas contraire, IC1 continuerait à changer périodiquement l'état de ses sorties : Q14 repasserait à 0, puis à 1, alternativement, tant que le circuit serait alimenté. C'est une utilisation possible qui réclame la suppression pure et simple de D1.

construction et réglage de la minuterie

Nous n'avons pas prévu de circuit imprimé pour ce temporisateur d'initiation mais la figure 3 vous donne l'implantation des composants sur une platine d'expérimentation de format 1. Quelques conseils pour la réalisation de ce projet, au risque de répéter toujours les mêmes choses. Pour commencer, nous recommandons encore ici l'utilisation d'un support de circuit intégré pour le 4060. C'est le meilleur moyen de lui éviter le contact du fer à souder qu'il pourrait trouver trop chaleureux. Il sera en outre plus facile à remplacer s'il est, pour une raison ou pour une autre, défectueux. Une fois les composants en place et les dernières vérifications effectuées, on contrôle le fonctionnement de la LED, avant de passer au réglage de la temporisation. On charge la sortie du circuit, entre ses bornes "a" et "b", avec une lampe de 12 V ou l'interface dont nous avons parlé plus haut. On évite, dans ce dernier cas, la confusion entre le "plus" et le "moins". Si la LED luit un petit peu, c'est bon, sinon, c'est triste, mais quelque

chose ne va pas : retour à la case "vérification des soudures, sens de branchement des composants polarisés etc." Pour les opérations de réglage, on détecte, puisque la charge n'est plus d'aucune utilité.

C'est ici que nous retrouvons la sortie Q4 (broche 7) d'IC1, que nous avons laissée en plan, et le potentiomètre P1, seul élément variable du montage. Nous utilisons un voltmètre, branché entre Q4 et la masse (calibre 10 V continu), ainsi qu'un chronomètre (montre à "trotteuse", analogique ou numérique) puisqu'il s'agit de mesurer une durée assez brève. Un œil rivé au chronomètre, l'autre sur le cadran du voltmètre, appuyez sur S1. Suivant la position de P1, après quelques secondes ou quelques fractions de seconde, l'aiguille du voltmètre va dévier, puis, après la même durée, retomber à zéro, y rester pendant le même laps de temps etc. Pour vous donner un ordre de grandeur : la fréquence du signal sur la broche 7 d'IC1 est 1024 (2^{10}) fois plus grande que celle de la sortie Q14 (en l'absence de D1). Pour une mise sous tension de la charge d'une heure exactement, vous devez régler P1 de telle façon qu'une période (un état haut suivi d'un état bas) du signal présent sur la sortie Q4 dure 7 secondes. Pourquoi 7 s ? C'est très simple une fois qu'on a compris que le signal sur la sortie Q14 a une période de deux heures, mais que l'oscillateur cesse de fonctionner à la fin de la première demi-période, ou de la première alternance, soit une heure. Si la fréquence en Q4 est 1024 fois plus grande que la fréquence en Q14, la période est 1024 fois plus petite, soit 2 h/1024 ou $2 \times 3600 / 1024$, d'où 7 s pour une heure. Quelques mots pour terminer sur les composants qui constituent l'environnement d'IC1. La résistance R1 doit en principe être comprise entre deux et dix fois celle de P1. C'est pourquoi l'oscillateur cesse de fonctionner si P1 est réglé en dessous de quelques kilohms. Pour éviter cet incident, surtout si vous n'utilisez pas un potentiomètre ajustable mais un gros potentiomètre rotatif que vous manœuvrez de l'extérieur, ajoutez, en série avec P1, une résistance talon de 4,7 kΩ sur la broche 10 d'IC1. Un dernier composant pour finir : si vous désirez que les sorties du circuit (Q4, Q14) soient remises à zéro dès sa mise sous tension, soudez un condensateur de 100 nF en parallèle sur S1.

886013

COMPOSANTS DIFFUSION
12, rue Tonduti de l'Escarène
06000 NICE
Tél. : 93.85.83.76 - Fax : 93.85.83.89

**KITS - COMPOSANTS - OPTO
CAPTEURS - RELAIS - CONNECTIQUE
COFFRETS - SONO - ALARMES
OUTILLAGE - MESURE - ETC...**

PROMOTIONS PERMANENTES

Liste contre enveloppe timbrée à 4,00 F
avec votre nom

TSME
Z.A. DES GROSSINES
17320 MARENNES
TÉL. : 46 85 37 60
FAX : 46 85 20 02

**VENTE COMPTOIR ET
CORRESPONDANCE**

KITS ELECTRONIQUES TSM
COMPOSANTS ACTIFS/PASSIFS
MESURES - LIBRAIRIE
OUTILLAGE - PRODUITS CIF
CATALOGUE 148 PAGES
CONTRE
30,00 F EN CHÈQUE

**Des Kits simples et complexes
Des composants disponibles
Des offres temporaires
Des prix intéressants
Des expéditions rapides**

**Nos catalogues (1 et 2)
vos seront adressés
contre 5 F en timbres**

SPESYS
42800 Tartaras

Téléphone
77 75 80 56

À GENÈVE

Loisirs électroniques

Servette  **LESA S.A.**

composants, Instruments, outillage, kits

13, rue de la Servette - CH-1201 GENÈVE

Tél. 022/734 29 30 - Fax 022/733 10 41

EURO-COMPOSANTS

4, route Nationale - B.P. 13
08110 BLAGNY
tél. 24 27 93 42 - fax 24 27 93 50

KITS
COMPOSANTS
CAPTEURS
MESURE
OUTILLAGE
ACCESSOIRES

Spécialistes de la vente par correspondance
Liste de nos promotions sur simple demande
CATALOGUE 1992 CONTRE 40 F

Composants électroniques/Micro-Informatique



PLACE DU MARCHÉ (29, RUE DE BOUCHERIES)
25000 BESANÇON/FRANCE

Tél. : 81.81.02.19

Fax : 81.82.16.79

MAGASIN INDUSTRIE : 72, RUE TRÉPILLOT
BP 1525 BESANÇON
Tél. : 81.50.14.85 - Fax : 81.53.28.00

à **BESANÇON**

18, rue de
Pontarlier
Tél 81 83 25 52
Fax 81 82 08 97

P microprocessor

Composants
CI - kits
Aérosols
HP etc

Venez graver vos CI en 15mn !
Un LABOTEC est à votre disposition !

NOUVEAU : Point de traçage CIAO

COMPOSIUM

CHOLET ELECTRONIC MORLAIX
6, rue Nantaise 16, rue Gambetta
Tél. 41.58.63.64 Tél. 98.88.60.53
Fax 41.58.21.14 Fax 98.83.84.55

VANNES QUIMPER
35, Rue De La Fontaine 33, rue Régualre
Tél. 97.47.46.35 Tél. 98.95.23.48
Fax 97.47.55.46 Fax 98.95.91.29

4 SPÉCIALISTES PRÊTS À SE METTRE
EN 4 POUR VOUS SERVIR
GRAND PUBLIC AU PROFESSIONNEL

ELECTRON SHOP

20-23, avenue de la République
CLERMOND-FERRAND
Tél. : 73 92 73 11 (Composants)
73 90 99 93 (SONO)

COMPOSANTS CB ET ACCESSOIRES
KITS : (VELLEMAN-TSM...) SONO-HIFI
COFFRETS : (RETEX - TEK...) HAUT-PARLEURS
MESURE ENCEINTES EN KIT

SVE ELECTRONIC LE SERVICE N°1

TOUS VOS COMPOSANTS
11000 PRODUITS EN STOCK

ACTIFS - PASSIFS PRODUITS FINIS
MESURE HAUT-PARLEURS
LIBRAIRIE HIFI SONO
COFFRETS CONNECTIQUE

LYON 3
60 Crs DE LA LIBERTÉ
78.71.75.66
FAX 78.95.12.18

LES CARRÉS D'ADRESSES

COMPOSANTS ▲ OUTILLAGE ▲ CATALOGUES ▲ KITS ▲ MATERIEL

JACKSON DIFFUSION ELECTRONIQUE

74140 EXCENEVEY
Tél. : 50.72.86.58 - Fax : 50.72.91.28

COMPOSANTS - MESURE - OUTILLAGE
CONNECTIQUE - ACCESSOIRES AUDIO
HI-FI ET COMMUNICATION - ACCESSOIRES
SONO - DISCO ET EFFETS SPECIAUX

PRIX ET QUALITÉ

Liste de nos prix contre votre adresse et 2 timbres

arque composants

SAINT-SARDOS
82600 VERDUN SUR GARONNE
Tél. : 63 64 46 91 - Fax : 63 64 38 39

Spécialisé vente par correspondance
Qualité + Prix + rapidité

COMPOSANTS ÉLECTRONIQUES

Liste de tous nos prix et promotions contre une
enveloppe timbrée à 4 FR, avec votre adresse

SCHÉMA

+

LAYO

Minitel 3617 Layo Rubrique LOGI
LAYO FRANCE

Château de Garamache - Vallée de Sauvonne
83400 HYÈRES
Tél. : 94.28.22.59 - Fax : 94.48.22.16
Minitel 3614 Layo France



Votre spécialiste en composants,
appareil de mesure, outillage, accessoires,
kits, librairie technique

HB Composants

7 bis, Rue du Dr Morere
91120 PALAISEAU

Tél. : 69 31 20 37 - Fax : 60 14 44 65

Horaires : du Lundi au Samedi de 10 h à 13 h
et de 14 h 30 à 19 h



Composants électroniques
Dépositaire de grandes marques
Professionnel et grand public

RADIO - TÉLÉVISION - VIDÉO - INFORMATIQUE

B.H. ÉLECTRONIQUE

164 à 166, av. Ar. Briand - 92220 BAGNEUX
Tél. (1) 46 64 21 59 • Fax (1) 45 36 07 08

SPÉCIALISTE DES COMPOSANTS JAPONAIS
plus de 20 ans à votre service

PRINTS ELEKTOR EPS - LIVRES
SOFTWARE ESS - REVUES - CASSETTES DE
RANGEMENT - JEUX DE COMPOSANTS

COMPOSANTS ÉLECTRONIQUES - HP VISATON
KITS VELLEMAN OUTILLAGE - MESURE -
LITTÉRATURE - CB - RÉCEPTEURS

URS MEYER ELECTRONIC SA

Avenue Robert 12
CH - 2052 FONTAINEMELON
Tél : 038 / 53 43 43

**URS MEYER
ELECTRONIC**

Vous êtes à la fois guitariste et amateur d'électronique ! Vous êtes depuis quelque temps en quête d'une bonne installation ! Oui ? Nous avons pour vous quelque chose qui va vous faire saliver : un amplificateur de guitare équipé de (presque) tout ce qui est nécessaire pour jouer un morceau un peu étoffé. Écoutez plutôt : un réglage de tonalité, deux générateurs d'effets, un étage mélangeur, un indicateur de niveau et, pour finir, un module amplificateur de puissance de 60 W capable de restituer sans distorsion le morceau le plus hard.

AMPLIFICATEUR TARGUI

avec effets sonores incorporés

Vous ne serez sans doute pas étonné si un amplificateur comme celui-là ne tient pas sur une simple platine d'expérimentation. Nous avons donc divisé le schéma en cinq parties, que nous allons examiner en détail. Le schéma n'a pas été divisé en cinq parties au hasard. Au contraire, il est l'assemblage des différentes fonctions nécessaires. Le signal du *pick-up* de la guitare n'est pas assez vigoureux pour attaquer le haut-parleur, rien de plus normal que de lui donner un peu de « pêche » grâce à un préamplificateur, celui de la figure 1, construit en composants discrets. Il est suivi par le premier des générateurs d'effets, figure 2, par le deuxième (figure 3) avec son indicateur de niveau, et enfin par le mélangeur de la figure 4 qui collecte tous les signaux. La figure 5 représente l'alimentation stabilisée nécessaire à tout ce petit monde. Nous n'avons pas représenté la source de tension, transformateur et redresseur, car nous mettons à contribution l'alimentation du module de puissance ILP. Nous avons fait le tour de l'électronique rassemblée sur un seul circuit imprimé. La figure 6 montre comment ce circuit imprimé se raccorde à l'alimentation et au module de puissance ILP HY128. Il s'agit d'un module de 60 W aux caractéristiques exceptionnelles.

le préamplificateur

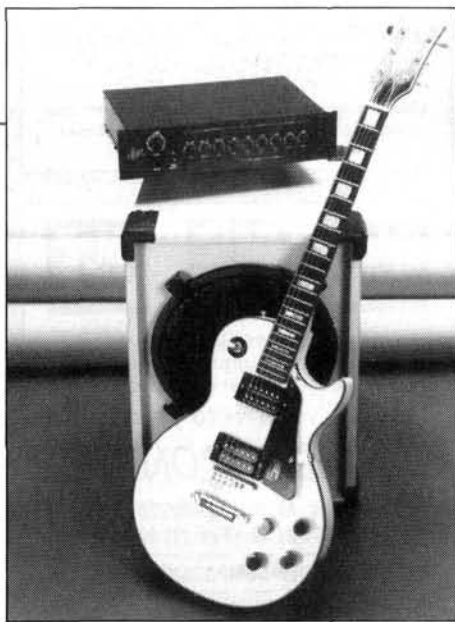
Tous ceux qui grattent un peu une guitare électrique savent que le signal que produit cette « planche » est assez particulier. Il peut atteindre plusieurs volts, mais sur-

tout sa dynamique est telle que les amplificateurs audio « ordinaires » ont beaucoup de mal à s'en accommoder. Un bon amplificateur de guitare doit être calculé pour fonctionner dans toutes les circonstances, même les plus difficiles.

Nous avons donc tenu compte de ces signaux difficiles dans la conception du préamplificateur de la figure 1. Nous reviendrons sur ce point particulier, pour l'instant commençons par le début, comme il se doit. Le signal de la guitare appliqué à l'entrée arrive au transistor à effet de champ T1 par l'entremise du condensateur de découplage C1. Le FET fonctionne comme adaptateur d'impédance ; la tension de sa source est fixée à environ la moitié de la tension d'alimentation par

le diviseur R2/R3. Le signal de la guitare est transmis par C2 à l'amplificateur différentiel que constituent T2, T3 et T4. Il aurait été plus simple et plus facile d'utiliser un amplificateur opérationnel sous forme de circuit intégré, mais nous avons préféré la solution discrète qui garantit le minimum de bruit. De même les résistances de collecteur et de base (R4 à R6, R9) de T2 et T3 ont été choisies de la plus faible valeur possible. Ces résistances de faible valeur représenteraient une charge excessive pour le *pick-up*, d'où la présence de l'étage adaptateur d'impédance, T1 en source-suiveuse. Le transistor à effet de champ présente une forte impédance d'entrée qui charge à peine le capteur de la guitare. Pour ceux qui aiment les chiffres : avec un gain (réglable par P1) de 100, le rapport signal/bruit est supérieur à 100 dB ; il dépasse 130 dB pour un gain compris entre 1 et 30. Il s'agit là de chiffres théoriques, car la gain de 100 ne peut pas être obtenu avec T1 dans le circuit. En pratique, avec T1, le gain maximal est de 65, et le rapport signal/bruit sera plutôt de 130 dB que de 100 dB.

Tout amplificateur, même s'il est pré-amplificateur, a besoin d'un étage de sortie ; il est constitué par T5 et T6. L'excursion maximale à la sortie de cet étage en « quasi classe A » est déterminée d'une part par T5, monté en source de courant constant, d'autre part par l'impédance d'entrée de l'étage qui suit. Il existe un phénomène assez fréquent, et passablement ennuyeux, dans ces étages de sorties, c'est la tendance à osciller due à la capacité propre des transistors. Pour



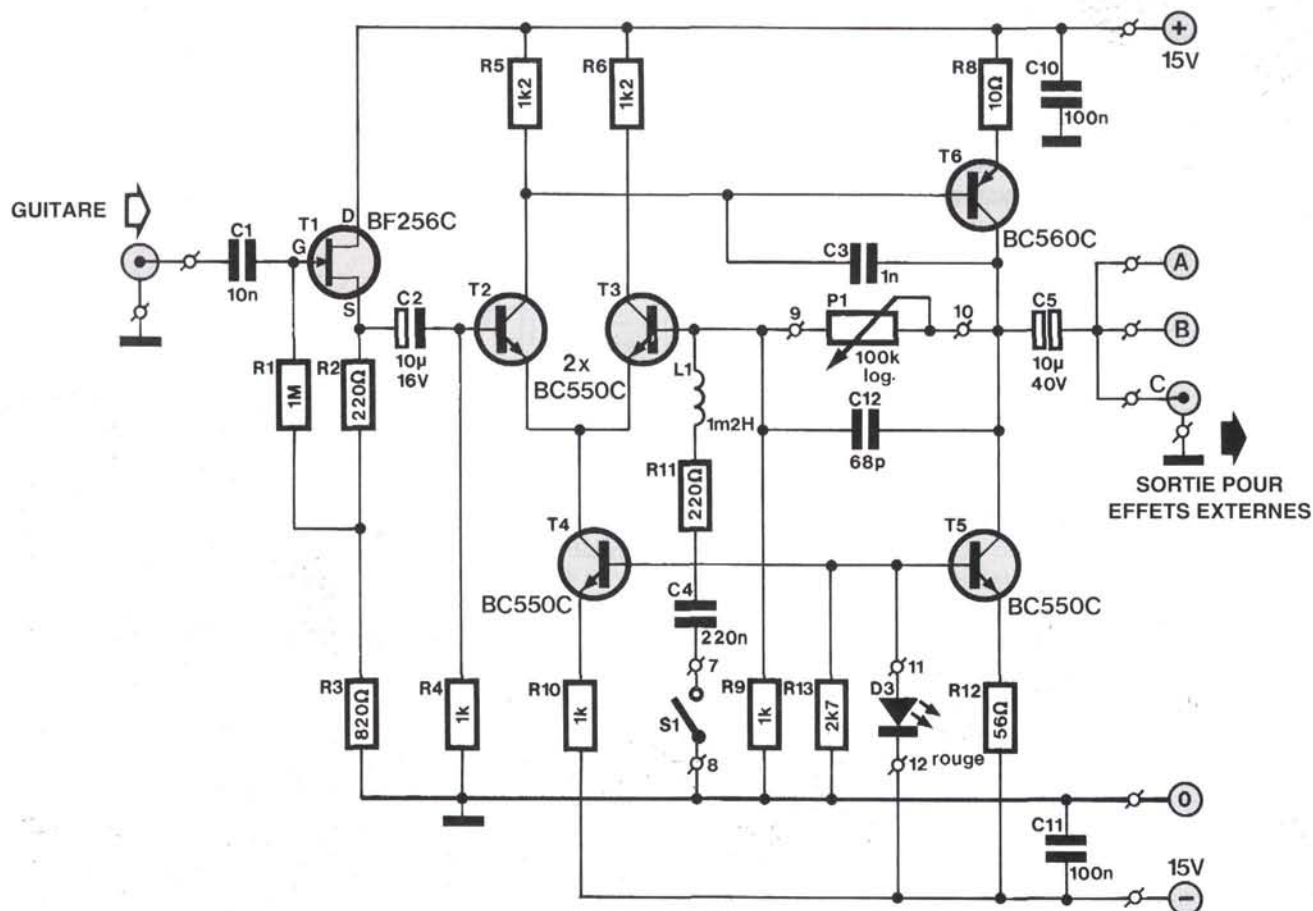


Figure 1 – Les parties les plus importantes de cet ensemble sont l'étage de sortie d'une part, ce préamplificateur d'autre part. Pour éviter autant que possible les problèmes de bruit, nous avons choisi une solution discrète.

tuer dans l'œuf toute manifestation d'indépendance, la jonction base-émetteur de T6 est dotée d'un condensateur de compensation en parallèle, C3. L'ennemi extérieur existe aussi, il s'agit des rayonnements à haute fréquence que captent les différents câbles, et qui peuvent être audibles au gain maximal. Ils sont combattus efficacement par une limitation de la bande passante à 20 kHz, grâce à C12. Puisque nous en étions à filtrer le signal, nous ne nous sommes pas contentés de le débarrasser des fréquences indésirables, nous avons prévu la possibilité de « modeler » la courbe de réponse avec un dispositif *high-boost* (renforcement des aigus) ou *bright* (brillant). Les musiciens savent ce que signifient ces termes difficiles à traduire. Lorsque l'interrupteur S1 est fermé, le filtre L1/R11/C4 fait partie de la boucle de contre-réaction de l'amplificateur opérationnel. Comme ce circuit RLC est accordé sur une fréquence proche de 10 kHz, son impédance est très élevée pour les fréquences basses, elle diminue quand la fréquence augmente, pour tomber à 220 Ω (la valeur de R11) vers 10 kHz.

Le réseau RLC est connecté en parallèle sur R9, qui fait partie de la boucle de contre-réaction. Une modification de l'impédance du réseau modifie le gain de l'amplificateur : pour les fréquences basses, le gain est déterminé presque exclusivement par P1 et R9 ; pour les fréquences élevées, la diminution d'impédance se fait sentir par une augmentation du gain, d'environ 12 dB à 10 kHz.

Le *high-boost* est donc une amplification sélective des fréquences aiguës, avec des conséquences sur le timbre de l'instrument. Le dispositif que nous venons de décrire présente une particularité : son efficacité dépend de la position du potentiomètre de sensibilité. Si le curseur de P1 est complètement à gauche sur le schéma, le gain est unitaire, et le réseau RLC sans aucune influence. Il faut donc savoir que le *high-boost* n'est efficace qu'à partir d'un volume relativement important et en tenir compte. La diode électroluminescente D3 fixe la référence de tension des deux sources de courant constant T4 et T5.

réglage de tonalité et premier générateur d'effet

La figure 2 représente le réglage de tonalité (l'amplificateur A1 et les trois réseaux de filtrage de la boucle de contre-réaction) et le premier des deux générateurs d'effet (A2 et sa *clique*). Le réglage de tonalité est composé de trois filtres : un filtre passe-haut dont la **fréquence de coupure** est située vers 2 kHz (C13, P2 et C14), un réglage de *présence* centré sur 1 kHz (R14, P3, C15 et R15), et un filtre passe-bas dont la fréquence de coupure est de 200 Hz (R18, P4, C16 et R19). L'accentuation et l'atténuation maximales de ces filtres est de quelque 15 dB. La résistance R17 ne fait pas partie d'un filtre, elle évite que le « haut » et le « médium » s'influencent trop mutuellement. Toujours pour limiter le bruit, nous avons choisi des valeurs de résistances aussi faibles que possible. L'impédance d'entrée du réglage de tonalité peut donc tomber à quelques kilohms, ce qui justifie que le préamplificateur dispose de quelques milliampères en réserve.

Il peut ainsi se comporter correctement dans les conditions les plus difficiles. Le signal filtré est transmis par l'amplificateur A1 au potentiomètre P5, qui permet de doser la proportion de signal filtré appliquée au point (D) du sommateur de sortie. Le signal de sortie du préamplificateur (point A) n'est pas appliqué seulement au réglage de tonalité, il attaque aussi le premier générateur d'effet par la résistance R20. Le signal amplifié par A2 est appliqué à deux paires de diodes au germanium (D6 à D9) montées en série tête-bêche. Une cinquième diode, au silicium celle-là (D5), complète le tout. Les diodes effectuent un *soft-clipping*, autrement dit un écrêtage doux, du signal amplifié. Le son produit se rapproche fortement de celui, caractéristique et très apprécié, d'un amplificateur à tubes. Le principe de l'écrêtage fait que, comme pour le *high-boost*, l'effet n'est sensible qu'à partir d'un certain volume. L'amplificateur A2 est prévu, précisément, pour remonter le niveau des signaux un peu faibles. Le potentiomètre P6 permet de régler l'effet sur une large plage. Plus le signal est amplifié, plus les diodes au germanium provoquent un écrêtage important. Il ne faut pas que l'amplificateur soit saturé, car il y aurait alors un véritable écrêtage, brutal celui-là, avec un résultat sonore très différent. Comme nous avons choisi des diodes au germanium, la limite se situe vers 1 Veff. La diode au silicium D5 rehausse la deuxième harmonique du signal. Plus ou moins déformé, ce signal parvient par le potentiomètre P7 au point (E) du sommateur.

deuxième générateur d'effet et indicateur de niveau

Tout comme l'écrêteur et le réglage de tonalité, le deuxième générateur d'effet est attaqué par la sortie du préamplificateur (point B de la figure 3). Il est composé de deux amplificateurs opérationnels (A3 et A4), deux diodes (D10 et D11), un condensateur de couplage (C20) et une pincée de résistances. Tout cela forme un redresseur dont l'effet est facile à imaginer : les alternances négatives du signal sont « repliées » vers le haut, ce qui double la fréquence du signal. Un redressement à double alternance de la tension du secteur donne, si le filtrage est insuffisant, un ronflement à 100 Hz. Nous nous gardons de filtrer le signal de sortie ; le condensateur C20 sert à prélever la composante alternative pour la transmettre au sommateur

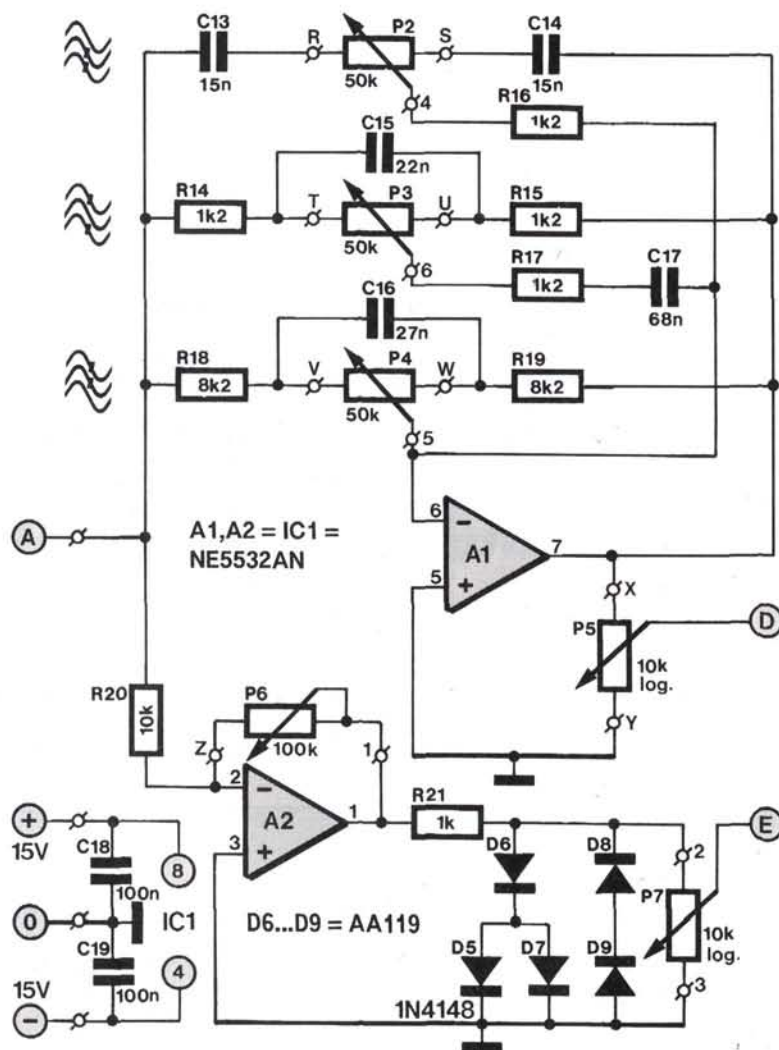


Figure 2 – Un amplificateur de guitare digne de ce nom ne saurait se passer d'un réglage de tonalité convenable. Vous remarquez aussi le premier des deux générateurs d'effet. Dans cette partie du montage, les diodes provoquent un « écrêtage doux » qui sera apprécié par les amateurs d'amplificateurs à tubes.

elex-abc

rapport signal/bruit

Le rapport signal/bruit représente la quantité de bruit qui s'ajoute au signal utile. Ce dernier peut avoir par exemple une puissance de 10 mW, et le bruit une puissance de 2 mW, le rapport est alors de 5 à 1. Comme souvent en électronique et spécialement en audio, le rapport signal/bruit est exprimé en décibels (dB). Dans notre exemple, il serait de :

$S/B = 10 \log(10/2) = 7 \text{ dB}$. Si les niveaux sont exprimés en tension, le nombre de décibels est : $S/B = 20 \log(U_{\text{SIGNAL}}/U_{\text{BRUIT}})$.

L'expression signal/bruit (S/B) est une simplification car il faudrait écrire : (signal + bruit)/bruit ou (S+B)/B. Il est vrai que la différence est minime. Le rapport de 100 dB, donné dans la description de l'amplificateur de guitare représente un rapport de 100000 à 1 entre la tension du signal et celle de bruit. L'amplificateur ne serait ni meilleur ni moins bon avec un rapport (S+B)/B de 100001 à 1.

fréquence de coupure

La fréquence de coupure (sous-entendu à -3 dB) est celle à partir de laquelle un filtre commence à produire son effet. Le signal d'entrée à cette fréquence est atténué de 3 dB, c'est-à-dire que sa puissance est divisée par deux ou que sa tension est divisée par $\sqrt{2}$.

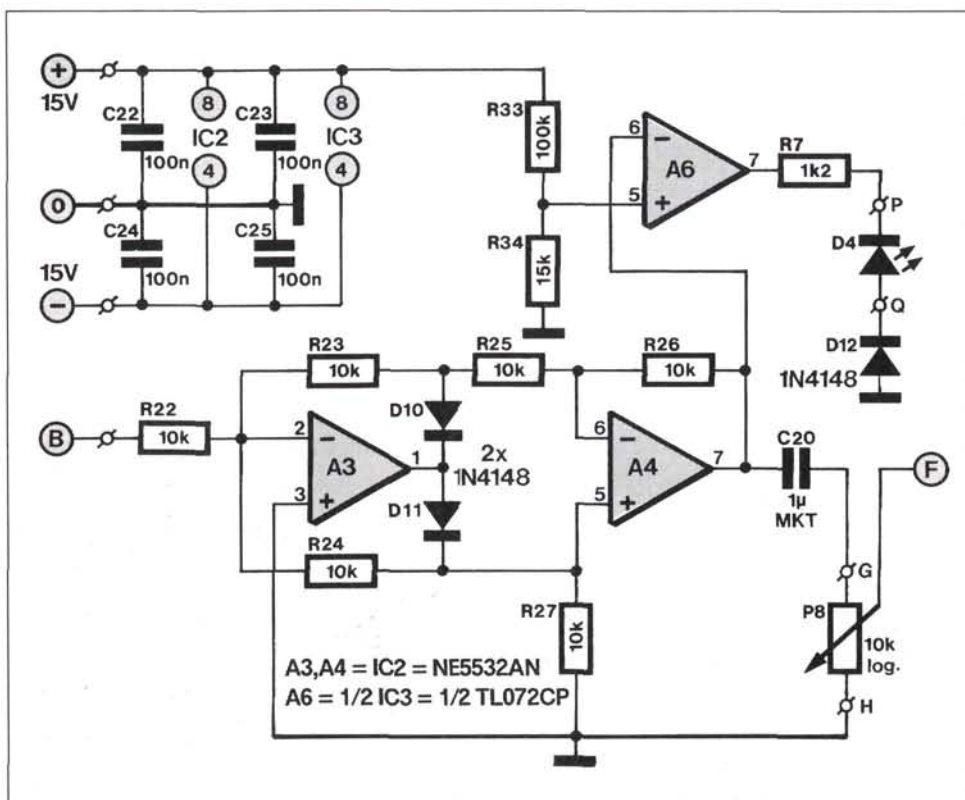


Figure 3 – Ce circuit permet d'ajouter un effet supplémentaire : un redresseur à deux alternances double la fréquence fondamentale du signal de la guitare. Les harmoniques qui en résultent amplifient notablement l'effet. Pour ne pas faire les choses à moitié, nous avons doté la sortie du redresseur d'un indicateur de niveau, pour que vous puissiez voir instantanément si le dispositif est saturé.

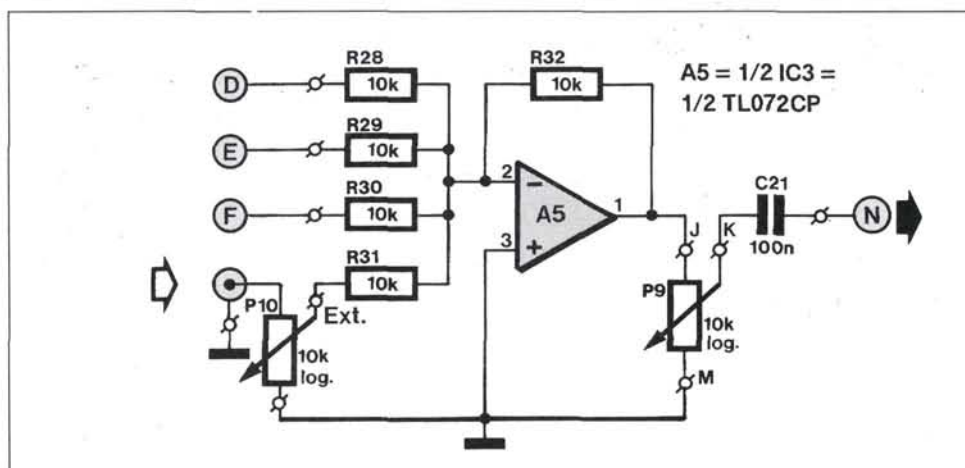


Figure 4 – Les différents signaux doivent être mélangés pour être présentés à la sortie, il faut donc un amplificateur sommateur. Ce sera celui-ci.

(point F) par l'intermédiaire du potentiomètre P8.

Pour attaquer un indicateur de niveau quelconque, comme un VUmètre, il faut préalablement redresser le signal. Comme nous disposons à la sortie de l'amplificateur A4 d'un signal redressé dans un autre but, quoi de plus logique que de l'utiliser pour commander l'indicateur de niveau que nous avons annoncé ? Ce signal représente exactement le niveau de sortie du préamplificateur ; il attaque directement l'entrée inverseuse du comparateur A6, dont l'entrée non-inverseuse est reliée au pont diviseur R33/R34. Plus les points dépasseront la tension de l'entrée non-inverseuse, plus elles dureront longtemps, plus la LED D4 brillera fort. La diode D12 empêche la LED de voir une tension inverse trop importante (elle ne supporte guère que 5 à 6 V) quand la tension de l'entrée inverseuse est inférieure à

celle de l'entrée non-inverseuse, en l'absence de signal par exemple.

sommateur ou mélangeur

Nous avons parlé à plusieurs reprises du **sommateur**. C'est sa fonction électrique, mais du point de vue audio, il s'agit d'un mélangeur : il collecte les différents signaux sur son entrée inverseuse pour délivrer sur sa sortie le signal musical. Représenté par la **figure 4**, il se compose d'un amplificateur opérationnel (A5) monté justement en sommateur grâce aux résistances R28 à R32. Les points D, E et F sont connectés chacun à la sortie d'une des sources de signaux que nous avons vues précédemment : le réglage de tonalité, l'écrêteur et le doubleur de fréquence. Comme le niveau relatif des signaux est réglé par les différents potentiomètres, le mélangeur n'a plus qu'à les additionner.

C'est l'amplificateur opérationnel A5 qui s'en charge et qui fournit en sortie la somme des signaux des trois entrées. Le signal appliqué au potentiomètre P9 (volume) est transmis par C21 à l'entrée du module de puissance. L'entrée « externe » est prévue pour un générateur d'effet extérieur dont le signal, au niveau « ligne », sera mélangé aux autres et restitué par le même haut-parleur.

alimentation

Comme nous l'avons signalé plus haut, les tensions d'alimentation sont prélevées sur le module d'alimentation de l'amplificateur de puissance. Ce module ne comporte qu'un pont redresseur et les condensateurs de lissage nécessaires. Nous devons donc ajouter un peu d'électronique pour disposer d'une tension stabilisée symétrique de 15 V. Le principe,

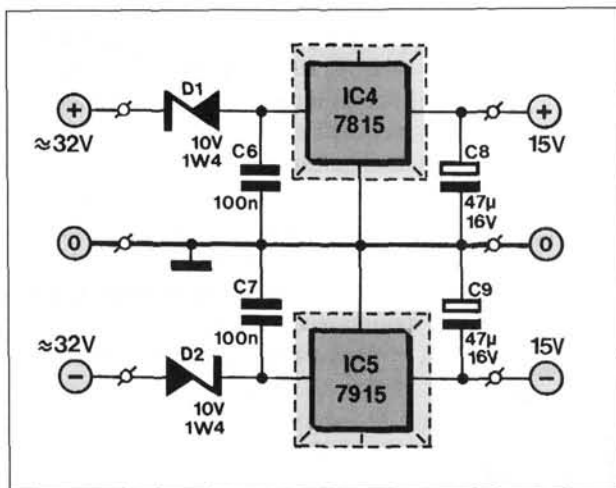
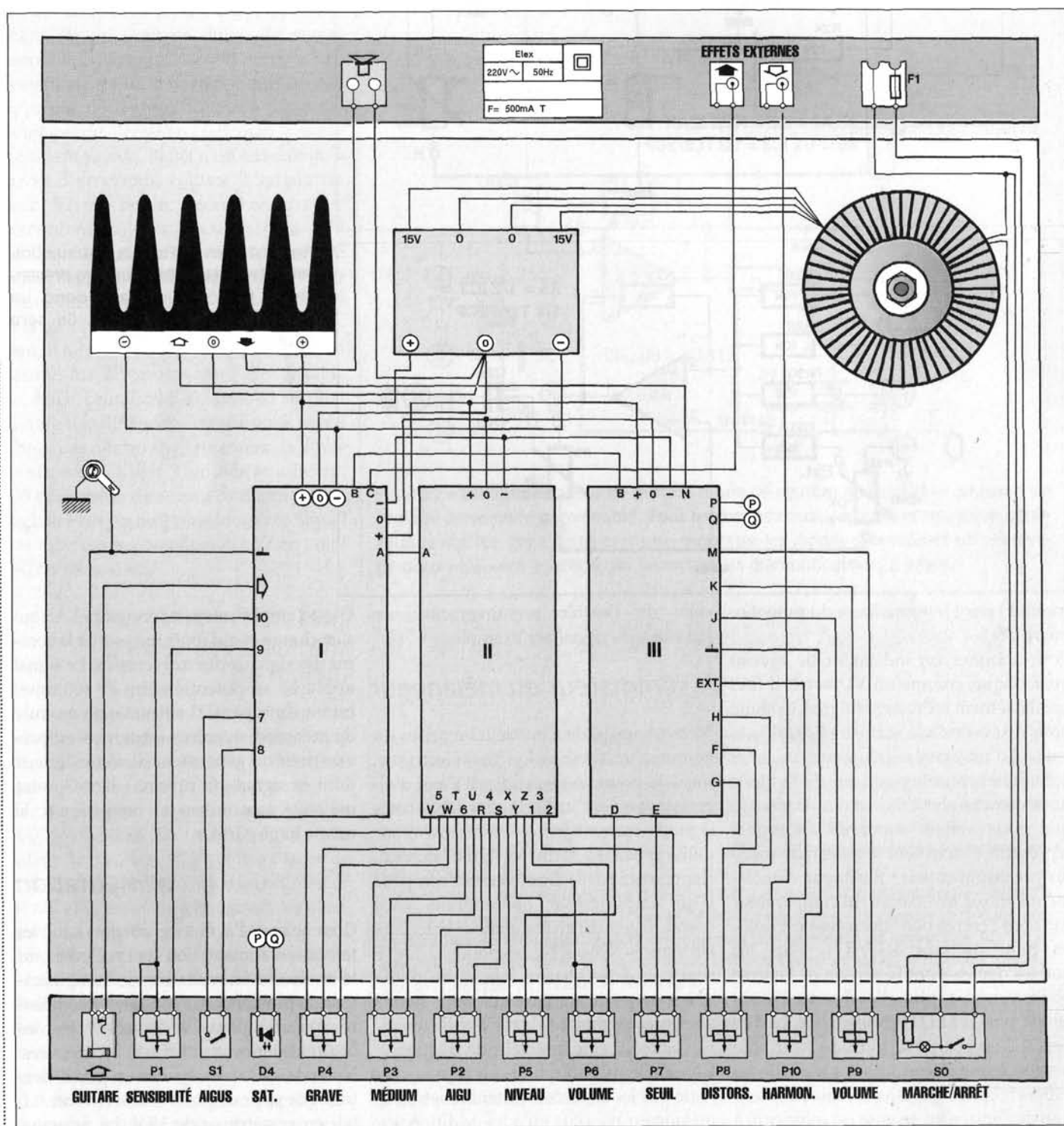


Figure 5 - Comme nous prélevons les tensions d'alimentation nécessaires sur celles du module amplificateur de puissance ILP, deux régulateurs de tension des séries 78xx et 79xx suffisent. Ils fournissent deux tensions symétriques de 15 V.

Figure 6 - Ce schéma de câblage montre la disposition des éléments et les liaisons à établir entre eux.



très simple, est exposé par la figure 5 : deux régulateurs tripolaires, deux diodes zener et quatre condensateurs. La seule question que vous pouvez vous poser est : pourquoi ces diodes zener de 10 V ? La tension redressée, de 32 V normalement, peut atteindre 40 V, une valeur trop importante pour être appliquée à l'entrée des régulateurs tripolaires (ils ne supportent pas plus de 35 V). La chute de tension dans les diodes zener permet aux régulateurs de travailler en toute sécurité, en même temps qu'elle limite la dissipation de chaleur. Malgré cela il est prudent de doter les deux régulateurs, IC4 et IC5, d'un petit radiateur.

la construction, version circuit imprimé

Il est temps de faire chauffer votre fer à souder, nous passons à la pratique. Vérifiez que vous avez tous les composants, le circuit imprimé, le module de puissance et son alimentation. Commencez par

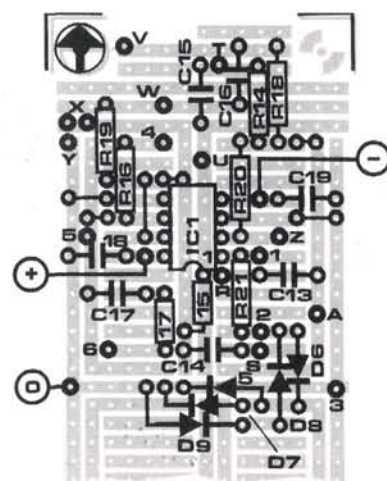
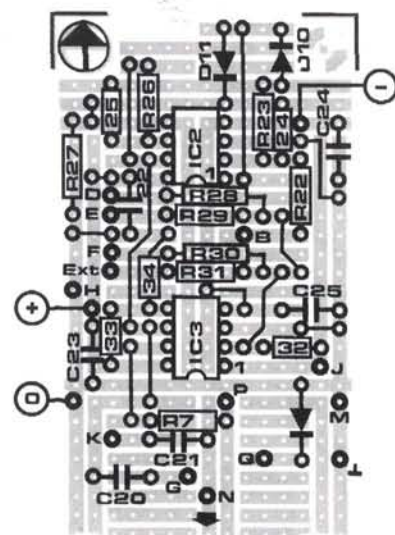
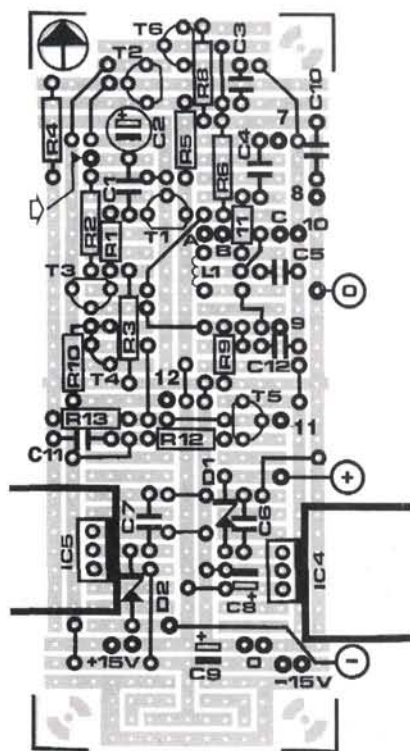
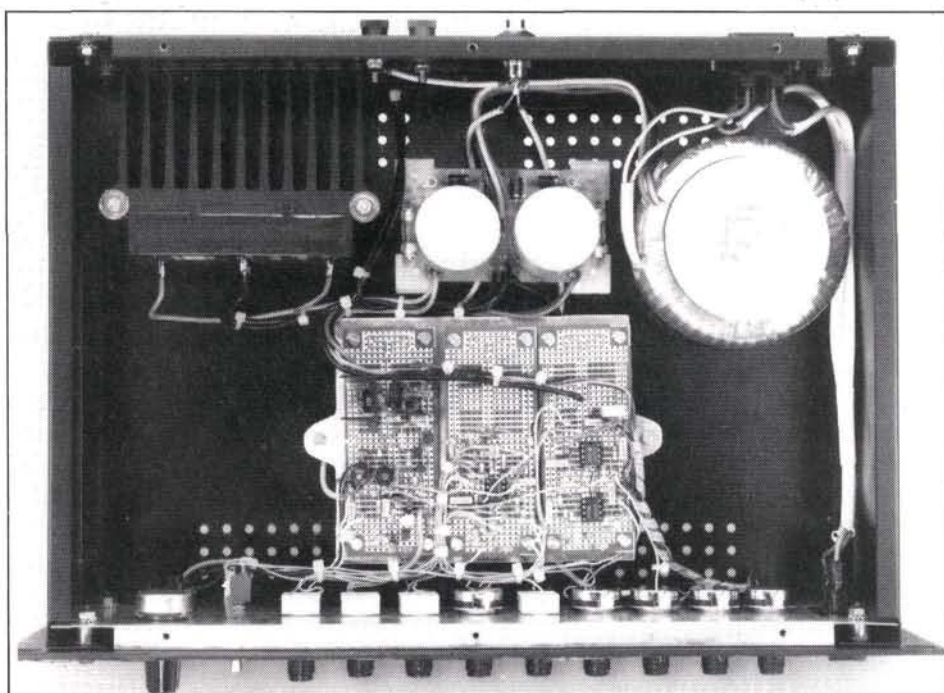


Figure 7 - La première platine porte le préamplificateur et la stabilisation des tensions d'alimentation, selon les schémas des figures 1 et 4.

Figure 8 - Le schéma de la figure 2 est matérialisé sur une deuxième platine : le réglage de tonalité et le premier générateur d'effet.

Figure 9 - Le mélangeur, le deuxième générateur d'effet et l'indicateur de niveau sont logés sur la troisième et dernière platine.



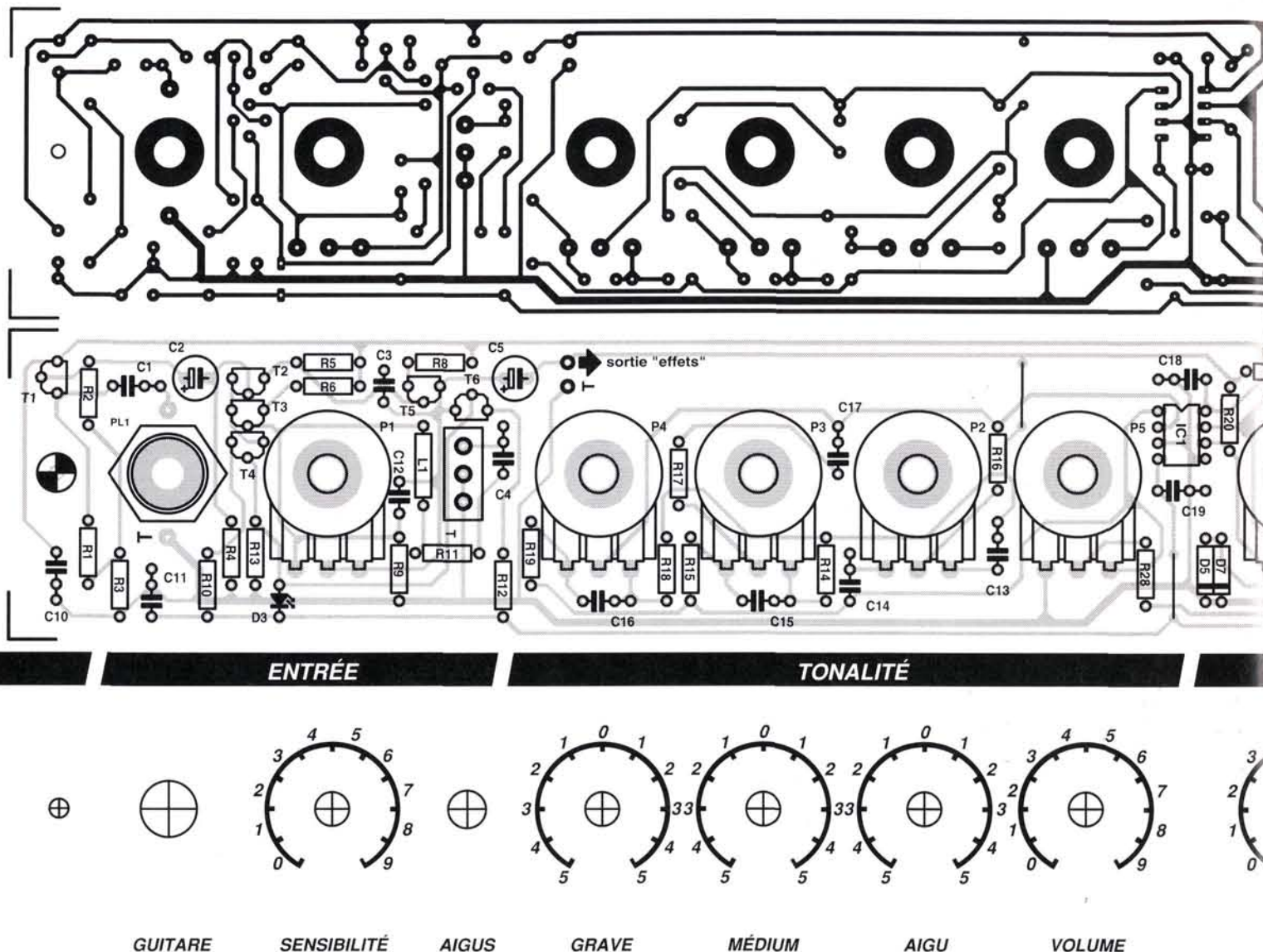


Figure 10 – Le circuit imprimé n'a pas été conçu par un dessinateur astigmate, ni sur une fin de rouleau de film. Ses dimensions inhabituelles lui permettent de se monter directement derrière la face avant et de porter côte à côte tous les potentiomètres de réglage. Cette disposition supprime tout le câblage par fils pour les signaux à faible niveau. Inutile de prévoir des kilomètres de fil blindé et des liaisons de masse savantes.

l'implantation des résistances et des quelques ponts qui permettent de réaliser le circuit imprimé en simple face. Veillez à ne pas intervertir les potentiomètres, qui sont assez nombreux et de valeurs diverses.

L'installation du circuit imprimé dans le coffret est très simple car il se fixe par deux entretoises derrière la face avant. Il ne reste que quelques fils à souder : trois fils ordinaires pour l'alimentation, un fil blindé de la sortie du mélangeur (flèche noire à droite, point N de la figure 4) à

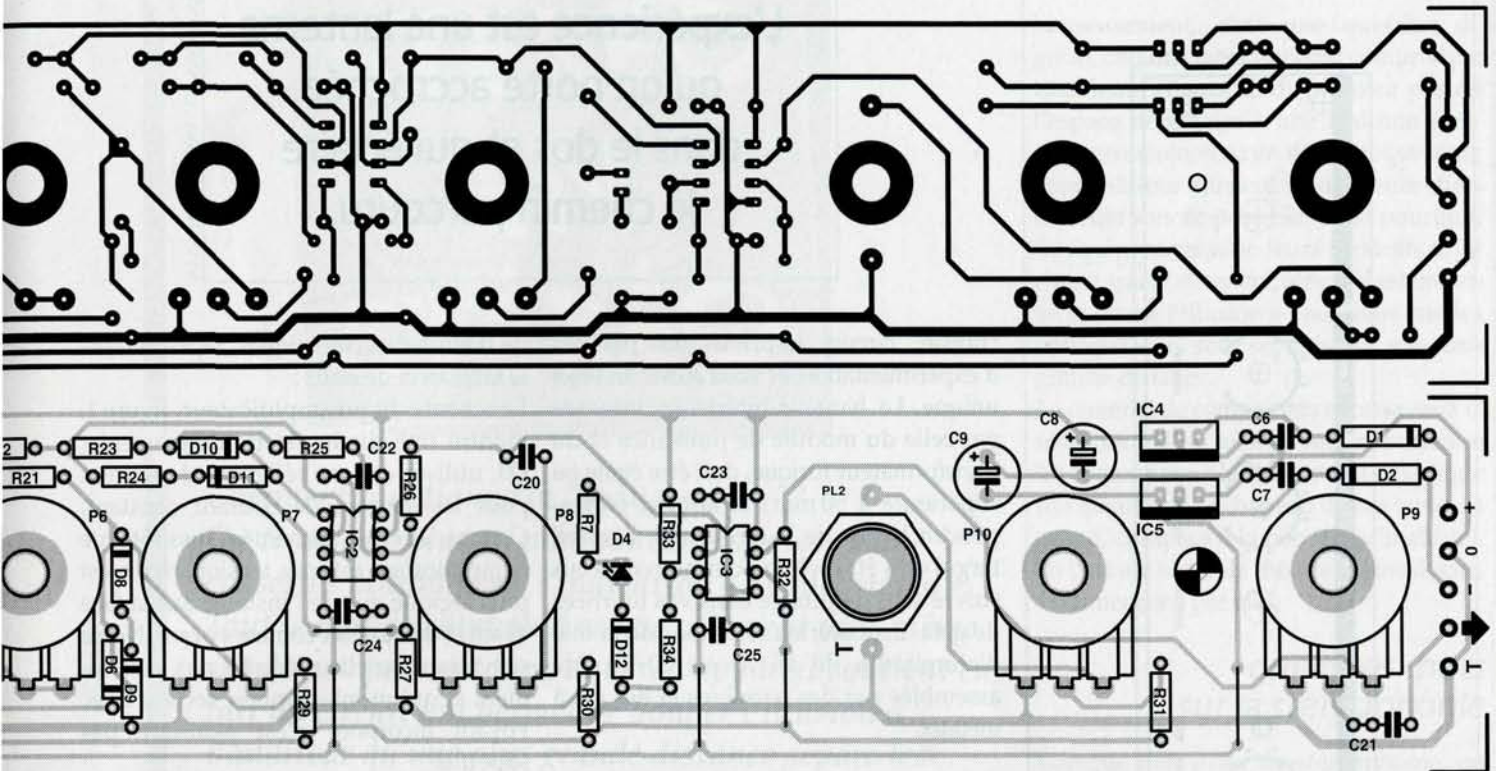
l'entrée du module de puissance, un fil blindé de la sortie externe du préamplificateur (flèche noire à gauche, point C de la figure 1) à la douille Cinch de la face arrière.

Les deux jacks de 6,35 mm réservés aux entrées (guitare et effets externes) sont visés sur la face avant, de même que l'interrupteur *high-boost*, et connectés au circuit imprimé par des fils souples ordinaires. Le câblage par fils continue avec le module de puissance, l'alimentation et la sortie vers la prise de haut-parleur. Cette partie demande un isolement soigné, du fil de 1,5 mm² pour l'alimentation, du fil de forte section (2,5 mm²) pour la sortie.

la construction, version platines d'expérimentation

Les différentes parties de l'ampli *targui* ont été essayées et mises au point sur des platines d'expérimentation avant que le circuit imprimé de la double page soit dessiné. Vous pouvez donc, vous aussi, le

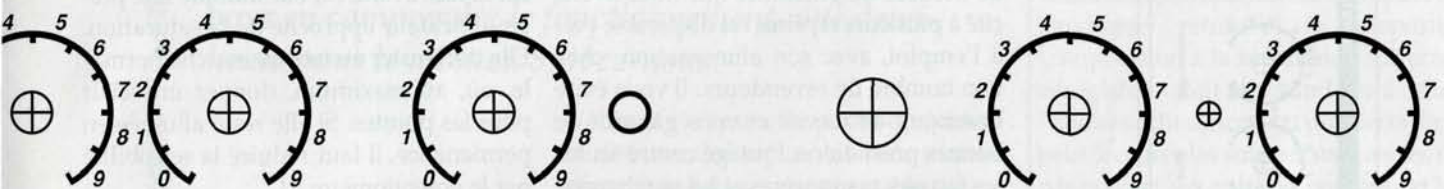
construire de cette façon. Les figures 7 à 9 représentent les trois platines qui reçoivent les différents sous-ensembles. Elles seront câblées avec soin puis installées dans le coffret, avant d'être reliées entre elles. Attention au câblage des platines et au repérage des picots à souder : la recherche d'une erreur sera très difficile une fois l'ensemble installé. La disposition de la figure 6 a donné satisfaction, autant vous y conformer. Toutes les platines, et particulièrement celle de l'alimentation, devront être isolées du coffret, si possible par des entretoises en matière plastique. Le câblage par fils, sans être compliqué, est forcément plus abondant que dans la version à circuit imprimé. Il faut donc vous armer de patience, d'une photocopie de la figure 6, et d'un crayon pour cocher au fur et à mesure les liaisons déjà établies. L'expérience est une lanterne qu'on porte accrochée dans le dos et qui éclaire le chemin parcouru. À la lumière de l'expérience et de la photographie du coffret câblé, nous pouvons vous dispenser



EFFETS

EFFETS EXTERNES

SORTIE



SEUIL

DISTORSION

HARMONIKES SAT.

ENTRÉE

SENSIBILITÉ

VOLUME

quelques conseils pour le câblage. Contrairement à ce que montre la photo, les platines doivent être distantes de 1 à 2 cm, les torons de fils ne doivent pas passer au-dessus des platines, mais à côté d'elles, ou entre elles. De même, le toron qui longe la rangée de potentiomètres doit s'en écarter et longer le fond du coffret. Les fils qui dépassent 5 centi-

mètres de longueur doivent être blindés, faute de quoi ils se transformeront en antennes qui capteront toutes les perturbations possibles. Les 9 fils des potentiomètres de réglage de tonalité peuvent faire exception : utilisez des fils ordinaires (si possible de couleurs différentes pour faciliter le repérage) que vous regrouperez en un toron distinct.

le coffret, version unique

Comme les coffrets du commerce aux dimensions standard se prêtent mal à cette réalisation, comme leur prix dépasse celui du module de puissance de 60 W, vous avez tout intérêt à construire le vôtre. Vous pourrez ainsi en adapter la profondeur à la solution que vous avez

R1 = 1 MΩ
R2, R11 = 220 Ω
R3 = 820 Ω
R4, R9,
R10, R21 = 1 kΩ
R5 à R7,
R14 à R17 = 1,2 kΩ
R8 = 10 Ω
R12 = 56 Ω
R13 = 2,7 kΩ
R18, R19 = 8,2 kΩ
R20,
R22 à R32 = 10 kΩ
R33 = 100 kΩ
R34 = 15 kΩ

P1 = 100 kΩ log.
P2 à P4 = 50 kΩ lin.
P5,
P7 à P10 = 10 kΩ log.
P6 = 100 kΩ pot. lin.
C1 = 10 nF
C2 = 10 μF/16 V
C3 = 1 nF (cér.)
C4 = 220 nF
C5 = 10 μF/40 V (bipol.)
C6, C7, C10, C11, C18, C19,
C21 à C25 = 100 nF
C8, C9 = 47 μF/16 V (tant.)
C12 = 68 pF
C13, C14 = 15 nF

C15 = 22 nF
C16 = 27 nF
C17 = 68 nF
C20 = 1 μF (MKT)

T1 = BF256C
T2 à T5 = BC550C
T6 = BC560C

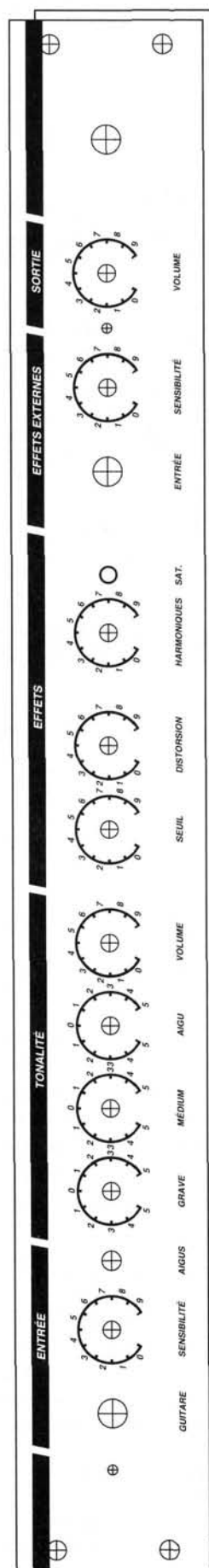
L1 = 1,2 mH

D1, D2 = zener 10 V 1,4 W
D3, D4 = LED rouge
D5,
D10 à D12 = 1N4148
D6 à D9 = AA119

IC1, IC2 = NE5532AN
IC3 = TL072CP
IC4 = 7815
IC5 = 7915

S1 = inverseur unipol.

1 interrupteur secteur avec voyant
1 douille haut-parleur
1 douilles Cinch
2 douilles jack 6,35 mm
1 prise secteur avec porte-fusible
1 fusible 500 mA(T)
1 super circuit imprimé



échelle : 1/2

**L'expérience est une lanterne
qu'on porte accrochée
dans le dos et qui éclaire
le chemin parcouru.**

choisie, circuit imprimé ou platines d'expérimentation, et vous aurez un objet unique. La hauteur intérieure, imposée par celle du module de puissance et du transformateur torique, doit être égale ou supérieure à 50 mm; la largeur correspondra à celle de la face avant. L'ampli targui doit être solide pour pouvoir vous suivre sans dommage dans vos tournées de gala. Le matériau sera donc de la tôle d'aluminium de 15/10 ou 20/10 mm, assemblée par des cornières et des vis à métaux.

quelques détails

Le module de puissance que nous avons cité à plusieurs reprises est disponible prêt à l'emploi, avec son alimentation, chez bon nombre de revendeurs. Il vous évite beaucoup de travail et vous garantit de bonnes prestations. Protégé contre toutes les fausses manœuvres et les surcharges, il est quasiment indestructible à condition de ne pas insérer de fusible dans chaque ligne d'alimentation. En effet, si un fusible se coupe alors que l'autre est encore conducteur, l'étage de sortie se met en court-circuit. Il faut donc protéger uniquement le circuit alternatif.

Le fabricant a adapté l'alimentation à l'amplificateur, ce qui donne à l'ensemble

de bonnes caractéristiques, reprises dans le tableau ci-dessous :

Le schéma du préamplificateur, figure 1, montre une diode électroluminescente, D3, utilisée comme référence de tension pour les sources de courant constant. Comme elle est alimentée aussitôt que l'amplificateur est sous tension, rien n'est plus logique que de l'installer sur la face avant et de l'utiliser comme voyant. Notez cependant qu'elle n'éclaire pas violemment et qu'un interrupteur secteur avec voyant incorporé n'est peut-être pas superflu.

La LED de l'indicateur de niveau, au contraire, doit impérativement être visible sur la face avant, car elle indique si le préamplificateur approche de la saturation. Elle doit rester éteinte en marche normale, ou, au maximum, donner un éclair pour les pointes. Si elle reste allumée en permanence, il faut réduire la sensibilité par le potentiomètre P1.

Beaucoup de guitaristes apprécient la possibilité de raccordements supplémentaires. Nous avons pensé à eux en installant une entrée et une sortie auxiliaires. L'entrée, dont le niveau est réglable par P10 (figure 4) peut être utilisée pour des effets extérieurs, comme une pédale ouah-ouah, un système de réverbération, etc. La sortie (point C de la figure 1) peut attaquer un autre amplificateur de puissance, sans passer par les générateurs d'effets ni le réglage de tonalité.

Module de puissance

Type HY 128
Puissance de sortie : 60 W sur 8 Ω
Bande passante : 15 à 50000 Hz
Distorsion harmonique (à 1 kHz) : 0,001%
Rapport signal/bruit : 100 dB
Vitesse de montée : 15 V/ μ s
Impédance des haut-parleurs $\geq 8\Omega$
Tension d'entrée : 500 mV
Impédance d'entrée : 100 k Ω

Alimentation

Type PSU42
Transformateur torique inclus dans l'alimentation
 U_{SEC} 2 $\times$ 22 V
 U_{SORTIE} +32 V et - V
Courant de sortie : 1,5 A

886129

STÉRÉO EN STÉRÉO

*Comment fonctionne la "spatial stereo" ?
On trouve de plus en plus souvent, sur les radio-cassettes notamment, l'indication « Spatial stereo ». Tout le monde comprend ce que cela veut dire, même si très peu peuvent l'expliquer. L'appareil contient en fait un circuit qui permet de donner l'illusion à l'auditeur qu'une plus grande distance sépare les haut-parleurs de son installation. Nous vous proposons de fabriquer ce circuit : une demi-heure pour en comprendre le fonctionnement, une demi-heure pour le monter. Suivez-nous.*

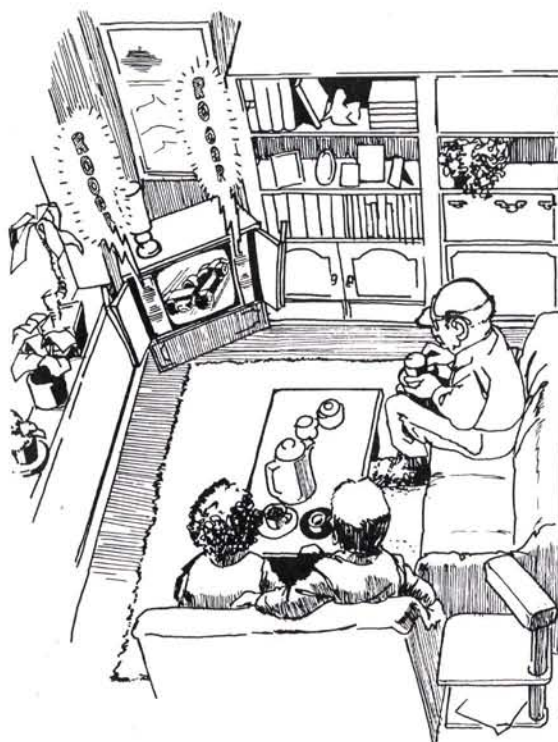
L'objectif visé par le dispositif est évident : la distance qui sépare les haut-parleurs d'une installation stéréo portable est trop petite pour donner vraiment l'illusion du relief sonore à un auditeur un peu éloigné. La même chose vaut d'ailleurs, pour les installations fonctionnant dans des volumes réduits. Heureusement (ou mal-

heureusement, c'est une question de goût), certains fabricants ont compris que tous leurs clients ne disposaient pas de l'espace nécessaire à une audition optimale en stéréo, tout en désirant que leurs appareils leur donnent les meilleurs effets de relief sonore possible. C'est pourquoi ils équipent en série leurs produits d'un circuit *spatial stereo* qui, lorsqu'il est en service, donne l'illusion à l'auditeur que ses haut-parleurs sont séparés par une plus grande distance.

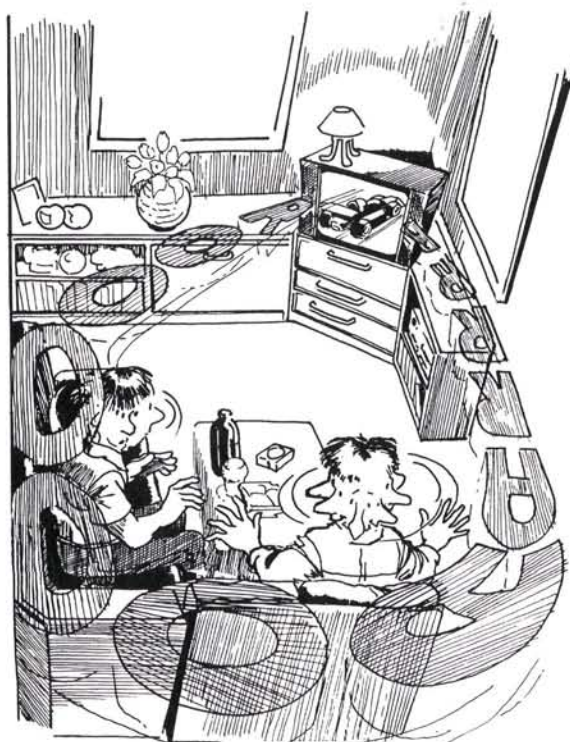
La quantité de composants nécessaires à la réalisation d'un tel montage n'est rien, si on la compare à la théorie qui l'explique (de même que le chapeau de ma tante est grand, comparé à la pensée qu'il abrite). Ici l'art est facile, la théorie moins docile. Commençons par elle.

quelques mots sur la stéréophonie

Lorsque l'on parle de stéréophonie, on pense à une restitution de sons, captés puis émis, ou enregistrés, issus de plusieurs sources réparties dans l'espace dont l'auditeur retrouve la disposition. L'impression à la réémission (directe ou enregistrée) doit être similaire à celle de l'auditeur du concert ou du spectacle, qui peut localiser les sources sonores les unes par rapport aux autres et par rapport à lui. Il y a, en stéréophonie, restitution de l'espace sonore. Ceci veut dire que l'homme, grâce à ses deux oreilles et quelques accessoires que nous désignerons pour simplifier par "cerveau", est capable de



(sans)



(avec)

reconnaître la direction dans laquelle se trouvent les sources sonores qu'il perçoit, et leur éloignement. Ceci veut dire aussi qu'il est possible de le tromper, puisque les bruits (organisés ou non) qu'il reçoit dans son salon, de droite, du centre, de gauche, proches ou lointains, lorsqu'il écoute une émission ou un enregistrement, lui viennent en fait d'une paire de caisses que ses yeux trouvent ailleurs que ses oreilles. Comment le problème a-t-il été résolu ?

Pour le comprendre, observons, au ralenti, un bruit venant de notre gauche et sa réception par les oreilles. L'oreille gauche le reçoit avant l'oreille droite, avec une moindre atténuation puisqu'elle en est plus proche. À cette différence de trajet et de durée de parcours correspond un déphasage (différence de marche*). Ensuite, la différence de gain (l'atténuation se mesure en décibels) est plus grande pour les composantes du bruit de fréquence élevée que pour les autres. Plus la fréquence d'un bruit est élevée, plus sa propagation est rectiligne : l'oreille gauche percevra donc un son plus riche en aigus et l'oreille droite un son plus assourdi. Les sons n'arriveront pas en même temps aux deux oreilles, auront des trajets différents et ne seront pas en phase. À une tête près et pour une vitesse de propagation relativement grande ! C'est dire la sensibilité de nos organes à des différences qui, si elle sont minuscules, ne sont pas "imperceptibles".

Toutes ces différences, nous l'avons vu dans un numéro déjà ancien (n°24), ne sont pas prises en compte lors des enregistrements, de sorte qu'une oreille exercée ne s'y laisse pas tromper. Si la différence d'amplitude, entre les sons provenant de la voie droite et de la voie gauche de nos installations, correspond à la situation de leurs sources lorsqu'ils sont captés, l'impression spatiale que nous en éprouvons nous semble assez "hautement fidèle" à la réalité : à condition cependant que les enceintes soient bien disposées (nous ne parlons pas de leur humeur), à une distance suffisante l'une de l'autre et de l'auditeur. Plus elles sont proches l'une de l'autre, moins l'effet stéréophonique est perçu. Lorsqu'elles sont accolées, il ne l'est plus du tout. Notre montage ne servira plus dans ces cas-là qu'à multiplier une distance nulle par quelque chose, ce qui donne encore une distance nulle. Plus la distance sera grande entre les deux voies,

plus notre accessoire fera de l'effet. Le montage, complémentaire d'une bonne disposition des enceintes, donnera quelque chose comme un super effet stéréo. Bon, d'accord, ce "super" est de trop, ce que nous proposons n'est qu'une rallonge, invisible mais audible. Voyons plus loin.

de la stéréo à plus de stéréo

Comme nous venons de le dire, l'effet stéréophonique repose sur des différences entre les signaux en provenance des deux voies de la chaîne audio. Supprimons-le pour mieux l'entendre. Personne n'ignore les effets d'une commutation en monophonie : on introduit, avant la sortie, un amplificateur qui fait la somme des signaux destinés aux voies gauche et droite, et restitue le même mélange à chaque

enceinte. L'effet stéréo est gommé, l'espace n'a plus de profondeur et tous les sons semblent provenir d'une seule et unique source. Nous savons réduire la différence, nous pouvons au contraire l'augmenter. Rien de plus simple, il suffit d'enlever à la voie gauche une petite fraction du signal destiné à la voie droite et, à la voie droite, une fraction, identique ou différente, du signal destiné à la voie gauche. Un exemple numérique** illustrera parfaitement ce que nous voulons dire. Le chanteur, lors de l'enregistrement que vous écoutez, était placé sur la moitié gauche de la scène. À la restitution sur vos enceintes, 80% du signal qui correspond à son chant vous vient de la voie gauche et 20% de la voie droite. Si nous arrivons à soustraire du signal provenant de la voie droite une fraction du signal issu de la voie gauche, le rapport entre les puis-

* Si le son marchait au pas, il arriverait du pied gauche à l'oreille droite et du pied droit à l'oreille gauche, par exemple.

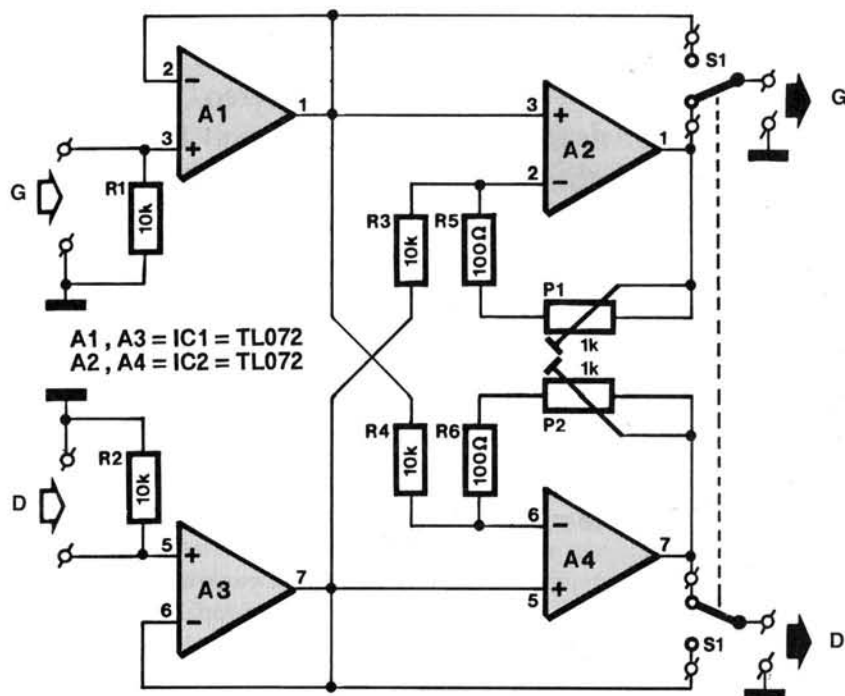
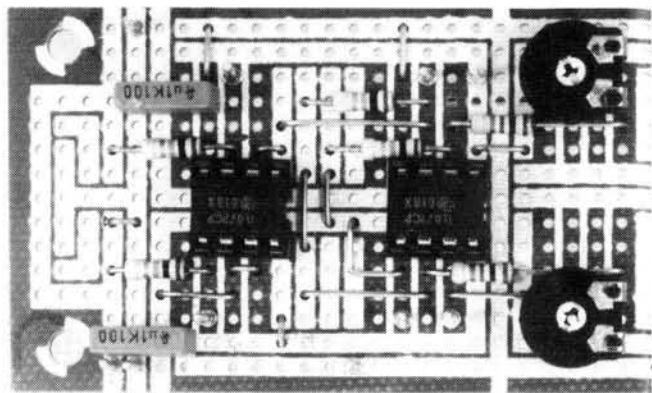


Figure 1 - Les amplificateurs opérationnels de la gauche du schéma sont des tampons d'entrée qui fonctionnent en suiveurs. Le circuit d'extension d'effet stéréo à proprement parler est sur la droite sous la gouverne de A2 et A4.

liste des composants

R1 à R4 = 10 k Ω

R5, R6 = 100 Ω

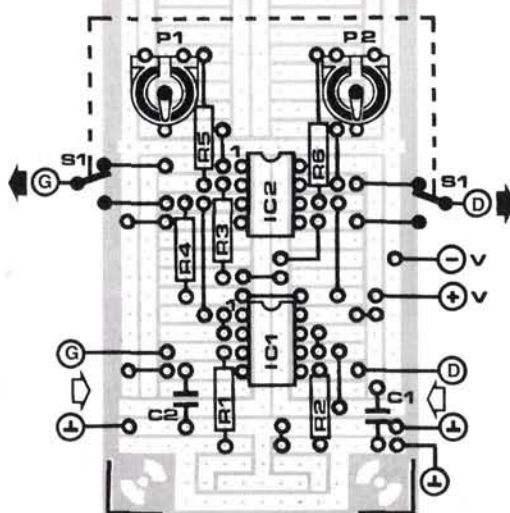
P1, P2 = 1 k Ω

C1, C2 = 100 nF

IC1, IC2 = TL072

S1 = inverseur bipolaire

Platine d'expérimentation de format 1



hors-d'œuvre, sans grand intérêt, puisqu'il ne "fait rien", pour attaquer le plat du jour.

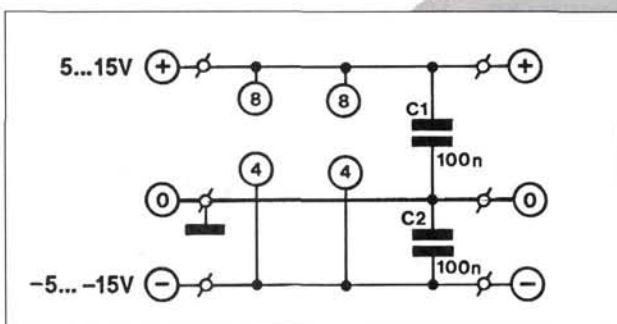
Le signal en provenance de la voie gauche arrive donc de la sortie de A1 (broche 1) directement sur l'entrée non inverseuse de A2 (broche 3). Nous le retrouvons, après amplification de gain unitaire (un peu plus comme nous le verrons), sur la sortie (broche 1). Comme on peut s'en douter, il n'y sera pas seul, la fraction du signal en provenance de la voie droite dont nous voulions le soulager doit aussi s'y trouver, "retranchée" puisque injectée par l'entrée inverseuse (broche 2). La voie droite bénéficie bien sûr du même traitement. Nous avons ainsi presque atteint notre objectif. Le dernier point à considérer concerne la proportion dans laquelle chaque signal d'une voie intervient sur l'autre, et la quantité dont il faut accroître le signal d'origine pour lui éviter une atténuation. Ce sont les potentiomètres P1 et P2 qui permettent de régler le rapport d'amplification entre 1/100 et 1/10 (gains de -40 dB à -20 dB). Pour finir, le double inverseur, S1 permet de choisir entre la stéréophonie d'origine et cette stéréophonie étendue.

construction et réglage

le circuit

Le circuit, relativement simple, tient sur une platine d'expérimentation de format 1 comme vous le voyez sur la figure 2. Les signaux d'arrivée sont amenés par du câble blindé, de préférence, aux entrées du dispositif. Le réglage se fait à l'oreille à l'aide d'un casque, puisque c'est plus facile. Une indication du bon fonctionnement du montage est donnée par la légère augmentation du bruit de fond, que l'on peut constater en se réglant sur un émetteur stéréo de faible puissance. Le bruit est minimal pour des signaux monophoniques, ce que le casque rend parfaitement. Il augmente au fur et à mesure que l'effet stéréophonique se fait mieux sentir. Le dispositif présente bien entendu un maximum d'efficacité lorsque les résistances de P1 et P2 sont les plus grandes (sur la figure 1, en butée sur la droite). Nous finirons avec l'alimentation, fournie par deux piles de 9 V en série : le pôle plus de l'une relié au pôle moins de l'autre, pour former la référence, les deux autres pôles respectivement au plus et au moins du circuit.

886005

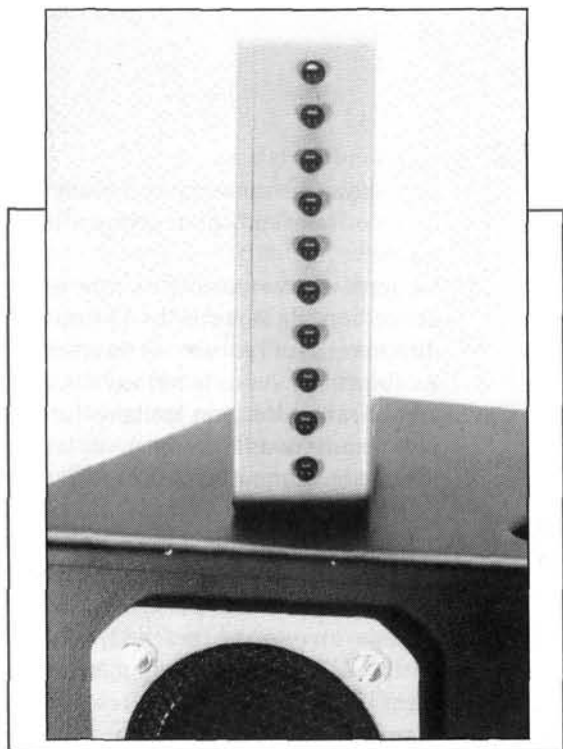


sances des deux signaux passera par exemple à 9/10 (90% du chant viennent de gauche et 10% de droite). Nous aurons ainsi l'impression que le chanteur, déplacé vers la gauche, s'est encore éloigné du centre de l'espace sonore restitué par les haut-parleurs. Nous ne faisons pas ainsi du très bon travail. Notre but n'est pas de "refaire un arbre avec des planches" mais de trafiquer le message, de faire de "l'effet", de donner du relief. Les puristes nous reprocheront cette chirurgie, bien que nous ne procédions qu'à une amputation (et à une compensation) plutôt légère. À l'impossible nul n'est tenu et vouloir la restitution très fidèle d'un concert, dans une salle de bain, c'est être un peu exigeant. Toute chose (ou presque***) a ses limites. Si l'électronique permet parfois de les repousser, elle ne les supprime pas.

Comme vous pouvez le constater sur la figure 1, le circuit est symétrique : c'est la moindre des choses pour un dispositif qui se veut stéréophonique. Au service de la voie gauche, nous avons en haut, A1 et A2, à celui de la voie droite, A3 et A4. Commençons par l'entrée du dispositif, à gauche sur le schéma, comme il se doit. Les amplificateurs A1 et A3 sont là pour que la partie du circuit qui en assure la fonction - élargissement de l'image stéréophonique - ne dépende pas des caractéristiques particulières des appareils qui l'alimentent en signaux audio. Par ce moyen, on évite d'avoir à refaire le réglage du dispositif chaque fois qu'on l'installe à la sortie d'un poste différent. Les deux tampons, amplificateurs suiveurs ou adaptateurs d'impédance, ont bien sûr un gain de 1. Laissons maintenant de côté ce

** Faut-il que nous disions "chiffré" pour que nos lecteurs (anglicisant malgré eux) ne pensent pas *digital*.

*** Certaines choses ne connaissent que les limites des gens, ceux qui sont bornés, comme les voisins de la République du S..., ou ses habitants, selon que l'on appartient à l'un ou à l'autre groupe.



wattmètre audio

La notion de volume sonore est toute relative. Un amplificateur qui délivre une puissance de 1 watt peut produire un bruit insupportable dans une pièce de très petites dimensions. Transportez-le dans une gymnase, il sera pratiquement inaudible. Le volume sonore n'est donc pas une mesure de la puissance de sortie d'un amplificateur. Si nous voulons connaître la puissance délivrée, comme il est impossible de l'évaluer à l'oreille, il faut la mesurer.

indicateur de puissance de sortie

Avant de commencer la description du wattmètre, il est souhaitable de revenir sur certaines notions, peut-être connues, sûrement utiles. Quand nous parlons de watts, il s'agit de puissance ou de la quantité d'énergie qui peut être délivrée par unité de temps. Dans les amplificateurs audio, cette énergie est utilisée pour mettre de l'air en mouvement. Plus la quantité d'énergie délivrée est importante, plus le volume d'air mis en mouvement est important, ce que nous

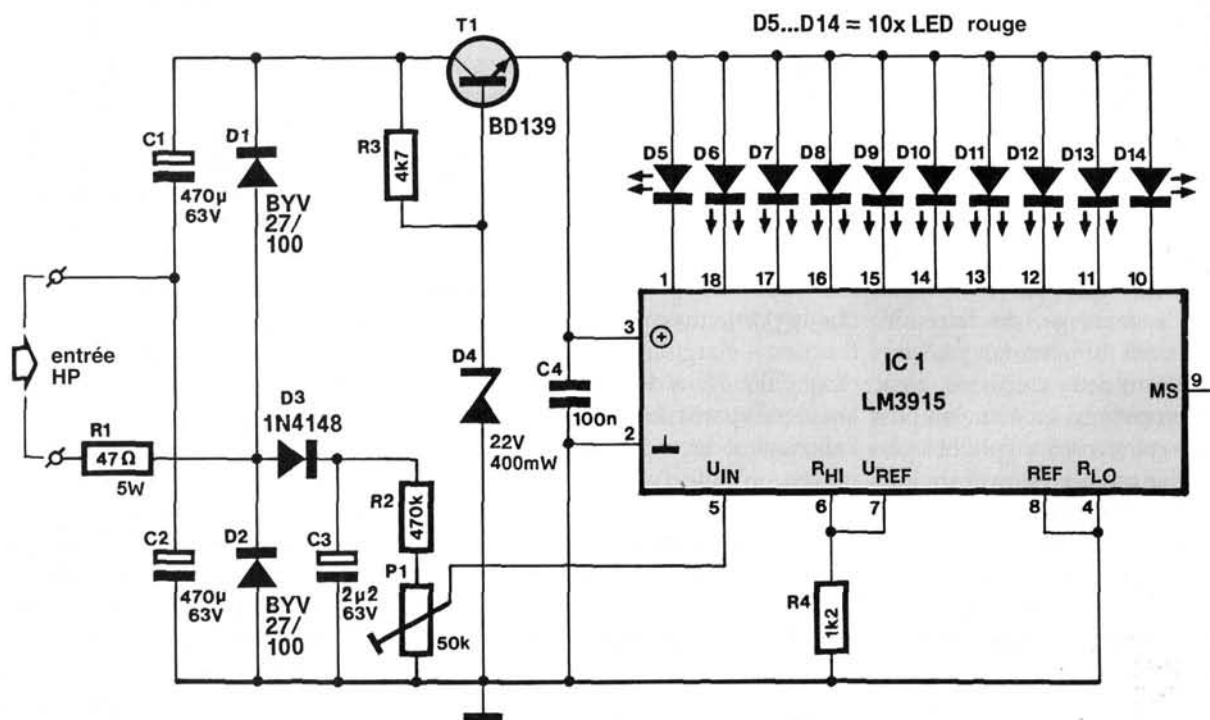
percevons par un volume sonore élevé. Nous faisons abstraction du rendement, car une enceinte à faible rendement peut produire moins de bruit avec 100 W qu'une enceinte à haut rendement avec 10 W.

En termes électriques, et cela s'applique aux amplificateurs audio, la puissance est le produit d'une tension par une intensité ($P = U \cdot I$). Si nous voulons connaître la puissance, il nous faut théoriquement mesurer en même temps la tension et

l'intensité. Heureusement, il y a une autre solution. Si nous remplaçons dans la formule l'intensité I par son équivalent U/R (selon la loi d'Ohm), nous obtenons une nouvelle formule :

$$P = U \cdot U/R = U^2/R$$

Cette formule nous montre qu'il est possible de déterminer la puissance en connaissant la tension aux bornes d'une résistance. Il faut bien sûr que soit connue la résistance aux bornes de laquelle on mesure la tension.



puissance de sortie

Armés de ces notions théoriques simples, nous pouvons nous demander à quoi devrait ressembler un indicateur de la puissance de sortie d'un amplificateur. Il est évident que la mesure ne peut se faire que sur un amplificateur chargé par un haut-parleur, puisque c'est seulement dans ce cas qu'un courant peut circuler dans une résistance (l'impédance du haut-parleur) et que la mesure de tension a un sens.

Il existe plusieurs méthodes pour déterminer la tension de sortie. La plus simple est la mesure au moyen d'un multimètre, mais elle présente de graves défauts. La plupart des multimètres ne permettent pas une mesure précise des tensions alternatives dont la fréquence est nettement supérieure à 50 Hz : ils ne conviennent pas pour la mesure de signaux audio. Il existe des instruments spéciaux qu'on utilise pour des mesures précises, mais il s'agit d'appareils de laboratoire encombrants et coûteux auxquels il nous faut renoncer ici. Dans tous les cas, il faudra connaître l'impédance du haut-parleur ; si elle gravée sur la culasse ou indiquée dans la notice technique du fabricant, il ne faut pas perdre de vue qu'elle varie en fonction de la fréquence. En-dehors d'une plage de fréquence déterminée, il faut modifier la valeur de l'impédance dans le calcul de la puissance.

La mesure précise est impossible ou très difficile, mais il est possible d'obtenir par des moyens simples une indication pas trop inexacte de la puissance. Il existe dans le commerce des circuits intégrés qui comportent un voltmètre adapté au spectre audio et sont utilisés dans les VUmètres. Il ne sont pas conformes, en général, aux normes qui s'appliquent aux voltmètres audio, mais ils donnent une indication utilisable.

le schéma

Notre indicateur de puissance fait appel à un de ces circuits spécialisés, le LM3915 (voir la figure 1). Il renferme 10 comparateurs et une source de tension de référence de 1,2 V (U_{ref}), un diviseur de

Figure 1 – C'est un circuit intégré à réponse « logarithmique », destiné aux VUmètres qui sert à la construction de cet indicateur de puissance. Le montage prélève pour s'alimenter un peu de la puissance destinée au haut-parleur.

tension à 10 étages et un étage tampon d'entrée. Comme vous pouvez le voir, la sortie de la source de tension de référence est connectée au diviseur de tension. La conséquence est que chaque comparateur voit sur son entrée non-inverseuse une tension stable déterminée par la tension de référence et le diviseur. Le premier comparateur voit une tension égale à $(1 \text{ k}\Omega / 22,63 \text{ k}\Omega) \cdot U_{ref}$; autrement dit au produit de la tension de référence par le rapport de la somme des résistances comprises entre l'entrée et la masse au total des résistances du diviseur. On peut calculer ainsi la tension de l'entrée non-inverseuse de chaque comparateur, et constater qu'elle n'augmente pas de façon linéaire.

Le signal à mesurer est appliqué à la broche 5 du circuit intégré. Le tampon (buffer) est un amplificateur dont le gain est UN, son signal de sortie est appliqué simultanément à l'entrée inverseuse de tous les comparateurs. La fonction d'un comparateur est de comparer les deux tensions d'entrée. Si la tension de l'entrée inverseuse est supérieure à celle de l'entrée non-inverseuse, la tension de la sortie passe au niveau de la masse, elle prend une valeur proche de la tension d'alimentation dans le cas contraire. Comme les LED sont prises entre la tension d'alimentation positive et la sortie des comparateurs, elles s'allument si la tension de l'entrée inverseuse est supérieure à celle de l'entrée non-inverseuse.

Pour résumer ce qui précède, on peut dire que plus la tension d'entrée est élevée, plus il y a de LED allumées. Ce n'est que partiellement vrai, car le circuit intégré connaît deux modes de fonctionnement : barre ou point. C'est-à-dire que le niveau de la tension peut être représenté au choix par la longueur d'une ran-

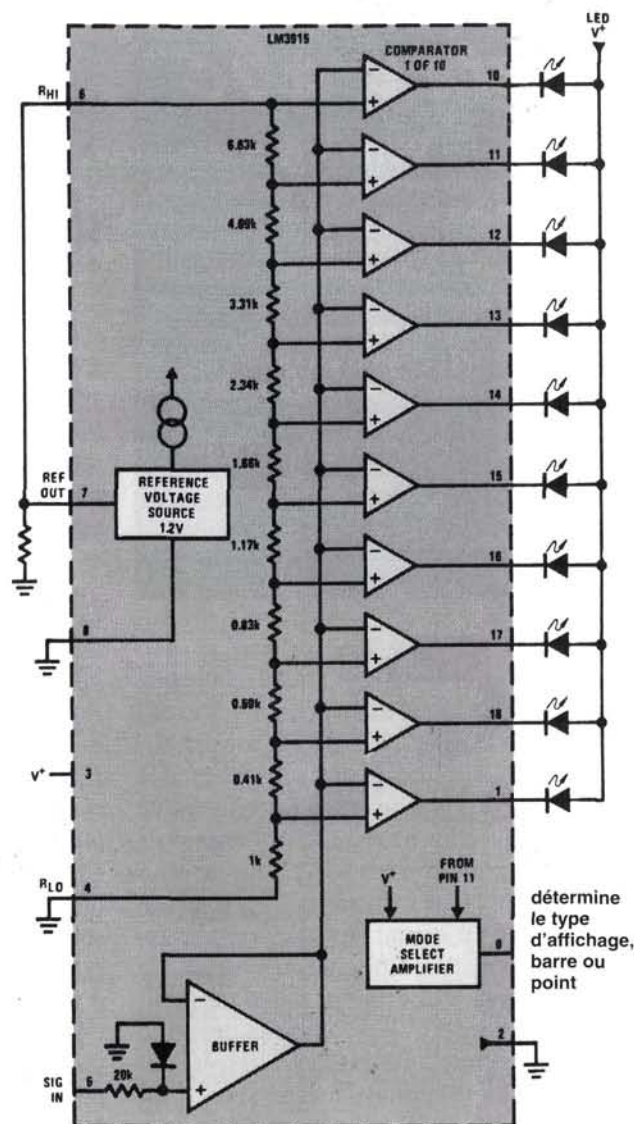


Figure 2 – Le schéma interne simplifié du LM3915.

gée de LED, ou par la position d'une seule LED sur la rangée. Le choix entre les deux affichages est possible grâce à la broche 9, barre si elle est reliée au pôle positif, point si elle laissée en l'air.

Revenons au schéma du wattmètre. Inutile de l'observer longuement pour constater qu'il n'y a ni pile ni bornes pour le raccordement de l'alimentation. Comment le circuit peut-il fonctionner ? Simplement. Vous pouvez voir sur le schéma deux diodes (D1 et D2) et deux condensateurs (C1 et C2). Ces quatre composants forment un redresseur qui alimente le montage à partir de la tension alternative du haut-parleur. Le circuit est un peu particulier : il redresse la tension et la double. C'est nécessaire si nous voulons que le circuit fonctionne aussi avec de faibles niveaux de sortie. Supposons qu'à un moment donné la tension sur la borne supérieure du schéma soit positive et la borne inférieure négative. La diode

elex-abc

VUMètre

Volume Unit meter: indicateur du niveau d'un signal audio selon une norme de l'ASA (American Standard Association). Un VUMètre selon la norme indique la valeur moyenne du signal et ne réagit pas aux pointes de modulation, contrairement aux VUMètres des chaînes HiFi ou de l'indicateur de puissance décrit ici.

source de référence

Le plus souvent une source de tension dont la sortie est stable et utilisée comme terme de la comparaison d'une autre tension.

D2 conduit et charge C2. Quand la polarité de la tension du haut-parleur s'inverse, c'est C1 qui se charge à travers D1. Les deux condensateurs se chargent à la valeur de crête de la tension alternative appliquée au haut-parleur. Comme ils sont connectés en série, leur tension s'ajoute. Cette disposition permet de fournir au circuit intégré une tension d'alimentation suffisante même quand la puissance de sortie est faible (le minimum est de 3 V). À l'opposé, quand la puissance de sortie est élevée, il faut limiter à 21 V la tension d'alimentation. C'est

le rôle de Tr1, R3 et D4. L'émetteur de Tr1 suit la tension de base fixée par la diode D4.

Il ne suffit pas d'alimenter le montage, il faut aussi mesurer la tension. C'est le rôle de D1, qui charge C3 à la tension de crête du signal. Le condensateur sert à maintenir le niveau assez longtemps pour que l'affichage soit visible. Le diviseur de tension réglable R2/P1 (le potentiomètre servira à l'étalonnage) permet d'appliquer une fraction de la tension à l'entrée du circuit intégré.

la construction

Ce n'est pas la complexité du circuit mais la taille de certains des composants qui impose l'utilisation d'une platine d'expérimentation de format 2. L'implantation des composants est représentée par la figure 3. Le prototype photographié à côté de la figure 3 présente quelques différences avec elle : cet exemplaire-là est équipé d'un barreau de 10 LED au lieu des 10 LED séparées. Pour finir, c'est la solution à LED discrètes qui a été retenue pour le circuit imprimé de la figure 5, car d'une part la disponibilité des barreaux est aléatoire, d'autre part les LED individuelles permettent d'obtenir une partie de l'échelle en rouge, pour la zone dan-

gereuse, et le reste en vert. Comme d'habitude, il faut respecter la polarité des condensateurs et des diodes. La résistance de puissance R1 doit être montée à quelques millimètres de la surface de la platine (ou du circuit imprimé) pour permettre la circulation de l'air et le refroidissement. Une fois le circuit câblé, il reste à lui trouver un coffret. Le circuit imprimé est prévu pour se loger dans un coffret HE222 raccourci. Il vaut mieux souder les cordons de raccordement pour éviter les courts-circuits, toujours possibles avec des fils volants.

l'étalonnage

Le réglage se fera avec le dispositif de la figure 4. Il utilise une tension alternative fournie par un transformateur. Le diviseur à résistances Rx/R1 permet d'appliquer une tension de 0,5 V à l'entrée de l'amplificateur, par l'intermédiaire du réseau R2/C1 qui filtre les perturbations. La valeur de Rx n'est pas indiquée car elle dépend de la tension Ux du secondaire du transformateur. Elle se calcule avec la formule suivante :

$$R_x = (U_x - 0,5) \cdot 2000$$

(Rx exprimée en ohms)

Nous pouvons en venir au réglage proprement dit. Placez le curseur de P1 en

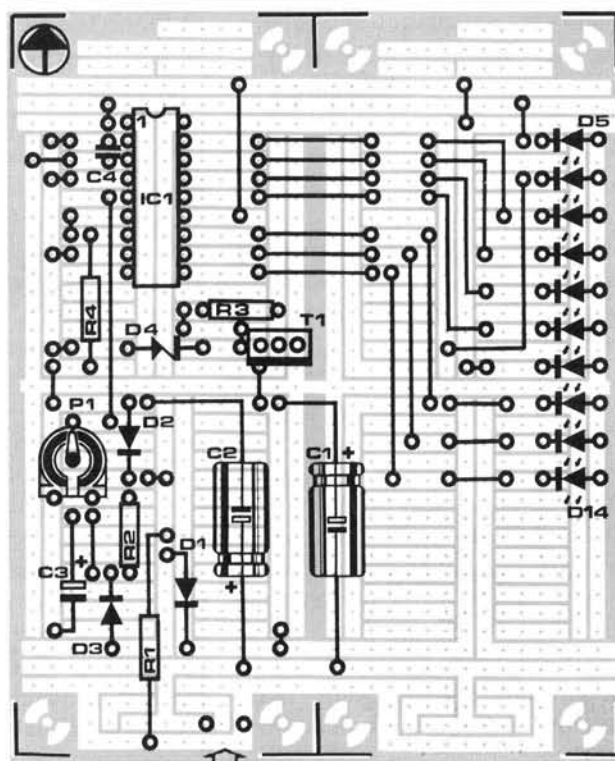
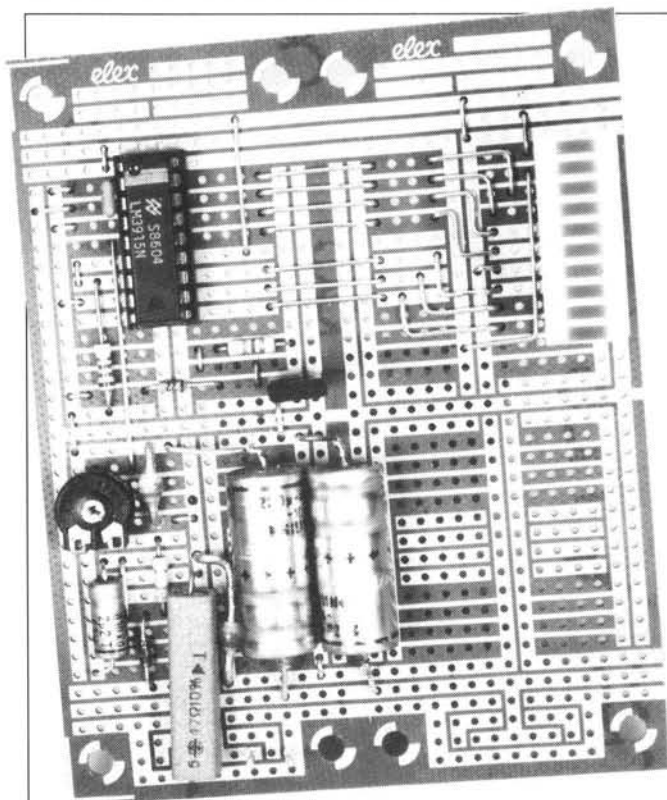
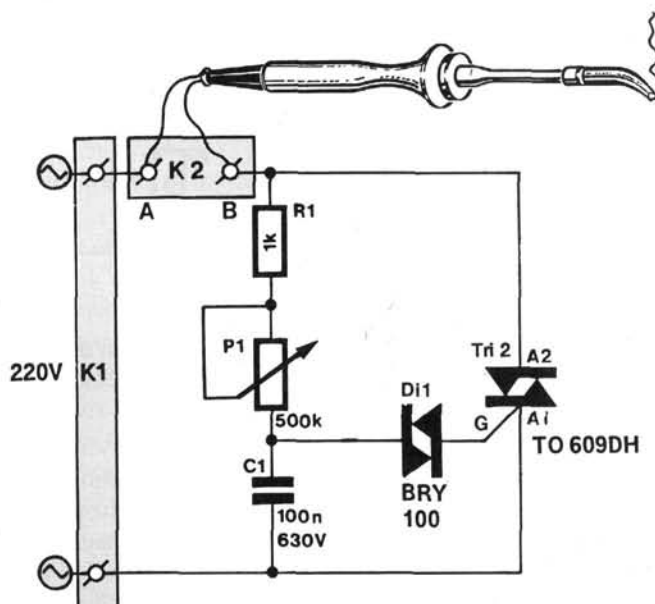


Figure 3 – Même les soudeurs débutants pourront réaliser ce montage facilement.

S'il est un outil indispensable à l'électronicien, c'est bien le fer à souder. En choisir un modèle équipé d'une régulation de température, n'est pas du luxe : certains composants risquent même de lui en être reconnaissants. Il ne faut donc pas hésiter à y mettre le prix. Vous rechignez à faire un tel investissement parce que votre budget est serré ou que ce poste n'est pas prioritaire : le présent montage vous dépannera, en attendant...



réglage de chauffe pour fer à souder

entre demi et pleine puissance

Pour « vendre » un tel accessoire, les arguments sérieux ne manquent pas. Pour commencer, la panne d'un fer thermostaté a une espérance de vie beaucoup plus longue que celle d'un fer qui chauffe continuellement à pleine puissance. Si, pour ménager sa panne, vous débranchez votre fer entre deux soudures un peu éloignées dans le temps, vous devez attendre à chaque remise sous tension qu'il retrouve la « bonne » température : l'impatience aidant, les premières soudures ont des chances d'être ratées, collées par exemple. Le plus grand avantage d'un fer thermostaté reste cependant qu'il fait courir de moins grands

risques aux semi-conducteurs. Si les fabricants de composants donnent des consignes de soudage dans leurs notices d'utilisation – durée de chauffage et température correspondante – ce n'est pas pour rien. N'était leur prix relativement élevé – les bons outils sont rarement bon marché – de tels postes à souder n'auraient que des avantages. Un fer ordinaire manié de main de maître fait bien sûr de l'aussi bon travail, puisque l'outil vaut ce que vaut son utilisateur (ou l'expérience d'icelui). Il n'est néanmoins pas défendu de le perfectionner, surtout si, comme ici, un peu d'électronique ainsi qu'un maigre investissement, en matériel et en temps, permettent un réglage de chauffe entre demi et pleine puissance.

Figure 1 – Pour maintenir le chauffage de la panne entre certaines limites, on retarde « l'allumage » d'un triac de 10 à 90°. Attention, ce montage de dépannage n'est pas antiparasité.

Figure 2 – Les mesures de sécurité à prendre sont celles auxquelles oblige la très grande proximité du secteur. Pour éviter l'amorçage d'un arc entre deux pistes voisines véhiculant la tension du secteur, il est bon de les isoler par des « blancs » dépourvus de cuivre. Ne soudez pas de fils d'arrivée ou de départ directement sur le circuit : utilisez des borniers.

liste des composants

R1 = 1 kΩ

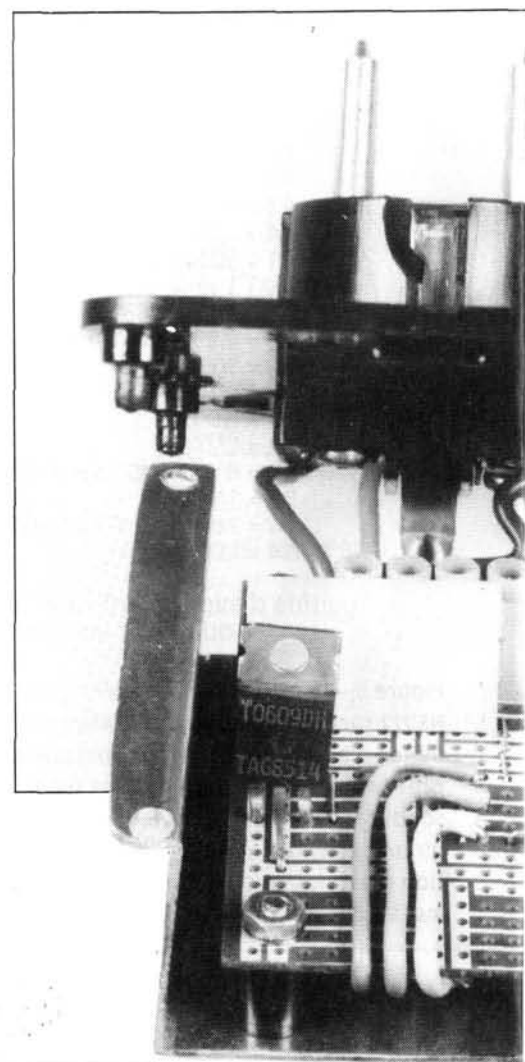
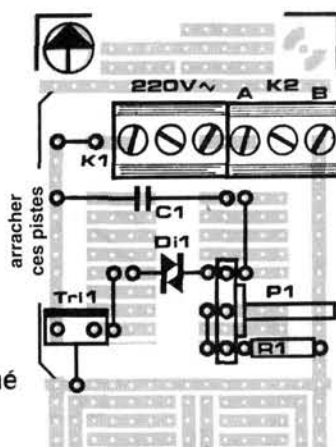
P1 = 250 kΩ

C1 = 150 nF/630 V

DI1 = diac DB3 ou BRY100

Tri1 = triac TO 609DH

K1, K2 = bornier à vis pour circuit imprimé
coffret secteur à prise moulée
Platine d'expérimentation de format 1



Cinq composants en tout et pour tout, c'est ce que le montage nécessite (figure 1). On peut même lui trouver d'autres applications que celle de régler le chauffage d'un fer à souder. La façon dont il fonctionne est identique à celle d'un "gradateur" d'éclairage (*dimmer*). Rien n'empêche de l'utiliser comme "abat-jour" d'une lampe à incandescence par exemple. L'essentiel est que la puissance du dispositif commandé soit comprise entre 8 et 100 W. Son principe est on ne peut plus simple. Le fer, puisque c'est pour lui que nous l'avons prévu, est relié au montage contenu dans un coffret "secteur" avec prise moulée (de préférence), en série avec le triac (Tri1). À chaque alternance du secteur, positive comme négative, le condensateur C1 se charge, à travers R1 et P1, jusqu'à ce que la tension à ses bornes atteigne environ 30 V, tension de déclenchement du diac. Celui-ci conduit alors, de sorte que la gâchette du triac reçoit une impulsion qui le déclenche à son tour. Le triac ne conduit que tant que le courant qui le traverse est supérieur à son courant de maintien. Il se ferme donc au passage du courant chaque fois que celui-ci s'annule pour changer de sens, à la fin de

chaque demi-période. L'alternance négative commence alors, le condensateur se charge dans l'autre sens et nous avons le même phénomène, puisqu'il n'importe pas au diac, non polarisé, que la tension à ses bornes soit positive ou négative.

Comment s'opère le réglage de la température de la panne à proprement parler? Pour dire les choses simplement, il s'agit de laisser passer plus ou moins longtemps le courant pendant chaque demi-période. On joue sur la valeur efficace du courant qui traverse la charge ou, plus précisément sur l'angle d'amorçage du triac. Expliquons-nous: la tension du secteur est sinusoïdale, comme vous le savez et sa fré-

quence est de 50 Hz. Prenons-la au début d'une alternance positive: le condensateur C1 se charge par l'intermédiaire de la résistance du fer, de R1 et de P1 jusqu'à la tension de déclenchement du diac. La vitesse à laquelle cette charge s'opère est fonction de la position de P1. Plus grande est la résistance, plus lente est la charge du condensateur. Le fer n'a, pendant ce temps-là, qu'une partie négligeable de la tension du secteur à ses bornes tandis que le courant qui le traverse est limité par R1 et P1. Le diac ne se débloque que lorsque le condensateur est chargé à 30 V. Une fois le diac débloqué, le condensateur se décharge et provoque l'amorçage du triac. Pendant cette opération, la tension du secteur a augmenté: elle est en avance sur celle qui règne aux bornes du condensateur. Si la résistance de P1 est maximale, le triac ne laisse passer le courant que pendant une partie minimale de l'alternance. Avec les composants que nous avons choisis, l'amorçage du triac n'a lieu qu'un peu avant que la tension du secteur ait atteint sa valeur crête (90°). Le fer à souder n'a donc à ses bornes la tension du secteur que pendant la demi-alternance qui reste. Nous avons obtenu ce que nous recherchions: si P1 ralentit au maximum la charge du condensateur, le fer est un peu moins chaud. Dans le cas contraire, lorsque P1 est au minimum, la charge du condensateur est assez rapide pour que la sinusoïde ne soit pratiquement pas grignotée, de sorte que le fer chauffe à pleine puissance. Comme nous le disions plus haut, le même phénomène se reproduit lors de l'alternance négative, puisque le diac et le triac sont indifférents au sens de passage du courant.

fabrication et mise en service

Le dispositif fonctionne directement sur le secteur, ce qui oblige à prendre les précautions habituelles. Il est indispensable, pour commencer, d'arracher certaines pistes de façon à isoler suffisamment celles qui véhiculent la tension du secteur afin d'éviter entre elles l'amorçage d'un arc électrique (figure 2). Ne pas souder les fils d'arrivée ou de départ directement sur la platine, il faut impérativement utiliser des borniers à vis pour circuit imprimé (ou un type de connecteur équivalent). Dans le même ordre d'idées, il est exclu que l'axe du potentiomètre soit métallique.

elex-abc

diac

"Diac" est l'acronyme de Diode Alternating Current. C'est donc une sorte de double diode qui ne conduit que lorsque la tension à ses bornes dépasse une certaine valeur (en général 30V). Ce conducteur occasionnel ne le reste que si le courant qui le traverse est supérieur à un minimum dit "courant de maintien". Le sens du courant lui est indifférent puisqu'il est symétrique. Lorsque le diac est passant la tension à ses bornes retombe.

triac

On peut parler du triac comme d'un relais statique, puisqu'il ferme un circuit (relais), sans pièce mobile (statique). Une tension de gâchette, ou une impulsion de courant (positive ou négative) relativement très petite sur celle-ci, en commande l'ouverture au passage d'un courant qui peut être considérable. Ce courant de charge continue de circuler une fois que le triac est déclenché (passant), même en l'absence de courant ou de tension de gâchette, tant que son intensité reste supérieure à un minimum dit "courant de maintien". Un triac permet de commander l'alimentation d'une charge aussi bien en continu qu'en alternatif. Si le courant qui le traverse est continu et supérieur à son courant de maintien, il n'y a aucune chance que le triac se bloque. S'il est alternatif, le blocage a lieu lorsqu'il descend au-dessous du courant de maintien. Dans ce cas, une nouvelle impulsion de gâchette est nécessaire pour le redéclencher.

Dans le meilleur des cas le montage devrait être contenu dans un "coffret" secteur à prise moulée, muni d'un socle femelle pour l'insertion du fer. Nous en avons découvert au dernier salon Expotronic, ce qui veut dire qu'ils existent en France. Si votre détaillant n'en a pas en stock, vous trouverez certainement une autre solution. Dans tous les cas, percez un trou qui laisse le passage à l'axe du potentiomètre - à l'axe, pas à sa fixation: aucune partie métallique telle que vis ou écrou ne doit être accessible de l'extérieur de la boîte. C'est fini? Avez-vous câblé le potentiomètre de telle façon qu'en tournant son bouton dans le sens des aiguilles d'une montre le fer chauffe plus? Si oui, tout est parfait... À moins que... vous ne trouviez que le circuit parasite trop le secteur. Il s'agit d'un montage de dépannage. Nous reviendrons un jour sur les problèmes qu'il peut poser.

886035

Un précédent numéro d'ELEX décrivait un commutateur électronique à huit voies ou plus, un rien encombrant pour de petites applications. Le présent montage ne comporte qu'une sortie et deux touches à effleurement qui remplacent avantageusement un interrupteur à bascule.

TÉLÉRUPTEUR À TOUCHES SENSITIVES

COMMANDE UN RELAIS DU BOUT DU DOIGT

En règle générale, un circuit de commande électronique à relais comporte... oui, oui, un relais (le plus souvent électromécanique) piloté par un transistor. Le transistor fonctionne en commutation sous l'effet d'un courant variable, s'il est bipolaire, d'une tension, s'il est à effet de champ. D'où provient la variation, dépend des objectifs du circuit. S'il s'agit d'un circuit de régulation de température, les ordres sont donnés par un composant sensible aux variations de la température, une thermistance par exemple. Dans ce cas, la commande du relais est "automatique", l'opérateur est électronique. Il arrive cependant que l'on désire faire coller un relais "à la main" : lorsque l'on veut commander

l'ouverture ou la fermeture d'un circuit (de puissance) éloigné, avec une puissance très faible, ou éviter l'emploi d'un commutateur encombrant pour une face avant. On appelle dans ce cas le dispositif "télérupteur", puisque sa fonction est celle d'un interrupteur commandé à distance.

fonctionnement

Les contacts du relais, dessiné en haut et à droite de la figure 1, ouvrent et ferment le circuit d'alimentation de l'appareil que l'on veut commander. Lorsqu'un courant continu traverse sa bobine, son noyau, sous l'effet du champ électromagnétique qui en résulte, mobilise une armature qui ferme

ses contacts, puisque nous avons choisi ici un relais "à fermeture". La circulation du courant est elle-même gouvernée par un relais statique (il ne met pas de pièce en mouvement), le transistor T3 qui fonctionne en commutation. Ce composant laisse ou non passer le courant suivant la différence de tension qui règne entre sa base et son émetteur. Si cette différence de tension est de 0,6 V ou plus, le courant circule de son collecteur vers son émetteur (c'est un NPN), de sorte que la bobine du relais est suffisamment alimentée pour que celui-ci passe en position de travail. Pour une tension de base inférieure à 0,6 V, le transistor se bloque et le relais se met au repos.

Lorsque la différence de tension entre la base et l'émetteur est suffisante, un courant (très petit relativement au courant de collecteur) traverse la jonction. Ce courant de base, qui fait commuter le transistor, lui est fourni par une bascule bistable.

Celle-ci n'est pas tout à fait classique, puisqu'elle comporte trois transistors au lieu des deux habituellement utilisés : le transistor de commande du relais en

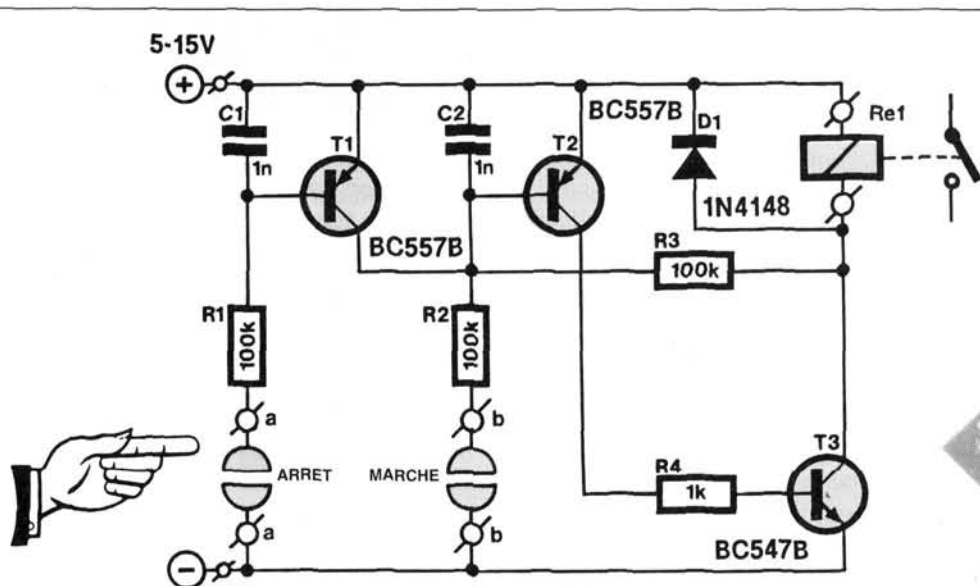
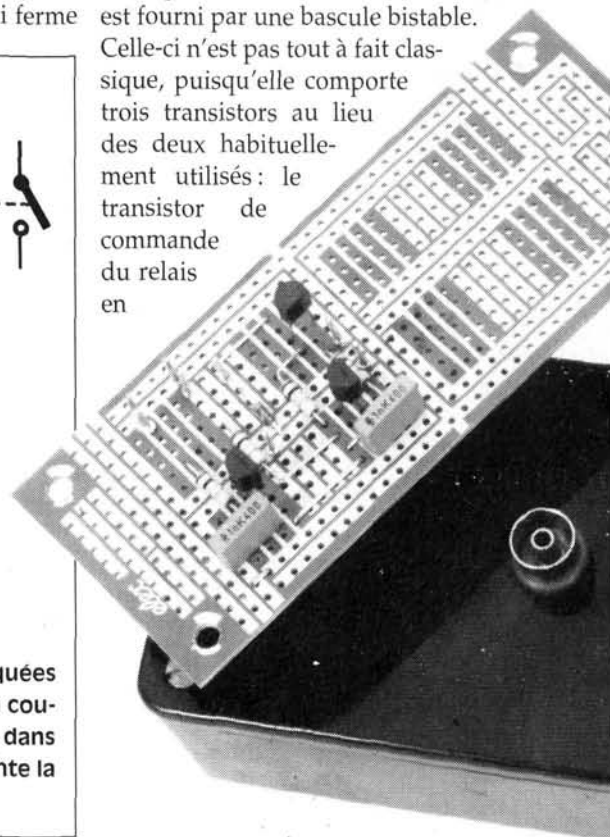
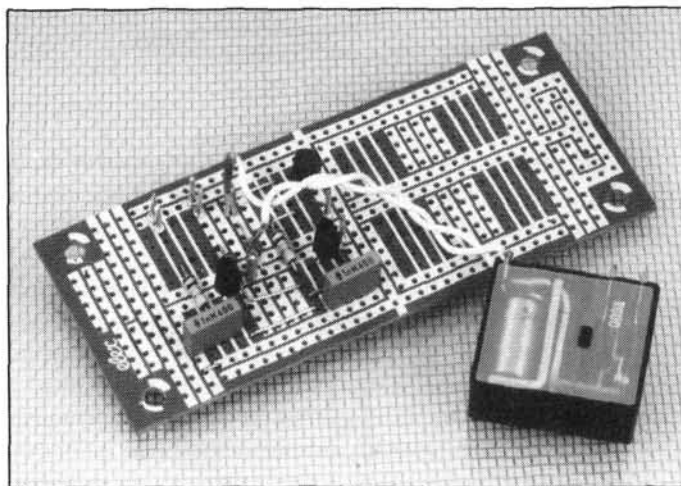


Figure 1 - La commande du relais s'effectue au doigt sur les touches marquées "marche" ou "arrêt". L'ordre donné par le doigt, qui autorise le passage d'un courant, même très petit, est relayé par les transistors T1 et T2 auxquels T3 obéit, dans un cas pour se bloquer, dans l'autre pour laisser passer le courant qui alimente la bobine du relais électromagnétique.



fait en effet partie. Les touches sensibles, dont le rôle est évident, contribuent aussi à son originalité. Le fonctionnement du circuit n'est compréhensible que si l'on garde présent à l'esprit que T1 et T2 sont des transistors PNP alors que T3 est un NPN : ils travaillent avec des tensions de signe opposé. Si nous laissons de côté la façon dont les collecteurs de T1 et T2 sont câblés, il est clair que ces transistors conduisent, l'un lorsque la touche "a" est fermée, même transitoirement, l'autre lorsque c'est la touche "b". Leurs bases sont alors reliées au pôle moins de l'alimentation, par l'intermédiaire des résistances R1 ou R2, suivant les cas. Le circuit a d'autre part été conçu de telle façon que les transistors ne puissent pas conduire simultanément, conséquence du fait qu'ils forment avec T3 une bascule.

Voyons les choses en détail en supposant, pour commencer, que le circuit est en position "marche". Ceci veut dire que T3 conduit : la tension entre son émetteur et son collecteur est pratiquement nulle. Si T3 conduit, sa base est alimentée par T2. Ce dernier transistor est aussi passant, puisque sa base est reliée par l'intermédiaire de R3 (et T3 qui fait quasiment court-circuit) au pôle moins de l'alimentation. Le collecteur de T1 est bien sûr au même potentiel, bien que ce transistor ne conduise pas, puisque sa base est pratiquement en l'air (en continu, le condensateur C1 se comporte comme un court-circuit). Pour résumer, nous pouvons dire qu'en l'absence de C1, T1 et R1, le circuit, en position "marche" est dans un état stable : la conduction de T3 entraîne celle de T2, puisque le premier transistor, par l'intermédiaire de R3, maintient la liaison entre la base du second et le pôle moins de l'alimentation. Réciproquement, si T2 est passant, il relie la base de T3 au pôle plus de l'alimentation, par l'intermédiaire de R4. Les deux transistors se maintiennent réciproquement passants et la situation n'évolue plus.

Pour que cette stabilité cesse, il faudrait que la différence de tension entre la base et l'émetteur de l'un ou de l'autre transistor soit réduite, même de façon fugitive, à moins de 0,6 V – par un court-circuit

base-émetteur par exemple. C'est là que T1 intervient. Si ce transistor conduit, il ramène la différence de tension entre la base et l'émetteur de T2 à presque rien. Encore faut-il qu'il conduise. Vous voyez comment ? C'est facile, on court-circuite avec le doigt – c'est un court-circuit un peu "long" mais suffisant – les deux bords de la touche marquée "arrêt". Cette opération – digitale*, c'est le moment de le dire – relie, via R1, la base de T1 au pôle moins de l'alimentation. Puisque T1 conduit, son collecteur, au même potentiel que la base de T2, est quasiment en court-circuit avec son émetteur. Comme les émetteurs de T1 et T2 sont reliés au pôle plus de l'alimentation, T2 se bloque entraînant le blocage de T3, donc l'ouverture du relais qui n'est plus alimenté.

Posons le doigt sur la touche "marche" pour que l'opération inverse ait lieu : on relie ainsi la base de T2 au moins de l'alimentation.

liste des composants

R1, R2, R3 = 100 kΩ
R4 = 1 kΩ

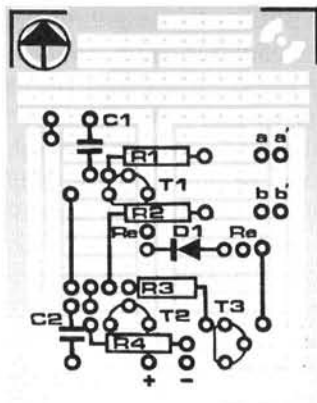
C1, C2 = 1 nF

T1, T2 = BC557B
T3 = BC547B
D1 = 1N4148

Re1 = relais (voir le texte)

Platine d'expérimentation de format 1

Figure 2 – C'est le genre de platine qu'il faut câbler pour procéder à des essais. On lui donne ensuite une forme plus compacte, ou on dessine le circuit imprimé qui convient le mieux à l'application dans laquelle l'accessoire est placé.



mentation, via R2 et le bout du doigt. Ce transistor conduit, sa conduction entraînant celle de T1 donc la fermeture du relais (suite plus haut).

Pour terminer, un mot sur les événements qui se produisent à la mise sous tension du circuit : à cet instant précis, la tension aux bornes des condensateurs C1 et C2 est nulle. Les bases des transistors T1 et T2 sont donc au potentiel du pôle plus de l'alimentation de sorte qu'en bons PNP ils restent bloqués. Si T2 est bloqué, T3 ne peut pas conduire et le relais ne bouge pas.

construction

La simplicité du schéma ne nous a pas encouragés à vous proposer un circuit imprimé, nous n'avons câblé que sur une platine d'expérimentation (figure 2). Le circuit imprimé d'un tel accessoire est en outre fonction de la place que laisse le montage dans lequel on désire l'intégrer. N'oubliez jamais de câbler aux bornes de la bobine du relais la diode de roue libre D1. En son absence, T3 risque de ne se bloquer qu'une fois, puisqu'à ce moment-là le transistor de commande a, à ses bornes, la tension d'induction élevée que la variation de flux magnétique engendre dans la bobine lorsqu'on fait varier brutalement le courant qui la traverse.

À propos de tension, il nous faut dire deux mots sur l'alimentation : entre 5 et 15 V l'on sur le schéma, suivant le relais utilisé. Le choix de la tension dépend de sa sensibilité et de la résistance de sa bobine au courant continu. Vérifiez à l'usage que T3 ne chauffe pas trop. Vous limiterez d'ailleurs la puissance dissipée par ce transistor en choisissant la tension la plus basse à laquelle la réponse du relais est encore correcte. Reste un petit problème mécanique à régler.

Quelles touches en effet pour ce montage ? Il est possible de se les fabriquer en modifiant des fiches RCA ou CINCH, comme on en utilise en audio. On en scie la broche centrale au ras du blindage périphérique ; on ajuste éventuellement à la lime sans oublier d'ébavurer soigneusement. Fixées à l'intérieur d'un boîtier, ne dépassant que ce qu'il faut, ces touches dureront, et pour un prix dérisoire, plus longtemps que le plus fiable de vos appareils.

886010

* Nous aurions dû dire "numérique" pour donner un coup de pouce à ce mot comme le suggère l'*Absurdictionnaire des principaux termes du jargon informatique* de François J. Bayard (Alliage, 78 route de Saint Pierre de Féric – 06000 Nice).



vérification du bon fonctionnement d'un FET à jonction à canal N

le barreau s'approche, l'indication de l'ohmmètre varie considérablement. Cette méthode est cependant inadaptée aux MOSFET qui n'y survivraient pas.

Il va de soi que de tels trucs sont bons à connaître, même s'ils sont peu fiables. Un véritable contrôleur laisse cependant moins de place au hasard. Pour qui cherche un circuit simple et facile à réaliser, ce testeur de FET sera le bienvenu. Qu'on se rende à la **figure 1** pour s'en convaincre. Le testeur à proprement parler fonctionne autour de P1, R3, C1, S2, D4, R1 ; les autres composants, R2, D5, S1, D1, D2 et D3, sont des accessoires destinés à la protection ou à la décoration. Nous y reviendrons donc plus loin. Voyons en quoi consiste l'épreuve à faire subir au transistor.

On soumet sa grille à une tension que l'on peut faire varier entre moins 9 V et 0 V. Suivant ses caractéristiques, un certain courant de drain va circuler permettant à la LED D4 de s'allumer. Vous avez cherché sur la figure le "moins 9 V" sans le trouver : il n'y a que la tension d'alimentation de disponible et la tension négative n'est pas obtenue en l'appelant 0, et -9 la référence ! Il s'agit d'autre chose : la combinaison S2, C1 nous permet effectivement d'alimenter la grille comme nous l'avons dit. L'inverseur en position "charger", permet via R3, d'établir aux bornes du condensateur une tension dont le niveau est déterminé par P1. L'armature de droite est ainsi négative et celle de gauche positive. Pendant la charge, la grille du transistor reste à la masse de telle sorte que le courant de drain est maximal, ce qui ne présente pas d'intérêt pour l'instant. Lorsque S2 bascule, en position "test", l'armature du condensateur, précédemment positive, passe à la masse tandis que l'armature négative n'est plus reliée qu'à la grille. Celle-ci devient donc négative : le

testeur de FET

Les FET à jonction à canal N sont les plus répandus des membres de la noble⁽¹⁾ famille Transistor à Effet de Champ (*Field Effect Transistor*). À tel point que beaucoup de recueils de caractéristiques ne connaissent qu'eux⁽²⁾. ELEX n'en utilise que rarement d'autres, c'est pourquoi le présent montage leur est plus précisément consacré. Les autres types ont en effet des caractéristiques très différentes, nécessitant d'autres développements. Pour ne léser personne, la fin de cet article les rappelle à votre attention (vous pouvez aussi vous reporter au numéros 19 et 43 de ce magazine). Si vous ne savez pas encore comment fonctionne un FET ou si vous l'avez oublié, allez-y tout de suite, faites-en une lecture rapide puis reprenez au paragraphe suivant après vous être muni d'un ohmmètre et d'un JFET à canal N.

le FET et l'ohmmètre

Pour tester à l'ohmmètre le fonctionnement d'un FET on commence par mesurer sa résistance entre drain et

source : elle doit être la même dans les deux sens puisque, contrairement au transistor bipolaire, le FET à jonction est aussi parfaitement symétrique que le permet sa fabrication. Il n'y a pas grand chose à dire de cette résistance qui varie suivant les modèles (entre 5 Ω et 200 Ω pour les plus courants). On mesure ensuite entre grille et source et entre grille et drain un seuil de diode. Si les résultats sont satisfaisants, le composant a encore des chances d'être opérationnel. Reliez maintenant le drain à la source : vous obtenez une diode à courant de fuite extrêmement faible dont la grille est l'anode, si le FET est à canal N, et la cathode, s'il est à canal P. On peut ensuite améliorer le contrôle en mesurant la résistance entre drain et source tout en chargeant la grille. C'est très facile : on branche alors l'ohmmètre entre drain et source (calibre supérieur à 100 k Ω). On approche ensuite de la grille un barreau de matière plastique préalablement chargé par frottements : le tube d'un stylo à bille ou une règle, frottés énergiquement sur un chiffon de laine par exemple. Si le FET est en état, lorsque

(1) Et ce n'est pas parce qu'ils semi-conduisent qu'ils dérogent.

(2) Celui de Chauveau et Chevalier par exemple (*Memotech électronique*, Educavivre aux éditions Casteilla, 25 rue Monge - 75005 Paris 1989).

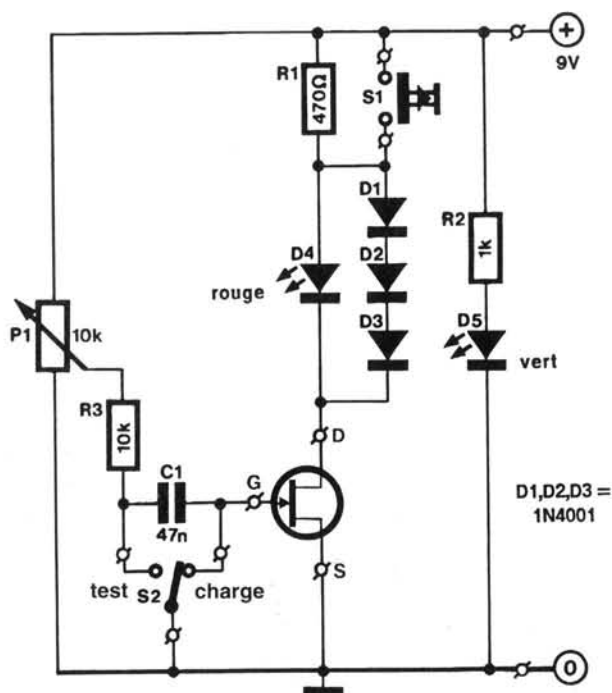


Figure 1 – Le présent circuit permet de tester les JFET à canal N. Pour leurs homologues à canal P ou les MOSFET quelques aménagements sont nécessaires.

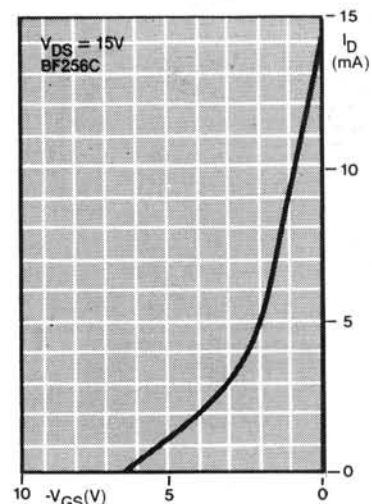


Figure 2 – Exemple de caractéristique d'un JFET canal N : le courant de drain I_D varie avec la tension de grille V_{GS} (négative par rapport à la source) pour une tension V_{DS} (tension de drain positive par rapport à la source) constante. Si vous y remplacez R1 et D4 par un milliampèremètre, le montage ci-contre permet de tracer cette courbe.

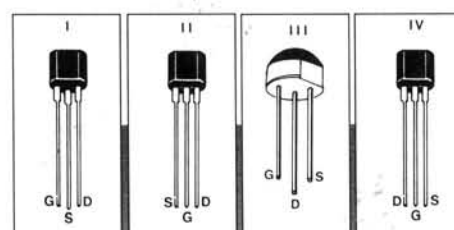
courant de drain baisse, cependant que D4 pâlit. La quantité dont le courant diminue dépend de la tension à laquelle le condensateur a été préalablement chargé, donc de la position du curseur de P1. La caractéristique I_D/U_{GS} (courant de drain en fonction de la tension grille-source) du FET, dont la figure 2 vous donne un exemple, y joue assurément un rôle puisqu'elle est différente d'un FET à l'autre. Cette courbe est obtenue en chargeant chaque fois C1 sous une tension différente et en mesurant alors le courant de drain (ce qui peut se faire en remplaçant R1 et D4 par un milliampèremètre). Le point de la courbe qui nous intéresse ici est celui correspondant à la tension de pincement (*pinch off* en anglais), tension de grille pour laquelle le courant de drain s'annule. Comme on le voit sur la figure 2, cette tension est de -6 V pour un BF256C. Il n'est pas difficile de la déterminer avec le testeur puisque l'annulation du courant provoque l'extinction de la LED. En cherchant à déterminer cette tension de grille négative de blocage du FET, il est aussi possible de contrôler son courant de fuite. Comme il est très petit, il ne provoque aucune variation perceptible de l'intensité du courant de drain, ce que la LED permet de constater. Sa clarté reste en effet constante sur une longue période. Si

ce n'est pas le cas, parce que le courant de fuite est trop important, on peut considérer le transistor comme déficient ou pour le moins douteux.

Comme nous l'avons dit plus haut, les autres composants ne sont pas indispensables au fonctionnement du testeur proprement dit. La LED D5, accompagnée de sa résistance de limitation de courant R2, sert de témoin de fonctionnement au circuit. S'il est alimenté par une pile, cette précaution n'est pas inutile. Les diodes D1 à D3, pour leur part, protègent la LED. En leur absence, D4 ne serait pas à l'abri d'un courant de drain trop important. Le bouton poussoir S1 de son côté permet, lorsque c'est nécessaire, de court-circuiter la résistance R1 qui limite le courant à 15 mA.

La figure 3 vous propose le câblage de ce circuit sur une platine d'expérimentation de format 1. Il ne reste qu'à y implanter et souder les composants, ce qui n'est pas une grosse affaire, même pour quelqu'un d'inexpérimenté. Il vaut cependant mieux, avant d'en arriver là, finir la lecture de cet article. Ensuite, lorsque tout fonctionne à merveille, on peut se mettre en quête d'une boîte où loger l'ensemble. Les boîtes de matière plastique conviennent mieux que celles de métal, parfois cause de courts-circuits. Le plastique se laisse en outre tra-

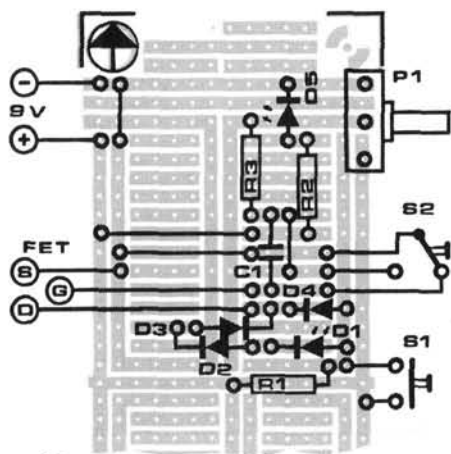
vailler plus facilement. Montez sur la face avant les deux inverseurs, le potentiomètre, les deux LED et un support de test pour les transistors. Le dessin de la figure 4 peut éventuelle-



type	$U_{pincement}$ en Volts	boîtier
BF 245A	-0,4 à -2,2	I
BF 245B	-0,4 à -3,8	I
BF 245C	-3,2 à -7,5	I
BF 246A	-1,5 à -4,0	II
BF 246B	-3,0 à -7,0	II
BF 246C	-5,5 à -12	II
BF 256A		I
BF 256B	-0,5 à -7,5	I
BF 256C		I
E 300	-1,0 à -6,0	III
E 310	-2,0 à -6,5	III
J 300	-1,5 à -7,0	IV
J 310	-2,0 à -6,5	IV
2N3819	-0,5 à -8,0	II
BS 170*	+1 à +3	IV

*Voir le texte

Tableau 1 – Caractéristiques de JFET à canal N courants que vous pouvez coller sur le boîtier de votre contrôleur. Le BS170 n'en fait pas partie, c'est un MOSFET à enrichissement, comme vous pouvez le constater sur la figure 6.



liste des composants

R1 = 470 Ω
 R2 = 1 k Ω
 R3 = 10 k Ω
 P1 = 10 k Ω lin

C1 = 47 nF

D1 à D3 = 1N4148
 D4 = LED rouge
 D5 = LED verte

S1 = bouton poussoir
 ouvert au repos
 S2 = inverseur
 Platine d'expérimentation
 de format 1

ment servir de modèle : il suffit d'en coller une photocopie sur le boîtier. Si ses dimensions ne conviennent pas, la première photocopieuse venue en donnera une réduction ou un agrandissement. Pour finir, une feuille de plastique transparent protégera votre œuvre de toutes les souillures.

mode d'emploi

Pour utiliser ce testeur de FET, il est important de connaître le brochage des transistors. Le **tableau 1** vous évitera, pour les modèles les plus courants, d'avoir à vous perdre dans les *data book* (recueils de caractéristiques) : collez-le derrière votre appareil, c'est le meilleur moyen de le garder sous la main. Une fois son brochage déterminé, le transistor est posé sur son support, chaque broche dans le trou qui lui correspond. Si le transistor est bon, l'inverseur S2 en position "charger", la LED D4 s'allume à la mise sous tension. Qu'elle reste éteinte ou peu brillante et l'on appuie sur S1 pour augmenter le courant de drain. L'absence de résultat à cette dernière opération signe la fin du FET (si c'est bien d'un FET qu'il s'agit) : il y a coupure entre drain et source, vous pouvez le jeter.

Lorsque le transistor testé échappe à la poubelle, puisque la LED brille, il lui reste encore quelques épreuves à passer. On commence par charger C1 à 1 V pour porter la grille à -1 V (1 V sur le cadran de P1) : l'inverseur S2 passe alors en position "charge", puis

en position "test" de telle façon que le condensateur se décharge. La résistance drain-source du FET augmente, s'il est en bon état, donc son courant de drain diminue de telle sorte que la LED éclaire moins. On le perçoit d'autant mieux que l'on est proche de la tension de pincement. Si la différence d'éclairement n'est pas visible, on charge C1 sous 2 V (P1 dans la position correspondante), après avoir basculé S2. Lorsque S2 est remis dans la position "test", la LED pâlit encore plus que dans l'essai précédent. On effectue alors des essais sous 3 V, 4 V, 5 V etc. jusqu'à ce que la LED s'éteigne chaque fois que l'on remet S2 en position "test" après avoir chargé C1. On en conclut alors que la tension de pincement a été dépassée, de quoi l'on peut déduire qu'une tension négative suffisante appliquée sur sa grille bloque le transistor. Pour finir, une dernière épreuve permet de se faire une idée du courant de fuite de grille. On charge C1 sous une tension telle que la LED brille encore correctement lorsque l'on remet S2 en position "test". On le laisse dans cette position pendant quelques minutes : il est possible, même si le FET est bon, que l'on constate, si l'on est patient, une faible diminution de la clarté de la LED.

FET à canal P et MOSFET

Le circuit, tel qu'il est décrit, ne permet de mettre à l'épreuve que des JFET à canal N. Il peut cependant servir de base à un testeur de FET à canal P ou de MOSFET. Bien que les modifications à lui faire subir soient très simples, il est plus facile ici de construire un testeur spécifique à

Figure 5 - Pour tester les MOSFET à enrichissement (comme le BS170), il faut introduire dans le circuit de base les modifications proposées ici de façon que la tension de grille soit positive.

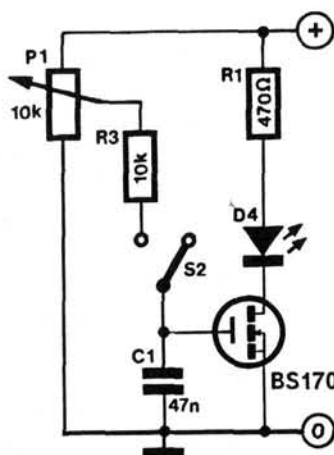
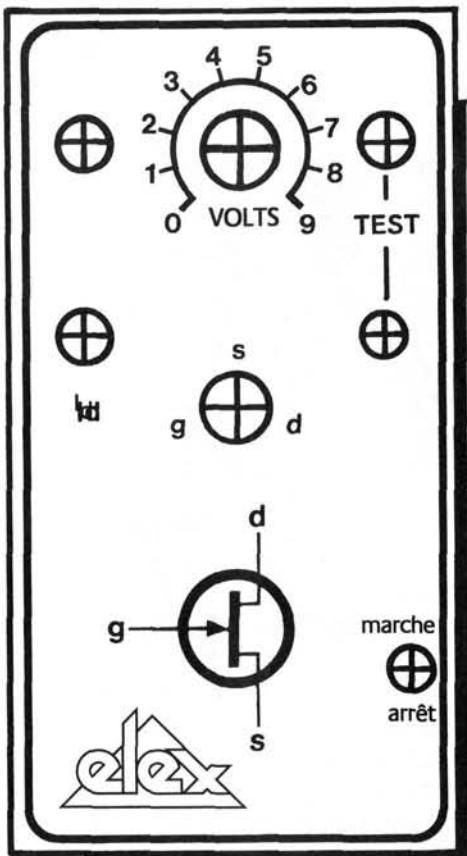
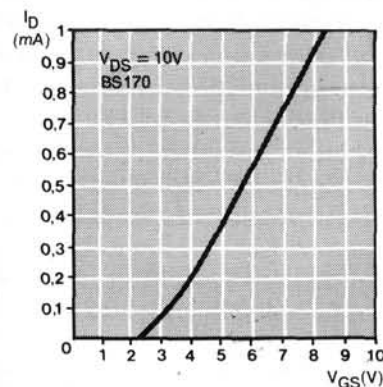


Figure 6 - Une caractéristique du BS170, MOSFET à enrichissement.



chaque type de transistors, qu'un montage universel. Pour les JFET à canal P, le changement consiste à retourner tous les composants polarisés. Il suffit donc de souder les diodes D1 à D5 ainsi que les connecteurs de la pile dans l'autre sens, le support de test et les broches du transistor gardant la même place.

Pour les MOSFET, la figure 5 montre comment modifier le circuit de base. Lorsque S2 est fermé, une tension

positive, réglable avec P1, s'établit sur la grille du transistor. Le courant de drain est fonction de cette tension de grille et des caractéristiques du composant. En l'absence de courant de fuite, donc si le MOSFET est sain, l'ouverture de S2 ne modifie pas la tension de grille : le courant de drain reste égal à lui-même. Le circuit de la figure 5 permet de tester tous les FET à enrichissement, comme le BS170 dont la caractéristique est donnée sur

la figure 6 : il s'agit d'un MOSFET à canal N. Pour le transistor complémentaire à canal P, le BS250, tous les composants polarisés doivent être retournés, comme précédemment. Notez maintenant que le circuit ne convient pas à la vérification des MOSFET à appauvrissement. Il ne serait pas non plus facile de l'adapter à ces sortes de clients, souvent pourvus d'une double grille : ils nécessitent un montage un peu plus élaboré.

les FET et leurs propriétés

Les FET se classent grossièrement en deux groupes principaux : les transistors à jonction PN (JFET, qui ne peuvent être qu'à appauvrissement) et les transistors à grille isolée (MOSFET, Metal Oxide Semiconductor). Ce second groupe se divise à son tour en FET à appauvrissement (*depletion* en anglais) et sur les catalogues) et FET à enrichissement (*enhancement*), suivant que les transistors conduisent, même en l'absence de tension de commande, ou ne conduisent que si une tension positive déterminée est disponible sur leur grille. Ces distinctions correspondent bien sûr à des propriétés différentes. Les FET fonctionnent cependant toujours selon le même principe : dans tous les cas, les transistors à effet de champ sont constitués d'un barreau de matériau semiconducteur dopé N ou P, le **canal** dont on fait varier la conductibilité par application d'un champ électrique transversal au moyen d'une électrode, la **grille**. Les extrémités respectives du barreau sont le **drain** et la **source**, par rapport à laquelle les tensions sont référencées.

étranglement

Lorsque le barreau est de type P, le FET est dit à canal P, et à canal N dans le cas

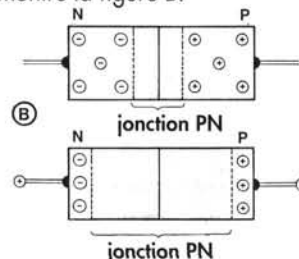
où le barreau est de type N. Le dernier FET, à canal N donc, le plus fréquemment utilisé, comparable au NPN, nous servira d'exemple dans cet exposé. Le canal est donc traversé par un courant, dit **drain**, que l'on veut pouvoir accroître ou diminuer. Dans le cas d'un transistor bipolaire, pour modifier le courant de collecteur, on joue sur le courant de base. Dans le cas du FET, c'est la **tension de grille** qui donne la mesure du courant de drain : attention, dans un cas (transistor bipolaire), c'est le courant de base qui commande, dans l'autre (FET), c'est la tension de grille, et non plus le courant.

Quel est le rôle de la tension de grille ? Tout se passe comme si elle modifiait la section du canal. Modifier les dimensions d'un conducteur, c'est en affecter la résistance. C'est ainsi que la résistance du canal augmente ou diminue en fonction de la tension de grille. Une image hydraulique permet de mieux comprendre : la figure A représente un modèle de FET à eau dans lequel le courant est un courant d'eau et la tension de grille une pression. Le drain et la source sont reliés

par un petit tuyau flexible dont le diamètre est réduit si une pression est exercée par la "grille" : le courant d'eau diminue lorsque la pression augmente. Il n'y a évidemment pas de "tuyaux" dans nos transistors mais ce modèle illustre assez bien le fonctionnement d'un FET. Nous allons voir plus en détail maintenant les FET à jonction dits JFET, puis nous parlerons des MOSFET.

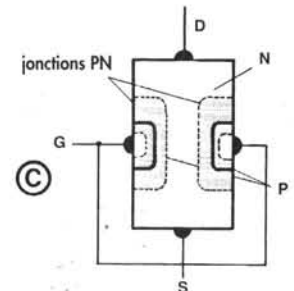
JFET

Entre drain et source, un canal permet la circulation du courant ; entre la grille et le canal, une jonction PN, donc une diode, mais polarisée en inverse. Il n'est possible de jouer sur la "section électrique" du canal qu'en l'**appauvrissant** en porteurs de charge comme le montre la figure B.

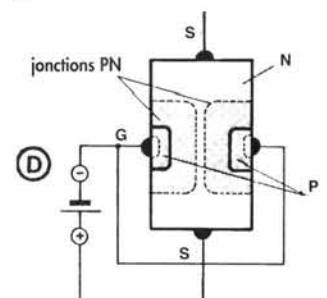


Dans une jonction bloquée en effet, les régions N et P sont séparées par une zone neutre, exempte de porteurs, une zone isolante donc. Plus la tension

augmente, plus cette zone, dite de **déplétion** ou d'**appauvrissement** s'élargit. Un JFET à canal N se présente comme sur la figure C.



Lorsque la jonction n'est pas polarisée, les porteurs se tiennent dans le canal : la zone d'appauvrissement est pratiquement inexistante, donc le courant est maximum. À l'opposé, sur la figure D,

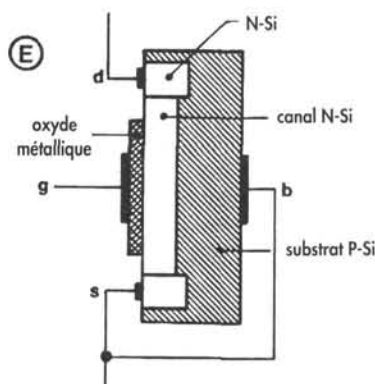


la jonction est plus large et le courant trouve de moins en moins de porteurs au fur et à mesure qu'augmente, en valeur absolue, la tension de polarisation de la grille, négative par rapport à la source. Comme la diode située entre grille et source est polarisée en inverse, il n'y a pratiquement pas de courant

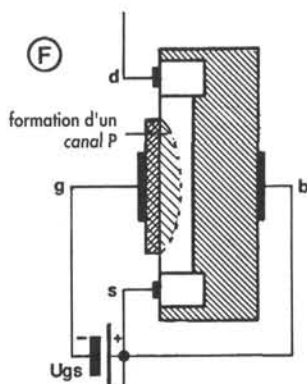
de grille. La résistance d'entrée d'un FET est donc très grande si bien qu'un FET ne représente aucune charge pour la partie du circuit située en amont. Ceci n'est pas absolument vrai puisque dire qu'il n'y a pratiquement pas de courant, c'est laisser entendre qu'il y a quand même un courant, le courant de fuite.

MOSFET

En ce qui concerne le courant de fuite, le MOSFET fait encore mieux que le FET à jonction. Ceci vient de la présence entre grille et canal d'une couche d'oxyde métallique isolante qui n'en laisse rien passer. Le fonctionnement du transistor est aussi tout à fait différent, même si le principe en reste le même : il s'agit toujours de modifier la conductance du barreau semi-conducteur situé entre drain et source à l'aide de la tension de grille. Comment cela fonctionne-t-il ? Pour répondre à cette question, regardons la figure E

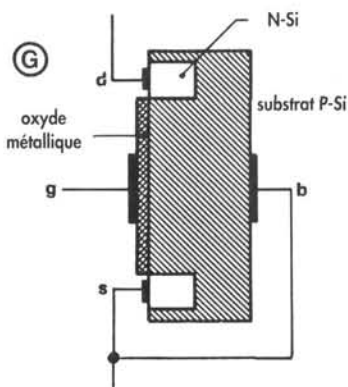


qui représente schématiquement un MOSFET à **appauvrissement**. Comme vous pouvez le constater, le transistor n'a plus trois mais quatre électrodes. Dans la plupart des cas cependant, l'électrode marquée b (comme *bulk*, substrat, c'est un support semi-conducteur dopé N ou P), reliée à la source, est inaccessible de l'extérieur. En l'absence de tension de grille, le courant de drain qui circule dès qu'une tension est établie entre drain et source, n'est limité que par la résistance du canal. Si maintenant la grille est portée à un potentiel négatif, elle repousse les électrons comme l'armature négative d'un condensateur : à son voisinage se forme une zone appauvrie en porteurs de charge. Les électrons en provenance de la source (puisque le courant circule conventionnellement du drain vers la source) sont repoussés lorsqu'ils arrivent à sa hauteur (figure F) :



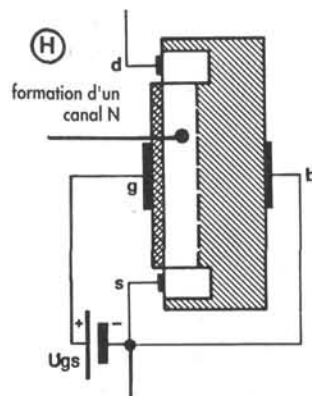
ils ne peuvent plus circuler que dans la partie droite du canal. La grille dévie les électrons à son voisinage. Plus la tension appliquée devient négative par rapport à la source, plus la force de répulsion exercée par la grille sur les électrons devient importante, plus le canal s'**appauvrit** à son voisinage en porteurs de charges.

De ce qui précède, concernant les MOSFET à appauvrissement, vous pouvez conclure que si le FET est à **enrichissement** (ce n'est donc jamais un FET à jonction), sa commande accroît la quantité d'électrons libres dans le canal, améliorant la circulation du courant (il s'agit ici d'un transport, les porteurs améliorent la circulation, contrairement à ce qui se passe sur nos autoroutes). C'est ce que permet de constater la figure G.



À la différence des FET vus jusqu'ici, ceux-ci ont le canal "bouché" en l'absence de tension de grille. On peut même dire qu'il n'y a pas de canal entre drain et source. Pour qu'il y ait formation d'un canal, il faut que la grille soit portée à un potentiel positif (toujours par rapport à la source). Si la grille est positive, elle attire les électrons, qui lui viennent du substrat. Il se forme ainsi au voisinage de la grille, entre drain et source, un

amas d'électrons libres propice au transport du courant. La quantité de porteurs disponibles est fonction du niveau de tension de la grille dont dépend donc l'intensité du courant de drain.

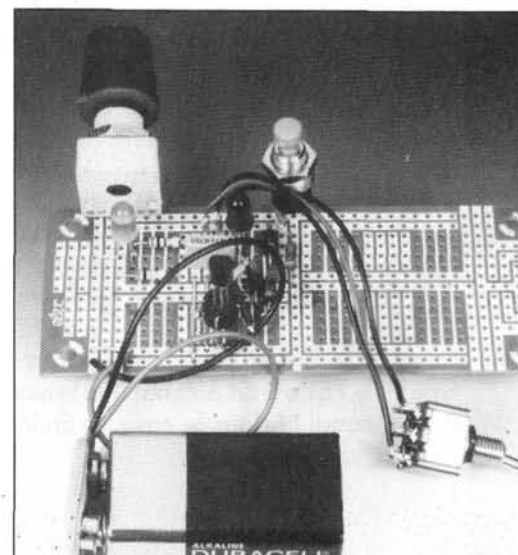


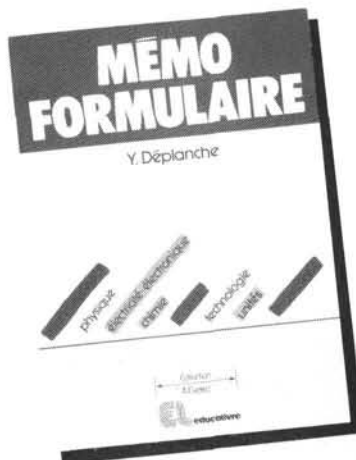
conclusion

De ce bref exposé nous pouvons conclure qu'un transistor à effet de champ est une sorte de résistance variable commandée en **tension** par sa grille. Le transistor peut être à canal N ou à canal P. Dans le premier cas (canal N), pour le premier type, le JFET (il n'en existe qu'à appauvrissement), cette tension est négative ; pour le FET à enrichissement (qui n'est donc jamais un FET à jonction) elle est positive ; pour le FET à appauvrissement (MOS), elle peut être positive ou négative, le courant de drain étant minimum dans ce dernier cas (tension négative). Dans le second cas, canal P, les mêmes choses sont vraies dans leurs grandes lignes si l'on change seulement le signe des tensions.

Comme nous l'avons dit au début, les JFET à canal N sont de loin les plus utilisés en technologie discrète : en pratique, on n'en rencontre guère d'autres. Les "chips" par contre font grand usage de la technologie MOS qui permet une plus grande densité et une plus grande facilité d'intégration.

88605





Hé oui !!! encore moins cher !!! MEMO FORMULAIRE

En 8 chapitres, allant de la biologie à la vie pratique en passant, dans l'ordre alphabétique, par la chimie, l'électricité-électronique, les mathématiques, la physique, la technologie et les unités, cet ouvrage constitue une mine inépuisable de renseignements.

Bien que plus spécialement destiné aux élèves des lycées et aux étudiants, ce formulaire, d'une conception inédite et originale, intéressera cependant sans aucun doute de nombreux lecteurs d'Elex, auxquels il servira bien souvent de référence.

Vous êtes-vous jamais demandé quelle était bien... cette "maudite" formule de développement, l'aire d'un secteur sphérique, la signification des différents facteurs d'une transformée de

Laplace et bien d'autres choses tout aussi intrigantes... ? Si la réponse à cette question est affirmative, voici le livre qu'il vous faut.

Il regroupe pas moins de 2 000 formules, 400 figures et schémas, 100 tableaux dont 14 inédits de l'auteur, donne toutes les unités de mesure et comporte un index de 1 200 entrées.

En résumé, une véritable banque de données organisées par discipline et classées par ordre de difficulté croissante, un ouvrage indispensable pendant tout le cycle d'études... et bien après. Une référence solide...

Et tout cela pour 62 FF seulement!!!

Diffusé par PUBLITRONIC

BERIC

43 rue Victor-Hugo
92240 MALAKOFF
Tél. 46 57 68 33
FAX 46.57.27.40
Métro: Porte de Vanves

UN CHOIX EXTRAORDINAIRE D'APPAREILS DE MESURE de SURPLUS

OSCILLOSCOPE PORTABLE CRC SCHLUMBERGER
OCT 468 FA double trace 2 x 25 MHz



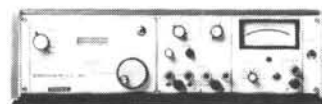
OCT 468 FA

Prix 1 200 F
Prix avec sondes 1 600 F
Module d'analyse de modulation
Fonctionne avec l'oscilloscope ci-dessus et permet la représentation de l'enveloppe de modulation d'un émetteur UHF 200-400 MHz
Prix 80 F

GENERATEUR BF C903 T

(Férisol ou Schlumberger)

Appareil moderne couvre de 10 Hz à 1 MHz

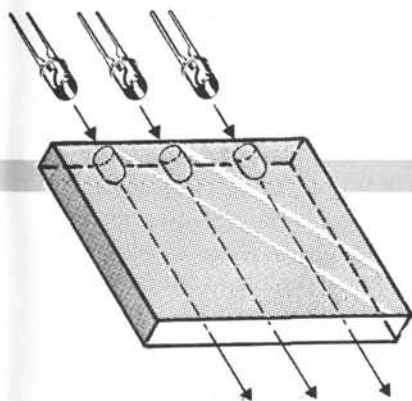


C903 T

Prix 1 000 F

Liste d'appareils de mesure contre ETSA.

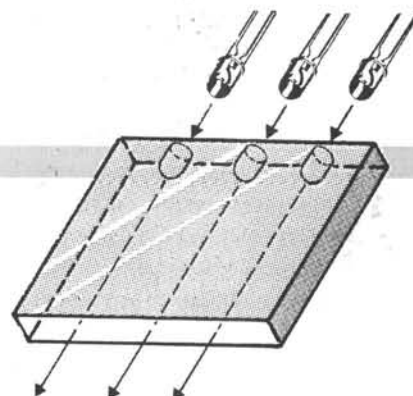
CONDITIONS DE VENTE: Règlement à la commande du matériel. Expédition facturée suivant port réel à l'arrivée au transporteur. Commande minimum 100 F (+ port) * BP 4 MALAKOFF * Fermé dimanche et lundi - Heures d'ouverture: 9h-12h30/14h-19h, sauf samedi: 9h-12h30/14h-17h30 * Tous nos prix s'entendent TTC mais port en sus * CCP PARIS 16578.99



astuce



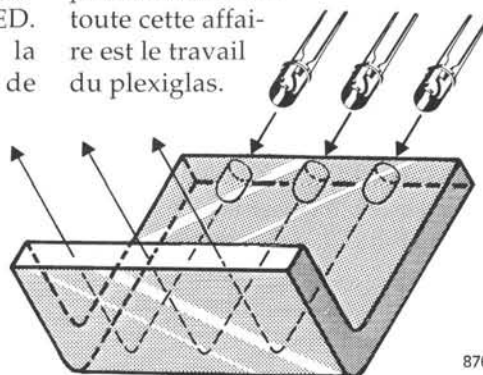
diffuseur pour LED



Les LED remplacent avantageusement les petites lampes à incandescence dans leur fonction de voyant lumineux. Plus pratiques, consommant peu, de plus longue durée de vie, elles posent cependant des problèmes à qui veut éclairer une surface tant soit peu importante. La solution viendra un jour de LED de très grande taille, qui existent déjà en laboratoire mais sont encore trop

fragiles pour en sortir*. Nous nous contenterons pour l'instant d'un diffuseur, fabriqué à l'aide d'une chute de plexiglas, et de plusieurs LED. Il est même possible d'utiliser la propriété qu'a ce matériau de conduire la lumière pour guider le faisceau. La figure vous dit tout du procédé. En prenant des LED de même couleur, on obtient une sorte de super LED

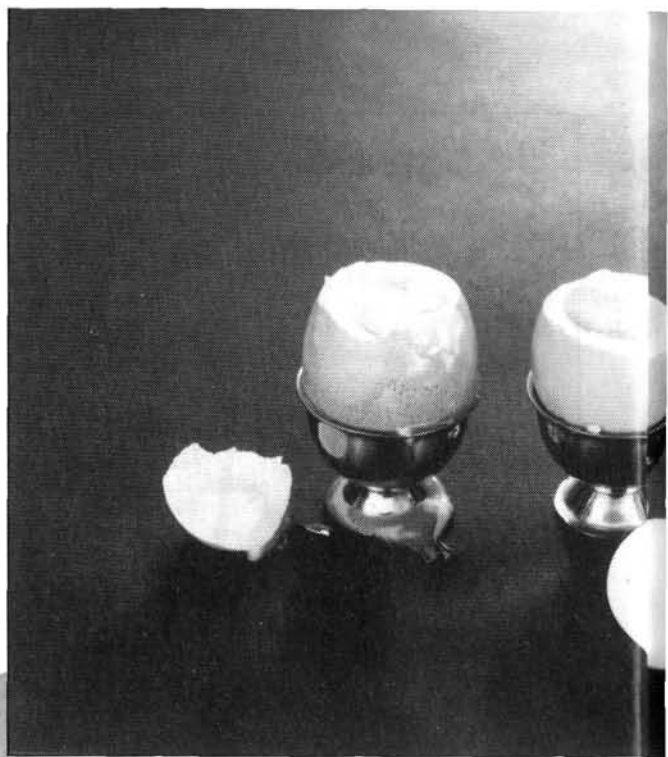
monochrome, ou polychrome si les LED sont de couleurs différentes. Le plus difficile dans toute cette affaire est le travail du plexiglas.



87649

* Pour ceux qui veulent qu'on leur dise tout : dépôt d'un dérivé de polyaniline pour l'électrode positive sur un feuillet transparent de polyéthylène, substitué de Poly-p-phénylvinyle pour la couche luminescente, et dépôt de calcium métallique pour l'électrode négative. Cette LED de grande surface n'aura d'avenir que si les scientifiques arrivent à résoudre les problèmes de corrosion qui limitent sa durée de vie à peu de chose.

Brouillés, pochés, mollets, en neige, mimosa, sur le plat, frits, au beurre noir, à la russe, au lait... C'est dans les crémeries qu'on achète les œufs, c'est à la coque qu'ils sont les meilleurs. À condition qu'ils soient cuits exactement comme il faut, ni trop ni trop peu. Comme chacun a des goûts différents en la matière, la cuisinière a fort à faire pour servir à celui-ci son œuf presque cru et à celui-là sa boule de billard. C'est tout simplement impossible avec un sablier ordinaire.



sablier électronique

pour manger les œufs comme vous les aimez

le schéma complet

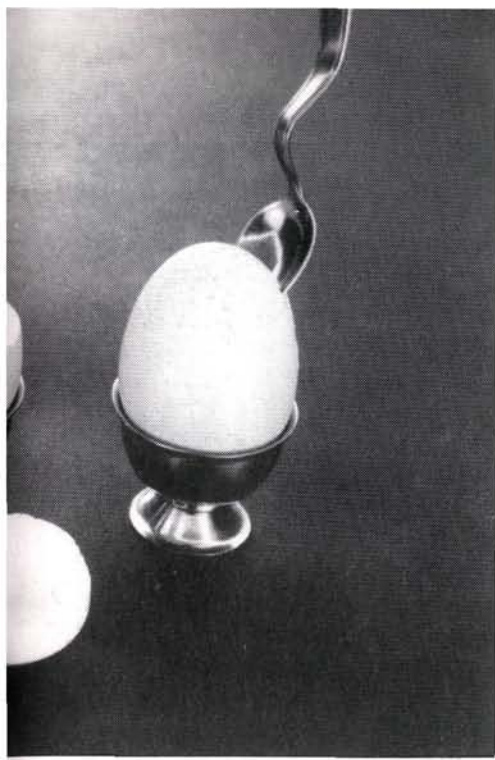
Le problème est là : contrairement à la plupart des autres denrées alimentaires, les œufs demandent un temps de cuisson extrêmement précis. Une demi-minute de cuisson en plus ou en moins et l'œuf peut être considéré comme raté. Ce n'est pas sans raison qu'on trouve dans le commerce cette foule de minuteriers avec lesquelles il est impossible, selon la notice, de rater la cuisson d'un œuf à la coque : sabliers tout simples, temporisateurs à affichage numérique, minuteriers mécaniques, systèmes pilotés par micro-processeurs, cuiseurs à ultra-sons avec sondes de température... Trop de systèmes pour qu'on puisse tous les citer. Si nous proposons d'en ajouter un à la série déjà longue, il y a de bonnes raisons : une minuterie électronique simple comme celle-ci reste la meilleure solution. Il suffit de placer le commutateur sur le temps désiré et le signal sonore retentira infailliblement quand il sera écoulé.

deux circuits intégrés

La quasi-totalité du montage tient, comme le montre la **figure 1**, dans deux circuits intégrés, un de type 4060, l'autre de type 4017. Quelques composants passifs et un vibreur piézo-électrique (un résonateur avec électronique incorporée) complètent l'ensemble. Le 4060, un oscillateur-divi-

seur binaire à 14 étages, est déjà connu des lecteurs habituels d'ELEX ; des autres aussi, s'ils ont pris la peine de lire l'article sur le chargeur d'accumulateurs de ce numéro. Le 4017, lui, hante moins souvent nos colonnes. Selon les recueils de caractéristiques, il s'agit d'un compteur décimal à 10 sorties décodées. Cela signifie qu'un 1 logique se déplace de la sortie Q0 à la sortie Q9, d'un cran à chaque front montant ou descendant du signal d'horloge. Concrètement : la sortie Q0 (broche 3) est au niveau logique 1, toutes les autres sont au niveau logique zéro. Au moment où le signal d'horloge, sur la broche 14, passe à 1 (l'entrée de validation *clock enable* étant à 0), la sortie Q0 passe à 0 et la sortie Q1 (broche 2) passe à 1. Le front suivant du signal d'horloge fait passer le témoin (le 1) de la sortie Q1 à la sortie Q2 ; un front de plus le fait passer de Q2 à Q3 (broche 7), et ainsi de suite. Toutes les sorties passent à 1 à tour de rôle, après quoi le cycle recommence par la sortie Q0. Les passages à 1 successifs peuvent être provoqués, au choix, par des fronts montants ou des fronts descendants : si le signal d'horloge est appliqué à l'entrée de validation (broche 13) et que l'entrée d'horloge (broche 14) est à 1, ce sont les fronts descendants qui provoqueront le décalage du 1 sur les sorties.

Nous avons parlé jusqu'ici du signal d'horloge sans le définir. Il est intéressant de savoir ce qu'il est et d'où il vient. Vous supposez peut-être qu'il est fourni par l'autre circuit intégré, IC1. Vous supposez bien, le 4060 est utilisé en oscillateur RC (P1, R2 et C1). Il oscille à une fréquence telle que la sortie du dernier diviseur (Q13) passe de 0 à 1 toutes les 30 secondes, ou inversement. La période du signal d'horloge est donc de 2×30 secondes, soit une minute. Si nous aiguillons, au moyen de S2, le signal d'horloge vers l'entrée d'horloge (broche 14) du compteur décimal IC2, sa sortie Q1 (broche 2) passera à 1 au bout de 30 secondes exactement. Supposons maintenant que le contact du commutateur rotatif S1 se trouve relié à la broche 2 d'IC2 : le niveau haut de cette sortie sera appliqué à l'entrée d'horloge par la diode D1 et le commutateur. La conséquence est simple à comprendre : l'entrée d'horloge d'IC2 est bloquée au niveau haut, bien qu'IC1 continue à osciller joyeusement, ce qui interdit le décalage du 1 logique de Q1 vers les sorties suivantes. Le compteur IC2 est comme gelé dans la position où il se trouve ; d'autre part le niveau haut de la sortie est transmis par S1 à la base du transistor T1 qui entre en conduction. Le résultat final est que le vibreur installé dans la ligne de collecteur de T1 produit un son intermit-



tent pour signaler que le temps choisi par S1, ici 30 secondes, est écoulé.

Intermittent ? Oui, le signal sonore est intermittent. Non pas grâce à une caractéristique particulière du vibreur, mais grâce au transistor T2. Sa base est reliée à l'une des sorties « basses » (Q5 pour être précis) du diviseur IC1, il devient donc conducteur chaque fois qu'un niveau haut se présente sur cette sortie. Comme T1 est privé de son courant de base, il se bloque et le signal du vibreur s'interrompt jusqu'à ce que la sortie Q5 revienne au niveau bas. À ce moment T2 se bloque et T1 conduit à nouveau.

Le choix entre les différents temps de cuisson s'effectue, comme on a pu le deviner, grâce au commutateur S1. C'est un modèle rotatif à 1 circuit et 12 positions. Suivant la sortie d'IC2 qui est sélectionnée, le

temps peut aller de 30 secondes au minimum à 9 minutes, pour la position de S2 représentée sur le schéma. La progression se fait de minute en minute (de 30 s à 1 mn 30, puis 2 mn 30, etc.).

Il est souhaitable que le compteur démarre réellement de zéro à la mise sous tension, après le choix de la durée (qui doit être effectué **avant** la mise sous tension). C'est ce qui se passe grâce à C2 et R4. Ce réseau RC fournit l'impulsion nécessaire à l'entrée RST des deux circuits intégrés : au moment où le circuit est mis sous tension par S3, une impulsion positive brève apparaît au point commun de C2 et R4 (jusqu'à ce que le condensateur soit chargé). Comme le point commun de C2 et R4 est relié à l'entrée de remise à zéro du 4017 et du 4060, les deux compteurs, logiquement, démarrent de zéro : toutes leurs sorties passent au niveau bas.

Nous n'avons pas encore parlé de R6 et R5. Il s'agit de deux résistances de rappel (de *pull-up* ou de *pull-down* pour les anglo-manes) pour les entrées d'horloge et de validation d'IC2. Le signal d'horloge sur l'entrée CLK n'est pris en compte que si l'entrée de validation voit un niveau bas ; c'est le rôle de la résistance R5 de la **rap-peler** à zéro. L'autre résistance, R6, rappelle l'entrée d'horloge au niveau haut, ce qui est nécessaire pour que le signal d'horloge soit pris en compte quand il est appliqué à l'entrée de validation.

Cela nous ramène au rôle de l'entrée de validation et du commutateur S2, que nous n'avons pas examiné jusqu'ici. Nous avons vu que le compteur IC2 pouvait avancer soit au rythme des fronts mon-

tants appliqués à l'entrée d'horloge, soit au rythme des fronts descendants du signal appliqué à l'entrée de validation. Ces fronts sont séparés par un intervalle de 30 secondes, ce qui nous permet de faire commencer le comptage, suivant la position de S2, après une minute ou après 30 secondes. Comme la période reste égale à 1 minute, nous disposons de 2 échelles, l'une de 30 secondes à 8 mn 30, l'autre de 1 mn à 9 mn.

Un petit accessoire pratique est prévu : le test de la pile et du vibreur, qui permet de savoir au moment de la mise en marche si la pile est encore en état de fournir l'énergie nécessaire. Placez le commutateur S1 en position *test*, si tout est en ordre, le vibreur produira un son intermittent.

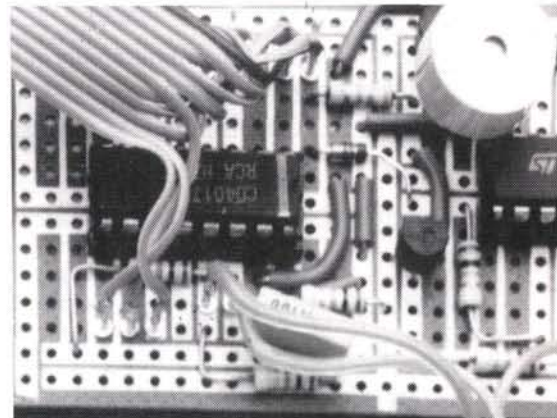
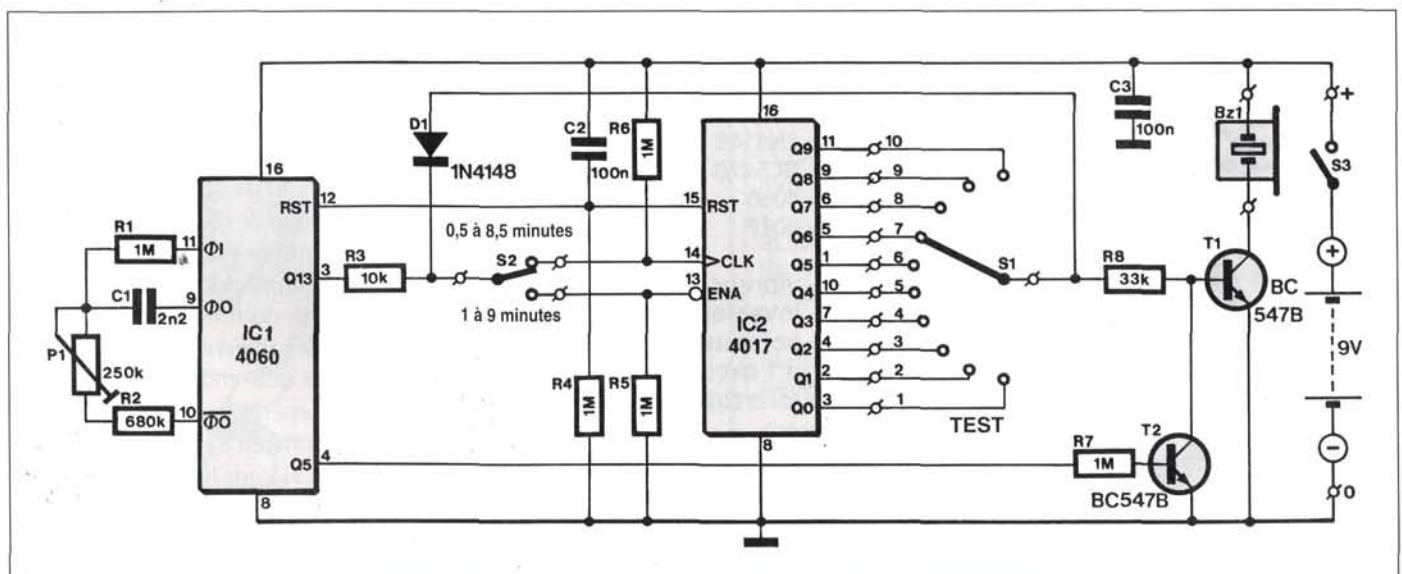


Figure 1 - Le schéma du sablier. L'essentiel tient en deux compteurs intégrés : un 4060 et un 4017. Le dernier est moins habituel dans nos montages que le premier. Un troisième circuit intégré se cache dans le vibreur, c'est lui qui excite le résonateur piézo.



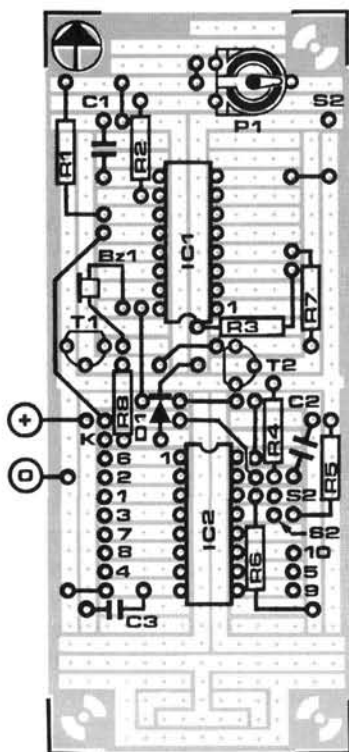


Figure 2 – Hormis les commutateurs et la pile, tous les composants sont logés sur la platine d'expérimentation.

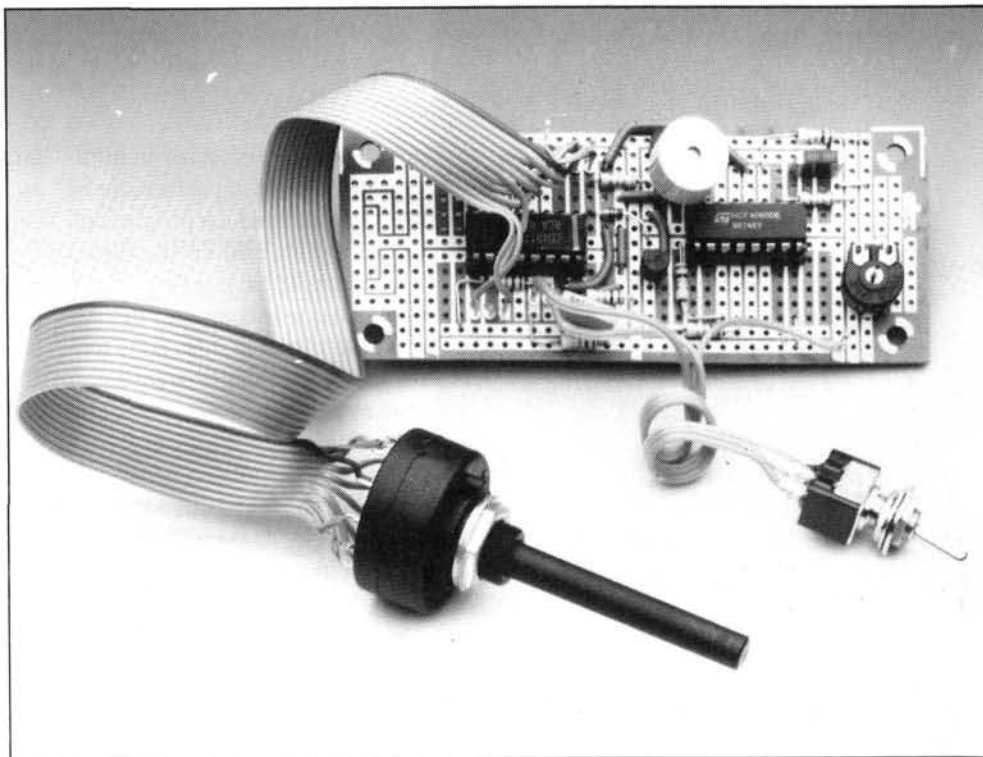
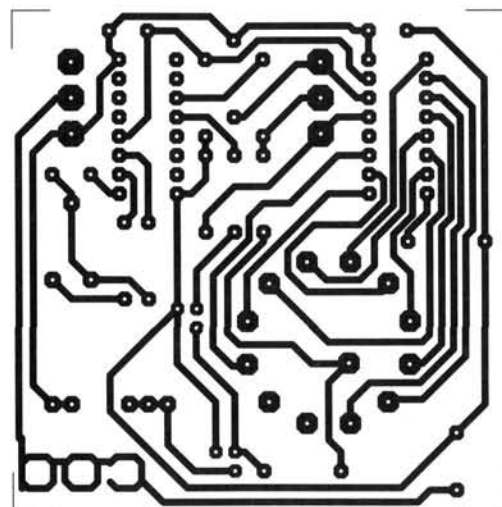
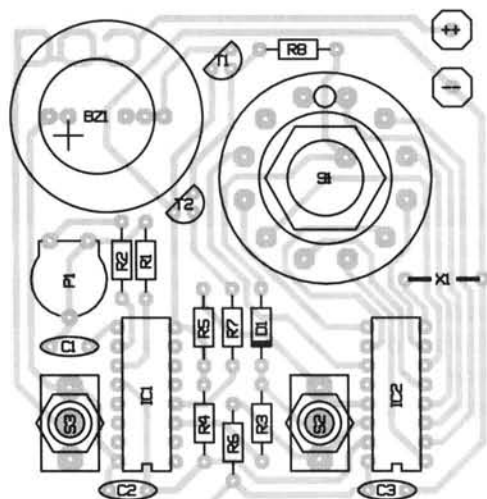


Figure 3 – Le circuit imprimé se loge dans un coffret DIPTAL 100×70×30 mm. Il est fixé au couvercle par le canon fileté du commutateur et des interrupteurs. La pile de 9 V se loge entre deux des colonnettes de fixation du couvercle.



liste des composants

- R1,
R4 à R7 = 1 MΩ
- R2 = 680 kΩ
- R3 = 109 kΩ
- R8 = 33 kΩ
- P1 = 250 kΩ variable

- C1 = 2,2 nF
- C2, C3 = 100 nF

- D1 = 1N4148
- T1, T2 = BC547B
- IC1 = 4060
- IC2 = 4017

- Bz1 = vibreur 12 V
- S1 = inverseur unipolaire
- S2 = commutateur
à 1 circuit 12 positions
- S3 = interrupteur unipolaire

platine d'expérimentation
de format 1 ou circuit imprimé

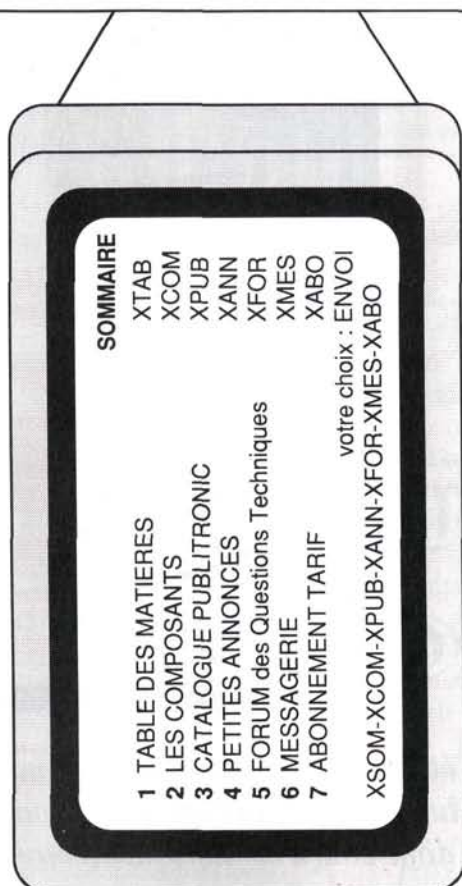
construction et réglage

La construction se fera soit sur une platine d'expérimentation de format 1 (figure 2), soit sur le circuit imprimé de la figure 3. Les commutateurs et le vibreur ne sont pas montés sur la platine d'expérimentation, mais sur les parois du coffret, alors qu'ils sont installés sur le circuit imprimé. Dans le premier cas, il faut les raccorder par quelques fils souples isolés. C'est là qu'un peu d'attention est nécessaire, car il y a 11 fils à repérer pour le câblage de S1. Reportez-vous au schéma en cas de doute. Certains des ponts de la platine doivent être aussi en fil isolé. Une fois l'implantation terminée, que ce soit sur la platine d'expérimentation ou sur le circuit imprimé, vous pouvez passer au réglage du sablier. Il est organisé de telle façon que le seul réglage est celui de la fréquence de l'oscillateur d'IC1. Il suffit de régler P1 pour que le vibreur se fasse entendre au bout de 30 secondes dans la première position de S1. Le réglage est terminé, vous pouvez mettre le sablier « en boîte ». Le circuit imprimé se loge dans un coffret DIPTAL où il est fixé par le commutateur et les interrupteurs. Quel que soit le coffret que vous aurez choisi, il convient de repérer, sur la face avant, la durée correspondant à chaque position du commutateur, si vous tenez à manger des œufs à votre goût.

886118



C'est aussi le 3615



SERVICE DES PLATINES

Les platines sont gravées, percées, étamées et sérigraphiées.

Platines d'expérimentation ELEX

Format 1 : 40 mm X 100 mm	23,00 FF
Format 2 : 80 mm X 100 mm	38,00 FF
Format 3 : 160 mm X 100 mm	60,00 FF
EPS 83601 DIGILEX	88,00 FF

ELEX n° 5 novembre 1988

EPS 886087	Traceur de courbes de transistors	47,60 FF
EPS 34207	Testeur de thyristors et de triacs	28,60 FF

ELEX n° 7 janvier 1989

EPS 50389	Interphone à 2, 3 ou 4 postes	16,00 FF
-----------	-------------------------------	----------

ELEX n° 17 décembre 1989

EPS 86799	Testeur d'amplis op	30,45 FF
EPS 886077	Mini-clavier	120,60 FF

ELEX n° 22 mai 1990

EPS 86765	Modules de mesure : l'afficheur	43,00 FF
-----------	---------------------------------	----------

ELEX n° 23 juin 1990

EPS 86766	Modules de mesure : l'atténuateur	34,00 FF
-----------	-----------------------------------	----------

ELEX n° 24 juillet 1990

EPS 86767	Modules de mesure : le redresseur	55,60 FF
-----------	-----------------------------------	----------

ELEX n° 25 septembre 1990

EPS 86768	Modules de mesure : A et O-mètre	47,00 FF
-----------	----------------------------------	----------

ELEX n° 26 octobre 1990

EPS 886126	Modules de mesure : spécial auto	49,00 FF
------------	----------------------------------	----------

ELEX n° 28 décembre 1990

EPS 87636	Commande de train électrique	51,00 FF
-----------	------------------------------	----------

ELEX n° 30 février 91

EPS 87653	Bandit manchot	71,20 FF
-----------	----------------	----------

ELEX n° 31 mars 1991

EPS 87022	Vumètre stéréo universel	20,85 FF
-----------	--------------------------	----------

ELEX n° 36 septembre 1991

EPS 886034	Récepteur DC	83,00 FF
EPS 886071	Dipmètre	46,00 FF

ELEX n° 37 octobre 1991

EPS 87640	Transmission BF dans l'infrarouge	52,55 FF
-----------	-----------------------------------	----------

ELEX n° 44 mai 1992

EPS 916073-1	API préampli	72,00 FF
EPS 916073-2	API ampli de puissance	55,00 FF

ELEX n° 50 décembre 1992

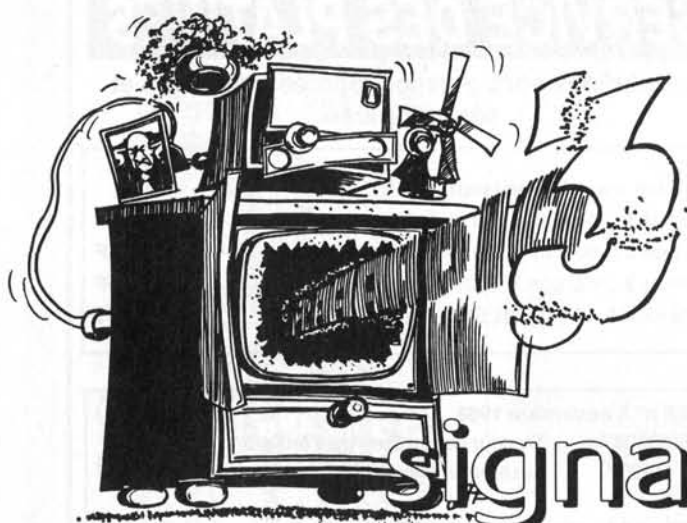
EPS 896038	Fondu Enchaîné	66,40 FF
------------	----------------	----------

disponibles auprès des revendeurs agréés ou s'adresser directement à :

PUBLITRONIC - BP 59 - 59850 NIEPPE

Maintenant que vous avez retourné ce numéro, la carte d'abonnement se trouve au début de ce magazine. Remplissez la carte sans perdre une minute.





signal audio à l'écran

Un de nos techniciens eut un jour la bizarre envie (il était en congé de paternité, mais ça n'explique pas tout) de voir à la télé, ce que la radio lui soufflait aux oreilles. Il voulait voir le son sur son écran de téléviseur et pas ailleurs. Il a donc conçu et fabriqué ce montage.

Nous l'avouons, l'intérêt "pratique" d'un tel montage est discutable (même si un de nos jeunes confrères a cru bon de s'en emparer pour le publier avant nous). C'est une curiosité, une création, un grain de sel. Il engendre, sur l'écran d'un téléviseur, une ou plusieurs bandes verticales dont la largeur et la forme peuvent être modifiées à l'aide d'un signal de basse fréquence (paroles ou musique) pris à la sortie d'un poste de radio ou d'un magnétophone par exemple. Vous pouvez

penser qu'un tel projet nécessite une intervention, éventuellement risquée, à l'intérieur du téléviseur, il n'en est rien. Le signal produit prend la voie habituellement réservée aux programmes, l'entrée d'antenne, tout simplement.

le circuit

Pour faire profiter l'écran d'un téléviseur du son, il n'est pas besoin de beaucoup de composants, comme la figure 1a le

montre. Le dispositif, en termes techniques, est un multivibrateur astable commandé en tension, suivi d'un générateur d'impulsions. Plus simplement, la fréquence du multivibrateur astable est sous l'influence des variations d'amplitude du signal audio, qui utilise ce truchement pour se faire voir à la télé. Suivons le "son" dans sa démarche.

Prélevé sur la sortie de haut-parleur d'un récepteur de radio par exemple, le son (son représentant électrique, si vous pré-

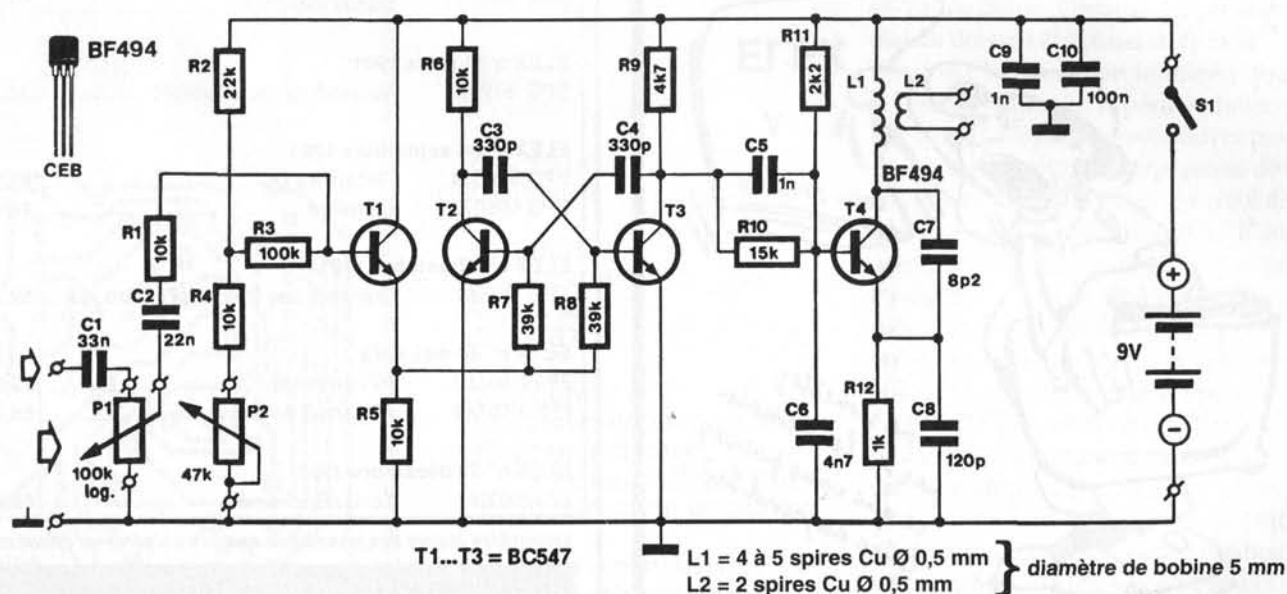
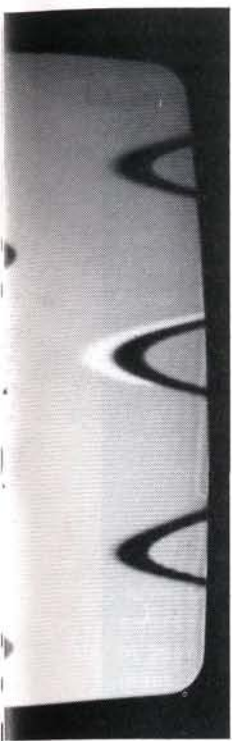


Figure 1a – Pour obtenir des effets spectaculaires, c'est le cas de le dire, il n'est pas nécessaire de faire compliqué. Un multivibrateur astable, un générateur d'impulsions, c'est tout.



férez) est injecté à l'entrée du circuit par l'intermédiaire de C1, qui en élimine la composante continue, et P1, qui permet d'en adapter l'amplitude. Le signal audio, après C2 et R1 arrive ensuite sur la base de T1. Ce transistor, monté en collecteur commun (émetteur-suiveur), le transmet au multivibrateur astable construit autour de T2 et T3. C'est alors que les variations d'amplitude de la tension audio sont traduites en variations de fréquence. Au repos, en l'absence de signal audio, le multivibrateur fournit un signal dont la fréquence, réglable au moyen de P2, est d'environ 46,875 kHz. Pas besoin d'oscilloscope ou de fréquencemètre pour cette

Si vous croyez reconnaître dans ce montage d'ELEX l'un ou l'autre schéma publié récemment par un confrère, vous ne vous trompez pas : C'est lui qui vous trompe, en s'attribuant sans vergogne la paternité de ce circuit, dont il s'est contenté de redessiner (c'est-à-dire recopier sans transformer) le schéma à partir d'une publication antérieure dans un autre ouvrage de PUBLITRONIC.

opération : on tourne P2 jusqu'à ce que "l'image" fournie par l'écran du téléviseur soit nette et sans bavures. Le signal carré produit par le multivibrateur astable, attaque ensuite l'entrée d'un générateur d'impulsions construit autour de T4, transistor spécialisé dans les hautes fréquences. Le rôle de ce dernier étage est de l'enrichir d'un grand nombre d'harmoniques exploitables par le téléviseur. La sortie s'effectue par un transformateur dont le primaire est L1 et le secondaire L2. Ce transformateur, nous pourrions l'appeler "adaptateur d'impédance", puisque c'en est un comme ses confrères, permet d'adapter la sortie du circuit à une entrée d'antenne de récepteur de télévision de 75 Ω . Les besoins en courant de l'ensemble, plutôt modestes, sont satisfaits par une simple pile de 9 V.

mixtion de fréquences

Contrairement à notre habitude, nous avons décortiqué le circuit avant d'en expliquer les principes. Nous avons pensé qu'il serait ainsi plus facile d'expliquer comment nous arrivions à produire une "image", après avoir parlé des outils dont nous disposons. Le signal de sortie ne produit d'ailleurs pas "d'image" à proprement parler. Il permet tout juste de faire apparaître un dessin sur l'écran du téléviseur. Un dessin plus ou moins fan-

taiste, puisqu'il est pratiquement impossible d'en prévoir les contours. La chose est amusante, c'est tout, mais vous verrez que ce n'est déjà pas si mal. Restons sérieux pour l'instant et posons-nous quelques questions. La première concerne la fréquence du signal : 46,875 kHz, que nous injectons au téléviseur par son entrée d'antenne. Une telle entrée est prévue pour recevoir des signaux dont la fréquence, qui peut varier entre 40 et 850 MHz, est très éloignée de celle du multivibrateur. Oscillera-ce assez pour elle ? La réponse nécessite une évocation de **Fourier**, le nôtre, pas Charles des phalanstères, non, l'Joseph, natif d'Auxerre et mort baron. Son théorème nous dit qu'une fonction périodique de fréquence donnée, comme celle à laquelle nous avons à faire, peut se décomposer en fonctions sinusoïdales (sauf éventuellement la première). La fréquence de chaque terme, appelé **harmonique**, dont la somme permet de reconstituer le signal d'origine, est un multiple de celle du **fondamental** de la série, ici donc 46,875 kHz. On peut le constater sur la figure 2, la somme de deux fonctions sinusoïdales dont l'une a une fréquence triple de la première, commence tout doucement à ressembler à une fonction carrée. Les harmoniques du signal de sortie du circuit sont ainsi présentes en grand nombre à 40 MHz et plus. Ce sont donc elles que le téléviseur va

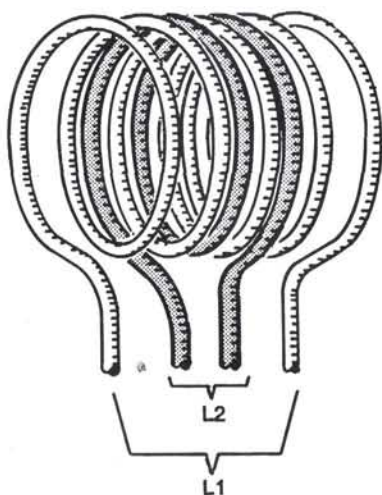


Figure 1b - Deux selfs à air de fil de cuivre émaillé constituent le transformateur de sortie du dispositif.

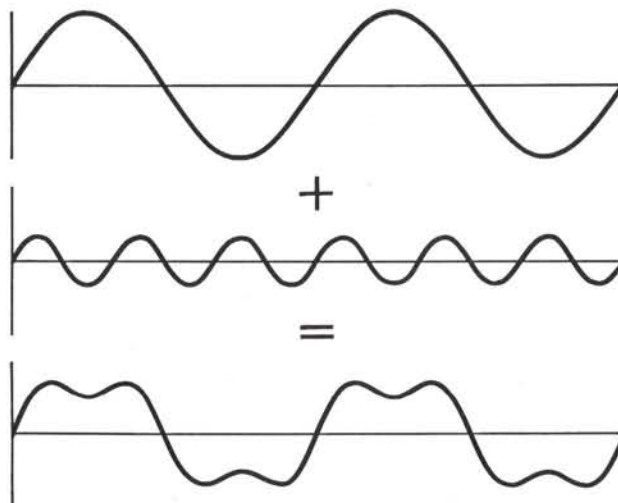


Figure 2 - Pour fabriquer une fonction carrée, on peut faire la somme de plusieurs fonctions sinusoïdales. Comme vous le voyez ici, avec deux seulement, dont l'une a une fréquence triple de l'autre, les angles commencent déjà à gentiment se casser.

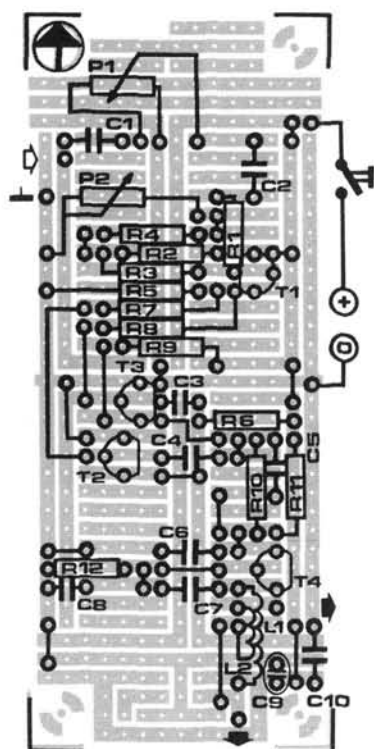


Figure 3 – Nous recommandons de commencer la fabrication du circuit par le "transformateur", formé des bobines L1 et L2, dont les autres composants ne généreront alors pas l'implantation. Il est ensuite nécessaire d'enfermer le montage dans un boîtier métallique pour qu'il ne perturbe pas et ne soit pas perturbé.

liste des composants

R1, R4,
R5, R6 = 10 kΩ
R2 = 22 kΩ
R3 = 100 kΩ
R7, R8 = 39 kΩ
R9 = 4,7 kΩ
R10 = 15 kΩ
R11 = 2,2 kΩ
R12 = 1 kΩ
P1 = 100 kΩ log.
P2 = 47 kΩ lin.

C1 = 33 nF
C2 = 22 nF
C3, C4 = 330 pF
C5, C9 = 1 nF
C6 = 4,7 nF
C7 = 8,2 pF
C8 = 120 pF
C10 = 100 nF

L1 = 4 à 5 spires (voir le texte)
L2 = 2 spires (voir le texte)

T1, T2, T3 = BC547
T4 = BF494

S1 = interrupteur unipolaire

Platine d'expérimentation de
format 1

elex-abc

fourier

C'est à Jean-Baptiste-Joseph (1768-1830) que nous devons une technique mathématique permettant de décomposer la plupart des fonctions périodiques en sommes de fonctions sinusoïdales. Utilisée par Fourier dans l'étude de la propagation de la chaleur, elle rend les plus grands services dans celle de la transmission des signaux électriques ou optiques, par exemple.

harmoniques

Les harmoniques d'un phénomène périodique sont des phénomènes périodiques sinusoïdaux de même nature, dont la fréquence est un multiple de la fréquence du premier. L'ensemble des harmoniques du phénomène constitue son spectre de Fourier. Les harmoniques de la tension du secteur, par exemple, sont 50 Hz, 100 Hz... 5000 Hz etc.

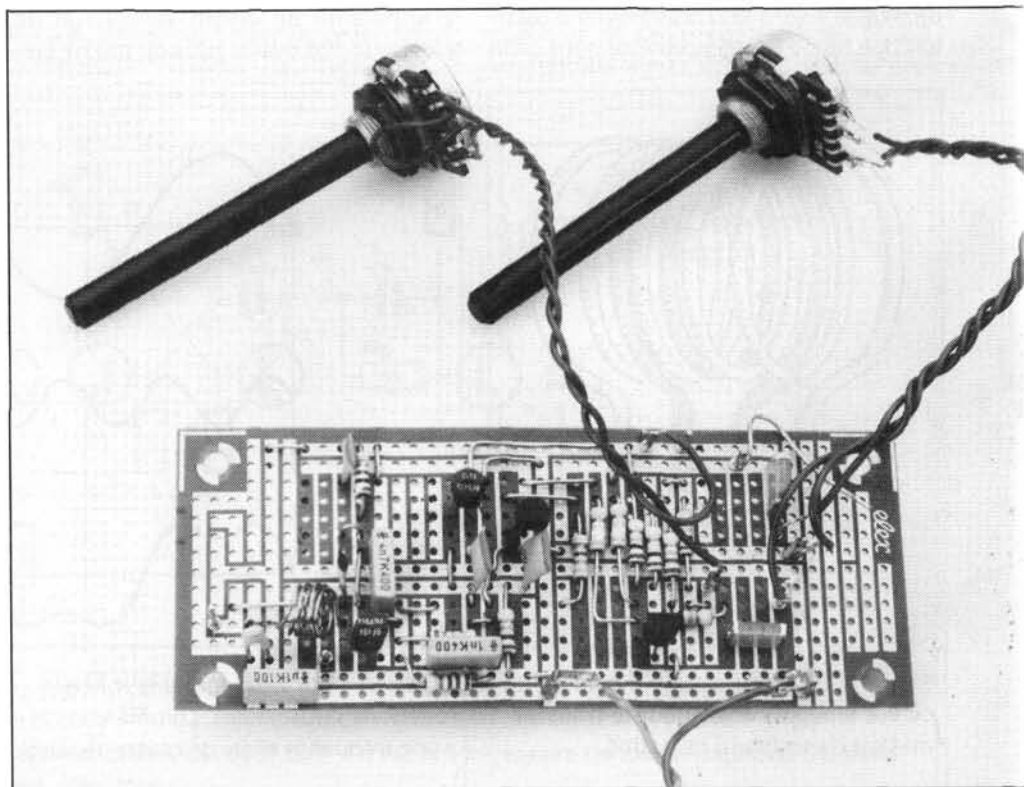
fondamental *

Le fondamental est le premier terme de l'ensemble des fonctions sinusoïdales qui constituent le spectre de Fourier d'un phénomène périodique. C'est le sous-harmonique de rang 1 des suivants (50 Hz pour le secteur) qui sont eux-mêmes des harmoniques de rang 2, 3 etc. selon que leur fréquence est le double ou le triple etc. de celle du fondamental.

exploiter. En réglant celui-ci, nous déterminerons celles (ou ceux, "harmonique" n'a pas de genre grammatical bien déterminé) qui seront reçues. Il n'y aura pas, le plus souvent, à chercher beaucoup pour en voir les effets sur l'écran.

Le moment est venu de nous occuper du mélange. En fait, il nous suffit de nous rendre à l'étage du téléviseur dont c'est le travail : le mélangeur. C'est un endroit où sont brassées toutes sortes de fréquences, sommes, différences, harmoniques, qui sont à leurs tours mélangées, puis encore mélangées : tout cela donne lieu à une espèce de gigantesque pagaille organisée, dans laquelle nous sommes cependant sûrs de retrouver ce que nous cherchons, la fréquence de 15,625 kHz, fréquence de balayage horizontal (ligne*). Comme par

* Ne pas confondre avec le « Fondamental » de Salvador Dali, comme le fait parfois, abusivement, le chef de gare de Perpignan, prenant prétexte de ce que lord Kelvin a qualifié la *Théorie analytique de la chaleur* de Fourier de « poème mathématique », pour mélanger les arts.



miracle, cette fréquence est trois fois plus basse que celle de notre multivibrateur astable. C'est en plus une fréquence dont le rôle est important dans la construction ligne à ligne de l'image. La conséquence en est que les autres fréquences engendrent des lignes verticales sur l'écran. On peut se demander maintenant pourquoi nous avons choisi une fréquence de 46 kHz au lieu de 15 kHz, ce qui semblerait plus logique. La réponse tient en deux points. En premier lieu, si la fréquence de la fondamentale est plus élevée, les harmoniques dont le téléviseur fera usage auront plus de pêche. En second, nous sommes tout à fait sûrs, avec cette fréquence, d'avoir plusieurs lignes (verticales) à l'écran. Elles doivent en principe être au nombre de trois. En pratique, la troisième peut tomber à l'extérieur ou juste au bord, de sorte qu'il est possible qu'elle n'apparaisse pas. Il n'est bien sûr pas interdit d'utiliser une fréquence de 15,625 kHz, auquel cas on remplace R7 et R8 par des résistances de 120 kΩ.

Nous avons presque oublié le signal audio dans notre exploration, très succincte, du téléviseur. Il est toujours là, influençant la fréquence du multivibrateur. Sur l'écran, ça se traduit par des lignes tremblotantes. Vous aurez l'illusion, mais il s'en faut de beaucoup que cela soit, de contempler l'écran d'un oscilloscope à plusieurs voies. Ne nous faites pas dire ce que nous n'avons pas dit et n'employez surtout pas le circuit comme instrument de mesure.

construction et réglage

Il ne s'agit pas d'un circuit assez sérieux pour nécessiter un circuit imprimé. Nous l'avons pour notre part câblé sur une platine d'essai de format 1 que vous trouverez sur la **figure 3**. Commencez par fabriquer les deux selfs L1 et L2 de la **figure 1b**. Le plus simple est de les bobiner sur une tige ou un tube de 5 mm de diamètre que l'on enlève une fois qu'elles sont soudées sur la platine. Il est mieux de commencer par là. De cette façon, les autres composants ne gêneront pas l'opération. Une fois le circuit terminé, vous le logerez, avec sa pile, dans une boîte métallique fermée, faute de quoi vous risqueriez d'introduire dans le téléviseur d'autres signaux que ceux que vous lui destinez. Pour les mêmes raisons, la liaison avec l'entrée d'antenne est assurée par une longueur de câble coaxial (10 à 20 cm), terminée par une prise appropriée (mâle en principe). Nous pouvons procéder maintenant aux réglages.

Pour commencer, on met (le curseur de) P1 à zéro, puis on établit les liaisons entre la source, sortie de haut-parleur d'un poste de radio ou d'un magnétophone, et la destination. Après mise sous tension, du circuit et du téléviseur, on règle P2 jusqu'à obtenir un écran net et les lignes verticales. Il faudra peut-être recommencer ce réglage dans les cas où celui du téléviseur aurait été retouché. On obtient en principe les meilleurs résultats dans la bande VHF.

87613

* 1/25 seconde par image de 625 lignes horizontales soit 15 625 lignes par seconde.

LA PUBLICITÉ, ÇA COMPTE

AUTANT POUR VOUS

QUE POUR NOUS

Cet espace aurait pu être le vôtre!

Téléphonez-moi:

BRIGITTE HENNERON
20 · 48 · 64 · 64



EH, RÊS,
TU PEUX ME
PRÊTER TON
ELEX ?...

...Y'EN A PLUS
AU MAGASIN!

... SORRY TRANSI,
MAIS J'EN AI
BESOIN POUR
LE MOMENT!



ÇA NE LUI SÉRAIT PAS
ARRIVÉ S'IL S'ÉTAIT
ABONNÉ!
1 AN : 219 FRs
(FRANCE)