

alimentation

de laboratoire réglable en tension et en courant

également dans ce numéro : une bande dessinée d'initiation à l'électronique • un accessoire pour radio réveil • des astuces & des idées

explorez l'électronique

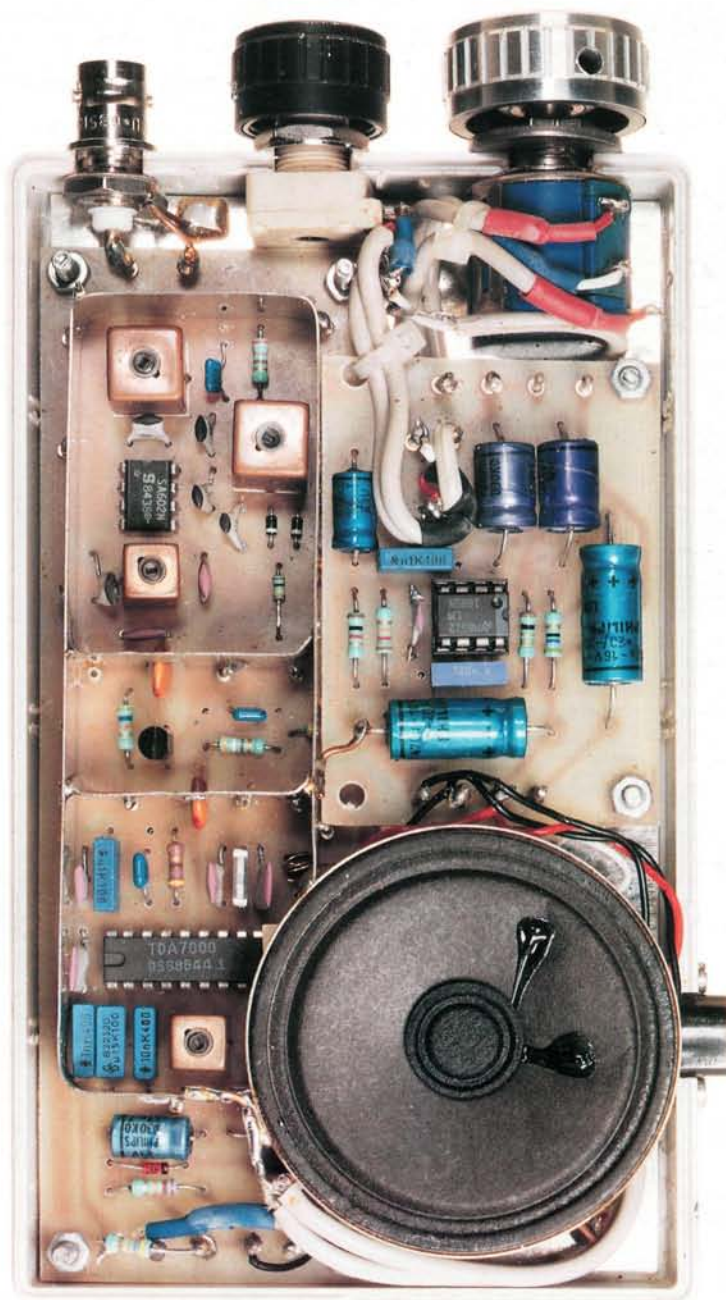
1 microphone sans fil :
le récepteur
deuxième partie

2 bricolez une
longue-ouïe
= jumelles pour l'oreille

3 la télévision
transformée en
oscilloscope

4 surprise : le retour
d'analogique
anti-choc

5 un ampli BF
universel pour
les modules K



JEU DE 4 PINCES "ELECTRONIQUE"

comprenant :

- 1 pince coupante
- 1 pince à bec rond coudé
- 1 pince à bec rond droit
- 1 pince plate

Manches isolés. Longueur 120 mm.
Le lot de 4 pinces 101.9483

65,00 F

HAUT-PARLEURS POUR AUTO-RADIO :

Modèle large bande PHILIPS.
Haut de Gamme (Montés sur MERCEDES).
4 Ω / 15 W.

ϕ 130 mm. ϕ Perçage : 105 mm.

La paire de H.P. 101.9493 75,00 F



CLAVIER 12 TOUCHES :

Modèle autocollant
standard.
Idéal pour le circuit de serrure électronique LS 7220.
Contacts "clic" autonettoyants.

1 2 3

4 5 6

7 8 9

* 0 #

Le clavier
... 101.9467 9,00 F

Le lot de 10 claviers
... 101.9506 75,00 F

Le circuit LS 7220
... 101.3888 59,00 F

PHOTORESISTANCE LDR 11

Type universel CdS.
Résistance d'obscurité : > 2 M Ω
Diam. : 11 mm.

La LDR 11

..... 101.9468 9,00 F

Le lot de 10
..... 101.9473 75,00 F



RELAIS TELEPHONE BISTABLE 12 V / 1 T

Modèle miniature
professionnel DIL.
Double bobine.

Le relais
101.9469 35,00 F



SIRENES PIEZO 110 dB

Utilisables en extérieur.
Alimentation : 6 à 12 V
DC/500 mA

2 modèles en promotion :

SS 40 :

Dim. : 100 x ϕ 90 mm
La sirène SS 40

... 101.9482 69,00 F

BSS 66 :

Dim. : 160 x ϕ 130 mm
La sirène BSS 66

... 101.9486 79,00 F



BLOC 4 ACCUS PROFESSIONNELS JUMES "SAFT"

4,8 V / 600 mA.h. Au Cadmium-Nickel.
Electrodes frittées. Equivalent à 4 accus
600 RSE. Courant nominal de charge :
60 mA / 14 h. Charge et décharge rapides
autorisées. (Fabrication : Fin 90).

Possibilité de les désolidariser.

Le bloc de 4 accus 101.1839 35,00 F

Le lot de 10 blocs (Soit 40 accus) 101.1926 295,00 F



FILTRE SECTEUR UNIVERSEL 3 A

Type SCHAFFNER FN 610-3/07.
Modèle 3A/220 V. Sorties à fils.
A un prix record.

Le filtre

... 101.9508 25,00 F

Le lot de 10

... 101.9509 220,00 F



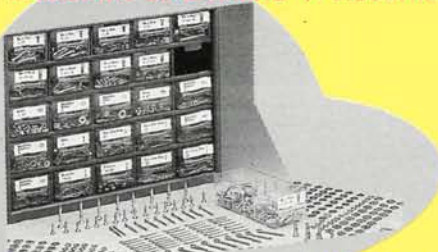
FER A SOUDER A GAZ



Rechargeable par cartouche standard.
Tous usages. Fourni avec 8 buses différentes.
Imbattable.

Le coffret 101.2379 199,50 F

ARMOIRES 25 CASIERS + VISSERIE



MOINS DE 10 CENTIMES LA VIS, L'ARMOIRE EST EN PRIME !
Cette armoire est livrée avec 1000 éléments de visserie
usuelle et les étiquettes correspondantes !!!
Indispensable dans tous les ateliers mécaniques ou
électroniques.

L'armoire 25 casiers + visserie

..... 101.9484 89,00 F

PLAQUES D'ESSAIS



Boîtiers de connexions proposés
à un prix particulièrement compétitif ! Contacts au pas de
2,54 mm. 3 modèles :

CJ 10 :

640 contacts. Dim. : 175 x 35 mm.

La plaque CJ 10

..... 101.9488 45,00 F

CJ 20 :

640 contacts + 8 bus de distribution.

Dim. : 175 x 55 mm.

La plaque CJ 20

..... 102.9489 55,00 F

CJ 40 :

2 x 640 contacts + 12 bus de distribution + bornes d'alim.

Dim. : 185 x 140 mm.

La plaque CJ 40

..... 102.9491 109,00 F

PROMO : MULTIMETRE DM 302

Avec générateur de signaux. Affichage 3 1/2
digits de 13 mm. Polarité
automatique.
VDC : 0,1 mV à 1000 V
 $\pm$ 0%. VAC : 100 mV à
750 V $\pm$ 1,2% ldc : 0,1
 μ A à 2 A $\pm$ 1%
+ Calibre 10 A (direct -
non protégé) R : 0,1 Ω à 20 M Ω $\pm$ 0,8%
Générateur : signal carré 50 Hz,
5 Vcc. Test diode.

Alimentation : pile 9V standard

Dimensions : 126 x 70 x 24 mm

Livré avec cordons pointes de touche

Le multimètre DM 302 103.9678

169,00 F seulement !



FER A SOUDER 25 W XS 230



IDEAL POUR L'ELECTRONICIEN AMATEUR
Un des fers les plus vendus au monde !
Construction très robuste. Ultra léger. Panne
longue durée. Vaste gamme d'accessoires.
EN CADEAU : 1 bobine 500 g de soudure ϕ
1 mm 1er choix (Trimétal).

Le fer XS 230 135,00 F

La bobine de soudure 73,00 F

208,00 F

L'ENSEMBLE 101.0098 135,00 F

MICRO ECM 2001



Micro à électret (condensateur) unidirectionnel.
Idéal pour sono, chant, enregistrement.

Présentation luxe en alu brossé.

Livré en coffret avec 6 m de câble, bonnette, support
de micro.

Alim. : Pile 1,5 C R6. B.P. : 30-20000 Hz. 600 Ω .

Le micro 102.1144 95,00 F

145,00 F

PRISE SECTEUR TELECOMMANDEE



2 prises en sortie.
Activation visualisée par LED.

P max. : 500 W

L'ensemble 101.2377 139,00 F

ALIMENTATION SECTEUR REGULEE 13,8 V/3 A



Un prix défiant toute concurrence
pour un appareil de qualité ! Fournit
13,8 V régulés sous 3 A permanents / 5 A max. Poids : 3,8 kg.
Dim. : 14 x 10 x 20 cm.

L'alimentation 101.9548 169,00 F

CONDITIONS GENERALES DE VENTE : VOIR NOS PUBLICITES ANNEXES

Pour faciliter le traitement de vos commandes,
veuillez mentionner la REFERENCE COMPLETE
des articles commandés.

- 10 ELEXPRIME : courrier des lecteurs
- 48 petites annonces gratuites
- 54 périscope : flash LED *Semelec*

I · N · I · T · I · A · T · I · O · N

- 4 Rési&Transi : bande dessinée
- 48 ceci n'est pas un cul-de-jatte
- 58 ceci n'est pas une pince à linge
- 36 quelques sources de courant constant
- 49 analogique AC : le retour

R · É · A · L · I · S · A · T · I · O · N · S

- 13 alimentation de laboratoire
à réglage de tension et de courant
- 22 micro sans fil : le récepteur
- 28 télé-oscilloscope
- 38 système K modules d'expérimentation
amplificateur complémentaire
- 41 longue-ouïe
- 45 clignotant pour vélo
- 55 commutateur
commandé par un radio-réveil





LES BIDOUILLES DE

DIS DONC...

... JE FAIS DES ÉCONOMIES D'ÉNERGIE!

EN RESTANT DANS LE NOIR?

BEN OUI, ÇA CONSOMME MOINS.

OUAIS! MAIS ON N'Y VOIT RIEN! ALLUME!

D'AILLEURS, SI TU TIENS À FAIRE DES ÉCONOMIES, LAISSE ALLUMÉ!

?

ET BIEN, C'EST LORS DE LA MISE SOUS TENSION QUE CIRCULE LE COURANT D'INTENSITÉ LA PLUS FORTE

TANT QUE ÇA?

ET COMMENT! MESURE DONC LA RÉSISTANCE DU FILAMENT DE CETTE AMPOULE DE 100W!

... QUE JE MESURE?..

BON!



DIS, TU PEUX M'AIDER EN TENANT L'AUTRE BOUT DU FILAMENT?

MESURER À L'OHMÈTRE, ANDOUILLE!

MESURE AVEC CELLE-CI ET RÉPARE TES DÉGATS

TA BÊTISE ATTEINT LE SEUIL DE SATURATION!

...DÉSOLÉ... J'CROYAIS BIEN FAIRE.

BON, BEN... ÇA FAIT 40 OHMS.

À FROID! MAIS UNE FOIS QUE LE COURANT VA CIRCULER, LE FILAMENT S'ÉCHAUFFERA ET LA RÉSISTANCE AUGMENTERA!

IL EST VRAIMENT SI FORT QUE ÇA, LE COURANT QUI CIRCULE À FROID?

TU DIVISES LA TENSION (220V) PAR LA RÉSISTANCE ET TU OBTIENS LE COURANT

$$\frac{220}{40} = 5,5 A$$

$$I = \frac{U}{R}$$

RESI

&

TRANSI





Coup de chapeau :

[...]

(Ndlr : on préfère couper, par modestie)

Coup de savate :

(Ndlr : si on préfère laisser, ce n'est pas par masochisme)

C'est plus l'avis d'un spécialiste (ex technicien SAV) sur la "sécurité anti-fuite pour machine à laver" qu'un coup de savate. Cette sécurité est bien étudiée pour un certain nombre de lave-linge mais (hé oui, mais !) pour d'autres modèles, ce montage est cause de panne générale ou seulement de mauvais lavages. Lors de l'alimentation électrique simultanée des deux électrovannes, la sécurité bloque l'alimentation d'eau car les deux bornes du transformateur sont à ce moment-là au même potentiel. Ils ne peuvent être actionnés ensemble qu'à partir du remplissage lavage. Ils y a plusieurs raisons à cette utilisation simultanée.

(suit un exposé détaillé des différents cas de figure dont nous ne pouvons reprendre ici que des fragments)

a - Le remplissage est plus rapide à partir du lavage, ce qui raccourcit le programme complet chaud lorsque l'élément chauffant est de faible puissance.

b - Les constructeurs ont prévu le déroulement de début du programme de la façon suivante :

1^{er} pas ou séquence : remplissage de la machine avec une électrovanne

2^e pas ou séquence : complément du remplissage avec deux électrovannes

c - L'utilisation de trois bacs (dont un pour les additifs) avec deux électrovannes

d - Lorsque le complément d'eau nécessaire pour le refroidissement progressif s'effectue avec deux EV, la panne ne se produira pas mais le linge subira un choc thermique (froissage important).

[...]

Voici la liste de quelques modèles de lave-linge sur lesquels il y aura problème :

ARTHUR-MARTIN 787-06

ARTHUR-MARTIN 788-28

BRANDT 844

LINCOLN LFL 570-1

PHILIPS AWB098 (pas 25)

PHILIPS AWB119 (pas 25)

PHILIPS T819 (pas 25)

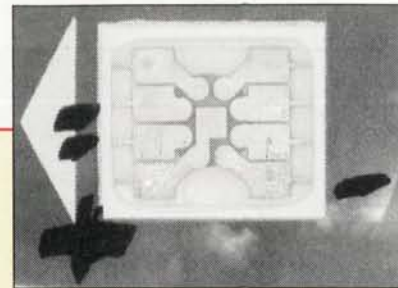
RADIOLA RT030

[...]

**J.M. PARISOT
08500 REVIN**

Merci de nous fournir une analyse aussi... propre. Il ne reste plus maintenant qu'à laver notre linge sale en famille : y a-t-il quelqu'un parmi les lecteurs d'ELEX qui pourrait proposer un ou plusieurs remèdes, sous la forme par exemple d'un dispositif logique capable d'opérer une distinction efficace entre situations normales et situations de panne ?

voir aussi page suivante



Chers ELEX troniciens,

Bidouilleur invertébré depuis l'ère du charleston, je continue à disséquer tous les cadavres électroniques me tombant sous la pince. C'est ainsi que je vous signale, à toutes fins utiles, qu'opérant dernièrement une télécarte morte d'épuisement, j'ai constaté qu'elle se comportait en cellule photoélectrique lorsque sa puce était éclairée.

Facile d'essayer. Branchez un microampèremètre en position 50 μ A le + au contact de la pastille centrale, le - en bas à droite ou aux deux autres sortie du bas à gauche. Vous verrez votre aiguille monter à 25 μ A au voisinage d'une lampe de 60 W (allumée !).

Bizarre, non ?

**M. Goeminne
84300 CAVAILLON**



Mais oui ça marche, et ça n'a rien de bizarre. Ça marche même si bien, figurez-vous, qu'au moment de passer sur le scanner, pour le reproduire ci-dessus, le petit morceau de carte téléphonique que vous avez joint à votre lettre, la puce vivement éclairée par le tube de l'appareil (comme sur une photocopieuse) a dû avoir un sursaut d'énergie et le téléphone a sonné.

Trêve de plaisante vie, cet effet est bien connu : la lumière qui frappe les semi-conducteurs y donne naissance à un mouvement d'électrons, c'est-à-dire à un courant, et nous l'avions décrit il y a déjà quelques temps dans ELEX en montrant comment tout transistor en boîtier métallique pouvait être trépané afin de le transformer en capteur photoélectrique (voir à ce sujet ELEX n°13 de juillet-août 1989, page 18).



Fontaine Pierre
35, Rue Danielle Casanova
38130 Echirolles.

Solent Elex,



c'est gentil de préciser qui vous êtes
et d'où vous nous écrivez ;
ça nous fait rêver...



eleXprime

Ne tournons pas autour du pot ou plutôt
autour du sèche cheveux ou même de la lampe
et autre fer à souder qui d'après toi (Elex n°5
novembre 1988 - "demi puissance") devraient voir
leurs puissances diminuées de moitié par le simple
fait de diviser par deux la tension ?? $P = \frac{U^2}{R}$
N'est-ce pas "quant puissance" en V.O.?

J'attends ta réponse qui m'enlèvera en doute
constructeur pour mon esprit fragile de bricoleur
du samedi soir !

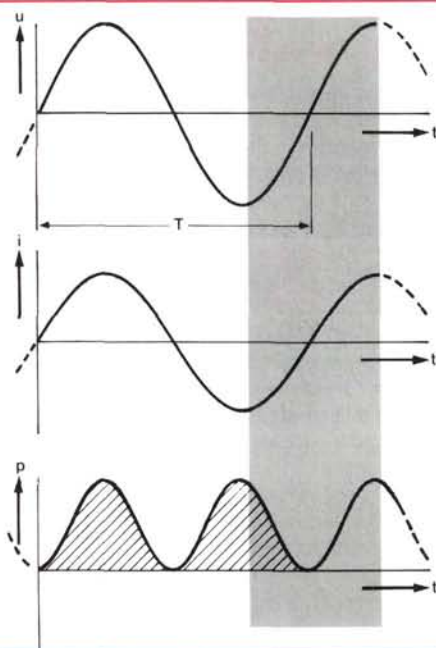
Amitiés d'un fervent faustique (dans le doute) !



PS: je joint un timbre pour
la réponse.



Il est inutile de nous envoyer tous ces timbres avec vos
lettres. ELEXPRIME c'est gratuit. Mais de là à espérer vous
payer un dépannage épistolaire pour 2,50 F...



Un dessin vaut toujours mieux
qu'une colonne de texte. Voici
donc, pour en finir avec cette his-
toire de demi qui n'est décidément
pas un quart, une ultime
pièce à conviction. Si après ça
vous n'avez pas compris, il ne res-
te plus que la torture !

Si la tension alternative sinusoïda-
le (courbe U du haut) est en pha-
se avec le courant (courbe I du
milieu) on aura la courbe de puis-
sance P (toujours positive) du
bas, où l'on voit bien que si l'on
supprime l'alternance négative
(partie grisée des trois courbes), il
reste encore la moitié de la puis-
sance correspondant à l'alter-
nance positive.



Pierre connaît sa loi de
Joule sur le bout des doigts,
mais n'oublie-t-il pas que le bon
Ohm fait une subtile distinction
entre **continu** et **alternatif** ? Il fau-
drait donc préciser "**efficace**"
quand on qualifie une tension
alternative sinusoïdale et la puis-
sance correspondante, et ne
jamais oublier que toute tension
alternative n'est pas forcément
sinusoïdale. Rappelons que l'on
distingue, pour la tension alterna-
tive sinusoïdale, trois valeurs : la
valeur de crête, qui correspond
au potentiel entre 0 V et le som-
met de la courbe, la valeur crête
à crête, qui correspond à l'écart
entre deux sommets de polarité
opposée (et qui est donc égale à
deux fois la valeur de crête), et
enfin la valeur efficace de la ten-
sion alternative. Cette dernière
grandeur (à ne pas confondre
avec la valeur moyenne) est celle
qui compte dans le calcul de
puissance. On l'obtient en multi-
pliant par 0,707 la valeur de crête
(ou en la divisant par $\sqrt{2}$):

$$V_{\text{eff}} = V_{\text{crête}} \cdot 0,707$$

et on la retrouve dans la formule
de la puissance efficace d'une
tension alternative sinusoïdale:

$$P_{\text{eff}} = V_{\text{eff}}^2 / R$$

Or, que fait notre circuit "demi-
puissance" du n°5 ? S'il agit sur la
puissance, ce n'est pas en rédui-
sant la tension efficace de moitié
(auquel cas la puissance serait
bien réduite au quart), mais en
**supprimant une alternance sur
deux**. Dès lors la tension aux
bornes de la charge n'est plus
sinusoïdale et la formule ne peut
s'appliquer telle quelle ! Nuance !
Durant la demi-période où la dio-
de est passante, la puissance est
inchangée. Elle est réduite à
néant durant l'autre demi-période,
quand la diode est bloquée.
Si l'on tient à appliquer la formule
 $P_{\text{eff}} = V_{\text{eff}}^2 / R$ pour l'unique alter-
nance du circuit "demi-puissance",
il convient donc de diviser
par deux non seulement le numé-
rateur V_{eff} , **mais aussi le dénomi-
nateur R**, puisque durant la moitié
de la période, cette résistance ne
voit pas circuler le moindre cou-
rant et n'a rien à dissiper.
Il s'agit donc bien d'une réduction
de moitié de la puissance obte-
nue avec la diode du circuit
"demi-puissance".

Voilà qui mériterait d'être repris en
détail : Pierre Fontaine et tous les
lecteurs en manque de théorie
trouveront leur compte dans la
reprise d'une série intitulée :

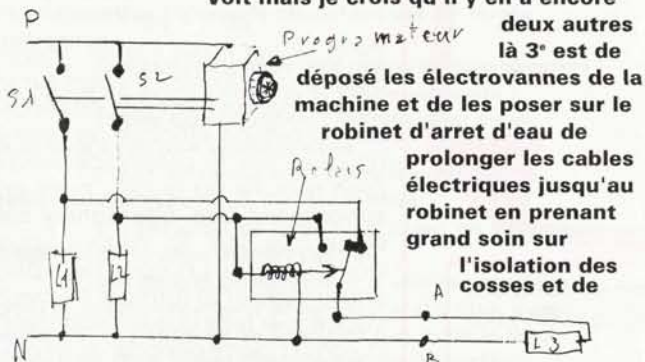
ANALOGIQUE ANTI-CHOC ALTERNATIF
à partir de ce n°.



Suite à votre article "Sécurité Anti Fuite pour Machine à Laver" du N°35 juillet 91. Vous dites : L'installation du système n'est pas possible si la machine à laver comporte plus de 2 Electrovanne. Hors Impossible n'est pas Français et j'elex-plique de la manière suivante. Pouvant être asservi par plusieurs interrupteurs de programmation sans effet de retour sur les autres bobines d'électrovannes, ce système est valable aussi bien sur les lave vaisselles équipé d'adoucisseur d'eau automatique (détassage des résines, saumurage, rinçage et remplissage des cuves).

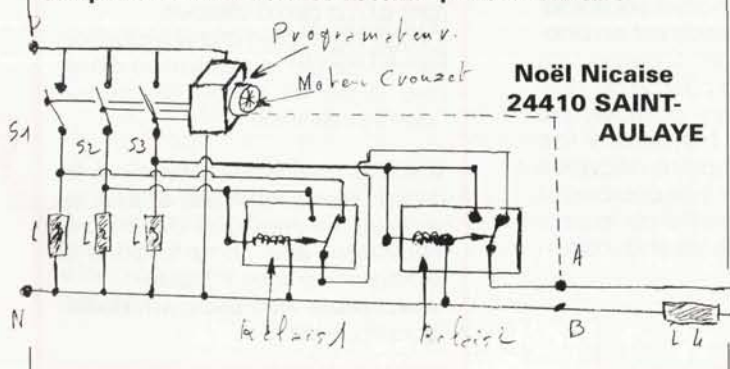
Ils emploient des petits relais montés en cascade genre ITT220 V 1 contact repos et un contact Travail. De ce fait il faudra Transporter l'alimentation à l'électrovanne Mère par un câble 3 fils souples le long des tuyaux d'amener d'eau avec des colliers Les relais sont installés dans la machine à laver, il faudra prendre certaine précaution pour le branchement sur les cosses de la bobine mère, mettre des gaines thermorétractable et terminé l'étanchéité avec de l'araldite ou mastic silicone. Maintenant il se peut que des grincheux feront peut-être pour la sécurité que de faire passer du 220 V + terre le long des tuyaux d'eau diront "casse-cou" alors dans ce cas transformer en 24 V dans la machine mais il faudra trouver un électrovanne mère de 24 V. ce qui n'est pas évident. Ceci nous donne deux solutions une en 220 l'autre en 24

Volt mais je crois qu'il y en a encore



raccorder hydrauliquement des électrovannes à la machine par des tuyaux souples genre tuyaux à gaz butane. naturellement cela ressemble à Bobour mais les tuyaux ne seront jamais en pressions. La 4^e solution consiste à l'alimentation du moteur Crouzet qui se trouve sur le programmeur nous pouvons donc alimenter l'électrovanne mère pendant toute la durée de opérations de lavage les électrovannes L1 et L2 n'auront aucune actions sur l'électrovanne mère cette solution laisse en charge le tuyaux d'amenée d'eau que pendant son utilisation.

Je vous joint les schémas en espérant que vous comprendrait mieux mes dessins que mon écriture



Noël Nicaise
24410 SAINT-AULAYE

cher. éléx bonjour
c'est le grand
CAMBAK se réveille que
Vous avez passé de bonne
Vacances et du bon Repos ?

S.V.P. Faites un petit de pub. Pour
Moi dans éléx cela Me fera
très plaisir ? et surtout
surtout.
l'électronique c'est l'avenir
du futur VIVE. ELEX
Eugène



Merci Eugène de tes bons vœux – on s'impac-
tientait !, merci Noël, merci à vous tous qui nous
écrivez. Comment répondre à tant de questions ?
Que dire en deux mots à Jean-Pierre qui ne trouve
pas de composants japonais à Meaux, à Diane qui
nous envoie de Draguignan une idée de circuit intéres-
sante mais dont elle ne dessine même pas le schéma
(un plan de câblage "en l'air" des circuits intégrés et
« débrouillez-vous ! », à Jean qui trouve qu'à Aubervoye
l'eau est trop dure et qu'ELEX devrait faire quelque chose
de bon marché pour détartre, à ce Joseph qui voudrait
un régulateur électronique pour l'alternateur de son
auto, et cet autre Joseph qui nous demande comment
raccorder tel moniteur Barco à tel ordinateur Goldstar, et
que répondre encore à l'anonyme S.N. qui nous presse
de répondre à ses questions sur le calcul des selfs car il
passe, écrit-il texto, un examen pour trouver un travail au
mois de novembre » – non sans nous avoir gratifié d'un
triple merci et encouragé vigoureusement à continuer ?
Eh bien, nous continuons... et pour paraphraser ce cher
Eugène, nous proclamons : Vive ELEXPRIME.

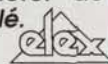
ELEXCOU23

Les formules données dans ce magazine ne permettent pas toujours et à tous les lecteurs d'obtenir des résultats dont la pratique viendrait infailliblement confirmer la précision. Il ne faut pas oublier la tolérance sur les valeurs des composants, l'influence de la température, des erreurs d'interprétation, des artefacts de mesure... Et parfois aussi l'étourderie de nos rédacteurs ! Ainsi, dans le numéro 36 de septembre 91, page 28, il y avait de quoi se laisser aveugler par les éclats du stroboscope. La formule permettait d'en calculer

la fréquence comportait un facteur 3 un tantinet exagéré. En pratique, c'est une valeur entre 1 et 1,5 qu'il convient de retenir. La formule devient donc :

$$C1 = C2 = \frac{X \cdot 1,5}{F}$$

Monsieur GVB, lecteur volontairement anonyme et néanmoins attentif, attire notre attention sur un autre lapsus calamiteux dans le même article : c'est le watt qui équivaut à un joule par seconde, et non pas le joule à un watt par seconde. Merci de nous l'avoir signalé.



alimentation de laboratoire

**réglable en
tension et en courant**

L'alimentation est à l'électronique ce que la pile est au pont. On voit parfois des ponts suspendus, mais jamais d'électronique sans alimentation !

D'ailleurs il n'est pas rare que l'électronicien ait besoin, pour un seul circuit, de deux ou même trois tensions différentes, et donc d'autant de sources. C'est la raison pour laquelle nous vous proposons non seulement de construire cette alimentation-ci mais aussi d'en étudier le fonctionnement avec nous.

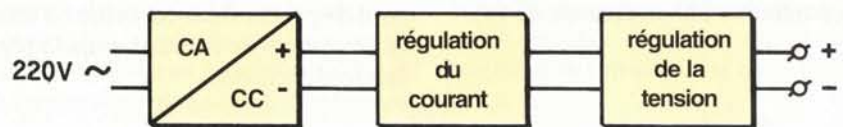


Figure 1 - L'alimentation se résume à trois blocs. Le premier contient l'ensemble transformateur-redresseur, le second le régulateur du courant de sortie et le troisième, le régulateur de tension.

Quelles sont les caractéristiques de cette alimentation ? Une tension de sortie que l'utilisateur pourra régler entre 0 et 25 V, et une protection contre les courts-circuits en sortie. C'est bien, mais pas très original. Précisons que le courant maximal sera réglable de 0 à 1,5 A, et qu'il n'excédera jamais la valeur que vous lui aurez assignée. Pas même d'un milliampère ! Vous ne courrez pas le risque, si le montage alimenté est en défaut, d'un débit excessif ni de destructions éventuelles. Un circuit doté d'une telle limitation de courant pourra servir aussi comme source de courant constant (pour recharger des accus par exemple). Pour finir, une option : cette alimentation peut être équipée d'un instrument de mesure du courant et de la tension, ce qui en étend considérablement le confort d'utilisation.

portrait sommaire

Notre alimentation, décrite à grands traits, présente trois organes. Le premier transforme la tension alternative du secteur en une tension continue non stabilisée. L'organe suivant prend en compte la régulation du courant et le dernier, celle de la tension. C'est dans cet ordre que la tension du secteur est digérée, comme nous le schématisons sur la figure 1.

La fonction du premier organe est simple à comprendre : nous ne précisons pas plus pour l'instant et passons aussitôt à l'organe médian du montage, la régulation du courant.

régulation de courant

Si nous fermons par une résistance un circuit contenant un générateur, un courant circule, dont l'intensité (c'est Ohm qui le dit) est fonction de la tension et de la résistance. Si la résistance s'oppose faiblement à son passage, l'intensité du courant sera plus élevée

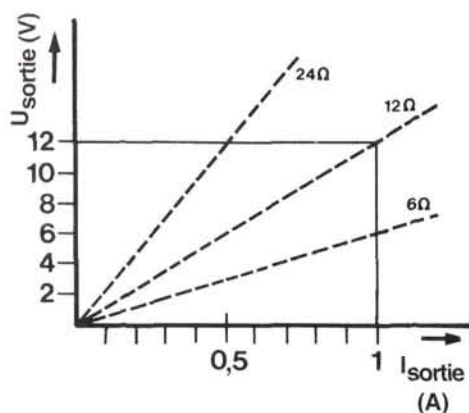


Figure 2 - Le régulateur de courant permet d'éviter le dépassement de l'intensité maximale souhaitée par l'utilisateur. Les choses étant ce qu'elles sont, comme aimait à le répéter ce diable d'Ohm, la tension tombera si la charge le nécessite. Il n'est pas possible de maintenir une tension de 12 V aux bornes d'une résistance de 6 Ω, parcourue par un courant de 1 A.

que si elle s'y oppose fortement : plus la résistance est élevée, moins le courant passe.

Que se passe-t-il si le générateur est pourvu d'une limitation de courant ? Si nous disposons d'une source de tension (parfaite, sans résistance intérieure) de 10 V et qu'elle débite dans une résistance de 10 Ω, celle-ci sera traversée par un courant de 1 A^(*). Si maintenant l'intensité maximale du courant débité par le générateur est limitée à 700 mA, notre résistance sera parcourue par un courant de 700 mA et la tension à ses bornes (Ohm *sweet* Ohm !) sera ramenée à 700 mV (7 V), mais pas plus.

Nous pouvons conclure de ce qui précède qu'une régulation de courant n'influence la tension de sortie d'un générateur que si la charge vient à demander plus de courant que le maximum fixé. Si nous réglons la tension à 12 V et le courant à 1 A, et que notre générateur débite sur une charge résistive variable, la tension et le courant évolueront selon la figure 2. Les droites en pointillé correspondent à différentes valeurs de la résistance de charge R (24 Ω, 12 Ω et 6 Ω). Le point d'intersection de chacune de ces

(*) La résistance pourra bien sûr dissiper 10 W (10 V × 1 A).

droites avec un côté du rectangle donne, en abscisse, l'intensité du courant à la sortie du générateur et en ordonnée, la tension à ses bornes. Ainsi vous lisez que dans une charge de 6 Ω, le courant sera de 1 A sous une tension établie à 6 V. Si la résistance de la charge dépasse 12 Ω, la tension à ses bornes plafonnera à 12 V (la valeur de consigne) mais l'intensité du courant débité n'atteindra plus 1 A (à 24 Ω, le courant n'est plus que d'un demi-ampère).

Dans notre alimentation, la limitation de tension en sortie (le « pincement » de la tension) est commandée par le régulateur de courant à l'entrée du régulateur de tension. Vous comprenez maintenant pourquoi nos boîtes sont disposées dans cet ordre : d'abord la limitation de courant, puis la régulation de tension.

et deux circuits intégrés ! deux !

Vous vous êtes donc reporté à la figure 3 ci-dessous où les trois fonctions de l'alimentation se distinguent assez nettement. Pour améliorer encore la visibilité, nous avons extrait de ce schéma les deux blocs de régulation, reproduits sur la figure 4. Certains composants ne les ont pas suivis, ne vous inquiétez pas, nous en reparlerons. Commençons par la **régulation de tension** bâtie autour du circuit intégré IC2, un LM317. C'est à la fin, vers la sortie. Vous avez deviné que le potentiomètre P2 permettait à l'utilisateur de choisir la tension de sortie U, maintenue constante par le LM317. En fait, ce que ce circuit régule, c'est la tension aux bornes de la résistance de 240 Ω (R7+R8), qu'il maintient à 1,25 V (sa tension de référence entre les broches V_{out} et $adj.$). Si la tension aux bornes de la résistance reste constante, le cou-

Oui, il faut tourner la page pour trouver la fig. 4, mais je ne peux pas mettre toutes les figures sur la même page quand même ! (signé : le maquettiste de service)

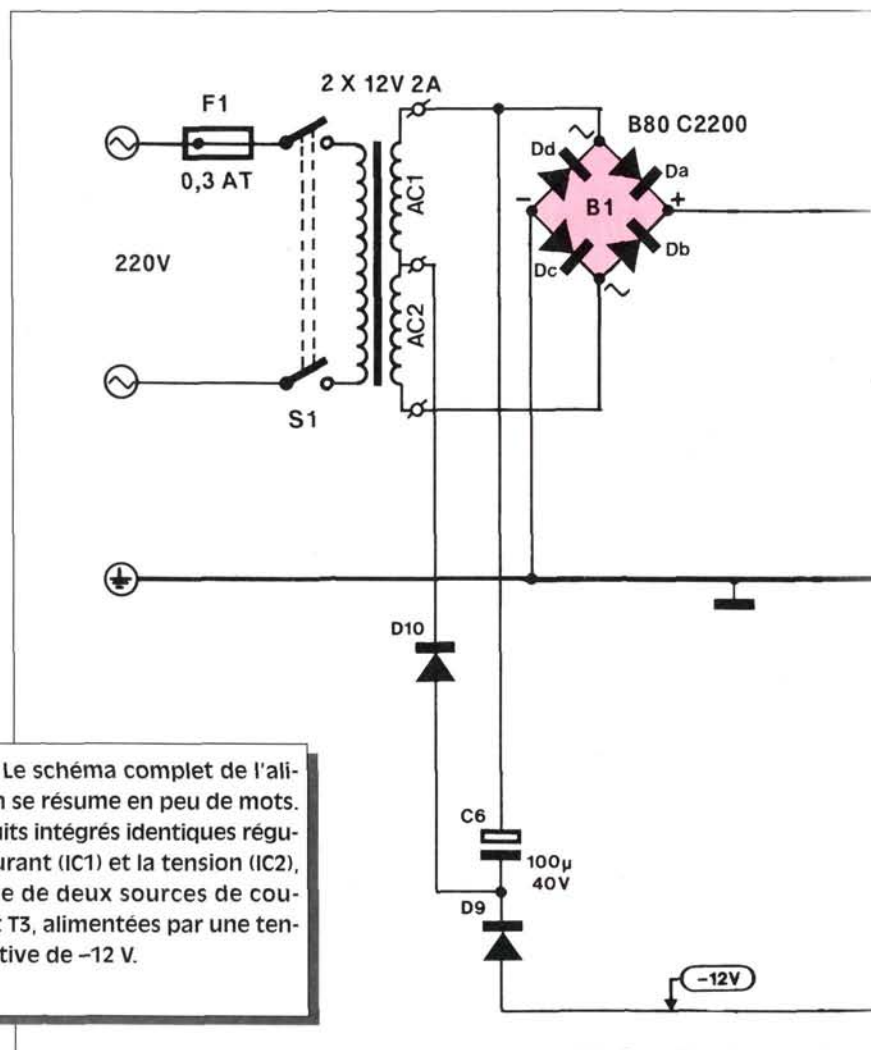


Figure 3 - Le schéma complet de l'alimentation se résume en peu de mots. Deux circuits intégrés identiques régulent le courant (IC1) et la tension (IC2), avec l'aide de deux sources de courant, T2 et T3, alimentées par une tension négative de -12 V.

rant qui la traverse sera constant aussi. Or ce courant, dans sa quasi-totalité, traverse le potentiomètre P2 (le courant qui sort par la broche de réglage de IC2 est quasiment nul) ; réciproquement, si le courant qui traverse P2 est constant, la tension à ses bornes l'est aussi.

Poursuivons plus bas, vers les deux diodes D6 et D7 qui provoquent, ensemble, une chute de tension de $-1,25$ V. Entre les bornes de sortie de l'alimentation nous avons donc la somme de trois tensions : la tension aux bornes de P2, la tension aux bornes de la résistance R7+R8, et la chute de tension due aux deux diodes D6 et D7. Les deux dernières tensions sont constantes, elles sont de même valeur et de signe opposé, donc elles s'annulent. Notre tension de sortie sera donc déterminée uniquement par la tension aux bornes de P2.

Si une chute de tension négative se produit aux bornes des diodes D6 et D7, c'est donc qu'un courant les parcourt. Ce courant est d'ailleurs opposé à celui qui traverse P2, auquel les deux diodes font barrière. D'où sort-il ?

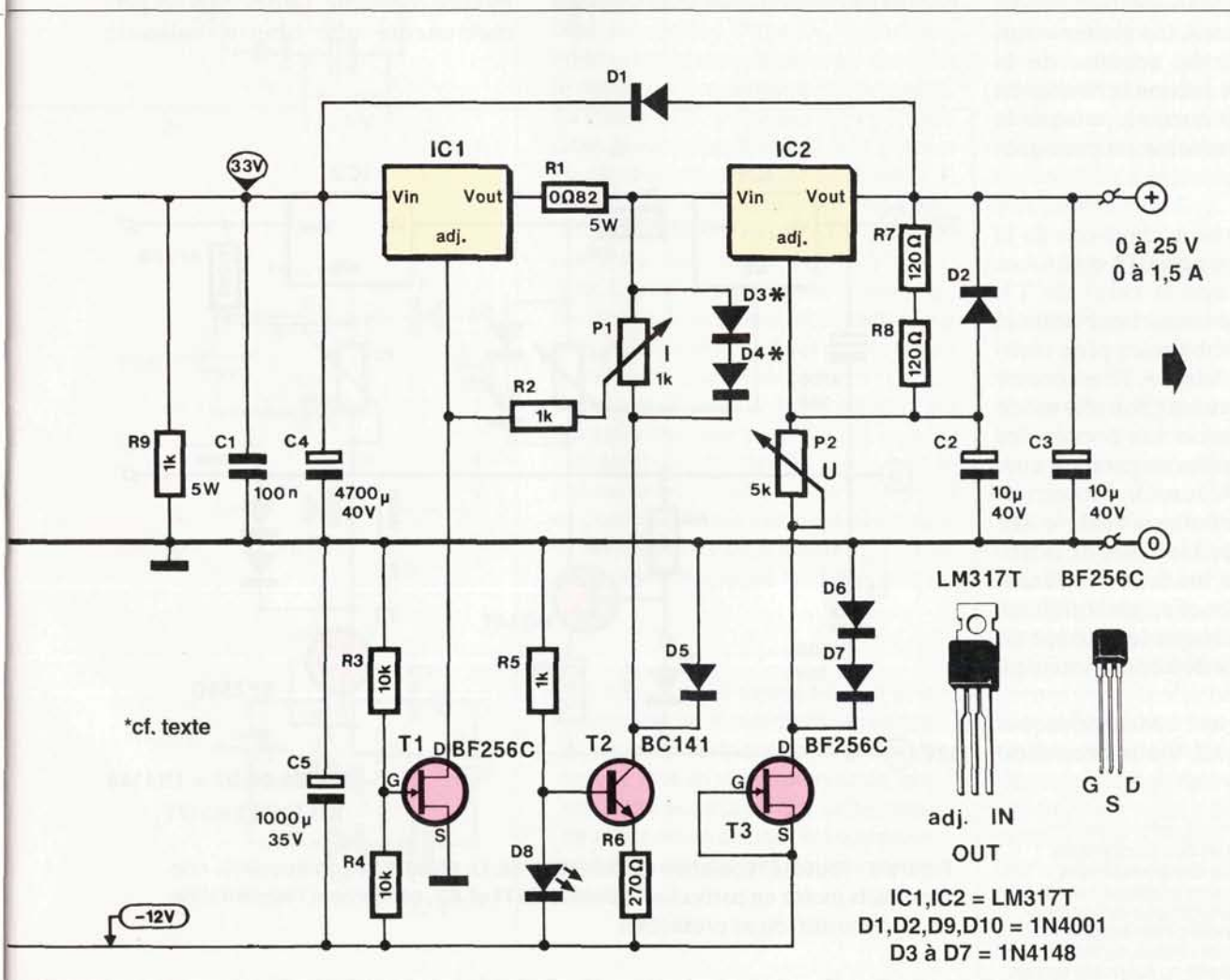
Nous y arrivons : c'est au transistor T3, câblé en source de courant constant (grille et source interconnectées), de le fournir. Ce transistor ne peut donner que ce qu'il a reçu : voilà pourquoi une ligne à -12 V l'alimente. Cette tension n'est pas stabilisée ; T3 s'en accommode et se charge lui-même de la stabiliser.

Si l'on a recours à une tension auxiliaire négative, c'est pour permettre au réglage de P1 de ramener la tension de sortie réellement jusqu'à 0 V (au lieu de $1,25$ V).

un régulateur de tension pour la régulation du courant

Notre second circuit intégré IC1, régulateur de tension de type LM317 comme le précédent, va prendre en charge la régulation du courant de notre alimentation (que cherchez-vous ? La résistance qui permet de prendre la mesure du courant ? Un instant...). Comme IC2, ce régulateur s'efforce de maintenir, entre sa broche de sortie et sa broche de réglage (adj.), une tension

maximale de $1,25$ V. C'est un travail de tous les instants, puisque cette tension dépend, entre autres, de la position du curseur du potentiomètre P1 et du courant de sortie, dont les variations retentissent bien évidemment sur la tension aux bornes de R1 (la résistance de mesure que vous cherchiez). Pour simplifier le problème, donnons à une de nos deux variables une valeur nulle : nous poussons le curseur de P1 en butée vers le haut (de la figure 4, donc résistance nulle). La différence des tensions entre la sortie de IC1 et son entrée de réglage se résume donc à la tension aux bornes de R1. Maintenant, si l'alimentation ne débite pas ou très peu de courant, la tension aux bornes de R1 tend vers zéro, en conséquence de quoi la tension de sortie de IC1 n'est pas limitée. Le régulateur est tout à fait ouvert et nous avons 33 V à l'entrée de IC2. Cette situation change lorsque le courant de sortie dépasse $1,5$ A : comme la chute de tension sur R1 tend à dépasser $1,25$ V, le régulateur entre en action et limite la tension à sa sortie pour maintenir le courant à $1,5$ A.



Nous pouvons maintenant faire varier P1. La tension aux bornes de ce potentiomètre est alors déterminée par la présence des deux diodes D3 et D4 (qui ne sont plus court-circuitées), elle est donc voisine de 1,2 V. Cela signifie concrètement qu'en jouant sur la position du curseur de P1, nous pouvons faire varier la tension entre sortie V_{out} et entrée de réglage *adj.* d'IC1, de la valeur $U_{R1} + 0$ V (curseur en butée en haut) à la valeur $U_{R1} + 1,2$ V (curseur en butée en bas).

Dans tous les cas, IC1 commence à faire baisser sa tension de sortie dès que la différence de tension entre sa sortie et son entrée de réglage tente de franchir le seuil de 1,25 V. Si la résistance de P1 est différente de 0Ω , le seuil est atteint plus tôt et le régulateur abaisse sa tension de sortie (tension d'entrée pour IC2) avant que le courant de sortie n'atteigne 1,5 A. En effet, la tension au bornes de R1 ne peut plus atteindre 1,25 V ($1,5 \times 0,82$). Notre résistance de mesure R1 est obligée de partager les 1,25 V avec P1 et ses deux diodes en parallèle.

Aucun détail ne vous échappe et vous nous dites : « Oui, mais la tension aux bornes de R2 ? » Vous êtes bien pressé, nous y reviendrons. Contentez-vous, pour l'instant, du schéma de la figure 4 ; R2 n'a aucune influence en fonctionnement normal, puisque le courant qui la traverse est pratiquement nul.

Et pendant que nous devisons de la sorte, vous contemplez T2 et trouvez entre son câblage et celui de T3, quelques ressemblances troublantes et quelques dissemblances plus troublantes encore. Mais oui, T2 est encore une source de courant ! Son rôle est de stabiliser la tension aux bornes des deux diodes montées en parallèle avec P1. C'est une mesure de protection nécessaire pour éviter à l'entrée *adj.* d'IC1 de répondre à la baisse de la tension de sortie du limiteur de courant IC1 (c'est là sa fonction ne l'oublions pas !) chaque fois que le courant de sortie menace de dépasser l'intensité de consigne).

Question suivante : « Mais pourquoi une tension de 1,2 V aux bornes de

P1 ? » Cette tension nous permet de limiter le courant de sortie, même quand la consigne est de 0 mA. Rien c'est rien, mais trois fois, c'est déjà pas mal ! Zéro milliampère est inférieur à zéro ampère : quand nous disons 0 A, nous disons implicitement que nous ne sommes pas à 1 mA près. Ceci veut donc dire que le seuil des deux diodes en série doit pouvoir atteindre 1,25 V. Il est malheureusement possible que vous tombiez sur deux diodes dont les tensions de seuil soient inférieures à la valeur moyenne garantie par leur fabricant (dite valeur typique^(**) sur les catalogues). Dans ce cas le courant minimal débité par votre alimentation ne descendra jamais à 0 mA. Pour y remédier de façon certaine, vous aurez recours au subterfuge qui consiste à remplacer une des deux diodes par la jonction base/émetteur d'un transistor BC547, dont le seuil de tension moyen est plus élevé que celui d'une diode 1N4148.

On cause, on cause et les transistors réclament leur pitance. Ce n'est pas parce qu'ils se contentent de tensions non stabilisées que nous devons nous permettre de les passer sous silence.

les tensions non stabilisées

Vous l'aviez remarqué sur les figure 3 et 4 : notre alimentation fait appel à deux tensions non stabilisées. Il n'y aurait là rien à ajouter, si ces tensions n'étaient de polarité négative. Vous pensez qu'avec un transformateur à point milieu et un pont de diodes on pourrait...

Allons, ce n'est d'une alimentation symétrique dont nous avons besoin ! D'ailleurs si nous y recourions, notre tension négative serait beaucoup trop élevée. Non, nous allons nous servir d'une pompe, électronique bien sûr. Pour plus de clarté, nous avons reproduit les composants de cette pompe sur la figure 5. La diode D_b (une des quatre diodes du pont redresseur, voyez la figure 3) et le condensateur C4 les y ont suivis, puisqu'ils participent aussi à la fabrication de notre +33 V. Mettons sous tension. Le condensateur C4 se charge jusqu'à une tension de 33 V et conserve cette charge ; nous pouvons donc, il ne s'en plaindra pas, le remplacer sur les figures 5b et 5c par une force électromotrice constante. Le dessin nous permet encore une liberté, celle de

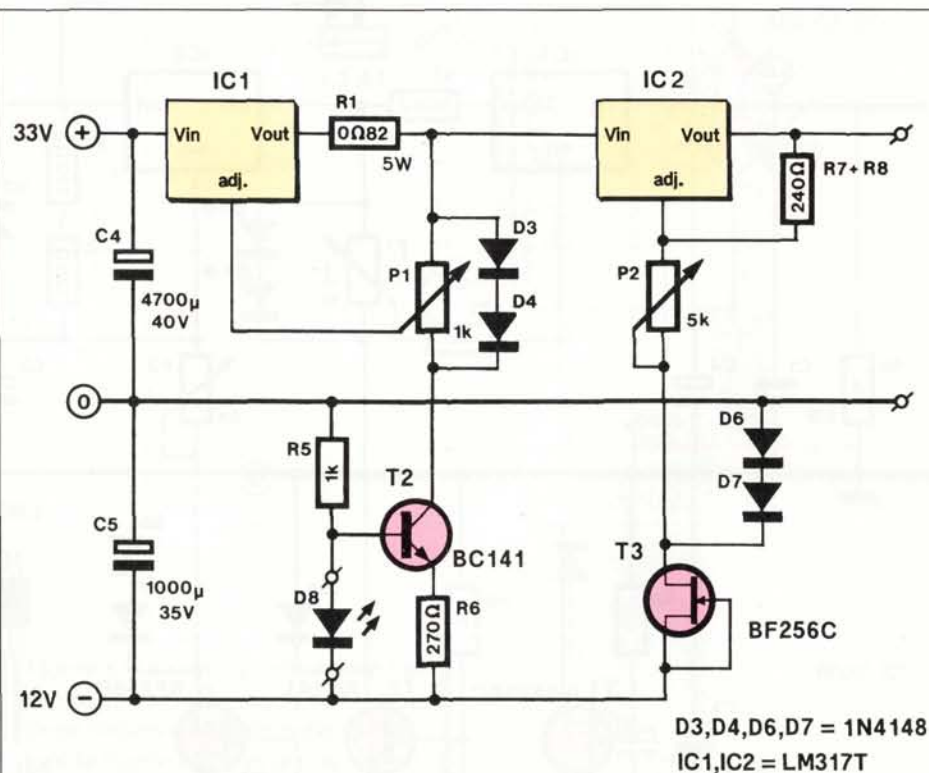


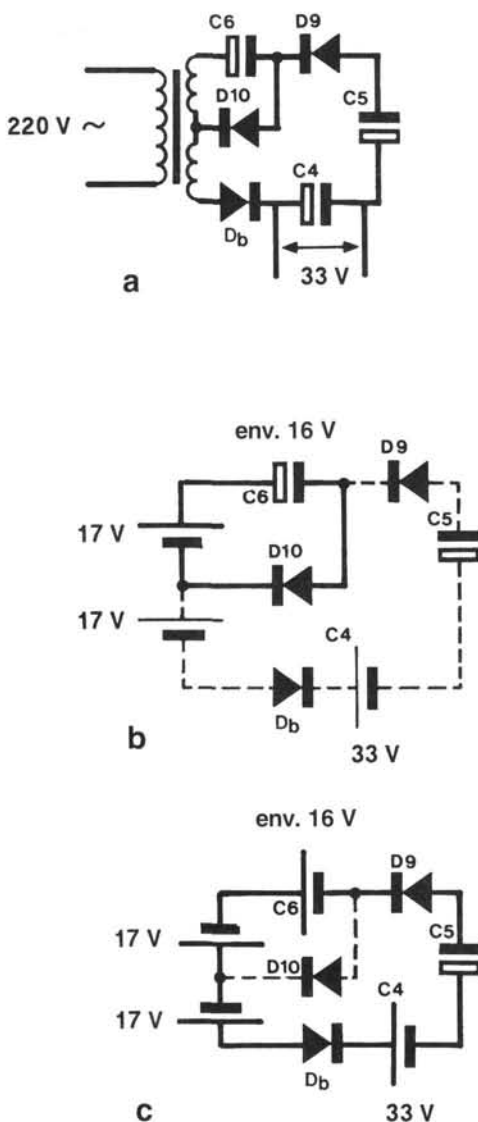
Figure 4 - Toute la régulation est ici présente. La plupart des composants non reproduits (notez en particulier l'absence de T1 et R2), concernent l'alimentation de ce dispositif, ou sa protection.

(**) Les caractéristiques des composants sont dispersées entre certaines limites autour d'une valeur dite « typique ». Il est possible que la caractéristique des composants dont vous disposez s'en éloigne, qu'elle touche une des limites, sans que pour autant l'honnêteté du fabricant soit en cause.

tension de seuil

Lorsqu'un courant traverse une diode dans le sens direct, on appelle seuil de la diode ou tension de seuil, la chute de tension à ses bornes. Cette tension dépend de plusieurs facteurs, entre autres de la matière qui constitue la jonction PN et du courant qui la traverse. Elle est voisine de 0,6 V pour une diode au silicium, et de 0,3 V pour une diode au germanium.

Si la jonction est polarisée dans le sens direct à l'aide d'une tension inférieure au seuil, elle n'est pas conductrice.



remplacer le secondaire du transformateur de la même manière, par deux générateurs de courant continu. Pour tenir compte du fait que le courant circule tantôt dans un sens tantôt dans l'autre, nous avons décomposé notre figure 5a, en une figure 5b, pour une alternance positive, et une figure 5c pour une alternance négative. Commentons : lors de l'alternance positive (5b), les diodes D9 et D6, polarisées en inverse et donc bloquées, ouvrent le circuit qui les contient (en pointillé). La diode D10, polarisée dans le sens direct, conduit et permet au condensateur C6 de se charger. Il établit à ses bornes une tension voisine de la tension maximale délivrée par le transformateur ($\sqrt{2} \approx 16$ V). Pendant l'autre demi-période (figure 5c), les diodes D9 et D6 conduisent à leur tour. Elles mettent en série un certain nombre de sources de tension : C6, les deux enroulements du secondaire du transformateur et C4. Ces quatre forces électromotrices n'ont pas le même sens, en effet celle de C4 est opposée aux trois autres et neutralise la tension du transformateur. La tension s'établit malgré tout aux bornes

de C5, qui est donc chargé par le courant que lui fournit C6.

Nous avons maintenant un condensateur, C6, qui se charge pendant l'alternance positive et qui, pendant l'autre demi-période, fournit sa charge à un second condensateur C5. Malgré d'inévitables pertes qui empêchent la tension aux bornes de C5 d'atteindre la tension maximale régnant sur le transformateur, la tension destinée, rappelons-le, à nos sources de courant atteint un potentiel négatif suffisant pour faire le plein de nos condensateurs. notre contrat est rempli : nous avons -12 V aux bornes de C5 et +33 V aux bornes de C4.

les autres composants

Nous avons mis sur pied nos régulations de courant et de tension et elles sont alimentées. Quelques composants ont encore échappé à notre oeil scrutateur, ils ne perdent rien pour attendre. Pour commencer, prenons les condensateurs C1, C2 et C3. Qu'est-ce que sont-ils (comme on dit à Yeurs) ? Des condensateurs de découplage. La fonction de C1 et C3 est plus précisément d'empêcher que le circuit se transforme spontanément en oscillateur. Celle de C2 est de stabiliser la tension aux bornes du potentiomètre P2 et, par là, la tension de sortie. Quelque chose cloche cependant. Imaginez que votre alimentation soit terminée, vous l'avez essayée, elle vous a donné satisfaction et vous allez la ranger. Vous déconnectez la charge et coupez le jus. Où se videront les condensateurs C2 et C3 ? Vous auriez une tension en sortie de régulateur alors que son entrée ne

Figure 5 - Nous avons bien là une pompe, où un réservoir C6 se remplit lors d'une alternance positive (5b), et refoule vers un autre réservoir C5, lors de l'autre alternance (5c). Cette pompe met à notre disposition la tension négative qu'utilisent les sources de courant.

serait pas alimentée (le condensateur C4 lui, a pu se vider) ?

Oh ! mais cela équivaut purement et simplement à un branchement à l'envers du circuit intégré... Comme cette alimentation n'est pas à usage unique, les deux diodes D1 et D2 éviteront au régulateur cette situation pour le moins scabreuse.

Une autre menace pèse encore sur nos circuits intégrés quand le curseur de P1 est en fin de course en bas. Le circuit IC1 se ferme alors complètement. La conséquence directe en est qu'en principe, aucun courant ne peut plus

circuler à travers T2, dont la tension de collecteur passerait à -12 V. Les diodes D3 et D4 ne peuvent pas empêcher qu'un courant circule maintenant, de l'entrée de IC2 vers le collecteur de T2, courant qui vient en fait du changement de polarité de la tension d'entrée de IC2. Ce régulateur risquerait de dépasser, si la diode D5 ne venait le tirer d'embarras. Dès que le courant cesse de circuler à travers D3 et D4, c'est D5 qui entre en conduction, et la tension d'entrée de IC2 ne tombe qu'à -0,6 V. La mise hors tension nous réserve encore des surprises. Au moment où

notre alimentation est mise au service, il se peut que la tension négative s'effondre plus rapidement que la tension positive. Pendant un temps relativement long, le courant ne passe plus par D6 et D7. Ces deux diodes n'étant légitimement plus en état de conduire, le potentiel à une des extrémités de P2 devient flottant, de sorte que la tension de sortie risque encore d'augmenter pendant un certain temps. Peu d'appareils apprécieront. Cet accident ne se produira pas si, lors de l'effondrement de la tension négative, la régulation de courant est en service. Comment avons-nous résolu ce problème ? Comme d'habitude, d'une façon simple et efficace, en obligeant IC1 à couper les vivres à IC2, avec l'aide de T1. Lorsque la tension négative est présente, la grille du TEC (ou FET) T1 est à -6 V. Cette tension assez négative pour empêcher de conduire un BF256C. Lorsque la tension de -12 V disparaît à la mise hors tension de l'alimentation, la tension grille/source du transistor diminue (elle se rapproche de 0 V). Le transistor T1 va donc se comporter en source de courant et porter l'entrée de réglage de IC1 au potentiel de la masse. Le courant de drain de T1 traverse R2, qui voit ainsi rapidement la tension à ses bornes dépasser 1,25 V. Le régulateur IC1 se met donc en action sur le champ et fait tomber sa tension de sor-

LISTE DES

COMPOSANTS

R1 = 0,82 Ω /5 W
R2, R5 = 1 k Ω
R3, R4 = 10 k Ω
R6 = 270 Ω
R7, R8 = 120 Ω
R9 = 1 k Ω /5 W
P1 = 1 k Ω linéaire
P2 = 5 k Ω linéaire
P3 = 20 k Ω ajustable(*)
P4 = 500 k Ω ajustable(*)

C1 = 100 nF
C2, C3 = 10 μ F/40 V
C4 = 4700 μ F/40 V
C5 = 1000 μ F/35 V
C6 = 100 μ F/40 V

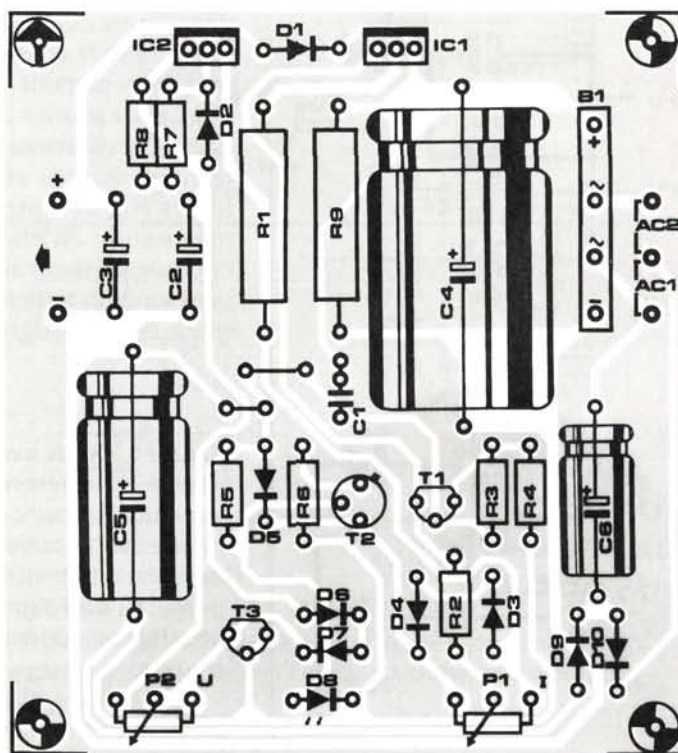
B1 = pont 80 V/2 A, B80C2200
D1, D2, D9, D10 = 1N4001
D3 à D7 = 1N4148
D8 = LED rouge
T1, T3 = BF256C
T2 = BC141
IC1, IC2 = LM317

S1 = interrupteur secteur bipolaire avec lampe témoin (néon)
S2 = inverseur bipolaire(*)
F1 = fusible 300 mA retardé et son support
Tr1 = transformateur 2 $\times$ 12 V/2 A
M1 = galvanomètre 100 μ A(*) à cadre mobile

radiateur pour les régulateurs, 2°C/W (Fisher SK71/75SA, Schaffner WA202-1, Assmann V5433 par exemple) et nécessaire d'isolation.
2 douilles banane pour la sortie (de couleurs différentes)
2 boutons pour P1 et P2
coffret adapté
circuit imprimé

* P3, P4, S2 et M1 ne concernent que les alimentations pourvues d'un instrument de mesure.
(D3 et D4 seront éventuellement remplacées par des 1N4001 ou par la jonction base-émetteur d'un BC547 : voyez le texte.)

Figure 6 - Ce circuit imprimé est dessiné de telle manière que la chute de tension due à la piste de masse n'ait pas d'influence notable sur la tension de sortie.



tie à 0 V. Nous ajouterons, pour en finir avec le point que nous avons soulevé plus haut, qu'en fonctionnement normal, le courant qui traverse la résistance R2 est tout à fait négligeable... Vous voyez où nous voulons en venir ? Pas de courant, pas de chute de tension et le schéma de la **figure 4** décrit donc bien la réalité.

Ainsi nos régulateurs sont protégés et ils ne succomberont pas à la première mise hors tension de l'alimentation. Il vous reste à la construire et ce n'est pas un petit travail.

construction

La construction de cette alimentation sera en effet difficile si vous décidez, comme nous vous le déconseillons, de la câbler sur une plaquette d'expérimentation. Les composants sont trop nombreux et les pistes de masse et du -12 V, un peu particulières. Voyons pour commencer, sur le dessin de circuit imprimé que nous vous proposons (**figure 6**), la ligne de masse. Cette ligne part du pont de redressement B1 vers le condensateur tampon C4, et la résistance R9 qui lui est parallèle. Elle rejoint ensuite la sortie par un détour où elle ne trouve aucune dérivation et aucun composant. Ce n'est qu'une fois la sortie atteinte, qu'elle se ramifie et relie les différents composants. Pourquoi ce détour ? Il

eût été techniquement plus facile au dessinateur (*tout aussi familier de la loi du moindre effort que de la loi d'Ohm*) de relier directement les masses de R3, C1 et la broche médiane (la source) de T1, au pôle négatif de C4. Ça nous aurait déjà fait l'économie d'un pont, non !

Il ne faut pas laisser les dessinateurs dessiner à leur guise, car la loi d'Ohm s'applique aussi aux pistes des circuits imprimés. Si nous avons procédé de la sorte, c'est parce que la piste qui relie le pont de diodes à la sortie est par-

courue par le courant de sortie. La résistance ohmique de cette piste provoquerait donc une faible chute de tension. Une ondulation pourrait en résulter, surtout en cas d'instabilité de la charge. En « détournant » ainsi la piste, nous évitons ce problème : IC2 réglera la tension *en aval* de l'éventuelle chute de tension due à la piste. Ceci implique que la tension de la sortie « plus » présente exactement la même ondulation que la tension de la sortie « moins » : comme l'écart de potentiel entre ces tensions est constant, nous aurons en sortie une tension parfaitement lisse.

Vous allez maintenant souder les composants sur le circuit imprimé. Comme vous ne manquez pas trop d'expérience ou que vous vous faites aider, vous ne vous tromperez pas de sens en soudant les condensateurs électrochimiques, et ne câblerez pas les semi-conducteurs de travers. Si vous n'avez pas oublié les deux ponts de fil (appelez-les *straps* si vous voulez), vous pourrez procéder aux essais. Prenez garde cependant : votre circuit n'est pas en mesure de fournir le maximum de courant pour l'instant, tant que les régulateurs ne sont pas équipés de leur indispensable radiateur. La conclusion de vos essais est positive, vous allez donc habiller votre montage (reportez-vous à la **figure 7**). Pour commencer, vous ouvrirez sur l'arrière de votre coffret une fenêtre, où viendra se loger un radiateur de 12 cm sur 7 cm. Vous percerez ensuite la face avant, en vous aidant par exemple du dessin de la **figure 8**. Les orifices de fixation du transformateur et du cir-

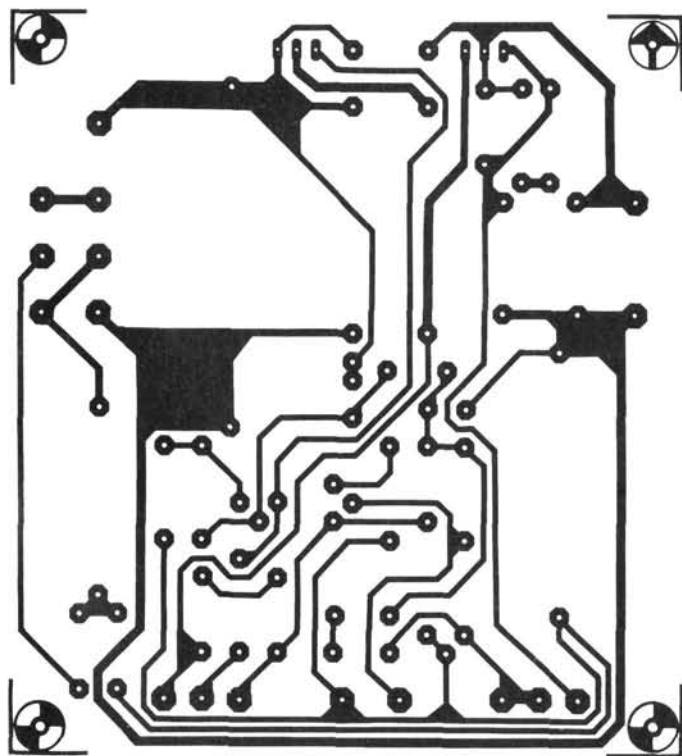
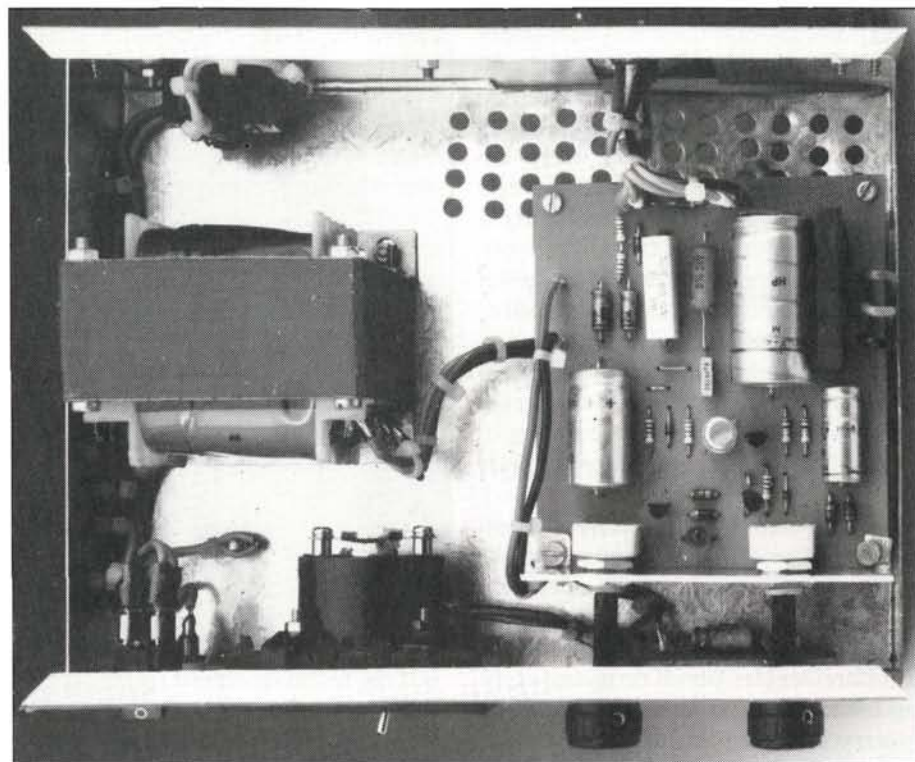


Figure 7 - Les entrailles de notre prototype.

cuit imprimé seront évidemment pratiqués sur le plancher de la boîte. Vous pourrez mettre le circuit imprimé à la hauteur du radiateur, en utilisant des entretoises par exemple, mais il est aussi permis de raccorder les deux circuits intégrés au circuit imprimé par des fils. Quel que soit votre choix, vous isolerez bien vos LM317 en les fixant (canon isolant pour la vis et feuille de mica collée avec un peu de graisse aux silicones entre le régulateur et son radiateur), puisque leur languette de refroidissement est reliée à la broche de sortie (pour mémoire : lorsque la languette de refroidissement d'un composant est reliée électriquement à l'une des broches, il s'agira toujours et en toute logique de celle des broches qui aura le plus de puissance à dissiper). L'ensemble sera finalement câblé. Faites-le aussi proprement que possible, vous éviterez ainsi les erreurs qui sont le comble (et souvent la conséquence) de l'horreur. L'horreur est en outre toujours difficile à dépanner.

contrôle visuel de la tension et du courant

Cette alimentation ainsi terminée, manquerait de quelque chose de bien utile, si vous ne l'équipiez d'un instrument de mesure à demeure. La figure 9 vous montre comment procéder. Le dispositif, tel qu'il est dessiné (inverseur S2 sur P4 et IC2), affichera



la tension. L'appareil de mesure, en série avec P4, est alors branché *en parallèle* sur la sortie. Le courant qui le traverse est déterminé par le niveau de la tension de sortie et par la valeur de P4. La résistance de ce potentiomètre sera ajustée de telle manière que, pour une tension de sortie maximale, vous obteniez la pleine déviation de l'aiguille.

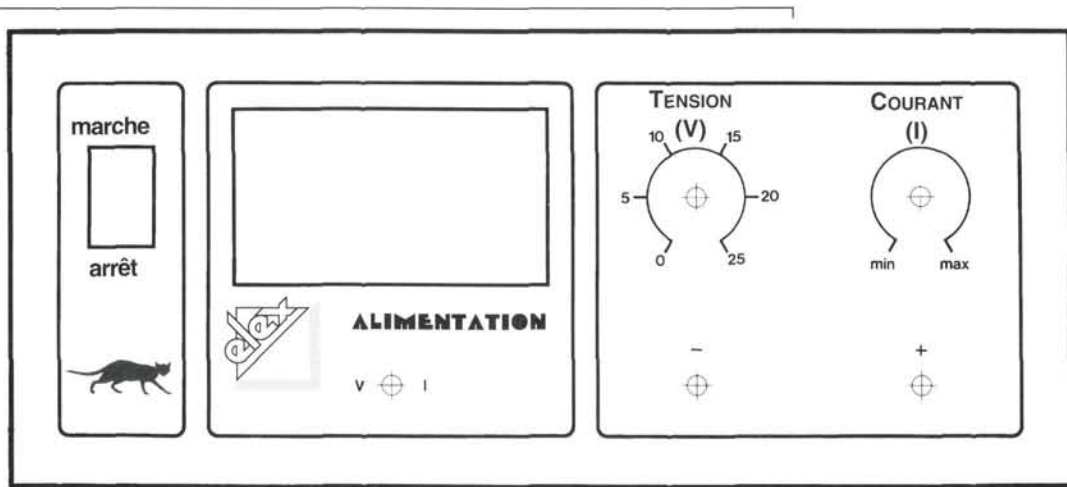
Vous inverserez la position de S2, qui viendra en série avec P3 et en parallèle avec R1. Comme nous l'avons vu en son temps, la tension aux bornes de cette résistance dépend du courant de sortie. La mesure de cette tension nous donne donc l'intensité du courant de sortie. Il suffira de fixer la valeur de P3 de telle façon, que pour le maximum de courant débité par l'appareil, le galvanomètre affiche 100 μ A. Avant la

première mise sous tension, vous aurez soin de mettre vos potentiomètres au maximum (ou à mi-course, sans trop de risque), ceci pour éviter à votre appareil de mesure une mort prématurée.

Deux échelles calibrées sont nécessaires. L'une de 0 à 25 V et l'autre de 0 à 1,5 A, à dessiner sur le même cadran. Il faudra ouvrir le boîtier du galvanomètre pour y installer votre nouveau cadran, opération risquée car le moindre faux mouvement détruira la fragile suspension du cadre mobile. Vous serez prudent. Faites ce travail-là à tête reposée.

Nous vous proposons sur la figure 8 le dessin de face avant avec cette extension. Si vous décidez de vous passer de galvanomètre, il suffit de laisser fer-

Figure 8 - À partir de ce modèle de face avant vous pourrez réaliser une façade de coffret à votre goût, avec ou sans galvanomètre.



mée la fenêtre prévue sur la figure 8 ; nous vous recommandons de disposer d'ores et déjà les autres organes de telle façon que l'adjonction ultérieure d'un galvanomètre ne pose pas trop de problèmes mécaniques.

sécurité

La liaison que cette alimentation entretient avec le secteur pourrait devenir orageuse, si vous négligiez de prendre quelques précautions élémentaires. Nous vous conseillons donc de porter votre attention sur les points suivants :

1. - Utilisez un cordon de raccordement au secteur pourvu d'un fil vert/jaune, que vous raccorderiez à la terre de votre prise.
2. - Si vous n'équipez pas votre appareil d'une embase mâle à trois pôles (phase, neutre et terre) avec porte fusible incorporé, ce qui est encore mieux, vous aurez soin de fixer solidement votre cordon bien isolé, à l'aide d'une ou deux barrettes de plastique par exemple. Si vous ne voyez pas ce que nous voulons dire, prenez modèle sur un appareil ménager, les cordons de fers à repasser, par exemple, résistent particulièrement bien à la traction.
3. - Soudez solidement vos fils sur les cosses et utilisez des manchons de gaine thermo-rétractile, par exemple, pour isoler toutes les parties accessibles.
4. - Respectez, entre les arrivées du secteur au primaire et toutes les parties métalliques, une distance minimale de 3 mm.
5. - Utilisez, pour câbler, du fil souple de $0,38 \text{ mm}^2$ au moins.
6. - Si votre transformateur n'est pas de classe E (tension d'isolement primaire/secondaire de 4000 V, conforme

à la norme VDE 0551), vous relierez la masse de votre circuit à la terre du secteur. Si le transformateur est de cette classe (double-isolement), cette mesure n'est pas nécessaire.

7. - Toutes les parties métalliques du boîtier devront être reliées à la terre. C'est pourquoi nous vous conseillons, pour l'interrupteur secteur, d'utiliser un modèle dont le levier ne soit pas conducteur.

Vous pouvez maintenant recopier sur la face arrière de votre appareil, l'une ou l'autre des étiquettes que nous vous proposons sur la figure 11 : en 11a si votre transformateur est de classe E et en 11b s'il ne bénéficie pas du double-isolement.

Bien que le LM317 soit un excellent circuit intégré, il a quand même ses limites. La plus gênante est qu'il ne peut dissiper que 15 W. Cela tient à ce que le courant de sortie, pour une tension de 5 V, ne peut pas dépasser 0,5 A (la tension à ses bornes sera de $(33 - 5 \text{ V})$ et le courant, $15 \text{ W} / 28 \text{ V} = 0,5 \text{ A}$). Par chance, le LM317 est protégé contre les surcharges thermiques, et coupe sa tension de sortie quand la température critique est dépassée. Dès que celle-ci redevient supportable, la tension est aussitôt rétablie.

Le but de la LED D8 est de maintenir la base de T2 à une tension constante. Comme elle est électroluminescente, elle sert de témoin du fonctionnement de l'alimentation. Le néon dont peut être équipé l'interrupteur de mise sous tension fait donc double emploi, et vous pourrez vous en passer.

Sur les photos de notre prototype vous noterez la présence d'une borne de terre. Cette borne est d'un usage très rare, nous ne l'avons donc pas gardée pour le projet final.

Enfin, comme nous l'avons vu plus haut, la classe de votre transformateur

KITS
COMPOSANTS
CAPTEURS
MESURE
OUTILLAGE
ACCESSOIRES

EURO-COMPOSANTS
4, route nationale • BP13
08110 BLAGNY
tél: **24 27 93 42**
fax: **24 27 93 50**
**nouveau catalogue 1992 :
40 F franco**

LA HI-FI !
UNE AUTRE DIMENSION
AVEC DES GRANDES MARQUES TELLES QUE
NAD • JMB-LAB • KOSS •
GELHARD ELITONE • INFINITY
SANS OUBLIER LES NOMBREUX CHOIX
DE COMPOSANTS, KITS, ALARMES,
INFORMATIQUE, ANTENNE, CB ETC.

ÉLECTRONIQUE 2000
84300 CAVAILLON
109, Av. J. Jaurès
Tél : **90.71.46.93**

**LES CARRÉS
D'ADRESSES**
COMPOSANTS ▲ OUTILLAGE
CATALOGUES ▲ KITS ▲ MATÉRIEL

(simple isolement) peut vous obliger à relier la masse du circuit à la terre. Si vous groupez cette alimentation avec une autre, pour obtenir une tension symétrique, il est possible que cela crée des problèmes, car l'une des deux alimentations sera court-circuitée.

886098

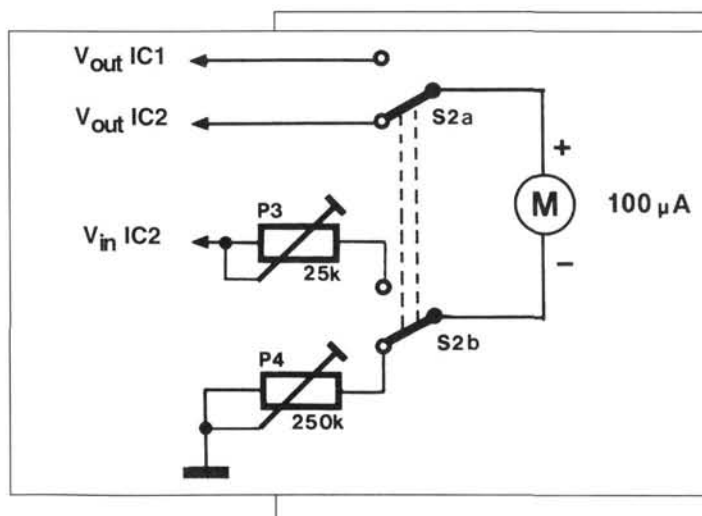
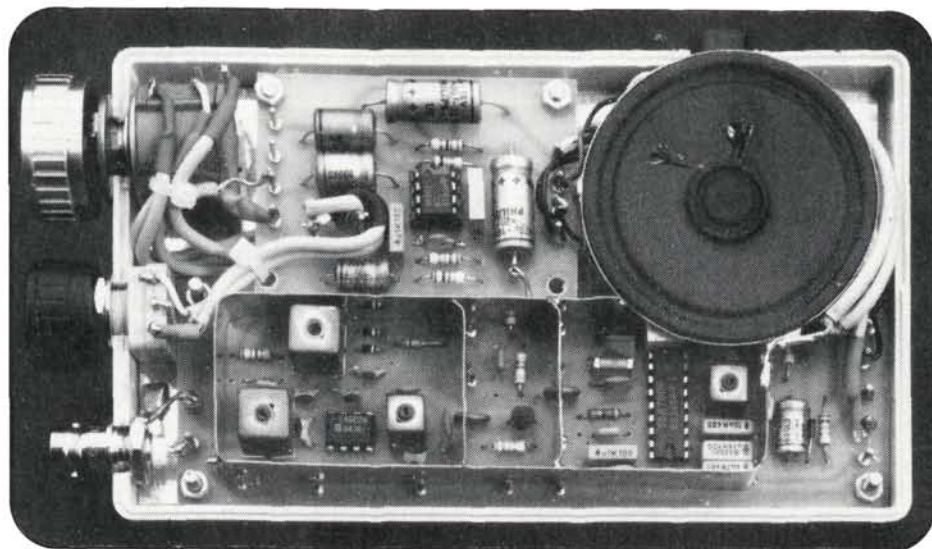


Figure 9 - Ce montage vous permettra d'équiper votre alimentation d'un instrument de mesure à demeure. Nous avons dessiné ici l'inverseur S2 en position voltmètre. Vous noterez que le potentiomètre ajustable P4 aurait la bonne valeur si, en fin de course, sa résistance était un peu supérieure ou égale à 250 kΩ. Comme la tolérance sur ces

composants est, en général, de 20% vous devrez prendre un potentiomètre de 470 kΩ. Si vous réglez les deux ajustables à mi-course, vous n'aurez qu'à les tourner un tout petit peu lorsque vous étalonneriez votre contrôleur. L'ajustable P3 ne devra pas être inférieur à 22 kΩ, valeur qui convient parfaitement.



La liaison sans fil se compose de l'émetteur que nous avons décrit le mois dernier, du récepteur que nous décrivons ici et d'un compresseur qui sera au menu du mois prochain.

deuxième partie : le récepteur

microphone sans fil

L'émetteur ne travaille pas en « pirate » sur l'une ou l'autre bande de radiodiffusion, mais sur la bande réservée à cet usage. Comme aucun récepteur ordinaire n'est prévu pour cette gamme d'ondes, nous en avons étudié un, plutôt spécial : double superhétérodyne, sensibilité

de $0,7 \mu\text{V}$ (!), accordable sur la bande de 35 à 40 MHz. La construction reste relativement simple grâce à l'utilisation de trois circuits intégrés spécialisés. La conception d'un ensemble de liaison sans fil comme celui-ci donne lieu à plusieurs choix. Il est possible, naturellement, d'aborder le problème avec

un oeil professionnel, pour aboutir à un émetteur très complexe, donc difficile à miniaturiser, et à un récepteur de la taille d'un amplificateur HiFi. Si nous voulons un récepteur minuscule, aux caractéristiques tout juste moyennes, alimenté par une pile, il ne restera pas grand-chose la portée de

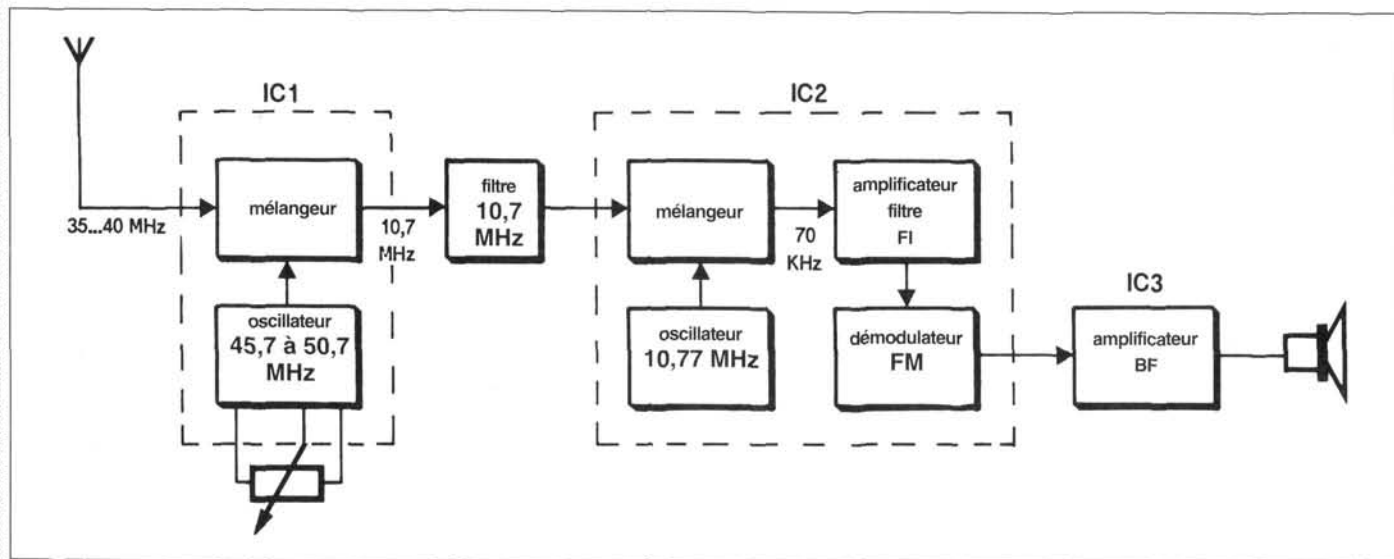


Figure 1 - Le récepteur à double changement de fréquence peut être considéré comme un tandem de superhétérodynes.

l'ensemble, à moins d'amener à des valeurs aberrantes la puissance de l'émetteur. La bonne solution, comme souvent, se situe dans un juste milieu. Nous avons opté pour un émetteur de puissance raisonnable, associé à un récepteur de sensibilité élevée. Il est évident qu'un récepteur à circuit intégré unique ne peut pas convenir. Il ne s'agira pas non plus, cependant, d'un récepteur énorme et complexe.

Nous allons le voir avec le schéma qui suit. D'abord les grandes lignes : il s'agit d'un superhétérodyne à double changement de fréquence, dont la sensibilité est exceptionnelle puisqu'elle est de $0,7 \mu V$ pour un rapport signal/bruit de 30 dB.

Comme le récepteur se résume à 3 circuits intégrés et 2 transistors, ses dimensions sont réduites.

Du fait de sa bande passante réduite, le récepteur double superhétérodyne est sélectif

Enfin la construction est simple, grâce à un circuit imprimé simple face avec plan de masse, et le réglage est facile.

double superhétérodyne

Le superhétérodyne a déjà été examiné dans nos colonnes. Rappelons simplement qu'il s'agit d'un récepteur qui exploite les qualités d'un amplificateur accordé sur une fréquence dite fréquence intermédiaire, obtenue par le mélange du signal incident (celui de l'antenne) avec un signal de fréquence proche (celui de l'oscillateur local). L'amplificateur accordé donne un gain maximal pour la fréquence à recevoir et les filtres rejettent toutes les fréquences indésirables. Après amplification, c'est le signal à fréquence intermédiaire qui est démodulé pour restituer le signal à basse fréquence. Le gain élevé apporte une grande sensibilité, cependant que le filtrage garantit

une bonne sélectivité, c'est-à-dire la faculté de séparer deux signaux incidents de fréquence proche.

Comme le nom le laisse supposer, le double superhétérodyne est constitué de deux superhétérodynes connectés l'un derrière l'autre. Quels avantages peut-on espérer en tirer ? L'intérêt principal est que la deuxième fréquence intermédiaire peut être choisie assez basse pour que les filtres soient à bande passante étroite. Il en résulte un ensemble de bande passante réduite, donc beaucoup plus sélectif que le superhétérodyne « simple ».

La figure 1 représente le schéma synoptique de notre récepteur. Le

double changement de fréquence saute aux yeux immédiatement, du fait de la présence de deux oscillateurs et de deux mélangeurs. Suivons le trajet du signal de gauche à droite, comme d'habitude. Le signal capté par l'antenne, de fréquence comprise entre 35 et 40 MHz, est appliqué

au premier mélangeur. L'autre entrée du mélangeur reçoit le signal du premier oscillateur local, comprise entre 45,7 MHz et 50,7 MHz. C'est la variation de cette fréquence qui permet d'accorder l'oscillateur. Quelle que soit la fréquence de l'oscillateur local, la fréquence résultant du mélange sera de 10,7 MHz.

Après filtrage, la fréquence intermédiaire de 10,7 MHz est appliquée à l'entrée du deuxième mélangeur, avec celle du deuxième oscillateur local, de 10,77 MHz. La deuxième fréquence intermédiaire, de 70 kHz seulement (vous aviez fait le calcul), est filtrée, amplifiée, et enfin démodulée.

Un amplificateur à basse fréquence tout ordinaire complète l'ensemble.

Reconnaissons que le double superhétérodyne n'est pas un récepteur tout simple. Pour rassurer ceux qui commencent à prendre peur, signalons que les cadres pointillés représentent des circuits intégrés et que l'amplificateur BF est réalisé lui aussi avec un circuit intégré, ce qui simplifie la construction.

le schéma

Le schéma de principe de la figure 2a commence par le circuit oscillant L1/C1, qui sera accordé sur la fréquence désirée (35 à 40 MHz). La prise d'entrée, à l'extrême gauche, recevra l'antenne. Le circuit intégré utilisé ensuite, de type NE 602, est spécialement conçu pour ce genre d'application : il renferme dans son petit boîtier noir un oscillateur et un mélangeur. Il ne demande, comme composants extérieurs, qu'un circuit oscillant et un filtre de sortie. Le filtre est constitué de L3, C6, C7 et C8, le circuit oscillant de L2 et D1. La diode D1 est du type varicap. C'est elle qui tient lieu de condensateur dans le circuit oscillant et qui permet de l'accorder sur la fréquence voulue. La tension continue qui détermine la capacité de la diode, donc la fréquence du circuit oscillant, est fixée par le potentiomètre P1. Ce potentiomètre est alimenté à tension



constante par D3 et T2. Cette petite complication évite toute variation indésirable de la tension et de la fréquence.

Revenons à IC1. Le filtrage de son signal de sortie par L3 et les condensateurs est loin d'être suffisant. C'est pourquoi il est filtré par les deux filtres céramiques FL1 et FL2. Comme il n'y a pas de filtrage sans perte, le niveau du signal est maintenu à la valeur convenable par l'étage amplificateur T1.

Nous voici à la sortie du premier superhétérodyne et à l'entrée du deuxième. Le schéma synoptique nous montre qu'il est contenu tout entier dans un circuit intégré, IC2, de type TDA 7000. Nous n'examinerons pas ses entrailles par le menu, il nous suffit de savoir qu'il comporte l'oscillateur et le mélangeur dont nous avons besoin. Si nous n'avions eu besoin que de cela, le NE 602 aurait fait l'affaire. Or nous avons besoin aussi d'un amplificateur à fréquence intermédiaire et d'un démodulateur. Le TDA 7000 contient tout cela, c'est un récepteur complet. Nous aurons l'occasion de vous en présenter une autre application, moins exigeante que celle-ci, pour la réception de la bande de radio-diffusion en modulation de fréquence.

Le signal disponible à la sortie (au point F) est audible avec un écouteur d'impédance pas trop faible (quelques centaines d'ohms). Comme nous voulons présenter un récepteur complet, nous avons prévu (figure 2b) un amplificateur BF simple qui permet de fournir à un petit haut-parleur de 8 Ω une puissance de 250 mW. Il est organisé autour d'un circuit intégré bien connu, le LM1895 (bien connu car il est utilisé depuis des années par de nombreux constructeurs de magnétophones à cassettes). N'importe quel autre amplificateur BF pourrait convenir, pourvu que son gain en tension soit de 10 à 15 et qu'il se contente d'une tension d'alimentation comprise entre 6 V et 9 V.

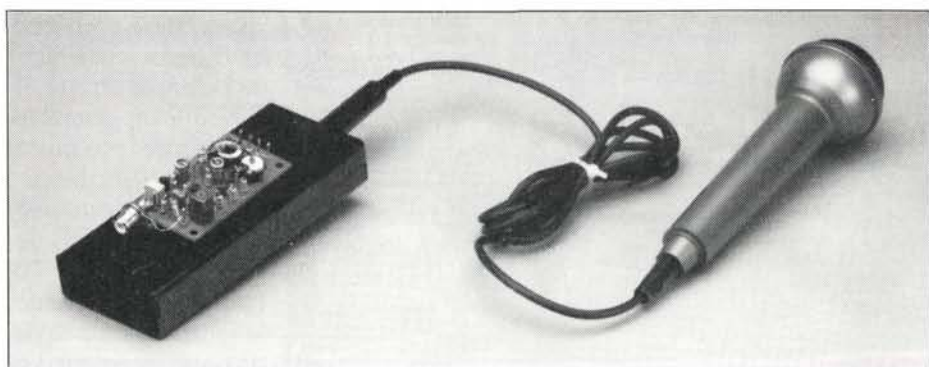
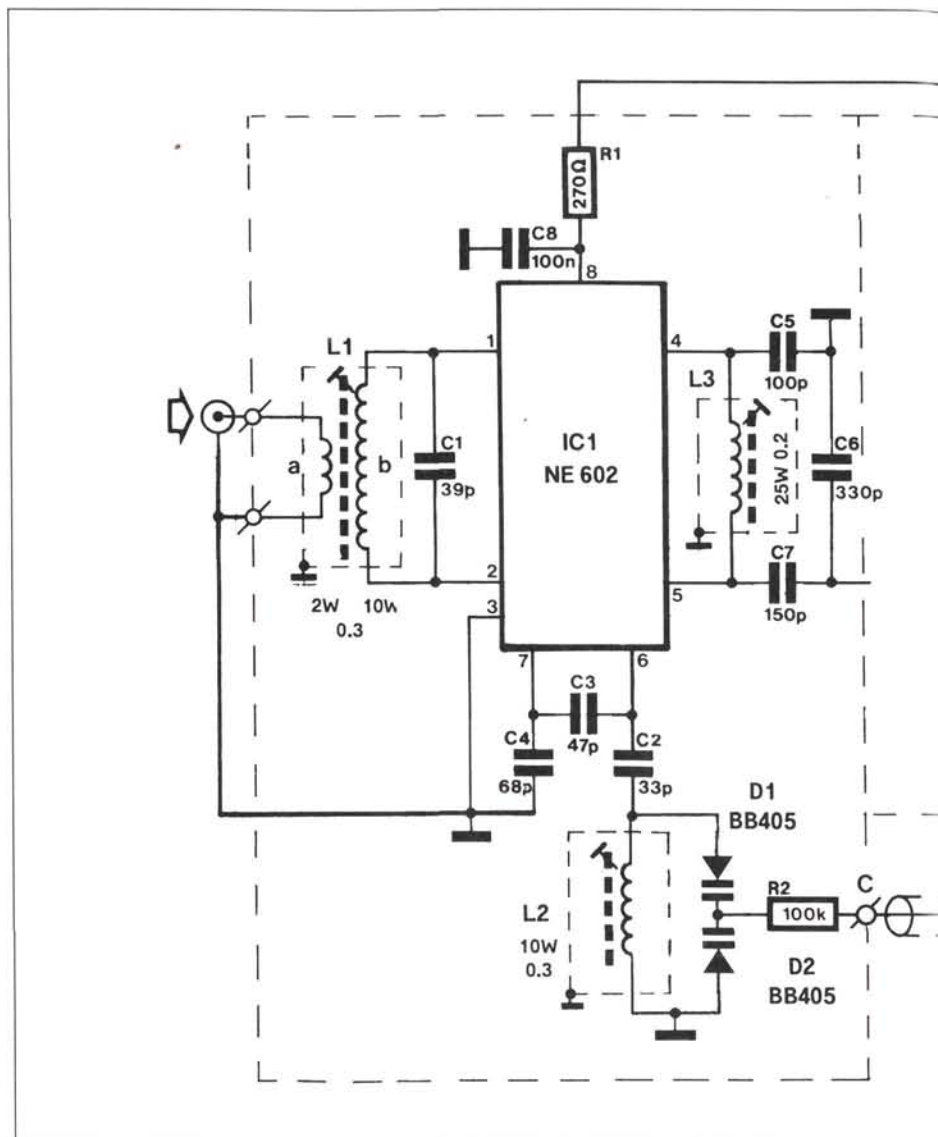
la construction

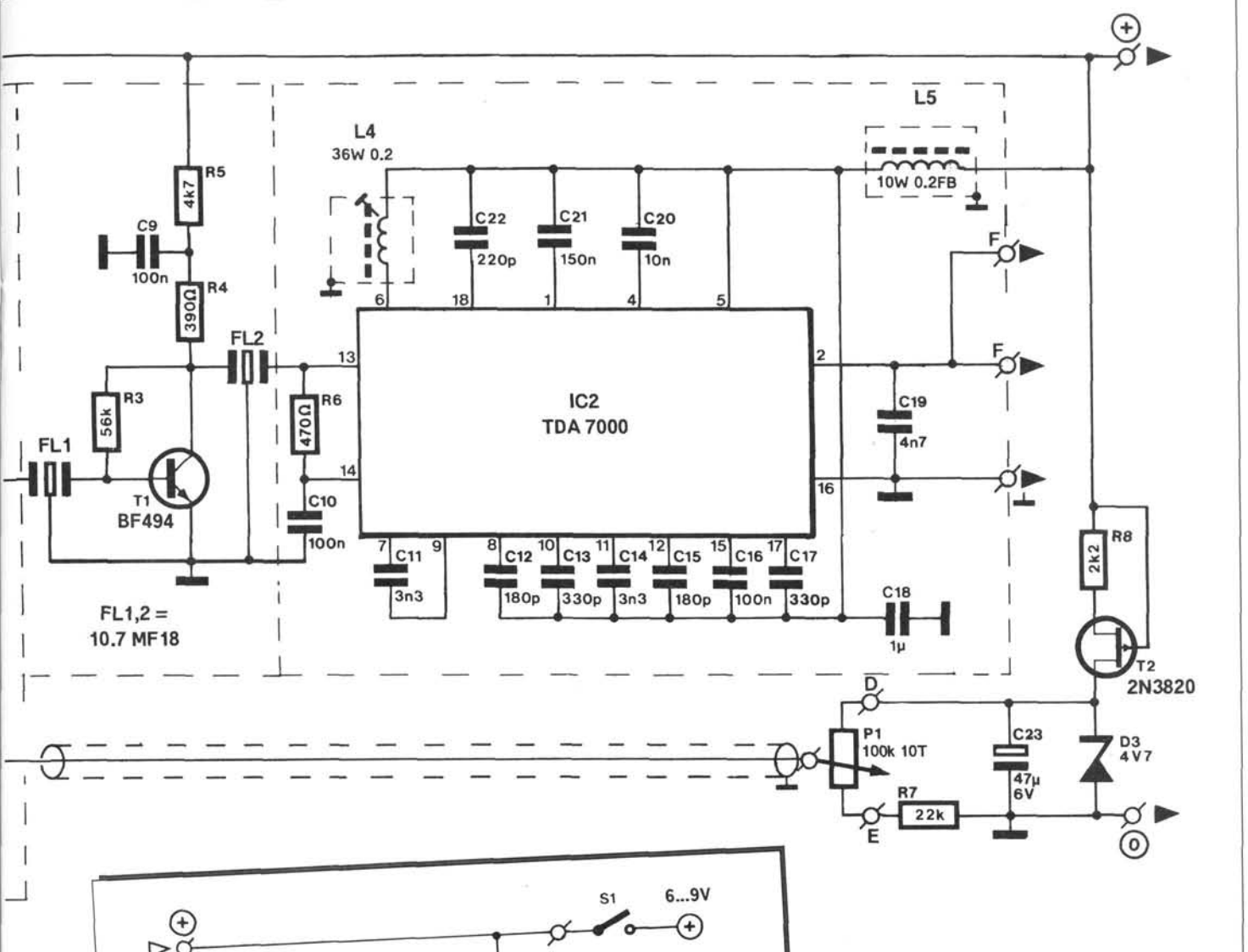
Il n'aurait pas été raisonnable, compte tenu de la miniaturisation nécessaire, de construire le récepteur sur des platines d'expérimentation. D'autre part, les hautes fréquences rendent souvent nécessaire un blindage soigné. Voilà assez de bonnes raisons pour que

nous proposons un dessin de circuit imprimé, celui de la figure 3. L'implantation des composants n'est pas exagérément difficile mais appelle quelques remarques. Si la partie amplificateur BF doit être séparée du récepteur, il faut qu'elle le soit, à la scie à métaux, avant le début du câblage. Vous pouvez aussi utiliser un autre amplificateur ou raccorder la sortie de votre récepteur à une entrée « auxiliaire » de chaîne HiFi ou à une table de mixage.

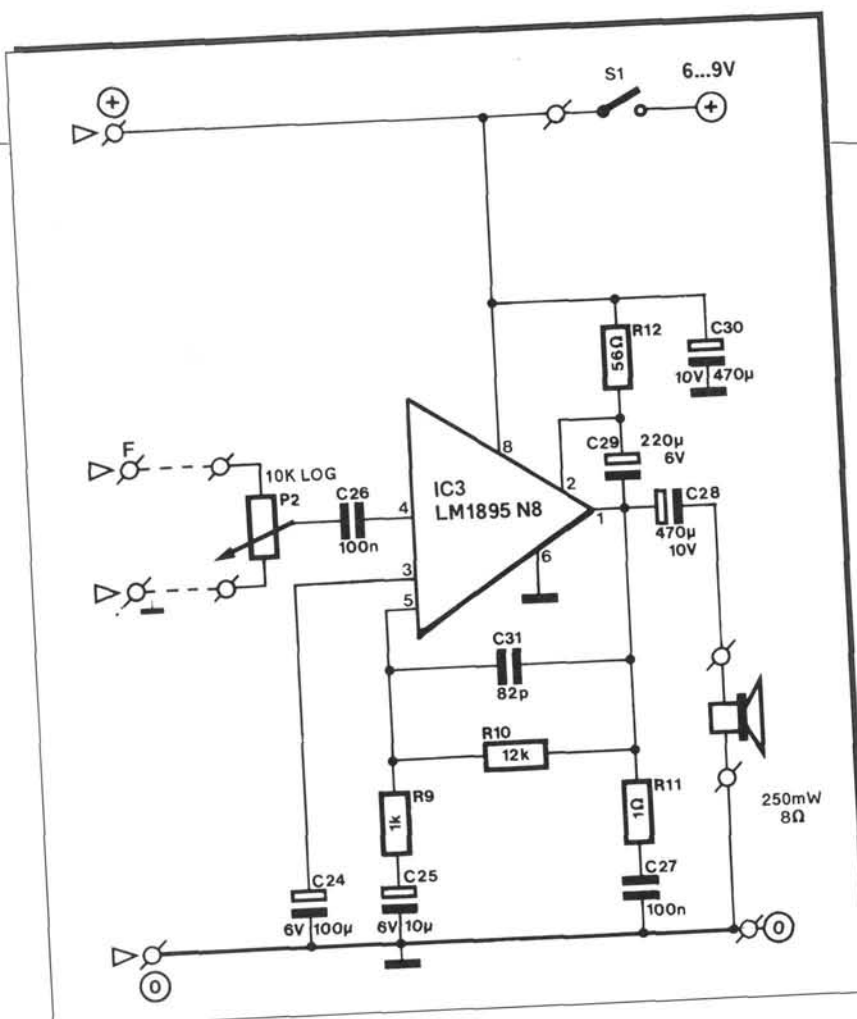
Si vous utilisez le récepteur et l'amplificateur ensemble, il suffit de ne pas séparer les platines et de relier par des ponts les points de connexion qui se font face. Dans le cas où les deux platines sont montées à une certaine distance, il faut relier la sortie du signal (côté récepteur) à l'entrée (côté amplificateur) par du fil blindé, et le blindage à la masse.

Nous n'avons pas encore parlé des cadres pointillés de la figure 2a. Il





↑ Figure 2a - Les pointillés ne correspondent pas à ceux du schéma synoptique, ils représentent les blindages indispensables à un fonctionnement correct. Le circuit intégré TDA 7000 est utilisé ici dans une configuration différente de celle que lui a prévu son fabricant, mais il s'en tire assez bien.



← Figure 2b - Les schémas d'amplificateurs BF sont légion, dans nos colonnes aussi. Celui-ci est simple : il correspond à la note d'application du fabricant ; il est fiable : de nombreux industriels l'utilisent pour des magnétophones à cassettes de grande série. Lors de la construction, veillez à respecter la polarité des condensateurs électrochimiques.

les réglages

s'agit de blindages dont on retrouve la trace, en pointillés aussi, sur le plan d'implantation de la figure 3. Leur rôle est d'empêcher toute interaction d'un étage sur l'autre. Ils ne sont pas difficiles à réaliser : les points gras du plan d'implantation représentent des picots à souder contre lesquels viennent des bandes de fer-blanc. La hauteur du blindage dépend de celle du coffret mais elle ne devrait pas être inférieure à 1 cm.

Pour le reste, les règles habituelles s'appliquent : faites des soudures propres, ne chauffez pas les composants trop longtemps, et montez les semi-conducteurs en dernier.

Et les bobines ? Les bobines vous font peur, c'est bien connu. Pas de quoi s'enfuir en courant, pourtant. La dernière, L5, est la plus simple à réaliser. Elle comporte 10 spires de fil de 0,2 mm de diamètre sur une perle de ferrite. Comptez bien : pour 10 spires il faut passer le fil 11 fois dans le trou. Les quatre autres sont réalisées sur des mandrins de marque NEOSID, comme celui qui est représenté en éclaté sur la **figure 4** ; L3 et L4 sont du type 7F, L1 et L2 du type 10V1. Ce dernier type se distingue de l'autre par l'absence de pot en ferrite autour du bobinage.

L'idéal serait de loger le récepteur dans un coffret métallique, mais un modèle en plastique fait l'affaire à condition que le fond et le couvercle soient garnis d'un blindage. La solution la plus simple est d'y coller une feuille d'aluminium ménager. La **figure 5** donne une idée de la disposition de notre prototype. La photo montre aussi, mieux qu'un long discours, la façon de disposer les blindages sur la platine du récepteur.

Pour finir, quelques mots sur l'alimentation. Notre prototype est doté d'une alimentation séparée, mais il est possible de l'alimenter par une pile si vous prévoyez un coffret qui puisse la contenir. Une pile alcaline de 9 V fournira pendant 20 heures les 20 mA que consomment ensemble le récepteur et l'amplificateur à volume modéré. Il est possible aussi de prévoir quatre piles bâton de 1,5 V (donc 6 V) qui donneront 50 heures de fonctionnement.

À vous de choisir.

Avant de commencer les réglages, il faut prévoir une antenne sérieuse, comme pour l'émetteur. Puisque, en général, le récepteur peut être disposé à poste fixe, rien n'empêche de le doter d'un fouet de deux mètres environ. Si la place manque, une antenne TLC (Top Loaded Coil) comme celle de l'émetteur est une bonne solution.

Le réglage se fera en deux temps, très simplement. Tout d'abord il faut prélever le signal à fréquence intermédiaire sur un poste de radio à modulation de fréquence réglé sur une station puissante, et l'injecter au point commun de C6 et C8. Il faudra chercher un peu, sur le poste de radio, le point convenable*, juste avant le démodulateur, où prélever le signal. Les masses des deux appareils sont reliées, et le signal est transmis par un condensateur de 100 pF environ. Avec un écouteur ou l'amplificateur BF branché à la sortie, il suffit de régler L4 pour obtenir la réception la plus puissante. C'en est terminé du réglage du deuxième superhétérodyne, le TDA 7000, et vous pouvez débrancher le poste de radio.

Pour le réglage du premier superhétérodyne, il faut faire appel à l'émetteur décrit le mois dernier. L'émetteur et le récepteur seront réglés sur le milieu de la bande (37,5 MHz). Le réglage de L2 permet de déterminer la plage couverte. Accordez ensuite le

**In english : the suitable place (private joke).*

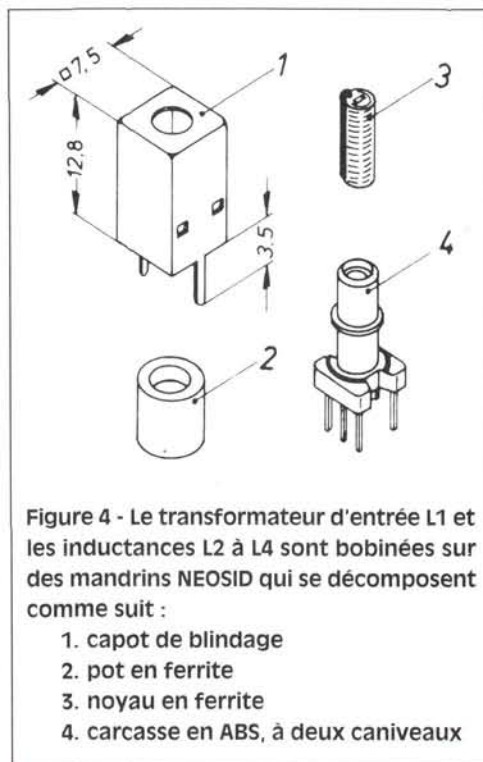
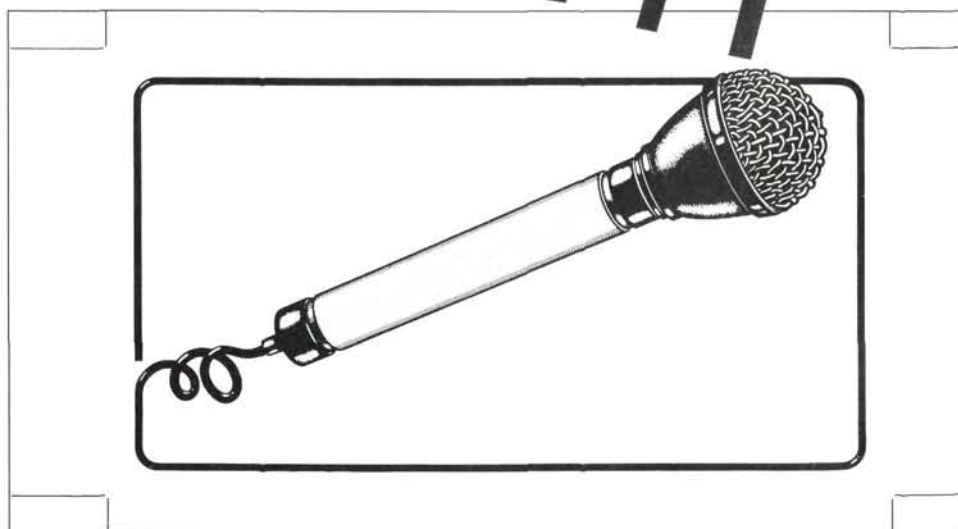
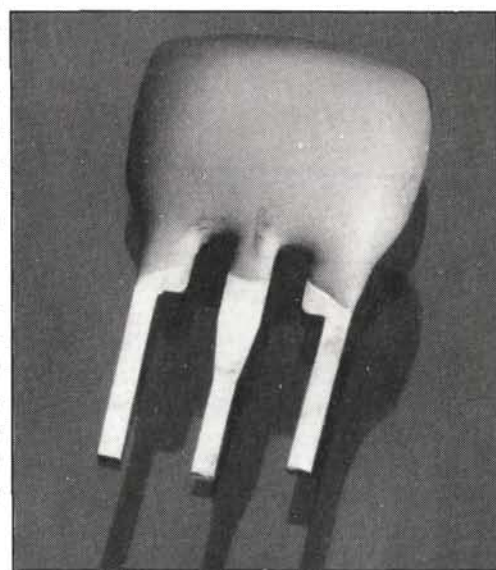


Figure 4 - Le transformateur d'entrée L1 et les inductances L2 à L4 sont bobinées sur des mandrins NEOSID qui se décomposent comme suit :

1. capot de blindage
2. pot en ferrite
3. noyau en ferrite
4. carcasse en ABS, à deux caniveaux

Figure 6 - Il y a seulement quelques années, il était impossible d'imaginer un filtre à 10,7 MHz dans un boîtier aussi petit.



composants

liste des

R1 = 270 Ω
 R2 = 100 k Ω
 R3 = 56 k Ω
 R4 = 390 Ω
 R5 = 4,7 k Ω
 R6 = 470 k Ω
 R7 = 22 k Ω
 R8 = 2,2 k Ω
 R9 = 1 k Ω
 R10 = 12 k Ω
 R11 = 1 Ω
 R12 = 56 Ω
 P1 = 100 k Ω multitours
 P2 = 10 k Ω logarithmique

C1 = 39 pF
 C2 = 33 pF
 C4 = 68 pF
 C5 = 100 pF
 C6, C13, C17 = 330 pF
 C7 = 150 pF
 C8 à C10 = 100 nF céram.
 C11, C14 = 3,3 nF MKT
 C12, C15 = 180 pF
 C16, C26, C27 = 100 nF MKT
 C18 = 1 μ F MKT 63 V
 C19 = 4,7 nF MKT
 C20 = 10 nF MKT
 C21 = 150 nF MKT
 C22 = 220 pF
 C23 = 47 μ F/6 V
 C24 = 100 μ F/6 V
 C25 = 10 μ F/6 V
 C28, C30 = 470 μ F/10 V
 C29 = 220 μ F/6 V
 C31 = 82 pF

L1 = a : 2 spires, b : 10 spires,
 fil 0,2 mm sur mandrin NEOSID 10V1
 L2 = 10 spires,
 fil 0,3 mm sur mandrin NEOSID 10V1
 L3 = 25 spires,
 fil 0,2 mm sur mandrin NEOSID 7F
 L4 = 36 spires,
 fil 0,2 mm sur mandrin NEOSID 7F
 L5 = 10 spires,
 fil 0,2 mm sur perle de ferrite
 FL1, FL2 = filtre céramique
 10,7E8 ou 10,7MF18 (TOKO)

D1, D2 = BB405
 D3 = zener 4,7 V/400 mW
 T1 = BF494
 T2 = 2N3820
 IC1 = NE602N ou SA602N
 IC2 = TDA7000
 IC3 = LM1895N8
 S1 = interrupteur unipolaire
 HP = haut-parleur 8 Ω /250 mW

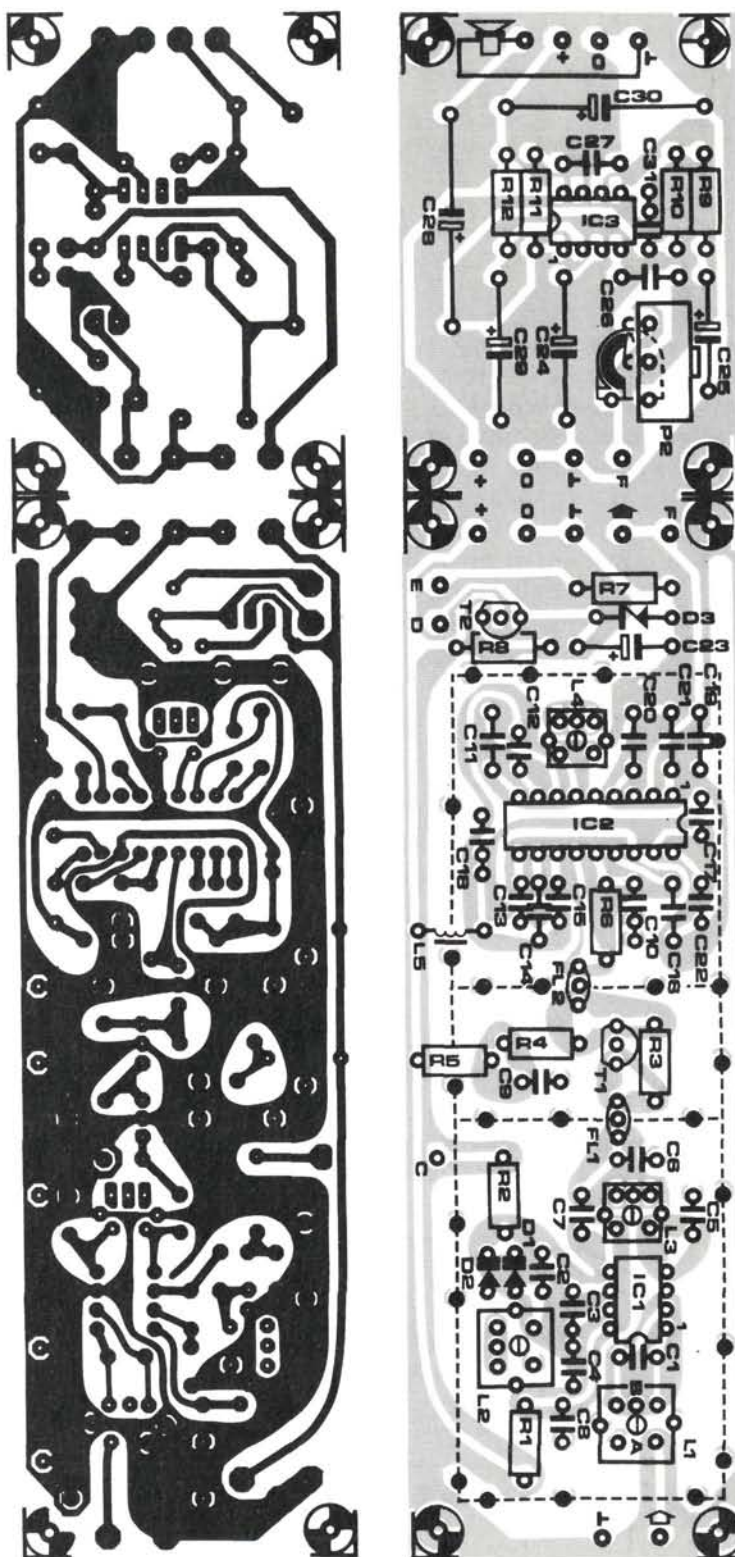
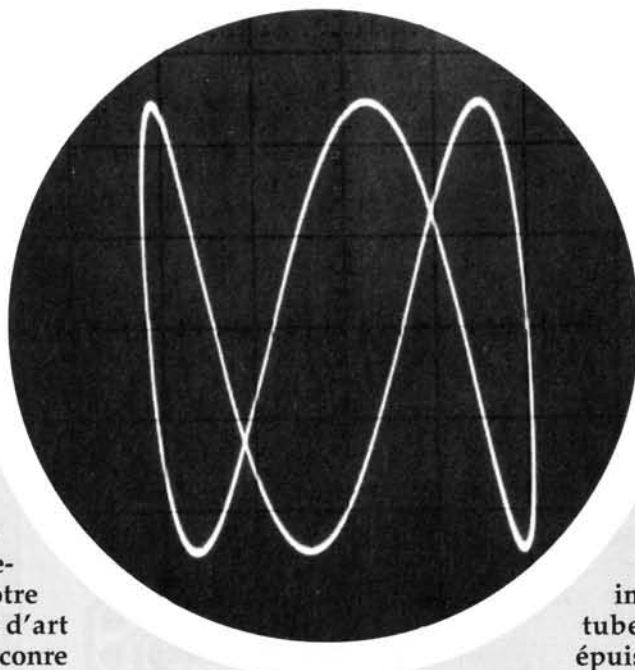


Figure 3 - Si le coffret que vous avez prévu ne peut pas recevoir le circuit imprimé tel qu'il est, il suffit de le couper à la scie à métaux à lame fine. Le potentiomètre P2 de l'amplificateur BF peut être un modèle logarithmique à axe s'il sert de réglage de volume ou un modèle de circuit imprimé réglé une fois pour toutes si le récepteur est suivi par un amplificateur de sono ou autre.

filtre L3. Si le réglage est correct, le souffle caractéristique de la modulation de fréquence ne dépassera pas le seuil du supprimeur intégré dans IC2.

87712



Que faire d'un téléviseur qui a fait son temps, qu'il serait dommage de jeter mais dont l'image n'a plus un attrait suffisant pour vous garder bouche bée ? En guise de réponse voici la description de quelques aménagements qui transformeront votre étrange lucarne en un objet d'art électronique. L'illustration ci-concre

rappelle plus des courbes mathématiques que des rotundités anatomiques. Il s'agit des figures dites de Lissajous, qui se produisent lors de la superposition d'oscillations perpendiculaires. Elles seront impressionnantes même sur un tube cathodique aux trois quarts épuisé.

télé-oscilloscope

les principes

Le principe de fonctionnement d'un oscilloscope doit être familier à tous nos lecteurs : un faisceau d'électrons se déplace régulièrement du bord gauche au bord droit d'un écran, puis revient très rapidement à son point de départ,

pour recommencer. La vitesse de répétition est telle que l'oeil perçoit une ligne horizontale immobile sur l'écran. Si en plus le faisceau est dévié verticalement en fonction de l'une ou l'autre oscillation, une représentation de cette

oscillation en fonction du temps apparaît sur l'écran à condition que la vitesse de balayage et l'amplitude de la déviation verticale soient correctement choisies. La déviation horizontale ou balayage doit prendre la forme d'une dent de scie pour que la représentation de l'oscillation en fonction du temps soit fidèle. Si nous remplaçons la dent de scie par une oscillation sinusoïdale, ce sont des figures de Lissajous qui apparaissent. Si les deux oscillations sont des sinusoïdes, le dessin rappelle un papillon, un poisson ou une couronne en fil de fer.

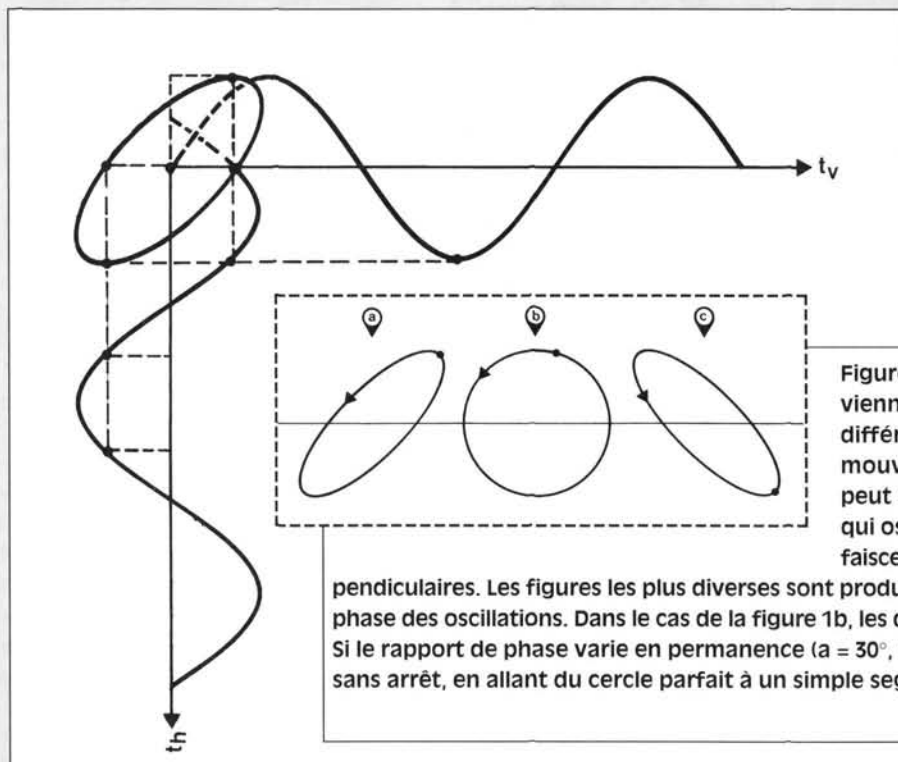


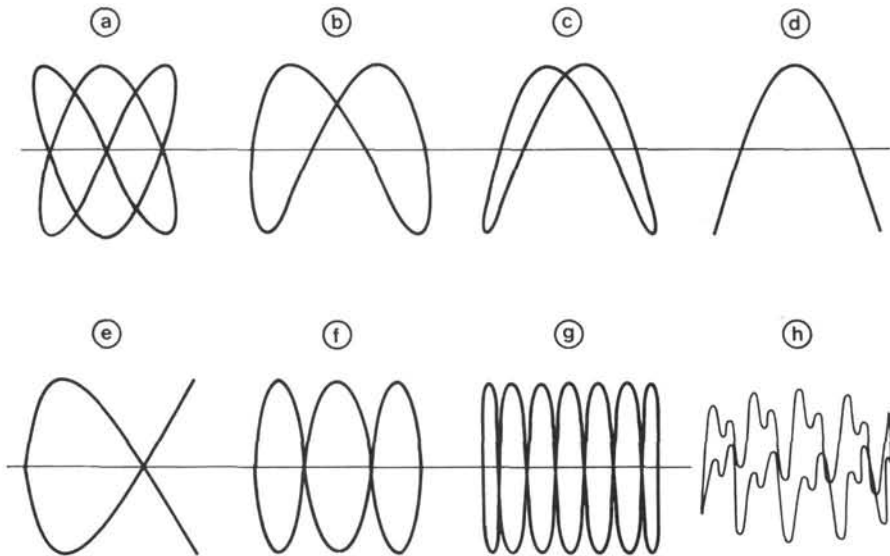
Figure 1 - Si deux oscillations sinusoïdales parviennent à un même point de deux directions différentes (à angle droit), ce point se met en mouvement selon une figure de Lissajous. On peut observer le phénomène avec un pendule qui oscille librement. Il se produit aussi avec un faisceau d'électrons dévié par deux champs per-

pendiculaires. Les figures les plus diverses sont produites suivant le rapport de fréquence et de phase des oscillations. Dans le cas de la figure 1b, les deux oscillations sont de même fréquence. Si le rapport de phase varie en permanence ($a = 30^\circ$, $b = 90^\circ$, $c = 150^\circ$) le dessin se transformera sans arrêt, en allant du cercle parfait à un simple segment de droite incliné à 45° .

Figure 2 - Si les fréquences diffèrent, on peut connaître leur rapport en fonction du nombre d'ondulations visibles.

- a = le rapport est de 2/3 ;
- b, c, d = 2/1 avec des déphasages différents ;
- e, f = 3/1 avec des déphasages ;
- g = 7/1.

La figure 2h représente un instantané d'un signal musical appliqué à l'entrée verticale.



La façon dont ces figures apparaissent s'explique plus facilement par des dessins que par des mots. Considérons les figures 1 à 4 et leur commentaires.

Il est possible aussi, sans oscilloscope, de calculer les courbes et de représenter les figures sur du papier. La représentation par les moyens électroniques

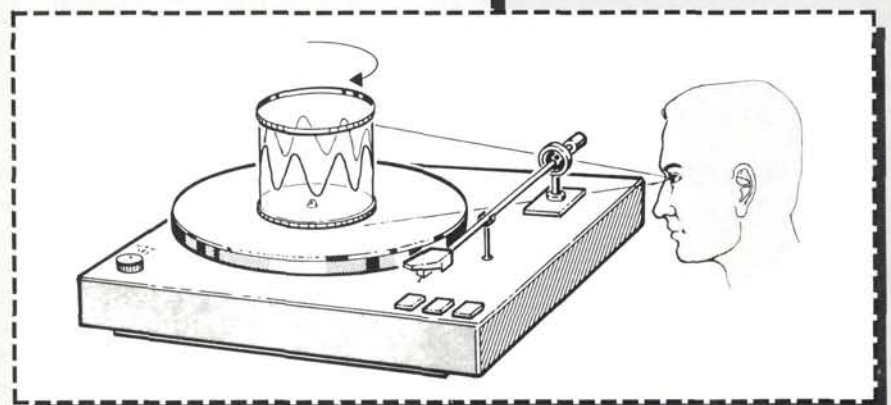
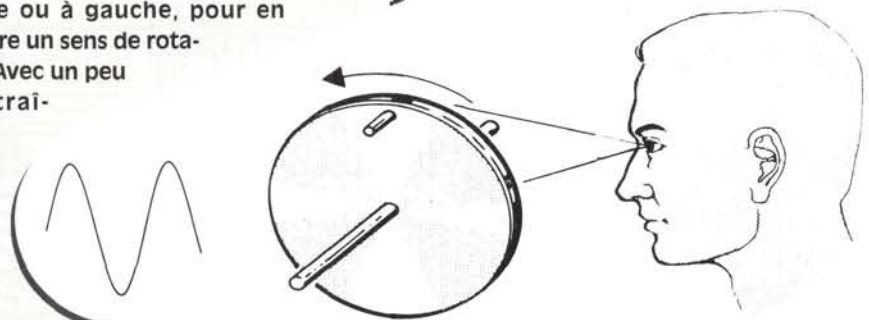
apporte une composante importante qui manque au dessin : le mouvement. Si le rapport des fréquences des deux

Figures 3 et 4 - Le plus spectaculaire, dans les figures de Lissajous produites avec un faible déphasage est qu'elles semblent être peintes sur un cylindre de verre en rotation. L'explication se trouve sur la figure 3 : si on observe légèrement de côté un ergot fixé sur un disque tournant, on voit une sinusoïde parfaite. Rien d'étonnant car c'est la définition même du mouvement sinusoïdal. Il nous arrive si souvent, dans la vie courante, de voir par le côté un mouvement de rotation que notre inconscient nous suggère un mouvement de rotation lorsque nous voyons un mouvement sinusoïdal, quelle que soit la façon dont cette sinusoïde prend naissance. Pour rendre cela plus perceptible, dessinons au feutre sur un verre cylindrique une série d'ondulations sinusoïdales, ou quelque chose d'approchant, qui se referme sur elle-même. Posons le verre sur le plateau d'un tourne-disque en mouvement et observons à l'horizontale : nous obtenons un avant-goût du spectacle que nous préparent les figures de Lissajous.

Question à cent roubles : comment se fait-il que certains observateurs voient les figures tourner à droite alors que d'autres les voient tourner à gauche ? C'est une question de perspective, ou plutôt d'absence de perspective. Dans la figure de Lissajous, l'« avant-plan » et l'« arrière-plan » sont exactement de la même hauteur. Dans la réalité, l'arrière-plan est perçu sous un angle plus fermé et semble plus petit. Chacun imagine

donc que l'une ou l'autre des courbes est l'avant-plan et la voit se déplacer à droite ou à gauche, pour en déduire un sens de rotation. Avec un peu d'entraî-

nement et de force de caractère, il est même possible d'imposer à la figure un sens de rotation déterminé sans toucher au circuit : la rotation ne se produit que dans notre tête, ce n'est qu'une illusion d'optique.



oscillations n'est pas un nombre entier ($1/1, 1/2, 1/3...$), les figures visibles à l'écran commencent à tourner et, ô merveille de notre psyché, le sens de rotation peut être changé par la seule force de la volonté de l'observateur. Ici aussi, nous vous renvoyons aux illustrations et à leurs commentaires. Le résultat est encore plus spectaculaire quand les oscillations verticales régulières sont remplacées par un signal musical. Dans ce cas, la fréquence du signal et son contenu harmonique changent continuellement si bien que le nombre des figures différentes ne connaît pas de limite.

Assez de descriptions verbales (verbeuses ?), vous voulez voir par vous-mêmes et vous avez besoin d'indications sur la façon de transformer votre abrutisseur. En plus du téléviseur, il vous faut deux douilles, une bobine de déviation prélevée sur une deuxième épave de téléviseur, trois résistances de puissance de faible valeur, et un transformateur (de sonnette par exemple). Maintenant, attention !

le balayage

Le principe est simple : dans le téléviseur comme dans l'oscilloscope, un faisceau d'électrons est dévié par deux dispositifs distincts, l'un horizontal, l'autre vertical. Dans le cas du téléviseur, le procédé est un peu différent : la déviation n'est pas provoquée par un champ électrique entre deux plaques, mais par le champ magnétique produit par deux bobines. L'alimentation de ces bobines ne pose pas de problème si on dispose d'un étage pilote assez puissant. L'oscilloscope se contente d'une tension (relativement élevée) sur les plaques, alors que le téléviseur demande un courant (relativement intense) à travers les bobines. Un amplificateur BF « normal » de 25 ou 30 watts avec une impédance de sortie suffisamment basse fera l'affaire. Avant de nous attaquer à cet accessoire, il faut préparer le téléviseur pour sa nouvelle tâche.

Débranchez le cordon du secteur et retirez le panneau arrière. Sur les épaules du tube, c'est-à-dire là où le col commence à s'élargir, vous reconnaissez les bobines de déviation, constituées de fil relativement épais (il y passe un courant important) et rac-

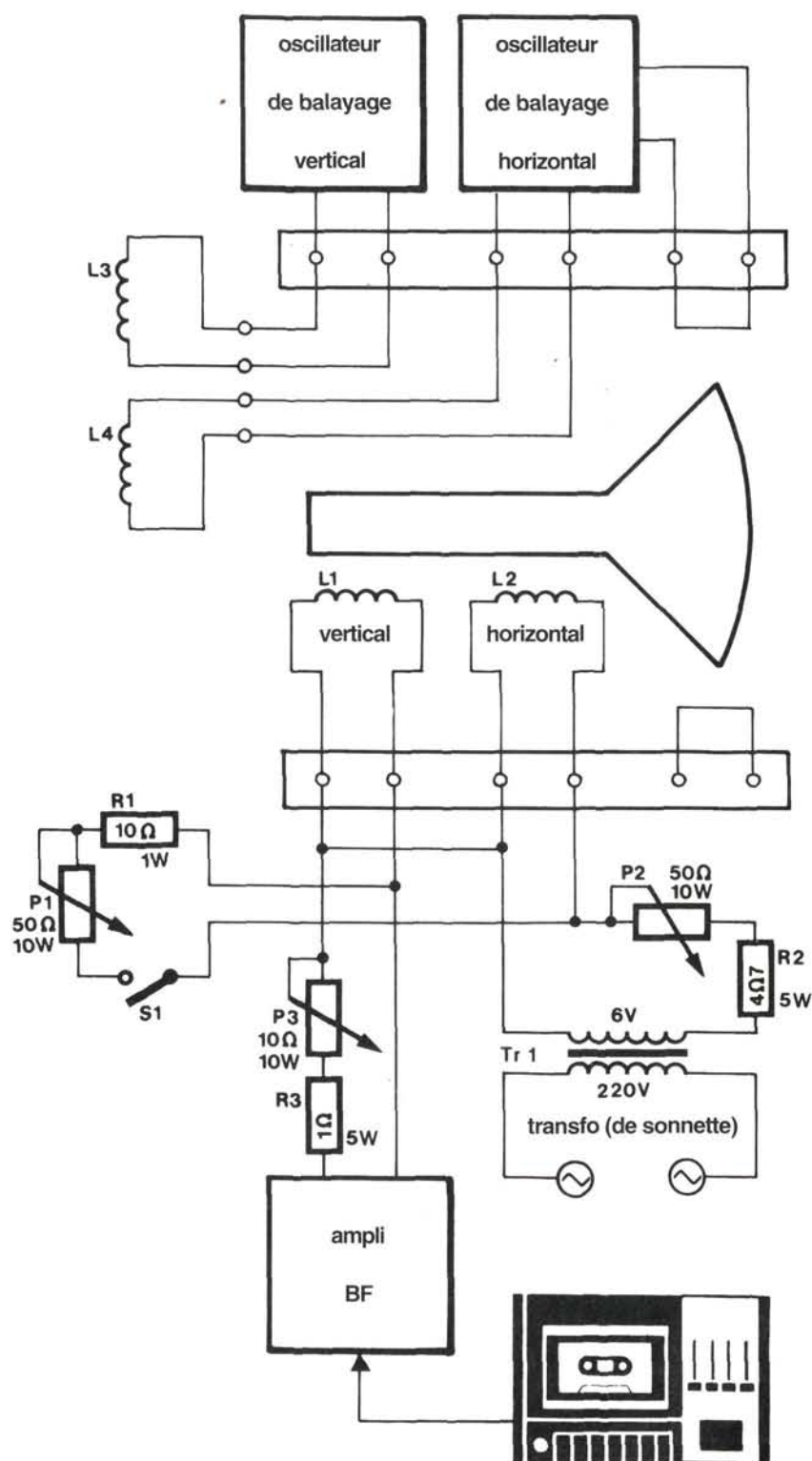


Figure 5 - La construction de notre boîte à figures de Lissajous ne fait pas appel à un montage électronique compliqué. Tout ce qu'on demande au téléviseur, c'est de fournir les tensions d'alimentation nécessaires au fonctionnement du tube cathodique. Comme le primaire du transformateur qui produit la THT (très haute tension) est alimenté par l'oscillateur de balayage horizontal et que ce dernier ne peut pas fonctionner sans charge, en un mot comme tout se mord la queue, on installe deux bobines supplémentaires, ce qui évite de se pencher davantage sur les détails du fonctionnement de l'ensemble.

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**



Composants électroniques
Dépositaire de grandes marques
Professionnel et grand public
RADIO - TÉLÉVISION - VIDÉO - INFORMATIQUE

B.H. ELECTRONIQUE

164 à 166 av. Ar. Briand - 92220 BAGNEUX

Tél. (1) 46 84 21 59 • Fax (1) 45 36 07 08

SPÉCIALISTE DES COMPOSANTS JAPONAIS

3614 code LAYOFRANCE

Vous travaillez déjà avec un soft FCAO, mais à contre-cœur : il vous donne un mal de tête et les résultats sont loin de vous satisfaire. Mais on ne change pas de soft tous les six mois, et par force vous continuez à "galérer" pour produire vaillamment, avec un patron qui pense que vos compétences ne sont pas à la hauteur de la tâche qu'il vous a confiée... STOP Essayez LAYO!

Sans investissement : (version d'essai 100 % opérationnelle, faite par des électroniciens pour... des électroniciens). Une fois convaincu, vous pourrez LOUER une version industrielle, la location vous coûtant moins que la maintenance de votre logiciel actuel.

VITE, 3614 LAYOFRANCE

Château Garamache, Vallée de Sauvebonne,

83400 Hyères

Tél : 94.28.22.59 Fax : 94.48.22.16

Minitel 3614 LAYOFRANCE

3617 code LAYO

Téléchargement logiciels de FCAO
Les versions limitées (opérationnelles)
disponibles dans le monde

(Déjà : Layo1E, Edition Gerber, Gerber >
HPGL, Gerber>Postscript™...)

Utilitaires pour l'électronique, Démon,
Databooks (logiciels).

Banque de données pour trouver des
composants rares en France.

CI's : Pour obtenir, dans le monde, des
remises jusqu'à 60 % (industrie).

Pour trouver la bonne société de photo-
tracage soustraitante près de chez vous.

3614

code : **LAYOFRANCE**

rubrique COMM :

Logiciels d'autoroutage

rubrique PROM.

Concours E.N. avec le Centre national de
documentation pédagogique.

60 prix à gagner.

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 3,80 FR, avec votre adresse

LES CARRÉS D'ADRESSES

COMPOSANTS ▲ OUTILLAGE ▲ CATALOGUES ▲ KITS ▲ MATÉRIEL

SVE ELECTRONIC
LE SERVICE N°1

TOUS VOS COMPOSANTS
11000 PRODUITS EN STOCK

ACTIFS, PASSIFS
MESURE
LIBRAIRIE
COFFRETS

PRODUITS FINIS
HAUT-PARLEURS
HIFI SONO
CONNECTIQUE

LYON 3

60 Crs DE LA LIBERTÉ
78.71.75.66
FAX 78.95.12.18

GRENOBLE

20 RUE CONDORCET
76.47.76.41
FAX 76.47.30.92

Composants Electroniques -
Kits - Appareils
de mesure - Haut-Parleur -
Sonorisation -
Jeux De Lumière

ELECTRON SHOP CLERMONT-FERRAND

20-23 Avenue De La République

CLERMONT-FERRAND

Tél : 73.92.73.11



ÉLECTRONIQUE

12, rue Félix-Bablon (rue du théâtre)

52000 CHAUMONT

☎ 25 32 38 88

COMPOSANTS, KITS, INSTRUMENTS DE

MESURE, LIBRAIRIE TECHNIQUE,

OUTILLAGE, CB PRÉSIDENT

PRIX COLLEGE-PRIX PAR QUANTITÉ

CATALOGUE GRATUIT

contre 3 timbres

COMPOSIUM

CHOLET ELECTRONIC MORLAIX
6, rue Nantaise 16, rue Gambetta
Tél : 41.58.63.64 Tél : 98.88.60.53

VANNES QUIMPER
35, rue De La Fontaine 33, rue Réguaire
Tél : 97.47.46.35 Tél : 98.95.23.48
Fax : 98.95.91.29

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

Composants électroniques/Micro-Informatique



PLACE DU MARCHÉ (29 RUE DE BOUCHERIES)

25000 BESANCON/FRANCE

TÉL : 81.81.02.19

FAX : 81.82.16.79

MAGASIN INDUSTRIE : 72, RUE TRÉPILLOT

BP 1525 BESANCON

TÉL : 81.50.14.85 FAX : 81.53.28.00

TÉLEX : 361711

Ets POMMAREL

Electronique - Informatique
Composants - Kits - Mesure -
Livres Techniques
Ordinateurs KENITEC



14, Place Doublet

24100 BERGERAC

Tél : 53.57.02.65

Fax : 53.24.79.28

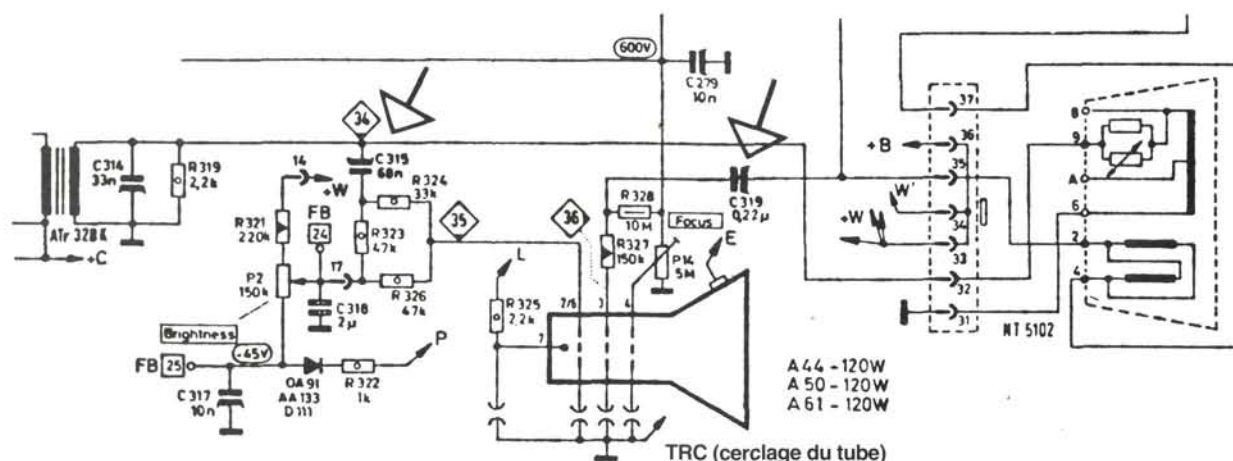


Figure 6 - Les téléviseurs sont dotés d'un système d'extinction du faisceau pendant le retour entre les lignes et entre les trames. Il correspond à l'entrée Z de certains oscilloscopes. Pour le mettre hors service, nous avons extrait les condensateurs repérés C315 et C1319 du schéma. C'est indispensable si vous ne voulez pas obtenir des tracés en pointillés.

cordées à un connecteur ou une barrette à cosses à quatre points. C'est par ces quatre points que le téléviseur injecte dans les bobines les signaux de déviation. Après avoir supprimé, en débranchant le connecteur ou en le dessoudant à la pince coupante, la liaison entre les bobines et le téléviseur, il reste à savoir quelles connexions appartiennent à chaque bobine. Un ohmmètre ou un testeur de continuité conviennent aussi bien, puisque les bobines ont une faible résistance.

Fixez deux douilles bananes isolées sur une partie accessible du châssis ou sur une équerre rapportée à l'arrière. Raccordez-y les deux fils de la bobine de déviation horizontale. Ne remettez pas le téléviseur sous tension : la plupart des appareils sont conçus pour que le point lumineux du faisceau (ou *spot*) disparaisse hors de l'écran en l'absence de déviation. D'autre part, le transformateur « lignes » du téléviseur risque de rendre l'âme très rapidement. Voyons d'abord le pourquoi de la disparition du *spot*. Un point immobile au milieu de l'écran risque de détériorer lentement mais sûrement la couche luminescente, tout comme une gouttière, même minuscule, dans un toit, finit par creuser un sol en béton. La puissance du faisceau d'électrons n'est pas bien importante, mais en temps normal elle se répartit sur toute la surface de l'écran au lieu de se concentrer sur un seul point. Pour éviter que le point lumineux prenne une intensité excessive, dangereuse pour les yeux, de nombreux appa-

ont, sur le connecteur de la bobine de déviation, une paire de contacts supplémentaires qui n'a rien à voir avec le balayage. Ils assurent simplement le transit de la tension d'alimentation d'un oscillateur, celui qui produit la tension d'anode du tube cathodique. Le résultat est évident : pas de balayage, pas de lumière sur l'écran. Il faut donc vérifier si votre connecteur comporte des contacts supplémentaires, et si oui les court-circuiter tout simplement.

terez une deuxième paire de bobines de déviation, récupérées sur une autre épave. Elles sont très faciles à extraire après avoir retiré quelques vis. Attention toutefois au col du tube, qui est très fragile, et au risque d'implosion. Peu importe où vous les mettrez dans votre *Lissajous-showbox*, puisqu'elles ne servent qu'à charger les oscillateurs, qui eux-mêmes ne servent plus à rien, sinon à alimenter le tube ; il suffit de les fixer par un étrier à une paroi latérale du coffret. Si vous les montez à l'extérieur, il faudra les isoler soigneusement.

Nous avons encore un point à examiner : l'extinction du *spot* pendant le retour de ligne et le retour de trame. Le faisceau balaye chaque ligne de gauche à droite, puis il revient à sa position de départ. En fonctionnement normal, on éteint donc le faisceau après chaque ligne pour éviter que l'image soit striée par le retour à la position de départ. Comme le déplacement du *spot* de notre boîte à Lissajous est indépendant du dispositif de balayage d'origine, il n'est plus du tout

synchronisé avec le système d'extinction. Le résultat serait une ligne pointillée au lieu d'un tracé continu, les interruptions correspondant à des retours fictifs du *spot*. Une petite intervention chirurgicale dans le téléviseur permet de mettre hors service le système d'extinction. Malheureusement, les numéros d'elex de toute une année ne

.....
nouveau :
 des images
 intéressantes
 sur un écran
 de télévision

Reste le deuxième danger. Si les oscillateurs, vertical comme horizontal, sont déconnectés de leur bobine de déviation, le transformateur de ligne risque d'y laisser la vie. Comme le secondaire n'est plus chargé, la tension atteint, au primaire aussi, des sommets pour lesquels les composants ne sont pas taillés. Pour éviter les malaises que cela pourrait provoquer, vous connectez



ÉLECTRONIQUE

12, rue Félix-Bablon (rue du théâtre)
52000 CHAUMONT
☎ 25 32 38 88

DIODES

1N4004 0,45
1N4007 0,45
1N4148 0,30

ZENERS

0,5W 0,50
1,3W 0,80

DIODES PONTS

1,5A 200V 4,50
2A 100V 8,80

RÉGULATEURS

78L... TO92
5V à 15V 4,30
78... TO220
5V à 24V 2,80
79... TO220
5V à 24V 3,50

VARIABLES

L200 11,00
LM317T 5,00
LM337T 9,50

DIACS TRIACS

DIAC 32V 1,20
8A 400V 4,50
BRY 55 4,50
TIC106D 6,00

TRANSISTORS

2N1711 2,80
2N2219 2,50
2N2222 1,50
2N2646 8,00
2N2905 2,30
2N2907 1,50
2N3055 6,50
BC107 1,60
BC108 1,60
BC109 1,60
BC237 0,80
BC238 0,80
BC327 0,80
BC328 0,80
BC337 0,80
BC338 0,80
BC516 1,80
BC517 1,90
BC547 0,70
BC548 0,70
BD135 1,80
BD136 2,00
BD139 2,20
BD140 2,20
BF245 3,50
BF255 3,00
BFR91 5,50

BFR96 11,00

BS170 2,60

BS250 4,50

BUZ11A 14,00

TIP29C 4,00

TIP30C 4,00

TIP31C 4,00

TIP32C 4,00

MJE2955 6,50

MJE3055 6,50

CI INTÉGRÉS

CA3130 13,00
CA3161 16,00
CA3162 53,00
LF356 6,80
LF357 6,80
LM324 2,20
LM335Z 9,50
LM339 3,50
LM386 12,50
LM723 4,50
LM741 2,50
LM3914 36,50
LM3915 32,50
NE555 2,00
NE556 4,50
S576B 36,00
SABO529 35,00
SABO600 32,00

SL486 32,00

S041P 20,00

S042P 22,00

SP0256 120,00

TBA820 8,00

TBA820M 8,00

TDA1011 15,00

TDA1023 18,00

TDA1905 14,00

TDA2002 7,00

TDA2003 7,00

TDA2004 19,00

TDA2005 20,00

TDA2030 13,00

TDA2040 22,00

TDA2822 12,00

TDA7000 15,00

TEA1039 17,00

TEA5500 55,00

TL071 4,00

TL074 5,00

TL081 3,50

UAA170 24,00

UAA180 24,00

XR2206 42,00

CMOS SÉRIE 4000

CD4000 1,40	CD4035 3,50	CD4085 4,00
4001 1,40	4040 3,00	4093 1,80
4002 1,40	4041 3,20	4094 5,00
4006 2,50	4042 3,00	4097 18,00
4007 1,40	4043 4,20	4098 2,80
4008 2,50	4044 4,20	4510 3,20
4009 2,50	4046 3,50	4511 3,00
4010 2,80	4047 2,70	4512 5,00
4011 1,40	4048 3,70	4514 11,50
4012 1,40	4049 2,20	4515 11,50
4013 1,80	4050 2,00	4516 4,00
4014 4,50	4051 2,20	4518 3,50
4015 4,00	4052 3,20	4520 3,20
4016 1,50	4053 2,20	4521 7,00
4017 2,50	4056 5,50	4526 7,50
4018 2,50	4060 2,90	4527 4,20
4019 2,50	4066 1,80	4528 3,00
4020 2,20	4067 11,80	4532 7,00
4021 3,70	4068 1,50	4538 3,80
4022 4,00	4069 1,50	4541 3,50
4023 1,60	4070 1,70	4543 4,80
4024 3,20	4071 1,70	4553 13,00
4025 1,60	4072 2,20	4555 4,50
4026 6,00	4073 1,50	4556 4,20
4027 1,90	4075 1,60	4584 3,80
4028 3,00	4076 4,00	4585 3,50
4029 3,00	4077 1,60	40106 4,00
4030 1,90	4078 1,80	40174 4,00
4032 4,50	4081 1,50	40175 8,00
4033 4,00	4082 1,70	40193 4,50

CONDITIONS DE VENTE :

Envoi en recommandé urgent sous 24 h du matériel disponible.

Paiement à la commande par chèque, mandat ou CCP

36 F de frais de port et d'emballage - port gratuit au dessus de 550 F
Contre remboursement, joindre 10 % à la commande (taxe PTT en plus)

catalogue gratuit contre 3 timbres

TECHNOLOGIES & FORMATIONS

LA REVUE DES ENSEIGNEMENTS TECHNIQUES ET TECHNOLOGIQUES 6 numéros par an

Professeurs et chefs de travaux :
découvrez dans « TECHNOLOGIES & FORMATIONS », les domaines d'intérêt
qui sont les vôtres !

**SCIENCE ET TECHNOLOGIES - VIE INDUSTRIELLE
VIE PÉDAGOGIQUE - EXAMENS ET CONCOURS**

Avant de vous abonner, jugez sur pièce

Veuillez m'adresser, sans aucun engagement de ma part, le prochain numéro
de TECHNOLOGIES & FORMATIONS

Nom _____ Prénom _____ Profession _____

Adresse _____ Code postal [] [] [] [] []

Matière enseignée _____ à l'établissement _____

Adresse _____ Code postal [] [] [] [] []

À RETOURNER À TECHNOLOGIES & FORMATIONS - B.P. 105 - 94208 IVRY-SUR-SEINE Cedex

en haut, en bas,
à droite, à gauche

permettraient pas de publier des extraits de la foultitude de schémas d'abrutisseurs qui existent ou ont existé. Heureusement ils se ressemblent tous, car les fabricants sont moins nombreux que les marques, et vous n'aurez pas trop de mal à reconnaître sur le schéma du vôtre les deux condensateurs marqués par une flèche sur la figure 6.

Votre téléviseur, ainsi modifié, attend vos ordres. Nous allons voir dans le paragraphe suivant comment les lui donner.

liste des composants

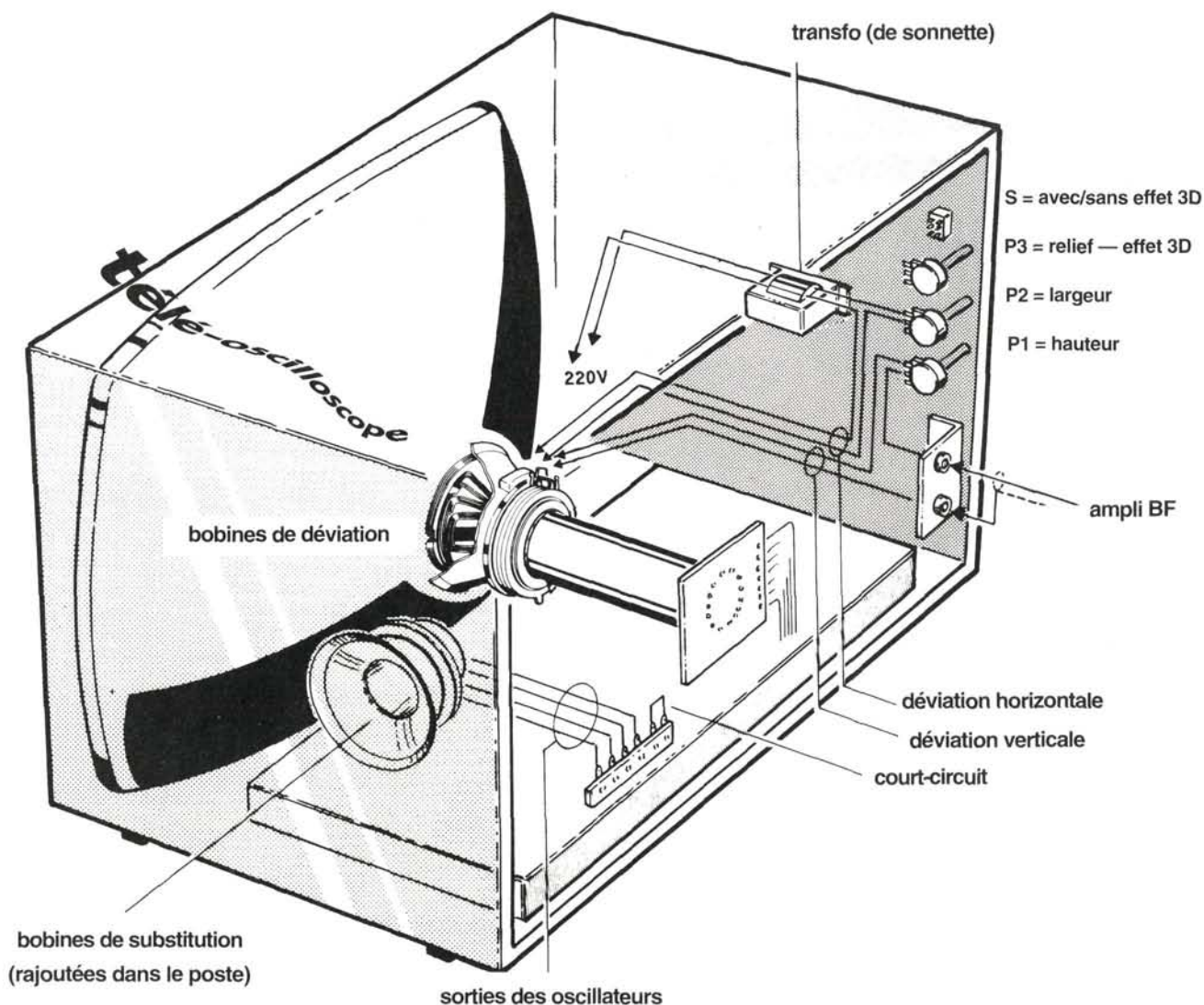
- R1 = 10 Ω /1 W
- R2 = 4,7 Ω /5 W
- R3 = 1 Ω /5 W
- P1, P2 = 50 Ω pot. bobiné 5 à 10 W
- P3 = 10 Ω pot. bobiné 5 à 10 W
- Tr1 = transfo. 6 V
- L3, L4 = bobines de déviation récupérées
- S1 = interrupteur unipolaire

divers

un vieux téléviseur noir et blanc
en état de marche
un amplificateur BF de 25 à 40 watts

Les ordres de déplacement sont aussi simples à comprendre que les aboiements d'un caporal-chef dirigeant l'exercice dans une cour de caserne. Voyons d'abord la sinusoïde horizontale, de gauche à droite. Ils sont donnés sans générateur de signaux ni amplificateur. La valeur absolue de la fréquence ne joue pas un rôle primordial. Le plus important est le rapport entre la fréquence horizontale et la fréquence verticale. Il suffit, pour le faire varier, de jouer sur la fréquence du balayage vertical. En fait de générateur sinusoïdal de fréquence quelconque mais fixe, il n'y a

Figure 7 - Représentation schématique du téléviseur après les modifications. Les anciens modèles avaient des coffrets de dimensions généreuses qui permettent de loger notre quincaillerie accessoire : bobines supplémentaires, transformateur, potentiomètres et douilles. Le câblage du potentiomètre de « relief » ou de diaphonie (P3) n'est pas représenté pour simplifier le dessin. Reportez-vous à la figure 5. Il est vital de ne laisser aucun fil de votre câblage en contact avec le châssis ou un conducteur quelconque du téléviseur. Le connecteur enfichable ne représente que le principe, les connexions peuvent prendre d'autres formes dans la pratique. Le schéma du téléviseur vous sera d'un grand secours pour déterminer le rôle de chaque broche et éviter toute fausse manœuvre.



pas plus simple, ni meilleur marché, que le secteur 220 V à 50 Hz. Un transformateur quelconque, de sonnette par exemple, nous fournira les 6 à 12 V nécessaires pour provoquer une déviation d'un bord à l'autre de l'écran. Cette tension est même excessive dans la plupart des cas, c'est pourquoi nous intercalerons une résistance en série. Sa valeur sera déterminée expérimentalement car les caractéristiques des bobines et des transformateurs sont variables dans de grandes proportions. Dans notre cas, la valeur est de 27 Ω . Dans tous les cas, il faudra qu'elle puisse dissiper environ 10 W. Le potentiomètre (50 Ω) qui vous permettra de régler la largeur de l'image sera un modèle bobiné de puissance.

La déviation verticale sera assurée, comme nous l'avons déjà dit, par un amplificateur BF d'une vingtaine de watts. Par mesure de précaution, nous intercalons aussi une résistance en série pour éviter de surcharger l'amplificateur.

Une fois la tension appliquée au transformateur, une barre horizontale apparaîtra sur l'écran ; il se peut aussi que ce soit une ellipse très aplatie. La déformation peut provenir d'un couplage magnétique entre les deux bobines ou d'un ronflement à 50 Hz produit par l'amplificateur si son entrée est en l'air.

premiers essais

Notre première création artistico-cathodique se fera après la connexion d'une source de signaux BF à l'entrée de l'amplificateur. Le plus commode est un magnétophone à cassette. Le bouton de volume sera réglé de telle façon que les déviations extrêmes amènent le « spot » presque aux limites de l'écran. Comme le haut-parleur est débranché, il peut être utile de brancher un deuxième amplificateur pour contrôler le fonctionnement à l'oreille. Son entrée sera connectée en parallèle à la sortie du magnétophone. Si la prise de sortie est une DIN à 5 broches, le point chaud sera le 1 ou le 4, la masse étant toujours le point 2. Si les prises sont de type CINCH, la bonne est repérée par *line out*.

Vous constaterez tout de suite, à l'oeil et à l'oreille, que ce sont les fréquences basses qui provoquent la plus grande déviation. L'explication tient précisément à la bobine, dont l'impédance

augmente quand la fréquence augmente. Comme l'impédance augmente, l'intensité qui traverse la bobine diminue, donc le champ magnétique diminue. D'autre part, les impulsions à fréquence relativement haute sont de courte durée et la déviation produite est trop brève pour être perçue nettement. Pour l'oeil, ce n'est pas un inconvénient, au contraire : seules les oscillations presque sinusoïdales à basse fréquence donnent des dessins intéressants, associées au balayage horizontal à 50 Hz. L'aspect est celui de la couronne de fil de fer évoquée plus haut, avec des pointes dont le nombre et la forme changent sans cesse. Nous nous contenterons de cette description physique et nous laisserons aux poètes le soin de chanter l'esthétique. Revenons au téléviseur.

sécurité

Attention ! Cet appareil est extrêmement dangereux, surtout si l'épave que vous avez récupérée est un modèle à tubes. Les modèles à transistors utilisent aussi des tensions élevées pour le tube cathodique. Les modèles à tubes, en plus de la tension d'anode de 200 à 300 volts, recelaient un autre piège. Pour faire l'économie d'un transformateur qui aurait dû être lourd, encombrant et cher, les constructeurs fabriquaient des « sapins de Noël ». Tous les tubes avaient leur enroulement de chauffage monté en série comme les ampoules miniatures d'une guirlande électrique, et le châssis était relié au secteur par le redresseur qui fournissait la haute tension aux tubes, à partir du 220 V. Autrement dit, il ne faut toucher aucune partie métallique à l'intérieur d'un téléviseur sous tension, et remonter aussi vite que possible le panneau arrière.

Le repérage des bobines de déviation, verticale et horizontale, se fait en appliquant successivement à chaque paire de connexions la tension du transformateur. Le point lumineux se transforme en un segment de droite dont l'orientation est assez éloquente. Il est possible aussi d'utiliser la tension continue d'une alimentation de laboratoire. Comme une tension constante ne produira pas de ligne, il faut repérer la position du *spot* sur l'écran avant et après l'application de la tension, pour déterminer si le déplacement est horizontal ou vertical. Pour tous ces essais, il faut régler l'intensité lumineuse au

minimum, car un faisceau fixe et intense risque d'endommager définitivement la couche luminescente du tube.

Les illustrations de cet article reprennent par l'image les indications écrites, pour éviter tout malentendu. Si vous avez obtenu, lors de l'essai de la déviation horizontale, une ellipse aplatie au lieu d'un segment de droite, vous avez toutes les chances de produire des figures de Lissajous avec un aspect « tri-dimensionnel » comme celui de la figure 2h. Sinon, si le dispositif ne présente ni couplage entre les bobines, ni champ magnétique parasite, vous devrez créer un défaut, une diaphonie*. Le couplage parasite sera établi simplement : vous relierez les deux bobines par une de leurs extrémités, puis vous relierez les deux autres extrémités par une résistance de quelques dizaines d'ohms. Plus cette valeur sera faible, plus grande sera la hauteur de l'ellipse, donc plus important le décalage vertical entre l'avant-plan et l'arrière plan de la figure. Essayez.

Il reste à espérer que vous n'allez pas vous laisser hypnotiser par les figures de Lissajous, juste après vous être libéré de l'esclavage des feuillecons télévisés. En tous cas, réveillez-vous à temps pour le prochain elex.

**La diaphonie est un défaut des dispositifs stéréo dans lesquels les signaux de la voie droite sont audibles dans la voie gauche, et bilatéralement (comme disait Pierre Dac, fort à propos l'ide pêche, ajoute Bobby Lapointe).*

Pour sa 2^e année,  sera au

SALON EXPOTRONIC

du 6 au 8 décembre 1991

à l'espace CHAMPERRET

▲ Bienvenue sur notre stand ▲

La loi d'Ω est implacable : courant, tension et résistance vivent en économie de marché, comme tout le monde maintenant. Ce qui enrichit l'un a forcément appauvri l'autre. « Si tu me bouffes ma tension, je te saigne ton courant » ou « Si t'augmentes ta résistance, fais gaffe à ma tension » etc. L'électronique, comme les hommes, s'est curieusement donné un modèle kholkozien, pas utopique du tout, où le TrioHM URI produit, par un tour de passe-passe assez croquignolet, du courant selon le PLAN, invariablement, et indépendamment de la demande. Avaries de machines, intempéries, rien n'y fait, camarade, la production de courant restera constante... C'est ça une source de courant constant : l'intensité du courant fourni ou drainé par elle est invariable, quelle que soit la tension ou la résistance de la charge. En principe, une source de

DURA LEX, SED ELEX

quelques SOURCES DE COURANT CONSTANT *simples*

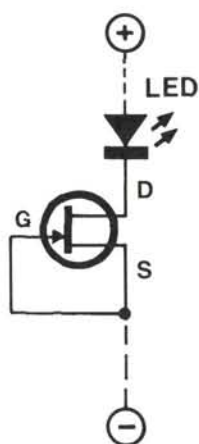
courant constant ne doit pas seulement ignorer les instabilités de la tension ou de la résistance (avaries de machines, matières premières, offre et demande...), mais elle doit aussi –et cela revient au même– rester insensible aux fluctuations thermiques (conditions météorologiques). Pas si facile, mais intéressant. D'ailleurs, le FET dont on court-circuite deux broches (source et grille) pour qu'il se comporte en source de courant constant n'est-il pas un circuit intrigant ? Il est impressionnant de simplicité ce schéma que tout le monde connaît même si en fait on ne le rencontre pas très souvent dans la pratique.

Nous avons déjà signalé en d'autres circonstances que l'une des caractéristiques du FET était la tension grille-source négative qu'il lui faut pour se bloquer. En l'absence de cette tension, le courant circule. Sur le schématicule ci-contre à gauche, le transistor à effet de champ limite le courant qui circule

à travers la LED. Un tel dispositif de régulation fonctionne indépendamment de la tension à laquelle il est soumis. En l'absence de résistance de source, l'intensité du courant n'est déterminée que par le type du transistor. Le tableau ci-dessous donne

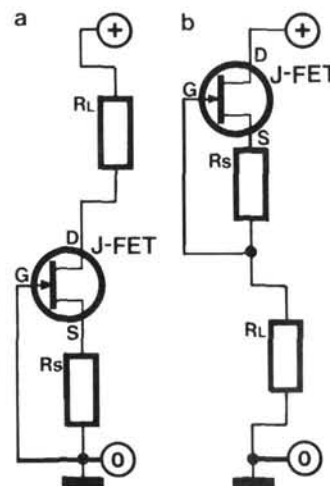
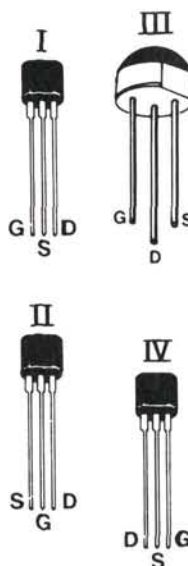
les valeurs de tension et de courant pour quelques unes des références courantes de transistors à effet de champ... Pour commander le courant d'une LED par exemple, ce sont les modèles C des types BF245 et BF256 qui

conviennent le mieux. Il faut néanmoins, dans cette configuration, penser à surveiller la tension drain-source. Elle ne doit pas dépasser la limite U_{DS} indiquée par le fabricant. Le paramètre P_{max} ne doit pas non plus être perdu de vue : il s'agit de la puissance que le composant peut dissiper, produit du courant constant par la tension drain-source. La marge est toutefois amplement suffisante pour l'application envisagée ici (source de courant constant pour LED). À ce propos il convient de préciser que la tension appliquée au FET doit être un peu plus élevée que la tension de service de la LED si l'on veut que la source de courant opère convenablement. Maintenant que nous sommes dans le vif du sujet, approchons-nous un peu : que se passe-t-il au juste dans une source de courant constant à FET ? Nous avons représenté deux modèles ci-dessous, avec une charge R_L (de l'anglais *load*) pour l'un dans le circuit de drain et pour l'autre dans le circuit de source. Le principe de fonctionnement reste le



type	U_{DS} max (V)	courant constant mA	P_{max} boîtier mW
BF245A	30	20 à 6,5	300
BF245B	30	6,0 à 15	300
BF245C	30	12 à 25	300
BF246A	25	30 à 80	250
BF246B	25	60 à 140	250
BF246C	25	110 à 250	250
BF256A	30	3,0 à 7,0	300
BF256B	30	6,0 à 13	300
BF256C	30	11 à 18	300
E300	25	6,0 à 30	350
E310	25	24 à 60	350
J300	25	4,0 à 45	360
J310	25	24 à 60	360
2N3819	25	2,0 à 20	200

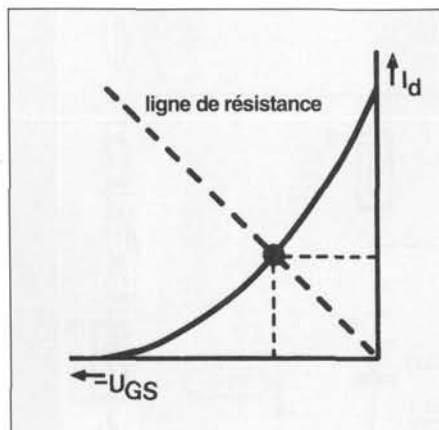
U_{DS} = tension entre drain et source



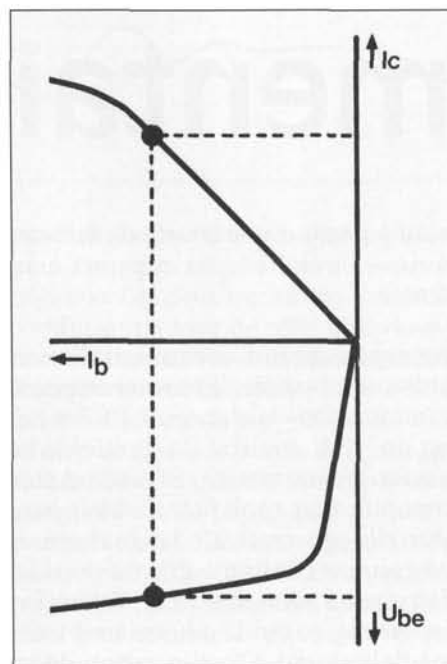
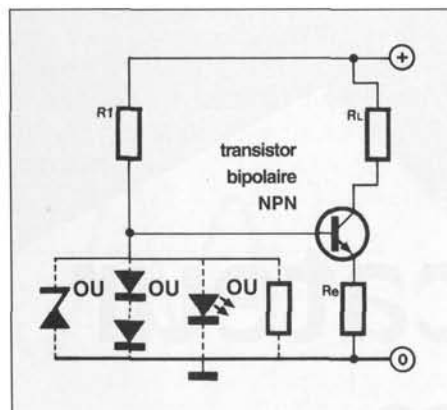
même. Quand circule un courant de drain, il circule un courant de source identique, lequel donne naissance à une tension sur la résistance de source. La même tension règne entre grille et source, à ceci près que *sa polarité est inversée*. La jonction grille-source n'est-elle pas en parallèle avec la résistance de source ? Nous savons que sur un transistor J-FET, le courant de drain augmente à mesure que la tension grille/source devient positive (c'est ce que montre la courbe ci-contre). Or si le courant de drain augmente, la résistance sur R_s va en faire autant, ce qui aura pour effet de réduire l'intensité du courant de drain. La boucle de régulation est bouclée maintenant. L'intensité du courant qui circule ne fluctue plus ; nous pouvons la déterminer en superposant (ci-contre) la ligne de résistance de R_s (bissectrice pointillée) à la caractéristique I_d/U_{GS} . C'est au point d'intersection de la courbe et de la ligne de résistance que se trouve la valeur du courant constant. Si l'on omet la résistance R_s et qu'on la remplace par un pont de câblage, U_{GS} sera nulle et l'intensité du courant constant se trouvera au point d'intersection de la courbe et de l'axe vertical.

Le FET n'est pas le seul composant susceptible de fonctionner en source de courant constant. Le modèle le plus simple est... la résistance montée en série avec une source de courant où règne une tension assez élevée. Si l'on applique à cette source une charge dont la résistance soit faible, l'intensité du courant qui lui sera fourni sera déterminée pour l'essentiel par la résistance montée en série, et elle sera passablement constante puisque la résistance-série est constante. Même si la résistance de la charge est elle-même instable ! Ceci n'est vrai toutefois que tant que notre source fournit une tension elle-même constante. Que de si ! Et encore, il faut bien considérer que la constance du courant fourni par la résistance n'est valable qu'en deçà de certaines limites. C'est le procédé dont on se contente pour les LED et les diodes zener quand il ne pèse pas d'exigence particulière sur le circuit considéré. On le rencontre aussi dans les mauvais chargeurs d'accumulateurs Cad-Ni.

La source de courant constant à transistor bipolaire est moins simple que les deux autres types de source que nous venons d'évoquer. Contrairement



au FET qui ne reste pas insensible aux fluctuations thermiques, le transistor bipolaire sait garder son sang-froid. Le modèle donné ci-dessous pourra être réglé au choix par une résistance, une LED, des diodes ordinaires ou une diode zener dans le circuit de base du transistor NPN (la configuration PNP, utilisée fréquemment elle aussi, est rigoureusement symétrique). Commençons par la diode zener et faisons abstraction des deux diodes ordinaires,



de la LED et de la résistance entre base et masse. La combinaison zener/ R_1 polarise la base du transistor, de sorte qu'il circule un courant de collecteur. Ce courant donne naissance à une chute de tension aux bornes de R_e . De ce fait intervient un équilibre dans le circuit puisque la tension base-émetteur, qui détermine l'intensité du courant de collecteur, est égale à la différence entre la tension de base et la chute de tension sur la résistance d'émetteur. Si le courant de collecteur vient à augmenter pour l'une ou l'autre raison (baisse de résistance de la charge R_L), la chute de tension provoquée par R_e augmentera en proportion, ce qui aura pour conséquence de réduire la tension base-émetteur et, partant, l'intensité du courant de collecteur. Plus il y a de gruyère, plus il y a de trous ; or plus il y a de trous, moins il y a de gruyère. D'où l'on déduit fort syllogiquement que plus il y a de gruyère, moins il y a de gruyère.

Le calcul du courant de collecteur n'est pas une mince affaire, même pour un banquier suisse. On se contente, en pratique, d'une approximation qui donne satisfaction, en partant du principe que la tension base-émetteur reste grosso modo de l'ordre de 0,6 V. La tension sur la résistance d'émetteur U_{Re} est donc égale à la tension de base moins 0,6 V. L'intensité du courant de collecteur I_c sera donc loidomisée en bonne et due forme :

$$I_c = U_{RE} / R_e$$

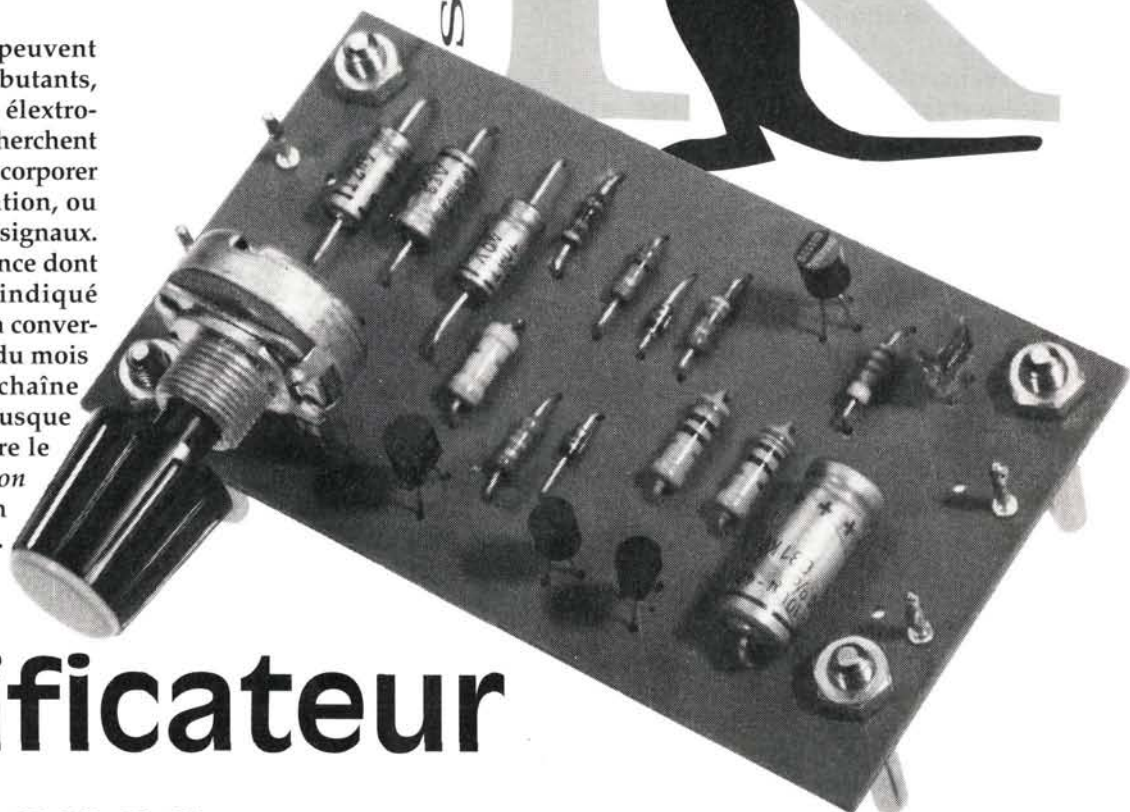
Le courant dépend donc pour l'essentiel de la tension de base et de la valeur de la résistance d'émetteur. Pour stabiliser la tension de base, quoi de plus légitime que d'utiliser une diode zener ! Deux ou trois diodes montées en série, ou une LED présentent des seuils de tension dont la stabilité est également utilisable dans ce contexte. Avec une résistance ça marche aussi, mais la stabilité de l'intensité du courant sera aussi médiocre que la stabilité de la tension de base ainsi obtenue.

Voilà pour ce tour d'horizon des sources de courant simples. Il y en a d'autres, plus élaborées, avec notamment des circuits intégrés (amplificateurs opérationnels ou régulateurs de tension). Laissons cela pour un prochain numéro d'ELEX.

886107/86615



Les modules du système K peuvent intéresser tout autant les débutants, qui veulent s'initier, que les élextroniciens (plus) avertis, qui recherchent un module tout prêt pour l'incorporer dans l'une ou l'autre réalisation, ou pour tester un générateur de signaux. L'amplificateur basse fréquence dont la description suit est tout indiqué pour compléter le récepteur à conversion directe (ondes courtes) du mois dernier. Il libèrera ainsi la chaîne HiFi qui était monopolisée jusque là. Il peut tout aussi bien être le premier amplificateur *maison* d'un débutant qui pourra en éprouver le fonctionnement.



amplificateur de puissance complémentaire

Le schéma de la **figure 1** représente un amplificateur dit *push-pull** complémentaire. Complémentaire ne veut pas dire que le circuit est destiné à compléter autre chose, même si un amplificateur complète un récepteur, par exemple. Ce terme est lié à la nature des transistors de sortie qui conduisent le courant du haut-parleur. Ils sont de polarité opposée : un PNP, T3, et un NPN, T4. Cette configuration permet de produire un courant alter-

natif à partir d'une source de tension unique, positive par rapport à la masse.

Au repos, quand aucun signal ne se présente à l'entrée, la tension au point commun des résistances R6, R7 et R5 est de 7,5 V environ (la moitié de la tension d'alimentation). Si cette tension continue était appliquée au haut-parleur, elle provoquerait dans sa bobine un courant continu suffisant pour la détruire ou au moins pour l'échauffer fortement, ce qui la déformerait irrémédiablement. C'est la raison de la

présence du condensateur C4 : il ne laisse passer que le courant alternatif, le seul utile pour la reproduction du son.

La paire complémentaire T3/T4 est constituée de deux transistors de caractéristiques identiques mais de polarité opposée. Lorsque la tension augmente, en partant de sa valeur de repos de 7,5 V, l'intensité du courant conduit par T4 augmente. On peut dire que T4 s'« ouvre » un peu plus. Comme l'intensité du courant de collecteur dépend du courant de base, il faut que

*En élexien, push-pull se traduit par *pouche-poule*.

Figure 1 - Un amplificateur de puissance ne doit pas forcément être un modèle *super-HiFi-HiTech*. Surtout pas quand il s'agit d'expérimenter la fabrication de sons artificiels ou simplement d'écouter de la musique avec un récepteur de radio simple. Ce petit montage prouve qu'on peut produire un son acceptable avec un haut-parleur, quatre transistors et une poignée de composants passifs.

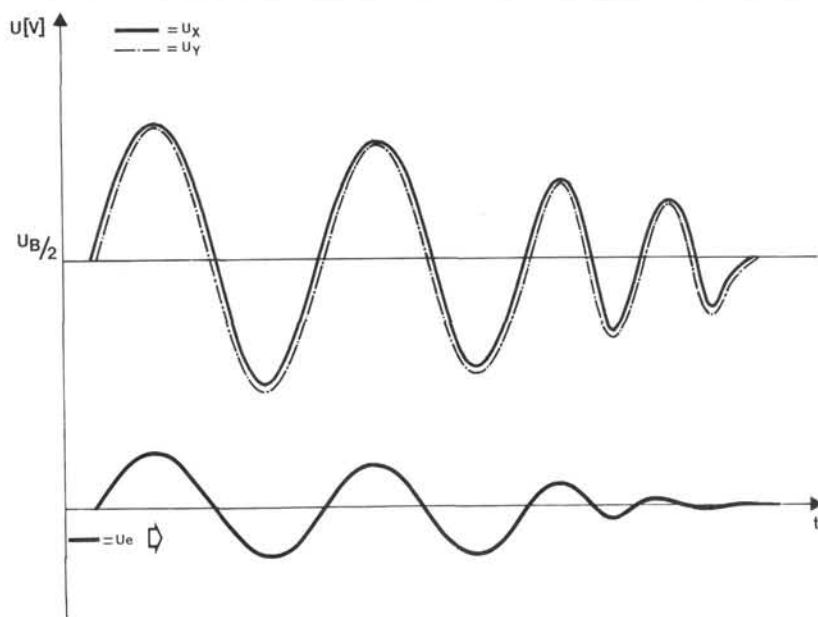
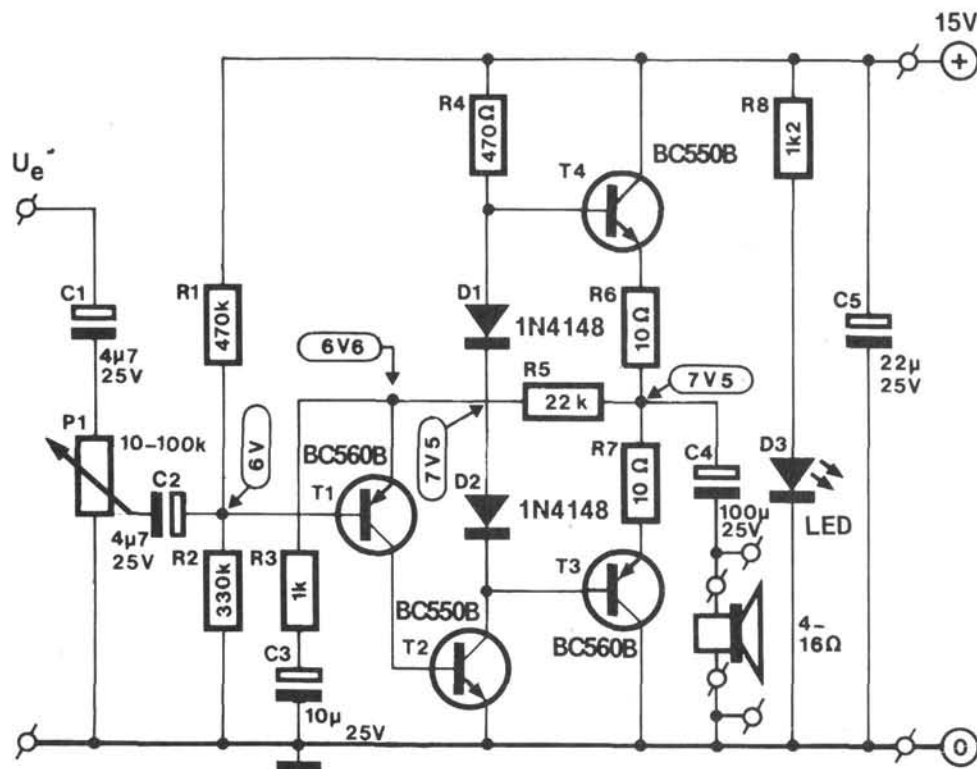


Figure 2 - La représentation des tensions à différents points du circuit (U_e , X et Y) peut être un peu déroutante à première vue. On voit que la tension sur les résistances d'émetteurs suit celle de l'entrée de l'étage de sortie (point X). La différence principale est que le courant disponible est beaucoup plus important à la sortie.

la tension de base de T_4 augmente pour qu'il s'ouvre. Comme d'autre part les tensions des deux bases sont liées, la tension de la base de T_3 augmente aussi. Pour un transistor PNP, comme T_3 , une augmentation de la tension de base correspond à une « fermeture » de l'espace collecteur-émetteur. C'est ce qui se passe pour l'amplification d'une alternance positive du signal.

Le raisonnement est valable aussi lorsque les tensions diminuent : T_3 conduit davantage alors que T_4

conduit moins. C'est ce qui se passe pour l'amplification d'une alternance négative. Les deux transistors de sortie conduisent à tour de rôle. Ces variations de la tension continue de la sortie correspondent à la superposition d'une tension alternative, le signal audio, à la tension de repos de l'étage de sortie. Le rôle de C_4 est d'extraire la composante alternative et de l'appliquer au haut-parleur. Reste à savoir comment les bases de T_3 et de T_4 sont commandées pour reproduire le signal d'entrée. Pas directement car elles ont besoin d'un courant plus important que celui que

peut fournir la source de signal. Les deux bases sont prises dans le circuit de collecteur du transistor T_2 , dit étage pilote, lui-même commandé par T_1 , l'étage d'entrée. Le courant de base de T_2 est égal au courant de collecteur de T_1 . Le courant de collecteur de T_1 dépend de la différence de tension entre sa base et son émetteur. La tension de la base est liée à celle de l'entrée, celle de l'émetteur à celle de la sortie de l'amplificateur par la résistance R_5 . Le système est en équilibre, en l'absence de signal d'entrée, si la tension de la sortie est telle que la tension

liste des composants

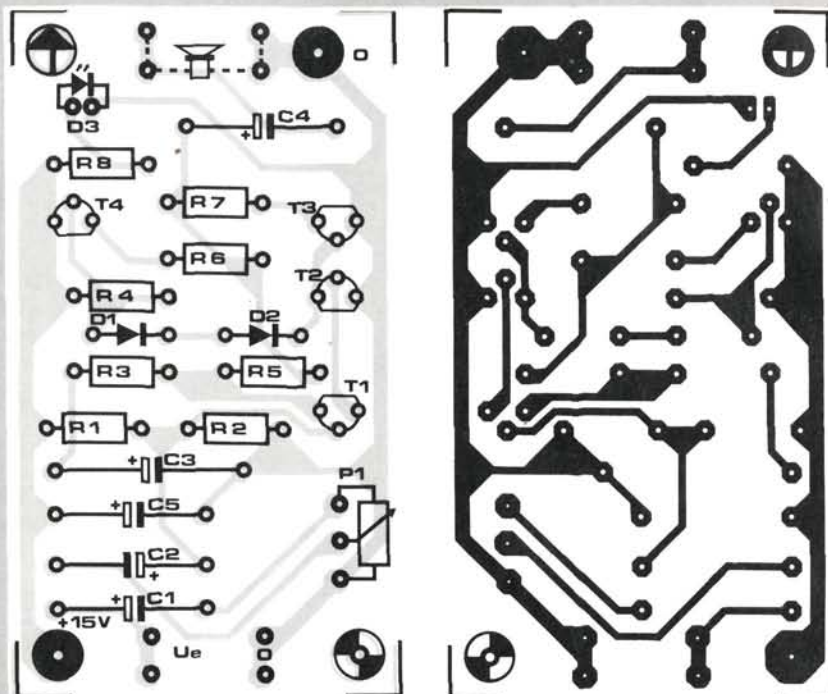
R1 = 470 kΩ
R2 = 330 kΩ
R3 = 1 kΩ
R4 = 470 Ω
R5 = 22 kΩ
R6, R7 = 10 Ω
R8 = 1,2 kΩ

P1 = 100 kΩ log.

C1, C2 = 4,7 μF/25 V
C3 = 10 μF/25 V
C4 = 100 μF/25 V
C5 = 22 μF/25 V

T1, T3 = BC560B (BC556B, BC557B)
T2, T4 = BC550B (BC546B, BC547B)
D1, D2 = 1N4148
D3 = LED

1 circuit imprimé
1 haut-parleur (ou choix, large bande)



Figures 2 et 3 - Nous avons prévu pour ce montage un circuit imprimé compatible avec le système K. L'amplificateur peut être enfiché sur la platine de base ou utilisé indépendamment, les applications ne manquent pas.

base-émetteur de T1 soit de 0,6 V environ. Dès qu'une variation de tension survient (un signal), le système réagit pour la compenser et retrouver son équilibre. Supposons que la tension de l'entrée diminue, pendant l'alternance négative d'un signal audio. Le courant de collecteur de T1 augmente, celui de T2 aussi, ce qui a pour effet d'augmenter la chute de tension aux bornes de R4, donc d'abaisser la tension des bases de la paire complémentaire, et celle des émetteurs. Cette baisse de tension s'arrête quand la tension de l'émetteur a retrouvé la valeur d'équilibre, 0,6 V « au-dessus » de la tension de base. La variation de la tension de sortie n'est pas vue directement par l'émetteur : le diviseur R5/R3 s'interpose et ne lui applique qu'une fraction de la tension alternative de sortie. Ce procédé s'appelle la contre-réaction : une fraction du signal de sortie est réinjectée à l'entrée, ce qui détermine le gain de l'ensemble. La figure 2 montre le rapport des tensions d'entrée et de sortie de l'amplificateur, avec en pointillé le décalage entre la tension de base et la tension d'émetteur des transistors de sortie. Ici, le gain est de 22 (R5/R3) en considérant comme nulle l'impédance (la résistance au courant alternatif) du condensateur C3. Sans contre-réaction, il n'y

aurait d'équilibre possible qu'aux deux extrémités : l'un ou l'autre des transistors de sortie saturé, complètement conducteur. Le son ne serait pas restitué par des ondes électriques sinusoïdales, mais par des rectangles, en tout ou rien. Les diodes D1 et D2 maintiennent entre les bases des transistors de sortie une différence de tension de 1,4 V environ. Ce dispositif permet aux transistors de s'affranchir du seuil de conduction de la jonction base-émetteur. Sans lui, les transitions aux alentours du zéro de tension (alternative) ne seraient pas progressives comme sur la figure 2, mais brutales, avec un palier dû au fait que l'un des transistors cesse de conduire alors que l'autre n'a pas encore commencé à le faire. La déformation du signal de sortie qui résulte de ce défaut s'appelle distorsion de croisement. Elle est évitée par le maintien dans les transistors d'un courant minimal, ou courant de repos. Le réglage de volume se fait par le potentiomètre P1, les condensateurs C1 et C2 découplent les composantes continues des signaux. La tension de la sortie au repos est fixée à 7,5 V par le diviseur R1/R2. Ces résistances ne sont pas égales du fait, entre autres, du décalage introduit par la jonction base-émetteur de T1.

l'utilisation

Le fonctionnement de l'amplificateur suppose que l'alimentation de 15 V décrite le mois dernier est enfichée à un emplacement quelconque de la platine de base. Seule la branche positive est utilisée ici. Le circuit imprimé est dessiné de telle façon qu'il est impossible d'inverser la polarité ou d'alimenter l'amplificateur sous 5 V : les fiches bananes ne sont pas symétriques.

Le haut-parleur que vous connecterez en sortie doit pouvoir supporter une puissance de 2 W, mais vous constaterez que, même à faible puissance, les résultats sont nettement meilleurs avec une enceinte acoustique de 20 à 25 W. La bande passante de l'amplificateur couvre le spectre audible et au-delà.

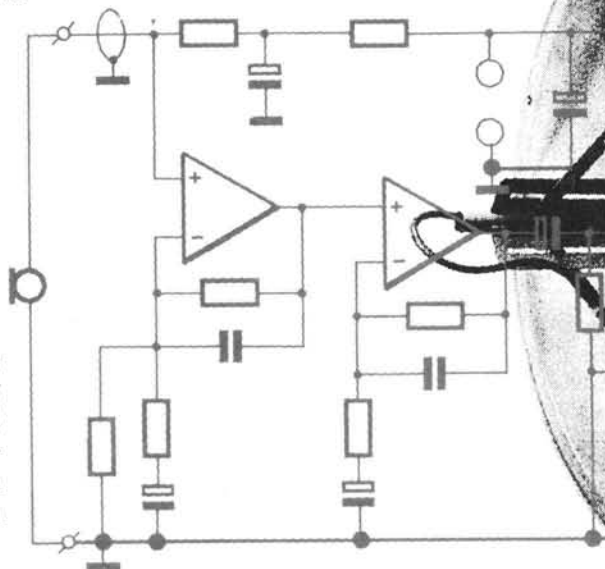
Par mesure de sécurité, vous pouvez coller une languette d'aluminium sur les deux transistors de sortie, ou pincer sur leur boîtier un U de 2 centimètres de longueur. 86723

Avec cette longue-ouïe, nous ne vous proposons rien de plus que d'étendre votre espace sonore, comme vous le faites en plaçant votre main en creux derrière le pavillon de l'oreille pour mieux entendre. Pour voir loin, vous pouvez assez facilement vous procurer une longue-vue ; pour une longue-ouïe la chose, un peu moins commune, est réservée aux grands chasseurs de sons, ou aux professionnels de l'espionnage. Mis à part le cornet acoustique et les prothèses auditives, qui ne permettent, comme les binocles ou les lunettes, que de combler des déficits, nos fournisseurs habituels ont peu de chose à proposer. Le mot n'existe même pas : si vous parlez au petit chien de longue-ouïe, il vous enverra, c'est certain, sur les bords de la Chiers* (affluent de la Meuse).

Il est bon d'être curieux, si l'on sait borner sa curiosité. Savoir s'arrêter avant, un peu avant que ne commence l'intimité de l'autre (qui est peut-être vous). Vous voulez tout entendre, des grands espaces et de la nature... Tout, soit ! Mais ce que disent vos voisins, s'ils ne vous ont pas invité à l'écouter, ne concerne qu'eux. Le respect de soi passe par celui d'autrui.

Vous voilà rassuré : il serait impensable de vous conduire sur une terre inconnue sans vous avoir auparavant précisé quelques lois qui la gouvernent. Chacun fera de ce montage ce qu'il entend, ça le regarde. Il peut permettre d'épier les bruits de la forêt, le chant des oiseaux, par exemple, de localiser, à l'entrée de l'hiver prochain, les cerfs par leur brame. Vous saurez donc éviter cette sorte de bran sonore que devient une conversation épiée, lorsqu'elle arrive aux oreilles de l'espion, qu'elle salit : ceci n'est pas un **micro-espion**.

* à longue vue



une antenne parabolique

Les antennes sont de différentes sortes, depuis celles des arthropodes, jusqu'à celles qui permettent aux radioastronomes d'écouter le silence bruisant des espaces infinis, frayeur de Pascal. Les plus familières sont les antennes de télévision, qui évoluent progressivement jusqu'à ressembler à de gigantesques plats à barbe : d'antennes, elles n'ont plus que le nom, la forme a disparu et si l'on était conséquent, on les appellerait "oreilles". Elles ont la caractéristique d'une oreille et la même fonction : capter les vibrations qu'elles réfléchissent en les focalisant. Dans le cas de l'oreille, les vibrations sont *sonores*, dans le cas des dites antennes paraboliques, les vibrations sont *électromagnétiques*.

Qu'est-ce que cette focalisation et qu'est-ce qui la rend nécessaire ?

Les ondes sonores s'éloignent de la source qui leur a donné naissance dans toutes les directions de l'espace, comme un ballon se gonfle. Si les conditions de l'espace sont les mêmes dans toutes les directions, le son se trouve atteindre des points équidistants de la source, au même moment et avec la



même énergie. Ces points forment donc une sphère*. De même que les parois de notre ballon deviennent de plus en plus ténues quand il enfle, de même l'énergie distribuée par la source sonore, se répartissant sur toute la surface de la sphère, est atténuée en chaque point. Nous avons toujours, dans le cas du ballon, la même quantité de matière répartie sur une plus grande surface, et moins de matière par unité de surface quand le ballon augmente de volume. Nous avons toujours, dans le cas de la sphère sonore, la même quantité globale d'énergie (nous négligeons les pertes par frottement pour notre explication), mais moins d'énergie en chaque point au fur et à mesure que nous nous éloignons de la source.

Pour recevoir plus d'énergie, il suffit d'augmenter la surface de réception. Pour un microphone, cela ne va pas sans inconvénients; si nous augmentons la surface de la membrane, celle-ci ne pourra plus, entre autres défaillances, transmettre les hautes fréquences. Comme il est d'usage en physique, nous ferons un détour pour arriver plus sûrement à nos fins : nous utiliserons un réflecteur de grande surface pour focaliser sur un microphone de taille ordinaire l'énergie reçue. De cette façon l'énergie disponible pour mouvoir la membrane du microphone sera quelques milliers de fois supérieure à ce qu'elle serait sans réflecteur.

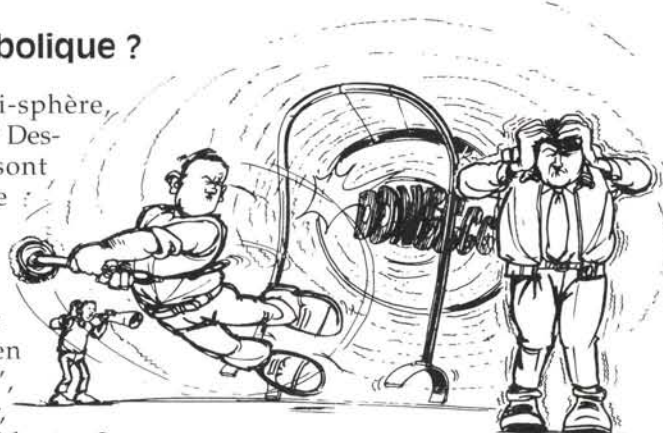
**nette tendance à l'ovalisation constatée au sud d'une ligne Nantes-Grenoble*

et pourquoi parabolique ?

Pourquoi pas une demi-sphère, c'est plus facile à s'en faire ? Des cartes et la géométrie sont contre. Il n'y a, comme réflecteur, que le parabolique qui se laisse faire et accepte de concentrer en un point (on l'appelle "foyer", en latin *focus*, d'où "focal", "focaliser"), de focaliser, des ondes parallèles incidentes. La figure 3 est assez explicite. Si vous persistez à penser que ça peut se faire dans une sphère, prenez votre compas et votre crayon...

Avez-vous déjà observé, au fond d'une tasse de café ou d'une marmite en inox, cette ligne claire que fait naître un rayon de lumière oblique. Elle a la forme du secteur délimité par deux demi-cercles presque tangents. Cette "ligne focale" est caractéristique des réflecteurs sphériques : l'énergie de la

composé d'un
microphone à réflecteur
parabolique
associé à un petit
amplificateur,
cet accessoire
permet d'entendre
ce que
la longue-vue
offre au regard



lumière incidente n'y est pas focalisée en un point mais en une ligne.

l'électronique

Maintenir votre oreille, et elle seule, au foyer de votre réflecteur parabolique, exactement et continûment, présente quelques difficultés, sans parler de l'obstacle que la tête offrirait. Il est éminemment préférable, pour recueillir les sons, de placer à ce point

MAGNETIC-FRANCE

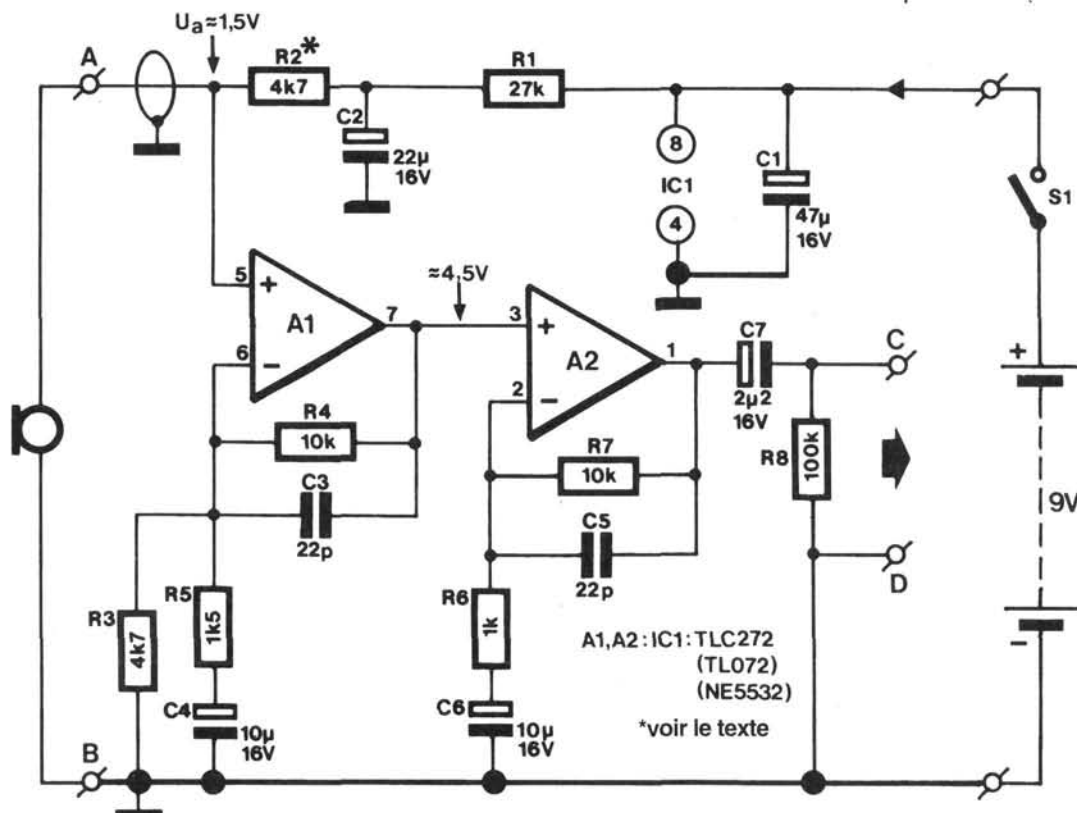
Circuits intégrés, Analogiques, Régulateurs intégrés, Interfaces, Micro-Processeurs, Mémoires RAM Dynamiques Statiques, EPROM et EEPROM, Quartz, Bobinage, Semi-Conducteurs Transforiques, Filtres, Ligne à retard, Leds, Supports de CI, Ponts, Opto-Electronique, etc.
Et de nombreux KITS.

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.

Si l'on suppose constante l'énergie distribuée par une source sonore, il faut admettre qu'en s'éloignant, la densité de cette énergie diminue pour une surface donnée.

Figure 2 - Le double amplificateur CMOS à faible bruit que nous avons adopté, présente un avantage certain pour un amplificateur de campagne : une simple pile de 9 V lui donne une longue autonomie.



un petit microphone à électret, relié à un amplificateur et à un casque. Ce ne sont pas les exemples de circuits qui manquent. Vous en avez déjà un sous la main ? C'est aussi bien, vous serez plus vite à pied d'œuvre. Dans le cas contraire, nous vous proposons celui-ci ; il n'est pas spécifique, c'est un amplificateur de microphone universel. Grâce à sa très faible consommation, il s'adapte particulièrement bien à une installation d'écoute mobile. La figure 2 vous en montre le schéma de principe. Conçu autour d'un amplificateur opérationnel CMOS, double, à faible bruit, il se contente de 500 µA (un demi-milliampère) sous une tension de 9 V. Avec une consommation pareille, une pile compacte de 9 V durera (presqu') éternellement. Nous avons prévu deux circuits de remplacement qui sont indiqués entre parenthèses sur le schéma et dans la liste des composants. Ils peuvent très bien faire l'affaire mais seront un peu plus gourmands.

Le microphone à électret sera impérativement un modèle à deux (et non trois) fils. Comme il détermine la tension à l'entrée (broche 5) de l'amplificateur opérationnel, qui doit être de

1,5 V (à qpp), vous aurez peut-être à modifier la résistance de R2, suivant le résultat de vos mesures. La tension sur la broche 3 est trois fois plus élevée.

Le circuit ne présente pas d'autres particularités remarquables. Les plus savants de nos lecteurs auront déjà noté qu'il s'agissait dans les deux cas d'amplificateurs non inverseurs et que le facteur d'amplification était donné (approximativement) par la relation : $(R4/R5) \cdot (R7/R6)$. Avec les valeurs choisies, le gain n'est donc pas tout à fait de 100.

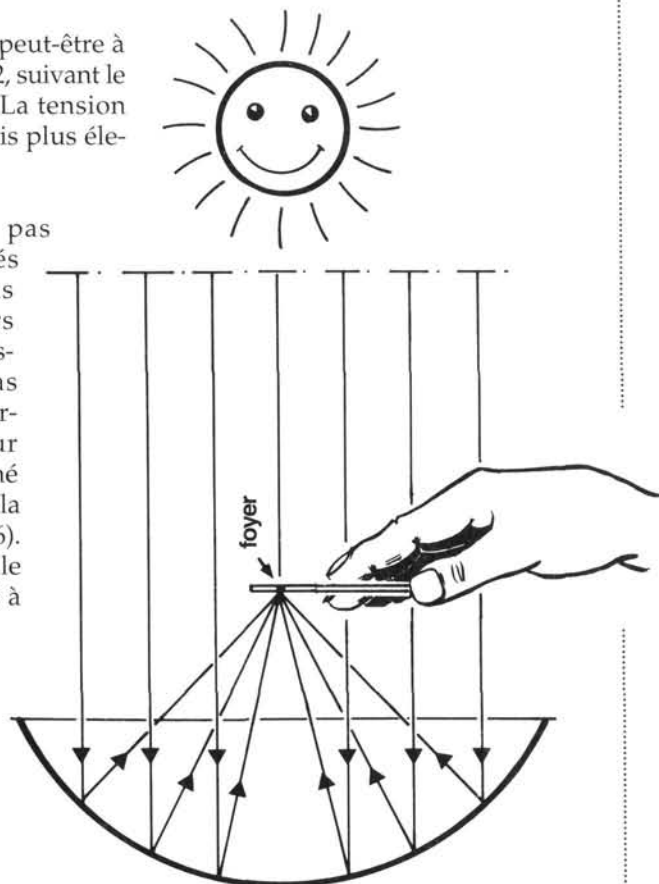


Figure 3 - Ce dessin doit vous permettre, sans autres commentaires, de localiser le foyer de votre réflecteur parabolique : lorsque la surface concave voit le soleil en face (exactement), les rayons qu'elle réfléchit en construisent une image. Vous pouvez vous demander si cette image est réelle ou virtuelle, l'essentiel est qu'elle se voie sur le carton blanc que vous y placerez.

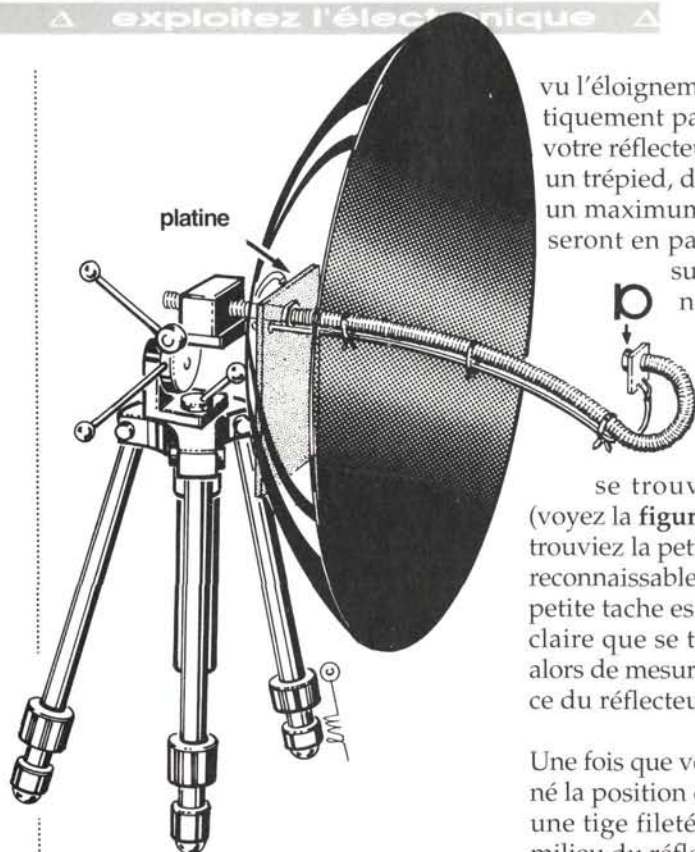


Figure 4 - Nous vous proposons de monter votre microphone de cette façon : par le milieu de votre réflecteur parabolique, vous ferez passer une tige filetée de petit diamètre que vous fixerez avec deux écrous (un pour et un contre !). Vous couderez l'extrémité recevant le microphone à électret de façon qu'il soit au foyer du réflecteur. Vous pourrez vous servir d'un trépied de photographe pour maintenir debout l'ensemble.

construction mécanique

La confection d'un réflecteur parabolique ne s'impose pas. Il en existe dans le commerce des modèles en matière plastique de 40 cm à des prix très abordables. Voyez vos fournisseurs habituels ou nos annonceurs.

Une fois acquis cet ustensile, il ne vous restera plus qu'à localiser le foyer dont les coordonnées se laissent aisément calculer... Ne partez pas ! Il existe une autre solution, plus simple, qui ne nécessite que quelques rayons de soleil. Cette méthode vous est connue, elle est identique à celle que vous utilisez pour enflammer du papier avec une loupe. Les rayons du soleil qui arrivent sur la loupe ou le réflecteur,

vu l'éloignement de l'astre, sont pratiquement parallèles. Vous orientez votre réflecteur, après l'avoir fixé sur un trépied, de façon qu'il en reçoive un maximum. Les rayons incidents seront en partie réfléchis par cette surface lisse, même si elle n'a pas le poli d'un miroir.

Ensuite, à l'aide d'une petite bande de carton blanc, vous explorerez la région où se trouve l'axe du réflecteur (voyez la figure 3) jusqu'à ce que vous trouviez la petite tache claire aisément reconnaissable. C'est au point où cette petite tache est la plus nette et la plus claire que se trouve le foyer. Il suffit alors de mesurer sa distance à la surface du réflecteur.

Une fois que vous aurez ainsi déterminé la position du foyer, vous passerez une tige filetée par un trou percé au milieu du réflecteur. Vous la fixerez et la couderez, comme nous l'avons représenté sur la figure 4, de façon que l'extrémité de la tige coïncide avec le foyer. C'est là que vous disposerez la capsule électret dont la membrane sera tournée vers le réflecteur : il vous faudra sans doute, pour ajuster sa position en jouant sur les écrous de fixation, recourir à nouveau au test avec le soleil. La partie de la tige filetée qui dépasse en arrière du réflecteur vous servira à fixer votre capteur sur un trépied. Elle peut aussi recevoir la platine de l'amplificateur, reliée au microphone par un câble blindé, comme sur la figure 4.

Vous remarquerez que, suivant la règle « faites comme je dis, ne faites pas comme je fais », notre prototype (photo en tête d'article) présente quelques différences avec la notice de construction qui précède. Nous avons logé le microphone dans un tube en cuivre récupéré dans le matériel de plomberie. Trois réglettes de tôle sont soudées sur le tube. Sur celles-ci viennent se visser trois lames d'aluminium fixées sur le réflecteur. Ce support est réglable et permet d'ajuster la position du microphone. Cet ajustage peut être amélioré à l'oreille : il suffit de faire glisser le support du microphone jusqu'à ce que le bruit de fond soit maximum.

Rien ne s'oppose plus maintenant à vos voyages d'exploration acoustique, dans les limites que nous vous avons proposées. Si par hasard vous surprenez un jour une conversation des frères Jules et Raphaël Fauderche, ou le dialogue d'un agent double avec lui-même*, vous aurez la prudence de n'en communiquer la teneur ni à votre moitié ni à un tiers.

86719

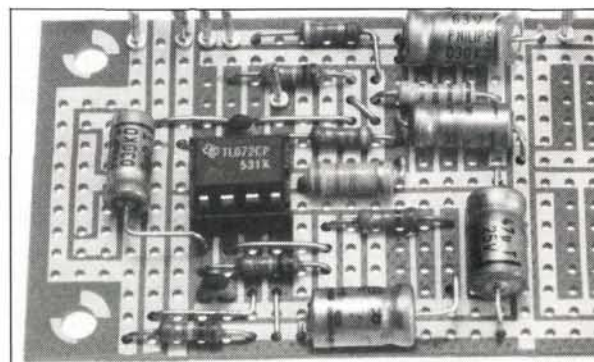
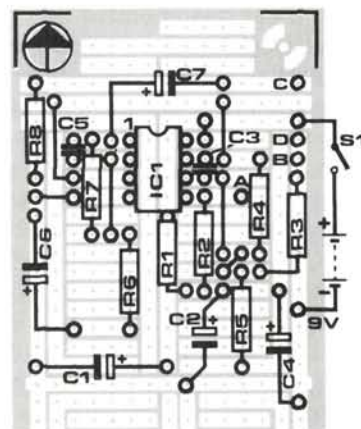
liste des composants

R1 = 27 kΩ
R2, R3 = 4,7 kΩ
R4, R7 = 10 kΩ
R5 = 1,5 kΩ
R6 = 1 kΩ
R8 = 100 kΩ

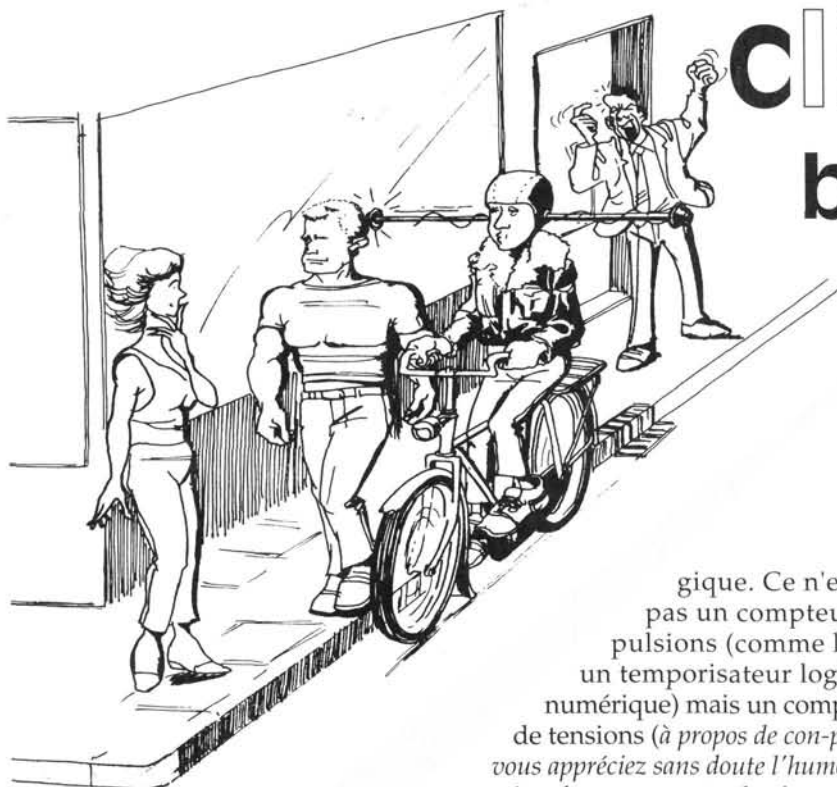
C1 = 47 μF/16 V
C2 = 22 μF/16 V
C3, C5 = 22 pF
C4, C6 = 10 μF/16 V
C7 = 2,2 μF/16 V

IC1 = TLC272 (TL072, NE5532)

- 1 platine d'expérimentation de format 1
- 1 interrupteur unipolaire
- 1 microphone à électret à deux fils
- 1 réflecteur parabolique (40 cm ou plus)



* Méfiez-vous : « Un agent double ne doit jamais se donner rendez-vous avec son double personnage au même endroit sous peine de se retrouver tout seul avec lui-même dans un lieu différent » comme nous l'ont démontré P.Dac et L.Rognoni.



clignotant bidirectionnel pour vélo

gique. Ce n'est donc pas un compteur d'impulsions (comme le serait un temporisateur logique ou numérique) mais un comparateur de tensions (à propos de con-paradeur, vous appréciez sans doute l'humour de la scène de rue que notre dessinateur Jaap a croquée ci-contre à gauche pour cet article). Et pour bien faire, des comparateurs il y en a même deux dans le 555. L'un pour surveiller le seuil du haut, l'autre pour celui du bas.

Haut, bas, de quoi parle-t-on ?

En analogique, le temps c'est celui que met un condensateur à se charger ou à se décharger ou, plus précisément pour le 555, le temps que met la ten-

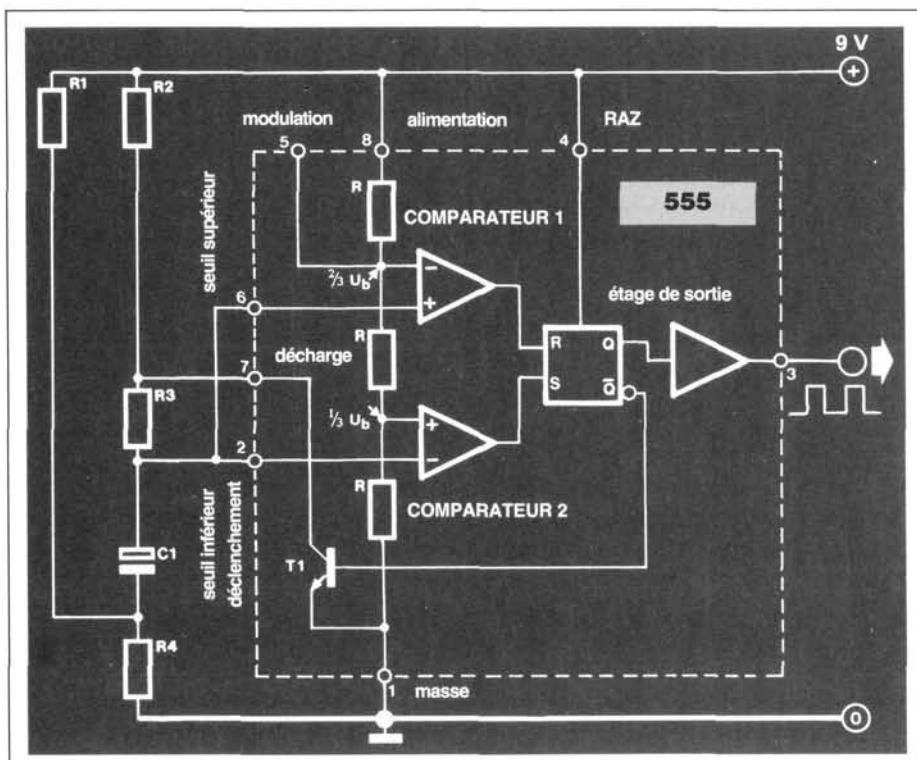
sion aux bornes d'un condensateur à passer d'un seuil bas à un seuil haut, ou l'IC des verres sales. La synthèse des informations fournies par les deux comparateurs est effectuée par une bascule qui fournit indirectement le signal de sortie : haut quand la tension aux bornes du condensateur C1 est basse, bas quand elle est haute. La sortie complémentée (Q) de la bascule assure la décharge du condensateur à travers un transistor (T1) intégré.

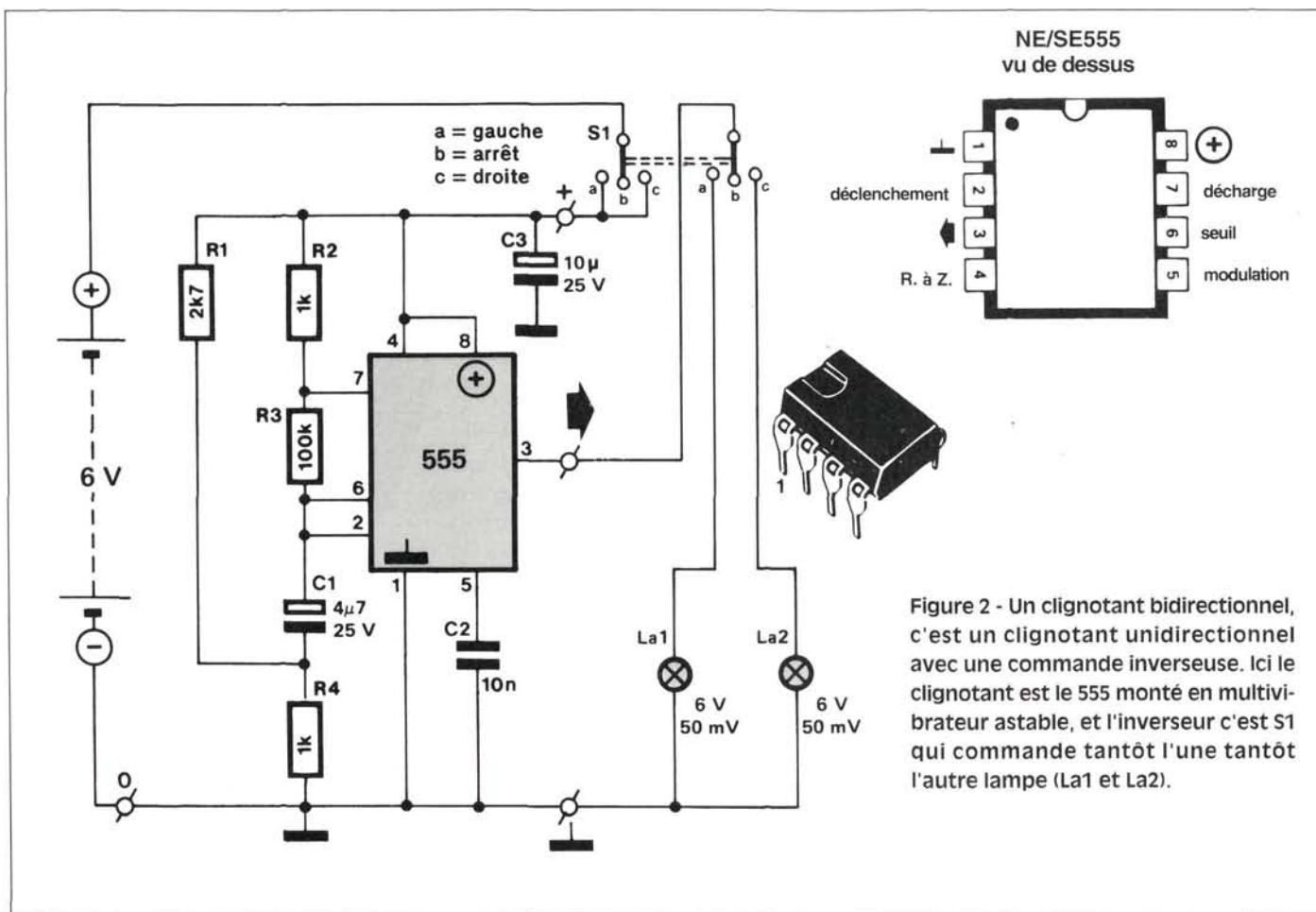
En résumé, notre 555 comporte l'équivalent de deux amplificateurs opérationnels montés en discriminateur à fenêtre, dont les entrées de référence sont portées l'une à $\frac{2}{3}$, l'autre à $\frac{1}{3}$ de la tension d'alimentation U_b ("b" pour "batterie"), tandis que les entrées de seuil -interconnectées- voient la ten-

Lecteurs de la première heure, il est inutile de nous écrire pour nous signaler qu'il y a déjà eu des clignotants dans ELEX, notamment dans le n°30 du mois de février de cette année. Il s'agit ici d'un circuit beaucoup plus simple qui, outre son utilité pratique applicable à bien d'autres domaines que celui de la pédale, nous sert de prétexte pour revenir en détail, mais en douceur, sur la notion de circuit intégré.

Pour bien des électroniciens même confirmés, le circuit intégré est une boîte noire dont ils préfèrent tout ignorer de la vie intérieure. Ils ont tort. Parmi les amateurs autodidactes comme beaucoup de nos lecteurs, il y a des gens curieux, à l'affût d'informations à caractère apparemment subalterne, comme par exemple la structure interne d'un circuit intégré. Ils savent que science sans conscience n'est que rouille de lames. Ne pensez-vous pas comme nous qu'il est préférable d'utiliser un 555 après en avoir soigneusement étudié la radiographie telle qu'elle apparaît ci-contre plutôt que d'avalier la puce sans même en lire la posologie, le mode d'administration et les contre-indications ? Le 555 est un circuit assez simple, conçu spécialement pour la temporisation analo-

Figure 1 - Radiographie du 555. Mieux connaître, c'est mieux comprendre.





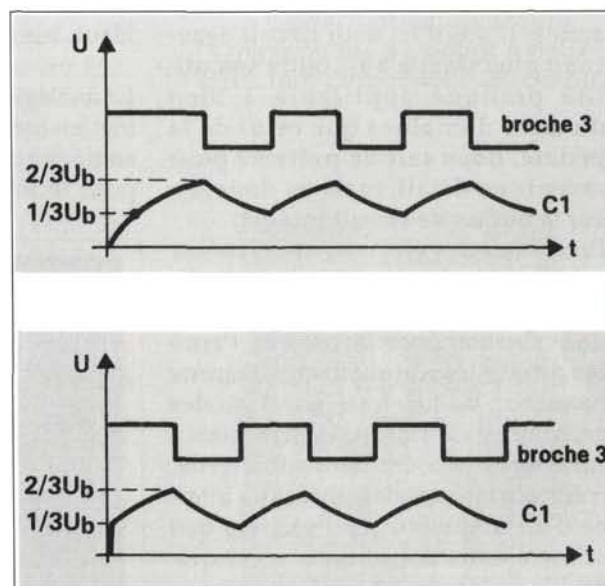
sion aux bornes d'un condensateur. Comme la sortie du discriminateur assure la décharge du condensateur, nous l'avons vu avec T1 et la bascule, le dispositif change d'état périodiquement : il oscille, n'en déplace aux puristes qui réservent le terme d'oscillations aux phénomènes sinusoïdaux. Avant de passer à la pratique, nous voudrions préciser que dans certains dialectes franglophones, décharge se dit *discharge*, déclenchement se dit *trigger*, et remise à zéro (RAZ) se prononce "rissette" (*reset*). Cela peut vous servir si vous lisez d'autres revues qu'ELEX...

Si nous avons fait appel à un 555 pour réaliser ce clignotant, c'est parce que ce circuit intégré est capable de fournir, à peu de frais, des impulsions carrées, c'est-à-dire symétriques ; la durée des impulsions proprement dites est la même que celle des intervalles qui les séparent. On parle dans ce cas d'un rapport cyclique de 50%. Pour ce qui concerne le condensateur, cela suppose que la durée de la charge est la même que celle de la décharge. Si vous examinez le schéma ci-dessus à la lumière de ce que nous avons appris sur la radiographie de la page

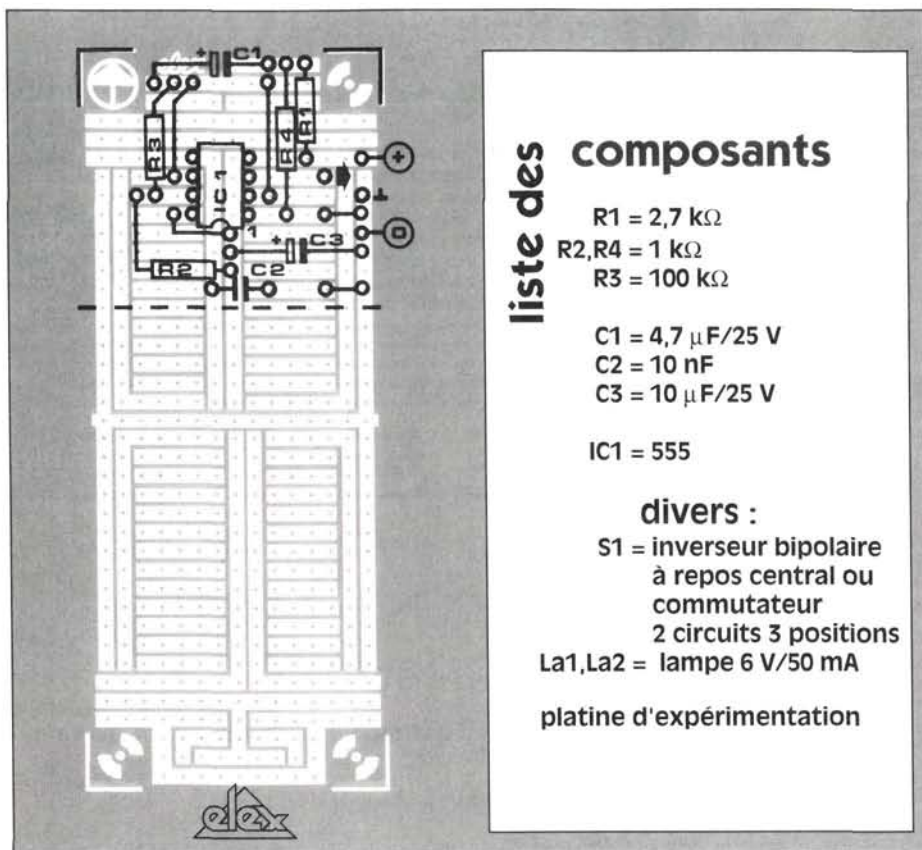
précédente - à savoir que le condensateur C1 se charge à travers R2 et R3 et se décharge à travers la seule R3 - il apparaît que la différence entre la durée de la charge et celle de la décharge sera de l'ordre de 1% (la valeur de R2 est égale à $\frac{1}{100}$ ème de celle de R3).

inspirez fort et ne bougez plus

Mettons sous tension le circuit tel qu'il apparaît ci-dessus. Le condensateur C1 est encore déchargé. Il circule un courant de charge à travers R2 et R3. Quand la tension aux bornes de C1 atteint le seuil de $\frac{2}{3}$ de la tension d'alimentation, le comparateur 1 du 555 (celui du haut que vous ne voyez pas sur le schéma ci-dessus mais que vous n'avez aucun mal à imaginer tel qu'il était apparu sur la radiographie de la page précédente) active l'entrée R (*remise à zéro*) de la bascule intégrée. Ceci active la sortie Q, laquelle fournit au transistor de commutation intégré le



courant de base qui le rend conducteur. Maintenant le courant de charge fourni à travers R2 est évacué par le circuit intégré qui en même temps soutire à C1 sa réserve d'énergie. Vous noterez au passage qu'un circuit intégré peut donc lui aussi (on l'oublie trop souvent) "consommer" du courant autrement que par sa seule broche d'alimentation. Quand la tension aux bornes du condensateur a baissé au point de devenir inférieure au tiers de



liste des composants

R1 = 2,7 kΩ
R2, R4 = 1 kΩ
R3 = 100 kΩ

C1 = 4,7 μF/25 V
C2 = 10 nF
C3 = 10 μF/25 V

IC1 = 555

divers :

S1 = inverseur bipolaire
à repos central ou
commutateur
2 circuits 3 positions

La1, La2 = lampe 6 V/50 mA

platine d'expérimentation

la tension d'alimentation, c'est le comparateur du bas qui réagit en activant l'entrée S de la bascule. Le transistor de décharge se bloque, la vapeur est inversée. La fréquence des impulsions ainsi produites est déterminée selon la formule suivante :

$$f \approx \frac{1,49}{(2 \cdot R_3) \cdot C_1}$$

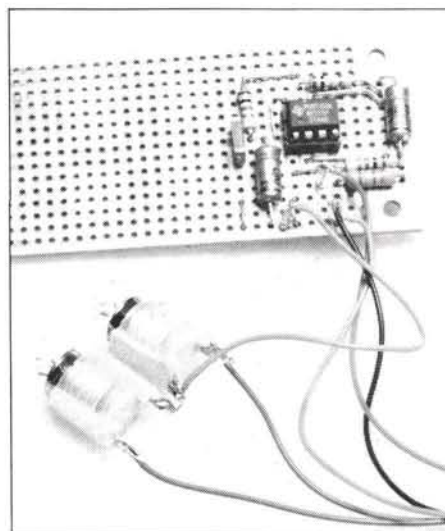
Les courbes données ci-contre correspondent au signal relevé sur C1. Celle du haut appartient à un circuit simplifié, sans R4 (le pôle négatif de ce condensateur est donc relié directement à la masse) et sans R1. On remarque que la première pente de la courbe est plus longue que les autres, le premier clignotement serait donc plus lent que les suivants. N'est-ce pas là une imperfection indigne d'un montage publié dans ELEX. C'est pourquoi nous avons créé, sur le schéma publié ci-contre un potentiel intermédiaire pour le pôle négatif du condensateur, à environ $\frac{1}{3}$ de la tension d'alimentation (≈ 2 V). Le résultat obtenu est illustré par la courbe du bas. C'est ce signal-là que produit le schéma que nous vous proposons. Le premier flanc ascendant ne dure ni plus ni moins longtemps que les suivants, grâce à ce diviseur de tension qui permet au courant de charge du condensateur d'enjamber en quelque sorte l'obstacle que représente

le premier tiers de la tension d'alimentation immédiatement après la mise sous tension. Il ne s'agit, ni plus ni moins, que de créer par cet artifice une tension de décalage. Souvent les tensions de décalage sont des phénomènes parasites gênants dont on ne se débarrasse qu'à grand renfort d'astuce. Ici c'est l'inverse.

Le tour du schéma aura été fait quand nous aurons parlé de S1. La fonction de cet inverseur est double. C'est pour cela qu'il est bipolaire. Il assure d'une part la mise sous tension du circuit intégré (c'est pourquoi les points "a" et "c" du circuit de gauche de S1 sont court-circuités) et d'autre part le choix de la lampe qui doit clignoter (le signal de sortie du 555 acheminé par le contact commun du circuit de droite de S1 est envoyé soit vers La1 soit vers La2).

tirez la langue et dites : «555»

Nous voici à la tête d'un circuit simple, qui marche et dont nous savons maintenant *comment* il marche. Ici nous nous séparons de ceux et celles qui ne s'intéressent à l'électronique que pour l'esprit. Les autres, ceux qui aiment barboter dans l'étain mettent leur fer à chauffer. Avant de passer aux actes, il est conseillé de réfléchir aux modalités



de fabrication. Quelle est l'application envisagée ? S'agit-il réellement d'un clignotant pour bicyclette ou d'un détournement du circuit pour une autre fonction (*libre/occupé, chaud/froid, rapide/lent, dedans/dehors...* autant de suggestions de signalisation que pourra assurer ce circuit). En tout cas, il ne faut guère plus d'un tiers d'une platine d'expérimentation pour caser les composants, sans lampes ni batterie. En fait de batterie, on fait appel à 4 piles R6 de 1,5 V. Le choix des lampes est important pour l'efficacité du circuit dans l'application envisagée ; on peut descendre jusqu'à 4,5 V de tension d'alimentation, avec une pile plate, et monter jusqu'à 9 V avec une pile compacte, mais le courant d'alimentation des lampes ne devra pas dépasser 50 mA.

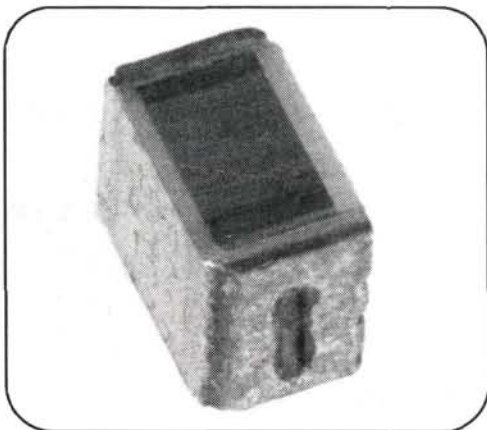
Le circuit intégré 555 n'est pas une bête de somme, ne lui en demandez pas trop ! Ne maltraitez pas sa sortie qui ne résistera pas indéfiniment aux courts-circuits.

L'inverseur S1 doit être un modèle qui permette à la fois de couper l'alimentation du 555 et de choisir l'une des deux lampes à partir d'une position de repos centrale, de telle sorte qu'il ne puisse jamais arriver que les deux lampes soient allumées en même temps. Un inverseur à contacts fugitifs conviendra dans bien des applications.

Maintenant vous jetez un dernier coup d'oeil au schéma, puis vous fermez ce numéro d'ELEX, vous prenez une feuille blanche et vous redessinez le schéma de mémoire, structure interne comprise.

C'est fini, vous pouvez vous rhabiller (de 500).

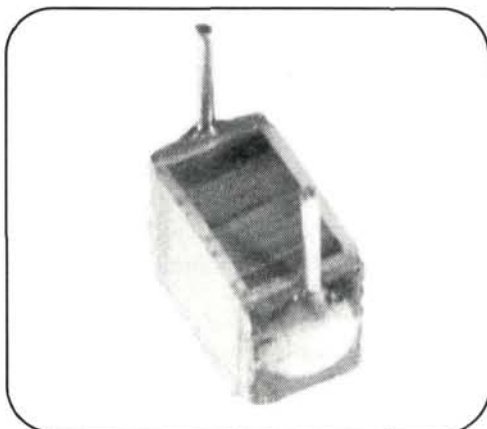
85677



cul-de-jatte

Ni cul-de-jatte, ni manchot, ce condensateur amputé de ses deux broches risque pourtant de passer à la poubelle dès le prochain "grand ménage". Bien des électroniciens ignorent que ce type de composant peut facilement être remis en état de servir normalement. Il s'agit de condensateurs MKH ou MKT à film plastique, des composants de bonne qualité et assez chers d'ailleurs. Lorsqu'on les manipule, notamment quand on les dessoude, il arrive fréquemment que l'une ou même les deux broches soient arrachées accidentellement. Pour leur faire repousser des pattes, il suffit de souder à même le corps deux morceaux de patte d'un autre composant, par exemple une résistance, en prenant soin néanmoins de ne pas s'attarder avec la pointe du fer sur le composant. Une seconde, pas plus. Pour travailler proprement, immobilisez soigneusement le condensateur sur la table d'opération, étalez la "prothèse" ainsi que le flanc du composant. Ainsi tout ira très vite.

Nous n'avons pas décelé de perte de capacité rédhibitoire. Bien sûr le condensateur n'est plus tout à fait comme avant, mais si vous respectez les recommandations énoncées ci-dessus, il est improbable que sa valeur sorte jamais des tolérances admises (le plus souvent de l'ordre de 20% pour un condensateur).



ELEX télécopie
les Trois Tilleuls 20 48 69 64
BP59
59850 NIEPPE minitel
20 48 68 04 3615 code
ELEX
de 8h30 à 12h30 et de 13h15 à 16h15

4^e année n° 38 NOVEMBRE 1991

ABONNEMENTS : encart avant-dernière page

PUBLICITÉ :

Brigitte Henneron et Nathalie DeFrance

ADMINISTRATION :

Jeanine Debuyser et Marie-Noëlle Grare

DIRECTEUR DÉLÉGUÉ DE LA PUBLICATION : Robert Safie

Banque : Société Générale - Armentières n°01113-00020095026-69

CCP PARIS 190200V libellé à «ELEX»

Société éditrice : Editions Castella SA au capital de 1 000 000 F

siège social : 25, rue Monge 75005 PARIS — RC PARIS 378 000 699

SIRET 00033 APE : 5112 — principal associé : VISLAND S.A.R.L.

Directeur Général et directeur de la publication : Marinus Visser

Toute reproduction ou représentation intégrale ou partielle, par quelque procédé que ce soit, des pages publiées dans la présente publication, faite sans l'autorisation de l'éditeur est illicite et constitue une contrefaçon. Seules sont autorisées, d'une part, les reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective, et d'autre part, les analyses et courtes citations justifiées par le caractère scientifique ou d'information de l'œuvre dans laquelle elles sont incorporées (Loi du 11 mars 1957, art. 40 et 41 et Code Pénal art. 245)

Dépôt légal : nov. 1991

n° ISSN : 0990-737X

n° CPPAP : 70184

Tous droits réservés
pour tous pays
© ELEKTUUR 1991

Maquette et composition par ELEX

Photogravure PPS Hasselt (B)

imprimé aux Pays-Bas par NDB - Leiden



elex bazar

VENDS ordi CPC 6128
couleur + Tuner +
imprimante + Textomat
(traitement de texte) + jeux -
à débattre -
Tél : (1) 47.39.67.57 le soir.

VENDS orgue électronique
CASIO tone 701 : 4 000 F et
YAMAHA VSS 200 : 1 500
F. TBE.
Tél : 50.60.64.33 ap 19H.

VENDS AT 286 RAM :
1 MO DD 20 MO LFCT
1,2 MO TBE - logs mono :
3500 F - Ega couleur : 5000
F - impr NEC P6.
Tél : (1) 48.81.08.88 ap
20H.

VENDS pro32 REALISTIC
chargeur HP : 1 500 F -
Pro2021 REALISIC : 2500 F
HP - RXTX VT 250 MDM
150 à 162 : 500 F.
Tél : 57.58.22.22.

VENDS petit oscillo à
lampes : 300 F - oscillo
2XX+2XY pour étude
courbes et déphasages BF :
300 F - METRIX 462 : 100 F
+ port.
Tél : 48.64.68.48.

Etudiant **CHERCHE**
périphérique THOMSON
MO6 + matériel labo (oscilo
capacimètre etc).
Tél : 91.45.02.12 HR.

Un des 2 transfos de sortie
de mon ampli à tubes
FISCHER X100A est parti
en fumée.

QUI PEUT M'AIDER ?.
Tél : 22.26.85.78.

ACHETE TI 59 TEXAS
INSTRUMENT. RIFF
6, Allée Coq chantant
60500 CHANTILLY.
Tél : 44.57.32.27.

CHERCHE imprimante
24 aiguilles moins de
1000 F.
Tél : 47.20.77.02 soir.

VENDS PC AT 286 1M
RAM, DD 20 Mo, VGA coul.,
lect. 1M2, 2 int. série + par.
+ souris + DOS 4 + log. orig.
P : 9 500 F.
Tél : 83.26.44.09 ap 19H.

VENDS PC 1512
AMSTRAD coul. 2 lect disq.
5 1/4 + souris + disq.
d'origine : 3 500 F. Année :
4/90.
Tél : (1) 40.56.24.30 bur.

VENDS ATARI 800XL -
Faire offre.
Tél : 87.95.23.46
demander YVES.

VENDS BECKMAN
DM27XL : 350 F -
MANUDAX 3650 : 300 F -
MICRONATA DIGITAL :
200 F - MICRONATA
analogique : 100 F.
Tél : 78.08.55.78.

BRADE matériel
électronique dont circuits
intégrés - liste c/envel
timbrée.
ROTH Antoine
18, rue Gal De Gaulle
68440 HABSHEIM.

QUI PEUT DEPANNER ma
TSF, marque BRANDT
année 1950. merci, René.
Tél : 20.48.64.64 HB.

VENDS récept KWD R5000
avec filtre BLU 1,8 kHz (état
except/neuf avril 91).
LAFABRIE
100, av Louis Barthou
33200 BORDEAUX.
Tél : 56.42.35.10.

A

ANALOGIQUE ANTI-CHOC ALTERNATIF

1^{er} épisode : Du temporisateur au multivibrateur

Le retour



Cambak ! Voici donc celui que personne n'attendait plus, l'émule du célèbre professeur Ménerlâche*, l'homme à la carrosserie cabossée, mais sans une tache de rouille, le débonnaire et bien nommé Analogique Anti-Choc. Après vous avoir prêté main** forte jadis, de longs mois durant, au cours de vos premières campagnes au pays de l'électronique, vous initiant aux arcanes du courant continu, il s'était éclipsé non sans avoir rempli pour quelques séances en réponse à l'insistance générale. Celle-la même qui le fait revenir*** aujourd'hui pour une nouvelle série d'épisodes sur le courant alternatif.

Les réalisations qui vous seront proposées au fil de cette série ne sont pas assez durables pour justifier l'utilisation de platines d'expérimentation ni,

a fortiori, de platines gravées spécialement pour la circonstance. Nous avons au contraire imaginé un dispositif à la fois meilleur marché et mieux adapté au caractère démonstratif de ces montages. Il s'agit de planchettes de contreplaqué – qu'accessoirement nous avons recouvertes d'un auto-collant blanc – dans lesquelles nous plantons (au marteau !) des picots mâles (ou des clous zingués) sur lesquels il suffit ensuite de souder les composants. Chaque picot (ø 1,2 mm) ou clou correspond à un point de jonction entre deux ou plusieurs composants. L'avantage essentiel de cette façon de procéder par rapport au circuit imprimé ou aux plaquettes d'expérimentation de tous types, réside dans le fait que l'on voit à la fois les composants et les liaisons entre eux, tout en disposant d'un ensemble robuste et facile à manipuler. La disposition matérielle des composants correspond directement à leur disposition sur le schéma de principe. Nos lecteurs enseignants et pédagogues de tout poil seront les premiers à apprécier cet avantage.

Il importe que le bois soit bien sec. Les liaisons entre picots seront établies soit par les composants eux-mêmes, soit par des morceaux de fil de câblage rigide. Pour les liaisons vers l'extérieur (pile, interrupteur, etc) il est bon de prévoir quelques picots femelles à enficher sur les picots mâles. Le trombone à papier est un accessoire utile pour les piles.

Comme les considérations sur le courant alternatif sont souvent abstraites alors que la vocation de ce magazine est de rester ancré dans la pratique, nous ne nous éloignerons jamais beaucoup du fer à souder. L'entrée en matière sera très progressive (peut-être trop au goût des stakhanovistes). Après être passés par le multivibrateur astable, le condensateur et quelques autres notions de base, nous aborderons successivement les amplificateurs, avec les tensions sinusoïdales, les bobines, les alimentations pour aboutir aux techniques haute-fréquence.

* Slalom Jérémie Ménerlâche, savant inventeur du Biglotron

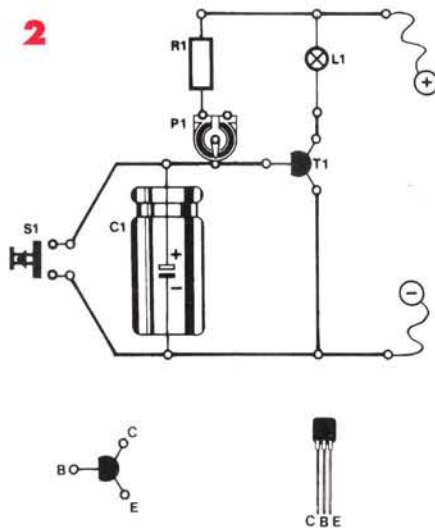
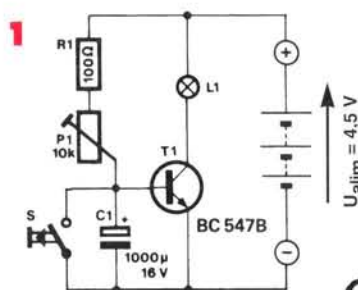
** Vous êtes-vous demandé ce qu'il pouvait bien tenir dans sa main droite que l'on ne voit pas ? Tournez la page...

*** vous voyez bien que ça paie de nous écrire pour demander plus de ceci et moins de cela

Pour garantir à chacun l'accès au contenu des épisodes qui suivront, nous abordons cette série sur le courant alternatif par une étude d'un circuit fondamental plutôt apparenté au monde du courant continu, mais qui nous permettra de jeter, dès ce premier épisode, un pont vers l'alternatif. Le circuit en question, un étage temporisateur, apparaît sur la **figure 1** ci-contre. Dès que l'alimentation est connectée, un courant circule à travers P1 et R1 vers le condensateur C1. Le condensateur se charge et la tension à ses bornes augmente. Quand elle atteint 0,7 V, la jonction base-émetteur du transistor devient passante. Le courant des résistances ne traverse plus le condensateur mais circule désormais à travers cette jonction devenue conductrice. Le courant de base est amplifié par le transistor et le courant de collecteur circule dans l'ampoule L1, qui s'allume. Sur la **figure 2** apparaît le plan d'implantation des composants sur une planchette d'expérimentation.

Le condensateur a mis un certain temps à se charger. L'intervalle de temps entre la mise sous tension et l'allumage de l'ampoule peut être modifié à l'aide du potentiomètre P1. Le courant de charge du condensateur sera d'autant plus intense que la valeur de P1 sera petite. Le temps nécessaire à la tension de base pour atteindre le seuil de 0,7 V sera d'autant plus court que le courant de charge sera intense. La fermeture de l'interrupteur S provoque l'extinction de l'ampoule : en se fermant, l'interrupteur décharge le condensateur et annule le courant de base. Une fois le bouton poussoir relâché, un délai déterminé s'écoule avant que le condensateur soit rechargé et l'ampoule allumée.

Le réglage du potentiomètre agit aussi sur la luminosité de l'ampoule. L'augmentation de la résistance R1/P1 réduit l'intensité du courant de base et par conséquent celle du courant de collecteur. La tension entre la base et le pôle +, c'est-à-dire la tension aux bornes des résistances, est inférieure de 0,7 V environ à la tension d'alimentation ; elle est donc d'environ 3,8 V. L'intensité du courant de base se calcule en divisant la tension de 3,8 V par la résistance totale de P1 et R1. La résistance R1, dite résistance-talon, empêche un court-circuit entre



• Liste des composants •

R1 = 100 Ω
P1 = 10 kΩ pot. ajustable
C1 = 1000 μF/16 V

T1 = BC 547B

La1 = ampoule 3,5 V/0,2 A (avec douille)

S = bouton-poussoir à fermeture

1 pile de 4,5 V



la base et le pôle + quand le curseur de P1 est en butée.

Le montage de la **figure 3** ci-contre comporte deux temporisateurs montés en cascade. La partie gauche du montage (jusqu'à la ligne en pointillés) fonctionne comme décrit ci-dessus. Pendant le temps de charge de C1, tant que L1 n'est pas allumée, la tension de collecteur du transistor T1 est très peu différente de la tension d'alimentation. En effet pendant cet intervalle de temps le transistor est bloqué. Ainsi aucun courant ne circule et il n'y a pas de chute de tension aux bornes de l'ampoule. Le condensateur C2 est connecté entre la tension d'alimentation (borne + du condensateur) et la tension de base de 0,7 V de T2 ; par conséquent il se charge. Ce courant de charge est trop faible pour allumer L1, mais avec le courant R2/P2, il circule à travers la base de T2, de telle sorte que ce transistor est passant et que la lampe L2 s'allume. Lorsque C1 est chargé, la tension de collecteur de T1 diminue et La1 s'allume. Le courant de charge de C2 cesse, T2 se bloque et L2 s'éteint. La tension sur l'armature positive du condensateur chimique (collecteur de T1) tombe à 0,2 V envi-

ron, soit à peine plus que la tension négative d'alimentation. C'est au tour de la partie droite du montage de se comporter maintenant comme précédemment la partie gauche : R2 et P2 chargent C2, dont la polarité s'inverse. Dès que la tension de C2 atteint le seuil base-émetteur, T2 devient passant et L2 s'allume à nouveau. La période d'extinction de L1 est suivie par une période d'extinction de L2. À la fin les deux lampes sont allumées. Le tableau 1 résume le fonctionnement du double temporisateur. Le condensateur C2, même chargé à l'envers, ne court aucun risque, car la tension à ses bornes est très faible (environ 0,5 V). La particularité de ce circuit est qu'une partie, la gauche de la figure 3, commande l'autre. Une modification simple permet à la partie droite d'activer la gauche. Les deux parties du montage se commandent alors à tour de rôle. Les ampoules s'allument alter-

• Liste des composants •

R2 = 100 Ω $\frac{1}{4}$ W
P2 = 10 k Ω pot. ajustable

C2 = 1000 μ F/16 V

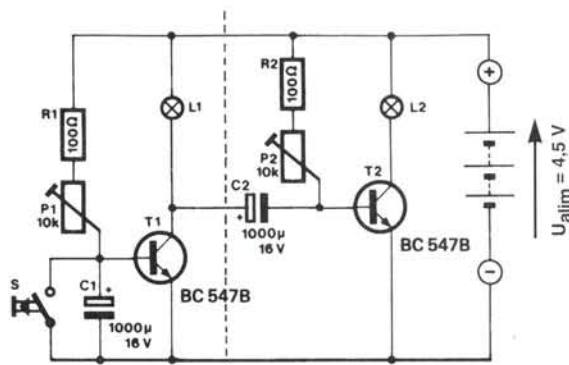
T2 = BC 547B

La2 = ampoule 3,5 V/0,2 A
(avec douille)

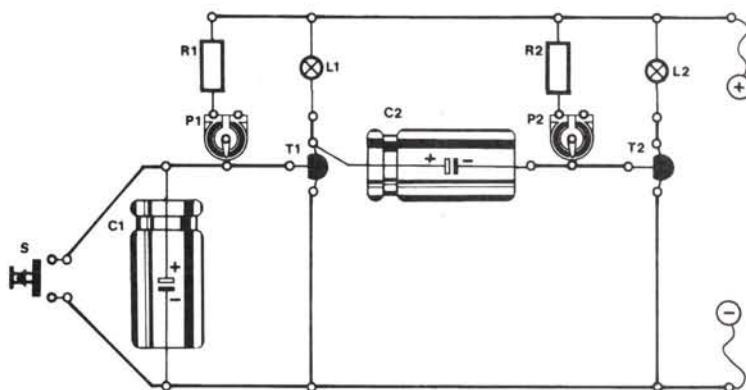
nativement. Sur le montage expérimental, il faut démonter le condensateur C1, puis le remonter ainsi : l'armature négative sera reliée à la base de T1 et l'armature positive au collecteur de T2. Ce qui vous donne le circuit de la figure 5.

Avec le diagramme de la figure 7 il devient sensible que nous quittons le domaine du continu, puisqu'un mouvement circulaire est en train de s'amorcer. Pour l'instant, nous n'en sommes pas encore à l'alternatif, mais

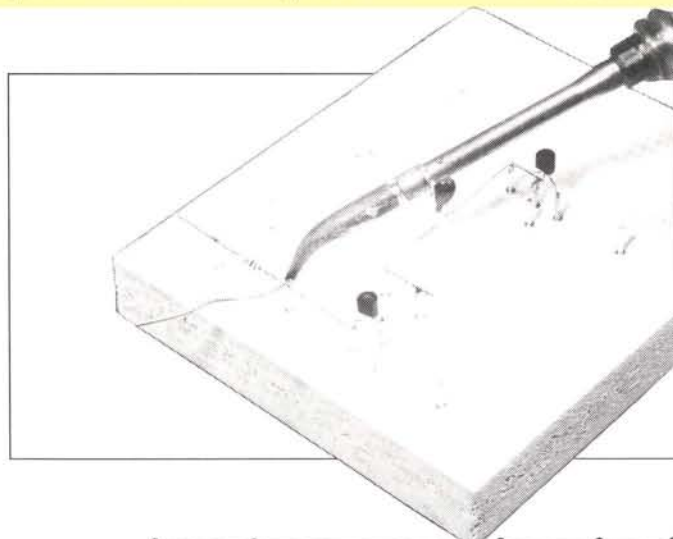
3



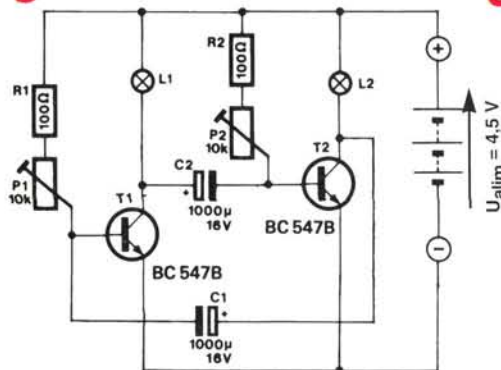
4



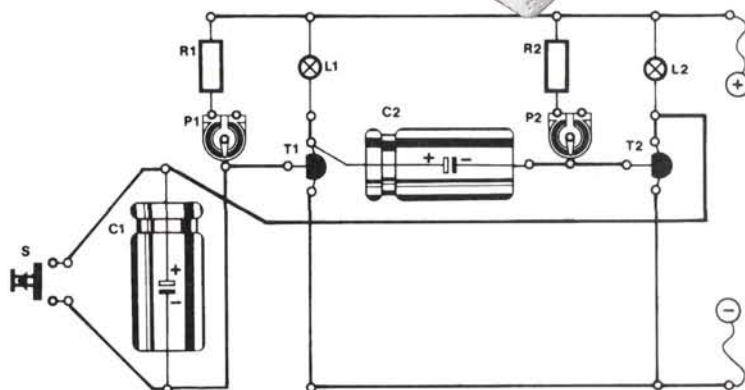
C1	C2	L1	L2	
déchargé	déchargé	0	0	état initial
se charge à travers R1/P1	se charge à travers L1 et T2	0	1	temps d'extinction de L1
atteint 0,7 V	se charge à travers R2/P2	1	0	temps d'extinction de L2
0,7 V	0,7 V	1	1	état final



5



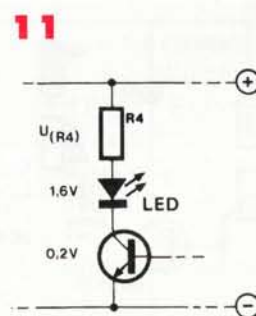
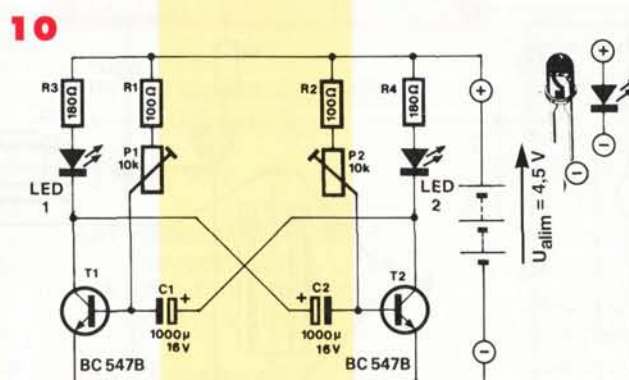
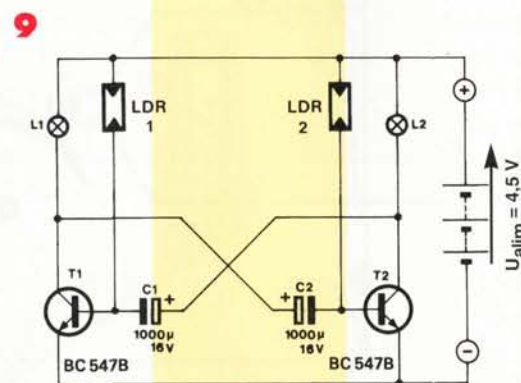
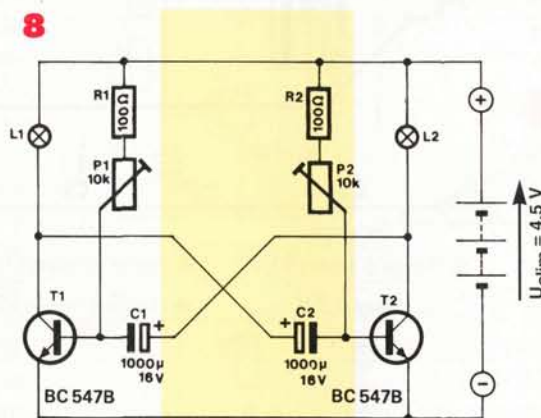
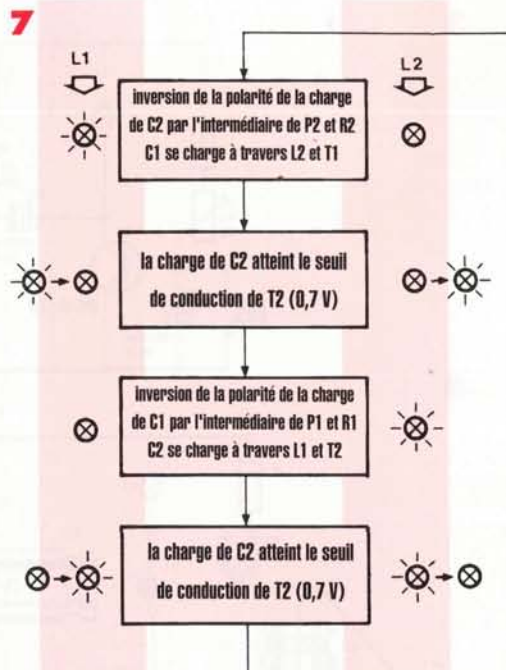
6



plutôt à quelque chose que l'on pourrait appeler le *discontinu*. Comme les flèches du diagramme ci-contre forment incontestablement un cycle fermé, le montage est voué à répéter son cycle jusqu'à ce que... mort s'en suive, c'est-à-dire jusqu'à ce que l'alimentation soit déconnectée. Ce circuit dont les deux moitiés semblent jouer au ping-pong s'appelle un multivibrateur astable (MVA), autrement dit une bascule à deux états dont ni l'un ni l'autre ne sont stables. Le temporisateur de la figure 1 était un montage à un état stable en revanche : la lampe L1 s'allumait et restait allumée après écoulement du délai fixé. Il s'agit donc d'un multivibrateur monostable.

Tel qu'il est repris sur la **figure 8** ci-contre, le schéma du multivibrateur astable nous est bien plus familier. En tous cas, maintenant la symétrie du circuit saute aux yeux. Cette disposition schématique des composants est bien plus fréquente que celle de la page précédente. Le multivibrateur astable appartient au groupe des oscillateurs, ces montages électroniques qui balancent d'eux-mêmes entre deux états. Les multivibrateurs astables fonctionnent à coup sûr et sont un sujet d'expérimentation idéal. Le montage de base se prête à toutes sortes de modifications comme le montrera la suite. La combinaison résistance/condensateur de chacun des deux étages détermine la cadence du clignotement. La diminution de la valeur de P1 ou de C1 permet à C1 de se charger plus rapidement et à L1 de s'allumer plus tôt. Le clignotement est plus rapide donc L2 reste allumée moins longtemps. La valeur de C2/P2/R2 détermine le temps durant lequel L1 s'allume. Quand R1/P1 et R2/P2 d'une part, C1 et C2 d'autre part, sont identiques, la cadence de clignotement est symétrique. Les deux ampoules restent allumées pendant des temps égaux. On dit que le rapport pause/impulsion (ou rapport cyclique) est de 1/1.

Les potentiomètres peuvent être remplacés par une ou deux LDR (photo-résistances), ce qui asservit



la cadence du clignotement à l'intensité de l'éclairage ambiant (**figure 9**).

La **figure 10** montre une version modernisée de montage clignotant avec des LED (diodes électroluminescentes). La valeur des résistances nécessaires sera déterminée grâce à la loi d'Ohm. Prenons le circuit en cours de clignotement et considérons que c'est le transistor T2 qui est en train de conduire alors que l'autre est bloqué. La tension qui règne aux bornes de la LED D2 est de 1,6 V environ. La tension aux bornes de la résistance est de (**voir figure 11**) :

$$U(R4) = 4,5 - 1,6 - 0,2 = 2,7 \text{ V}$$

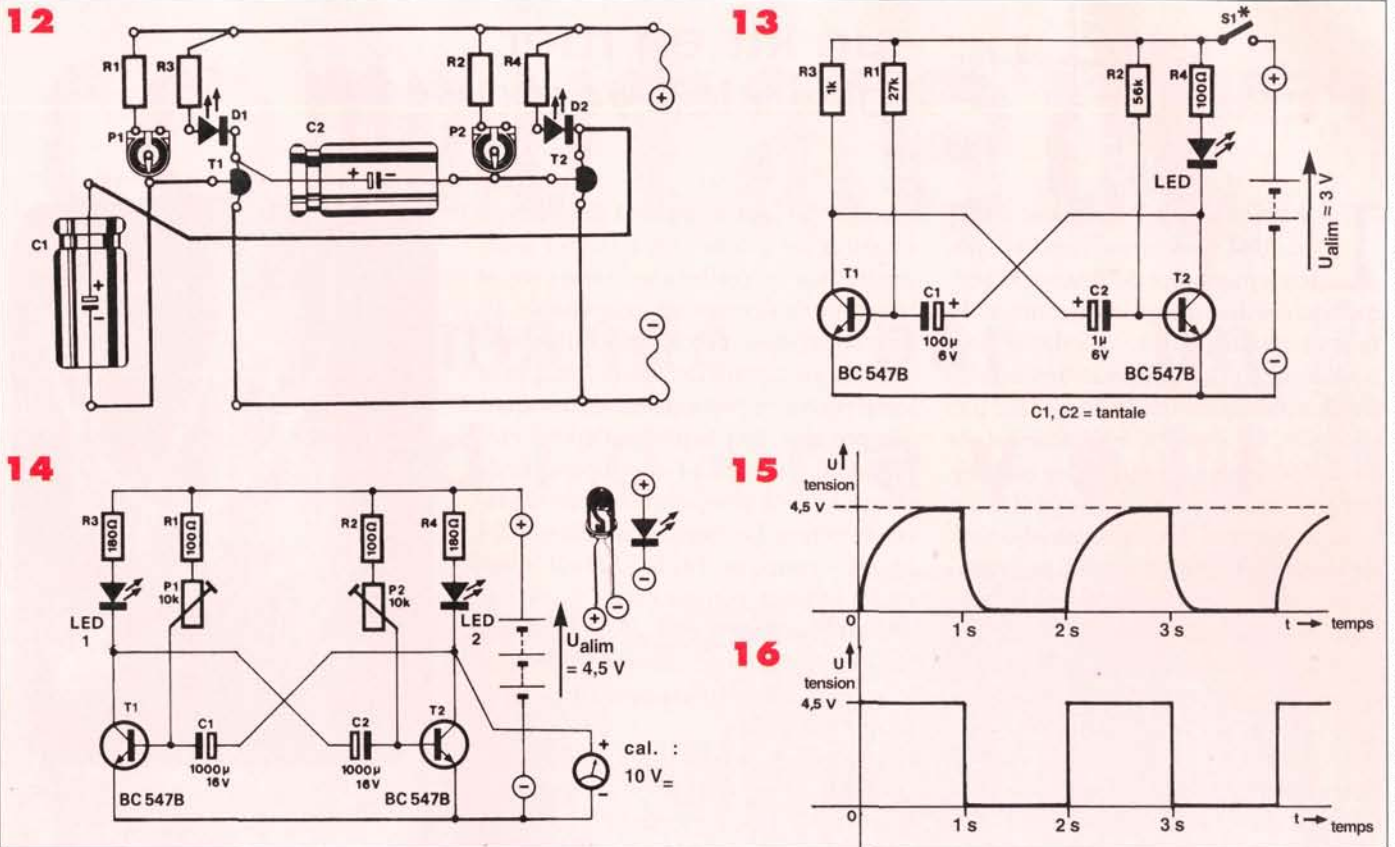
Décidons de limiter le courant à travers la LED à 15 mA par exemple, soit 0,015 A.

$$R4 = \frac{U(R4)}{I(LED)} = \frac{2,7 \text{ V}}{15 \text{ mA}} = 180 \Omega$$

Comme le circuit est symétrique, la valeur de R3 sera exactement la même. Si on désire au contraire réaliser un clignotant à une seule LED, on remplace la deuxième LED par une résistance. Les résistances et les condensateurs de la figure 13 sont calculés pour que la LED s'allume brièvement à intervalles réguliers.

Tension alternative

Revenons au circuit du multivibrateur avec les deux LED (**figure 8**). La tension du collecteur de T2 oscille continuellement entre 0 V et 4,5 V. Quand le réglage du potentiomètre (résistance la plus élevée du potentiomètre) fixe un



rythme de clignotement lent, un multimètre à aiguille permet de suivre ces variations de tension. (figure 14) Le diagramme de la figure 15 représente l'allure exacte de la tension de collecteur en fonction du temps. L'axe horizontal représente le temps (t), de gauche à droite. Les valeurs de la tension sont repérées sur l'axe vertical (positif vers le haut, négatif vers le bas).

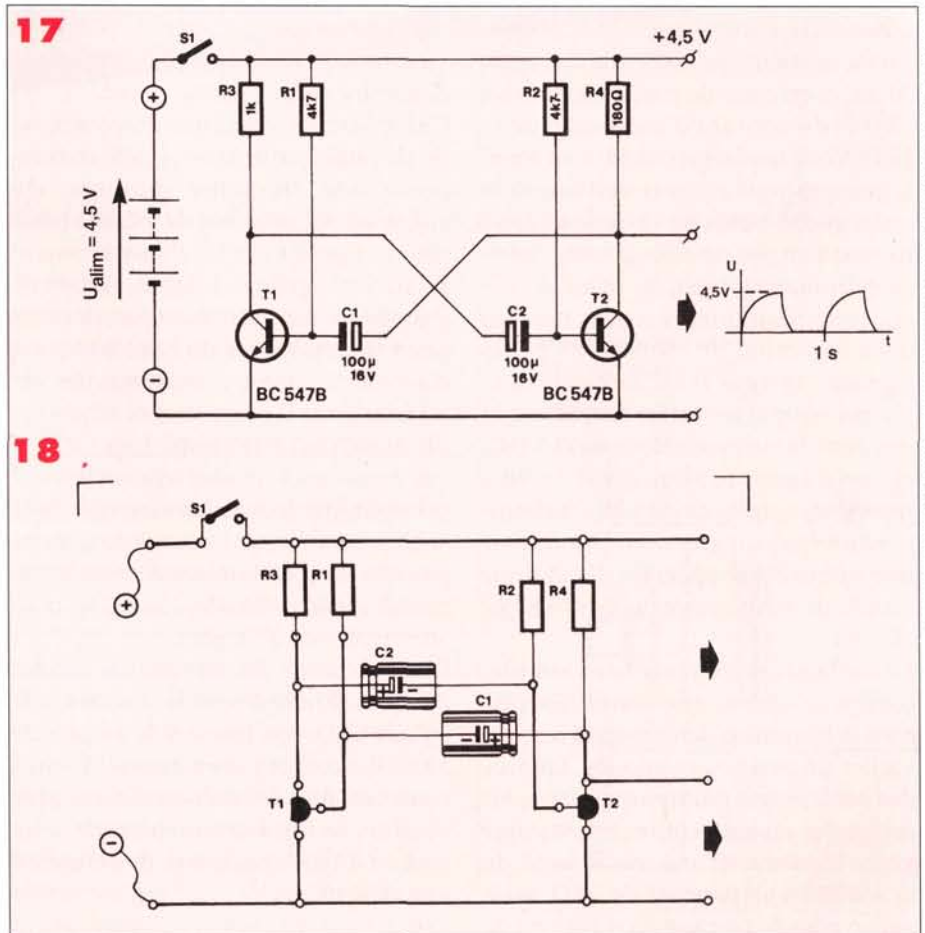
La tension change toutes les secondes. La transition ne se produit pas instantanément. Le diagramme montre que la tension de collecteur n'atteint sa valeur finale qu'avec un peu de retard. Les techniciens appellent la courbe de tension schématisée sur la figure 15 une tension rectangulaire à flancs arrondis. Comparez-la avec la figure 16 qui représente une tension rectangulaire idéale. La tension rectangulaire donnera lieu à d'autres développements par la suite. Pour l'instant, le signal du multivibrateur suffira pour nos essais, malgré ses flancs arrondis. Construisons donc un multivibrateur astable selon le schéma de la figure 17 et le plan d'implantation de la figure 18. Ce sera notre générateur expérimental.

Quatre pages déjà ! Nous voici au terme de ce premier épisode. Le mois prochain, mine de rien, avec ce testeur expérimental, nous aborderons pour

de bon aux rives de l'alternatif. Aussi étonnant que cela puisse paraître, nous connecterons deux LED tête-bêche en sortie de notre multivibrateur astable, et, oh stupéfaction ! nous les verrons

s'allumer à tour de rôle, indiquant par là que le courant de sortie change de sens chaque fois que le circuit bascule. Mystère...

84931



PERISCOPE

un kit en met plein les yeux

Le kit « flash-led » proposé par la société Semelec est destiné spécialement aux débutants. Il permet de réaliser pour le minimum de frais un montage utile : une diode électroluminescente qui émet des éclairs puissants à la cadence de quatre par seconde. La durée de l'éclair est de 30 millisecondes, sa puissance est réellement étonnante grâce à une LED à haut rendement. La consommation est de 15 mA pendant les éclairs, mais pratiquement nulle pendant les pauses. Comme les éclairs durent 30 ms et que la période du signal est de 241 ms, la consommation moyenne est de :

$$I = 15 \cdot (30/241) = 1,86 \text{ mA}$$

Des piles alcalines de type R6 (avons-nous dit que la tension d'alimentation est de 3 V ?), aussi peu sollicitées, fourniront sans peine les 4 ampères-heures promises par les fabricants. Calculez vous-mêmes le nombre de jours de fonctionnement.

Le montage électronique comporte un multivibrateur astable, qui règle la cadence de 4 éclairs par seconde (1pp), un monostable qui donne la durée de 30 ms, et un étage de puissance pour les 15 mA du courant d'excitation de la LED. Voilà qui laisse craindre un montage compliqué et un circuit imprimé conséquent. Surprise ! Le montage se résume à un peu de câblage entre l'interrupteur marche-arrêt, les piles, la LED et... **un circuit intégré à trois broches** dans un boîtier de transistor « petits signaux » de type TO92. Le circuit intégré qui remplit toutes les fonctions à la fois porte la curieuse référence **12 VOG**, et rien d'autre : le fournisseur du kit a racheté un surplus de circuits « maison » produits par un grand fabricant pour une application spéciale. Il est donc inutile de nous écrire ou de chercher ailleurs !

Le câblage est extrêmement simple, comme le schéma que fournit Semelec, mais la fabrication du clignotant fera travailler un peu vos méninges. En plus des composants proprement dits, le kit comprend un petit coffret en plastique genre « boîte à savon », du fil isolé, de la soudure, un support de LED, mais aucun plan de perçage du coffret ou de

câblage ! Les amateurs vont donc devoir mesurer les diamètres, reporter leurs repères sur un coffret sans arête vive, et trouver une disposition convenable. Ils devront ensuite percer précautionneusement, en évitant de laisser dériver le foret, et souder proprement les quelques composants. La plaquette d'époxy cuivré sert de support à l'interrupteur et de calage au deux piles, elle n'a à être ni gravée ni percée. Le montage fonctionne du premier coup, sauf si la LED est branchée à l'envers, comme nous l'avons fait d'abord. Juste pour voir... Nous n'avons pas essayé de brancher le circuit intégré à l'envers, il est fort probable qu'il ne le supporterait pas.

Que faire de ce clignotant ? Ce que vous voudrez : il attire l'attention d'assez loin pour servir de feu de sécurité, fixé à votre porte-bagage si vous circulez en vélo la nuit, ou à votre cartable si vous rentrez de l'école à pied. Il peut servir aussi de fausse alarme, si vous intercalez une résistance en série avec la LED pour réduire l'intensité lumineuse (et la consommation du même coup). La valeur de la résistance ? À vous de la déterminer expérimentalement.

Ce kit n'est pas le seul que propose Semelec : le catalogue de cette société en comporte une trentaine d'autres, du clignotant à l'interface de moteur pas à pas, en passant par les alimentations et les circuits à cellules solaires. Autant de champs d'expérimentation passionnants pour les amateurs de tous niveaux, d'autant plus que la présentation des kits est faite, pour la plupart, avec schéma et dessin du circuit imprimé.

Les montages à cellules solaires laissent transparaître le souci écologique de la société Semelec, qui s'emploie d'autre part à la récupération des déchets contenant des métaux lourds, comme les piles au mercure ou à l'argent.

Puisque nous en sommes à parler d'argent, il reste à signaler que le kit de « flash-LED » est disponible au prix de 39,50 F, taxes et port compris. Si vous voulez recevoir le catalogue Semelec avec votre kit, il vous faudra extraire de votre gousset 47,50 F (pas même deux thunes, une misère).



flash LED !

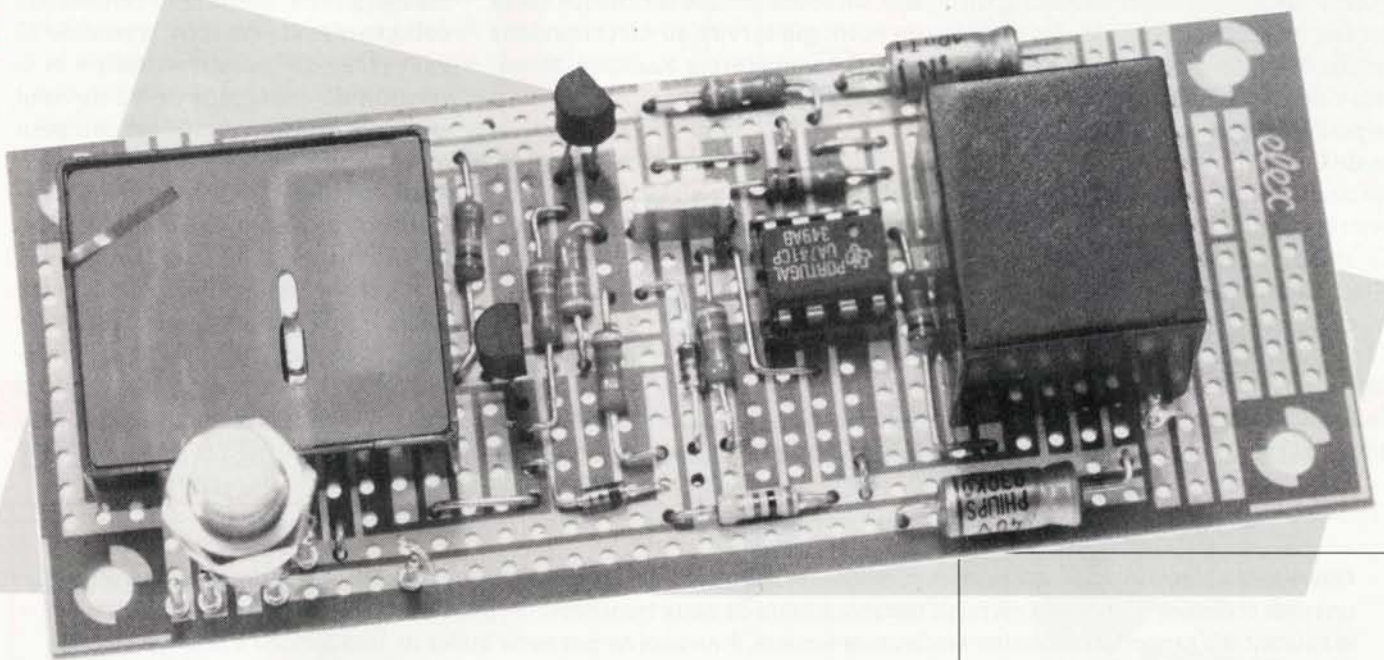
SEMELEC

**11 Boulevard Schloesing
13010 MARSEILLE**

**Téléphone : 91 78 47 58
Télécopie : 91 78 52 32**

commutateur

commandé par un radio-réveil



un domestique électronique pour épicurien éveillé

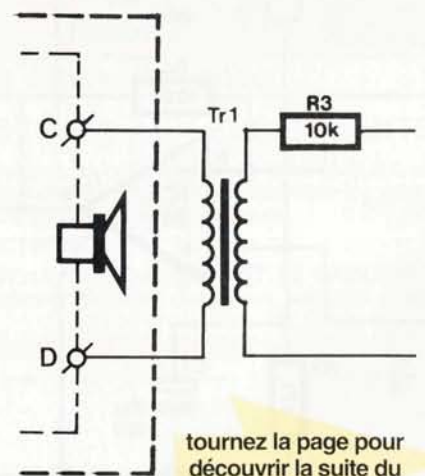
Un radio-réveil n'est rien d'autre qu'un interrupteur temporisé : il active au bout d'un temps programmé un poste de radio ou une sonnerie énervante. Pourquoi ne pas utiliser cet interrupteur pour commander aussi une cafetière, un appareil à cuire les œufs à la coque ou un radiateur de chauffage ? Malheureusement les radio-réveils équipés de contacts auxiliaires capables de commuter le 220 volts sont plutôt rares. Et puis qui pense, en achetant un radio-réveil, à l'utiliser pour faire chauffer sa voiture le matin ? Cette absence de contact auxiliaire n'est pas une difficulté pour notre laboratoire, qui a concocté un montage dont l'installation ne demande qu'une intervention toute simple sur le radio-réveil. Maintenant le café sera prêt au

moment où vous sortirez de la salle de bain, pas quand vous quitterez la maison.

où est le haut-parleur ?

Vous allez devoir démonter le haut-parleur pour souder un fil fin sur chacune de ses deux cosses. Ce sont ces deux fils qu'il faudra connecter à notre montage auxiliaire. Vous pouvez refermer le radio-réveil, l'intervention est terminée. Il ne risque plus rien, puisqu'il n'y a pas d'opération sur l'électronique elle-même. Suivons les fils jusqu'à la platine de notre montage. Le premier composant sur notre chemin est un transformateur d'isolement de rapport 1/1. Vous en trouverez facilement dans le commerce car

le haut-parleur est celui du radio-réveil



tournez la page pour découvrir la suite du schéma

ils sont prévus pour les jeux de lumières et autres orgues lumineuses. Vous pouvez aussi en récupérer un dans une épave de poste de radio. Neuf ou récupéré, le transformateur est obligatoire pour isoler notre circuit électronique de celui du radio-réveil, et pour lui éviter les parasites de l'environnement.

Les signaux qui parviennent au haut-parleur au moment du réveil parviennent en même temps au primaire du transformateur. Le secondaire le reproduit pour les appliquer à l'entrée d'un amplificateur opérationnel monté en inverseur. La gain est fixé par le rapport entre les résistances R4 et R3, il est de 10 dans notre cas. Comme l'alimentation est simple, le potentiel de l'entrée non-inverseuse de l'amplificateur est fixé à la moitié de la tension d'alimentation par le pont diviseur R1/R2. Le condensateur C1 stabilise cette tension. La tension alternative de sortie est transmise par le condensateur C3 au montage T1/T2. Au passage, elle est amputée de ses alternances négatives par la diode D1. C'est donc une tension continue pulsée qui est appliquée à la base

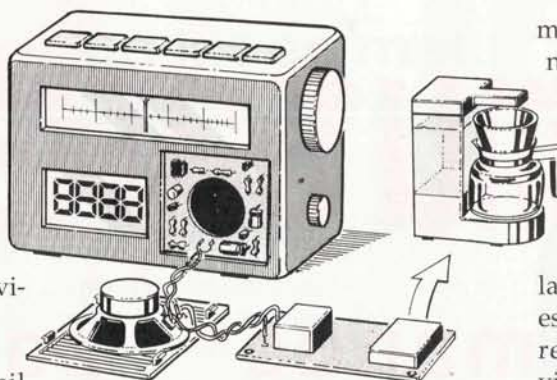


Figure 1 - La greffe du commutateur sur le radio-réveil se passe ainsi : on dévisse le coffret ou le couvercle, suivant le modèle, pour mettre à nu le haut-parleur. On soude ensuite sur chaque cosse un fil fin qui servira au raccordement avec le commutateur auxiliaire. Terminé, on referme !

de T1. Les deux transistors constituent un interrupteur à enclenchement, ou une sorte de relais auto-alimenté électronique.

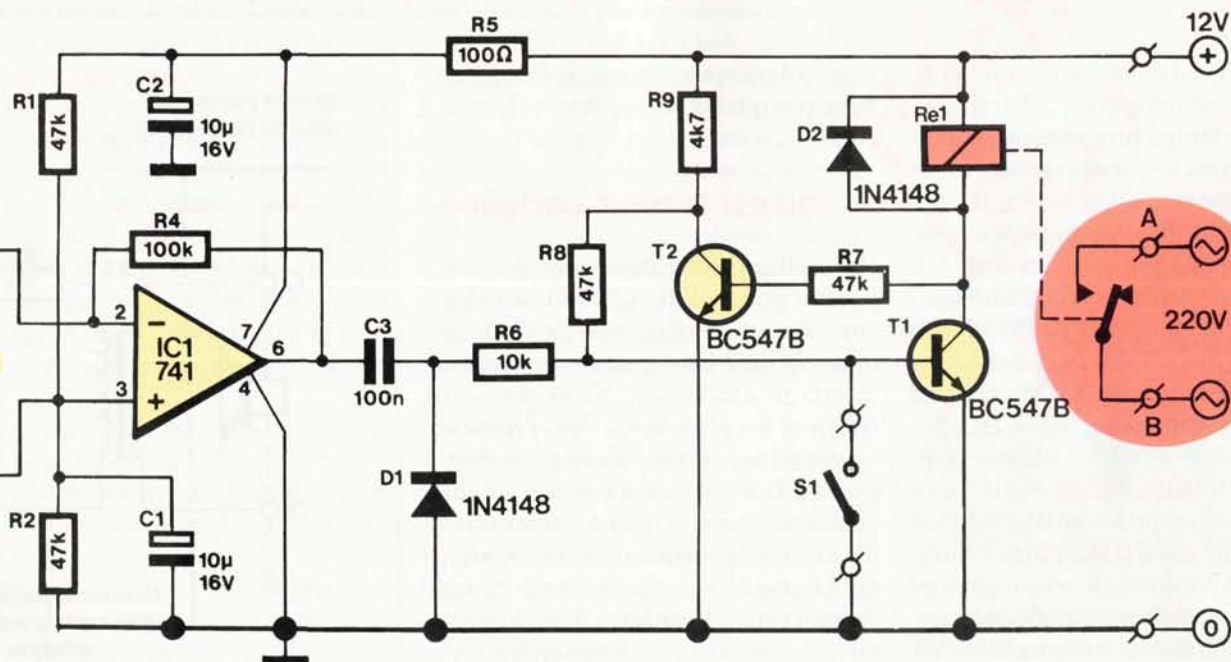
le bistable

Nous voulons que la cafetière reste alimentée même si la musique s'arrête. Il faut donc que le circuit garde la

mémoire de l'ordre qui lui a été donné. Voyons d'abord l'état du montage au repos : un courant minime traverse R7 et la bobine du relais. Il est insuffisant pour exciter le relais, mais suffisant pour faire conduire T2. Le potentiel du collecteur de T2 est proche de celui de la masse, ce qui bloque T1. Le relais est au repos, et cet état est stable : il y reste jusqu'à ce qu'une impulsion vienne mettre T1 en conduction.

Au moment du réveil, quand une impulsion d'amplitude suffisante se présente sur la résistance R6, le transistor T1 conduit et excite le relais. En même temps, comme sa tension de collecteur tend vers zéro, la base de T2 est privée de son alimentation et la tension de collecteur de T2 devient positive. Maintenant un courant peut circuler par R9, R8 et la base de T1. Autrement dit le transistor T1 reste conducteur même quand l'impulsion de commande a disparu. Ce deuxième état est stable, il se maintiendra jusqu'à une pression sur le poussoir S1, qui court-circuite la base et l'émetteur de T1. Le relais reprendra alors son premier état stable jusqu'au prochain réveil.

Figure 2 - Le commutateur auxiliaire se compose de deux parties : un amplificateur opérationnel monté en inverseur et un relais ordinaire transformé en relais bistable à l'aide de deux transistors. Le transformateur d'isolement est un modèle courant (de rapport 1/1) destiné aux jeux de lumière. Pourquoi ne pas avoir utilisé un microphone à la place de cette liaison par fil ? Ce procédé aurait évité toute intervention sur le radio-réveil lui-même. Une bonne solution en principe, mais inutilisable dans la pratique : le microphone est sensible à tous les bruits ambiants. Imaginez ce qui se passerait au chevet d'un(e) qui ronfle comme un sonneur.

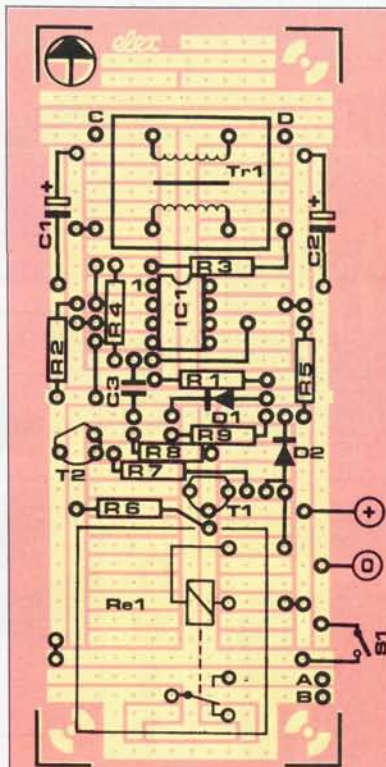


l'alimentation

La tension de 12 V indiquée sur le schéma est un minimum, dicté par le relais. Elle peut être de 15 ou 18 V, suivant l'alimentation ou le bloc secteur disponible (les 100 mA nécessaires sont à la portée des plus petits). Les descriptions d'alimentations ne manquent pas dans nos colonnes et vous n'avez que l'embarras du choix. De toutes façons, les piles sont à déconseiller car la consommation est trop importante. Elle dépend du temps de marche de l'appareil et du nombre de mises en marche par jour.

Si vous commandez le 220 V, il faudra prendre des précautions supplémentaires : ou bien vous monterez le relais à l'extérieur de la platine, ou bien vous supprimerez une piste cuivrée entre celles qui sont reliées au contact du relais. Les platines d'expérimentation ne sont pas conçues pour des tensions élevées et il y a un risque d'amorçage entre les pistes. Une troisième solution, si la puissance à commander est importante, est de monter à l'extérieur un relais de forte puissance (contacteur) et de le commander par le petit relais de la platine.

Reste à savoir si vous allez commander le radiateur électrique de la salle de bain ou la cafetière, ou encore un moteur électrique qui va basculer le lit sur le côté.



liste des composants

R1, R2, R7, R8 = 47 Ω

R3, R6 = 10 kΩ

R4 = 100 kΩ

R5 = 100 Ω

R9 = 4,7 kΩ

C1, C2 = 10 μF/16 V

T1, T2 = BC547B

D1, D2 = 1N4148

IC1 = 741

S1 = poussoir

Tr1 = transfo d'isolement

Re1 = relais 1 RT bobine 12 V

1 platine d'expérimentation de format 1

ENSEIGNANTS, PROFESSEURS DE TECHNOLOGIE, MONITEURS DE T.P., ETUDIANTS... SELECTRONIC VOUS INVITE A PROFITER DE SON OFFRE SPECIALE RENTREE :

OFFRE N° 1 :

- 1 FER A SOUDER 30 W / 220 V
- + Son SUPPORT avec éponge
- + 1 POMPE A DESSOUDER avec embout TEFLON
- + 1 BOBINE 50 g DE SOUDURE 60/40

LE LOT 103.0086 **99,50 F seulement !**

GROUPEZ VOS COMMANDES ! Par 10 lots et plus 89,00 F !!!



OFFRE N° 2 :

RLC-mètre numérique MIC-4060D
(Equiv. LCR-3500)

Le grand classique des ponts de mesure R-L-C !
Fourni avec cordons spéciaux

..... 103.7763 **885,00 F**



OFFRE N° 3

MULTIMETRE LDM-7S

Superbe multimètre numérique 2000 points.

Pour la mesure des tensions continues et alternatives, des courants continus jusqu'à 10 A, des résistances, etc...

A un prix record ! 103.0992 **149,00 F**

Et si vous groupez vos commandes :

Par 10 pièces et plus : **135,00 F**



Pour les appareils de mesure, documentation détaillée sur simple demande

OFFRE SPECIALE RESERVEE AUX ENSEIGNANTS

Pour les enseignants, nous avons imaginé, en collaboration de la revue ELEX, un sympathique mémo-poster en couleurs de 80 x 60 cm et qui rassemble les principaux symboles de l'ELECTRONIQUE plus le code des couleurs.

Ce poster vous est offert par SELECTRONIC.

POUR RECEVOIR GRATUITEMENT LE MEMO-POSTER ET LE CATALOGUE GENERAL 91-92 : il vous suffit de retourner le coupon ci-dessous, complété de vos coordonnées exactes à :

SELECTRONIC - BP 513 - 59022 LILLE CEDEX

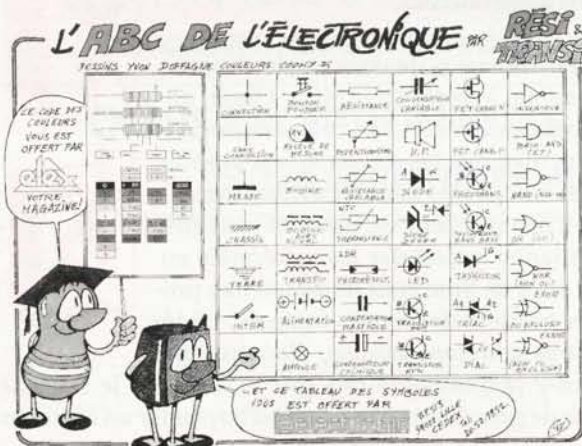
NOM DU PROFESSEUR :

ETABLISSEMENT :

RUE :

CODE POSTAL :

VILLE : LX



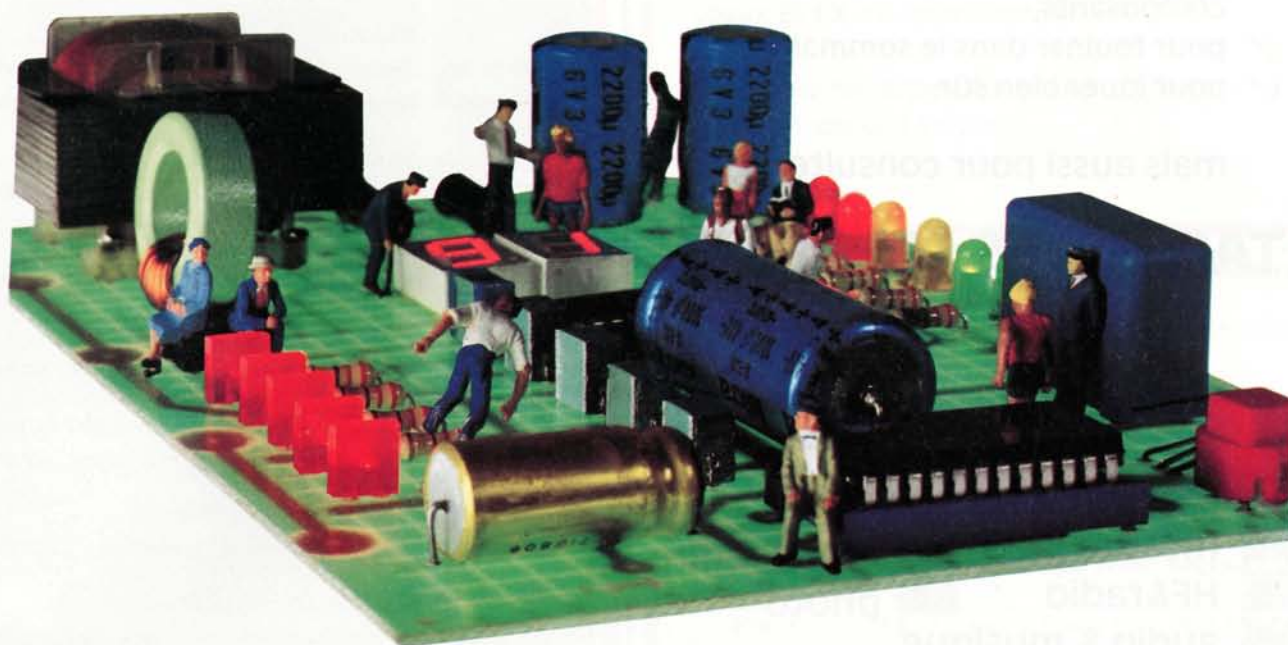
EXPOTRONIC

LES JOURNEES DE L'ELECTRONIQUE DE LOISIRS

2^e EDITION
LES 6 - 7 - 8 DECEMBRE 1991

PARIS ESPACE CHAMPERRET

Métro P^o Champerret de 9h à 19 h



LA MAGIE DE L'ELECTRONIQUE A LA PORTEE DE TOUS

COMPOSANTS, KITS ELECTRONIQUE, APPAREILS MESURES, OUTILLAGE, MODELISME.

OFFRE EXCEPTIONNELLE VALABLE POUR 50% DE REDUCTION
SUR LA CARTE D'ENTRÉE AUX JOURNEES DE L'ELECTRONIQUE DE LOISIRS.

A renvoyer accompagné d'un chèque de 15 F **avant le 30 Octobre 91** à EUREXPECT, 181 rue Jean Lolive - 93500 PANTIN

ELEX Expo

Nom :

Prénom : âge :

Activité :

Adresse :

Ville : Code postal :

Ci-joint 15 F ☐ Chèque ☐ Mandat ☐ autre

Vous recevrez par retour votre badge d'entrée pour Expotronic 91



36minitel 15

code



- ✓ pour vous abonner
- ✓ pour consulter le catalogue des livres et circuits imprimés PUBLITRONIC,
- ✓ pour consulter la base de données de composants,
- ✓ pour fouiner dans le sommaire
- ✓ pour jouer bien sûr,

mais aussi pour consulter la

TABLE DES MATIÈRES

où figurent tous les articles
parus dans ELEX
depuis sa création en 1988,
regroupés par thèmes :

► réalisations

- | | |
|-------------------------------|---------------|
| 1. mesure labo | 2. domestique |
| 3. HF&radio | 4. photo |
| 5. audio & musique | |
| 6. auto, moto & vélo | |
| 7. jeux, bruitage & modélisme | |

► rubriques & séries

- | | |
|------------------------|---------------|
| 8. théorie | 9. composants |
| 10. expérimentation | |
| 11. les tuyaux d'ELEX | |
| 12. périscope | 13. divers |
| 14. BD : Rési & Transi | |



ne restez pas seul, les bras croisés !

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 Ω -mètre 47,00 FF

ELEX n° 25 octobre 90

EPS 886126 modules de mesure : spécial auto 49,00 FF

ELEX n° 28 décembre 90

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 91

EPS 87022 VUmètre stéréo universel 20,85 FF

ELEX n° 36 septembre 91

EPS 886034 récepteur DC 83,00 FF

EPS 886071 dipmètre 46,00 FF

NOUVEAU !

ELEX n° 37 octobre 91

EPS 87640 transmission BF dans l'infrarouge 52,55 FF

PUBLITRONIC

COMMANDEZ AUSSI PAR MINITEL
3615 + ELEX