

électronique

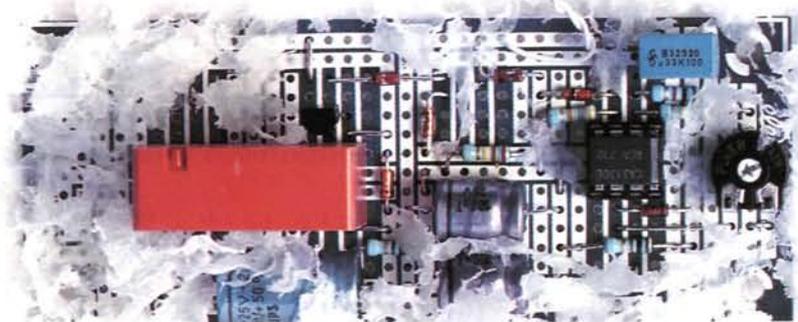
n°50

décembre 1992
23 F/168 FB/7,80 FS
mensuel

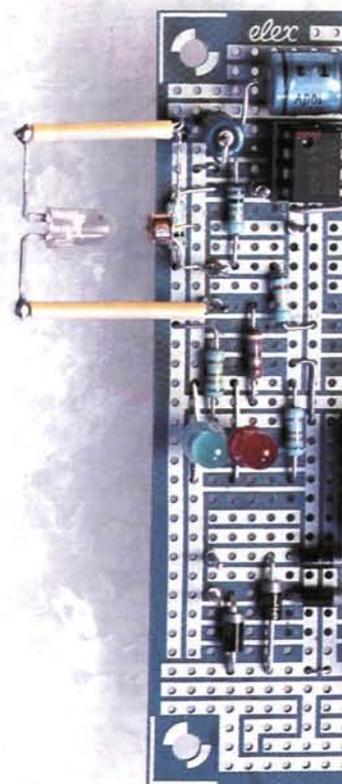
elet

fondu-enchaîné
avec circuit imprimé

éclairage de secours
thermostat mini-maxi
détecteur de courrier



brouillage et parasites en HF
l'isolation des transistors
les circuits résonants



explorez l'électronique

M2510 - 50 - 23,00 F



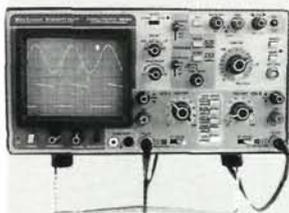
UN SIMPLE COUP DE FIL ET
VOTRE BECKMAN LIVRE
DEMAIN CHEZ VOUS!
* Frais de CHRONOPOST ou
supplément EXPRESS en sus.

Selectronic

la passion de l'électronique!

Beckman Industrial™

LES OSCILLOSCOPES



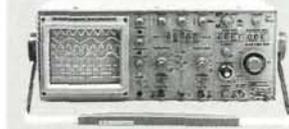
9020 E
2 x 20 MHz avec ligne à retard. Livré avec 2 sondes combinées. Garanti 1 an.
... 103.8417 **3889,00 F**



9012 E
2 x 20 MHz Version économique du 9020 E. Livré avec 2 sondes combinées. Garanti 1 an.
... 103.0914 **3449,00 F**

9202 : 2 x 20 MHz. Double base de temps. Affichage digital (V, t, f) Curseurs.
... 103.8909 **6449,00 F**

9204 : 2 x 40 MHz. Double base de temps. Affichage digital (V, t, f). Curseurs.
... 103.8912 **7989,00 F**



9102 E : 2 x 20 MHz. Double base de temps
... 103.8907 **4689,00 F**
9104 E : 2 x 40 MHz. Double base de temps. Ligne à retard. ... 103.8908 **6689,00 F**
9106 E : 3 x 60 MHz. Double base de temps. Ligne à retard ... 103.8913 **8289,00 F**

LES MULTIMETRES



DM 27 XL : LE BEST SELLER A TOUT FAIRE : Multimètre, capacimètre, fréquencemètre, etc... Livré avec étui.
... 103.8409 **799,00 F**



La série "DE POCHE" :
DM 20 L : 103.8392 **539,00 F**

DM 2 : 103.0908 **289,00 F**

DM 71 : Multimètre - sonde automatique à un super prix.
... 103.8390 **419,00 F**

DM 78 : Multimètre automatique type "calculatrice" 103.8391 **249,00 F**



MULTIMETRE DE TABLE :
360 B : 2000 points - RMS vrai.
... 103.0911 **3775,00 F**

GENERATEURS :
FG 2 AE : Générateur de fonctions 2 MHz 103.8397 **1775,00 F**
FG 3 AE : Générateur de fonctions wobulé. 2 MHz avec fréquencemètre. ... 103.9256 **2700,00 F**

COMPTEURS :
UC 10 AE : Universel 100 MHz. ... 103.8492 **3195,00 F**
FC 130 AE : Universel à microprocesseur 1,3 GHz. ... 103.0905 **4898,00 F**

DM 93 :
... 103.9242 **878,00 F**

DM 95 :
... 103.9243 **1094,00 F**

DM 97 : TOUJOURS PLUS !
Multimètre à changement de gamme automatique et bargraphe analogique, capacimètre, fréquencemètre.
... 103.9244 **1279,00 F**

20.000 POINTS :
DM 850 :
Multimètre "RMS vrai" + fréquencemètre. Data Hold. Précision de base : 0,05%.
... 103.8395 **1695,00 F**



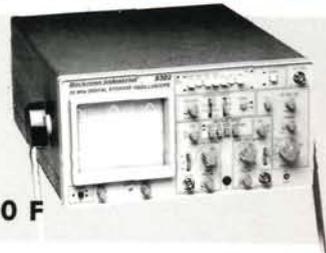
NEW !

LES NOUVEAUX BECKMAN DM 5 / 10 / 15 XL SONT ARRIVES CHEZ SELECTRONIC!

DM 5 XL : 103.4315 **349,00 F**
DM 10 XL : 103.4317 **399,00 F**
DM 15 XL : 103.4319 **479,00 F**

9302 E
2 x 20 MHz à mémoire numérique. Livré avec 2 sondes combinées. Garanti 3 ans.

L'oscilloscope... 103.0936 **6990,00 F**



Chez Selectronic, les oscilloscopes Beckman sont fournis avec 2 sondes combinées, livrés chez vous Franco de port et emballage, et sont garantis 3 ans...

INSTRUMENTATION



PINCES AMPEROMETRIQUES NUMERIQUES 2000 PTS : (Livrées avec étui cuir)

AC 30 : 300 A AC. 500 V AC ... 103.8416 **989,00 F**

CDM 600 : 600 A AC et DC. 1000 V DC. 750 V AC. Data Hold ... 103.0902 **1815,00 F**



CAPACIMETRE :
CM 20 A : 0,1 pF à 20.000 µF. 103.8406 **829,00 F**

PONT RLC DE PRECISION
LM 22 A : 0,01 Ω à 20 MΩ
0,1 pF à 2000 µF
0,1 µH à 200 H ... 103.0906 **1922,00 F**



SONDES LOGIQUES :
LP 25 ... 103.7964 **445,00 F**

PR 41 : Générateur d'impulsion 400 Hz 103.8422 **510,00 F**

TESTEUR DE LIAISON : B.O.B. 725 :
RS 232/V24 ... 103.8468 **673,00 F**

BECKMAN, C'EST AUSSI LES COMPOSANTS PROFESSIONNELS :
- Trimmers multitours. Réseaux de résistances et de diodes. Potentiomètres bobinés multitours. Etc...
A DECOUVRIR DANS LE CATALOGUE GENERAL SELECTRONIC



MULTIMETRE ANALOGIQUE AM 12.
Tout confort.
... 103.0899 **499,00 F**



PINCE CT 200.
Accessoire pince ampéremétrique adaptable sur tout multimètre. Astucieuse. 200 A AC. Sortie : 1 V = 100 A.
... 103.0913 **450,00 F**

CONDITIONS GENERALES DE VENTE :

* Règlement à la commande : port et emballage : 28,00 F.
FRANCO à partir de 700 F. * Contre-remboursement : frais en sus selon taxe en vigueur.

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



CATALOGUE COMPLET BECKMAN INDUSTRIAL (en français) : ENVOI FRANCO CONTRE 11,50 F EN TIMBRE POSTE.

VENTE PAR CORRESPONDANCE BP 513 - 59022 LILLE CEDEX

TEL : 20 52 98 52 - FAX : 20 52 12 04

Selectronic
la passion de l'électronique!

SOMMAIRE ELEX N°50

- 27 ◆ petites annonces gratuites
- 32 ◆ table des matières 1992

I · N · I · T · I · A · T · I · O · N

- 4 ◆ Rési & Transi : bande dessinée
- 36 ◆ brouillage et pollution électro-magnétique
- 41 ◆ isoler les transistors
- 44 ◆ les circuits résonants
- 49 ◆ les enregistreurs de vol

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

- 8 ◆ une sonnette futée (dite cloche intelligente) avec dessin de circuit imprimé
- 12 ◆ un thermostat à minima et maxima avec dessin de circuit imprimé
- 16 ◆ une sonnerie téléphonique
- 18 ◆ un fondu enchaîné pour diapositives avec dessin de circuit imprimé
- 24 ◆ un éclairage de secours
- 28 ◆ une mini-alarme
- 34 ◆ une carte de vœux électronique
- 51 ◆ un feu bicolore pour boîte à lettres
- 54 ◆ un central téléphonique domestique
- 58 ◆ un élévateur de tension

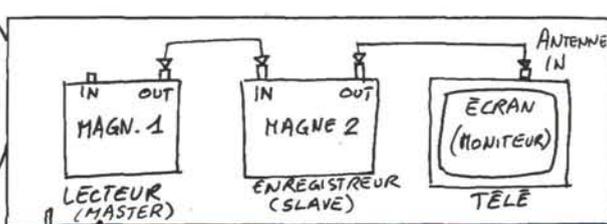


LES BIDOUILLES DE

DIS DONC...

ON Y ARRIVE. D'ABORD, IL TE FAUT 2 MAGNETOSCOPES. TON CAMÉSCOPE PEUT ÊTRE L'UN DES DEUX.

"ET LE MONTAGE VIDEO?"



TU LES CONNECTES COMME CECI. D'UN MAGNETOSCOPE À L'AUTRE, TU DEVRAS TÂTONNER UN PEU POUR LES RÉGLAGES. CONSULTE LA NOTICE D'EMPLOI.

CE BANC DE MONTAGE TE PERMETTRA DES MONTAGES "BOUT À BOUT" SANS GRANDE PRÉCISION. SI TU VEUX FAIRE DES INSERTIONS D'IMAGE OU DE SON, L'UN DES DEUX MAGNETOS DEVRA

AVOIR UNE TOUCHE "INSERT VIDEO" OU UNE TOUCHE "INSERT AUDIO", OU LES DEUX.

MON CAMÉSCOPE A LES DEUX.

PARFAIT. DANS CE CAS, IL NOUS SERVIRA D'ESCLAVE!



MON CAMÉSCOPE ESCLAVE??! GA VA PAS, NON?

COOL! L'APPAREIL LECTEUR EST APPELÉ "MAÎTRE" OU "MASTER". L'ENREGISTREUR "ESCLAVE" OU "SLAVE".

TU REGARDES DÉFILER L'IMAGE MASTER, PUIS, AU MOMENT OÙ TU VEUX DÉBUTER TA SÉQUENCE, TU DÉCLENCHES LA PAUSE. ET L'ESCLAVE ENREGISTRE.



TU REMETS ENSUITE SUR PAUSE, 10 À 20 SECONDES APRÈS CE QUI SERA LA FIN DE LA SÉQUENCE 1

PUIS, RETOUR RAPIDE JUSQU'À L'INSTANT PRÉCIS QUE TU AS CHOISI COMME "FIN DE SÉQUENCE 1 ET "PAUSE". OK?

ENSUITE, SUR LE MASTER, TU CHERCHES TA SÉQUENCE 2 ET TU RECOMMENCES L'OPÉRATION. GA VA TOUJOURS?



CA VA TOUJOURS!

RESI & TRANSI[®]



DESSINS : YVON DOFFAGNE - COULEURS : COOKY F.

EN QUELQUE SORTE, TU ENREGISTRES TES SEQUENCES "EN TUILE". ÇA ÉVITE LES "SCRATCH" ENTRE CHAQUE SEQUENCE.

IL FAUT L'OEIL ET LES REFLEXES, D'IS DONC!

EXACT. TU DEVRAS PARFOIS T'Y REPRENDRE À PLUSIEURS FOIS - ET ÇA RESTE IMPRÉCIS.

UNE FOIS TON MONTAGE TERMINÉ, TU AS CE QU'ON APPELLE UN MONTAGE "CUT" C'EST-À-DIRE QUE L'IMAGE ET LE SON SONT COUPÉS EN MÊME TEMPS À CHAQUE FIN DE SEQUENCE.

PAS TRÈS HEUREUX, COMME EFFET!

C'EST POURQUOI IL EST AVANTAGEUX DE POUVOIR FAIRE DES "INSERTS-SON". C'EST-À-DIRE QUE TU REMPLACES TOUT OU PARTIE DU SON SYNCHRONE PAR DE LA MUSIQUE OU UN COMMENTAIRE. COMME CI-DESSOUS PAR EXEMPLE.

TU PEUX AUSSI FAIRE DES "INSERTS IMAGES" POUR DONNER DE LA VIE À UNE SEQUENCE UN PEU LONGUE MAIS DONT TU VEUX GARDER LE SON. ON APPELLE ÇA DES "PLANS DE COUPE".

IL EST BON DE LES PRÉVOIR LORS DU TOURNAGE.

LABORIEUX, TON TRUC - Y'A PAS MOYEN DE FAIRE MIEUX?

SI, MAIS ÇA NÉCESSITE UN BANC DE MONTAGE "PRO". ON VERRA ÇA LA PROCHAINE FOIS, OK?

MAIS... C'EST QUOI, CETTE COHUE??...

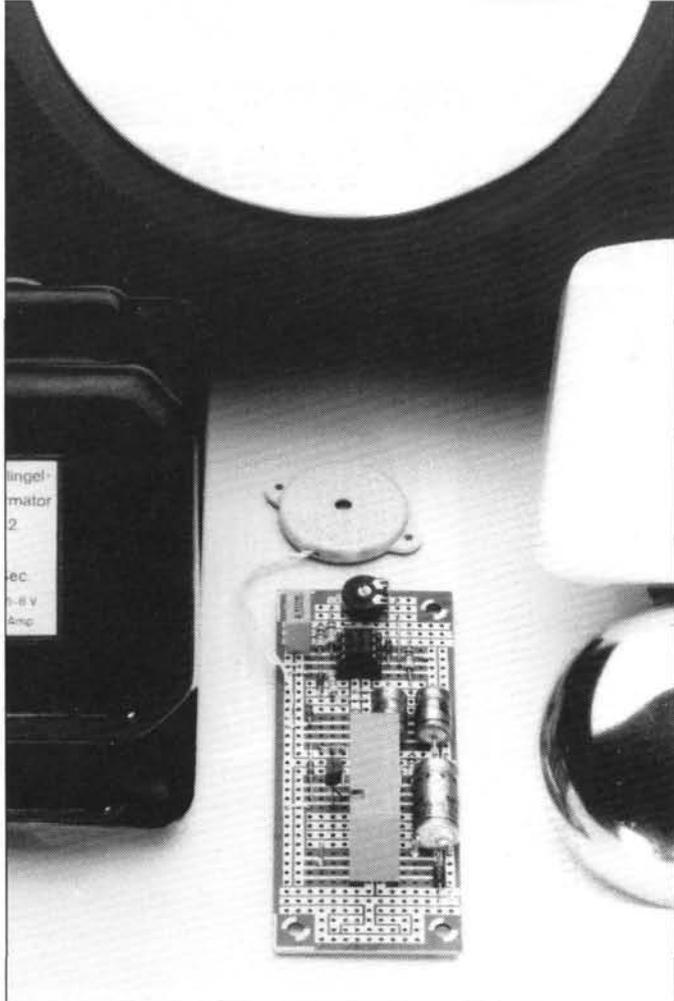
ÇA, C'EST TOUS LES COPAINS QUI VEULENT FAIRE DE LA FIGURATION.

J'ÉTAIS LÀ LA PREMIÈRE!

POUSSEZ PAS, QUOI!

cloche intelligente

Habituellement, les visiteurs manifestent leur présence à la porte d'entrée en actionnant la sonnette. Comme le bruit de la sonnette perturbe la tranquillité, on a tendance à la régler à un niveau sonore modéré, ce qui fait qu'on risque de ne pas l'entendre si le niveau sonore est élevé, quand on passe l'aspirateur, par exemple. La cloche intelligente que nous décrivons ici supprime cet inconvénient. S'il y a beaucoup de bruit, ou si le bouton de sonnette est actionné longtemps parce que la porte tarde à s'ouvrir, une deuxième sonnerie retentit.



une sonnerie pas comme les autres, elle s'adapte aux conditions du moment

Les progrès rapides des applications domestiques de l'électronique ont laissé en arrière les sonnettes de porte. Bien sûr, il y a des carillons électroniques qui jouent de petites mélodies, mais cela ne représente pas un saut technologique décisif. Un carillon, quel qu'il soit, se contente de produire un bruit quand le bouton est actionné, sans que le son s'adapte aux conditions extérieures. Le volume sonore est indépendant des circonstances : jour, nuit, calme ou bruit. Les sonnettes ne tirent pas profit non plus des astuces de câblage qui sont possibles en principe.

Il serait logique, par exemple, quand la télévision fonctionne le soir, de ne pas utiliser la sonnette. Cela peut réveiller ceux de vos commensaux qui dorment déjà. Il serait beaucoup plus astucieux de faire apparaître sur l'écran de la télévision un texte qui annoncerait la présence d'un visiteur à la porte. Une autre possibilité, qui pourrait gagner du terrain dans l'avenir, est la combinaison de la sonnette avec un interphone. Quand on actionne le bouton de sonnette, tous les postes de l'interphone programmés pour cela pourraient sonner. Ainsi, de n'importe quel endroit dans la maison, pourrait-on entamer une conversation avec le visiteur qui attend à la porte. On saurait à qui on va ouvrir, ce

qui améliorerait la sécurité, ou atténuerait le sentiment d'insécurité pour les paranoïaques.

Hélas ces idées et possibilités ne vont pas devenir rapidement une réalité pour tout un chacun. C'est pourquoi la cloche intelligente que nous décrivons repose sur un principe tout autre et beaucoup plus simple. Malgré cette simplicité, les effets sont spectaculaires et augmentent l'efficacité de la sonnette.

le schéma

Le schéma de la **figure 1** reproduit la sonnette qui équipe toute habitation. La sonnette B1, le transformateur Tr1 et le poussoir S1 constituent le circuit existant. Si une pression s'exerce sur le poussoir S1, la tension du transformateur est appliquée à la sonnette B1, qui n'en demande pas plus pour se faire entendre. Le transformateur est installé, le plus souvent, dans le « tableau d'abonné » où il reste sous tension en permanence. Cette disposition évite d'amener la tension du secteur sur le bouton de sonnette, ce qui serait nécessaire pour commander le primaire, mais risquerait, par temps de pluie, d'envoyer vos visiteurs *ad patres*. Le transformateur délivre une tension secondaire de 3 V, 5 V ou 8 V. Les installations

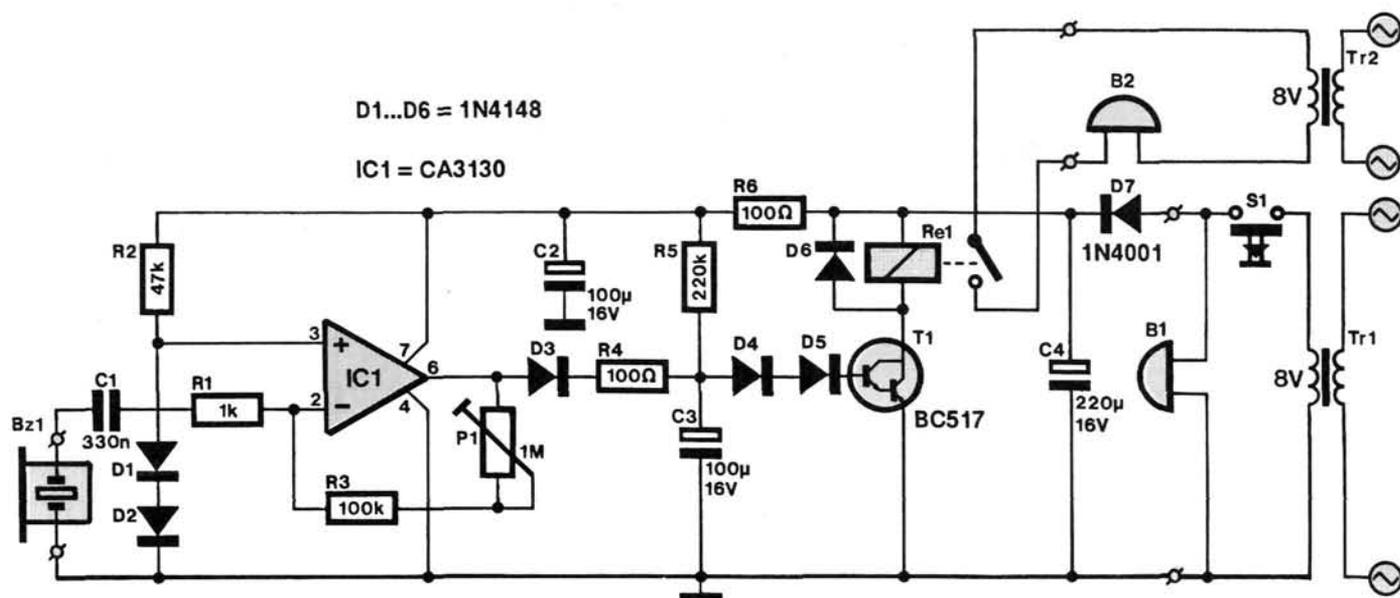


Figure 1 – Le schéma de la sonnette de porte intelligente. Si le niveau du bruit ambiant est élevé, une deuxième sonnette se met en branle automatiquement.

modernes n'ont qu'une tension normalisée de 8 V. Il faudra vérifier que c'est cette tension que fournit votre transformateur car le circuit de sonnette intelligente en a besoin pour fonctionner. La tension alternative de 8 V est appliquée au circuit quand on appuie sur le bouton de sonnette. La diode D7 redresse cette tension, le condensateur C4 lisse la tension redressée pour en faire une tension continue qui vient alimenter le reste du circuit. Comme le redressement se fait sur une alternance, le filtrage complémentaire par C2 et R6 n'est pas un luxe. Tout simple qu'il est, il ne nous en dispense pas moins de prévoir un régulateur de tension: le relais pourra tirer son « fort » courant directement du condensateur C4 sans perturber le fonctionnement de l'amplificateur opérationnel, alimenté par C2.

Les diodes D1 et D2, alimentées par R2, permettent d'appliquer à l'entrée non-inverseuse de l'amplificateur opérationnel IC1 (de type CA3130) une tension stable de 1,2 V. Comme l'entrée inverseuse est reliée à la sortie, vis à vis du courant continu, par la résistance R3 et le potentiomètre P1, c'est cette même tension continue de 1,2 V qui se retrouve en sortie (broche 6). En effet, le condensateur C1 présente une résistance infinie au courant continu: l'amplificateur est monté en suiveur de tension pour les tensions continues. Par l'intermédiaire de la diode D3 et de la résistance R4, la sortie de l'amplificateur opérationnel charge le condensateur C3 à une tension de 0,6 V environ. Cette tension est insuffisante pour alimenter la base du transistor T1: du fait du seuil base-émetteur plus élevé pour un darlington, de la présence des

diodes D4 et D5 en série, il faut un minimum de 2,4 V. Les diodes sont prévues précisément pour élever le seuil d'entrée en conduction du transistor, elles retranchent en permanence 1,2 V à la tension du condensateur. Tout cela pour dire que le transistor T1 ne peut pas conduire, que la sonnette auxiliaire ne peut pas retentir, bref que le circuit ne fait rien.

Il faut que quelque chose change pour que le circuit s'active, que le relais soit excité, que la sonnette se fasse entendre. Au passage, signalons que le relais peut commander plus qu'une simple sonnette: plusieurs, ou une sirène, ou un flash ou ce que vous voudrez. Le premier événement susceptible d'actionner le relais est une pression de longue durée (environ 3 secondes) sur le bouton S1. Cette durée est suffisante pour que le condensateur se charge à travers R5 jusqu'à la tension

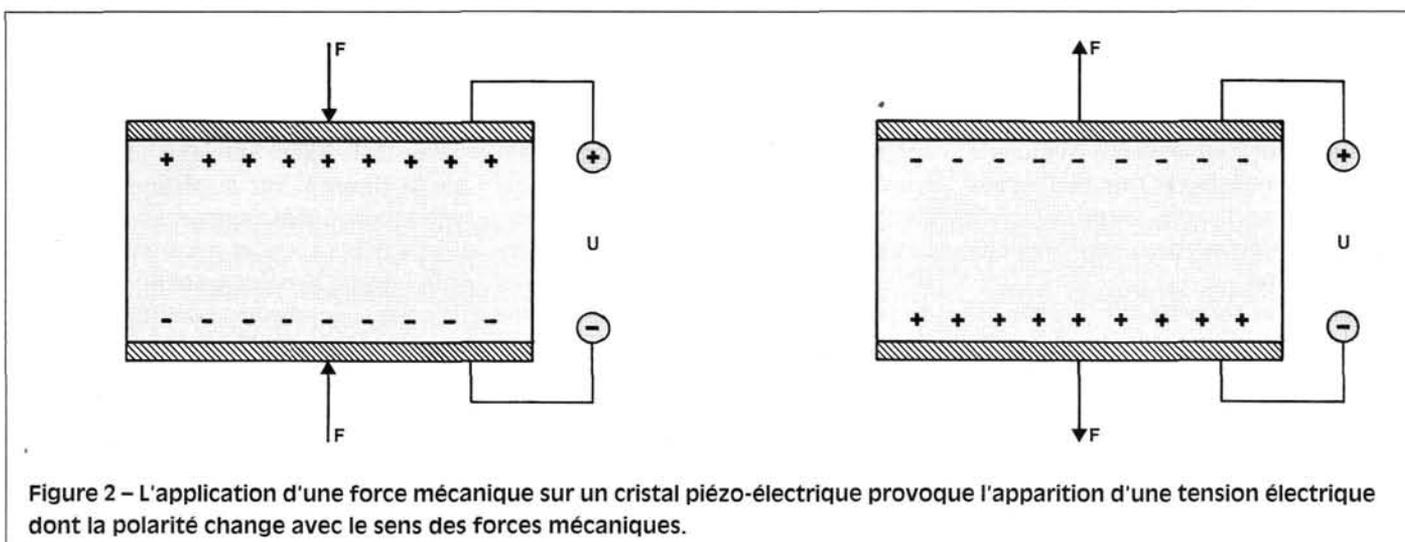


Figure 2 – L'application d'une force mécanique sur un cristal piézo-électrique provoque l'apparition d'une tension électrique dont la polarité change avec le sens des forces mécaniques.

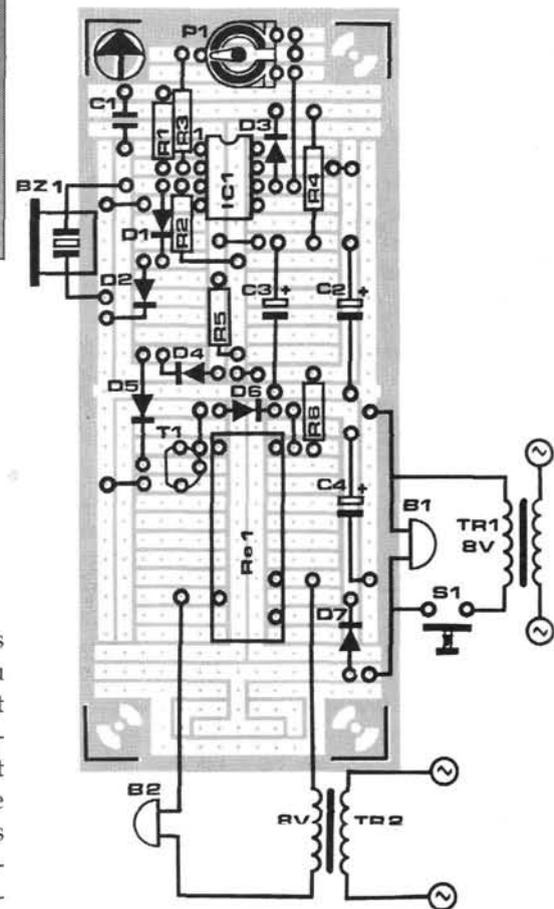
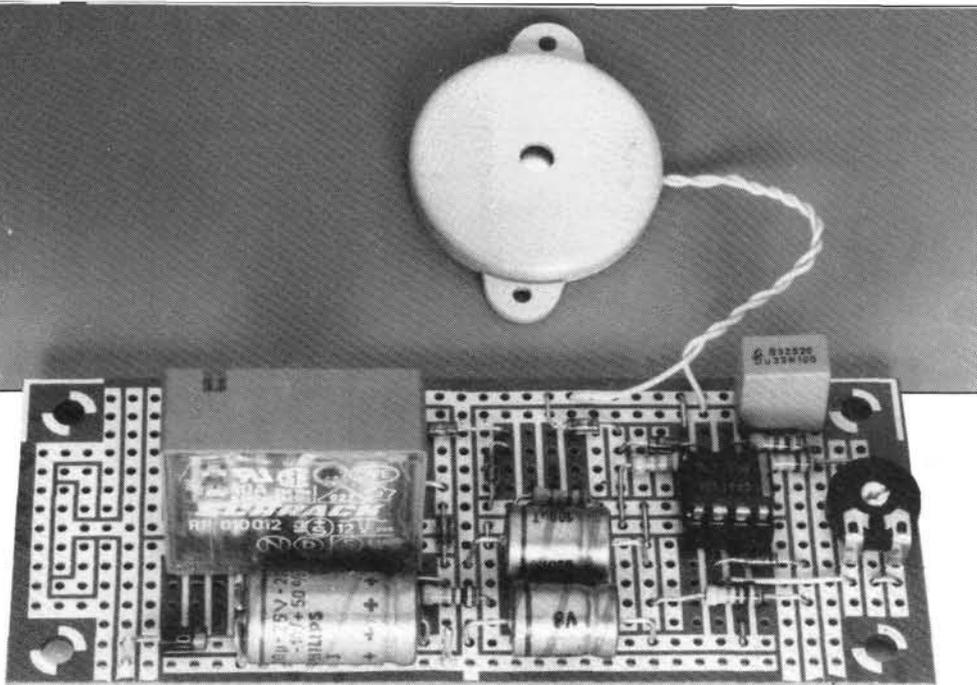


Figure 3 - L'implantation des composants sur une platine d'expérimentation de format 1.

est excité et la sonnette auxiliaire B2, alimentée par le transformateur Tr2, se fait entendre en même temps que la première.

Il est possible de monter plusieurs de ces circuits en parallèle, et d'installer une sonnette dans l'atelier où vous jouez de la scie circulaire, à l'étage où vous passez l'aspirateur, etc. Le montage est assez intelligent pour n'actionner la sonnette qu'à l'endroit où il y a du bruit.

construction et vérification

La construction n'est pas difficile, que vous choisissiez la platine d'expérimentation de la figure 3 ou le circuit imprimé de la figure 4. Sur la platine d'expérimentation, commencez par les 6 ponts en fil, les picots à souder et le support de circuit intégré. Vérifiez avant de les souder la polarité des diodes et des trois condensateurs chimiques. Placez provisoirement le curseur de P1 en position médiane. Hormis le soin habituel à apporter aux soudures, la construction n'appelle pas d'autre commentaire.

nécessaire à l'entrée en conduction du transistor. Le niveau bas de la sortie de l'amplificateur opérationnel est sans influence sur le temps de charge, puisque dans ce cas la diode D3 est bloquée. Vous pourrez allonger le temps en donnant à R5 une valeur supérieure, ou le raccourcir en donnant à R5 une valeur inférieure. Si votre visiteur n'a pas pris conscience du tort qu'il fait à sa santé en vivant à grande vitesse, s'il s'énerve parce que la porte ne s'ouvre pas assez vite à son goût, il va laisser son doigt sur le bouton ; au bout de 3 secondes, la deuxième sonnerie va se déclencher.

Il se peut aussi que votre visiteur soit patient ou timide. Si ses pressions successives sur le bouton sont trop espacées, le condensateur n'aura pas le temps de se charger et vous n'entendrez pas la sonnette. C'est ici qu'entre en jeu l'intelligence de notre circuit. Supposons que vous soyez dans la cuisine et que vous ayez mis en marche la hotte aspirante supersilencieuse que vous avez achetée en promotion au faites-le-vous-même-rama du coin. Ce n'est pas vraiment la hotte qui est bruyante, c'est surtout le déplacement de l'air ; mais il faut savoir ce que vous voulez, Monsieur, si vous voulez extraire de l'air, il faut bien le mettre en mouvement. Et de toute façon, l'air, ce n'est pas nous qui vous l'avons fourni. Ce qu'il faudrait, c'est une deuxième sonnette dans la cuisine.

Le rôle de la sonnette intelligente est d'évaluer le niveau de bruit et de n'actionner la deuxième sonnette que s'il est trop élevé pour que vous entendiez celle de l'entrée. C'est le résonateur piézo Bz1 qui sert de microphone, ou plutôt de

détecteur de boucanrama*. Bien que les résonateurs soient destinés à produire du son, ils peuvent aussi le détecter, tout comme les haut-parleurs. Le fonctionnement des capteurs piézo repose sur le fait que toute force mécanique exercée sur le cristal provoque un déplacement des charges électriques et par suite une polarisation du cristal. Il en résulte l'apparition d'une tension électrique entre les faces. C'est ce que représente la figure 2. Le phénomène est réversible : une variation de la tension électrique sur le cristal provoque une déformation mécanique, une déformation du cristal produit une tension. C'est ce phénomène qui est utilisé dans les allume-gaz piézo-électriques : la pression sur le bouton tend un ressort qui vient frapper le cristal. La haute tension qui résulte de la déformation produit l'étincelle qui allume le gaz.

Dans les haut-parleurs et les résonateurs, une tension alternative de quelques volts suffit à déformer le cristal. Ces déformations alternatives font vibrer le cristal et lui permettent de produire un son. Dans notre circuit, le résonateur sert de microphone : les vibrations de l'air déforment le cristal, ce qui donne naissance à une faible tension électrique. Cette tension est appliquée par C1 et R1 à l'entrée inverseuse de l'amplificateur opérationnel, qui l'amplifie fortement (de 100 à 1100 fois). Le gain de l'amplificateur, et par là la sensibilité du circuit, est réglable au moyen du potentiomètre P1. Le signal amplifié est redressé par D3, sa valeur de crête, diminuée de 0,6 V, se retrouve sur le condensateur C3. Si le niveau atteint ou dépasse 3 V, le transistor T1 commence à conduire. Conséquemment le relais Re1

*Si cela vous fait penser aux pieds, écrivez-nous pourquoi, avec le nom de l'auteur et celui de la pension, vous avez gagné.

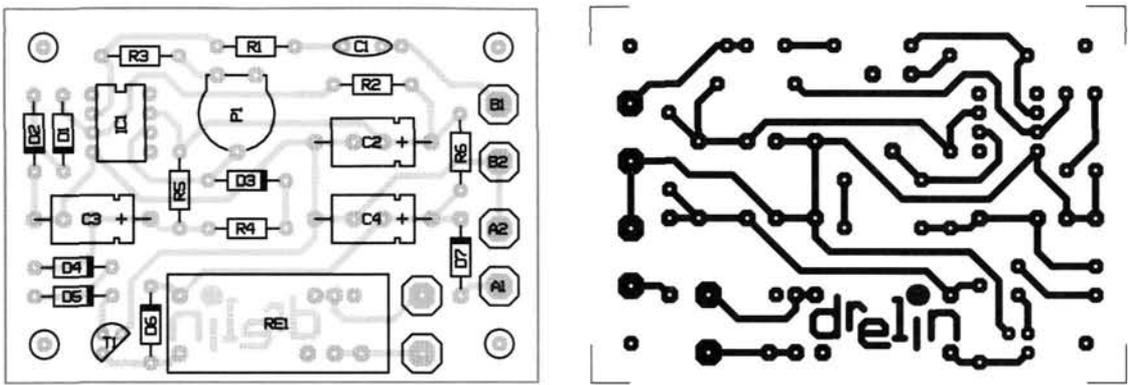


Figure 4 – Le circuit imprimé dessiné pour cette cloche intelligente. Le relais pourra être, suivant la disponibilité, du type V23027 de Siemens ou 4031 de Finder. C'est pourquoi les pastilles paraissent plus nombreuses que nécessaire et leur disposition irrégulière. De même pour les condensateurs, qui pourront être au choix de type radial ou axial. Tout cela vous évitera d'importuner votre revendeur, qui a autre chose à faire que de vous poser des questions et qui n'a peut-être pas en stock, le brave homme, tous les types de tous les composants. Comprenez-le. Les raccordements avec l'extérieur se feront par des cosses *fast-on* de 3,2 mm si vous prenez la précaution d'implanter des cosses « poignard » en guise de picots ; le diamètre des pastilles le permet.

liste des composants

- R1 = 1 kΩ
- R2 = 47 kΩ
- R3 = 100 kΩ
- R4, R6 = 100 Ω
- R5 = 220 kΩ

- C1 = 330 nF
- C2, C3 = 100 μF/16 V
- C4 = 220 μF/16 V

- D1 à D6 = 1N4148
- D7 = 1N4001 à 1N4007
- IC1 = CA3130

- Re1 = relais 12 V 1 RT,
SIEMENS V23027-B2-A101
OU FINDER 4031 12VDC
- Tr1, Tr2 = transfo de sonnette 8 V
- Bz1 = résonateur piézo

- platine d'expérimentation
de format 1
ou circuit imprimé

Le raccordement à l'installation existante se fait par deux fils branchés directement sur la sonnette principale. Si vous installez plusieurs circuits, ils sont montés tout simplement en parallèle. Le microphone est installé avec le circuit à l'endroit où le bruit risque de se produire. Le capteur peut éventuellement être monté sur une caisse de résonance, comme le couvercle d'un coffret, ce qui augmentera la sensibilité. Il faudra expérimenter quelque peu pour déterminer le meilleur emplacement et le meilleur réglage.

Pour finir, il reste à raccorder la sonnette auxiliaire. Comme le montre la figure 3, elle est montée en série avec le deuxième transformateur et le contact travail du relais. Si vous voulez monter une lampe ou une sirène à la place de la sonnette, c'est possible aussi, à condition d'adapter l'alimentation.

Vous pouvez tester le circuit aussitôt les raccordements effectués. Commencez par

appuyer sur le bouton, la sonnette d'origine doit fonctionner normalement. Si vous maintenez la pression pendant plus de 3 secondes, la deuxième sonnette doit retentir aussi. Si vous divisez par 2 la valeur de R5 (en la remplaçant par une résistance de 100 kΩ ou en soudant une autre 220 kΩ en parallèle), ce temps doit passer à 1,5 seconde environ. Il ne reste à régler que la sensibilité du montage. Mettez en marche l'appareil bruyant de la pièce où vous vous trouvez et réglez P1 de telle façon que le relais soit excité aussitôt après la pression sur le bouton de sonnette. Le montage est prêt à l'emploi. Précisons pour finir qu'il est indispensable d'utiliser de véritables transformateurs de sonnette conformes aux normes de sécurité en vigueur, ce qui n'est pas garanti avec tous les transformateurs ordinaires.

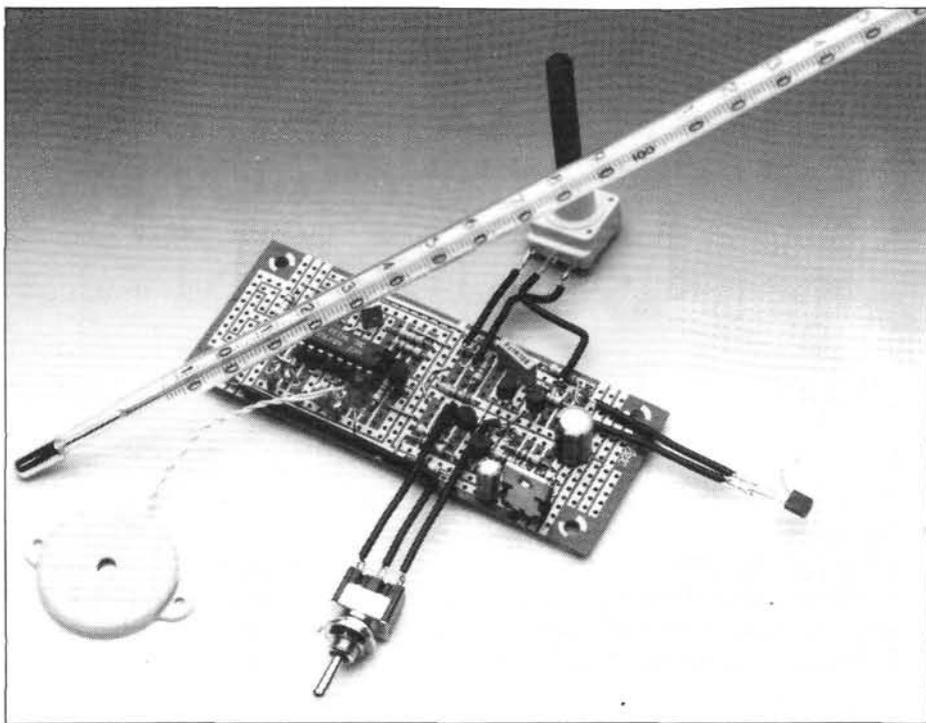
886075

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.



thermostat minima maxima

surveillance électronique de la température

Une élévation ou un abaissement excessifs de la température peuvent provoquer pas mal de dégâts. Pour ce qui est de la circulation automobile, vous êtes parés avec l'indicateur de gel du mois dernier, mais il n'y a pas que sur la route que la température a son importance. Le thermostat décrit ici peut donner l'alarme en cas de franchissement, vers le haut ou vers le bas, d'un seuil déterminé et réglable.*

La température de l'intérieur d'un congélateur ne doit pas trop s'élever, celle du local où se trouve le compteur d'eau ne doit pas descendre au-dessous de zéro. Ce ne sont que deux exemples de cas où un thermostat capable d'indiquer des températures comprises entre -40°C et $+100^{\circ}\text{C}$ peut rendre de grands services. Le problème est que dans un cas il s'agit de donner l'alarme si la température est trop haute, dans l'autre si la température est trop basse. Donner l'alarme dans les deux cas n'est pas bien difficile, électriquement parlant. C'est ce que fait le thermostat que voici.

amplificateur différentiel discret

Il va de soi que le déclenchement d'un processus électronique par la température suppose la conversion préalable de la grandeur physique « température » en une grandeur électrique « compréhensible » par des transistors, c'est-à-dire en une tension ou un courant. Cela paraît compliqué, mais il existe des circuits intégrés spécialisés qui s'acquittent parfaitement de cette tâche. Le plus connu est le

LM335, que nous utilisons dans ce montage, comme le montre la **figure 1**. Ce circuit intégré se comporte comme une diode zener dont la tension varie avec la température. Toutes les diodes zener sont sensibles à la température, à des degrés divers. L'intérêt du LM335 est que sa variation de tension est linéaire : 10 mV par degré. De ce fait, l'étalonnage du thermostat est très facile au moyen d'un voltmètre. Il suffit de tenir compte du fait que la tension lue correspond à la température **absolue**, exprimée en kelvin. Le kelvin est équivalent à un degré Celsius, à cette différence près que le début de l'échelle Celsius est à 273 K, ou que le début de l'échelle Kelvin, ou zéro absolu, est à -273°C . Autrement dit, la température de la glace fondante, 0°C dans la vie courante, est de 273 K. La tension aux bornes de notre zener particulière est de 2730 mV ou 2,73 V. La soustraction devrait se faire électroniquement si nous voulions faire un thermomètre, mais pour un thermostat ce n'est pas nécessaire : peu importe l'unité dans laquelle la température est exprimée, pourvu que la valeur de référence soit exprimée dans le même système. Prenons un exemple chiffré : supposons que l'alarme doit être donnée si la température dépasse 0°C . Le circuit doit donc réagir pour une tension de « zener » de 2,73 V. Il nous suffit pour cela de comparer en permanence, au moyen d'un montage électronique justement appelé **comparateur**, la tension de zener à une tension de référence de 2,73 V. Nous saurons ainsi si la température est trop haute ou assez basse. L'examen du schéma de la figure 1 vous permet de conclure que le potentiomètre P1 sert à fixer la tension de référence et que le circuit comparateur est constitué par les transistors T1 et T2. Il ne s'agit pas d'un circuit intégré, contrairement à l'habitude, mais d'une PAIRE DIFFÉRENTIELLE, en anglais *long tailed pair* ou paire à longue queue. C'est presque exactement la configuration de l'étage d'entrée d'un amplificateur opérationnel. La paire différentielle permet de savoir laquelle des deux tensions de base est la plus élevée.

*En Belgique, on dirait *assez bien* de dégâts, ce qui est une attitude **plus positive**.

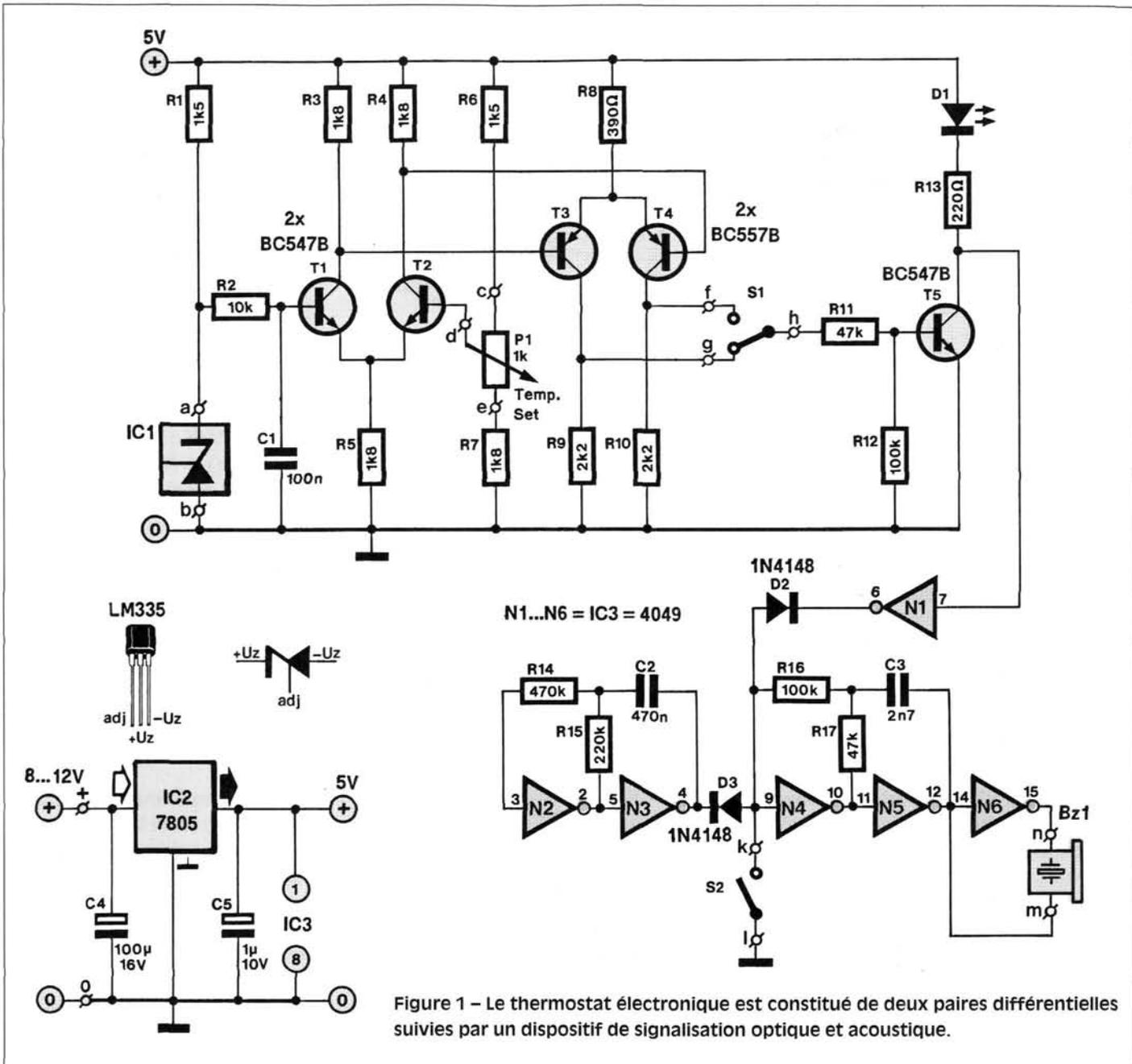


Figure 1 - Le thermostat électronique est constitué de deux paires différentielles suivies par un dispositif de signalisation optique et acoustique.

Pour comprendre le fonctionnement de la paire différentielle, voyons d'abord ce qui se passe quand le potentiel de base est le même pour les deux transistors. Comme les deux transistors sont identiques, le courant de collecteur de T1 est égal à celui de T2. Cela veut dire que la chute de tension est identique sur R3 et R4. Supposons maintenant que la tension de base de T1 augmente, son courant de collecteur augmente en conséquence. De ce fait, l'intensité du courant à travers la résistance d'émetteur commune augmente, la tension à ses bornes s'adapte à celle de la base de T1 : 0,6 V en-dessous. La tension de la base de T2 n'a pas augmenté car elle est fixée par P1, ce qui signifie que la tension base-émetteur diminue, et que le courant de collecteur diminue. Du côté de T1 le courant de col-

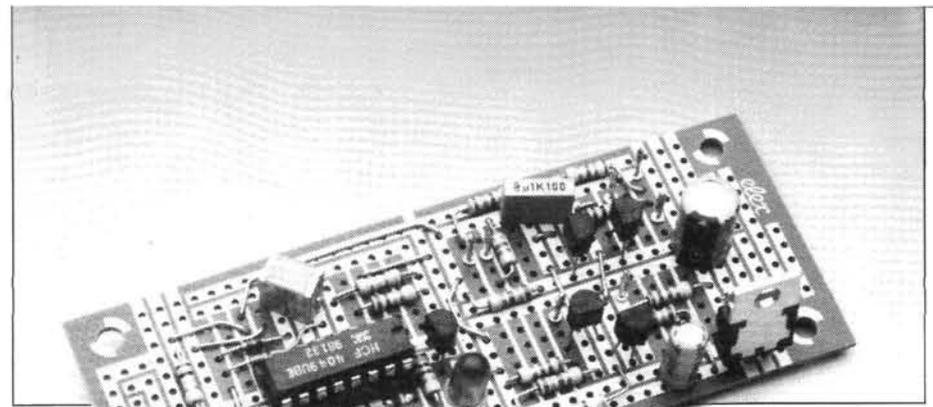
lecteur augmente, il diminue du côté de T2 ; comme le courant de collecteur de T1 augmente, la tension aux bornes de R3 augmente, donc la tension de collecteur de T1 diminue. En face, la tension de collecteur de T2 augmente. Si la tension de base de T1 diminue, sa tension de collecteur augmente et celle de T2 diminue. Jusqu'ici, nous n'avons pas parlé de la valeur absolue des tensions de base (qu'on appelle le mode commun), mais seulement de leurs valeurs relatives, de la différence entre elles. Si les deux tensions de base augmentent également, la différence entre les tensions de collecteurs reste la même. C'est cette différence de tension que nous allons exploiter, bien que son amplitude ne permette pas encore de commander directement une LED par exemple. Puisque nous avons

trouvé le truc, nous allons utiliser un autre amplificateur différentiel, la paire de transistors PNP T3/T4. La polarité des transistors ne change rien au fonctionnement, les niveaux sont simplement inversés. Grâce à cet étage supplémentaire, la moindre différence de tension entre la « zener » et le curseur du potentiomètre est amplifiée jusqu'à donner un signal « tout ou rien ». Nous avons une tension de collecteur qui augmente, une autre qui diminue, nous pouvons donc détecter aussi bien une tension d'entrée inférieure à la référence qu'une tension supérieure. Si la température augmente assez pour que la tension d'entrée dépasse le seuil fixé par le potentiomètre P1, le courant de collecteur de T1 et celui de T3 augmentent, la tension aux bornes de R9 est supérieure à

celle de R10. C'est le contraire qui se passe quand la tension d'entrée est inférieure à celle du curseur : la tension sur R10 est supérieure à celle de R9. En choisissant par l'inverseur S1 l'une de ces deux tensions pour alimenter la base de T5, nous pouvons allumer la LED D1 et mettre l'alarme en fonction soit si la température est trop basse, soit si la température est trop haute.

l'alarme

Que l'alarme soit donnée parce que la température est trop haute ou trop basse, le transistor T5 conduit, à condition que l'inverseur S1 soit dans la bonne position. Par conséquent la LED D1 s'allume et l'entrée de l'inverseur N1 voit un niveau bas. Sa sortie passe au niveau haut et la diode D2 se trouve bloquée. Le niveau de l'entrée de N4, bloqué à zéro jusqu'ici, peut maintenant passer à un. Le niveau qu'elle prendra effectivement dépend de N2/N3 et de N4/N5, deux oscillateurs qui fournissent une tension rectangulaire pour exciter le résonateur piézo-électrique Bz1. La fréquence de N2/N3 est fixée par C2 et R15 à une valeur relativement basse, alors que celle de N4/N5, déterminée par C3 et R17, est beaucoup plus haute. Nous ne reviendrons pas sur le fonctionnement des oscillateurs eux-mêmes, il est détaillé dans l'article sur le doubleur de tension page 58 de ce numéro. Contentons-nous d'indiquer que l'oscillation de N4/N5 est impossible si l'entrée de N4 est maintenue au niveau bas par l'une des diodes D2 ou D3 ; c'est



une platine bien remplie

le cas en l'absence d'alarme, quand la sortie du premier oscillateur N2/N3 est au niveau bas, et quand S2 est fermé. Le résonateur, connecté en parallèle sur N6, reçoit une tension alternative quand l'oscillateur N4/N5 fonctionne. Le résonateur émet donc un son quand il y a une alarme et que S2 est ouvert, pendant la moitié de la période de l'oscillateur N2/N3. Le son produit est intermittent, haché par le signal à basse fréquence.

Que la tension appliquée au résonateur soit alternative peut paraître bizarre puisque l'alimentation est simple : pour être alternative, une tension doit changer de polarité. Et pourtant elle change ! Le résonateur est connecté en parallèle sur l'inverseur, ce qui signifie que l'entrée est par exemple à +5 V pendant la première moitié de la période de l'oscillateur, alors que la sortie est à zéro volt. pendant la deuxième moitié de la période, la sortie est à +5 V et l'entrée à zéro volt. On peut donc comparer l'inverseur N6 à une pile dont la polarité changerait plusieurs milliers de fois par seconde, ou à une source de courant alternatif. Reste à savoir quel intérêt présente ce mode de connexion du résonateur, il pourrait aussi bien être raccordé entre la sortie et la masse. L'avantage est que la tension est double de celle de l'alimentation et que le niveau sonore est beaucoup plus important.

l'alimentation

L'alimentation est indispensable pour tout circuit électronique. Pour ce thermostat, il faut même qu'elle soit stabilisée. La tension de référence est définie par quelques résistances à partir de la tension stabilisée fournie par le régulateur IC2. Le régulateur permet l'utilisation d'un bloc secteur, ce qui est fortement recommandé, car la consommation de 10 mA au repos viderait en une journée une pile compacte de 9 V.

Le nombre de composants est relativement élevé, du fait de la construction en composants discrets. La platine d'expérimentation de la figure 2 est donc assez peuplée. Le câblage demandera un peu de patience et un travail précis. Attention à placer tous les ponts de fil, et les composants disposés en biais dans les bons trous.

Si vous n'en avez pas l'habitude, il serait bon, pour ce montage, de marquer au crayon de couleur sur une photocopie les composants installés au fur et à mesure de l'avancement des travaux. C'est le moyen le plus sûr de ne rien oublier. Pour le circuit imprimé, vous savez que vous avez fini quand tous les trous sont bouchés.

Il manque un composant sur la platine d'expérimentation et sur le circuit imprimé : le capteur de température LM335. C'est à dessein car il est souvent préférable de ne pas laisser tout le circuit électronique à l'endroit où la température doit être surveillée. C'est le cas pour le congélateur : d'abord on risquerait de ne rien entendre et de ne rien voir en cas d'alarme, parce que les parois calorifugées étouffent aussi le son ; ensuite, beaucoup de composants ont un comportement différent de ce que nous attendons si la température descend à 0°C ou en-dessous. Le capteur sera donc raccordé par un câble blindé genre « microphone ». Dans le cas du congélateur en particulier, il faut éviter l'humidité puisse atteindre les connexions, en les isolant par une goutte de colle.

L'étalonnage ne représente pas un gros travail puisqu'il n'y a qu'un potentiomètre. Cependant c'est une opération à mener avec soin, car la précision de l'appareil en dépend. Il faut d'abord déterminer à quelle température l'alarme doit s'activer. Cette température doit être exprimée en kelvin et non en degrés Celsius. Il suffit d'ajouter 273 à la température en degrés si elle est positive, ou de la retrancher de 273 si elle est négative. Si votre alarme doit se déclencher à 40°C, le

elex-abc

comparateur

Circuit, le plus souvent intégré, qui compare deux tensions et montre par l'état de sa sortie laquelle est la plus haute.

effet piézo-électrique

Il existe un certain nombre de cristaux qui changent de forme ou de dimensions quand ils sont soumis à une tension électrique, et qui produisent une tension électrique quand ils sont soumis à une force mécanique. Ces cristaux sont dits piézo-électriques. Leur première propriété est exploitée dans les résonateurs et haut-parleurs pour produire du son. Une tension électrique alternative les fait vibrer ; à leur tour ils font vibrer l'air qui les entoure et nous percevons ces vibrations comme un son.

liste des composants

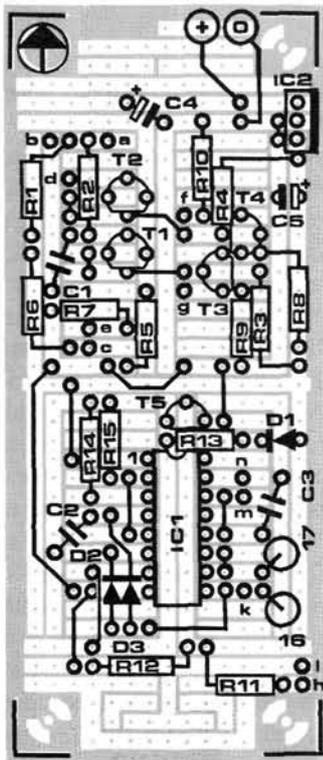


Figure 2 – Le montage tient tout juste sur une platine d'expérimentation de format 1.

seuil correspondra à 313 K, soit 3,13 V; pour -10°C , le seuil sera à 263 K, soit 2,630 V.

Une fois la température déterminée, connectez un voltmètre, de préférence numérique, entre le curseur de P1 et la masse, puis tournez le potentiomètre jusqu'à ce que l'affichage du voltmètre corresponde à la température en kelvin. Le réglage est terminé, il ne reste qu'à déterminer par la position de S1 si l'alarme doit retentir quand la température est inférieure au seuil ou quand elle est supérieure. Vous pouvez aussi remplacer l'inverseur par un pont en fil pour obtenir un réglage fixe.

- R1,R6 = 1,5 k Ω
- R2 = 10 k Ω
- R3,R4,
- R5,R7 = 1,8 k Ω
- R8 = 390 Ω
- R9,R10 = 2,2 k Ω
- R11,R17 = 47 k Ω
- R12,R16 = 100 k Ω
- R13 = 220 Ω
- R14 = 470 k Ω
- R15 = 220 k Ω
- P1 = 1 k Ω lin.

- C1 = 100nF
- C2 = 470 nF
- C3 = 2,7 nF
- C4 = 100 $\mu\text{F}/16\text{ V}$
- C5 = 1 $\mu\text{F}/10\text{ V}$

- D1 = LED rouge
- D2,D3 = 1N4148
- T1,T2,T5 = BC547B
- T3,T4 = BC557
- IC1 = LM335
- IC2 = 7805
- IC3 = 4049

- Bz1 = résonateur piézo
- S1 = inverseur unipolaire
- S2 = interrupteur unipolaire

platine d'expérimentation
de format 1
ou circuit imprimé
1 bloc secteur 9 à 12 V

pour les expérimentateurs

Nous avons déjà analysé, dans la série *système K* entre autres, la structure générale des montages d'alarme. Ils sont tous conçus suivant un même schéma synoptique : un étage d'entrée convertit une grandeur physique quelconque en un

signal électrique, un étage de traitement du signal apporte entre autres une amplification, enfin un étage de sortie ou de signalisation rend l'alarme visible ou audible. Ce thermostat correspond exactement à la description générale et le circuit se prête bien à l'expérimentation.

Que peut-on y changer ? Commençons par l'étage d'entrée. Il est constitué par un diviseur de tension dont une des branches varie en fonction de l'environnement. Ici, il s'agit d'IC1, mais ce pourrait être une LDR, une thermistance, un phototransistor... à la seule condition d'adapter la valeur de R1 pour que le courant dans le capteur ne soit pas excessif et que la tension sur la base de T1 varie suffisamment.

Il est souvent souhaitable avec ce genre de capteurs que le comparateur présente une hystérésis, pour que le point de commutation soit précis. Il suffit pour cela de connecter une résistance de 1 M Ω entre la base de T1 et le collecteur de T2. Cette résistance apporte une réaction positive dans le montage puisque la tension de collecteur de T2 augmente quand T1 conduit davantage.

Les modifications de l'étage de sortie peuvent être intéressantes aussi. Prenons l'exemple d'un petit relais ; il peut venir prendre la place de D1 et R13, ou de l'oscillateur, sans autre modification que l'adjonction d'une diode de roue libre en parallèle sur la bobine (la cathode au pôle positif).

Ces modifications ne sont qu'un aperçu de ce qui est possible, mais elles devraient vous inciter à mener vos propres expériences.

886110

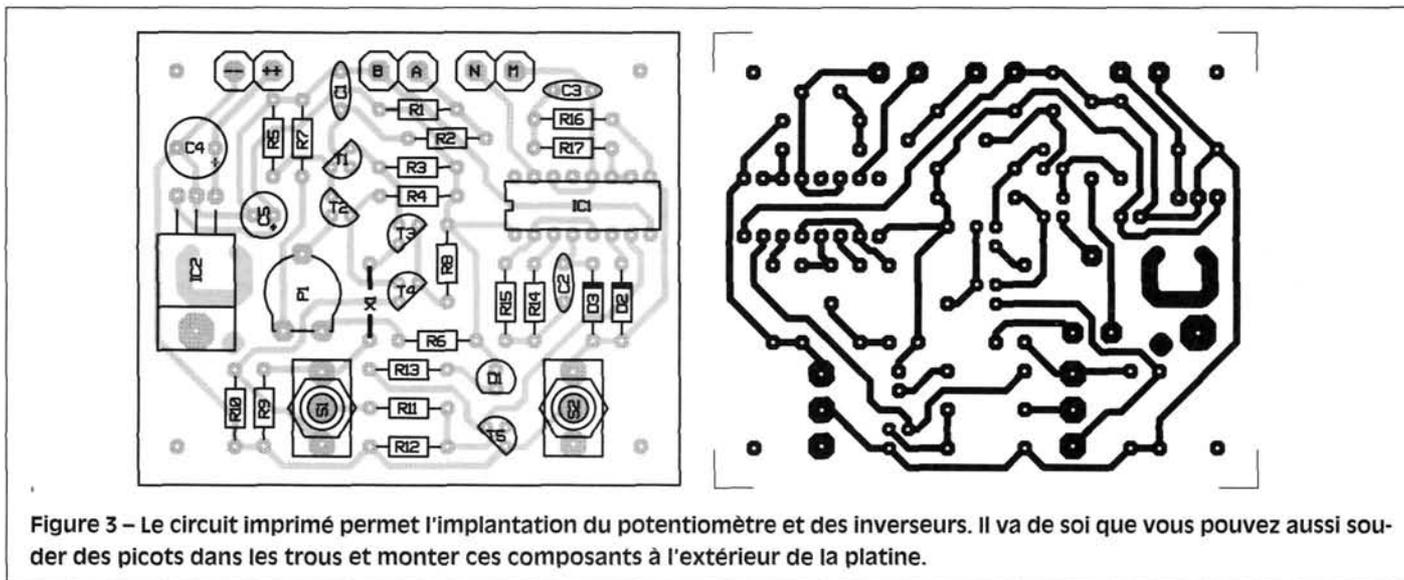


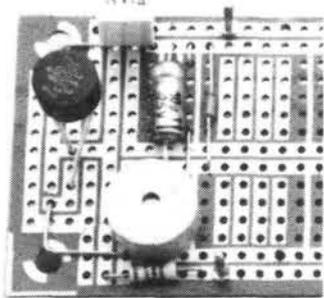
Figure 3 – Le circuit imprimé permet l'implantation du potentiomètre et des inverseurs. Il va de soi que vous pouvez aussi souder des picots dans les trous et monter ces composants à l'extérieur de la platine.



Il est nécessaire avant de commencer de dire quelques mots sur les signaux téléphoniques que nous allons utiliser. Lorsque le combiné est raccroché, on mesure à ses bornes une tension continue de 50 V. Lorsqu'il est décroché, cette tension passe à 10 V et un signal alternatif de 440 Hz dont l'amplitude est de quelques dixièmes de volts lui est superposé : la tonalité. Raccrochons dans l'attente d'un appel. Lorsque quelqu'un sonnera, à la tension continue de 50 V se superposera une autre tension, alternative cette fois, de 100 V crête à crête et de fréquence 25 Hz.

Comme la sonnerie se fait attendre, nous pouvons nous distraire par quelques calculs simples. Un calcul rapide donne une tension de

$50+100 = 150$ V au moment d'un appel. C'est en effet un calcul rapide mais faux. La tension culmine à 100 V puisqu'une tension alternative de 100 V crête à crête varie entre ± 50 V. Si nous la superposons à une tension continue de 50 V le résultat variera entre $(50-50)$ V et $(50+50)$ V. Qu'en est-il de la tension efficace ? Ce n'est pas la somme des deux tensions efficaces, 50 V pour la composante continue et $(50\sqrt{2})/2$ pour la composante alternative, c'est la racine carrée de la somme des carrés de ces deux valeurs, soit 61 V. La sonnerie se répète toutes les 5 s, sa durée est de 1,7 s et sa fréquence de 25 Hz. Tout est dit sur ce qui doit apparaître entre les points A et B de la figure 1. Nous n'avons cependant besoin que du signal alternatif de 25 Hz. Si nous gardions la composante continue, notre sonnerie auxiliaire serait toujours commandée. Que faire pour l'éliminer ? Ouvrir le circuit au moyen d'un condensateur puisque la résistance de ce type de composant diminue quand la fréquence augmente ; et lorsque la fréquence est nulle, le condensateur ne laisse rien passer : sa résistance est infinie. Le signal alternatif, au contraire, est transmis, même si C1 en limite l'intensité, puisqu'il est aussi là pour ça comme nous le verrons plus loin.



sonnerie de téléphone

Ne toucher au téléphone que comme un vulgaire abonné est peut-être au-dessus de vos forces. C'est pourtant à quoi vous devez vous résoudre, à moins de disposer d'un réseau intérieur, si vous respectez les termes du contrat que vous avez conclu avec les TELECOM. Le présent article n'a d'autre but que de décrire une sonnette, qui pourrait éventuellement personnaliser votre récepteur, si vous obtenez tous les agréments nécessaires pour la raccorder au réseau. Considérez donc ceci comme une fiction et, si par malheur la fantaisie vous prenait de passer aux applications, tenez compte des informations que nous donnons pour votre sécurité, celle des lignes et éventuellement, celle de votre compte bancaire.

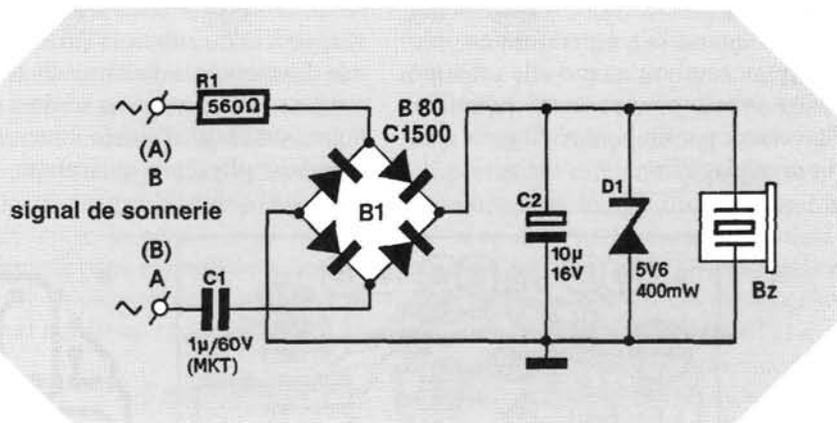


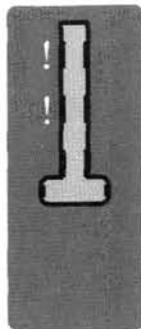
Figure 1 - Un condensateur pour limiter le courant et supprimer la composante continue du signal, un pont redresseur, un condensateur de lissage, une zener pour stabiliser la tension aux bornes d'un résonateur piézoélectrique à oscillateur intégré) : il n'en faut pas plus pour exploiter le signal de sonnerie du téléphone.

Poursuivons sur la **figure 1**. Le signal alternatif de sonnerie arrive donc sans trop d'encombre au pont redresseur B1 (la résistance R1 est une résistance de protection), il est ensuite lissé par le condensateur C2 et sa tension est stabilisée par la diode zener D1 à 5,6 V pour la simple raison que nous avons choisi un résonateur piézoélectrique à oscillateur intégré dont la tension de service, continue, est de 5 V.

Revenons à C1. Si ce composant oppose au passage d'un courant continu une résistance infinie, il se comporte en court-circuit pour un courant alternatif dont la fréquence est très très grande. Ce n'est pas le cas d'un signal de 25 Hz comme celui de la sonnerie et la résistance du condensateur à son passage (son impédance) est de quelques 6 kΩ. Si vous en doutez, faites le calcul : l'impédance Z (résistance en alternatif) d'un condensateur de capacité C, pour un signal de fréquence f, est, en ohms, égale à $1/(2\pi fC)$. Cette impédance a aussi son utilité puisqu'en son absence, le courant de régulation de la zener pourrait dépasser sa valeur limite maximale et celle-ci bien sûr rendre l'âme.

câblage et mise en place

Nous vous proposons ci-contre un plan d'implantation sur une platine d'expérimentation, non sans vous mettre en garde contre les risques d'incompatibilité entre redresseurs de même type mais différents quant au brochage. Utilisez le pont redresseur que vous avez sous la main mais vérifiez que son brochage correspond à celui du plan d'implantation de la **figure 2**. Si ce n'est pas le cas,



procédez aux modifications qui s'imposent. Vous n'êtes naturellement pas obligé de prendre une platine d'expérimentation (il ne manquerait plus que ça) surtout si vous désirez réduire au maximum le volume de l'ensemble pour le caser par exemple dans une prise de téléphone. Un petit morceau de plaque pastillée fera tout aussi bien. Le plus difficile dans toute cette affaire est de raccorder le montage à la prise du téléphone ou au combiné lui-même. C'est difficile parce qu'il n'y a pas deux mais au moins trois fils, donc trois possibilités de branchement. Trois seulement parce que le montage n'est pas polarisé. Deux permettent de faire fonctionner la sonnerie auxiliaire. Si vous avez l'audace de tirer deux fils depuis la prise, tirez-les depuis les deux bornes supérieures du côté gauche.

liste des composants

R1 = 560 Ω

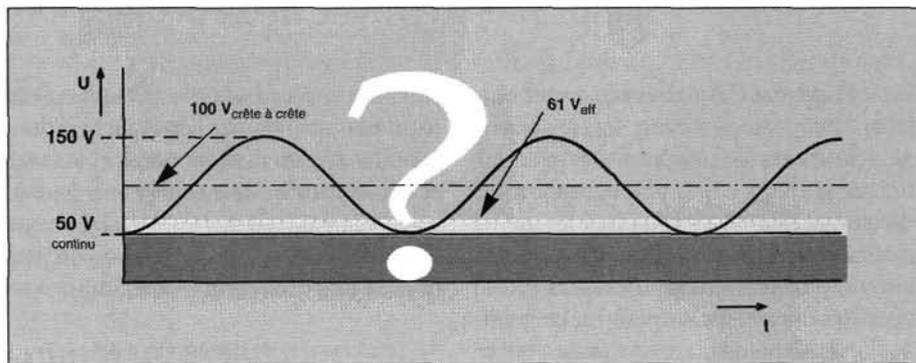
C1 = 1 μF/60 V
C2 = 10 μF/16 V

D1 = zener 5,6 V/400 mW
B1 = pont moulé B80C1500

Bz1 = ronfleur piézoélectrique (à oscillateur intégré) alimenté sous 5 V

platine d'expérimentation de format 1

Figure 2 – Il est possible, suivant le pont moulé de redressement dont vous disposerez, que l'implantation ci-dessous ne convienne pas. Elle pourra vous servir de modèle.



JACKSON DIFFUSION ELECTRONIQUE

F 74140 EXCENEVEX - Tél. : 50 72 86 58

1N4148 les 20 = 3,00
1N4007 les 10 = 3,50
BC546B les 20 = 9,00
BC547B les 20 = 9,00
BC547C les 20 = 9,00
BC549C les 20 = 9,00
BC550C les 20 = 9,00

2N2222 plast = 1,20
2N1711 = 1,80
NE555 = 1,40
LM311 = 2,40
LM324 = 1,60
UA741 = 1,70
OPTO 4N35 = 2,50

CMOS4001 = 1,20
CMOS4011 = 1,60
CMOS4030 = 1,90
TDA2002 = 7,20
TDA2003 = 7,20
TDA2005 = 15,50
TDA2030 = 7,50

SONDE LOGIQUE affichage sonore et lumineux de niveau logique de circuits TTL, CMOS, etc... YL32 = 146,40 F
MULTIMETRE ANALOGIQUE 20 K /V, 19 pages, ACV : 0 à 1000V,
DCV : 0 à 1000 V, DCA 0 à 10 A, OHM 0 à 10 M Y105 = 220,00 F

Paiement à la commande par chèque, mandat ou CCP + 28,00 F de participation aux frais de port et d'emballage.



Vous n'avez qu'un projecteur de diapositives ? C'est vraisemblablement parce que vous n'avez jamais pu apprécier une bonne projection enchaînée avec deux projecteurs ou plus. Vous êtes sur le point de vous précipiter chez votre revendeur habituel pour faire l'emplette d'un deuxième projecteur, mais vous hésitez : il ne suffit pas d'avoir deux projecteurs, il faut aussi un peu d'électronique et cela risque de coûter aussi cher que tout le reste. Nous vous proposons de faire des économies, en construisant non pas un projecteur, mais le montage électronique qui peut en commander deux.

fondu-enchaîné

des soirées diapos réussies avec deux projecteurs

Éclat et naturel des couleurs, ce sont toujours les diapositives qui sortent gagnantes de la comparaison avec les tirages sur papier. Si le photographe a fait du bon travail, s'il a su éliminer les moins intéressantes, les doubles, les presque bonnes parmi ses diapositives, la soirée peut être un vrai plaisir pour tout le monde. La seule petite chose qui puisse gêner les spectateurs est le passage brusque de la lumière à l'obscurité à chaque changement de vue. *Que faire ?* Si vous n'avez qu'un projecteur, il n'y a rien à faire, un passage noir, même bref, est inévitable entre deux diapositives. Il faut remercier les fabricants d'avoir prévu une extinction de la lampe ou son occultation pendant les changements de vue, sans quoi il n'y aurait pas de passage noir, mais un passage en pleine lumière encore plus gênant. La seule façon de rendre moins agressif pour la vue le passage d'une diapositive à l'autre est de raccourcir le temps du changement. Sur certains projecteurs de « haut de gamme », tout est mis en œuvre dans ce but et on arrive à des temps de transport d'environ une demi-seconde. C'est

très bien, mais pas suffisant, car il subsiste un passage noir sur l'écran. Il faut donc installer un deuxième appareil et leur faire projeter une vue sur l'écran à tour de rôle. Si le passage des vues est bien combiné avec l'extinction des lampes, on peut obtenir une projection « sans couture ».

enchaîné ou fondu ?

Les projecteurs en fondu enchaîné ne sont pas une nouveauté, mais les prix restent si élevés que bon nombre d'amateurs ne sont pas encore passés au deuxième projecteur. Il existe aussi des fondus enchaînés électroniques, mais pas toujours de prix abordable dans le commerce, ni de technique abordable pour l'amateur quand ils sont décrits dans *Elektor*. Comme les chargeurs d'accumulateurs et les machines à laver, tout fonctionne avec des microprocesseurs. C'est trop compliqué pour le débutant, qui reste sur le, – pardon – qui tombe assis à la seule vue du schéma de principe.

Les appareils du commerce ou les projets « ambitieux » des revues offrent des caractéristiques qui facilitent l'utilisation mais compliquent notablement les schémas : toute fausse manœuvre est impossible, c'est une minuterie qui commande le changement de vue à intervalles programmables, avec un temps de superposition variable. C'est très intéressant, mais est-ce nécessaire, simplement pour éviter le trou noir ? Le spécialiste ès projecteurs du labo a demandé à réfléchir quand il a été interrogé sur la question de savoir si la suppression de l'*overdrive*, du coprocesseur et de la boîte à cinq vitesses apporterait une simplification appréciable. Il fallait bien sûr que l'appareil fonctionne correctement malgré sa simplicité. La gamberge du spécialiste a abouti à la conclusion que l'enchaînement était plus important que le fondu. Ce que ça signifie plus précisément ? La plupart des appareils du commerce comportent des gradateurs qui éteignent la lampe d'un projecteur et allument l'autre progressivement au moment du changement de diapositive. Ces systèmes exigent pas mal d'électronique, alors que le spécialiste a constaté que les temps d'allumage et

d'extinction « naturels » de la lampe à halogène sont suffisamment longs : commandées par un interrupteur ordinaire, elles mettent un quart de seconde pour s'allumer ou s'éteindre complètement. Conclusion : si on se contente d'un temps de « fondu » d'un quart de seconde, on peut remplacer les gradateurs par des interrupteurs. Ne cherchons pas à savoir s'il s'agit d'un véritable fondu ou d'une simple commutation, l'essentiel est que le système soit satisfaisant pour l'œil : si les diapositives ne sont guère fondues, elles sont bien enchaînées.

le principe

Après cette introduction un peu longue, et avant de passer à la réalisation, voyons comment est conçu notre circuit. Extérieurement, il ne s'agit que d'une petite boîte contenant un circuit imprimé unique, munie de deux prises, une par projecteur, et deux poussoirs, un pour avancer, l'autre pour reculer. En plus de l'électronique du boîtier, il faudra intervenir à l'intérieur même des projecteurs. L'opération, tout comme la construction du circuit, est simple et à la portée de tout amateur un peu soigneux, même débutant.

Que fait précisément le circuit ?

1. Après une pression sur le bouton *marche avant*, la lampe du projecteur en fonctionnement s'éteint, en même temps que s'allume celle de l'autre projecteur, où attend toute prête la diapositive suivante. Aussitôt après, la diapositive du projecteur qui vient de s'éteindre est remplacée par la suivante. Ainsi le changement de diapositive est invisible. La pression suivante a les mêmes effets, à cette différence près que le processus commence par l'autre projecteur.

2. La pression sur la touche *marche arrière* a des effets opposés. Tout d'abord la diapositive du projecteur éteint est remplacée par la précédente, puis sa lampe s'allume pendant que l'autre s'éteint. Une nouvelle pression sur la même touche répète le processus en commençant par l'autre projecteur.

Le changement de vue se fait toujours lampe éteinte, l'allumage d'une lampe se fait toujours en même temps que l'extinc-

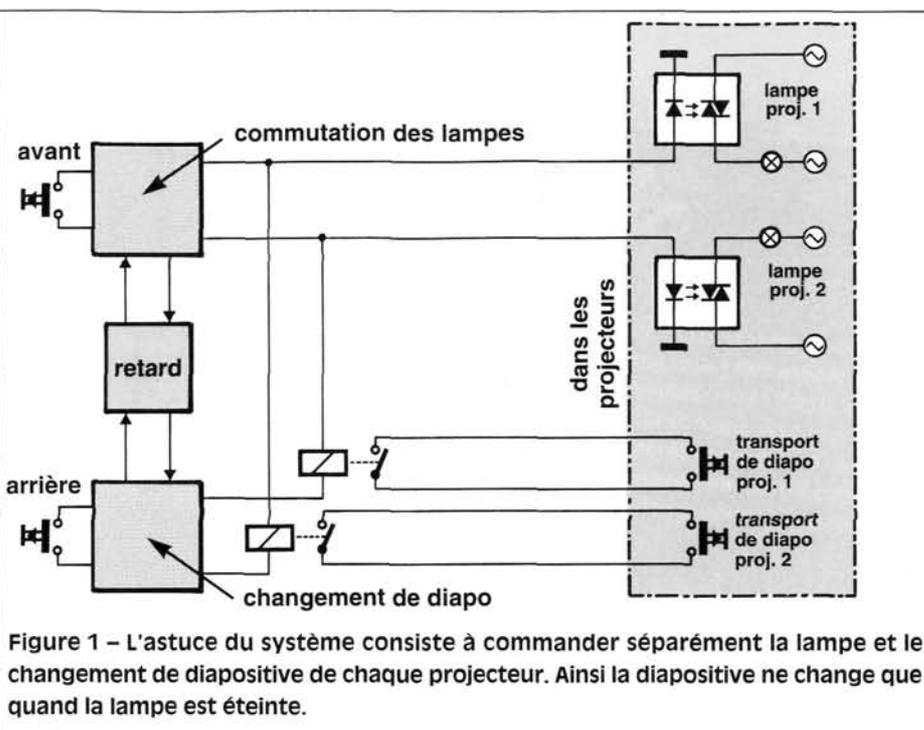


Figure 1 - L'astuce du système consiste à commander séparément la lampe et le changement de diapositive de chaque projecteur. Ainsi la diapositive ne change que quand la lampe est éteinte.

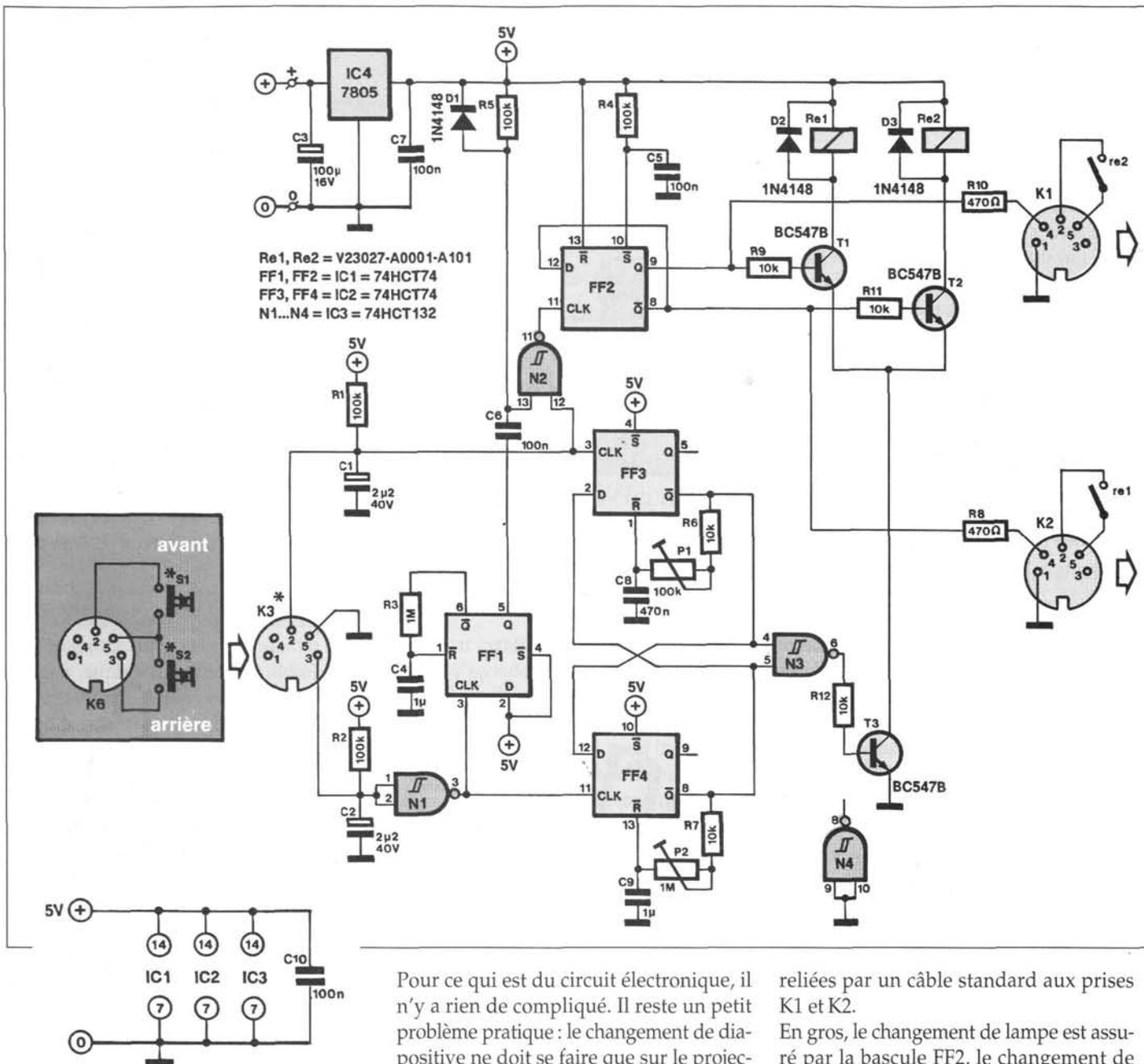
tion de l'autre, si bien qu'aucun trou noir ne gêne le spectateur, pas plus qu'un flash sur l'écran. Il faut tout de même signaler une limitation des possibilités du circuit. Il est conçu pour des projecteurs à un seul bouton de commande : une pression courte fait avancer la diapo, une pression longue la fait reculer. C'est de loin le mode de commande le plus répandu. Conséquemment, notre circuit délivre une impulsion courte pour une pression sur le bouton *marche avant* et une impulsion longue pour une pression sur le bouton *marche arrière*. Les projecteurs à deux boutons ne font pas de différence entre une impulsion courte et une longue, ils iront donc toujours en avant, quel que soit le bouton actionné.

le schéma synoptique

Le schéma synoptique très simplifié de la figure 1 illustre le principe de fonctionnement. La partie de droite, encadrée et peut-être tramée (ça dépend du maquetiste, des conditions de circulation du matin, du nombre de plantages du Mac...), indique les interventions à effectuer sur les projecteurs. Les connexions sont prises en parallèle sur le bouton de transport ; si l'appareil est prévu pour une télécommande, il se peut que vous ayez simplement à brancher deux fils en parallèle sur ceux de la prise existante.

La chirurgie sera obligatoire, en revanche, pour la commande de la lampe. Il s'agit de sectionner l'un des fils qui relie la lampe au transformateur et d'insérer un

relais statique dans le circuit. Le relais statique établit un contact électrique, comme un relais ordinaire, mais sans mettre en mouvement de pièce mécanique, d'où le qualificatif *statique*. Il s'agit d'un triac commandé par une diode électroluminescente, le tout dans un boîtier de transistor de puissance. Si on ne le comparait pas à un relais, on le comparerait à un opto-coupleur pour fortes intensités et courant alternatif. Les deux fils de commande, qui alimentent la LED, sont ramenés à la même prise que ceux du bouton de transport. Tout est prêt pour recevoir les ordres de notre circuit de commande. Le reste du schéma synoptique représente le circuit proprement dit. Il se résume à trois fonctions et deux relais. Les carrés *commutation des lampes* et *transport de diapo* sont en fait des bascules. Grâce à ses deux sorties, dont l'une est le complément de l'autre, la bascule D de commande des lampes garantit que l'une des lampes est éteinte quand l'autre est allumée, et bilatéralement. Solution élégante, n'est-il pas ? Les autres fonctions sont connues par ce qui précède : une pression sur *marche avant* inverse les sorties de la bascule des lampes, donc la lampe allumée s'éteint, l'autre s'allume. Après un petit temps de retard, c'est au tour du changement de diapositive, provoqué par l'un des relais. Au contraire, une pression sur *marche arrière* provoque le changement de diapositive d'abord, et le changement de lampe ensuite. Les deux opérations sont toujours séparées dans le temps par le même délai.



Pour ce qui est du circuit électronique, il n'y a rien de compliqué. Il reste un petit problème pratique : le changement de diapositive ne doit se faire que sur le projecteur qui est éteint. Là encore, la solution est élégante et simple, les relais sont commandés par la bascule qui commande les lampes, mais les connexions sont croisées. Si la lampe 1 est allumée, seul le relais 2 peut être excité, et vice versa. La figure de style s'appelle un chiasme. Merci, Albert.

le schéma détaillé

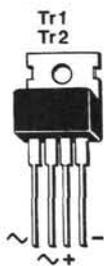
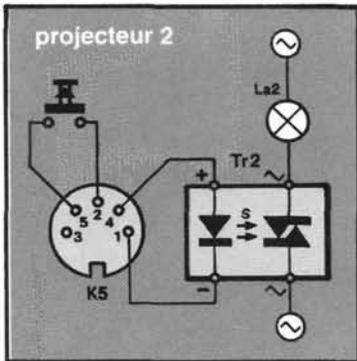
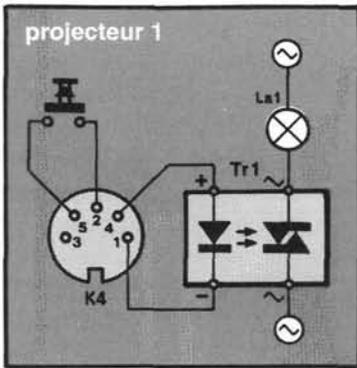
La figure 2 montre comment le schéma synoptique s'est transformé en un schéma de principe. Pour éviter les malentendus, les parties internes aux projecteurs sont représentées dans des cadres séparés, comme sur le synoptique. C'est pour la clarté aussi que les prises DIN à 5 pôles sont dessinées en regard l'une de l'autre. Les prises des projecteurs, K4 et K5, sont

reliées par un câble standard aux prises K1 et K2.

En gros, le changement de lampe est assuré par la bascule FF2, le changement de vue par les bascules FF3 et FF4. Les sorties de FF2 alimentent directement les relais statiques Tr1 et Tr2 à travers les résistances R8 et R10. Les relais de changement de diapositive (Re1 et Re2) sont commandés par la même bascule, mais par l'intermédiaire des transistors Tr1 et Tr2. Quel que soit le transistor commandé, il ne peut conduire que si T3 est conducteur ; T3, quant à lui, est rendu conducteur par la porte N3, reliée aux bascules de changement de diapositive. Suivant le temps pendant lequel T3 est commandé, le changement de diapositive se fera en avant ou en arrière.

Recommençons par le début. Pour réserver la possibilité de télécommander le fondu enchaîné, nous avons prévu une prise DIN, K3, en parallèle avec les touches S1 et S2. Vous pouvez aussi vous contenter

Figure 2 - Le schéma complet du fondu enchaîné. Les petits schémas encadrés représentent les modifications minimales à apporter à l'intérieur des projecteurs. Le changement de diapo se fait par les relais « ordinaires » Re1 et Re2, alors que les lampes sont commandées par les relais statiques que sont les optotriacs Tr1 et Tr2. Les circuits intégrés de la famille HCT ne nous sont pas familiers, mais ils le sont plus à Albert, qui travaille habituellement sur des montages à microprocesseurs. Il s'agit de circuits logiques qui ont à peu près les caractéristiques de vitesse de la famille TTL, mais une consommation proche de celle de la famille CMOS. La tension d'alimentation est celle de la TTL : 5V, pas plus, pas moins.



de la télécommande et omettre les touches.

Une pression sur S1 fait passer à l'état bas une des entrées de N2 (broche 12). Comme les deux entrées de N3 se trouvaient auparavant à l'état haut, sa sortie va passer de l'état bas à l'état haut. Cette transition, ou front montant, constitue une impulsion d'horloge pour FF2, montée en diviseur par deux ; autrement dit ses sorties changent d'état à chaque impulsion sur son entrée d'horloge. Les sorties, comme nous l'avons vu, sont reliées aux relais statiques par R8, R10, K1, K2, K4 et K5. La conséquence immédiate de la pression sur S1 est qu'une lampe s'éteint, et que l'autre s'allume.

Au relâchement de S1, c'est au tour de FF3 de recevoir une impulsion d'horloge, avec le petit retard déterminé par R1 et C1. En effet, C1 avait été déchargé par la pression sur S1 ; une fois S1 relâché, le condensateur C1 se recharge à travers R1. La bascule FF3 est montée en multivibrateur monostable, elle délivre à sa sortie \bar{Q} une

impulsion négative dont la durée est déterminée par le réseau R6/P1/C8. Du fait de l'utilisation des compléments des sorties de FF3 et FF4, la porte ET-NON N3 se comporte comme une porte OU : sa sortie est au niveau haut si l'un ou l'autre des monostables est actif. Un niveau haut à la sortie de N3 rend le transistor T3 conducteur ; comme l'une des sorties de la bascule de commande des lampes est au niveau haut, un des transistors de commande des relais devient conducteur. Ainsi, l'un des relais de changement de diapositive est excité, aussi longtemps que le monostable est actif, pendant que la lampe est éteinte. Il ne reste qu'à régler la durée du monostable de telle façon que le transport se fasse **en avant**.

Voilà pour la marche avant, qu'en est-il de la marche arrière ? Le processus déclenché par une pression sur S2 est tout différent du précédent. Le front descendant est transformé par N1 en un front montant qui active à la fois FF1 et FF4, deux multivibrateurs monostables. La sortie \bar{Q} de

FF4, comme celle de FF3 précédemment, rend conducteur le transistor T3, pendant un temps déterminé par R7/P2/C9. Si ce temps est assez long, le projecteur dont la lampe est éteinte passera à la diapositive précédente. C'est pour permettre d'allonger la durée que P2 et C9 ont des valeurs supérieures à celles de P1 et C8.

Les conséquences d'une pression sur S2 ne se limitent pas à ce qui précède. Comme le monostable FF1 voit aussi une impulsion d'horloge, sa sortie Q passe à l'état haut, et y reste pendant un temps déterminé par R3 et C4. Ce front montant n'a pas d'autre effet pour l'instant que de décharger le condensateur C6 à travers la diode D1. Les choses n'en restent pas là, car la sortie de FF1 finit par repasser à zéro. Le condensateur C6 transmet ce front descendant à l'entrée (broche 13) de la porte N2, qui applique une impulsion positive à l'entrée d'horloge de la bascule FF2. Ainsi le changement de lampe se produit **après** le changement de diapositive. Si votre projecteur n'a pas fini de changer

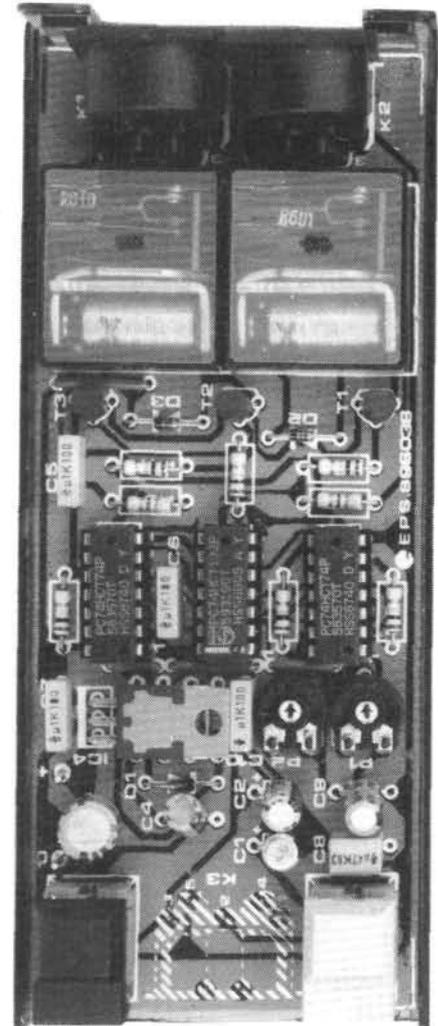
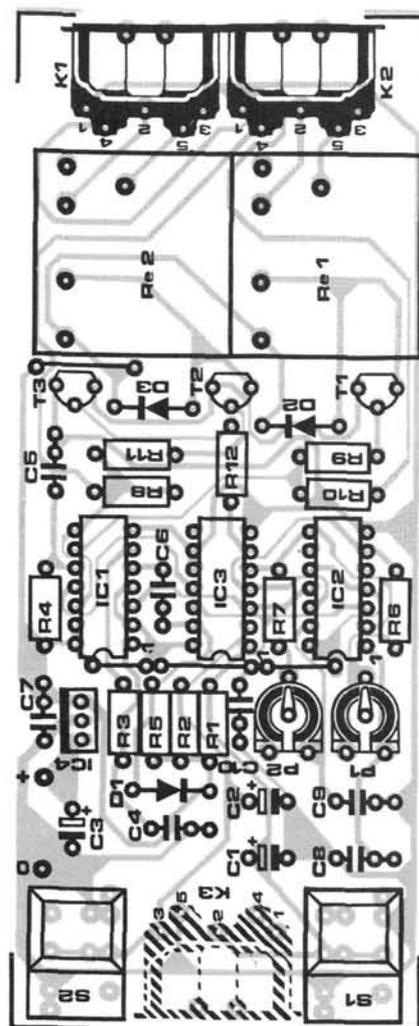
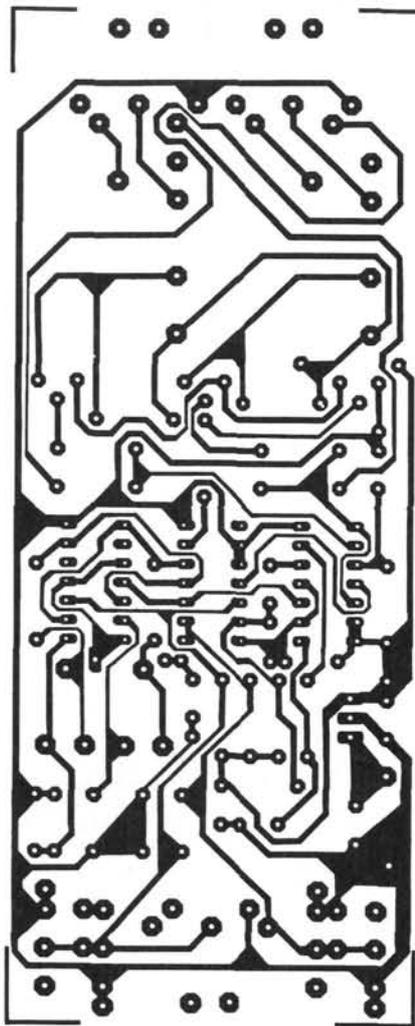
elex-abc

bascule D
 La bascule D est un circuit électronique qui connaît deux états stables en sortie. Une impulsion positive ou front montant sur l'entrée d'horloge (CLK) fait prendre à la sortie (Q) la valeur présente à ce moment-là sur l'entrée de donnée (D). La sortie garde cette valeur jusqu'à ce qu'une nouvelle impulsion d'horloge concordant avec une valeur de donnée différente la fasse changer d'état. On peut considérer la bascule D comme une cellule de mémoire élémentaire. En reliant l'entrée de données à la sortie complémentée (\bar{Q}), on obtient un changement d'état à chaque impulsion d'horloge, autrement dit une division par 2.

multivibrateur monostable
 Le multivibrateur monostable se présente le plus souvent sous la forme d'un circuit intégré logique, mais il peut aussi être réalisé en composants discrets. Il réagit à une impulsion d'entrée de durée quelconque par une impulsion de sortie de durée déterminée et constante.

porte OU
 La porte ou est un circuit logique dont la sortie est au niveau logique 1 si une ou plus de ses entrées est au niveau logique 1.

fondu
 Participe passé de fondre. 1. Amené à l'état liquide. Statue de bronze fondu. -Par ext. Flou, vaporeux. Contours fondus. Pop. Détraqué, fou. Il est un peu fondu.



- R1, R2, R4, R5 = 100 kΩ
- R3 = 1 MΩ
- R6, R7, R9, R11, R12 = 10 kΩ
- R8, R10 = 470 Ω
- P1 = 100 kΩ variable
- P2 = 1 MΩ variable
- C1, C2 = 2,2 μF/40 V
- C3 = 100 μF/16 V radial
- C4, C9 = 1 μF MKT
- C5 à C7, C10 = 100 nF
- C8 = 470 nF
- D1, D2, D3 = 1N4148

- T1, T2, T3 = BC547B
- IC1, IC2 = 74HCT74
- IC3 = 74HCT132
- IC4 = 7805
- Tr1, Tr2 = SHARP S202DS2 (8 A)
- K1, K2, K3 = prise DIN femelle 5 broches pour C.I.
- K4, K5 = prise DIN de châssis 5 pôles
- K6 = fiche DIN à 5 broches
- S1, S2 = poussoirs à fermeture
- Re1, Re2 = relais encartables Siemens V23027-A0001-A101
- coffret : HEILAND HE222
- bloc secteur : 8 à 12 V/200 mA
- circuit imprimé

de diapositive au moment du changement de lampe, il suffit d'augmenter la valeur de R3, de C4 ou des deux à la fois.

construction et installation

Il est vraisemblable que ce montage intéressera davantage de *fondu de photographie* que de *branchés électronique*. Nous avons donc dessiné un circuit imprimé, de préférence à la platine d'expérimentation. Il est disponible tout prêt, gravé, percé et sérigraphié auprès des sources habituelles, ce qui évitera aux photographes

de polluer leurs cuvettes avec le perchlore ou la soude caustique. La *figure 3* représente le dessin des pistes et l'implantation des composants. Le montage proprement dit ne pose aucun problème, il suffit de boucher les trous de la platine au moyen des composants et de souder correctement toutes les broches. Il faudra prêter une attention particulière au montage du régulateur de tension IC4 : il n'est pas installé debout, ni à plat contre le circuit imprimé. Vous le poserez d'abord à plat, languette métallique contre la table, puis vous redresserez ses broches à la verticale

Figure 3 - Les dimensions du circuit imprimé restent raisonnables malgré la présence des deux relais.

le, avant de l'installer au-dessus des résistances R1, R2, R3 et R5. Cette petite gymnastique est nécessaire si on veut que l'ensemble puisse se loger dans le petit coffret HEILAND. Exception faite des relais statiques, tout le montage, y compris les touches S1 et S2, tient sur le circuit imprimé.

Quelques explications complémentaires au sujet des touches ne sont pas super-

flues. La prise DIN K3 (et son pendant K6) n'est nécessaire que si vous voulez commander le fondu-enchaîné à distance ; elle est connectée en parallèle sur les touches. Normalement les touches sont montées à même le circuit imprimé. Vous pouvez constater que la platine comporte beaucoup plus de trous que nécessaire pour les deux touches ; les trous supplémentaires vous laissent le choix entre les *DIGITAST*, les *D6* rondes ou carrées ou à peu près n'importe quel autre type.

Le circuit assemblé, avec ses prises DIN, tient exactement dans le coffret HE222. L'alimentation est fournie par un bloc secteur quelconque, pourvu qu'il délivre une tension continue comprise entre 8 et 12 V. Cette tension peut n'être que sommairement filtrée, puisque le montage comporte son propre régulateur de tension, IC4.

la greffe sur les projecteurs

Il y a deux opérations distinctes à effectuer sur chaque projecteur. Tout d'abord il faut installer sur le coffret une prise DIN à 5 broches ; ensuite il faut insérer le relais statique en série avec une des connexions à basse tension de la lampe.

Le montage et le câblage de la prise, selon le **figure 4**, n'est pas le gros morceau de l'entreprise. Comme le montre le schéma, les broches 2 et 5 sont connectées en parallèle sur le bouton destiné d'origine au transport des vues ; les broches 1 et 4 sont reliées aux broches de commande (la LED) du relais statique. Pour ces deux derniers, il faut veiller à respecter la polarité. Les numéros de broches sont gravés sur le corps des prises.

L'installation du relais risque d'être plus délicate, suivant la place disponible dans les différents modèles de projecteurs. Dans tous les cas, le relais statique a besoin d'un dissipateur de chaleur, isolé par une plaquette de mica. Si la configuration du projecteur le permet, vous pouvez installer le relais sur le châssis métallique. Sinon, vous le doterez d'un petit radiateur. Dans l'un et l'autre cas, il faut qu'il soit placé dans le courant d'air que produit le ventilateur, à proximité du ventilateur lui-même ou d'un orifice d'entrée d'air. Le raccordement est simple : il suffit d'interrompre l'un des fils d'alimentation de la lampe et de relier les extrémités aux broches *alternatif* du relais. Les broches marquées (+) et (-) sont reliées aux broches 4 et 1 de la prise DIN. Quelques remarques en vrac mais néanmoins importantes : les prises DIN que nous utilisons peuvent ressembler aux

prises de la télécommande d'origine, elles n'ont pourtant rien à voir avec elles. N'essayez donc pas de raccorder le fondu-enchaîné à la prise de télécommande ! Deuxièmement : le relais statique utilisé peut supporter 8 ampères, soit une lampe de 24 V/150 W. Il ne convient donc pas pour les projecteurs particulièrement lumineux équipés de lampes de 250 W.

l'utilisation

Le paragraphe sera court, car l'utilisation du fondu enchaîné est une affaire très simple. Branchez le bloc secteur, raccordez les deux projecteurs aux prises K1 et K2, et le spectacle commence après une pression sur S1. La seule chose à faire auparavant est de régler P1 et P2, ce qui se fait expérimentalement. Tournez P1 jusqu'à ce que le projecteur avance à coup sûr à chaque pression sur S1, tournez P2 pour que le projecteur recule à coup sûr à chaque pression sur S2.

La simplicité du montage ne va pas sans quelques inconvénients : le système n'offre pas de garantie contre les fausses manœuvres éventuelles. Il faut attendre que soit exécutée l'opération demandée par chaque pression sur une touche, avant d'en demander une autre. Ainsi, des pressions trop rapprochées sur une même touche ou sur les touches avant et arrière

peuvent perturber l'ordre de projection ! Rassurez-vous, les projecteurs ne risquent pas d'être endommagés. Si, une fois les raccordements effectués, le transport des diapositives ne se produit pas du tout, il faut d'abord vérifier que les relais Re1 et Re2 du circuit imprimé sont excités. S'ils le sont effectivement, il y a une erreur quelque part dans le raccordement des prises K1, K2, K4 ou K5. Si les relais ne réagissent pas aux pressions sur les touches, l'erreur se cache sur le circuit imprimé.

Si ce sont les lampes des projecteurs qui refusent de s'allumer, la cause la plus vraisemblable est une inversion de polarité des connexions de la LED (+ et -). Cette inversion n'a pas de conséquence dommageable sur les relais statiques.

Il n'y a guère d'autre catastrophe à prévoir. Détendez-vous et profitez des diapos de vos vacances. 896038

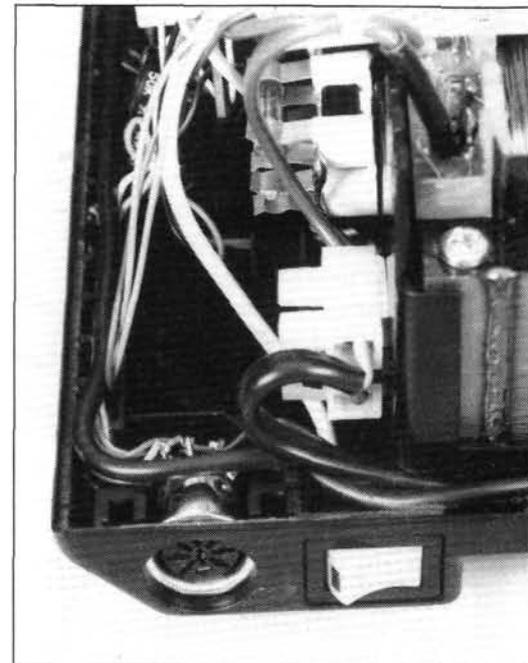
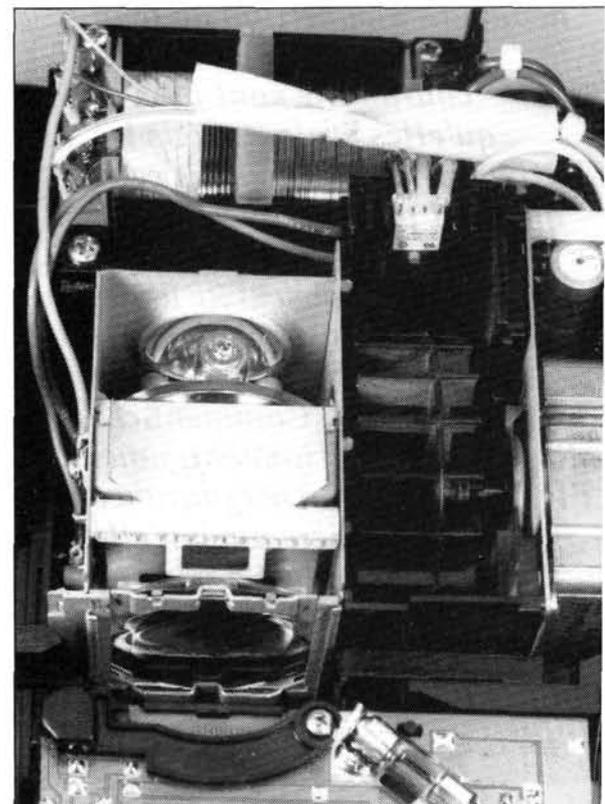
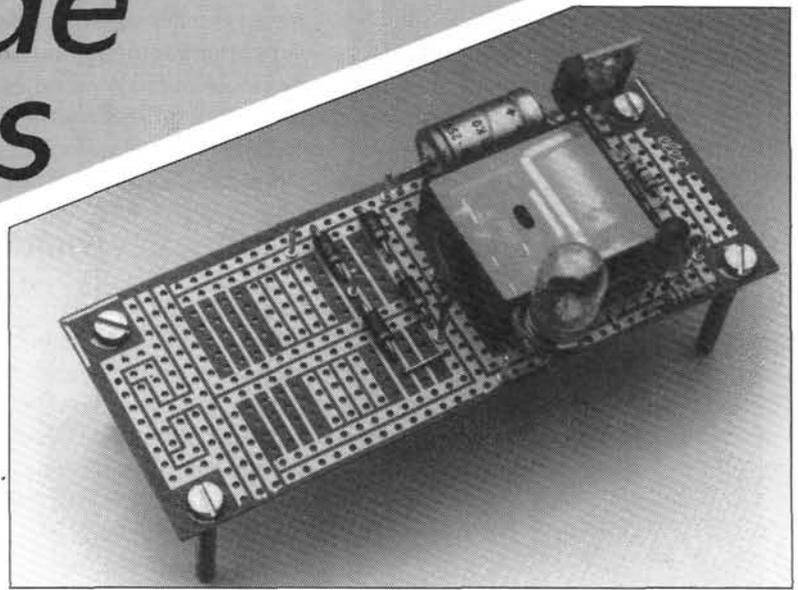


Figure 4 – Il y a toujours une petite place libre dans le projecteur pour loger une prise DIN. Il suffit de la trouver.

Figure 5 – Le relais statique est monté en série avec un des fils de la lampe, qu'il faudra interrompre, bien sûr. Comme la lampe fonctionne en basse tension, l'intensité est élevée (6 ampères pour une lampe de 24 V/150 W), c'est pourquoi il faut impérativement doter le relais d'un radiateur, et si possible le placer près du ventilateur.



Éclairage de secours



Si le général saute, les particuliers sont perdus. Un malheureux fusible suffisait déjà autrefois pour déclencher la panique. Aujourd'hui, plus de semblables accidents : depuis la disparition de Jean Lumière, les pannes de courant ne sont plus ce qu'elles étaient. Tous les bâtiments publics, même ceux qui sont privés, sont équipés de blocs de secours, qui trouvent l'obscurité d'une maigre clarté lorsqu'elle naît, accidentellement ou volontairement. Comment ces dispositifs fonctionnent, nous l'ignorons. De notre ignorance naît la lumière puisqu'elle nous conduit à vous en proposer une mouture de notre crû.

Était-ce bien nécessaire ? En cas de panne, les bougies et les allumettes sont prévues ; une lampe de poche accrochée quelque part... Oui, mais où ? La dernière fois, elle était à côté du compteur. Si vous arrivez à mettre la main dessus, preuve qu'un éventuel emprunteur l'aura exceptionnellement rangée à sa place, encore faut-il que ses piles soient bonnes. Or il y a si longtemps qu'aucune panne ne s'était produite, qu'elles risquent d'être mortes d'ennui. Pour plus de sécurité, c'est d'une lampe de poche "rechargeable" que vous faites usage. Vous croyez peut-être qu'un outil aussi intéressant reste en place bien longtemps ? Et si personne ne s'en est emparé, êtes-vous sûr de le retrouver dans l'obscurité ? Toutes ces solutions manquent d'efficacité, puisqu'elles nous laissent dans l'ombre tant que nous n'avons pas découvert l'éclairage de secours. Si, par contre, la panne de secteur elle-même provoquait l'allumage d'une lampe... C'est ce que nous allons voir.

relais assuré par relais

En fait nous avons exploité et amélioré l'idée de la lampe de poche rechargeable. À la base de cet éclairage de secours nous avons une ampoule, alimentée en très basse tension (12 V) par une batterie au plomb ou au cadmium-nickel. Le dispositif contient en outre un chargeur adapté en principe aux types d'accumulateurs les plus courants. Ce n'est évidemment

pas tout, puisqu'il faut prévoir une mise sous tension automatique, nous nous servons tout simplement d'un relais. Voyons sur la **figure 1** les autres composants du système.

Sur la droite, on reconnaît l'alimentation. Elle ne brille pas par son originalité, puisqu'elle comprend un transformateur, un pont de diodes (D1 à D4) et un condensateur de lissage, C1. À la place du transformateur, rien n'empêche de mettre un bloc secteur, la sécurité électrique de l'ensemble en sort renforcée. La présence d'un bouton poussoir entre le transformateur et le pont de diodes peut surprendre. Sa fonction est cependant importante, puisqu'il permet de simuler la panne de courant et donc de tester la bonne marche du bloc : à quoi sert en effet de disposer d'une roue de secours si elle n'est pas gonflée lorsqu'on en a besoin ? - Une vérification s'impose. Continuons, en laissant de côté R1, D5 et Re1 pour nous intéresser à IC1. Ce circuit intégré est un régulateur de tension de type LM317 dont le rôle est justement de gonfler les batteries. Il peut travailler, suivant le type d'accumulateurs qu'il a à charger, soit en régulateur de tension, soit en source de courant constant. Le choix des résistances R2, R3 et R4, ainsi que la position du pont de câblage mobile en d/e ou c/e permettent de l'adapter. Nous y reviendrons.

Plus loin sur la gauche, se tient le circuit de secours à proprement parler. Il comprend la lampe La1, son alimentation et

l'inverseur formé par les contacts du relais. En temps normal, la lampe est hors circuit, puisque le pôle plus de la batterie est relié par l'intermédiaire de Re1 au chargeur (point e). Vous en savez vraisemblablement assez pour deviner maintenant le fonctionnement du circuit. Lorsque le secteur est en forme, le relais est alimenté par l'intermédiaire de R1 et D5. Il maintient alors le contact entre Re1 et e, de sorte que la batterie se charge en continu. Dès que la tension du secteur disparaît, Re1 est rappelé et ferme la portion du circuit contenant la lampe, qui s'allume. Comme nous l'avons dit plus haut, le bouton poussoir S1 permet de vérifier, ce qu'il est bon de faire de temps en temps, que le dispositif de secours réagit comme prévu à une coupure. La LED D5, accompagnée de sa résistance de limitation de courant, témoigne en outre du fonctionnement du secteur, tout en indiquant que le relais est en position "charge".

toutes sortes d'accumulateurs

Nous avons à dessein prévu le montage pour qu'il fonctionne avec tous les types d'accumulateurs, donc éventuellement avec une batterie de cyclomoteur. Nous recommandons cependant les "piles" rechargeables au cadmium-nickel, puisqu'elles ne nécessitent aucun entretien. Le chargeur peut faire face aux deux cas, moyennant quelques petites modifications. - Pourquoi tant

d'histoires, une batterie est une batterie et... Qu'ils soient au plomb ou au cadmium-nickel, les accumulateurs ne sont pas chargés de la même façon. S'ils sont au plomb, ils se chargent à tension constante, alors qu'au cadmium-nickel, ils nécessitent un courant constant dont l'intensité dépend de leur capacité.

Si vous disposez donc d'une batterie de 12 V au plomb, le LM317 sera câblé en stabilisateur de tension. Ceci est réalisé par le pont de câblage d-e et les résistances R2 et R3 telles que nous les donnons sur le schéma (respectivement, 1,2 kΩ et 120 Ω). Pour approcher autant que possible de la tension de 13,5 V, il sera peut-être nécessaire de modifier la valeur de R3 par le câblage de R4 en parallèle. Le choix de R4 est expérimental, c'est-à-dire que vous adapterez cette résistance en fonction des indications fournies par un multimètre branché entre d et b.

Pour transformer le LM317 en source de courant constant, on supprime simplement R2 et R4 tout en reliant e à c (au lieu

de d précédemment). Le choix de R3 permet d'adapter l'intensité du courant de charge au modèle de pile cadmium-nickel dont on dispose.

- Comment calculer R3 ?

- On prend comme point de départ un courant dont l'intensité est de 1/50 de la capacité nominale de l'accumulateur, exprimée en A/h. Le régulateur maintenant (par construction) aux bornes de la résistance une tension de 1,25 V, nous avons :

$$R3 = 1,25 / (1/50 \text{ de la capacité de l'accumulateur})$$

Une pile bâton Ni-Cd, par exemple, a une capacité de 0,5 A/h (il en faut 9 ou 10 en série pour 12 V), la résistance sera donc de :

$$1,25 / 0,01 = 125 \Omega$$

soit 120 Ω, valeur normalisée la plus proche qui correspond, par hasard, à celle choisie pour une charge à tension constante.

construction

Nous avons câblé ce bloc de secours sur une platine d'expérimentation de format 1. Le transformateur n'en est pas seulement absent à cause de ses dimensions relativement grandes, mais surtout pour des raisons de sécurité. Si vous le montez dans le même coffret que la platine, prenez un modèle surmoulé, protégé en court-circuit (classe II), et câblez-le séparément sur une plaquette pastillée. Autour des broches d'arrivée du

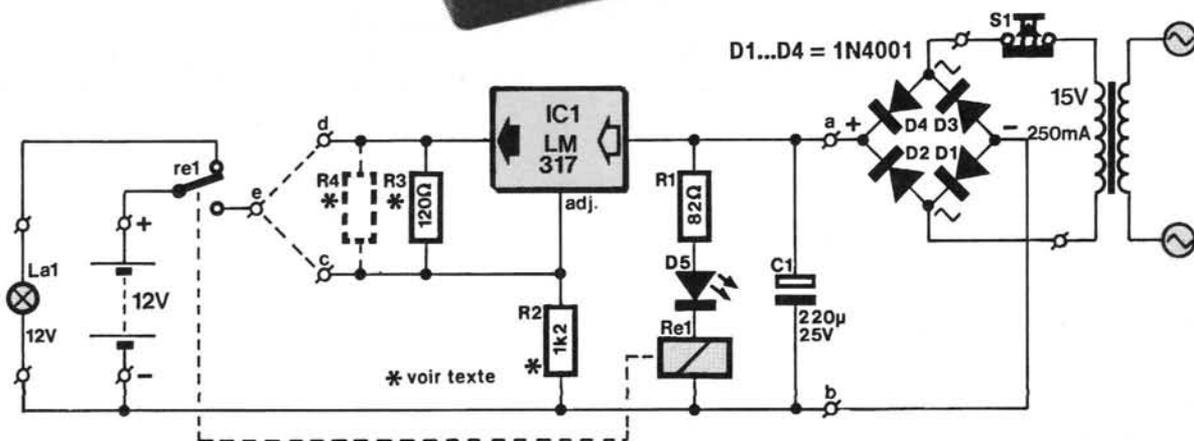


Figure 1 - Ce montage a deux fonctions, sélectionnées par le relais : charger une batterie d'accumulateurs, lorsque la tension du secteur lui parvient ; utiliser la batterie pour alimenter une lampe à incandescence, lorsque le secteur défaille.

MEMO FORMULAIRE

Y. Déplanche

physique
mécanique
chimie
technologie
mathématiques



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

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

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

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

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

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

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

Et tout cela pour 62 FF seulement!!!

Diffusé par PUBLITRONIC

secteur, éliminez le cuivre dans un rayon de 6 mm. Utilisez un bon cordon et fixez-le de façon qu'il résiste à la traction. Un adaptateur secteur peut évidemment fournir les 15 V désirés, mais comme il est déjà équipé d'un redresseur, il se branche entre les points a (+) et b (-) de la platine. Le bouton de test S1 est bien sûr déplacé en conséquence.

Le câblage de la platine elle-même ne présente pas de difficultés. Nous avons dit ce qu'il fallait au sujet de R2, R3, R4 et des ponts de câblage. Il n'y a pas grand-chose à y ajouter sinon que pratiquement tous les modèles de relais 12 V, pour montage à plat sur circuit imprimé, conviennent si leur brochage est universel.

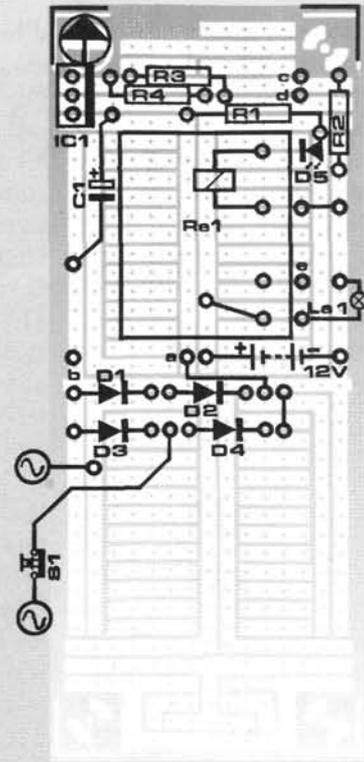
- La lampe ?

- Celle d'une voiture se prête tout à fait à ce genre d'application. Il va cependant de soi que sa puissance sera fonction de la capacité de la batterie et de la durée de fonctionnement souhaitée. Une lampe de 21 voire de 45 W conviendra à une grosse batterie au plomb ; il faudra vraisemblablement se limiter à 5 ou 10 W si l'on ne dispose que d'accumulateurs Cd-Ni. Dans ce dernier cas, un bon réflecteur transformera la lampe en un projecteur

des plus corrects.

Il est difficile de vous conseiller pour le coffret. Chacun a certainement sa petite idée dans ce domaine et il ne nous est pas possible d'envisager toutes les solutions. Un coffret en plastique contenant juste la platine et les (petits) accumulateurs, pourvu d'une prise pour l'adaptateur secteur, d'un trou pour le poussoir de test, d'un autre pour la LED, et

ce sera presque terminé. Il reste ensuite à monter une douille et un réflecteur, improvisé ou non, pour la lampe. Les bricoleurs que les travaux mécaniques ne rebutent pas, pourront certainement donner à l'ensemble l'allure d'une veilleuse "esthétique et fonctionnelle" (comme on dit dans les catalogues). Il est nécessaire, cela va sans dire, de trouver au bloc de secours une place qui permette de tirer le plus grand profit de sa source lumineuse, en cas de panne.



liste des composants

R1 = 82 Ω

R2 = 1,2 kΩ

(n'existe que pour une batterie au plomb)

R3 = 120 Ω pour une batterie au plomb

pour batterie Cd-Ni, voir le texte

R4 = voir le texte

C1 = 220 µF/25 V

D1 à D4 = 1N4001

D5 = LED rouge

IC1 = régulateur de tension à 3 broches et à tension de sortie ajustable

Re1 = relais 12 V (V23127-A002-A101 par exemple)

La1 = lampe à incandescence, 12 V

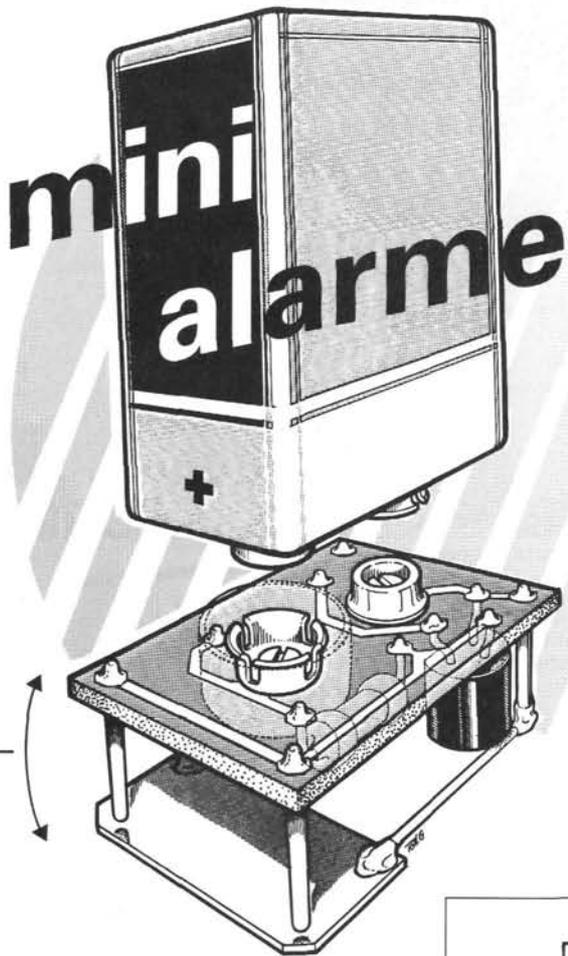
S1 = bouton poussoir fermé au repos

Transformateur 15 V/250 mA, surmoulé et protégé en court-circuit

Platine d'expérimentation de format 1

Un dernier conseil technique pour conclure : quelques LM317 ont une fâcheuse tendance à se mettre à conduire à l'envers. La conséquence en est qu'à la coupure du secteur, la batterie maintient le relais collé, si bien que la lampe n'est jamais alimentée. Si le modèle que vous utilisez présente ce défaut, remplacez le pont de câblage d-e ou c-e par une diode de type 1N4001 (cathode tournée vers e). L'incident ne se reproduira pas.

886123



Si vous cherchez un dispositif très simple, à la fois efficace et fiable, pour surveiller vos affaires, nous avons quelque chose pour vous.

Pourquoi et quand l'oscillateur est-il commandé ? Il suffit que le circuit soit coupé entre la base de T1 et la masse. Si sa base n'est plus court-circuitée, le transistor conduit et le résonateur câblé entre le plus de l'alimentation et son collecteur se met à siffler, puisque le courant passe.

La résistance R1 est élevée ? C'est pour économiser les piles. Il n'y a pas de meilleur moyen en effet que de limiter le courant, en suivant le principe que plus il y a d'ohms moins les ampères circulent. Au repos, lorsque le transistor n'est pas alimenté, l'intensité du courant atteint, au bas mot, $9/10^6$ soit $9 \mu\text{A}$. Si l'alarme ne se déclenche jamais, une pile de 9 V de 300 mAh tiendra quelques années. Un tel ordre de grandeur pour le courant ne nous laisse guère de choix du transistor qui doit commander le résonateur piézo-électrique. En effet, le courant de base, lorsque celle-ci n'est plus court-circuitée, est encore moins élevé (pas beaucoup moins mais c'est l'occasion d'un exercice). Des 9 V il faut déduire les $2 \times 0,7 \text{ V}$, seuils des transistors (nous avons déjà choisi un darlington) qui le composent, pour avoir la tension aux bornes de la résistance. Le courant à travers la base du transistor, identique à celui qui traverse R1, est donc de $7,6 \mu\text{A}$. Les catalogues des revendeurs nous disent maintenant ce que consomment en moyenne (certains disent "typiquement") les résonateurs avec oscillateur intégré : de 15 à 25 mA. De $8 \mu\text{A}$ à 25 mA il faut multiplier par plus de 3000, gain minimum du transistor à choisir. Seul un darlington, peut faire l'affaire. Prenons un BC 517 dont le gain est supérieur à 30000. Il supporte sur son collecteur un courant maximum de 400 mA. C'est plus qu'il n'est nécessaire et nous pouvons encore multiplier la résistance de R1 par un facteur 10, si le ronfleur ne consomme que 25 mA par exemple⁽¹⁾. Il existe une assez grande variété de résonateurs et la résistance de R1 peut être déterminée expérimentalement : essayez avec un potentiomètre de 10 M Ω par exemple.

Les lecteurs qui nous demandent de rester simples ne seront pas déçus. Les autres, familiers des "usines à gaz", trouveront ici l'occasion de se reposer et câbleront ou feront câbler le circuit en moins de temps qu'il ne faut pour le dire. Lorsque son ou ses capteurs sont disposés à des endroits stratégiques il peut soulager les baby-sitter et les baby aussi, d'une surveillance souvent pesante, prévenir les tentatives d'emprunt d'objets strictement personnels, avvertir de l'ouverture d'un placard dont on désire seul connaître le savant désordre. Il peut aussi être utilisé pour repérer l'objet de première nécessité sur lequel on n'arrive jamais à mettre la main : lorsque le remue-ménage de la recherche passe à proximité, un sifflement prévient que l'on chauffe. C'est une alarme réduite à sa plus simple expression.

trois composants pour une alarme

En fait le circuit comprend aussi une pile et un ou plusieurs capteurs mais son électronique se contente de trois composants (figure 1) : un transistor T1, darlington du type BC 517B, une résistance R1 de 1 M Ω et un résonateur piézoélectrique à oscillateur intégré, qui fonctionne donc sous une tension continue.

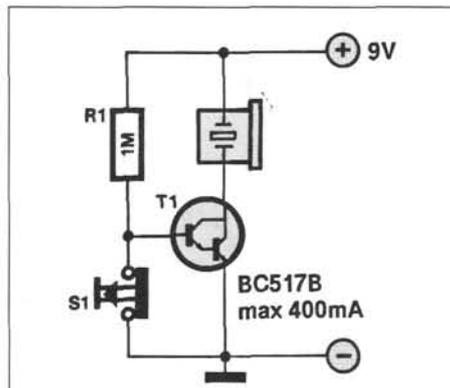


Figure 1 - L'efficacité du circuit tient à la disposition du (ou des) capteur(s) : un simple interrupteur que vous pouvez remplacer par tout dispositif isolant la base du darlington de la masse. Ne nous dites pas que c'est compliqué !

liste des composants

R1 = 1 M Ω *

T1 = BC 517B

Résonateur piézoélectrique avec oscillateur intégré (doit fonctionner sous plus de 5 V !)

pile de 9 V plaquette pastillée

(*) Voir le texte.

contacts à couper

Pour provoquer l'ouverture d'un circuit les solutions sont nombreuses : micro-rupteur, déplacement d'un fil ou d'une plaque de métal assurant le contact, sans parler des interrupteurs à mercure, ou à lames souples commandés par un aimant, pour la surveillance des portes ou des fenêtres par exemple. La longueur du fil entre la masse et la base du transistor n'importe pas plus que l'endroit ou les endroits de la coupure.

du schéma au circuit

Pour un encombrement minimum, une plaquette pastillée est une solution fort acceptable. La **figure 2** permet de voir précisément comment procéder. Les pastilles inutilisées ne sont pas représentées et des fils relient les différents composants. Les dimensions de la plaque sont fonction de celles de la pile qui forme un seul bloc avec la mini alarme, ce qui permet de la poser un peu n'importe où. Le circuit n'est pas monté sur pilotis comme pourraient le laisser croire les soubassements. Cette structure a un seul rôle : lorsque l'objet est soulevé, elle s'entrebâille sous l'effet de la pesanteur, puisque la plaque métallique n'est fixée que par deux points, les autres étant simplement posés. Les contacts établis entre le moins de la pile et la liaison de la base du transistor avec R1 s'ouvrent donc, à condition que les deux fils qui relient la plaque à la platine ne soient pas trop rigides. Voilà une des solutions possibles et des plus économiques.

Les contacts à pression de la pile méritent un petit mot : nous les avons simplement fixés sur la platine avec des vis. On trouve ce genre de boutons pression dans le commerce spécialisé, on peut aussi tenter de les récupérer sur une pile morte.

⁽¹⁾Le gain d'un BC 517, pour une tension collecteur-émetteur V_{CE} donnée, varie avec le courant de collecteur. Si celui-ci est de 20 mA, pour une tension V_{CE} de 5 V le gain est théoriquement de 180000 !

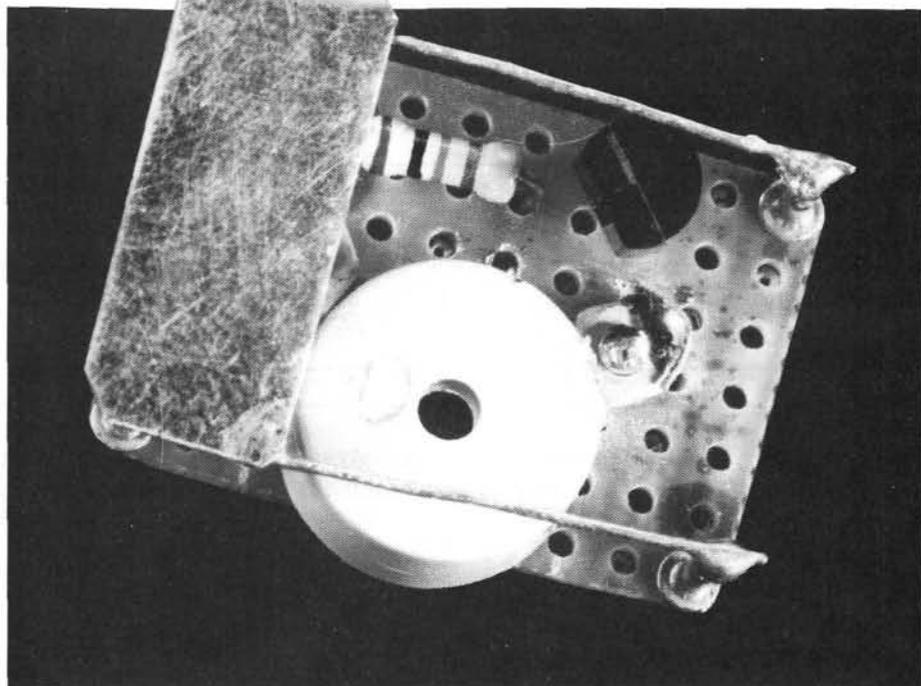
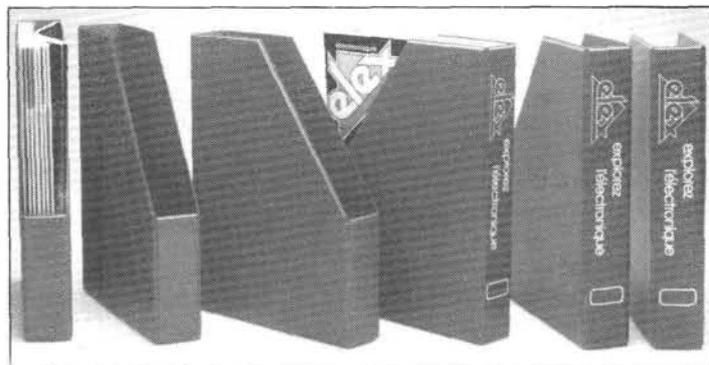


Figure 2 - Il suffit de soulever la pile, fixée à la plaquette du circuit par des contacts à pression, pour que l'interrupteur, rudimentaire mais efficace, s'ouvre et que le résonateur piézoélectrique soit alimenté. Ce composant, puisqu'il contient un oscillateur, est polarisé et le transistor, lorsque vous regardez sa face aplatie, a son collecteur à gauche et son émetteur à droite de la base.

pratiques
élégantes
pas chères
les cassettes de rangement



PRIX UNITAIRE: 49 F

FORFAIT PORT 1 CASSETTE : 15 F
ET EMBALLAGE 2 CASSETTES OU PLUS : 30 F

SERVICE DES PLATINES

Les platines sont gravées, percées, étamées et sérigraphiées.

Platines d'expérimentation ELEX

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

ELEX n° 5 novembre 1988

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

ELEX n° 7 janvier 1989

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

ELEX n° 17 décembre 1989

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

ELEX n° 22 mai 1990

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

ELEX n° 23 juin 1990

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

ELEX n° 24 juillet 1990

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

ELEX n° 25 septembre 1990

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

ELEX n° 26 octobre 1990

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

ELEX n° 28 décembre 1990

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

ELEX n° 30 février 91

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

ELEX n° 31 mars 1991

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

ELEX n° 36 septembre 1991

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

ELEX n° 37 octobre 1991

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

ELEX n° 44 mai 1992

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

ELEX n° 50 décembre 1992

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

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

PUBLITRONIC - BP 59 - 59850 NIEPPE

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**

SCHÉMA

+

LAYO

Minitel 3617 Layo Rubrique LOGI

LAYO FRANCE

Château de Garamache - Vallée de Sauvbonne

83400 HYÈRES

Tél. : 94.28.22.59 - Fax : 94.48.22.16

Minitel 3614 Layo France

ELECTRON SHOP

20-23, avenue de la République

CLERMONT-FERRAND

Tél. : 73 92 73 11 (Composants)

73 90 99 93 (SONO)

COMPOSANTS

KITS : (VELLEMAN-TSM...)

COFFRETS : (RETEX - TEKO...)

MESURE

CB ET ACCESSOIRES

SONO-HIFI

HAUT-PARLEURS

ENCEINTES EN KIT

COMPOSIUM

CHOLET
6, rue Nantaise
Tél. 41.58.63.64
Fax 41.58.21.14

ELECTRONIC

MORLAIX
16, rue Gambetta
Tél. 98.88.60.53

VANNES
35, Rue De La Fontaine
Tél. 97.47.46.35
Fax 97.47.55.46

QUIMPER
33, rue Régulaires
Tél. 98.95.23.48
Fax 98.95.91.29

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

T.M.S.E. Z.A. DES GROSSINES
17320 MARENNES
TÉL. : 46 85 37 60
FAX : 46 85 20 02

VENTE COMPTOIR ET
CORRESPONDANCE

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

SVE ELECTRONIC
LE SERVICE N°1
TOUS VOS COMPOSANTS
11000 PRODUITS EN STOCK

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

LYON 3
60 Crs DE LA LIBERTÉ
78.71.75.66
FAX 78.95.12.18

SPESYS

42800 Tartaras

Nouveau catalogue

KITS ET COMPOSANTS

Expédition immédiate
contre 5 F, en timbres

Téléphone : 77 75 80 56

Composants électroniques/Micro-Informatique



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

TÉL : 81.81.02.19

FAX : 81.82.16.79

MAGASIN INDUSTRIE : 72, RUE TRÉPILLOT
BP 1525 BESANÇON
TÉL. : 81.50.14.85 - FAX : 81.53.28.00

16, rue de
Pontarlier
à BESANÇON
Tél 81 83 25 52
Fax 81 82 08 97

P microprocessor

Composants
CI - kits
Aérosols
HP etc

Venez graver vos CI en 15 mm !
Un LABOTEC est à votre disposition !
NOUVEAU : Point de traçage CIAO

**JACKSON DIFFUSION
ELECTRONIQUE**

74140 EXCENEVEUX
Tél. : 50.72.86.58 - Fax : 50.72.91.28

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

PRIX ET QUALITÉ

Liste de nos prix contre votre adresse et 2 timbres

LES CARRÉS D'ADRESSES

COMPOSANTS ▲ OUTILLAGE ▲ CATALOGUES ▲ KITS ▲ MATERIEL

HB Composants

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

HB Composants

7 bis, Rue du Dr Morere
91120 PALAISEAU

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

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

EURO-COMPOSANTS

4, route Nationale - B.P. 13
08110 BLAGNY

tél. 24 27 93 42 - fax 24 27 93 50

KITS
COMPOSANTS
CAPTEURS
MESURE
OUTILLAGE
ACCESSOIRES

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

COMPOSANTS DIFFUSION
12, rue Tonduti de l'Escarène
06000 NICE

Tél. : 93.85.83.78 - Fax : 93.85.83.89

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

PROMOTIONS PERMANENTES

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



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

B.H. ÉLECTRONIQUE

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

SPÉCIALISTE DES COMPOSANTS JAPONAIS

plus de 20 ans à votre service

arque composants

SAINT-SARDOS

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

Spécialisé vente par correspondance
Qualité + Prix + Rapidité

COMPOSANTS ÉLECTRONIQUES

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

À GENÈVE

Loisirs électroniques

Servette LESA S.A.

composants, Instruments, outillage, kits

13, rue de la Servette - CH-1201 GENÈVE

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

T
A
B
L
E
D
E
S
M
A
T
I
È
R
E
S
92

1. MESURE ET LABO

	n°	page	mois
• générateur de fonctions	40	p. 18	janv.
alimentation (frugale mais nourissante)	40	p. 46	janv.
ohmmètre chantant	43	p. 22	avril
testeur de FET	43	p. 28	avril
• wobulateur audio	43	p. 36	mars
régulateur de vitesse	44	p. 43	mai
testeur de thyristors	44	p. 58	mai
• impédancemètre pour haut-parleurs	45	p. 13	juin
• testeur de transistors (universel)	45	p. 36	juin
circuit de limitation de courant	45	p. 42	juin
testeur de diodes	46	p. 17	juil.
• module capacimètre pour voltmètre	48	p. 20	oct.
• interrupteur crépusculaire pour lampes SL	48	p. 26	oct.
• alimentation d'école	48	p. 43	oct.
ionomètre	48	p. 52	oct.
• banc de résistances	49	p. 15	nov.
• doubleur de tension	50	p. 58	déc.

2. DOMESTIQUE

loupiophone sans fil :			
• première partie : l'émetteur	40	p. 12	janv.
• deuxième partie : le récepteur	41	p. 22	févr.
• interrupteur crépusculaire simple	40	p. 44	janv.
• jeux de lumière	41	p. 10	févr.
simulateur de présence	41	p. 18	janv.
serrure magique	41	p. 26	févr.
• anti-voil Hi-Fi	41	p. 46	févr.
détecteur de conduites électriques	42	p. 26	mars
avertisseur de distribution du courrier	42	p. 29	mars
détecteur de niveau	42	p. 36	mars
détecteur de mouvement	42	p. 40	mars
temporisateur universel	43	p. 14	avril
alarme temporisée pour congélateur	43	p. 25	avril
pense-bête électronique	43	p. 51	avril
onduleur de camping	44	p. 15	mai
présent à l'appel	44	p. 28	mai
protection contre les surtensions	45	p. 32	juin
indicateur de fonctionnement	45	p. 40	juin
veilleur de nuit	45	p. 48	juin
avertisseur thermostatique	46	p. 8	juil.
compte-jours	46	p. 14	juil.
interrupteur crépusculaire	47	p. 40	sept.
lecteur de codes à barres	47	p. 44	sept.
LED clignotante sous 220 V	48	p. 55	oct.
• piège à souris « la madrague »	49	p. 6	nov.
• girouette	49	p. 10	nov.
• éclairage automatique de garage	49	p. 24	nov.
tableau de présence	49	p. 32	nov.
• interface universelle	49	p. 35	nov.
• commutateur universel à 8 voies	49	p. 38	nov.
• indicateur de gel	49	p. 48	nov.
• cloche intelligente	50	p. 8	déc.
• thermostat minima/maxima	50	p. 12	déc.

	n°	page	mois
• sonnerie téléphonique	50	p. 16	déc.
• éclairage de secours	50	p. 24	déc.
mini-alarme	50	p. 28	déc.
• feu bicolore pour boîte à lettres	50	p. 51	déc.
• central téléphonique	50	p. 54	déc.

3. PHOTO

synchroniseur de diapositives	42	p. 23	mars
posemètre	44	p. 19	mai
• compte-pose d'agrandissement	48	p. 37	oct.

4. HF-RADIO

récepteur PO	40	p. 39	janv.
antenne intérieure pour la voiture	42	p. 20	mars
émetteur FM expérimental	43	p. 12	avril
antenne active pour les PO	44	p. 24	mai
• adaptateur BLU pour récepteur OC	47	p. 30	sept.

5. AUDIO, MUSIQUE

• amplificateur V-MOS pour casque	40	p. 9	janv.
circuit antiplop	40	p. 26	janv.
booster de walkman	41	p. 41	févr.
ampli. de répétition	42	p. 13	mars
• métro(g)nome	42	p. 53	mars
• amplificateur téléphonique	43	p. 44	avril
indicateur optique de surcharge	44	p. 34	mai
stéthoscope audio	48	p. 42	oct.
balise sonore	46	p. 34	juil.
ligne audio sous verre	47	p. 20	sept.
Amplificateur Préalimentaire Intégré :			
• première partie	44	p. 49	mai
• deuxième partie	45	p. 19	juin
• troisième partie (préalim. phono)	49	p. 52	nov.

6. AUTO, MOTO, VÉLO

feu arrière à LED pour vélo	45	p. 46	juin
sirène	46	p. 32	juil.
stéthoscope pour mécano	46	p. 46	juil.
• temporisateur de dégivrage	49	p. 20	nov.
• compte-tours sanscontact	49	p. 42	nov.
• temporisateur d'extinction de plafonnier	49	p. 45	nov.

7. JEUX, MODÉLISME

• voix de robot	40	p. 22	janv.
détecteur de largeur d'impulsion	43	p. 54	avril
haut-parleur pour courant continu	45	p. 54	juin
mini-anémomètre	46	p. 24	juil.
• foudre électronique	46	p. 37	juil.
indicateur de position	46	p. 43	juil.

	n°	page	mois
« cessez de ronfler ! »	46	p. 50	juil.
• minuterie de rami	46	p. 34	sept.
• machine à rêver	48	p. 15	oct.
fin de course	48	p. 32	oct.
dé électronique	48	p. 34	oct.
carte de vœux électronique	50	p. 34	déc.

8. THÉORIE

Dis donc : l'alternateur	43	p. 50	avril
les ondes électro-magnétiques	44	p. 12	mai
les piles	44	p. 32	mai
l'impédance des haut-parleurs	45	p. 9	juin
transistors à l'envers	46	p. 54	juil.
les fibres optiques	47	p. 14	sept.
la modulation	47	p. 24	sept.
les lampes fluorescentes	48	p. 8	oct.
les moteurs électriques	48	p. 16	oct.
brouillage et pollution électro-magnétique	50	p. 36	déc.
les circuits résonants	50	p. 44	déc.
Analogique Anti-Choc Alternatif			
la mesure du courant alternatif	40	p. 29	janv.
loi d'Ohm et tension alternative ;			
le rôle du condensateur	41	p. 29	févr.
les amplificateurs	42	p. 45	mars

9. COMPOSANTS

varistances (GeMov)	41	p. 8	févr.
les références alphanumériques	43	p. 8	avril
les afficheurs à cristaux liquides	46	p. 20	juil.
refroidir les semi-conducteurs	47	p. 9	sept.
l'amplificateur B.F. LM 386	43	p. 46	avril
l'ampli. op. de puissance L165	44	p. 46	mai
UAA 170 & UAA 180	45	p. 28	juin
le régulateur de tension 723	48	p. 50	oct.
isoler les transistors	50	p. 41	déc.

10. EXPÉRIMENTATION

Mini-Circuits

témoin à charge	40	p. 43	janv.
duo-LED	41	p. 50	févr.
zener turbo	43	p. 24	avril
interrupteur turbo	45	p. 45	juin
générateur à un seul transistor	45	p. 53	juin

Le signe • placé en début de ligne indique que la réalisation concernée est présentée avec un **dessin de circuit imprimé** à partir duquel le lecteur pourra fabriquer sa propre platine. Certains circuits imprimés, gravés, percés, étamés, sérigraphiés et munis d'un masque de soudure, sont disponibles dans le commerce spécialisé.

Système K

	n°	page	mois
• tension, courant et résistance	40	p. 34	janv.
• diviseurs de tension	41	p. 36	févr.
les condensateurs	42	p. 17	mars
• générateur sinusoïdal	43	p. 12	avril
• le transistor commutateur	44	p. 37	mai
• la commande de relais	45	p. 25	juin
• le multivibrateur astable	46	p. 27	juil.
• le multivibrateur bistable	47	p. 53	sept.
combinaisons (fin de la série)	48	p. 28	oct.

11. LES TUYAUX D'ELEX

bande Velcro	41	p. 52	févr.
tableau comparatif de multimètres	42	p. 10	mars
gabarit de coudage des résistances	42	p. 44	mars
elexpert : pour couper les pistes			
sur les platines d'expérimentation	45	p. 56	juin
fer à souder maison	42	p. 32	mars

12. PÉRISCOPE

catalogue Euro-Composants	41	p. 35	févr.
le réseau miniature électronique	41	p. 45	févr.
catalogue Selectronic	42	p. 22	mars

13. DIVERS

le programme LAYO :			
conception assistée par ordinateur	42	p. 57	mars
la thermoélectricité : principe de fonctionnement			
d'une chaudière à gaz	43	p. 32	avril
la page de Q (rubrique hapax)	43	p. 43	avril
préampli sans souffle	43	p. 43	avril
James Prescott Joule	46	p. 6	juil.
le microscope électronique	46	p. 10	juil.
eurocontrol	49	p. 28	nov.
enregistreurs de vol	50	p. 49	déc.

14. RÉSI & TRANSI

le tarif de nuit	40	p. 4	janv.
la phase et le neutre	41	p. 4	févr.
les bandes de valence	42	p. 4	mars
la "ronfle"	43	p. 4	avril
la "ronfle" (suite)	44	p. 4	mai
l'impédance des haut-parleurs	45	p. 4	juin
la foudre	46	p. 4	juil.
« dessine-moi un mouton... »	47	p. 4	sept.
la vidéo (première partie)	48	p. 4	oct.
(deuxième partie)	49	p. 4	nov.
(troisième partie)	50	p. 4	déc.



Noël réclame quelques préparatifs auxquels un de nos lecteurs nous propose de nous associer par un projet de carte postale, certes un peu lourde, mais quand même brillante et susceptible de faire des heureux. Nous ne vous en priverons pas.

La date actuelle de Noël correspondait au IV^e siècle au solstice d'hiver, époque de l'année où l'ombre, qui semblait gagner sur la lumière, marque le pas. Certaines pratiques décoratives, liées à cette fête, témoignent de la survivance de rites pré-chrétiens, d'anciens cultes du soleil et de la fécondité. Il est d'usage plus récent de manifester à ses relations qu'on n'a pas succombé, qu'à l'instar du soleil, on est prêt à reprendre sa course. C'est l'occasion d'envoi de cadeaux, de cartes de vœux où l'électronique peut avoir sa place : plus personne ne s'étonne, par exemple, à la réception d'une carte, de la mélodie qui semble en sortir. Avec le présent circuit, ELEX donne à ses lecteurs la possibilité d'innover en la matière.

Voyez sur la figure 1 l'allure du tableau. Il va de soi que ce n'est qu'un exemple de réalisation, chacun ayant ici l'occasion de donner libre court à sa fantaisie. L'unique condition fixée est qu'un certain nombre de LED (entre 12 et 20), clignotant par groupe, à tour de rôle, tiennent solidement sur la carte. Une plaque de contre-plaqué ou de plexiglas sur laquelle on colle le (ou un) dessin lui confère une rigidité suffisante. Chaque LED venant s'enfoncer dans un trou de 3 mm correspondant à son diamètre, y tient avec un peu de colle. L'électronique est attachée par quatre boulons au dos de la carte. La solidité et la compacité de l'ensemble, lui permettent de supporter une expédition par la poste.

circuit de circonstance

L'électronique nécessaire à une pareille œuvre d'art n'est pas des plus compliquées. N'importe quel circuit clignotant peut ici faire l'affaire. ELEX vous en déjà proposé quelques uns que de minimes aménagements permettraient d'adapter à ce cas de figure.

Pour ne pas vous compliquer la tâche outre mesure, nous ajouterons à la liste celui de la figure 2.

Quatre rangées de quatre LED clignotent à tour de rôle. Pour une tension d'alimentation de 12 V les rangées peuvent même compter une

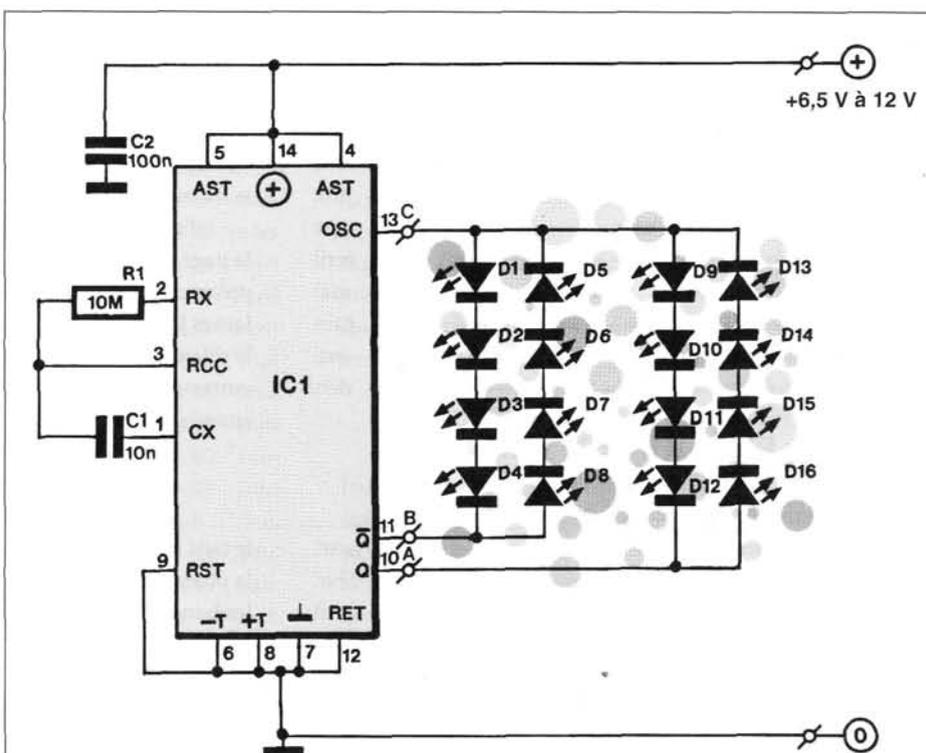


Figure 2 - Pour une tension de 9 V, le nombre maximum de LED par série est de quatre. La résistance R1 est ici dix fois plus grande que la valeur supérieure conseillée par le fabricant. Vous pouvez expérimenter, en portant par exemple la capacité de C1 à 100 nF et en câblant, en série avec une résistance de 10 k Ω , un potentiomètre de 1 M Ω à la place de R1.

Figure 1 – Ce dessin de carte postale de Noël peut être reproduit, peint ou colorié, puis collé sur une plaque de contre-plaqué ou de plexiglas. Les trous où les LED apparaîtront sont bien sûr percés à la place des boules du sapin.



LED de plus. Si le nombre de quatre LED par rang (soit seize en tout) semble excessif, on peut sans problème en supprimer une paire chaque fois. Elles sont câblées sur une plaquette pastillée, le circuit de commande trouvant lui-même place sur une platine d'expérimentation de format 1 (figure 4). La figure 3 donne un exemple d'implantation des LED qui correspond à la fois au dessin proposé et au circuit de la figure 2. Trois fils relient les deux platines par les points repérés A, B, et C.

Un mot sur le fonctionnement du multivibrateur monostable/astable CMOS 4047, qui fonctionne ici en astable, puisque son entrée marquée "AST" est fixée au niveau logique haut. La fréquence du signal disponible sur les sorties Q et \bar{Q} , dont le rapport cyclique est de 50% (durée des états hauts égale à celle des états bas) est déterminée par les composants extérieurs R1 et C1. La période T du signal est calculée comme suit :

$$T = 4,4 \cdot R1 \cdot C1$$

Les entrées de déclenchement, de redéclenchement et de remise à zéro sont inhibées par une mise à la masse. Les valeurs indiquées pour R1 et C1 sont rien moins qu'obligatoires, puisque R1 par exemple est dix fois plus grande que la limite supérieure recommandée par les fabricants du circuit. Il est donc possible de jouer sur la fréquence de clignotement, soit en mettant en série avec R1, ramenée à 4,7 M Ω , un potentiomètre de 10 M Ω , soit en remplaçant C1 par un condensateur de 100 nF (ou plus) et R1 par une résistance de 10 k Ω , en série avec un potentiomètre de 1 M Ω . Ces dernières valeurs sont peut-être plus recommandables, c'est à vous d'en juger. Pour l'alimentation, une

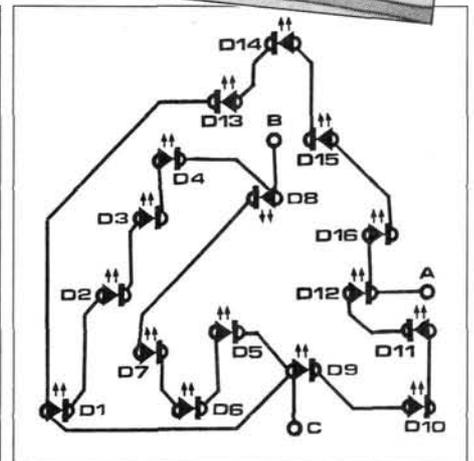
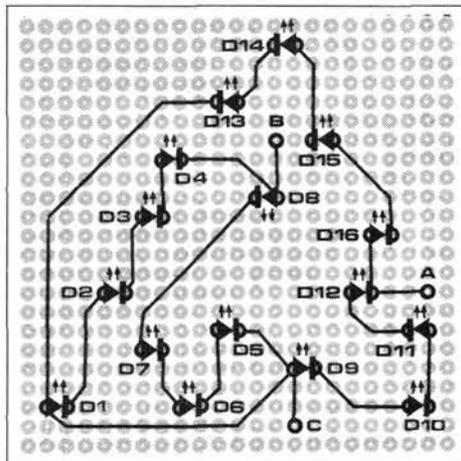


Figure 3 – Pour que les LED deviennent les boules du sapin, elles seront câblées à part sur une plaquette pastillée. Il y a bien sûr d'autres solutions.

pile de 9 V, éventuellement maintenue par un lame d'aluminium, suffit, même si elle limite à quatre LED ou moins la taille de chaque rangée.

886138

Figure 4 – Câblage du circuit de commande sur un morceau de platine d'expérimentation.

liste des composants

R1 = 10 M Ω *

C1 = 10 nF*

C2 = 100 nF

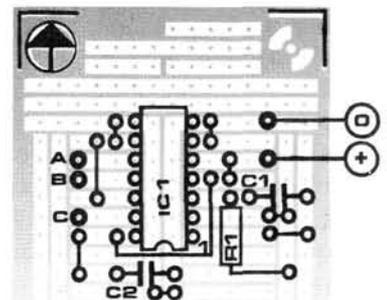
IC1 = 4047

multivibrateur monostable/astable

D1 à D12 = LED rouge

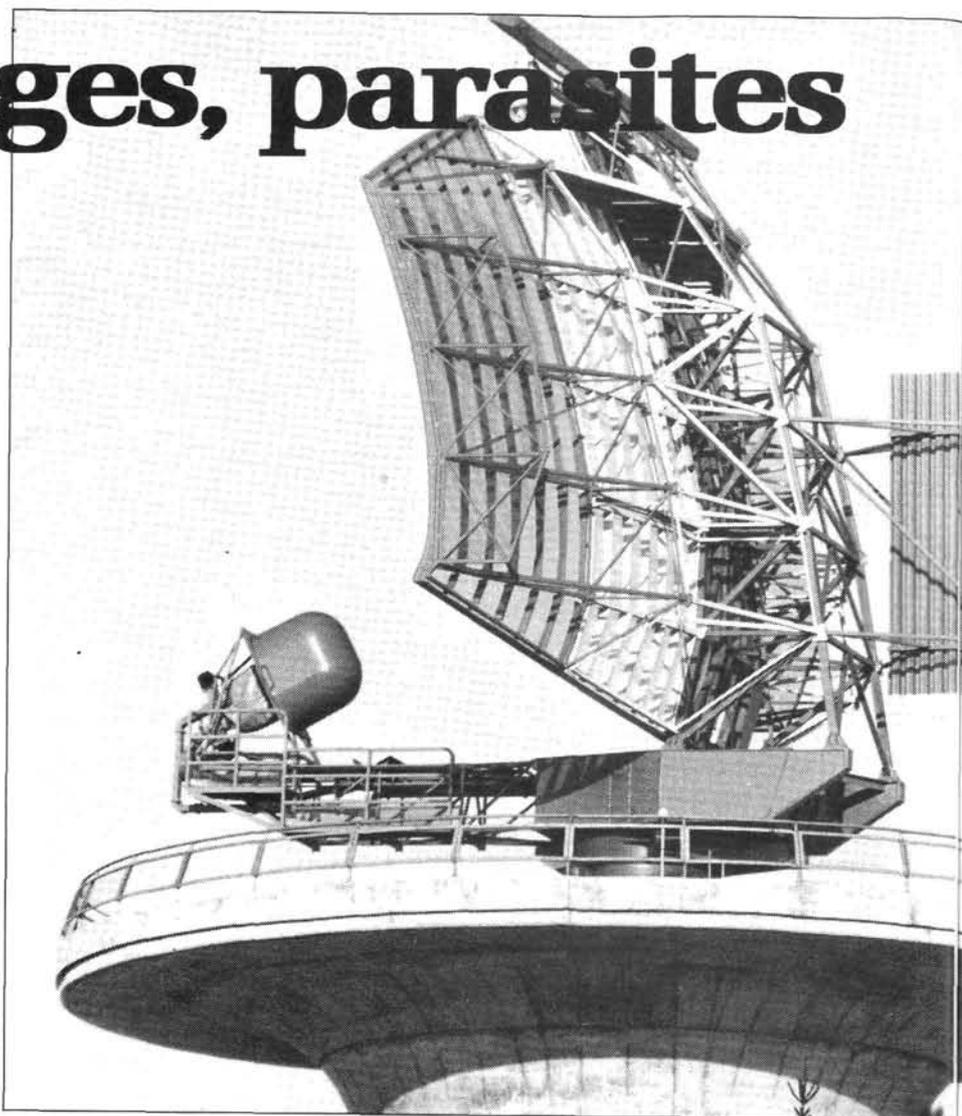
Platine d'expérimentation de format 1

* Voir le texte



brouillages, parasites

La pollution du milieu dans lequel nous vivons est un sujet inépuisable. C'est que les déchets industriels, solides, liquides ou gazeux ne sont pas seulement susceptibles d'affecter nos chères santés, ils peuvent aussi coûter cher. À côté de ces pollutions dites chimiques, il en existe d'autres, électromagnétiques celles-là, dont les conséquences ne peuvent plus être négligées.



Ne vous alarmez pas. Le phénomène ne vous est sans doute pas tout à fait inconnu, puisqu'il inclut craquements, crachotements, et autres neiges perçus à la radio ou sur les écrans de téléviseurs au passage de certains véhicules. Ces parasites, causés par l'allumage des moteurs à explosion, ne sont qu'une des catégories de pollution dont nous allons parler.

Il en existe d'autres, mais ils ont tous une chose en commun : les ondes électromagnétiques. Il y a pollution électromagnétique lorsqu'un phénomène perturbe une communication radio de telle sorte que le récepteur n'est plus en mesure de détecter convenablement le message, ou lorsqu'une émission radio dérange un processus qui doit se dérouler indépendamment de son influence. Si l'on augmente la puissance des émetteurs pour couvrir les perturbations sur un territoire plus important, on augmente aussi la pollution et le nombre des appareils qui risquent d'en pâtir. Les

conséquences, notamment pour des sociétés dont le fonctionnement repose dans une large mesure sur la circulation d'informations, sont loin d'être négligeables.

origine des parasites

Les parasites auxquels nous sommes confrontés ici peuvent être d'origine atmosphérique ou technologique. Les parasites artificiels sont produits par les appareils de toutes sortes, qui, quelque utiles qu'ils puissent être, émettent quantité de signaux radio indésirables. Contre les premiers, nous sommes vraiment désarmés, puisqu'il est impossible d'empêcher les mouvements de charges dans l'atmosphère ou les perturbations électriques dues à la foudre. Pour les autres, des remèdes existent. Il est assez facile par exemple de fabriquer les circuits d'allumage de véhicules à moteur de telle façon que la quantité d'énergie électromagnétique de haute fréquence rayonnée soit minimale.

La loi oblige d'ailleurs les utilisateurs à cet antiparasitage ; que l'on entende encore sur les ondes les "meules" de petits contrevenants, trop nombreux, est le résultat de mauvais bricolages. Une fois ce problème globalement résolu, nous n'en avons pas fini avec les brouillages dont de substantiels lambeaux règnent encore sur les ondes.

parasites d'origine technique

Nous pouvons dire que tous les appareils électriques et électroniques qui provoquent des étincelles (moteurs électriques à collecteur, moteurs à explosion à allumage électrique, interrupteurs, relais etc.) ou les appareils qui travaillent avec des signaux carrés (ordinateurs, modulateurs de lumière, clôtures électriques, centraux téléphoniques, etc.) sont susceptibles de perturber les liaisons radio. Impulsions et étincelles recouvrent le spectre des fréquences d'une grande

... et bruit de fond

de quelques pollutions invisibles et de leurs conséquences

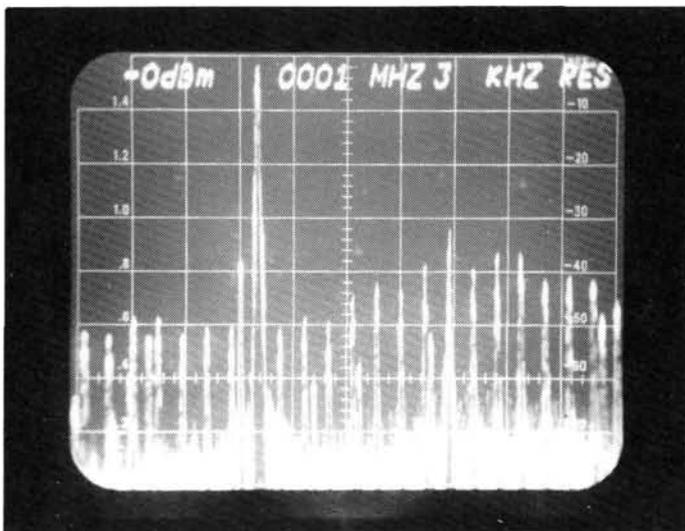
quantité de petits signaux. On peut le constater sur l'écran d'un analyseur de spectre (figure 1), appareil permettant de visualiser les signaux que capte un récepteur. L'image nous montre une partie des ondes moyennes accompagnées des parasites "ramassés" dans le laboratoire d'ELEX. C'est aux nombreux ordinateurs en service dans le voisinage qu'est dû ce que nous pourrions appeler le "gazon", à la base de l'image, notre central téléphonique fournissant pour sa part des "herbes" un peu plus hautes. Le reste est constitué de parasites non identifiés (enseignes lumineuses, tubes fluorescents etc.) et d'émissions radio noyées dans ce bruit de "fond", plutôt en surface ici. Prenons par exemple la pointe située à droite du "3" qui précède "kHz", sur la moitié droite de l'écran. Elle correspond à un émetteur dont le niveau est aussi élevé que celui des impulsions parasites. Seul un émetteur situé à un jet de pierre du laboratoire parvient à sortir de cette "verdure" (crête la plus élevée sur la moitié gauche de l'écran, entre "-0 dB" et "0001"). Inutile de vous dire qu'à ELEX, si nous écoutons la radio, ce ne sont pas les Petites Ondes en modulation d'amplitude. Il n'en est heureusement pas de même en modulation de fréquence, puisque la plupart des signaux parasites ont le caractère d'un signal modulé en

amplitude : fréquence à peu près constante et intensité du signal variable. Comme un bon récepteur de modulation de fréquence n'a d'oreille que pour des signaux variables en fréquence, il est aveugle aux parasites, tant que ceux-ci ne sont pas d'un niveau suffisant pour lui boucher le nez complètement.

En commutant sur ondes courtes, vers le soir en particulier, on se rend vite à l'évidence, bien des signaux reçus sont des parasites. Vers vingt heures, entre 20 et 30 MHz, il n'y a pas grand chose d'autre. Les bruits de crécelle reçus sur un très grand nombre de fréquences sont causés par les impulsions de synchronisation de ligne des téléviseurs du voisinage. Qui se rassurerait à l'idée que ces perturbations n'affectent pas seulement les amateurs ? Elles causent en effet de sérieux problèmes à des professionnels tels que les radio-astronomes qui cherchent à capter de très faibles signaux en provenance de l'espace (autre bruit formé d'ondes centimétriques ou hectométriques). Les fours à micro-ondes, quand ils ont des

Figure 1 - Mise en évidence d'une partie des ondes moyennes. Un seul émetteur, très proche du laboratoire où cette photo a été prise, sort d'une purée où les autres signaux sont noyés sous des flots d'ondes parasites.

Figure 2 - Les fours à micro-ondes sont des émetteurs qui travaillent sur une fréquence de 2 GHz dont l'énergie rayonnée reste en principe confinée dans une enceinte. Si celle-ci n'est pas suffisamment étanche, ils se comportent en sources de parasites assez importantes.



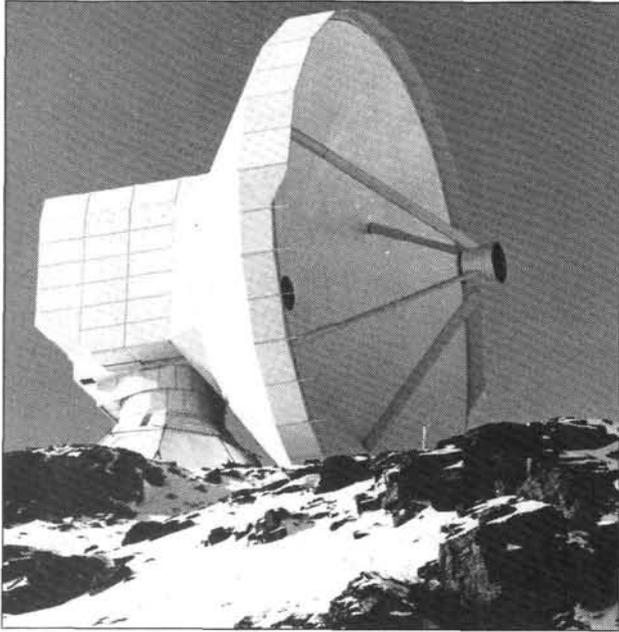
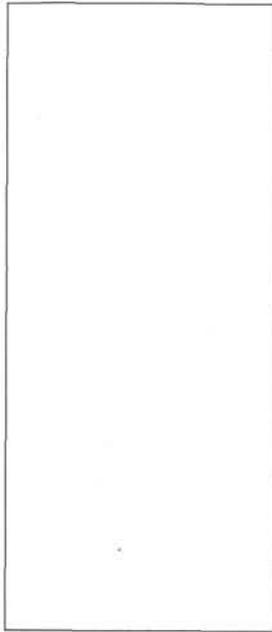


Figure 3 – Les radiotélescopes échappent tant bien que mal à l'influence des émissions terrestres en se réfugiant sur les hauteurs désertiques, comme celui-ci, en Espagne.



fuites, sont depuis quelque temps une source de parasites qui vient compliquer leurs travaux, pour ne citer que cet exemple. L'installation de leurs observatoires, comme le radiotélescope de la **figure 3** dans une région élevée et tranquille d'Espagne, est en partie due au souci qu'ils ont de les isoler de ces influences basement terrestres et hautement perturbatrices. Il y a plus grave.

perturbations causées par les émetteurs

Comme nous le verrons encore plus loin, les sources de pollution électriques évoquées jusqu'ici ne sont pas sans remèdes. Celles dont nous allons parler maintenant ont des conséquences beaucoup plus sérieuses, d'autant que les problèmes qu'elles posent sont loin d'être résolus. Il s'agit des désordres que provoquent, sur des appareils qui ne sont pas faits pour les recevoir, les émissions de forte puissance. Supposons, pour com-

mencer, que votre voisin émette, légalement ou illégalement, et que le haut-parleur de votre orgue électronique en rende compte distinctement et bruyamment. Passé l'émerveillement causé par la première surprise, il est fort possible que vous ne trouviez plus la chose à votre goût si elle se répète. Le voisin n'est pas fautif, c'est à votre orgue qu'il faut vous en prendre. De nombreux appareils électroniques ont en effet la regrettable propriété de se comporter en récepteurs de signaux radio : ceux-ci captés, détectés d'une façon ou d'une autre, finissent par perturber le fonctionnement normal de leur hôte involontaire.

Cette propriété, connue depuis nombre d'années, est négligée par la plupart des fabricants, puisque les incidents de ce genre sont trop peu nombreux pour justifier les investissements nécessaires à une immunisation correcte. Il semble pourtant que, dans un proche avenir, des mesures seront prises. Le fait est que de plus en plus d'émetteurs sont en service (qu'on pense à l'augmentation rapide du nombre des téléphones de voiture) et que des appareils de plus en plus élaborés (qu'on pense au développement de la "mécatronique") sont susceptibles d'en être parasités.

– Nous avons parlé de "mécatronique" ?

– De fait. Vous devez bien avoir une idée de la chose. La tendance est aujourd'hui au remplacement par des dispositifs électroniques (en dernier ressort !) de certains mécanismes. Les montres électroniques en sont l'exemple le plus proche. Les ordinateurs qui équipent depuis quelques années déjà certaines voitures, voire des machines à laver, en sont d'autres. Un peu de fiction : imaginez

Figure 4 – Les impulsions de synchronisation de ligne de téléviseurs ou de moniteurs d'ordinateurs sont particulièrement bien perçues en soirée. Il est possible à partir de ces signaux parasites de reconstruire les informations qui apparaissent sur un écran. Ceci veut dire que votre voisin peut, dans le meilleur des cas, s'il traduit convenablement les impulsions parasites reçues de votre téléviseur ou de votre ordinateur, savoir ce que vous programmez.

Figure 5 – Le nombre d'émetteurs augmente à une vitesse vertigineuse et avec lui les causes de parasites.

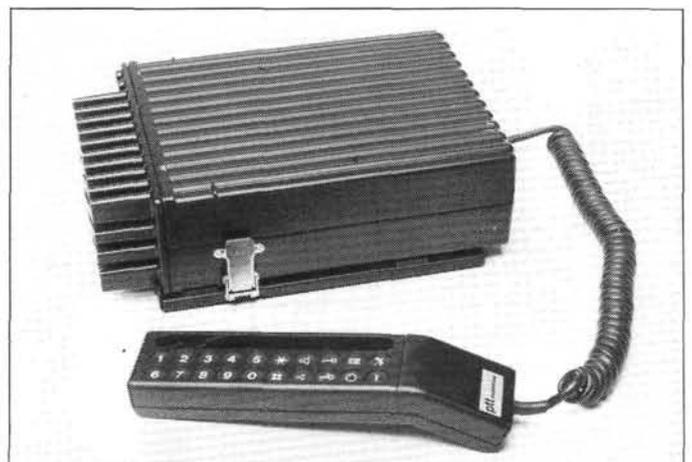




Figure 6 – La Communauté économique européenne oblige les constructeurs d'appareils ménagers à antiparasiter leur production. Il seront sans doute améliorés dans les années qui viennent.

que vous vous trouviez en voiture à côté d'un taxi, tous deux arrêtés à un feu (non, nous n'allons pas vous interroger sur le code!) Le chauffeur de taxi reçoit un appel et émet pour y répondre. Il n'est pas impossible que l'ordinateur qui commande les feux perçoive le signal produit par le taxi et passe au vert. Dans ce cas-là, rien de méchant, au contraire, mais supposez maintenant que l'ordinateur qui commande votre voiture ne soit pas non plus imperméable aux signaux électromagnétiques de haute fréquence et que les parasites provoquent une mise en marche arrière à plein gaz...

Ceci n'est qu'une illustration de ce qui ne se produira sans doute jamais, bien que l'histoire soit inspirée d'un accident réel et déjà lointain. En 1984



Figure 7 – Avant qu'une perceuse ou tout autre outil électrique n'arrive à l'étalage d'un détaillant de nombreux contrôles ont eu lieu.



pour tout dire, un Tornado de l'armée de l'air néerlandaise se mit à piquer du nez, alors qu'il survolait à assez basse altitude l'émetteur de Radio Free Europe. La cause de cet accident, au cours duquel les deux pilotes trouvèrent la mort, fut rapportée aux ordinateurs de bord de l'appareil, insuffisamment protégés contre la puissance élevée de l'émetteur. Les rayonnements de haute fréquence issus de celui-ci, firent littéralement délirer les "cerveaux électroniques" de l'avion. L'équipage n'eut pas le temps d'y remédier et l'avion s'écrasa (comme un vulgaire A320).

législation

Le cas cité n'est pas unique, d'autres accidents du même type sont relatés par la littérature spécialisée. Croyez-vous que le législateur s'en soit ému? Que nenni. La législation ordonne de maintenir les émissions de parasites entre certaines limites mais n'oblige en aucun cas les constructeurs à rendre leurs appareils insensibles aux émissions dont ils n'ont rien à faire. Il est tout à fait légal de vendre par exemple des téléviseurs qui, s'ils reçoivent ne serait-ce qu'une trace d'un rayonnement électromagnétique parasite (pour eux), se mettent à délirer et ne font plus du tout ce que l'on en attend. Cette situation n'est cependant que provisoire, puisque la modification de la législation nécessaire est heureusement en bonne voie. La Communauté européenne joue, dans ce domaine au moins, un rôle des plus précieux. Elle s'est déjà préoccupé



Figure 8 – Les appareils téléphoniques ne sont pas protégés contre les champs électromagnétiques variables extérieurs. Il seront sans doute améliorés dans les années qui viennent.

des lois concernant l'antiparasitage des véhicules à moteur, qu'ils soient de tourisme ou de chantier, des appareils électroménagers, des outillages de toutes sortes, sans parler de celui des starters de tubes fluorescents. C'est beaucoup et pourtant insuffisant. Il est grand temps que tous les appareils électriques ou électroniques fabriqués réduisent d'une part au minimum leurs émissions et de l'autre, soient protégés contre les rayonnements de haute fréquence qu'ils ne sont pas conçus pour capter.

remèdes possibles

Pour empêcher qu'un appareil quelconque émette des parasites en HF, ou que son fonctionnement soit affecté, s'il se trouve dans des zones éclairées

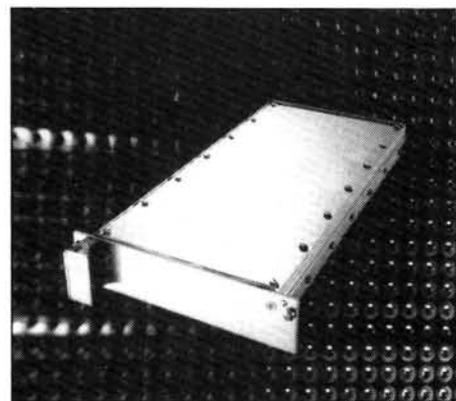


Figure 9 – Le meilleur moyen de protéger un circuit véhiculant des faibles puissances contre les champs électromagnétiques de haute fréquence, consiste à l'enfermer dans un boîtier revêtu d'une couche conductrice, boîtier métallique ou métallisé.



Figure 10 – Un filtre secteur peut résoudre dans de nombreux cas la question des parasites.

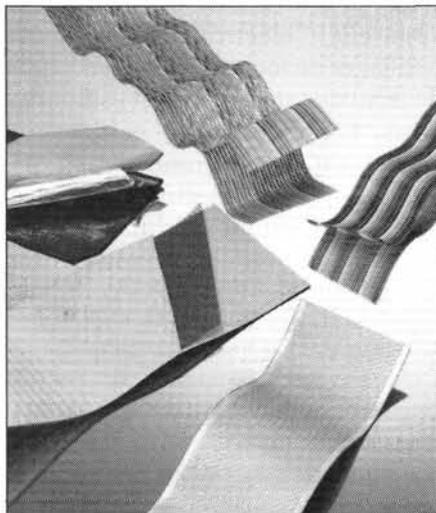


Figure 11 – Remplacer un câble méplat par un câble tressé (en haut à gauche) peut parfois se révéler suffisant.

rées par des émissions de puissance élevée, son fabricant peut prendre un certain nombre de mesures. La plus importante consiste à pourvoir les circuits d'un écran électromagnétique. On peut faire plus riche en parlant de "cage ou de tube de Faraday", bien qu'à proprement parler, ces cages ou ces tubes désignent des écrans électriques (ou électrostatiques). Un tel dispositif consiste en une enveloppe métallique, qui peut être très mince, dépourvue de trous (alors qu'une cage de Faraday est souvent maillée). Il s'agit, vous l'aviez compris, d'un blindage. Les liaisons de ces boîtes avec l'extérieur doivent être découplées de telle manière que les parasites de haute fréquence ne profitent

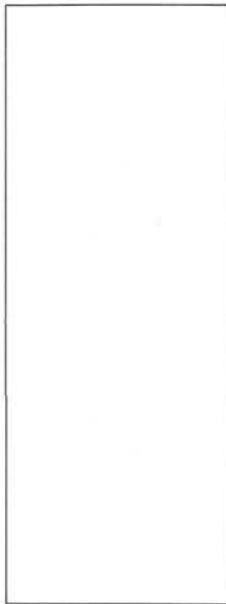
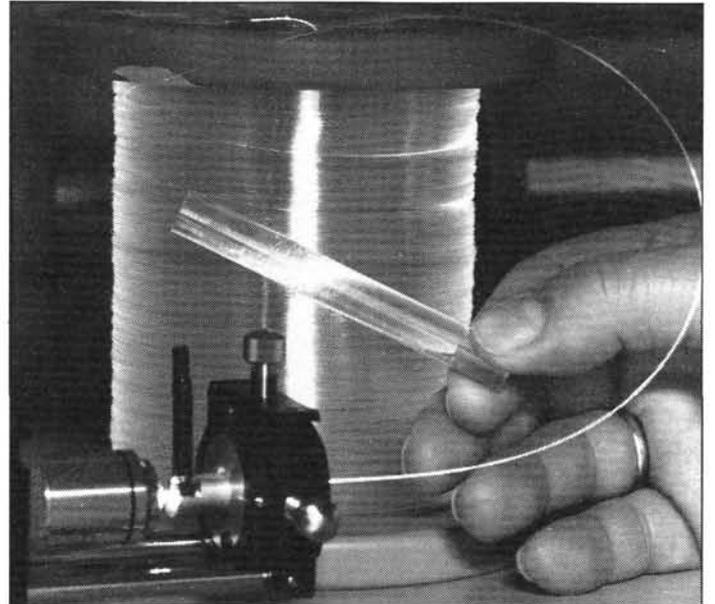


Figure 12 – Pour le transport de signaux sans risques de pollution par des sources extérieures, la fibre optique est la solution d'avenir, dont l'avionique et les télécommunications, pour ne citer qu'elles, font déjà grand usage.



pas du chemin pour y pénétrer. Si vous ouvrez un poste de radio ou de télévision ordinaire, vous vous rendrez compte que le constructeur n'a pas pris tant de précautions, ce qui ne gêne guère le fonctionnement de l'appareil. Il en a évidemment pris d'autres qui ont consisté, travail qui n'est pas des plus simple, à antiparasiter à fond les circuits.

Le côté pratique, que vous désireriez sans doute aborder, n'est pas forcément facile. Pour rendre un appareil perturbateur inoffensif ou en isoler un autre contre les effets des parasites, la manœuvre est quelquefois ardue et les résultats ne sont pas toujours ceux que l'on en escompte. On peut commencer, par exemple, par filtrer la tension du secteur, ce qui permet d'éliminer une source importante d'ennuis; pourvoir ensuite toutes les liaisons, entrantes ou sortantes, de condensateurs de découplage et de selfs de choc; s'il s'agit d'un ordinateur, essayer de remplacer, s'il y a lieu, les câbles en nappe par des câbles tressés ou, encore mieux, par des câbles blindés. Si aucune de ces solutions n'est efficace, le mieux est de consulter l'importateur (ou le fabricant) de l'appareil concerné. Il arrive qu'ils tirent (quelquefois gratuitement) leurs clients d'affaire

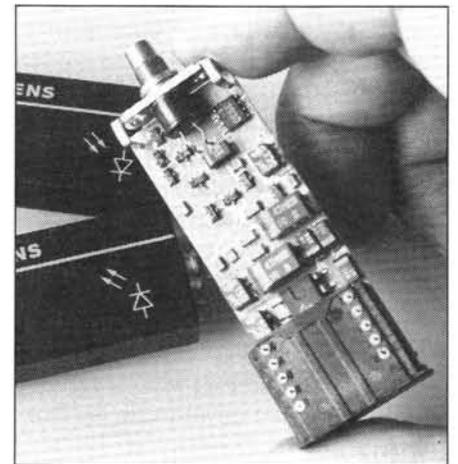


Figure 13 – Les convertisseurs de signaux électroniques en signaux optiques seront encore les maillons les plus faibles de la chaîne.

l'avenir

Nous ne sommes pas à la veille du jour où nous ne connaissons plus de problèmes de pollution par les ondes électromagnétiques. Le règlement de cette question n'est certes pas aussi urgent que celui des pollutions de l'air, du sol et des eaux par les agents chimiques. Nous avons cependant tout lieu de penser que les industries s'en préoccupent plus rapidement, puisqu'elles risquent d'être directement victimes de ces phénomènes. Une des solutions les plus fiable, nous l'avons vue dans un précédent numéro d'ELEX, est optique puisque les signaux parasites de haute fréquence ne peuvent affecter la circulation des photons dans les fibres optiques.

isoler les transistors

montage sans problème

Pourquoi de nombreux amateurs ont-ils des sueurs froides dès qu'ils lisent dans la description d'un montage que les transistors doivent être montés isolés sur le radiateur ?

Si vous souhaitez, comme c'est la saison, une vie longue et prospère à vos *chers* semi-conducteurs, il est important de leur assurer un refroidissement convenable. C'est vrai pour les transistors de sortie de votre amplificateur, mais aussi pour ceux de votre alimentation régulée, pour les thyristors de puissance, les triacs, etc. Le refroidissement est assuré par le montage des transistors sur un dissipateur de dimensions suffisantes pour évacuer dans l'air ambiant l'énergie dissipée en chaleur.

pourquoi isoler ?

Les boîtiers les plus courants pour les transistors de moyenne et forte puissances sont : le TO-126 (par exemple pour les BD139 et BD140 que nous utilisons souvent) ; le TO-220 (comme pour les BD243 et BD244 de l'étage de sortie de notre ampli *mi-fi* de septembre 91, ELEX n°36) ; enfin le TO-3 (qui abrite entre autres le brave 2N3055). Le point commun à tous ces boîtiers est que le collecteur est relié à la partie métallique, qu'il s'agisse du corps du boîtier ou d'une simple languette. Si nous jetons un coup d'œil au schéma d'un amplificateur de puissance (pourquoi pas l'ampli *mi-fi* cité plus haut ?), nous constatons qu'il comporte des transistors complémentaires. Le collecteur de T6 est relié

directement à la tension d'alimentation positive, celui de T7 à la masse. Si nous montons ces deux transistors directement sur le même radiateur, ce qui est la solution la moins onéreuse*, nous obtenons un magnifique court-circuit.

préparation

Avant de pouvoir monter les transistors, il faut vous procurer le matériel nécessaire, si vous ne l'avez pas déjà : le radiateur (nous reviendrons sur le calcul) ; un petit stock de plaquettes de mica adaptées au type de transistor à monter ; des canons isolants (pour vis M3) ; des rondelles-freins (éventail ou *grover* et des rondelles plates ; de la graisse conductrice de la chaleur et pour finir (si vous montez des TO-3) des cosses à souder.

Certains radiateurs sont pré-perçés pour les boîtiers les plus courants ; si ce n'est pas le cas des vôtres, il faudra empoigner la perceuse. Un support de perçage ou une perceuse à colonne est indispensable si vous voulez obtenir un perçage d'équerre. Vous pouvez utiliser la plaquette de mica comme gabarit pour pointer vos trous. N'oubliez pas, si le radiateur est fixé au dos d'un coffret, de percer aussi la paroi !

*Le poids étant pris ici, plaisamment, au double sens étymologique de la physique et de la phynance.

Les boîtiers TO-3 sont montés à l'extérieur ; les connexions de base et d'émetteur traversent le radiateur et la paroi du coffret. Les boîtiers TO-126 et TO-220 se montent à l'intérieur. Il faut donc découper dans la paroi arrière une ouverture suffisamment grande pour que le boîtier vienne se loger à plat contre le radiateur.

montage

La **figure 1** montre le montage d'un TO-3. Elle appelle peu de commentaires. Les canons isolants évitent le contact électrique entre la vis et le radiateur, car la vis est en contact avec le collecteur du transistor. C'est par la cosse à souder et par l'intermédiaire de la vis que le collecteur est raccordé au reste du montage. L'utilisation de graisse conductrice de la chaleur est fortement recommandée sur les surfaces de contact entre la plaquette de mica et les pièces métalliques. Son rôle est de combler les irrégularités des surfaces métalliques et d'éviter la présence d'air entre elles ; l'air est en effet un mauvais conducteur de la chaleur. Essayez de ne pas maculer vos vêtements, cette graisse aux silicones est pratiquement impossible à enlever.

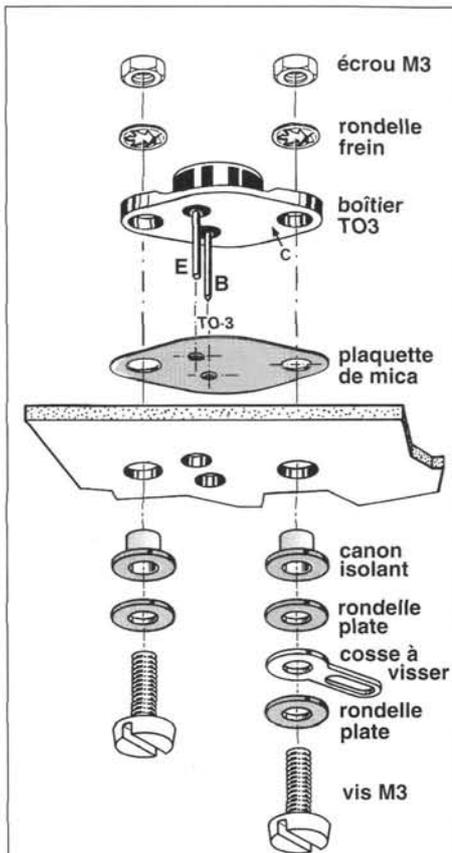


Figure 1 - Le principe du montage isolant d'un transistor TO-3.

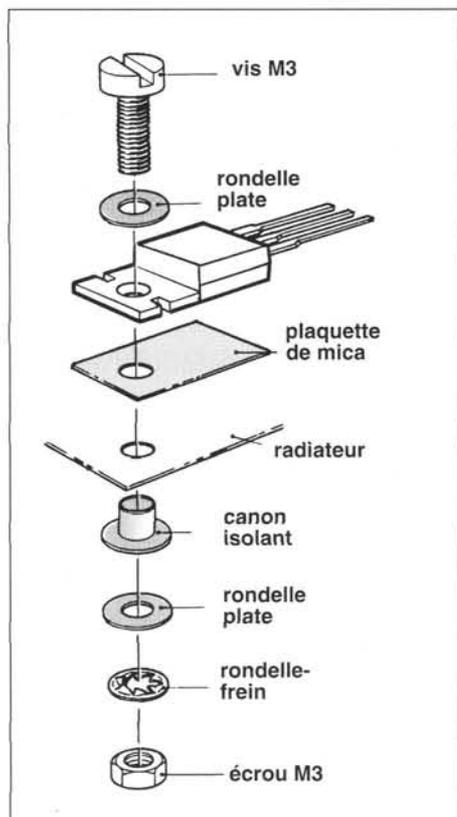


Figure 2 - Les boîtiers plats TO-126 et TO-220 sont plus simples à monter, parce qu'un seul trou suffit. La vis est portée au potentiel du collecteur; vous pouvez l'éviter en montant le canon isolant de l'autre côté.

Une fois tous les transistors montés, vérifiez à l'ohmmètre l'absence de contact entre eux et le radiateur. Vous pouvez maintenant souder les fils et les raccorder au circuit imprimé. La gaine thermo-rétractile contribue, en plus de l'isolement, à améliorer la tenue mécanique des fils. Terminé.

Le montage des transistors en boîtier TO-220 est encore plus simple. Vous n'avez pour cela qu'un seul trou à percer, voyez la figure 2. La seule remarque à faire est que la vis de fixation est toujours au potentiel du collecteur. Cela peut être indésirable quelquefois; dans ce cas, vous placerez le canon isolant de l'autre côté par le trou du transistor, la vis sera complètement isolée. Contrairement au TO-220, le boîtier TO-126 a un corps isolant sur lequel est rapportée une languette métallique. Vous pouvez donc monter le TO-126 sans canon isolant.

F-pack

De nombreux semi-conducteurs de puissance sont maintenant livrés en boîtier dit *F-pack*. Cette exécution particulière (repérée par la lettre F après la désignation du type) est complètement isolée, autrement dit vous pouvez oublier tout ce qui concerne les canons isolants et les plaquettes de mica. Elle est cependant réservée aux usages professionnels et rien ne laisse présager que ces boîtiers (SOT-186 et SOT-199) seront disponibles pour l'amateur dans un avenir proche. Gardez le contact, nous vous tiendrons au courant.

le calcul des radiateurs

Le calcul de la dissipation et de l'évacuation de la chaleur dans les semi-conducteurs fait appel à la notion de résistance thermique, exprimé en °C/W ou en K/W (degrés Celsius ou kelvin par watt).

Le tableau 1 donne deux valeurs de résistance thermique pour chaque type de boîtier. La première, $R_{th\ j-a}$, correspond à la résistance thermique entre le cristal de silicium (la jonction) et l'air ambiant; c'est cette valeur qui doit être prise en compte si le semi-conducteur est utilisé sans radiateur.

La deuxième valeur, $R_{th\ j-mb}$, correspond à la résistance thermique entre la jonction et le radiateur (*mounting base*). C'est cette

valeur que nous prenons en compte pour le montage sur un radiateur. Voyons d'abord si un radiateur est absolument nécessaire. Calculons la température du semi-conducteur T_j quand il dissipe le maximum de puissance :

$$T_{j-a} = P \cdot R_{th\ j-a}$$

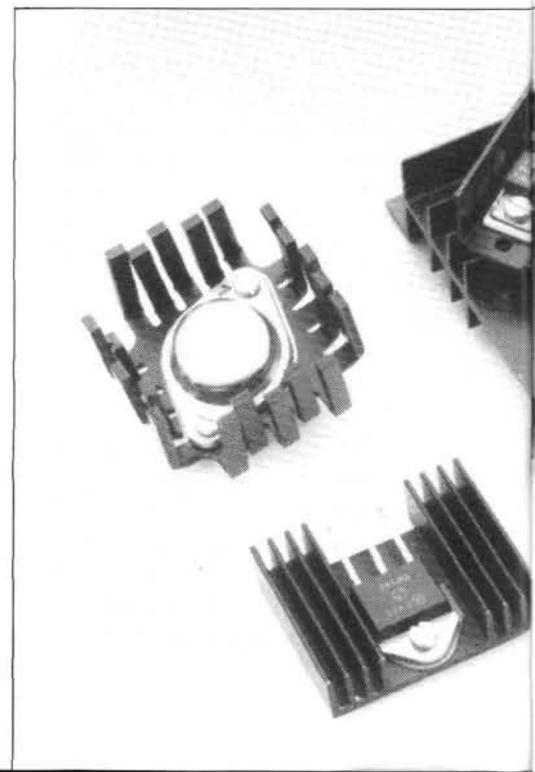
P représente la puissance dissipée par le semi-conducteur, la résistance thermique est celle de la première colonne du tableau 1. Attention : T_{j-a} est la **différence** de température entre la jonction et l'air ambiant; il faut donc ajouter la température ambiante (25°C) à la valeur calculée.

$$T_j = T_a$$

Exemple : un transistor en boîtier TO-39 dissipe 1 watt. Le calcul donne, avec les valeurs du tableau, $T_{j-a} = 200^\circ\text{C}$ et $T_j = 225^\circ\text{C}$. Comme la température d'un semi-conducteur au silicium ne doit absolument pas dépasser 200°C (et devrait même rester nettement inférieure à ce maximum), le refroidissement est nécessaire. La même puissance dans un boîtier TO-3 ne porterait la température qu'à 65°C, ce qui est acceptable.

montage en série

Le chemin suivi par la chaleur peut être comparé à un circuit électrique qui comporterait les différentes résistances thermiques montées en série. C'est ce que représente la figure 3 dans le cas où un radiateur est nécessaire. Il faut remarquer que le semi-conducteur est conçu comme une source de courant thermique.



Nous relevons la valeur de $R_{th\ j-mb}$ dans le tableau 1. Le symbole $R_{th\ mb-h}$ représente la résistance thermique entre le boîtier et le radiateur (*heatsink*). Elle dépend de la façon dont le transistor est monté, isolé ou non, avec ou sans graisse conductrice de la chaleur. Le tableau 2 donne les résistances thermiques $R_{th\ mb-h}$ boîtier-radiateur pour un transistor TO-3. Elles sont utilisables aussi, à peu de chose près, pour d'autres types de boîtiers.

Le montage en série de la **figure 3** répond à l'équation suivante :

$$T_{jmax} - T_a = P \cdot (R_{th\ j-mb} + R_{th\ mb-h} + R_{th\ h-a})$$

avec :

T_{jmax} température maximale du semi-conducteur ; cette valeur figure dans les recueils de caractéristiques. Elle est le plus souvent de 175°C à 200°C ; pour respecter une certaine marge de sécurité, il vaut mieux adopter une valeur de 100 à 150°C. T_a est la température ambiante ; nous supposons qu'elle est de 25°C, mais dans un coffret fermé elle peut atteindre ou dépasser les 50°C.

$R_{th\ h-a}$ est la résistance thermique propre du radiateur ; elle est donnée (en °C/W ou K/W) par le fabricant.

C'est cette valeur que nous devons déterminer ; nous écrivons donc l'équation comme suit :

$$R_{th\ h-a} = T_{jmax} - T_a / P - R_{th\ j-mb} - R_{th\ mb-h}$$

Le remplacement des différents symboles par leur valeur donne la résistance thermique maximale du radiateur ; vous pouvez vous transporter chez votre revendeur et choisir un radiateur convenable.

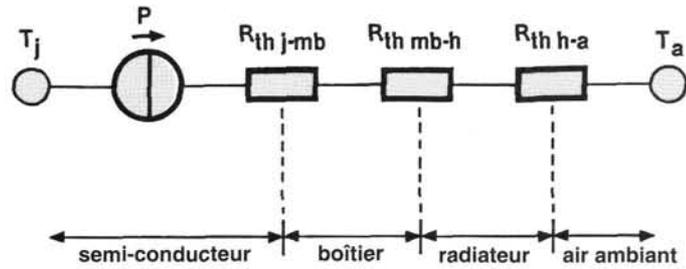


Figure 3 – Le transit de la chaleur depuis la source, le semi-conducteur, jusqu'à l'air ambiant se représente comme la circulation d'un courant électrique à travers des résistances.

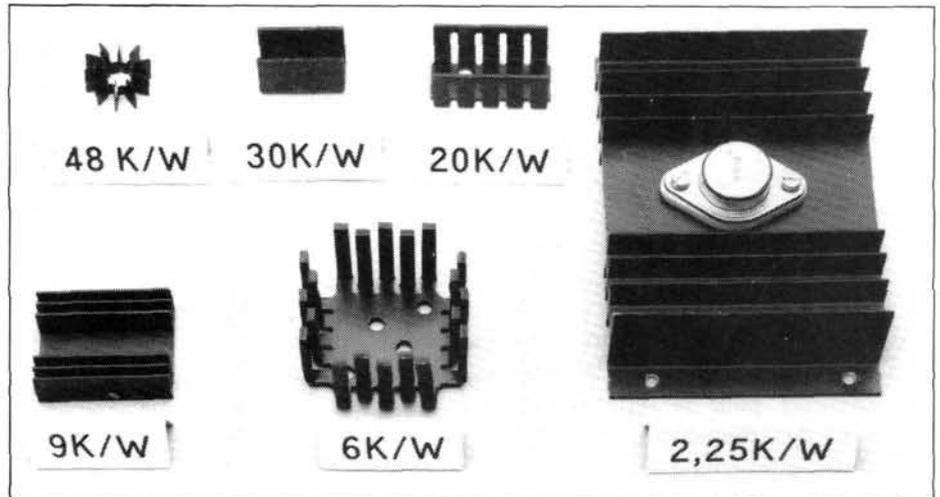


Figure 4 – Six types courants de radiateurs, avec leur résistance thermique.

tableau 1

boîtier	$R_{th\ j-a}$ (°C/W)	$R_{th\ j-mb}$ (°C/W)
TO-18	500	200
TO-92	250	150
TO-39	200	12,5
TO-126	100	5
TO-220	70	2
TO-3	40	1,5

tableau 2

$R_{th\ j-mb}$ (°C/W)	non isolé	isolé
sans pâte	0,6	1,0 à 1,25
avec pâte	0,1	0,3 à 0,5

Exemple de calcul : vous devez dissiper 3 W dans un boîtier TO-220. Il faut absolument un radiateur. Nous lisons la résistance thermique entre la jonction et le radiateur sur le tableau 1 :

$R_{th\ j-mb} = 2^\circ\text{C/W}$; comme nous utilisons une plaquette de mica et de la graisse conductrice, la résistance thermique entre le boîtier et le radiateur (tableau 2) $R_{th\ mb-h}$ est de $0,3^\circ\text{C/W}$. La puissance P est de 3 W et nous voulons limiter à 100°C la température de jonction pour une température ambiante de 25°C. Le calcul donne :

$$R_{th\ h-a} = (100 - 25) / 3 - 2 - 0,3 = 22,7^\circ\text{C/W}$$

Le radiateur devra avoir une résistance thermique égale ou inférieure à 22,7°C/W (K/W).

Un certain nombre de radiateurs courants sont représentés sur la **figure 4** avec leur résistance thermique caractéristique, de 48 K/W pour une petite étoile TO-3 à 2,25 K/W pour un TO-3.

886084

« L'œuf est à la poule comme les associations en parallèle ou en série de condensateurs et de bobines sont à la haute fréquence », nous dit un bon auteur, plus féru d'électronique que d'aviculture.

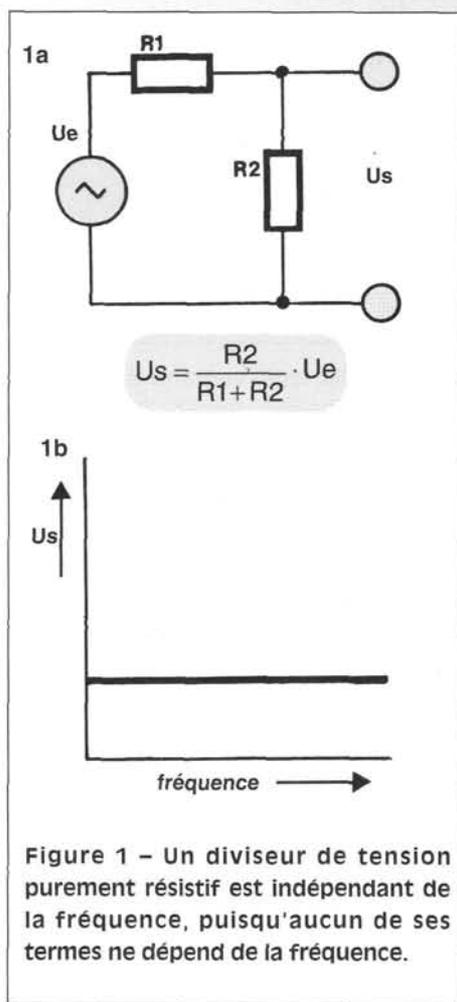
C'est vrai que de ces couples "capa-self", les récepteurs et les émetteurs radio ou télé en sont pleins, comme un poulailler de poules. Désirez vous savoir comment ils fonctionnent ?

circuits résonnants

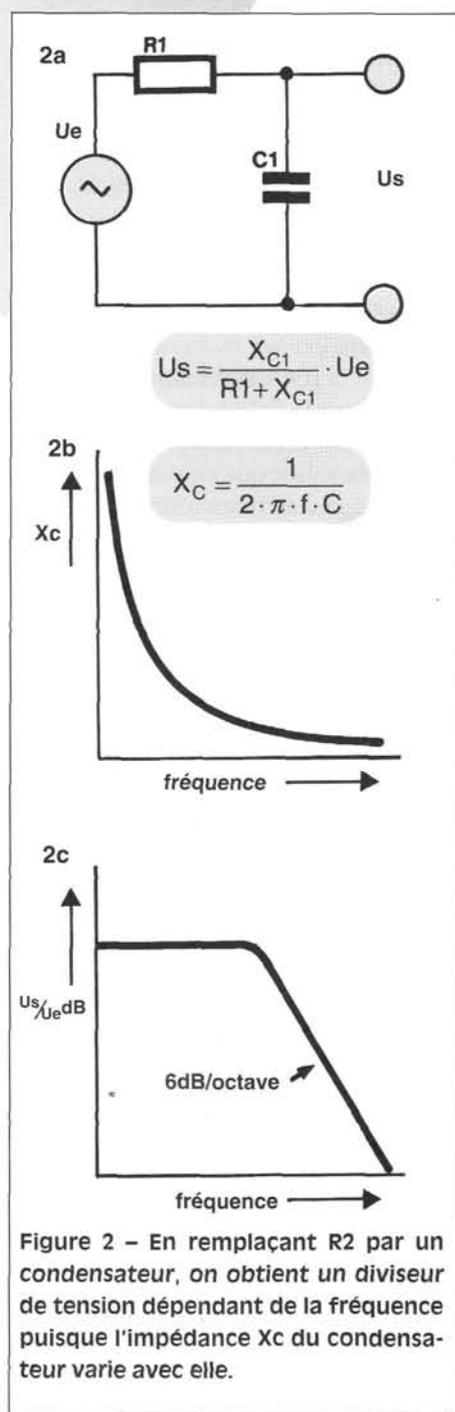
Les bobines et les condensateurs sont utilisés pour filtrer. Ce sont les composants *par excellence* pour la séparation des signaux de fréquences différentes. Étranges composants d'ailleurs, dont le comportement n'est pas du tout le même selon qu'ils sont alimentés en alternatif ou en continu. Ils opposent au passage du courant une résistance – on parle alors plus volontiers d'impédance – laquelle varie avec la fréquence. En continu, l'impédance d'un condensateur est infinie tandis que celle d'une bobine se réduit à la résistance du conducteur. Plus étrange encore est le résultat de leur association. Qu'un condensateur soit associé, en série ou en parallèle, à une bobine, et nous avons à faire, à certaines fréquences, à un phénomène bizarre : la résonance. Avant d'en arriver là, commençons par étudier les diviseurs de tension constitués de résistances, de bobines et de condensateurs.

diviseurs de tension dépendants de la fréquence

Le plus simple des diviseurs de tension (figure 1) ne contient que deux résistances (pures). Il est facile, en appliquant la loi d'Ohm, de connaître le résultat de la division, sans avoir à tenir compte de la forme du signal d'entrée. Quelles que soient la tension et sa fréquence, le rapport entre l'amplitude de la tension de sortie et celle de la tension d'entrée ne change pas, comme l'indique la formule inscrite sur la figure. La réponse en fréquence du dispositif est toujours la



même : l'atténuation de la tension de sortie ne subit aucune variation si la fréquence du signal d'entrée est modifiée. La courbe de réponse en fréquence est plate. Remplaçons maintenant R_2 par un condensateur, C_1 sur la figure 2. Si le signal d'entrée est continu (ce qu'il n'est ni à la mise sous tension ni à la coupure du courant), le condensateur ne se manifeste pas : le diviseur de tension divise par 1, la résistance représentée par C_1 est infinie ; on peut l'enlever, le résultat sera



capacités et inductances en série ou en parallèle

toujours le même. Alimentons maintenant le circuit avec une tension alternative dont nous faisons varier la fréquence. Plus la fréquence augmente, plus la tension de sortie diminue. Nous savons pourquoi : la résistance opposée par le condensateur au passage du courant diminue en raison inverse de la fréquence. Ceci revient à dire que plus la fréquence augmente, plus le condensateur a tendance à se comporter en court-circuit : son impédance X_C devient très petite quand la fréquence devient très grande (figure 2b). Nous avons ainsi un diviseur de tension dépendant de la fréquence. Quand la fréquence augmente, le rapport entre l'amplitude de la tension de sortie et celle de la tension d'entrée correspond au tracé de la courbe 2c.

Cette courbe mérite un commentaire. En premier lieu, sa partie horizontale correspond à des fréquences auxquelles l'impédance du condensateur est encore assez élevée pour ne pas avoir d'influence notable sur le signal. À partir d'une certaine fréquence, dite fréquence de coupure, il n'en est plus de même, les effets du condensateur sont pris en compte : à cette fréquence, la tension de sortie est égale à celle du signal d'entrée divisée par la racine carrée de 2. Vous avez remarqué, sur la courbe 2c, que la grandeur en ordonnée n'était pas la tension de sortie, mais le rapport de l'amplitude de la tension de sortie à celle de la tension d'entrée. Ce rapport, cette comparaison, entre les deux tensions est d'autre part affecté d'une unité, ce qui n'est pas commun pour un rapport : il est donné en **décibels**. Nous n'avons pas en ordonnée le rapport lui-même, mais son logarithme. Pour les abscisses, c'est l'échelle qui est logarithmique. Cette utilisation des logarithmes (se reporter au n°22 d'ELEX) a toutes sortes de raisons. Elle permet surtout de rendre les phénomènes plus évidents et d'en donner une représentation graphique plus commode. À droite de la

courbe 2c, vous lisez l'indication « 6 dB/octave ». Ceci, qui concerne la partie oblique de la courbe, veut dire que chaque fois que la fréquence double (= change d'un octave), la tension de sortie est divisée par deux ($20 \log 2 = 6$). On appelle le dispositif de la figure 2, filtre passe-bas, puisqu'il laisse passer, sans (trop) les atténuer, les signaux dont la fréquence est inférieure à la fréquence à laquelle correspond le coude de la courbe. À cette fréquence, l'atténuation est de 3 dB, ce qui revient à diviser par $\sqrt{2}$ l'amplitude de la tension d'entrée pour connaître celle de la sortie. C'est pourquoi on la désigne généralement par "fréquence de coupure à -3 dB". La tension à la sortie de ce filtre peut être calculée grâce à la formule placée à proximité du schéma. Les choses sont cependant assez compliquées, mathématiquement, pour ne pas dire complexes, à ce niveau. Elles nécessitent quelques précautions, puisque la tension de sortie n'est pas en phase avec la tension d'entrée : la formule ne donne que l'amplitude de la tension de sortie en fonction de celle de la tension d'entrée. Les tensions instantanées ne sont pas dans le même rapport, car elles sont déphasées l'une par rapport à l'autre. Nous laisserons de côté les savants calculs qui permettent d'en rendre compte.

Remplaçons maintenant le condensateur par une bobine. Ce faisant (auquel "t" coupe les ailes), nous ne modifions pas seulement le schéma du montage (figure 3), mais aussi la fonction du circuit : nous avons à faire à un filtre passe-haut. La courbe de réponse en fréquence s'explique par le fait qu'une bobine a une impédance d'autant plus élevée que la fréquence du signal qui la traverse est plus grande, comme on le voit en 3c. Ici encore, la formule qui accompagne le schéma n'est applicable que si l'on tient compte en même temps du déphasage que le circuit introduit.

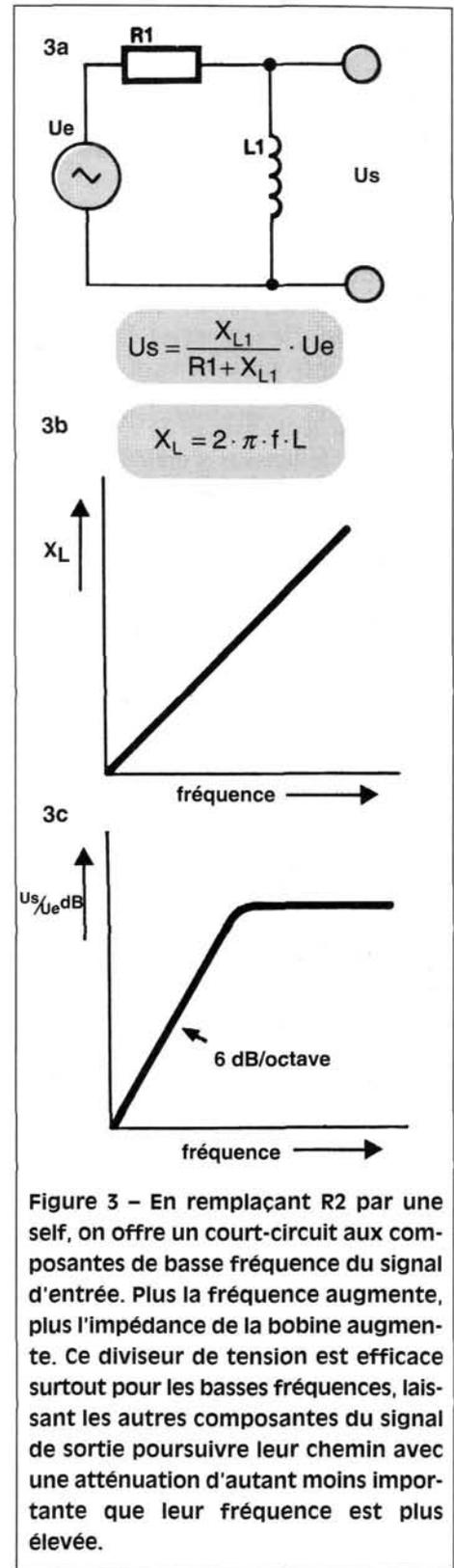


Figure 3 - En remplaçant R2 par une self, on offre un court-circuit aux composantes de basse fréquence du signal d'entrée. Plus la fréquence augmente, plus l'impédance de la bobine augmente. Ce diviseur de tension est efficace surtout pour les basses fréquences, laissant les autres composantes du signal de sortie poursuivre leur chemin avec une atténuation d'autant moins importante que leur fréquence est plus élevée.

circuit parallèle

Compliquons un peu les choses en câblant, à la place du condensateur ou de la bobine, l'association en parallèle des deux. Comme vous le voyez sur la figure 4, la "formule" ne change guère, puisque nous remplaçons seulement R2 du premier pont ou X_C et X_L des suivants, par Z. Cette impédance Z s'exprime certes en ohms, mais ne peut pas, là non

plus, être remplacée par une simple résistance, à cause du déphasage qu'elle introduit entre l'entrée et la sortie. Dans la branche de dérivation contenant le condensateur, le courant est déphasé de 90° , en avance sur la tension, alors que dans la branche contenant la bobine, si le courant est déphasé aussi de 90° , c'est en retard sur la tension. Comme les deux tensions, aux bornes du condensateur et aux bornes de la bobine, sont en phase, puisque ces composants sont en parallèle, le courant dans la bobine est déphasé de 180° sur le courant de la branche contenant le condensateur. Nous pouvons dire aussi que, lorsque le courant traverse la bobine de B vers A, il circule de A vers B dans la branche contenant le condensateur. De plus, il est maximal dans les deux branches au même instant, bien que de sens opposé. De ce qui précède, il ressort que le courant circulant de A vers B est égal à la différence des courants circulant dans les branches contenant, respectivement, la bobine et le condensateur (figure 5).

Si nous comparons un circuit composé de deux résistances câblées en parallèle au précédent, nous voyons, dans le premier cas, que le courant est la somme des courants traversant chaque branche, dans le second, qu'il est la différence des courants traversant respectivement la bobine et le condensateur. En alternatif, l'impédance d'un circuit contenant deux résistances en parallèle est inférieure à celle du circuit où les résistances sont remplacées respectivement par une bobine et un condensateur d'impédance égale à chacune des résistances (pour une fréquence donnée).

Si maintenant, toujours pour une fréquence donnée, l'impédance de la branche capacitive est égale à celle de la branche inductive, l'intensité des courants circulant dans chaque branche est la même. L'intensité du courant circulant dans la dérivation est donc nulle (différence de deux courants de même intensité ou somme de deux courants opposés de même intensité). À cette fréquence, dite fréquence de résonance, l'impédance de la dérivation est théoriquement infinie. Les signaux de fréquence inférieure ou supérieure sont alors (partiellement, rien de parfait en ce bas monde) court-circui-

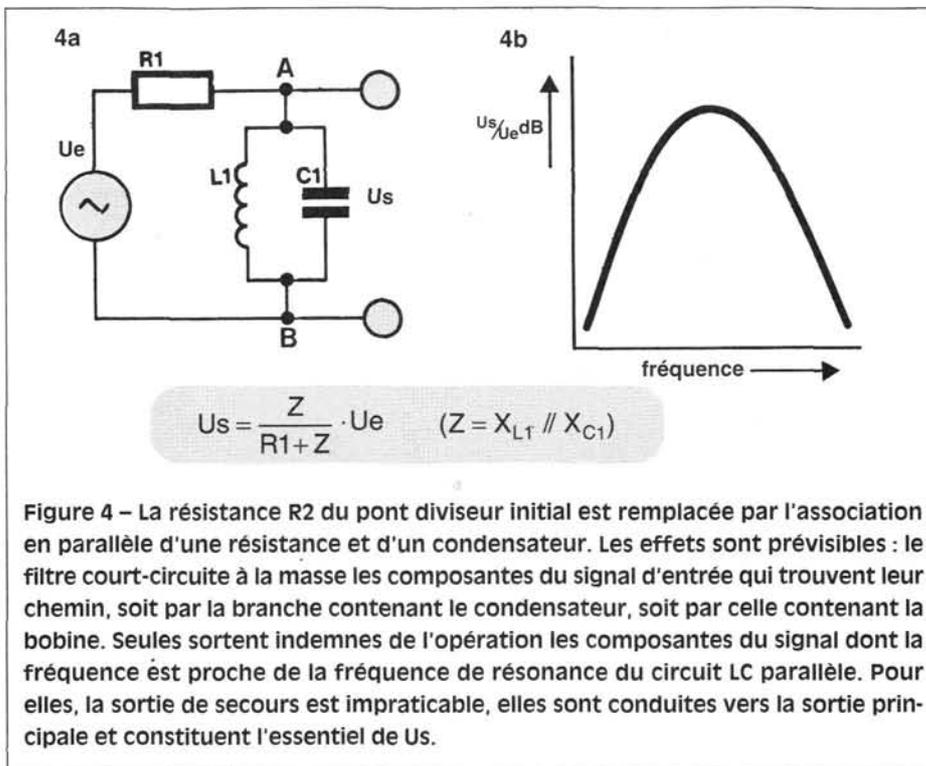


Figure 4 – La résistance R2 du pont diviseur initial est remplacée par l'association en parallèle d'une résistance et d'un condensateur. Les effets sont prévisibles : le filtre court-circuite à la masse les composantes du signal d'entrée qui trouvent leur chemin, soit par la branche contenant le condensateur, soit par celle contenant la bobine. Seules sortent indemnes de l'opération les composantes du signal dont la fréquence est proche de la fréquence de résonance du circuit LC parallèle. Pour elles, la sortie de secours est impraticable, elles sont conduites vers la sortie principale et constituent l'essentiel de U_s .

tés par ce circuit, qui ne laisse poursuivre son chemin (comme si de rien n'était avec la même restriction que plus haut) qu'au signal à la fréquence duquel il se comporte en bouchon. C'est ce dont rend compte la courbe de réponse en fréquence 4b où l'on reconnaît, sur un versant, les effets d'un passe-bas (2c), sur l'autre, ceux d'un passe-haut (3c) : nous avons à faire à un filtre passe-bande.

Retirons notre circuit bouchon de la circulation, pour le considérer plus à l'aise en supposant, pour commencer, le condensateur chargé à une certaine tension. Lorsque nous raccordons le condensateur chargé à la bobine, la tension aux bornes des deux composants est la même (ou l'opposée); le courant, d'abord nul, croît au fur et à mesure que le condensateur se décharge dans la bobine. Lorsque le condensateur est déchargé, le courant est maximum dans le circuit et le condensateur se recharge dans l'autre sens, puis se décharge à nouveau. Il y a, entre le condensateur et la bobine, un échange périodique d'énergie : lorsque l'énergie emmagasinée dans le condensateur est maximale, elle est minimale dans la bobine, et réciproquement. D'autre part, lorsque la charge du condensateur diminue, l'intensité du courant augmente dans le circuit. Les échanges pourraient ainsi se poursuivre indéfiniment, si les composants étaient parfaits, c'est-à-dire sans résistance. Il y a bien évidemment des pertes et les oscillations s'amortissent assez rapidement, si elles ne sont pas entretenues, comme

celles d'un pendule déplacé de sa position d'équilibre.

La fréquence du courant qui circule ainsi, et n'est bien sûr pas continu, est une caractéristique du circuit que l'on appelle sa fréquence propre. Elle est égale à sa fréquence de résonance f_{res} , facile à calculer, puisque dans ce cas, l'impédance de la bobine d'inductance L est égale à celle du condensateur de capacité C. Puisque nous avons :

$$X_C = X_L$$

$$2 \pi f_{res} L = 1 / (2 \pi f_{res} C)$$

nous pouvons calculer f_{res}

$$f_{res} = 1 / (2 \pi \sqrt{LC})$$

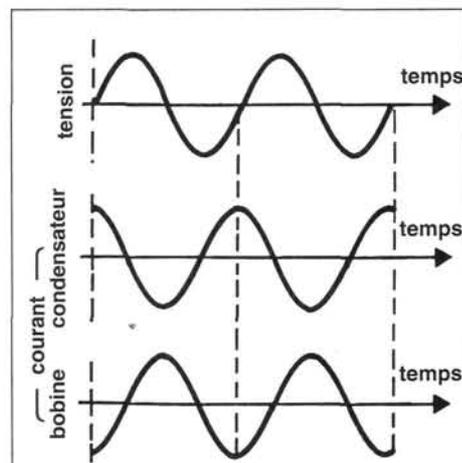


Figure 5 – Tension aux bornes du circuit LC parallèle et courant circulant dans chaque branche, en fonction du temps.

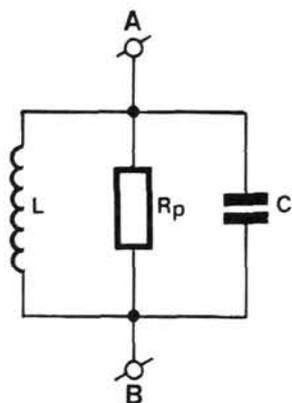


Figure 6 – Le circuit LC parallèle, tel qu'il est en réalité. La résistance est due aux imperfections des composants.

le circuit n'était pas idéal

Revenons à la figure 4 où nous avons vu en 4b, que le diviseur de tension ne laissait passer que les signaux d'une certaine fréquence, atténuant plus ou moins les autres. Ceci n'est pas étonnant, puisque la dérivation n'est pas praticable à l'heureux élu auquel elle présente un obstacle, une impédance très grande.

En réalité, tout condensateur présente une résistance de fuite, en parallèle avec lui, de même qu'une bobine, comme tout conducteur qui se respecte, a une résistance. Un artifice mathématique permet de présenter les choses comme sur la figure 6, où R_p symbolise toutes les résistances, même celle de la bobine (en fait en série avec elle). Plus la résistance de la bobine est élevée, plus R_p est petite, et plus la réponse en fréquence du filtre est amortie.

Expliquons-nous : à cause de R_p , même à la fréquence de résonance, un certain courant circule entre A et B. Le diviseur de tension existe donc, ce qui nous donne une courbe de réponse en fréquence un peu plus aplatie que celle souhaitée (figure 7).

Ce n'est pas tout. Le signal à la sortie du dispositif est bien sûr exploité. On peut mettre par exemple en sortie un transistor qui l'amplifie (figure 8). Ce transistor représente, comme R_p , une nouvelle charge en parallèle qui vient encore amortir la réponse.

* Ici, un filtre ne laisse pas "passer" le "marc", c'est-à-dire les signaux de fréquence indésirables, vers le reste du circuit. Il laisse pourtant mieux passer le "marc" que le "jus", signal intéressant, vers la masse.

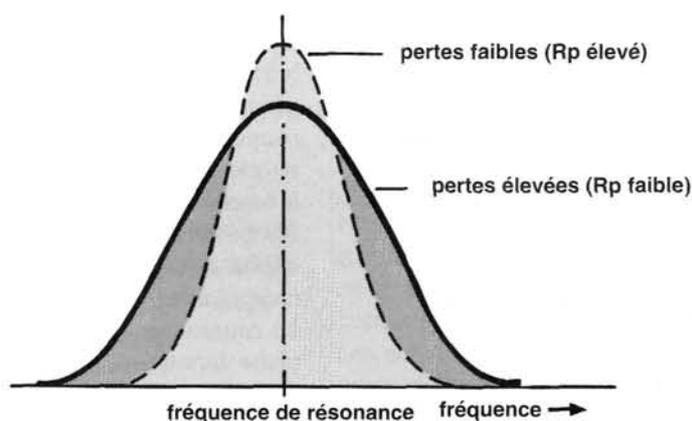


Figure 7 – La présence d'une résistance R_p , en parallèle avec la bobine et le condensateur, amortit la réponse du filtre qui est d'autant moins sélectif que cette résistance est moins élevée. On doit la prendre en compte dans tous les filtres LC parallèle où elle est d'autant plus petite (plus elle est petite, plus la courbe s'écrase) que la résistance ohmique de la bobine est plus grande.

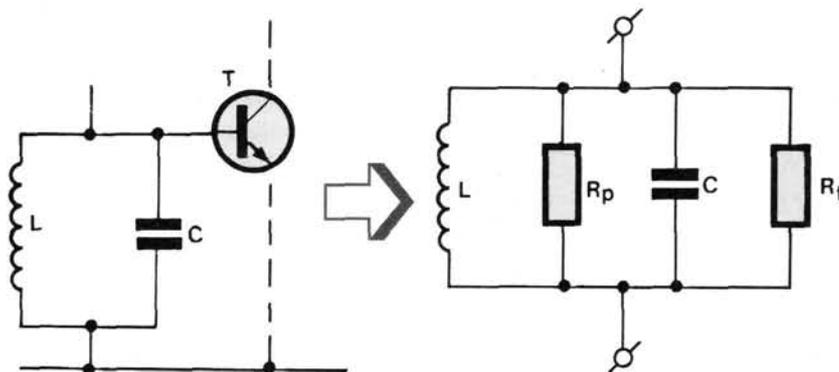


Figure 8 – Il ne faut pas négliger les dispositifs situés en aval du filtre qui introduisent des résistances en parallèle à celui-ci et atténuent sa réponse en fréquence.

bande passante

Le circuit LC parallèle est pratiquement toujours utilisé comme filtre passe-bande.

Son rôle est donc de ne laisser passer qu'une partie du spectre des fréquences, court-circuitant le reste. Son utilisation la plus connue constitue le premier étage

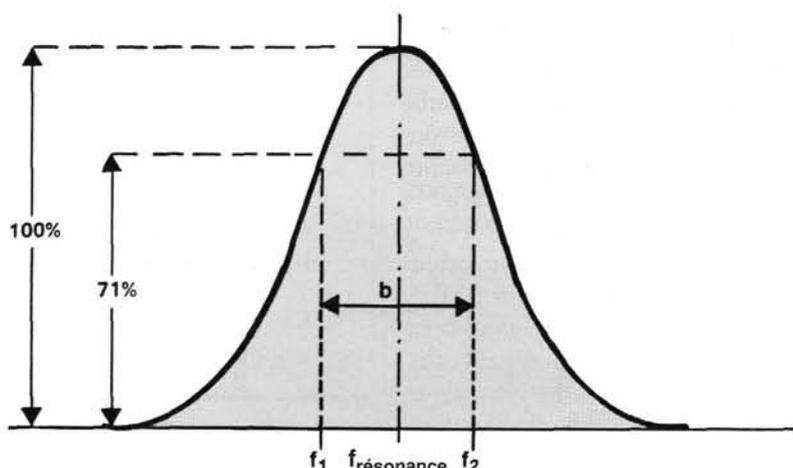
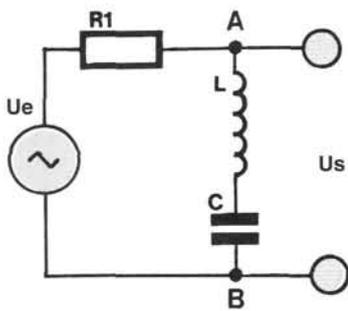


Figure 9 – La différence entre les fréquences de coupure haute (f_2) et basse (f_1) s'appelle bande passante à -3 dB. Une bande passante b étroite correspond à un dispositif sélectif. Les 3 dB correspondent à une division de la puissance par 2, soit à une division de la tension par la racine de 2. (Diviser par $\sqrt{2}$ c'est multiplier par 0,71 à 1pp.)



$$U_s = \frac{Z}{R_1 + Z} \cdot U_e$$

$$(Z = X_C + X_L)$$

Figure 10 – Le filtre LC série est le complémentaire du filtre parallèle : c'est un filtre coupe-bande.

d'un récepteur de radio. Lorsque l'appareil est accordé sur une fréquence, seul le signal y correspondant doit parvenir à l'amplificateur qui suit. L'antenne en capte d'autres que le filtre évacue pour éviter qu'ils n'atteignent cet étage, faute de quoi la plus grande confusion peut régner. Il va de soi que le filtre est d'autant plus efficace que le domaine des fréquences qu'il laisse passer est plus étroit*. Dit d'une autre manière : plus sa réponse en fréquence est amortie, plus large est le domaine des fréquences qu'il laisse passer sans les atténuer ou en les atténuant à peine. Dans ce contexte on parle volontiers de son coefficient de qualité, le facteur Q. Cette grandeur donne une idée précise de la forme de la courbe de réponse en fréquence, de la bande passante en particulier. Voilà un terme qui demande une définition : la bande passante est l'intervalle de fréquence dans lequel l'atténuation de la tension est inférieure à 71%. Sur la figure 9, c'est la portion de la courbe comprise entre f_1 , dite fréquence de coupure basse, et f_2 , dite fréquence de coupure haute. On la désigne par b et l'on a :

$$b = f_2 - f_1$$

Le taux de 71% correspond à un facteur de $1/\sqrt{2}$ soit à une atténuation de 3 dB (le n°22 d'ELEX vous en dit plus et nous aurons peut-être l'occasion d'y revenir). Le facteur Q d'un circuit peut être mesuré à l'aide d'un Q-mètre et calculé comme suit :

$$Q = f_{res} / (f_2 - f_1) = f_{res} / b$$

circuit série

Il est aussi possible de mettre le condensateur et la bobine en série (figure 10). Le

filtre n'a plus du tout les mêmes effets : il laisse alors passer toutes les fréquences, hormis la fréquence de résonance. C'est pour cette raison qu'on l'appelle filtre coupe-bande ou filtre éliminateur ou réjecteur de bande. Pour en comprendre le fonctionnement, regardons comment se comportent le courant, la tension et leur déphasage, dans ses différents composants.

Le courant, pour commencer : il est en phase dans tous les composants. Plus précisément, le courant de charge du condensateur traverse simultanément la bobine et la résistance. Il n'en est pas de même pour les tensions aux bornes des composants, puisque, dans le cas du condensateur, le courant est déphasé de 90° en avance sur elle, et de 90° en retard dans le cas de la bobine. Les tensions sont donc déphasées entre elles de 180° (figure 11). La tension de sortie du circuit de la figure 10 est, bien entendu, la somme des tensions aux bornes des composants. Comme elles sont en opposition de phase, elles se retranchent.

Que se passe-t-il maintenant si l'on fait varier la fréquence du signal présent à l'entrée du circuit ? En basse fréquence, l'impédance de la bobine est quasiment négligeable devant celle du condensateur, c'est alors ce dernier qui limite le courant dans la dérivation. En haute fréquence, c'est le contraire qui se produit : le condensateur équivaut à un court-circuit, tandis que l'impédance de la bobine limite le courant. La courbe de réponse en fréquence du circuit de la figure 10 a la forme représentée sur la figure 12. Le circuit série a, exactement comme son homologue parallèle, une fréquence de

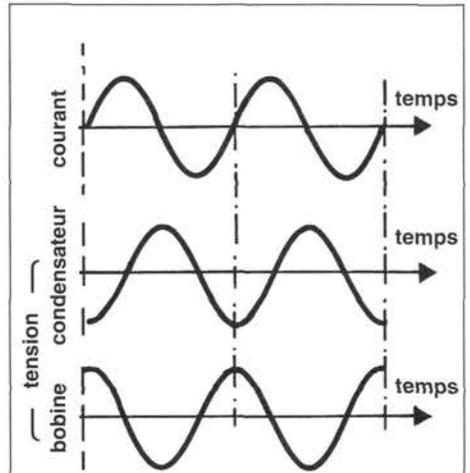


Figure 11 – Allure de la tension aux bornes des composants, et du courant dans la dérivation, à la résonance, en fonction du temps.

résonance, que la même formule permet de calculer. La grande différence entre les deux est, qu'à cette fréquence, le filtre série se comporte comme un court-circuit, limité par les imperfections des composants, alors que le filtre parallèle a une très grande impédance, limitée pour les mêmes raisons. Comme on le voit sur la figure 11, à la résonance, les tensions aux bornes des composants sont exactement opposées : la tension aux bornes de l'ensemble est donc nulle alors que le courant qui traverse la dérivation est maximal.

Il n'est donc pas difficile de calculer l'impédance de la dérivation : si la tension est nulle, si le courant est maximal, point de doute possible, l'impédance est nulle. Nous n'avons à faire à rien d'autre qu'à un court-circuit : le signal n'atteint plus la

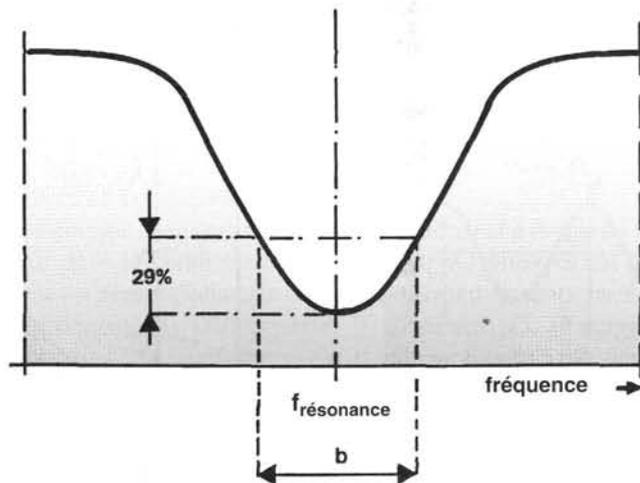


Figure 12 – Les composantes du signal de fréquence inférieure ou supérieure à la fréquence de résonance passent (presque) sans encombre. Le "marc" ici, ce sont les signaux proches de la fréquence de résonance.

enregistreurs de vol

**les témoins de l'accident
étaient sous
la queue de l'avion**

Retrouvera-t-on les boîtes noires? Telle est la question qui se pose après chaque catastrophe aérienne. Qu'un missile descende un Jumbo-jet, quelque part entre le Japon et la Sibérie orientale, qu'un avion cargo perde ses réacteurs et s'écrase sur un quartier populaire d'Amsterdam, le commentaire est invariable : « On recherche activement les boîtes noires ».

Un boîte noire, est un dispositif dont "on" ne connaît ni le fonctionnement ni la structure

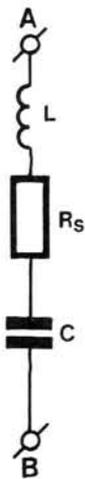


Figure 13 – Il faut, ici aussi, introduire une résistance dans le schéma, pour parfaire la représentation de la réalité.

sortie. Nous l'avons déjà dit, la situation n'est telle que nous l'avons décrite que si les composants, parfaits, ne présentent pas de résistance ohmique**. Ce n'est pas le cas le plus courant. Il faut donc tenir compte des pertes, symbolisées par la résistance R_s de la figure 13. Le court-circuit à la résonance n'est plus franc et massif, de sorte que la réponse en fréquence présente un minimum un peu plus élevé. Le facteur Q donne ici aussi une idée de la forme de la courbe et les mêmes paramètres sont utilisés pour son calcul.

en HF seulement ?

En introduction nous disions que condensateurs et bobines étaient des composants de haute fréquence. Ce n'est qu'en partie vrai puisqu'il est aussi possible de fabriquer des filtres avec eux pour des circuits fonctionnant en basse fréquence. Leurs valeurs et leurs dimensions sont alors respectables. On leur préfère cependant des filtres constitués de résistances et de condensateurs (les circuits RC) qui épargnent de la place pour un résultat sensiblement identique. Une exception cependant pour le découplage des baffles, où la place ne manque pas, qui utilise des circuits LC, les circuits RC ayant alors un trop mauvais rendement.

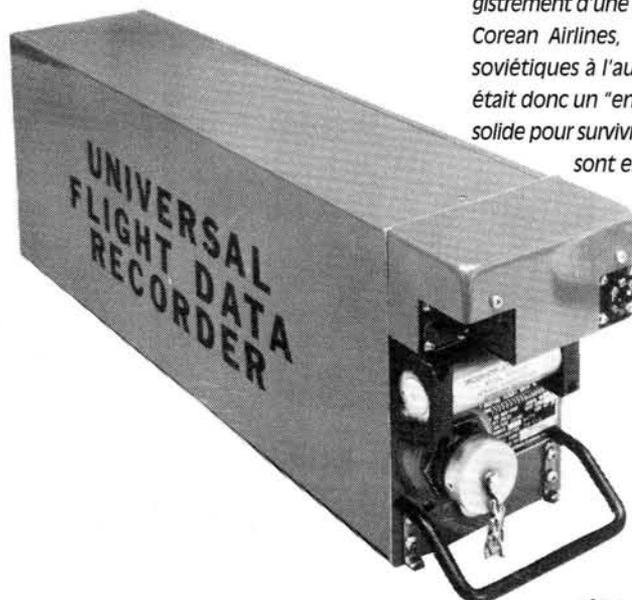
87690

Figure 1 – Un avion de ligne embarque deux "boîtes noires" qui doivent témoigner, en cas d'incident ou d'accident, l'une (ci-contre et page suivante), des derniers dialogues à l'intérieur de la cabine de pilotage, entre les membres de l'équipage, ainsi qu'entre l'équipage et les ingénieurs du contrôle de la navigation aérienne (Cockpit voice recorder), l'autre (ci-dessous), des données techniques concernant les dernières 24 heures de vol (Flight data recorder).



ni la composition*. "On" ne s'intéresse qu'à ce qui en sort. Un téléviseur, par exemple, est une boîte noire pour un utilisateur qui ne touche pas à l'électronique; une carte électronique est une boîte noire pour le dépanneur qui la remplace lorsqu'elle est en panne, sans savoir comment elle fonctionne. Pour la presse, les boîtes noires n'existent que lors des catastrophes : « Les Russes ont dernièrement remis aux Américains l'enregistrement d'une des boîtes noires de l'avion des Korean Airlines, descendu par leurs ancêtres soviétiques à l'automne de 1983 ». Cette boîte était donc un "enregistreur". Il fallait qu'elle fût solide pour survivre à une telle catastrophe : elles

sont en effet conçues pour résister à des accélérations mille fois supérieures à celle de la pesanteur. Leurs entrailles pèsent alors mille fois leur poids : telle pièce, qui accuse un gramme sur la balance, pèse un kilogramme au moment du choc le plus violent que les boîtes sont faites pour encaisser. Elles supportent aussi relativement bien la chaleur, puisqu'elles tolè-



** Une résistance ohmique est bien sûr une résistance qui n'obéit qu'à la loi d'Ohm et non une "résistance exprimée en ohms".

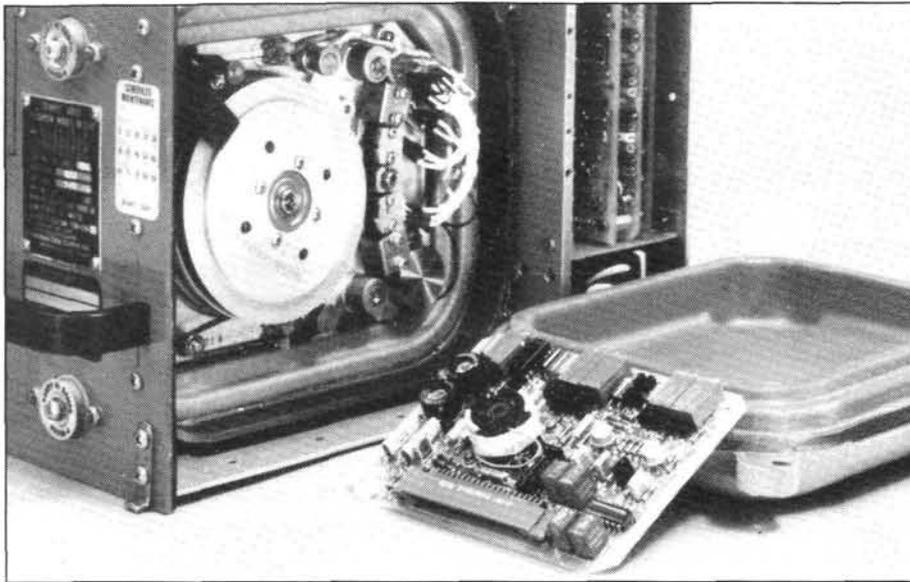


Figure 2 – Un magnétophone un peu particulier enregistre des données numériques exploitables par ordinateur. Les informations stockées doivent être fiables et leur emballage, résistant aux chocs et au feu, ne pas se perdre dans la nature. Outre leur couleur rouge vif, qui en facilite la découverte à terre, un émetteur d'ultrasons permet de les localiser en cas d'immersion (le cylindre sous la poignée – cf photos de la page précédente).

me. La bande tourne en continu en boucle fermée, aussi ne garde-t-elle automatiquement que les dernières 30 mn d'enregistrement. Les données concernant le vol sont conservées sur un support identique, un peu plus conséquent cependant, puisqu'il permet 25 heures d'enregistrement. Un accident peut être précédé de multiples incidents techniques dont on conserve ainsi la trace. La bande est enroulée sur les deux bobines de l'enregistreur qui fonctionne en continu, avec retour automatique au début lorsqu'il a terminé (auto reverse). Lorsque toutes les pistes ont été utilisées, l'enregistrement se poursuit sur la première, recouvrant les données stockées 25 heures auparavant. Pour une longueur de bande de 273 m par exemple et quatre pistes, la vitesse, plutôt lente, est de 12 mm/s. Ces 12 mm contiennent un nombre impressionnant d'informations numérisées, issues donc d'un ordinateur. Autrefois, dans les années cinquante, les données, gravées sur une feuille de métal, étaient en petit nombre, cinq en tout sans doute : à côté de l'heure, figuraient la pression atmosphérique en altitude, la vitesse du vol, son accélération verticale (chute ou ascension) et la route suivie par l'avion. Les organismes internationaux régissant la navigation aérienne exigent aujourd'hui jusqu'à 180 paramètres.

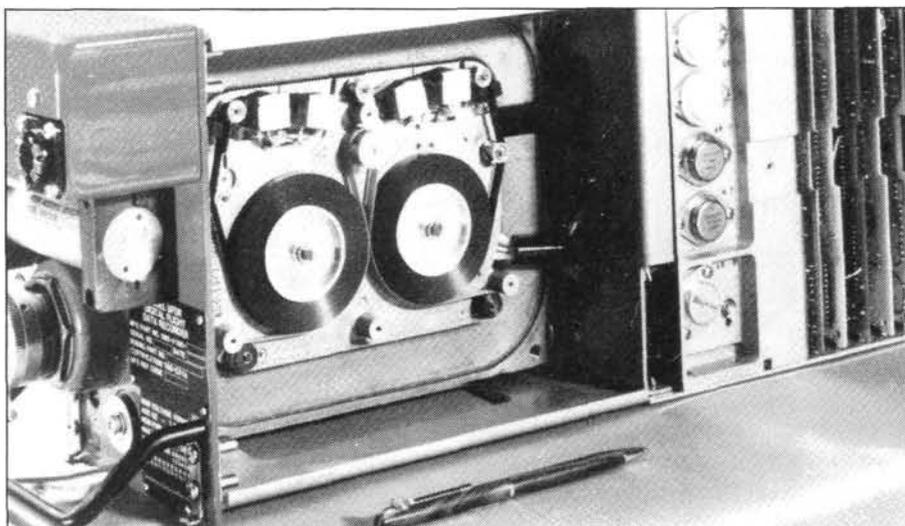
Des appareils aussi compliqués et aussi fiables ont bien sûr leur prix. Compte tenu cependant des informations qu'ils apportent et de la diminution des risques d'accident dont leur exploitation est la conséquence, leur coût, de l'ordre de deux cent mille francs, est tout à fait négligeable.

* Dictionnaire de Mathieu, Kastler et Fleury – Masson-Eyrolles

Figure 3 – Sur les bobines du magnétophone enregistrant les conversations du poste de pilotage, une bande magnétique sans fin contient chaque fois la dernière demi-heure de dialogues. Tout est mis en œuvre pour que le coffre-fort qui contient ces données précieuses résiste aux chocs, à l'incendie ou à une immersion prolongée.

rent, sans détérioration majeure pour les messages qu'elles contiennent, une température de 1100°C pendant une demi-heure. Il est en effet possible d'en maintenir le contenu à l'abri de la chaleur pendant un certain temps, grâce à des parois doublées, remplies d'une mousse synthétique imbibée d'un liquide. L'évaporation du liquide, comme celle de la sueur à la surface de votre peau, consomme de l'énergie et permet d'éviter une trop rapide élévation de la température à l'intérieur. De plus, pour limiter au maximum les contraintes auxquelles les enregistreurs peuvent être soumis en cas de catastrophe, on les installe vers la queue de l'avion (en dessous), partie qui, statistiquement, se conserve le mieux. Contrairement à ce que l'on pourrait penser, ces dispositifs ne disposent pas d'une alimentation propre, ils sont branchés sur le réseau du bord, de telle sorte que les enregistrements s'interrompent automatiquement dès que l'avion est privé d'électricité, donc de commandes : à sa mort clinique en quelque sorte. Les mesures de conservation sont optimales, que demander de plus ? Il ne sert à rien de faire de bonnes conserves si elles se perdent dans la nature. Deux mesures permettent donc de les

retrouver : leur couleur rouge vif les signale aux équipes de recherche à terre ; en cas d'immersion, un émetteur d'ultrasons, monté à l'extérieur de chaque boîte, permet à des sondes spécialisées de les localiser jusqu'à 6000 m de fond. Comme les journaux nous l'ont répété, les boîtes noires sont au nombre de deux. L'une contient un dispositif qui enregistre les paramètres techniques du vol, c'est le Flight data recorder, l'autre est un magnétophone comme nous les connaissons, ou Cockpit Voice Recorder, qui enregistre les conversations tenues dans la cabine de pilotage et les dialogues avec les ingénieurs du contrôle du trafic aérien. L'enregistreur des voix de la cabine de pilotage fonctionne comme un magnétophone à cassette à bande sans fin. La vitesse de la bande, de 5 cm/s, est d'ailleurs à peu de chose près la même. Le support d'enregistrement n'est cependant pas aussi fragile que celui sur lequel vous enregistrez vos interprètes favoris : ruban de métal, il ne se laisse pas déchirer et résiste à la chaleur. Il faut qu'il en soit ainsi, puisqu'il contient les témoignages à chaud, quelquefois même, les dernières paroles des acteurs du dra-



feu bicolore pour boîte aux lettres

vert : attendre – rouge : courir

Courir à la boîte aux lettres ou attendre sous son parapluie le passage du facteur ! Il est loin le temps où ce fonctionnaire, de tous le plus aimé, venait déposer le courrier à la cuisine et prendre son canon. Beaucoup d'enfants, disait-on, lui ressemblaient, allez savoir pourquoi. Aujourd'hui, il ne fait plus signe qu'à la boîte aux lettres, au rez-de-chaussée des immeubles ou au bout du jardin pour les plus vernis. La boîte elle-même n'en montre rien. À moins d'être pourvue d'un mouchard...

bascule RS dans les coulisses

Comment ça marche ? Le dispositif est très simple. La boîte aux lettres contient un phototransistor, qui détecte son ouverture. On peut éventuellement accompagner le capteur d'une LED, si la luminosité n'est pas suffisante pour le faire commuter. Nous y reviendrons. Un câble à deux (ou trois) conducteurs relie le détecteur (et la LED) à un témoin lumineux, judicieusement placé dans l'appartement. Il faudra peut-être enterrer des fils, éventuellement leur ménager un passage dans l'encadrement d'une porte ou d'une fenêtre. Le circuit de signalisation ne comporte guère plus qu'un 555 et deux LED : une verte, allumée avant le passage du facteur, une rouge, signalant la présence du courrier.

Le 555 n'est pas nouveau venu dans ces colonnes où il a déjà trouvé de nombreuses applications. Conçu d'abord comme temporisateur analogique (*timing circuit*), il peut trouver d'autres applications. Nous l'employons ici comme bascule RS améliorée.

La figure 1 illustre son fonctionnement dans deux cas. Il s'agit chaque fois d'une représentation simplifiée du dispositif où les entrailles du 555 sont schématisées. Les niveaux logiques présents à l'intérieur du circuit sont donnés dans les deux situations que nous allons voir.

En 1a, le courrier a été relevé, le circuit remis à zéro (*reset*), le phototransistor est dans l'ombre : aussi longtemps que dure cet état, l'entrée inverseuse de déclenche-

Pour certains, le courrier est une drogue : le courrier à recevoir. Ils sont en manque, avant le passage du facteur. Après ça va mieux, ou plus mal, si la lettre attendue n'est pas arrivée. Au lieu de courir à la boîte au moindre bruit, un de nos lecteurs s'est assis, la tête entre les mains, pour concevoir ce circuit qui le dispense enfin de quelques pas.

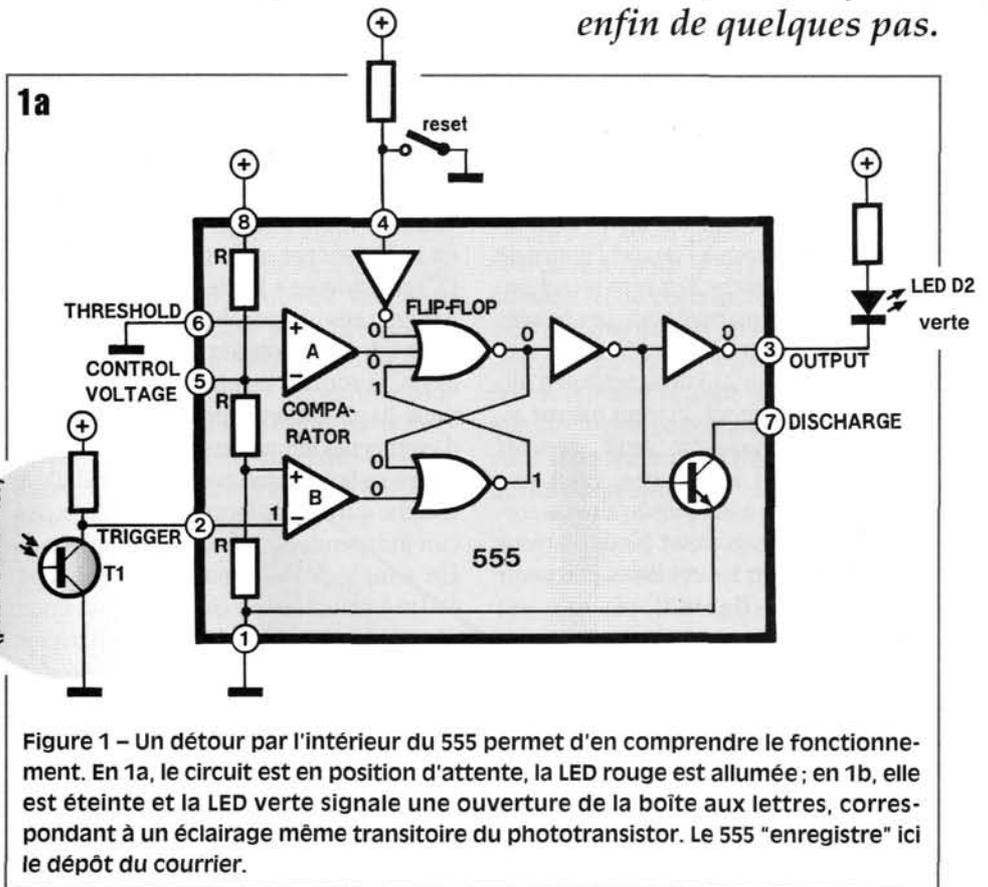


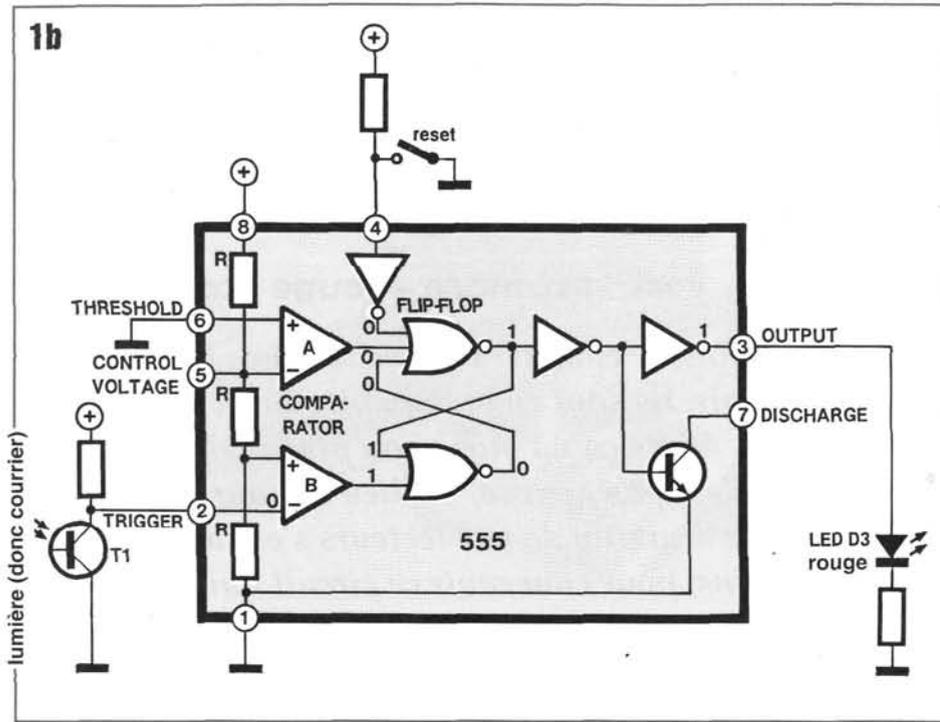
Figure 1 – Un détour par l'intérieur du 555 permet d'en comprendre le fonctionnement. En 1a, le circuit est en position d'attente, la LED rouge est allumée ; en 1b, elle est éteinte et la LED verte signale une ouverture de la boîte aux lettres, correspondant à un éclairage même transitoire du phototransistor. Le 555 "enregistre" ici le dépôt du courrier.

ment (*trigger*) du comparateur B est maintenue au niveau de la tension d'alimentation. Cette tension, supérieure à celle qui règne sur l'entrée non inverseuse, a fait passer la sortie du comparateur à zéro. La sortie de la bascule (*flip-flop*) câblée ensuite reste aussi à zéro, comme la broche 3 du 555 : la LED D2 verte, traversée par un courant, est allumée.

En 1b (*veuillez tourner la page*), le courrier a été déposé, de sorte que le phototransistor T1, éclairé, même fugitivement, a pu se débloquent. La tension sur l'entrée inverseuse du comparateur B est tombée bien au-dessous du tiers de la tension d'ali-

mentation qui règne sur l'entrée non inverseuse (pont diviseur R/3R, interne au circuit intégré) : la sortie est passée à un – qu'elle soit retombée tout de suite à zéro, n'importe pas. Cette sortie est l'entrée *set* de la bascule qui "s'met" aussi à un. La broche 3 du circuit intégré passe donc à un, permettant à la LED D3, rouge, de s'allumer, tandis que la LED verte s'éteint. Pour retrouver la situation représentée en 1a, il ne suffit pas que le phototransistor se retrouve dans l'ombre, à nouveau bloqué, il faut encore mettre à un l'une des trois entrées de remise à zéro de la bascule (POUR QUE LA SORTIE D'UN OPÉRATEUR OU-

détection d'arrivée du courrier



boîtier séparé. Il est possible aussi d'utiliser le transformateur de sonnette (8 V au secondaire) à condition de remplacer IC2 par 7808 par exemple.

Le montage tient sur une platine de format 1 dont l'implantation vous est donnée sur la figure 3 : le câblage prendra peut-être moins de temps que n'en demandera le montage du capteur dans la boîte. La figure 4 propose deux solutions : si vous désirez que le circuit s'enclenche, même lorsque le courrier arrive dans la boîte en l'absence de lumière extérieure, D1 est aussi nécessaire que T1. La boîte que nous utilisons diffère peut-être de celle dont vous disposez mais les indications données vous permettront de l'adapter à vos besoins.

Commencez par ouvrir le couvercle, puis percez une fente à la face supérieure de la boîte. À l'intérieur de celle-ci, de chaque côté de la fente, fixez la LED et le phototransistor, bien en face l'une de l'autre. Sur

NON PASSE À ZÉRO, IL SUFFIT QU'UNE DE SES ENTRÉES SOIT À UN ; LA SORTIE N'EST À UN QUE SI TOUTES LES ENTRÉES SONT À ZÉRO. La remise à zéro a lieu lorsque l'on met l'entrée de remise à zéro (broche 4) à zéro en actionnant le poussoir marqué *reset*. Les entrées de l'amplificateur A sont fixées, l'une (*control voltage*) au 2/3 de la tension d'alimentation par le pont diviseur interne au circuit, l'autre (entrée dite "seuil", *threshold non inverseuse*) à la masse, pour nos besoins : il reste passif, puisqu'ainsi sa sortie ne change jamais d'état. Nous pouvons tirer le rideau sur les coulisses et revenir dans la salle (figure 2) où tout est transparent.

Il ne reste, sur la figure 2, qu'à parler des *impedimenta* et de quelques accessoires. La tension d'alimentation, pour commencer, est redressée par un pont de diodes (D4 à D7) et stabilisée à l'aide d'IC2, qu'accompagnent ses inséparables condensateurs C2 et C3. À l'opposé sur la figure, un filtre (R3/C1) adoucit les effets des commutations du phototransistor, tout en étouffant d'éventuelles impulsions parasites. La LED D1, en option, forme avec T1 une cellule à fourche qui rend le fonctionnement du circuit indépendant de la lumière du jour. Un simple transformateur fournissant 100 mA sous 15 V au circuit suffira. Pour plus de sécurité, vous le placerez dans un

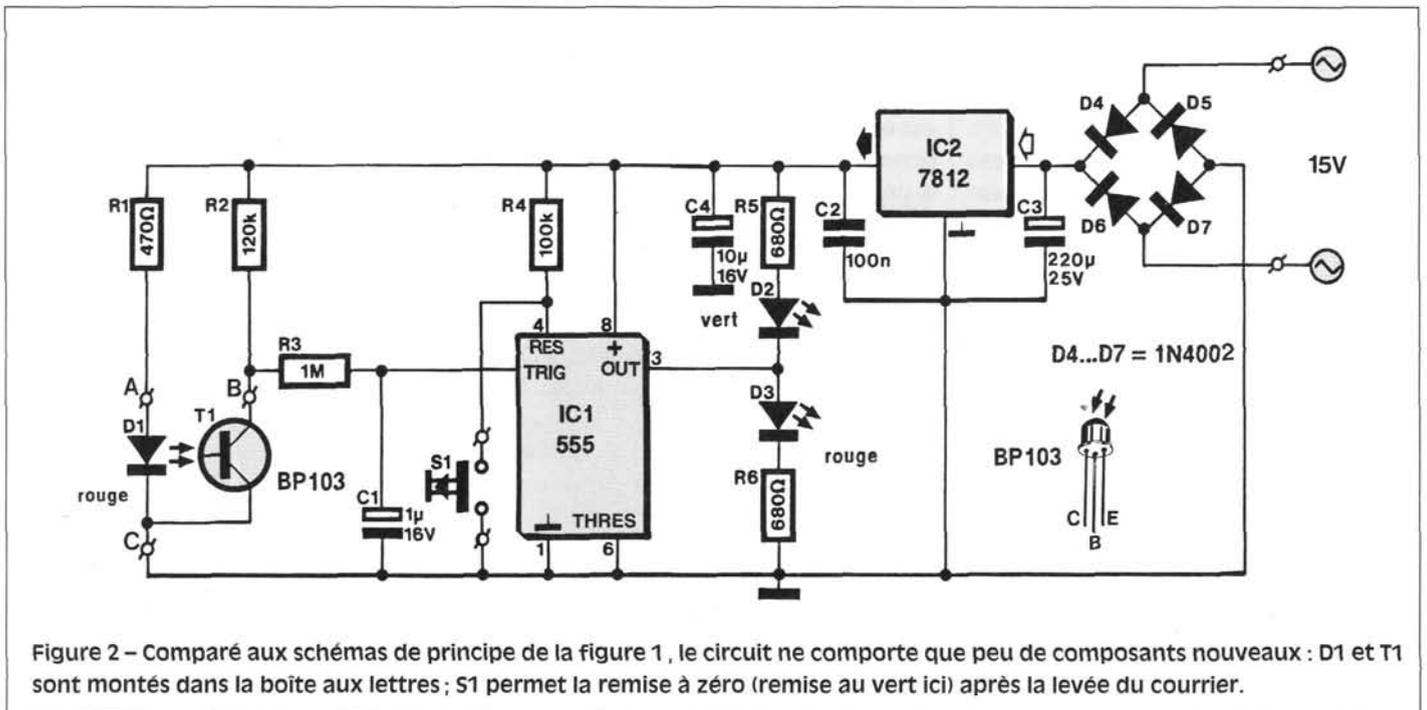
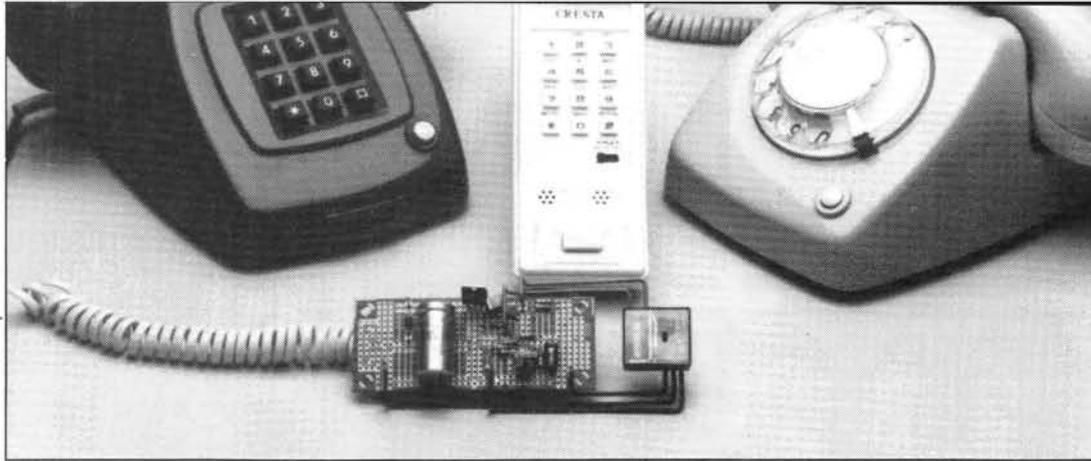


Figure 2 – Comparé aux schémas de principe de la figure 1, le circuit ne comporte que peu de composants nouveaux : D1 et T1 sont montés dans la boîte aux lettres ; S1 permet la remise à zéro (remise au vert ici) après la levée du courrier.

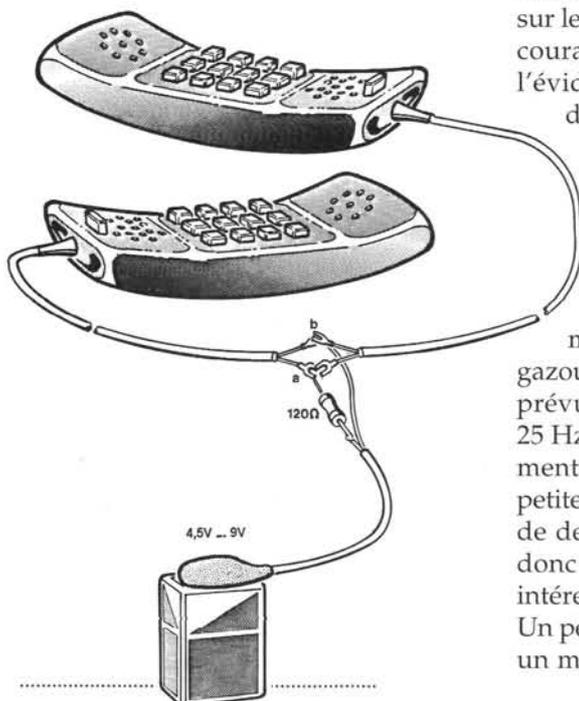


central téléphonique domestique

pour deux postes ou plus

Depuis leur apparition sur nos marchés, les appareils téléphoniques fabriqués en Extrême-Orient ont subi une baisse de prix considérable. En utiliser une paire pour créer un réseau intérieur : pourquoi pas ? Si le seul problème est de les alimenter. Une simple pile devrait suffire...

Figure 1 – Il est possible de relier simplement en interphone deux appareils téléphoniques du type *made in Hong-Kong*. Le plus gros inconvénient, outre l'usure rapide de la pile, est qu'il est impossible de "sonner" son correspondant.



Si vous disposez d'une paire d'appareils téléphoniques, peut-être vous êtes-vous déjà rendu compte qu'il était possible de les connecter directement l'un à l'autre. C'est très simple, une pile de 9 V et une banale résistance suffisent pour réaliser cette installation (**figure 1**). Ce branchement a cependant deux graves inconvénients : après deux ou trois heures de fonctionnement, le silence, témoignant de l'usure de la pile, occultera les monologues ou le dialogue en cours sans se soucier de leur importance. La pile ne tient pas plus longtemps pour la bonne raison que la résistance intérieure des appareils, de l'ordre de 200 Ω , suffit pour la mettre sur les genoux. Calculez l'intensité du courant pompé pour vous rendre à l'évidence (en appliquant la loi d'Ohm bien sûr). L'autre défaut de ce montage est que la sonnerie est inhibée : il est impossible de manifester au correspondant éventuel, autrement qu'avec un porte-voix (ou par courrier ?) qu'il doit se mettre à l'écoute. La sonnerie, le gazouillis serait plus juste, est en effet prévue pour s'activer sous 24 V, à 25 Hz, tension et fréquence très rarement disponibles aux bornes d'une petite pile de 9 V. Le câblage tout bête de deux appareils en parallèle n'est donc pas une solution des plus intéressantes.

Un peu d'électronique devrait fournir un meilleur résultat et permettre de

créer, à peu de frais, un réseau domestique qui fonctionne.

alimentation et exigences

La consommation relativement élevée des appareils et la tension alternative nécessitée par la sonnerie (50 Hz conviennent) condamnent à l'utilisation du secteur, par l'intermédiaire obligé d'un transformateur, comme vous le voyez sur la **figure 2**. Nous avons choisi un modèle à deux enroulements secondaires de 2x12 V (il est possible d'aller jusqu'à 2x18 V). Le point milieu du secondaire alimente le circuit proprement dit tandis que la sonnerie utilise les deux autres bornes. Un minimum de précautions, rappelées par la tête de mort du schéma, sont nécessaires.

L'utilisation du secteur oblige en effet au respect d'un certain nombre de règles de sécurité, destinées à protéger le matériel (à moins que vous ne vouliez communiquer à l'indienne, par signaux de fumée) et les personnes (à moins que vous...). Un bref rappel donc pour commencer :

1. – Choisir un coffret de matière plastique et utiliser un cordon à prise moulée.
2. – Utiliser un transformateur moulé de classe E (tension d'isolement entre primaire et secondaire de 4240 V (approximativement) conforme à la norme VDE 0551).
3. – Prévoir 50 mA par appareil. Le transformateur délivrera donc au

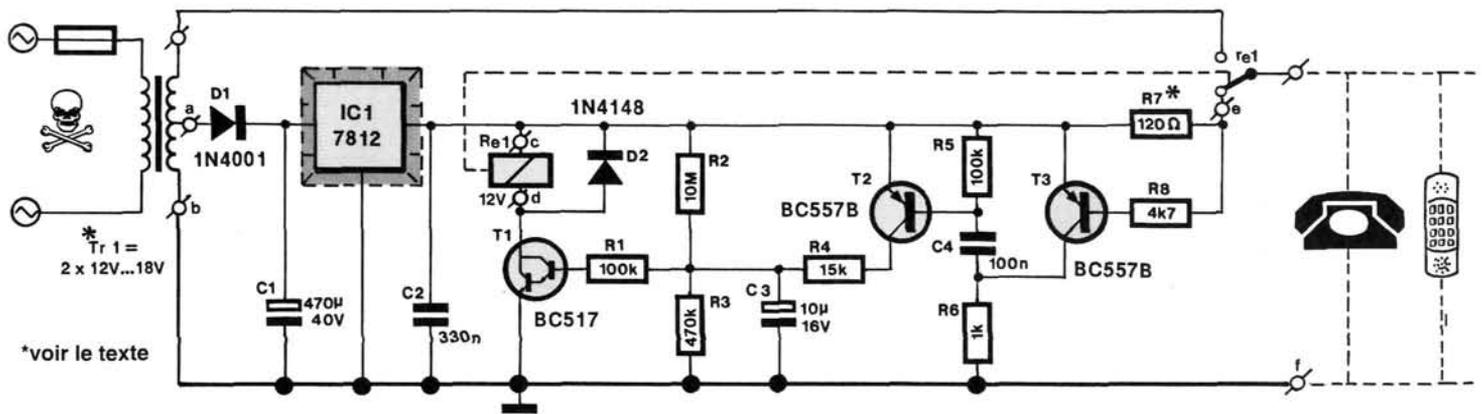


Figure 2 – Ce circuit très simple permet, à l'aide d'un relais, d'activer la sonnerie. Il n'est plus nécessaire de crier à son correspondant que l'on a quelque chose à lui communiquer sur la ligne intérieure.

minimum 100 mA (intensité efficace), parce qu'un monologue nécessite au moins deux appareils pour échapper au soliloque. En comptant 200 mA, vous vous épargnez toutes les surprises.

4. – Pour un isolement maximum, monter le transformateur sur une platine séparée, comme sur la figure 3 ; le coller pour qu'il tienne solidement (ruban adhésif ou collier de nylon). Fixer la platine elle-même dans sa boîte à l'aide d'entretoises de 1 cm au moins. De cette façon, la distance de 6 mm entre les bornes de raccordement et le boîtier sera respectée. Un morceau de plaquette pastillée convient parfaitement si l'on prend la précaution de séparer les soudures (distance de 6 mm minimum) en arrachant un maximum de pastilles entre primaire et secondaire, entre soudures, entre bornes et vis de fixation. Utiliser des borniers à vis pour l'arrivée du secteur (figure 3). Utiliser du câble bien isolé et de diamètre suffisant pour toutes les liaisons. Introduire le fil dans les œillets des cosses, s'il faut le souder. Si les cosses sont pleines, consolider les connexions avec de la gaine thermorétractable.

5. – Comme nous le verrons plus loin, un radiateur d'une résistance thermique de 10°C/W au maximum permettra au régulateur de tension (IC1) de donner toute sa mesure sans faire fondre le boîtier.

Les règles du jeu ainsi fixées, nous pouvons continuer. Commençons par relier la borne "chaude" (12 V ≈) du premier enroulement du secondaire du transformateur à la borne "froide" (0 V ≈) du second. Nous obtenons ainsi un point milieu. Pour ne pas confondre les cosses prendre les

mesures qui s'imposent : repérage des enroulements à l'ohmmètre, puis établissement d'un pont provisoire, mise sous tension et mesures au voltmètre (c'est de l'alternatif bien sûr).

La tension disponible sur le point milieu défini précédemment est redressée par D1 (une alternance), puis lissée grossièrement par C1 avant d'attaquer le régulateur IC1, un 7812 à la sortie duquel nous la récupérons, continue, de 12 V et des plus propres.

schéma et mode d'emploi

Le meilleur moyen de savoir comment ça marche est de décrocher un des combinés de façon à boucler la ligne. La résistance en continu de l'appareil concerné est assez faible alors pour permettre à un courant de le traverser via le contact (e) du relais (près de R7 sur la figure 2). Ce courant parcourt aussi la résistance R7 qui provoque une chute de tension de l'ordre de 3 V à 7 V. Le transistor T3, alimenté par R8, en profite pour conduire, de sorte que T2 reçoit sur sa base par l'intermédiaire de C4 une courte impulsion. C'est assez pour qu'il conduise, au moins pendant la durée de l'impulsion, permettant à C3 de recevoir un peu de courant. La tension aux bornes du condensateur monte donc un tout petit peu, pas assez cependant au gré du *darlington* qui reste encore bloqué. La situation ne change que si T3 compense la qualité par la quantité en fournissant, sur une brève durée, une grande série d'impulsions. La charge de C3 n'est pas de tout repos puisque ce condensateur se vide : la tension à ses bornes est maintenue intentionnellement bas-

se par le pont diviseur R3/R2. Pour pouvoir commander le relais par l'intermédiaire de T1, il faut donc que T2 "conduise très vite", fournissant par ses impulsions rapprochées plus de courant que R3 n'en laisse fuir. – Une question ? – Oui : d'où tirer les trains d'impulsions ? – Du récepteur téléphonique tout simplement. Composer un numéro, c'est produire avec l'appareil une série d'impulsions dont le nombre dépend du numéro choisi : plus le chiffre est élevé plus les impulsions sont nombreuses. Le "0" ici n'est qu'un chiffre (il retrouve ses origines) qui ne correspond pas à une absence d'impulsions, guère exploitable, mais au plus grand nombre, c'est un "zéro et je retiens un", qui fait plus d'effet que le "9". Ces impulsions arrivent, par l'intermédiaire du contact de relais et R8, sur la base de T3. Si le numéro choisi est assez élevé (0, 9 ou 8) le circuit est littéralement bombardé d'impulsions pendant une durée suffisante pour que la tension aux bornes de C3 permette à T1 de conduire : le relais colle. Il est possible de déterminer dans certaines limites, par le dimensionnement du diviseur de tension (R3, R2), quel chiffre mobilisera le relais et déclenchera la sonnerie de l'autre appareil.

C'est en effet ce qu'autorise la charge de C3. Puisque la commande de T1 fait coller le relais, toute la tension non redressée disponible sur le secondaire du transformateur se retrouve aux bornes des appareils. Cette tension alternative déclenche leur sonnerie ou leur gazouillis. Le relais n'est commandé que si la tension aux bornes de C3 permet que T1 conduise. Nous l'avons vu, le condensateur se vide rapidement par l'intermédiaire-

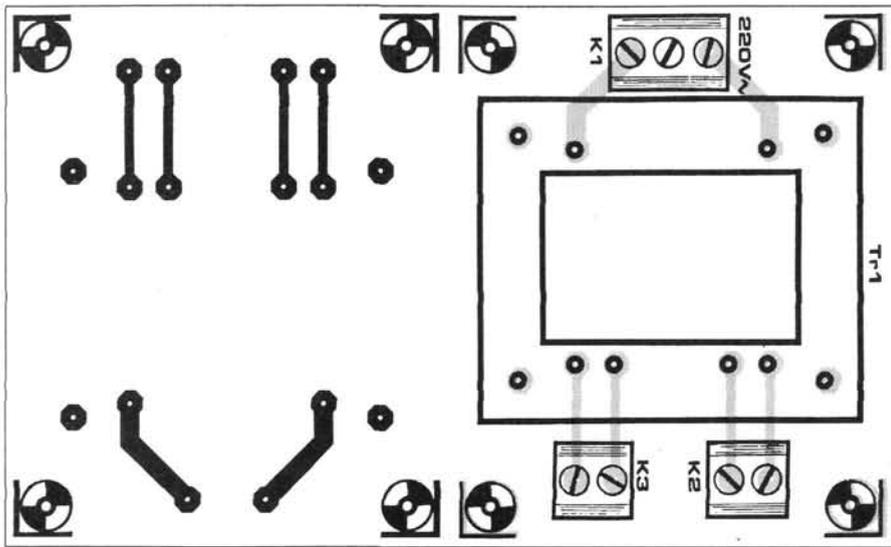
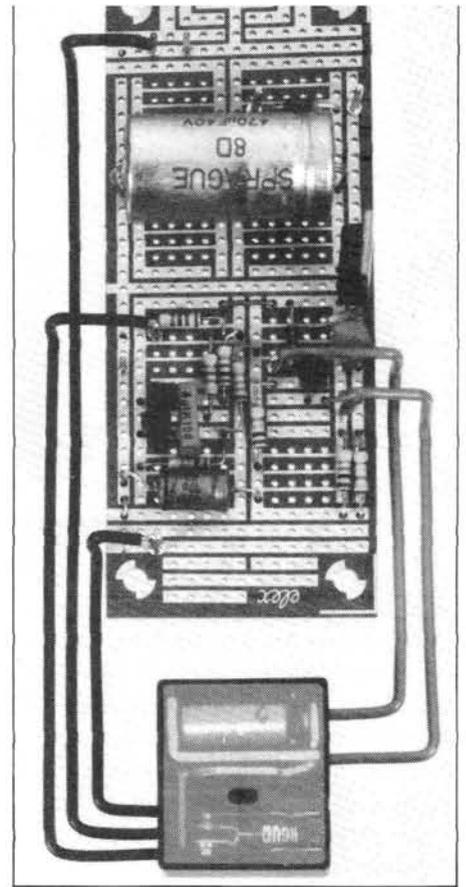


Figure 3 – Façon de monter un transformateur sur une platine. Si vous utilisez une plaquette pastillée, prenez soin d'isoler les soudures les unes des autres en les séparant par des zones dépourvues de pastilles sur une largeur de 6 mm au moins.



construction et installation

re de R3 si bien que T1 se bloque. Les contacts du relais reprennent la position de repos qui alimente les téléphones en continu et la sonnerie cesse. Il n'est possible d'appeler un poste précisément, si l'installation en comprend plus de deux, que si un code a été convenu préalablement avec les utilisateurs : Gédéon décrochera après deux sonneries, Aglaé, trois et Gudule, une par exemple. Il est aussi possible de perfectionner ce code de façon que l'appelé sache qui l'appelle en affectant un numéro à chaque liaison : Aglaé appelle Gédéon en appuyant une seule fois sur le 0 (ou le 9 ou le 8) ou Gudule en appuyant deux fois. Si Gédéon l'appelle, la sonnerie retentira trois fois, quatre si c'est Gudule...

Ceci dit, le contenu des communications n'est pas à l'abri des indiscretions de l'une ou l'un des utilisatrice(ur)s* : il est possible à Aglaé d'écouter ce que Gudule dit à Gédéon sans leur demander leur avis. Le régulateur, IC1, sera seul à s'en rendre compte. Si quatre postes sont décrochés en même temps, il est possible qu'il ait trop chaud et large tout pour se prendre un rafraîchissement (I_{max} est de 1 A). C'est pourquoi nous recommandons (toujours chaudement dans ce cas) de l'équiper d'un radiateur. Les mêmes raisons feront élire au poste de R7 une résistance bobinée de 2 W.

Comme nous l'avons dit plus haut, pour des raisons de sécurité, nous proposons de monter le transformateur sur une platine séparée. Ne vous servez de la figure 3 qu'une fois en possession de l'engin, puisqu'il n'est pas improbable que votre modèle diffère du nôtre. Si vous le câblez sur une plaquette pastillée, n'oubliez pas de bien séparer le primaire du secondaire par une frontière isolante d'au moins 6 mm de largeur : il suffit d'en arracher quelques pastilles. Même chose entre les soudures. Qui vous empêche aussi d'y prévoir une place pour le porte-fusible ?

Un platine d'expérimentation de format 1 contient tous les composants, à

l'exclusion du relais, comme le montre la figure 4. Il n'est pas défendu ici encore de respecter les consignes de sécurité, en évitant, entre autres choses, de laisser accessibles les parties sous tension. Le branchement d'un appareil téléphonique du type *made in Hong Kong* est un jeu d'enfants : le commun (plot 1 du conjoncteur) vient en (f), l'autre fil (plot 3) au relais. Sur les autres modèles**, pourvus de nombreux fils, nous vous laisserons chercher : tenez compte du fait que la ligne est polarisée ; comme vous en utilisez la sonnerie arrangez-vous pour qu'elle soit accessible au circuit de commande.

*Un masculin formé sur le féminin, pour flatter Eve.

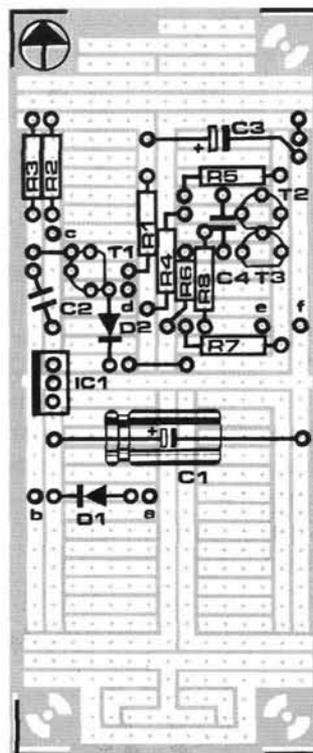
**Si l'appareil est doté d'un "conjoncteur" téléphonique, ses deux fils de ligne sont du même côté (impair, plots 1 et 3) ; l'autre fil, dit d'antintement, sur le plot 2, donc de l'autre côté du conjoncteur, n'est pas utilisé par le montage.



liste des composants

- R1, R5 = 100 kΩ
 R2 = 10 MΩ
 R3 = 470 kΩ
 R4 = 15 kΩ
 R6 = 1 kΩ
 R7 = 120 Ω/2 W, bobinée
 R8 = 4,7 kΩ
- C1 = 470 μF/40 V
 C2 = 330 nF
 C3 = 10 μF/16 V
- T1 = BC 517
 T2, T3 = BC 557B
- D1 = 1N4001
 D2 = 1N4148
 IC1 = 7812, régulateur de tension positive (et son radiateur)
 Tr1 = transformateur surmoulé 2×12 V, 5 VA
 Re1 = relais carte (type Siemens V23127 A0002 A101)

Borniers pour circuit imprimé
 Porte-fusible et fusible (100 mA retardé)
 Interrupteur secteur classe II
 Platine d'expérimentation de format 1



887720

Figure 4 – Une platine de format 1 pour un "central téléphonique" rudimentaire. Si les correspondants ont plus de quelques mots à se dire, ou s'ils sont plusieurs en ligne en même temps, IC1 appréciera d'être doté d'un radiateur : attention alors aux courts-circuits possibles avec les broches des composants passant à proximité, si elles ne sont pas convenablement isolées !

MINITEL

Pour tout savoir sur

- la table des matières : articles parus dans ELEX depuis sa création en 1988,
- les composants : explication claire pour chaque référence,
- le catalogue des livres PUBLITRONIC : bon de commande,
- les petites annonces gratuites : achat et vente de votre matériel,
- le forum : les questions techniques entre lecteurs,
- la messagerie : Boîte à lettres et messages à ELEX,
- l'abonnement : tarifs, anciens numéros, bon de commande.

Composez le 3615 code



ENVOI



Vous dites ? Vous ne saisissez pas tout à fait ce que le titre signifie ? C'est simple, nous nous proposons de fabriquer une tension de plus et moins 9 V ($\pm 2U_p$) à partir de la tension continue de 4,5 V (U_p) disponible aux bornes d'une pile plate par exemple.

Vous avez l'impression que nous voulons vous mener en bateau : nous sommes pourtant loin du premier avril. Vous pensez qu'un doubleur de tension nécessite un transformateur donc une tension alternative en entrée. Vous avez raison. C'est pourquoi nous ne disons pas que nous voulons "transformer" mais "convertir" : notre dispositif est un convertisseur de tension continu-continu. Son principe est presque aussi vieux que Matthieu Salé, un peu moins à vrai dire, mais de toutes façons très simple.

le principe à connaître

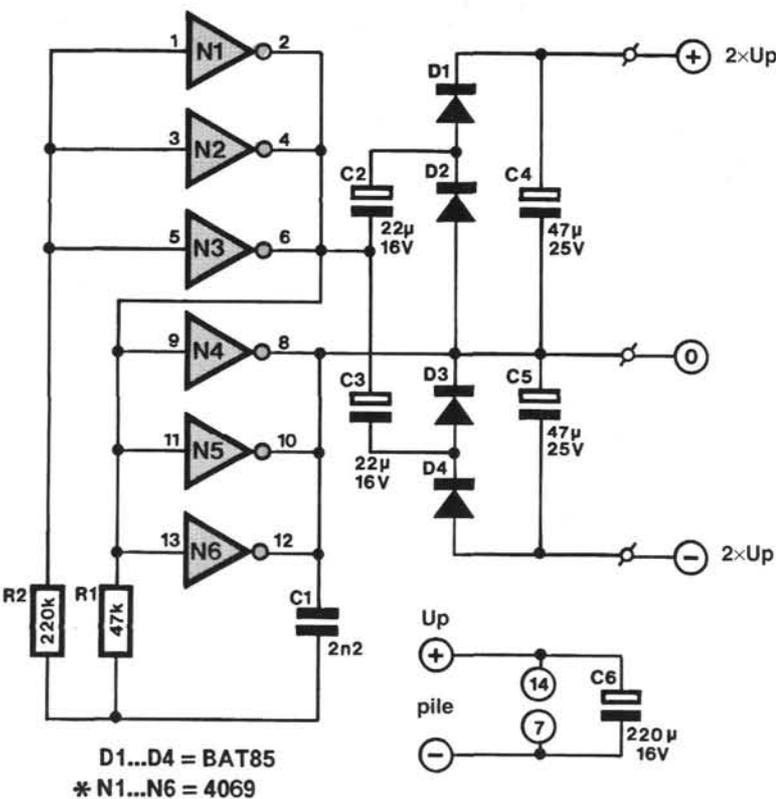
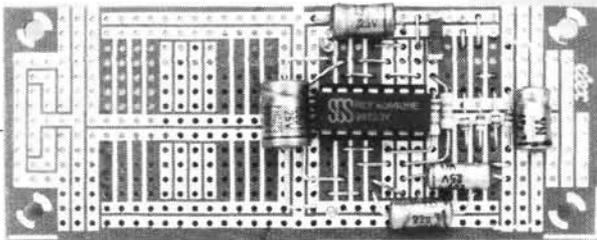
Donc rien de nouveau sous le soleil. Tout tourne autour d'un oscillateur dont le signal de sortie est quadruplé par une cascade double de redresseurs-lisseurs de telle façon que la tension de sortie soit symétrique et deux fois supérieure à la tension d'entrée. Si nous utilisons par exemple une banale pile plate de 4,5 V comme source de tension, le convertisseur nous fournira en sortie, sans charge, plus et moins 9 V. Les inconvénients du dispositif sont de taille : l'intensité du courant disponible en sortie est réduite (3 mA, dans la situation décrite plus haut) ce qui en limite considérablement les applications. Même si une extension nous permettra de la porter à quelques dizaines de milliampères,

c'est peu, mais suffisant pour alimenter par exemple des amplificateurs opérationnels de faible puissance. Le but de l'opération est cependant plus didactique que pratique.

Encore un mot avant d'entreprendre l'étude du schéma : la façon dont nous procédons pour élever la tension fait que la référence de la tension de sortie est à un niveau différent de celle de la tension d'entrée. Le circuit ne pourra pas être utilisé pour la conversion de signaux logiques vers ± 10 V comme le font les adaptateurs de niveau TTL/RS232 (entre minitel et ordinateur) par exemple.

le schéma

doubleur de tension symétrique à pile de $+U_p$ à $\pm 2U_p$



élevateur de tension

Ce qui saute aux yeux à la vue de la figure 1 c'est le nombre relativement important d'opérateurs logiques (N1 à N6). Pour faciliter la compréhension, la figure 2 les présente d'une manière différente. La configuration est la même, le dessin, plus explicite, met en évidence un générateur de tension alternative carrée dont la seule particularité est de comporter plusieurs portes en parallèle. Nous n'avons pas procédé de la sorte parce que nous disposons d'inverseurs à ne savoir qu'en faire mais pour "tamponner" l'oscillateur, lui donner de la "pêche" (c'est le *persicum [pomum]* des pugilistes). Le courant disponible à la sortie d'un seul inverseur est en effet dérisoire, en câblant plusieurs ainsi nous pouvons assurer quelque 3 mA à une éventuelle charge. C'est peu, nous verrons plus loin qu'il est possible de grossir cette ficelle jusqu'à la corde pour fournir quelques dizaines de milliampères. Nous empilerons littéralement les circuits intégrés pour obtenir ce résultat. Le circuit employé, le 4069 (ou 74HC04 ou 40106 suivant la tension d'alimentation), contient en effet les six opérateurs N1 à N6. Pour multiplier leur nombre, nous pouvons en souder d'autres à cheval sur le dos du premier. Nous y reviendrons.

Figure 1 - Prenez une pile de 4,5 V pour alimenter le circuit intégré. En sortie, vous pourrez mesurer, si la résistance d'entrée de votre voltmètre est assez grande (donc s'il ne représente pas une charge trop importante), une tension symétrique peu éloignée de 9 V.

L'autre particularité de l'oscillateur concerne ses deux sorties. Nous prendrons la tension disponible à sa sortie "normale", accessible sur les broches 8, 10 ou 12, comme référence, tandis que le signal présent sur la broche 6 sera redressé et doublé deux fois au moyen de redresseurs-lisseurs montés en cascade. Voyons le processus en détail : au branchement de la pile, un signal alternatif carré apparaît sur chacune des sorties. Ces tensions sont en opposition de phase puisque la première est inversée par rapport à la seconde par N4 et ses deux comparses : les niveaux logiques présents au même instant sur les broches 6 et 8 sont inversés l'un de l'autre. Lorsque l'une est à un, l'autre est à zéro et réciproquement (la référence ici est la même que celle de la pile). Exactement comme nous les avons représentés sur la **figure 2**.

Reprenons l'oscillateur, sur la figure 2. Supposons la sortie de N4 au niveau logique un (les sorties de N5 et N6 sont évidemment au même potentiel). Le condensateur C1 se charge bien sûr jusqu'à ce que le niveau au point de jonction de R1, R2 et C1 soit à zéro. À cet instant, l'entrée de N3 (N1 et N2) passe à zéro, entraînant sa sortie à un, donc celle de N4 à zéro : le condensateur se charge à travers R1 dans l'autre sens jusqu'à ce que l'entrée de N3 repasse à l'état haut. Le niveau présent à l'entrée de N4 s'inverse alors, et sa sortie prend le même état que l'entrée de N3, le condensateur se charge dans l'autre sens et tout recommence comme devant. Le rôle de R1 et R2 est vite expliqué : la constante de temps du circuit R1C1 détermine la fréquence f des oscillations du générateur ($f \approx 1 / (2,2R1C1)$), d'autant moins influencée par R2 que cette résistance de limitation du courant, est plus grande. Nous disposons donc déjà d'une tension double de celle de l'alimentation qu'il nous faut maintenant redresser puisqu'elle est alternative. Reprenons la **figure 1**. Le circuit de redressement et de gonflage comprend, pour les alternances positives C2, C4, D1 et D2 ; pour les alternances négatives, leurs symétriques, C3, D3, D4 et C5. Reprenons, après avoir branché notre pile de 4,5 V, au moment où nous avons un état bas sur la sortie de N3 (et un état haut sur celle de N4). Comme le circuit est un CMOS, nos états hauts correspondent à peu de chose près à la tension d'alimentation. Le condensa-

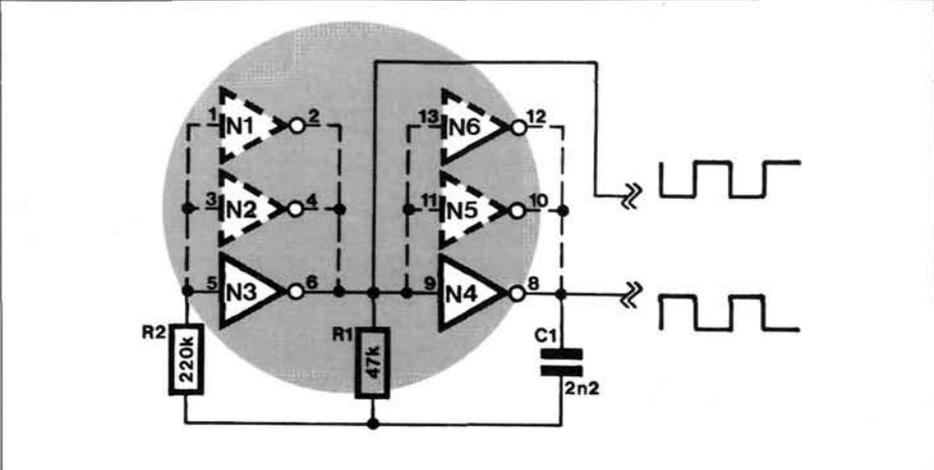


Figure 2 – Cette présentation permet de mieux distinguer le générateur de signaux rectangulaires et les deux sorties que nous en utilisons.

les composants

teur C2 va donc se charger, par l'intermédiaire de la diode D2, à 4,5 V. Dès que les sorties des inverseurs changent d'état (celle de N3 passe à un et celle de N4 à zéro), la diode D2 se bloque. À ses bornes la tension n'est plus seulement celle qui régnait aux bornes du condensateur, il s'y ajoute en effet le "un" logique de N3. Nous pouvons dire que la sortie de N3 "soulève" le potentiel de l'armature négative du condensateur de 4,5 V (par rapport à la référence). En bonne arithmétique, nous avons 1+1=2, soit 4,5 V+4,5 V=9 V. C'est sous cette tension de 9 V que le condensateur C4 va se charger par l'intermédiaire de la diode D1. Nous aurons donc en sortie (en l'absence de charge) une fois l'opération terminée, 9 V de tension entre la référence et l'armature positive de C4. C'est de l'acrobatie, comme au cirque, où deux artistes de 1,80 m, montés l'un sur les épaules de l'autre, font un géant de 3,60 m (à une tête près). Les mêmes choses, au signe près, se produisent dans l'autre partie du circuit lors des alternances négatives, de sorte que nous ne pourrions que nous répéter. Pour que les choses soient claires, nous obtiendrions un résultat semblable (en tension) en branchant deux piles de 9 V en série (le "plus" de l'une au "moins" de l'autre) : par rapport au point commun choisi comme référence de tension, nous mesurerions plus 9 V d'un côté et moins 9 V de l'autre. Un point cependant à noter : la référence ici n'est pas fixe, elle oscille si nous la mesurons par rapport à celle de l'alimentation. C'est un zéro baladeur qui ne vaut 0 V que par rapport aux tensions de sortie.

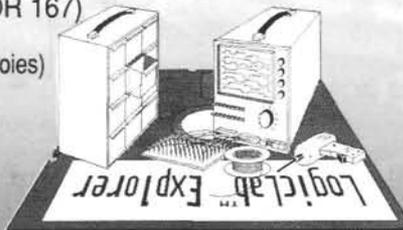
Il nous fallait limiter les chutes de tension au minimum, c'est pourquoi nous n'avons pas choisi les diodes habituelles pour D1 à D4, mais des diodes Schottky du type BAT85. Leur tension de seuil est en effet inférieure à celle des diodes 1N4148 équivalentes (0,3 V au lieu de 0,6 V). De cette façon la tension de sortie approche mieux du quadruple désiré de la tension d'entrée. Ensuite, comme nous l'avons dit plus haut, pour obtenir un courant de sortie plus conséquent, il est possible de multiplier les inverseurs tout simplement en les empilant les uns sur les autres (en parallèle donc). Il suffit de poser le premier sur le second puis le second sur le troisième etc. (ou le troisième sur le second et l'ensemble sur le premier si vous préférez) en soudant ensemble les broches de même rang. Dans certains cercles d'électroniciens, on appelle ces sortes d'édifices des *piggy-back**. Concernant maintenant la source de tension, la pile de 4,5 V n'est bien sûr pas obligatoire. On peut alimenter le circuit sous 9 V ou sous 12 V, sachant que cette dernière tension est un maximum. Pour des tensions inférieures à 6 V (3 V au minimum) remplacez les 4069 par des 74HC04 qui ont une capacité de commande plus élevée (attention, pas de 74LS ; un 74HCT peut par contre convenir). Pour les tensions supérieures à 6 V, le 4069 ou le 40106 font l'affaire à condition, si vous choisissez le 4069, que ce circuit soit tamponné : il doit donc être de

*Nous vous laisserons choisir une traduction de ce vocable. Rien à voir par exemple avec le Tour de cochon, la Tour de Nesles, ni avec le juge de Jeanne d'Arc. – À califourchon ? – Pourquoi pas.

LOGIC LAB EXPLORER

Logiciel de simulation logique à la portée de tous.
(Décrit dans ELEKTOR 167)

- Puissant (Analyseur 16 voies)
 - Rapide
 - 100% graphique
 - Ultra convivial
- Et ce n'est pas tout...



LOGIC LAB EXPLORER.. 103.3500 **590,00F** seulement
FICHE TECHNIQUE DETAILLÉE SUR SIMPLE DEMANDE

ETONNIFIANT ! DE + EN +
POUR DE MOINS EN MOINS

- 1 Quartz 3,2768 MHz
- 4 DL 470
- 1 Cordon de liaison PERITEL spécial pré-câblé
- 1 Affm. secteur 12 V
- 1 Quartz 4,000 MHz
- 1 68705

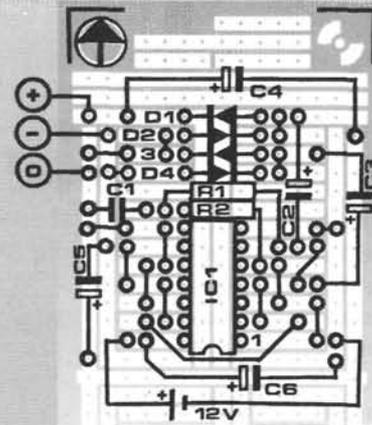
LE TOUT POUR 119,00 F
EST-CE BIEN RAISONNABLE ?

L'ensemble..... 103.3298 **119,00F**
Par 10 jeux..... **115,00F** seulement !
Le coffret D 30..... 103.3296 **33,00F**

STYLO LASER 1mW
Rouge - 670 nm - Portée moy. : 100 m

LE STYLO-LASER..... 103.2221 **1193,00 F**

BP 513 - 59022 LILLE - Tél. : 20.52.98.52
FAX 20 52 12 04 - TELEX 820939



Liste des composants

R1 = 47 kΩ
R2 = 220 kΩ

C1 = 2,2 nF
C2, C3 = 22 μF/16 V
C4, C5 = 47 μF/25 V
C6 = 100 μF/16 V

D1 à D4 = BAT85
IC1 = 74HC04 ou 4069*

Platine d'expérimentation de format 1

*voir le texte

type B. On trouve encore souvent des 4069 dont les sorties ne sont pas tamponnées, ces 4069UB ne vont pas ici.

construction

Le circuit n'occupe qu'une moitié de platine d'expérimentation de format 1, comme vous pouvez le constater sur la figure 3. Il n'y a pas grand chose à dire à ce stade des opérations, en dehors de la litanie : « N'oubliez ni les ponts de câblage ni la polarisation des composants tels que diodes et condensateurs électrochimiques ». La routine enfin. La construction de la tour est un peu plus inhabituelle. Il est d'abord conseillé d'utiliser un support et de faire les essais avec un seul circuit ; ensuite, de ne pas souder toutes les broches en même temps. Commencer par les broches 1, puis passer aux broches 8, revenir aux broches 2 etc. Entre chaque soudure, laisser aux circuits le temps de se refroidir.

dir. Toutes ces précautions ne sont pas inutiles, les circuits ne supportant pas d'être chauffés trop longtemps.

Une remarque pour terminer. Comme nous l'avons dit plus haut, l'intensité du courant disponible en sortie est assez petite. Plus la charge sera élevée, plus la tension baissera, jusqu'à se mettre à genoux. Si vous ne mesurez pas ce que nous annonçons, ne vous reprochez pas trop vite une erreur de montage. Commencez par vérifier les dimensions de la charge (résistance d'entrée de votre voltmètre par exemple).

886117

Figure 3 - Un tel convertisseur ne vaut pas que l'on se donne la peine de lui graver un circuit imprimé. C'est un dispositif "expérimental" destiné à introduire quelques trucs utiles. L'alimentation est représentée aux bornes de C6 sous la forme d'une "pile" de 12 V.

