PDF Page Organizer - Foxit Software

électronique n° 35

elex

explorez l'électronique

réalisez:

un TESTEUR DE TRANSISTORS

AVEC DESSIN DE CIRCUIT IMPRIMÉ

un CHARGEUR D'ACCUS CAD-NI

SUR BATTERIE D'AUTO

un JEU D'ADRESSE ÉLECTRONIQUE

M2510 - 35 - 21,00 F

juillet 1991 21 FF/150 FB/7,80 FS

PDF Page Organizer - Foxit Software

SOMMAIRE • n°35

R·U·B·R·I·Q·U·E·S

4 · Rési&Transi : bande dessinée
6 · ELEXPRIME : courrier des lecteurs
31 · petites annonces gratuites

I·N·I·T·I·A·T·I·O·N

9 · un ampèremètre pour le secteur
25 · ABC : PNP & NPN
26 · LM35 : un capteur de température
46 · ELIXIR
52 · ceci n'est pas un coupe-ongle

R·É·A·L·I·S·A·T·I·O·N·S

11 · réverbération à ressorts
22 · testeur de transistors *in situ*
28 · jeu de bille
32 · arrêt automatique temporisé
34 · sablier universel
36 · indicateur d'ionisation
38 · VOX
40 · feux de détresse
42 · sécurité anti-fuite pour machine à laver
44 · clignotant de pénurie
50 · chargez vos accus loin du secteur

M·O·D·É·L·I·S·M·E

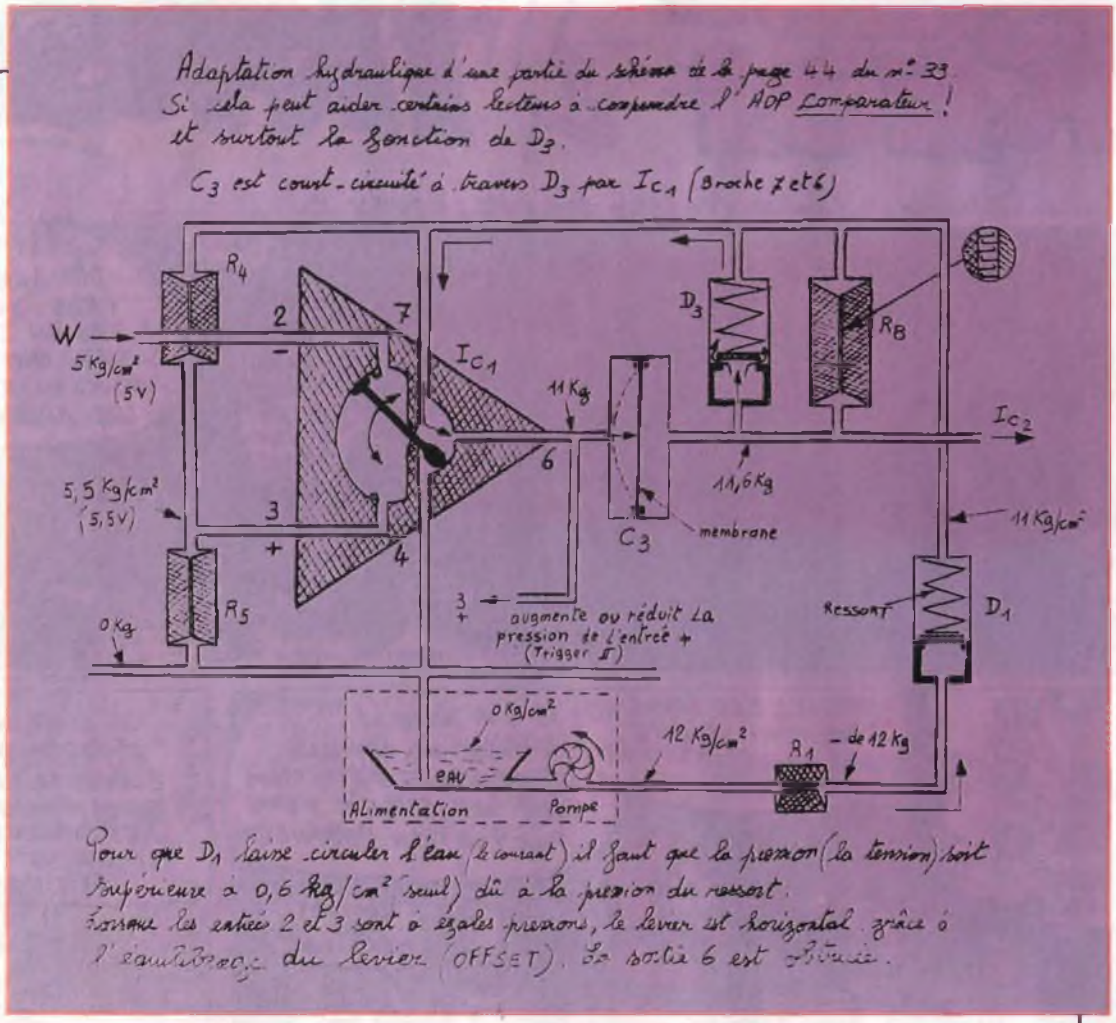
15 · allumeur de *glow-plug*

Annonceurs : MAGNETIC France p. 20 -- NICE COMPOSANTS p. 27 -- PUBLITRONIC pp; 8, 27, 53, 54, 56
SELECTRONIC pp. 2, 53, 54, 55

PDF Page Organizer - Foxit Software

(suite des explications de l'illustration ci-contre telle que nous l'a adressée son auteur. Avant de poursuivre la lecture, prenez votre n° 33 d'ELEX, et suivez sur le schéma....)

Quand une différence de pression s'établit entre les entrées 3 (+) et 2 (–), le levier bascule, la pression à la sortie 6 est nulle ou maximale. Sans la soupape D3 (diode), la pression à l'entrée 2 d'IC2 serait égale à la pression de la membrane tendue vers la gauche (en pointillés) par la charge de C3 à travers R8, lorsque la sortie 6 est reliée à la cuve. À cela s'ajoute la pression de la sortie 6 d'IC1, lorsque le levier est en bas (voir dessin), cela donne une pression double à la sortie de C3. Avec D3 la surpression est court-circuitée, il ne subsistera que 600 gr (pression du ressort de D3) superposés à la pression de sortie d'IC1. Maintenant la membrane est dans la position médiane (C3 est déchargé). En bouchant l'entrée 7, la sortie sera reliée ou isolée du réservoir (collecteur ouvert du LM393 de la page 35). Conscient que toute comparaison a ses limites, celle-ci en comporte. Par exemple, il est impossible d'obtenir une pression stable à la sortie 6, ainsi que d'autres choses.



J'ai trouvé très intéressant de monter la forme ainsi que la tension à différents points du circuit, sauf au point commun de C3 et R8, aucune tension n'est indiquée.

La figure 3 montre trois exemples différents de signaux de sortie : ceux d'IC1, avec la réponse d'IC2, on y voit que lors de l'apparition d'un flanc ascendant à la sortie d'IC1, cela a pour conséquence de déclencher le monostable IC2 (flanc positif à la sortie 3). Ne serait-ce pas l'inverse ? C'est-à-dire un flanc descendant en sortie d'IC1 qui déclenche IC2. Qu'importe bravo pour votre revue recommandable, car lorsque j'en lis d'autres, j'avoue être content de connaître ELEX.

J.-P. ROBERT
B - 7110 STRÉPY

Magnifique ! Et surtout, continuez de lire des revues qui font que vous aimez ELEX. Bravo ! Et merci aussi pour vos autres lettres (non reproduites ici) et notamment vos remarques sur les acronymes d'origine anglaise, comme le CO du 4017 dans le n°32 d'ELEX. Vous avez raison, tout rédacteur sérieux devrait ne pas laisser passer un tel sigle sans indiquer ce qu'il signifie.

*A titre de dédommagement, nous vous adresssons, séance tenante sur la page ci-contre, une liste succincte d'acronymes courants, avec une brève explication à caractère général. (Voir aussi les **GUIDES des CIRCUITS INTÉGRÉS** publiés par PUBLITRONIC.*

En ce qui concerne le sens des flancs, vous avez raison. Un 555 est déclenché par un flanc descendant.

Lecteur assidu de votre revue depuis le premier numéro, je trouve toujours très intéressante la rubrique du courrier (... j'aime bien le reste aussi). À l'adresse de M. Sylvain Haquet, avec lequel je partage le goût des appareils anciens, je vous communique les références de quelques revues orientées vers ces coupables passions, et qui ne sont distribuées que sur abonnement :

AEO (120 F)
M. W.DIQUAS
2 rue Monge
75005 PARIS

AEA (180 F)
M. E. KOPYTO
135 av. Wilson
93100 MONTREUIL

TSF Panorama (180 F)
71 rue de la République
Avermes
03000 MOULINS

Ph. WILLIOT
75015 PARIS

PDF Page Organizer - Foxit Software

GLOSSAIRE

dédié à J.-P. ROBERT et tous ceux qui cherchent ce qu'ils trouvent

BCD = *binary coded decimal* = décimal codé en binaire (mode de codage des chiffres "0" à "9" à l'aide de 4 bits – lesquels permettent de coder de "0" à "15", ou de "0" à "F").

CLK = *clock* : signal d'horloge dont les impulsions cadencent un circuit. Existe aussi sous la forme **CK**.

CE = *chip enable* : **entrée** de validation de la puce ; le circuit est en veille tant que cette entrée n'est pas active. (Aussi **E** = *enable*).

CI = *carry in* : **entrée** de la retenue. Permet de mettre plusieurs compteurs en cascade

CLR = *clear* : **entrée** de commande d'effacement (des données).

CO = *carry out* : **sortie** de la retenue, active quand un compteur est en dépassement (fonctionne exactement comme la retenue en arithmétique : 6 et 4 font dix, j'écris 0 et je retiens 1 = *carry out* ! (Existe aussi sous la forme **RC** = *ripple carry* : propagation de la retenue).

CS = *chip select* : **entrée** de sélection de boîtier. Elle permet notamment de mettre en parallèle plusieurs circuits homologues mais de ne pas les activer tous en même temps (cf CE).

DP = *digital point* : virgule sur les dispositifs d'affichage numérique

G : **entrée** de validation. La lettre G est parfois utilisée pour désigner une entrée spécifique de commande de **sens** de transfert.

INH = *inhibit* : **entrée** de blocage du fonctionnement (à ne pas confondre avec des entrées de commande qui mettent le circuit en veille afin de réduire la consommation de courant – cf CE)

LE = *latch enable* : **entrée** de commande pour la validation des données. Les niveaux logiques présents sur les entrées de donnée ne sont pris en compte que lorsque le signal LE est lui-même actif.

LD = *load* : **entrée** de commande du chargement de données, par exemple dans un compteur programmable.

PR = *preset* : **entrée** de commande du positionnement d'un circuit dans une configuration donnée (par opposition à *reset*).

P/S : **entrée** de commutation du mode "parallèle" en mode "sériel"

PWM = *pulse width modulation* : modulation de largeur d'impulsion

Q : **sortie**. La lettre Q est utilisée exclusivement pour désigner les sorties, de même que les lettres W, Y et Z. La lettre D désigne les entrée de donnée, tout comme les lettres A, B et C.

RBI : *ripple blank input* : **entrée** de propagation d'effacement. Elle commande l'effacement des chiffres non significatifs dans un dispositif d'affichage numérique à plusieurs chiffres (par exemple "23,5" au lieu de "023,5"). Existe aussi sous la forme BI.

RBO = *ripple blank output* : **sortie** de propagation d'effacement (cf RBI).

R/W = *read/write* : signal de commutation du mode de lecture (*read*) en mode d'écriture (*write*)

STROBE ou STB ou S = *strobe* : **entrée** de commande d'échantillonnage

U/D = *up/down* : **entrée** de commutation du mode de comptage en mode de décomptage.

Φ0 et Φ1 = (phi 0 1) : phases d'un signal d'horloge de micro-processeur. En gros, la 1ère est la phase d'adressage, la 2e la phase de manipulation des données

quand ces acronymes sont munis d'une barre de négation (par exemple $\overline{Q}$), cela indique que le niveau logique actif est bas (ou un flanc descendant)

(à suivre)

ELEX n°20 AMPLIFICATEUR de COPIE VIDÉO

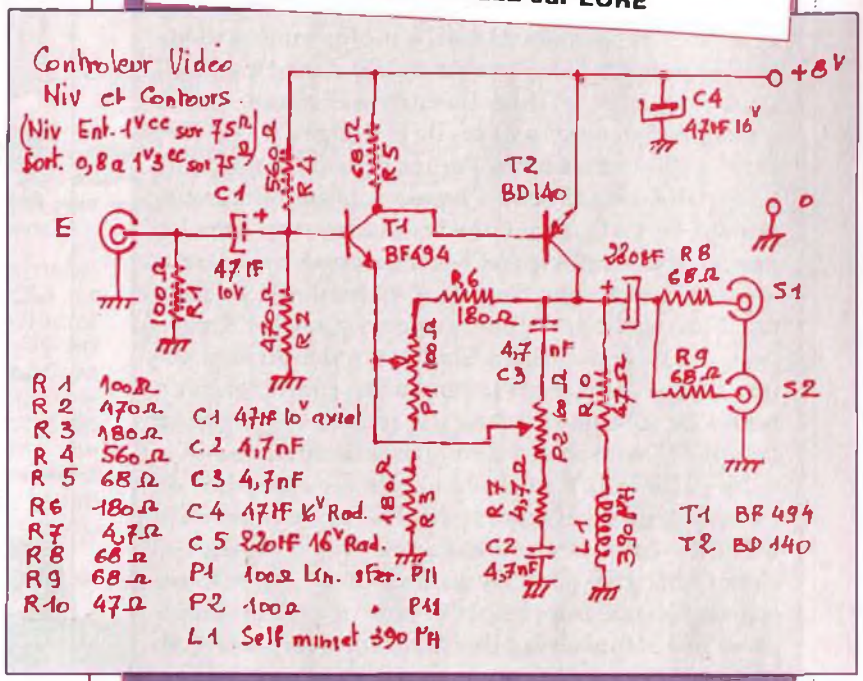
Je me permets de vous faire part d'une petite modification apportée à votre réalisation, que j'ai essayée, et qui apporte un petit plus : la possibilité de régler la tension du signal de sortie de 0,8 à 1,2 V_{cc} pour 1 V_{cc} à l'entrée.

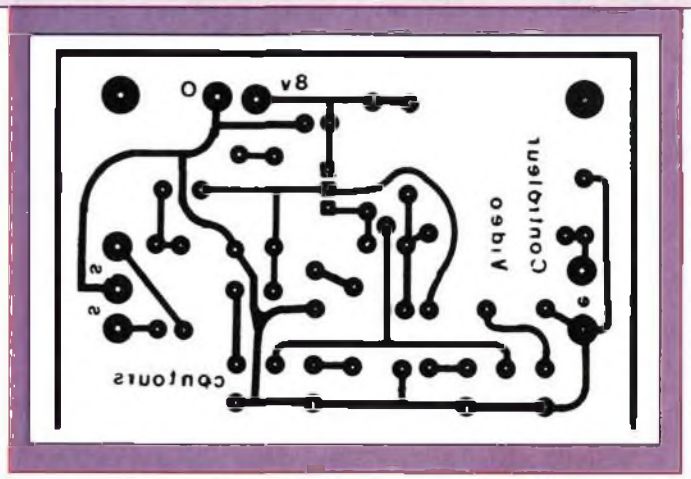
Peut-être cela pourrait-il intéresser vos lecteurs.

Ayant travaillé dans l'électronique pendant plus de 30 ans, et maintenant à la retraite, j'occupe une partie de mes loisirs à réaliser de petits montages, en essayant de les améliorer, quand c'est possible.

Ci-joint schéma modifié, peu de chose, 1 potentiomètre en plus, ainsi que l'implantation et le cliché du circuit imprimé.

Gilbert LEGRAND
28190 COURVILLE sur EURE





PDF Page Organizer - Foxit Software

édito

l'art de la couverture, art divinatoire*

ELEX n'est pas un de ces magazines d'actualité auxquels il suffit, pour faire mouche, de mettre "à la une" tantôt un pape qui passe, tantôt une Stéphanie (de grâce** !) qui lasse, tantôt un Sierge qui s'éteint (d'avoir brûlé la chandelle par les deux bouts), tantôt un sahélien pas trop costaud, tantôt un commandant Costeau... Pas aussi simple que ça de renouveler la couverture d'un magazine comme le nôtre. Privés de Sacha Distel, de Belmondo et de Jauni, et à moins de se contenter du vol plané au-dessus de l'éternel nid de platines bleues et blanches éclairées par des spots de bal du samedi soir, à moins encore de ne jamais prendre le risque de mettre dans l'Emile, il faut cultiver cet art difficile et arroser chaque pouce d'imagination avec force jus de méninges. Il faut oser tirer la couverture à soi. Prenez celle du numéro de juin, par exemple : elle a beau avoir été faite entièrement en PAO (rien dans les mains, rien dans les poches, tout dans le MAC) ce n'est pas Nostradamus qui avait prévu que fin mai 91 l'Humanité se doterait d'un moratoire*** pour la conservation de l'Antarctique ; ce n'est pas Albert Simon**** qui avait annoncé que Dame Terre, pour la remercier, concocterait un temps de juin glacial à ne pas mettre un pingouin dehors ! Et vous avez vu en février dernier, quand la même Humanité casquée et croisée remettait de l'Ordre dans ses réserves pétrolifères, la couverture d'ELEX — pourtant préparée des mois à l'avance — s'était faite guerrière. Deux mois plus tard, certains esprits curieux, frappés par la "une" d'avril où triomphait une statue de la Liberté sur fond de gratte-ciel, nous ont demandé si nous avions aussi préparé une autre version de la couverture de ce mois-là, avec par exemple un Saddam en train de hacher menu quelque signal carré...

Et l'électronique dans tout cela ? Eh bien elle reste à sa place, à l'intérieur du magazine. Puisque ses lecteurs sont obsédés par l'électronique, la couverture d'un magazine d'électronique doit leur montrer qu'on peut rêver à autre chose, qu'il n'y a pas que l'électronique dans la vie*****. Contrairement à d'autres revues, celles de la maison notamment, nous avons décidé de ne pas décider de confier le soin de la couverture chaque mois au même besogneux, mais de faire appel à des artistes qui ne soient pas des électroniciens, afin d'alterner les styles. Après Wim van Zandvoort******, Yvon Doffagne, Jacques Guérard, Jaap, Yves Nougué et, ce mois-ci, Henri Sergent, pourquoi pas vous puisque c'est rémunéré ?

** haruspex elex tripam volaillae scrutabit (latin de cuisine)*
*** de Monaco, bien sûr*
**** ridiculement court avec ses 50 ans*
***** ou toute autre grenouille météoro-pas-toujours-logique*
****** il y a le facteur de Qualité, aussi*
******* placé ici en tête parce qu'il est toujours défavorisé par l'ordre alphabétique*

PUBLITRONIC VIDÉO

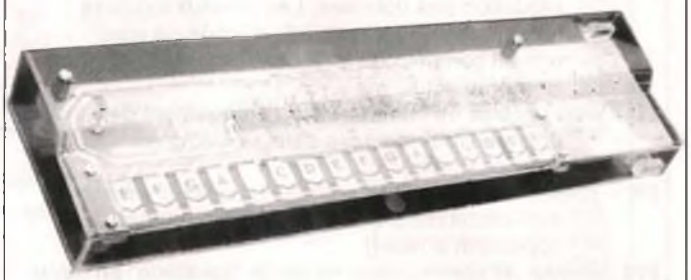
PRÉSENTE

RESI & TRANSI® DANS

LA CONQUÊTE de L'ELECTRONIQUE

VHS SECAM OU PAL

Réalisez ce mini-orgue électronique en suivant chaque étape de la construction sur votre écran vidéo.



Ce film didactique, conçu par la rédaction de la revue ELEX avec le concours d'enseignants de technologie et de fabricants d'outillage pour l'électronique, a été réalisé par une équipe de professionnels de l'audio-visuel.
Il se déroule en quatre épisodes:
– présentation des caractéristiques techniques et fonctions des composants électroniques ;
– fabrication du circuit imprimé avec présentation des méthodes d'insolation, de développement, de gravure et de perçage ;
– implantation et soudure des composants, câblage du circuit, technique des bonnes soudures, défauts et maladresses à éviter ;
– vérification et test à l'aide notamment d'un contrôleur, conseils pour le dépannage.

Les interventions animées de Rési et Transi, les deux personnages de bande dessinée, soulignent les moments forts du film, le rendent amusant et captivant, et contribuent ainsi à augmenter son efficacité pédagogique.

Vous recevrez en plus de cette cassette vidéo, le descriptif complet du montage ainsi que la représentation du circuit imprimé reproductible à 100 %.
Vous pouvez aussi commander le circuit imprimé gravé, percé et sérigraphié.

Bon de commande à compléter et à adresser à **PUBLITRONIC — BP 60 — 59850 NIEPPE**

	Quant.	Prix	Total
Cassette vidéo	.....	178.00	.....
Circuit imprimé (réf 886077)	.....	120.60	.....
Forfait port			28.00
		Total à payer	

Indiquez: SECAM ou PAL
Joindre votre règlement par chèque bancaire ou postal.

nom .....
adresse .....
.....
code ..... Ville .....
pays EX07

PDF Page Organizer - Foxit Software

ampèremètre pour le secteur

Avez-vous déjà senti un courant d'air en passant à proximité du compteur électrique placé à l'entrée de votre circuit domestique, ce mouchard qui fournit à l'EDF les indications sur la foi desquelles sont établies vos factures ? Attention dans ce cas : au moment d'ouvrir la porte du placard derrière laquelle se trouve le compteur, tenez votre moumoute de la main gauche si vous êtes droitier, car il se pourrait que le courant d'air vienne du défilement ultra-rapide des chiffres et de la cadence échevelée à laquelle tourne le volant dans le compteur.

Il ne faut pas s'étonner du fait que le compteur électrique joue les ventilateurs quand Maman repasse, pendant qu'une de ses machines lave la vaisselle, l'autre le linge et une troisième sèche la lessive de la veille, que Papa inaugure son nouveau poste de soudure à l'arc, alors que le fiston répète ses accords de guitare, la sono à fond, et que mademoiselle se pomponne dans la salle de bain surchauffée. Et Pépé qui, avec ça, vient juste de mettre en marche le chargeur pour les piles de son sonotone...
« Mémé, tu passeras l'aspirateur plus tard, sinon les fusibles vont sauter ! »

ferro-magnétique

Que diriez-vous d'un petit circuit pour mesurer le courant qui passe par chacun de ces appareils ? L'idée devrait vous intéresser d'autant plus que le montage est simple, archi-simple. Il suffit d'un galvanomètre bon marché à fer mobile, que vous monterez dans un de ces remarquables boîtiers en matière plastique (détail important !), munis d'un côté d'une fiche mâle moulée dans la masse du fond et de l'autre côté une prise secteur femelle, moulée dans la masse du couvercle. L'instrument de mesure est monté en série avec les deux fiches comme le montre le schéma de la **figure 1**, de telle sorte que le courant qui passe dans l'appareil relié à la prise femelle passe aussi dans la bobine du galvanomètre.

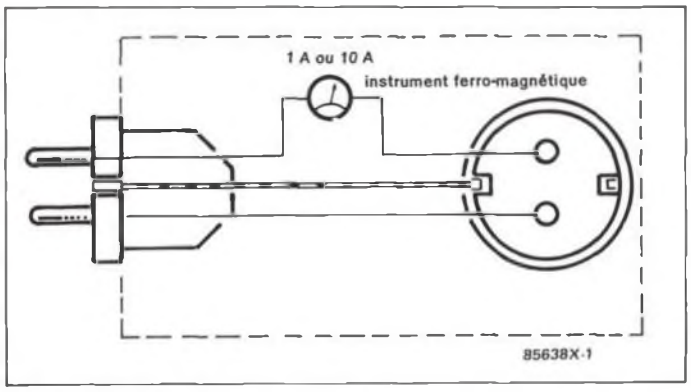


Figure 1 - Une fiche électrique mâle et une prise femelle, avec entre elles un galvanomètre ferro-magnétique, voilà ce qu'il nous faut pour faire un ampèremètre pour le secteur. La polarité du galvanomètre est sans importance.

S'il nous faut un galvanomètre ferro-magnétique, c'est parce que nous mesurons des courants alternatifs sous une tension élevée, tâche à laquelle ces instruments sont adaptés malgré leur prix modéré.

I	P	Instrument
0,2 A	44 W	1 A
0,4 A	88 W	1 A
0,6 A	132 W	1 A
0,8 A	176 W	1 A
1,0 A	220 W	1 A
2 A	440 W	10 A
4 A	880 W	10 A
6 A	132 kW	10 A
8 A	1,76 W	10 A
10 A	22 kW	10 A

U = 220 V

Figure 2 - Ce type de boîtier s'impose pour une application comme celle-ci, parce qu'il offre les meilleures conditions de sécurité et qu'il facilite le câblage.

Pour mesurer le courant des appareils domestiques, on optera soit pour un galvanomètre de 1 A, soit pour un modèle à 10 A. Le premier convient pour tous les appareils dont la puissance reste inférieure ou égale à 220 W, tandis qu'avec le modèle plus puissant, on pourra accepter des puissances jusqu'à 2,2 kW, comme par exemple celle d'un radiateur électrique d'appoint. L'idéal serait de disposer d'un appareil unique, avec les deux gammes de mesure. Ceci n'est pas possible avec des moyens simples, c'est pourquoi nous y renonçons. La solution de la résistance de dérivation (shunt) n'est pas applicable, en raison de l'importance du dégagement de chaleur.

Le tableau 1 donne la correspondance entre l'intensité du courant mesuré et la puissance, mais seulement pour des charges purement ohmiques, c'est-à-dire des charges dans lesquelles le courant et la tension restent en phase. Ceci n'est pas le cas, par exemple, dans les moteurs ni dans les tubes luminescents. Si le fabricant d'un moteur indique le déphasage de son moteur sous la forme d'une donnée chiffrée appelée *cos φ* (lire « cosinus phi »), il suffit, pour obtenir la puissance réelle, de multiplier par ce facteur la puissance indiquée dans le tableau.

Ne vous laissez pas impressionner par le fait que l'aiguille du galvanomètre dévie à pleine échelle à chaque mise sous tension de la charge ; les galvanomètres ferro-magnétiques sont robustes.

85638

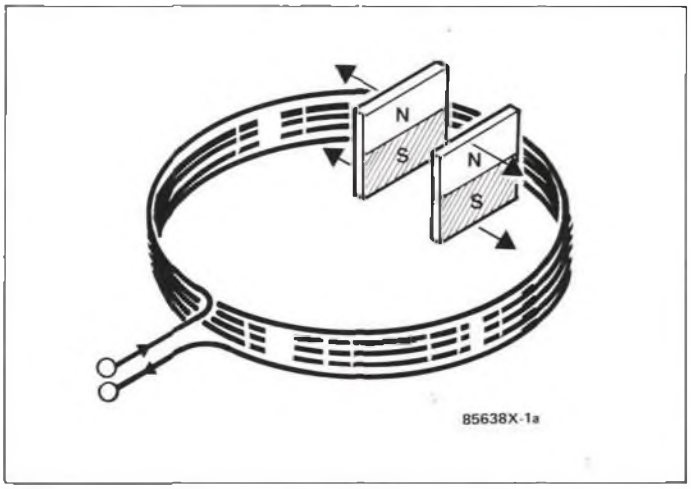
PDF Page Organizer - Foxit Software

instruments ferro-magnétiques

Le fer est magnétisable. Il suffit qu'un morceau de fer soit placé dans un champ magnétique pour qu'il devienne magnétique à son tour. Peu importe que ce champ soit celui d'un aimant permanent ou d'une bobine parcourue par un courant d'intensité suffisante. Quand on éloigne le fer du champ magnétique, il se démagnétise s'il s'agit de fer doux, alors que le fer pur ne perd qu'une partie de son magnétisme dans ce cas. Cela vous l'avez souvent constaté avec des objets en fer assez volumineux (des clefs par exemple) qui, une fois magnétisés, restent capables de magnétiser à leur tour des objets moins volumineux (des épingles par exemple).

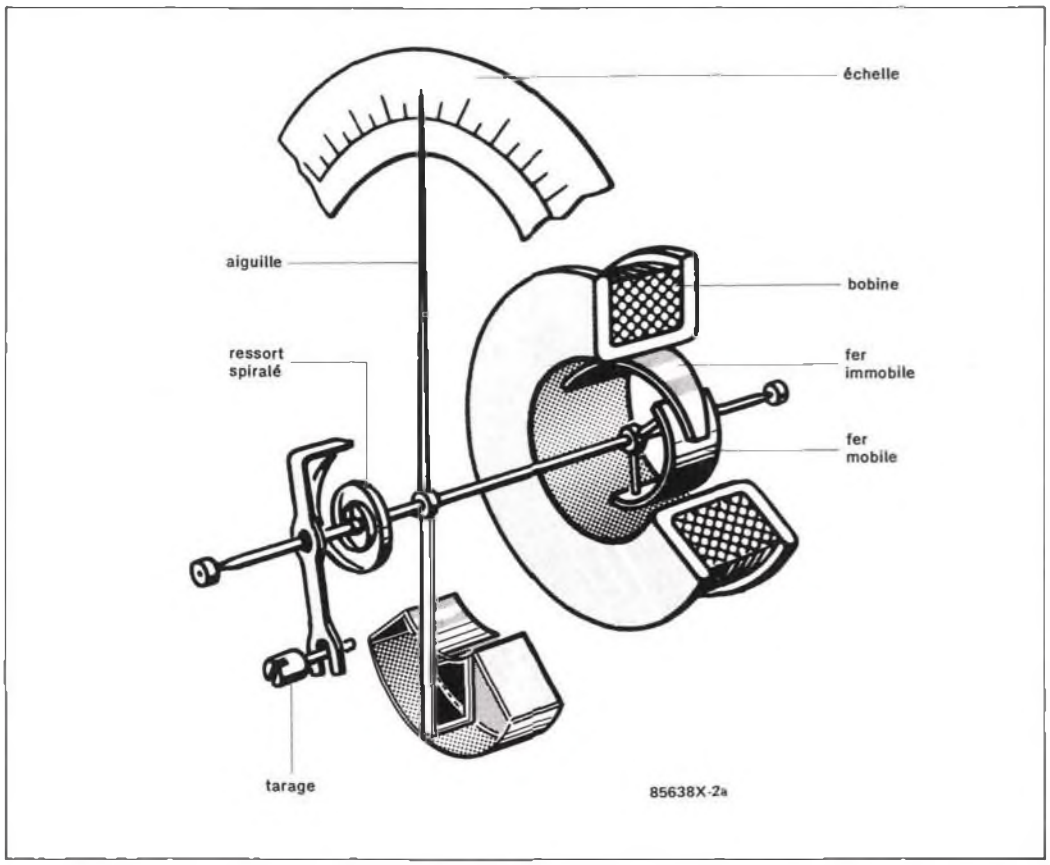
Le galvanomètre comporte deux petites tôles en fer disposées comme indiqué par le croquis, où on les voit entourées par la bobine que traverse le courant à mesurer. Quand il y circule du courant, un champ magnétique s'élabore autour des fils de la bobine et se concentre sur les tôles, qui par conséquent se magnétisent. Au repos, les tôles sont dans la même position l'une et l'autre. Le fer extérieur est immobile, le fer intérieur est mobile, et solidaire de l'aiguille du galvanomètre. Les pôles (nord et sud) du champ magnétique sont orientés dans le même sens sur l'une et l'autre tôles, c'est parfaitement logique. Or nul n'ignore que deux pôles identiques se repoussent. C'est ainsi que le fer mobile se déplace, et ceci d'autant plus que le champ magnétique de la bobine est puissant. Comme la puissance de ce champ dépend directement de l'intensité du courant, nous pouvons conclure que la déviation de l'aiguille est directement proportionnelle à l'intensité du courant.

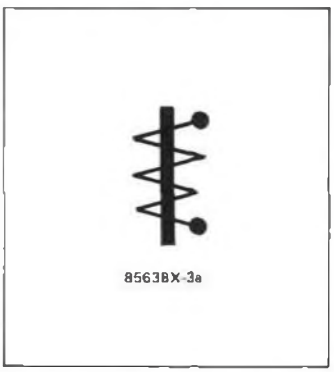
Les deux fers sont conformés de telle sorte que la relation entre la progression du courant et le mouvement de l'aiguille soit à peu près linéaire. Dans le bas de la plage de mesure, jusqu'à environ 20% de l'étendue totale, l'indication reste approximative.



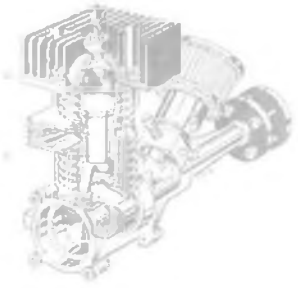
Les instruments à fer mobile sont de toute façon moins précis et moins sensibles que les instruments à bobine mobile. Il leur faut plus de courant et plus de tension. Ces inconvénients sont compensés par le fait qu'avec un galvanomètre ferro-magnétique, on peut mesurer aussi bien du courant continu que du courant alternatif. En effet, que la polarité du champ magnétique reste la même ou qu'elle change à la fréquence du courant alternatif, elle est toujours la même sur les deux fers qui par conséquent se repoussent comme nous l'avons vu. Les instruments ferro-magnétiques sont plus robustes et supportent mieux des surcharges que leurs homologues à bobine mobile, notamment parce que le fil dont est fait leur bobine immobile est beaucoup moins fin.

Le symbole du galvanomètre ferro-magnétique indique clairement que le fer est mobile dans une bobine immobile. On ne risque guère de le confondre avec celui qui identifie les galvanomètres à cadre mobile. Vérifiez bien qu'il figure sur le cadran de l'instrument que vous utiliserez. Si, ayant lu cette page, vous vous lancez dans la réalisation de l'ampèremètre pour le secteur, et qu'il vous arrive de vous électrocuter, au moins vous ne mourrez pas idiot. Nous préférerions toutefois que vous preniez toutes les précautions d'usage...



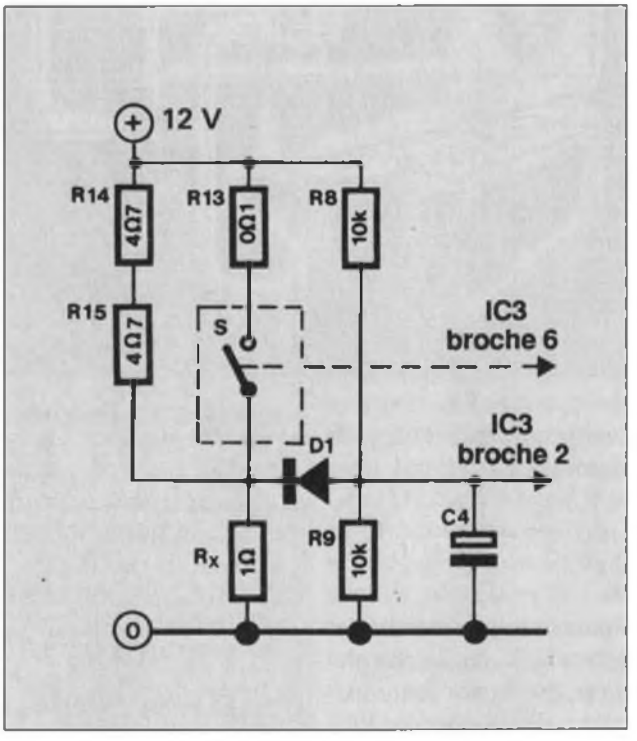


PDF Page Organizer - Foxit Software



les rapports de tension

Le schéma ci-contre est un extrait simplifié du schéma de principe de la figure 4. Il représente le convertisseur température-tension E et l'étage de puissance D, sous la forme d'un interrupteur. La bougie est remplacée par la résistance de 1 Ω R_X.
Considérons d'abord que la résistance R^x est absente. Le condensateur se charge à une tension égale à la moitié de la tension d'alimentation puisque les deux résistances du diviseur R8/R9 sont égales. Les autres résistances, R14 et R15, restent sans influence puisque la diode D1 est polarisée en sens inverse, donc bloquée. Pour la même raison, R13 n'intervient pas, que S soit ouvert ou fermé. Si la résistance R_X est connectée, les choses changent, et elles changent suivant que S est ouvert ou fermé. Tout d'abord, S ouvert, le courant à travers R_X est déterminé par R14 et R15. Disons pour simplifier que la chute de tension aux bornes de la résistance de 1 Ω est de 1 V. La tension sur le condensateur, qui était de 6 V, est « tirée » vers le bas par la diode D1 car un courant circule à travers R8, D1 et R_X; la tension du condensateur s'établit à 1,6 V environ du fait de la tension de seuil de la diode.



Maintenant, fermons l'interrupteur S. Un courant plus important circule à travers R_X car R13 est connectée en parallèle avec R14 et R15. Aussi longtemps que l'interrupteur est fermé, la tension aux bornes de R_X est presque égale à la tension d'alimentation. Cela signifie que la diode D1 est bloquée et que le condensateur se recharge à la moitié de la tension d'alimentation. Dès que l'interrupteur s'ouvre, les rapports des tensions se rétablissent comme précédemment. Le rôle de la diode, en définitive, est de ne permettre la mesure de tension, et de température de la bougie, que quand l'interrupteur (à transistors) est ouvert. Sans ce dispositif, on mesurerait la tension d'alimentation, ce qui ne présente pas d'intérêt pour la régulation de température.

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.

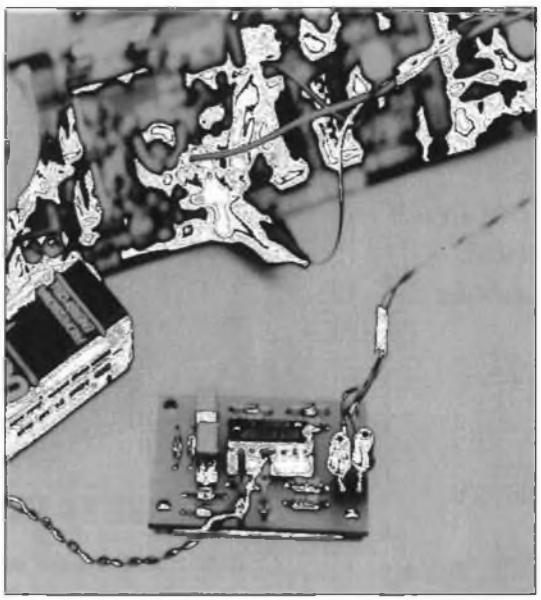
Bon à découper pour recevoir le catalogue général
Nom .....
Adresse .....
Envoi : Franco 35 F - Vendu également au magasin

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.

PDF Page Organizer - Foxit Software

testeur de transistors in situ

pour vérifier l'état des transistors sans les dessouder



Nous savons tous combien il est difficile de localiser un transistor défectueux, quand un appareil tombe en panne ou qu'un montage tout juste terminé refuse de fonctionner et de dire pourquoi. Le plus souvent, les autres composants du circuit influent sur le résultat des mesures à l'ohmmètre au point qu'il est impossible de savoir si les jonctions du transistor se comportent normalement. Il faut alors dessouder le transistor, le retirer du circuit, puis le mesurer, au risque de l'endommager en le dessoudant ou en le ressoudant. Un circuit relativement simple permet de tester les transistors sans les déconnecter de leur circuit. Voyons.

L'expression in situ n'est pas plus française que le in circuit des anglo-saxons, mais toutes les deux signifient la même chose : le transistor peut être vérifié sans que vous ayez à le retirer de l'endroit où il est censé jouer son rôle. Si vous n'avez pas à dessouder le suspect, notez tout de même que le circuit ne doit pas être sous tension pendant le test. Ce test in situ est rarement possible à l'ohmmètre car les composants extérieurs faussent les mesures : la résistance connectée entre base et émetteur, par exemple, conduit dans les deux sens et aucune mesure ne peut dire si la jonction base-émetteur est en bon état. Dessouder le transistor n'est pas une opération surhumaine, mais la deuxième loi de Murphy dit que c'est toujours le dernier composant testé qui est défectueux. Il reste le possibilité de commencer par le dernier... ou bien de réaliser le testeur qui fait l'objet de cet article.

Le testeur permet de se faire une idée précise de l'état de santé d'à peu près tous les transistors, même montés dans un circuit, bien sûr. Non seulement il n'y a aucune commutation à effectuer suivant la polarité du transistor, mais le testeur permet, à condition que l'on connaisse son brochage, de savoir s'il s'agit d'un PNP ou d'un NPN.

bascule astable

Le circuit est construit autour de deux bascules JK, les deux rectangles de la figure 1. Les deux bascules, repérées IC1a et IC1b, sont contenues dans un même circuit intégré CMOS, de type 4027. Bien qu'elles soient parfaitement identiques, elles sont utilisées de deux manières différentes dans ce montage. La première, IC1a, est transformée en multivibrateur astable, ou générateur de signaux carrés, alors que la deuxième sert de tampon entre l'oscillateur et le transistor à tester. Il existe une foule de types de bascule : D (data), RS(reset-set), RS synchrone, JK maître-esclave, etc. La postérité rendra grâce à elex d'avoir inventé la bascule astable. La transformation d'une bascule en multivibrateur n'est pas habituelle, mais pourtant facile. Bien que les types de bascules soient variés, leur principe est le même : il s'agit toujours d'un circuit logique muni de deux sorties complémentaires, c'est-à-dire dont le niveau est toujours opposé. Quand la sortie Q est à 1, la sortie $\overline{Q}$ est à zéro et inversement. Pour ce qui est du nombre des entrées, il en va autrement, et c'est ce qui différencie les types de bascules. Notre choix étant fixé sur les bascules JK du 4027, examinons le schéma de la figure 1.

le fonctionnement

Chaque bascule joue un rôle différent dans le fonctionnement du testeur. Les résistances R1, R2 et les condensateurs C1, C2 fixent à 100 Hz la fréquence de l'oscillation d'IC1a. L'oscillation se produit grâce à la charge des condensateurs, qui provoque le changement d'état de la bascule. Supposons que la sortie Q est à 1 : le courant qui traverse R1 s'en vient charger le condensateur C1, dont la tension augmente. À force d'augmenter, la tension va atteindre le niveau reconnu par l'entrée R (reset) comme

PDF Page Organizer - Foxit Software

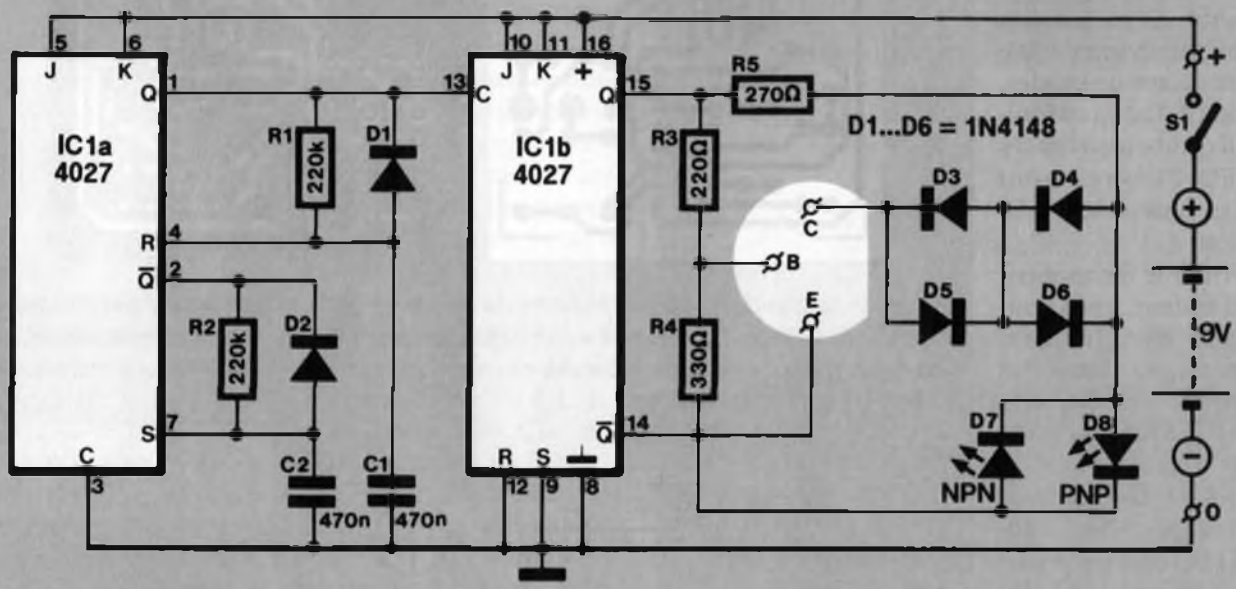


Figure 1 - La partie gauche du schéma représente un oscillateur ou multivibrateur astable qui délivre un signal carré. Ce signal carré est utilisé par le reste du circuit pour produire les tensions de test du transistor. Si le transistor est bon; une seule des deux LED doit s'allumer à la fois.

un 1 logique, et provoquer la remise à zéro de la bascule. La remise à zéro a deux conséquences : la première est que la sortie $\overline{Q}$ (dite sortie complémentée) passe à 1 et qu'elle commence la charge de C2 ; la deuxième est que le condensateur C1 se décharge par la diode D1 et se trouve prêt pour la prochaine alternance. Dès que C2 aura atteint la tension suffisante, l'entrée S (set) remettra à 1 la sortie vraie (Q) et le cycle pourra recommencer.

La deuxième bascule est actionnée, à travers son entrée d'horloge (C pour clock) par le signal carré de la première. La sortie prend à chaque front montant du signal d'horloge la valeur opposée à celle qu'elle avait jusque là. Autrement dit, elle délivre un signal carré dont la fréquence est la moitié de celle du signal d'horloge, soit 50 Hz. La sortie complémentée $\overline{Q}$ délivre un signal opposé à la même fréquence. Ce sont ces deux tensions qui sont appliquées au transistor à tester par les connexions repérées E, B, C sur la figure 1. Les plus perspicaces auront deviné qu'il s'agit de l'Émetteur, de la Base et du Collecteur. Les autres peuvent le noter car nous ne le répéterons pas. Supposons qu'il n'y a pas de transistor raccordé à ces trois points, que les fils soient en l'air. Dans ce cas, la sortie Q étant à 1, la LED D8 s'allume puisque le courant qui traverse R5 retourne à la masse par la sortie $\overline{Q}$ qui se trouve à zéro. Si c'est $\overline{Q}$ qui est à 1, la LED D7 s'allume puisque Q est à zéro. Comme les deux sorties changent d'état 50 fois par seconde, notre oeil les voit allumées simultanément.

Comme il n'y a toujours rien de raccordé au point B, la tension qui y règne est d'environ la moitié de la tension d'alimentation, du fait de la division par R3 et R4. C'est cette tension que nous utiliserons comme tension de commande du transistor suspect. Dans tous les cas, elle est suffisante pour mettre en conduction un transistor en bon état.

le test

Vous ne connaissez pas la polarité du transistor à tester, que le type vous en soit inconnu ou que le marquage soit effacé. Vous établissez la tension d'alimentation (du testeur) par l'interrupteur S1. À ce moment, la tension des broches 14 et 15 de la deuxième bascule passe alternativement de 9 V (ou à peu près) à 0 V (ou pas loin). Quand la tension de Q est haute, la tension du point B est positive par rapport à celle du point E. Si le transistor raccordé est un NPN en bon état, il va conduire et même se trouver quasiment saturé : sa tension émetteur-collecteur va tomber à une toute petite fraction de volt (0,1 V). Le courant débité par R5 traversera les deux diodes D3 et D4 et l'espace collecteur-émetteur. La LED D8, qui seule avait une chance de conduire pour cette polarité de la tension entre Q et $\overline{Q}$, est court-circuitée par le transistor et elle reste éteinte. Pendant l'alternance suivante, le transistor est bloqué par une tension de base négative par rapport à l'émetteur, la LED D8 est polarisée en inverse, le courant de R5 peut traverser la LED D7 qui n'en demande pas plus pour s'allumer. En résumé, la LED D7, repérée NPN, s'allume seule si le transistor en test est du type NPN et qu'il est en bon état. Vous pouvez conduire (sans attendre l'âge du permis) un raisonnement similaire pour le cas d'un transistor PNP.

court-circuit C-E

Si une seule des LED s'allume, vous en déduisez à la fois la polarité et l'état du transistor en test. Si les deux s'allument, vous savez que le transistor est défectueux

PDF Page Organizer - Foxit Software

ou absent. Que se passe-t-il si l'espace collecteur-émetteur est en court-circuit ?
Dans ce cas, quelle que soit la polarité de la tension appliquée aux bornes, l'une des deux paires de diodes, D3-D4 ou D5-D6, va conduire, ce qui court-circuitera les deux LED. Elles resteront éteintes et vous en tirerez la conclusion.
Pour vérifier le fonctionnement du testeur, vous pouvez simuler avec du fil, ou en interrompant l'une des connexions, chacun des types de défaut que nous venons d'examiner. Le court-circuit entre collecteur et émetteur peut être simulé par un fil entre les points C et E. Il s'accompagne le plus souvent d'un court-circuit entre base et émetteur, que vous pouvez simuler aussi. Le courant de R5 traversera le court-circuit et les diodes D3 et D4, ou D5 et D6 suivant la polarité à un moment donné. Comme les diodes au silicium ont une tension de seuil comprise entre 0,6 et 0,7 V, la tension n'atteindra pas les 1,6 V nécessaires pour une LED rouge.
La coupure de la jonction collecteur-émetteur peut être simulée en laissant les fils correspondants en l'air. Dans ce cas, les deux LED sont alimentées à tour de rôle et paraissent allumées simultanément.

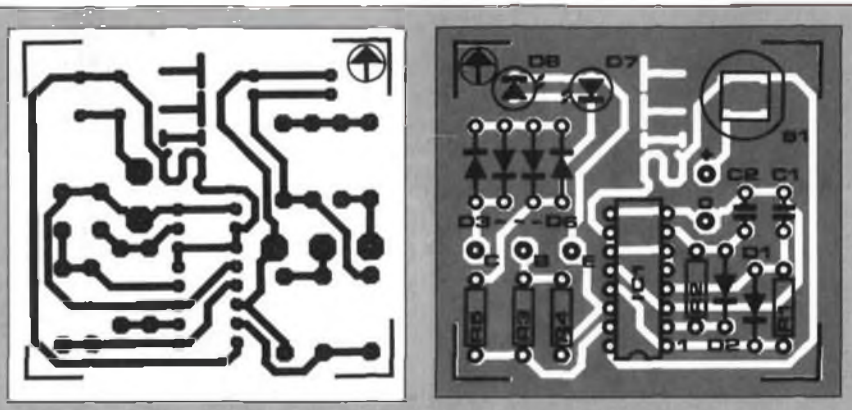


Figure 2 - La gravure du circuit imprimé dessiné pour ce montage ne sera pas difficile : les pistes sont épaisses à souhait et aucune ne passe entre les broches du circuit intégré. Malgré les dimensions réduites, la densité des composants est assez faible pour mettre le montage à la portée des débutants.

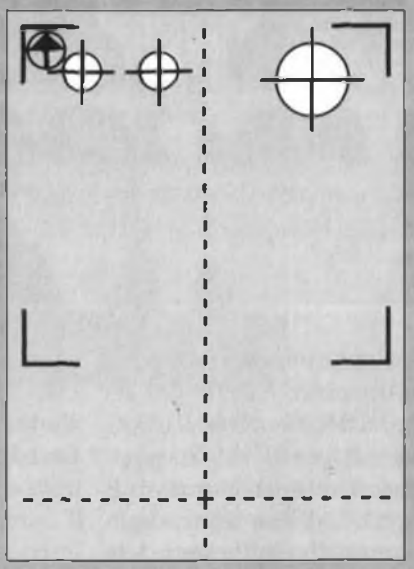


Figure 3 - Le perçage des boîtiers à bords arrondis n'est pas facile si on veut un minimum de précision. Il faudra utiliser l'axe du coffret, de préférence aux bords, pour repérer les perçages correspondant au circuit imprimé. Copiez le gabarit sur un papier calque, collez le papier calque suivant les repères, puis pointez les trous à la pointe à tracer. L'idéal pour le perçage de la matière plastique est un foret à étages à une seule goujure entraîné à vitesse lente, voire à la main.

liste des composants

R1,R2 = 220 kΩ
R3 = 220 Ω
R4 = 330 Ω
R5 = 270 Ω

C1,C2 = 470 nF

D1 à D6 = 1N4148
D7,D8 = LED rouge 5 mm
IC1 = 4027

S1 = touche ronde D6

coffret MMP C1
coupleur de pile 9 V

les autres défauts

Il se peut aussi que l'une seulement des deux jonctions du transistor soit défectueuse, en court-circuit ou ouverte. Il peut s'agir aussi bien de la jonction base-émetteur que de la jonction base-collecteur. Dans le cas du court-circuit, le transistor se comporte comme une simple diode, constituée par celle des deux jonctions qui reste intacte. Dans le test d'un transistor en bon état, la LED dont la polarité correspond à celle du transistor est éteinte parce que la tension collecteur-émetteur tombe à 0,1 V ; augmentée de celle des deux diodes, la tension ne s'élève qu'à 1,3 V, ce qui reste insuffisant pour allumer la LED. Au contraire, avec une jonction en court-circuit, le transistor présente une tension de 0,6 à 0,7 V ; ajoutée à celle des deux diodes, elle est suffisante (1,8 V) pour allumer la LED. Vous pouvez simuler cet état du transistor en branchant une diode entre le point B et le point C, et en reliant par un fil le point B et le point E. Vous pouvez aussi laisser le point E en l'air, ce qui correspond à une jonction ouverte. Les deux LED s'allumeront ensemble. Ces essais du testeur vous donneront une image exacte de ce qui se passe pour chacun des défauts possibles des transistors. Dans tous les cas de défaut les deux LED s'allument ensemble. La nature du défaut n'est pas apparente, mais l'état du transistor ne fait pas de doute : il est défectueux si les deux LED s'allument. Un transistor en bon état ne laisse s'allumer qu'une seule des deux LED, à condition que vous n'ayez pas interverti les connexions.

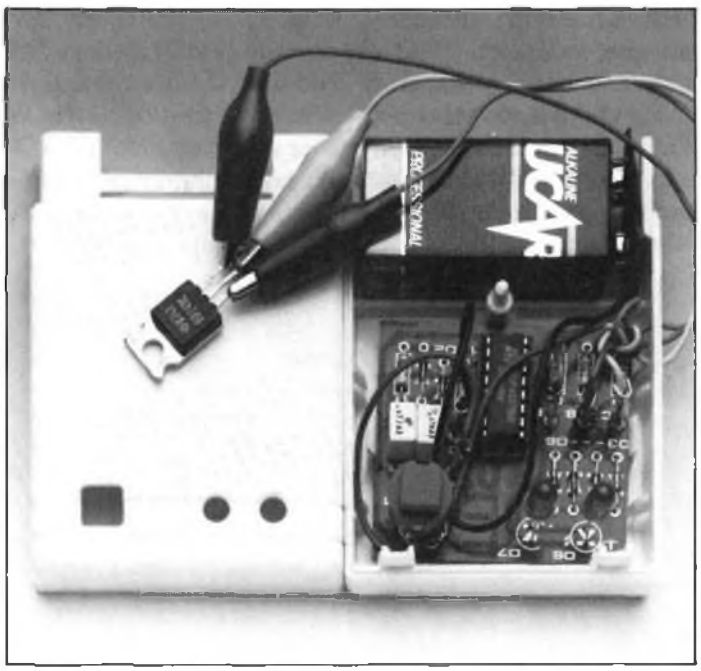
la construction

Pour répondre à des demandes répétées du courrier des lecteurs, nous vous proposons un dessin de circuit imprimé pour ce petit appareil de test (figure 2). Comme d'autre part vous nous demandez souvent des indications quant aux coffrets que nous utilisons, le circuit est conçu pour se loger dans le coffret C1 de MMP qui a eu les honneurs d'un périscope dans elex n°34 de juin dernier. L'implantation ne pose pas de problème, si ce n'est le respect de la polarité des diodes. Un support à 16 broches est bienvenu pour le

PDF Page Organizer - Foxit Software

circuit intégré. L'interrupteur S1 est une touche destinée à être implantée sur un circuit imprimé, mais elle n'est pas assez haute pour affleurer à la surface du coffret. Qu'à cela ne tienne ! Nous allons ruser en la montant sur quatre picots (mâles) à souder, lesquels assurent le contact électrique. Attention au sens de la touche, car les deux broches de chaque côté du méplat sont court-circuitées intérieurement. Ce court-circuit remplace les ponts de câblage dans certains dessins de circuits imprimés au tracé délicat ; vous le reconnaîtrez facilement à l'ohmmètre ou au testeur de continuité. Comme il est déconseillé de s'en remettre aux seules soudures pour l'assujetissement mécanique de la touche sur les picots, nous vous recommandons de couper une entretoise en matière plastique (≈1 cm) et de la coller sous la touche.
L'alimentation est confiée à une pile de 9 V dont le logement est prévu dans le coffret.
Pour le perçage du coffret, utilisez le gabarit de la figure 3. Les cotes ne sont pas prises par rapport aux bords du coffret mais par rapport à son axe. Les bords sont arrondis et ne permettent pas une mesure facile. Il faudra donc avoir recours à une équerre de menuisier pour marquer l'axe longitudinal du coffret (sa largeur hors tout est de 58,5 mm) et tracer les perçages par rapport à lui. Dans l'autre sens, le repère ne pose pas de problème puisque c'est le bord du couvercle du compartiment à pile.
La connexion au transistor peut se faire de deux façons : soit vous percez un flanc du coffret pour y installer trois douilles banane de 2 mm, raccordées au circuit imprimé par des fils et des cosses ; soit vous soudez aux cosses des fils terminés par des pinces crocodile miniature. Dans les deux cas, les cosses viendront s'enficher sur les picots E, B et C. Les douilles (ou les orifices des fils) seront repérés E, B et C pour émetteur, base et collecteur, redisons-le. La pile de 9 V assure une autonomie importante puisque, grâce au poussoir, elle ne débite que pendant les mesures proprement dites.

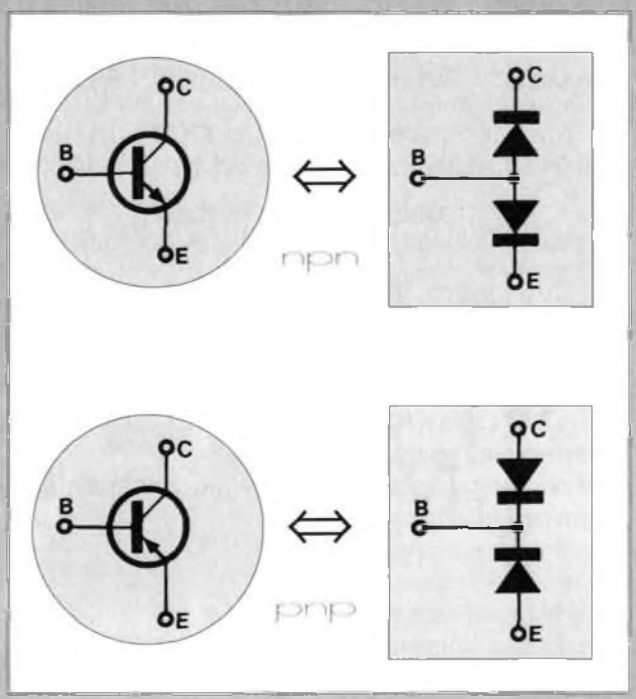
B9029



composants

transistors PNP & NPN

Les transistors sont constitués de trois couches de matériau semi-conducteur. Il s'agit actuellement de silicium, mais il pourrait s'agir d'autre chose : le germanium a été utilisé dans les débuts et rien ne dit que les recherches qui se poursuivent n'aboutiront pas à l'utilisation d'autres matériaux. Ce silicium est chargé en impuretés, ou en atomes étrangers, qui lui donnent ses propriétés suivant leur nature. Les impuretés peuvent comporter des électrons supplémentaires, qui font du silicium un matériau N, ou des « trous » qui en font un matériau P. La jonction entre une couche N et une couche P constitue une diode, les deux jonctions qui relient trois couches forment un transistor, PNP ou NPN suivant la nature des couches. Il est possible de vérifier à l'ohmmètre que les jonctions se comportent comme des diodes, il est possible aussi d'utiliser les jonctions comme des diodes, ou comme des diodes zener de 7 V environ, mais il n'est pas possible de construire un transistor avec deux diodes.



PDF Page Organizer - Foxit Software

un capteur de température intégré : le LM35

On ne peut pas rêver plus simple : un capteur de température et les composants périphériques intégrés sur la même puce. Il suffit d'un voltmètre numérique et d'une source de tension d'alimentation, en plus de ce circuit intégré, pour construire un thermomètre précis et sans étalonnage.

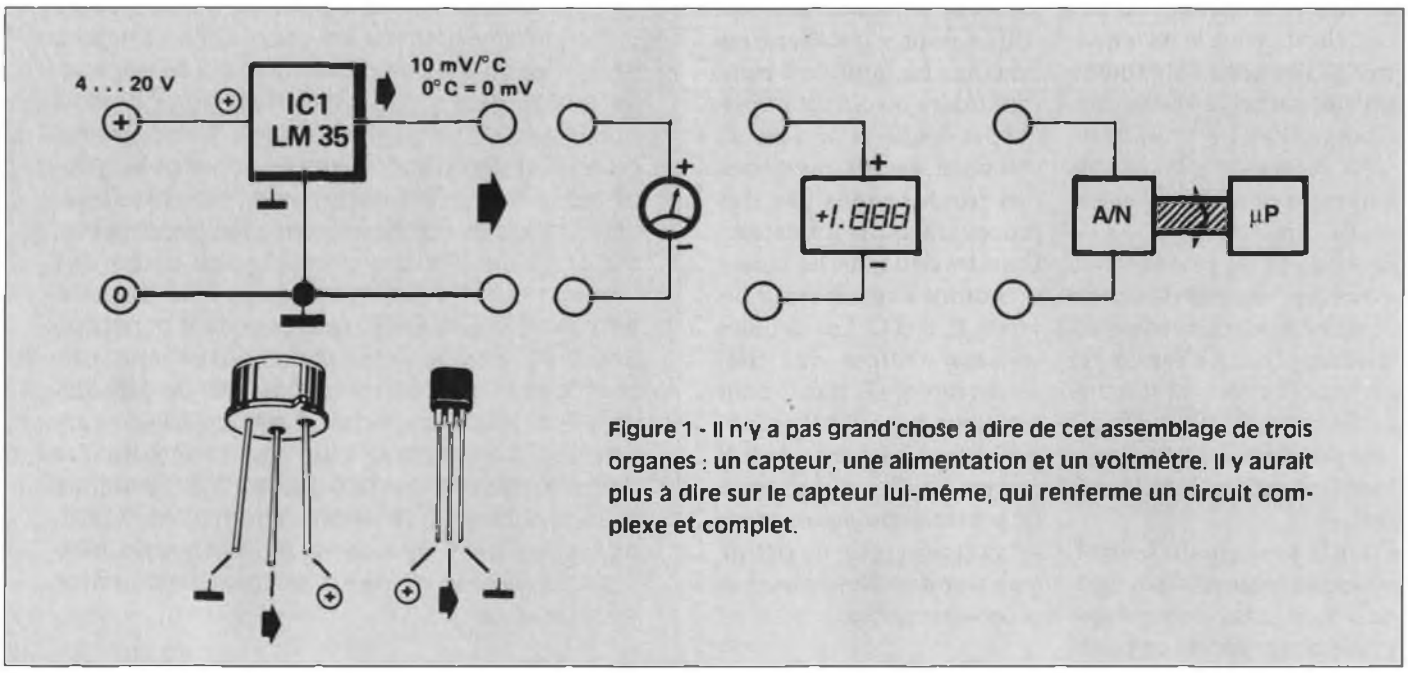


Figure 1 - Il n'y a pas grand'chose à dire de cet assemblage de trois organes : un capteur, une alimentation et un voltmètre. Il y aurait plus à dire sur le capteur lui-même, qui renferme un circuit complexe et complet.

Nous avons décrit plusieurs montages qui utilisent la température comme grandeur d'entrée. Pour chacun d'eux, il nous fallait un capteur, c'est-à-dire un composant dont une caractéristique varie en fonction de la température. Il peut s'agir de la tension de seuil pour les semi-conducteurs ou de la résistance pour les thermistances. Ces variations de caractéristiques sont exploitées par un montage électronique plus ou moins compliqué suivant l'utilisation envisagée. Dans le cas d'un adaptateur destiné à transformer un multimètre en thermomètre, il faut s'affranchir de la tension de décalage (*offset*) et fixer les limites de variation de la tension, c'est-à-dire l'échelle. Les amplificateurs opérationnels permettent d'effectuer la soustraction de la tension de décalage et de fixer le rapport entre la tension (ou le courant) d'entrée et la tension de sortie. Ce mode de construction représente déjà un progrès et une simplification par rapport aux montages à composants *discrets*.

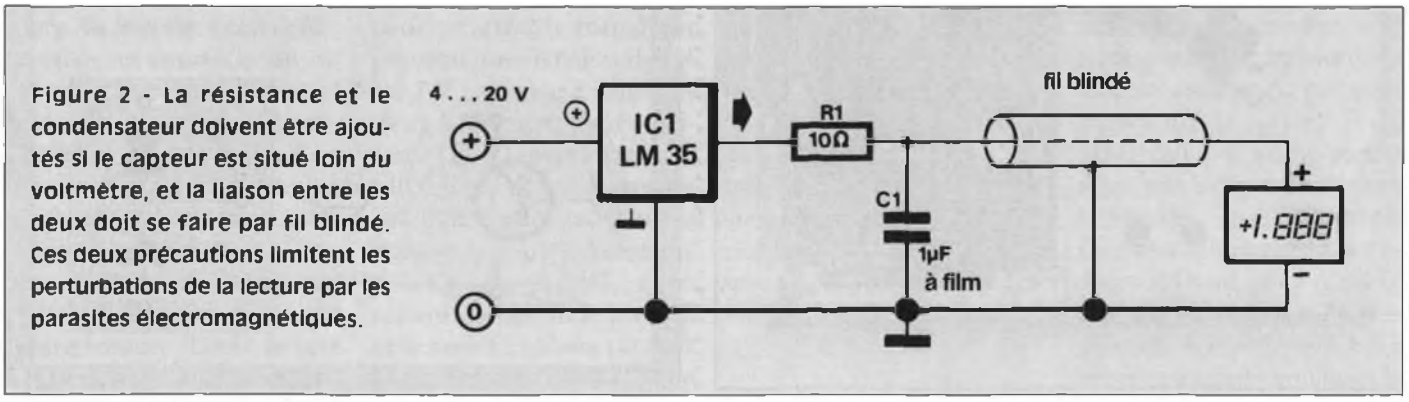


Figure 2 - La résistance et le condensateur doivent être ajoutés si le capteur est situé loin du voltmètre, et la liaison entre les deux doit se faire par fil blindé. Ces deux précautions limitent les perturbations de la lecture par les parasites électromagnétiques.

PDF Page Organizer - Foxit Software

Était-il possible d'intégrer sur la même « puce » le capteur, le ou les amplificateur(s), les composants passifs associés et de faire fonctionner le tout sous une tension d'alimentation simple ? Pour les ingénieurs des géants du semi-conducteur, de la vallée du silicium ou d'ailleurs, la question n'est pas de savoir si c'est possible, mais si on peut en vendre suffisamment pour rentrer dans ses frais. La réponse est oui : nous disposons maintenant d'un circuit intégré en boîtier de transistor, en deux versions, avec le brochage représenté par la **figure 1**. Il est presque inutile de donner le schéma du thermomètre tant il est simple.

La tension de sortie du capteur est de 10 mV par degré Celsius, ce qui évite toute multiplication ou division compliquée pour interpréter l'affichage du voltmètre. De plus, l'étalonnage du circuit est tel que la tension de sortie est nulle pour une température de 0°, ce qui évite les soustractions. La chose paraît aller de soi, mais il ne s'agit que de conventions : le zéro absolu correspond à –273°C, dans le système Farenheit l'eau bout à 212°... Le résultat est que pour une température de 17,5°C, par exemple, la tension est de 175 mV. Les caractéristiques du LM 35 sont résumées ci-contre :

Consommation

60 µA
(ce qui limite l'auto-échauffement dans l'air calme)

*

Tension d'alimentation

4 à 20 V

*

Résistance de sortie

5 kΩ
(ce qui rend possible l'utilisation d'un galvanomètre)

*

Erreur de mesure

0,4°C à 25°C
(typique)

*

Plage de mesure

–55°C à +150°C
(LM35)

–40°C à +110°C
(LM35C)

0°C à +100°C
(LM35D)

Si la distance entre le capteur et l'afficheur (le multimètre) doit être longue, il est préférable d'utiliser du fil blindé comme le montre la figure 2. Le LM35 est utilisable aussi comme périphérique de système à microprocesseur, à la seule condition de remplacer le voltmètre par un convertisseur analogique-numérique.

86739

liste des composants

R1 = 10 Ω

C1 = 1 µF à film plastique (MKT ou MKH)

IC1 = LM 35

Nice COMPOSANTS DIFFUSION
JEAMCO
PROMO !
5 à 10% sur la gamme des APPAREILS DE MESURE
2 exemples :
multimètre digital avec mémoire et BARGRAPH : 390 F ttc
oscilloscope BECKMAN 9020 A : 3590 F ttc
12 rue Tonduti de l'Escarène 06000 NICE
tél : 93 85 83 78 fax : 93 85 83 89

SERVICE DES PLATINES PUBLITRONIC

Les platines sont gravées, percées, étamées et sérigraphiées.

Platines d'expérimentation ELEX

	Format 1 : 40 mm x 100 mm	23,00 FF
	Format 2 : 80 mm x 100 mm	38,00 FF
	Format 3 : 160 mm x 100 mm	60,00 FF
EPS 83601	DIGILEX	88,00 FF
	ELEX n° 5 novembre 1988	
EPS 886087	Traceur de courbes de transistors	47,60 FF
EPS 34207	Testeur de thyristors et de triacs	28,60 FF
	ELEX n° 7 janvier 1989	
EPS 50389	Interphone à 2, 3 ou 4 postes	16,00 FF
	ELEX n° 17 décembre 1989	
EPS 86799	Testeur d'amplis op	30,45 FF
EPS 886077	Mini-clavier	120,60 FF
	ELEX n° 22 mai 1990	
EPS 86765	modules de mesure : l'afficheur	43,00 FF
	ELEX n° 23 juin 1990	
EPS 86766	modules de mesure : l'atténuateur	34,00 FF
	ELEX n° 24 juillet 1990	
EPS 86767	modules de mesure : le redresseur	55,60 FF
	ELEX n° 25 septembre 1990	
EPS 86768	modules de mesure : A et Ω-mètre	47,00 FF
	ELEX n° 25 octobre 90	
EPS 886126	modules de mesure : spécial auto	49,00 FF
	ELEX n° 28 décembre 90	
EPS 87636	commande de train électrique	51,00 FF
	ELEX n° 30 février 91	
EPS 87653	bandit manchot	71,20 FF
	ELEX n° 31 mars 91	
EPS 87022	VUmètre stéréo universel	20,85 FF

PDF Page Organizer - Foxit Software

jeu de bille

comprendre le discriminateur

Les temps sont loin où l'on pouvait, de trois coups de talon bien placés, creuser des trous, pour jouer aux billes, dans la terre battue des cours d'école, puis cracher sur les bords pour les consolider après les avoir aplanis. Avouez que ce n'est pas dans le macadam que vous ferez des travaux de terrassement comme ceux qui préludaient à nos parties de jeu de billes de jadis (*tix-et-palme* cela s'appelait, ou encore *bloquette*, *pyramide*... il y avait aussi le *pot*, la *trime* ou la *poursuite*. Que reste-t-il de nos calots, de nos agates ?) Voici pour les nostalgiques des jeux de bille de quoi réveiller quelques souvenirs enfouis.

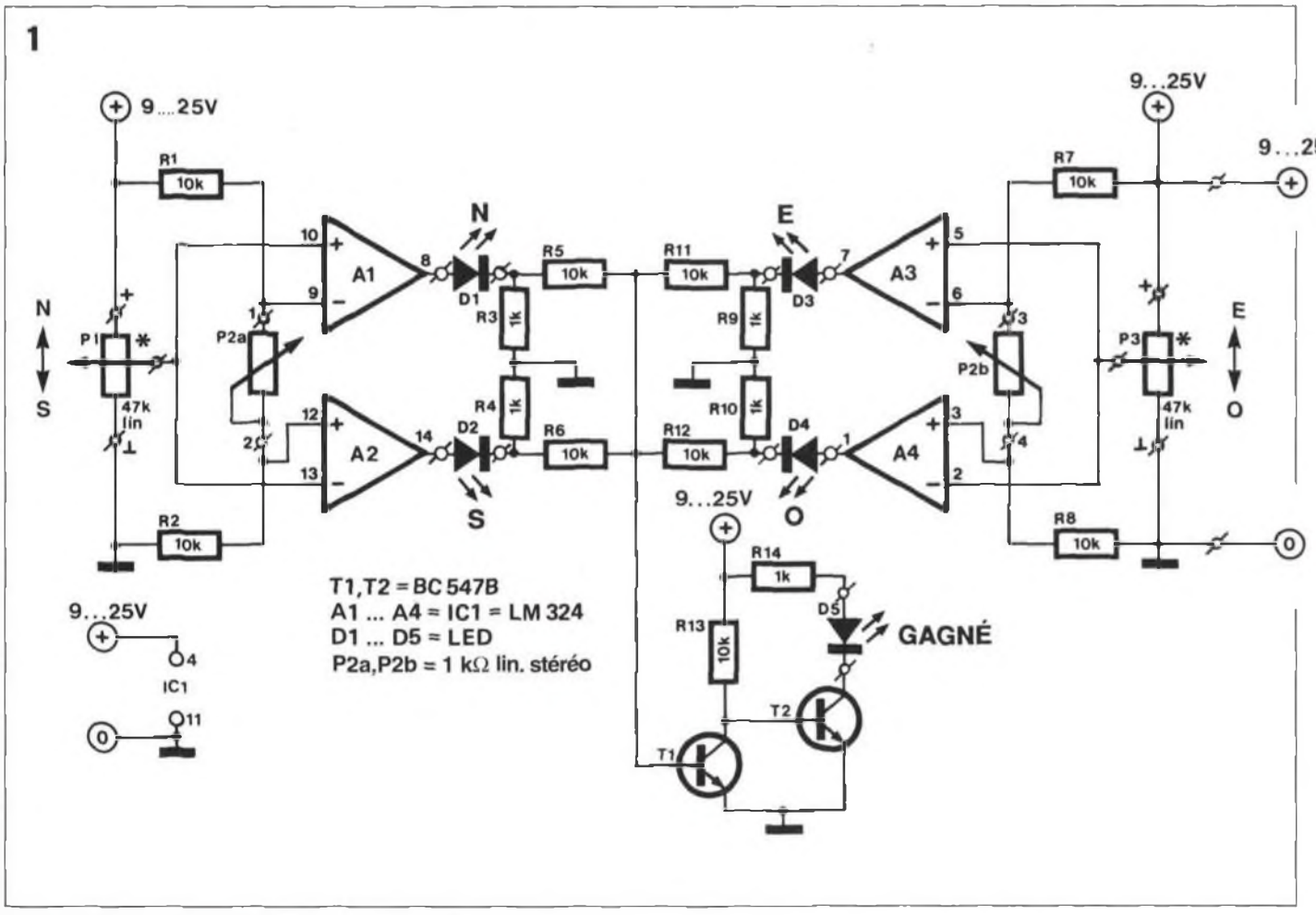
La description du circuit commence par une constatation : la bille est matérialisée par cinq LED. C'est des mouvements de cette bille imaginaire que les LED rendent compte en s'allumant. Quatre de ces LED sont rouges et placées chacune au sommet d'un carré, que nous désignerons par les quatre points cardinaux : nord, sud, est et ouest. La cinquième LED est verte et elle est placée au milieu des quatre autres. Elle matérialise le trou dans lequel le joueur doit faire rouler la bille en manipulant deux potentiomètres. Un troisième potentiomètre permet de régler la profondeur du trou : moins il sera profond, plus il sera difficile d'y faire rouler la bille.

Les LED rouges s'allument quand la bille s'éloigne du trou central. Quand la bille tombe dans le trou, elles s'éteignent toutes les quatre.

Voilà pour les préliminaires. Passons maintenant au circuit électronique.

Le schéma de la **figure 1** comporte pour l'essentiel deux discriminateurs à fenêtre. Si vous connaissez un tant soit peu l'esprit ELEX, vous vous doutiez bien du fait que derrière cet anodin jeu de bille se cachait l'une ou l'autre astuce théorique que nous vous proposons d'aborder sous l'angle d'une application pratique plaisante.

Ce sont ces deux discriminateurs à fenêtre qui repèrent les mouvements de la bille dans les directions Nord-Sud et Est-Ouest. Il sont constitués l'un par A1 et A2 et l'autre par A3 et A4, des amplificateurs opérationnels montés en comparateurs. Le schéma de la **figure 2** va nous permettre d'étudier le fonctionnement



PDF Page Organizer - Foxit Software

électronique

à fenêtre en jouant aux billes

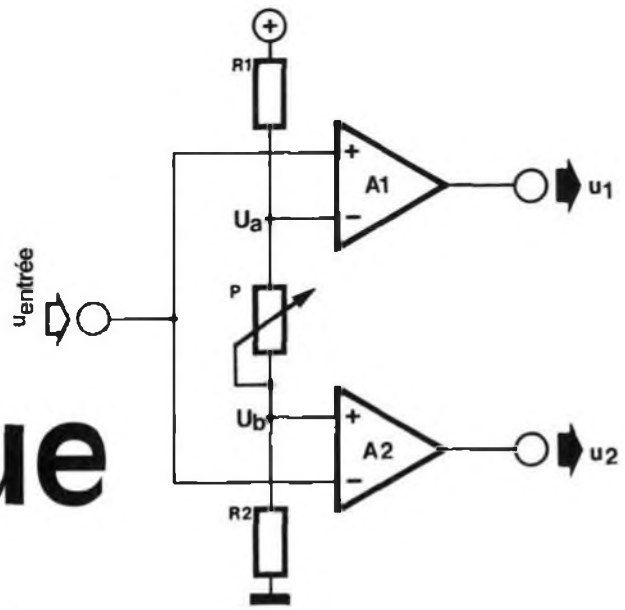
d'un discriminateur hors contexte. Selon la valeur de la tension d'entrée $u_{entrée}$ appliquée simultanée à l'entrée inverseuse d'un comparateur et à l'entrée non inverseuse de l'autre, le discriminateur à fenêtre se comporte un peu comme un circuit numérique : ses sorties u_1 et u_2 sont soit au potentiel de la tension d'alimentation, soit au potentiel de la masse.

Nous savons en effet que lorsque la tension sur l'entrée non inverseuse d'un comparateur (par exemple A1) dépasse la tension sur son entrée inverseuse, la sortie présentera une tension de l'ordre de la tension d'alimentation. Dans le cas inverse, la tension de sortie est nulle (à qpp). La configuration de la figure 2 montre aussi que la tension de référence fixe appliquée à l'entrée inverseuse d'A1 (U_a) et à l'entrée non inverseuse d'A2 (U_b) est déterminée par un diviseur de tension commun, formé par R1, R2 et une résistance variable. La tension U_a est toujours supérieure à la tension U_b, quelle que soit la position du curseur de P. Le graphique de la **figure 3** montre comment les seuils U_a et U_b influencent le comportement des deux comparateurs. La tension d'entrée $u_{entrée}$ évolue de façon aléatoire. Quand elle dépasse le seuil U_b, c'est la sortie u_2 du discriminateur qui réagit. Plus tard quand $u_{entrée}$ dépasse le seuil u_a, c'est la sortie u_1 qui change d'état. Il n'est pas étonnant qu'A2 bascule bien avant A1, puisque le niveau de tension appliqué sur son entrée de référence est nettement plus bas que celui qu'A1 voit sur son entrée inverseuse.

La plage délimitée par les deux seuils de basculement est appelé *fenêtre* du discriminateur. Plus on éloignera l'un de l'autre les deux seuils, plus la fenêtre sera large. En réduisant la valeur de P, nous rapprochons les deux seuils,

Figure 1 - La symétrie des deux moitiés du circuit correspond à la symétrie des axes horizontaux et verticaux le long desquels se déplace la bille pour atteindre le trou. En fait, ce circuit comporte deux discriminateurs à fenêtre qui commandent chacun deux LED : l'une est allumée quand la bille n'a pas encore atteint la fenêtre et l'autre s'allume quand elle en ressort. La cinquième LED ne peut s'allumer que quand les quatre autres sont éteintes. La plage de la tension d'alimentation est assez étendue, mais le plus simple est d'alimenter ce circuit à partir d'une pile de 9 V.

Figure 2 - Le discriminateur à fenêtre dans sa plus simple expression : deux amplificateurs opérationnels commandés par une même tension que l'un reçoit sur son entrée inverseuse et l'autre sur son entrée non inverseuse. Les deux seuils de leur tension de référence U_a et U_b sont plus ou moins éloignés l'un de l'autre selon la valeur de la résistance variable P prise dans un diviseur de tension.



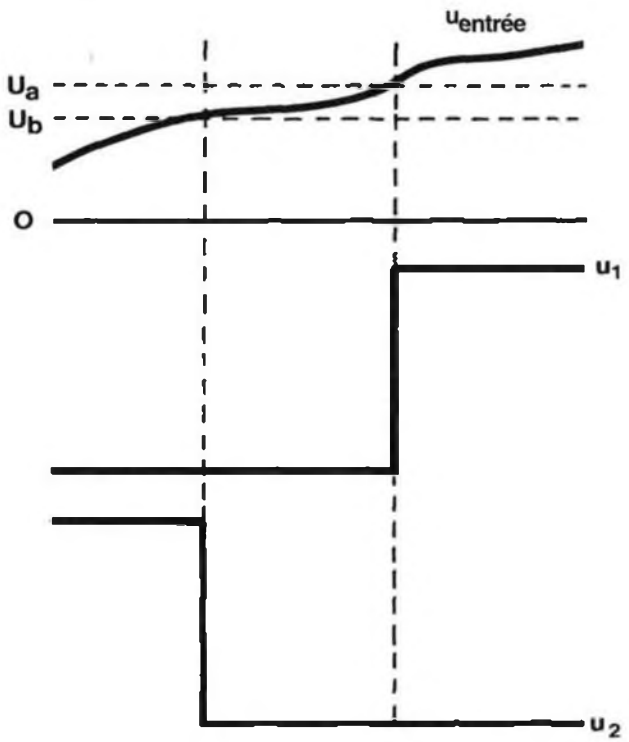


Figure 3 - Ces trois courbes de tension résument avec éloquence le fonctionnement du discriminateur à fenêtre. Les sorties des comparateurs ne sont basses toutes les deux que tant que la tension d'entrée se trouve dans la fenêtre délimitée par les seuils U_a et U_b.

PDF Page Organizer - Foxit Software

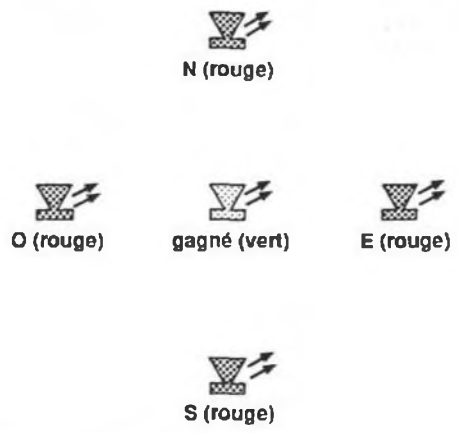


Figure 4 - Pour bien comprendre le fonctionnement du circuit à deux discriminateurs à fenêtre, il faut avoir présente à l'esprit la disposition des quatre LED rouges qui matérialisent le mouvement de la bille autour du trou central, auquel correspond la LED verte.

la fenêtre devient plus étroite et par la même occasion le trou devient moins profond. Plus la fenêtre est étroite, mieux il faut viser pour y passer.

Dans le schéma complet du jeu de billes, nous avons deux discriminateurs, donc deux fenêtres, et par conséquent deux potentiomètres : d'un côté P2a pour l'axe Nord-Sud et de l'autre P2b pour l'axe Est-Ouest. Tout le monde a déjà compris qu'il s'agit en fait des deux pistes d'un potentiomètre stéréophonique dont les curseurs sont solidaires d'un seul et unique axe. On peut aussi utiliser deux potentiomètres distincts, ce qui permet d'obtenir un trou ovale...

Puisque nous sommes revenus au schéma de la figure 1, suivons les signaux en sortie des comparateurs. Chacun des quatre amplificateurs opérationnels commande directement une LED rouge. Ils suivent les mouvements de la bille sous forme d'une variation de tension appliquée à leur entrée par le curseur du potentiomètre P1 pour l'axe Nord-Sud et par le curseur du potentiomètre P3 pour l'axe Est-Ouest. Nous avons vu à l'instant que lorsque la tension d'entrée n'était pas en-deçà des limites de la fenêtre, l'une des deux sorties du discriminateur était au potentiel de la ligne d'alimentation positive. Par conséquent, tant que la bille n'est pas bien placée sur l'un des deux axes, l'une des LED de l'axe correspond sera allumée. Quand la tension d'entrée du discriminateur se trouve entre les seuils u_a et u_b, ses sorties sont toutes les deux au niveau bas : les conditions sur l'axe correspondant sont requises pour que la bille tombe dans le trou, donc aucune des deux LED rouges D1 et D2 ou D3 et D4 n'est allumée. Il ne circule pas de courant à travers les résistances de limitation R3, R4, R9 et R10.

Quand ceci est vrai sur les deux axes à la fois, il ne règne au point commun entre R5, R6, R11 et R12 aucun potentiel susceptible de permettre à un courant de circuler dans la base de T1. Ce transistor est bloqué. La base de T2 est polarisée par R13, ce qui permet à T2 de conduire tant et plus le courant qui traverse la LED verte D5 : gagné ! Ces conditions ne sont réunies que quand aucune des LED rouges n'est allumée, car sinon il circule un courant dans l'une au moins des résistances de limitation aux bornes de laquelle s'établit donc un potentiel qui à son tour permet l'apparition d'un courant de base qui fera conduire T1. En conduisant, celui-ci bloque T2 et empêche la LED verte de s'allumer.

LISTE DES COMPOSANTS

R1,R2,
R5 à R8,
R11 à R13 = 10 kΩ
R3,R4,R9,
R10,R14 = 1 kΩ

P1,P3 = 47 kΩ lin.
P2 = 1 kΩ stéréo

D1 à D4 = LED rouge
D5 = LED verte

T1,T2 = BC547B
IC1 = LM324

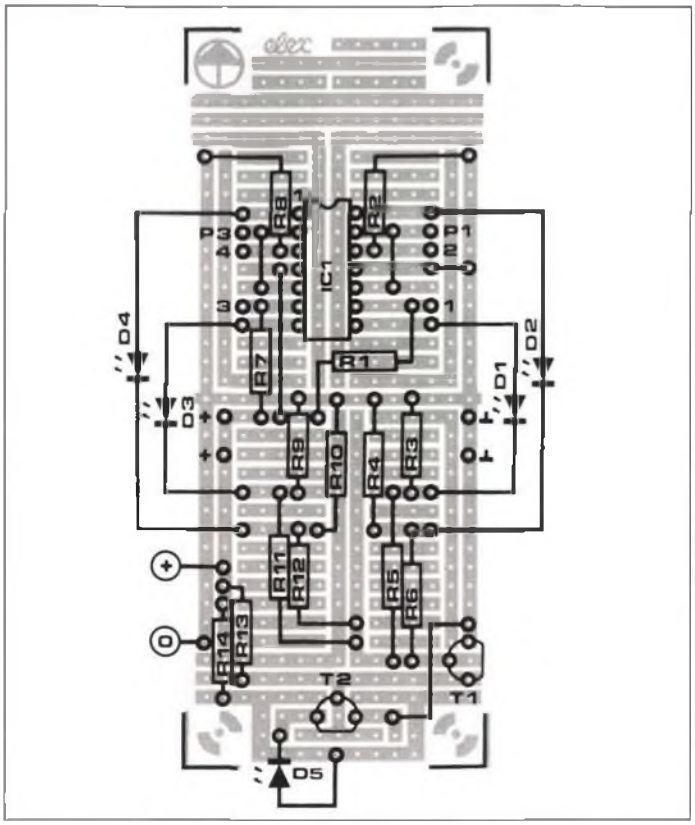
Divers :
1 pile de 9 V

platine d'expérimentation de format 1

réalisation

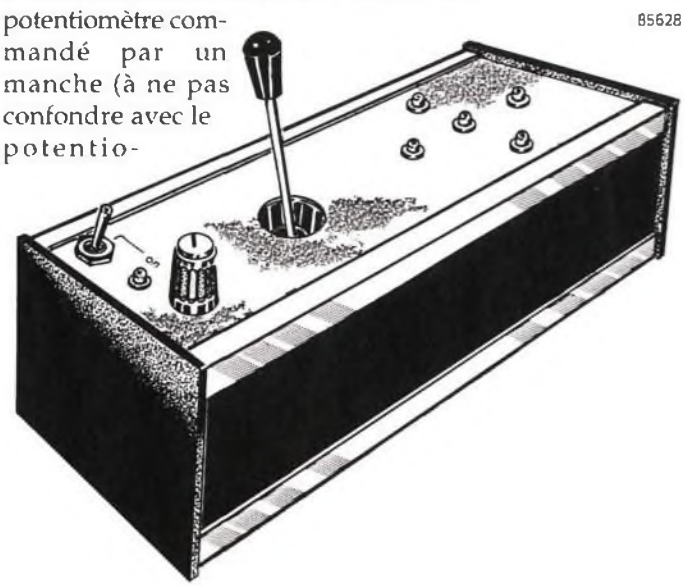
Le jeu de bille électronique tient sur une plaquette d'expérimentation de petit format. Ceux d'entre vous qui préfèrent les vrais circuits imprimés auront vu, dans plusieurs articles publiés récemment, comment il est possible de tracer soi-même un dessin de circuit imprimé à partir du plan d'implantation que nous proposons pour la platine d'expérimentation. Ce sont là d'excellents exercices de travaux pratiques,

PDF Page Organizer - Foxit Software



d'autant que dans certains cas comme celui qui nous occupe ici, la platine est assez chargée et l'implantation assez drue. À vos transferts Mecanorma !

Utilisez des picots pour les fils de liaison vers les LED, les potentiomètres et l'interrupteur. Ne soudez pas les fils directement au circuit imprimé. L'usage de picots femelles est facultatif : vous pouvez souder les fils préalablement étamés directement sur les picots mâles. Pour P1 et P3, il est intéressant mais pas indispensable d'avoir recours à un double potentiomètre commandé par un manche (à ne pas confondre avec le potentiomètre stéréophonique que nous utilisons pour P2a et P2b). La valeur des potentiomètres du manche de commande n'est pas très contraignante ; vous pourrez utiliser n'importe quel modèle convenable dont la valeur sera comprise entre 1 kΩ et 1 MΩ. Le réglage de P2 permettra de compenser l'important écart entre ces valeurs limites. Le croquis de la **figure 6** peut servir de point de départ pour une réalisation personnalisée. Si vous trouvez un coffret en forme de pupitre agréable à manipuler, pourquoi ne pas l'utiliser...



ELEX
les Trois Tilleuls
BP59
59850 NIEPPE
☎ **20 48 68 04**
de 8h30 à 12h30 et de 13h15 à 16h15

télécopie **20 48 69 64**
minitel **3615** code **ELEX**

4e année n° 35 juillet 1991

ABONNEMENTS : encart avant-dernière page
PUBLICITÉ : **Brigitte Henneron et Nathalie Defrance**
ADMINISTRATION
Jeanine Debuyser et Marie-Noelle Grare
DIRECTEUR DELEGUE DE LA PUBLICATION : Robert Salle

Banque : Société Générale - Armentières n°01113-00020095026-69
CCP PARIS 190200V libellé à «ELEX»
Société éditrice : Editions Casteilla SA au capital de 1 000 000 F
siège social : 25, rue Monge 75005 PARIS — RC PARIS 378 000 699
SIRET 00033 APE : 5112 — principal associé : VISLAND S.A.R.L
Directeur Général et directeur de la publication : Marinus Visser

OJD VERIFICATION DIFFUSION - PUBLICITÉ 1989

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

Dépôt légal : juillet 1991
n° ISSN : 0990-737X
n° CPPAP : 70184

Tous droits réservés pour tous pays
© **ELEKTUUR 1991**

Maquette et composition par ELEX
Photogravure PPS Hasselt (B)
imprimé aux Pays-Bas par NDB - Leiden

ELEX BAZAR

CHERCHE elex n° 1 à 20. Faire offre 200F. THEVENET Bruno 6, route de Langonand 42400 SAINT CHAMOND.

ACHETE ordinateurs en panne, moniteurs ATARI ST ou IBM PC XT-AT compatibles. Christian DUONG. Tél : (1) 45.34.91.29

VENDS multimètres METRIX 20.000. M/V 430-433-460-462 TBE : 85 F pièce + PORT RENS. ETSA. COCU 35, Av République 18110 ST MARTIN D'AUXIGUEF.

ACHETE VIC20COMMODORE, si bon état et pas cher. Tél : 20.87.32.07 Philippe, heures de bureau. LILLE.

CHERCHE modéliste sympa qui donnerait plan de radio 1 voie "Tout ou rien". Merci. TURIEL Tél : (1) 64.99.44.04.

ACHETE plans de montages pédale DELAY et pédale CHORUS. Tél 49.44.96.06 ou écrire Alain ALAPINI 99, rue Cornet 86000 POITIERS.

VENDS labo photo déb : 250 F. Carte mémoire PC 2Mo : 1 000 F. ELEX depuis n°1. Tél (1) 43.72.53.97 PARIS.

VENDS livres élect. + acces. vieux postes + mat divers - list/envel. timbrée. ROTH Antoine 18, rue Gal De Gaulle 68440 HABSHEIM.

VENDS micro THOMSON T07-70 + magnéto + logiciels, parfait état, très peu servi. Tél : 84.45.55.67 le soir.

VENDS oscillo. 2X15 MHz : 900 F. Alimentation 0-15V pour labo : 200 F. Disque dur 110Mo : 3500 F. LOUVEL Hervé Tél : (1) 48.27.73.01.

VENDS ELEX n° 1 à 33 + cassette rangement : 450 F. Micro FM : 120 F. STROB 150 Joules : 150 F. ampli sono vent 120 W : 1700 F. Tél : 23.61.15.73.

VENDS cope revue ordi individuel trucs pour calculatrices programmables et ELEX. ImP EPSON LQ 2500. Tél (1) 43.72.53.97.

ACHETE oscillo 2 traces 10 MHz maxi. Petit prix. Tél 90.74.29.04.

VENDS ordinateur CII HONEYWELL BULL avec accessoires et alimentation spéciale, à débattre, convient à fanatique de l'informatique. Tél : 84.60.96.38.

VENDS multimètre : 150 F, voltmètre électronique : 300 F, Géné BF PHILIPS : 400 F, oscillo double traces à vérifier : 600 F, alim FERISOL : 400 F. Tél : 52.87.10.07.

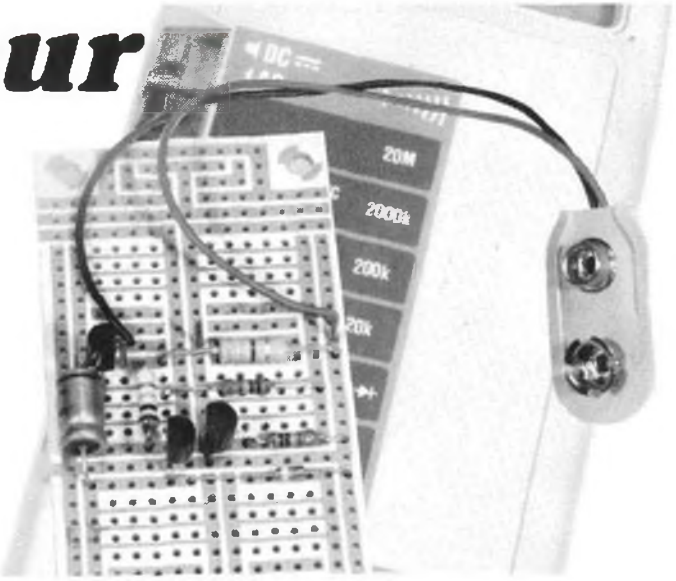
RECHERCHE rembobineuse pour K7 vidéo BETAMAX. Tél 56.78.87.06 ap 18 H.

Enseignante (novice) d'adolescents en échec scolaire **CHERCHE** petits montages très simples pour démarrer. Merci. PROUST F SES du collège J MOULIN av J Moulin n°16 93100 MONTREUIL.

PDF Page Organizer - Foxit Software

temporisateur

coupure automatique temporisée d'appareils alimentés par piles



requiem pour une pile

Un lecteur d'ELEX :
« Tiens, on dirait que les piles de la radio sont à plat... vite, le voltmètre. On va vérifier ça... Hé oui, même plus 1 V de tension, je cours au tabac du coin en chercher d'autres. »

Le narrateur :
En sortant de chez lui, notre chercheur de piles rencontre un copain qui lui propose de l'accompagner vers une destination qui importe peu dans le cadre de nos préoccupations du moment. La soirée passe, la journée du lendemain aussi. Puis, le soir venu, au moment de monter enfin dans la radio les piles qu'il était sorti acheter la veille au soir, notre gaillard, enfin rentré chez lui, reprend son multimètre où il l'avait laissé, pour vérifier leur tension.

Le même lecteur (vert) :
« Blood and guts, prosit kaï kaï, rougeole et myxomatose, le voltmètre est resté allumé depuis hier soir... et maintenant il est éteint. La pile est morte, qu'elle crève ! Au vide-ordures ! »

Le rédacteur (vert missel) :
Halte ! Pas de piles dans la poubelle : il faut en recycler les substances toxiques, notamment les métaux lourds. On trouve de plus en plus facilement des bacs de récupération dans lesquels il suffit de les déposer. Pour l'instant, ce geste est purement symbolique, compte tenu de l'ampleur de pollutions bien plus massives que celle des piles. Le geste inverse, qui consiste à abandonner les piles usagées dans la première poubelle venue, est tout aussi symbolique, vous en conviendrez.

Le choeur des lecteurs :
Il y a des symboles qui tuent, padam pidou...

Le rédacteur :
Tel qu'il est présenté ici, notre temporisateur est adapté à un multimètre de bonne qualité, mais de fabrication relativement ancienne, et dépourvu par conséquent de cette accessoire dont sont équipés la plupart des modèles récents de multimètres et de calculettes de poche et qui assure la coupure automatique de la tension d'alimentation quand l'appareil ne sert plus. Vous êtes libre de l'adapter sur n'importe quel autre appareil de votre choix, à condition que son courant d'alimentation ne dépasse pas les 150 mA que supporte le transistor T2.

Ce circuit est monté en série avec l'interrupteur marche-arrêt d'origine (en aval de cet interrupteur). Le courant qui alimente l'appareil à équiper passe à travers le transistor darlington T2. Lors de la mise sous tension, ce transistor est conducteur, mais il ne le reste que quelques minutes, puis il se bloque. Aussitôt l'appareil alimenté s'arrête de fonctionner, faute de courant, même si S1, l'interrupteur marche-arrêt, est resté fermé.
Pour remettre l'appareil en service, il suffit d'actionner S1, c'est-à-dire l'ouvrir et le refermer aussitôt.

La durée de la temporisation dépend de la valeur de certains composants et de leur tolérance. Nous verrons cela quand nous aurons étudié le fonctionnement du temporisateur.

Ce montage est très simple mais intéressant, ne serait-ce que parce qu'il fait appel à trois transistors différents. Le plus insolite d'entre eux est le transistor à effet de champ T3. Son rôle est de commander T2 qui, nous l'avons vu, fait office d'interrupteur. En fait, l'interrupteur électronique proprement dit, c'est bien T3. Mais comme ce composant délicat ne supporte pas de courants de forte intensité, on le fait accompagner par un gros-bras (T2). La durée de la temporisation est déterminée, pour l'essentiel, par la valeur de C1 et R4 qui polarisent la grille de T3.

Le choeur des lecteurs :
« Reste la fonction de T1 ? »

Le rédacteur :
Celui-là sert à court-circuiter C1, c'est-à-dire à le décharger rapidement, chaque fois que l'on ouvre S1. Si S1 est refermé aussitôt après, afin de remettre l'appareil en service, il faut que le cycle de temporisation reprenne au début, ce qui n'est possible que si C1 est déchargé.
Reprenons le fil de événements.

Actionnons S1 pour mettre l'appareil en marche. Le condensateur C1 est encore déchargé, il circule du courant à travers D1, C1 puis R4, vers la masse. La différence de potentiel entre les deux bornes de R4 est alors de 8 V environ si la tension d'alimentation est de 9 V comme indiqué sur le schéma. Cela suffit pour que le canal drain-source de T3 soit conducteur. Les conditions de polarisation de la base de T2 (c'est un transistor PNP) sont réunies pour que ce transistor conduise : entre la sortie du temporisateur électronique et la masse on relève maintenant une tension quasi égale à la tension d'alimentation. Il n'y manque que le seuil de 0,8 V, nécessaire à la jonction émetteur-collecteur de T2 pour conduire.

Au fur et à mesure que C1 se charge, la tension sur R4 diminue. Bientôt la tension de polarisation de la grille de T3 devient insuffisante pour que ce transistor continue de conduire. Dès lors il ne peut plus circuler de courant dans la base de T2 et celui-ci se bloque. C'est la fin de la temporisation : la tension de sortie du temporisateur s'effondre. S1 est toujours fermé, ne l'oublions pas.

Le choeur des lecteurs :
« Nous ne l'oublierons pas ! »

Le rédacteur :
Ouvrons S1 : la tension positive qui polarisait la base de T1 s'effondre. La tension positive qui règne sur C1 ne parvient pas à la base de T1, elle est bloquée par D1 qui est maintenant polarisée en sens inverse. Il reste néanmoins la tension positive de C1 sur l'émetteur de T1. Or ce transistor PNP peut conduire maintenant que sa base est forcée au potentiel de la masse par R1. C'est ainsi que C1 se décharge instantanément à travers T1, de sorte que si nous refermons immédiatement S1 après l'avoir ouvert (tout cela se passe très rapidement en réalité), le cycle de temporisation pourra recommencer normalement. En l'absence de T1, le condensateur finirait aussi par se décharger, mais cela durerait assez longtemps, compte tenu de sa forte capacité. Il ne serait donc pas possible de remettre l'appareil sous tension immédiatement après la fin d'un délai de temporisation.

PDF Page Organizer - Foxit Software

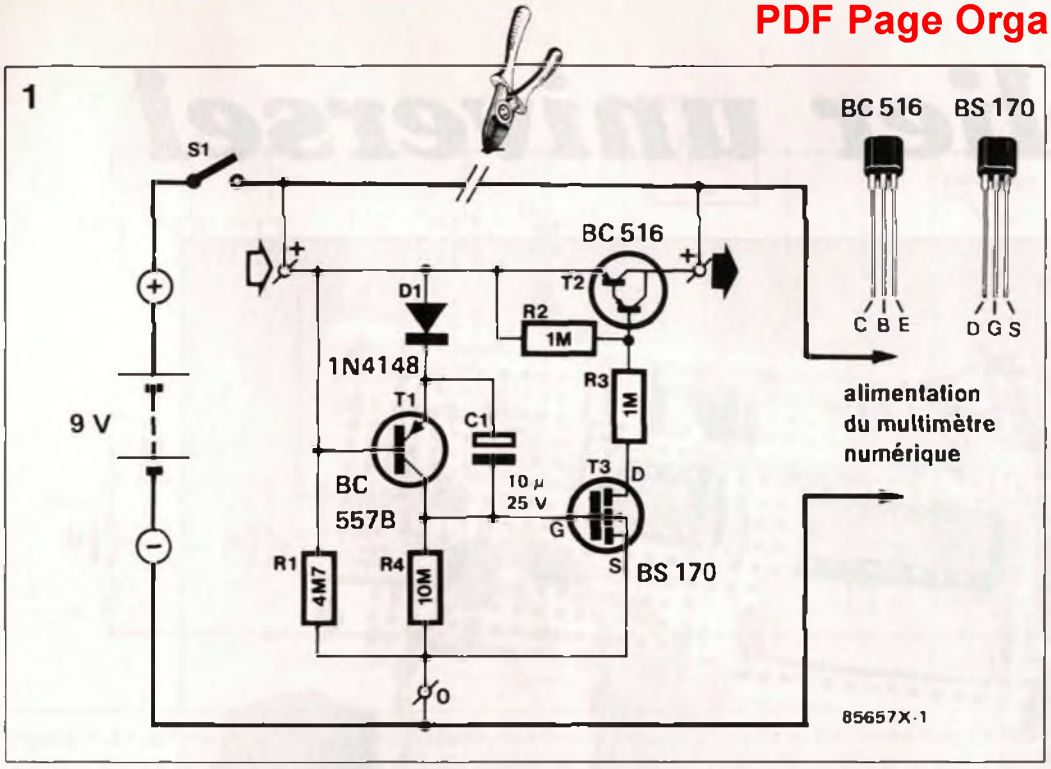


Figure 1 - Trois transistors différents, quatre résistances, une diode et un condensateur pour faire un temporisateur, utilisable avec un multimètre ou tout autre appareil ne consommant pas trop de courant. Le réseau RC que forment R4 et C1 se charge de la temporisation, T3 est l'interrupteur électronique et T2 l'étage "de puissance". T1 est là pour décharger le condensateur de temporisation quand la temporisation est finie et que l'on veut remettre l'appareil sous tension.

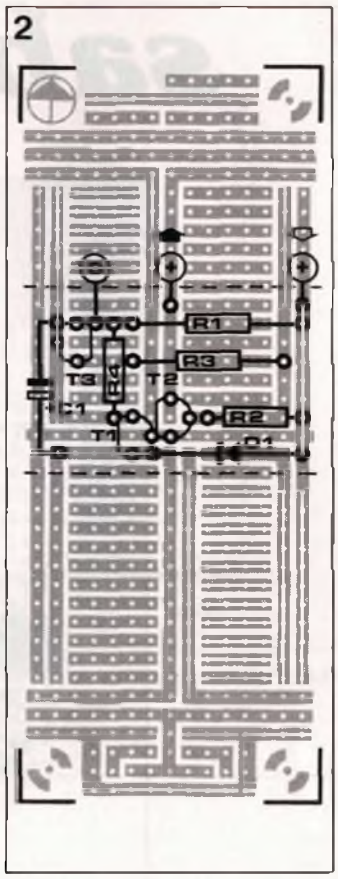


Figure 2 - Il suffit en fait d'une chute de platine d'expérimentation de format 1 pour caser les neuf composants du temporisateur. Une fois n'est pas coutume : pas un seul pont de câblage !

Voilà tout pour ce qui concerne le fonctionnement, passons à la pratique maintenant. Nous vous proposons de réaliser le temporisateur sur un tout petit morceau de platine d'expérimentation.

Le choeur des lecteurs :
« Hoho ! »

Le rédacteur :
Les plus habiles d'entre vous pourront pousser la miniaturisation encore nettement plus loin. En suivant les indications de la **figure 2**, vous commencerez par les résistances, puis la diode (polarité !) pour continuer avec les transistors (orientation !) et pour finir avec le condensateur et les picots. Soyez prudent en manipulant T3, ce transistor ne supporte pas bien les décharges d'électricité statique, surtout si elles sont infligées à l'une seule ou à deux de ses trois broches. C'est pourquoi nous vous recommandons d'entortiller un mince fil de cuivre dénudé autour de ses trois broches pour les court-circuiter jusqu'à ce que le composant soit définitivement implanté (et soudé) sur la platine. N'oubliez pas de retirer ce court-circuit avant de mettre le circuit en service...
Une fois que le transistor est soudé avec les autres composants, il ne peut plus rien se passer de grave.

Voici venu le moment de la mise en service. Le câblage ne devrait pas poser de problème. Il faut interrompre la liaison entre l'interrupteur de mise en marche S1 et le circuit à équiper, pour intercaler le temporisateur. Le point +, du côté de la flèche blanche de la figure 1, est relié à l'interrupteur S1, et le point + du côté de la flèche noire est relié à la ligne positive du circuit dont l'alimentation a été interrompue. La masse du circuit reste branchée comme elle l'était, on y connecte aussi la masse du temporisateur.

Si vous préférez faire un test préalable sur table, nous ne saurions trop encourager votre prudence. C'est pourquoi nous vous donnons sur la **figure 3** le schéma d'un circuit de test que vous connecterez en sortie du temporisateur pour en vérifier le fonctionnement avant de le mettre en service pour de bon. Il s'agit simplement d'une LED en série avec une résistance de limitation de courant. Branchez une pile de 9 V à l'entrée du temporisateur. La LED doit s'allumer. Attendez... elle s'éteindra entre deux et quatre minutes plus tard. Débranchez la pile, puis rebranchez-la. La LED ne s'allume pas ? C'est que vous avez commis une erreur quelque part...

La tension d'alimentation du temporisateur ne doit pas descendre trop loin en-dessous de 9 V. Il est vraisemblable qu'à partir de 6 V, le circuit ne fonctionne plus du tout. C'est la faute aux FET dont les tolérances sont assez fortes. Sainte-Bidouille soit avec vous !

Le choeur des lecteurs :
« Avec nous ! »

Le rédacteur (qui a toujours le dernier mot) :
Nous avons déjà indiqué que le circuit commandé par le temporisateur ne devait pas consommer plus de 150 mA. Le courant de repos du temporisateur quand S1 est fermé, en l'absence d'appareil connecté en aval, est de 2 µA (1 pp). Pour ce qui est de modifier la durée de temporisation, rien de plus simple : modifiez la valeur de C1 et ou de R4. Une diminution de leur valeur se traduit par une réduction de la durée de la temporisation. Essayez, non sans avoir mis d'abord un cierge à Saint-Bol !

85657

LISTE DES COMPOSANTS
R1 = 4,7 MΩ
R2,R3 = 1 MΩ
R4 = 10 MΩ
C1 = 10 µF/25 V
D1 = 1N4148
T1 = BC557B
T2 = BC516
T3 = BS170 (FET)

Divers :
1 platine d'expérimentation de format 1
5 picots à souder

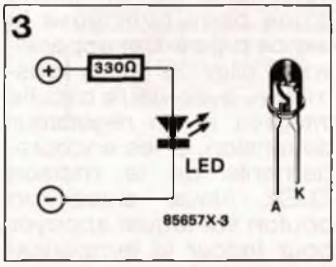
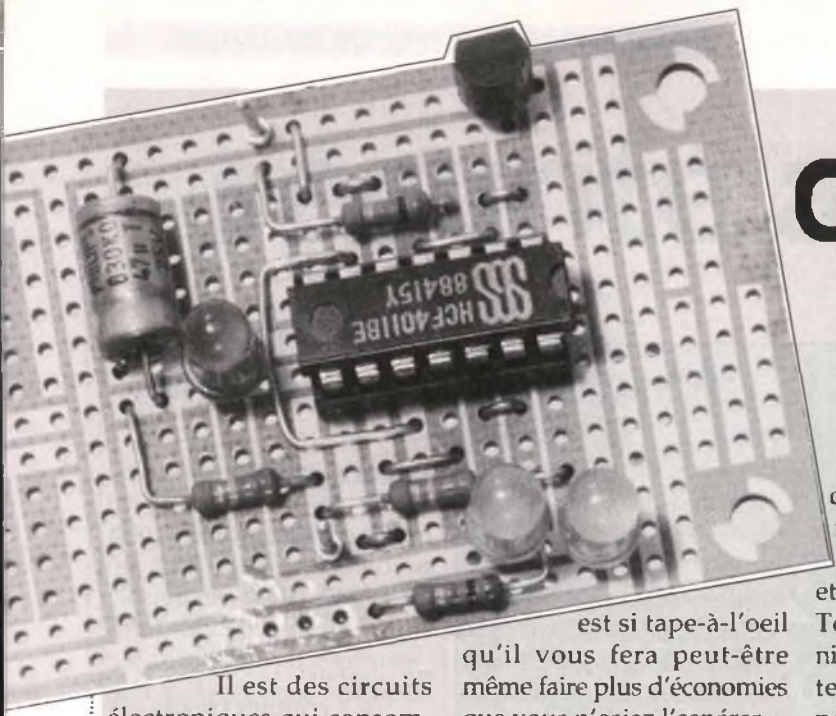


Figure 3 - Une LED associée à une résistance de limitation de courant : l'accessoire qu'il vous faut pour tester le fonctionnement du temporisateur avant de le mettre en service pour de bon.

PDF Page Organizer - Foxit Software



clignotant

sobre

Il est des circuits électroniques qui consomment extrêmement peu et dont il faut néanmoins changer la pile assez fréquemment. C'est souvent la consommation non négligeable de leur témoin de fonctionnement qui est la cause du remplacement prématuré de la pile. Il serait peut-être plus malin de changer de témoin ! Pour vos futurs circuits, vous utiliserez le clignotant que nous vous proposons ici, n'est-ce pas ? Il ne prend pas beaucoup de place et malgré sa consommation très faible il est si tape-à-l'oeil qu'il vous fera peut-être même faire plus d'économies que vous n'osiez l'espérer.

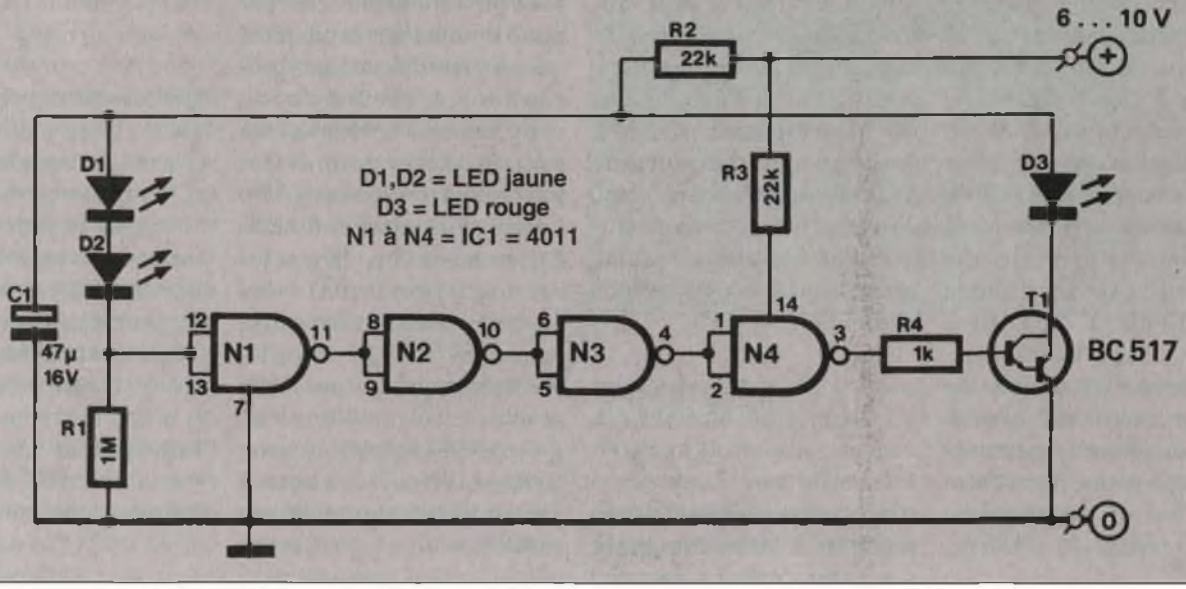
Franchement, que serait un appareil électronique sans ses petites lampes de contrôle ? Votre sens de l'esthétique doit être vraiment rabougri si vous osez prétendre que ces loupiotes ne servent à rien de plus qu'informer l'utilisateur que sa chaîne Hi-Fi ou son autocuiseur ou la minuterie de sa chambre noire sont en marche ; pour la plupart des appareils, on s'en apercevrait même sans ça. La fonction d'une lampe de contrôle, c'est aussi de couronner l'ouvrage. Comme les étoiles et la lune la nuit, et le soleil le jour. Amen. Telle face avant en aluminium anodisé[1] en jette incontestablement plus avec sa petite loupiote[2] rouge que telle autre sans rien.

Quoi qu'il en soit, la part croissante que prennent les appareils de toutes sortes alimentés par piles ou accus (qu'on pense aux amplificateurs portatifs de guitare électrique, aux baladeurs, aux appareils de radio ou... complétez la liste à votre convenance) pose le problème de l'alimentation d'un témoin de fonctionnement optique. Problème en effet, parce qu'un témoin de fonctionnement optique consomme trop de ce précieux courant, dont l'appareil a besoin pour fonctionner. À quoi bon le décor lumineux s'il diminue de 5 à 10 % l'autonomie du baladeur. Une lampe comme ça, quand elle brille de tous ses feux, c'est du 25 mA qu'elle tire, c'est joli mais cher (donc faible[3])!

Un clignotant nous tirera d'affaire. Où est-il écrit, en effet, qu'une lampe de contrôle doit donner sans discontinuer ? Nulle part ! Une lampe de contrôle peut clignoter, c'est suffisant. Et nous irons même un peu plus loin : la LED de notre circuit ne clignote pas, elle lance des éclairs.

Nous utilisons ici une propriété de la vision qui est la

Figure 1 - Faire clignoter une LED n'est pas difficile. Les solutions abondent, mais n'impliquent pas d'économie de courant pour autant, car elles font appel, d'une manière ou d'une autre, à un un oscillateur. Or le courant économisé pendant les phases d'extinction, du fait du clignotement de la LED, est compensé par celui qu'il faut consacrer à l'alimentation de l'oscillateur. Il n'en va pas de même dans le cas de notre "témoin de pénurie" dont le rôle est justement de retarder cette pénurie pour les piles ou les accus. Tout est fait ici pour que la consommation soit minimale.



PDF Page Organizer - Foxit Software

de pénurie

mais voyant

persistance rétinienne, la sensation visuelle dure (environ 0,15 s) après la suppression de l'excitation. Si une LED est allumée pendant moins d'un centième de seconde, nous la percevrons non seulement bien mais aussi pendant une durée considérablement plus longue. En ce qui concerne la consommation, les lois de la physique ne se laissent pas facilement déborder[4] : si une LED n'éclaire que pendant un centième de seconde chaque seconde, elle ne consomme qu'un centième de ce qu'elle consommerait si elle était en service pendant toute la seconde quand bien même elle est perçue pendant 15 centièmes de seconde. La pensée du lecteur d'Elex, rapide comme l'éclair, aura trouvé ces lignes lumineuses[5].Le problème, maintenant, est qu'il n'est pas d'usage chez les LED de lancer un aussi bref éclair toutes les secondes si l'on se contente d'appliquer une simple tension continue à ses bornes (nous n'envisageons pas le cas où la tension est trop élevée et où la LED n'est pas associée à son indispensable résistance de limitation de courant, l'éclair jaillit certes, mais unique et mortel[6]).

C'est la raison pour laquelle un oscillateur est prévu. « Un oscillateur va donc consommer ce que vous avez prévu d'économiser en ne laissant pas allumée constamment la LED » nous rétorque-t-on bien à tort. Nous utiliserons en effet un circuit oscillant rendu très économique par des astuces de construction.

LED 'épargne

Nous vous épargnerons aussi un long commentaire, le circuit ne contient que peu de composants. Commençons par charger C1, à travers R2 jusqu'à atteindre la tension de seuil des deux LED D1 et D2 câblées en série. Les entrées (broches 12 et 13) et la sortie (broche 3) du circuit intégré passent à "1", en conséquence de quoi, le darlington T1 devient passant. Le condensateur C1 peut alors se décharger à travers la diode de signal lumineux D3. La base de T1 retombe à "0", ce transistor rouvre le circuit (en se bloquant) et C1 se recharge.

À la décharge de C1, la LED D3 est traversée par un courant de 100 mA, c'est beaucoup. Cette brève surcharge lui est cependant rendue supportable grâce aux 0,6 s environ qui suivent. Cela lui permet de se remettre de cette émotion qui l'a fait rougir si fortement. La résistance R3 de la ligne d'alimentation limite aussi le courant du circuit intégré.

Comme les tensions de seuil aux entrées des 4011 peuvent présenter une certaine dispersion suivant les exemplaires, nous vous recommandons, en cas de non fonctionnement, d'essayer avec d'autres diodes : au lieu de D1 et D2 vous pourrez mettre en série plusieurs diodes au silicium (1N4148 par exemple) ou augmenter le nombre des LED ! Enfin, n'oubliez pas, si vous utilisez des LED pour D1 et D2, d'en choisir des jaunes, c'est important. 86603

[1] *Anodisé, pour l'aluminium, c'est oxydé électrolytiquement. L'anode est ici une anode de chimiste, le lieu d'une oxydation.*

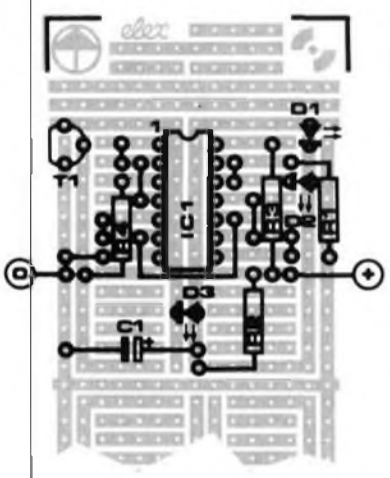
[2] *« Rouge étoile dans ton halo éclaire la morne face avant de fer blanc et habille-la de ta vermeille lueur » inscription sur papyrus du département des antiquités égyptiennes au Louvre*

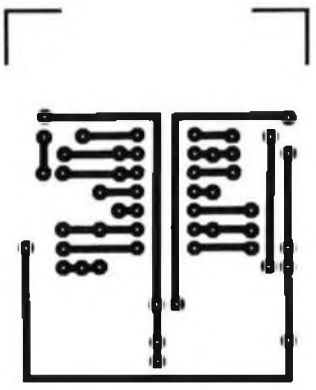
[3] *Le Cher est faible ! (dicton berrichon)*

[4] *La police est bien faite !*

[5] *Le rédacteur de cet article est satisfait de lui-même.*

[6] *Car elle en meurt la LED. DEL serait mieux, ici, comme nous le fait régulièrement remarquer le président du syndicat d'initiative de Delle (90).*





liste des composants

R1 = 1 MΩ
R2,R3 = 22 kΩ
R4 = 1 kΩ

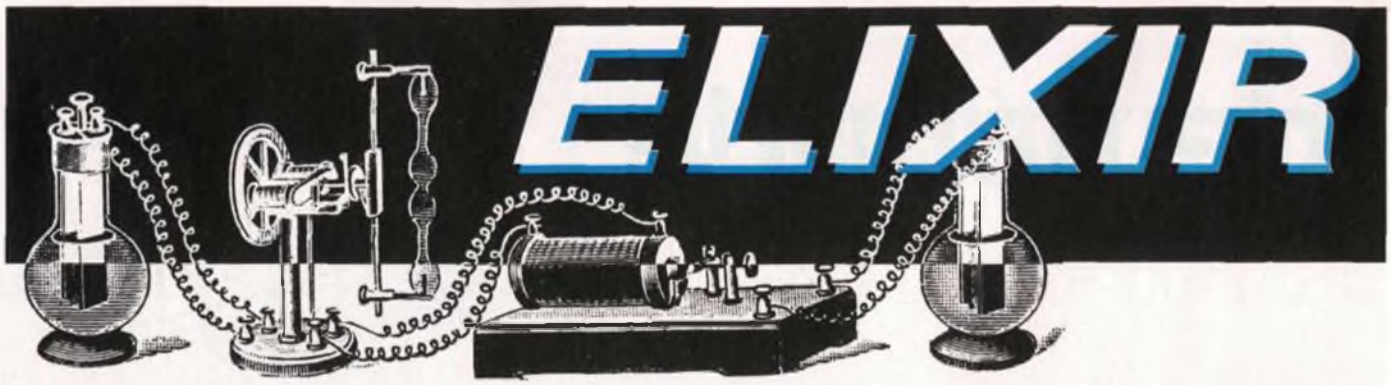
C1 = 47 µF/16 V

T1 = BC517 (Darlington)
D1,D2 = LED (jaune)
D3 = LED (rouge)
IC1 = 4011

platine d'expérimentation de format 1

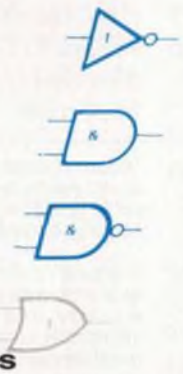
Figure 2 - Et le tout tient sur une moitié de platine d'expérimentation de format 1. Dans certaines circonstances, il sera même possible d'implanter les composants qui composent ce circuit sur le circuit auquel il devra servir de témoin de fonctionnement. Il suffira d'occuper les surfaces de la platine au mieux.

PDF Page Organizer - Foxit Software



Le propre d'un magazine d'initiation est d'évoluer, tout en incitant ses lecteurs à faire des progrès. Que deviennent les lecteurs qui prennent le train en marche? Ceux-là doivent pouvoir disposer d'un condensé de ce qui est déjà familier aux lecteurs fidèles. C'est pourquoi nous vous offrons ces pages, comme un élixir magique, qui vous permettent d'ingurgiter en l'espace de quelques minutes ce qu'il faut des semaines, des mois, voire des années pour assimiler.

S·C·H·É·M·A·S



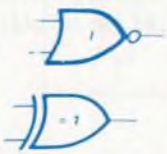
Symboles

Dans les schémas, nous utilisons des symboles dont certains, notamment ceux que nous utilisons pour les opérateurs logiques, ne sont pas conformes aux normes les plus récentes. Ce choix est délibéré et suffisamment bien fondé pour que provisoirement nous y restions fidèles.

Dans la rubrique « composants » déjà parue dans ELEX, vous trouverez chaque symbole et le composant auquel il correspond.

Valeurs

Nous n'utilisons pas de virgule lorsque nous indiquons la valeur de résistance ou de capacité, mais le symbole lui-même (pour 5,6 Ω nous écrirons 5Ω6), afin d'éviter tout risque de confusion entre un point ou une virgule et... une poussière ou une chiure de mouche (5Ω6 ne pourra jamais être confondu avec 56 Ω, mais cela risque d'arriver si l'on écrit 5,6 Ω).



Les lettres utilisées sont les suivantes :

p	(pico)	$= 10^{-12}$
n	(nano)	$= 10^{-9}$
µ	(micro)	$= 10^{-6}$
m	(milli)	$= 10^{-3}$
k	(kilo)	$= 10^{3}$
M	(méga)	$= 10^{6}$
G	(giga)	$= 10^{9}$

1 p = 0,000 000 000 001
1 n = 0,000 000 001 = 1000 p
1 µ = 0,000 001 = 1000 n
1 m = 0,001 = 1000 µ
1 = 1000 m
1 k = 1 000
1 M = 1 000 000 = 1000 k
1 G = 1 000 000 000 = 1 000 M

Note : Le k majuscule est réservé aux KILO-OCTETS de l'informatique. Dans ce cas, la lettre K désigne non pas 1000 unités, mais 1024 !

Voici quelques exemples de la manière dont les valeurs sont codées dans ELEX :

3k9 pour 3,9 kΩ = 3900 Ω
0Ω33 pour 0,33 Ω
4p7 pour 4,7 pF
5n6 pour 5,6 nF
4µ7 pour 4,7 µF

1 kV = 1000 V
1 mV = 0,001 V
1 µV = 0,000 001 V

Mesure

Dans certains schémas apparaissent des relevés de mesure. Ce sont des valeurs données à titre indicatif. Les valeurs réellement mesurées peuvent différer de ±10% sans que cela indique forcément un défaut du montage. Toutes les mesures sont effectuées, sauf mention spéciale, avec un multimètre ordinaire dont la résistance interne est d'au moins 20 kΩ/V (10 kΩ/V en alternatif). En l'absence d'indication de ce genre, on peut calculer facilement la sensibilité d'un multimètre en prenant l'inverse du plus petit calibre de mesure de courant continu, qui s'étendra par exemple de 0 à 50 µA. On aura dans ce cas 1/50 µA, soit 20000 (Ω/V).

Le **volt** (V) est l'unité de mesure de la tension, c'est-à-dire de la différence de potentiel (d'énergie) entre deux points, ou force électro-motrice (f.é.m.). Une tension n'est pas forcément mesurée par rapport au 0 V ou à la masse. Il peut régner une tension entre deux points sans qu'il circule de courant, mais le courant ne peut circuler d'un point à un autre que s'il existe une différence de tension entre eux. Le composant utilisé le plus souvent pour créer une telle différence de tension est la résistance, aux bornes de laquelle ont relève une chute de tension. La mesure de tension a un caractère statique puisqu'il s'agit de la constatation d'une différence.

Selon la polarité du circuit de mesure par rapport à celle de la tension mesurée, le résultat d'une mesure de tension pourra être positif ou négatif. Les valeurs de tension courantes en électronique vont du microvolt à la dizaine de volts.

L'**ampère** (A) est l'unité de mesure de l'intensité du courant. Il s'agit d'une mesure à caractère dynamique, puisqu'elle porte sur un débit, c'est-à-dire le déplacement d'une certaine quantité d'électricité (flux électronique) pendant un temps donné. Quand l'intensité du courant est mesurée par rapport à une source, sa polarité est positive. Mesuré par rap-

PDF Page Organizer - Foxit Software

port à un drain de courant, sa polarité est négative. Les valeurs d'intensité courantes en électronique vont du microampère à la dizaine d'ampères.

Le **hertz** (Hz) est l'unité de mesure de la fréquence d'un signal périodique, c'est-à-dire le nombre de répétitions par seconde d'un cycle complet d'oscillation. Une période par seconde = 1 Hz. Dix mille périodes par seconde = 10 000 Hz ou 10 kHz. La mesure de fréquence donne toujours un résultat positif, même quand le nombre de répétitions par seconde est inférieur à zéro.
Exemple : une période toutes les dix secondes = 0,1 Hz. Les valeurs de fréquence courantes en électronique vont du dizième de Hz (0,1) au mégahertz (million de Hz) et au gigahertz (milliard de Hz).

Le **henry** (H) est l'unité de mesure de l'inductance (bobines), c'est-à-dire du coefficient de self-induction. Dans un circuit fermé, il s'agit du quotient du flux que crée à travers ce circuit le courant qui le parcourt, par l'intensité de ce courant. Le résultat d'une mesure d'inductance est toujours positif. Les valeurs d'inductance courantes en électronique vont du microhenry au henry.

L'**ohm** (Ω) est l'unité de mesure de la résistance, c'est-à-dire du rapport de la puissance perdue dans un circuit (sous forme de chaleur ou de rayonnement) au carré de l'intensité du courant instantané de conduction. Le résultat d'une mesure de résistance est toujours positif (1 Ω = 1 V/1 A). La conductance (S) est l'inverse de la résistance.

Les valeurs de résistance courantes en électronique vont du milliohm à la dizaine de mégaohms.

Le **farad** (F) est l'unité de mesure de la capacité (condensateurs), c'est-à-dire de la valeur constante du rapport de la charge d'un conducteur isolé à son potentiel. Le résultat d'une mesure de capacité est toujours positif. Les valeurs de capacité courantes en électronique vont du picofarad au millier ou à la dizaine de milliers de microfarads.

Le **watt** (W) est l'unité de mesure de la puissance, c'est-à-dire le produit de l'intensité du courant (en ampères) par la force électro-motrice (tension en volts). Puisqu'il s'agit de la mesure d'une quantité de travail fourni par unité de temps, elle est dynamique.

Le résultat d'une mesure de puissance est toujours positif (1 W = 1 V × 1 A). Les valeurs de puissance courantes en électronique vont du mW à la dizaine ou à la centaine de watts.

RÉALISATIONS

COMPOSANTS

Les schémas publiés dans ELEX sont petits, simples et relativement faciles à comprendre. Les circuits correspondants peuvent être montés sur des platines expérimentales conçues spécialement pour permettre une mise en oeuvre universelle, mais aussi pour éviter de recourir aux films, aux supports transparents, aux platines présensibilisées et aux produits chimiques.

Si le lecteur possède quelques platines en stock au moment où il achète le magazine, il peut se lancer aussitôt dans les expérimentations pratiques. Pour supprimer tout risque d'erreur, chaque réalisation fait l'objet, au laboratoire d'ELEX, d'une étude d'implantation des composants, d'où naît un plan d'implantation des composants qui est publié dans l'article. Ces plans sont vus de dessus : ils montrent par conséquent la platine côté composants (et la face comportant les pistes de cuivre étamées apparaît comme par transparence).

Pour certains montages, il suffit d'une chute de platine d'expérimentation. La découpe sera effectuée de préférence à l'aide d'une scie à métaux fine et bien affûtée.

Les réalisations publiées par ELEX ne font appel qu'à des composants courants, disponibles en principe chez tous les revendeurs de composants sérieux. Il est préférable d'éviter d'utiliser des composants de récupération avant d'avoir pu scrupuleusement en vérifier le bon état.

La puissance des résistances utilisées est, sauf mention spéciale, de 1/4 W.

La tenue en tension des condensateurs à film doit être supérieure de 20% au moins à la tension de service du circuit. Pour les condensateurs électro-chimiques, le schéma comporte une indication chiffrée de la tenue en tension (minimale); par exemple 47 µF/16 V.

Lorsqu'un composant n'est pas disponible sous la référence indiquée, il arrive que l'on puisse utiliser un équivalent. Un même circuit intégré est souvent disponible sous plusieurs références différentes, variant selon le fabricant. Dans les schémas nous n'indiquons que la partie de la référence du composant qui est déterminante, et nous omettons les suffixes et les préfixes. Par exemple 741 est l'indication fournie pour les circuits intégrés µA741, LM741, MC741, RM741, SN72741, etc.

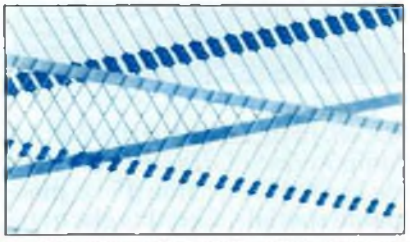
Pour les circuits intégrés, l'usage de supports de très bonne qualité est souhaitable.

Le code des couleurs en bref (et en noir et blanc) :

noir = "0"
marron = "1" (+ "0") (±1%)
rouge = "2" (+ "00") (±2%)
organge = "3" (+ "000")
jaune = "4" (+ "0000")
vert = "5" (+ "00000")
bleu = "6" (+ "000000")
violet = "7"
gris = "8"
blanc = "9"
or = × 0,1 (±10%)
argent = × 0,01 (±20%)

exemple :

jaune violet orange ⇔ "4" "7" "000" ⇒ 4700 Ω = 47 kΩ



PDF Page Organizer - Foxit Software

S•O•U•D•E•R

Voici résumée en quelques lignes la technique du soudage, décrite notamment dans le premier numéro d'ELEX.

Fer et soudure

La puissance idéale pour une fer à souder se situe entre 15 et 30 W. La pointe dont l'épaisseur ne dépassera pas 2 mm est recouverte d'une couche de protection qu'il ne faut ni limer, ni gratter. Nettoyez-la à chaud sur une éponge (naturelle) mouillée et évitez tout contact avec des matières plastiques.

N'utilisez que de la soudure à l'étain (60%) et au plomb (40%) de bonne qualité. L'âme de la soudure contient une substance décapante et anti-oxydante. On recommande l'usage, pour la plupart des applications, de fil de soudure d'une section d'1 mm.

• N'utilisez aucun adjuvant (pâte, liquide, etc)

• Avant de souder un composant, il faut impérativement l'immobiliser pour l'empêcher de bouger pendant que la soudure refroidit.

• Il faut toujours chauffer ensemble les deux parties à souder (la piste de cuivre et la patte du composant) pour les porter simultanément à une température telle que l'étain fonde lorsqu'il entre en contact avec elles.

• Appliquez l'étain sur les parties à souder (et non sur le fer à souder).

• Retirez le fer à souder une ou deux secondes après avoir appliqué l'étain en évitant tout mouvement au point de soudure, à défaut de quoi l'étain se fissure en refroidissant.

• N'échauffez excessivement ni les composants ni les pistes de cuivre. Faites attention notamment aux LED qui sont fragiles à cet égard !

• On reconnaît une soudure réussie à ses flancs concaves alors qu'une soudure ratée ressemble à une boule.

Finitions

• L'excédent de longueur des pattes de composants soudés sera coupé à ras de la soudure à l'aide d'une pince coupante spéciale. Certains électroniciens préfèrent couper les pattes des composants avant de les souder.

• Pour ménager la panne du fer à souder, il est préférable de la nettoyer fréquemment et de couper le fer lorsqu'il ne sert pas pendant plus d'un quart d'heure.

• Pour supprimer la soudure, on utilisera la tresse à dessouder.

• Faites des essais sur des composants sans valeur ou des chutes de fil avant de vous lancer pour de bon dans des «vraies» réalisations.

Qu'il aime cela ou pas, l'électronicien

D•É•P•A•N•N•E•R

passe beaucoup de temps à chercher des erreurs, des défauts, voire des pannes.

Qu'un montage ne marche pas du premier coup, n'est ni une honte, ni un scandale. La plupart des défauts sont faciles à déceler ; voici quelques conseils pour procéder le plus efficacement possible.

Il faut partir du principe que ce sont les erreurs que l'on a commises soi-même que l'on repèrera le plus difficilement. Il est donc souvent efficace de faire appel à une autre personne pour examiner le montage.

• Vérifiez toujours très soigneusement les composants, leur valeur, leur emplacement, leur polarité. Cochez-les au fur et à mesure dans la liste des composants.

• Vérifiez les soudures à la loupe pour détecter soit un court-circuit, soit une micro-coupure.

Dans certains cas, il est recommandé de mettre le schéma de côté et de le redessiner en partant du circuit que l'on a monté. Cette méthode d'investigation permet de mettre en évidence des divergences assez subtiles pour passer inaperçues lors d'un examen superficiel.

Vérifiez la tension d'alimentation, et les relevés de mesure donnés le cas échéant dans le schéma. Une pile dont la tension à vide est de 9 V ne fournira peut-être plus que 7 V une fois qu'elle sera chargée par le circuit qu'elle est censée alimenter.

Voici un ensemble de règles à res-

S•É•C•U•R•I•T•É

pecter lors de la réalisation de montages électroniques alimentés par la tension du réseau 220 V.

1 - À la construction

• Les liaisons qui véhiculent la tension secteur doivent être isolées de telle manière qu'il soit impossible d'entrer en contact avec elles, même avec un tournevis par exemple.

• Toutes les pièces métalliques accessibles de l'extérieur doivent être mises à la terre (si elles ne sont pas isolées à l'intérieur du coffret de l'appareil). Un interrupteur marche/arrêt à levier métallique doit également être mis à la terre même s'il est monté sur un coffret en plastique. Utilisez donc de préférence des interrupteurs marche/arrêt entièrement en matière plastique.

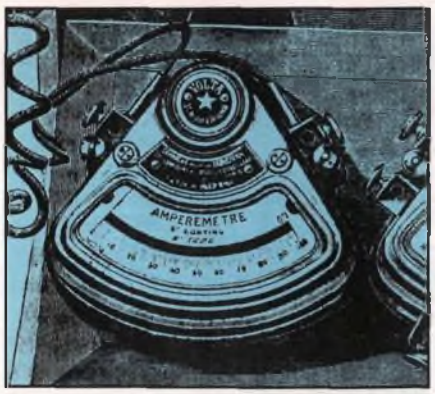
• Si l'appareil n'est pas muni d'un cordon d'alimentation avec une fiche spéciale pour embase "CEE" ou "euro", le cordon d'alimentation doit nécessairement traverser la paroi métallique du coffret de l'appareil en passant par un passe-fil à la fois anti-traction et isolant.

• Les 3 fils du cordon d'alimentation doivent être fixés solidement dans le coffret pour en éviter l'arrachement par traction. Il est exclu de se contenter de les souder au transformateur sans autre fixation mécanique. De façon générale, la soudure ne doit jamais servir de fixation mécanique.

• La ligne de mise à la terre (de couleur vert-jaune) doit être plus longue que les deux autres lignes (la phase et le neutre), de sorte qu'en cas d'arrachement, elle soit la dernière à lâcher.

• Entre deux composants non-isolés reliés à des tensions dangereuses et tout autre conducteur non-isolé, il doit y avoir un espace de 3 mm au minimum.

PDF Page Organizer - Foxit Software



2 - Lors des essais

• Tous les travaux (soudures, modifications, montage, etc) effectués à l'intérieur du coffret d'un appareil alimenté par le secteur ne doivent être entrepris qu'après que la prise secteur a été débranchée. Il ne suffit pas de mettre le montage hors-tension à l'aide de son interrupteur marche/arrêt.

• Avant de procéder à la mise sous tension de l'appareil, vérifiez la parfaite immobilisation de toutes les pièces qui véhiculent les tensions dangereuses. Utilisez un ohmmètre ou un testeur de continuité pour rechercher selon le cas, l'absence de conduction et/ou la présence de courts-circuits involontaire(s).

• Lors d'essais à effectuer sur des composants susceptibles de véhiculer une tension dangereuse, commencez par connecter les pointes de touche isolées de l'instrument de mesure aux points concernés avant d'enficher le cordon d'alimentation dans la prise. Ne retirez les pointes de touche qu'après avoir entièrement débranché l'appareil !

• Lors de mesures effectuées dans la partie du montage véhiculant la tension secondaire d'un montage, il faut impérativement isoler toutes les parties qui se trouvent en liaison avec les tensions dangereuses, afin d'éviter tout contact accidentel avec l'une d'entre elles.

Les outils

Le multimètre

Voltmètre, ohmmètre et ampèremètre sont trois appareils souvent réunis en un seul, le multimètre. Sur les modèles récents de ces appareils, on trouve de plus en plus couramment des fonctions complémentaires telles que capacimètre, testeur de transistors ou fréquencemètre.

Les calibres des instruments de mesure : Pour concilier l'étendue de la plage de mesure (que l'on souhaite grande) et la précision des indications fournies sur l'afficheur (que l'on souhaite élevée), il est nécessaire de couper cette plage en plusieurs régions appelés calibres de mesure. Le circuit de mesure est conçu de telle sorte que l'indication fournie soit aussi précise que possible dans chacune de ces régions. Au cours de la mesure, il faut toujours chercher à utiliser le calibre dans lequel la grandeur mesurée sera affichée avec la plus grande résolution, c'est-à-dire la plus forte déviation possible de l'aiguille, ou le plus de chiffres significatifs sur l'afficheur numérique. Il faut que la valeur indiquée, soit plus proche de la valeur limite dans le calibre choisi que de celle du calibre supérieur. Un exemple : sur un voltmètre à 5 calibres de tension continue (200 mV, 2 V, 20 V, 200 V, et 500 V), il faut utiliser le calibre 20 V pour les tensions de l'ordre de 2 V à 20 V, mais passer au calibre 2 V dès que les tensions mesurées sont inférieures à 2 V. Une tension de l'ordre de 750 mV sera affichée sous la forme « 0,75 V » dans le calibre 20 V (résolution de 10 mV) et « 0,750 V » avec le calibre 2 V (résolution de 1 mV), c'est-à-dire avec une précision dix fois supérieure.

Ce principe est valable pour toutes les autres fonctions d'un mutlimètre. Quand la grandeur (tension, courant, résistance) n'est pas connue avant de mesurer, commencer par le calibre supérieur.

Voltmètre

En fonction voltmètre, l'appareil de mesure est placé en parallèle avec la ligne sur laquelle est effectué le relevé de tension. La résistance interne du voltmètre est très élevée ; il faut tenir compte du fait que sa mise en parallèle représente néanmoins une charge (il y circule un certain courant) pour le circuit, et peut donc éventuellement en perturber le fonctionnement. Plus la sensibilité du multimètre est élevée (voir au paragraphe "mesure" ci-dessus les indications sur la sensibilité exprimée et calculée en Ω/V), moins il perturbe le circuit. On distingue les modes continu (souvent indiqué par VCC ou VDC ou DCV) et alternatif (souvent indiqué par VCA ou VAC ou ACV). La bande de fréquences des signaux alternatifs dont la tension est mesurable avec un voltmètre est limitée. Sur les voltmètres à aiguille, il importe, en mode continu, de ne pas inverser la polarité de la tension, à défaut de quoi l'aiguille se met en butée à gauche du galvanomètre. Les voltmètres à affichage numérique indiquent par le signe – que la polarité est inversée. En mode alternatif, la polarité des cordons de mesure est sans importance.

En l'absence d'oscilloscope, le voltmètre à aiguille permet de suivre de visu le déroulement des impulsions et des oscillations, dont les mouvements analogiques de l'aiguille peuvent rendre compte jusqu'à une fréquence de quelques Hz.

Ampèremètre

En mode ampèremètre, l'appareil de mesure n'est pas monté en parallèle avec le circuit, mais en série, ce qui implique par définition l'interruption du circuit électrique. Pour qu'on puisse en mesurer l'intensité, il faut en effet que le courant traverse le circuit de mesure lui-même. L'ampèremètre referme le circuit, sa borne positive (l'entrée A) reliée en principe au point où le potentiel est le plus positif, et sa borne commune (COM) reliée au point où le potentiel est le plus négatif. Les petits calibres ampèremétriques de la plupart des multimètres sont protégés par un fusible (qu'il faut vérifier avant d'incriminer le circuit testé !). Le calibre pour les fortes intensités (10 ou 20 A) ne sont pas protégés (la mention *unfused* figure souvent près de la borne spécifique à ce calibre).

Quand l'intensité des courants à mesurer dépasser le maximum admis par le calibre le plus élevé, il reste la possibilité de mesurer la chute de tension aux bornes d'une résistance de shunt. Voir à ce sujet ELEX n°9 page 15 et ELEX n°12 page 20.

Ohmmètre

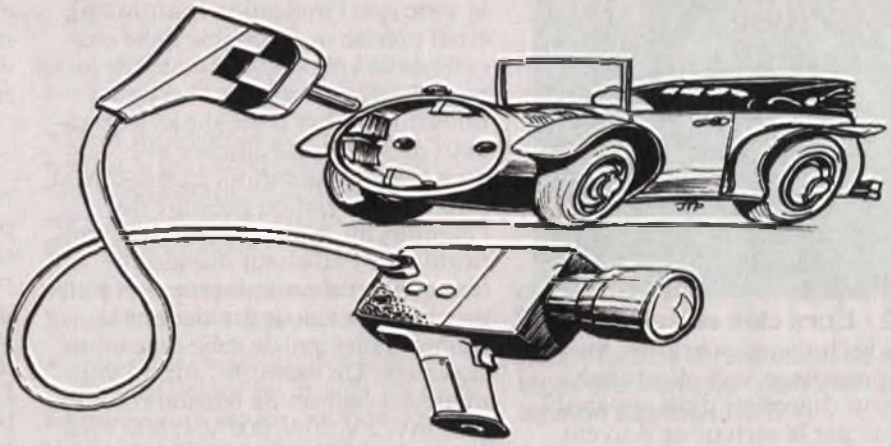
En mode ohmmètre, le multimètre devient source de tension, c'est pourquoi les multimètres à aiguille qui n'ont pourtant pas de circuit numérique à alimenter comportent eux aussi une pile. Un ohmmètre ne fonctionne que s'il est capable d'injecter un courant de très faible intensité. La tension fournie par les ohmmètres est très faible et sa polarité est généralement inversée par rapport à celle des autres bornes du multimètre : la borne Ω est négative et la borne COM positive. Sur un multimètre analogique, l'échelle graduée en ohms du galvanomètre est inversée par rapport à l'échelle du même instrument de mesure graduée en ampères ; c'est en effet quand circule un courant de forte intensité que la résistance mesurée est faible ; la position ∞ correspond au contraire à un courant nul.

Les autres outils

Pince plate, coupante, à épiler, cutter, tresse à dessouder, lime, tournevis isolé, loupe, testeur de continuité, colle, étau, perceuse, ciseaux, crayon et gomme, feutre indélébile, règle graduée ou pied à coulisse, ... 885125

PDF Page Organizer - Foxit Software

Si vous partez camper, c'est pour vous libérer des tensions de la vie citadine. Parmi elles, il est en une dont on peut difficilement se passer : le 220 V du secteur. Elle risque de vous manquer si vous voulez fixer sur la bande magnétique les meilleurs moments de votre vie sauvage : nager, marcher, jouer de la guitare, et respirer à fond quand le vent emporte ailleurs la fumée du barbecue des voisins. En plus du caméscope, vous voudrez peut-être utiliser un poste de télévision portatif ou un micro-ordinateur.



chargez vos accumulateurs loin du secteur 220 V

Ces appareils fonctionnent sur des accumulateurs et se passent donc facilement du secteur. Or nous avons remarqué que les accumulateurs, comme les bouteilles de bière et les réservoirs d'essence, ont une tendance à se vider. Cela arrive le plus souvent au milieu du match de foot, ou de la partie de guerre des étoiles (cette loi naturelle est valable aussi bien pour les accus que pour les bouteilles de bière). Pour pouvoir servir à nouveau, les accumulateurs ont besoin d'être rechargés, habituellement sur le secteur alternatif 220 V. Si vous n'êtes pas sur un terrain de camping trois étoiles, vous risquez de chercher en vain la prise de courant. Il est probable que vous avez tout de même à proximité une source d'énergie utilisable : la batterie de la voiture qui vous a amenés dans votre retraite. Les accus se contentent d'une basse tension continue et le premier travail des chargeurs est d'abaisser et de redresser la tension alternative du secteur. Comme c'est précisément ce type de tension que fournit une batterie de voiture, nous allons pouvoir nous passer du secteur. Voyons ce qui est nécessaire pour organiser le transfert d'énergie d'un accumulateur à l'autre.

Caractéristiques techniques

Tension d'alimentation	6 à 14 V
Courant de charge	50 mA ou 180 mA
Temps de charge	16 heures ou 4 heures
Types d'accumulateurs	Cadmium-nickel 500 mAh à 1,5 Ah
Tension maximale	12 V (voir texte)

cahier des charges

Nous avons parlé à plusieurs reprises des accumulateurs au cadmium-nickel, mais nous reprenons ici les deux points les plus importants.

1. C'est l'intensité du courant de charge qui compte : elle doit être constante et ne pas dépasser une valeur donnée.

2. La durée de la charge doit être limitée elle aussi, car les surcharges risquent de réduire fortement la durée de vie des accus.

Notre circuit obéit à ces deux exigences. Pour la limitation de durée, nous avons prévu un temporisateur construit autour du compteur intégré de type 4060. Ce circuit intégré contient un oscillateur et un compteur binaire à 14 étages, ce qui permet des temporisations de plusieurs heures. La fréquence de l'oscillateur est déterminée par trois composants extérieurs : les deux résistances R2 et R3 et le condensateur C2. La partie A du commutateur S1 permet de choisir entre deux durées de charge, par la commutation de la sortie du compteur utilisée. L'autre partie du commutateur permet de choisir entre deux intensités, « normal » et « turbo ».

le circuit

Le circuit intégré 4060 comporte un oscillateur relié au premier d'une cascade de 14 compteurs binaires. Le signal disponible sur chacune des sorties est un carré dont la période double à chaque fois qu'on passe d'une sortie à la suivante. Lors de la remise à zéro, toutes les sorties sont à l'état bas, puis elles passent suc-

PDF Page Organizer - Foxit Software

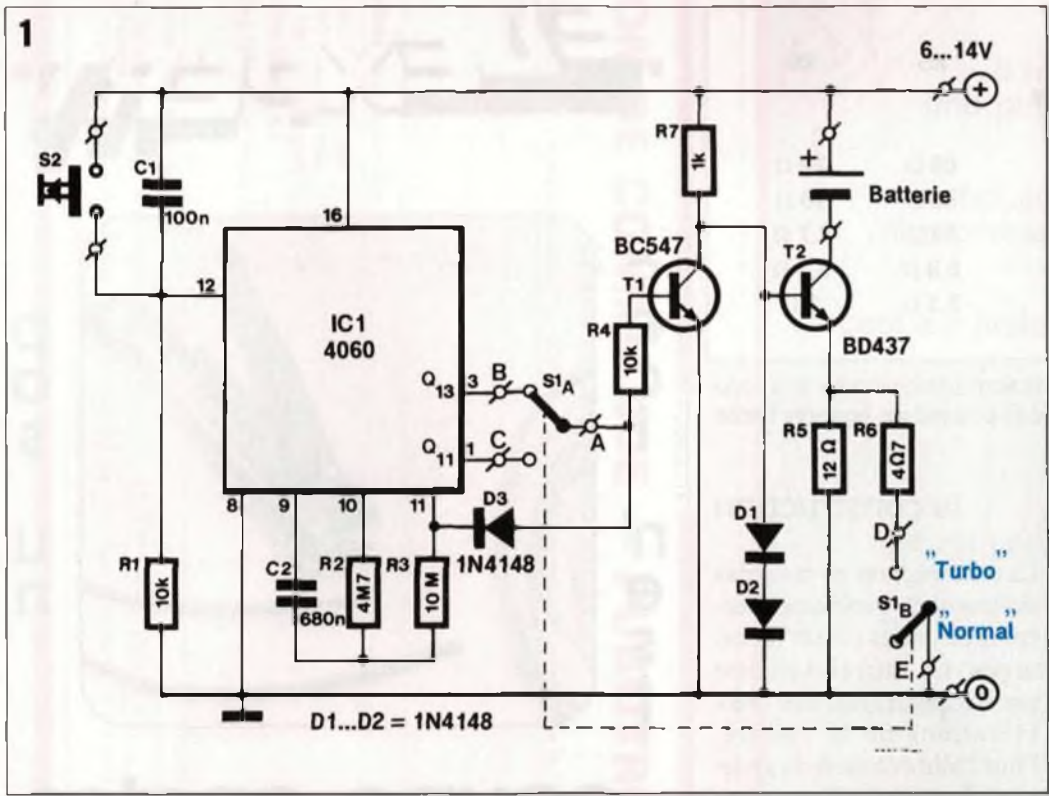


Figure 1 - La particularité principale de ce chargeur est le temporisateur construit autour du 4060, si l'on excepte le fait qu'il tire son énergie de la batterie de voiture. La tension de la batterie peut atteindre 14 V. Quant à la puissance disponible, vous en avez une idée si vous avez essayé de faire avancer une voiture « à l'os », chose que fait la batterie sans difficulté par l'intermédiaire du démarreur. Qui peut le plus peut le moins, la batterie pourra recharger les petits accumulateurs au cadmium-nickel. Pour ne pas les faire exploser, il faut limiter l'intensité, par la source de courant constant T2/R5/D1/D2. L'intensité de 50 mA correspond au temps de charge normale de 16 heures, alors que la position turbo permet une charge rapide avec un courant quatre fois plus intense et un temps quatre fois plus court.

cessivement à l'état haut. La sortie Q11 reste à l'état bas pendant 4 heures, Q13 pendant 16 heures. Suivant la position du commutateur, le passage à l'état haut de l'une des sorties est transmis à la broche 11 par la diode D3, ce qui bloque le compteur. La sortie qui vient de passer à l'état haut y reste jusqu'à ce que la tension d'alimentation disparaisse ou que le poussoir de remise à zéro soit actionné. Ce blocage évite que la charge reprenne après un arrêt de 4 ou 16 heures, suivant la position du commutateur.

Il nous reste à voir comment le passage au niveau haut de la sortie choisie arrête la charge. Si le commun du commutateur (point A) est au niveau bas, le transistor T1 est bloqué et peut être considéré comme absent. En l'absence de T1, le courant qui traverse R7 alimente la base de T2 sous une tension limitée par le seuil de conduction des diodes D1 et D2. La tension d'émetteur de T2 suit celle de sa base à une tension de seuil près, c'est-à-dire que la tension de l'émetteur est de 0,6 V. Si la tension aux bornes d'une résistance est constante, l'intensité qui traverse cette résistance est constante. Le courant qui traverse la résistance d'émetteur (R5 ou R6 selon la position de S1) est aussi le courant de collecteur de T2, car on peut négliger le courant de base. Ce courant de collecteur constant traverse aussi la batterie d'accumulateurs pour laquelle il représente le courant de charge. Si la résistance en circuit est de 12 Ω, le courant sera de :

$$I = \frac{U}{R} = \frac{0,6}{12\Omega}$$

Le résultat est 0,05 ampère ou 50 milliampères. Pour l'autre position du commutateur, l'intensité passe à presque 4 fois l'intensité normale, ce qui n'est acceptable que pendant un temps plus court. Ce régime « turbo » n'est à utiliser qu'en cas d'urgence, car il réduit le rendement de la charge et la durée de vie des accumulateurs. Non seulement l'accumulateur ne fournira pas les 1000 ou 2000 cycles charge/décharge pour lesquels il est prévu, mais la capacité restituée après une charge rapide est nettement inférieure à la capacité nominale.

Revenons au blocage du chargeur par le passage au niveau haut de la sortie choisie. Le transistor T1 devient conducteur et dévie vers la masse le courant qui traverse R7. Sa tension de collecteur s'annule ou presque, ce qui bloque T2 et interrompt la charge.

quelle tension ?

Le chargeur peut fonctionner à partir d'une batterie de 12 V ou de 6 V, bien que cette tension ne se rencontre plus guère que sur des voitures de collection ou des motos. Le schéma prévoit une tension de 14 V qui correspond à celle d'une batterie de voiture moteur en marche. La tension de la source détermine la tension maximale de l'accumulateur à recharger. Comme la chute de tension dans T2 et R5 (ou R6) et de 1 V au minimum, il faut prévoir une marge de 2 V entre la tension de l'accumulateur et celle de la source d'alimentation, c'est-à-dire qu'une batterie de 6 V en fin de charge permet de recharger des accumulateurs de 4,8 V (4 éléments en série) et qu'une batterie de 12 V permet d'en recharger une autre de 9,6 V (8 éléments). Il est évident que le chargeur convient pour la charge de tous les accumulateurs de tension inférieure : le transistor T2, fonctionnant en source de courant, adapte sa tension de collecteur. Vous pouvez donc charger sans problème sur une batterie de 12 V les accumulateurs de 6 V de votre caméscope ou ceux (de 4,8 V) de votre baladeur.

La différence de tension se retrouve entre l'émetteur et le collecteur de T2, qui dissipe l'énergie correspondante sous forme de chaleur, d'où la nécessité d'un refroidisseur.

PDF Page Organizer - Foxit Software

capacité de l'accu	courant de charge	R5	R6
100 mAh	10 mA	68 Ω	22 Ω
200 mAh	20 mA	30 Ω	10 Ω
500 mAh	50 mA	12 Ω	4,7 Ω
1 Ah	100 mA	6,8 Ω	2,2 Ω
2 Ah	200 mA	3,3 Ω	1 Ω

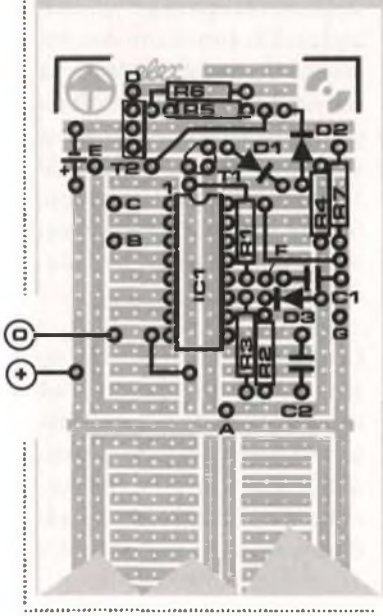
Tableau 1 - Les valeurs du schéma sont prévues pour des accumulateurs de 500 à 1000 mAh. Vous pouvez les adapter facilement à d'autres capacités.

quelle capacité ?

Une période de charge fournit à l'accumulateur une quantité d'électricité égale à 800 mAh, ce qui convient pour un accumulateur de 500 mAh, mais aussi pour un accu de 1 Ah, à condition de ne pas attendre qu'il soit complètement vide pour le recharger. Si vous utilisez des accus de capacité beaucoup plus forte ou beaucoup plus faible, il est souhaitable de modifier le chargeur en conséquence. L'intensité est déterminée par les résistances R5 et R6, que vous choisirez en fonction des indications du tableau 1. Le temps de charge peut être modifié par le changement de la valeur de C2. La valeur prévue donne une période de 7 s environ à la broche 9 du circuit intégré.

la construction

La construction ne pose pas vraiment de problème électronique, mais plutôt mécanique. Le coffret doit être solide pour résister aux vibrations de la voiture. Pour l'alimentation du chargeur, la prise d'allume cigare est tout indiquée. Pour des raisons de sécurité, vous intercalerez un fusible de 250 mA dans le circuit. On trouve dans le commerce des accessoires automobiles des cordons avec porte-fusible, prévus pour des autoradios, qui conviennent parfaitement. 86713



liste des composants

R1,R4 = 10 kΩ
R2 = 10 MΩ
R3 = 4,7 MΩ
R5 = 12 Ω
R6 = 4,7 Ω
R7 = 1 kΩ

C1 = 100 nF
C2 = 680 nF

T1 = BC547
T2 = BD 437
D1 à D3 = 1N4148
IC1 = 4060

S1 = double inverseur
S2 = poussoir

refroidisseur pour T2 (max. 25°C.W)

platine d'expérimentation de format 1

"ELEXPERT"

ceci n'est pas un coupe-ongles

En effet, ceci n'est pas un coupe-ongles mais la plus petite pince coupante du monde, la moins chère en tous cas. Et même si elle n'est pas forcément le plus pratique des outils, elle peut faire des miracles.

Il existe désormais des multimètres ultra-plats, aussi faciles à transporter qu'une calculatrice de poche. Il existe aussi des oscilloscopes (numériques avec affichage à cristaux liquides) miniaturisés, alimentés par piles et que l'on peut porter en bandoulière. Il même existe des fers à souder à gaz. L'ELEXPERT, qui ne prend pas les W.C pour des latrines, a déjà montré le parti que l'électronicien, même non-fumeur ni pyromane, pouvait tirer d'une boîte d'allumettes ou d'un briquet. Pourtant, malgré tous ces progrès de la technique, la pince coupante reste un outil encombrant, que l'on n'a pas toujours sous la main au moment où il le faudrait. Les bonnes pinces sont chères et la camelote de toute façon hors de prix pour ce qu'elle vaut, alors qu'un coupe-ongles...

Cet accessoire est d'une robustesse étonnante (si nos informations sont bonnes, l'invention est protégée par un brevet américain qui enrichit son propriétaire depuis des dizaines d'années) et l'acier utilisé résiste aux travaux courants de l'électronicien. Le faible angle d'ouverture des mâchoires interdit de sectionner des fils de trop grosse section, ce qui précisément provoque la mort prématurée de bien des « vraies » pinces. Ce genre d'outil ne doit en principe servir que pour couper du fil de cuivre (métal malléable) ou d'autres alliages mous. On peut utiliser le coupe-ongles aussi bien pour couper les pattes des composants après les avoir soudées sur les circuits imprimés que pour dénuder le fil.

886135