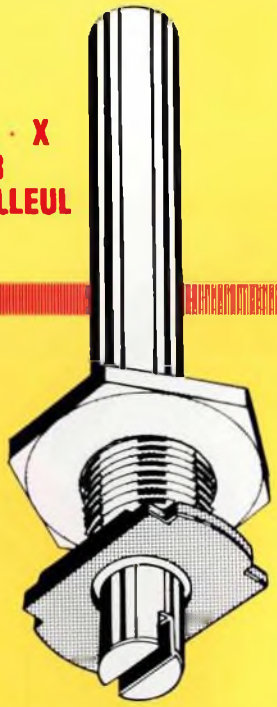
électronique
n°14
elex
potentiels
potentiomètres
102
explorez l'électronique
dans ce numéro:
un mélangeur BF
un millivoltmètre
un ohmmètre amélioré
un tachymètre pour vélo
septembre 1989
146 FB/7,80 FS
mensuel
M 2510 - 14 - 20,00 F
3792510020001 00140

E · L · E · X
BP 53
59270 BAILLEUL



SOMMAIRE ELEX N°14

R · U · B · R · I · Q · U · E · S

6 elexprime

40 composants

RÉSI&TRANSI
au niveau du vécu, quelque part

I · N · I · T · I · A · T · I · O · N

28 BC 547 et compagnie

30 pour réussir les montages elex

48 analogique anti-choc 9ème épisode

54 la logique sans hic II n°7

P · O · T · E · N · T · I · E · L · S

9 les nuls : terre, masse et châssis

19 les connexions audio DIN

24 potentiomètre linéaire ou logarithmique

26 le transistor est-il un potentiomètre ?

50 le montage en base commune

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

13 ohmmètre amélioré

17 testeur de câbles DIN

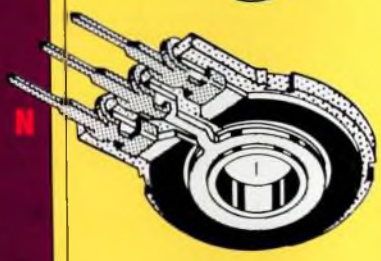
34 millivoltmètre audio

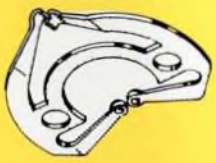
37 tachymètre de vélo

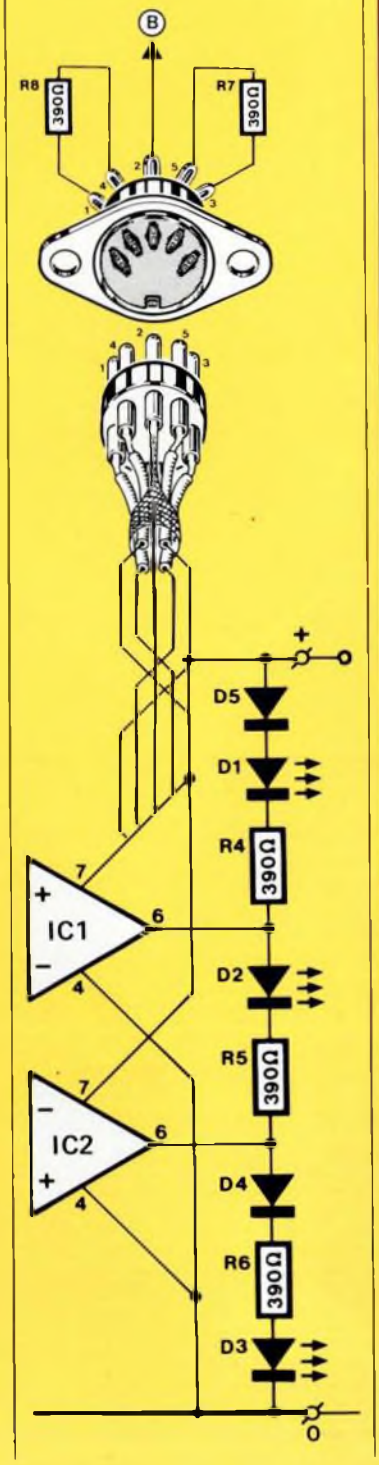
42 lampe clignotante

52 mélangeur à un seul transistor

57 super stéréo







éditorial

Tout le monde est rentré ?

Le dernier ferme la porte.
Billy le kit est rentré, et il a même de nouveaux kits elex. Youpie !

Au Ministère du Travail, de l'Emploi et de la Formation Professionnelle, on n'a pas chômé au mois d'août, voyez plutôt.

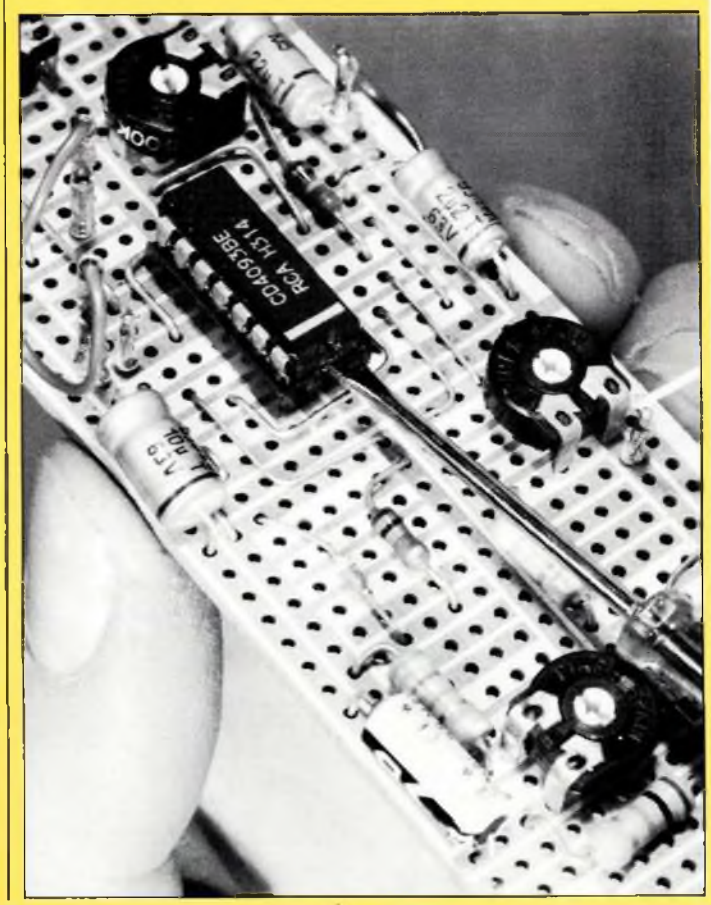
Ainsi elex, faisant partie des *publications scientifiques, techniques, financières et économiques spécialisées*, constitue-t-il *une source d'informations, de témoignages, d'expériences et de référence, de nature à créer un environnement éducatif favorable au développement de la formation et susceptible d'en prolonger utilement la démarche.*
Badaboum et rantanplan, c'est eux qui le disent !

La circulaire n°471 du 17 août 1989 du Ministre du Travail, de l'Emploi et de la Formation Professionnelle ajoute que *«les entreprises peuvent désormais déduire le montant des abonnements souscrits à des publications spécialisées de leurs obligations en matière de formation permanente (1,2% de la masse salariale)».*

Bravo, mais ce n'est pas fini :

«[. . .] *sous réserve que le choix de ces publications soit en relation avec l'activité de l'entreprise et s'inscrive dans le cadre de la concertation sociale dans l'entreprise prévue en matière de formation professionnelle.*»

En plus qu'elle est mal rédigée, voilà une phrase qui s'avère laisser place, au niveau du cadre de son signifiant, à l'arbitraire, et quel arbitraire ! Attendons donc la circulaire qui nous dira si, par exemple, un abonnement à elex est «imputable sur l'obligation de participation» d'une usine à gaz ou d'une filature de chaussettes.



Selectronic

TEL. 20.52.98.52 - 86 rue de Cambrai BP 513 - 59022 Lille Cedex

LE LEADER DE L'ELECTRONIQUE PAR CORRESPONDANCE

Vous propose en kit les réalisations décrites dans ELEX !

Nos kits ne comprennent que du matériel professionnel pour un fonctionnement sûr. Des supports de circuits intégrés sont fournis si nécessaires. Par contre, le circuit imprimé est à prévoir en sus, ainsi que le coffret éventuel (Consulter notre catalogue général).

	REFERENCE DU KIT	PRIX DU KIT	CIRCUIT IMPRIME A PREVOIR	COFFRET CONSEILLE (EN OPTION)
ELEX n° 1				
Testeur de continuité (avec H.P.)	101.8580	58,00 F	①	RG2
Sirène de vélo (avec H.P.)	101.8581	70,00 F	①	30 M
Testeur de transistors	101.8582	50,50 F	①	RG2
Alimentation stabilisée 0 à 15 V (avec 2 galvas)	101.8583	345,00 F	②	EB16/08
Balance pour auto-radio	101.8584	51,00 F		RG1
Commande de plafonnier	101.8585	41,00 F	①	–
ELEX n° 2				
Gradateur pour lampe de poche	101.8586	20,00 F	①	–
Minuteur de bronzage (avec buzzer)	101.8587	85,00 F	②	RG3
Ressac électronique	101.8588	22,00 F	①	RG1
Ohmmètre linéaire (avec galva)	101.8589	143,00 F	①	RG3
Gyrophare de modèle réduit	101.8590	32,00 F	①	–
Etage d'entrée pour multimètre	101.8591	32,00 F	①	RG2
Chargeur d'accus universel	101.8592	174,00 F	①	EB16/08
Platine d'expérimentation DIGILEX	101.8593	188,00 F	④	RA2
ELEX n° 3				
Minuterie électronique (avec H.P.)	101.8594	54,00 F	①	RG2
Testeur de polarité	101.8595	22,00 F	①	RG1
Arrosage automatique	101.8596	53,00 F	①	RG2
Décade de résistance	101.8597	165,00 F		EB21/08
Thermomètre	101.8598	126,00 F	①	RG3
Décade de condensateurs	101.8599	142,00 F		EB21/08
ELEX n° 4				
Compte tours (avec galva)	101.8611	123,50 F	①	RG2
Mini amplificateur TDA 2003	101.8612	38,50 F	①	RG2
Régulateur de vitesse pour mini-perçeuse	101.8613	216,00 F	④	RG4
ELEX n° 5				
Amplificateur de poche "CANARI"	101.8610	36,50 F	①	RG2
Variateur de vitesse pour caméra	101.8614	65,00 F	①	RG2
Alimentation universelle	101.8615	184,00 F	②	RG4
Traceur de courbes pour transistors	101.8616	25,00 F	⑤	20 M
Relais temporisé	101.8617	68,00 F	①	–
Touche à effleurement	101.8618	52,50 F	②	RG3
Testeur de diodes Zener	101.8619	59,00 F	①	RG2
ELEX n° 6				
Corne de brume pour modélisme	101.8620	32,00 F	①	RG1
Photomètre électronique	101.8621	53,00 F	①	RG2
Feux de stationnement	101.8622	62,00 F	①	RG1
Mini-alarme	101.8623	29,00 F	①	RG1
Balisage automatique	101.8624	29,00 F	①	RG1
Bruiteur "DIESEL" pour modélisme	101.8625	26,00 F	①	RG1
ELEX n° 7				
Indicateur de gel	101.8626	28,00 F	①	RG1
Sirène (avec H.P.)	101.8627	75,00 F	①	RG4
Lampe de poche pour labo photo (avec boîtier HEILAND)	101.8608	58,00 F	①	
ELEX n° 8				
Ampli pour micro	101.8651	30,00 F	①	RG2
Régulation train électrique (avec coffret pupitre ESM)	101.8652	248,00 F	③	
Ampli "POUCHE-POULE" (avec H.P.)	101.8654	35,00 F	①	RG2
Métronome (avec H.P.)	101.8655	43,00 F	①	RG2
ELEX n° 9				
Alim. 12 V / 3A (avec radiateur)	101.8656	275,00 F	①	EB21/08
Inter à claques	101.8657	70,00 F	②	RG3
Circuit de pontages pour train (avec alim.)	101.8658	210,00 F	③	RG3
ELEX n°10				
Jeu d'adresse (avec alim.)	101.8659	138,00 F	②	–
Amplificateur d'antenne FM (avec alim.)	101.8660	152,00 F	③	RG3
Mesureur de champ	101.8661	79,00 F	①	RG2
Récepteur G.O.	101.8662	66,00 F	①	–
Adaptateur Fréquencemètre	101.8663	67,00 F	①	RG2
Gong à 3 notes	101.8664	85,00 F	①	RG2
ELEX n° 11				
Chenillard (avec 7 ampoules)	101.8744	187,00 F	②	RG4
Mémoire de sonnette	101.8745	26,00 F	①	RG1
Servo-flash	101.8746	53,00 F	①	RG1
Eclairage de modèle réduit	101.8747	119,00 F	①	RG1
LOUPIOPHONE	101.8748	246,00 F	③	RG1+4
Allumage de phares	101.8749	30,00 F	①	RG1
Extinction de phares	101.8754	27,00 F	①	RG1
ELEXPOSE	101.8764	87,00 F	①	RG4
ELEX n° 12				
Roulette électronique	101.8755	59,00 F	①	RG2
Rossignol électronique	101.8756	45,00 F	①	RG1
Afficheur 7 segments	101.8757	25,00 F	①	–
Dé électronique	101.8758	33,00 F	②	RG1
Minuterie d'escalier	101.8759	95,00 F	①	RG1
			①	RG3
"Mets ta ceinture"	101.8762	45,00 F	①	RG1
Testeur de continuité	101.8763	55,00 F	①	RG1

PRIX PAR QUANTITE : NOUS CONSULTER

CIRCUITS IMPRIMÉS ELEX	REF. SELECTRONIC	PRIX
① Platine n° 1 40 x 100 mm	101.8485	23,00 F
② Platine n° 2 80 x 100 mm	101.8486	38,00 F
③ Platine n° 3 160 x 100 mm	101.8487	60,00 F
④ Platine DIGILEX	101.8488	88,00 F
⑤ Platine EPS 886087	101.8489	47,60 F

COFFRETS EN OPTION : Ces coffrets sont donnés à titre indicatif comme convenant au montage correspondant (voir notre CATALOGUE GENERAL)

- RG1	103.7640	23,00 F
- RG2	103.7632	28,50 F
- RG3	103.7641	39,00 F
- RG4	103.7642	52,00 F
- RA2	103.2303	103,00 F
- 20 M	103.2283	16,20 F
- 30 M	103.2285	27,50 F
- EB21/08 FA	103.2215	77,40 F
- EB16/08 FA	103.2211	61,00 F

CONDITIONS GENERALES DE VENTE

Règlement à la commande : Commande inférieure à 700 F : ajouter 28,00 F forfaitaire pour frais de port et emballage.
Commande supérieure à 700 F : port et emballage gratuits.
- **Règlement en contre-remboursement** : joindre environ 20 % d'acompte à la commande. Frais en sus selon taxes en vigueur.
- **Colis hors normes PTT** : expédition en port dû par messageries.

Les prix indiqués sont TTC.

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

LES BIDOUILLES DE

DIS DONC...

LES POTENTIOMÈTRES, ÇA SERT À MESURER LES POTENCES?

MAIS NON, IDIOT C'EST DE POTENTIEL QU'IL S'AGIT

ÇA VIENT DE "POTENTIA" (PUISSANCE, EN LATIN)

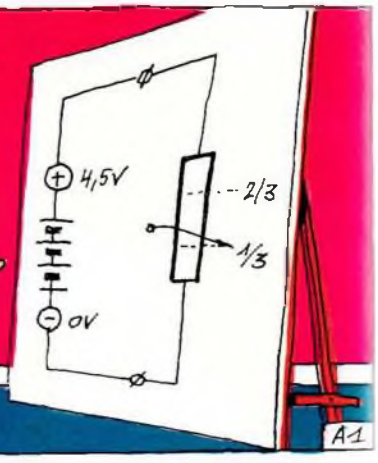
ET LE SUFFIXE "MÈTRE" N'INDIQUE PAS UNE IDÉE DE MESURE, COMME DANS VOLTMÈTRE, MAIS BIEN QUE L'APPAREIL SERT À DOSER. FAIS LUI VOIR COMMENT, RESI.

IL SE FOUT DE MOI, MA PAROLE!!

UNE ESPÈCE DE ROBINET, QUOI!

PRENONS L'EXEMPLE D'UN POTAR ET D'UNE PILE DE 4,5V MONTÉS AINSI:

C'EST UN DIVISEUR DE TENSION.



A1

OUI, ET VARIABLE. POUR SIMPLIFIER LES CHOSES, J'AI REPRÉSENTÉ LE CURSEUR AU PREMIER TIERS DE SA COURSE.

LA TENSION EST DONC DE 1/3 DE 4,5V, SOIT 1,5V.

NON, NON! ELLE EST DE 3V!

??????

ENTRE LE CURSEUR ET LE MOINS DE LA BATTERIE, IL Y A BIEN UN TIERS DE LA TENSION DE LA BATTERIE, NON?!

OUI, MAIS ENTRE LE CURSEUR ET LE PLUS DE LA BATTERIE, IL Y A 3V!

ON NE PARLAIT PAS DE LA MÊME CHOSE!

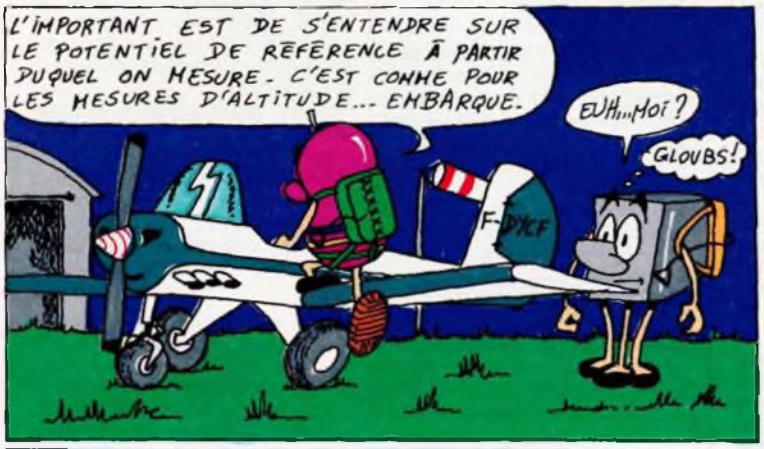
BEN NON. ET ON NE MESURAIT PAS LA MÊME CHOSE NON PLUS!

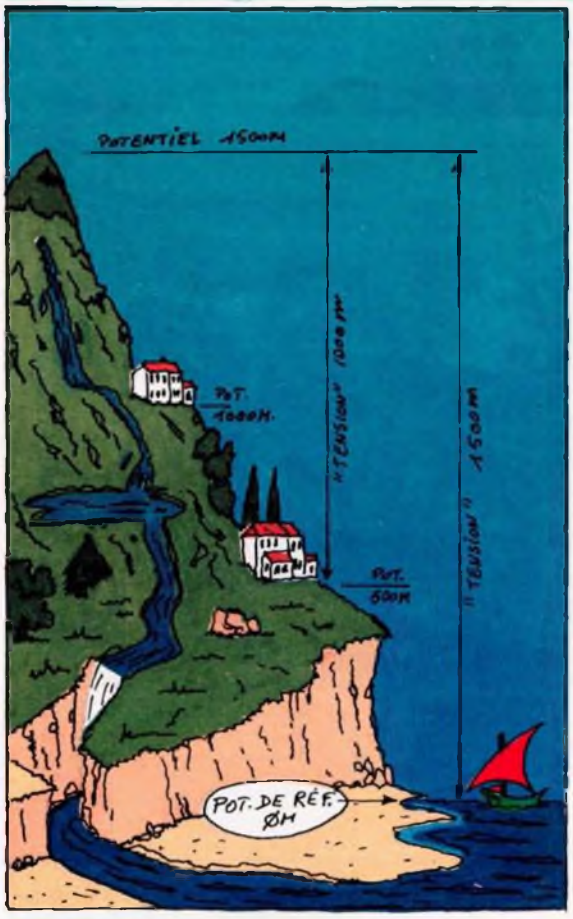
VIENS PAR LÀ.

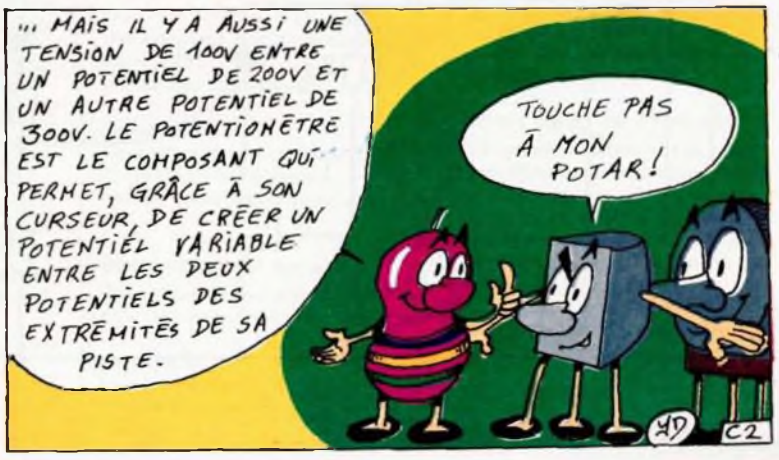
B1

RESI & TRANSI®

DESSINS : YVON DOFFAGNE – COULEURS : COOKY F.







Totalement néophyte, n'ayant aucune notion d'électricité, je ne sais pas si ma première intrusion dans le monde de l'électronique sera couronnée de succès. Votre revue m'a parue (*sic*) la plus apte à réussir mes premiers pas dans ce domaine bien que j'ai (*re-sic*) l'impression qu'elle s'adresse plus à des "faux-débutants". Je tente le coup malgré les difficultés et j'aimerais connaître le matériel minimum pour effectuer dans de bonnes conditions toutes vos réalisations.

Marc Ksavrelof
26400 EURRE

Du courage, vous en avez, bravo. Il vous faut, en plus, les indispensables : crayon, gomme, papier, feutres indélébiles rouge et noir, pince coupante, pince plate, petits tournevis, clés plates, fer à souder, fil d'étain, tresse à dessouder, éponge (mouillée), cutter, loupe, mini-perceuse (forets et fraises), pincette, multimètre analogique (pour analyser les mouvements de l'aiguille) et si possible multimètre numérique (précision, commodité). Sont pratiques aussi : cordons de mesure à fiches banane et crocodile, testeur de continuité, testeur de composants, alimentation de labo, générateurs, étau, calculatrice, étiquettes, correcteur liquide blanc («tipex»), gaine thermo, ruban adhésif, brides, élastiques, alésoir (pour agrandir les trous), pince à sertir les cosses . . . et, tentation suprême, l'oscilloscope.

. . .

Photocopiable

Coup de chapeau : Clair, précis, des schémas simples et intelligents. Une revue d'initiation moderne, mais pas tape à l'oeil, exploitable pédagogiquement, et surtout . . . photocopiable.

Richard SZYNKOWSKI
62215 OYE-PLAGE

Monsieur Szynkowski nous signale aussi que «depuis janvier 1989, ELEX se trompe dans la datation révolutionnaire de ses numéros».
Bien vu : nous sommes en effet dans l'an 197 (et non 198) jusqu'au 22 septembre. Tchac !
Honteux et confus, la tête sous le bras, nous profiterons de l'occasion pour supprimer la mention du calendrier révolutionnaire à la une d'ELEX. Exit 89 !

. . .

Où peut-on trouver un clavier pour ordinateur ZX Spectrum Sinclair ? Moulte merci.

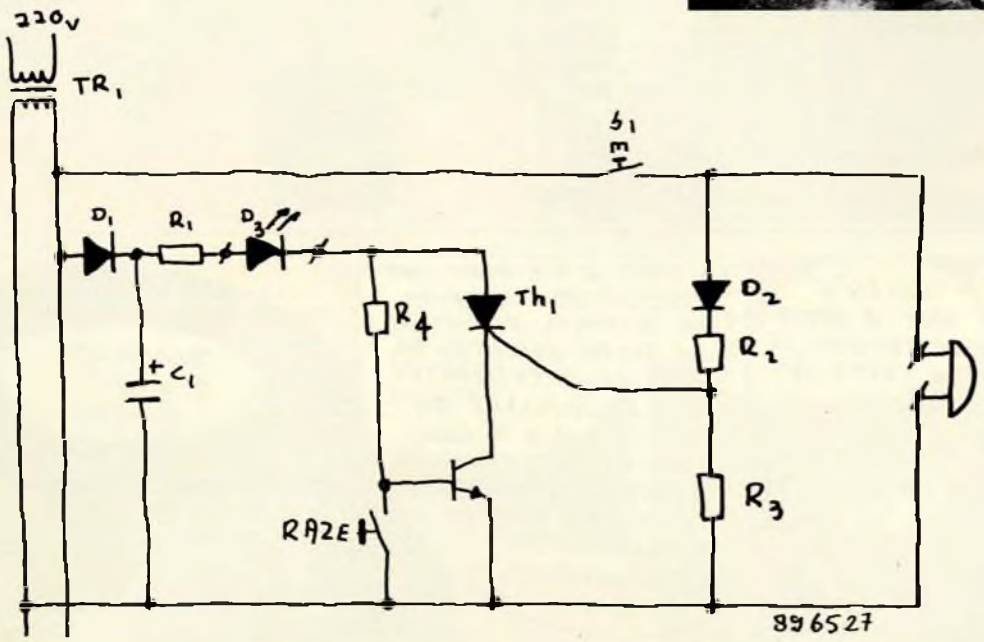
Par une petite annonce (gratuite) dans ELEX, peut-être . . .

. . .

Belle initiative que ce magazine d'ELEX. J'ai appris beaucoup en un an et souhaite approfondir encore mes connaissances, car je me pose bien souvent des problèmes.

Teddy Van de Kamer
14 250 TILLY
s/Seulles

Vous êtes le seul lecteur, cher Teddy, qui ayez pris au sérieux le mini-concours de la légende de la figure 1 page 26 du numéro 11 d'ELEX, dans l'article sur la mémoire de sonnette. Rappelons que nous promettions «une photo dédicacée du Rédacteur en Chef assisté de ses Assistants chevauchant en première ligne des troupes du Duc d'Aumale lors de la pris de la Smala d'Abdel-Kader le 13 mai 1843», aux dix premiers lecteurs qui nous enverraient leur schéma de la mémoire de sonnette utilisant un poussoir à fermeture. Voici le schéma que vous nous proposez :



Il existe un oscillo 2 x 10 kHz pour moins de 400 F. Si, si, si . . . mais évidemment pour ce prix, il y a un «mais» : il faut posséder un micro Thomson, sauf TO9.
- **haute impédance (> 1 MΩ) pour calibre 0 5 V**
- **impédance de 1 kΩ pour −5 5 V**
- **une question : l'étage d'entrée pour multimètre marche-t-il (*oui*) sur un oscillo ?**

L'oscillo est disponible à l'Union des Physiciens, 44 Bd St Michel 75270 Paris

Permettez-moi de vous faire une suggestion en cette période de bicentenaire. Dans Elex, pour le rubrique Haute-Fréquence – Radio -1889 – un centenaire : La découverte de la détection par le cohéreur de Monsieur Édouard Branly.
De nos jours, il est encore possible de voir le laboratoire ainsi que de nombreuses pièces ayant servi à Monsieur Branly, à l'Institut Catholique de Paris, 21 rue d'Assas, 75005 PARIS (45 48 24 87).

François Dubois
92250 LA GARENNE-COLOMBES

Au cours de la deuxième moitié du XIXe siècle, les progrès en physique s'accélèrent, mais en électricité les découvertes se précipitent dès lors que l'on a compris (rendons à Maxwell ce qui lui appartient) qu'il ne faut pas chercher le siège des phénomènes électriques dans les conducteurs, mais bel et bien dans les isolants. Edouard Branly (1844-1940), en sa qualité de docteur en médecine, a étudié le passage des impulsions électriques dans les mauvais conducteurs du système nerveux et plus particulièrement au niveau des synapses (on appelle ainsi le point de contact entre un nerf et un muscle). Ensuite il a cherché, en sa qualité de docteur ès sciences, à en reproduire le principe avec d'abord des empilements de billes, puis de la limaille rendue conductrice par un champ magnétique. Ce faisant il jetait les bases de la modulation et de la démodulation des ondes radio, que perfectionneront ses contemporains O.J Lodge et Marconi. De cette période datent aussi les travaux de Maxwell, Edison, Lissajous, Hertz, Tesla, Röntgen . . . Pour être juste, il y en aurait des centenaires à fêter !

. . .

La rubrique lubrique du râteur hableur

Une erreur s'est glissée dans le brochage du 2N3055 tel qu'il a été donné dans l'article TOPLESS (ELEX n°13, page 18). Voilà ce qui arrive à ceux qui ont la tête en l'air au lieu de s'occuper du branchage des transistors ! Rectifions cette erreur, il n'y a pas une pinute à merdre.
*Qu'un boîtier TO3 soit relié au collecteur, ça d'accord, mais quand on le regarde côté broches, celles-ci tournées vers **En Bas**, l'**Émetteur** est à gauche (**En** . . .), la **Base** est à droite (. . . **Bas**).*

Ce subtil et inoubliable trait de génie mnémotechnique nous a été communiqué par la Société SELECTRONIC qui, nous l'avons dit, s'attache, comme quelques autres en ces temps où pourtant le plomb est mal coté, à promouvoir leurs kits pour arriver au même but que nous.

Bravo pour le schéma de la minuterie de cage d'escalier du numéro 12, mais je voudrais connaître les valeurs à donner à R1, R2 et C5 pour obtenir une temporisation de 160 secondes (au lieu de 170 secondes) sur la sortie Q9 ?
Que signifie TP sur la broche 7 d'IC1
Vos explications sur le circuit sont géniales (*merci*) bien qu'il subsiste quelques lapsus dans le paragraphe «DÉBUT DU CYCLE» p.39 : il faut lire "sortie de N2" au lieu de "sortie de N4". . . qui n'existe pas sur le schéma (*mmmh grrr*). (. . .)

Éric FONTAINE
34000 MONTPELLIER

Vous trouverez dans ce numéro deux articles dans lesquels il est question de réseaux RC de temporisation. N'oubliez pas que la fréquence exacte d'un oscillateur varie en fonction de la tension d'alimentation, accessoirement aussi en fonction de la température, et bien sûr en fonction de la tolérance qui affecte la valeur des composants. C'est pourquoi, lorsque l'on souhaite obtenir des fréquences précises, on remplace la résistance unique du réseau RC reliée à la broche 10 du 4060 (ici R2) par une résistance talon de quelques kilo-ohms montée en série avec une résistance variable (ici 470 k).
*Nous expliquions que la lettre B qui désigne le pont de diodes était l'initiale du mot anglais bridge ; nous aurions dû préciser que **TP** était le sigle de test point. C'est en vérifiant la présence d'une impulsion de 3,5 s à ce point, que l'on s'assure du bon fonctionnement du circuit.*

. . .

Mon coup de chapeau :
Tous les articles ≠ Elektor
(Pourquoi ne pas aborder la μ dans Elex)
Un lecteur impatient !

Arguments :
Montages fiables à 95%.
Présentations raffinées.
Équipe dynamique hors classe.

Mon coup de savate :
Rossignol électronique, testeur de continuité, etc, etc

Arguments :
Elex ≠ Elektor

Mon coup de savate :
Analogique anti-choc n°10 page 52 : tension avec A, courant avec V. Bravo ?

Mon coup de chapeau :
En général bonne revue pour les débutants. Attention, il n'y a pas que les trains électriques et les petites voitures, il y a aussi de l'électronique sur le Matériel Agricole, et là je vous attends.

Christian Coulon

3615 ELEX

Messieurs (et Dames peut-être),
Je ne veux pas vous inonder de lettres, alors celle-ci sera peut-être un peu longue car j'ai quelques petites choses à dire. La première c'est de me prévenir un peu à l'avance de l'expiration de mon abonnement. Ayant acheté les premiers numéros, je ne me souviens plus à quel moment je me suis abonné et je ne voudrais pas d'interruption dans la lecture d'ELEX. Les autres en vrac. J'ai 63 ans et je ne me sens pas vexé lorsque dans certains articles vous tutoyez le lecteur, contrairement à certains "pisse-froid" (le mot est dans le dictionnaire) du genre [. . .] – *suit une liste de noms familiers de cette rubrique, que la rédaction d'ELEX se permet de censurer arbitrairement*.
J'ai passé un bon moment avec la lettre d'Eugène, vos articles avec un petit mot humoristique par ci, par là, même si ce n'est pas à se taper [*quoi ?*] par terre détendent un peu la tension de certains cours. Et puis en république nous avons la chance de faire et de penser comme il nous plaît, n'en déplaise à certain qui retarde (1 seul T) de 200 ans et regrette peut-être le bon temps où le "populace" dont je fais partie avait le droit d'être illettrée. Quand au dernier de ces Messieurs, je crois que pour lui c'est le Moi Exclusif. [*Quelle jolie formule !*].
Pour moi, même si je commence à patauger un peu dans la forêt de fils du n°10, c'est la première fois depuis 2 ans que je lis livres et revues spécialisés que ces portes et entrées inverseuses ou pas ne sont pas tout à fait de l'hébreu. [. . .]
Maintenant une petite suggestion qui me tient à coeur depuis longtemps. Ne pouvez-vous pas, en partant d'un récepteur simple (n°10), l'améliorer au fil des numéros en y adjoignant pré-ampli, ampli, filtres, couplage des étages, etc, de sorte qu'à chaque amélioration on se rende compte de la différence ? Je ne pense pas être le seul débutant (malgré mon âge) à être un peu perdu devant un amplificateur, surtout un préamplificateur que je vois raccordé à un étage de détection ?
Voilà, si vous avez eu le courage d'aller jusqu'au bout de cette longue lettre, soyez assurés, Messieurs et Mesdames (j'ai vérifié) de ma sympathie et recevez mes cordiales salutations.

Gabriel Sautereau
93110 Rosny sous Bois

Excellente idée que celle du montage qui évolue. Préparatifs en cours.

. . .

Message-coup de savate

Il est inadmissible que l'on reçoive ELEX lorsque l'on est abonné après la sortie en librairie. De plus, longtemps, très longtemps après. On est le 26 Juin et je n'ai toujours pas votre numéro de ce mois-ci. J'espère que vous pourrez vite remédier à ce problème. Merci.

Frédéric

Johnny is in the basement mixing up the medicine . . . (Subterrean Homesick Blues - Bob Dylan). La potion magique est en préparation. Patience les abonnés !

. . .

Le Loiret dort encore

M'étant reconnu dans vos lignes du précédent ELEX (au sujet de l'absence de revendeurs dans le Loiret), je me permets de vous signaler l'existence d'un nouveau magasin à Mennecy (Compas) dans le 91. Bravo à votre revue qui monte quand il y en a d'autres qui descendent. A quand les circuits intégrés par photo ? Slt de

Monsieur Zwysig
Boesses (Loiret)

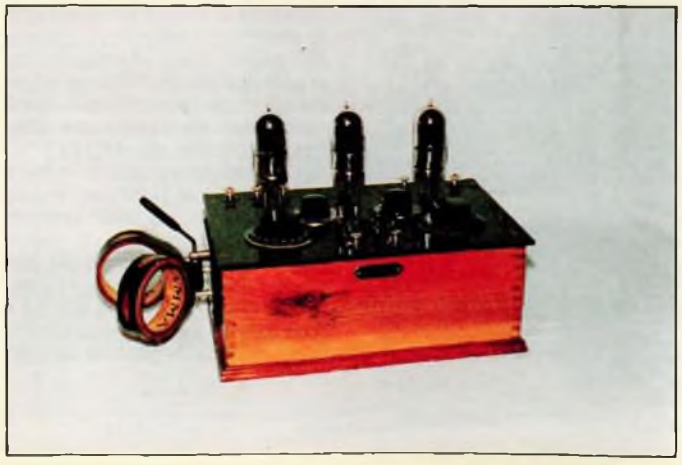
Mais je vous zemprie, signalons, signalons ; nous sommes là pour ça.

. . .

La Télégraphie Sans Fil, vous connaissez ? Et le phonographe ? Bien sûr, vous écoutez tous la radio, des cassettes et des disques "compacts". Les techniques de reproduction et de transmission du son, avant d'en arriver à ces merveilles banales, ont été développées et mises au point par des amateurs et des passionnés. L'histoire de ces temps héroïques est racontée par quelques centaines d'appareils exposés par un autre passionné dans un musée non loin de Clermont-Ferrand.

Il s'agit du **Musée de la T.S.F. et du phonographe**, route du Château de Val à Lanobre (15270).

La période de transhumance est finie, mais pour l'an prochain n'hésitez pas à vous écarter du troupeau de bisons pour aller écouter ou ré-écouter un poste à galène, admirer les premiers phonographes, les postes à réaction à une lampe, le premiers superhétérodynes; ils sont tous en ordre de marche, aussi beaux qu'au premier jour. Les plus jeunes vont découvrir tout un monde; quant aux anciens, ils seront contents de voir combien il leur restait de choses à apprendre. L'année 1990 sera celle du centenaire de l'invention du cohéreur à limaille de Branly, dont la collection comporte un exemplaire, naturellement. Peut-être M. Héliez aura-t-il trouvé, grâce à vous, le décohéreur de Lodge et le détecteur électrolytique qui manquent encore dans sa collection. Un accueil chaleureux, des commentaires intéressants, et des bastringues spectaculaires qui donnent une animation inhabituelle : vous ne serez pas déçus. Pour la partie gastronomique et touristique, reportez vous à votre guide habituel (Auvergne).



les nuls :

terre masse châssis

à chacun son potentiel

Franchement, vous la connaissez, vous, la différence entre terre, masse et zéro ? Et si on vous parle de châssis, vous comprenez de quoi il est question ?
Allons, n'ayez pas honte de répondre non, ce n'est pas une question facile. Si vous la posez autour de vous, ne soyez pas surpris du nombre d'initiés qui après s'être lancés présomptueusement dans des explications à grand renfort de petits dessins, finissent par s'emmêler les pinceaux. Il n'est pas rare que les spécialistes ne s'entendent pas sur la manière dont le zéro doit être mis à la masse, ni sur l'opportunité de mettre la masse à la terre, avec ou sans le châssis . . .

Ça flotte, comme on dit chez les potentiels

Voilà le grand mot lâché, les potentiels. C'est bien de cela qu'il s'agit. Les mots terre, masse, zéro, et éventuellement châssis, ne désignent pas seulement des points de connexion physiques, des endroits avec lesquels on établit des liaisons électriques, mais d'abord des potentiels de référence. Si vous préférez, ce sont plus simplement des points de référence **par rapport** auxquels on mesure les tensions d'un circuit et par lesquels finissent par circuler tous les courants.
Les tensions sont les forces d'où naissent les courants électriques dans nos circuits, comme l'ont maintes fois expliqué Rési et Transi dans leur bande dessinée. Ce mois-ci d'ailleurs, vous l'avez sans doute déjà remarqué, c'est encore de rivières, de montagnes, de dénivellation et de niveau de la mer qu'il est question dans les deux pages de nos compères.

La tension, c'est la pente de la montagne, c'est-à-dire la différence d'altitude entre par exemple le niveau de la mer et celui d'une source. Ce que le niveau de la mer représente par rapport à la source, le potentiel de référence le représente par rapport à un autre potentiel. Il règne entre eux une tension électrique.
Et la marée, direz-vous ? Si le niveau de la mer baisse, les altitudes mesurées par rapport au niveau précédent ne sont plus valables. C'est précisément pour cela que l'on précise sur les (bonnes) cartes de géographie que les altitudes sont indiquées en fonction du niveau moyen de la mer à un certain endroit. Si l'on change de potentiel de référence en électronique, il est donc logique que les tensions ne sont plus les mêmes.

Si vous effectuez des mesures précises à l'oscilloscope par exemple, à un point donné au milieu d'un circuit étendu (liaisons de grande longueur) vous n'obtiendrez pas les mêmes résultats selon que la liaison de masse entre l'appareil de mesure et le circuit sous test est établie tantôt à l'une ou l'autre extrémité de ce circuit et tantôt à proximité immédiate du point de mesure. La suite de cet article devrait montrer comment la plus ou moins grande longueur de la liaison de masse (et partant sa résistance) donne naissance à un artefact de mesure.

Une source de tension continue a par définition deux pôles; l'un est positif, l'autre négatif. En fait, ils ne sont positifs et négatifs que l'un par rapport à l'autre. Si nous relions le pôle positif d'une pile de 4,5 V (que nous appellerons pile A) au pôle négatif d'une autre pile de 4,5 V (que nous appellerons pile B), nous aurons le pôle positif de la pile B qui sera positif par rapport aux autres pôles de cet assemblage; aussi le pôle positif de la pile A sera-t-il négatif par rapport à lui, puisqu'il est porté au même potentiel que le pôle négatif de la pile B. Le pôle positif de la pile A reste toutefois positif

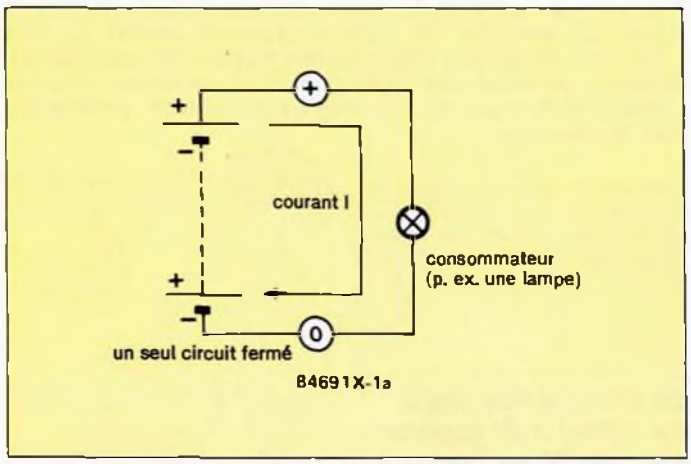


Figure 1a - Le plus souvent, c'est la ligne d'alimentation négative qui est appelée point zéro dans un schéma électrique. C'est là une question de conventions.

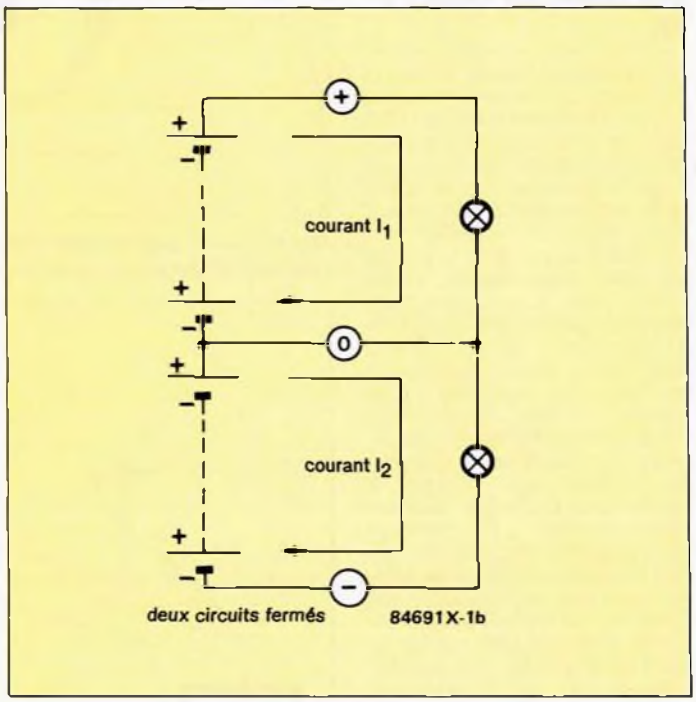


Figure 1b - Exemple d'alimentation symétrique. Ici c'est le point commun entre les deux sources de tension continue (batteries) qui est appelé zéro. Compte tenu du fait que les tensions sont mesurées par rapport à ce potentiel de référence, la borne positive de l'une des batteries devient la tension d'alimentation positive (le plus) parce que son potentiel est positif par rapport au zéro, et la borne négative de l'autre batterie devient la tension d'alimentation négative (le moins) parce que son potentiel est négatif par rapport au zéro.

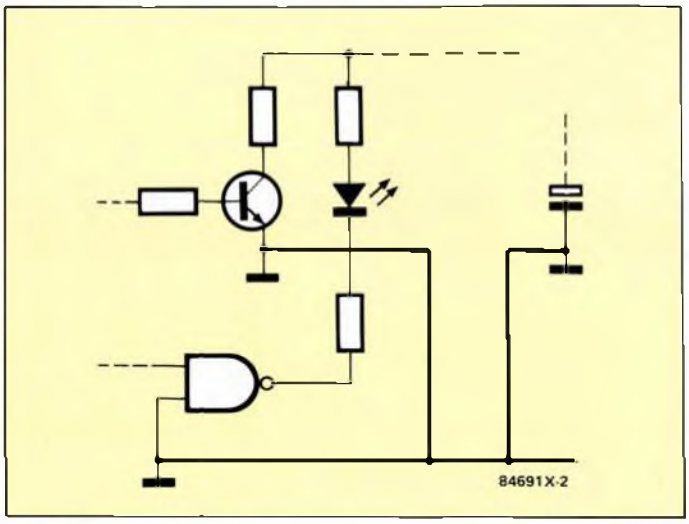


Figure 2 - Le symbole de masse (la barre horizontale épaisse) permet de simplifier les schémas puisqu'il permet de faire l'économie d'une ligne continue entre tous les points concernés. Attention : pris isolément, ce symbole n'indique nullement que les points concernés sont reliés au châssis ou à la terre, ni même que c'est le point zéro !

par rapport au pôle négatif de la même pile. Faites un dessin, ou voyez les deux piles de la figure 1b, c'est simple.

Un pôle peut être positif par rapport à un deuxième pôle (négatif par rapport à lui) et néanmoins négatif par rapport à un troisième pôle (positif par rapport à lui)

Revenons aux deux pôles de notre source de tension. Nous avons l'habitude d'écrire «0 V» pour le pôle négatif. Est-ce à dire qu'il est nul ? Non, ce que nous indiquons par là, c'est que les tensions du circuit sont toutes mesurées par rapport à ce point-là. L'intérêt de cette complication, pourtant inutile à première vue, apparaît justement dans une configuration comme celle des deux piles que nous avons déjà évoquée, telle qu'on l'utilise notamment pour alimenter les amplificateurs opérationnels. On fait fonctionner ces circuits à partir d'une double tension d'alimentation, symétrique par rapport à un zéro central. Par rapport à ce point de référence, l'une des tensions est positive, l'autre est négative. Cette manière de procéder permet d'obtenir des amplificateurs un fonctionnement parfaitement symétrique avec des signaux alternatifs **sans interposition d'un condensateur**, puisqu'il n'y a pas à supprimer de composante continue. Tout est dans cette petite subtilité...

La ligne zéro d'un circuit est souvent reliée à la masse. Pour expliquer cette notion-là, prenons le circuit électrique de l'auto. La borne négative de la batterie et de l'ensemble du circuit électrique est reliée à la carrosserie et au châssis métallique de l'auto. Compte tenu du volume et du poids de métal que cela représente, le choix du mot masse est parfaitement approprié, n'est-ce pas ? Cette manière de faire autorise une économie non négligeable de fil de cuivre. C'est cher le cuivre ! Sans parler de la simplification et de la réduction de l'encombrement du câblage qui en résultent, car dans une auto, la plupart des consommateurs de courant sont alimentés par un seul fil, et reliés au châssis ou à la carrosserie pour la ligne négative.

D'ailleurs, sur un vélo ou un cyclomoteur, c'est exactement pareil. De la dynamo ne part qu'une seule ligne, les ampoules ne sont reliées qu'à un seul fil, la ligne d'alimentation négative emprunte le chemin du cadre, celui de la masse. C'est ce que montre la **figure 3**.

On a toujours besoin d'un pôle plus négatif que soi

Revenons un instant au circuit électrique de l'auto pour reparler de cette histoire de potentiel de référence. Imaginons une voiture attelée à une remorque ou une caravane. Outre l'attache de traction, il y a entre la voiture et la remorque une liaison électrique câblée pour les feux arrière, les clignotants, etc. Dans ce câble se trouve aussi un fil pour la ligne négative, reliée à la masse par ailleurs. Si tous les fils de cette liaison sont en bon état à l'exception du fil de masse que, pour la

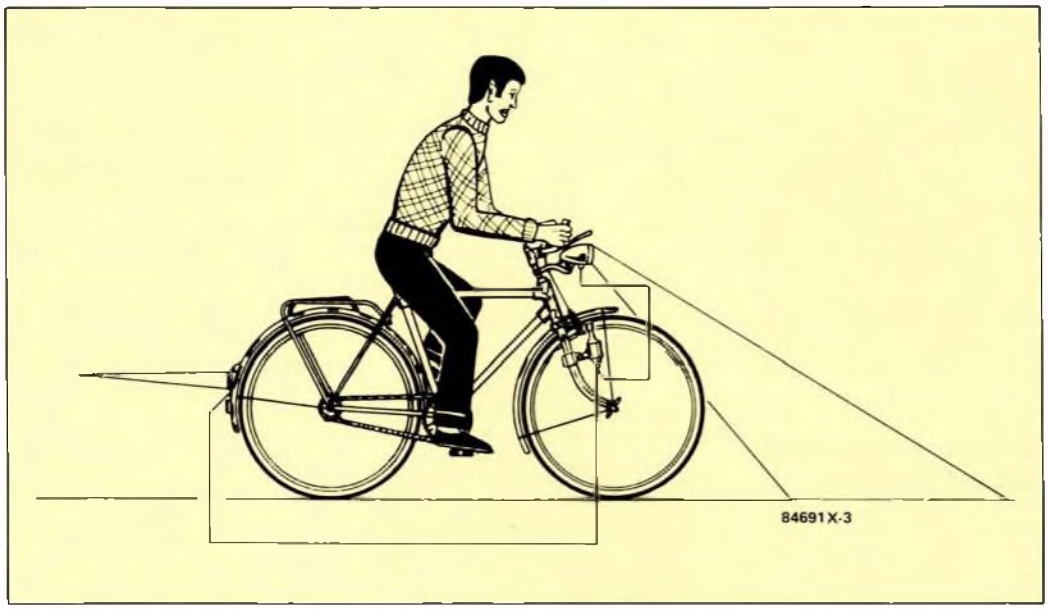


Figure 3 - Il n'y a qu'un seul fil entre la dynamo du vélo et chacune des ampoules; la ligne d'alimentation négative passe par le cadre du vélo, c'est-à-dire le châssis (en termes techniques).

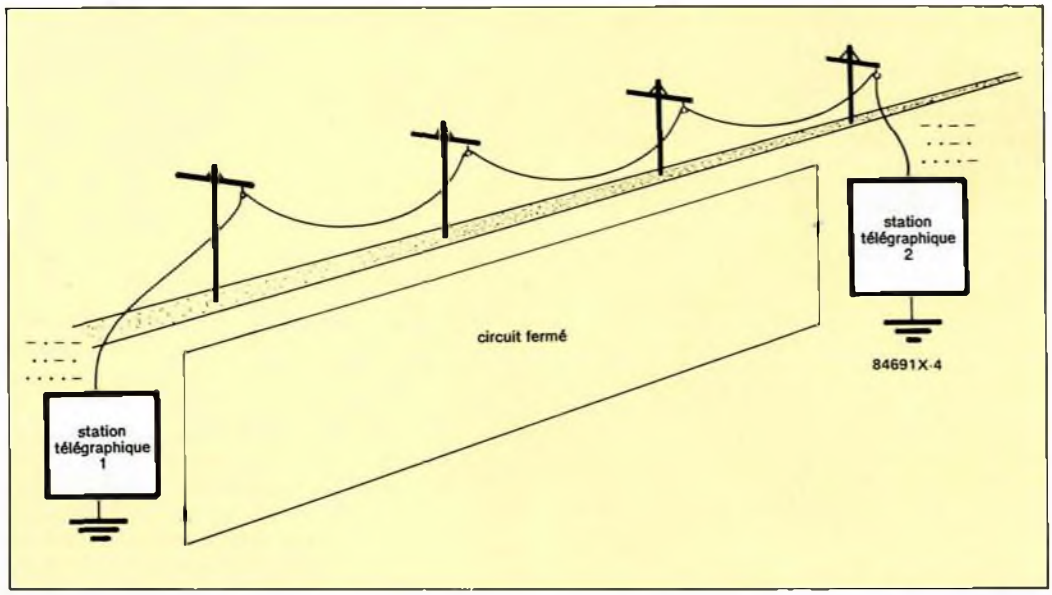


Figure 4 - La terre peut conduire le courant, les pionniers du télégraphe morse ne l'ignoraient pas. Les stations télégraphiques n'étaient reliées autrefois que par un seul fil, le retour se faisant par la terre.

circonstance, nous imaginerons arraché, la connexion électrique restera établie entre la voiture et sa remorque **tant que les deux véhicules seront attelés**. La liaison de la ligne négative est établie en effet par la continuité des masses métalliques, par l'intermédiaire de l'attache. En l'absence de continuité des masses métalliques entre la voiture et sa remorque, la masse métallique de la remorque n'est plus le potentiel de référence. Il continuera de régner une tension sur le circuit électrique, mais par rapport à la masse de l'auto seulement. Si l'on tente de mesurer cette tension par rapport à la masse de la remorque, on n'obtiendra rien...

Le châssis comme blindage, d'accord, mais pas comme conducteur...

En électronique, la tentation est forte d'utiliser les coffrets métalliques comme conducteurs pour la ligne d'alimentation négative, mais il ne faut pas y céder. La faible économie de câblage ainsi réalisée se paie par des inconvénients d'une gravité souvent insoupçonnée. Il faut au contraire donner à chaque partie d'un circuit une connexion de masse individuelle et aussi largement dimensionnée que possible afin d'éviter que les courants qui y circulent ne s'influencent mutuellement. Ainsi en technique audio pour ne citer qu'un des nombreux champs d'application où il faut accorder le plus grand soin aux liaisons de masse, il faut à tout prix éviter que les forts courants de l'alimentation ne se retrouvent additionnés aux couranticules du préamplificateur par exemple, sous forme de ronflement.

Pour éviter les parasites, il convient de bien placer la masse. Sur la plupart des circuits, le point de masse et le point zéro (ou la ligne d'alimentation négative) sont une seule et même chose.
Le symbole de la masse est très prisé dans les dessins de schémas électriques; grâce à lui on peut se passer de tracer in extenso les lignes d'alimentation négative et de masse. Sur la figure 2 il y a trois lignes dont il vaudrait mieux se passer si l'on veut ménager la lisibilité du schéma.

Sur les circuits électroniques, les boîtiers, radiateurs et coffrets métalliques ne sont pas utilisés comme conducteurs de masse, nous l'avons dit. Ces parties métalliques sont néanmoins souvent reliées à la masse, c'est-à-dire au point zéro des circuits qu'ils abritent. Les tôles servent alors de blindage, c'est-à-dire de «piège à parasites». Les tensions nées du rayonnement électromagnétiques (ondes radio), les tensions de ronflement et autres bruits sont court-circuités à la masse. Ce qui n'est pas le cas avec les coffrets en bois ou en plastique qu'il est impossible de mettre à la masse. Dans ce cas, il faut monter les platines sur un châssis métallique que l'on met à la masse, et, s'il s'agit de circuits sensibles, il faudra les munir d'un blindage sous forme soit de tôle, soit d'un film conducteur, reliés l'un et l'autre à la masse.

Importance de la mise à la terre

La terre dont on parle quand il est question de prise de terre, de mise à la terre, de fil de terre vert/jaune, ce n'est pas (forcément) la masse, mais une liaison électrique réalisée sous la forme d'un épais fil de cuivre relié à un réseau de barres métalliques enfoncées dans le sol. La terre conduit le courant, surtout lorsqu'elle est humide. Au siècle dernier, les premières stations télégraphiques n'étaient reliées que par un seul fil et l'on utilisait la terre comme ligne de retour. La figure 4 montre comment est établi le circuit fermé d'une station à l'autre. Ceci permettait de faire une économie considérable de fil, mais la conductivité somme toute assez médiocre du sol imposait de rapprocher les stations télégraphiques pour éviter une trop forte atténuation du signal.

Aujourd'hui les lignes de terre ne servent plus que pour évacuer les courants de défaut dans le cadre de la sécurité des personnes, mais il n'est pas rare, surtout dans les régions sèches, que l'on trouve à proximité du pieu métallique de mise à la terre un tuyau qui permet d'humidifier le sol à cet endroit. Il s'agit de réduire au minimum la résistance du sol pour faciliter le passage du courant le cas échéant. On sait que le châssis de nombreux appareils électriques, les conduites d'eau, les baignoires et en général toutes les masses métalliques sont reliés à une ligne de terre par un gros fil de cuivre isolé par une gaine verte et jaune. Si une masse métallique normalement isolée est mise sous tension accidentellement, le courant de défaut circulera par cette ligne de terre. Le disjoncteur différentiel présent dans toutes les installations électriques modernes détecte ce courant de défaut et interrompt aussitôt le passage du courant.

Les appareils munis d'une prise de terre restent dangereux quand ils sont utilisés dans une installation dépourvue de mise à la terre.

C'est une des raisons pour lesquelles on a vu apparaître de plus en plus d'appareils électriques sans prise de terre, mais isolés à grand fort de matières plastiques de telle façon que les conducteurs électriques ne puissent pas entrer en contact accidentel avec les masses normalement isolées. On parle notamment de double isolation, caractérisée par la présence sur les appareils d'un symbole formé par deux carrés concentriques. Il semblerait néanmoins que ce symbole ne soit pas protégé et que les fabricants peuvent l'apposer sur leurs appareils sans les avoir soumis à une homologation préalable. Restons circonspects !
De façon générale, la double isolation et le recul des mises à la terre ont été accueillies avec satisfaction par les électroniciens, qui répugnent à établir une liaison entre la masse de leurs circuits et les châssis des appareils mis à la terre.
Pour ce qui concerne les coffrets métalliques des appareils que vous réalisez vous-mêmes, la mise à la terre des masses métalliques normalement isolées reste préférable. Si l'on veut éviter les perturbations que peut occasionner la liaison entre châssis mis à la terre et masse du circuit, il vaut mieux séparer la partie haute tension (220 V) de la partie basse-tension (en aval du transformateur d'alimentation), et mettre l'alimentation dans un coffret séparé,

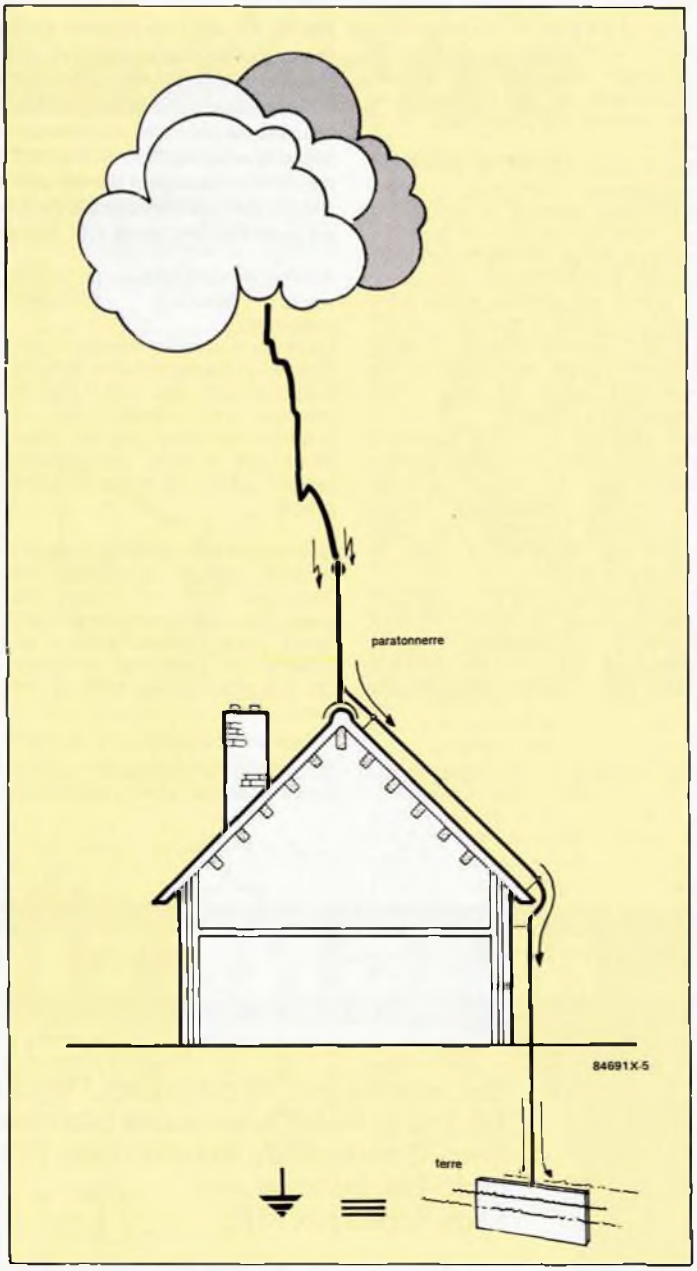


Figure 5 - La mise à la terre d'un réseau électrique a pour mission de détourner les courants de défaut par le plus court chemin vers la terre. Il en va de même pour un paratonnerre qui en détournant le courant empêche les édifices et les personnes qu'il protège d'être soumis à la très forte tension de l'éclair.

toujours mis à la terre s'il est métallique.

Un bon conseil de Maman ELEX : les normes de mise à la terre sont strictes ! Abstenez-vous rigoureusement de modifier quoi que ce soit au circuit de mise à la terre de votre installation électrique domestique, à moins bien entendu que vous ne soyez habilité à le faire. Et n'oubliez pas qu'il vaut mieux une bonne mise à la terre qu'une . . . mise en terre !

Zéro, masse, châssis, terre

Résumons-nous. Le zéro (0) est le point de référence pour les relevés de tensions.C'est presque toujours soit la ligne d'alimentation négative, soit le point commun entre deux sources de tension continue quand il s'agit d'une alimentation symétrique. Dans le premier cas, on aura les potentiels + et 0, dans le deuxième les potentiels +, 0 et –.
La masse (⊥) est le point de référence commun entre plusieurs parties d'un circuit et dans certains cas particuliers (auto) le conducteur de la ligne d'alimentation négative. Il arrive souvent que les blindages et les masses métalliques normalement isolées soient reliés au point 0 et forment ainsi ce que l'on appelle la masse.
Le châssis ( ) est souvent relié au point 0 ou à la masse électrique du circuit. Quand un châssis métallique abrite un circuit alimenté par des tensions élevées, il faut le mettre à la terre.
La prise de terre ( ) conduit les courants de défaut vers la terre, protégeant ainsi l'usager qui entre en contact avec des masses métalliques normalement isolées et mises sous tension accidentellement.
La mise à la terre est comparable à un paratonnerre dont la fonction est de conduire le courant de l'éclair par le chemin le plus rapide possible vers la terre, protégeant ainsi l'édifice sur lequel il est placé.

Une dernière analogie (automobile) nous permettra de conclure sur la notion de potentiel. Les charges électriques accumulées dans l'air créent un potentiel différent du potentiel de la terre à cet endroit. Il règne une tension entre les deux potentiels, laquelle s'effondre sous la forme d'un «court-circuit» (l'éclair). Les frottements de la laine et des tissus synthétiques dans l'habitacle d'une voiture créent une charge électrique qui portent l'intérieur de l'auto à un potentiel différent du sol (n'oublions pas que l'habitacle est isolé du sol par les pneus). Quand un passager établit une liaison électrique avec un objet métallique (la porte du garage par exemple) en quittant le véhicule, la tension donne naissance à un courant aussi bref que violent, la fameuse décharge d'électricité statique. Le corps du passager est ramené brutalement au même potentiel que la terre. C'est pourquoi certains automobilistes équipent leur voiture d'une chaînette qui maintient le châssis du véhicule au même potentiel que la terre en établissant un court-circuit entre eux.

84691

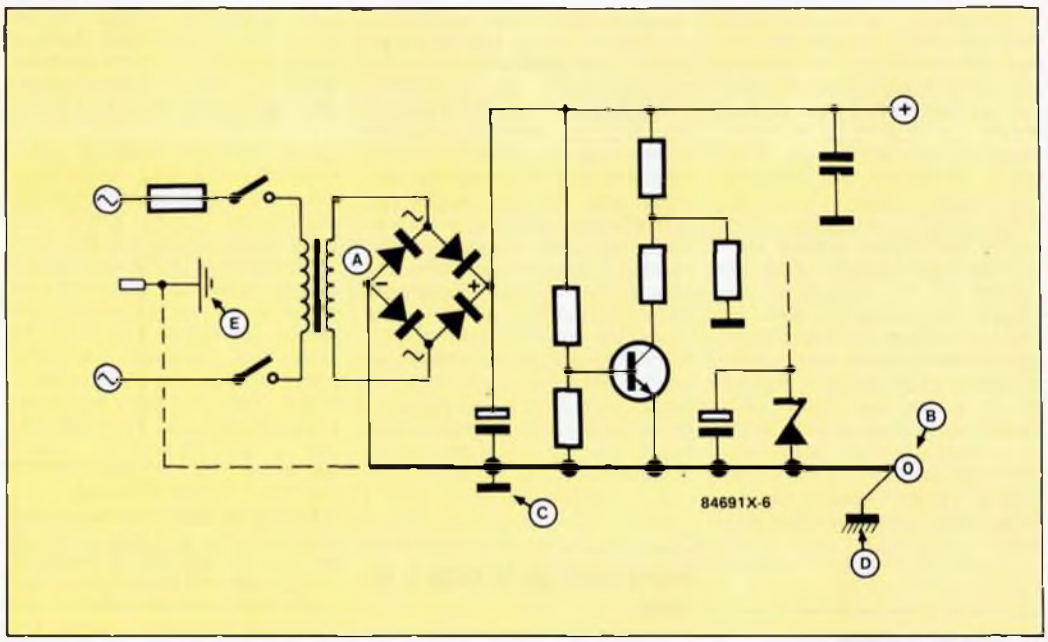


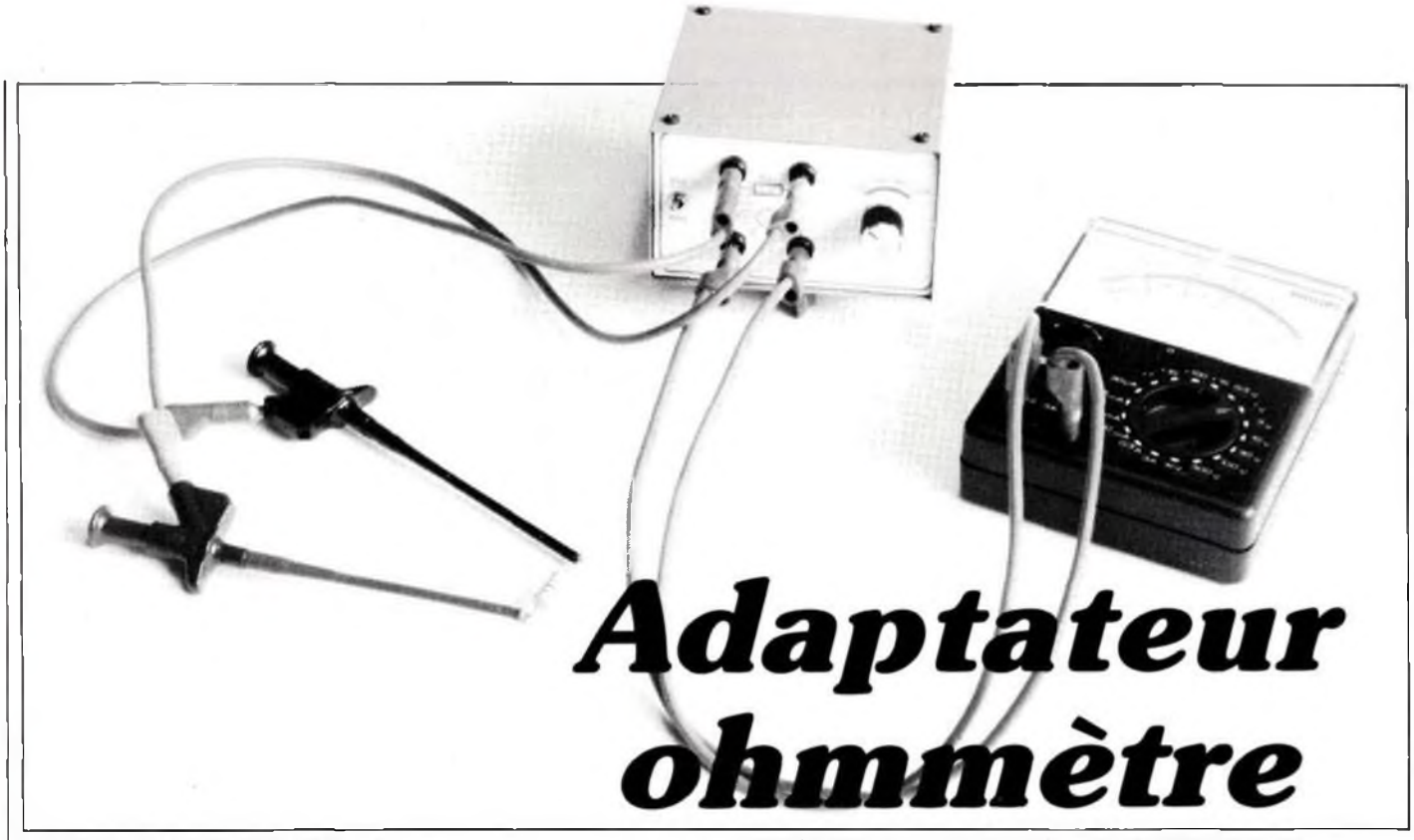
Figure 6 - Voici un résumé de tous les symboles sur un circuit-type. La ligne d'alimentation négative (point A à la sortie négative du redresseur) est signalée par le 0 (point B) qui s'oppose au plus de la ligne positive. La masse est reliée à cette ligne négative (point C), de même que le châssis (point D) qui est aussi mis à la terre (point E). Si l'un des fils qui passent par le double interrupteur de mise sous tension au primaire du transformateur venait à se dessouder et entrait en contact avec la face avant métallique du coffret, le courant de défaut serait évacué vers la terre. S'il s'agit du fil du côté du fusible, ce dernier sautera à moins que le disjoncteur différentiel ait fait son travail avant. Si c'est sur l'autre fil qu'a lieu le court-circuit, ce sont soit un fusible de l'armoire électrique soit le disjoncteur différentiel, ou peut-être les deux à la fois qui interviendront.

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 43 79 39 88
Télex 216 328 F - Ouvert de 9 h 30 à 12 h et de 14 h à 19 h
Fermé le Lundi.



Adaptateur ohmmètre

Pourquoi un adaptateur alors que les mesures de résistance sont possibles avec tous les multimètres analogiques ? L'intérêt de cet adaptateur est de donner une déviation linéaire de l'aiguille du galvanomètre, et de permettre ainsi une lecture plus facile et plus précise qu'avec le multimètre classique. En effet, l'échelle de résistance d'un multimètre classique est dilatée au début et comprimée vers la fin; elle n'est guère utilisable que sur un tiers.

Le circuit adaptateur élimine ce défaut en donnant une indication lisible et utilisable sur toute l'échelle. Les gammes prévues sont 0 à 10 Ω, 0 à 100 Ω, 0 à 1 MΩ (mégohm, 10^6) et 0 à 10 MΩ. Tel qu'il est décrit, il utilise un multimètre en fonction voltmètre sur un calibre donnant la déviation maximale pour 1 V. Ce peut être un inconvénient, mais nous verrons plus loin que, pendant que nous en sommes à adapter, rien n'empêche d'adapter notre adaptateur à des multimètres mesurant 2 ou 3 volts en pleine échelle.

Le principe de la mesure

Pour obtenir une variation linéaire de la tension aux bornes de la résistance, il suffit de la faire traverser par un courant constant. Ainsi la déviation du galvanomètre sera linéaire. Comme le monte le schéma de la figure 1, le montage comporte une source de courant constant et un amplificateur opérationnel qui transforme la tension mesurée sur la résistance inconnue en une tension utilisable par le multimètre connecté en sortie.

Le schéma

Vous avez raison : il manque dans le schéma de la figure 2 le transistor et les deux diodes qui nous servent habituellement à construire une source de courant. La source de courant constant que nous utilisons ici est un peu plus compliquée car nous voulons obtenir une meilleure précision.

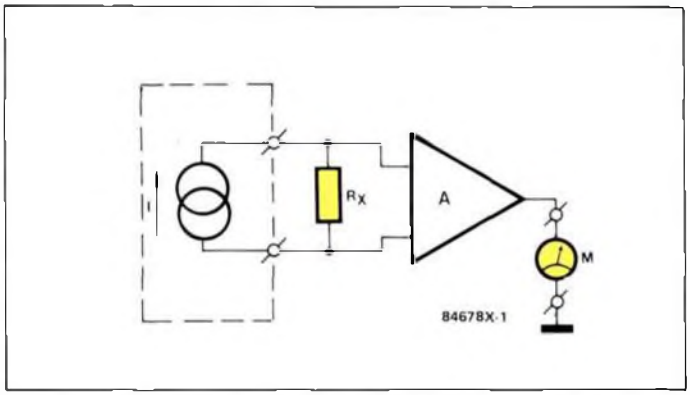


Figure 1 - Ce schéma de principe montre que la résistance inconnue est traversée par un courant constant. La valeur de la résistance est déduite de la tension produite à ses bornes par le passage de ce courant.

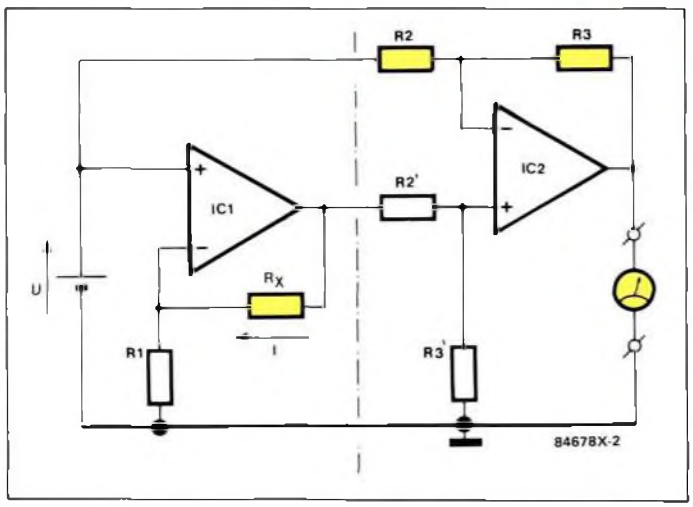


Figure 2 - Toutes les fonctions sont représentées ici sous une forme simplifiée : source de tension de référence, source de courant constant, et amplificateur différentiel.

Un courant constant

Voici le mode de fonctionnement de cette source de courant constant de précision. L'amplificateur opérationnel IC2 de la figure 2 voit sur son entrée non-inverseuse une tension constante, ou tension de référence, dont nous verrons plus loin comment elle est fixée. La boucle de contre-réaction de l'amplificateur comporte la résistance inconnue R_X. Tout le travail de l'amplificateur consiste à fournir en sortie la tension nécessaire pour annuler la différence de tension entre ses deux entrées. La tension de sortie provoque un courant dans la boucle de contre-réaction et dans R1. La tension produite aux bornes de R1 par ce courant est comparée à celle de l'entrée non-inverseuse. La tension de référence est constante par définition, la valeur de R1 est fixe et la loi d'Ohm est toujours valable. Il résulte de tout cela que le courant qui traverse R1 est **constant**, quelle que soit la valeur de R_X. Les entrées de l'amplificateur opérationnel ont un impédance suffisamment grande pour être considérée comme infinie. Les entrées ne consommant ni ne débitant aucun courant, tout le courant qui traverse R1 traverse aussi R_X.
La résistance inconnue est donc traversée par un courant constant, quelle que soit sa valeur.

Une tension variable

La tension aux bornes de R_X varie en fonction de la valeur de R_X et uniquement en fonction de cette valeur puisque le courant qui la traverse est

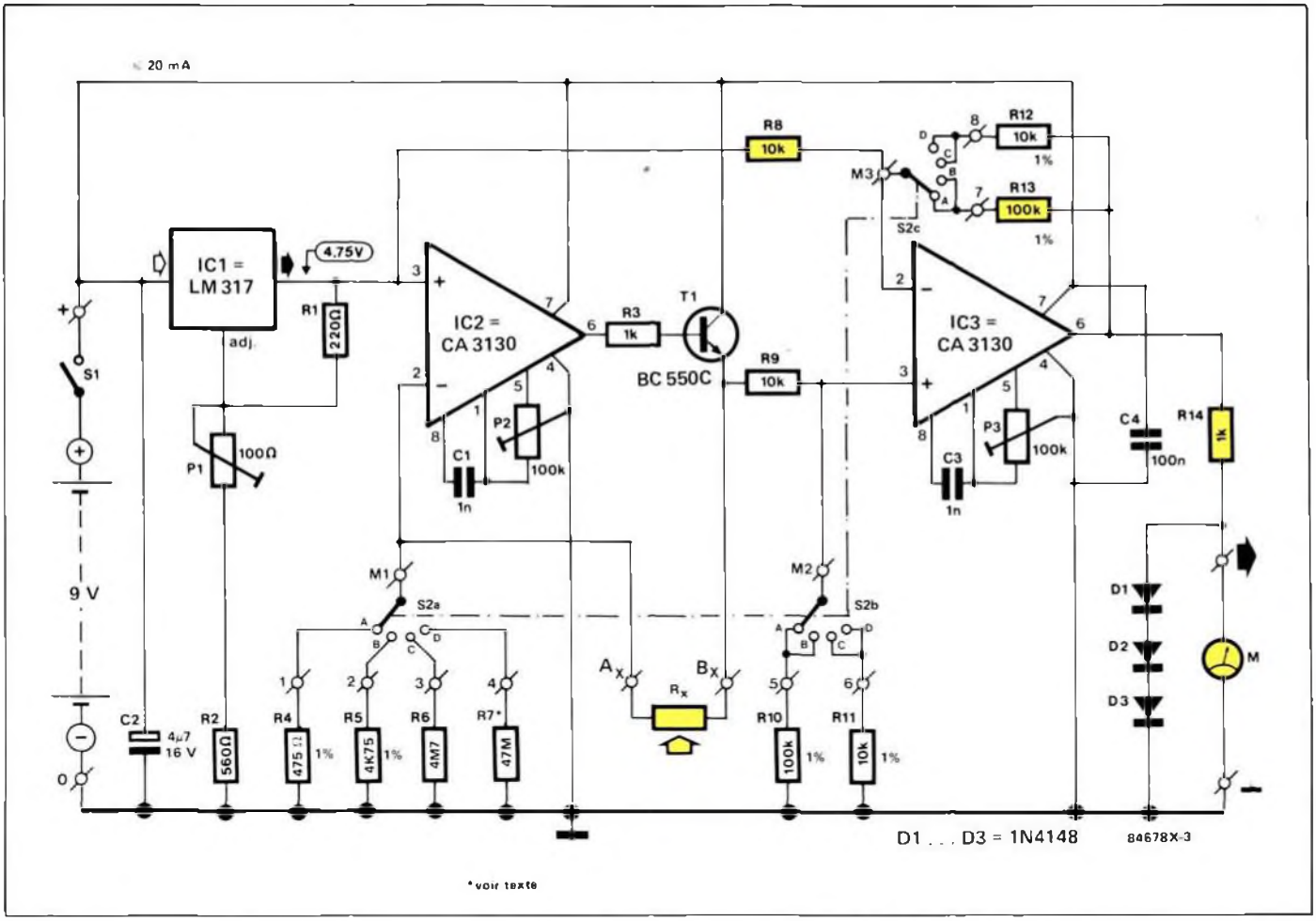


Figure 3 - L'adaptateur comporte quatre gammes de mesure, entre lesquelles le commutateur triple S2 permet de choisir. Les trois commutateurs sont manoeuvrés par le même axe, ce que rappelle la ligne pointillée. Le premier détermine l'intensité du courant constant qui traverse la résistance inconnue, les deux autres adaptent les diviseurs de tension pour conférer à l'amplificateur différentiel le gain nécessaire. Les potentiomètres P2 et P3 servent à la compensation de la tension de décalage des amplificateurs opérationnels. Nous n'y avons recours que quand des millièmes de volts sont importants, et c'est le cas pour un appareil de mesure. Les amplificateurs eux-mêmes ont des performances, du point de vue de la stabilité et de la précision, supérieures à celles de notre bon vieux 741. Si vous vous résigniez à sacrifier un peu de la précision et que vous utilisiez des 741 (le brochage est le même), vous n'auriez pas à monter les condensateurs C1 et C3.

constant. La tension est une image de la résistance : elle est d'autant plus élevée que la résistance est plus grande, et elle lui est directement proportionnelle, en application de la loi d'Ohm.

Une tension est une différence de potentiel

Nous avons donc à mesurer une tension proportionnelle à la résistance inconnue. Si nous appliquons les pointes de touche de notre multimètre, ou si nous branchons un galvanomètre, aux bornes de la résistance à mesurer, la mesure sera fausse. En effet, le courant dévié par le galvanomètre ne traversera pas la résistance à mesurer. Si nous mesurons la tension par rapport à la masse de la sortie d'IC2 (figure 2), nous ne modifions pas la tension aux bornes de R_X, mais nous englobons la tension de référence U, présente aux bornes de R1. C'est l'amplificateur différentiel qui va nous permettre de mesurer sans la modifier la tension aux bornes de R_X.

L'amplificateur différentiel mesure la différence entre deux tensions

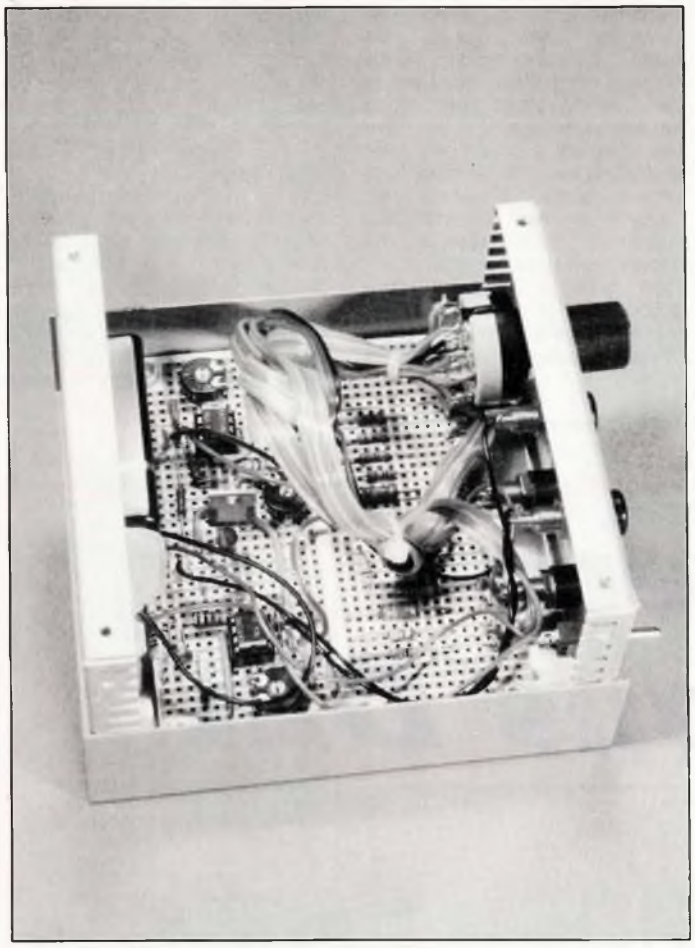
La tension qui nous intéresse est égale à la tension de sortie d'IC1 diminuée de la tension de référence. Nous allons donc appliquer la tension de sortie d'IC1 à l'entrée non-inverseuse (+) de l'amplificateur opérationnel IC2 et la tension de référence à son entrée inverseuse (−). Le résultat sera une tension de sortie proportionnelle à la **différence** entre les deux tensions et nulle si les deux tensions sont égales. Comme dans les autres montages, le gain de l'amplificateur opérationnel est déterminé par le rapport entre les deux branches de la boucle de contre-réaction, R2 et R3, à la condition que le diviseur R2'/R3' ait le même rapport. L'amplificateur différentiel présente maintenant une tension de sortie proportionnelle à la tension aux bornes de la résistance inconnue, référencée à la masse et il peut fournir tout le courant nécessaire au galvanomètre sans perturber le fonctionnement de la source de courant constant.

Le circuit complet

Le circuit complet de la **figure 3** semble un peu plus compliqué que le schéma de principe de la figure 2. Débarrassons nous de cette impression en examinant le circuit en détail de gauche à droite. Il fallait bien ajouter la source d'alimentation : une pile de 9 V, un condensateur et l'interrupteur marche-arrêt. Comme la tension de la pile ne peut pas être considérée comme constante, le symbole de la source de tension de référence a été remplacé par le circuit intégré IC1 : un LM317, régulateur de tension positive, et le réseau résistance-potentiomètre qui détermine la valeur exacte de sa tension de sortie. Il fournit une tension de référence U fixée par P1 à 4,75 V.
Le deuxième étage est organisé autour de l'amplificateur opérationnel IC2. Il s'agit de la source de courant constant. La résistance R1 de la figure 2 est remplacée par quatre résistances, R4 à R7. La partie **b** du commutateur S2 permet de relier l'une des quatre à l'entrée inverseuse et de déterminer l'intensité du courant constant qui traversera la résistance inconnue. L'intensité de 10 mA fixée par R4 pour S2 en position A servira à la mesure de résistances faibles dans la première gamme (0 à 10 Ω); pour les résistances de plusieurs mégohms, dans la gamme D, l'intensité ne sera que de 0,1 µA (microampères, 10^{-6}).

Le transistor T1 évite à l'amplificateur opérationnel de fournir lui-même les 10 mA de la gamme A. Le seuil de tension de la jonction base-émetteur n'intervient pas : l'amplificateur opérationnel adapte sa tension de sortie uniquement en fonction de la tension sur ses entrées et compense donc la tension de seuil.

Le troisième étage est lui aussi un peu compliqué par la possibilité de commutations. Les réseaux R2/R3 et R2'/R3'



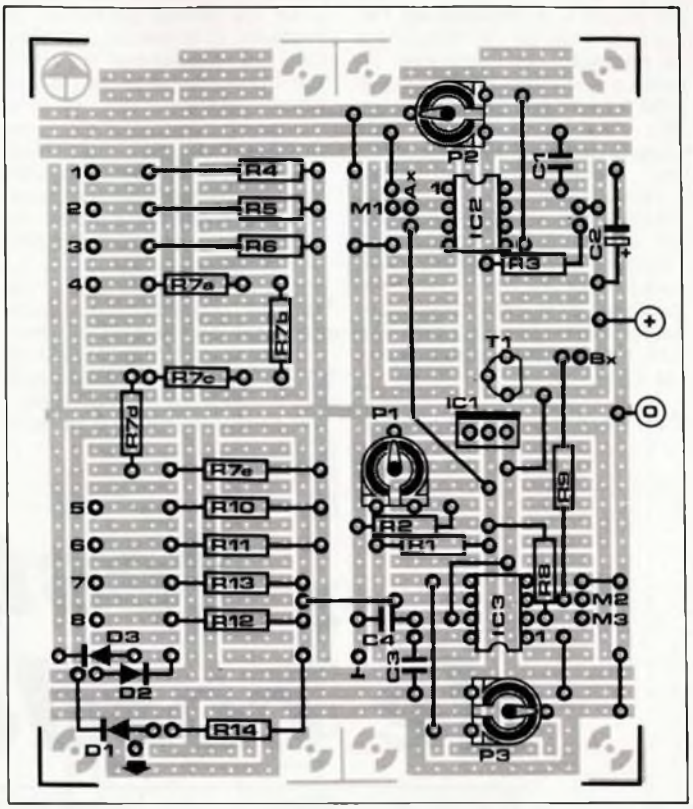


Figure 4 - Ce montage un peu plus important que les montages habituels justifie l'emploi d'une platine de format 2 (80 × 100 mm). Ce qui ne change pas est qu'il faut veiller à l'orientation des composants polarisés, condensateur et diodes, et des circuits intégrés.

du schéma de principe de la figure 2 sont remplacés par R8/R12(R13) et R9/R10(R11). Il ne suffisait pas de faire varier l'intensité du courant dans la résistance à mesurer, il fallait aussi faire varier le gain de l'amplificateur différentiel.

C'est fait, et toutes les gammes exploitent la totalité de la plage de mesure du galvanomètre. Dans les positions A et B, le gain est de 10, et de 1 dans les positions C et D.

Les diodes D1 à D3, conductrices à partir de quelque 2,1 V, protègent le multimètre contre toute surtension, sans surcharger IC3 puisque la chute de tension se produit dans R14. Cette protection entre en action lorsqu'aucune résistance n'est connectée aux bornes de mesure et que la tension de sortie est théoriquement infinie, limitée seulement en pratique à la tension de sortie maximale d'IC3, proche de 9 V.

La construction

La construction ne posera pas de problème si vous vous en tenez au plan d'implantation de la **figure 4** et aux indications qui suivent. L'ensemble du circuit occupe une platine d'expérimentation de format 2. Les composants seront implantés selon l'ordre habituel : ponts en fil, supports de circuits intégrés, résistances, condensateurs, diodes... Insistons sur le fait que les circuits intégrés sont montés dans des supports.

La résistance R7 est composée en réalité par cinq résistances différentes. En effet, vous risquez de passer beaucoup de temps à trouver une résistance de 47 MΩ. Le montage en série de quatre résistances de 10 MΩ et d'une de 6,8 MΩ donne une résistance totale de 46,8 MΩ, ce qui reste dans les limites de la tolérance habituelle de 5%.

Les repères de connexions du plan d'implantation, de 1 à 8 et de M1 à M3, correspondent évidemment à ceux du schéma de principe. Prêtez une attention particulière à cette partie du câblage, car la moindre erreur empêcherait le montage de fonctionner, même si les composants ne sont pas en danger. La mise en boîte ne se fera qu'après un contrôle soigné de la position des composants et de la qualité des soudures; attention aux soudures manquantes, aussi dangereuses que les courts-circuits.

Lorsque vous aurez constaté que tout est conforme au plan, installez le circuit dans son boîtier, raccordez les douilles et le commutateur, puis passez à l'étalonnage.

L'étalonnage

La première phase de l'étalonnage consiste à connecter un multimètre à la sortie d'IC1 (fil noir à la masse, fil rouge à la sortie) et à régler la tension de référence à 4,75 V aussi précisément que possible au moyen de P1.

Il faut ensuite court-circuiter les points A_X et B_X. Enfichez pour cela une extrémité d'un même cordon de mesure dans chaque douille. Mesurez la tension entre la sortie d'IC1 et les douilles de mesure court-circuitées : ce que vous lisez est la **tension de décalage** de l'amplificateur opérationnel. En théorie, les deux entrées d'un amplificateur opérationnel sont au même potentiel, ce qui n'est pas toujours le cas en pratique. Le rôle du potentiomètre P2 est d'annuler la tension de décalage. Vous allez donc le tourner dans le sens convenable pour réduire, puis annuler, la déviation du multimètre.

Ces réglages préliminaires étant faits, nous passons à l'étalonnage proprement dit. Trouvez dans vos fonds de tiroirs une résistance d'un peu moins de 100 Ω, par exemple

La tension de service indiquée sur un condensateur chimique sera égale ou supérieure à la valeur spécifiée pour ce condensateur dans la liste des composants.

Liste des composants

R1 = 220 Ω
R2 = 560 Ω
R3 = 1 kΩ
R4 = 475 Ω, 1%
R5 = 4,75 kΩ, 1%
R6 = 4,7 MΩ, 1% ou 5%
R7 = 47 MΩ, 1% ou 5%
R8,R9,R11,
R12 = 10 kΩ, 1%
R10,R13 = 100 kΩ, 1%

P1 = potentiomètre miniature 100 Ω
P2,P3 = potentiomètre miniature 100 kΩ

C1,C3 = 1 nF
C2 = 4,7 µF/16 V
C4 = 100 nF
D1 à D3 = 1N4148
T1 = BC 550C
IC1 = LM 317
IC2,IC3 = CA 3130

Divers

1 platine standard de format 2
1 commutateur rotatif, 3 circuits, 4 positions (S2a à S2c)
1 interrupteur marche-arrêt (S1)
4 douilles banane (3 noires et 1 rouge)
1 boîtier
20 picots à souder (∅ 1,2 mm)
fil de câblage souple

68 ou 82 Ω, **à tolérance de 1%**. La tolérance de 1% détermine la précision de l'appareil. La valeur un peu inférieure à 100 Ω permet d'étalonner vers les deux tiers ou les trois quarts de la première gamme de mesure et de limiter l'erreur relative.
Connectez votre multimètre en sortie de l'adaptateur et réglez P3 pour obtenir une lecture de 820 mV (millivolts, ou 0,820 V) si votre résistance-étalon est de 82 Ω ou de 680 mV si votre résistance est de 68 Ω.

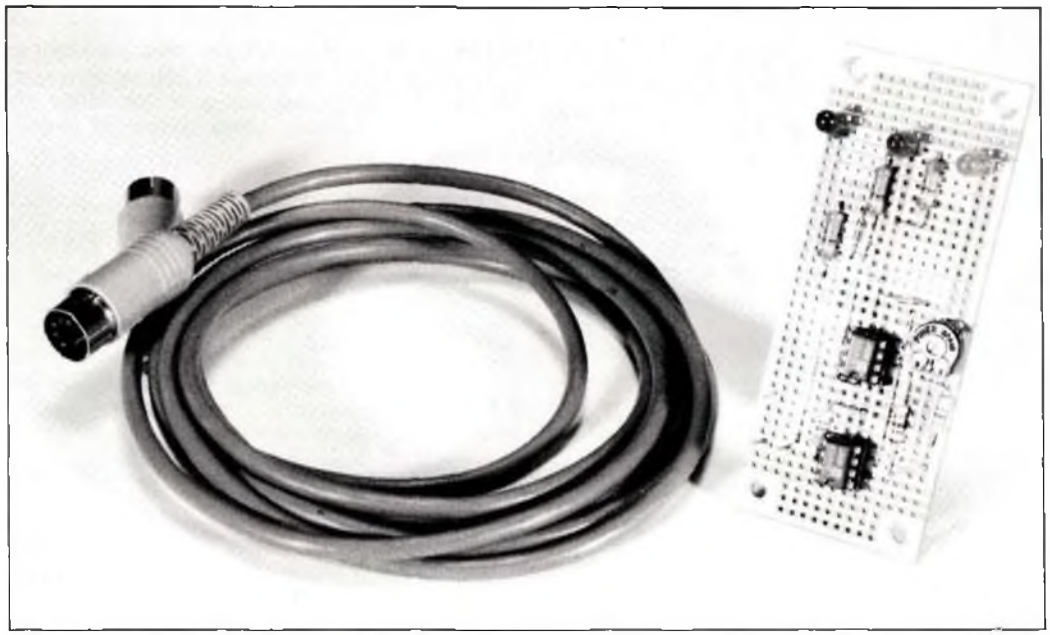
Cet étalonnage est valable pour les autres gammes de mesure, à la seule condition que les résistances R4 et R5 aient une tolérance de 1%. Les deux autres, R6 et R7, devraient aussi avoir une précision de 1%, mais il est pratiquement impossible d'en trouver de ces valeurs. Aussi nous contenterons nous de résistances «ordinaires» à 5%.

Lorsque l'étalonnage est terminé, procédez à quelques mesures de résistances dans toutes les gammes. Tentez de mesurer des résistances dans une gamme inadaptée : par exemple 1000 Ω dans la gamme 100 Ω puis dans la gamme 10 MΩ. Après quelques manipulations, vous saurez ce qui est possible et ce qui ne l'est pas. Vous saurez comment l'appareil réagit et vous aurez une idée de la précision de lecture. Une erreur dans le choix du calibre, si elle donne une lecture inutilisable, ne provoque aucun dégât.
Que faire si le multimètre disponible a une déviation pleine échelle de 2 ou 3 V ? Deux solutions s'offrent à vous :

1 - N'utiliser que la moitié ou le tiers de la déviation selon le cas. Vous conservez l'avantage de la lecture directe, mais vous perdez quelque peu en résolution.

2 - Remplacer R8 et R9 par des résistances de 5 kΩ/1% (pour 2 V) ou de 3,3 kΩ/1% (pour 3 V), mais en sachant que l'exploitation de la déviation totale vous obligera à diviser le résultat par 2 ou par 3. Pensez aussi à rajouter une ou deux diodes en série avec D1 à D3 pour rehausser le seuil de protection. 84678

testeur de cordons DIN



interruptions et courts-circuits signalés séparément

Voici un montage qui sera utile dans les collectivités (écoles, clubs, maisons de jeunes, etc) où un appareillage audio-visuel composite est utilisé par diverses personnes astreintes chacune à établir les liaisons câblées. Les cordons DIN sont souvent la cause de difficultés de fonctionnement des installations audio-visuelles.

L'intérêt de ce montage est peut-être plus vaste que ce que la sobriété de son titre indique. Outre sa fonction initiale de testeur de cordons DIN (MIDI inclus), il pourra être adapté à d'autres applications basées sur la comparaison de potentiels. Sur le plan théorique, il est intéressant d'apprendre comment on tire parti de différences de potentiel pour allumer séparément chacune des trois LED montées en série, comme nous le verrons lors de l'étude du schéma.
Les amateurs de synthétiseurs de musique à interface MIDI seront ravis eux aussi de disposer d'un outil de détection infaillible des mauvais cordons.

Qu'il s'agisse d'un court-circuit ou d'une interruption, un défaut de continuité n'est pas toujours facile à trouver. Le testeur vous indique infailliblement non seulement si le câble enfiché dans les deux embases femelles est en parfait état, mais aussi si le défaut est un court-circuit ou une interruption.

Comparer des potentiels

Le circuit du testeur de cordons comporte pour l'essentiel deux circuits intégrés que l'on utilise comme **comparateurs**. Voici en grandes lignes la description de la fonction d'un tel comparateur. La tension présente sur l'entrée inverseuse (= broche 2 marquée par le signe –) est comparée à la tension sur l'entrée non inverseuse (= broche 3 marquée par le signe +). Quand la tension sur la broche 2 est plus élevée que celle de la broche 3, la sortie est à un potentiel proche de celui de la ligne d'alimentation négative à laquelle est reliée la broche 4. Si au contraire la broche 3 est portée à un potentiel plus élevé que celui de la broche 2, le potentiel sur la broche de sortie sera voisin de celui de la ligne d'alimentation positive à laquelle est

reliée la broche 7. On reconnaît le montage en comparateur au fait qu'il n'y pas de réinjection d'une partie du signal de sortie sur l'une ou l'autre entrée (pas de boucle de réaction ou de contre-réaction). On remarque aussi que l'une des deux entrées est portée à un potentiel fixe par un diviseur de tension, alors que l'autre se voit appliquer un potentiel variable.

Ici l'entrée portée à un potentiel de référence fixe est la broche –. On parle de potentiel de référence pour indiquer qu'il s'agit de la tension à laquelle seront comparées les tensions appliquées à l'entrée +. Que déduire de l'élégante disposition symétrique du pont diviseur formé par R1, R2 et R3 ?

La tension d'entrée – de IC2 est un peu plus élevée que celle de IC1, puisque le pont diviseur est asymétrique (4k7 d'un côté, contre 4k7 + 220 Ω de l'autre). La sortie d'IC1 est haute tant que la tension sur sa broche 3 reste à un potentiel supérieur à un peu moins de la moitié de la tension d'alimentation. La sortie d'IC2 est basse tant que la tension sur sa broche 3 est à un potentiel inférieur à un peu plus de la moitié de la tension d'alimentation.

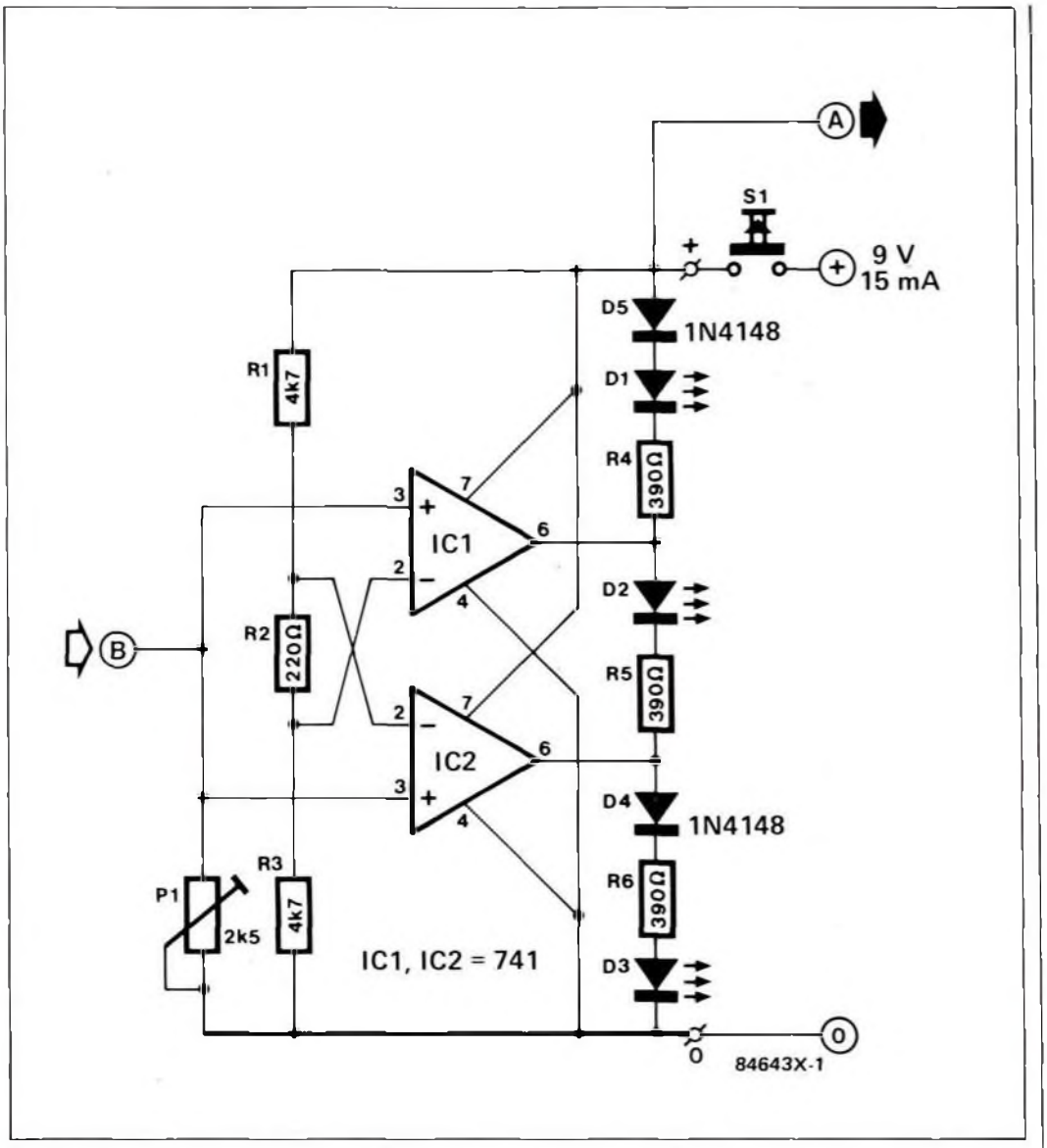


Figure 1 - Il faut deux comparateurs pour faire un testeur capable de distinguer les courts-circuits (D3) des interruptions (D2). La diode D1 s'allume quand le cordon est en bon état.

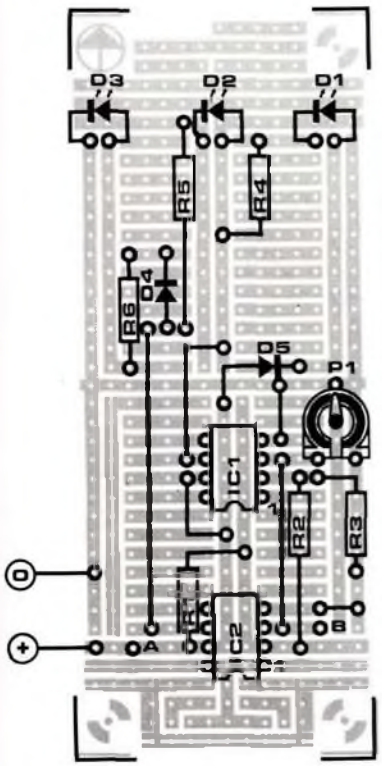


Figure 2 - Plan d'implantation des composants sur une platine d'expérimentation de petit format.

Liste des composants

R1,R3 = 4,7 kΩ
R2 = 220 Ω
R4 à R10 = 390 Ω
P1 = 2,5 kΩ var.
D1,D2,D3 = LED
D4,D5 = 1N4148
IC1,IC2 = 741

Divers :
S1 = bouton poussoir (contact travail)
1 platine d'expérimentation de format 1
2 embases DIN châssis à cinq broches
1 pile de 9 V
1 coupleur de pile à pression
coffret en plastique (p.e. Heiland)

Triple indicateur

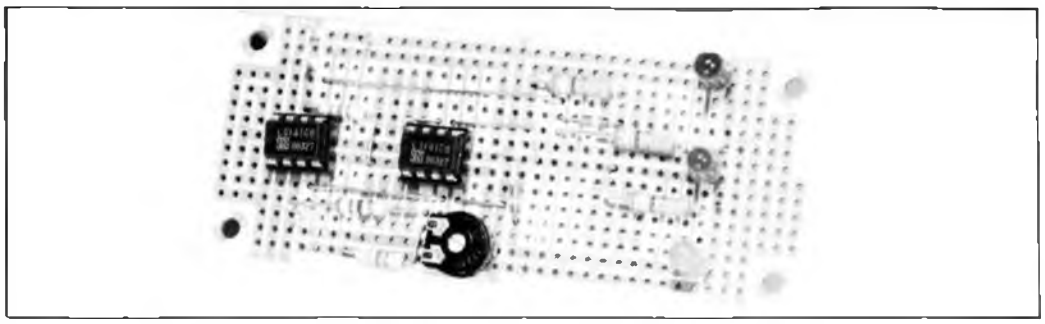
En sortie des deux amplificateurs, nous avons un triple indicateur à LED; pour qu'une LED s'allume, il faut qu'il règne un potentiel positif côté anode (la base du triangle du symbole) et un potentiel négatif du côté de la cathode (la barre transversale du symbole). Le circuit de la figure 1 n'est pas complet, car entre les points A (= la ligne d'alimentation positive) et le point B il faut intercaler le câble DIN à tester, inséré entre deux fiches DIN châssis femelles munies comme le montre la figure 3, de résistances. Quand le câble DIN à tester est en bon état, il met les 4 résistances R7 à R10 en série entre les points A et B. Celles-ci forment avec P1 un diviseur de tension qui porte le point B a un potentiel d'exactement 4,5 V, c'est-à-dire la moitié de la tension d'alimentation (à condition que P1 soit bien réglé). Les amplificateurs opérationnels montés en comparateurs vont donc réagir comme suit : la sortie d'IC1 devient haute puisque la tension sur sa broche 3 est plus forte que la tension sur sa broche 2. La sortie d'IC2 est basse, car le point B est à un potentiel inférieur à celui de la broche 3 du comparateur.

Ni D1 ni D3 ne peut s'allumer dans ces conditions; pour D2 en revanche, les conditions requises sont remplies. Cet indicateur s'allume quand le cordon inséré entre les points A et B est en bon état. Quand au contraire la continuité entre les points A et B n'est pas assurée, l'entrée + des comparateurs est forcée au niveau bas par P1. La sortie de IC1 passe au niveau bas et D1 s'allume pour indiquer que le cordon n'est pas bon.

La sortie d'IC2 est basse aussi, mais D3 ne s'allume pas, puisque son anode n'est pas pas portée à un potentiel positif par rapport à sa cathode. Pas de différence de potentiel, pas de courant !

A quoi sert donc le troisième indicateur ?

Imaginons que deux des broches de l'une des fiches DIN sont en court-circuit. L'une des résistances R7 à



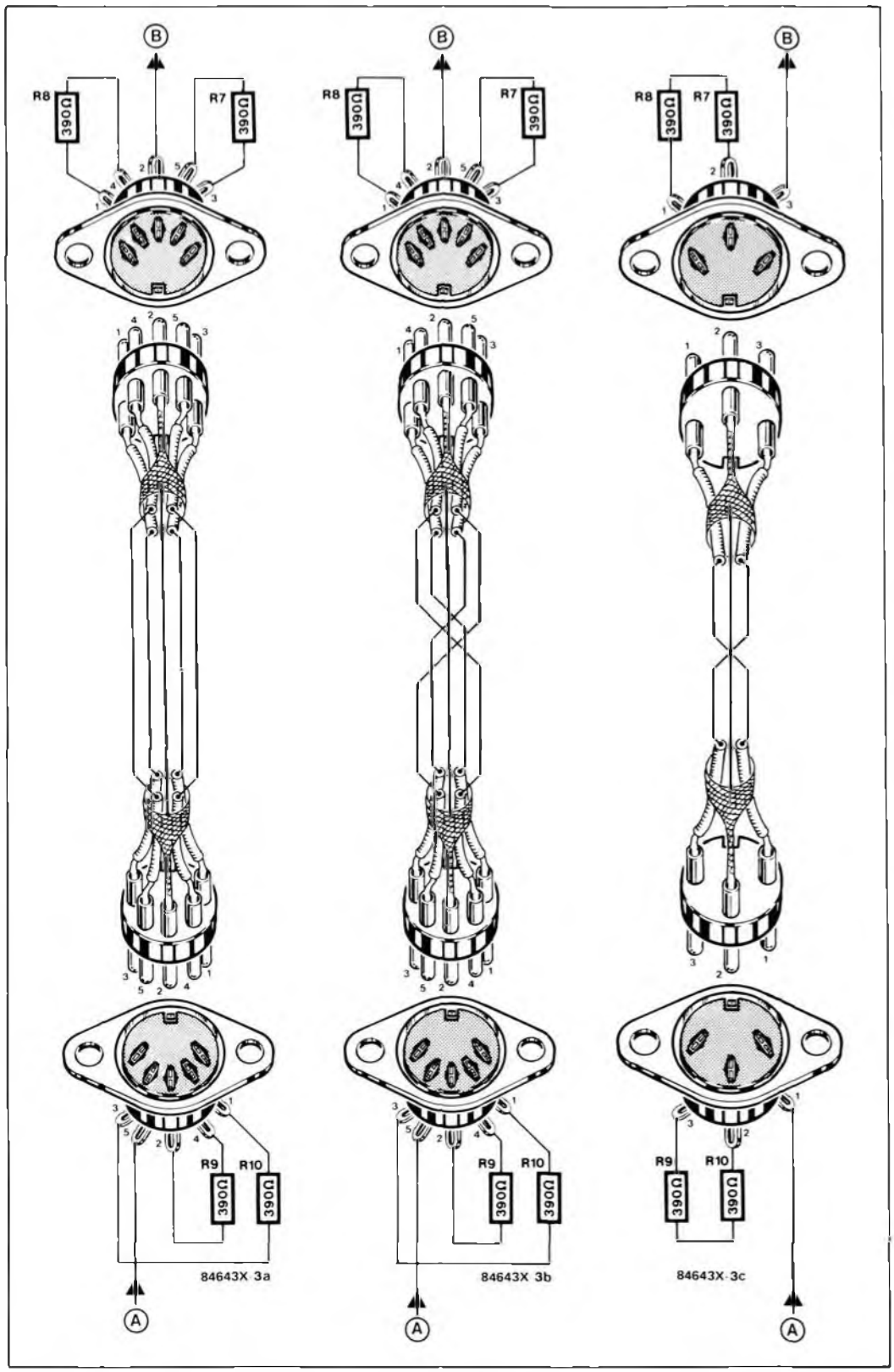


Figure 3 - Câblées comme indiqué ici, les mêmes embases à 5 broches permettront de tester aussi bien les cordons normaux que les cordons croisés. D'autres applications sont possibles, comme par exemple la vérification de cordons à 3 broches (3c).

R10 sera court-circuitée. Dans ce cas, la tension sur les entrées + est plus haute que la tension de référence aussi bien sur IC1 que sur IC2. Les deux sorties sont donc au niveau haut, et seule la LED D3 est soumise à une différence de potentiel entre sa cathode et son anode; elle est aussi la seule à s'allumer, indiquant par là que le cordon testé est en court-circuit.

Il n'y a aucun inconvénient à alimenter ce circuit à partir d'une pile, puisqu'il ne circule de courant (environ 15 mA sous 9 V) que lorsque l'on appuie sur S1, c'est-à-dire au moment précis où est effectué le test. Dès que l'on relâche le bouton poussoir, l'alimentation est coupée. Si les circonstances l'exigent, vous pouvez pousser la tension d'alimentation jusqu'à 12 V sans modifier le circuit.

Réalisation et mise au point

C'est sur une platine d'expérimentation de format 1 que nous vous proposons de monter le circuit du testeur.

Les résistances R7 à R10 seront montées de préférence directement sur les embases DIN, cela facilite le câblage. Un petit coffret en matière plastique (de type Heiland par exemple) permettra de réaliser un testeur à la fois robuste, élégant et pratique.

Pour le réglage de P1, il ne faut pas plus de deux minutes. Insérez un cordon DIN entre les deux fiches DIN et réglez P1 de telle sorte que seule la LED D2 s'allume. Puis court-circuitez deux broches de l'une des fiches DIN : c'est D3 qui doit s'allumer. Quand on extrait le cordon de l'une des fiches, c'est la LED D1 qui doit s'allumer (lorsque l'on appuie sur S1, bien sûr).

La **figure 3** donne un aperçu des possibilités d'utilisation de ce testeur. Si les embases DIN sont câblées comme sur les croquis 3a et 3b, elles permettront de tester les cordons ordinaires (a) aussi bien que les cordons DIN croisés (b). D'autres combinaisons sont possibles (on peut aussi transformer le circuit pour pouvoir l'utiliser avec d'autres familles de cordons).

La figure 3c montre par exemple comment câbler des embases DIN à 3 broches pour tester les anciens cordons mono.

84643

précis de connexions audio

L'arrière de la plupart des chaînes stéréo ressemble d'assez près à... un plat de spaghettis renversé. Les fils qui relient les différents éléments d'une chaîne stéréo ne reçoivent pas toujours l'attention qu'il conviendrait de leur donner. Un petit tuyau, en passant : ces fils sont souvent trop longs ; enroulez-les soigneusement sur eux-mêmes ou sur un petit morceau de carton rigide et maintenez-les en place avec un gros élastique.

L'importance de la qualité de ces liaisons apparaît mieux quand on la compare à celle du câble à l'aide duquel une voiture en tracte une autre...

Une chaîne ne vaut guère mieux que le plus faible de ses maillons, rappelle le dicton.

Un problème fréquent est posé par l'utilisation des fiches DIN d'origine européennes (DIN = *Deutsche Industrie Normen* = normes industrielles allemandes, ce qui est l'équivalent de notre AFNOR), qui n'ont pas réussi à s'imposer comme norme unique, et coexistent sur bon nombre d'appareils avec les fiches «tulipe» aussi appelées cinch (ne pas prononcer *kinch* mais *cinch*, comme *cinéma*) ou RCA.

La **figure 1a** montre ces deux types de fiches (mâles) dans le détail. Aucune compatibilité, d'autant plus que la fiche DIN est le plus souvent multipolaire (bidirectionnelle et/ou stéréo) alors que la fiche «tulipe» est forcément unipolaire. Il y aura donc toujours plusieurs fils munis de fiches «tulipe» là où un seul câble DIN peut suffire. Outre cette multiplication des fils, le standard des fiches «tulipe» présente un autre inconvénient que la norme DIN n'a pas : seule la forme des fiches «tulipe» est définie par le standard, sans qu'aucune précision ne soit faite sur la nature de signaux (impédance, niveau). L'expérience montre qu'on relève sur des sorties à fiches cinch les niveaux les plus variés entre quelques millivolts et 1 V, alors que sur les sorties DIN le niveau minimum est fixé par la norme à 500 mV (toutes ces valeurs sont des indications de tension efficace). L'impédance des entrées et sorties à fiches DIN est également définie par la norme DIN.

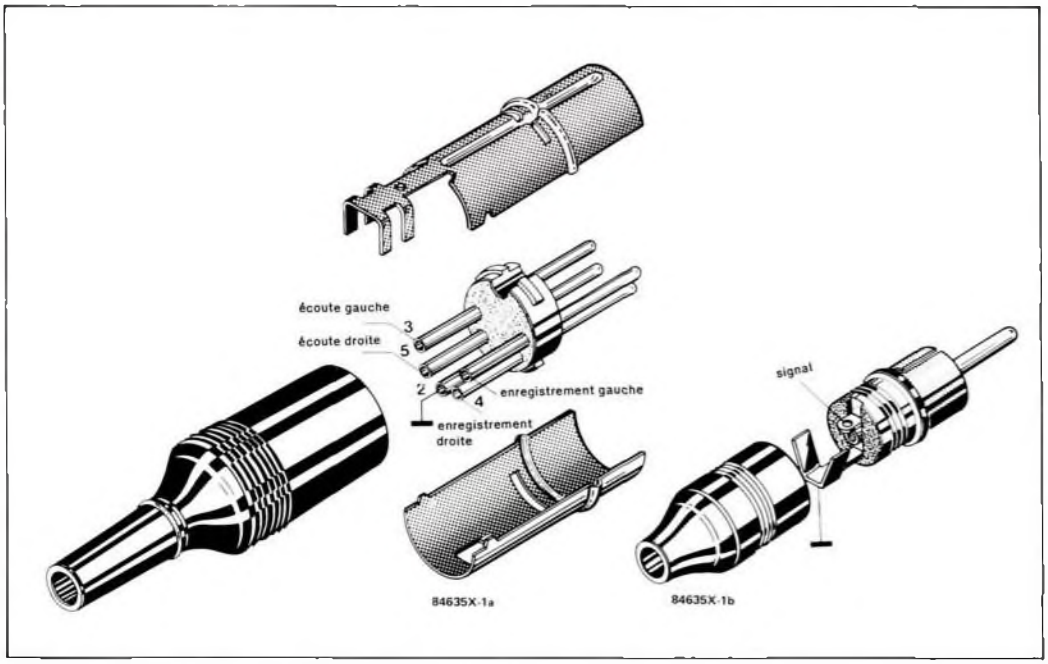


Figure 1 - La fiche DIN est utile surtout pour établir une liaison à la fois stéréophonique, bidirectionnelle et compacte entre d'une part un magnétophone et d'autre part soit un deuxième magnétophone, soit un amplificateur. Les dénominations des broches sont données du point de vue de l'amplificateur : les broches 3 et 5 sont réservées à l'entrée du signal dans l'appareil (reproduction ou écoute) et les broches 1 et 4 à la sortie du signal vers le magnétophone (enregistrement).
Une fois les fils soudés, on ne peut plus modifier les connexions qu'en les dessoudant.

De DIN à DIN

A priori il ne devrait pas y avoir de problème de liaison entre deux fiches DIN, à condition d'utiliser les entrées et les sorties correspondantes : par définition, une platine tourne-disque ne fournit pas un signal d'amplitude suffisante pour attaquer l'entrée tuner (récepteur radio) ou l'entrée Aux (auxiliaire = entrée de réserve) d'un amplificateur.

Un câble complet est fait de 4 fils blindés qui relient les broches homonymes (c'est-à-dire celles qui portent le même numéro) des deux fiches. Le blindage n'est relié qu'à la broche 2 mais pas à la douille métallique des fiches.

C'est le câble de liaison de la **figure 2** qui permet donc d'établir deux liaisons stéréophoniques ou quatre liaisons monophoniques.

Il existe aussi le câble DIN ***croisé*** *utilisé pour l'enregistrement* et la reproduction, c'est-à-dire pour relier l'un à l'autre deux lecteurs de cassettes ou deux magnétophones à bande. La figure 3 montre que les broches 1 et 4 d'une fiche sont reliées aux broches 3 et 5 de l'autre. La sortie d'un appareil (reproduction = PB = play-back) attaque l'entrée de l'autre (enregistrement = REC = record).

Ce genre de câbles présente l'avantage appréciable de réduire les manipulations d'interconnexion à un minimum; malheureusement, la coexistence de cordons directs et de cordons croisés, adaptables sur le même type de fiche femelle se traduit souvent en pratique par un

imbroglio qui n'est pas étranger à l'impopularité des fiches DIN. La simplicité du câblage des fiches «tulipe» en garantit la lisibilité; malgré le grand nombre de fils, on **voit** quelle entrée est reliée à quelle sortie. Le fait que les connexions établies à l'aide de fils à fiche «tulipe» soient faciles à modifier (intervertir les voies gauche et droite par exemple) est souvent ressenti comme un avantage par rapport à l'immuabilité des connexions établies avec un cordon DIN. Dans ce dernier cas, pour intervertir les voies G et D, il faut jouer du fer à souder. Or chacun sait qu'il n'est pas très agréable de bidouiller dans une fiche DIN où les fragiles fils de cuivre sont très proches les uns des autres, sans parler de l'encombrante et échevelée tresse de blindage.

De «tulipe» à «tulipe»

Les fiches «tulipe» sont plus faciles à manipuler; on peut beaucoup plus facilement les enficher à l'aveuglette que les fiches DIN (qui ont un repère malaisé à repérer par tâtonnements). La compatibilité mécanique des fiches «tulipe» est totale, mais sur le plan des signaux électriques, malgré les apparences, les entrées et les sorties équipées de fiches «tulipe» ne sont pas forcément compatibles ; il n'est pas vain de vérifier que le niveau de sortie d'un appareil soit égal ou dépasse éventuellement un peu la sensibilité de l'entrée de l'appareil auquel il doit être relié. Quant à l'impédance d'entrée (exprimée en Ω ou en kΩ) de ce dernier, il est souhaitable qu'elle soit sensiblement plus forte que celle de la source de signal.

L'impédance de sortie nous informe sur la capacité de cette sortie à maintenir, en charge, l'amplitude du signal à une valeur satisfaisante.

Pour bien faire, l'impédance de sortie doit être aussi faible que possible (moins de 10 kΩ) et l'impédance d'entrée aussi forte que possible (plus de 100 kΩ). L'idéal est qu'il y ait entre elles une différence d'un facteur 10 environ. En pratique, les problèmes sont rarissimes.

Il est aisé de confectionner soi-même de bons câbles de liaison à fiche «tulipe» en soudant l'âme du fil blindé au point chaud de la fiche mâle et le blindage à la douille. C'est ce que montre la photographie de la figure 5. Pour établir une liaison stéréophonique bidirectionnelle complète (reproduction et enregistrement), il faut quatre fils munis chacun d'une fiche «tulipe» comme le montre la figure 4. Les gens soigneux se donnent la peine d'adopter un code de couleurs pour les liaisons effectuées à l'aide de câbles à fiches «tulipe». Il est logique d'adopter le rouge pour le canal droit (rouge = red, avec un r comme right = droit) et le vert pour le canal gauche (vert = green, avec un g comme gauche).

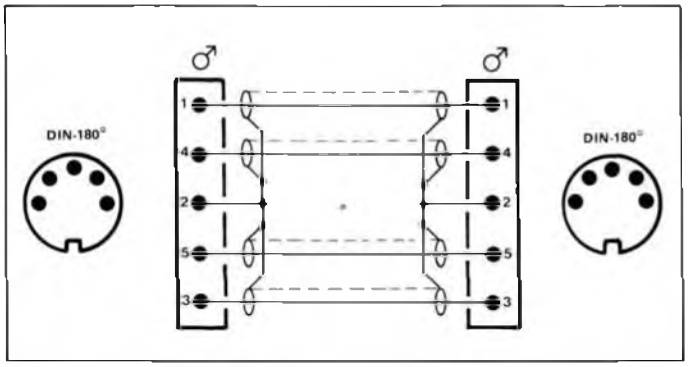


Figure 2 - Le câble DIN-DIN standard (par opposition au câble croisé de la figure 3.
Le symbole formé par un cercle surmonté d'une flèche indique qu'il s'agit de fiches mâles. Les 180° indiquent que les broches extrêmes forment un angle de cette valeur. Les petits cercles et les lignes pointillées représentent les tresses de blindage individuelles de chacun des fils du câble. Ces tresses sont reliées à la broche 2 des fiches DIN.

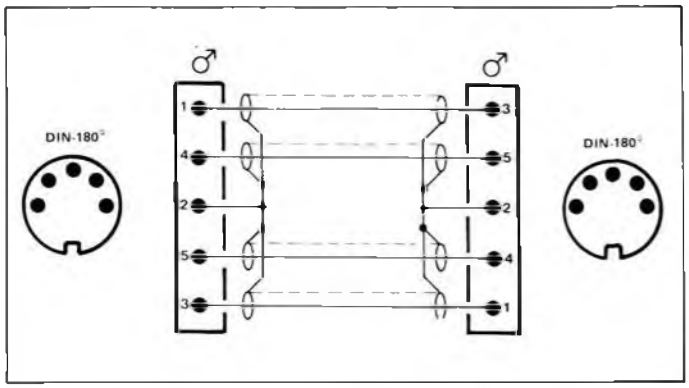


Figure 3 - Le câble DIN-DIN croisé utilisé entre deux lecteurs de cassettes ou deux magnétophones à bande. La sortie de l'un (broches 1 et 4) attaque l'entrée de l'autre (broches 3 et 5).

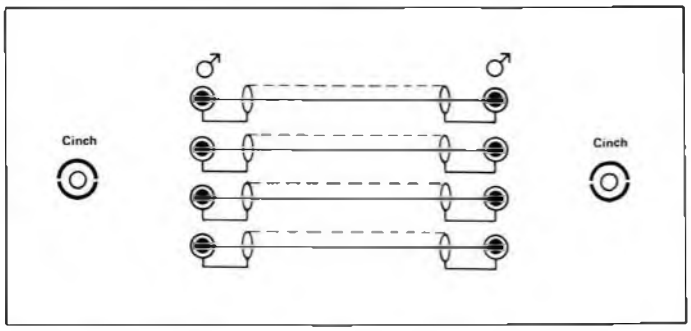


Figure 4 - Huit fiches «tulipe» (ou cinch) et quatre câbles sont nécessaires pour établir une liaison stéréophonique bidirectionnelle en remplaçement du cordon unique à deux fiches DIN des figures 2 et 3. Avantage : les connexions établies à l'aide de câbles à fiches «tulipe» peuvent être modifiées à volonté et rapidement, ce qui n'est pas le cas de connexions établies à l'aide d'un cordon DIN.

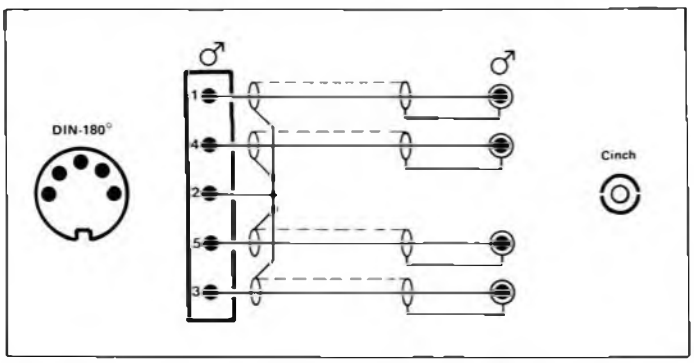


Figure 6 - Câble de liaison hybride DIN-tulipe. La difficulté principale rencontrée lorsque l'on confectionne ce câble est le fait qu'il faut faire entrer quatre fils blindés dans le capuchon d'une seule fiche DIN. Pas commode !

De DIN à «tulipe» et inversement

Il arrive parfois que malgré un câblage correct d'une sortie «tulipe» vers une entrée DIN, effectué comme indiqué sur la **figure 6**, la liaison ne donne pas satisfaction; ceci est dû au trop faible niveau du signal de la sortie «tulipe». A l'inverse le niveau des sorties DIN est

Figure 5 - La fiche «tulipe» est (assez) facile à utiliser. L'étrier doit immobiliser le câble sans le sectionner ! Ici la tresse de blindage entre en contact avec la partie métallique de la douille.

souvent trop élevé pour les entrées «tulipe»... problème que l'on supprime prosaïquement en réduisant le volume de l'amplificateur !

Le niveau de sortie d'un lecteur de cassettes ou d'un magnétophone à bandes est compris entre 500 et 775 mV. Une entrée «tulipe» se contente de niveaux de 200 à 300 mV.

Une autre solution de fortune consiste à confectionner un câble spécial dans les fiches «tulipe» duquel on insère deux résistances de 470 kΩ à 1 MΩ (à raison d'une résistance par voie stéréophonique). Le courant de faible intensité qui circule dans le câble et à travers la résistance y provoque une chute de tension, c'est-à-dire une atténuation du signal.

Figure 8 - Illustration pratique du schéma de la figure 7. Il y a tout juste assez de place sous le capuchon d'une fiche «tulipe» pour une résistance d'1/8 W.

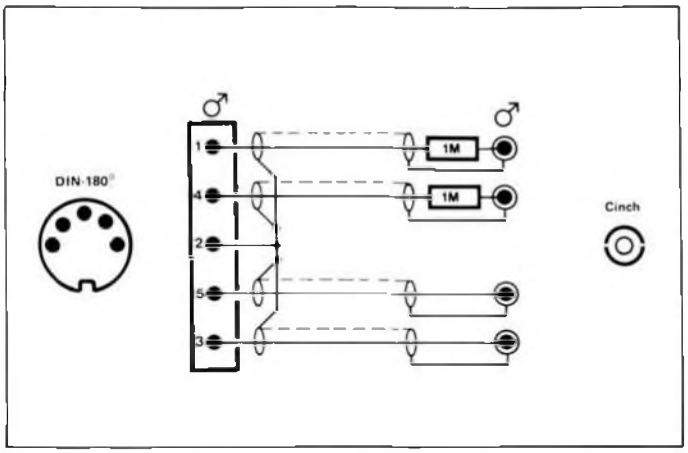


Figure 7 - Version spéciale du cordon de la figure 6. En raison des niveaux de sortie éventuellement trop élevés sur une fiche DIN, les fiches «tulipe» sont munies de résistances d'atténuation dont la valeur sera déterminée expérimentalement.

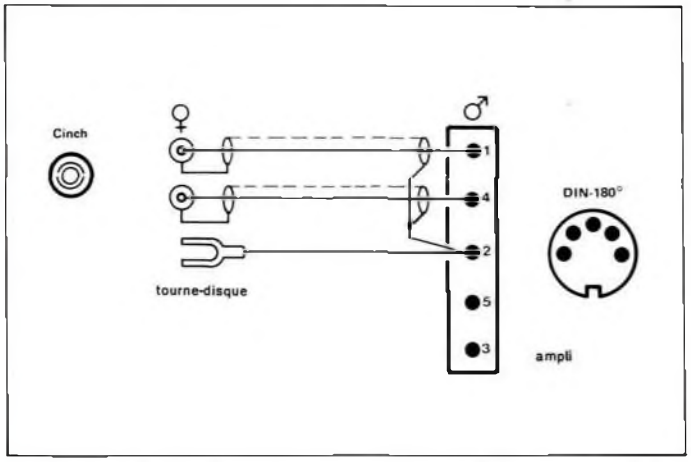


Figure 9 - Cas particulier des platines tourne-disques : une liaison de masse séparée est prévue, car souvent le blindage de la liaison principale n'est relié à la masse que sur la cellule phono elle-même. Dans ce cas, un plot à vis métallique spécial est prévu à l'arrière du châssis de la platine.

Les choses sont moins simples quand, à l'inverse, le signal d'une sortie «tulipe» n'a pas l'amplitude requise pour attaquer une entrée DIN, puisque la seule solution est alors de l'amplifier. Dans le numéro 8 d'ELEX paru en février 1989, nous avons proposé un article intitulé ADAPTATIONS dans lequel vous trouverez la réponse à d'éventuelles difficultés de cet ordre. Merci ELEX.

Quand une sortie «tulipe» attaque l'entrée enregistrement d'un magnétophone sur une prise DIN, il arrive sur certains appareils que le signal ait à subir les effets d'un atténuateur monté dans le circuit d'entrée du magnétophone. Si la connexion est mise en place pour longtemps, il n'est peut-être pas inutile de se donner la peine de chercher la résistance d'atténuation dans le circuit du magnétophone pour la remplacer par un pont de câblage, et augmenter ainsi la sensibilité d'entrée de la fiche DIN par rapport à la sortie «tulipe» de trop faible niveau.

Une dernière solution consiste à utiliser l'entrée microphone du magnétophone, auquel cas il faut confectionner un câble spécial pour attaquer les fiches jack des entrées MIC.

Tourne-disques

Il reste un problème particulier que posent certaines platines tourne-disques (PU pour pick-up, ou phono) et l'entrée correspondante sur les préamplificateurs. Celles-ci sont non seulement plus sensibles que les autres entrées, mais elles sont aussi munies d'un circuit de désaccentuation (une correction du timbre). Il se trouve en effet que pour des raisons pratiques dont l'examen dépasse le cadre de cet article, les graves sont enregistrés sur un disque analogique à un niveau sensiblement atténué par rapport à celui des aigus.

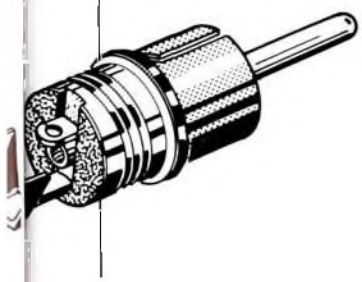
Le préamplificateur pour cellule magnétodynamique (MD) du préamplificateur se charge de corriger cela en amplifiant les graves plus que les aigus (correction RIAA).

Rares sont les amplificateurs dotés d'une entrée pour cellule phono à bobine mobile; le signal issu d'une telle platine est si faible qu'il faut un étage préamplificateur spécial.

En tout cas, si l'on est en présence d'une platine avec sortie sur fiche «tulipe» et d'un amplificateur/préamplificateur à entrée sur fiche DIN, il faut disposer d'un câble de liaison spécial comme celui dont le schéma est donné par la figure 9. Si le signal de la platine sort sur une fiche DIN, ce sera sur les broches 3 et 5 (reproduction).

On remarque que la broche 2 de la fiche DIN de la figure 9 est reliée à un fil à l'extrémité duquel on trouve une fourche spéciale à bloquer derrière une vis métallique du châssis.

Il s'agit d'une ligne de masse séparée. Sur beaucoup de platines, le blindage du câble de sortie n'est relié à la masse que sur la cellule captrice, mais nullement au châssis de l'appareil. C'est pourquoi on doit établir séparément la liaison de masse avec l'amplificateur pour supprimer les ronflements.



Pour conclure nous vous donnerons quelques conseils pour améliorer votre technique de soudage. La réalisation de câbles à fiche DIN est une tâche banale pour un électronicien amateur, elle compte néanmoins parmi les tâches les plus difficiles. Le faible volume disponible pour caser les cinq fils, le peu d'espace entre les broches, leur faible longueur, la petite taille de la fiche elle-même, voici quelques-uns des obstacles à négocier en finesse et en patience.

Réalisation d'un cordon DIN

Pour commencer, il est inutile d'espérer arriver à souder une fiche DIN sans étau de table. On y arrive, mais il faut beaucoup d'expérience et un sacré doigté.

Serrez la fiche dans l'étau, les broches à souder tournées vers vous.

Le deuxième point capital est la préparation soigneuse de l'extrémité des fils multibrins. Ce n'est pas la peine de commencer si les fils ne sont pas bien ou trop dénudés, s'ils ne sont pas entortillés (coupez les brins qui dépassent) puis étamés, si tous les fils de la tresse de blindage ne sont pas soigneusement enroulés sur eux-mêmes puis étamés et si la gaine est blessée.

Examinez bien le résultat à obtenir sur la photographie ci-contre.

Ne dénudez les extrémités des fils que sur un millimètre (1 mm). Entortillez-les soigneusement puis étamez sans excès. Il ne faut pas que l'étain vienne augmenter la section du fil à son extrémité sinon vous n'arriverez plus à l'engager dans les broches creuses de la fiche DIN. Tenez l'extrémité du fil à étamer au-dessus du fer à souder pour empêcher l'étain de couler. Les brins sont entortillés, il s'agit juste de les «coller» avec un peu d'étain.

Couper l'excédent de fil de cuivre si la gaine s'est rétractée en chauffant.

L'amateur non initié à toujours tendance à dénuder le fil sur une trop grande longueur et à le faire chauffer excessivement, ce qui détruit ou fait se rétracter la gaine isolante.

Pour dénuder le fil, n'utilisez pas la pointe du fer à souder. Utilisez soit une pince spéciale (peu pratique pour les fils de faible section), soit une bonne pince coupante munie d'un ressort de rappel qui oppose quelque résistance à votre pression (les mâchoires de la pince n'ont aucun mal à trancher la gaine, mais si vous appuyez trop fort, elles trancheront les brins dans la foulée. . .), soit une vieille pince coupante dans les mâchoires de laquelle vous aurez taillé une encoche (en essayant de couper un clou en acier par exemple) juste assez profonde pour que la pince ne coupe pas les brins du fil, mais sectionne la gaine isolante.

Une fois que vos préparatifs ont donné quelque chose qui ressemble au fil de la photo, enfilez le capuchon de la fiche DIN. Une fois que les fils seront soudés, il sera trop tard. Vérifiez que vous l'avez enfilé dans le bon sens. . .

Immobilisez le câble sur la fiche en le serrant **légèrement** dans l'étrier prévu à cet effet. En principe, il ne doit pas y avoir de contact entre la tresse de blindage et l'étrier (vous créeriez une boucle de masse entre le blindage et le châssis, ce qui n'est pas forcément souhaitable). Ne continuez pas avant que le câble tienne en place sans votre intervention. A l'aide d'une pince à épiler, engagez soigneusement les fils dans les broches correspondantes. Si la fiche a déjà servi, donnez-vous le mal d'aspirer tout l'étain qui obture l'extrémité des broches et empêche les brins d'y pénétrer.

Si vous vous y êtes bien pris, les fils sont un tout petit peu plus longs que ce qui est strictement nécessaire. Ils sont arqués et soumis à une légère pression qui contribue à enfoncer les brins dans les extrémités des broches où ils sont maintenus immobiles.

Préparez soigneusement la pointe du fer à souder en la nettoyant puis en l'étamant modérément. N'hésitez à répéter l'opération plusieurs fois de suite. Il faut qu'il y ait un peu d'étain sur la pointe du fer. Les soudures doivent être effectuées assez rapidement, sinon la gaine se déforme et se rétracte en chauffant. Il faut toutefois éviter l'excès inverse qui risquerait de se solder par des soudures froides.

La tresse de blindage sera soudée à ras de la broche 2. Si vous avez pris la précaution d'amincir l'extrémité de la tresse de blindage avant de l'étamer (en coupant les brins excédentaires), vous arriverez à l'engager dans l'extrémité creuse de la broche 2 tout comme vous l'avez fait pour les autres broches.

Pour finir, serrez fortement l'étrier de blocage du câble, sans toutefois l'écraser au point de blesser la gaine. Avant de refermer la fiche, donnez-vous la peine de vérifier les soudures au testeur de continuité ou à l'ohmmètre. Quand le câble sera fin prêt, vous pourrez le vérifier à l'aide du testeur de câbles DIN décrit ailleurs dans ce numéro.

Un dernier conseil : pour commencer une séance de confectionnement de câbles DIN, faites vos gammes avec des bouts d'essai. Prenez dès chutes de câble blindé, dénudez, entortillez, étamez et soudez une demi-douzaine de fois «pour rien». Cette mise en train vous permettra de gagner bien du temps par la suite.

84635

Ingelor

19, route nationale - 54280 LANEUVELOTTE
Téléphone : **83 29 03 43** - *Télex : 850 024F*

Fabricant de plaques photosensibles
et de machines de mise en œuvre

Nos prix, notre qualité.... Le technicien fait la différence...!

CHOLET COMPOSANTS ELECTRONIQUES

- **CATALOGUE SPECIAL DEBUTANT (FRANCO 20F)**
- **SPECIALISTE COMPOSANTS HF**

MAGASIN:
NOUVELLE ADRESSE
1 rue du Coin
Tél.: 41.62.36.70
Fax: 41.62.25.49
Spécialiste de la Vente par Correspondance:
B.P. 435-49304 CHOLET Cedex

BOUTIQUE:
2, rue Emilio Castelar
75012 PARIS -
Tél.: 43.42.14.34
M° Ledru-Rollin
ou Gare de Lyon

Nice COMPOSANTS DIFFUSION

J E A M C O

COMPOSANTS ÉLECTRONIQUES
CONNECTIQUE INFORMATIQUE — KITS — SONO
MESURE — OUTILLAGE — MAINTENANCE
LIBRAIRIE TECHNIQUE

12 rue Tonduti de L'Escarène 06000 NICE
Tél: 93.85.83.78 Fax: 93.85.83.89

NOUVEAU
SERIE 9000
oscilloscopes professionnels

Beckman Industrial

9102 (2 × 20 Mhz) ..... 5190 F
9104 (2 × 40 Mhz) ..... 6740 F
- sensibilité maximum : 1mV (× 5)
- double base de temps avec balayage retardé ajustable continûment
- déclenchement AC, AC-LF, TV, DC

9202 (2 × 20 Mhz) ..... 6190 F
9204 (2 × 40 Mhz) ..... 7740 F
mêmes caractéristiques générales que le9102, doté en plus de l'affichage numérique des paramètres du signal à l'écran avec sélection par curseurs. Grandeur affichées : tension, temps, fréquence, rapport cyclique, phase.

9106 (3 × 60 Mhz) ..... 9180 F
- sensibilité maximum : 1mV (× 5)
- *double base de temps (50ns à 0,5s/div en base de temps A)* avec balayage retardé continûment ajustable.
- Commande de séparation des voies X qui autorise l'affichage de huit traces à l'écran, l'entrée externe considérée comme canal d'entrée.

CHELLES ELECTRONIQUE
19 AV. du Maréchal Foch - à 5 mn de la gare
77500 CHELLES- TEL : 64.26.38.07 - FAX : 60.08.00.33

ouvert du mardi au samedi 9h30 à 12h15 - 14h30 à 19h00

LIN. ou LOG.

électronique et progressions non uniformes

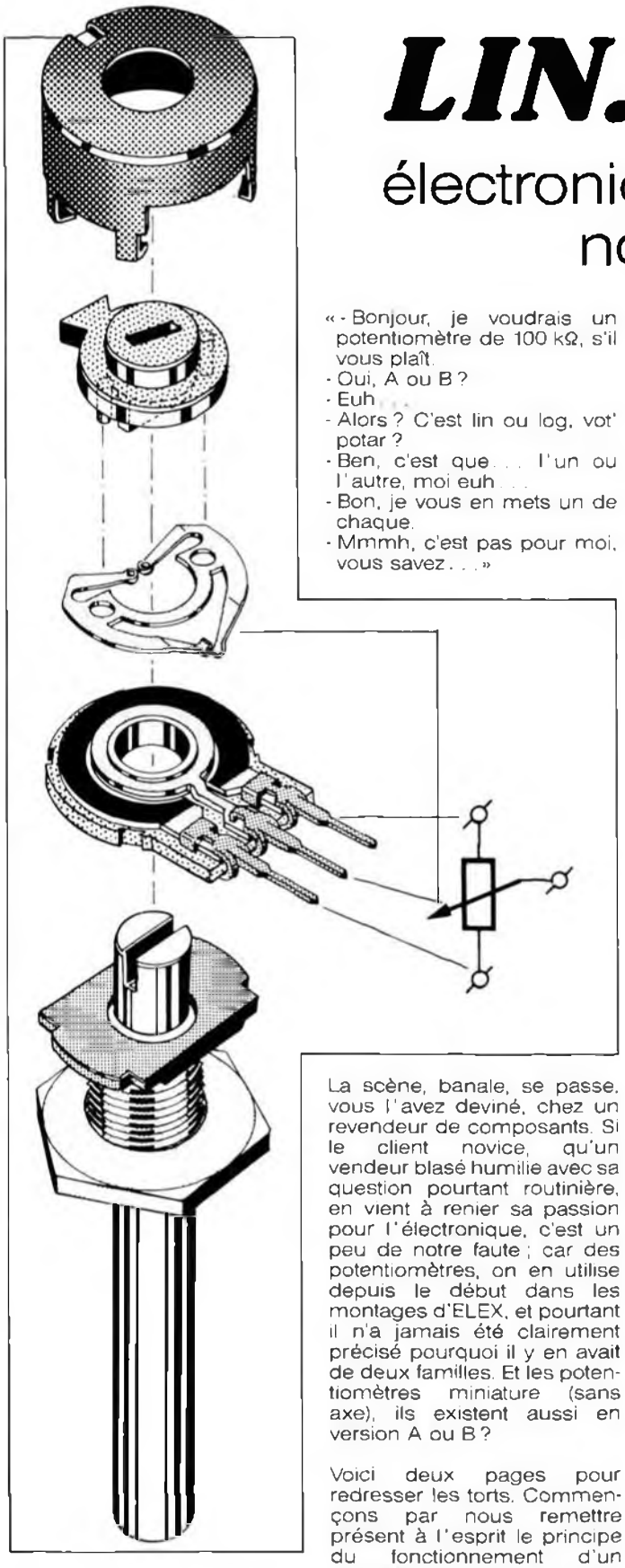


Figure 1 - La différence entre un potentiomètre linéaire et un potentiomètre logarithmique n'apparaît pas à l'oeil nu ; c'est par la caractéristique de progression de la résistance d'un bout à l'autre de leur piste qu'ils se distinguent. Prenez un ohmmètre et mesurez !
Le symbole du potentiomètre ne tient pas compte lui non plus de la nuance entre les deux familles.

« - Bonjour, je voudrais un potentiomètre de 100 kΩ, s'il vous plaît.
- Oui, A ou B ?
- Euh...
- Alors ? C'est lin ou log, vot' potar ?
- Ben, c'est que... l'un ou l'autre, moi euh...
- Bon, je vous en mets un de chaque.
- Mmmh, c'est pas pour moi, vous savez...»

La scène, banale, se passe, vous l'avez deviné, chez un revendeur de composants. Si le client novice, qu'un vendeur blasé humilie avec sa question pourtant routinière, en vient à renier sa passion pour l'électronique, c'est un peu de notre faute ; car des potentiomètres, on en utilise depuis le début dans les montages d'ELEX, et pourtant il n'a jamais été clairement précisé pourquoi il y en avait de deux familles. Et les potentiomètres miniature (sans axe), ils existent aussi en version A ou B ?

Voici deux pages pour redresser les torts. Commençons par nous remettre présent à l'esprit le principe du fonctionnement d'un potentiomètre. Qu'il soit à axe rotatif, c'est-à-dire à piste circulaire, ou pas (piste rectiligne), le principe du potentiomètre reste le même : un curseur se déplace sur une piste faite d'un matériau résistif ; selon sa position sur cette piste, le curseur détermine deux portions comme deux résistances mises en série, et dont le point commun correspondrait au curseur. Quand la résistance de l'une des deux portions baisse (parce que le curseur se rapproche de l'extrémité de la piste de ce côté-là), la résistance de l'autre portion augmente en proportion. La somme des deux portions reste inchangée puisque la résistance de la piste elle-même ne change pas.

La question que posait le vendeur concerne précisément la manière dont progresse la résistance d'un bout à l'autre de la piste. On s'attend à ce que le curseur, lorsqu'il est au premier tiers de sa course, sépare la résistance en deux portions, ayant l'une une résistance équivalant à un tiers et l'autre à deux tiers de la résistance totale.

Quand il est à mi-chemin, on n'imagine pas que les deux moitiés de la piste pourraient présenter des valeurs de résistance sensiblement différentes. Et pourtant, c'est justement à cela que nous voulons venir : s'il existe une famille de potentiomètres dont la progression de la résistance est uniforme d'un bout à l'autre de la piste – ce sont les potentiomètres linéaires – il en existe une autre famille dont la progression de la résistance n'est pas uniforme.

On parle de potentiomètres logarithmiques, nous allons voir pourquoi.

Tapez fort

Auparavant nous vous proposons une petite leçon de choses. Du bout de l'index tendu, tapotez sur l'accoudoir du fauteuil dans lequel vous êtes assis ou sur le bord de table où est posé votre magazine d'électronique préféré.

Tapez d'abord tout doucement, puis plus fort, de plus en plus fort ; revenez ensuite au volume le plus faible possible, et repartez en sens inverse. Vous avez tort de porter votre index à votre tempe, nous ne sommes pas fous. Ce petit exercice de percussion peut nous faire sentir physiquement la différence entre une progression «normale» linéaire et une progression non moins normale, mais logarithmique.

Vous remarquerez en tapotant, si vous voulez bien vous en donner la peine, qu'il n'est pas difficile de distinguer, entre «très faible» et «fort», des nuances très nettes. En revanche, une fois dépassé un certain seuil de volume sonore, vous avez beau frapper de plus en plus fort, vous ne percevez plus de progression de l'effet obtenu. Curieux, n'est-ce pas ? Vous pouvez faire la même expérience avec la voix (du murmure au cri) et de façon générale avec tous les organes de perception. Vous pouvez la faire aussi en mesurant la puissance de sortie d'un amplificateur (cf ELEX n°9 consacré à la puissance, et plus précisément l'article *«mesurer la puissance au multimètre»*, page 23 et suivantes). Le doublement de la puissance de sortie d'un amplificateur n'est nullement perçu comme tel. Il faut beaucoup plus qu'un doublement de puissance pour obtenir un doublement du volume perçu.

Exemples enrichissants

Nous avons eu récemment dans ELEX un autre exemple de progression non linéaire. Il s'agissait dans le n°11 de mai 1989, de l'article intitulé *«un, deux, quatre»*, consacré à l'ouverture des diaphragmes et aux temps de pose en photo, à propos d'un compte-pose doté d'une échelle non linéaire...

Un dernier exemple (vous en trouverez bien d'autres à votre tour) de progression non linéaire sera pris dans un contexte qui ne nous est pas familier dans le cadre de cette initiation à l'électronique, à savoir celui de l'argent. Si vous placez par exemple 100 francs à 6% d'intérêt, vous aurez doublé la mise en 12 ans, mais ensuite il suffira de 7 ans pour qu'elle triple, et cinq ans seulement pour qu'elle quadruple. Après 49 ans, la mise initiale augmente de 100 francs par mois. Votre patience est récompensée.

Si vous aviez à chercher sur le diagramme de la **figure 2** à laquelle des trois courbes correspondent les progressions non linéaires que nous avons décrites, c'est à celle du bas (pos-log) que vous pense-

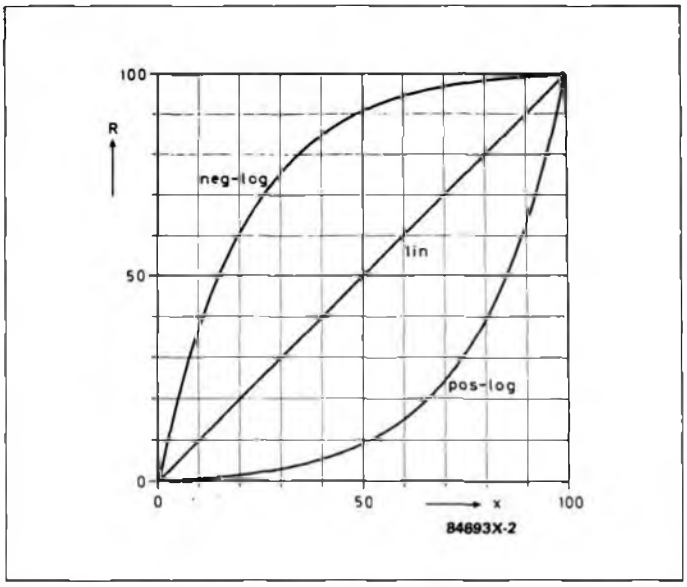
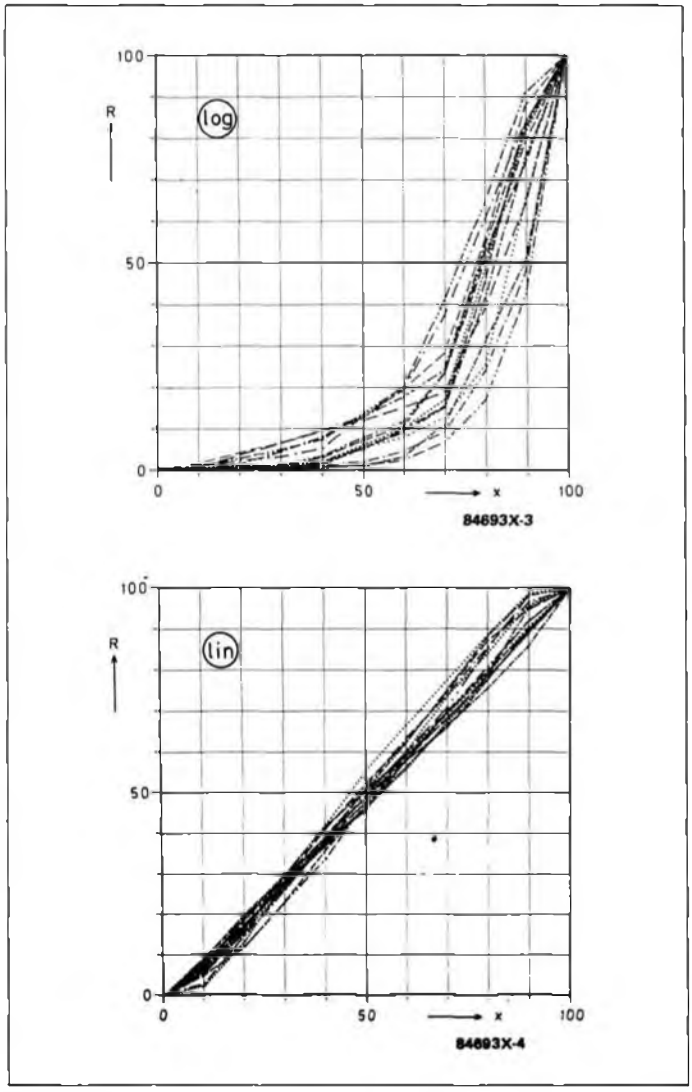


Figure 2 - Quand le curseur d'un potentiomètre linéaire est à mi-course, la piste est divisée en deux parties de résistance égale. Ceci n'est pas le cas sur un potentiomètre logarithmique où la progression est lente d'abord et s'accélère ensuite. En abscisse nous avons la position du curseur exprimé par x en pourcentage de l'angle de rotation, et en ordonnée la résistance R, exprimée elle aussi en pourcentage de la résistance totale.



Figures 3 et 4 - Plus ou moins éloignées des courbes idéales de la figure 2, les courbes réelles relevées sur un certain nombres d'échantillons de potentiomètres linéaires et logarithmiques de même valeur font apparaître des dispersions qui ne sont toutefois gênantes que si l'on exige la symétrie parfaite entre deux potentiomètres.

riez : ça commence lentement et tout en nuances, puis ça monte en flèche.

Pour ces potentiomètres appelés logarithmiques, que l'on a adaptés à nos organes de perception, il en va de même : au début de la course, le déplacement du curseur se traduit par une augmentation lente de la résistance ; ainsi lorsqu'il arrive à mi-course, on est encore loin de la moitié de la valeur de résistance totale de la piste. Petit à petit la progression s'accélère et l'on peut dire en gros que les deux tiers de la course développent un tiers de la résistance, et que par conséquent les deux tiers de la résistance sont développés ensuite durant le dernier tiers de la course. Sur le potentiomètre linéaire, la courbe du milieu de la figure 2 montre que la progression mécanique du curseur et la progression de la résistance coïncident parfaitement.

Les potentiomètres logarithmiques sont utilisés très fréquemment dans des applications où ils agissent directement ou indirectement sur une grandeur perçue par un organe humain (volume le plus souvent, lumière, vitesse, fréquence, etc). Pour distinguer l'un de l'autre les effets des deux types de progression linéaire ou logarithmique, rien de tel qu'un essai comparatif. Vous pouvez par exemple faire l'essai sur le bouton de volume de votre chaîne Hi-Fi stéréo. Tout se passe dans les deux premiers tiers, après la progression n'est quasiment plus perceptible. Si vous voulez que l'expérience soit vraiment «parlante» et si les circonstances s'y prêtent, vous pouvez vous amuser à remplacer, le temps de l'essai, le potentiomètre de volume logarithmique original d'un appareil de reproduction (ampli, lecteur de cassettes, radio) par un potentiomètre **linéaire** de même valeur. Vous sentirez encore mieux la différence.

Sur la figure 2 apparaît une courbe symétrique (neg-log) de la courbe logarithmique que nous avons considérée jusqu'à présent. Les potentiomètres avec une telle caractéristique ne sont utilisés que rarissimement.
Pour simplifier les inscriptions portées sur les composants eux-mêmes, on a adopté par convention les lettres A et B pour désigner les potentiomètres linéaires (A) et logarithmiques (B). Les résistances variables miniature sont toujours linéaires. Pour finir, les courbes-graffitis des **figures 3 et 4** vous montrent qu'entre la théorie et la pratique il y a souvent un décalage dont il est bon de connaître l'existence, même s'il n'est que rarement gênant. Les dispersions sont perceptibles surtout lorsque la symétrie est en jeu : lorsque le curseur est exactement dans la même position sur deux potentiomètres de même valeur, cela ne signifie pas forcément que la résistance entre le curseur et les extrémités des pistes sera la même sur les deux exemplaires réputés identiques. Ce défaut est sensible notamment sur les potentiomètres dits stéréophoniques (deux pistes et deux curseurs commandés par le même axe).

Il n'y a aucun risque à utiliser un potentiomètre lin. à la place d'un log. ou inversement, seulement des inconvénients dûs à la déformation de la plage de réglage. Du fait de son asymétrie, un potentiomètre logarithmique a un sens dont il faut bien entendu tenir compte en le câblant.
L'échelle de vitesse du tachymètre pour bicyclette n'est pas linéaire. Autrefois, l'échelle du cadran des tachymètres d'automobiles n'était pas linéaire non plus.

84693

Electron = Shop 63

COMPOSANTS - KITS - MESURE

Pas de catalogue mais 10 000 ARTICLES EN STOCK PERMANENT.

LE MEILLEUR STOCK DE LA REGION

63100 CLERMONT-FERRRAND
20, avenue de la République
Tél : 73.92.73.11

le transistor serait-il un potentiomètre électronique ?

peut-on comparer un transistor et un diviseur de tension variable ?

Point de départ : le transistor est le semi-conducteur par excellence pour assurer la commande de l'intensité du courant.
Ce n'est pas là une définition exhaustive de ce composant extraordinaire, mais elle résume avec concision la propriété fondamentale du transistor : le courant qui circule de la base vers l'émetteur commande le courant qui circule du collecteur vers l'émetteur. Le transistor amplifie le courant de base (base-émetteur) sous la forme du courant de collecteur (collecteur-émetteur). Le rapport de l'intensité du courant de collecteur et de celle du courant de base établit le gain (ß) du transistor.

Cette définition et les analogies –notamment hydrauliques– auxquelles elle donne naissance, ont leurs limites. En gens curieux que nous sommes, nous souhaiterions diversifier notre approche du transistor en risquant d'autres comparaisons –qui à leur tour auront des limites, nous n'en doutons pas.

Puisque dans ce numéro-ci d'ELEX il est beaucoup question entre autres de potentiels et de potentiomètres, on songe naturellement à associer l'idée du transistor à celle plus familière d'un potentiomètre monté en résistance variable commandée par un courant. Rappelons brièvement que le mot potentiomètre désigne un composant qui connaît deux modes de fonctionnement. Le montage en diviseur de tension variable est obtenu quand le curseur prélève une partie de la tension sur la piste ; c'est le montage potentiométrique proprement dit. Quand son curseur est relié à l'une des extrémités de la piste, le potentiomètre est utilisé en résistance variable ou rhéostat.

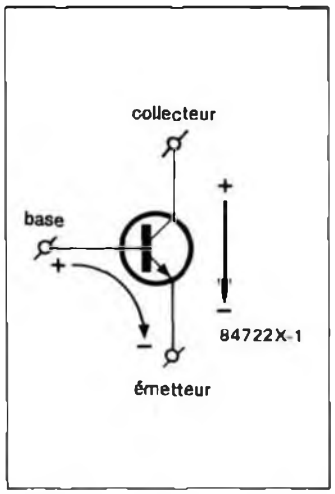
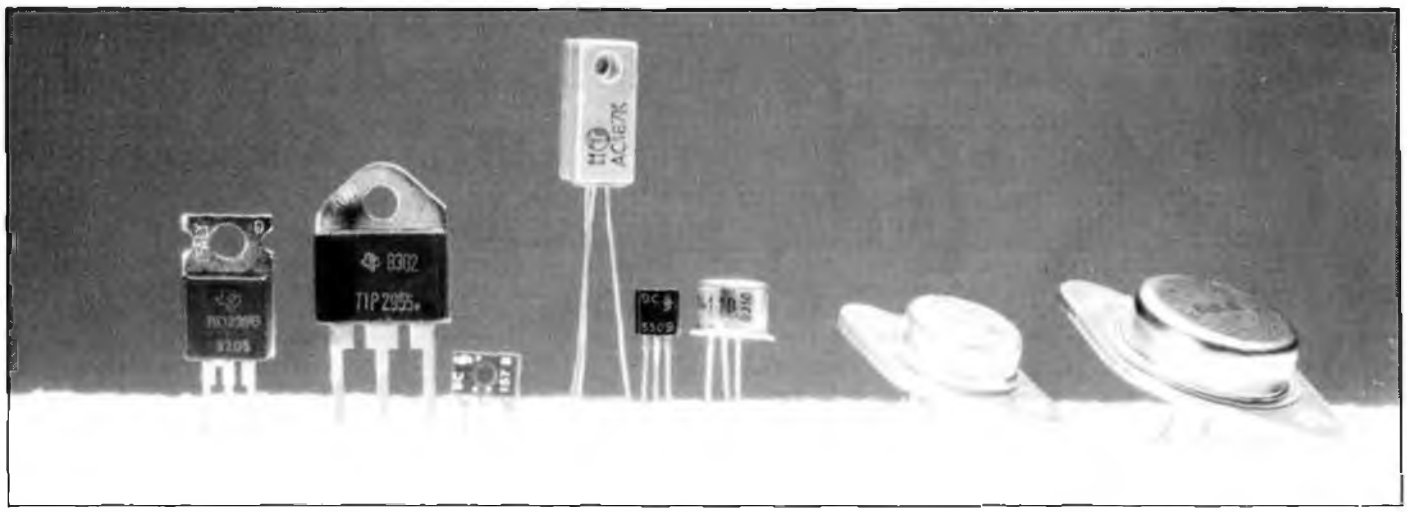


Figure 1 - Schématisation des deux courants fondamentaux dans le transistor NPN ; le courant base-émetteur commande le courant collecteur-émetteur. Le rapport de l'un à l'autre est le gain du transistor.

Alors, ce transistor, puisqu'on y commande le courant, n'y pourrait-on pas agir sur la tension comme sur un potentiomètre ?

A première vue, la comparaison donne satisfaction, puisqu'on peut admettre que l'intensité du courant de base «déplace le curseur» (cet effet est symbolisé par la ligne pointillée sur le *potentio-transistor* de la **figure 2**) de la résistance variable dont la valeur résiduelle est par conséquent diminuée. Or en réduisant la résistance, on augmente l'intensité du courant entre collecteur (C) et émetteur (E). La diode indique que le courant de base est exclusivement un courant de commande.

Si nous allons plus avant dans la comparaison, nous ne tarderons pas, hélas, à nous heurter à ses limites. Jugez-en par la **figure 3**. L'adjonction d'une résistance «de collec-



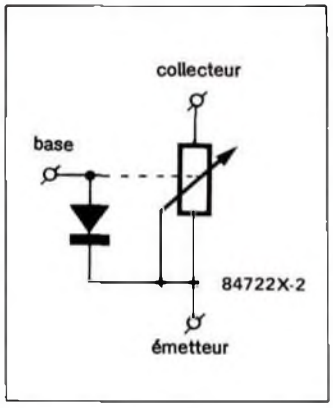


Figure 2 - Le transistor représenté sous la forme d'une résistance variable dont la position du curseur est déterminée par le courant de base. Que pensez-vous de cette analogie ?

teur», montée en série avec notre résistance variable, nous donne un diviseur de tension. On découvre que le *potentio-transistor* se comporte **par rapport à la tension qui règne entre A et B** en diviseur variable commandé par le courant de base. Superbe ! Malheureusement sur le *vrai* transistor il ne peut être question d'un rapport entre la tension A-B et la tension de collecteur.

Sur le *vrai* transistor, un courant de base d'intensité appropriée donne naissance à un courant de collecteur dont l'intensité est dans une large mesure **indépendante** de la tension de collecteur. Un comportement diamétralement opposé à celui d'une résistance pour laquelle tension et courant sont toujours étroitement liés. C'est ce que l'on retrouve sur le graphe de la **figure 4**. Le diagramme associe la tension de collecteur U_{CE} et le courant de collecteur I_C d'un transistor NPN de type BC108. Il y a plusieurs courbes, qui correspondent chacune à un courant de base différent (puisque le courant de collecteur voit son intensité déterminée par celle du courant de base). Plus l'intensité du courant de base est forte, plus la courbe correspondante du courant de collecteur se situe dans le haut du diagramme, ce qui revient à dire que l'intensité du courant de collecteur est forte. Ce courant ne s'effondre qu'à l'extrême gauche du diagramme, lorsque la tension U_{CE} est elle-même voisine de 0 V.

Quelle que soit la tension U_{CE}, le courant de collecteur I_C reste constant pour un courant de base I_B donné

Nul ne s'étonnera du fait qu'il ne circule pas de courant quand la tension est insuffisante. Pour le reste, les courbes de courant de collecteur sont, à peu de choses près, presque parfaitement horizontales ; c'est dire que, quelle que soit la tension U_{CE}, **le courant de collecteur I_C reste constant pour un courant de base donné.**

D'où l'on déduit sobrement qu'il n'est pas possible de commander un transistor par son collecteur. Si c'était le cas au contraire, le circuit de la figure 3 fonctionnerait : la tension entre A et B devrait agir sur la tension de collecteur comme dans un diviseur de tension. Niet.

Un transistor ne peut pas fonctionner comme diviseur de tension variable commandé par le courant de base, car son courant de collecteur est par définition indépendant de la tension de collecteur.

Revenons au diagramme de la figure 4. L'examen des courbes nous apprend aussi qu'il est impossible de commander la tension de collecteur en agissant sur le courant de collecteur (par une commande appropriée du courant de base). Augmentez l'intensité du courant de base, vous passerez à la courbe suivante le long de l'axe I_C, mais cela n'a aucun effet sur U_{CE}.

Vous n'êtes pas entièrement convaincu ? Un vague doute subsiste...

Mais oui, vous avez raison : il est bel et bien possible de commander la tension de collecteur. N'est-ce pas ce que l'on fait par définition avec le transistor monté en circuit à émetteur commun ? Le schéma de la **figure 5** montre que c'est grâce à la résistance de collecteur que le transistor, en variant l'intensité du courant de collecteur, commande une chute de tension variable à travers sa résistance de collecteur. Plus l'intensité du courant est forte, plus la chute de tension est forte à son tour, plus la tension de collecteur sera faible, car la tension d'alimentation, elle, est sensée rester stable.

En conclusion, nous dirons que le transistor en émetteur commun est un amplificateur de tension. Oublions maintenant *le potentio-transistor*, créature éphémère de notre imagination en mal d'analogies. Il nous aura au moins servi à montrer que le transistor n'est décidément pas un potentiomètre électronique.

84722

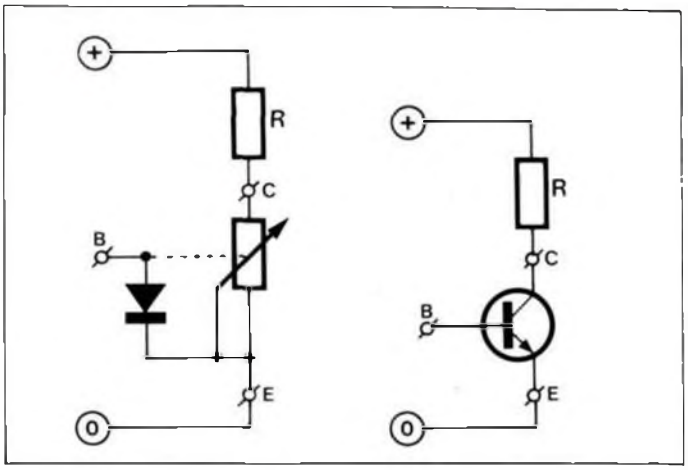


Figure 3 - On imagine obtenir un diviseur de tension variable en montant une résistance dans le circuit de collecteur du transistor. En réalité cela ne fonctionne pas. Le courant de collecteur d'un transistor est, dans une large mesure, indépendant de la tension de collecteur.

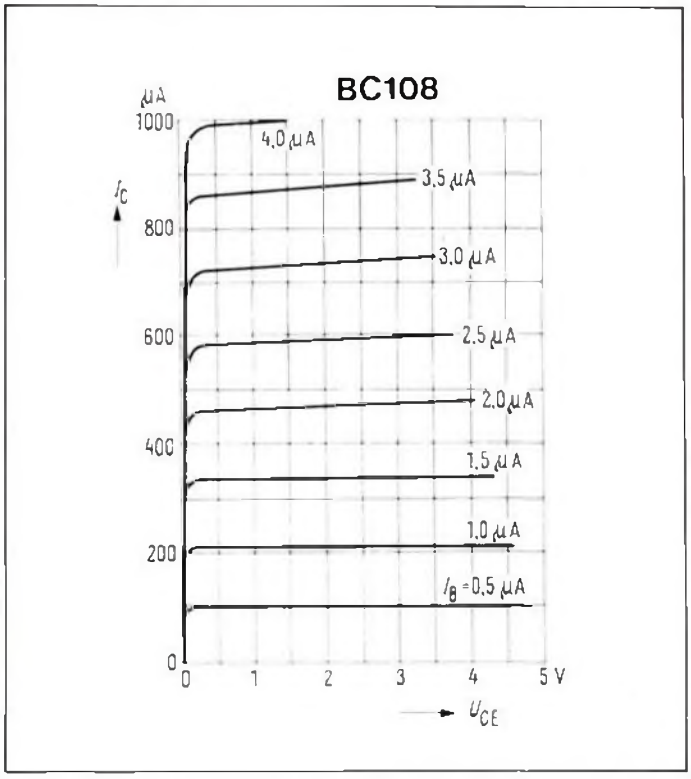


Figure 4 - Courbes caractéristiques du transistor BC108 telles que les donne le fabricant. Les branches horizontales de l'arbre montre que si le courant de collecteur augmente à mesure que le courant de base en fait autant, la tension de collecteur en revanche n'intervient pas dans cette relation (si ce n'est à l'extrême gauche, au voisinage immédiat du zéro).

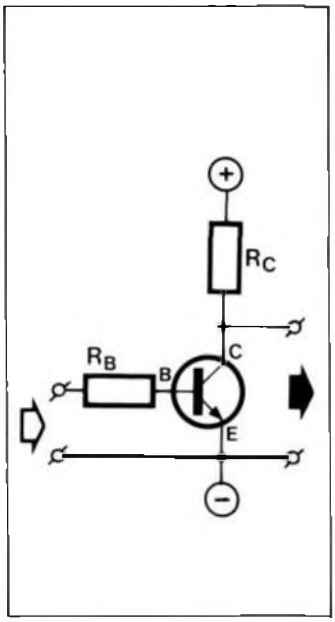


Figure 5 - Et pourtant ça marche dans le circuit à émetteur commun ! La tension de collecteur varie en fonction du courant de base grâce à la résistance de collecteur. Le courant de collecteur y donne naissance à une chute de tension plus ou moins forte en fonction de sa propre intensité.

BC 547 et compagnie

Le transistor BC 547 figure dans la plupart de nos montages, au point qu'on peut le considérer comme notre transistor «standard». Nous allons faire plus ample connaissance avec lui et avec la famille dont il fait partie et qui est désignée par «BC 546 à BC 550» dans les recueils de caractéristiques. Au passage notez que quiconque ne soupçonnait pas même l'existence de «recueils de caractéristiques» apprend du même coup que cela existe et ce que c'est; ce qui n'aurait pas été le cas avec un *data book* (prononcez databouc pour avoir l'air branché).

Les cinq membres de la famille sont destinés à des applications en basse fréquence dans des montages pour «petits signaux». Deux d'entre eux, le BC 549 et le BC 550 sont des modèles dits à faible bruit. Le bruit propre ou bruit intrinsèque est le bruit produit par un composant quelconque lors du passage du courant. Il résulte de l'agitation des molécules sous l'effet de la chaleur, même à la température habituelle de 20°. Le bruit augmente avec la température et avec l'intensité du courant qui traverse le composant.

La famille complémentaire est désignée par les références BC 556, BC 557, BC 558, BC 559 et BC 560. Les paires complémentaires sont composées de transistors de caractéristiques très proches ou identiques et de polarité opposée : l'un NPN, l'autre PNP. Leur utilisation est courante dans les amplificateurs pouche-poule.

Les différences principales entre les membres de la famille sont indiquées dans le tableau 1. Il s'agit surtout des limites de **tenue en tension**. Les tensions indiquées sont celles pour lesquelles le transistor reste bloqué en l'absence de courant de commande. Si la tension appliquée dépasse cette limite, le transistor «fuit» ou «claque». Dans le premier cas, il reprend un comportement normal dès que la tension est redevenue normale (un peu comme une diode zener), dans le second, il s'obstine à conduire, il reste en court-circuit. Tout dépend de l'intensité qui l'a traversé lors de sa première défaillance.

Les valeurs indiquées sur les lignes Collecteur-Base (U_{CBO}) et Émetteur-Base (U_{EBO}) correspondent à la tension inverse supportée par la diode que constitue chaque jonction.

Les valeurs indiquées sur la ligne U_{CES} (avec un «s» pour *shorted* = court-circuité) sont celles des tensions collecteur-émetteur supportées lorsque la base est court-circuitée avec l'émetteur. Ces tensions sont supérieures à celles supportées lorsque la base est en l'air, consignées sur la ligne U_{CEO} (avec un «o» pour *open* = ouvert).

La ligne I_C indique l'intensité collecteur-émetteur maximale en service permanent, tandis que la ligne I_{CM} indique la limite des pointes d'intensité admissibles pendant un temps très court.

Toutes les valeurs indiquées sont des valeurs maximales et le transistor risque sa vie si une seule d'entre elles est dépassée. Si par exemple un transistor de la famille est traversé par un courant de 95 mA et soumis à une tension de 6 V, il devra dissiper une puissance de 570 mW (milliwatts) puisque la puissance se calcule en

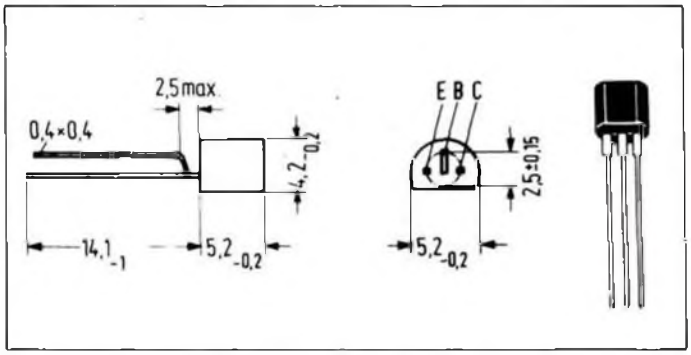


Figure 1 - Les dimensions du boîtier de la famille BC547 sont celles d'un boîtier normalisé de référence TO92.

Tableau 1							
Limites		**BC546**	**BC547**	**BC548**	**BC549**	**BC550**	
Tension collecteur-base	U_{CBO}	80	50	30	30	50	V
Tension collecteur-émetteur	U_{CES}	80	50	30	30	50	V
Tension collecteur-émetteur	U_{CEO}	65	45	30	30	45	V
Tension émetteur-base	U_{EBO}	6	6	5	5	5	V
Courant de collecteur	I_C	100	100	100	100	100	V
Courant de collecteur (pointes)	I_{CM}	200	200	200	200	200	V
Courant de base (pointes)	I_{BM}	200	200	200	200	200	V
Courant d.émetteur (pointes)	I_{EM}	200	200	200	200	200	V
Température de jonction	T_j	150	150	150	150	150	°C
Température de stockage				−65 à +150			°C
Dissipation totale (T = 25°C)	P_{tot}	500	500	500	500	500	mW

Tableau 1 - Les caractéristiques limites des membres de la famille. Les différences tiennent surtout dans les limites de tenue en tension. La température de fonctionnement est celle de la jonction, c'est-à-dire celle de la puce elle-même. Le boîtier ne doit jamais atteindre de tels sommets.

Tableau 2				
Type	BC546 BC547 BC548	BC546 BC547 BC548	BC546 BC547,BC549 BC548,BC550	BC548 BC549 BC550
Classes de gain	VI	A	B	C
I_C mA	β I_C/I_B	β I_C/I_B	β I_C/I_B	β I_C/I_B
0,01		90	150	270
2	110 (75 à 150)	180 (110 à 220)	290 (200 à 450)	500 (420 à 800)
100		120	200	400

Tableau 2 - Le gain en continu (β) ne dépend pas seulement du type, mais aussi du courant de collecteur. Les chiffres du tableau sont valables pour une tension collecteur-émetteur de 5 V et une température ambiante de 25°C. Cette température peut être considérée comme celle de la jonction si la puissance dissipée n'est qu'une fraction de la puissance maximale admissible.

faisant le produit de l'intensité par la tension : 6 V x 0,095 A. Ce transistor risque de ne pas supporter longtemps ces conditions de travail.

Le **tableau 2** indique les caractéristiques particulières des transistors repérés par un suffixe A, B ou C. Il s'agit de classes de gain. Comme le gain en courant est variable en fonction du courant de collecteur, le tableau comporte trois chiffres pour chaque type. Les chiffres entre parenthèses sur la ligne 2 mA correspondent aux écarts possibles entre des échantillons provenant de fabrications différentes. On appelle ces écarts des «dispersions» de caractéristiques. Elles peuvent se produire aussi bien entre différents fabricants que chez un même fabricant.

Les recueils de caractéristiques comportent une autre liste de chiffres, se rapportant au fonctionnement en courant continu. Ils sont représentés sur le **tableau 3**. Le courant de fuite collecteur-base (I_{CB0}) est celui qui circule dans le sens normalement bloqué lorsque la jonction est soumise à une tension inverse de 30 V. Ce courant de fuite dépend fortement de la température. Il est important de le connaître au moment d'étudier un circuit, car il s'écoule par la jonction base-émetteur et provoque donc un faible courant de collecteur.

La tension de saturation U_{CEsat} est la tension de «déchet» qui subsiste entre collecteur et émetteur alors même que le courant de base est important et que l'espace collecteur-émetteur devrait être un court-circuit. Elle est variable en fonction des courants de base et de collecteur.

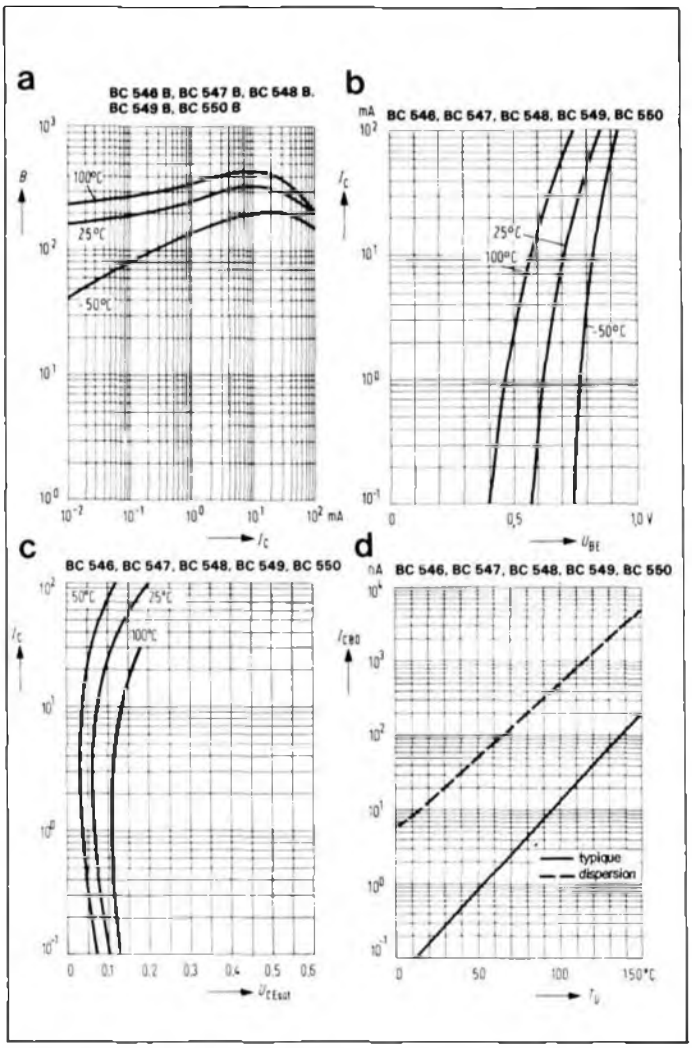


Figure 2 - Ces courbes complètent utilement les tableaux de caractéristiques.
a : le gain en courant (β) (circuit en émetteur commun) dépend de la température de la jonction et du courant de collecteur ; ici U_{CE} = 5 V ;
b : le courant de collecteur I_C (circuit en émetteur commun) est une fonction de la température et de la tension de base U_{BE} ; ici U_{CE} = 5 V ;
c : la tension de saturation U_{CEsat} (circuit en émetteur commun) varie en fonction du courant de collecteur et de la température ; ici β = 20 ;
d : le courant de fuite collecteur-base I_{CB0} augmente avec la température.

La tension de saturation base-émetteur devrait théoriquement être égale à la tension de seuil de 0,6 à 0,7 V. Le tableau montre des valeurs supérieures sur la ligne U_{BEsat}.

Toutes ces indications se rapportent à des conditions de travail bien définies. Plutôt que de multiplier les lignes pour rendre compte de toutes les combinaisons possibles de tension et d'intensité, les constructeurs font appel à des diagrammes dont quelques exemples sont donnés en **figure 2**. La plupart comportent plusieurs courbes et permettent de connaître par exemple le comportement d'un transistor à des températures différentes. Les courbes montrent de combien les caractéristiques s'écartent de la valeur nominale en fonction des variations de l'une ou l'autre condition.

Les recueils de caractéristiques sont riches encore d'une foule d'informations concernant le fonctionnement en courant alternatif. Nous ne les examinerons pas ici car elles répondent à des définitions trop compliquées et elles ne nous intéressent pas pour l'usage que nous faisons de la famille BC 547 en basse fréquence.

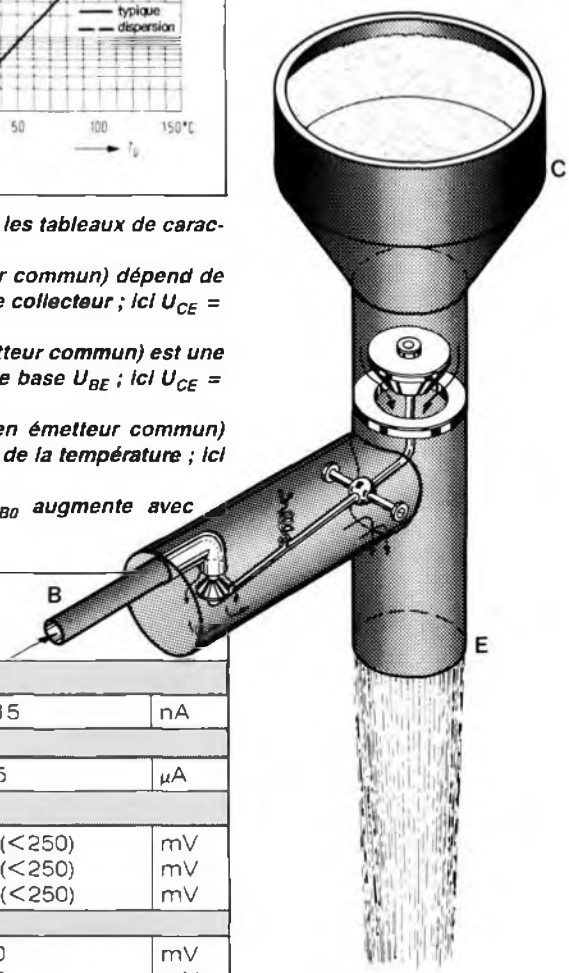
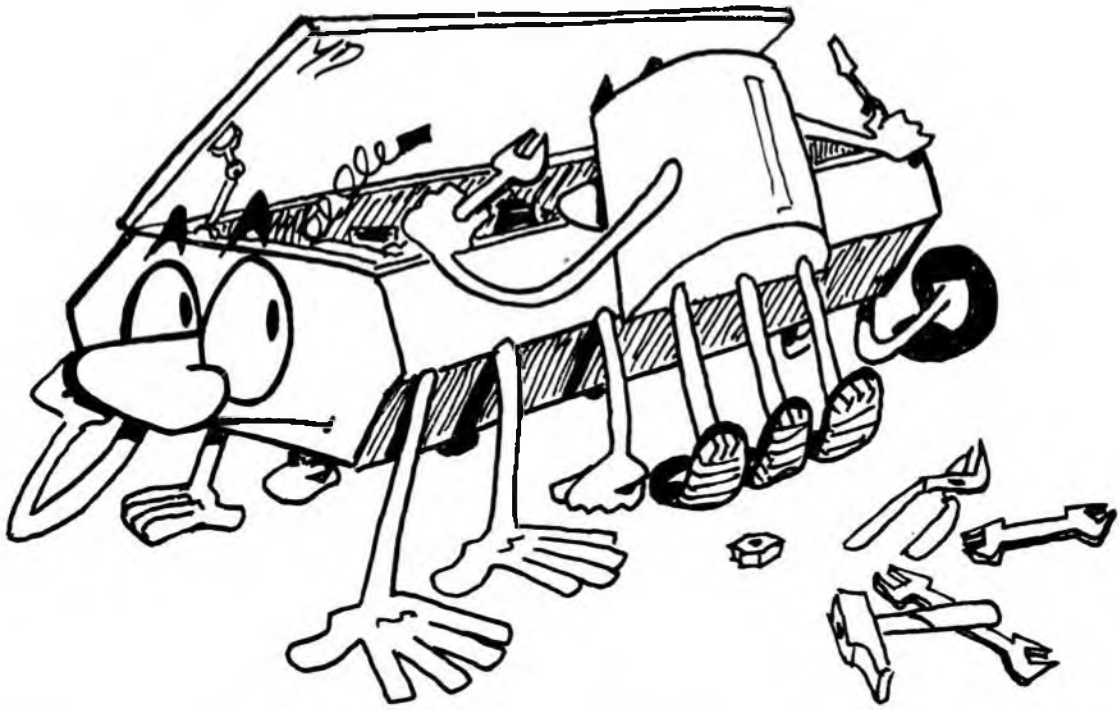


Tableau 3

Courant de fuite collecteur-base (U_{CB0} = 30 V)	I_{CB0}	≤ 15	nA
Courant de fuite collecteur-base (U_{CB0} = 30 V; T_j = 150°C)	I_{CB0}	≤ 5	µA
Tension de saturation collecteur-émetteur			
(I_C = 10 mA; I_B = 0,5 mA)	U_{CEsat}	90 (<250)	mV
(I_C = 100 mA; I_B = 5 mA)	U_{CEsat}	90 (<250)	mV
(I_C = 100 mA)	U_{CEsat}	90 (<250)	mV
Tension de saturation base-émetteur			
(I_C = 10 mA; I_B = 0,5 mA)	U_{BEsat}	700	mV
(I_C = 100 mA; I_B = 5 mA)	U_{BEsat}	900	mV
Tension base-émetteur (U_{CE} = 5 V; I_C = 2 mA)	U_{BE}	660 (580 à 700)	mV
Tension base-émetteur (U_{CE} = 5 V; I_C = 10 mA)	U_{BE}	<720	mV

Tableau 3 - Toutes ces caractéristiques en courant continu des BC547 et consorts varient en fonction de la température. La tension de seuil base-émetteur par exemple augmente de 2 mV par degré.

84721



pour réussir les montages d'ELEX

Nous nous donnons bien du mal, vous l'avez remarqué, pour mettre au point les montages proposés chaque mois dans *elex*. Pas un seul de ces circuits ne passe dans le magazine sans avoir subi des essais scrupuleux : l'étude du schéma sur papier d'abord, puis la réalisation du premier prototype sur plaque d'essai ou en montage volant, ensuite l'étude du plan d'implantation, qui donne lieu à une nouvelle vérification, oscilloscope et appareils de mesure à l'appui, et enfin le prototype final, celui que nous photographions pour vous le présenter.

Il s'agit notamment de faire en sorte que les tolérances qui affectent inévitablement la valeur des composants (10%, 20%, 30%, parfois bien plus) ne détériorent pas les performances du circuit au point de l'empêcher de fonctionner. Les erreurs sont rares, mais tous ces efforts ne suffisent pas encore à garantir le bon fonctionnement des montages lorsqu'ils sont réalisés ensuite à des centaines, voire des milliers d'exemplaires, par des mains plus ou moins expertes. Nous formons avec nos lecteurs une espèce de gigantesque unité de production à distance, sans possibilité de vérification.

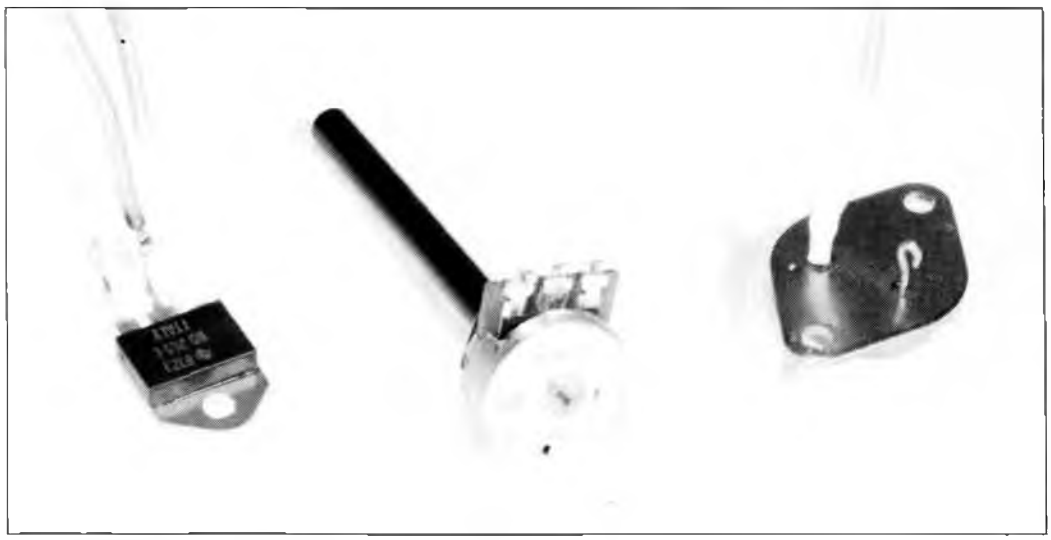
La description de chaque détail d'un schéma et des principes sur lequel il repose, prend le plus souvent deux ou trois pages. Nous cherchons à soigner ces descriptions.

En revanche, l'énumération scrupuleuse de toutes les manipulations à effectuer pour mener à bien une réalisation serait encombrante et fastidieuse, autant pour le lecteur que pour le rédacteur. Dans le magazine, nous ne mentionnons que les particularités. Mais il n'est pas raisonnable de passer sous silence, quel que soit le montage, l'importance du travail de routine basé sur le savoir-faire, la jugeote, l'expérience, la patience, la curiosité et le goût de la perfection. C'est pourquoi nous consacrons régulièrement une demi-page (rubriques : *elexpert*, *elexpérience*) ici ou là à des conseils pratiques. La rubrique *elixir* dont la périodicité est variable aussi, comporte un nombre important d'informations fondamentales et universelles. Autant de lubrifiants pour assurer la bonne marche des opérations ! Certains lecteurs nous ont reproché d'insister trop lourdement sur ces aspects pratiques, d'autres lecteurs souhaiteraient que l'on en parle beaucoup plus. Les uns ont déjà sauté cet article en grommelant, les seconds se réjouissent. Taïaut !

Préparatifs

Pour être universelle, une platine d'expérimentation doit comporter beaucoup de trous et c'est précisément cela qui la rend parfois difficile à utiliser, puisque dans une application, quelle qu'elle soit, on n'utilise qu'une faible proportion de ces trous.

Une platine d'expérimentation de petit format compte 549 trous (y compris les quatres gros trous de fixation). Pour faciliter le repérage, la face non cuivrée reproduit, à l'aide de deux couleurs contrastées, le dessin des pistes de cuivre de la face opposée. Grâce à ces repères visuels, l'implantation des composants peut se faire sans qu'il faille compter les trous un à un sur de trop grandes distances. De toute façon, pour ne pas se tromper, il faut y aller lentement et tout vérifier systématique-



ment. Nous savons par notre expérience quotidienne que la seule faute vraiment grave et irrémédiable que l'on puisse faire (en électronique comme ailleurs) est de se comporter comme si l'on était infaillible. Bien préparer et vérifier, voilà les mots magiques...

Avant de commencer à implanter les premiers composants, il faut vérifier que l'on est dans la bonne moitié de la platine, car celle-ci est asymétrique : le dessin des pistes n'est pas le même aux deux extrémités.

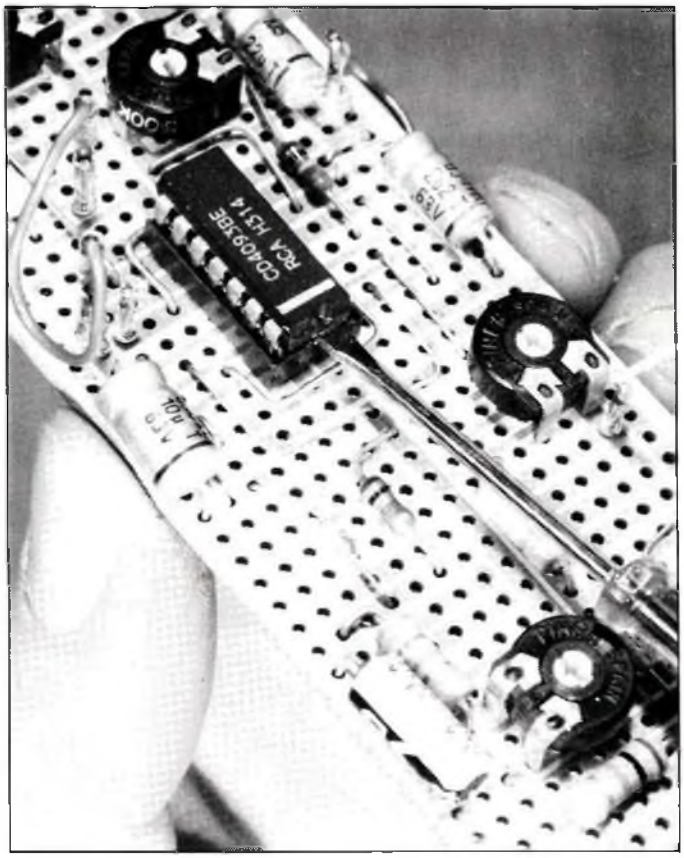
Pour qu'ils rentrent facilement dans leurs supports, les circuits intégrés neufs doivent être "préparés". C'est-à-dire qu'il faut réduire de force l'écart entre leurs deux rangées de broches afin que celles-ci pénètrent bien entre les griffes des contacts ou, le cas échéant, dans la corolle des tulipes quand il s'agit de supports de haut de gamme. Dans le cadre des réalisations normales et en l'absence de mention particulière à ce sujet, il est inutile d'utiliser des supports à contacts en tulipe, sauf si on arrive à les obtenir au même prix que des supports à contacts ordinaires.

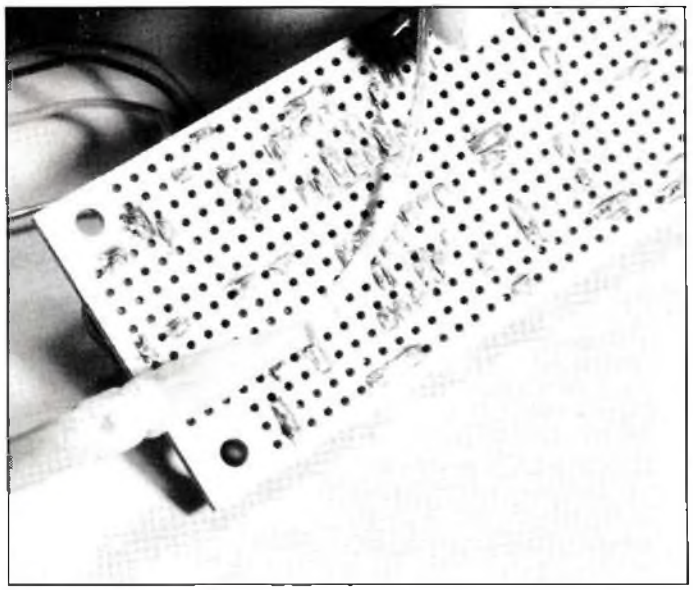
Ce qu'il faut éviter surtout, ce sont les supports qui se déforment lors de l'insertion du circuit. Un problème grave risque de se poser ultérieurement, lors d'une modification ou d'un dépannage du circuit, lorsqu'on essaiera d'implanter sur ce support un autre circuit intégré. Les broches du support, déformées lors de la première insertion, ne reviennent pas dans leur position d'origine lorsque l'on extrait le circuit.

Implantation

Les méthodes divergent sur l'ordre à suivre lors de l'implantation : implanter d'abord plusieurs composants et les souder ensuite, ou au contraire implanter et souder les composants un à un. Le travail de routine incite à la recherche d'une efficacité maximale que l'on obtient en implantant d'abord les composants pour les souder ensuite tous ensemble. Nous ne saurions trop inciter les débutants à procéder autrement : implantez les composants un à un, hâtez-vous lentement, réfléchissez à ce que vous faites, vérifiez, puis soudez-le. Ne passez au composant suivant qu'après avoir acquis la conviction que le précédent est à sa place, orienté dans le bon sens, valeur correcte («quand il est jaune, le dernier anneau du code de couleurs d'une résistance indique-t-il les dizaines ou les centaines de kΩ ? Pour une résistance de 39 kΩ, le dernier anneau est-il jaune ou orange ? Rouge, dites-vous, vraiment ?»)

D'après la théorie il faut préconiser de couper les broches avant de les souder, en pratique beaucoup d'électroniciens font l'inverse : ils soudent d'abord, puis ils coupent... et repassent





éventuellement après avoir coupé !

Ce qui est important, c'est d'immobiliser les composants avant de les souder, soit en coudant leurs broches à ras du trou par lequel elles passent, soit en appliquant sur les composants, avant de retourner la platine, une plaque de mousse afin de les empêcher de tomber lors du retournement ou pendant qu'on soude.

Il faut savoir s'imposer une certaine discipline quant à l'ordre d'implantation des composants par ordre d'encombrement (ponts de câblage, résistances, condensateurs, etc), mais il faut aussi savoir s'en éloigner, car il est des circonstances dans lesquelles il est plus propice de commencer par l'un ou l'autre composant encombrant pour n'implanter qu'ensuite tel strap qui doit le contourner. Ne prenez aucun risque d'oubli, et notez de tels détails.

Si vous travaillez par périodes courtes et relativement espacées, tenez un «journal de bord» dans lequel vous consignez les événements significatifs. Ceci est une aide précieuse, surtout sur les montages d'une certaine envergure. Le temps apparemment perdu à prendre des notes sera récupéré dès la première difficulté, panne ou autre, que personne bien sûr ne souhaite, mais qui arrive tôt ou tard.

Cochez la liste des composants au fur et à mesure que vous progressez dans l'implantation.

Les liaisons câblées (fiches, VU-mètres, potentiomètres, interrupteurs, commutateurs, ampoules, LED, LDR, etc) sont effectuées en dernier pour faciliter les manipulations.

Souder

Nous avons déjà parlé à plusieurs reprises de l'art de souder, notamment dans la rubrique ELIXIR.

Voici quelques compléments d'information. L'écart entre les perforations de la platine d'expérimentation ELEX est de 2,54 mm ; c'est serré, et il faut par conséquent un fer à souder à pointe fine. Si ce n'est pas le cas de votre outil habituel, changez soit de panne, soit de fer.

Les perforations des platines d'expérimentation ont un diamètre de 1,3 mm, ce qui est grand (les composants tombent plus facilement tant qu'ils ne sont pas soudés) mais

présente l'avantage considérable de permettre d'implanter sans repercage préalable des composants à «grosses pattes» comme les mini potentiomètres. Il arrive en raison d'une part de l'extrême finesse des broches de certaines diodes par exemple, et d'autre part du diamètre sur-dimensionné des perforations, qu'au moment d'appliquer l'étain, celui-ci refuse de former une pellicule et d'obturer l'ouverture par laquelle passe la broche soudée. Ceci n'est en rien préjudiciable à la qualité de la connexion : si la broche est bien «accrochée» au bord de la piste de cuivre d'un côté, peu importe que l'autre côté soit ouvert. Il vaut mieux une petite soudure parfaite qu'un gros pâté d'étain et un contact néanmoins médiocre.

On renforcera sur toute leur longueur l'étamage des pistes de cuivre qui ont à conduire des courants de forte intensité.

Il suffit de faire chauffer progressivement la piste par un mouvement de va et vient de la panne du fer à souder et d'appliquer l'étain qui s'étalera d'autant plus uniformément que la piste aura été bien réchauffée. Attention : la pellicule de cuivre est collée sur la plaquette d'où elle finit par se décoller si on la chauffe trop. Pour les liaisons de forte puissance, on déleste les minces pistes de cuivre en créant un itinéraire BIS (bison soudé, bien sûr) à l'aide d'un fil de cuivre de forte section.

Câblage

Pour le fil de câblage ordinaire, le fil rigide de 0,7 mm de diamètre (section de 0,4 mm²) que l'on utilise pour les ponts de câblage ne convient pas, en raison de son manque de flexibilité. Il vaut mieux opter pour un fil multibrin torsadé. La section de 0,4 mm² convient pour les liaisons ordinaires. Quand il y a des courants d'une certaine intensité, il est préférable de passer à du fil de 1 mm de diamètre dont la section de 0,75 mm² facilite le mouvement des électrons. . .

Les broches des LED, potentiomètres, interrupteurs et autres composants à câbler ne se présentent plus que rarement sous la forme d'oeillets dans lesquels on pourrait engager l'extrémité du fil. Il faut donc beaucoup de patience pour confectionner des oeillets à l'aide d'une pince brucelles (une pince fine à mâchoires pointues) à l'extrémité des broches ou alors se résoudre à appliquer les brins dénudés parallèlement à la broche sans oeillet.

Ce dernier procédé n'est pas idéal car de cette manière la soudure est à la fois l'agent du contact électrique (ce qui est normal) et le moyen de fixation mécanique du fil (ce qui est moins bien).

On oublie trop souvent que la soudure à l'étain ne devrait jamais servir de procédé d'immobilisation mécanique. Un fil, les composants, surtout les gros (condensateurs chimiques, transistors de puissance, potentiomètre) doivent être immobilisés par vissage ou par tout autre dispositif d'assujettissement mécanique (épissure, cosse, oeillet, clip, bride, rivet. . .). La soudure vient parfaire le contact électrique, elle contribue également à l'immobilisation, mais elle ne doit jamais être à la fois l'agent du contact électrique et le seul moyen de fixation.

Lorsque les soudures sont rapprochées, par exemple quand les fils sont soudés sur les broches d'un transistor, il est bon de les isoler à l'aide de gaine thermorétractile (et non rétract*able*). Ce matériau est onéreux, mais d'une efficacité indéniable. Il suffit d'enfiler sur la soudure un manchon de gaine isolante thermorétractile, puis de l'échauffer brièvement à l'aide de la pointe du fer à souder (sans toucher !) ou si l'on est pressé (et fumeur), à la flamme d'un briquet, pour obtenir une épissure parfaitement étanche.

Il n'est peut-être pas inutile de préciser que s'il ne faut jamais faire de liaisons câblées trop longues, il ne faut pas non plus tomber dans l'excès inverse avec des fils qu'il faut tendre pour arriver à mettre en place les composants qui y sont soudés. Dans le même ordre d'idées, il faut trouver le juste milieu entre le coffret dans lequel ne passent plus ni un doigt, ni un tourne-vis, ni une pince, et celui qui est trop grand et par là inutilement encombrant. Ce dernier défaut n'a cependant aucune incidence sur le bon fonctionnement ni sur le confort d'utilisation, ni surtout sur le confort de dépannage.

Dessoudage

A propos de dépannage, il vous est sans doute déjà arrivé d'avoir à dessouder l'un ou l'autre composant. Pas toujours facile, n'est-ce pas ? Surtout quand le composant à démonter compte plus de deux broches. La tresse et la pompe à dessouder sont deux accessoires de dessoudage dont l'utilisation exige du doigté pour être efficace. La pompe ne nous semble convenir qu'à des électroniciens expérimentés, la tresse paraît plus facile à utiliser à condition de disposer d'un fer capable de bien chauffer : il s'agit d'absorber l'étain par capillarité dans la tresse de fil de cuivre, ce qui implique que la pointe du fer doit entretenir l'échauffement non seulement de l'étain pour le liquéfier, mais aussi du premier demi-centimètre de la tresse pour que l'étain absorbé ne s'y solidifie pas trop tôt. La tresse est très utile aussi pour supprimer des gouttes d'étain venues court-circuiter accidentellement deux pistes normalement isolées l'une de l'autre.

Avant de dessouder un circuit intégré, il vaut mieux réfléchir et se dire : «Si je démonte ce circuit, c'est parce qu'il ne fonctionne pas. A quoi bon chercher à le récupérer, surtout si c'est en abîmant la plaquette dont les pistes fragiles et étroites ne résisteront pas.»

La conclusion suivante s'impose alors à vous : «Je sacrifie le circuit intégré et je coupe donc d'abord ses broches au ras du boîtier à l'aide d'une bonne pince coupante. Ensuite il ne me reste plus qu'à extraire les broches isolées comme de vulgaires chicots sans que la pellicule cuivrée du circuit imprimé souffre le moins du monde».

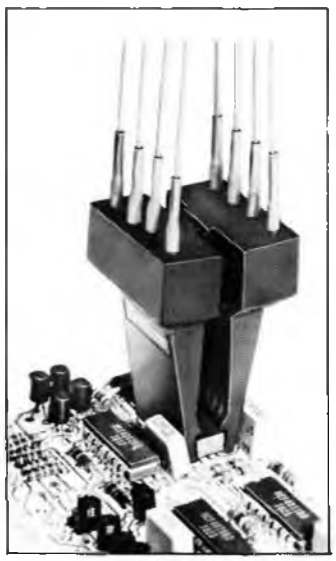
Les circuits intégrés coûteux ou fragiles sont montés d'office sur des supports. Ajoutons à ce sujet qu'il est également vain -(autant sur le plan technique que sur le plan économique) de chercher à récupérer par dessoudage un support de circuit intégré.

Lorsque vous extrayez des circuits intégrés de leur support, procédez de façon symétrique à défaut de quoi vous déformez non seulement les broches du circuit lui-même, mais aussi les contacts du support. Utilisez soit une extracteur de circuit intégré comme on en trouve dans les magasins spécialisé, soit tout simplement un mini-tournevis qui vous servira de levier **de part et d'autre** du circuit intégré.

A vous de jouer maintenant

Les quelques conseils prodigués dans ces deux pages sont le fruit de notre expérience. Qu'en est-il de la vôtre ? Racontez-nous vos trucs, vos astuces, vos trouvailles, vos inventions, vos tics, ce que vous aimez faire le plus ou le moins. . . nous en parlerons dans les prochains numéros d'ELEX. Des milliers de lecteurs en profiteront, pour mieux réussir à leur tour les montages d'ELEX.

84642



Electronique - Diffusion

R.C. ROUBAIX A 324.111.376

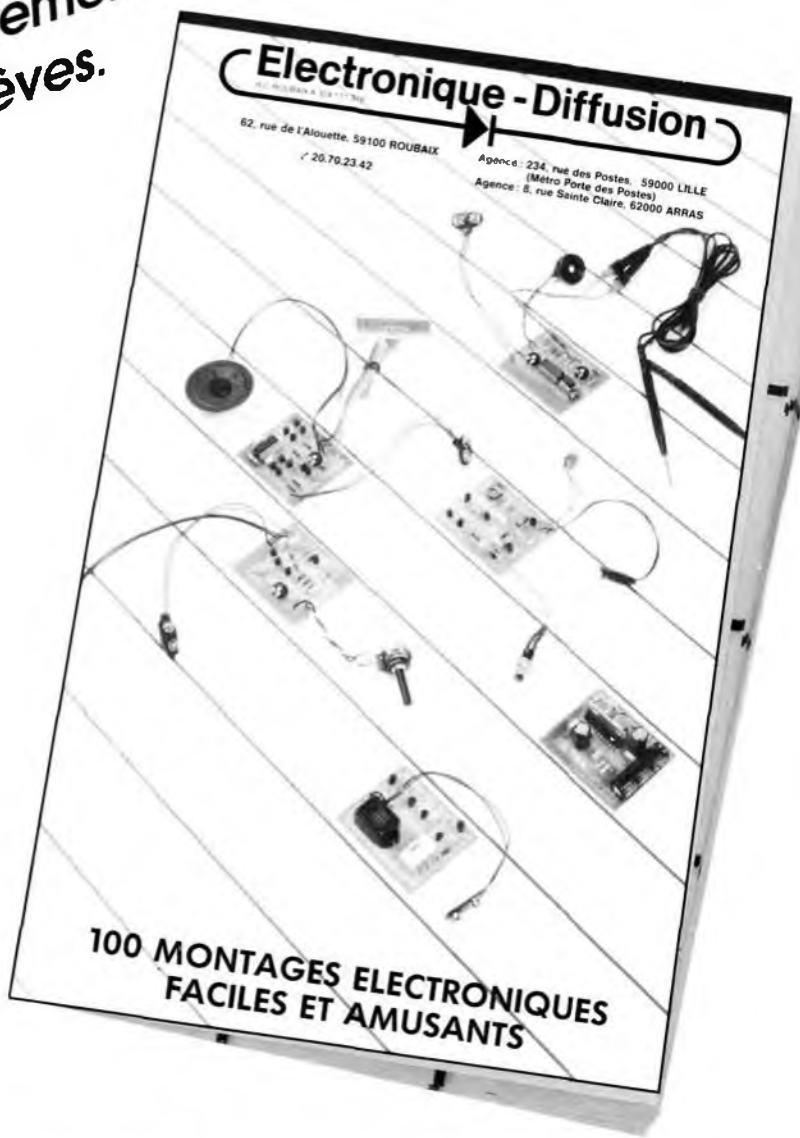
62, rue de l'Alouette, 59100 ROUBAIX

✆ 20.70.23.42

Agence : 234, rue des Postes, 59000 LILLE
(Métro Porte des Postes)
Agence : 8, rue Sainte Claire, 62000 ARRAS

Prof de Techno !!!

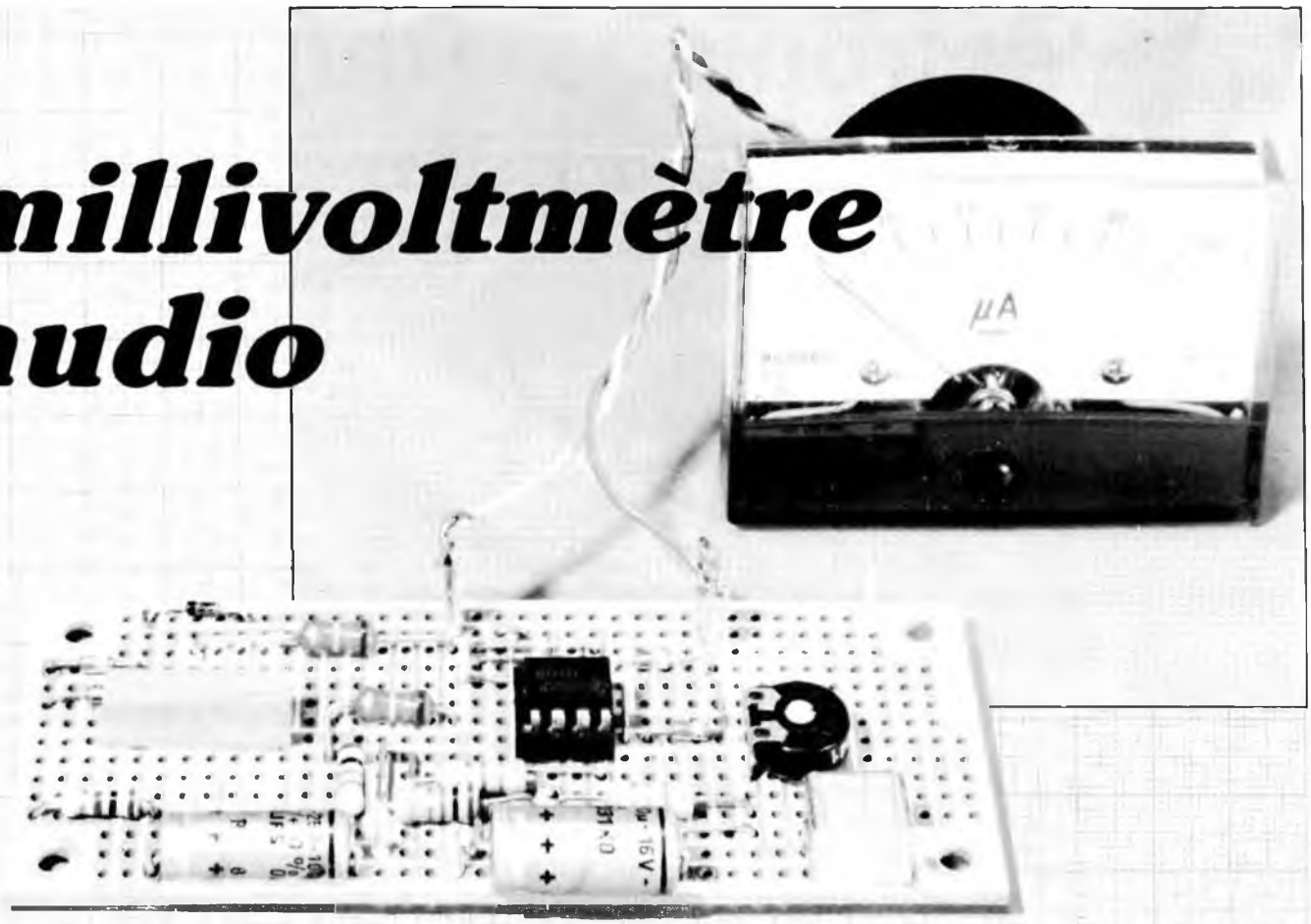
Un ouvrage fait spécialement pour vous et vos élèves.



220 pages avec
explication théorique
de chaque
montage,
schéma électrique,
plan d'implantation
des composants,
plan du circuit imprimé et prix de revient.

Prix **50 F** TTC (port compris)
remboursable à la 1ere commande d'un montant minimum de 1000 F HT

millivoltmètre audio



précis, facile à construire et à étalonner

L'utilisation d'un multimètre courant pour tenter de mesurer des tensions alternatives très faibles pose des problèmes insolubles. C'est le cas pour la mesure de la tension d'une cellule **magnéto-dynamique** utilisée sur une platine tourne-disques. On sait que sur cet appareil, le capteur est une aiguille prolongée à une extrémité par un diamant et à l'autre par un aimant que les vibrations sonores gravées dans les flancs d'un (micro) sillon mettent en mouvement. La tension est produite par les mouvements de l'aimant devant des bobines ; comme toutes ces pièces sont minuscules —ce qui limite l'inertie mécanique—et que leurs mouvements sont infimes, la tension produite est infime elle aussi. Cette tension de quelques millivolts (de 1 à 5) seulement est amplifiée jusqu'à une centaine de millivolts par le préamplificateur «phono».
Même les 100 mV ainsi obtenus sont encore trop faibles pour le calibre alternatif le plus sensible d'un multimètre analogique. De plus l'impédance de sortie de la cellule, comme celle du préamplificateur d'ailleurs, est trop forte pour que la mesure elle-même ne vienne pas perturber la source.
On attend donc d'un millivoltmètre audio qu'il soit **un voltmètre alternatif très sensible**, pour mesurer des tensions faibles, et **à forte impédance d'entrée**, pour ne pas fausser la mesure par sa consommation propre. Le nôtre mesure des tensions de 140 mV de crête à crête, c'est-à-dire de 50 mV efficaces. Son impédance d'entrée est de 1 MΩ (mégohm, 10^6 Ω), soit au moins vingt fois plus que l'impédance de sortie des cellules magnétiques courantes, et mille fois plus que l'impédance de sortie des préamplificateurs.
Ce voltmètre pour signaux audio doit pouvoir mesurer des tensions de fréquence bien supérieure aux 50 Hz du secteur. Il est prévu pour une plage de fréquences de 20 Hz à 20000 Hz. Sa précision est encore de 5% à 40000 Hz, ce qui représente une belle performance quand on sait qu'un appareil «HiFi» suivant la norme DIN 45500 couvre la plage de 20 à 20000 Hz à ± 3 dB (décibels). Cet écart de 3 décibels correspond à une tolérance de 41%, quarante et un pour cent !

Le principe

Le schéma de principe est représenté en **figure 1a**. Le signal d'entrée subit d'abord une amplification de facteur 11. L'amplificateur qui suit est **un redresseur actif sans**

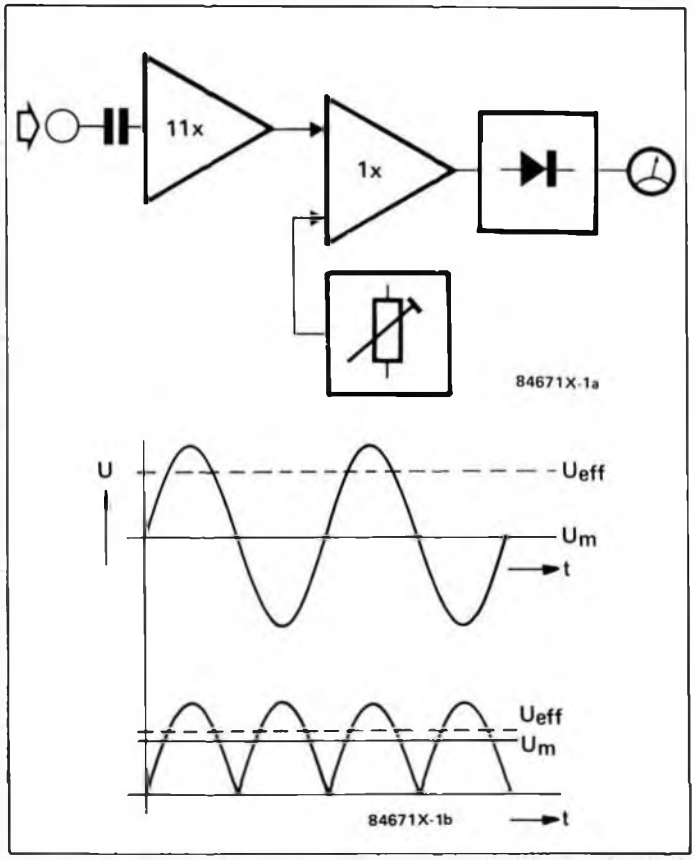


Figure 1 - Le schéma de principe du millivoltmètre audio comporte un condensateur puisque les tensions à mesurer sont alternatives, un amplificateur parce qu'elles sont très faibles, et un redresseur parce que les galvanomètres sont ainsi faits qu'ils restent indifférents aux tensions alternatives.

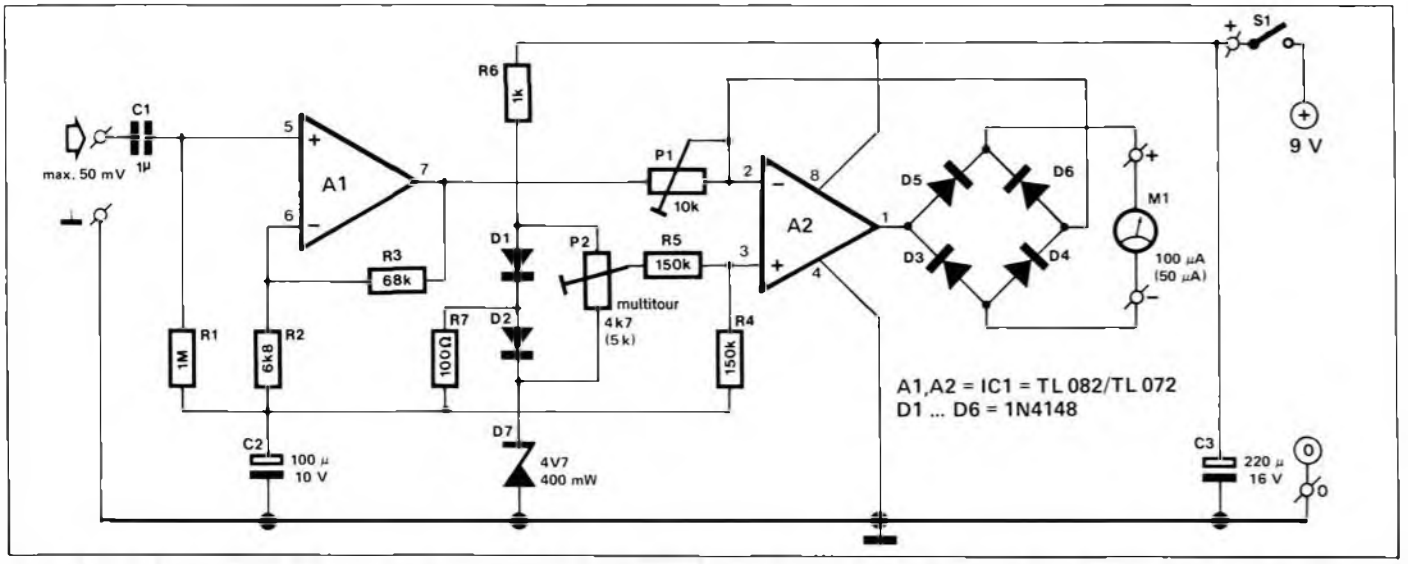


Figure 2 - Le schéma complet reprend en détail chacun des blocs fonctionnels du schéma de principe. Nous y avons ajouté une «masse artificielle» qui nous évite le recours à une alimentation symétrique. La compensation de la tension de décalage des amplificateurs est faite en appliquant à l'entrée non-inverseuse du redresseur une fraction (positive ou négative par rapport à la «masse») de la tension constante disponible aux bornes des deux diodes D1 et D2.

Le montage du redresseur A2 peut être considéré comme un convertisseur tension/courant. La tension de sortie prend la valeur nécessaire et suffisante pour que le courant créé à travers les diodes du pont de Graetz et le galvanomètre provoque aux bornes de P1 une chute de tension égale à la tension de sortie (référencée à la masse artificielle) de l'amplificateur A1 ; c'est la condition pour que la tension entre les deux entrées soit nulle, puisque l'entrée non-inverseuse est au potentiel de la «masse artificielle». Reprenez lentement et vous constaterez que jamais il n'est question de la tension aux bornes des diodes ni aux bornes du galvanomètre : l'intensité du courant qui traverse M1 et P1 (c'est la même puisque l'entrée n'en consomme pas) est régie uniquement par la tension de sortie de A1 et la résistance du potentiomètre P1. Foin de la résistance interne du galvanomètre et du seuil des diodes !

seuil, de gain unitaire. Le redresseur est nécessaire car une tension alternative appliquée à un galvanomètre le ferait osciller dans le cas de basses fréquences, ou le laisserait immobile dans le cas où la fréquence serait trop grande vis-à-vis de l'inertie de l'équipage mobile.

La mesure de tensions alternatives avec un multimètre analogique est toujours entachée d'une erreur due au seuil des diodes qui constituent le redresseur. Cette erreur est négligeable tant qu'il s'agit de tensions relativement élevées, mais elle ne l'est pas quand la valeur de crête de la tension à mesurer n'atteint même pas les 0,6 à 0,7 V du seuil d'une diode. D'où la nécessité de ce redresseur sans seuil.

Le potentiomètre est destiné à «caler» le zéro de l'amplificateur. Cet étalonnage sera fait une fois pour toutes. C'est aussi au cours de l'étalonnage que nous prendrons en compte le **facteur de forme** de la tension. La figure 1b montre l'aspect de la tension alternative et celui de la tension redressée. Le voltmètre affiche normalement la valeur **moyenne** (U_m) de la tension. Il est plus courant, et plus logique, de parler de tension **efficace** (U_{eff}); la valeur efficace d'une tension sinusoïdale est 1,111 fois plus grande que sa valeur moyenne.

Le schéma

Le schéma complet de la **figure 2** découle de celui de la figure 1a. L'amplificateur opérationnel A1 est monté en amplificateur non-inverseur de gain 11. La tension de sortie se calcule en fonction de la tension d'entrée et du rapport entre R3 et R2.

$$Vs = Ve \times (1 + \frac{R3}{R2})$$

La valeur de R3 étant dix fois supérieure à celle de R2, la tension de sortie V_s sera 11 fois plus grande que la tension d'entrée V_e.

Les condensateurs C1 et C2 sont des courts-circuits en alternatif, l'impédance d'entrée est donc égale à la résistance de R1, soit 1 MΩ. L'impédance d'entrée des amplificateurs opérationnels de type TL 082 ou TL 072 se chiffre en millions de mégohms (10^{12}) grâce aux transistors à effet de champ qu'ils utilisent. Elle n'influe donc pas de façon significative sur l'impédance d'entrée du montage.

L'amplificateur opérationnel A2 est monté, grâce aux diodes D3 à D6, en redresseur sans seuil. Ce montage est un amplificateur inverseur qui comporte des diodes dans sa boucle de contre-réaction. L'amplificateur, qui voit la tension de sortie à travers les diodes, compense automatiquement leur seuil. Ainsi même une très faible tension d'entrée provoquera le passage d'un courant dans le galvanomètre. Le courant qui traverse le galvanomètre provient de la sortie de l'amplificateur A1, passe par deux des diodes (suivant la polarité de la tension instantanée) et revient à l'amplificateur A2.

Nul !

Lorsque la tension en entrée est nulle (entrée en court-circuit), il faut que l'indication du galvanomètre soit zéro. Voyons comment sont fixées les tensions du montage au repos. La diode zener D7 fournit un décalage de 4,7 V par rapport au potentiel de la masse. C'est le potentiel du point commun aux diodes D1 et D2 (4,7 + 0,7 V) qui est considéré comme le zéro du circuit. Ce potentiel est appliqué par R7 et R1 à l'entrée non-inverseuse de l'amplificateur d'entrée A1. Cet amplificateur est bouclé par R3 et R2, donc sa tension de sortie est égale, au décalage près, à celle de son entrée non-inverseuse (+).

La même tension de référence est appliquée à l'entrée non-inverseuse de l'amplificateur redresseur A2. En théorie, les deux entrées d'A2 sont au même potentiel, et le potentiel de sa sortie est nul, donc égal à la tension de référence. Il ne doit circuler aucun courant à travers le galvanomètre. En pratique, du fait des tension de décalage des deux amplificateurs (*offset*), il en circule un . C'est le rôle du potentiomètre P2 que d'annuler la tension de sortie d'A2 en ajoutant à celle de son entrée non-inverseuse une faible tension continue, positive ou négative par rapport à la tension de référence. Les limites de cette tension sont + 0,7 V et − 0,7 V. Le réglage se fait avec les bornes d'entrée court-circuitées.

Dès qu'une tension alternative parvient à l'entrée non-inverseuse de A1, elle se trouve amplifiée, appliquée au redresseur et affichée par le galvanomètre.

Un mot de l'alimentation et nous aurons vu tous les détails du schéma. Les 6 mA (milliampères, 10^{-6} A) nécessaires sont fournis par une pile de 9 V, dont la résistance interne en alternatif est court-circuitée par C3, condensateur de **découplage**.

La pratique

Le schéma de la figure 2 ne conduit pas à un «remplissage» exagéré de la platine d'expérimentation de format 1. Le plan d'implantation de la **figure 3** en témoigne. Commencez par installer les ponts en fil et les résistances. Le potentiomètre P1 est un modèle ordinaire; au contraire pour P2 il faudra un modèle **multitour**. Ce type de potentiomètre est le seul à permettre un réglage aussi précis que nécessaire du zéro de l'appareil. Comme d'habitude, respectez l'orientation des diodes et des condensateurs chimiques. Le galvanomètre est polarisé également. Contrairement à l'habitude, le condensateur C1, malgré sa valeur relativement forte de 1 µF, n'est **pas polarisé**; il s'agit d'un modèle au polyester (ou «plastique») comme ceux de faible valeur que nous utilisons. Son encombrement inhabituel est visible sur la photo (au premier plan à droite).

Le galvanomètre est un modèle de 100 µA de déviation pleine échelle. Il est utilisé

ici pour indiquer une tension et non une intensité, et sa pleine échelle est de 50 mV. Les perfectionnistes courageux ne se priveront pas de démonter l'engin pour refaire la graduation et remplacer µA par µV. Les autres traduiront mentalement ampère par volt et feront une division par 2 de la valeur lue; ce ne sont donc pas des paresseux non plus. Et si je suis trop paresseux pour faire du calcul mental et pour refaire les graduations ? Qu'à cela ne tienne ! Montez un galvanomètre de 50 µA et remplacez le potentiomètre P1 de 10 kΩ par un autre de 20 kΩ.
Plus de questions ? Alors au boulot !

Premiers contrôles

Pour procéder aux premiers tests avant la mise en coffret, connectez le galvanomètre **avant** la pile. Cela évitera à l'aiguille de partir violemment en butée dans un sens ou dans l'autre avant de revenir au zéro. C'est ce qui risque de se passer si l'amplificateur opérationnel est alimenté alors que sa boucle de contre-réaction est ouverte : la tension de sortie tend vers l'un des pôles de l'alimentation. Mesurez au multimètre la tension aux trois points suivants : pôle positif de C2 (l'autre est à la masse), sortie de A1 (broche 7), sortie de A2 (broche 1) ; tous ces points doivent avoir la même tension d'environ 5,4 V. Si oui, il y a de fortes chances pour que tout fonctionne correctement. Si non, trouvez et corrigez votre ou vos erreurs.

Étalonnage

Commencez par le réglage du zéro, au moyen de P2 dont nous avons déjà parlé. Il se peut qu'au moment du court-circuit des bornes d'entrée, l'aiguille dévie à fond puis revienne au voisinage du zéro. Pas d'affolement, cela signifie que le condensateur avait une charge résiduelle à écouler. Le réglage de la déviation en pleine échelle, au moyen de P1, est un peu moins simple. Si vous disposez d'un autre appareil étalonné, il suffit de comparer leurs indications, l'un et l'autre étant raccordés à la même source, et de tourner P1 pour les faire coïncider.
Comme vous n'avez de millivoltmètre alternatif étalonné, vous allez devoir travailler un peu plus. Commencez par souder deux résistances supplémentaires comme sur la **figure 5**. Il s'agit de Ra, de 1 kΩ, et de Rb, de 120 kΩ. Elles forment un diviseur de tension auquel est appliquée la tension de référence du montage de 5,4 V. La tension aux bornes de Ra est de 45 mV. Cette tension est appliquée au redresseur sans seuil et au galvanomètre. Un redresseur fournit évidemment une tension continue en sortie quand il reçoit une tension continue en entrée. Le galvanomètre affiche la tension moyenne, qui est ici de . . .45 mV. Compte-tenu du facteur de forme dont nous parlions plus haut, cette tension moyenne de 45 mV correspond à une tension efficace de 50 mV. Nous pouvons donc sans risque d'erreur faire afficher au galvanomètre la valeur de 50 mV. A présent le millivoltmètre est étalonné, à condition toutefois que vous ayez court-circuité l'entrée.

Dessoudez Ra et Rb et montez le tout dans le boîtier de votre choix.

84671

Figure 3 - Tous les commentaires intéressants vous ont été prodigués sous la figure 2. Tout ce qu'on peut dire de celle-ci est qu'elle représente l'implantation des composants sur une platine d'expérimentation de format 1. Pas de quoi en faire un plat.

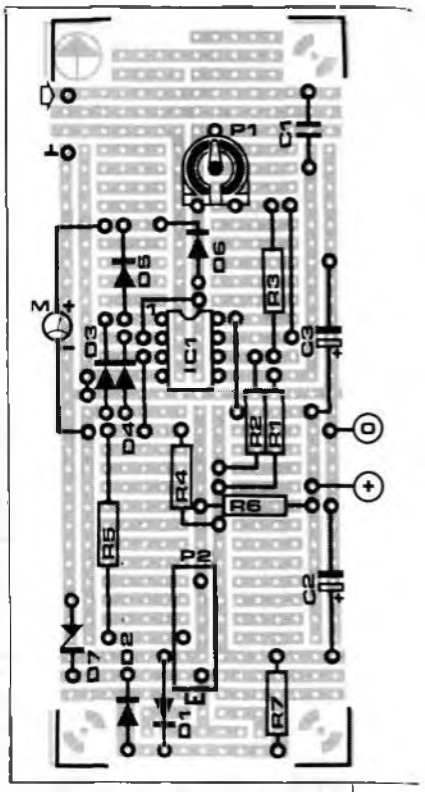


Figure 4 - La fin approche ! Parvenus à ce point, vous n'avez plus qu'à loger votre millivoltmètre dans son boîtier. Pour modifier les inscriptions, le plus simple est de les recouvrir soit du produit blanc pâteux utilisé pour camoufler leurs fautes de frappe par les dactylos qui n'en sont pas encore au traitement de texte, soit d'étiquettes de petit format, puis de récrire proprement au normographe par-dessus.

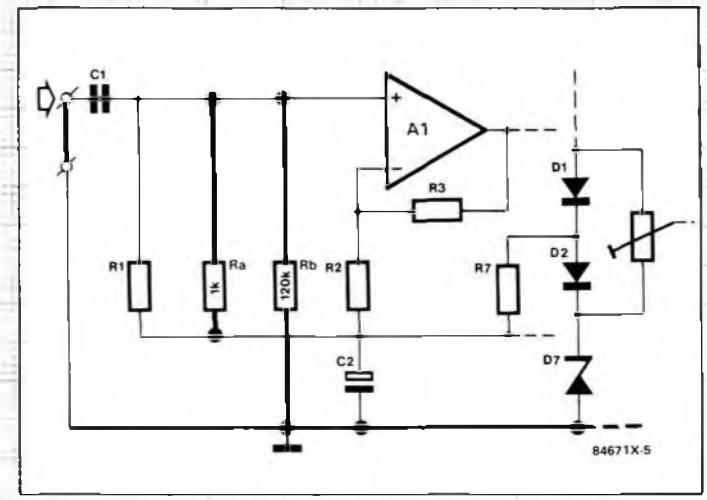


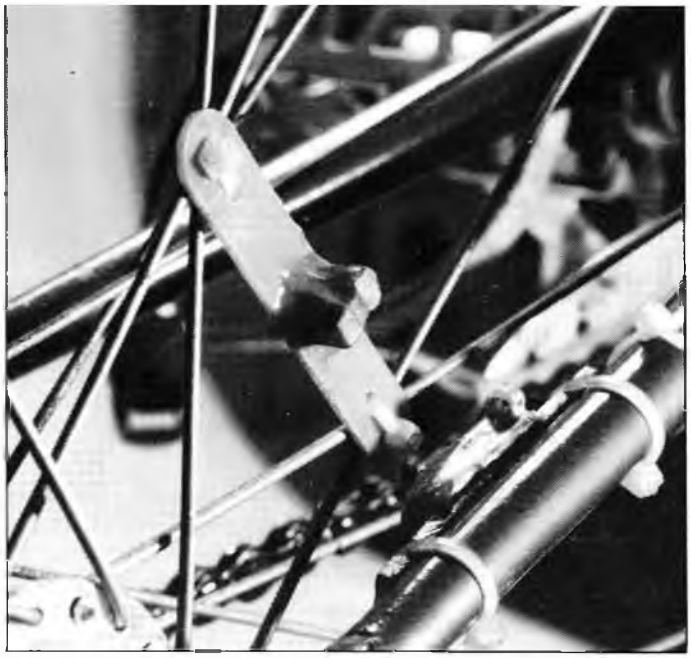
Figure 5 - La référence de tension qui fournit le zéro artificiel servira momentanément à l'étalonnage de la pleine échelle. Les deux résistances supplémentaires seront dessoudées aussitôt le réglage terminé.

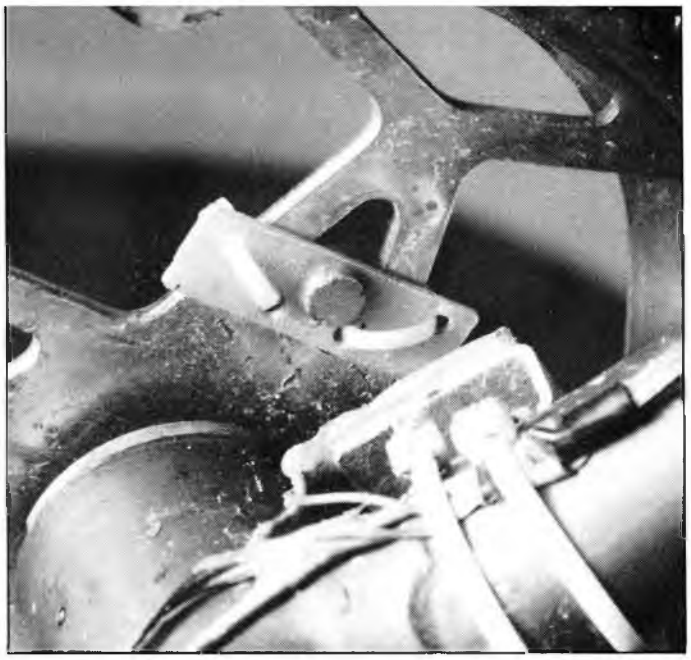
Liste des composants

R1 = 1 MΩ
R2 = 6,8 kΩ
R3 = 68 kΩ
R4,R5 = 150 kΩ
R6 = 1 kΩ
R7 = 100 kΩ
P1 = 10 kΩ
P2 = 4,7 kΩ (5 kΩ) ou 10 kΩ 10 tours
C1 = 1 µF non polarisé (MKT ou MKH)
C2 = 100 µF/16 V
C3 = 220 µF/16 V
D1 à D6 = 1N4148
D7 = zener 4,7 V, 400 mW
IC1 = TL 082 ou TL 072 double amplificateur opérationnel à entrées par JFET

divers :
1 platine d'expérimentation de format 1
M1 = galvanomètre à cadre mobile 100 µA (ou 50 µA)
S1 = interrupteur marche-arrêt
1 pile compacte de 9 V/1 coupleur de pile
6 picots à souder ∅ 1,2 mm
1 boîtier
2 douilles banane
fil de câblage souple et accessoires

La tension de service indiquée sur un condensateur chimique sera égale ou supérieure à la valeur spécifiée pour ce condensateur dans la liste des composants.





tachymètre de bicyclette

Un tachymètre –il n'est peut-être pas inutile de le préciser– est un appareil de mesure des vitesses (du grec «takhus» = rapide). Construire soi-même un tachymètre de bicyclette, voilà une superbe idée. Il se trouvera bien sûr des grincheux pour nous reprocher cette publication sous prétexte que l'on vous propose maintenant dans le commerce spécialisé des petits appareils à afficheur à cristaux liquides. Ces petites merveilles de technique et de miniaturisation vous indiquent votre vitesse, vous chronomètrent, vous donnent l'heure, votre moyenne et font office par dessus le marché de compteur kilométrique avec totalisateur et compteur journalier. Il est vrai que ces appareils existent, que leurs performances sont étonnantes, mais il est non moins vrai que leur prix les range dans les articles de luxe. Finalement, et c'est ce qui importe, réaliser soi-même un tachymètre, c'est d'abord apprendre une foule de choses sur l'électronique. Dans le cadre particulier de ce numéro, c'est aussi une application pratique des monostables dont nous abordons l'étude par ailleurs dans la rubrique *la logique sans hic*, tandis que dans la rubrique *analogique anti-choc* on s'intéresse de très près au principe du réseau de temporisation RC. Quel programme ! Avec le circuit que nous vous proposons de réaliser, vous mesurerez non seulement la vitesse (jusqu'à 75 km/h) mais aussi votre cadence de pédalage, c'est-à-dire le nombre de coups de pédale à la minute. La plage de mesure s'étend de 0 à 150 tours/minute. Si vous n'avez pas de vélo, si vous avez déjà un tachymètre, ou si vous vous en fichez comme de votre première soudure, ne négligez pas de lire cet article ; on y apprend à se servir de résistances, de condensateurs et de bascules monostables pour manipuler les durées et les mesurer... Bonne route.

Le principe de fonctionnement

Commençons en toute logique par les capteurs chargés de détecter l'un les tours de roue et l'autre les tours de pédale ; il s'agit de deux interrupteurs à lame souple (ILS) commandés chacun par un petit aimant. L'interrupteur reste immobile, l'aimant tourne. A chaque passage de l'aimant devant l'interrupteur, celui-ci se ferme et produit une impulsion que le circuit électronique exploite. Nous verrons comment. Auparavant il faut savoir que l'un des aimants est fixé entre les rayons et l'interrupteur correspondant sur la fourche. L'autre est solidaire du pédalier et passe devant l'interrupteur fixé sur le cadre. C'est ce que montrent les deux photographies.

L'impulsion produite par le passage de l'aimant devant l'interrupteur qui se ferme est appliquée à l'entrée de déclenchement d'une bascule monostable. Pour la roue, c'est MMV1 sur le schéma de la figure 1 et pour le pédalier, c'est MMV2. C'est par les lettres MMV que l'on désigne un **m**onostable **m**ulti-**v**ibrator comme on dit en anglais ; en français, ce sont des multivibrateurs (ici, plus précisément, des bascules) monostables. Pour découvrir ce qui se cache derrière ces mots, nous vous invitons à lire sans tarder la rubrique *la logique sans hic* de ce numéro.

Faux rebond

L'entrée A est reliée à la broche 4 de MMV1 où l'on trouve aussi un réseau RC (R1 et C1), le même d'ailleurs que sur la broche 12 de MMV2 à laquelle est reliée l'entrée B. Le deuxième réseau que forment R2 et C2 a la même fonction, laquelle est la suppression de l'effet des rebonds du contact mécanique au moment où il se ferme.

Il faut en effet qu'il n'arrive au monostable qu'une seule impulsion par tour de roue ou par tour de pédale. Or si l'on observe «au ralenti» la fermeture d'un contact mécanique (à l'aide d'un oscilloscope par exemple), on s'aperçoit du fait qu'au lieu de se fermer simplement comme une porte que l'on claque, celui-ci **rebondit** plusieurs fois comme le ferait une balle en caoutchouc, avant de s'immobiliser en position fermée.

Étudions en détail la manière de supprimer l'effet de ces rebonds à l'aide d'un réseau RC. Quand le contact de l'ILS se ferme, l'entrée de déclenchement de la bascule monostable (par exemple la broche 4 de MMV1) passe au niveau logique bas. Le condensateur (C1) qui s'était chargé (à travers R1) se décharge brutalement. En l'absence de ce condensateur, l'entrée du monostable repasserait au niveau haut dès le premier rebond, quand le contact (de S3) se rouvre ; mais comme le condensateur n'a pas le temps de se recharger à travers la résistance de forte valeur (1 MΩ), l'entrée de la bascule **reste au niveau bas –le condensateur est court-circuité–** quand bien même le contact se rouvre. Quand le contact se referme avec le rebond suivant, le condensateur est à nouveau soumis à un court-circuit... et ainsi de suite jusqu'à ce que cessent les rebonds du contact. N'oubliez pas que tout cela n'a duré que quelques millièmes de seconde ! Maintenant les rebonds sont finis, le contact est fermé pour de bon. Pourtant **l'entrée de déclenchement de la bascule n'a pas encore reçu de flanc ascendant**. Il faut pour cela que le condensateur du réseau RC se charge et que la tension à ses bornes dépasse le seuil de déclenchement de l'entrée de la bascule. Ceci ne se produit que lorsque, dans sa course, l'aimant a dépassé l'interrupteur à lame souple et que par conséquent le contact s'ouvre.

En résumé : l'ILS s'ouvre, le condensateur se charge, cela produit un flanc ascendant sur l'entrée de déclenchement de la bascule dont la sortie passe au niveau haut. C'est le début de l'impulsion calibrée dont la durée est fixée par R3 et C3 pour MMV1 et par R4 et C4 pour MMV2. Mais avant d'en arriver là, un autre détail mérite votre attention.

Impulsions inégales

Le laps de temps qui s'écoule

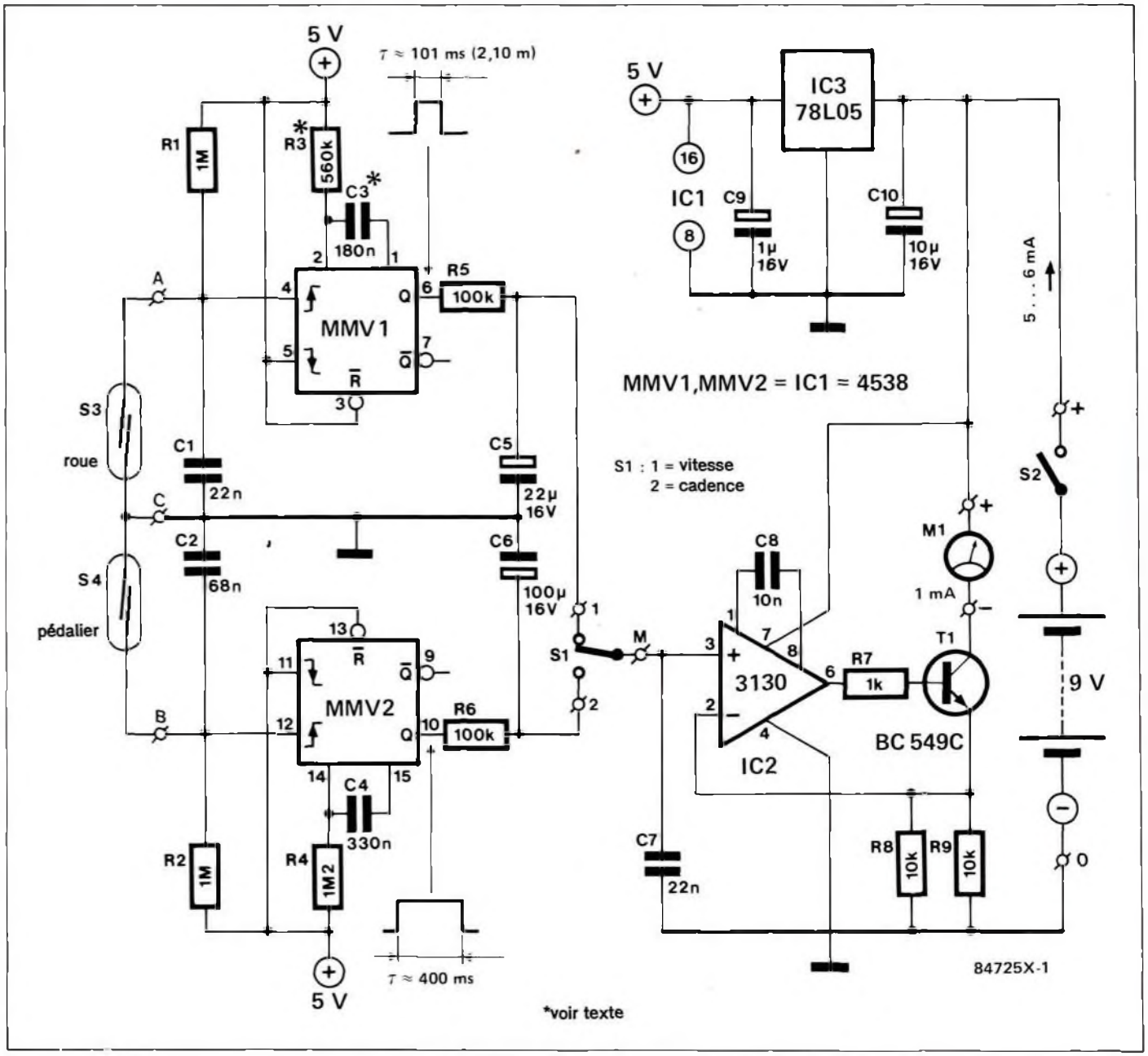
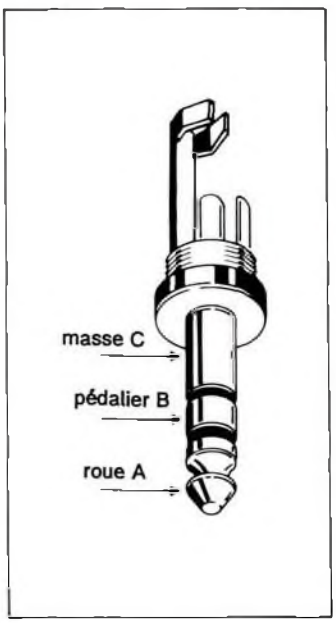


Figure 1 - Est-ce donc là tout ce qu'il faut pour faire un tachymètre ?
Eh oui, rien que ça... et savez-vous quels sont les composants qui y jouent le rôle essentiel ? Ce sont les condensateurs des réseaux de temporisation, les uns pour supprimer les rebonds des contacts mécaniques (C1 et C2), les autres pour calibrer les impulsions (C3 et C4) et deux autres enfin pour intégrer ces impulsions et en faire une tension continue (C5 et C6).

entre la fermeture du contact et sa réouverture, c'est-à-dire la durée du passage de l'aimant devant l'ILS, varie en *fonction de la vitesse de* rotation de la roue ou du pédalier. C'est pourquoi la valeur de C2 est différente de celle de C1. Les tours de pédale sont plus espacés que les tours de roue, la période pendant laquelle est fermé l'interrupteur commandé par l'aimant du pédalier est donc **plus longue** que celle pendant laquelle se ferme l'interrupteur commandé par l'aimant de la roue.
Cette différence explique aussi la différence de valeur entre les réseaux RC de temporisation qui déterminent la durée de l'impulsion calibrée produite par chacune des bascules monostables. La valeur de R4 et C4 a été fixée de telle sorte que l'impulsion de MMV2 dure 400 ms; en effet, si la cadence de rotation maximale est de 150 t/mn, chaque tour de *pédalier durera*
60 : 150 = 0,4, soit 400 ms
La valeur de R3 et C3 est fixée de telle manière que l'impulsion de MMV1 dure 101 ms. En effet, à la vitesse maximale de 75 km/h, il faut à une roue dont la circonférence est de 2,1 m (roue de 26 pouces)
75000 m : 2,1 m = 35715 tours de roue/heure
soit 3600 s : 35715 = 101 ms par tour de roue
Avec des impulsions dont la durée est ainsi calibrée, on obtiendra à raison de 150 coups de pédale à la minute et une vitesse de 75 km/h, *une succession d'impulsions ininterrompues*.
C'est ce que montrent la première et la troisième lignes du chronogramme de la **figure 2**. Les impulsions de la sortie de MMV1 sont nettement espacées à 19 km/h sur la deuxième ligne, de même *que les impulsions de la sortie* de MMV2 le sont à 100 coups de pédale à la minute sur la dernière ligne. Précisons qu'en réalité (lorsque l'on examine le circuit à l'aide d'un oscilloscope par exemple) les impulsions sont beaucoup plus rapprochées encore qu'elles ne le sont sur le chronogramme schématisé de la figure 2.
Si vous posez une équerre sur la ligne graduée en centaines de millisecondes au bas de la figure 2, vous verrez que dans la deuxième ligne, l'impulsion donnée par le passage de l'aimant de la roue dure 100 ms; puis il ne se passe rien jusqu'au passage suivant de l'aimant qui intervient à 400 ms.



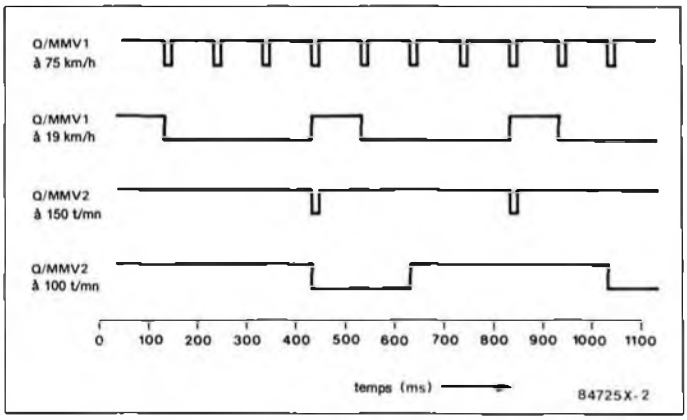


Figure 2 - Chronogramme simplifié des impulsions de vitesse de rotation et de cadence de pédalage. L'espace entre les impulsions rend compte de la vitesse de rotation des roues et du pédalier.

Pour calculer la durée de l'impulsion, il suffit de multiplier la valeur du condensateur par la valeur de la résistance. Nous avons déjà indiqué plus haut que cette question est traitée avec force détails dans la rubrique *analogique anti-choc* de ce mois-ci. La lecture de cet épisode vous sera doublement bénéfique, car on y explique aussi comment les réseaux R5/C5 et R6/C6 vont nous permettre de passer d'une série d'impulsions plus ou moins espacées à une indication de la vitesse et de la cadence de pédalage.

Plus les impulsions de sortie des bascules monostables sont rapprochées, plus elles ont le temps de charger les condensateurs C5 d'une part et C6 d'autre part, et moins ceux-ci ont le temps de se décharger. Le niveau de tension continue prélevé par le contact commun (M) de S1 se présente donc comme une image de la vitesse de rotation quand S1 est en position 1 ou de la cadence de pédalage quand S1 est en position 2. On dit que les réseaux RC **intègrent** les impulsions pour en faire une tension continue, et l'on parle par conséquent de réseau **intégrateur**.

La différence de valeur entre C5 et C6 s'explique elle aussi par la périodicité plus basse des impulsions produites par le mouvement du pédalier. De la forte valeur de C6 il résulte une certaine inertie de l'affichage de la cadence par le galvanomètre : il faut un certain temps avant que la déviation de l'aiguille rende compte de l'accélération ou du ralentissement de la cadence de pédalage. On peut remédier à cela en réduisant la valeur de ce condensateur (la même correction est envisageable pour C5).

Le galvanomètre est un simple appareil de mesure à cadre mobile d'une sensibilité de 1 mA : son aiguille est en fin de course en butée à droite quand la bobine est traversée par un courant d'une intensité de 1 mA. Si vous n'avez pas de galvanomètre de cette sensibilité sous la main, il suffira d'adapter le courant en jouant sur la valeur de R8 et/ou R9.

Une source de courant commandée en tension

Le circuit intégré IC2 est un amplificateur opérationnel qui à partir de la tension fournie par l'un des réseaux intégrateurs délivre à son tour une tension de commande au transistor T1. Celui-ci est donc plus ou moins conducteur, en fonction de la tension de commande, et l'intensité du courant qui y circulera du collecteur à l'émetteur sera en proportion. En gros, quand les aimants passent rapidement devant les interrupteurs, la tension est forte, l'intensité du courant l'est aussi, et inversement quand les passages sont espacés, la tension est faible, le transistor presque bloqué ne laisse plus passer qu'un faible courant. Or sur le schéma on voit que le courant qui traverse le transistor passe par la bobine du galvanomètre dont l'aiguille déviera par conséquent d'autant plus que l'intensité sera forte.

Sur la **figure 3** nous vous proposons une échelle graduée à substituer à l'échelle originale du galvanomètre que vous utiliserez. En haut, la vitesse, en bas la cadence (pour une roue de 26 pouces). Le démontage du cadran d'un galvanomètre est facile quand le capot transparent n'est retenu que par deux ou quatre ergots qu'il suffit d'écarter pour le dégager. L'extraction du cadran d'origine devra être effectuée avec le plus grand soin afin de ne pas endommager l'équipage mobile et plus particulièrement son aiguille.

Le choix du coffret demande beaucoup d'attention et même de la perspicacité : il faut qu'il soit étanche, que le galvanomètre puisse y être monté aisément, qu'il ne soit pas trop gros et facile à fixer sur le guidon. Plutôt que d'établir une liaison câblée fixe entre le coffret et les capteurs, nous vous conseillons de faire une connexion amovible qui vous réserve la possibilité de mettre votre tachymètre à l'abri des convoitises. Une fiche jack stéréo permet d'établir une liaison fiable à la fois pour ce qui concerne l'électronique et pour ce qui concerne la mécanique.

L'alimentation est assurée par une pile de 9 V qui tiendra longtemps puisque la consommation du circuit ne dépasse guère la demi-douzaine de milliampères.

Rappel : 1 pouce = 2,54 cm

Si les roues de votre bicyclette ont un diamètre différent de 26 pouces, par exemple 28, il faudra y adapter la constante de temps. Il suffit pour cela de mesurer la circonférence en centimètres, et de la multiplier par le facteur 0,48 pour obtenir la durée de l'impulsion correspondante en millisecondes. Ensuite on donne à R3 et à C3 les valeurs qui permettront d'obtenir cette durée.

Si vous préférez ne pas modifier le circuit lui-même, il vous reste – outre la possibilité de changer de vélo – celle de modifier l'échelle graduée placée sous l'aiguille du galvanomètre. Avec une roue de 24 par exemple, la vitesse maximale affichée ne sera plus que de 69 km/h, tandis qu'avec une roue de 28, on passe à un maximum de 81 km/h. Les valeurs intermédiaires seront obtenues à l'aide du facteur de multiplication 0,92 pour une roue de 24 et le facteur 1,08 pour une roue de 28.

84725

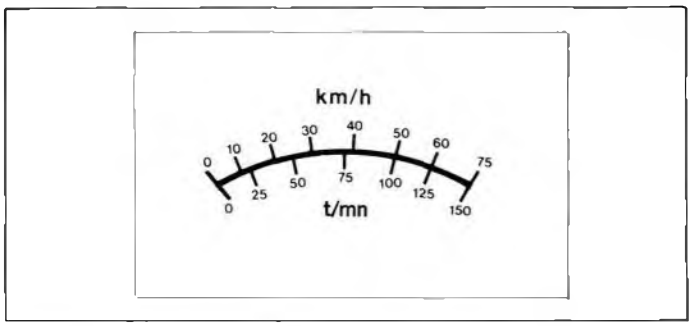


Figure 3 - Échelle graduée pour le galvanomètre.

Liste des composants

R1,R2 = 1 MΩ
R3 = 500 kΩ
R4 = 1,2 MΩ
R5,R6 = 100 kΩ
R7 = 1 kΩ
R8,R9 = 10 kΩ
C1,C7 = 22 nF
C2 = 68 nF
C3 = 180 nF
C4 = 330 nF
C5 = 22 µF/16 V
C6 = 100 µF/16 V
C8 = 10 nF
C9 = 1 µF/16 V
C10 = 10 µF/16 V
T1 = BC549C
IC1 = 4538
IC2 = CA3130
IC3 = 78L05

Divers :
S1 = inverseur
S2 = interrupteur
S3,S4 = ILS
2 petits aimants
M = galvanomètre, 1 mA
batterie 9 V
1 platine d'expérimentation de format 1

éventuellement :
fiche jack mâle stéréo avec femelle châssis/boîtier

La tension de service indiquée sur un condensateur chimique sera égale ou supérieure à la valeur spécifiée pour ce condensateur dans la liste des composants.

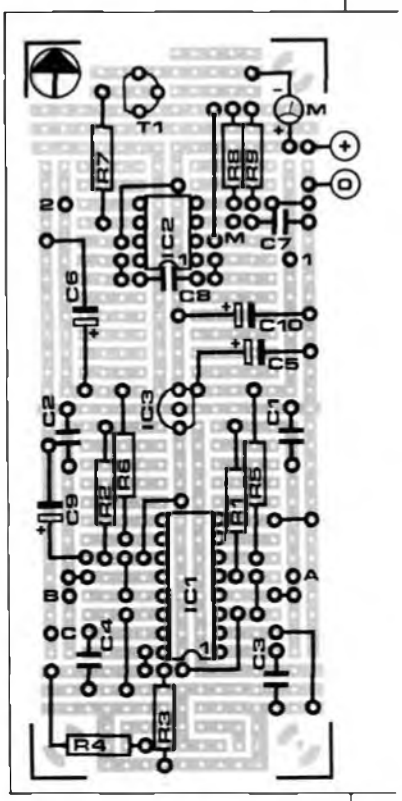
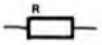


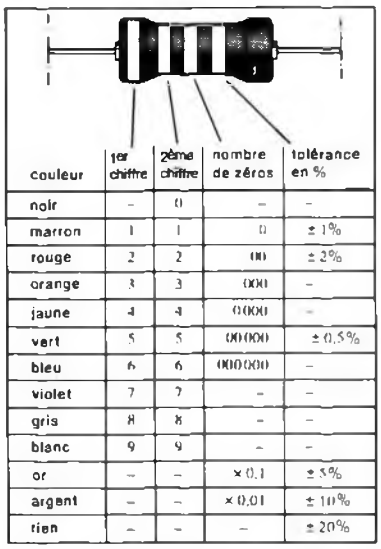
Figure 4 - Le plan d'implantation n'est pas une garantie absolue de réussite du montage, mais il facilite les choses. Veillez à orienter convenablement les composants polarisés.

composants

Résistances



Les composants marqués par la lettre R sont des résisteurs couramment appelés résistances, dont la valeur ohmique est indiquée par un code de couleurs :

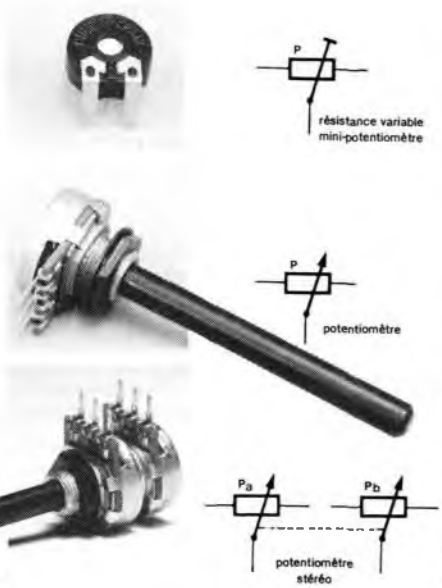


couleur	1er chiffre	2ème chiffre	nombre de zéros	tolérance en %
noir	–	0	–	–
marron	1	1	0	± 1%
rouge	2	2	00	± 2%
orange	3	3	000	–
jaune	4	4	0000	–
vert	5	5	00000	± 0,5%
bleu	6	6	000000	–
violet	7	7	–	–
gris	8	8	–	–
blanc	9	9	–	–
or	–	–	× 0,1	± 5%
argent	–	–	× 0,01	± 10%
rien	–	–	–	± 20%

Exemples :
marron-rouge-marron-argent : 120 Ω ±10%
jaune-violet-orange-argent : 47 000 = 47 kΩ (ou 47 k) ±10%
marron-vert-vert-or : 1 500 000 = 1,5 MΩ (ou 1,5 M) ±5%
Dans les schémas d'ELEX nous n'utilisons que des résistances de la série E12, à 10% ou 5% de tolérance. Sauf mention spéciale, la puissance nominale des résistances est de 1/4 watt.

Potentiomètres

La lettre P sert à désigner les potentiomètres même lorsque ceux-ci sont utilisés en résistance variable (une extrémité de la piste inutilisée ou reliée au curseur). Le curseur du potentiomètre prélève sur la piste du potentiomètre une portion de la tension présente aux extrémités de la piste. Il existe, outre les potentiomètres ordinaires, de petits potentiomètres sans axe, que l'on actionne à l'aide d'un tournevis et des potentiomètres doubles (sur le symbole, le curseur ne se termine pas en forme de flèche, mais en forme de T).



Ohms et farads

La valeur de résistance et de capacité est indiquée en fractions d'ohms ou de farads à l'aide des préfixes suivants:

p	= pico	= 10^{-12}	=	un millionième de millionième
n	= nano	= 10^{-9}	=	un milliardième
µ	= micro	= 10^{-6}	=	un millionième
m	= milli	= 10^{-3}	=	un millième
k	= kilo	= 10^{3}	=	mille
M	= mega	= 10^{6}	=	un million
G	= giga	= 10^{9}	=	un milliard

Pour faciliter la lecture, le préfixe est utilisé dans ELEX non seulement pour remplacer les zéros avant ou après la virgule, mais aussi pour remplacer la virgule elle-même :
3k9 = 3,9 kΩ = 3900 Ω
4µ7 = 4,7 µF = 0,0000047 F

Condensateurs

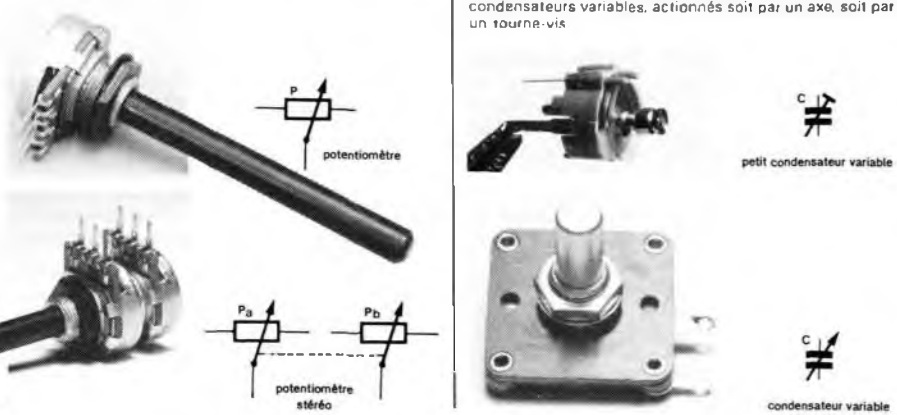
Les condensateurs sont de petits réservoirs de charge désignés par la lettre C. Ils s'opposent au passage des tensions continues, mais servent à acheminer les tensions alternatives. La taille de la charge admise par un condensateur est appelée sa capacité et est exprimée en farad. La valeur des condensateurs ordinaires (céramique ou à film) est comprise entre 1 pF et 1 µF, c'est-à-dire 1 millionième de millionème de farad et 1 millionième de farad. Selon les fabricants, la capacité est indiquée de différentes manières sur le condensateur lui-même :
1n5 = 1,5 nF; 0,03 µF = 30 nF; 100 p (n100 ou n1) = 100 pF
Il arrive aussi que le dernier chiffre indique le nombre de zéros d'une valeur exprimée en picofarads : 152 = 1500 pF = 1,5 nF.
La tension indiquée sur les condensateurs doit être supérieure de 20% au moins à la tension à laquelle les condensateurs sont utilisés.

Condensateurs électrolytiques

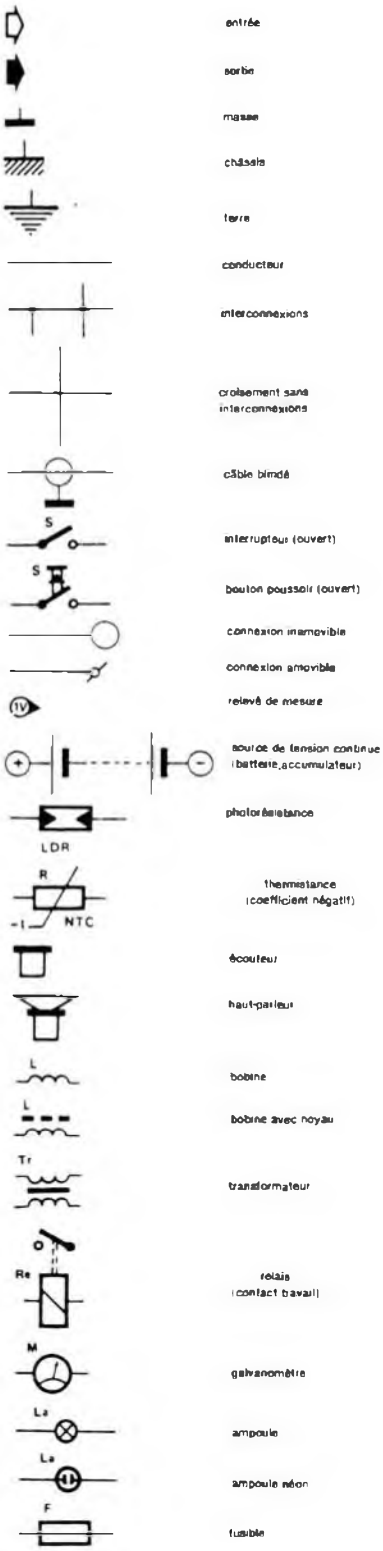
Les condensateurs électrolytiques ou électrochimiques ont une capacité élevée par rapport aux autres condensateurs (entre 1 µF et 10 000 µF). Ils sont polarisés, ce qui signifie qu'ils ont une borne positive et une borne négative qu'il ne faut pas intervertir! Sur les condensateurs au tantale (une variété de petits condensateurs électrolytiques), l'armature positive est toujours reliée à la plus longue des deux connexions du condensateur. La tension de service des condensateurs électrochimiques est toujours indiquée dans le schéma et dans la liste des composants. Il est interdit d'utiliser des condensateurs dont la tension de service maximale est inférieure à la valeur indiquée. Il est permis d'utiliser des condensateurs dont la tension de service maximale est supérieure à la tension indiquée dans la liste des composants, mais cela [illegible] dans la plupart des cas un encombrement plus [illegible]

Condensateurs variables

Tout comme il existe des résistances variables, il existe des condensateurs variables, actionnés soit par un axe, soit par un tourne-vis.



Divers symboles utilisés dans les schémas



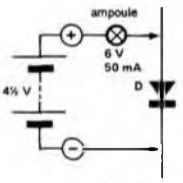
Relevés de mesure

Dans certains schémas et dans les textes descriptifs figurent des relevés de mesure chiffrés qu'il convient de considérer comme des valeurs nominales : les valeurs réelles peuvent dévier jusqu'à 10 % (en raison de la tolérance des composants, des appareils de mesure, etc) sans que cela indique un défaut significatif. Les mesures effectuées sur les prototypes sont effectuées à l'aide d'un multimètre universel dont la résistance interne est de 20 kΩ/V.

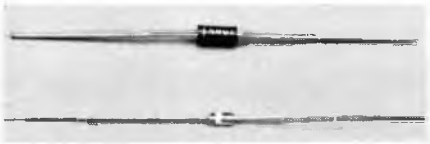
composants

Diodes

Désignées par la lettre D, les diodes sont les semi-conducteurs les plus simples. On peut les considérer comme des «rues à sens unique» ou des «clapets anti-refoulement» électroniques. Elles ne laissent passer le courant que dans un seul sens, indiqué par l'orientation de la pointe de la flèche du symbole. Dans le sens direct (ou passant) d'une diode au silicium apparaît une différence de potentiel de 0,6 V entre ses bornes; on parle de chute de tension ou de seuil de conduction. Les deux connexions d'une diode s'appellent l'anode (côté du symbole qui ressemble au A majuscule) et la cathode (côté du symbole qui ressemble au K majuscule); cette dernière est marquée sur le corps de la diode par un anneau de couleur, un point ou un méplat.
Pour déterminer la polarité d'une diode dépourvue de repère, utiliser le dispositif représenté ci-dessous :



La lampe ne s'allume que si la diode est polarisée dans le sens indiqué.
Les caractéristiques essentielles d'une diode sont la tension de blocage et le courant maximal en sens direct. Dans Elex, nous utiliserons essentiellement les diodes 1N4148 (tension de blocage 75 V, courant max. 200 mA) et 1N4001 (tension de blocage 50 V, courant max. 1 A).

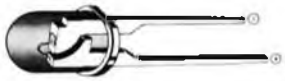


Diode zener

Il existe des diodes qui, polarisées en inverse, ne bloquent plus le passage du courant en sens inverse au-delà d'une certaine tension appelée tension zener. La tension aux bornes d'une telle diode devenue passante en sens inverse reste relativement constante. Les diodes zener sont disponibles avec des tensions et des puissances variées.

Diodes électro-luminescentes

Les LED (*light emitting diodes*) ou DEL sont moulées dans un corps translucide qui leur permet d'émettre de la lumière. Le seuil de conduction de ces diodes n'est pas de 0,6 V, mais varie, selon la couleur émise, entre 1,6 V et 2,4 V. L'intensité du courant est comprise entre 15 et 25 mA. A la cathode de la diode correspond la connexion la plus courte. Elle est repérée sur le corps de la diode par un méplat.



Photodiode

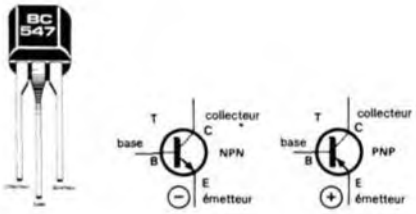
La fonction d'une photodiode est l'inverse de celle d'une LED. Au lieu d'émettre de la lumière, la photodiode fournit un courant proportionnel à l'intensité de la lumière reçue.

Diode capacitive

Polarisée dans le sens bloquant, la diode capacitive se comporte comme un condensateur dont la capacité varie en fonction de la tension aux bornes de la diode. Il s'agit donc d'un condensateur commandé en tension.

Transistors

Les transistors bipolaires sont des semi-conducteurs comme les diodes et les LED. Ils comportent néanmoins trois connexions : la base, l'émetteur et le collecteur. Il existe des transistors PNP et des transistors NPN. Sur ces derniers, l'émetteur se trouve toujours à un potentiel négatif par rapport au potentiel du collecteur, tandis que sur les transistors PNP c'est l'inverse.

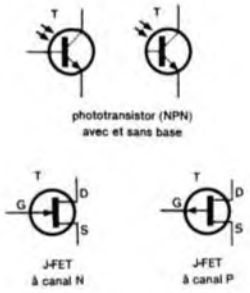


Un faible courant de base (qui circule entre la base et l'émetteur) provoque l'apparition d'un courant beaucoup plus important entre le collecteur et l'émetteur; on dit que le transistor amplifie le courant de base. Les transistors restent les composants essentiels en matière d'amplification.

Dans nos schémas, nous utilisons essentiellement les transistors de type BC547 (NPN) et BC557 (PNP) dont le brochage est d'ailleurs identique. Dans beaucoup de schémas, il est possible de remplacer ces transistors par des équivalents aux caractéristiques proches ou identiques. Par exemple :
NPN : BC548, BC549, BC107(-8,-9), BC237(-8,-9)
PNP : BC558, BC559, BC177(-8,-9), BC251(-2,-3)

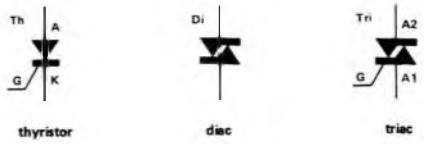
Transistors spéciaux

Il existe bon nombre de transistors de types différents; citons notamment les phototransistors et les FET. Le phototransistor peut être considéré comme une photodiode amplifiée, ou encore un transistor dont le courant de base est fourni par la lumière incidente. Le FET (*field effect transistor*) ou transistor à effet de champ est commandé par une tension, et non par un courant de base. Tout comme il existe des transistors bipolaires NPN et PNP, il existe des FET à canal N et des FET à canal P.



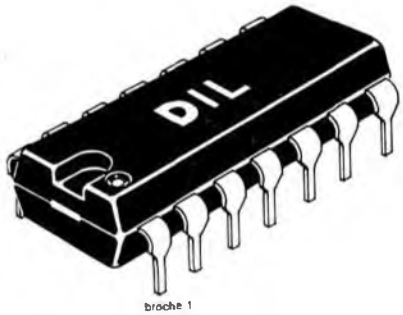
Autres composants actifs

Le thyristor est une diode commandée par un courant de gâchette. Le triac fonctionne comme le thyristor, mais dans les deux sens, ce qui permet de l'utiliser pour commander le passage du courant alternatif. Le diac bloque dans les deux sens jusqu'à ce que la tension dépasse un certain seuil, au-delà duquel le diac conduit dans les deux sens.



Circuits intégrés

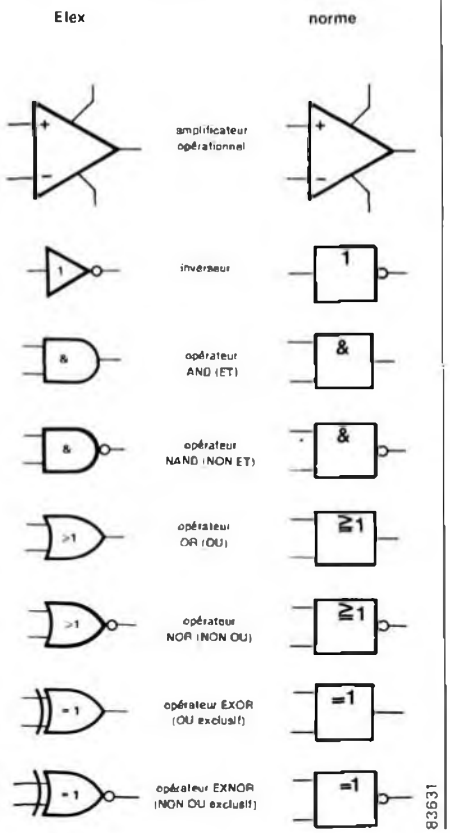
Dans les schémas, les circuits intégrés sont désignés par les lettres «IC» de l'anglais *integrated circuit*. Il existe désormais tant de cicuits intégrés différents qu'il est devenu impossible de les caractériser de façon générale, si ce n'est en disant d'un circuit intégré qu'il s'agit d'un agglomérat complexe de jonctions semi-conductrices fortement miniaturisé. Jusqu'à une date récente, la plupart des circuits intégrés apparaissait sous la forme de boîtier DIL (*dual in line* = broches disposées sur deux rangées parallèles). Dans les schémas d'ELEX nous continuerons d'utiliser ce type de composants. La broche 1 des circuits intégrés DIL se trouve toujours à gauche du repère lorsque celui-ci se trouve en haut du circuit intégré vu de dessus.



Il existe pour la plupart des circuits intégrés des équivalents plus ou moins nombreux. Dans les listes de composants, il est impossible de mentionner toutes les références disponibles; le plus souvent, seule la partie significative de la référence est mentionnée, par exemple 741 pour LM741, µA741, MC741, SN72741, etc...
Sauf mention spéciale, il est préférable de prévoir systématiquement des supports de bonne qualité pour les circuits intégrés utilisés dans les schémas d'ELEX.

Symboles

Les symboles utilisés dans les schémas d'ELEX, notamment ceux des opérateurs logiques, ne sont pas les symboles industriels normalisés.



Lampe clignotante

Voici un petit montage astucieux dans notre série "il suffisait d'y penser". Vous pouvez constater sur le schéma de la figure 1 qu'il s'agit d'un montage particulièrement simple ! Il se compose en tout et pour tout d'une ampoule à incandescence et d'un *starter* de tube luminescent; montés ainsi, ces deux composants forment un étonnant clignotant.

Le montage de la **figure 1** paraît presque trop simple, et pourtant il fonctionne. Voyons comment. La figure 2 rappelle le montage normal d'un tube fluorescent avec son starter et son ballast. Le starter représenté en détail comporte lui-même un petit tube fluorescent et un condensateur. Le condensateur joue le rôle d'antiparasite et n'intervient pas directement dans le fonctionnement.

Savez-vous ce qui se passe quand on débranche le starter sur un tube allumé ? Rien. Il ne se passe rien, pas plus que sur une voiture dont on débrancherait le démarreur une fois que le moteur tourne. D'ailleurs le mot anglais *starter* ne signifie rien d'autre que «démarreur».

Retraçons l'amorçage d'un tube à la lumière (c'est le cas de le dire) du schéma de la figure 2. La tension du secteur est appliquée au petit tube dans le starter par l'intermédiaire du ballast (une bobine destinée à limiter l'intensité sans dissiper autant de chaleur que le ferait une résistance) et des filaments d'amorçage du tube. Le tube fluorescent principal s'amorce soit par une tension nettement supérieure à la tension de service, soit par l'échauffement localisé du gaz dont il est rempli. Le néon est l'un de ces gaz, et il émet une lumière rouge-rose; c'est par commodité qu'on appelle «tubes au néon» ou «néons» les tubes luminescents en général, quelle que soit la couleur de leur lumière.
C'est le rôle des filaments d'amorçage que d'échauffer le gaz du tube principal. Dès que le tube sera amorcé, c'est-à-dire allumé, le passage du courant à travers les filaments devra être interrompu, ce dont se charge le starter, nous allons voir comment.

Le petit tube fluorescent du starter contient deux lames bimétalliques ou **bilame**. Le bilame est constitué de deux métaux à coefficient de dilatation différent, il se déforme donc sous l'action de la chaleur. En effet, puisque les deux métaux réagissent différemment à la chaleur, ils se dialteront et se contracteront l'un plus vite que l'autre. A froid, le contact du bilame est ouvert.
Lorsque la tension du secteur est appliquée à travers le ballast et les deux filaments d'amorçage du tube principal, le gaz qui remplit le (petit) tube du starter s'amorce et permet le passage d'un courant. L'échauffement qui résulte du passage de ce courant provoque une déformation du bilame : le contact s'établit entre les deux lames.

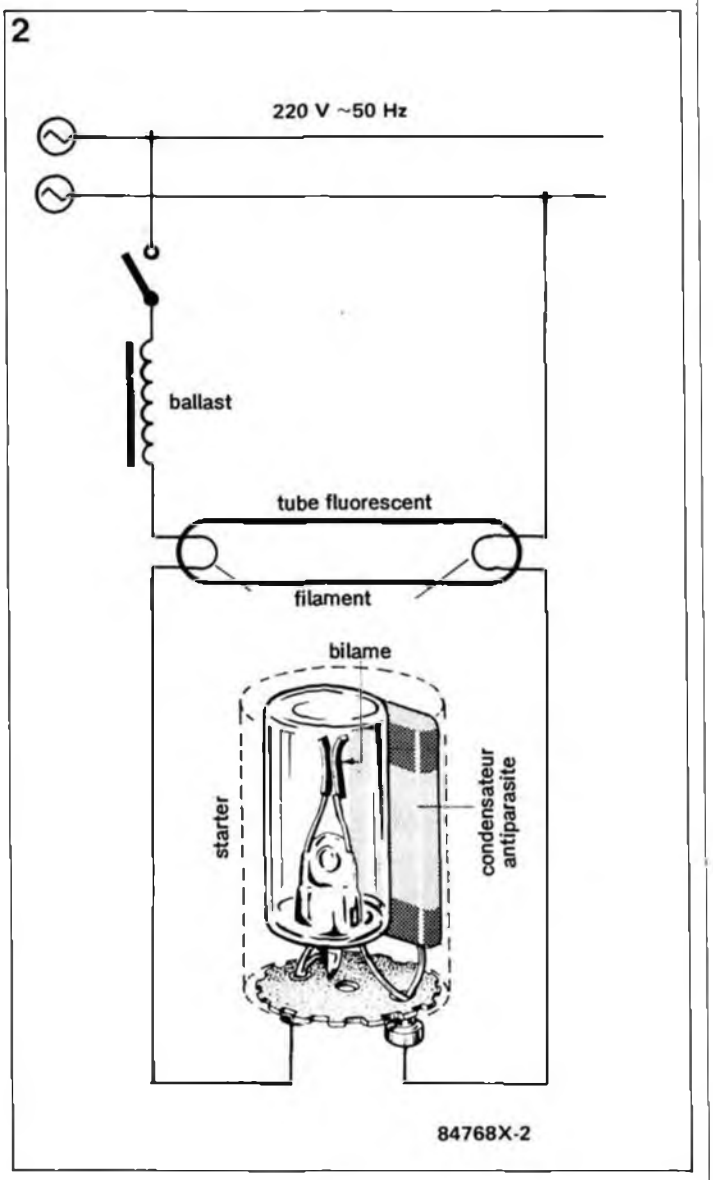


***Figure 2 - Ce schéma est celui du montage qui se cache habituellement dans les réglettes de tubes fluorescents. La bobine, ou ballast,* provoque une chute de tension pour ramener à quelque 100 V la tension appliquée en service normal au tube fluorescent. Le rôle du starter est de courte durée : la tension à ses bornes n'atteint la tension d'amorçage que lorsque le tube fluorescent est éteint. Vous pouvez, avec toutes les précautions nécessaires, essayer de déconnecter, en le tournant dans son support, le starter d'un tube allumé : il ne se passe rien.**

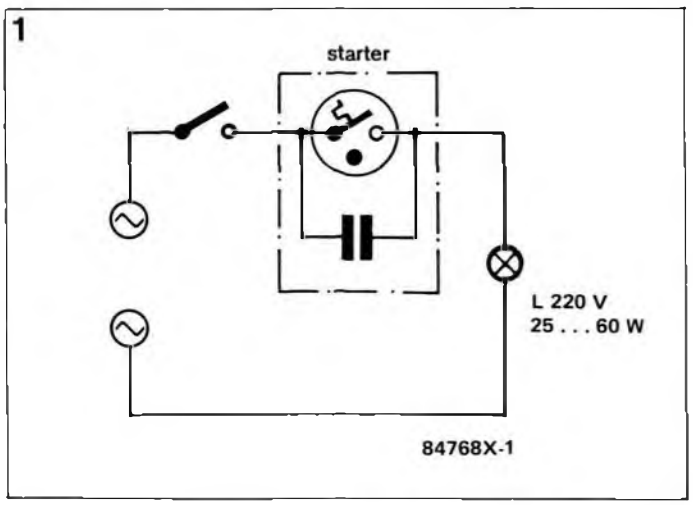


Figure 1 - Le schéma du circuit clignotant rappelle le principe électrique du starter. Le point dans le cercle indique que le composant est un tube à gaz. La ligne brisée rattachée au symbole de l'interrupteur signale un dispositif thermique, ici le bilame. L'ensemble, tube à gaz et condensateur, est incorporé dans le petit boitier cylindrique du starter. Le clignotant peut commander une ampoule à filament incandescent ordinaire de 25 à 60 W sous 220 V.

La fermeture du circuit par le bilame a deux effets : elle permet le passage d'un fort courant de préchauffage dans les filaments du tube d'éclairage; elle annule la tension aux bornes du (petit) tube du starter. Celui-ci s'éteint faute de tension, le bilame refroidit et le circuit s'ouvre.

Le tube d'éclairage principal s'allume au moment de l'ouverture du contact du starter puisque les deux conditions de son amorçage sont alors réunies : les filaments ont échauffé le gaz du grand tube et l'ouverture du circuit provoque aux bornes de la bobine une surtension de plusieurs centaines de volts (même principe qu'avec la bobine d'un relais commandée par exemple par un transistor qu'il faut protéger avec une diode).

Le tube (d'éclairage) une fois allumé, la tension aux bornes du starter est ramenée, du fait de la chute de tension introduite par la bobine, à la moitié environ de la tension du secteur, ce qui correspond à la tension de service du tube d'éclairage, mais ne suffit pas à réamorcer le tube du starter.

NEW ! king ELECTRONIC
35, rue d'Alsace
75010 PARIS
Tél. : 40.37.57.73
SERVICE APRES-VENTE
Toutes marques. RADIO. T.V., HIFI, VIDEO
Modification, K, etc.
Adaptation magnétoscope pour C +

Mabel ELECTRONIQUE

35-37, rue d'Alsace
75010 PARIS
Tél. : 40.37.72.50 +
Métro : gare du Nord et de l'Est

Les Magasins KING Electronic et MABEL Electronique sont ouverts de 9 h à 19 h sans interruption · Le samedi de 9 h à 18 h. Fermés le dimanche

BF

Chambre d'écho digitale 256 K — **780 F**

Ce kit est une chambre d'écho digitale, mono, de mémoire 256 K, permettant de simuler à sa sortie, l'écho ou la réverbération d'un son, qui est appliqué à son entrée.

Suivant les commutations choisies, et suivant les différents réglages, la plupart des effets sonores, peuvent être effectués. La durée de l'écho est comprise entre 0 et 5 secondes environ. La durée de répétition est comprise entre 0 et 12 sec. environ. La sensibilité d'entrée est de 30 mV environ. Le niveau de sortie est de 100 mV environ. L'alimentation s'effectue sur le secteur 220 V.
Dimensions du boîtier 250 × 150 × 50 mm (cotes intérieures).

CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES

Nous nous réservons le droit de modifier certaines caractéristiques techniques sans préavis, et sans obligation d'incorporer ces changements sur les kits déjà commercialisés.

MÉMOIRE : 256 K ou 64 K, suivant la position choisie.
DURÉE DE L'ÉCHO : 0 à 5 secondes environ.
COMMUTATIONS :
- de la vitesse lente ou rapide de l'écho.
- de la répétition d'un son.
- de la modulation directe ou traitée.

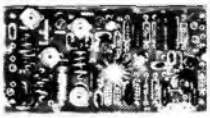
RÉGLAGES :
- du volume d'entrée,
- du volume de la sortie de la modulation avec écho,
- du volume de sortie de la modulation directe non traitée,
- de la réinjection d'une suite d'écho sur la sortie.
- de la durée de l'écho.

SENSIBILITÉ D'ENTRÉE :
Entrée mono ou stéréo 30 mV environ.
IMPÉDANCE D'ENTRÉE ET IMPÉDANCE DE SORTIE :
47 kΩ environ.
NIVEAU DE SORTIE : Sortie mono 100 mV environ.
ALIMENTATION : Alimentation par le secteur 220 V.
Consommation en continu 12 V : 200 mA environ.

ÉMISSION - RÉCEPTION

Émetteur FM 5 W — **220 F**

Le kit **CH 4** est un émetteur destiné à émettre dans la bande de radiodiffusion 90 à 104 MHz, en modulation de fréquence. L'alimentation s'effectue sous une tension de 12 V.



La puissance d'émission est de 5 W environ. La consommation est de 1 A maximum environ.
Dimensions du circuit imprimé : 110 × 55 mm.

Convertisseur **24 V/12 V-3 A** — **150 F**

Le kit **CH2** permet d'obtenir une tension continue de 12 V, à partir d'une batterie de 24 V.
Le courant maximum autorisé est de 3 A.
Dimensions du circuit imprimé : 80 × 45 mm.

NOUS FABRIQUONS VOTRE CIRCUIT IMPRIME A L'UNITE
Etamage gratuit 72 h - Perçage numérique pour série + de 20 pièces
Délais 30 mn

Nous acceptons les Bons de la Semeuse

VISA N° ____ ____ ____ ____
Date d'expiration __ __

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

EXPEDITION HORS TAXES DOM-TOM EUROPE AFRIQUE

Voilà pour tout ce qui se passe lors de l'allumage d'un "simple" tube fluorescent. Dans notre clignotant de la figure 1, la tension du secteur est appliquée au starter dès la mise sous tension. Il s'ensuit normalement un amorçage du (petit) tube et l'échauffement du bilame. Dès que celui-ci ferme le circuit électrique, un courant de forte intensité circule à travers l'ampoule à incandescence L. Aussitôt la décharge gazeuse cesse du fait de l'effondrement de la tension aux bornes du tube du starter.
Lorsque le bilame s'est refroidi, le circuit s'ouvre à nouveau. L'ampoule à filament s'éteint. Comme la tension du secteur règne à nouveau aux bornes du starter, le cycle recommence : amorçage, échauffement, fermeture du contact, allumage, désamorçage, refroidissement, ouverture du contact, extinction...

La cadence du clignotement dépend du type de starter et elle est donc très variable. La question qui peut se poser est de savoir combien de temps le starter va résister à ce test d'endurance. La réponse, selon nos propres expériences, est : étonnamment longtemps !

Voilà de quoi animer une soirée... ou un cours de techno ! Succès garanti.
Attention tout de même : comme tous les montages qui utilisent le secteur, celui-ci présente un danger de mort. Vous devrez veiller, avant d'enfoncer la fiche dans la prise, à l'isolement de tout le circuit. L'ampoule et le starter doivent être montés dans la douille et le support adéquats. La puissance de l'ampoule doit être du même ordre de grandeur que celle du tube auquel est destiné normalement le starter, faute de quoi la cadence de clignotement risque d'être trop rapide et la vie du starter risque d'arriver prématurément à son **terme**.

84768

VOTRE PETITE ANNONCE

GRATUITE

DANS ELEX

. Offres/Recherches d'emploi

. Vente et achat de matériel d'occasion

. Echange de logiciel

. Clubs/Réunions

MINITEL - 36.15 + ELEX

Petites annonces ..... mot clé : PA

ELEX BAZAR

VENDS cartes électroniques pour récupération des composants : 140 C.I. + microprocesseurs + autres. Prix : 500 F Tél : 55.35.23.19

VENDS câble interface PC-Minitel tous compatibles et pour TO7,8,9 modem + log. + manettes jeux. Tél: 1.43.72.53.97

VENDS cause cadeau inutile, TV couleur, cristaux liquides neuve CITIZEN : 1400 F ou **ÉCHANGE** contre Caroussel KODAK Tél : 39.62.03.44

VENDS ATARI 800XL + lecteur K7 + 95 jeux + docs. Le tout TBE : cédé : 750 F. LETEMPLIER Miguel 91, Av Mermoz 44500 LA BAULE

CHERCHE plan ou photocopie d'un ampli BOOSTER 2x25W/12V pour auto, merci. Simon BERNARD 54210 TONNOY

VENDS colorants pour bruit blanc (haute résistance au filtrage) Sur demande, décapant spécial pour bruit rose. Phil ALAPAT les Hauts de Fidélité 35 ESGOURDES

VENDS oscilloscope cours radio TV électronique avec matériel plus livre : écrire PENOT J BP 102 61440 MESSEI

VENDS multimètre MONACOR MT505, Z = 10 MΩ : 320 F, casque Hifi SENNHEISER H0430 TB état : 330 F. Tél : 99.96.78.64

VENDS transfo (jamais monté) PR = 220V SEC = 600V/1000VA. prix : 750 F + port (16kg). Tél : 81.97.60.63 après 20 h.

VENDS oscillo vidéo : 300 F - multimètre : 300 F - voltmètre électronique - générateur - chaîne HiFi - fréquencemètre : 300 F. Tél : 56.87.10.07 le soir

VENDS multimètre analogique, Z = 10 MΩ, MONACOR MT505, calibres intéressants : 290 F + **CHERCHE** ELEX n° 4. Tél : 99.96.78.64

VENDS ordin. CANON 64 K mémoires, notice et emballage d'origine avec joysticks : 1200 F. Tél : 45.77.92.33

VENDS préampli Prélude construit d'après ELEKTOR, coffret inox + acajou base : 700 F

CHERCHE machine à grav. ou insol. d'occ. bon état. Ecrire à TOURNIER 11, rue des Fines Landes 76800 ST ÉTIENNE DU ROUVRAY

RECHERCHE schéma TVC RADIOLA n° 46K985, tube 90°, 46 cm. S'adresser à DUBOIS André 13, rue Pierre Leroux 75007 PARIS. Tél : (1) 45.67.17.95

CHERCHE ELEX n°15 Tél. 20.48.68.04

CHERCHE schémas, flash électronique, torche ou générateur pro 150 à 800 J. LOMBARD Jean 07460 BANNE

QUI PEUT ME FAIRE PARVENIR questions posées examen licence radioamateurs - merci - MOURNET 10bis, rue Lavoisier 24100 BERGERAC

ACHÈTE n°4 ELEX épuisé : 25 F franco. Tél : 68.25.74.83

RECHERCHE n° 4 ELEX ou photocopies - frais payés + schémas onduleur MC. BURCKERT Claude 4, Cour de la Guifette 67550 VENDENHEIM

CHERCHE photocopie plans et schéma interphone à fils ou sans - frais remboursés. Patrice DUMAS 07700 ST MARTIN D'ARDÈCHE

RECHERCHE montage et câblage électronique à domicile, fines soudures étain unité ou séries. Régions 37, 86, 79, 85, 49, 16, 17

CHERCHE schémas élec. émetteurs FM tous genres (+ sc. Implant) Walkie-Talkie etc. Écr. DULIEU Olivier rue de la poste 13 B-7443 LENS (BELGIQUE)

Petites Annonces Gratuites ELEX

- Les petites annonces sont gratuites pour les particuliers. Les annonces à caractère commercial sont payantes d'avance au prix de 41,51 FF par ligne (35 FF HT).
- Les textes, lisiblement rédigés, ne seront acceptés *que sur la grille* ci-dessous (ou sa photocopie). N'oubliez pas d'inclure *dans votre texte* vos coordonnées ou n° de téléphone complet (avec préfixe "1" pour zone Paris).
- L'offre est limitée à une annonce par mois et par lecteur : joindre obligatoirement le coin *justificatif* valable jusqu'à la fin du mois indiqué.
- Indiquer *aussi en dehors* du texte votre nom et votre adresse complète : les envois anonymes seront refusés.
- ELEX se réserve le droit de refuser à sa discrétion les textes reçus, notamment en raison des limites de l'espace disponible ou d'un texte ne concernant pas l'électronique. En principe, les textes reçus avant le 15 du mois paraîtront le mois suivant.
- ELEX n'acceptera aucune responsabilité concernant les offres publiées ou les transactions qui en résulteraient.
- L'envoi d'une demande d'insertion implique l'acceptation de ce règlement.

ELEX - p.a.g.e. - B.P. 53 59270 Bailleul

Texte de l'annonce (inclure vos coordonnées) :

Compléter obligatoirement (hors annonce).

Nom

Adresse

Ne rien inscrire ici. Merci

Justificatif - photocopies refusées septembre 1989

page elex

A G E N D A

14-15-16 OCTOBRE 1989
3e FORUM DU KIT AUDIO

organisé par le
Groupement National du Kit Audio
16 rue de Notre-Dame
75003 PARIS

Salons de l'hôtel NOVOTEL PARIS BAGNOLET

Tél : 48.04.39.19 (l'après-midi)

13-15 OCTOBRE 1989
1er SALON DE LA MICRO

Espace Champerret, Paris

s'adresse à l'utilisateur individuel, fanatique de jeux et de loisirs informatiques, aux adeptes de la gestion personnelle sur micro-ordinateur et même aux néophytes !

organisé par Montbuild SA
entrée : 30 F

ELEX Le Seau BP 53 - 59 270 BAILLEUL
tél: 20 48 68 04 télécopie: 20 48 69 64
télex: 132 167 MINITEL: 3615 code ELEX
8h30 à 12h30 et de 13h15 à 16h15
Banque : Crédit Lyonnais - Armentières n° 6631-61840Z
CCP PARIS 190200V
libellé à "ELEX"

2ème année n°14 septembre 1989

ABONNEMENTS : voir encart avant-dernière page

PUBLICITÉ : Brigitte Henneron et Nathalie Defrance
ADMINISTRATION : Jeanine Debuyser et Marie-Noëlle Grare
DIRECTEUR DÉLÉGUÉ DE LA PUBLICATION : Robert Safie

ont participé à la réalisation de ce numéro:
Jean-Paul Brodier - Yvon Doffagne - Denis Meyer - Guy Raedersdorf - NN -

Société éditrice : Editions Casteilla
SA au capital de 50 000 000 F
siège social : 25, rue Monge 75005 PARIS
RC-PARIS B : 562 115 493 SIRET : 00057 APE : 5112
principal associé: Sté KLUWER
Directeur général et directeur de la publication: Marinus Visser

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

Dépôt légal : septembre 1989
N° ISSN : 0990-736X N° : CPPAP : 70184

Maquette, composition et photogravure par GBS - BEEK (NL)
imprimé aux Pays-Bas par NDB - Leiden

Tous droits réservés pour tous pays

© ELEKTOR/CASTEILLA 1989

PENTASONIC

PARIS - LYON - MARSEILLE - NANTES - MONTPELLIER - COLMAR

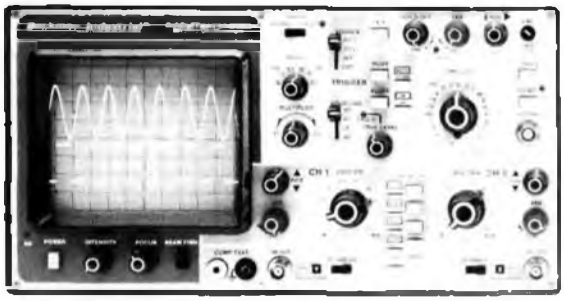
Beckman Industrial™

BECKMAN INDUSTRIAL est une société américaine filiale de EMERSON ELECTRIC COMPAGNY. Cette entreprise, qui fabrique depuis sa création du matériel de mesure, a longtemps été considérée comme fournisseur exclusif des laboratoires et autres utilisateurs exigeants. Aujourd'hui, grâce à un effort industriel (production de masse) vous retrouvez le même esprit de qualité mais plus accessible financièrement et distribué par **PENTASONIC**, le professionnel de la mesure.

ATTENTION : LE SERVICE CORRESPONDANCE EST FERME LE SAMEDI

TOUS NOS PRIX S'ENTENDENT TTC

OSCILLOSCOPE 9020



Ligne à retard comprise. Equipé d'un déclenchement du signal et son maintien, le déclenchement coup à coup, le retard de balayage et un testeur de composants, le **CIRCUITMATE 9020** vous apporte l'efficacité d'un appareil très soigné et d'emploi très simple. Garanti 1 an.

CARACTERISTIQUES : 2 x 20 MHz. Sensibilité verticale : 1 m/Vdiv ; horizontale : 50 nS/div. Retard de balayage 10 S à 0,1 mS. Exp. par x 1 et x 10. Trigger à 30 MHz. Imp. d'entrée 1 MW et 25 pF. Entrée max. 400 V/CC. Temps de montée 17,5 nS.

MO 9020 ..... **3890 TTC**

MULTIMETRE DM73

UN MULTIMETRE MALIN POUR LA MAINTENANCE

CARACTERISTIQUES : Commutation d'échelle automatique. Beeper de continuité. Mémoire d'affichage. Mesure des tensions continues. Mesure des tensions alternatives. Mesure des résistances.

MD DM 73 ..... **485 TTC**

GENERATEUR DE FONCTIONS

Le générateur de fonctions FG2 avec ses 7 échelles de fréquences (0,02 à 2 MHz) est particulièrement convivial et est destiné à toutes applications concernant les systèmes audio, les ultra-sons et circuits utilisants des fréquences inférieures à 2 MHz.

CARACTERISTIQUES : Sortie signal carré, sinisoïdal, triangulaire et par impulsion. 7 échelles de fréquences de 0,02 à 2 MHz Précision de 0,5 %. Distorsion meilleure que 30 dB. Entrée de wobulation. Niveau de sortie 20 V/PP (open circuit). Réglage de tension d'offset - 10 V à + 10 V.

MG FG2 ..... **1975 TTC**

MULTIMETRES

DM 10
Un modèle compact de très grande qualité. 5 gammes de tensions en continu 200 mV à 1000 V.
2 gammes de tension alternative 200 V et 500 V.
4 gammes de courant continu 200 mA à 200 mA.
5 gammes de résistance 200 W à 2 MW.
Test de diodes.
Précision 0,8%.

MD 10 **339 TTC**

DM15
Le DM15 est le grand frère du DM10.
Il offre 27 gammes de mesure ainsi qu'un bip sonore pour le test de continuité. Indication automatique de la polarité. Protégé comme le DM10 par diode et fusible.

MD 15 **439 TTC**

DM20
Pour vérifier le gain des transistors et faire des mesures de conductance, le multimètre DM20 représente le meilleur choix. Il dispose en outre de 30 gammes de mesure et surtout d'un calibre 2A. Autre caractéristique intéressante il peut faire des mesures de résistance sous 2 niveaux de tension.

MD 20 **497 TTC**

DM25
En plus des fonctions proposées par le DM20 ce multimètre se caractérise par une gamme de mesure de capacité pouvant aller jusqu'à 20 mF en calibres. Il dispose également d'un test sonore de continuité.

MD 25 **689 TTC**

DM800 et DM850
La caractéristique essentielle de la série 800 de BECKMAN est de proposer la mesure sur 4 1/2 digits. Ils disposent en standard d'une fonction mémorisation de l'affichage et d'un petit fréquencemètre intégré (200 kHz) ainsi que bien évidemment toutes les fonctions de la famille DM..
Le DM800 mesure la tension en valeur moyenne.
Le DM850 mesure la tension efficace vraie.

MD800 **1356 TTC**
MD850 **1650 TTC**

HD153 LE PROFESSIONNEL...

Comme vous le savez les multimètres digitaux ont beaucoup de qualité mais également le défaut de ne pas autoriser une lecture du coin de l'oeil comme on peut le faire avec un appareil à aiguille. Difficile également d'apprécier les variations d'une valeur qui fluctue. Tout ceci est maintenant résolu par la fonction sonore du HD153. A votre demande un son fluctuera en fréquence pour suivre les variations des tensions (courants ou résistances) mesurées. Vous pouvez maintenant contrôler une expérience sans être rivé au cadran de votre multimètre. Toutes les autres caractéristiques de cette machine relèvent bien entendu du même professionnalisme.

MD 153 ..... **1545 TTC**

COMMANDER CHEZ PENTA : C'EST SIMPLE !
- SUR PLACE DANS L'UN DES 9 POINTS DE VENTE PENTA.
- PAR TELEPHONE, COURRIER, TELEX, FAX (voir adresses).
- PAR BON DE COMMANDE ADMINISTRATIONS, SOCIETES, ETC.

LES LIVRAISONS PENTA : C'EST EFFICACE !
- DEPART MAGASINS SOUS 48 HEURES (selon disponibilité).
- PORT GRATUIT A PARTIR DE 7000 F DE COMMANDE EN FRANCE METROPOLITAINE.

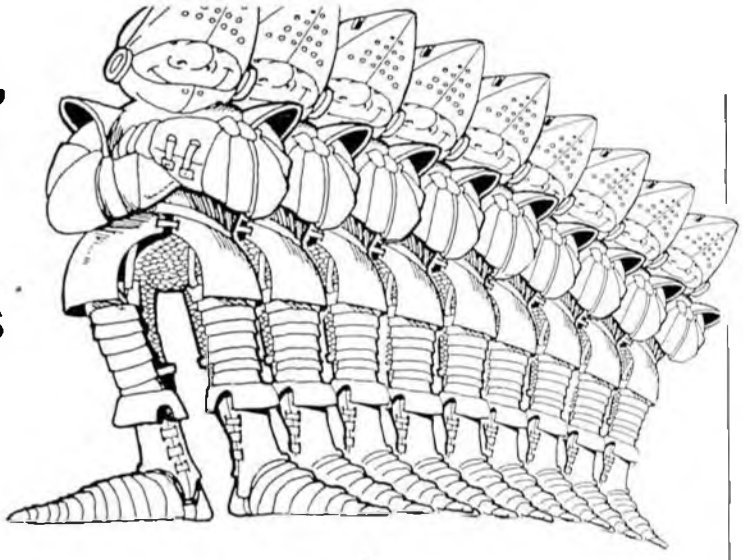
LA GARANTIE PENTA : C'EST SERIEUX !
- LA MISE EN SERVICE PERSONNALISEE DE NOS APPAREILS EST FAITE DANS NOS MAGASINS.
- NOTRE MATERIEL EST GARANTI 1 AN PIECES ET MAIN D'OEUVRE.
- CONTRAT DE MAINTENANCE SUR SITE, NOUS CONSULTER.

9 POINTS DE VENTE PROFESSIONNELS

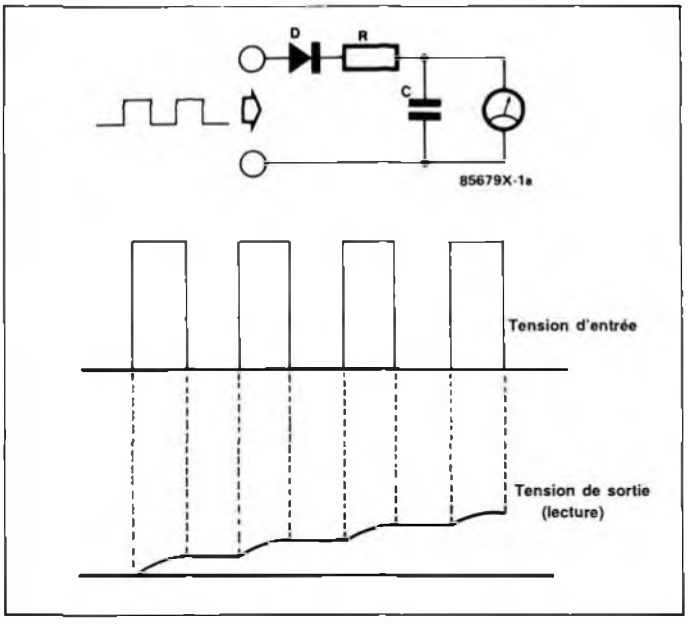
ANALOGIQUE ANTI-CHOC

Constantes de temps

9ème épisode

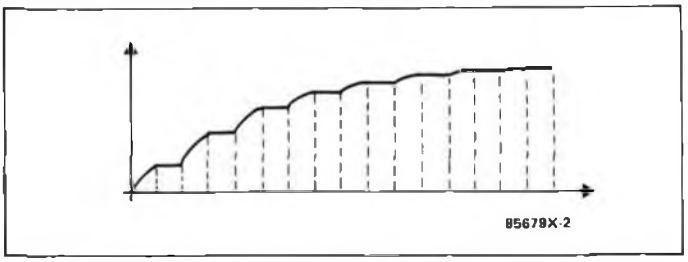


Quelle doit être la capacité d'un condensateur ? Picofarads, nanofarads, microfarads, quelle valeur convient à chaque application ? La question est importante, car une valeur trop éloignée –dans un sens ou dans l'autre– de la valeur nécessaire peut modifier le fonctionnement au point de rendre le circuit inutilisable. Prenons comme exemple le circuit de la figure 1 du dernier épisode :



Le condensateur de ce montage compte les impulsions de tension appliquées à l'entrée. Il se charge à chaque impulsion à travers la diode et la résistance. Le comptage est un comptage **analogique** (c'est bien le moins, ici) puisque la déviation de l'aiguille du galvanomètre raccordé en sortie fournit une image de la tension du condensateur. La plage d'utilisation est limitée car il arrive un moment où la tension du condensateur est proche de celle des impulsions. Lorsque la différence de tension entre le condensateur et les impulsions n'est plus suffisante pour que la diode et la résistance conduisent, la charge du condensateur cesse. On peut considérer que le compteur est en butée. Cela se produira d'autant plus tôt que la diode présente un seuil de quelque 0,6 V et que la tension maximale du condensateur s'en trouve abaissée d'autant.

De même, l'intensité du courant de charge tend à diminuer au fur et à mesure de l'augmentation de la tension du condensateur puisque le courant obéit à la loi d'Ohm et que la tension aux bornes de la résistance diminue. La charge produite par chaque impulsion est donc inférieure à la précédente.

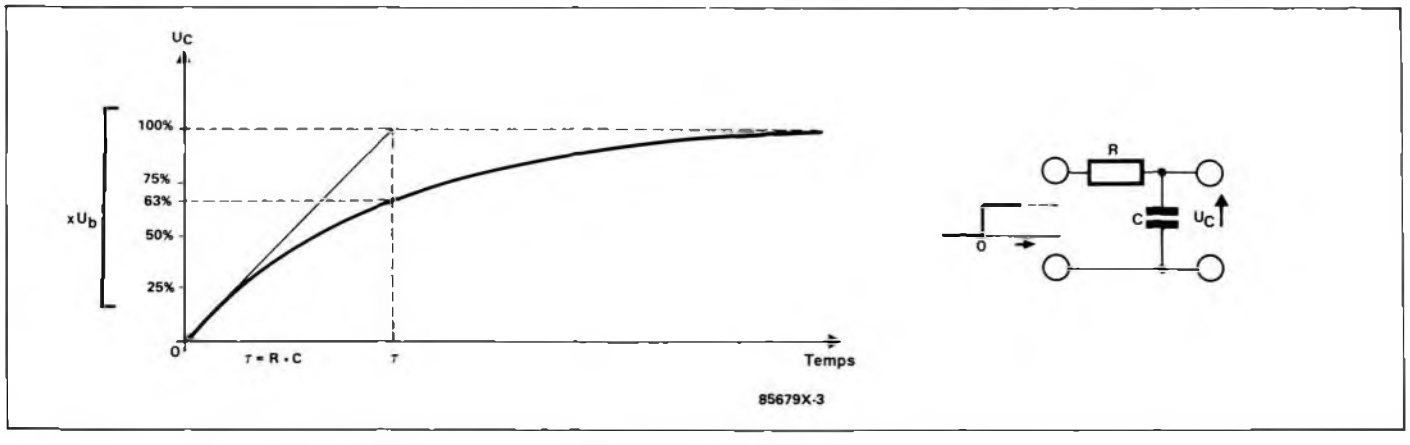


Un nombre «suffisant» d'impulsions amènera le galvanomètre à indiquer la tension de crête des impulsions. La mesure de la tension de crête est juste si les impulsions sont toutes de même amplitude. Il serait souhaitable que l'indication soit juste dès la première impulsion, puisque leur amplitude peut varier dans le temps. L'idéal serait d'une part une résistance nulle qui ne limiterait pas l'intensité de charge, et d'autre part un condensateur de très faible capacité dont le temps de charge serait très inférieur à la durée de l'impulsion. En théorie, le condensateur gardera la mémoire de la tension de crête; en théorie seulement, puisque le galvanomètre le décharge en permanence.

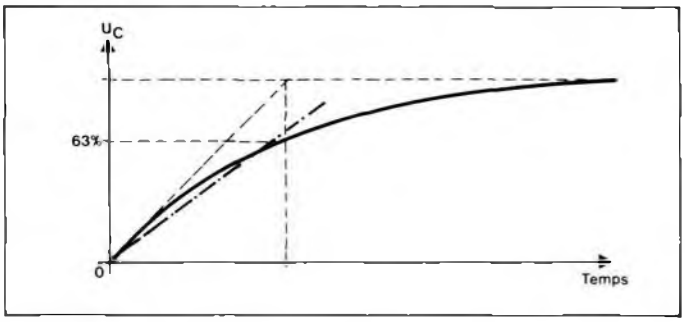
Ainsi le même circuit, suivant qu'il est équipé d'un condensateur de forte ou de faible capacité, peut être utilisé comme compteur d'impulsions ou comme indicateur de tension de crête. La valeur du condensateur n'est pas seule à jouer un rôle, celle de la résistance ou de l'inductance a aussi un rôle important. La courbe de charge ci-dessous nous apportera des éclaircissements.

Cette courbe, de forme **exponentielle** pour les matheux, représente la tension aux bornes d'un condensateur C connecté au moment 0 à une source de tension U_B, par une résistance R. La tension continue peut être considérée comme une impulsion de durée illimitée. Les indications sur l'axe des ordonnées sont en pourcentage et non en volts, car l'allure de la courbe est identique quelle que soit la tension. La courbe n'est pas droite, ce qui rend compte du fait que l'intensité du courant de charge diminue au fur et à mesure que diminue la différence de tension entre le condensateur et la source. C'est encore une application de la loi d'Ohm : l'intensité du courant qui traverse la résistance est proportionnelle à la tension aux bornes de la résistance.

La tension tend à devenir égale à celle de la source de tension continue U_B, représentée par la ligne pointillée horizontale sur



la figure 4. La détermination de la durée de la charge complète est difficile et imprécise car la différence entre les deux tensions s'amenuise lentement. Au lieu de considérer cette durée théorique, on utilise la constante de temps du circuit RC (τ).



La constante de temps est calculée en fonction de la valeur de la résistance et du condensateur, c'est la durée qui serait nécessaire et suffisante pour que la tension du condensateur atteigne celle de la source si l'intensité initiale se conservait jusqu'à la fin. Cette charge théorique est représentée par la droite oblique en tirets de la figure. Or nous savons que l'intensité ne se conserve pas puisque la tension aux bornes de la résistance varie au fur et à mesure de la charge. En pratique, la tension atteinte au bout de la durée dite **constante de temps** n'est que de 63% de la tension d'alimentation. Le calcul de la constante de temps fait intervenir la résistance, la capacité, mais pas la tension; cela résulte de la définition en pourcentage donnée ci-dessus. Un réseau RC est donc caractérisé quel que soit le montage où il est incorporé.

$$\tau = R \cdot C$$

La constante de temps est exprimée en secondes si la résistance est exprimée en ohms et la capacité en farads. Un exemple simple : R = 1 MΩ (10^6), C = 1 μF (10^{-6}), la constante de temps est de 1 seconde. Ce qui signifie qu'au bout d'une seconde la tension aux bornes du condensateur sera égale à quelque 63% de la tension d'alimentation.
Les variations de constante de temps du réseau RC provoquent des variations de l'étendue horizontale de la courbe (suivant l'axe des temps). Les valeurs faibles compriment la courbe, les valeurs fortes l'étendent.
Les valeurs représentées ci-dessus ne sont pas des limites : les durées peuvent fort bien être supérieures ou inférieures à celles indiquées. Un réseau constitué d'un condensateur de 10 pF et d'une résistance de 100 Ω aurait une constante de temps de :

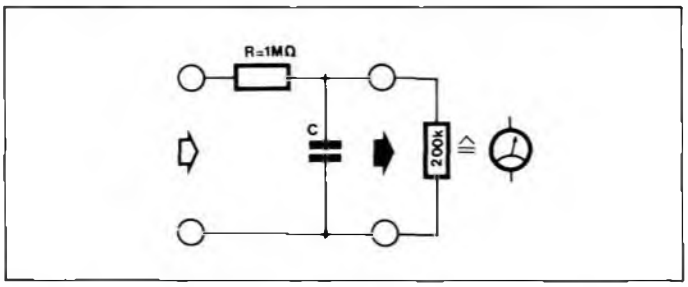
$$\tau = 10\ \text{pF} \cdot 100\ \Omega = 1\ \text{ns}$$

Une nanoseconde (10^{-9}) vaut un milliardième de seconde.

Revenons à notre indicateur de tension de crête. Il fallait une constante de temps courte; celle de la courbe de gauche du diagramme, quelque 0,1 s, convient si les impulsions à mesurer ont une durée nettement supérieure, de l'ordre de 0,5 s, ou ce qui revient au même, si la fréquence des signaux est inférieure à 2 Hz. Cette constante de temps garantit que la tension du condensateur aura atteint la tension finale avant la fin de l'impulsion. Lorsque la fréquence augmente ou que la tension de crête n'est disponible que pendant un temps très court comme dans le cas de la tension sinusoïdale, la constante de temps doit être réduite.
Dans le cas du compteur d'impulsions, l'impératif est à l'opposé : il faut que la tension du condensateur n'ait pas atteint les 63% de la tension maximale lorsque le nombre maximal d'impulsions est dépassé. Ainsi pour le comptage de 100 impulsions de 10 ms (millisecondes, 10^{-3}), il faut une constante de temps de :

$$100 \cdot 10\ \text{ms} = 1000\ \text{ms} = 1\ \text{s}$$

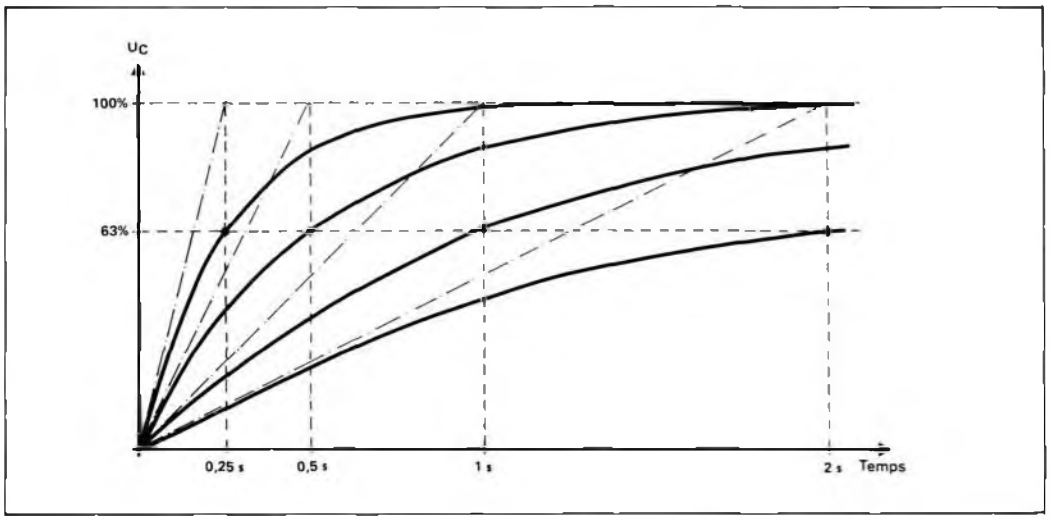
Cette durée d'une seconde est un minimum, et une valeur supérieure conviendra encore mieux.
Reste à expliquer comment déterminer la valeur de chaque composant R et C pour obtenir une constante de temps donnée. La même constante de temps de 0,1 s peut être obtenue par l'association d'une résistance de 100 kΩ et d'un condensateur de 1 μF tout aussi bien que par l'association de R = 1 MΩ et C = 0,1 μF. Le choix entre ces deux solutions ou entre l'infinité d'autres qui donnent la même constante de temps est dicté par l'environnement du réseau RC. Une résistance de faible valeur associée à un condensateur de faible valeur constitue une charge importante pour la source de tension ou d'impulsions, puisque le courant qui traverse la résistance est important.
Une «loi» approximative permet de déterminer la valeur minimale de la résistance en fonction de la puissance de la source : la source doit pouvoir supporter une charge égale à la moitié de la valeur de R. La valeur du condensateur s'en trouve fixée à une valeur telle qu'il est capable de stocker assez d'énergie pour alimenter en sortie du réseau RC une charge du même ordre de grandeur.
A l'opposé, si la résistance est de forte valeur, la charge imposée à la source est minime, mais comme le condensateur est de faible valeur, il ne peut délivrer à la sortie qu'un courant très faible. Il est facile de comprendre qu'un réseau RC utilisant une résistance d'un mégohm ne peut pas alimenter un multimètre dont la résistance interne est de quelques dizaines –au mieux quelques centaines– de kilohms.



Dans l'exemple ci-dessus, le multimètre analogique a une résistance interne standard de 20 kΩ/V, soit de 200 kΩ dans la gamme 10 V. Cette résistance et celle du réseau RC constituent un diviseur de tension dont le rapport est :

$$\frac{200\ \text{k}\Omega}{1\ \text{M} + 200\ \text{k}\Omega} = \frac{2}{12} = 0{,}17$$

La tension de sortie maximale n'est que de 17% de la tension d'entrée. Si la valeur des composants du réseau RC est rendue obligatoire pour d'autres raisons, un multimètre électronique sensible à forte impédance d'entrée est préférable.
En dernier lieu, ce seront la place disponible et le prix qui détermineront la valeur des composants. Les condensateurs deviennent de plus en plus chers et volumineux au fur et à mesure que leur capacité augmente, alors que l'encombrement et le prix des résistances restent identiques quelle que soit leur valeur.



Nous attirons votre attention sur le fait que dans la rubrique *la logique sans hic* de ce mois-ci vous trouverez une application fondamentale des réseaux RC. Il s'agit des réseaux RC des bascules monostables. Le prochain épisode de la rubrique *analogique anti-choc* portera sur l'utilisation des réseaux RC dans les filtres. Le condensateur est capable de séparer une composante alternative d'une composante continue; nous verrons que l'association d'un condensateur et d'une résistance permet de séparer l'une de l'autre des tensions alternatives de fréquence différente.

85679

rencontre du troisième type ou

le montage en base commune

Il fallait s'y attendre : le transistor est pourvu de trois électrodes, il existe trois types de montage à transistor. Les deux plus usités dans les applications pratiques sont le montage en émetteur commun (**figure 1**), qui fournit un gain en tension, et le montage en collecteur commun (**figure 2**), qui ne fournit pas de gain en tension mais abaisse l'impédance et fournit un gain en courant. Ils ont été décrits notamment dans la rubrique *analogique anti-choc* et sont exploités couramment dans nos réalisations.

Dans les deux premiers types de montage, la base est l'électrode de commande, c'est-à-dire celle par laquelle le signal entre, le pôle neutre étant selon le cas le collecteur ou l'émetteur. Par neutre on désigne ici celui des trois pôles du transistor sur lequel on n'enregistre pas de variation de potentiel. Celle des trois électrodes qui n'est ni l'électrode de commande ni le pôle neutre est l'électrode de sortie, où l'on retrouve par conséquent le signal injecté sur l'électrode de commande.

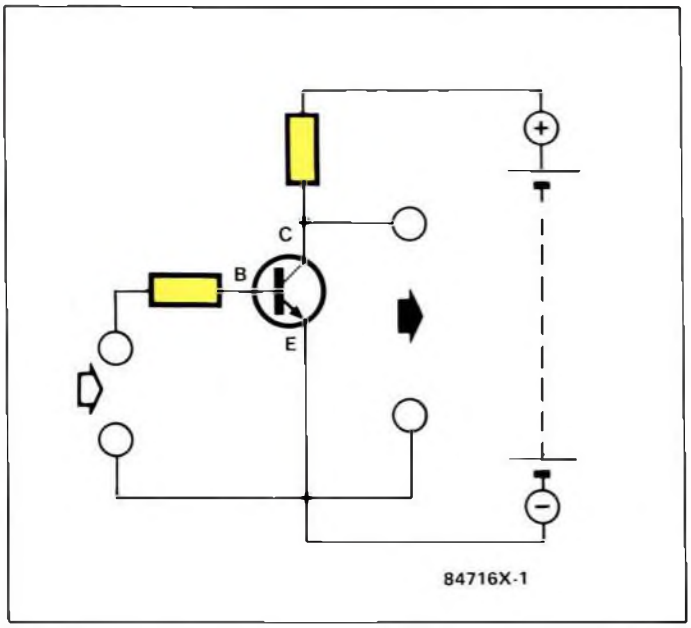


Figure 1 - Le montage en émetteur commun est un amplificateur de tension. La tension d'entrée provoque la naissance d'un courant de base, ce courant amplifié par le transistor provoque une chute de tension dans la résistance de collecteur. L'amplification du courant permet, par une détermination adéquate de la valeur des résistances, un gain en tension : la tension de sortie est supérieure à la tension d'entrée. La tension de sortie est en opposition de phase par rapport à la tension d'entrée : l'une croît pendant que l'autre décroît et inversement.

En raisonnant simplement, nous pouvons supposer que la base sera le pôle neutre dans le montage en base commune. Reste à savoir lequel de l'émetteur ou du collecteur jouera le rôle d'électrode de commande et lequel sera l'électrode de sortie.

On peut considérer que le montage en base commune dérive du montage en émetteur commun de la figure 1.

Dans le cas du montage en émetteur commun, la tension de sortie décroît quand la tension d'entrée croît et inversement : l'entrée et la sortie sont en opposition de phase (l'entrée et la sortie sont en phase dans le montage en collecteur commun, mais il n'y a dans ce cas aucune amplification de tension).

Inversons «tout simplement» la position de la base et de l'émetteur dans le montage en émetteur commun, et nous aurons le circuit de la **figure 3**. La base devient le point zéro et l'émetteur le point «chaud» ou électrode de commande. Accessoirement

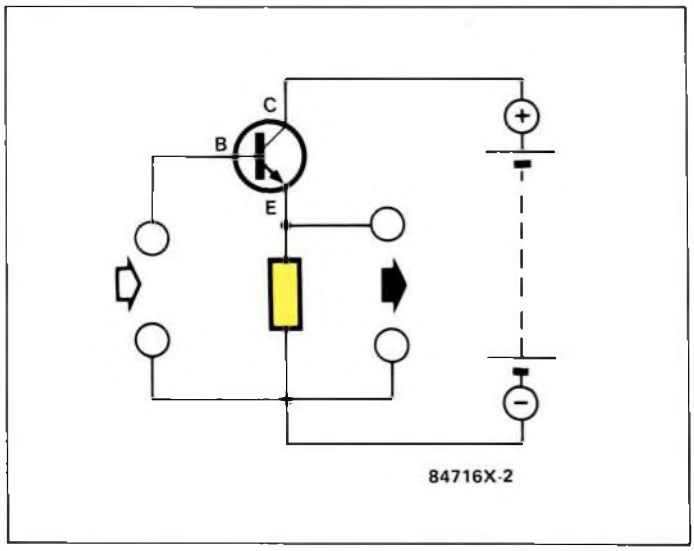


Figure 2 - La tension de sortie du montage en collecteur commun est disponible sur l'émetteur. Elle est toujours inférieure de 0,7 V (le seuil de la jonction base-émetteur) à la tension de la base. Le montage en collecteur commun n'amplifie pas la tension mais délivre un courant de sortie important.

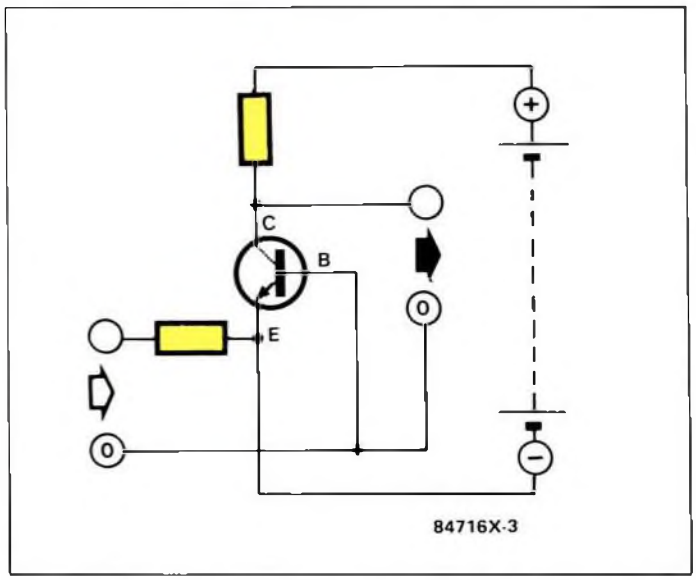


Figure 3 - Un montage en émetteur commun avec les électrodes de base et d'émetteur inversées. Il amplifie la tension et les tensions de sortie et d'entrée sont en phase, c'est-à-dire varient dans le même sens.

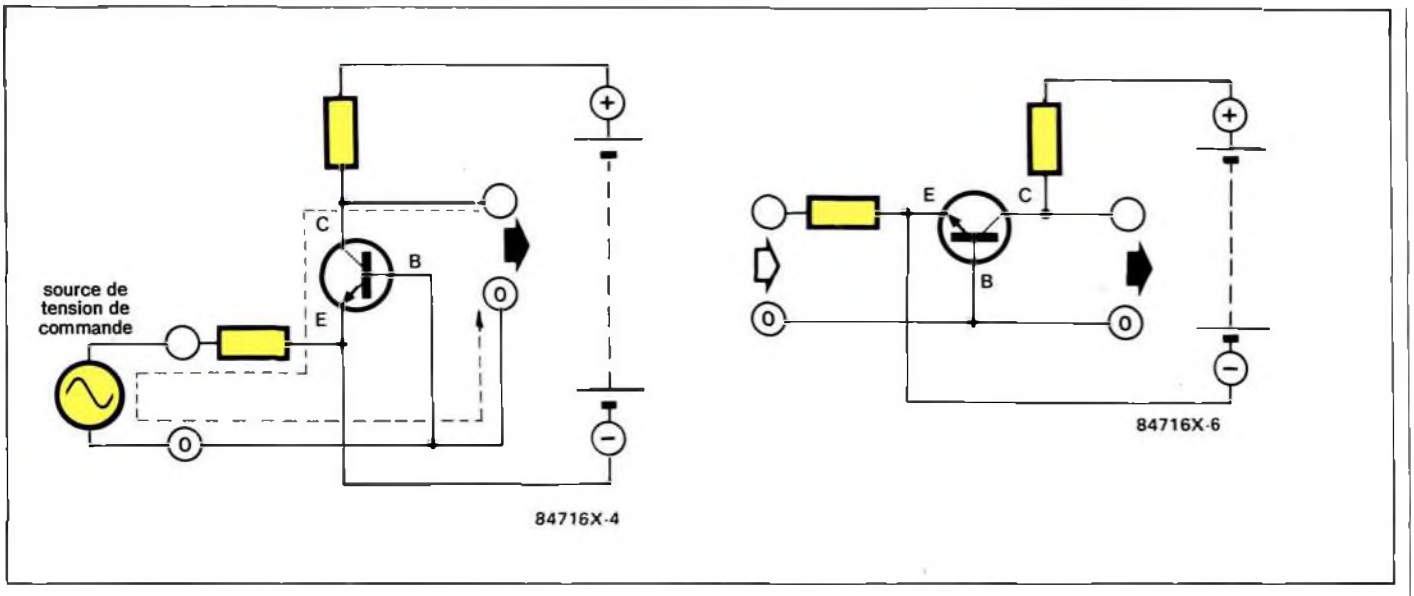


Figure 4 - Le transistor est conducteur : le courant de sortie traverse la source de tension d'entrée.

Figure 6 - Le montage en émetteur commun à «entrée inversée» est un montage en base commune. On voit que la base fait écran (blindage) entre l'émetteur et le collecteur.

et non moins curieusement, le point zéro n'est plus ici le pôle négatif de l'alimentation. Il n'est pas indispensable en effet que ces deux points soient confondus. L'autre particularité qui ne laisse pas d'intriguer, est que la base constitue l'un des points de... sortie !

Comment le courant de sortie va-t-il circuler ? Dans le montage en émetteur commun, il traverse l'espace collecteur émetteur pour retourner au zéro. Dans le montage en base commune de la figure 3, il devrait traverser la jonction collecteur-base; or il ne le peut pas puisque la diode est bloquée dans ce sens-là. Le cheminement du courant de sortie est représenté sur le schéma de la **figure 4**; il traverse –étonnement de votre part !– la source de tension de commande. Même quand le transistor est bloqué (forte tension de sortie) le courant qui traverse la charge traverse aussi la source de tension de commande (**figure 5**).

La **figure 6** représente le même circuit dessiné différemment pour bien faire apparaître que la base est **commune** aux circuits d'entrée et de sortie. Il s'agit bien du montage en base commune que nous recherchions.

Si c'est utile ?

Bonne question que celle de savoir si cet étrange montage en base commune peut servir à autre chose que dérouter inutilement les apprentis électroniciens de bonne volonté. Un montage où le courant de sortie traverse la source de tension de commande ne peut pas fournir de gain en courant. Au contraire : la source doit fournir à la fois le courant de sortie et le courant de base. Comme le courant de base est négligeable en fait, nous considérerons que le gain en courant est de 1. En termes de techniciens, nous dirons que l'entrée de ce montage est à **basse impédance**. C'est-à-dire que la source de tension de commande doit fournir un courant relativement important, tout comme si elle était connectée à une résistance de faible valeur.

L'exemple classique d'utilisation du montage en base commune est celui des amplificateurs d'antenne recevant leurs signaux d'un câble coaxial de 50 Ω d'impédance caractéristique et n'ayant pas à fournir un courant important en sortie. Dans ces circuits, on apprécie le gain en tension important, comme dans le montage en émetteur commun, et le fait que les tensions d'entrée et de sortie restent en phase, contrairement au montage en émetteur commun qui les déphase. Dans les circuits à haute fréquence, une autre caractéristique intéressante est **l'effet de blindage** qui résulte de la connexion à la masse de la base interposée entre émetteur et collecteur.

Les applications ne se limitent pas au domaine des hautes fréquences : le mélangeur à un transistor présenté dans ce numéro en est une autre, dans le domaine audio (basses fréquences). Nous verrons d'ailleurs dans sa description par quelle astuce la tension d'alimentation peut être appliquée à la masse, même dans ce circuit particulier.

84716

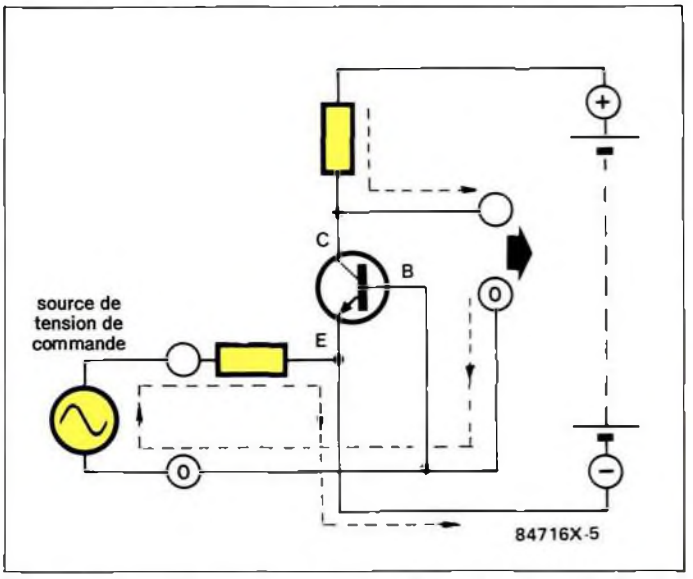


Figure 5 - Quand le transistor est bloqué (tension de sortie élevée) le courant de sortie continue de traverser la source de tension d'entrée.

Selectronic

NOUVEAUX KITS ELEX!

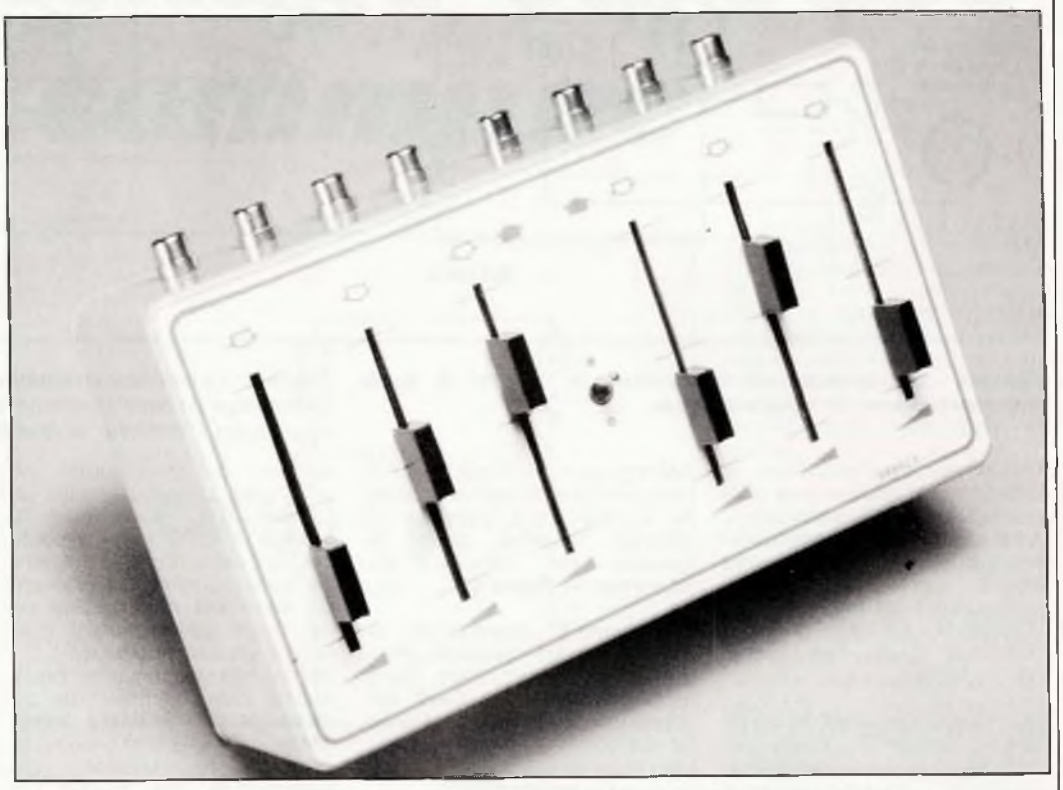
TEL. 20.52.98.52 - 86 rue de Cambrai BP 513 - 59022 Lille Cedex
LE LEADER DE L'ELECTRONIQUE PAR CORRESPONDANCE
Vous propose en kit les réalisations dans ELEX!

	REFERENCE DU KIT	PRIX DU KIT	PLATINE ELEX A PREVOIR
ELEX n° 13			
Barrière lumineuse	101.9124	70,00 F	1
LESLIE électronique	101.9125	65,00 F	1
Coq électronique (avec coffret HEILAND et photopile SOLEMS)	101.9127	135,00 F	
PHOTOPHONE (avec LED I.R. et pile 9 V)	101.9128	130,00 F	1
Anti-moustiques (avec coffret HEILAND)	101.9129	65,00 F	1
ALARME anti-vol complète	101.9130	122,00 F	1
Testeur d'ampoules et fusibles (avec pile)	101.9131	54,00 F	1
ELEX n° 14			
OHMMÈTRE amélioré	101.9132	85,00 F	2
Mélangeur stéréo (avec coffret et pile)	101.9133	224,00 F	2
TACHYMÈTRE pour vélo (avec galva)	101.9134	220,00 F	1
Milli-voltmètre audio (avec galva)	101.9135	180,00 F	3

(Conditions générales de vente: Voir notre publicité page 3)

mélangeur à un seul transistor

Le mélange ou mixage de signaux audio consiste à superposer les signaux électriques produits par plusieurs sources sonores disparates (par exemple un microphone et un lecteur de cassettes) pour obtenir un signal électrique unique. Le mélange de signaux audio a une foule d'applications : sonorisation de films d'amateur, bande sonore accompagnant un montage de diapositives, ou enchaînement des morceaux pour une soirée dansante, *home music*, etc. Beaucoup y ont déjà pensé, peu sont passés à l'acte, refroidis peut-être par le prix du matériel. Pour ceux qui hésitent, voici un montage d'un bon rapport prix/performances, de qualité proche des normes HiFi.



Le circuit

Le seul composant actif de ce montage est un transistor NPN ordinaire. La caractéristique qui le distingue de notre BC 547 habituel est son faible niveau de bruit ; c'est important dans un circuit audio dont le signal de sortie doit être amplifié par la suite. Le type de montage quant à lui est utilisé plus rarement en technique des basses fréquences : il s'agit du montage en base commune, qui fait l'objet d'un développement particulier dans ce numéro. Les points remarquables du montage en base commune sont les suivants :

- le signal de sortie est en phase avec le signal d'entrée ;
- c'est la tension alternative d'entrée qui est amplifiée ;
- il n'y a pas d'amplification de courant ;
- l'entrée est à basse impédance, la sortie à haute impédance.

Le schéma de la **figure 1** montre que c'est l'émetteur de T1 qui sert d'électrode de commande à l'étage à transistor. Les trois signaux à mélanger sont appliqués aux entrées 1, 2 et 3. La position des potentiomètres P1, P2 et P3 détermine l'importance de chacun des signaux dans le signal produit par le mélangeur. Les résistances de sommation R5 à R7 conduisent les signaux à mélanger au point commun ou point de sommation. Le signal «somme» est transmis par C3 à l'électrode de commande : l'émetteur de T1. Si cette fonction est remplie par un condensateur, c'est pour bloquer toute composante continue qui pourrait se trouver superposée au résultat du mélange. De cette façon le transistor n'a à amplifier que des tensions purement alternatives.

Il y a un truc !

L'astuce dans ce montage consiste à utiliser le transistor en base commune tout en conservant le pôle négatif de l'alimentation comme borne de sortie. Si vous avez lu l'article cité plus haut, sur le circuit de base, vous avez vu avec nous que la base, tout en faisant partie du circuit de sortie ne pouvait pas être reliée à la masse. Pour faire référence à un autre article de ce numéro (Terre, masse, zéro), voici un cas où le zéro du circuit n'est pas le pôle négatif de l'alimentation, ni le pôle positif, mais un point de **potentiel flottant** par rapport à l'alimentation. A moins que ce ne soit l'alimentation qui flotte par rapport au signal; tout est dans tout et réciproquement, comme disait Pierre Dac. Le fait que le zéro du signal ne soit pas confondu avec le zéro de l'alimentation n'est pas gênant en soi si le montage en base commune est isolé;

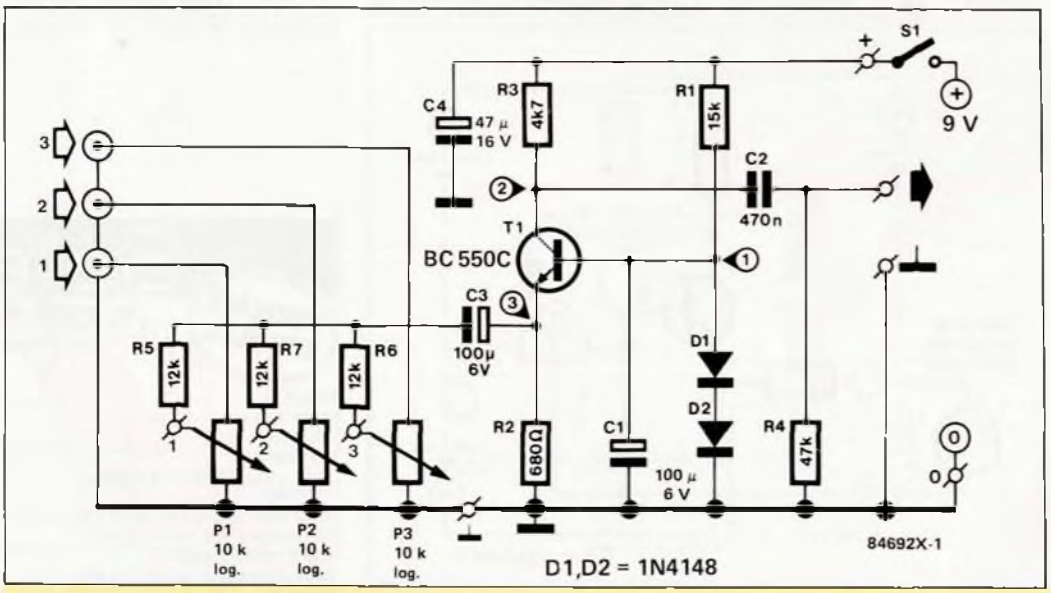


Figure 1 - La base de T1 est le point de référence de la tension alternative d'entrée. C'est possible, bien que le signal d'entrée soit appliqué à la masse du montage, parce que les tensions alternatives sont court-circuitées à la masse par le condensateur C1. Cela n'empêche pas la base d'avoir en continu la polarisation constante définie par le seuil des diodes D1 et D2.

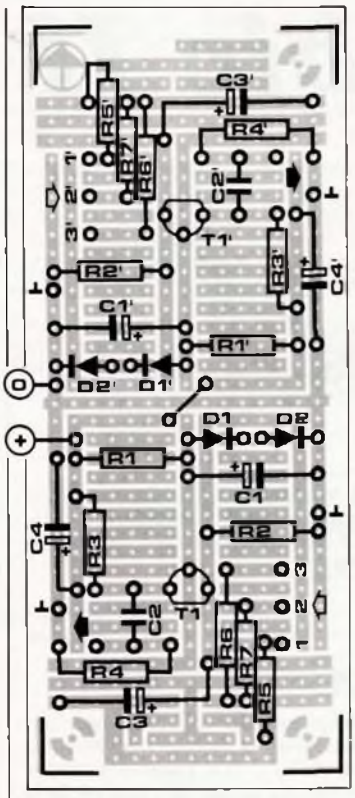


Figure 2 - La symétrie de la platine standard permet de construire facilement les deux mélangeurs qui constituent un appareil stéréophonique.

Liste des composants pour une version monophonique

R1 = 15 kΩ
R2 = 680 Ω
R3 = 4,7 kΩ
R4 = 47 kΩ
R5 à R7 = 12 kΩ
P1 à P3 = 10 kΩ log. (voir texte)
C1,C3 = 100 µF/6 V
C2 = 470 nF
C4 = 47 µF/16 V
D1,D2 = 1N4148
T1 = BC 550C

Divers

S1 = interrupteur marche-arrêt unipolaire
1 pile compacte de 9 V
1 coupleur de pile
15 picots Ø 1,2 mm
1 platine standard de format 1
1 boîtier (dimensions approximatives 190 x 110 x 60)
4 prises pour les entrées et la sortie (voir texte)
accessoires de câblage

La tension de service indiquée sur un condensateur chimique sera égale ou supérieure à la valeur spécifiée pour ce condensateur dans la liste des composants.

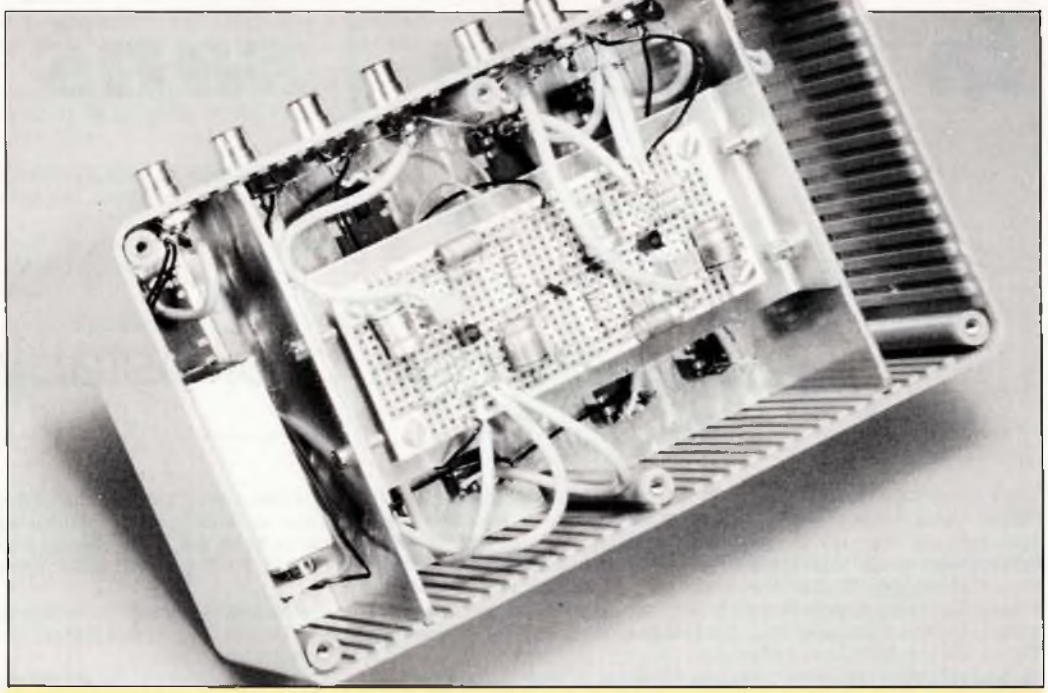


Figure 3 - Il faut toujours faire un peu de mécanique pour rendre l'électronique utilisable. Dans le cas présent il suffit de quelques trous, moins encore si vous optez pour les prises DIN et les potentiomètres stéréophoniques.

mais cela devient gênant quant le montage doit être relié à d'autres, dont le zéro est commun au signal et à l'alimentation.

Le problème est résolu très simplement par le condensateur C1. La faible impédance que présente le condensateur vis-à-vis des tensions alternatives permet de le considérer comme un court-circuit en alternatif. La base, point de référence des tensions alternatives d'entrée et de sortie, se trouve court-circuitée **en alternatif** avec la masse du montage, le pôle négatif de l'alimentation. La masse devient donc le point de référence des tensions d'entrée et de sortie.

Comme la base est le point de référence, toute variation de la tension alternative d'entrée provoquera une variation de la tension alternative base-émetteur, mais aussi du courant d'émetteur et de collecteur. La conséquence est une variation de la tension alternative aux bornes de R3, nettement supérieure à la variation de tension aux bornes de R2. Résultat : la tension de sortie, référencée par rapport à la masse, est elle aussi supérieure à la tension d'émetteur.

Revoilà la source de courant constant !

Le point de fonctionnement en courant continu de T1 est fixé par R1 à R3 et D1-D2. Les plus attentifs d'entre vous auront reconnu le schéma de la source de courant constant.

Cette façon de considérer le montage permet de l'analyser autrement. La source de courant constant fait en sorte que le courant qui traverse la résistance d'émetteur soit constant. Dans le montage de la source de courant seule, tout le courant qui traverse l'émetteur traverse aussi le collecteur. Dans le montage qui nous intéresse, la résistance d'émetteur voit aussi le courant provoqué par la source de tension d'entrée et le courant de collecteur diminue d'autant. L'intérêt de ce montage est que le fonctionnement est indépendant –ou presque– des variations de la tension d'alimentation.

La construction

Le plan d'implantation de la **figure 2** peut sembler un peu dense en regard du schéma tout simple de la figure 1. C'est simplement parce que le montage a été exécuté en version stéréophonique. Une platine standard de format 1 y suffit amplement. Les deux circuits sont disposés de façon symétrique. La distinction entre les composants des deux voies est assurée par le signe «prime» (') après le repère. Il ne s'agit que de la distinction entre les voies droite et gauche; la valeur des composants est la même pour les deux voies.

La construction ne pose pas de problème : il n'y a qu'un seul pont en fil à installer. Comme ce pont sert à l'alimentation d'une moitié du montage à partir de l'autre, il est inutile dans le cas où vous ne voulez qu'un montage monophonique. Comme d'habitude, vous veillerez à l'orientation des condensateurs chimiques, des transistors et des diodes. Les seuls composants qui ne sont pas logés sur la platine sont les potentiomètres P1 à P3, l'interrupteur et la pile de 9 V. Tous ces composants seront raccordés de préférence à l'aide de picots.

Les premiers tests électriques seront faits avec tous les composants installés sur la platine, mais sans les potentiomètres. Les potentiomètres ne jouent aucun rôle dans la détermination du point de fonctionnement du circuit. Le fonctionnement sera vérifié par trois mesures de tension et une d'intensité. Les tensions à mesurer sont celles des trois points repérés du schéma de la figure 1 : point 1 = 1,4 V; point 2 = 3,8 V; point 3 = 0,7 V. L'intensité consommée par le montage stéréophonique est de quelque 3,4 mA; de 1,7 mA pour le montage monophonique. Cette consommation minime ne justifie pas la construction d'une alimentation secteur; une pile compacte de 9 V suffira, à condition d'être mise hors service par un interrupteur. Quelques milliampères sont encore de trop quand l'appareil est inutilisé.

Reste à installer le mélangeur dans un boîtier, après avoir décidé du type de prises à utiliser. Bananes, Cinch, DIN, à vous de choisir, elles devront correspondre aux prises qui équipent déjà les cordons et les appareils à raccorder. Il n'y a pas d'exigence particulière quant à la construction, les fils de câblage interne peuvent être tout à fait ordinaires. Sachez qu'il existe des potentiomètres doubles pour les versions stéréophoniques, ce qui vous permettra d'actionner à l'aide d'un axe unique simultanément les potentiomètres P1 et P1' par exemple.

84692

la logique séquentielle sans hic II

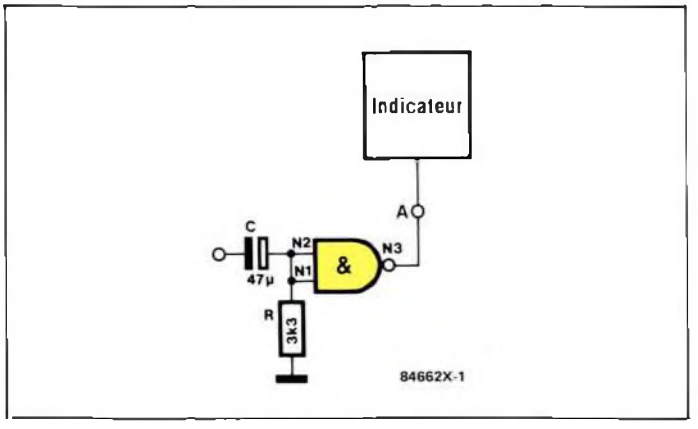
7ème partie

les bascules monostables

Il y a quelques mois, nous avons pris un tournant décisif dans notre étude des circuits logiques, en passant de la logique statique (où rien ne bougeait) à la logique séquentielle dans laquelle on a commencé à prendre en compte le déroulement des opérations. C'était l'avènement des bascules. Le temps faisait son apparition sous la forme de chronogrammes ou diagrammes d'impulsions, avec des signaux d'horloge et des flancs de déclenchement.
Jusqu'ici, pour qu'une bascule change d'état, il lui fallait un signal de commande sous la forme d'un flanc de basculement. Pour qu'elle revienne dans l'état initial, il fallait un deuxième signal de commande. Aujourd'hui nous abordons un versant passionnant de l'électronique logique et numérique où l'on commande le changement d'état d'une bascule **ET** son retour à l'état initial avec un seul et même signal de déclenchement. On obtient cela en jouant avec le temps que met un condensateur à se charger ou à se décharger.

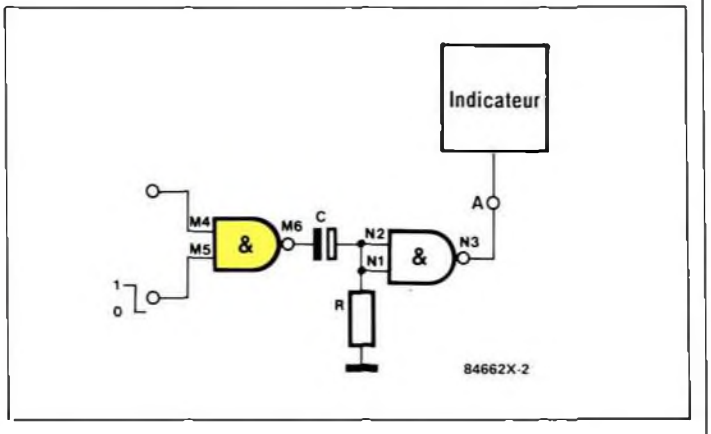
Partant d'un circuit stable (une bascule dont les entrées sont dans une configuration donnée, sa sortie par conséquent à un niveau logique stable), nous allons faire changer l'état de sa sortie pendant un laps de temps déterminé par le circuit lui-même. Passé ce délai, **la sortie de la bascule reviendra d'elle-même dans son état primitif stable**.
Nous disions de nos bascules qu'elles étaient **bistables**, car chacun de leurs deux états possibles était stable. Maintenant nous aurons aussi des bascules monostables dont un seul état est stable, tandis que l'autre ne persiste que pendant le temps que met un condensateur à se charger ou se décharger, les signaux de commande n'ayant plus aucune influence directe sur la sortie.

En plus des composants ordinaires de la platine d'expérimentation logique DIGILEX, il nous faudra donc quelques composants supplémentaires. Ce sont :
3 résistances de 3,3 kΩ 1/8 W
3 condensateurs électrolytiques de 47 µF/16 V
1 condensateur électrolytique de 4,7 µF/16 V
aux broches desquelles nous souderons un fil de câblage de quelques centimètres de longueur. Chaque fil sera lui-même muni d'un picot femelle grâce auquel nous pourrons établir facilement les liaisons avec la platine DIGILEX.
Voici à quoi ressemble une bascule monostable :



La barre noire du symbole d'un condensateur désigne son armature négative (–), c'est-à-dire celle qui est reliée au fût métallique, alors que le rectangle ajouré correspond à l'armature positive (+) qui elle est isolée du boîtier. Commençons par relier la borne négative de C à la masse, afin de permettre au condensateur de se décharger à travers R. La tension entre les deux armatures du condensateur est nulle, l'indicateur lumineux relié au point A est allumé car la sortie de l'opérateur NON-ET est au niveau logique haut.

Faites bien attention maintenant : nous mettons la borne négative (–) de C en contact avec la ligne d'alimentation positive. Que constatez-vous ?
La LED s'éteint . . . puis elle se rallume !
Que s'est-il passé ?
Nous disions que la tension aux bornes du condensateur est nulle à l'instant où nous faisons passer la borne négative au niveau haut. Une tension nulle, ce sont . . . 0 V. Quand la borne négative est portée à 5 V, le potentiel sur la borne positive sera donc de
5 V – 0 V = 5 V.
Le condensateur est comme court-circuité. Les entrées N1 et N2 sont par conséquent l'une et l'autre au niveau haut, ce qui se traduit sur une porte NON-ET par l'apparition en sortie d'un niveau bas. Rien d'étonnant par conséquent à ce que la LED de l'indicateur lumineux se soit éteinte.
Le courant qui circule à travers la résistance R permet néanmoins au condensateur de se charger. Peu à peu la tension à ses bornes atteint 5 V. Pendant ce temps, la tension d'entrée de l'opérateur NON-ET baisse, tant et si bien que le niveau logique n'est plus haut, mais bas. Quand les deux entrées d'un opérateur NON-ET sont au niveau bas, tout le monde sait que sa sortie est au niveau haut. Nul ne s'étonnera que dans ces conditions la LED de l'indicateur se rallume dès que le condensateur s'est chargé.
Désormais, la sortie ne change plus d'état et la LED restera allumée. Nous avons confectionné une bascule c'est-à-dire un dispositif dont la sortie peut adopter tour à tour deux états différents, dont un seul des états est stable. L'autre ne dure qu'un laps de temps limité après le basculement. La durée de ce laps de temps est déterminée par la capacité du condensateur et par la valeur de la résistance qui agissent l'une et l'autre sur le temps que le condensateur met à se charger.
La famille des bascules bistables que nous connaissions déjà et celle des bascules monostables telles que celle que nous venons de décrire ont chacune un champ d'application bien caractérisé; elles ne se concurrencent nullement mais sont utilisées fréquemment en association.

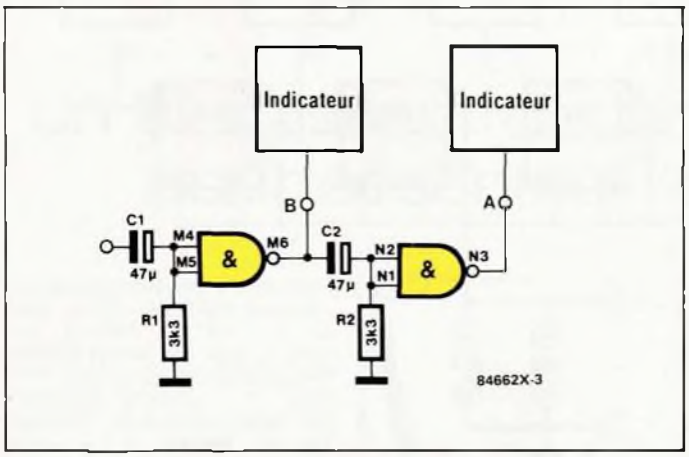


Avant d'aller de l'avant, nous pouvons étoffer quelque peu notre circuit primitif. Avec le circuit de la figure 2 nous retrouvons en effet le dispositif de la figure 1, augmenté d'un opérateur NON-ET. Celui-ci va jouer le rôle de circuit de commande électronique. L'impulsion de déclenchement est appliquée au

point M5 sous la forme d'un flanc descendant, c'est-à-dire le passage de 1 à 0. Ceci ne fonctionne que si l'entrée M4 est elle-même forcée au niveau logique haut.Si au contraire nous mettons cette entrée M4 au niveau bas, le monostable ne réagira pas à l'impulsion de commande appliquée à M5, tout simplement par ce qu'il ne la recevra pas.

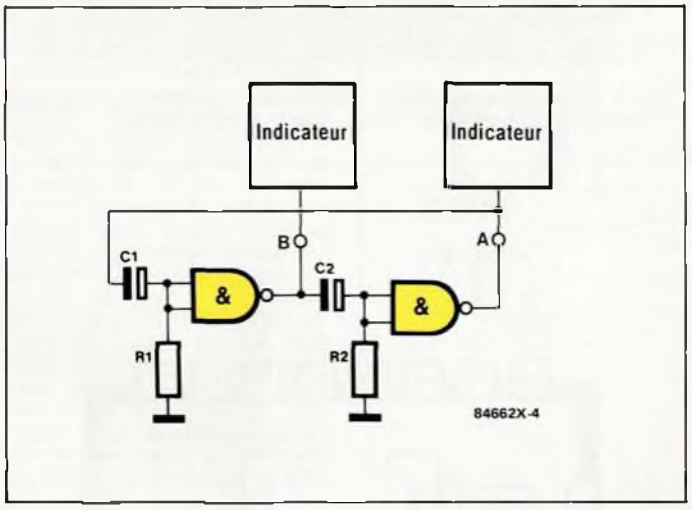
Sur la quasi totalité des circuits intégrés logiques et numériques un tant soit peu élaborés, vous trouverez ce type d'entrée sous la forme d'une broche ENABLE qui permet d'empêcher le circuit intégré de fonctionner à certains moments précis . . . sans avoir pour autant à lui couper son courant d'alimentation, ce qui serait une bien mauvaise solution.

La bascule bistable et la bascule monostable sont aussi appelées *multivibrateur bistable et monostable*; la bascule est une forme de multivibrateur (l'oscillateur en est une autre), ces termes sont à peu près équivalents.



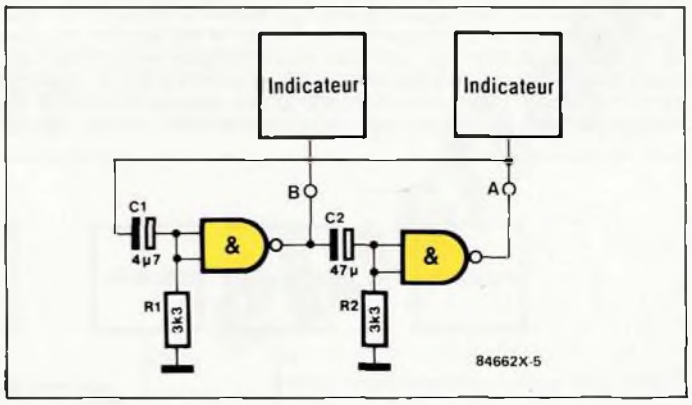
L'opérateur placé devant le monostable initial peut devenir lui-même un monostable si nous y rajoutons un condensateur et une résistance d'entrée. Quand la borne négative du condensateur C1 passe du niveau bas au niveau haut, l'indicateur B s'éteint, puis se rallume. Et c'est précisément quand l'indicateur B se rallume que l'indicateur A s'éteint.

De la même manière que nous utilisons l'opérateur M pour commander l'opérateur N, nous pouvons utiliser le second pour commander le premier. Le flanc ascendant au point N3 (quand la LED de l'indicateur A se rallume) sera injecté à l'entrée du premier monostable; pour cela on établit une liaison entre le point A et la borne négative de C1.

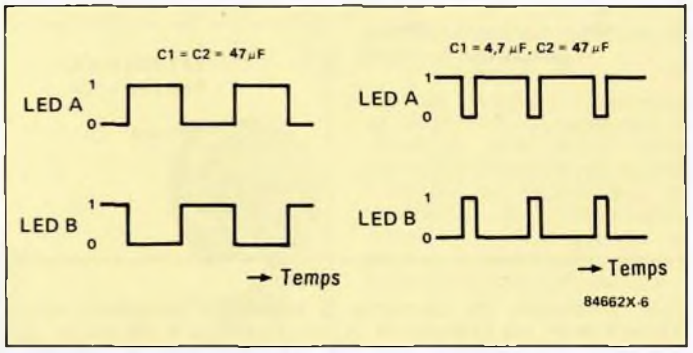


Les deux monostables se déclenchent mutuellement l'un après l'autre, comme deux joueurs qui se renvoient la balle. Le circuit oscille, c'est un oscillateur. Les lecteurs familiers d'ELEX connaissent les oscillateurs construits autour d'un unique opérateur logique, souvent utilisés pour produire tantôt un signal d'horloge, tantôt des signaux sonores. On notera que pour obtenir des signaux audibles avec un tel oscillateur, il faut non seulement réduire la valeur du condensateur afin d'augmenter le nombre de basculements par seconde (au moins plusieurs dizaines de Hz), mais aussi amplifier le signal avant de l'injecter dans un casque d'écoute ou un haut-parleur.

Mais revenons à nos impulsions lentes. En utilisant deux étages distincts comme c'est le cas ici, on se donne la possibilité d'agir séparément sur la durée de chaque demi-période. Prenons pour C1 un condensateur de capacité dix fois moindre que celle de C2.

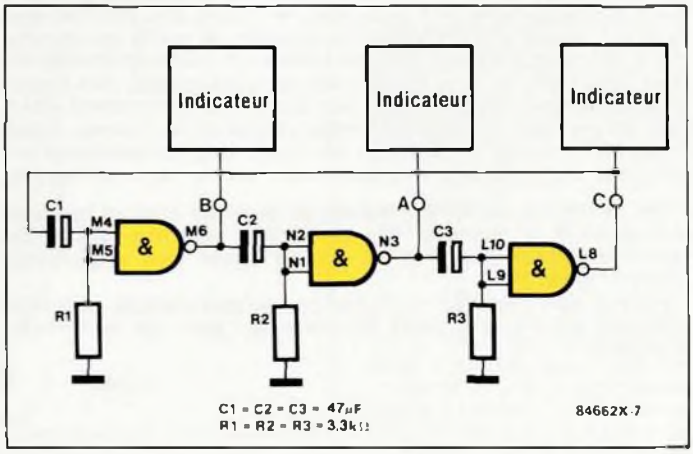


Tant que les deux condensateurs avaient la même valeur, les indicateurs A et B étaient allumés à tour de rôle pendant des durées égales. Maintenant le temps pendant lequel la LED de l'indicateur B est allumée est beaucoup plus court que celui de la LED A, qui n'a d'ailleurs pas changé.



Quand les impulsions A et B étaient de durée égale, nous avions un signal symétrique; les deux moitiés de la période sont égales, alors que maintenant les deux moitiés sont inégales : le signal est devenu asymétrique. Le rapport entre ces durées est appelé le rapport cyclique. Et puisque nous en sommes aux termes nouveaux, précisons que l'oscillateur s'appelle un multivibrateur astable, ainsi nommé parce qu'aucun des deux états de sortie n'est stable (encore heureux d'ailleurs, sinon il n'oscillerait pas!). Après les bascules (ou multivibrateurs) bistable et monostable, nous avons maintenant l'astable.

Pour le circuit construit à l'aide de trois monostables, il n'y a pas d'appellation officielle, si ce n'est peut-être, dans le cas qui nous occupe, celle de chenillard, puisque les LED des indicateurs B, A et C s'allument à tour de rôle.

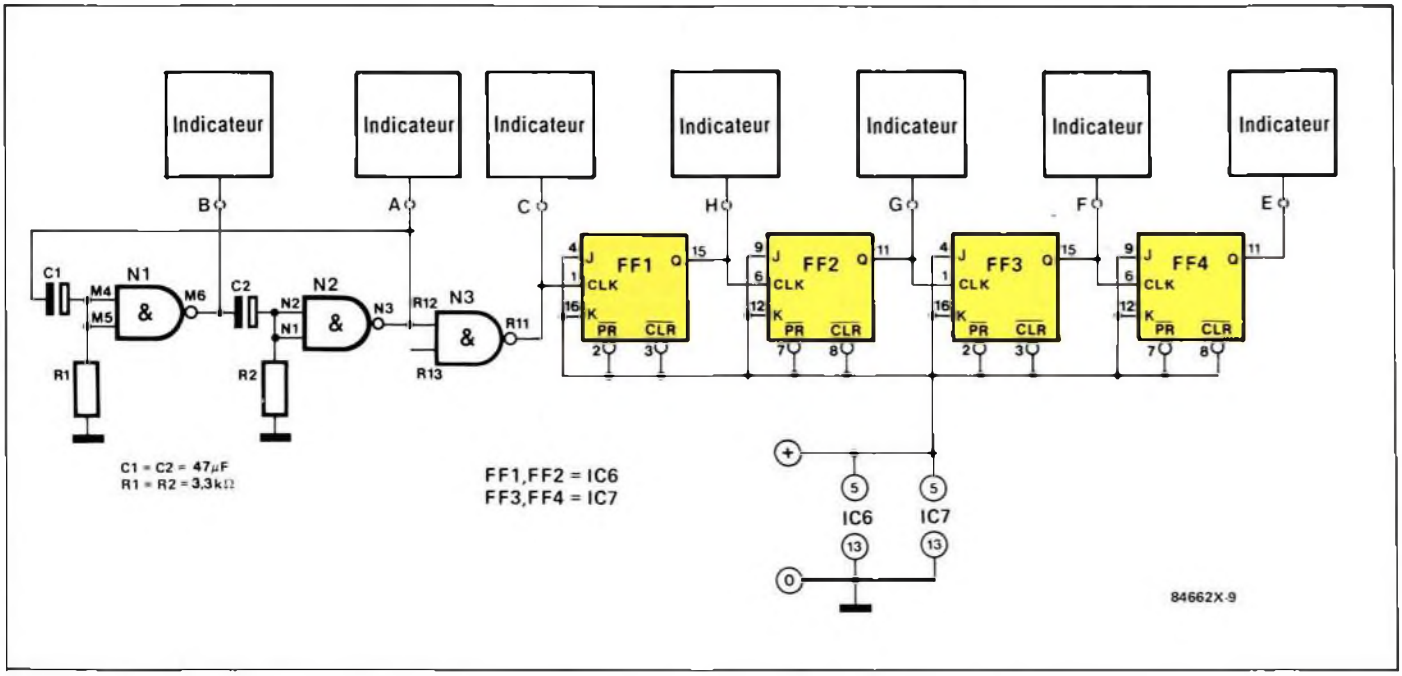


Vous pouvez suivre le même principe et rajouter d'autres monostables dans la chaîne en veillant à ce que leur nombre reste impair. L'effet lumineux obtenu avec un nombre d'opérateurs pair est moins spectaculaire car il y a toujours une moitié des LED allumées tandis que les autres sont éteintes.

Détail pratique : Il n'est pas impossible du tout qu'une chaîne de monostables refuse de commencer à osciller et reste bloquée. Pour la débloquer, il suffit de forcer brièvement l'entrée de l'un des monostables au niveau logique haut.

Il existe bon nombre d'autres configurations d'oscillateurs logiques plus ou moins comparables. Nous ne les étudierons pas ici. Sachez que vous rencontrerez souvent dans les circuits logiques des oscillateurs dans lesquels le condensateur et la résistance ont cédé la place à un quartz grâce auquel la stabilité en fréquence de l'oscillateur est considérablement améliorée.

Au sujet de l'impulsion issue d'un monostable, on parle souvent d'impulsion calibrée; ce mot indique bien que la durée de l'impulsion est déterminée avec précision. On obtient aussi aisément des impulsions calibrées de plusieurs heures, voire des jours que des impulsions calibrées de quelques nanosecondes (ce sont des billionnièmes de seconde)...
Le circuit intégré de type 123 réagit à des flancs ascendants sur l'entrée de commande B quand l'entrée A est portée au niveau bas. Pour le commander avec des flancs descendants, il suffit de les appliquer à l'entrée de commande A, tandis que l'entrée B sera forcée au niveau haut.



Que diriez-vous de combiner à présent l'oscillateur de la figure 4 avec les compteurs ou les registres à décalage des épisodes précédents ? Prenons par exemple le compteur binaire de la cinquième partie de cette rubrique, dans le n°12 d'ELEX.

Ça c'est de la logique sans hic, mais pas sans chic !
En pratique, les bascules monostables se présentent souvent sous la forme d'un ou plusieurs circuits intégrés. Le plus fameux est sans doute le 74123 qui contient deux bascules, avec pour chacune deux entrées de déclenchement (A et B), une entrée d'effacement ($\overline{CLEAR}$) et deux sorties complémentaires Q et $\overline{Q}$. Chaque bascule possède bien entendu également deux broches d'entrée pour le réseau RC qui détermine la longueur de l'impulsion astable.

On distingue deux familles de bascules monostables : les unes sont redéclenchables, les autres pas. Quand une bascule est redéclenchable, cela signifie que les flancs de déclenchement reçus à l'entrée pendant la période monostable de la sortie (une impulsion est en cours) sont pris en compte et donnent lieu à un prolongement de l'impulsion en cours. On pourrait dire qu'il est possible d'entretenir l'impulsion de sortie, ou encore de la relancer.Une bascule monostable non redéclenchable ne tient plus compte, une fois qu'elle est déclenchée, des flancs éventuellement appliqués sur son entrée de commande. Pour que la bascule non redéclenchable y réponde à nouveau, il faut attendre la fin de l'impulsion en cours avant d'appliquer un nouveau flanc de déclenchement à l'entrée de commande.

Cette distinction est fondamentale en pratique chaque fois que la cadence à laquelle se succèdent les impulsions de commande est plus rapide que le cycle des impulsions déclenchées.
La durée de l'impulsion produite par un monostable peut être calculée avec une grande précision à l'aide de la formule suivante :

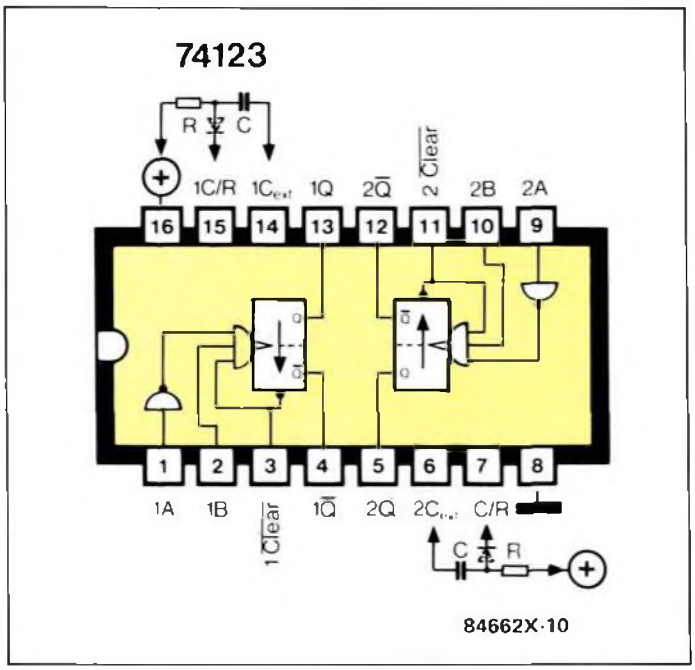
$$t = 0{,}45 \times C \times R$$

quand la valeur de R est comprise entre 5 et 25 kΩ et la valeur de C est supérieure à 1000. La diode du type 1N4148 ne doit être implantée que si l'on utilise pour C un condensateur électrolytique. La formule de calcul de la durée de l'impulsion monostable est la même.

Quand l'entrée $\overline{CLEAR}$ est forcée au niveau bas, la sortie Q est basse (et la sortie $\overline{Q}$ haute) indépendamment de ce qui se passe sur les entrées de déclenchement A ou B. Ce qui nous donne la table de vérité suivante :

$\overline{CLEAR}$	A	B		Q	$\overline{Q}$
0	x	x		0	1
x	1	x		0	1
x	x	0		0	1
1	0	↑		⎍	⎍
1	↓	1		⎍	⎍
↑	0	1		⎍	⎍

Citons pour finir quelques références de circuits intégrés monostables classiques : 74121, 74122, 74123, 74221



l'oreille super-stéréo ou élastique

un élargisseur de l'image stéréophonique pour accentuer le relief acoustique

L'appareil proposé ici intéressera aussi bien les lecteurs qui aiment profiter de la stéréophonie sur leur chaîne Hi-Fi que ceux qui pratiquent l'enregistrement, par exemple de *home music*, ou toute autre activité de ce genre. Il s'agit d'un accessoire qui vient contrebalancer, c'est le cas de le dire, l'écrasement de l'image stéréophonique provoquée par un réglage de balance asymétrique sur un appareil de reproduction. Comme son nom l'indique, il s'agit d'élargir l'image stéréophonique, comme si l'on écartait les haut-parleurs l'un de l'autre.

Le saut à l'élastique est l'une de ces techniques que l'homme a de tous temps inventées pour renouveler sa perception du monde. La stéréophonie en est une autre, moins meurtrière, ce n'est pas difficile, moins spectaculaire aussi. Autrefois, c'est-à-dire il y a trente ans, quand elle a commencé à se répartir parmi le grand public, la stéréophonie, c'était l'inouï, et l'on écarquillait les oreilles.
La comparaison entre stéréophonie et saut à l'élastique n'est pas si dénuée de fondement qu'il paraît : si l'on vous disait que dans les années à venir les gens s'installeront des mâts au fond de leur jardin pour y grimper et en sauter "en privé", accrochés au bout d'un modèle spécial d'élastique «le Chinois» (cf ELEX n°12 page 9), vous haussériez les épaules, comme vous l'auriez fait dans les années cinquante si l'on vous avait dit que les gens allaient «recréer l'ambiance des salles de concert» chez eux, dans leur salon avec des chaînes haute-fidélité. Et pourtant aujourd'hui les musiques les plus écoutées sont diffusées par des cônes en carton à une échelle infiniment plus grande qu'elles ne sont écoutées en direct au moment où elles sont produites.

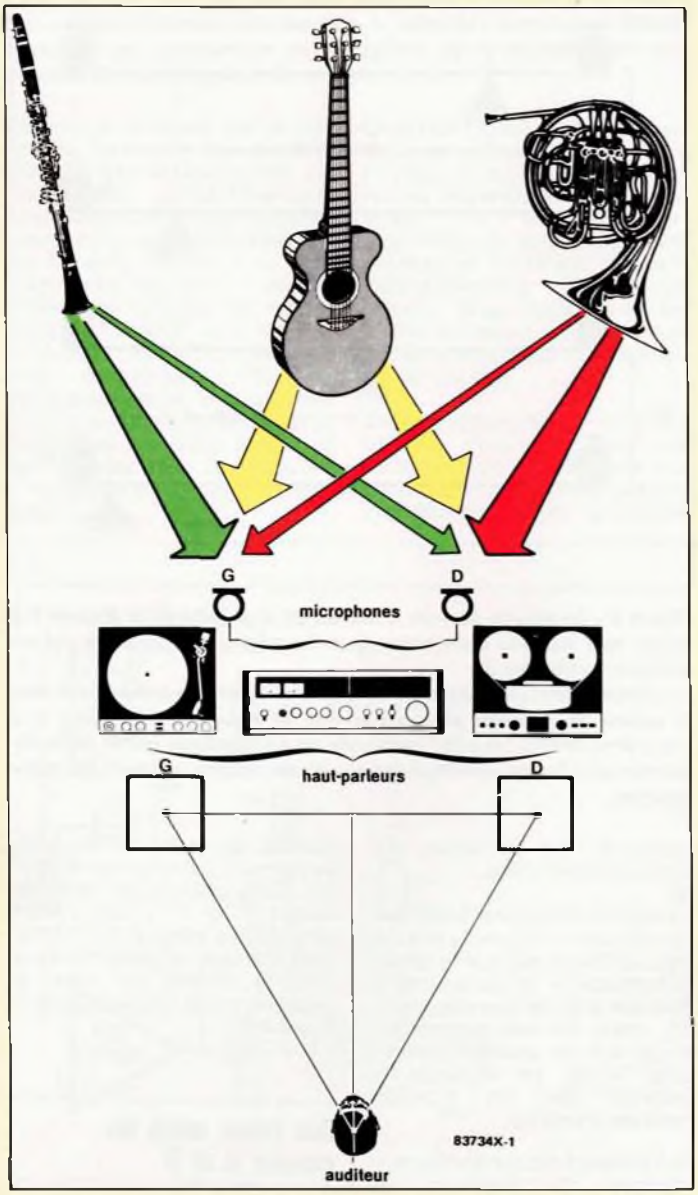


Figure 1 - L'enregistrement stéréophonique permet de recréer un relief acoustique lors de la diffusion par une installation composée de deux haut-parleurs. Les oreilles de l'auditeur doivent être placées à la hauteur des haut-parleurs et à peu près au sommet d'un triangle isocèle formé par la tête de l'auditeur et les deux HP, et dont la hauteur est égale à la base.

S'il est question d'élastique ici, c'est surtout parce que le montage que nous vous proposons permet de triturer l'image stéréophonique et «déplacer les instruments» entre les voies gauche et droite... comme s'ils étaient accrochés à des élastiques.

Entendre en relief

Prenons le temps de nous remettre en mémoire le principe même de la stéréophonie. Ce mot a été formé à la fin des années 40 sur le mot *stéréoscopie* qui désigne les procédés d'impression et d'observation d'images **en relief**. La stéréophonie est donc l'ensemble des procédés d'enregistrement, de reproduction et de diffusion permettant de donner l'impression du relief acoustique (opposé à *monophonie*).

C'est grâce à nos **deux** oreilles que nous sommes capables de situer les sources sonores dans l'espace ; en stéréophonie, il y a (au moins) deux microphones, il y a deux voies ou canaux (gauche et droite) pour l'enregistrement et la reproduction, et deux haut-parleurs pour la diffusion. Sur la **figure 1** nous voyons que si l'auditeur entend la clarinette "à gauche", le cor "à droite" et la guitare "au milieu", c'est parce que ces instruments étaient placés ainsi lors de l'enregistrement. L'amplitude et la phase des ondes sonores émises par la guitare et captées par les deux microphones sont identiques. La clarinette est placée plus près du microphone de gauche ; celui-ci captera des ondes sonores dont la phase et l'amplitude ne sont pas celles

des mêmes ondes lorsqu'elles mettent en mouvement la membrane de l'autre microphone. Ces infimes différences de phase et d'amplitude seront restituées par les deux haut-parleurs et permettront à l'oreille attentive de resituer les instruments les uns par rapport aux autres.

Corriger la balance: deux poids, deux mesures

Sur les amplificateurs stéréophoniques on trouve un réglage de symétrie qui s'appelle BALANCE et qui nous fournit la matière pour une analogie intéressante qu'illustre la **figure 2**. Rappelons que la fonction du réglage de balance est de permettre à l'usager de modifier l'équilibre entre l'amplitude des signaux des deux voies stéréophoniques en fonction notamment de l'acoustique propre du lieu d'écoute.

C'est ce qu'illustre la représentation schématique de la balance sur la figure 2. Les deux poids représentent le signal des voies gauche et droite. Il faut imaginer que le couteau de la balance, c'est-à-dire l'arête X du prisme noir qui supporte le fléau (= le balancier), représente la source du signal tel qu'on en perçoit la position en stéréophonie. Selon que cette source (le couteau autour duquel oscille le fléau de la balance) est plus à droite ou à gauche lors de l'enregistrement par deux microphones disposés en couple stéréophonique, l'amplitude du signal sur cette voie sera plus forte, et forcément plus faible sur la voie opposée. Lors de la reproduction, la source semblera située plus à droite ou à gauche de l'horizon stéréophonique en fonction de l'amplitude du signal sur les deux voies.

Si le niveau est rigoureusement le même à droite qu'à gauche, la source semblera placée au milieu. C'est aussi ce qui se passe avec deux haut-parleurs reproduisant un enregistrement effectué en monophonie.

Sur le croquis 2b, la source est en butée à gauche, car il ne sort rien du haut-parleur droit. Et sur le croquis 2c, la source est à l'extrême droite, il ne sort pas un son du haut-parleur gauche.

Le croquis de la **figure 3a** est double ; nous avons là deux fléaux qui représentent deux sources différentes enregistrées en même temps. Les poids et les indications chiffrées voisines représentent l'amplitude du signal de chacune des sources sur chacune des voies.

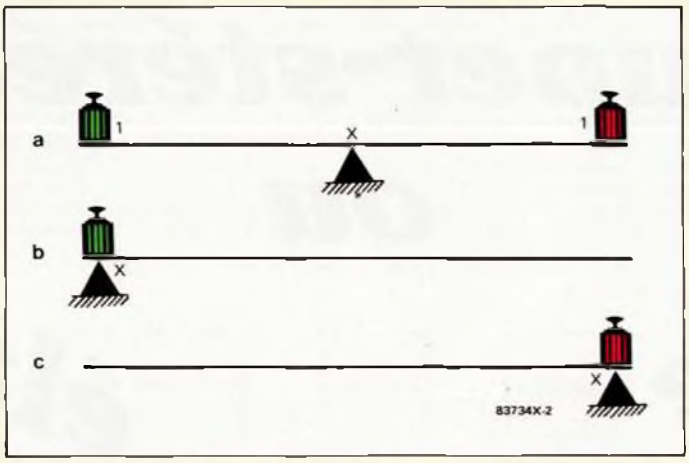


Figure 2 - Quand une source sonore ponctuelle (X) est enregistrée «au milieu», l'amplitude du signal est identique sur les voies gauche et droite. L'un des canaux reste muet au contraire quand la source est enregistrée à l'extrémité opposée de l'horizon stéréophonique.

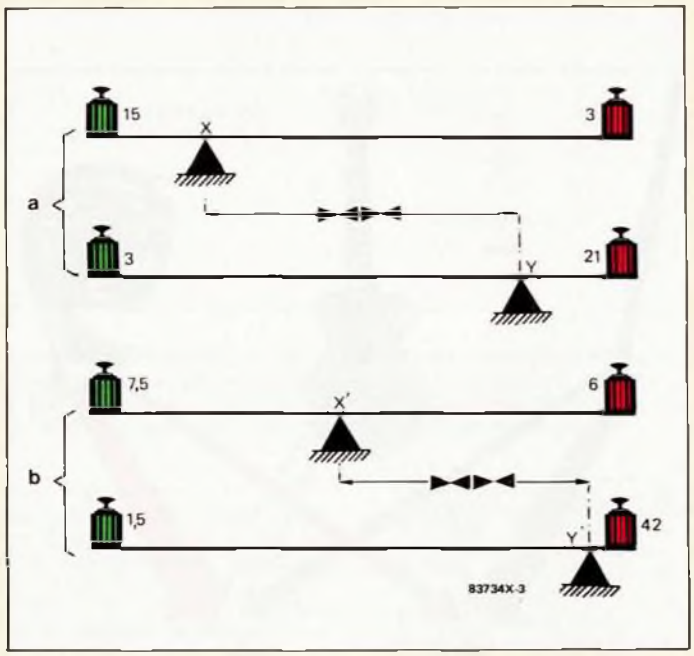


Figure 3 - La source sonore X est située à gauche et la source Y à droite de l'horizon stéréophonique. Le réglage de balance est en position neutre en 3a.
Le déplacement de la balance vers la droite ramène la source X vers le milieu de l'image stéréophonique et repousse la source Y à l'extrême droite. Un effet inattendu de ce décalage est le rétrécissement de l'image stéréophonique dû au rapprochement des deux sources.

La source X domine à gauche (amplitude = 15), mais elle est perceptible aussi sur la droite (amplitude = 3). La source Y domine à droite (amplitude = 21), mais elle est perceptible aussi sur la gauche (amplitude = 3). Le réglage de balance est en position centrale (neutre).

Si à présent nous modifions le réglage de balance de l'appareil de reproduction stéréophonique de façon à réduire de moitié l'amplitude des signaux de la voie gauche et doubler par conséquent celle des signaux de la voie droite, nous obtenons le résultat de la figure 3b. Non seulement les sources X et Y se sont déplacées vers la droite (X' et Y'), mais **l'écart entre elles a diminué**. En déplaçant l'image stéréophonique vers la droite (ou vers la gauche), nous en réduisons la largeur.

Des fuites entre les canaux G et D

En pratique la séparation des voies stéréophoniques est loin d'être parfaite. En bien des points de la chaîne de reproduction on constate les effets d'une intermodulation ou diaphonie entre les voies. Dans les fiches de caractéristiques des appareils stéréophoniques, ce paramètre est indiqué soit par le vocable *diaphonie*, soit par le vocable *séparation des canaux*, ou quelque chose d'approchant. La valeur est donnée en dB (décibels). Une indication de 55 dB par exemple signifie qu'il faut injecter un signal d'un niveau de 55 dB à une des deux voies stéréophoniques avant que la diaphonie qui affecte les circuits électroniques provoque l'apparition d'un signal mesurable sur l'autre voie (en principe muette). Les têtes de lecture phonographiques ou magnétiques et les supports correspondants (disques, bandes, cassettes, etc) ont souvent une diaphonie gênante. Une portion des signaux de la voie gauche transpirent sur la voie droite, et inversement.

Plus les signaux des voies gauche et droite se mélangent, moins l'image stéréophonique sera large. On se rapproche alors peu à peu d'une source monophonique : si deux haut-parleurs sont disposés symétriquement de part et d'autre de la tête de l'auditeur, les sons auxquels donne naissance un signal monophonique semblent provenir d'une source située à mi-chemin des deux sources réelles (les HP).

On notera que dans cette forme de diaphonie le signal «normal» d'une voie et la portion de signal évadée sur l'autre voie sont en phase et par conséquent ne s'annulent pas.

La **figure 4** illustre l'effet de la diaphonie entre canaux stéréophoniques sur l'image stéréophonique telle qu'elle a été enregistrée avec le système de la figure 1. Les sources se rapprochent du milieu (flèches vers l'intérieur). Si la diaphonie s'accompagne d'une rotation de phase (ou déphasage de 180°), on obtient l'effet inverse sous la forme d'un élargissement de l'image stéréophonique : plus une source est disposée asymétriquement, plus l'effet de l'atténuation des fuites par le déphasage sera fort (flèches vers l'extérieur).

C'est ce que nous nous proposons de faire délibérément à l'aide d'un circuit électronique : nous additionnerons une portion du signal d'un canal à celui de l'autre canal en prenant soin d'en inverser la phase. En reproduction stéréophonique, cela aura pour effet de repousser sur les côtés toutes les sources qui ne sont pas enregistrées au milieu. D'où il résulte un élargissement de l'image stéréophonique. Ce circuit compense l'écrase-

ment que provoque un réglage de balance asymétrique, comme nous l'avions vu plus haut.

Le schéma de l'élargisseur

Vous êtes étonnés, n'est-ce pas, en voyant sur la figure 5 à quel point le schéma de cet appareil est simple. Il ne faut pas grand chose en effet pour pouvoir passer à l'aide d'un simple potentiomètre de l'image étroite (mono) à l'image normale (stéréo) et surtout au-delà, à l'image élargie (super-stéréo). Nous avons expliqué qu'il s'agissait du principe de la superposition en opposition de phase qui permet de supprimer les signaux. Pour en savoir plus sur les problèmes de phase, nous vous renvoyons plus précisément au n°11 d'ELEX (mai 1989). Ajoutons encore que ce procédé est utilisé par certains dispositifs de suppression de bruit.

Sur le schéma ce sont les résistances R5, R6 et R7 qui, associées à IC1 et IC2, se chargent de provoquer en permanence une diaphonie avec inversion de phase. A la sortie du circuit, le potentiomètre P1 monté en résistance variable crée une diaphonie variable et sans déphasage, laquelle neutralise tout ou partie de la diaphonie déphasée. Si la piste du potentiomètre est court-circuitée par son curseur, les signaux de sortie seront rigoureusement identiques sur les deux voies. La reproduction du son est monophonique.

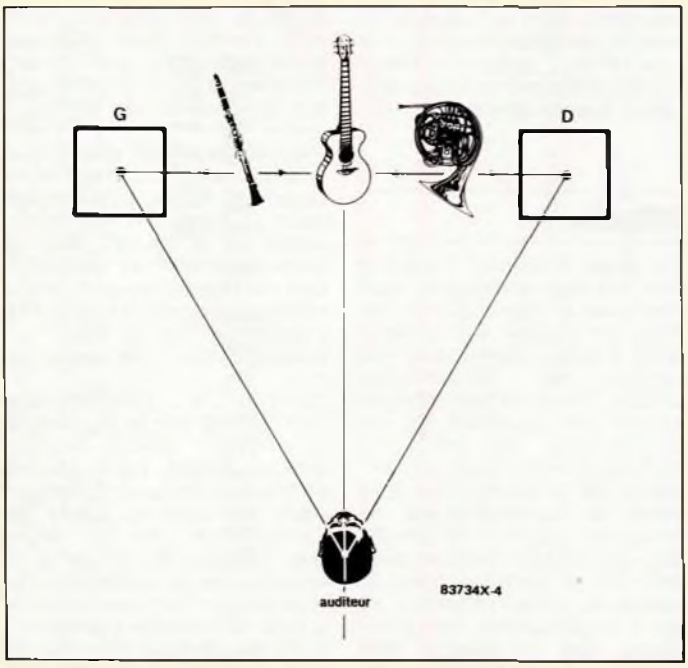


Figure 4 - Le rétrécissement de l'image stéréophonique se traduit par un rapprochement des sources. L'effet de l'élargisseur stéréophonique est d'accentuer la perception de la spatialisation des sources en les éloignant du centre.

Quand le curseur est à mi-course (environ), les diaphonies directe et déphasée se neutralisent mutuellement. Nous avons une reproduction «normale» en stéréophonie. Au fur et à mesure que l'on augmente la valeur de la résistance variable en ramenant le curseur vers l'extrémité de la piste à laquelle il est relié, on réduit l'effet de neutralisation par la diaphonie directe au profit de celui de la diaphonie avec déphasage, et on favorise par conséquent l'élargissement de l'image stéréo.

Quand le curseur de P1 est en bout de course, la largeur de l'image acoustique est déterminée essentiellement par la valeur de R5. Si l'on augmente la valeur de cette résistance, on réduit d'autant l'élargissement maximal obtenu. Si au contraire on en réduit la valeur, on accentue l'effet obtenu quand P1 est en fin de course.

En expérimentant diverses valeurs pour R5 vous ne tarderez pas à découvrir les limites de cette manipulation. Normalement les amplificateurs opérationnels devraient être alimentés par une tension symétrique (+ et −) avec un zéro central autour duquel viendrait «osciller» le signal alternatif traité. Pour simplifier le circuit, l'alimentation est asymétrique. C'est pourquoi on crée un potentiel de polarisation continue à l'aide de R3 et R4.

A cette composante continue vient se superposer le signal alternatif acheminé à travers C1 et C2. Le diviseur de tension R3/R4 est symétrique. Il divise donc la tension de 9 V en deux, de sorte qu'au point commun entre R1, R2, R3 et R4 nous aurons 4,5 V. Ce potentiel continu est aussi celui des broches 2, 3 et 6 des deux circuits intégrés. La composante alternative des signaux de sortie passe par C4 et C5 qui bloquent la composante continue.

L'alimentation est assurée par une simple batterie de 9 V associée à deux condensateurs tampons (C6 et C7). Il est recommandé d'intercaler un interrupteur de mise sous tension, bien que la consommation du circuit n'excède pas les 7 mA. Ce sont 7 mA de trop, et les économies faites sur la pile, ce sont toujours ça de pollution en moins...

Réalisation

Le circuit pourra être monté sans difficulté sur une platine d'expérimentation de format 1, grâce notamment au plan d'implantation de la figure 6. L'ordre dans lequel

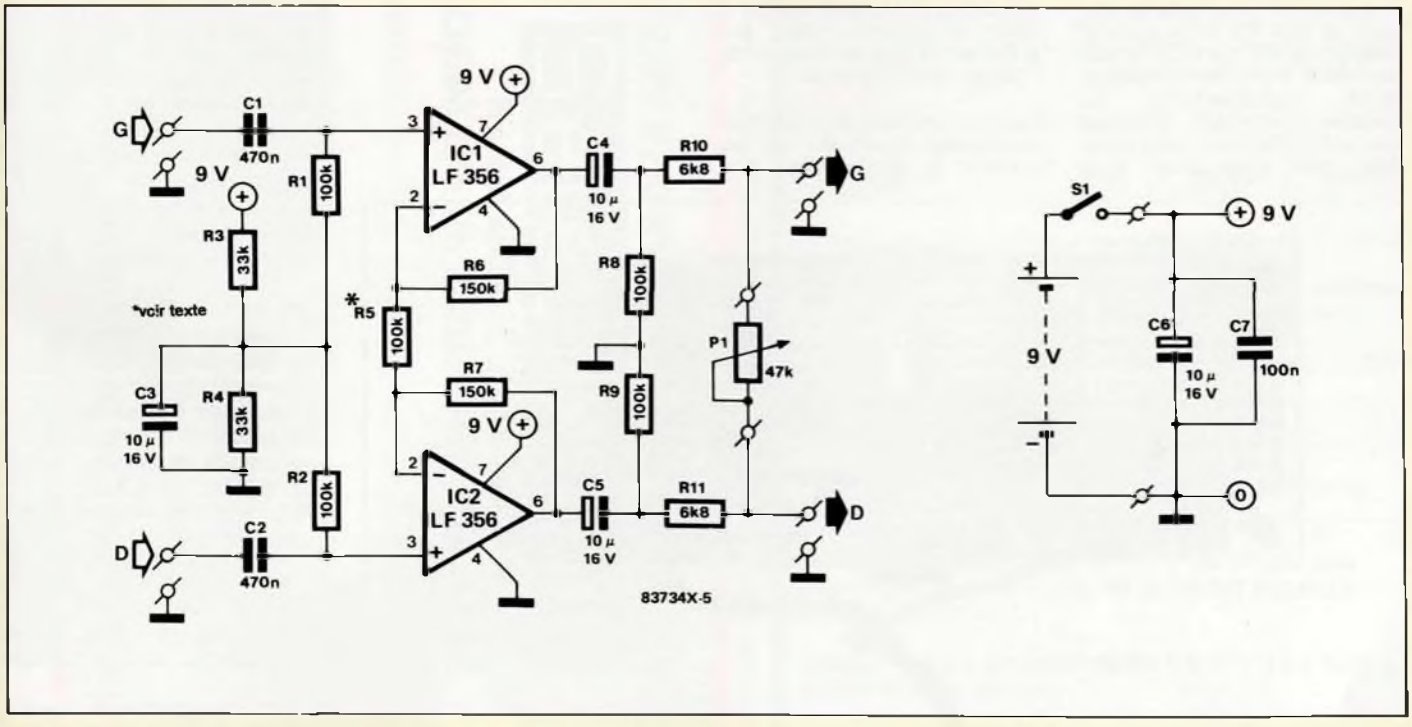


Figure 5 - La valeur de R5 détermine la largeur maximale de l'image stéréophonique obtenue avec l'élargisseur. Outre P1 qui est l'organe de réglage principal permettant de doser l'effet de l'élargisseur, ce circuit ne comporte aucun réglage. Ceux que cela intéresse pourront néanmoins s'amuser à jouer sur la valeur de R5.

on monte les composants n'est pas laissé au hasard. Commencez par les moins encombrants, à savoir les ponts de câblage, puis les résistances, les condensateurs et enfin les semi-conducteurs. Vous n'ignorez pas que les condensateurs chimiques C3 à C6 sont polarisés. Avez-vous vérifié qu'ils sont convenablement orientés ? Leur borne positive doit être du côté du + sur le plan d'implantation.

Si vous avez un fer à souder (mis à la terre ; pas de charges d'électricité statique) dont la pointe est en bonne état, vous pouvez souder les circuits intégrés directement sur la platine. Ne faites pas chauffer leurs broches les unes après les autres.

Soudez-en une, puis passez à l'autre circuit pour faire une soudure. Entretemps la première aura pu refroidir.

Progressez ainsi en alternant, et vous ne risquez pas d'échauffer excessivement les circuits intégrés. Si vous manquez d'expérience, faites les frais de deux supports pour circuit intégré, mais ne perdez pas de vue le fait qu'un support peut devenir lui-même la source d'ennuis graves au moment où il faut y enficher le circuit intégré.

Il n'est pas nécessaire d'utiliser du câble blindé pour établir la liaison entre la platine et le potentiomètre P1, du fil de câblage ordinaire conviendra.

Le circuit doit marcher dès la mise sous tension, surtout si à l'aide d'un multimètre vous avez relevé une tension de 9 V à la borne 7 des circuits intégrés et sur R3, ainsi qu'une tension de 4,5 V sur C3 et aux bornes 2, 3 et 6 des amplificateurs opérationnels. La tension que vous relèverez sur la broche 3 ne sera peut-être pas celle que vous attendez car la résistance interne de votre multimètre la fera chuter : plus cette résistance est élevée, moins la tolérance devrait être forte.

Utilisation

De toute évidence l'élargisseur d'image stéréophonique n'est pas un circuit autonome, mais un maillon à intercaler entre d'autres éléments d'une chaîne de reproduction sonore. Par exemple entre un lecteur de cassettes et un amplificateur, ou entre un récepteur radio et son amplificateur. Ne le mettez pas à la sortie du tourne-disques : le niveau du signal y est insuffisant. Le point d'insertion idéal pour un tel accessoire est la liaison du préamplificateur et de l'amplificateur de puissance. Sur la plupart des chaînes haute-fidélité, ces deux fonctions sont généralement *intégrées* dans le même appareil (l'amplificateur). Sur certains d'entre eux, on trouve à l'arrière deux ponts amovibles qui permettent justement de séparer les deux circuits et d'en intercaler un troisième. Si ce n'est pas le cas sur le matériel dont vous disposez, le meilleur point d'intervention est le potentiomètre de volume de l'amplificateur. Celui-ci est relié à la masse par l'une des extrémités de sa piste, dont l'autre extrémité est la sortie du préamplificateur. L'entrée du circuit de puissance, c'est donc sur le curseur du potentiomètre qu'on la trouve.

On peut insérer l'élargisseur soit entre la sortie du préamplificateur et l'extrémité de la piste du potentiomètre, soit entre le curseur et l'entrée de l'étage de puissance.

Dans ce dernier cas, il suffit de dessouder le fil qui va au curseur et de le relier à la sortie du circuit de la figure 5 dont l'entrée sera reliée au préamplificateur par l'intermédiaire d'un fil court soudé sur le curseur du potentiomètre de volume. Dans l'autre cas, il faut dessouder le fil qui va à l'extrémité de la piste non reliée à la masse, pour le relier à l'entrée du circuit de la figure 5 dont la sortie sera reliée à l'amplificateur de puissance par l'intermédiaire d'un fil court soudé à l'extrémité de la piste du potentiomètre de volume.

Comme le potentiomètre commandé par le bouton de volume est double (stéréophonie oblige), nous aurons en fait deux fils pour l'entrée et deux fils pour la sortie de l'élargisseur ; on se doute que l'un des fils est pour la voie gauche et l'autre pour la voie droite. Pour ces liaisons-là il est nécessaire d'utiliser du fil blindé dès qu'elles dépassent quelques centimètres.

NB : du fait même de son principe de fonctionnement, l'élargisseur stéréophonique ne fonctionne pas à partir de signaux monophoniques.

83734

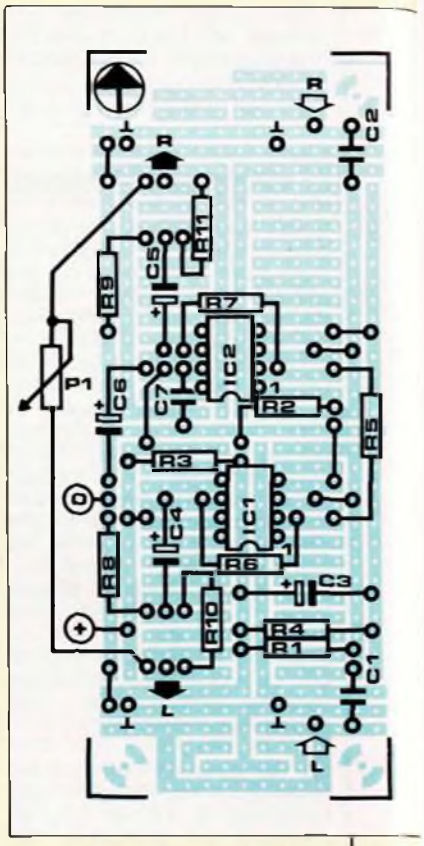


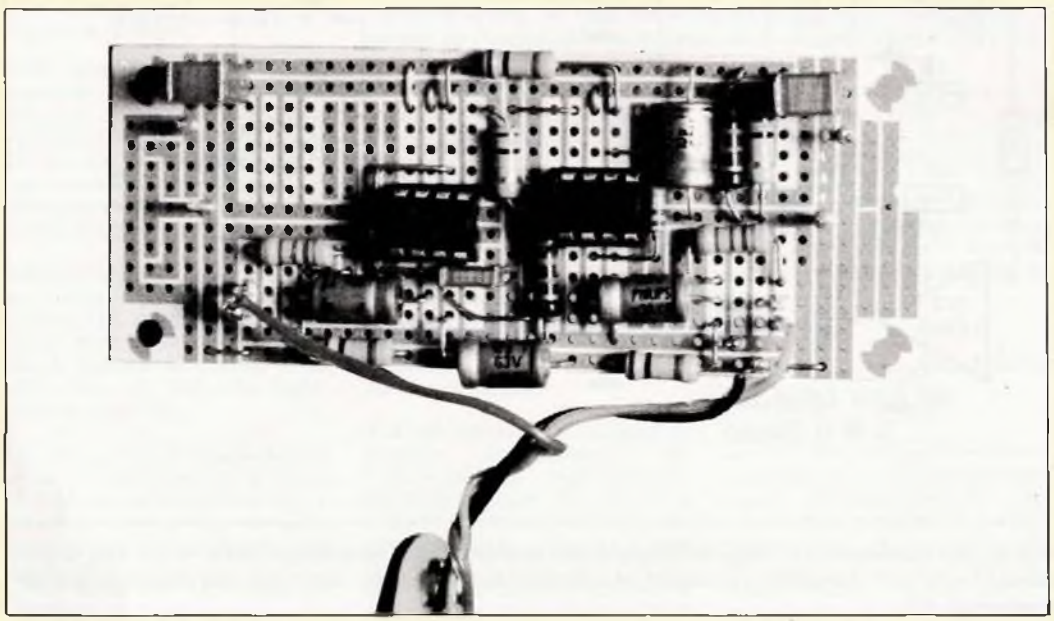
Figure 6 - Plan d'implantation des composants de l'élargisseur stéréophonique. Le câblage de P1 pourra être effectué en fil ordinaire, mais les entrées et les sorties seront de préférence câblées avec du fil blindé.

Liste des composants

R1,R2,R8,R9 = 100 kΩ
R3,R4 = 33 kΩ
R5 = 100 kΩ (cf texte)
R6,R7 = 150 kΩ
R10,R11 = 6,8 kΩ
P1 = 47 kΩ (50 kΩ) lin (A)
C1,C2 = 470 nF
C3 à C6 = 10 µF/16 V
C7 = 100 nF
IC1,IC2 = LF356

Divers :
1 platine d'expérimentation de format 1
1 batterie de 9 V
1 coupleur à pression
12 picots Ø 1,2 mm2
supports de circuit intégré à 8 broches
fil de câblage (ordinaire et blindé)
S1 = interrupteur

La tension de service indiquée sur les condensateurs chimiques utilisés sera égale ou supérieure à la valeur spécifiée dans la liste des composants.



PUBLICITE

BON DE COMMANDE — PUBLITRONIC

Livres et circuits imprimés

Veuillez consulter la liste des titres disponibles ELEX dans les publicités en pages intérieures de la revue.

Livres	prix	quant.	total
.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....
platines expérimentales ELEX			
1 - 40 × 100 mm	23 F	.....	.....
2 - 80 × 100 mm	38 F	.....	.....
3 - 160 × 100 mm	60 F	.....	.....
platine DIGILEX	88 F	.....	.....
Autre référence: nous consulter		.....	.....
.....		.....	.....
.....		.....	.....
*Forfait port et emballage:			25 F*
25 F par commande d'un ou plusieurs livres ou de livre(s) + platine(s).		total net à payer:	.....

Pour les commandes de 1 à 5 platines seules, comptez 5 F par pièce, (soit le forfait de 25 F à partir de 5 platines).

Veuillez compléter soigneusement le verso de cette carte

PUBLICITÉ

ABONNEMENT: L'année compte 11 parutions (chaque mois sauf août).

Le paiement de votre abonnement reçu avant le 10, vous permettra d'être servi le même mois.

Les abonnements sont payables à la commande. Pour les administrations et établissements scolaires, veuillez nous adresser un bon de commande administratif.

France (métropolitaine)	étranger (et O.M.)	Suisse *	par avion
190 FF	270 FF	85 FS	370 FF

* Pour la Suisse, veuillez adresser à URS-MEYER — CH2052 FONTAINEMELON

ANCIENS NUMEROS: Les envois d'anciens numéros sont groupés une fois par mois (en milieu de mois).

Tarif: 25 FF pour le premier ou seul exemplaire — 20 FF pour chacun des numéros suivants

Indiquez les n°s voulus _____

Si vous souhaitez plus d'un exemplaire par numéro indiquez-le ici _____

COPIE SERVICE: Compter 25 FF par article frais d'envoi (en surface) inclus, SEULEMENT POUR LE NUMERO 4 EPUISE.

CASSETTE DE RANGEMENT: 46 F + 25 F forfait port/emballage (surface)

— Complétez au verso — SVP —

COMMANDEZ AUSSI PAR MINITEL 3615 + ELEX

NOUVEAU !

AVIS AUX LECTEURS BELGES

ABONNEZ-VOUS À ELEX ET PAYEZ EN FRANCS BELGES

UN AN POUR 1460 FB

Si votre règlement nous parvient avant le 10 du mois, nous servirons votre abonnement le même mois.

L'année compte 11 parutions (Chaque mois, sauf août).

— Veuillez compléter soigneusement le verso de cette carte —

PUBLICITE

JE DÉSIRE RÉSERVER LE CATALOGUE 89/90

Selectronic

POUR LE RECEVOIR DÈS SA PARUTION
CI-JOINT 22,00 F EN TIMBRES POSTE OU EN CHÈQUE

EX

EN LETTRES CAPITALES, S.V.P. N° CLIENT : _____

Nom : _____

Adresse : _____

Code Postal : |_|_|_|_|_| _____

(Pays) : _____

Coupon à retourner à : **SELECTRONIC BP 513 59022 LILLE CEDEX**