

électronique

n° 18

# électronique

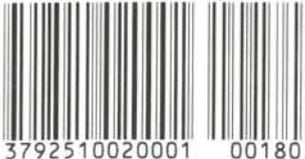
## sonde logique

(avec dessin de circuit imprimé)

explorez l'électronique

testeur de composants  
testeur de gain pour transistors  
module capacimètre pour multimètre  
introduction aux amplificateurs opérationnels

M 2510 - 18 - 20,00 F



3792510020001 00180

janvier 1990  
146 FB/7,80 FS  
mensuel

# 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	REFERENCE DU KIT	PRIX DU KIT	PLATINE ELEX A PREVOIR
<b>ELEX n° 1</b>			<b>ELEX n° 13</b>		
Testeur de continuité (avec H.P.)	101.8580	58,00 F	Barrière lumineuse	101.9124	70,00 F
Sirène de vélo (avec H.P.)	101.8581	70,00 F	LESLIE électronique	101.9125	65,00 F
Testeur de transistors	101.8582	50,50 F	Coq électronique		
Alimentation stabilisée 0 à 15 V (avec 2 galvas)	101.8583	345,00 F	(avec coffret HEILAND et photophilie SOLEMS)		
Balance pour auto-radio	101.8584	51,00 F		101.9127	135,00 F
Commande de platonnier	101.8585	41,00 F	PHOTOPHONE (avec LED I.R. et pile 9 V)	101.9128	130,00 F
<b>ELEX n° 2</b>			Anti-moustiques (avec coffret HEILAND)	101.9129	65,00 F
Gradateur pour lampe de poche	101.8586	20,00 F	ALARME anti-voil complète	101.9130	122,00 F
Minuteur de bronzage (avec buzzer)	101.8587	85,00 F	Testeur d'ampoules et fusibles (avec pile)	101.9131	54,00 F
Ressac électronique	101.8588	22,00 F	<b>ELEX n° 14</b>		
Ohmmètre linéaire (avec galva)	101.8589	143,00 F	OHMMETRE amélioré	101.9132	85,00 F
Gyrophare de modèle réduit	101.8590	32,00 F	Mélangeur stéréo (avec coffret et pile)	101.9133	224,00 F
Etage d'entrée pour multimètre	101.8591	32,00 F	TACHYMETRE pour vélo (avec galva)	101.9134	220,00 F
Chargeur d'accus universel	101.8592	174,00 F	Milli-voltmètre audio (avec galva)	101.9135	180,00 F
Platine d'expérimentation DIGILEX	101.8593	186,00 F	<b>ELEX n° 15</b>		
<b>ELEX n° 3</b>			Injecteur de Signal (avec pile)	101.9171	56,50 F
Minuterie électronique (avec H.P.)	101.8594	54,00 F	ATLANTIS (Avec pile - sans casque)	101.9172	153,00 F
Testeur de polarité	101.8595	22,00 F	Détecteur de métaux (Avec galva spécial - Pile et fil 3/10)	101.9173	285,00 F
Arrosage automatique	101.8596	53,00 F	GÉNÉRATEUR SINUS (Avec alim. secteur et face avant autocollante)	101.9174	310,00 F
Décade de résistance	101.8597	165,00 F	<b>ELEX n° 16</b>		
Thermomètre	101.8598	126,00 F	ALIMENTATION SYMÉTRIQUE (avec circuit imprimé spécial)	101.9176	220,00 F
Décade de condensateurs	101.8599	142,00 F	"ESPRIT FRAPPEUR" (avec pile)	101.9177	79,00 F
<b>ELEX n° 4</b>			Détecteur de lumière (avec pile)	101.9178	89,00 F
Compte tours (avec galva)	101.8611	123,50 F	Interrupteur crépusculaire	101.9179	82,00 F
Mini amplificateur TDA 2003	101.8612	38,50 F	Indicateur de dépassement de température	101.9184	72,00 F
Régulateur de vitesse pour mini-perceuse	101.8613	216,00 F	Thermostat d'aquarium	101.9185	83,00 F
<b>ELEX n° 5</b>			<b>ELEX n° 17</b>		
Amplificateur de poche "CANARI"	101.8610	36,50 F	MEGAPHONE (Avec micro et HP)	101.9237	35,00 F
Variateur de vitesse pour caméra	101.8614	65,00 F	Silencieux BF	101.9238	45,00 F
Alimentation universelle	101.8615	184,00 F	"PILE ou FACE" (avec coffret HEILAND)	101.9239	54,00 F
Traceur de courbes pour transistors	101.8616	25,00 F	MINI-ORGUE (avec HP et EPS)	101.9240	250,00 F
Rélais temporisé	101.8617	68,00 F			
Touche à effleurément	101.8618	52,50 F			
Testeur de diodes Zener	101.8619	59,00 F			
<b>ELEX n° 6</b>					
Corne de brume pour modélisme	101.8620	32,00 F			
Photomètre électronique	101.8621	53,00 F			
Feux de stationnement	101.8622	62,00 F			
Mini-alarme	101.8623	29,00 F			
Balysage automatique	101.8624	29,00 F			
Brûleur "DIESEL" pour modélisme	101.8625	26,00 F			
<b>ELEX n° 7</b>					
Indicateur de gel	101.8626	28,00 F			
Sirène (avec H.P.)	101.8627	75,00 F			
Lampe de poche pour labo photo (avec boîtier HEILAND)	101.8608	58,00 F			
<b>ELEX n° 8</b>					
Ampli pour micro	101.8651	30,00 F			
Régulation train électrique (avec coffret pupitre ESM)	101.8652	248,00 F			
Ampli "POUCHE-POULE" (avec H.P.)	101.8654	35,00 F			
Métronome (avec H.P.)	101.8655	43,00 F			
<b>ELEX n° 9</b>					
Alim. 12 V / 3A (avec radiateur)	101.8656	275,00 F			
Inter à cliques	101.8657	70,00 F			
Circuit de pontages pour train (avec alim.)	101.8658	210,00 F			
<b>ELEX n° 10</b>					
Jeu d'adresse (avec alim.)	101.8659	138,00 F			
Amplificateur d'antenne FM (avec alim.)	101.8660	152,00 F			
Mesureur de champ	101.8661	79,00 F			
Récepteur G.O.	101.8662	66,00 F			
Adaptateur Fréquence-mètre	101.8663	67,00 F			
Gong à 3 notes	101.8664	85,00 F			
<b>ELEX n° 11</b>					
Chenillard (avec 7 ampoules)	101.8744	187,00 F			
Mémoire de sonnette	101.8745	26,00 F			
Servo-flash	101.8746	53,00 F			
Eclairage de modèle réduit	101.8747	119,00 F			
Allumage de phares	101.8749	30,00 F			
Extinction de phares	101.8754	27,00 F			
ELEXPOSE	101.8764	87,00 F			
<b>ELEX n° 12</b>					
Roulette électronique	101.8755	59,00 F			
Rosignol électronique	101.8756	45,00 F			
Afficheur 7 segments	101.8757	25,00 F			
Dé électronique	101.8758	33,00 F			
Minuterie d'escalier	101.8759	95,00 F			
"Mets la ceinture"	101.8762	45,00 F			
Testeur de continuité	101.8763	55,00 F			

TOUT LE RESTE VOUS ATTEND DANS LE NOUVEAU CATALOGUE

Selectronic 1990



Expédition FRANCO contre 22 F en timbres-poste

### CONDITIONS GENERALES DE VENTE

Règlement à la commande: Commande inférieure à 700 F: ajouter 28 F forfaitaire pour frais de port et d'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.  
- Coils 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

Selectronic

Adresse Postale:  
BP 513 - 59022 LILLE Cedex  
Au magasin:  
86, rue de Cambrai - LILLE

Tél: 20.52.98.52  
(Tarif au 1.09.89)

### Coffrets pour montages ELEX

Entièrement en aluminium anodisé, ces coffrets comportent des ouïes d'aération à l'arrière. Le châssis complet pouvant servir de refroidissement, selon la taille. Adaptés aux cartes "Europe", chaque modèle est équipé de fixations (inserts) pour le circuit imprimé et livré avec visserie.

Modèle	Dimensions L x H x P	Réf à commander	PRIX
EN 4010	110 x 40 x 60	101.2147	54,60 F
EN 5010	110 x 45 x 100	101.2148	66,50 F
EN 8010	172 x 55 x 120	101.2149	91,40 F

Ces coffrets sont particulièrement adaptés aux montages "ELEX"

N.B. la face n'est pas sérigraphiée.



### PROMOTION OUTILLAGE

Pour bien démarrer dans votre nouvelle passion, SELECTRONIC vous donne l'occasion d'acquérir, à des conditions exceptionnelles, l'outillage de base indispensable. Il s'agit de matériel professionnel offrant toute garantie de qualité et de solidité. Un investissement rentable puisqu'il vous durera des années!

OFFRE N° 1: Lot de base comprenant:

- 1 fer à souder JBC 30 Watts
- 1 "TIP-KLEEN" MULTICOLORE
- 1 bobine 50 g soudure 60%
- 1 pompe à dessouder
- 1 pince à dénuder automatique
- 1 brucelle SAFICO N° 108



Weidmüller

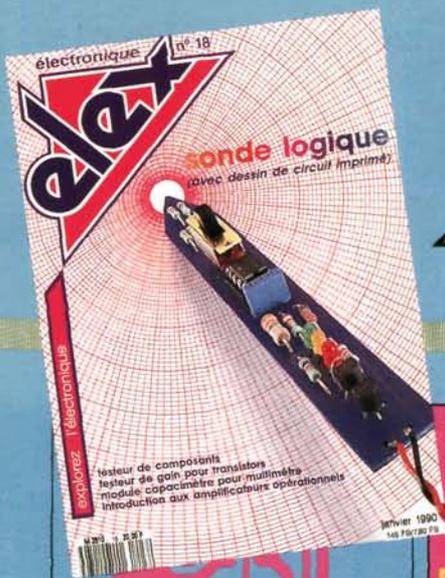


(voir notre catalogue général)

OFFRE N° 2: Lot de luxe comprenant:

- le lot n° 1 ci-dessus
- plus: - 1 lot de 4 tournevis SAFICO
- 1 pince coupante WEIDMULLER TR 20 SM
- 1 pince plate WEIDMULLER PN 2002

Le lot de base n° 1	Ref. 102.8101	348F	249,50 F
Le lot de luxe n° 2	Ref. 102.8102	485F	399,50 F



# elex

E · L · E · X  
BP 53  
59270 BAILLEUL



## SOMMAIRE ELEX N°18

### R · U · B · R · I · Q · U · E · S

- 4 · RÉSI & TRANSI :  
dis donc, ça brille
- 19 · périscope : CALCELEC
- 31 · périscope : table traçante CIVIL
- 37 · périscope : CIAO

### I · N · I · T · I · A · T · I · O · N

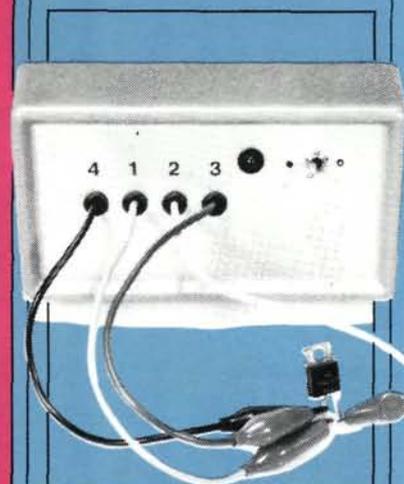
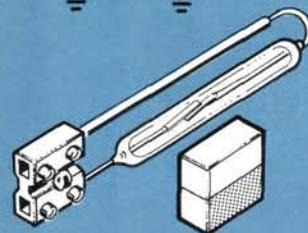
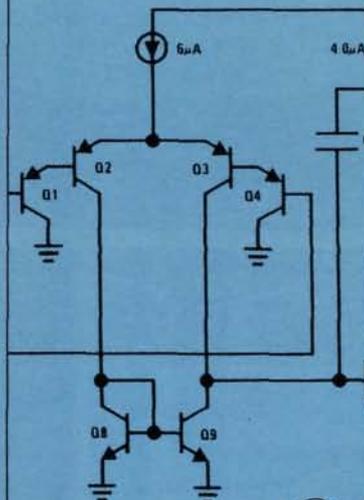
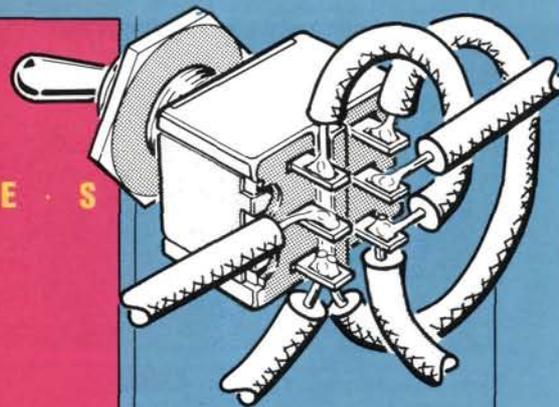
- 18 · mesure du courant alternatif
- 20 · faces avant
- 42 · ABC des amplificateurs opérationnels  
3<sup>e</sup> partie
- 45 · analogique anti-choc 13<sup>e</sup> épisode et  
fin
- 49 · le circuit imprimé

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

- 8 · sonde logique TTL CMOS
- 12 · testeur universel de composants
- 15 · module capacimètre pour multimètre
- 21 · testeur de gain de transistors
- 25 · mini-alarme universelle
- 30 · détecteur de champ électrique
- 39 · inverseur de servocommande
- 44 · ohmmètre arbitre

### R · É · C · R · É · A · T · I · O · N · S

- 14 · la queue de l'âne
- 28 · solution du puzzle
- 36 · gaz explosif





# LES BIDOUILLES DE

DIS DONC...



COMMENT J'OBTIENS UN SON "BRILLANT" SUR MA CHAÎNE ?

UN CHIFFON, DU SAPOLI, ET TU FROTTES FORT!

HIHIHI



C'EST MALIN!... NON, DIS, SANS CHARRE??

TU METS LES AIGUS DU CORRECTEUR A FOND ET, TU POUSSES LE VOLUME!

HÉHÉHÉ



SUPER BRILLANT, LE SON!... ..ET SUPER BRILLANTE, L'IDÉE!! J'AI FAIT FUMER LES TWEETERS!

TOI AUSSI, TU FUMES! C'EST MA VENGEANCE DU MOIS DERNIER!

GRRR...



TU TE SOUVIENS DE L'HISTOIRE D'IMPÉDANCE D'IL Y A 2 MOIS ?



...PAS PRÈS D'OUBLIER ! TU DISAIS QUE LA RESISTANCE N'EST PAS PAREILLE SELON QUE LE COURANT EST ALTERNATIF OU CONTINU

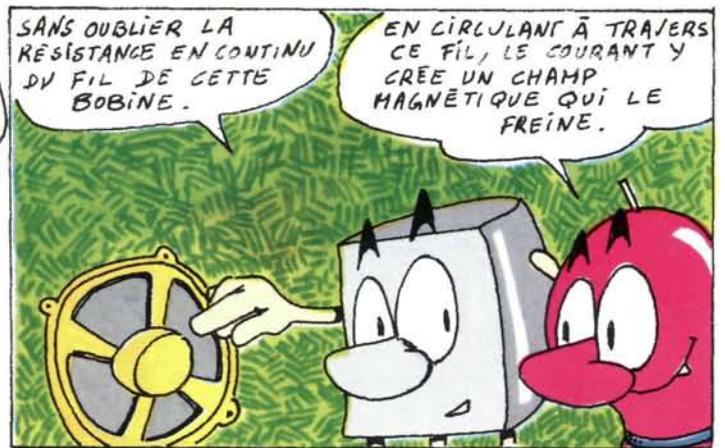
ALORS GRAVES-TOI DANS LE SILICIUM QU'IMPÉDANCE = EMPÊCHEMENT.

...TOUT COMME RESISTANCE D'AILLEURS.



ET LA CAPACITÉ DU H.R, ELLE EST OÙ ?

Y'EN A PAS ! ICI, C'EST D'INDUCTANCE QU'IL S'AGIT. LE HP EST CARACTÉRISÉ PAR L'IMPÉDANCE DE SA BOBINE.



SANS OUBLIER LA RESISTANCE EN CONTINU DU FIL DE CETTE BOBINE.

EN CIRCULANT À TRAVERS CE FIL, LE COURANT Y CRÉE UN CHAMP MAGNÉTIQUE QUI LE FREÎNE.



... VIREMENT ! AVEC TOUS CES VIRAGES, IL VA MOINS VITE QU'EN LIGNE DROITE!

CHAUFFARD!



UNE BOBINE, C'EST COMME CE VOLANT ENTRAÎNÉ PAR CE MOTEUR...

JE SAÏS, JE SAÏS!! QUAND LE MOTEUR N'ENTRAÎNE PLUS LE VOLANT, C'EST LE VOLANT QUI ENTRAÎNE LE MOTEUR!

VROUH VROUH

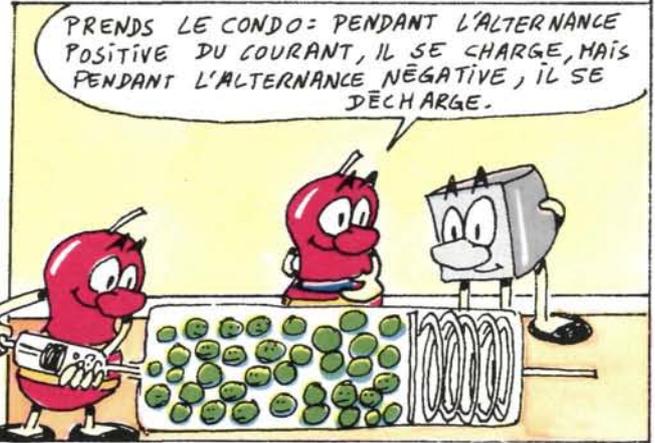
# RESI & TRANS<sup>®</sup>

DESSINS : YVON DOFFAGNE - COULEURS : COOKY F.



ENSUITE, TU DEVRAIS RELIRE ELEX, LA RUBRIQUE ANALOGIQUE ANTICHOC NOTAMENT.

... TU COMPRENDRAS QUE LES CONDENSATEURS SONT LES RESISTANCES DE L'ALTERNATIF.



PRENDS LE CONDO = PENDANT L'ALTERNANCE POSITIVE DU COURANT, IL SE CHARGE, MAIS PENDANT L'ALTERNANCE NEGATIVE, IL SE DECHARGE.



PLUS LA FREQUENCE DE CHARGE ET DE DECHARGE EST ELEVEE, PLUS IL CIRCULE DE COURANT. DONC PLUS L'ALTERNATIF PASSE BIEN...

... ET PLUS L'IMPEDANCE EST FAIBLE!

... E... LA CHAIR DONC!



MAIS LA RESISTANCE EST FORTE SI LE COURANT EST CONTINU! ... PLEIN, C'EST PLEIN!

GNNN... COMPLET!



ET SI LE MOTEUR SE MET A TOURNER DANS L'AUTRE SENS, SA FORCE S'OPPOSE A CELLE DE L'INDUCTANCE DE LA BOBINE!

AU LIEU DE FREINER LE COURANT, ELLE FREINE LES VARIATIONS D'INTENSITE.

YROUH.

KOF. PUTAGOF



PLUS LE COURANT CHANGE FREQUEMENT DE POLARITE, PLUS L'EFFET DE L'INDUCTANCE EST FORT. L'IMPEDANCE D'UNE BOBINE CROIT AVEC LA FREQUENCE DU COURANT ALTERNATIF. AINSI, DE MEME QU'UN CONDO BLOQUE LE CONTINU, UNE BOBINE PEUT BLOQUER L'ALTERNATIF.

JOLI DUO! ILS DEVRAIENT FAIRE DU CIRQUE



ÇA PERMET DE FILTRER LES SIGNAUX POUR SUPPRIMER LES FREQUENCES INDESIRABLES OU LES TRAITER SEPARÈMENT, COMME DANS LES ENCEINTES ACOUSTIQUES.



FILTREES OU PAS, AVEC TES FREQUENCES ELEVEES, LA CHALEUR A DISSIPER EN CHALEUR A COMPLETEMENT FLAMBE MES TWEETERS!

MA VENGEANCE, JET'AI DIT!

IL FAUT RECONNAITRE QUE C'EST MOINS "FORT DE CAFE" QUE DE LUI FLAMBER LE HUSEAU!

Encore une année de passée ! Nous nous sentons un peu plus vieux, mais vous, vous sentez-vous plus un peu plus experts ? Nous l'espérons car voici qu'après la *logique sans hic 1*, la *logique sans hic 2*, c'est *analogique anti-choc* qui disparaît du sommaire. Le relais est pris au volt par l'*abécédézaopé*. Ces rubriques générales ne disparaissent que du sommaire. Nous y faisons référence à chaque occasion lors des descriptions de montages.

Le but que nous nous sommes fixé -l'exploration de l'électronique- ne saurait être atteint sans une mise en pratique des considérations théoriques des rubriques générales. C'est pourquoi nous continuons de présenter des montages relativement simples mais cherchons surtout à en décortiquer le fonctionnement dans tous ses détails. Le thème de ce mois -la mesure- s'y prête particulièrement bien puisqu'il nous faut expliquer à la fois le fonctionnement de l'appareil de mesure et le phénomène dont la mesure doit rendre compte. La technique elle-même devient son propre objet. Un exercice de style, en quelque sorte.

Encore un mot sur le sommaire de ce premier numéro de l'année. Elex ne pouvait pas faire moins en ces temps troublés où l'est passé à l'ouest, où bâbord devient tribord et où toutes les vestes se révèlent réversibles... ne pouvait pas faire moins que de vous proposer, à la page 39, un inverseur de serbo-commande. Le principe est très simple : pour aller à gauche, poussez le manche à droite et inversement. Voilà de quoi satisfaire à la fois les politiciens, le Nonce apostolique du Panama et les modélistes.

Nous ne céderons pas à la facilité qui eût consisté en ce début d'année à rédiger l'éditorial comme une carte de vœux tous azimuts, en souhaitant longue vie à la revue, beaucoup de plaisir et de belles réalisations à ses lecteurs, beaucoup de bonnes affaires à ses annonceurs, beaucoup de bonnes idées aux techniciens du labo, pas d'inversion de paragraphes à Nico le maquettiste, pas de reflets parasites à Ivan le photographe, pas de mélange de couleurs à l'imprimeur, pas de retard au service de routage... la figure de style s'appelle une *prétention* ou *prétermision* ; je ne vous ferai pas l'injure de vous expliquer qu'elle consiste à faire une chose précisément en disant qu'on ne la fera pas.

Enfin il est d'usage, en début d'année, de prendre de bonnes résolutions ; les nôtres sont prises : nous continuerons comme par le passé à essayer de faire une revue qui satisfasse le plus grand nombre possible de lecteurs. Au sujet des traits d'humour aussi, notre résolution est prise : nous continuerons, en vers et contrepet.

Monsieur Alphonse A., du Havre, récidive et nous propose une nouvelle aquarelle :



Stupeur des jeunes recrues découvrant pour la première fois ton azur ô Méditerranée

C'est avec intérêt et beaucoup de plaisir que je lis ELEX depuis sa naissance. Félicitations,...continuez !

J'ai toutefois eu une petite déception lorsque j'ai voulu construire les mini-enceintes du n°4.

Etant donné qu'elles sont conçues uniquement pour les haut-parleurs AUDAX que vous mentionnez, j'ai demandé à un ami Français d'essayer de les trouver. Il s'est renseigné à Paris et me communique qu'il s'agit de vieux modèles qui ne sont plus livrables chez les revendeurs AUDAX. D'où mon désarroi. [...] Pouvez-vous m'aider ?

Je suis resté un peu sur ma faim puisque vous ne communiquez aucun renseignement utile sur ces haut-parleurs (genre bande passante, fréquence de résonance, impédance). De même, je serais très heureux de connaître les calculs à faire pour dimensionner les satellites et le caisson (et le filtre, pourquoi pas ?). Peut-être réservez-vous cela à ELEKTOR dont je suis également un fidèle lecteur.[...]

**Gaston SIMON**  
**B 4655 CHAINEUX**

*Vous n'êtes pas le premier, ni probablement le dernier, à nous faire ce reproche. Après quelques démêlés avec la société Audax, qui était alors en pleine perestroïka -lisez restructuration- nous avons publié dans cette même rubrique du n°10 d'avril 89 les références, communiquées avec un peu de retard mais beaucoup d'amabilité par la société Audax, des modèles équivalents disponibles actuellement. Avant de pousser le volume à fond, regardez ce qui arrive à Transi dans la BD de ce mois-ci.*

Le calcul des enceintes et des filtres est une affaire qui sort du cadre de cette revue, ne serait-ce que pour des raisons de place. D'autre part l'expérimentation dans le domaine acoustique demande une « chambre sourde », c'est-à-dire un local sans réflexion acoustique ; sans parler des appareils de mesure, qui ne sont pas à la portée de l'amateur. Inutile donc d'encombrer nos pages de calculs que vous ne pourrez pas vérifier pratiquement. Merci de votre fidélité stéréophonique.

Suite à votre revue Elex n°15 d'octobre 1989, un montage me paraissait passionnant à faire : la boîte à musique moulinette électronique

un gros problème se pose pour l'approvisionnement de la liste de matériel (exemple : cas des résistances à 1%). Où puis-je m'adresser pour faire le montage moi-même et ultérieurement avec mes élèves ? Dans l'attente [...]

**Mme Vaternelle**  
**77400 LAGNY**

Les revendeurs ne peuvent pas exposer en vitrine ni faire figurer sur leurs publicités les centaines de références qu'ils ont en stock. Bien que les résistances à 1% soient devenues des composants courants et à peine plus chers que les résistances ordinaires, il se peut que le revendeur du coin attende la demande pour les approvisionner. À vous de formuler cette demande, il n'hésitera pas à faire son métier, surtout si vous envisagez d'approvisionner aussi vos élèves. De plus, les résistan-

*ces de précision peuvent être mises à profit dans toutes sortes de montages, comme les alimentations ou les appareils de mesure. Elles évitent souvent d'installer un potentiomètre pour compenser les tolérances des composants à 5%. Dans les montages BF où la précision de la valeur n'est pas primordiale, vous bénéficiez d'un bruit intrinsèque (souffle) nettement plus faible. Il serait dommage que ce soit à vous d'expliquer à un revendeur toutes ces bonnes raisons de tenir en stock les composants modernes... Dans le cas où vous ne trouveriez rien sur place, pensez que nous sommes dans un pays de libre concurrence et portez votre pratique ailleurs : téléphonez ou écrivez de notre part à nos annonceurs. Ils s'efforcent d'approvisionner, quand ils ne les ont pas déjà en stock, tous les composants de nos montages et pourront peut-être vous proposer des conditions spéciales « école » en fonction des quantités. À l'occasion, envoyez nous vos « partitions ».*

Venant à peine de refermer ma lettre, je me vois dans l'obligation de la rouvrir pour y glisser un petit mot.

Je me suis aperçu d'une bévue. A propos du générateur BF sinusoidal page 52 elex n°15 : cadran gradué de 0 à 10, commutateur de fréquences à 5 positions de  $10^0$  à  $10^4$  (donc de 1 à 10000) or  $10^4 \times 10 = 100000$  Hz. Pourquoi est-il annoncé en sous-titre : de 10 Hz à 1 MHz ?

Pourrais-je rajouter un condensateur pour une 6<sup>e</sup> position de fréquence (soit < à 10 Hz ou > 1MHz ?)

Hormis cela, je vous dis bravo pour votre revue que je trouve excellente (quoiqu'un peu chère mais tout se paie de notre temps et surtout la qualité et la simplicité)[...]

Il est exact que le cadran aurait dû être gradué de 10 à 100 et non de 1 à 10. Si vous reprenez

la formule du calcul de la fréquence (page 53) et la valeur minimale de la résistance du pont, vous constatez que la fréquence maximale de la première gamme est de 106,10 Hz. Inutile donc de rajouter un condensateur pour aller à 1 MHz. A l'autre extrême, vous pouvez encore abaisser la fréquence, mais n'utilisez pas de condensateur chimique. Ils sont trop instables et présentent trop de pertes.

À titre de service personnel, puisque vous appréciez la qualité et êtes disposé à la payer, pouvez-vous envoyer un petit mot à la Direction pour dire que nous ne sommes pas payés en fonction de la qualité et de la quantité du travail que nous fournissons, et ce avec des moyens insuffisants et dans des conditions déplorables ? Merci d'avance.

Puis-je vous suggérer de présenter un comparatif et une présentation la plus complète possible des différents outils de l'électronicien et leurs critères de choix. (Fer à souder, pinces...oscillo)

Également une présentation des différentes solutions pour la réalisation des plaques de circuit à la portée de l'amateur ?

En vous remerciant par avance[...]

Il est bon de mentionner votre nom et votre adresse sur votre lettre elle-même. Le secrétariat ouvre les enveloppes, remet les

demandes d'abonnement au service ad hoc et transmet la correspondance à la rédaction. Je ne sais donc pas à qui je réponds. Tant pis !

Nous avons déjà parlé des fers à souder et de la façon (l'art) de s'en servir dans le numéro 1, page 7. Nous parlerons encore des outils et des oscilloscopes, nous commençons à parler de circuit imprimé dans ce numéro. Vous-même avez sans doute une expérience et des préférences, pourquoi ne pas nous en faire part ?

Je voudrais pouvoir faire fonctionner un moteur 380/220 V triphasé de 2,5 CV en 220 V monophasé.

Je pense remplacer la troisième phase par un condensateur. Cela est-il possible et comment calculer la capacité de ce condensateur ?

Jean-Bernard Maréchal  
65100 LOURDES

Remplacer la troisième phase par un condensateur ! Contentez-vous d'y penser. Tout d'abord le déphasage doit être de  $120^\circ$  d'une phase à l'autre, vous ne l'obtiendrez pas avec

un condensateur qui ne peut déphaser que de  $90^\circ$ . Ensuite, pour cette puissance de plus de 2 kW, il vous faudrait une batterie de condensateurs capable de passer une dizaine d'ampères. Hélas il ne faut pas espérer de miracle, et la seule solution est de vous procurer un moteur monophasé et de prendre une bonne assurance contre l'incendie, parce que cette puissance, surtout au démarrage, risque de mettre à mal une installation domestique. Les anciennes dénominations de « courant force » pour le 380 V et « courant lumière » pour le 220 V étaient assez parlantes. Bonne chance, écrivez-nous.

Glaude MOURNET

le 27/10/89

10 bis rue Lavoisier

4100 BERGENAC

Reçu les 1 OCT 1989

Radioamatour - enseignant sciences

Mon conf de Chapeau

Votre numéro d'octobre sur l'oscillation

Mon conf de Juvola

(jean ne pas avoir été à la fois 31 l'association de radioamateurs URC

Union des Radio-Clubs

31 rue Grégoire

75020 Paris

qui récite la bonne "bonne sources d'informations"

Cette association mérite d'être encouragée.

Il est bien possible que l'association mérite d'être encouragée, mais quant aux coups de sava-te... Monsieur Mournet mérite, lui, qu'on l'encourage à soigner son écriture car le nom de la rue est illisible. Comme le minitel non plus (voyez si j'ai fait des efforts) ne connaît pas l'URC, je livre « ça » tel quel.

Monsieur Mournet mérite aussi qu'on l'encourage à se documenter sur les convenances et les bonnes manières. Surtout sur la manière de solliciter un service gratuit. Lorsque nous rece-

vons une petite lettre bien tournée et polie exposant le but de l'association, indiquant les activités, la périodicité des réunions et toute cette sorte de choses, nous en faisons un petit encadré et nous lui trouvons un coin de page. Ne vous découragez pas ; ne vous mettez pas en « situation d'échec », comme on dit à la MAFPEN (Mission Académique pour la Formation du Personnel Enseignant) ; essayez encore une fois. Merci pour le coup de chapeau.

Lors de la lecture de l'article du détecteur de métaux, j'ai été surpris par le type de condensateur pour C1, C2, C3 et C6 de  $1 \mu\text{F}$  MKH. Que veulent dire ces trois lettres MKH ? Et pourquoi un tel type de condensateur ?

Il me semble que pour les condensateurs nous manquons d'informations, car il existe une grande diversité de ce composant très utilisé en électronique (MKH, céramique, tantale, etc)

Comme vous l'avez fait pour le potentiomètre le mois dernier (lettre datée de novembre), voudriez-vous combler cette lacune. J'en profite pour féliciter l'équipe d'ellex pour la qualité de la revue qui n'a cessé de s'améliorer depuis sa parution. Bravo pour les explications claires et bien détaillées des circuits qui sont variés et intéressants.

Bonne continuation dans ce sens. Amicalement

Chabert  
BRACQUEGNIES

Les condensateurs sont effectivement des composants très utilisés dans tous les montages.

Nous retenons votre idée d'une étude détaillée des différents types. Pour l'heure, voici les grandes lignes : les différences de fabrication dépendent de la capacité, de la précision que l'on souhaite obtenir et du volume disponible. Les fortes capacités (quelques dizaines à plusieurs milliers de microfarads) dans un volume raisonnable ne sont obtenues qu'avec les condensateurs chimiques. Leur fonctionnement est proche de celui des accumulateurs et ils sont polarisés comme eux. Ils ont une tolérance énorme :  $-20\%$  à  $+40\%$ . Leur inductance (les armatures sont bobinées les rend relativement lents.

Les condensateurs au tantale sont également des composants électro-chimiques, donc polarisés, mais de faible volume et assez stables.

Les sigles MKT et MKH désignent des condensateurs constitués de polyester (un film plastique) métallisé. Ce sont des composants rapides, à tolérance faible, et surtout stables. C'est cette dernière caractéristique qui nous les a fait préférer pour le détecteur de métaux.





# sonde logique

Dans un circuit logique qui fonctionne bien, il ne devrait y avoir aucun autre signal que des "1" et des "0", c'est-à-dire des niveaux de tension considérés comme haut ou comme bas. Les niveaux intermédiaires ne devraient pas exister, sauf exception. L'utilité d'une sonde logique est de repérer et d'indiquer, avec un minimum de moyens et d'encombrement, le niveau logique d'un point quelconque d'un circuit, aussi difficile d'accès soit-il. Ceci permet de suivre aisément le fonctionnement d'une logique et d'y repérer d'éventuelles anomalies.

Comme toujours quand il s'agit de mesurer, l'important est de savoir interpréter. Même dans les circuits logiques et numériques, qui en principe ne connaissent que les niveaux haut et bas, ceci est de première importance ; il faut distinguer notamment les circuits des familles TTL et CMOS. Rappelons que le premier sigle vient de l'appellation *transistor-transistor logic* et l'autre de l'appellation *complementary metal oxide semiconductor*. Les circuits de

la famille TTL peuvent être du type TTL, ou LS-TTL ou encore ALS-TTL. Les autres, ceux de la famille CMOS, sont du type CMOS standard, HC-MOS ou HCT-MOS. De quoi y perdre son latin et sa lapine avec !

## Ne pas mélanger torchons et serviettes

Nous n'allons pas entrer ici dans les histoires de familles et leurs affaires internes, pour ne nous intéresser qu'à ce qui les distingue. La distinction fondamentale, c'est la tension d'alimentation qui l'impose. La famille TTL est tenue la bride haute, avec ses 5 V  $\pm$  5%, alors qu'aux circuits CMOS on laisse la bride sur le cou avec leur tension d'alimentation comprise entre 3 et 18 V.

En pratique on ne descend qu'exceptionnellement sous 5 V et l'on ne dépasse guère les 15 V. En-deçà de la limite pratique inférieure on ralentit considérablement le circuit, tandis qu'à l'autre bout de l'échelle on augmente la consommation. L'avoine

est bon marché, d'accord, mais on n'en a pas toujours à satiété.

Oui, la consommation est justement un autre point important pour distinguer nos deux familles. On l'exprime le plus souvent en donnant la dissipation par opérateur logique intégré.

Or un circuit peut en compter pas mal. On considère 10 mW comme une valeur normale pour un opérateur intégré dans un circuit TTL. C'est beaucoup. C'est même tellement que ces circuits ont quasiment disparu aujourd'hui. Sur un exemplaire de la famille LS-TTL, on tombe heureusement à 2 mW, et à 1 mW pour un opérateur ALS-TTL, ce qui est encore beaucoup quand on sait qu'il n'est pas le seul cheval dans l'écurie. Un circuit un tant soit peu compliqué peut compter des dizaines d'opérateurs.

Avec les circuits CMOS, on passe des milliwatts aux dizaines de nanowatts par opérateur, soit des milliardièmes de watt. C'est du moins la consommation

de ces circuits au repos.

Quand la fréquence de commutation s'accélère et qu'éventuellement la tension d'alimentation est forte, on revient à des valeurs moins négligeables, mais encore de loin inférieures à celles des circuits TTL.

Le troisième et dernier critère que nous évoquerons ici pour distinguer nos circuits est leur temps de propagation, c'est-à-dire le temps que leur sortie met à réagir aux sollicitations de l'entrée et adopte un état stable en réponse à la configuration d'entrée.

Pour un circuit TTL standard, ce temps est de 10 ns. Les circuits ALS descendent à 4 ns. Les circuits CMOS sont beaucoup plus lents, puisqu'une valeur normale pour un opérateur standard est par exemple 40 ns. Même si ce ne sont que des milliardièmes de seconde, c'est long. Cette lenteur a disparu sur les circuits récents du type HC et HCT, lesquels associent la faible consommation des circuits CMOS à la rapidité des circuits TTL. Leur tension d'alimentation est à nouveau clouée à 5 V ou moins presque rien. (Ça sent le bourrin, vous trouvez pas ?)

Le tableau donne une vue d'ensemble de cette situation. On en déduit aisément quelles sont les applications dans lesquelles

série	TTL			CMOS		
	74... standard	74 LS...	74 ALS...	4.../45...	74 HC...	74 HCT...
tension d'alimentation	5 V	5 V	5 V	2...18 V	2...6 V	5 V
dissipation par opérateur	10 mW	2 mW	1 mW	2,5 mW	2,5 nW	2,5 nW
retard (par opér.)	10 ns	9,5 ns	4 ns	40 ns	9 ns	9 ns

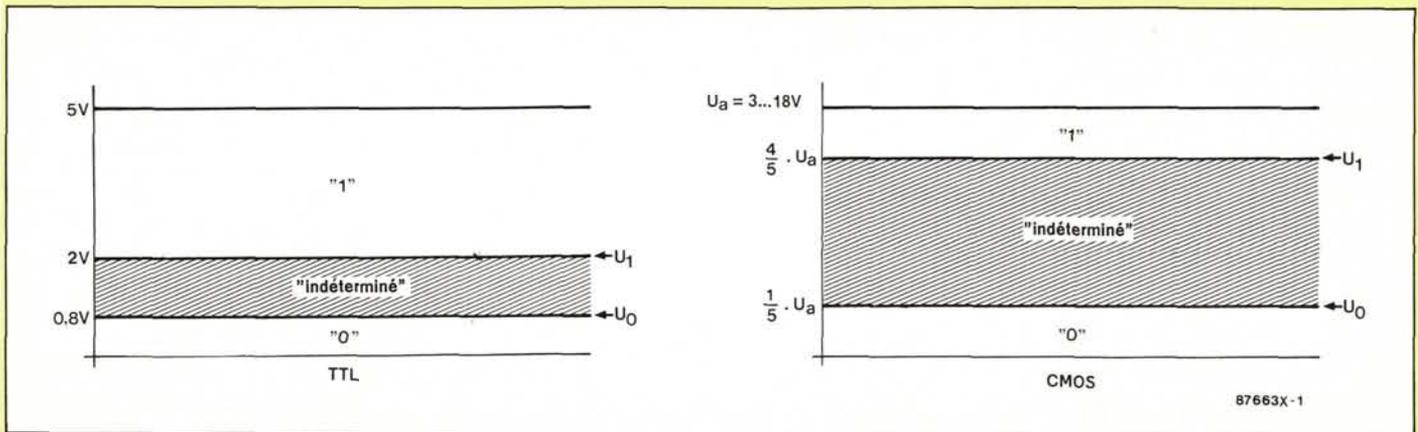


Figure 1 - La plage des niveaux « illogiques » de la famille CMOS est nettement plus étendue que celle de la famille TTL. Comme les deux plages de tension sont plus éloignées l'une de l'autre, l'immunité aux parasites est améliorée.

les certains circuits conviennent mieux que d'autres. Le prix de ces composants est aussi un critère de choix (qui n'a cependant pas été retenu ici).

Quand un circuit est alimenté par des piles ou une batterie, la consommation est sans doute le critère essentiel, avec la tension d'alimentation. Il est difficile d'obtenir sans complication les 5 V précisément requis par certains circuits, alors que des valeurs comme 4,5 V et 9 V sont courantes. Bien sûr, on peut ne pas considérer la mise en oeuvre d'un régulateur de tension de type 7805 comme une complication, mais c'est faire bien peu de cas de l'inévitable dissipation d'énergie qui accompagne la fonction de régulation.

Un circuit à base de composants CMOS conçu pour fonctionner avec une tension de 9 V marche généralement très bien même quand la pile est presque entièrement déchargée et qu'il ne règne plus que quelques misérables 6 V entre ses bornes. Dans un circuit qui doit aller vite, pour calculer par exemple, on ne trouvera pas de circuits CMOS... encore que, ces derniers temps les choses ont bien changé; les murs qui cloisonnaient le vaste monde des circuits intégrés se sont effondrés... (et ça les fait rire !)

Ne vous impatientez pas. Si nous n'en venons que petit à petit à notre sonde logique, c'est que le problème des niveaux logiques d'entrée et de sortie que cette sonde aura à ré-

soudre sont étroitement liés à tout ce dont nous avons parlé jusqu'ici. Malgré les apparences, ce n'est donc pas du délayage.

On sait qu'un circuit logique ne reconnaît, par définition, que deux niveaux que l'on convient d'appeler haut et bas, ou 1 et 0. Autant les niveaux de tension réels importent peu pour le fonctionnement du circuit, autant il importe pour le concepteur du circuit de s'arranger pour que ces niveaux réels soient forcément, quand ils doivent être hauts, au-dessus de la limite inférieure, mais en-dessous de la limite supérieure quand ils doivent être bas. Ne vous y trompez pas, cette tâche apparemment simple comporte des pièges aussi cruels qu'inattendus.

Nous nous contenterons ici d'énoncer les règles de base sans entrer dans les détails.

Ce qui frappe d'abord, c'est la différence entre les seuils de commutation des familles TTL et CMOS. La figure 1 montre on ne peut plus clairement que quand un circuit TTL adopte le niveau d'entrée comme niveau haut, un circuit CMOS reste encore dans l'indétermination par rapport à ce même niveau.

Pour un circuit TTL, toute tension comprise entre 2 V et 5 V est considérée comme "1", et toute tension comprise entre 0 V et 0,8 V est considérée comme "0". Les seuils  $U_0$  et  $U_1$  délimitent une zone « illogique » dans laquelle le circuit intégré ne sait pas trop à quel niveau se vouer. Il est primordial de

ne jamais laisser flotter une entrée dans cet état, car l'opérateur abandonné à son sort devient sensible aux parasites et produit des niveaux logiques de sortie imprévisibles.

Sur les circuits CMOS les choses sont (encore un peu) moins simples. Si nous considérons les seuls circuits CMOS standard, nous savons que leur tension d'alimentation peut être comprise entre 3 V et 18 V. Il n'est donc plus possible de spécifier des valeurs absolues pour les seuils  $U_0$  et  $U_1$ . Nous retiendrons que  $U_0$  est à  $1/5^e$  de la tension d'alimentation et  $U_1$  à  $4/5^e$ . Si nous prenons par exemple un circuit alimenté sous 12 V, le seuil  $U_0$  se situera à 2,4 V et le seuil  $U_1$  à 9,6 V.

Vous nous demandez souvent dans vos lettres d'indiquer comment nous calculons la valeur des résistances utilisées dans les différents schémas publiés. Il est impossible d'indiquer cela dans le détail pour chaque schéma, mais à la lumière d'explications comme celles qui précèdent, vous pouvez petit à petit retrouver vous-même les règles qui ont présidé au calcul des résistances dans un circuit logique.

Et pour ce qui est de vérifier le fonctionnement des circuits logiques, nous savons maintenant que les différences fondamentales entre familles et types de circuits intégrés nous imposent une analyse préalable afin de déterminer quelles sont les valeurs nominales (ou idéales).

## Deux poids, deux mesures

En logique, comme ailleurs d'ailleurs, rien ne sert de courir, il faut partir à point.

Comme il s'agit de mesurer des tensions, un voltmètre convient en principe mieux que tout autre instrument. En pratique, la présence de deux sondes et les contorsions physiques et mentales nécessaires pour lire les valeurs affichées et les interpréter sans confusion rendent l'usage du voltmètre plutôt incommode. Ce qu'il nous faut, c'est un appareil de toute petite taille qui soit à la fois sonde et indicateur, facile à manipuler, pour atteindre notamment les recoins les moins accessibles. Et puisque nous avons fait tout ce flan sur la distinction des familles, il nous faut aussi un appareil utilisable aussi bien en CMOS qu'en TTL. Comble de l'elextase, nous vous proposons cette réalisation avec un dessin de vrai circuit imprimé ! Ouahou...

La figure 2 (où est-elle ? ah, la voilà...) donne le schéma de la sonde logique. Il n'y a là aucun composant logique, mais deux amplificateurs opérationnels, deux transistors et trois LED, avec un peu de quincaillerie. Pas très impressionnant, mais ne vous y trompez pas, les performances sont bonnes. La sonde est alimentée par le circuit sur lequel on l'utilise; elle ne consomme guère qu'une dizaine de milliampères, ce qui ne représente pas une charge gênante. L'avantage de cette façon d'alimenter la sonde ne réside pas seulement dans la simplification

qu'elle implique, mais aussi dans le fait que la tension d'alimentation et par conséquent les tensions de seuil des deux circuits (le testeur et le testé) sont les mêmes. L'importance de ce détail ne vous échappera pas puisque vous savez maintenant que les seuils  $U_0$  et  $U_1$  sont définis par rapport à la tension d'alimentation.

À gauche du schéma se trouvent deux diviseurs de tension presque identiques, d'une part R1, R2 et R3, et d'autre part R4, R5 et R6. Il y a entre eux la même différence qu'entre les seuils de commutation des familles CMOS et TTL; le double inverseur S1 permet de mettre en service l'un ou l'autre selon la famille sur laquelle on travaille.

R1, R2 et R3 fournissent les deux seuils de la famille TTL. La tension d'alimentation étant de 5 V dans ce cas, nous aurons au point commun entre R1 et R2 un potentiel de 1,9 V et au point commun entre R2 et R3 un potentiel de 0,8 V (la valeur exacte est de 0,77 V). De la même manière on relève sur le point commun de R4 et R5 un potentiel d'environ 81% de la tension d'alimentation et sur le point commun de R5 et R6 un potentiel de 19% de la tension d'alimentation. La précision de ces valeurs est suffisante pour les travaux courants.

Selon la position de S1, l'entrée - de A1 et l'entrée + de A2 sont reliées à l'un des ponts diviseurs. Sans être un spécialiste des sondages, on devine que ces amplificateurs sont montés en

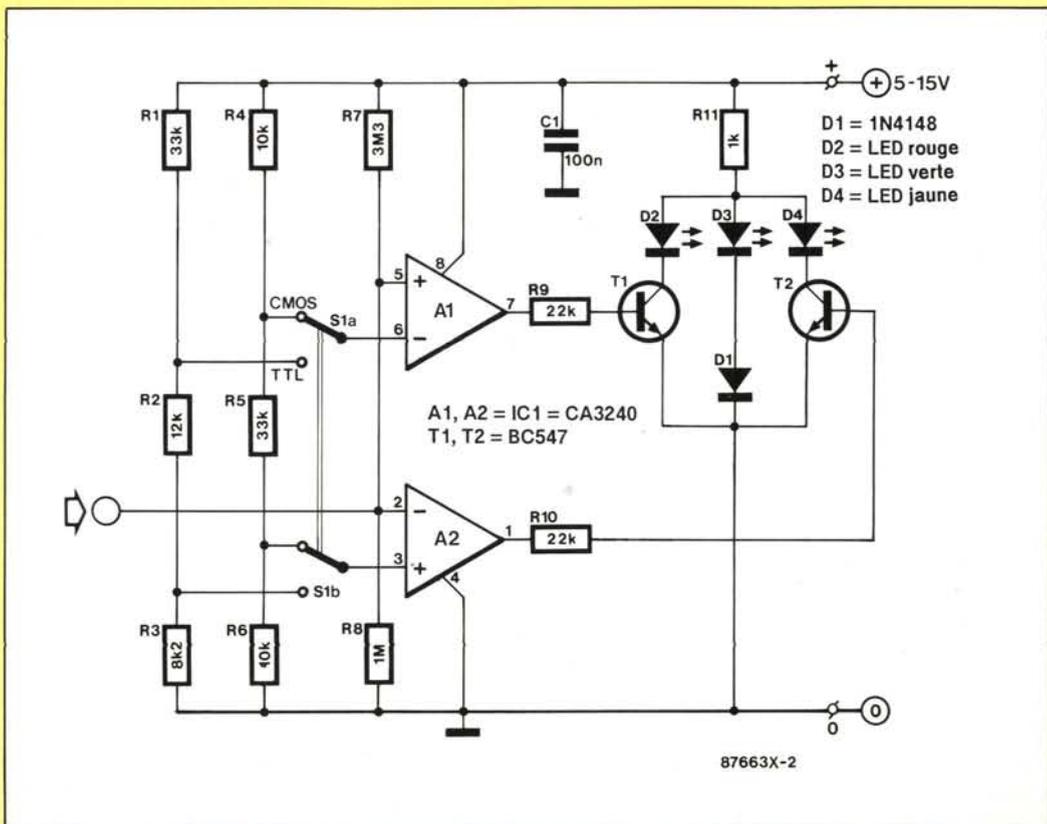


Figure 2 - Le schéma de la sonde logique se décompose en deux comparateurs qui commandent un afficheur à 3 LED, allumées en même temps en présence d'oscillations ou de niveaux « illogiques ».

comparateurs. On sait qu'il s'agit de circuits qui indiquent sur leur sortie si la tension de l'une des entrées est supérieure ou inférieure à la tension de l'autre. Les amplificateurs utilisés ici ne sont pas munis d'un réseau de réaction et ils n'auront donc pas d'hystérésis.

Quand la tension de l'entrée non inverseuse (+) est supérieure à la tension de l'entrée inverseuse (-), la tension de sortie de l'amplificateur opérationnel est haute, c'est-à-dire proche de la tension d'alimentation. Quand le rapport entre les deux tensions

s'inverse, la tension de sortie devient nulle (ou presque). L'amplificateur cherche à compenser la différence de tension entre les deux entrées en l'amplifiant. Le gain de l'amplificateur opérationnel sans contre-réaction est si élevé (50000) que quelques millivolts de différence entre les deux entrées suffisent pour « plaquer » la tension de sortie contre la tension d'alimentation ou le zéro. La tension qui détermine le seuil haut  $U_1$  est appliquée sur la broche 6 de IC1, et celle qui détermine le seuil bas  $U_0$  est donnée sur sa broche 3. La tension d'entrée à sonder est appliquée sur les broches 2 et 5. Si elle est supérieure à  $U_1$ , la sortie de A1 sera haute et celle de A2 sera basse. Si elle est au contraire inférieure à  $U_0$ , c'est la sortie de A2 qui sera haute et celle de A1 qui sera basse. Et si elle est comprise entre  $U_0$  et  $U_1$ , les deux sorties resteront basses.

La fonction de R7 et R8 est de polariser l'entrée de la sonde en l'absence de signal d'entrée. Le diviseur qu'elles forment porte l'entrée à un potentiel d'environ  $\frac{1}{4}$  de la tension d'alimentation, c'est-à-dire la plage d'indétermination aussi bien pour les circuits

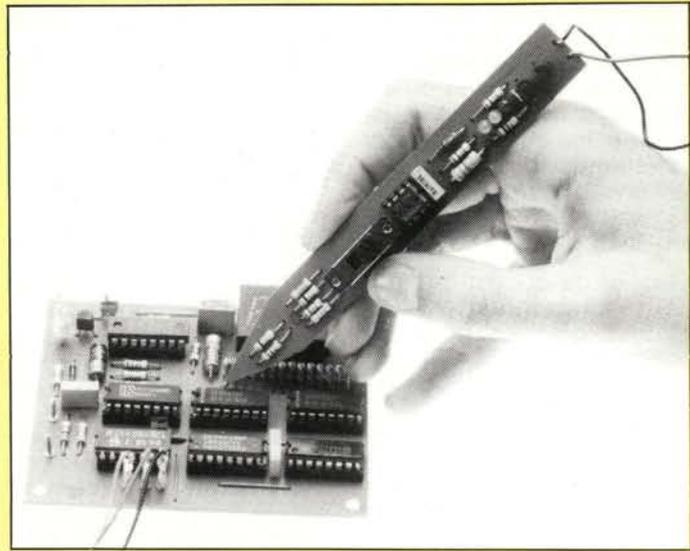
CMOS que les circuits TTL.

Pourquoi ces deux résistances ont-elles des valeurs aussi fortes que 1 M $\Omega$  et 3,3 M $\Omega$  ?

C'est une bonne question et je vous remercie de me la poser... On réduit ainsi à presque rien l'influence de la sonde sur la ligne testée, et plus particulièrement la charge que représente R8.

Voyons maintenant comment fonctionne l'indicateur à trois LED. Nous avons choisi une LED rouge pour les niveaux hauts, une LED jaune pour les niveaux indéterminés et une LED verte pour les niveaux bas. Quand la sonde détecte un niveau haut, la sortie de A1 est elle-même haute, ce qui permet à T1 de conduire: la LED D2 s'allume. À l'inverse, quand le niveau d'entrée est bas, c'est la sortie d'A2 qui est haute et T2 qui conduit: la LED D4 s'allume.

Quand les deux sorties sont basses, c'est-à-dire quand l'entrée est à un niveau « illogique », c'est... Bizarre, bizarre ! Est-ce D3 qui s'allume alors ? Oui, et pourquoi ne reste-t-elle pas allumée en permanence ? Abracadabra tagada tagada. Avez-vous la moindre idée de ce que



pourrait être l'explication de ce phénomène extraordinaire ?

Pour qu'une LED s'allume (et conduise), il faut qu'il règne entre son anode et sa cathode une certaine tension dont la valeur exacte est liée à sa couleur. S'il suffit de 1,6 V aux LED rouges, il en faut 2,6 V aux LED vertes. En rajoutant une diode en série avec une LED, nous augmentons sa tension directe de 0,6 ou 0,7 V. C'est ce que nous avons fait ici, de telle sorte que quand T1 ou T2 conduit, il reste trop peu de tension entre la cathode de D1 et l'anode de D3 pour que la LED jaune s'allume.

Nous vous proposons un dessin de circuit imprimé d'une forme étudiée spécialement pour cette application. La **figure 3** donne le tracé des pistes et le plan d'implantation. Mettez le perchlo à chauffer...

Quand vous l'aurez gravé, percé et vérifié, il restera à en tailler la pointe. Ce sera vite fait à l'aide d'une scie à métaux et de quelques coups de lime plate. Prolongez éventuellement la pointe à l'aide d'un picot ou même à l'aide d'un bout d'aiguille soudé sur la surface de cuivre et isolé sur toute sa longueur.

Montez le circuit intégré sur un bon support. Avant de monter l'inverseur et les LEDs, réfléchissez à la manière dont vous « emballez » votre sonde. Plusieurs possibilités s'offrent à vous : le circuit tient dans une gaine en PVC pour installation électrique (diamètre intérieur environ 18 mm). Si vous ne trouvez pas d'inverseur à glissière convenable, vous pouvez aussi utiliser un mini-

inverseur à levier sur les 6 broches duquel vous aurez au préalable soudé de petits morceaux (2 cm environ) de fil de câblage rigide que vous engagerez dans les 6 trous prévus à cet effet derrière IC1.

Choisissez du fil de câblage d'une grande souplesse pour les deux fils d'alimentation au bout duquel vous monterez deux mini-pinces crocodile pour le + et le 0. Pour repérer la polarité de ces fils, respectez le code de couleurs dont vous avez l'habitude ; le plus logique est d'adopter le rouge pour le + et le noir pour le 0.

Avant de procéder à l'assemblage définitif, vérifiez le bon fonctionnement du circuit, avec par exemple une pile de 9 V. La LED jaune s'allumera (l'entrée est en l'air et les comparateurs sont polarisés par R7 et R8). Touchez la borne positive de la pile avec la pointe de la sonde : la LED jaune doit s'éteindre et la LED rouge doit s'allumer. Mettez ensuite la pointe de la sonde en contact avec la borne négative : la LED verte s'allume.

Conclusion : votre sonde est en état de marche, vous pouvez passer à la mise en boîte définitive. Une idée intéressante consiste à enrober l'ensemble de la sonde dans un morceau de gaine thermorétractile que l'on fait chauffer **avant** de découper une fenêtre pour l'interrupteur ainsi que trois orifices pour les LEDs.

Pour utiliser la sonde logique, il suffit de l'alimenter en reliant les deux pinces crocodile aux lignes d'alimentation positive et négative du circuit à tester, de mettre S1 dans la position correspondant à la famille logique et enfin d'appliquer la pointe de la sonde sur les points à tester. Pour les circuits HCT-MOS, mettez l'inverseur en position TTL.

Il reste à interpréter correctement les indications. Si la LED jaune est allumée, c'est soit que le point sondé est « en l'air », soit que le niveau de tension est « illogique » (dans ce cas, vérifiez la position de S1...). Si la LED rouge ou verte est allumée, c'est que le niveau est haut ou bas. Si elles sont allumées en même temps et que la LED jaune s'allume aussi, mais éventuellement un peu plus faiblement, cela indique que le circuit change de niveau très rapidement (oscillation). Ce faisant, la tension passe dans la zone d'indétermination, ce qui explique que la LED jaune s'allume aussi.

Il n'est pas exclu non plus que la LED jaune s'allume en même temps que l'une des deux autres. Cela indique que vous êtes en présence d'un signal équivoque pour un circuit intégré logique. Il peut s'agir notamment d'une instabilité de la tension qui varie autour du seuil  $U_0$  ou  $U_1$ .

87663

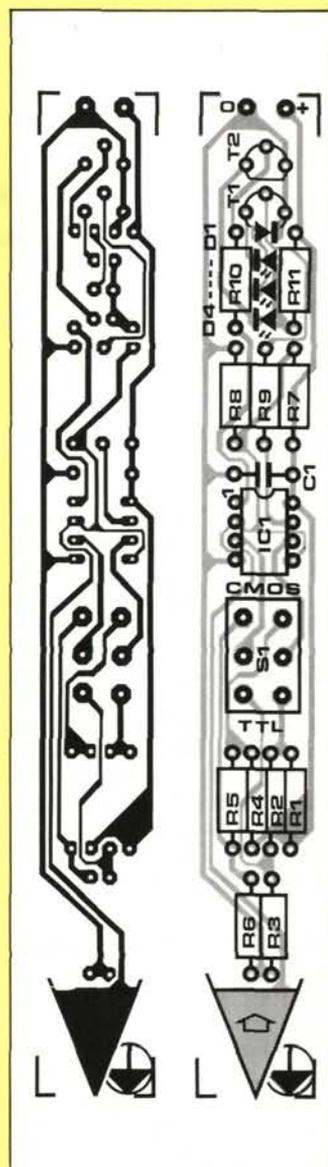
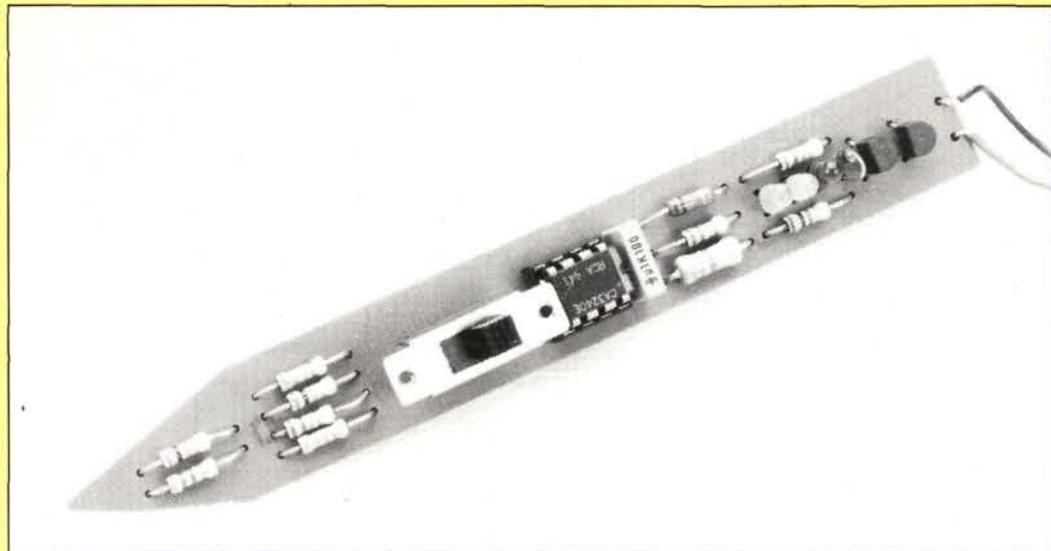


Figure 3 - Tracé des pistes d'un circuit imprimé ergonomique, conçu pour être logé dans un coffret allongé, éventuellement cylindrique, ou enrobé de gaine thermorétractile.

#### LISTE DES COMPOSANTS de la sonde logique

R1,R5 = 33 kΩ  
 R2 = 12 kΩ  
 R3 = 8,2 kΩ  
 R4,R6 = 10 kΩ  
 R7 = 3,3 MΩ  
 R8 = 1 MΩ  
 R9,R10 = 22 kΩ  
 R11 = 1 kΩ  
 C1 = 100 nF  
 D1 = 1N4148  
 D2 = LED rouge  
 D3 = LED jaune  
 D4 = LED verte  
 T1,T2 = BC547  
 IC1 = CA3240

S1 = inverseur bipolaire miniature (à glissière)  
 2 mini-pinces crocodile isolées



# testeur de composants

Le circuit que nous vous proposons ici montre tout le parti que l'on peut tirer de quelques composants (un transistor, deux diodes et cinq résistances) pour se faire une idée assez précise de l'état d'un composant récupéré. Il ne s'agit pas de dresser un tableau de caractéristiques chiffrées ni d'établir un bilan de santé détaillé, mais seulement de vérifier que le composant à réemployer n'est pas mort.

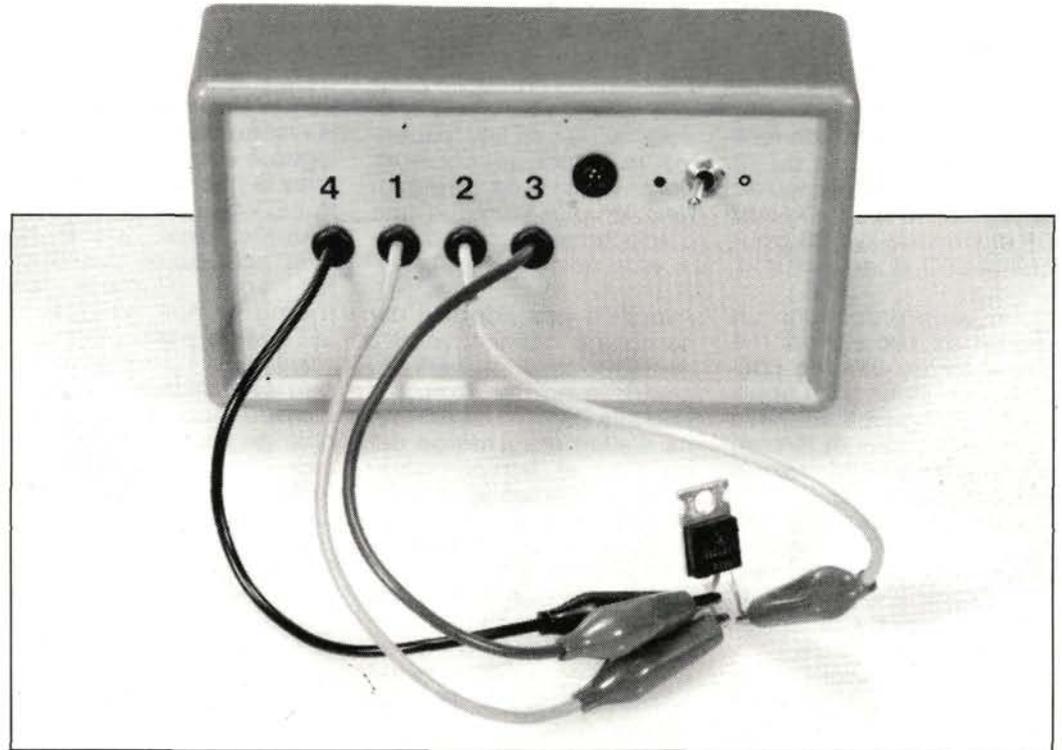
Un regard jeté sur la figure 1 suffira à dissiper les angoisses de ceux qui trouvent que les montages présentés dans ELEX sont déjà en train de devenir bigrement compliqués. De numéro en numéro, certains lecteurs sentent le déphasage s'accroître entre leur rythme de progression et celui de la moyenne des schémas proposés.

Cette angoisse est partiellement justifiée puisqu'il nous faut penser aussi à satisfaire ceux qui progressent rapidement. Nous veillerons néanmoins à présenter sans discontinuer des montages faciles, même archi faciles comme celui-ci.

## Un circuit archi-simple

La source de tension est une pile de 9 V que l'on met en service avec S1.

L'indicateur est formé de T1 et D1. Les résistances R1 et R2 permettent de doser, pour le courant injecté dans le composant à tester, trois intensités différentes. La résistance R3 limite l'intensité du courant de base de T1 à la valeur maximale admissible. La



## une espèce de testeur de continuité pour vérifier rapidement l'état de tous les composants courants

résistance R4, en dérivant une partie de ce courant, réduit la sensibilité du testeur. La fonction de D2 enfin : elle protège le circuit contre l'inversion de la polarité de la tension d'entrée.

Voyons comment fonctionne le circuit : imaginez par exemple que vous testez une diode dont l'anode est reliée au point 2 et dont la cathode est reliée au point 3. Elle est donc polarisée en direct, le transistor voit circuler un courant de base qui traverse D2 et permet à D1 de s'allumer.

Si vous tournez la diode, elle sera polarisée en sens inverse et ne conduira plus. Le transistor se bloque et D1 reste éteinte.

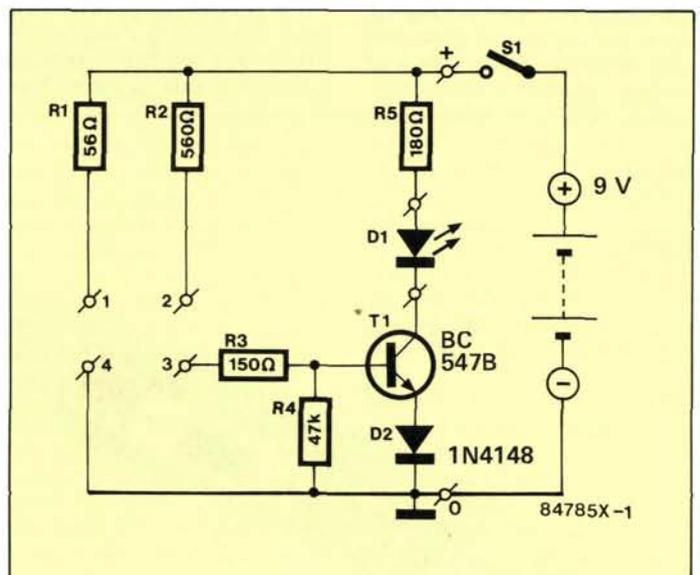
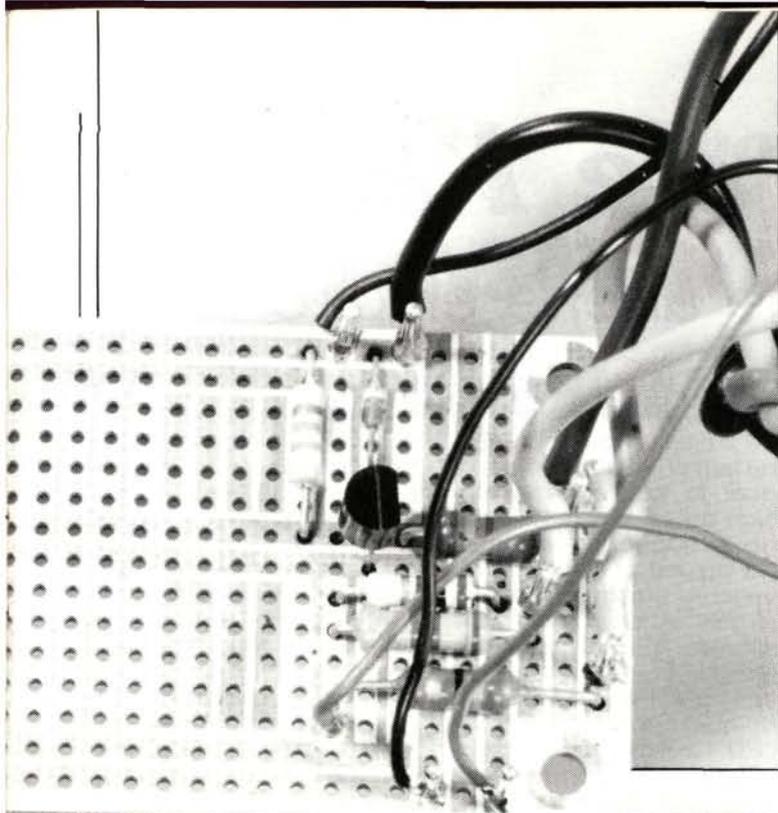


Figure 1 - Le circuit du testeur de composants ne comporte qu'un seul transistor. Pour l'utiliser, il suffit de se référer au mode d'emploi qu'en donne le tableau 1.



On voit que le testeur peut fonctionner comme une espèce de testeur de continuité pour diodes, condensateurs (chimiques polarisés), bobines et résistances, et, pourquoi pas, pour les conducteurs eux-mêmes, mais aussi comme testeur de semi-conducteurs, notamment pour les transistors, les triacs ou les thyristors.

Pour que les indications données par la LED soient compréhensibles, il est indispensable de connaître le brochage du composant à tester avant de le connecter au testeur.

### Mode d'emploi indispensable

Il suffit d'un tout petit morceau de platine d'expérimentation pour monter la petite dizaine de composants du testeur. La **figure 2** donne un plan d'implantation. Comme il est vraisemblable que ce testeur vous servira longtemps et souvent, montez-le dans un petit coffret que vous munirez de quatre cordons de fil souple de qualité au bout desquels vous soudez quatre pinces crocodiles isolées qui correspondent aux points de connexion 1 à 4 de la figure 1.

Au lieu de traverser le couvercle du coffret avec les cordons comme sur le prototype photographié, vous pouvez aussi faire usage d'une embase DIN à 5 broches dans laquelle vient s'enficher la prise mâle à laquelle sont soudés les quatre cordons. Ce montage se prête également à la mise en boîte dans un mini coffret Heiland.

À vous de chercher ce qui vous paraît préférable.

Le tableau donne le mode d'emploi du testeur pour onze composants. Indispensable ! N'oubliez pas de tester les composants **avant** de les monter et de les souder, c'est logique...

Les indications données dans la colonne de droite correspondent à des composants en bon état.

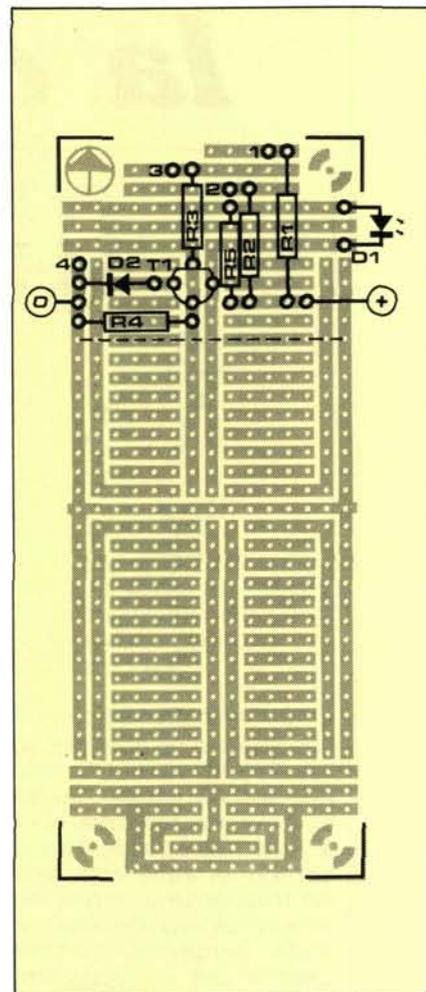


Figure 2 - Plan d'implantation des composants du testeur de composants sur un morceau de platine d'expérimentation de petit format. La partie inutilisée de la platine pourra éventuellement servir de support à la pile.

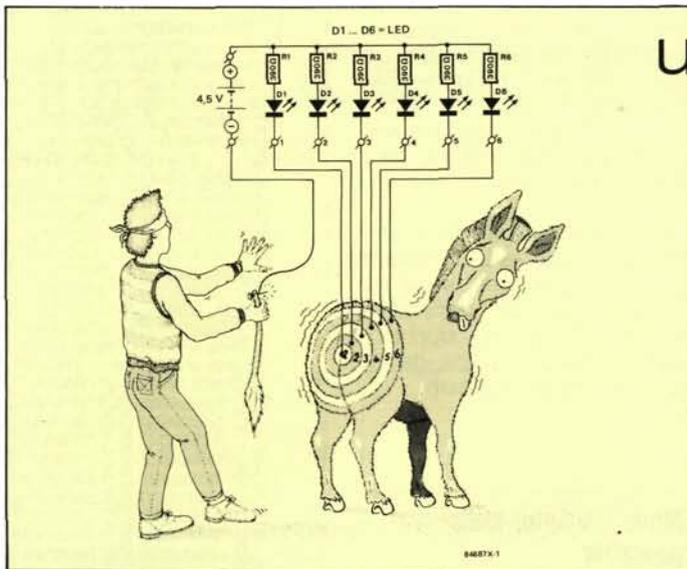
#### LISTE DES COMPOSANTS

- R1 = 56 Ω
- R2 = 560 Ω
- R3 = 150 Ω
- R4 = 47 kΩ
- R5 = 180 Ω
- D1 = LED rouge
- D2 = 1N4148
- T1 = BC547B
- S1 = interrupteur pile de 9 V avec coupleur à pression
- 4 cordons de mesure avec pinces crocodiles isolées
- platine d'expérimentation de format 1
- éventuellement : embase DIN 5 broches avec fiche mâle coffret

composant	connexions établies	indication
—	1, 3	la LED est allumée
	1, 3	la LED est allumée jusqu'à 330 kΩ
	(2 au +) (3 au -)	la LED s'allume très brièvement
	(2 au +) (3 au -)	la LED s'allume brièvement
	1, 3	la LED est allumée
	1, 3	la LED est allumée
	2 à A 3 à K	→ la LED est allumée
	3 à A 2 à K	→ la LED est éteinte
	2 à C 3 à E	la LED est allumée si le doigt est posé entre B et C (au besoin, mouillez le doigt)
	2 à E 3 à C	comme NPN
	1 et 3 à A 4 à K	la LED s'éteint si G est reliée à 2 ou A
	1 et 3 à A1 4 à A2	la LED s'éteint si G est reliée brièvement à 2 ou A1

# la queue de l'âne

## une ânerie électronique



Les âneries ne sont pas rares du tout, surtout les âneries électroniques, car on trouve l'électronique mise à toutes les sauces. Ce qui est rare en revanche, c'est de trouver une ânerie qui avoue ce qu'elle est, en toute simplicité, comme c'est le cas ici. Vous êtes donc prévenu. Tant pis pour vous si vous continuez de lire...

Des âneries, il y en a beaucoup dans le *Dictionnaire de la Bêtise\**, ce qui n'a d'ailleurs rien d'anormal. Notamment à l'article « âne » qui donne une pertinente analyse organologique (l'organologie est la science des instruments de musique) de l'inoubliable Alphonse Toussenel : « Si l'âne contribue peu à l'harmonie pendant sa vie, il la sert généreusement après sa mort, lui fournissant les meilleurs peaux qui existent pour faire les grosses caisses et les meilleurs tibias pour fabriquer des clarinettes. »

À l'article « queue » du même dictionnaire, un certain Henri Coupin, qui n'était certainement pas analphabète non plus, affirme qu'« à moins qu'elle n'ait de vertus cachées que nous ne lui connaissons pas, on ne voit jamais pour ainsi dire la queue rendre des services importants à la bête. Dans un assez grand nombre de cas, toutefois, elle est très mobile et sert de plumeau pour chasser les mouches [...] : le fait est bien connu chez

les boeufs, les chevaux et les ânes, mais il est bien probable que ce n'est pas dans ce but un peu frivole que la queue, organe en somme très volumineux, a été créée. » (Henri Coupin, *Les Animaux excentriques*)  
Quelle est donc finalement sa vraie fonction dans l'anatomie ? La question reste posée.

La **figure 1** est incontestablement une ânerie électronique. Mais c'est aussi une idée pour un jeu de société inédit que vous pourrez réaliser aussi facilement que rapidement pour animer vos soirées en famille. Le plus dur, c'est de trouver un âne... et de lui dessiner une cible à l'endroit adéquat. Si vous n'en trouvez pas, ou si celui que vous avez sous la main ne se laisse pas faire, dessinez-le sur une grande feuille de papier que vous collerez ensuite sur morceau de carton rigide ou sur une plaque de polystyrène. Découpez la silhouette et peignez-la. Pour confectionner la cible, il suffit de coller des anneaux de feuille d'aluminium concentriques, à intervalles réguliers. Le nombre exact de ces anneaux importe peu. Ce qu'il faut éviter, c'est qu'ils entrent en contact direct les uns avec les autres. Fixez à chacun de ces anneaux (à l'aide d'une agrafe par exemple) l'extrémité dénudée d'un fil dont l'autre extrémité sera reliée à l'une des diodes D1 à D6.

À l'anode de chaque LED se trouve une résistance de limitation de courant. Il ne faut en aucun cas appliquer la totalité de la tension de 4,5 V aux LED qui ne le supporteraient pas. Ce qui est possible en revanche, puisqu'il n'y aura jamais qu'une seule LED allumée à la fois, c'est de remplacer les six résistances par une résistance unique, commune aux six LED. Le pôle négatif de la pile est relié à un fil assez long pour laisser au joueur une grande liberté de mouvement. Comme vous l'avez déjà deviné en regardant la figure 1, le joueur aux yeux bandés doit placer la queue de l'âne à l'aveuglette.

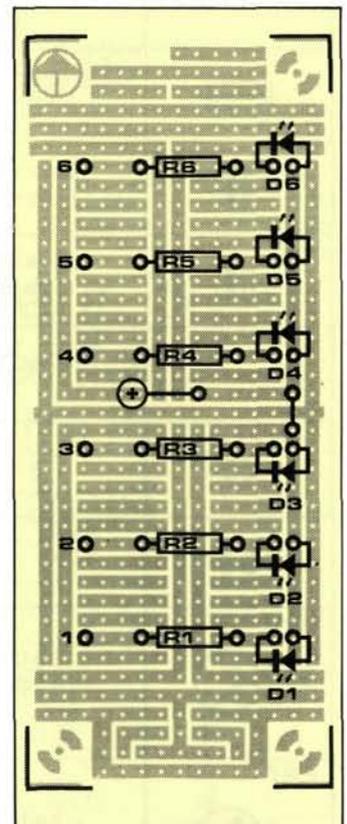
Quand le joueur pique la queue dans l'aluminium, l'âne braie, un contact s'établit et la LED correspondante s'allume. La rigolade est garantie quand la queue va se planter par exemple entre les oreilles ou dans les naseaux de l'animal. Pour confectionner la queue amovible on peut prendre par exemple le tube d'un stylo à bille au bout duquel on colle une grosse aiguille à repriser ou quelque objet analogue. Pour que l'objet aie vraiment l'air d'une queue d'âne, enfiler quelques brins de laine dans le fût du stylo, et laissez-les dépasser librement à une extrémité.

Si vous avez le coeur sensible, ânesthésiez l'animal avant de commencer à jouer en lui faisant boire quelques verres. N'importe quelle boisson anisée conviendra.

Si un joueur pique la queue entre deux anneaux conducteurs de la cible, aucune LED ne s'allume. Sa tentative est annulée, mais le joueur ne rejoue pas. Chacun son tour, sinon c'est l'anarchie ! Pour pimenter le jeu et augmenter la difficulté, il faut agrandir la cible, et, avant de le laisser viser, faire pivoter le joueur plu-

sieurs fois pour le désorienter. Une extension sonore serait sans doute très intéressante aussi. L'auteur de ces lignes ânodines et ânecdotiques n'a pas l'habitude de promener son ânesse dans la rue. Sa pauvre bête a atteint l'âge de l'arthrite. De peur que vous jetassiez l'ânathème sur son nom, il préfère l'ânonymat plutôt que de figurer dans les ânales. Craignant le receveur des postes irrité par le flot de vos lettres, il renonce à la postérité. Tout le monde ne peut pas avoir du cran jusqu'au bout !

84687



\**Dictionnaire de la bêtise et des erreurs de jugement, Guy Bechtel et Jean-Claude Carrière, éditions Robert Laffont*

### LISTE DES COMPOSANTS

R1 à R6 = 390 Ω  
D1 à D6 = LED rouge

Divers :  
pile plate de 4,5 V  
platine d'expérimentation de format 1

# module capacimètre pour multimètre

Le module capacimètre d'ELEX, associé à un galvanomètre ou à un multimètre en fonction ampèremètre, permet de vérifier la capacité des condensateurs les plus courants. Il s'agit à la fois d'une application intéressante du 555, d'un prétexte pour apprendre le principe de la mesure de capacité, et d'un outil efficace.

Grâce à des modules comme celui que nous vous présentons ici, les multimètres mériteront plus que jamais leur nom d'appareils pour mesures multiples. On trouve maintenant à des prix séduisants des multimètres de fabrication industrielle munis d'un tel module. Inutile de préciser que l'adjonction sur un tel appareil de notre module ferait double emploi...

Pour mémoire, nous avons dressé un tableau récapitulatif de tous les modules déjà publiés dans ELEX pour « enrichir » votre multimètre. Ceci ne signifie nullement que la liste soit complète. Au fil des mois de cette nouvelle année, nous en présenterons certainement d'autres.

## Deux multivibrateurs

Le circuit qui va nous permettre de mesurer la capacité de condensateurs de 1 nF à 1  $\mu$ F n'est pas bien compliqué. En fait, un simple galvanomètre muni d'un échelle à graduation décimale suffit pour lire la valeur de la capacité du condensateur inconnu, comme le montre le schéma de la figure 1.

Les deux circuits intégrés utilisés sont familiers : il



s'agit du temporisateur intégré archi-connu sous la référence 555, utilisé d'une part comme générateur de signaux carrés (ou multivibrateur astable) et d'autre part comme multivibrateur (ou bascule) monostable. Quand l'entrée de déclenchement (broche 2) est reliée à la sortie broche 6, le 555 est utilisé en astable ; quand l'entrée de déclenchement est commandée de l'extérieur, le circuit est monté en monostable.

Le fonctionnement du 555 en multivibrateur astable a été décrit, il y a bien longtemps déjà, dans le circuit du métronome (elex n°8 page 32). Le fonctionnement en monostable a lui aussi été l'objet de descriptions détaillées (elex n°15 page 17). Nous ne re-

viendrons donc pas ici sur ces détails et prions nos lecteurs de bien vouloir se référer aux articles cités pour ce qui concerne le principe du fonctionnement du 555 dans l'un et l'autre modes.

## Monostable

Le condensateur de capacité inconnue est pris dans le réseau RC de IC1, lequel est monté en multivibrateur monostable.

Quand S1 est en position 3, nous aurons sur la broche 3 d'IC1 une impulsion dont la durée  $T_1$  est définie comme suit :

$$T_1 = 1,1 \cdot R_1 \cdot C_x$$

Si la capacité du condensateur à tester est égale à la valeur maximale de ce calibre, nous aurons une impulsion de

$$T_1 = 1,1 \cdot 820 \text{ k}\Omega \cdot 10 \text{ nF} = 9 \text{ ms}$$

Le même résultat sera obtenu dans les deux autres calibres. Si la capacité de  $C_x$  est plus faible que la valeur maximale admise dans ce calibre, l'impulsion sera plus courte.

## Des impulsions dont la fréquence est invariable mais dont la durée change selon la capacité du condensateur de valeur inconnue

Que faire à présent d'une telle impulsion ? À quoi bon cette durée maximale de 9 ms ? Comment utiliser le rapport entre le signal de sortie de IC1 (durée variable des impulsions) et la capacité de  $C_x$  pour en afficher la valeur ?

On ne peut pas faire grand chose en effet d'une impulsion de 9 ms qui n'apparaît qu'une seule fois, lors de la mise sous tension. Cette impulsion, il faudrait qu'elle se répète sans cesse.

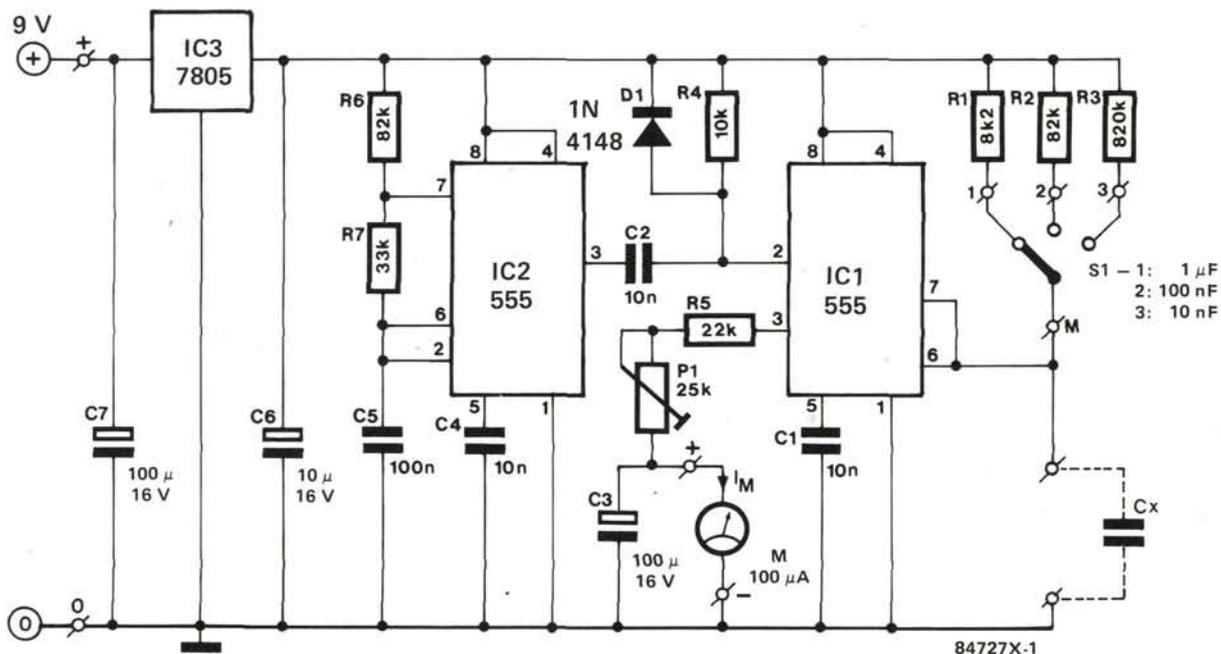


Figure 1 - Le module capacimètre est fait de deux multivibrateurs ; l'un est astable et produit environ 100 impulsions de déclenchement par seconde, l'autre est monostable et produit cent fois par seconde des impulsions de durée variable en fonction de la capacité de  $C_x$ .

### Astable

Ajoutons donc un dispositif de répétition automatique de l'impulsion, que l'on obtient à l'aide du deuxième temporisateur (IC2). Celui-ci est un multivibrateur astable qui oscille à une fréquence de 100 Hz, c'est-à-dire qu'il fournit toutes les 10 ms un flanc descendant qui déclenche le multivibrateur monostable IC1.

On peut vérifier sur le diagramme de la figure 2 que chaque cycle de mesure « tient » dans la fenêtre « ouverte » pendant 10 ms par chaque nouvelle impulsion issue de la broche 3 d'IC2. C'est avec le flanc descendant sur cette broche que la sortie broche 3 d'IC1 passe du niveau bas au niveau haut. Le temps que va durer ce niveau haut dépend de la capacité du condensateur. Pour  $C_x = 82 \text{ nF}$  l'impulsion est 10 fois plus longue que pour  $C_x = 8,2 \text{ nF}$ . C'est logique.

Ces impulsions de fréquence immuable (100 Hz) mais de durée variable sont appliquées au réseau que forment R5 et P1 avec C3. Aux bornes de C3 ré-

gne une tension telle que le courant à travers le galvanomètre atteint son intensité maximale (100  $\mu\text{A}$ ) quand les impulsions ont atteint leur longueur maximale (P1 sert à régler cette tension).

Résumons. Les impulsions produites par IC1 toutes les 10 ms ont une durée qui ne dépend que de la capacité du condensateur  $C_x$ . Elles durent tout au plus 9 ms quand le condensateur a la capacité maximale dans un calibre donné.

Chacune de ces impul-

sions contribue à charger le condensateur C3. Plus une impulsion est longue, plus elle charge le condensateur. Et inversement. On dit que le réseau RC intègre les impulsions selon une constante de temps de 2,2 à 4,7 s (selon la position du curseur de P1). Le condensateur transforme en tension les impulsions de courant qu'il reçoit, un peu comme une roue transforme en un mouvement uniforme les allées et venues de la bielle qui l'actionne.

Compte-tenu du fait que la fréquence des impulsions ne change pas plus que

leur amplitude, l'amplitude de la tension à laquelle le condensateur se charge est une indication de la durée des impulsions. Le galvanomètre décharge le condensateur avec un courant dont l'intensité est une indication de la tension aux bornes du condensateur. On peut donc considérer la position de l'aiguille du galvanomètre comme une indication de la capacité du condensateur  $C_x$ .

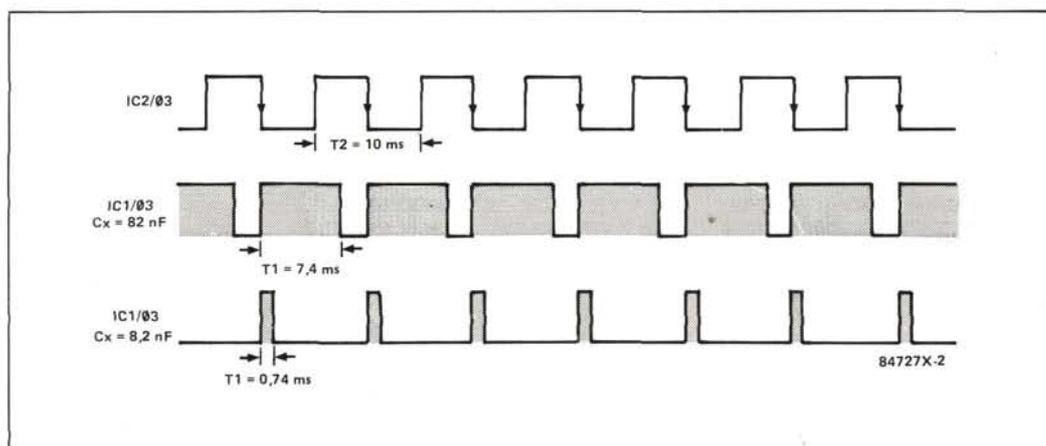


Figure 2 - Chronogramme des impulsions de déclenchement du monostable (ligne supérieure) et des impulsions de longueur variable en fonction de la capacité de  $C_x$ . La durée de la fenêtre de mesure (10 ms) est toujours supérieure à la durée de l'impulsion obtenue avec la capacité la plus forte dans un calibre donné (9 ms).

LES MODULES DE MESURE PUBLIÉS DANS ELEX

M	A	n°	p	titre	fonction	calibre
VI	88	12	34	étage d'entrée pour multimètre	impédance d'entrée élevée (1 MΩ à 10 MΩ) calibres 3 V, 12 V, 20 V	1 V à 2 V
II	89	1	45	testeur de diodes Z	tensions continues 3 courants de mesure commutables	20 V ==
IV	89	10	30	fréquencemètre	calibres : 200 Hz, 2 kHz et 20 kHz	3 V ==
IV	89	10	14	mesureur de champ	pour radio-amateur, CB et modélisme	50 μA
III	89	9	23	mesure de puissance	en association avec générateur de sinus	VA
IX	89	14	34	millivoltmètre audio	mesure de tensions alternatives de très faible amplitude (max. 50 V <sub>eff</sub> )	100 μA == (50 μA ==)
IX	89	14	13	ohmmètre	mesure de résistances fortes ou faibles calibres : 10 Ω, 100 Ω, 1 MΩ, 10 MΩ	1 V à 3 V =
XI	89	16	22	testeur de piles	4 résistances de charge commutables	100 μA
I	90	18	15	capacimètre	calibres : 10 nF, 100 nF, 1 μF	100 μA

**La réalisation**

Avant de voir bouger l'aiguille du galvanomètre ou du multimètre, il va falloir implanter les composants sur la plaquette d'expérimentation, sans faire d'erreur, sans oublier de pont de câblage (il y en a 10 sur le plan d'implantation de la figure 3), sans inverser la polarité de la diode ni celle des condensateurs... Pas de court-circuit, pas de soudure froide, pas de soudure oubliée, pas de broche de circuit intégré mal insérée dans son support... Tout a-t-il vraiment été vérifié comme il faut ? Parfait, le circuit est prêt à servir, soit avec un galvanomètre, soit avec un multimètre en fonction ampèremètre. Le branchement de l'appareil de mesure, quel qu'il soit, doit se faire en respectant la polarité. De même que pour les condensateurs électrochimiques dont vous souhaitez mesurer la capacité.

Si la sensibilité du galvanomètre dont vous disposez ne correspond pas à ce qui est demandé ici, cela ne signifie pas forcément que vous ne pouvez pas l'utiliser. Nous vous proposons ci-dessous une formule à l'aide de laquelle vous pourrez redéfinir la valeur de R5 et de P1 en fonction de la sensibilité du galvanomètre que vous voulez utiliser :

$$(R5 + P1) = \frac{3,3 V}{I_M}$$

Les valeurs à donner à R5 et P1 ne peuvent pas être choisies arbitrairement. Il faut veiller à ce que la constante de temps définie par le produit (R5+P1)C3 soit comprise entre 2 et 5 secondes.

Vous chercherez avec un condensateur de faible valeur connue (par exemple 10 nF) la position du curseur de P1 dans laquelle l'aiguille du galvanomètre s'arrête au-dessus du 100 de la fin de l'échelle (calibre 10 nF sur le capacimètre).

Et maintenant, à nous les condensateurs !

**LISTE DES COMPOSANTS**

- R1 = 8,2 kΩ
- R2, R6 = 82 kΩ
- R3 = 820 kΩ
- R4 = 10 kΩ
- R5 = 22 kΩ
- R7 = 33 kΩ
- P1 = 25 kΩ var.
- C1, C2, C4 = 10 nF
- C3, C7 = 100 μF/16 V
- C5 = 100 nF
- C6 = 10 μF/16 V
- D1 = 1N4148
- IC1, IC2 = 555
- IC3 = 7805

**Divers :**

- S1 = commutateur 1 circuit/3 positions
- M = galvanomètre 100 μA
- pile de 9 V avec coupleur à pression
- interrupteur marche-arrêt
- platine d'expérimentation de format 1

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.

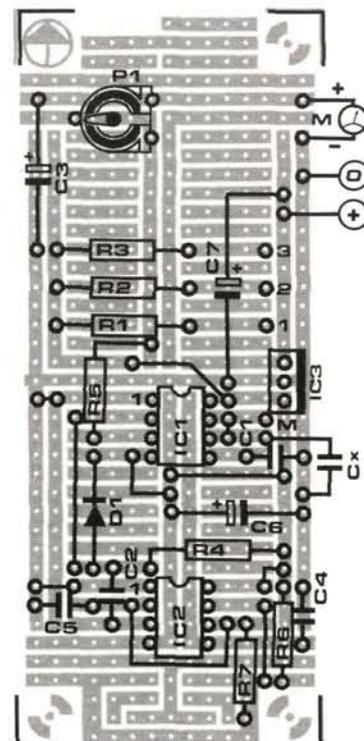


Figure 3 - Plan d'implantation des composants du module capacimètre sur une platine d'expérimentation de petit format.

# transformateurs de courant

## la mesure de courants alternatifs

Dans un numéro d'ELEX comme celui-ci, comportant plusieurs articles de notre catégorie *mesure & labo*, il y a de la place pour un article consacré à la mesure de courants alternatifs. Si vous prenez votre multimètre et que vous y cherchez un mode ampèremètre pour courant alternatif vous serez sans doute surpris de ne pas en trouver. Et pourtant, vous vous êtes sans doute déjà demandé comment faire pour mesurer un courant alternatif... Le sujet mérite qu'on s'y arrête un peu.

Il existe deux possibilités de mesurer un courant alternatif. La première consiste à utiliser une pince ampèremétrique. Une telle pince comporte une bobine que l'on place sur la conduite dans laquelle circule le courant à mesurer. Celle-ci devient le primaire d'un transformateur virtuel dont le secondaire est la bobine de la pince. Dans l'appareil de mesure, on relève, on mesure et on affiche un courant de mesure ou une tension de mesure, plus faibles.

S'il n'y a pas, avec cet article, de réalisation pratique, même expérimentale, c'est parce que nous pensions qu'il était peut-être exagéré de vous demander de construire une pince en forme de transformateur. Laissons cette partie-là du sujet pour une autre fois, et passons immédiatement à l'autre manière de mesurer les courants alternatifs.

La schématisation du principe comme elle apparaît dans la moitié inférieure de la figure 1 devrait éclairer votre lanterne. Ici il est fait appel à la possibilité de mesurer un courant alternatif en le faisant circuler dans un des deux enroulements d'un transformateur de courant.

### Mesure vitale

Faisons un petit détour par la partie supérieure de la figure 1 où nous avons une configuration archi classique. Les transformateurs de tension font partie de notre quotidien, on les trouve dans la plupart des alimentations, et même comme transducteurs de signaux aussi bien en hautes qu'en basses fréquences.

Voici un transformateur de tension tel qu'il est mis en oeuvre pour la mesure, c'est-à-dire le primaire pris entre la phase et le neutre. Au secondaire la tension alternative transformée et abaissée est mesurée à l'aide d'un voltmètre pour tensions alternatives.

L'avantage de cette manière de procéder est évident : **le circuit de mesure est séparé galvaniquement du réseau 220 V.** Cette mesure de précaution est vitale.

Le transformateur de courant offre la même garantie d'isolement : le primaire du transformateur est inséré dans le conducteur de phase de la conduite dont on veut mesurer le courant. L'ampèremètre, avec sa faible résistance interne, fait l'effet d'un court-circuit du secondaire auquel il est relié. Le courant transformé et abaissé est affiché par l'ampèremètre.

Quelques calculs vont vous permettre de découvrir à quel point un tel transformateur est efficace par rapport à une mesure directe. Supposons que le courant à mesurer soit de 50 A, une intensité qui paraît astronomique à l'électronicien, mais qui n'a rien d'exceptionnel en électricité. Si la sensibilité de l'instrument de mesure dont

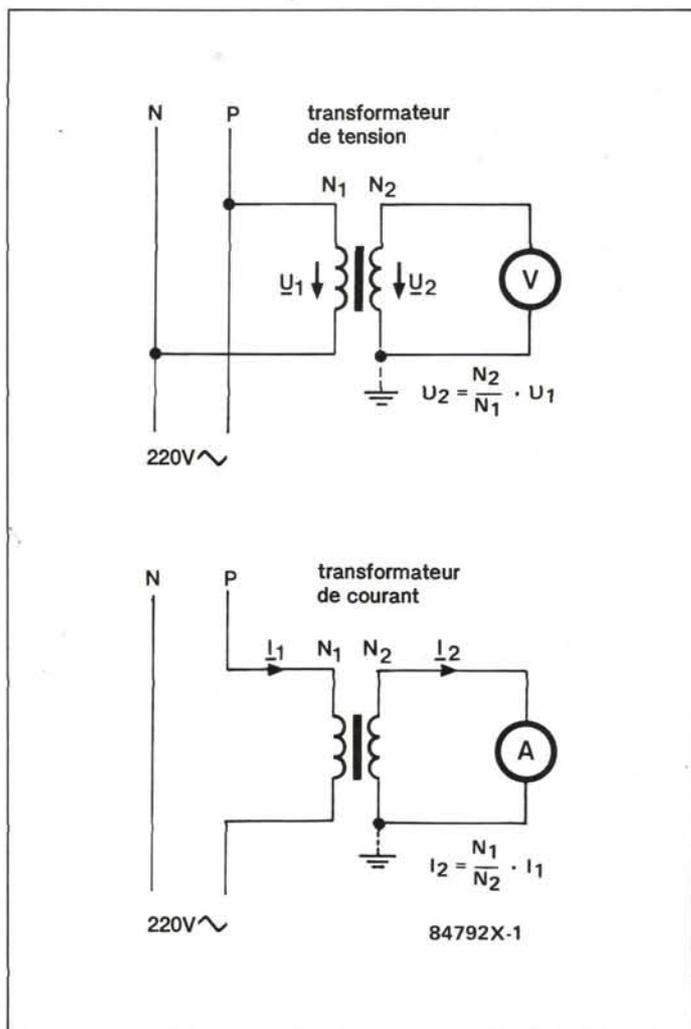


Figure 1 - Principe de la séparation du circuit de mesure : le transformateur de tension est monté entre les deux conducteurs. En haut, il n'y a pas de continuité galvanique entre le primaire et le secondaire du transformateur. En bas, la séparation galvanique n'est pas compromise avec le transformateur de courant : son primaire est pris dans le conducteur de phase du circuit dont on veut mesurer le courant alternatif.

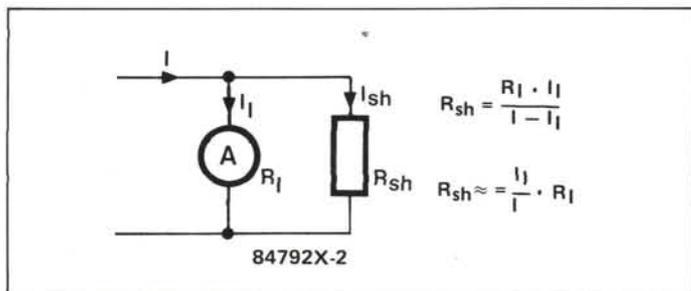


Figure 2 - Lors d'une mesure directe sans transformateur de courant, la résistance de shunt doit dissiper toute la puissance que l'ampèremètre lui-même ne supporterait pas.

nous disposons est de 5 A, il faudrait « détourner », pour une mesure directe comme le montre la figure 2, rien moins que 45 A par le shunt  $R_{sh}$  (voir à ce sujet l'article publié dans *elx* n°9 page 15). Si l'on part de 0,13  $\Omega$  de résistance interne ( $R_i$ ) de l'ampèremètre, il faudra une résistance en parallèle de 14 milliohms pour griller la bagatelle de 29 W.

Avec le transformateur de courant, les choses se présentent bien mieux. Ici on n'a à prendre en compte, en théorie du moins, que la puissance dans l'ampèremètre, soit 3,25 W dans le cas qui nous occupe. A quoi il faut tout de même ajouter les pertes occasionnées par l'imperfection du transformateur de courant.

### Des essais en labo

Nous avons essayé de faire une telle mesure de courant avec un transformateur d'alimentation de 48 VA. Ce transformateur de tension tout ce qu'il y a

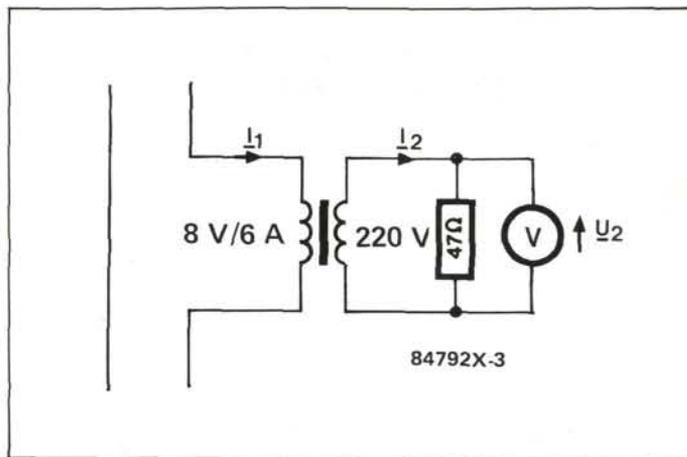


Figure 3 - Exemple de mesure de courant alternatif avec un transformateur d'alimentation 220 V/8 V de 48 VA.

de banal comporte un primaire pour 220 V et un secondaire pour 8 V. L'intensité maximale du courant que ce transformateur peut fournir au secondaire est de 6 A. Les résultats de nos mesures sont donnés avec la figure 3.

primaire. Les résultats de ces mesures présentent l'inconvénient de ne pas fournir directement l'intensité du courant ; il reste à multiplier par le facteur  $I_1/U_2$  la tension relevée sur la résistance... ce qui n'est pas bien compliqué.

$I_1$ (A)	$U_2$ (V)	$I_1/U_2$
0,51	0,908	0,56
0,91	1,63	0,56
1,241	2,226	0,56
1,720	3,1	0,56

Nous avons chargé le primaire du transformateur avec une résistance de 47  $\Omega$  pour y mesurer la tension, tandis que le courant à mesurer passait dans le

Il importe de connecter la résistance de 47  $\Omega$  avant d'insérer le primaire du transformateur de courant dans le conducteur de phase.

Nous nous sommes aussi livrés à d'autres essais, en faisant notamment passer le conducteur entre les enroulements et le noyau magnétique d'un transformateur, mais le résultat a été décevant en raison de l'inconstance du facteur de conversion.

Si vous avez vous-même envie de procéder à des expérimentations de ce genre, soyez prudent, même avec un transformateur. Il n'est pas exclu que vous entriez en contact par inadvertance avec le primaire du transformateur. *Elx* vous préfère plutôt vif que mort, quitte à ce que vous n'ayez pas vraiment compris cette histoire de transformateur de courant.

84792

## CALCELEC

Un logiciel qui apporte à l'électronicien une aide rapide et complète pour quelques calculs courants en électronique. Il peut faire office d'assistant lors de tâches fastidieuses comme le tri de résistances ou la recherche de brochages...

### Présentation des menus

**Principe de fonctionnement**  
CALCELEC fonctionne par menus arborescents. Chaque menu comporte des options. Chaque option comporte un ou plusieurs menus. Lorsque vous êtes dans un menu, vous pouvez :

- revenir au menu supérieur
- descendre dans l'option

La fonction FIN permet de remonter au menu de niveau supérieur, jusqu'au menu général où l'option FIN permet la sortie définitive de CALCELEC.

# PERISCOPE

Calcul de résistance	Sous-menu
Protection LED Pont diviseur de tension	Calcul pont diviseur Guide de calcul
Constante de temps RC Puissance dissipée Code des couleurs	Détermination couleurs Interprétation couleur
Divers	Sous-menu
Mémo Portes logiques	Porte AND " OR " OR exclusif " NAND " NOR " NOR exclusif
Conception alimentations	Calcul composants Présentation et schéma logique
Brochage composants	régulateurs de tension transistors CI linéaires CI logiques Afficheurs 7 segments

**Arborescence des menus**  
Le menu général permet de s'orienter sur une des deux parties principales du produit :

- calcul de résistances
- divers

Le tableau ci-dessous indique toutes les fonctions possibles pour chaque branchement du menu général :

CALCELEC est livré avec une commande spéciale de sauvegarde. Seule cette commande permet de sauvegarder le produit. La syntaxe est :  
CALCDUP <UNITé source>  
<unité destination>

Au démarrage de CALCELEC, la diskette CALCELEC doit se trouver dans l'unité A pour contrôle de la version.

Les personnes intéressées recevront une documentation contre une enveloppe timbrée à leur nom en s'adressant à :

Monsieur Bouzin  
BP 17  
31240 L'UNION

906506

# Façades

## Esthétiques et économiques

Les faces avant de vos montages ont des rôles multiples : elles doivent d'abord fermer le coffret, puis supporter les boutons de commande et les douilles de raccordement, enfin renseigner l'utilisateur sur la fonction de chaque organe. Vous avez le choix entre différentes méthodes pour les fabriquer. Les industriels disposent de moyens lourds comme l'impression en *offset* ou par sérigraphie, dont la mise en oeuvre n'est justifiée que par les grandes séries produites. En effet, les coûts de fabrication de l'outillage atteignent des sommets inaccessibles pour l'amateur. Un peu de soin et un outillage minimal vous permettront cependant d'équiper vos appareils de façades solides, claires et agréables à utiliser.

### Le matériau

Les façades que nous vous proposons de fabriquer rempliront toutes les fonctions énumérées plus haut. Commençons donc par la partie mécanique. La matière première sera de l'aluminium de 10/10 à 20/10 mm d'épaisseur. Pour qu'il reste rigide, surtout s'il doit recevoir des douilles banane, vous le choisirez d'autant plus épais que les dimensions de la façade seront grandes. La scie à métaux (à défaut d'une cisaille ou d'un massicot) et les forets ordinaires conviennent pour la mise aux cotes et le perçage. Il y a lieu d'ébavurer soigneusement les arêtes et les trous avant de continuer.

Si vous avez le choix, lorsque vous achèterez des feuilles d'aluminium, ou que vous récupérerez des chutes chez un installateur de magasins, préférez à l'aluminium pur les matériaux AlMg3 ou AlMg5. C'est une vraie punition que de devoir travailler l'aluminium pur, surtout

avec des moyens d'armateur : il est tellement mou qu'il se déforme sous la cisaille au point de donner du papier *chocolat* sans se couper, les copeaux bourrent dans le foret, il *graisse* les limes... Même avec un matériau « propre », il convient de percer à vitesse lente, avec un foret à angle de coupe faible, mouillé à l'alcool ou au pétrole.

### La surface

Le plus bel aspect que l'on puisse obtenir est le fini « brossé ». Le fini brossé s'obtient... à la brosse, comme vous le supposiez très justement. Vous utiliserez une brosse métallique, sans alcool ni pétrole cette fois-ci. C'est avec beaucoup d'huile de coude que vous obtiendrez une aspect uniformément mat. Les mouvements de la brosse doivent se faire toujours dans la même direction, sans croisement.

### Les inscriptions

Les moyens utilisables pour le report des inscriptions sont l'encre, le feutre indélébile, les lettres-transfert, ou le plus souvent une combinaison. Par exemple, vous tracerez au feutre les filets décoratifs, les symboles entrée et sortie... et vous marquerez les graduations avec une planche de lettres-transfert. Inutile de vous prévenir que le temps de séchage de l'encre et du feutre est plus long sur l'aluminium que sur le papier buvard ! Donc patience.

### La protection.

Votre travail artistique terminé, il faut le protéger contre les agressions mécaniques, comme le choc d'un outil, le frottement des doigts ou des ongles

autour des boutons, etc. Le moyen industriel est l'*anodisation ou oxydation anodique*. Il s'agit de recouvrir l'aluminium, mou par nature, d'une couche d'alumine ou hydroxyde d'aluminium. L'alumine est extrêmement dure (on s'en sert pour la fabrication de meules et de papiers abrasifs) et elle assure une protection efficace à l'aluminium. L'ennui est que pour l'obtenir, il faut disposer de cuves d'électrolyse, des redresseurs adéquats, et surtout d'acide sulfurique ou *vitriol*. Espérons que c'est assez pour vous décourager.

Non, ne partez pas. Heureusement il existe une protection plus abordable et moins dangereuse à mettre en oeuvre : le vernis. Toutes les bonnes maisons de produits chimiques proposent chez les revendeurs des vernis en bombe aérosol, et vous mettent en garde contre les risques que vous courez à respirer les vapeurs des solvants et les gaz propulseurs. L'application doit se faire par couches minces successives, ce qui garantit une épaisseur uniforme sur toute la surface. Le résultat sera encore meilleur si vous revêtez la plaque d'une première couche mince *avant* d'apposer les inscriptions.

La protection de votre face avant peut être assurée aussi par un film adhésif transparent destiné normalement à recouvrir après le traitement les plaques d'aluminium photosensible. Il coûte relativement cher, le poser sans bulle demande un certain coup de main, mais il est agréable d'aspect (mat ou brillant au choix) et incomparablement solide.

Si vous avez tout raté, pas de panique. Reprenez la brosse métallique, cent fois sur le métier remettez votre ouvrage, polissez-le sans cesse et le repolissez (enfin, faut pas exagérer, quand même).



Figure 1 - Si toutes les opérations mécaniques sont exécutées d'abord, vous ne risquez pas de rayer la surface.

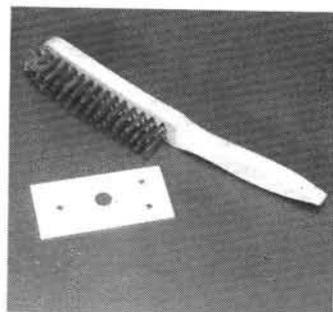


Figure 2 - Le brossage ne sera terminé que quand la surface sera uniformément mate.



Figure 3 - La surface, une fois matée, accepte sans rechigner toutes les encres, peintures ou décalques.

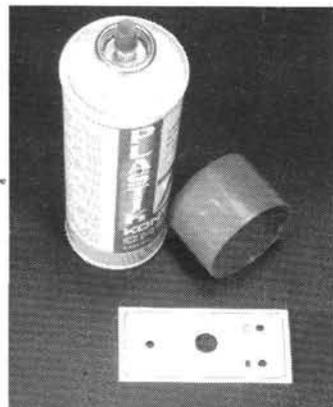
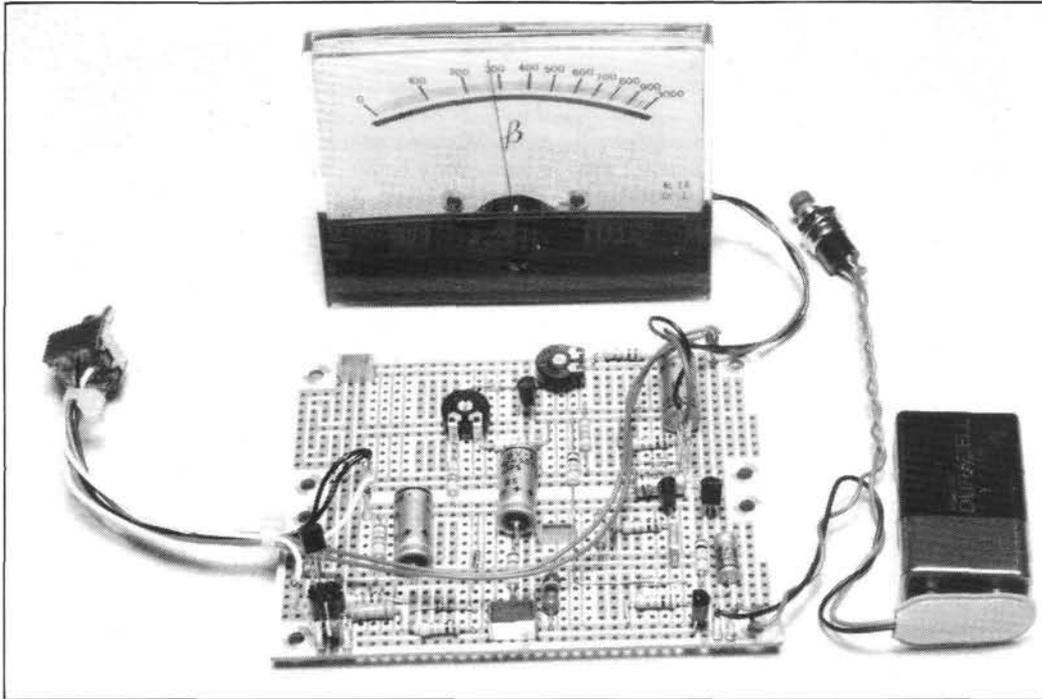


Figure 4 - Faute de pouvoir anodiser la surface, il faut la protéger contre l'abrasion par plusieurs couches de vernis.

85633

# testeur de $\beta$ \*

\*béta



## la mesure du facteur d'amplification en courant des transistors

« Affaire à saisir : Lots de transistors à des prix exceptionnels ! »

Que faut-il penser de telles annonces publicitaires ? Faut-il se méfier de ces composants de fin de série, ou de fin de « ligne » comme on dit dans l'industrie où l'on conditionne les transistors par milliers voire dizaines de milliers ?

Comment ne pas résister à la tentation d'utiliser des transistors que l'on a pu obtenir pour deux fois rien, mais qui ne portent pas ou plus la moindre inscription concernant la classe de gain ?

Pour ne pas avoir à résister à cette tentation et pour répondre à toutes ces questions, ELEX vous suggère de monter un testeur de classe de gain. Mieux encore : cet appareil vous indiquera le facteur d'amplification en courant sur une échelle graduée de 0 à 1000. Une fois équipé d'un tel accessoire, vo-

tre laboratoire d'électronique prendra une dimension nouvelle.

### De l'utilité d'un testeur

Il faut savoir qu'ELEX précise dans ses schémas et ses listes de composants la classe de gain A, B ou C d'un transistor ; il convient de respecter cette indication et de ne jamais remplacer un transistor de classe B par exemple par un équivalent de classe A. L'inverse est possible, avec néanmoins des réserves.

La lettre A correspond à la classe de gain jusqu'à 250. La lettre B désigne un transistor dont le gain peut aller jusqu'à 450 et la lettre C enfin pour un gain jusqu'à 800 environ. Comme vous le voyez, tout cela est relativement vague. Le testeur de gain sera donc utile aussi pour mesurer exactement le facteur d'amplification en courant de transistors dont l'inscription est encore parfait-

ement lisible, ou encore pour vérifier un composant douteux ou pour en apparier plusieurs d'origines différentes.

Généralement ce genre de circuit (comme notre testeur de transistors du n°1 d'ELEX, page 32) est construit autour d'une source de courant **constant** qui alimente la base du composant à tester dont on mesure le courant de collecteur. C'est le rapport entre l'intensité du courant de collecteur et celle du courant de base qui donne le gain en courant **continu** du transistor. Nous pensons qu'il est intéressant de procéder à une mesure plus systématique et surtout plus réaliste : soumettre le transistor à des tensions alternatives. Le résultat de telles mesures donne le fameux  $\beta$  (prononcer *béta* = le b minuscule de l'alphabet grec) que l'on trouve aussi dans les fiches de caractéristiques désigné par  $h_{fe}$  dans la rubrique *caractéristiques dynamiques*.

### Un testeur dynamique

Cela donne un circuit un peu plus compliqué que pour des mesures statiques, mais il se laisse décomposer aisément en trois parties, comme le montre la **figure 1** : le générateur de tensions alternatives, le circuit de test proprement dit et enfin le dispositif de mesure.

Le bloc 1 produit un signal carré d'une fréquence de 1000 Hz environ de faible amplitude. C'est au bloc 2 qu'il appartient de l'amplifier à l'aide du TAT, le transistor à tester. Le courant de base amplifié circule dans le TAT du collecteur à l'émetteur. Son intensité est déterminée par la formule suivante :

$$I_C = \beta \cdot I_B$$

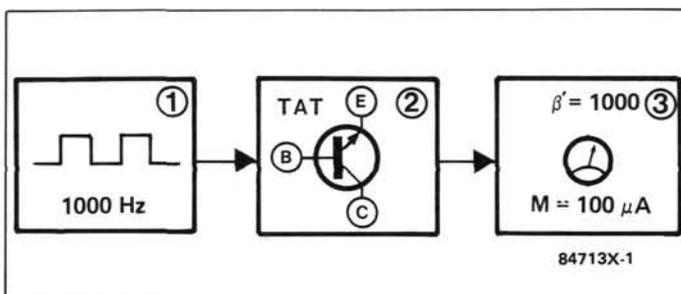
On voit qu'il suffit de mesurer le courant de collecteur pour déterminer le gain. C'est ce dont se charge le bloc 3, avec le galvanomètre 1 associé à un transistor monté en émetteur

suiveur pour supprimer les artefacts de mesure.

Le moment est venu de nous plonger dans le schéma complet de la **figure 2**. Nous retrouvons les trois blocs dans le même ordre, avec à gauche le très reconnaissable multivibrateur astable, à droite l'alimentation, et entre eux, l'amplificateur et le circuit de mesure.

Commençons par le multivibrateur construit à l'aide de deux transistors (T1 et T2), deux condensateurs (C3 et C4) et quelques résistances. Ce circuit fait de la tension d'alimentation de 5 V une séquence d'impulsions d'environ 1000 Hz. Pour en suivre le fonctionnement, imaginons que lors de la mise sous tension, c'est le transistor T1 qui est conducteur tandis que T2 est bloqué. Le courant circule à travers R2, C3 et la jonction collecteur-émetteur de T1. En fait, C3 se charge, alors que pendant ce temps, C4 s'est chargé à toute vitesse à travers R4 (dont la valeur est 10 fois moins élevée que celle de R3 et R2) et la jonction base-émetteur de T1.

Une fois que la tension aux bornes de C3 a atteint le seuil de 0,7 V, le transistor T2 se met à conduire. Maintenant le courant cir-



**Figure 1 - Le testeur de classe de gain pour transistors se décompose en trois blocs : un générateur de signaux carrés, un amplificateur construit avec le transistor à tester (TAT) et enfin le circuit de mesure du courant.**

cule à travers R1 dans C3 et la jonction base-émetteur de T2. Celui-ci entre très rapidement en saturation. Entre-temps, T1 s'est bloqué, car la tension de collecteur de T2 s'étant effondrée, le potentiel de base de T1 en fait autant. Maintenant C4 recommence à se charger à travers R3 et la jonction collecteur-émetteur de T2. Aussitôt que la tension entre les bornes de ce condensateur aura atteint le seuil de 0,7 V de polarisation de la base de T1, ce transistor se mettra à conduire et le processus entier se reproduit. C'est ainsi que les deux transistors conduisent tour à tour, se bloquant mutuellement.

### L'amplificateur

L'amplitude des impul-

sions au point où se rejoignent R5, R6 et C5 n'est que de 20 mV. Ce n'est pas grand chose, mais cela suffit pour attaquer un étage dont la fonction est précisément d'amplifier. Ce circuit en émetteur commun est construit autour du TAT, avec R7 à R12, C5 à C8, ainsi que D2, D3 et S2. Commençons par ce dernier; il s'agit d'un double inverseur qui nous permet d'inverser la polarité de la tension d'alimentation de l'étage TAT. Avez-vous deviné à quoi cela pouvait bien servir ?

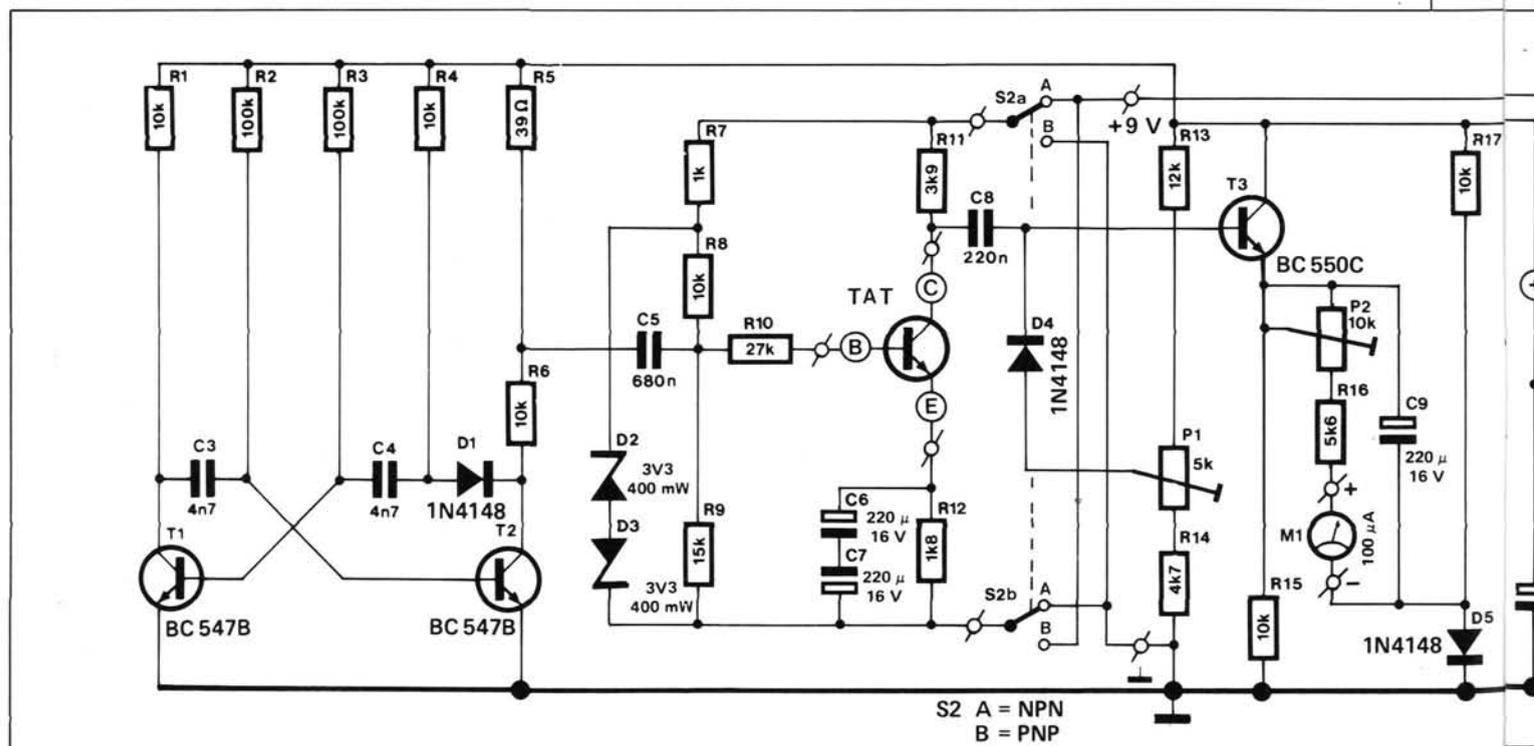
Mais oui, il sera possible ainsi de tester aussi bien des transistors NPN que des transistors PNP. En position A, comme il est représenté ici, le circuit testera les transistors NPN.

Le condensateur C5 ne

laisse passer que la composante alternative et bloque la tension continue du diviseur de tension que forment R5 et R6. Pour que le transistor TAT amplifie de façon symétrique les alternances négatives et les alternances positives du signal, il faut porter sa base à un potentiel continu qui soit à mi-chemin de la tension d'alimentation. Cette polarisation continue est assurée par R7, avec les diodes zener D2 et D3, ainsi que les résistances R8 et R9.

Et savez-vous à quoi sert R12 ?

Si vous avez lu avec un peu d'attention le numéro d'ELEX du mois dernier, vous devriez avoir retenu qu'il s'agit là d'une résistance de contre-réaction qui rend l'étage amplificateur insensible aux variations de la température ambiante et à l'échauffement du transistor lui-même. Pour ce qui est du signal alternatif, cette résistance n'existe pas; grâce à C6 et C7 qui laissent passer les tensions alternatives, c'est comme si l'émetteur du TAT était relié directement à la masse. Il s'agit donc bien d'un circuit en émetteur commun. Veuillez vous reporter à la page 50 du n°17 d'ELEX pour en savoir plus sur ce sujet.



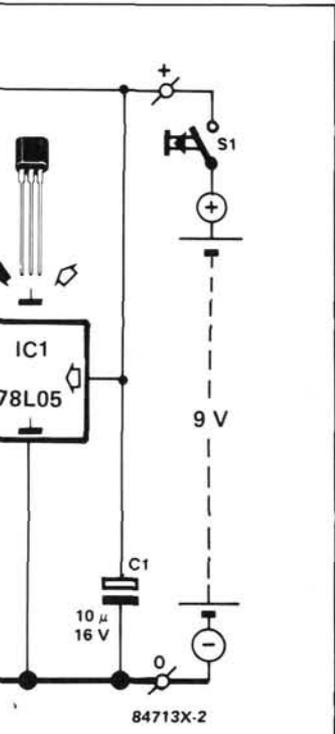
**Figure 2 - On reconnaît aisément dans le schéma complet du testeur les trois blocs de la figure 1, avec en plus, à l'extrême droite, le circuit d'alimentation avec S1, l'interrupteur à contact fugitif sur lequel il faut appuyer pour que le circuit soit mis sous tension. Grâce à S2, le testeur peut analyser aussi bien des transistors NPN que PNP. La commutation d'un mode à l'autre avec S2 sera effectuée avant la mise sous tension (S1).**

Le courant du signal alternatif dans le circuit de base du TAT est amplifié par le transistor selon un facteur  $\beta$  qui lui est propre. Il en résulte un courant de collecteur qui donne naissance à une chute de tension plus ou moins forte à travers R11. Plus le facteur d'amplification du courant est élevé, plus l'intensité du courant de collecteur et par conséquent la chute de tension dans R11 seront fortes.

Voici quelques exemples pour une tension de 20 mV du signal de base; d'un côté (à gauche) le facteur d'amplification du transistor, de l'autre (à droite) la chute de tension (en volts) sur R11 :

50	- 0,14
100	- 0,26
200	- 0,48
300	- 0,67
400	- 0,83
500	- 0,97
600	- 1,09
700	- 1,20
800	- 1,29
900	- 1,38
1000	- 1,46

Ces valeurs ont été déterminées par le calcul et peuvent différer assez fortement des valeurs relevées en pratique sur un transistor, ce qui s'explique



par l'influence des tolérances des composants et celle, dans une moindre mesure, de la température.

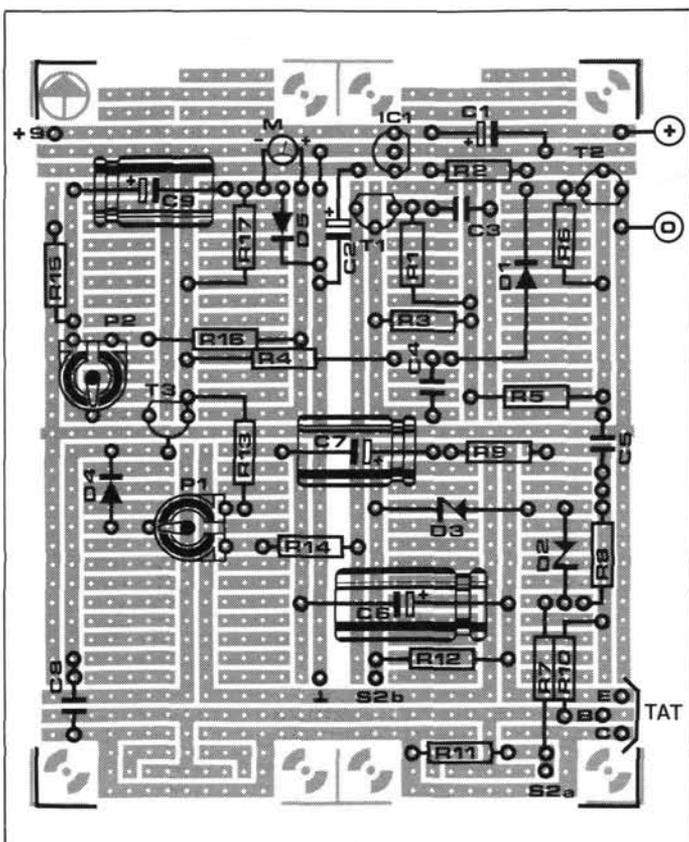


Figure 3 - Plan d'implantation des composants du testeur de classe de gain sur une platine d'expérimentation de format 2. Le circuit ne comporte qu'un seul pont de câblage, mais de nombreux composants polarisés dont il faut respecter scrupuleusement l'orientation.

### La mesure

Pourquoi le galvanomètre n'est-il pas relié directement au transistor à tester ? Pourquoi faut-il intercaler cet étage T3 ? Plus d'un lecteur soupçonnera les sourcils en se disant : « ils sont encore en train de pousser à la consommation en rajoutant des composants inutiles ; c'est pour faire faire des affaires aux marchands de composants... ».

Eh bien, qu'ils branchent donc le galvanomètre directement !

La résistance interne de la bobine du galvanomètre est de 2 k $\Omega$  environ. Si on le branche directement à l'amplificateur, l'amplitude du signal de sortie s'effondre. C'est pourquoi nous intercalons T3 qui forme un étage tampon à gain unitaire. La résistance d'entrée de cet étage est égale au produit de la valeur de T3 et de la valeur de R15. L'amplitude du signal amplifié par le TAT n'est pas affectée, quelle que soit la charge attachée par T3.

### LISTE DES COMPOSANTS

- R1,R4,R6,R8,R15,R17 = 10 k $\Omega$
- R2,R3 = 100 k $\Omega$
- R5 = 39  $\Omega$
- R7 = 1 k $\Omega$
- R9 = 15 k $\Omega$
- R10 = 27 k $\Omega$
- R11 = 3,9 k $\Omega$
- R12 = 1,8 k $\Omega$
- R13 = 12 k $\Omega$
- R14 = 4,7 k $\Omega$
- R16 = 5,6 k $\Omega$
- P1 = 5 k $\Omega$
- P2 = 10 k $\Omega$
- C1 = 10  $\mu$ F/16 V
- C2 = 10  $\mu$ F/10 V
- C3,C4 = 4,7 nF
- C5 = 680 nF
- C6,C7,C9 = 220  $\mu$ F/16 V
- C8 = 220 nF
- D1,D4,D5 = 1N4148
- D2,D3 = zener 3V3/400 mW
- T1,T2 = BC547B
- T3 = BC550C
- IC1 = 78L05

- Divers :
- S1 = poussoir (contact travail)
  - S2 = inverseur bipolaire
  - M = galvanomètre à bobine mobile 100  $\mu$ A
  - platine d'expérimentation de format 2
  - environ 15 picots  $\varnothing$  1,2 mm
  - 1 support pour transistor
  - 1 coupleur à pression pour pile de 9 V
  - 1 pile de 9 V
  - coffret
  - fil 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.

L'alimentation est assurée par une pile compacte de 9 V. Il est recommandé d'intercaler un bouton poussoir ou un interrupteur à contact fugitif afin que le circuit ne soit mis sous tension qu'au moment précis où il sert. Seul l'étage d'amplification avec le TAT est alimenté sous 9 V. Le multivibrateur astable et l'étage de mesure fonctionnent sous 5 V.

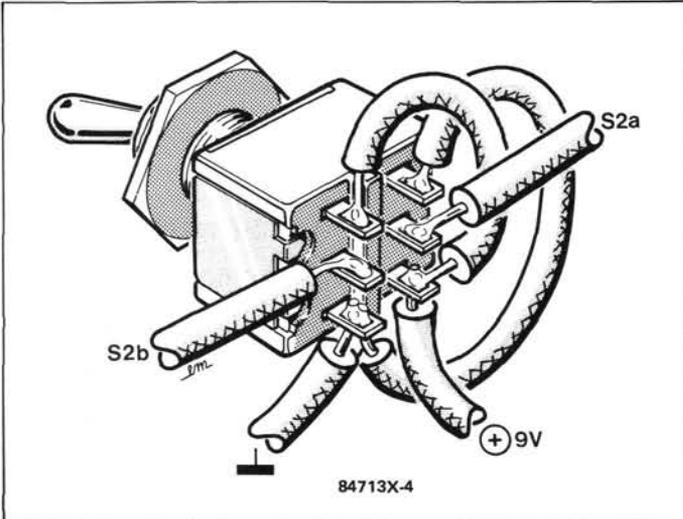


Figure 4 - Câblage du double inverseur S2. Comme sa fonction est d'inverser la polarité de la tension d'alimentation de l'amplificateur, il est relié au circuit par quatre fils : deux pour les lignes d'alimentation de l'amplificateur (S2a et S2b) et deux autres pour les lignes + et -.

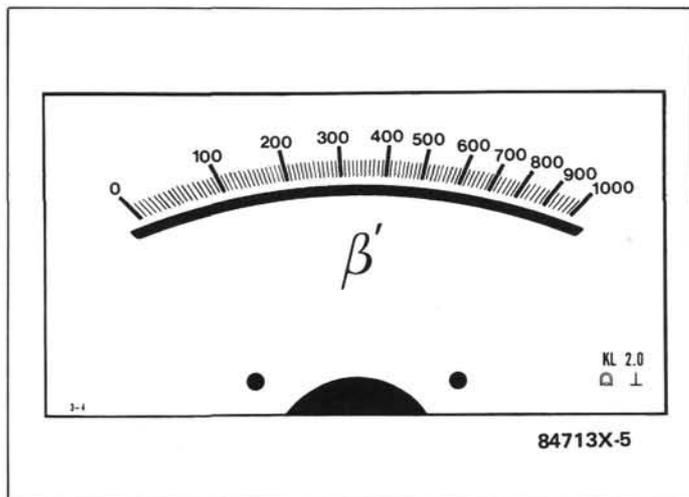


Figure 5 - Échelle graduée de 0 à 1000 pour remplacer l'échelle graduée en  $\mu\text{A}$  du galvanomètre. Si l'instrument que vous utilisez n'a pas la même taille, vous pouvez agrandir ou réduire l'échelle sur une photocopieuse, ou la redessiner à partir des indications du tableau 1.

Cette tension est stabilisée par IC1 qui se charge de réduire à 5 V la tension d'entrée de 9 V.

### La réalisation

Avec le plan d'implantation de la figure 3, la mise en place des composants sur une platine d'expérimentation de format 2 ne devrait pas poser de problème, à condition de procéder avec le plus grand soin, et en respectant la polarité des composants. N'oubliez pas non plus le pont de câblage à côté du galvanomètre ! Si vous n'avez pas l'habitude de réaliser des montages de ce type, (re)lisez d'abord les conseils des rubriques *elixir* et *composants* parues notamment dans les numéros 9, 10, 14 et 15 d'ELEX.

Vous remarquerez qu'il faut un peu préparer la broche de la base de T1. Pour les trois connexions du TAT, mettez des picots auxquels vous relierez plus tard le support du transistor à tester monté en façade du coffret dans lequel vous incorporerez le testeur.

Avant de mettre un TAT dans le support, il faut mettre S2 dans la position qui correspond à la polarité du transistor à tester. Le câblage de ce double inverseur sera effectué en conformité avec le croquis de la figure 4. Cette image vaut bien 20 lignes de texte...

Avant de passer aux premiers essais, refaites une vérification à la loupe de

toutes les soudures, du câblage et de l'implantation des composants. Ne connectez pas encore de galvanomètre ni de TAT et contrôlez les points suivants à l'aide d'un voltmètre dont la borne COM sera reliée à la masse, après avoir mis S2 en position « A » :

- borne positive de C2 = 5 V
- collecteur de T1 = 1,8 V
- collecteur de T2 = 2,5 V
- cathode de D2 (du côté de R8/R7) = 4 V
- noeud R8, R9, R10 et C5 = 2,4 V

Mettez S2 en position « B » maintenant et continuez la vérification :

- cathode de D2 = 5 V
- noeud R8, R9, R10 et C5 = 6,6 V
- noeud P1, R13 = 2,2 V
- noeud curseur de P1, anode de D4 = 1,5 V à 2,2 V (selon la position du curseur)
- émetteur de T3 = 0,4 V à 1 V (selon la position du curseur de P1)

### La mise au point

Si votre circuit donne des relevés un peu différents, ce n'est pas grave. Vous pouvez passer maintenant à la mise en coffret, tout en ménageant provisoirement l'accès à la face soudée du circuit imprimé, de même qu'il faut qu'en façade vous puissiez accéder au galvanomètre M, au poussoir S1 et à l'inverseur S2 ainsi qu'au support pour le TAT.

Vous trouverez dans le

commerce différents galvanomètres convenables, de taille différente selon le modèle, le prix, la qualité... Vous n'en trouverez aucun qui sera muni d'origine d'une échelle convenant à notre application. C'est pourquoi nous vous en proposons une à reproduire sur la figure 5 et à monter sur un galvanomètre ordinaire. Si la taille du galvanomètre dont vous disposez ne convient pas, vous avez le choix entre modifier la taille de l'échelle sur une photocopieuse capable d'agrandir ou de réduire et redessiner vous-même une échelle de dimensions convenables, en tenant compte des indications du tableau 1 qui donne pour 20 valeurs de  $\beta$  l'angle (en degrés centigrades) formé par l'aiguille du galvanomètre par rapport à sa position initiale (pour un  $\beta$  de 0).

### NE SUBSTITUEZ LA NOUVELLE ÉCHELLE À L'ÉCHELLE ORIGINALE QU'APRÈS AVOIR PROCÉDÉ AU RÉGLAGE DU TESTEUR !

Commencez par tarer le montage à l'aide de P1 : en l'absence de transistor TAT, l'aiguille doit être en face du zéro.

Nous avons signalé qu'il faudrait intervenir sur la face soudée de la platine pour y procéder à quelques modifications provisoires indispensables

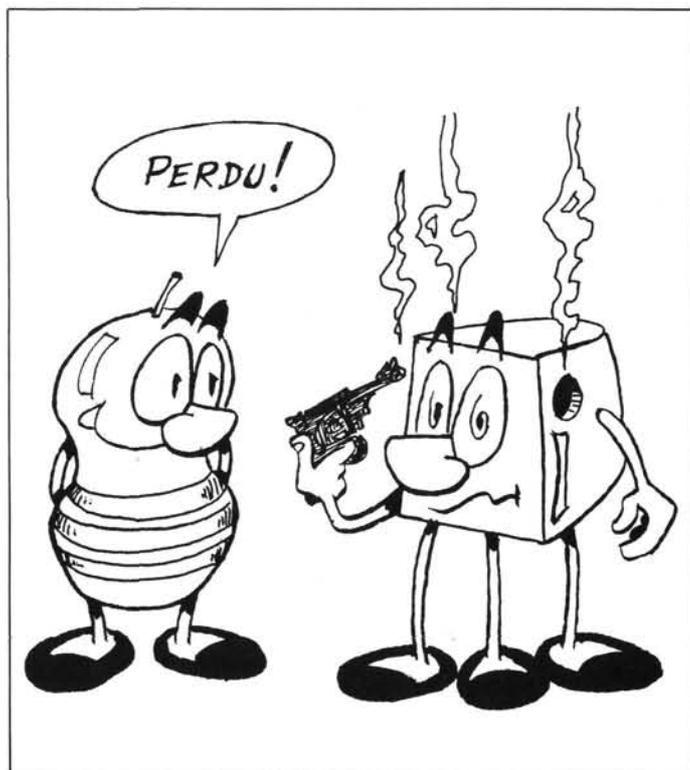
gain $\beta$	angle ° I
50	8,63°
100	16,03°
150	23,42°
200	29,59°
250	35,75°
300	41,30°
350	46,23°
400	51,16°
450	55,48°
500	59,79°
550	63,49°
600	67,19°
650	70,89°
700	73,97°
750	77,05°
800	79,52°
850	82,60°
900	85,07°
950	87,53°
1000	90,00°

pour le réglage. Le moment est venu :

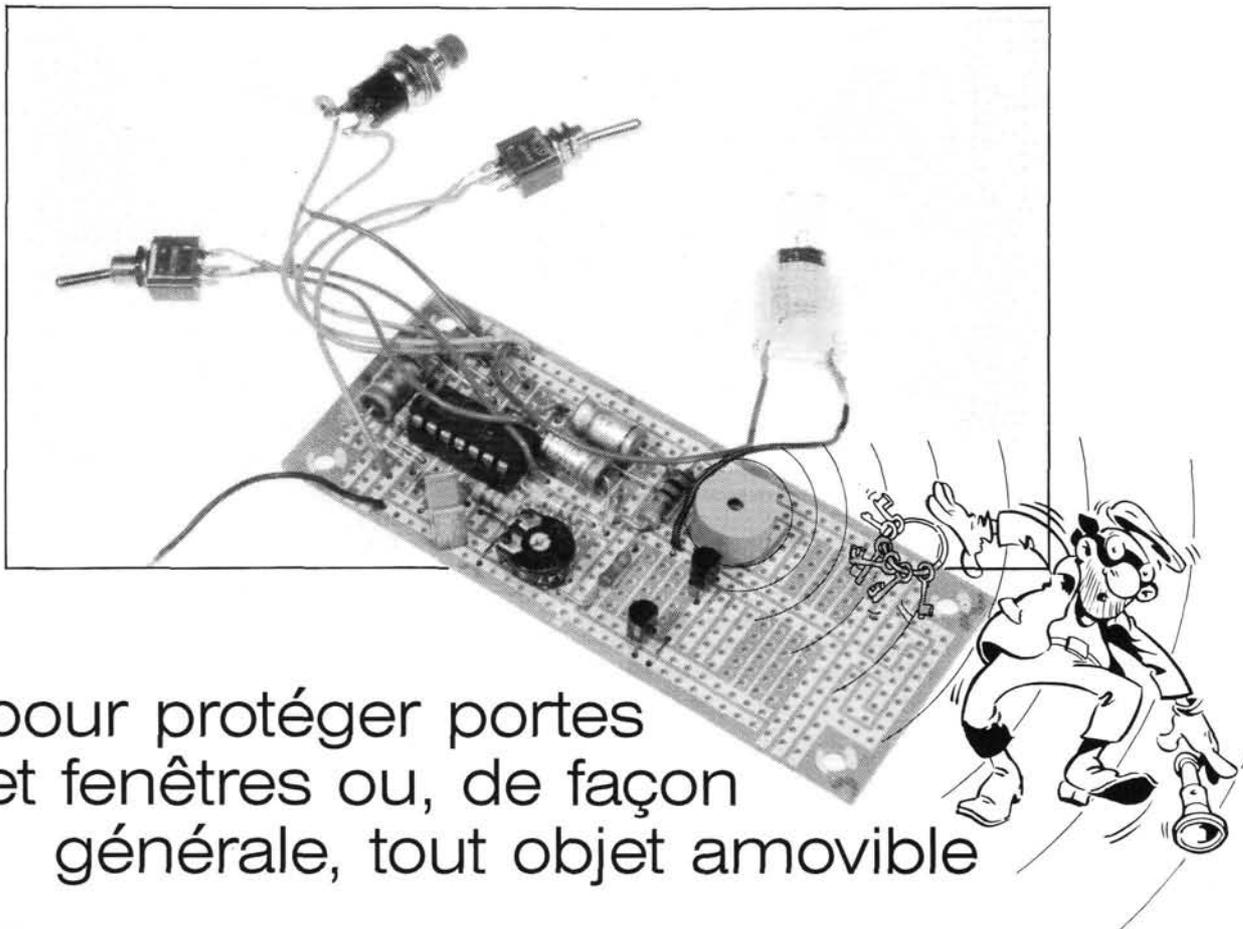
- supprimez R11
- supprimez C5
- remplacez R5 (39  $\Omega$ ) par une résistance de 2,2 k $\Omega$
- reliez le noeud R5-R6 au point C du TAT
- réglez P2 de telle sorte que le galvanomètre indique 64  $\mu\text{A}$
- supprimez les modifications qui viennent d'être effectuées et remettez le circuit dans son état initial
- remplacez l'ancienne échelle graduée en  $\mu\text{A}$  par l'échelle graduée de 0 à 1000.

Le circuit est prêt.

84713



# mini-alarme



pour protéger portes  
et fenêtres ou, de façon  
générale, tout objet amovible

Le mini-circuit d'alarme proposé ici détecte le mouvement d'un objet quelconque en émettant un signal sonore et lumineux intermittent, et il continue d'émettre ce signal même si l'objet est remis en place aussitôt. Selon le mode de fonctionnement choisi, le signal sera émis pendant un laps de temps limité automatiquement, ou il retentira jusqu'à ce que le circuit soit remis à zéro à la main.

Dans certains films vieillots on voit encore parfois le héros ramper pour passer sous le faisceau d'une cellule photo-électrique ; mais nul n'ignore plus qu'aujourd'hui, avec les ultra-sons, l'infra-rouge et le rayon laser réunis, les

voleurs, aigrefins, monte-en-l'air et filous en tous genres n'ont plus aucune chance s'ils ne se déplacent pas avec leur fer à souder et leur oscilloscope sous le bras. L'électronique triomphe partout et sous les formes les plus sophistiquées.

Cependant compte-tenu du fait que même le plus habile des voleurs ne peut entrer dans une pièce que par... la porte, ou éventuellement par la fenêtre, nous sommes d'avis qu'il doit être possible de réaliser un montage d'alarme électronique inspiré tout simplement du principe du seau d'eau en équilibre sur la porte, popularisé par la bande dessinée et le dessin animé.

Rien de plus simple que de commander un interrupteur à l'aide d'une porte ou d'une fenêtre, pour faire par exemple hurler une sirène. Mais s'il suffit

de refermer la porte ou la fenêtre pour faire taire la sirène, le circuit d'alarme ne vaut pas grand chose. Il faudrait qu'une fois activé, soit il ne puisse être remis en état de veille que par une personne informée de l'existence d'un bouton de RAZ caché, soit il s'arrête de lui-même au bout d'un certain temps.

Ici le capteur est un interrupteur à lame souple (ILS) placé sur le dormant à proximité du battant de porte ou de fenêtre à surveiller, lequel porte un petit aimant permanent. Au repos, c'est-à-dire quand la porte est fermée, l'aimant est à proximité de l'ILS et le contact est fermé.

On trouve à l'entrée du circuit de la **figure 1** l'étage d'interfaçage par excellence de la mécanique et de l'électronique : il s'agit bien entendu de la bascule bistable RS, celle qui supprime les rebonds des

contacts, celle dont la sortie ne passe à l'état haut que si la bonne entrée est activée, et ne revient à l'état bas que si à son tour l'autre entrée, non moins bonne, en reçoit l'ordre.

Nous avons vu qu'au repos S1 est fermé. Quand la porte ou la fenêtre s'ouvre, l'aimant s'éloigne de l'ILS et le contact de l'interrupteur à lame souple s'ouvre. L'entrée  $\bar{S}$  (set) broche 8 de N1 est forcée aussitôt au niveau logique bas, ce qui a pour effet de faire passer la sortie de N1 au niveau logique haut, tandis que la sortie complémentaire, celle de N2, passe au niveau bas.

## Clignotement acoustique

Si l'interrupteur de remise à zéro est fermé, la sortie de N3 restera au niveau logique haut jusqu'à ce que quelqu'un vienne couper l'alarme à l'aide de S2. En

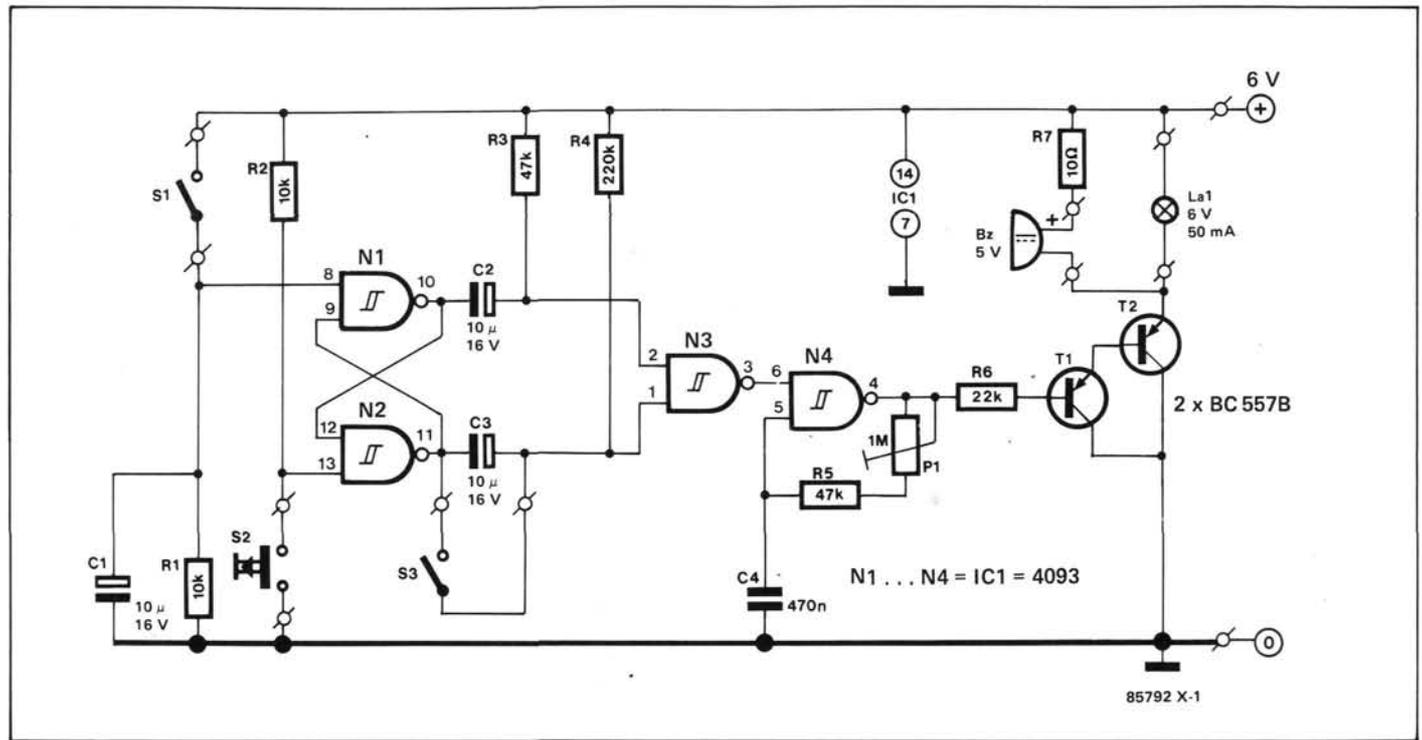


Figure 1 - Ce n'est pas parce que le circuit ci-dessus paraît simple qu'il n'est pas performant. Le signal d'alarme continue de retentir si l'on referme précipitamment la porte par l'ouverture de laquelle le circuit a été activé. Si vous désirez savoir à quoi servent C2, et C3, il va falloir vous donner la peine de lire l'article (où ce n'est d'ailleurs pas très bien expliqué - on fera mieux la prochaine fois).

effet, quand on appuie sur S2, on active l'entrée R (reset) de la bascule dont la sortie est par conséquent remise à zéro.

Tant que la sortie de N3 est à 1, l'oscillateur très basse-fréquence construit autour de N4 produit un signal de commande pour la mise sous tension intermittente du ronfleur Bz ; l'expérience montre qu'un signal intermittent frappe plus qu'un signal continu. Une lumière clignotante attire l'attention avec beaucoup plus d'efficacité qu'une lumière allumée normalement.

Ne vous y trompez pas : Bz n'est pas un de ces résonateurs piézo-électriques auxquels on applique un signal alternatif pour émettre un bip sonore. Il s'agit d'un composant que l'on met sous tension (ici, la mise sous tension est intermittente) et qui produit lui-même le signal BF à l'aide d'un oscillateur incorporé.

En parallèle sur le ronfleur, nous avons monté une ampoule de lampe de poche de 6 V, laquelle fournit un signal lumineux. On peut bien entendu commander un relais à l'aide de T1 et T2, et à travers lui, une sirène plus puissante. Si l'étage de commutation

se compose de deux transistors, c'est afin de fournir au ronfleur tout le courant qu'il lui faut pour émettre un signal puissant.

Quand S3 est ouvert, le condensateur C3 associé à N3 forme un monostable qui se charge d'interrompre automatiquement le signal d'alarme au bout d'un certain temps dont la durée n'est toutefois pas déterminée par l'ouverture ou la fermeture de S1, mais par la valeur de R4 et la capacité de C3.

Une fois le signal d'alarme interrompu automatiquement de cette manière, il reste souhaitable que le circuit garde la mémoire de ce qui s'est passé. C'est la fonction du condensateur C2 associé à la résistance R3. Quand on appuie sur S2 pour remettre l'alarme à zéro après qu'elle a été interrompue par l'automatisme R4/C3 (S3 est donc ouvert), un bref signal retentira pour indiquer que l'alarme avait été activée.

Cette dernière option permet d'utiliser le mini-circuit d'alarme dans d'autres applications où une mémoire est nécessaire lors de la remise à zéro du circuit.

La consommation du circuit n'est pas négligeable,

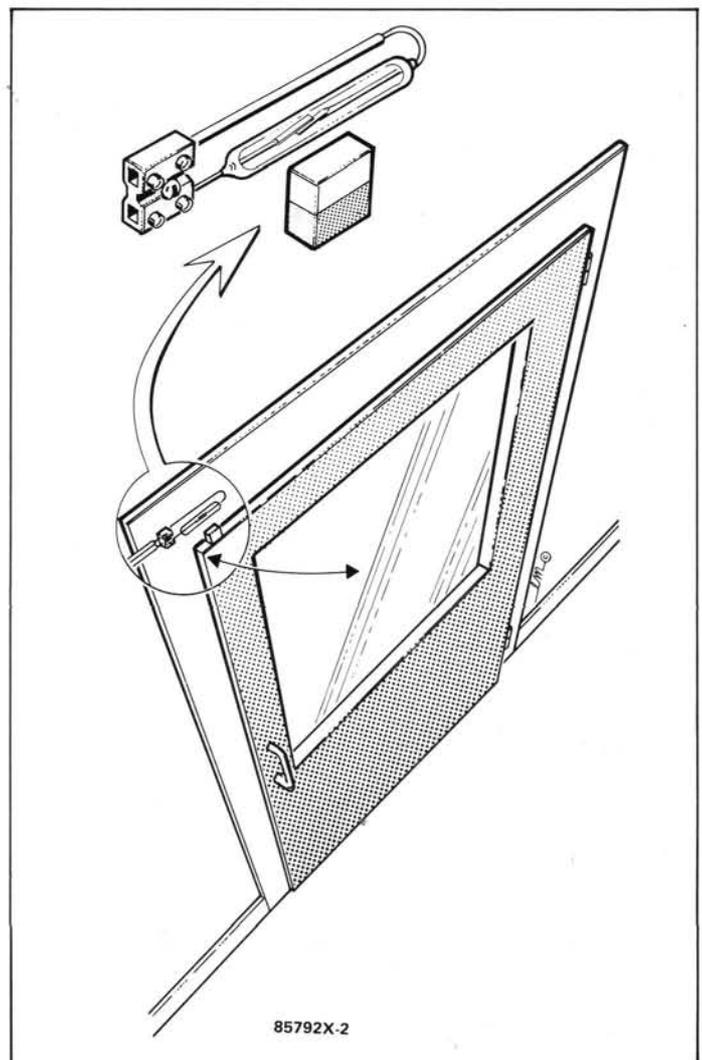


Figure 2 - Exemple de montage du capteur S1 en haut du dormant d'une porte sur l'arête supérieure de laquelle se trouve un petit aimant permanent. celui-ci ferme le contact quand la porte est elle-même fermée.

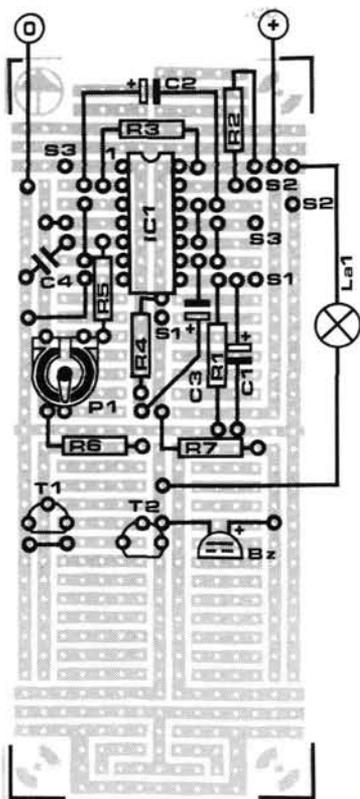


Figure 3 - Même une platine entière ! Voilà un circuit d'alarme bien compact... si compact même qu'il faut se méfier des courts-circuits accidentels.

surtout en cas d'alarmes répétées et longues, puisqu'on doit compter au moins 100 mA pour une alimentation par le secteur. Si l'on désire augmenter la tension d'alimentation pour une raison quelconque, il faudra songer à adapter la valeur de R7 en proportion et munir la lampe d'une résistance chutrice montée en série. Le réglage de P1 détermine la cadence de clignotement de la lampe et d'interruption du signal sonore. Ce réglage n'a pas d'autre caractère technique que l'augmentation de courant qui va de pair avec une augmentation de la fréquence d'oscillation : plus le ronfleur et l'ampoule sont en service souvent, plus ils consomment.

### La réalisation

Le croquis de la figure 2 montre comment on peut monter l'interrupteur à lame souple sur le dormant d'une porte, à proximité de l'aimant solidaire du battant. À vous de trou-

### LISTE DES COMPOSANTS

- R1, R2 = 10 kΩ
- R3, R5 = 47 kΩ
- R4 = 220 kΩ
- R6 = 22 kΩ
- R7 = 10 Ω
- P1 = 1 MΩ var.
- C1, C2, C3 = 10 μF/16 V
- C4 = 470 nF
- T1, T2 = BC557B
- IC1 = 4093
- S1 = ILS avec aimant (ou contact similaire)
- S2 = poussoir (contact travail)
- S3 = interrupteur
- Bz = ronfleur actif (5 V)
- La1 = lampe 6 V/50 mA platine d'expérimentation de petit format

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.

ver la disposition qui conviendra le mieux à l'application que vous envisagez. Le circuit pourra être utilisé pour surveiller d'autres pièces mobiles, comme par exemple un tiroir ou un couvercle de coffre. L'implantation des composants sur une petite plaquette est assez serrée si vous suivez les indications de la figure 3 : cela rend le circuit discret, mais vous impose de redoubler d'attention pour la netteté des soudures, surtout au voisinage du circuit intégré. Il y a quelques ponts de câblage, n'en oubliez aucun, et mettez les condensateurs ainsi que les transistors et le circuit intégré dans le bon sens.

Pour ce qui est de S1, il n'est pas indispensable du tout que ce soit un ILS ; vous pouvez tout aussi bien utiliser d'autres capteurs, interrupteurs, détecteurs en tous genres. Ce qui importe, c'est qu'il soit fermé au repos.

## STEL COMPOSANTS SERVICE

155, bd de la Madeleine  
06000 NICE

Tél : 93.44.41.44  
Fax : 93.97.12.50

COMPOSANTS ELECTRONIQUES - MESURE  
OUTILLAGE - LIVRES TECHNIQUES -  
ACCESSOIRES

CATALOGUE COLLEGE SUR DEMANDE  
ENVOI DANS TOUTE LA FRANCE

## SERVICE PLATINES PUBLITRONIC

Les platines d'expérimentation ELEX sont gravées, percées, étamées et sérigraphiées.

Format 1: 40 mm × 100 mm	23.00 FF
Format 2: 80 mm × 100 mm	38.00 FF
Format 3: 160 mm × 100 mm	60.00 FF

La platine DIGILEX est gravée, percée, étamée avec masque de soudure, sérigraphiée en deux couleurs.

EPS 83601 DIGILEX	88.00 FF
-------------------	----------

### ELEX N° 5 Nov 88

EPS 886087 Traceur de courbes pour transistors	47.60 FF
EPS 34207 Testeur de thyristors et de triacs	28.50 FF

### ELEX N°7 Jan 89

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

### ELEX N°17 Déc 89

EPS 86799 Testeur d'amplis op	30.45 FF
EPS 886077 Mini-clavier	120.60 FF

Disponibles auprès de certains revendeurs ou directement chez PUBLITRONIC (frais de port en sus).  
Utilisez le bon en encart.

ELEX Le Seau BP 53 - 59 270 BAILLEUL  
tél: 20 48 66 04 télécopie: 20 48 69 64  
téléc: 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"

Société éditrice : Editions Castellia  
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 : S<sup>te</sup> 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 : janvier 1990  
N° ISSN : 0990-736X  
N° : CPPAP - 70184  
© ÉLEKTOR/CASTELLIA 1990

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

Tous droits réservés pour tous pays

# PUZZLE

un arrangement parmi  
 $3,416271343 \cdot 10^{13}$

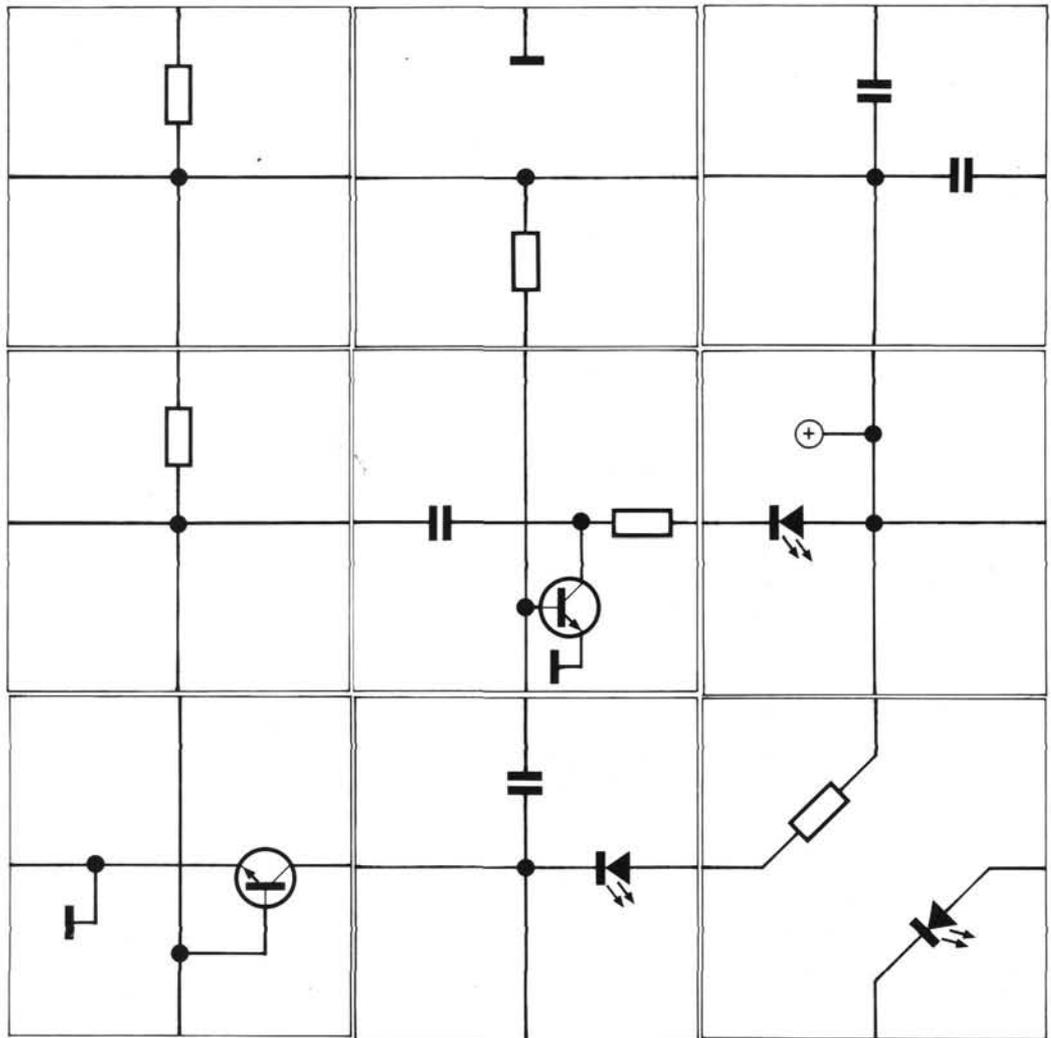
Pas facile, n'est-ce pas, le puzzle du mois dernier (voir *elex* n°17 page 58). Vous n'êtes pas très nombreux à nous avoir signalé que le montage à identifier était celui d'un multivibrateur astable à deux transistors. Moins nombreux en tous cas que le nombre de configurations possibles avec les 9 carrés du puzzle. Les problèmes de distribution que connaît la presse ces temps-ci y sont-ils pour quelque chose, ou est-ce parce qu'il n'y a pas beaucoup de lecteurs d'ELEX amateurs de casse-tête ?

Il y avait d'autres dispositions possibles que celle que nous donnons ici, mais le circuit électronique obtenu reste le même : un multivibrateur à deux transistors qui commandent chacun une LED dans son circuit de collecteur. Ceux qui ont bien lu l'article sur le testeur d'amplificateurs opérationnels également publié dans le numéro 17 auront été mis sur la piste par l'ignominieuse trahison de l'un de nos rédacteurs dans la légende de la figure 2 (page 11) du dit article.

Si vous n'avez pas eu la patience de résoudre le puzzle, peut-être avez-vous cherché combien il y avait de possibilités différentes de disposer les 9 carrés ?

## KILUKRU

Plusieurs approches différentes sont possibles. Voici celle qui nous paraît la plus facile. D'abord, puisque chacun de nos carrés pourra être disposé de quatre manières différentes, nous considérerons qu'ils sont en fait  $9 \times 4 = 36$  carrés. Il reste à calculer



combien d'arrangements de 9 carrés nous pouvons réaliser à partir des 36 disponibles. Leur disposition en trois rangées de trois n'a aucune incidence sur le calcul du nombre d'arrangements.

Prenons un exemple simple : combien de mots de deux lettres puis-je former à partir des quatre lettres A, B, C et D ? Épuisons rapidement ensemble les quelques arrangements possibles. Ce sont :

AB, AC, AD,  
 BA, BC, BD,  
 CA, CB, CD,  
 DA, DB, DC,  
 c'est-à-dire  $4 \times 3 = 12$  mots.  
 Et combien de mots de trois lettres à partir des mêmes quatre lettres A, B, C et D ? Les voici :  
 ABC, ABD, ACB, ACD, ADB, ADC  
 BAC, BAD, BCA, BCD, BDA, BDC  
 CAB, CAD, CBA, CBD, CDA, CDB  
 DAB, DAC, DBA, DBC, DCA, DCB  
 c'est-à-dire  $4 \times 3 \times 2 = 24$

Il découle de ces deux exemples simples que pour calculer le nombre  $m$  de mots de  $n$  lettres choisies parmi un nombre  $d$  de lettres disponibles, il faut multiplier  $n$  termes successifs dans l'ordre décroissant à partir du nombre  $d$  :  $d \times (d-1) \times (d-2) \times (d-3)$  etc jusqu'à  $(d-n)$ .  
 On vient en effet de multiplier trois termes successifs pour les mots de trois lettres :  $4 \times (4-1) \times (4-2)$ , et il y en a eu deux pour les mots de deux lettres :

# PUZZLE

4x(4-1).

Dans le cas de nos 36 carrés, il faut multiplier  $n$  (= 9) termes successifs dans l'ordre décroissant à partir du nombre  $d$  (= 36) :  $36 \times 35 \times 34 \times 33 \times 32 \times 31 \times 30 \times 29 \times 28$ .

Et le nombre exact de combinaisons ? Voyez donc le sous-titre en tête d'article !

## La formule des arrangements

Pour ceux qui veulent résoudre le problème par l'analyse combinatoire parce qu'ils ne sont pas effrayés par des mots comme « factorielle », il suffit de recourir à la formule suivante qui donne le même résultat (aux erreurs d'arrondi près) :

$$A_p^n = \frac{n!}{(n-p)!} = \frac{36!}{(36-9)!}$$

où

$n!$  est la factorielle du nombre d'objets disponibles (ici  $1 \times 2 \times 3 \times 4 \times 5 \times 6 \times 7 \times 8 \dots \times 33 \times 34 \times 35 \times 36$ )

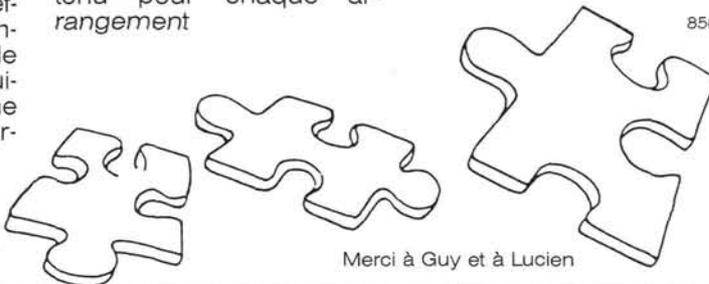
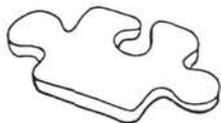
et

$p$  est le nombre d'objets retenus pour chaque arrangement

Étonnant, non ?

Si vous aimez ce genre de casse-tête et si vous avez envie de nous en proposer de votre crû, ne vous gênez surtout pas...

85650



Merci à Guy et à Lucien

## Ingelor

19, route nationale - 54280 LANEUVELOTTÉ  
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...!**

# détecteur

# de tensions alternatives

Comme son nom l'indique, ce circuit permet de déterminer la présence d'une tension sur un conducteur isolé. Qui dit électronique dit tension, et qui dit tension, dit danger. L'électronicien amateur évolue dans un environnement truffé de conduites électriques, prises, rallonges et autres accessoires pas toujours aussi inoffensifs qu'il le faudrait. Voici donc un moyen de vérifier une conduite sans rien y brancher. Le principe du circuit est intéressant en soi.

## Couplage capacitif

Il y a en effet sur la figure 1 un composant assez inhabituel, introuvable chez les marchands de composants d'électronique, mais que vous n'aurez néanmoins aucune difficulté à trouver dans une caisse à outils un tant soit peu fournie : il s'agit tout bêtement d'une plaque métallique qui sert ici de capteur. Nous savons qu'un champ magnétique s'élabore autour de tout conducteur quand y circule un courant. La puissance de ce champ est plus ou moins forte selon la nature du conducteur, l'intensité du courant... et bien sûr l'éloignement du capteur. Plus le champ est faible, plus il faut approcher le

capteur du conducteur pour le détecter. Il naît sur la plaque métallique une tension, par effet capacitif. La plaque du capteur est en quelque sorte une des armatures d'un condensateur virtuel dans la conduite serait l'autre armature.

Cette tension est microscopique, mais perceptible par IC1 du fait de la très forte valeur de R1. Le gain de l'amplificateur opérationnel est très élevé. Pour les tensions alternatives, il peut aller jusqu'à 40 000, selon la position du curseur de P1. On peut dire de

façon générale que le gain est déterminé par le rapport entre d'une part R2 et d'autre part R3 et P1.

Pour les tensions continues, le gain est faible en revanche, il est tout juste unitaire (gain de 1). Ceci est dû à la présence de C1. Ce condensateur, dans l'idéal, empêche le courant continu de la contre-réaction qui passe par P1, R3 et R2 de circuler par la masse ; ceci a pour effet de porter les entrées et la sortie de l'amplificateur opérationnel au même potentiel continu.

## Seules les tensions alternatives sont amplifiées

Dans l'application qui nous occupe, les seules tensions intéressantes sont alternatives, il est donc préférable que le circuit intégré n'ait pas à amplifier de tension continue.

Le très faible signal d'entrée bénéficie d'une très forte amplification, à tel point qu'il devient utilisable pour commander la base de T1. Celui-ci conduit et la LED s'allume, indiquant

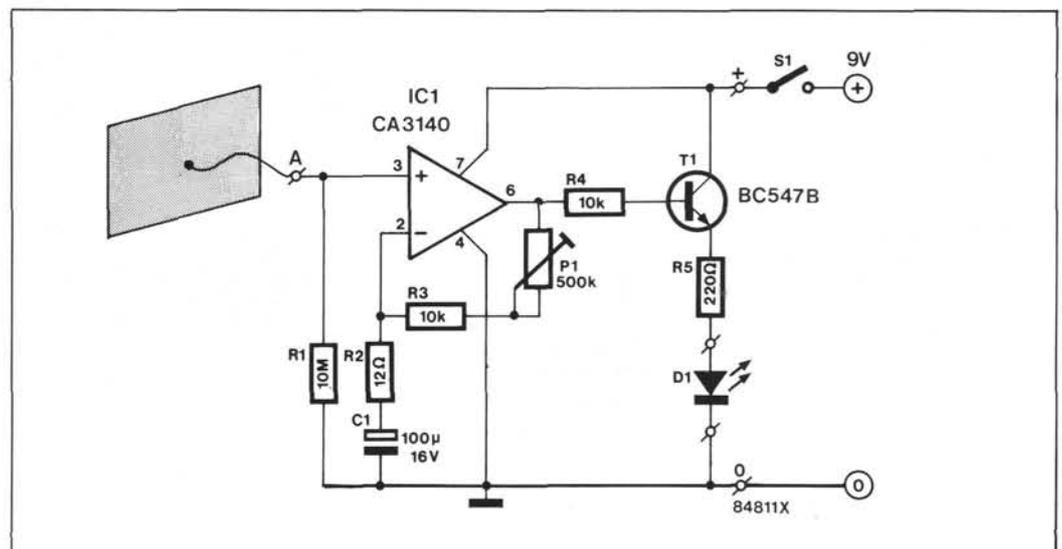


Figure 1 - C'est la plaque métallique reliée à l'entrée de IC1 qui est le capteur capacitif du détecteur de tensions.

Selon la position du curseur de P1, le gain de l'amplificateur opérationnel peut aller jusqu'à 40000.

par là la présence d'une tension sur le capteur. Si la LED ne s'allume pas franchement, il faut essayer de rapprocher le capteur du conducteur pour confirmer ou infirmer l'indication.

Le réglage de P1 sera fait en l'absence de champ alternatif à proximité du capteur : cherchez la position du curseur de P1 pour laquelle la LED s'allume puis revenez un peu en arrière, tout juste ce qu'il faut pour qu'elle s'éteigne. Approchez le capteur d'un conducteur sous tension : la LED doit s'allumer. Le circuit n'est pas assez sensible pour détecter la présence de conduites encastrées (tubes sous saignées) ou camouflés derrière une cloison épaisse.

### La réalisation

Pour la mise en boîte de ce détecteur, nous avons opté une fois encore pour un coffret translucide HE222. Nul n'ignore plus qu'il s'agit de coffrets formés par deux coques symétriques qui glissent l'une dans l'autre, et peuvent abriter une platine d'expérimentation de petit format

et une pile compacte de 9 V. Comme le plan d'implantation des composants du capteur n'occupe guère que la moitié de la platine d'expérimentation, il est recommandé de raccourcir le coffret : il suffit pour cela de raccourcir chacune des deux coques en sciant l'excédent de longueur du côté dépourvu de paroi latérale. La platine raccourcie sera alors montée dans le sens de la largeur. Rien ne vous empêche cependant de laisser le coffret entier et même d'y monter la platine sans la raccourcir.

La réalisation ne pose pas de problème particulier ; nous vous recommandons vivement d'utiliser un support pour IC1. C'est le genre de circuit intégré que l'on réutilise par la suite dans d'autres montages.

Pour le capteur de notre prototype, nous avons monté une plaque métallique de récupération qui mesurait à peu près 2 cm sur 4 cm et nous l'avons collée sur une des parois latérales du coffret, après y avoir percé un petit trou pour le passage du fil et un trou de plus grand diamètre pour S1, l'interrupteur marche-arrêt.

### LISTE DES COMPOSANTS

R1 = 10 M $\Omega$   
 R2 = 12  $\Omega$   
 R3,R4 = 10 k $\Omega$   
 R5 = 220  $\Omega$   
 P1 = 500 k $\Omega$  var.  
 C1 = 100  $\mu$ F/16 V  
 D1 = LED rouge  
 T1 = BC547B  
 IC1 = CA3140

Divers :  
 S1 = interrupteur pile de 9 V avec coupleur à pression  
 plaquette de tôle de 4 x 2 cm environ  
 coffret (par exemple modèle HE 222 de Heiland)  
 platine d'expérimentation de format 1

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.

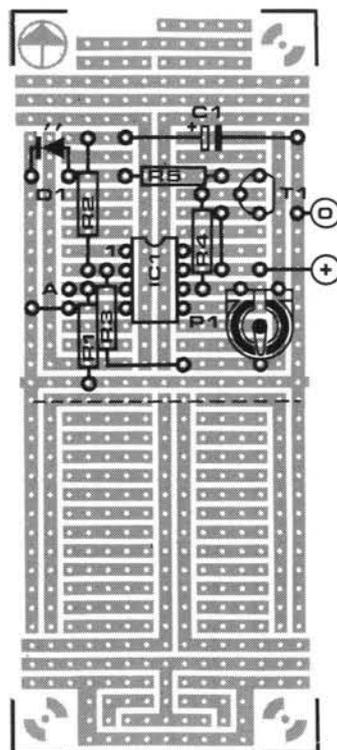


Figure 2 - Plan d'implantation des composants sur un morceau de platine d'expérimentation de petit format.

## Table traçante CIVAL

La table CIVAL n°8 est à la fois un traceur six couleurs A3 et A4, et un module de fraisage, de perçage et de gravure. Ainsi un dessin exécuté par un logiciel graphique HPGL (HPGL est un sigle qui désigne un des formats de codage des (coor-) données envoyées à une table traçante pour commander les mouvements de sa tête) pourra être dessiné, gravé, fraisé ou percé. C'est ainsi que la table CIVAL n°8 devient un véritable outil de fabrication de circuits imprimés depuis le dessin des pistes jusqu'au perçage des trous. Son prix la rend accessible aux établissements d'enseignement. Elle est livrée sous forme de kit à assembler (durée de l'assemblage : environ 2h30) et accompagnée de ses trois manuels : utilisation, mode usinage, assemblage et maintenance).

# PERISCOPE

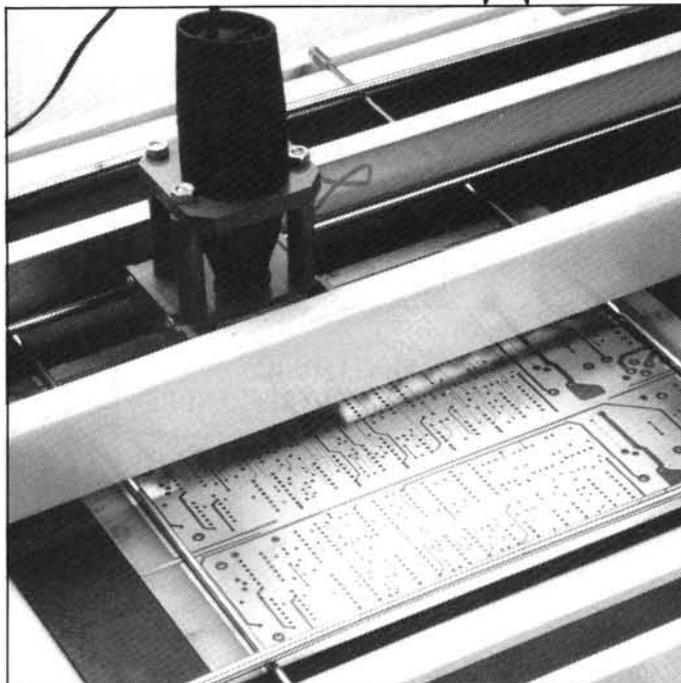


### Caractéristiques générales :

- format papier A3, A4 et continu
- barillet 6 couleurs, pointe bille
- 17 polices de caractères
- maintien du papier par pincement
- compatible HPGL
- surface de traçage  
 ISO A3 : 263 x 400  
 ISO A4 : 190 x 263
- vitesse max. : 120 mm/s
- résolution standard 0,14 mm  
 max. : 0,07 mm
- précision  $\pm 0,2\%$
- interface série ou parallèle

Pour tous renseignements complémentaires, n'hésitez pas à vous adresser à :

Eddy Stargess, Internationale  
 58 avenue de Wagram  
 75017 PARIS  
 tél : (1) 43 40 81 62



# ELEXPÉRIENCE

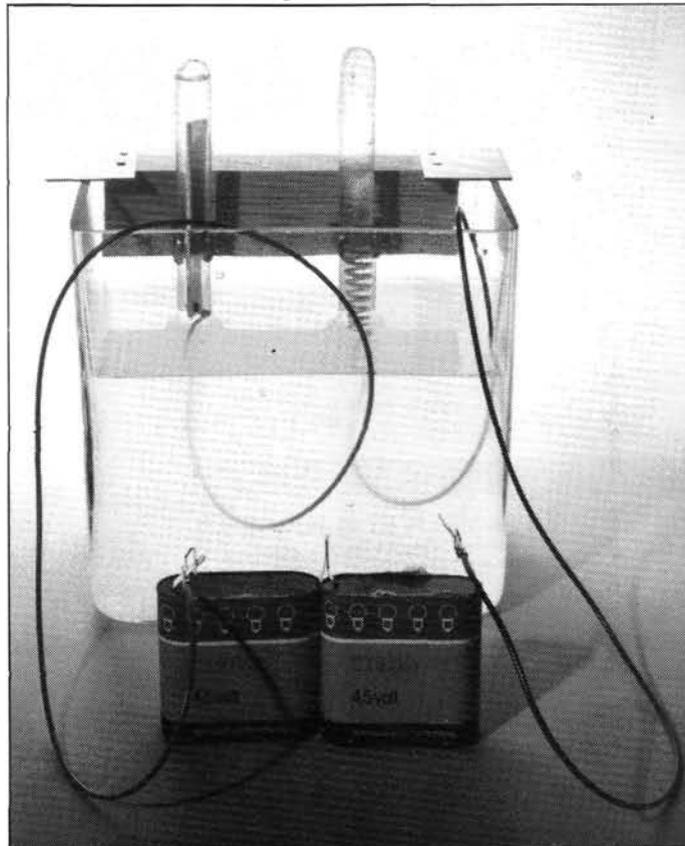
## l'hydrogène : un gaz explosif

Quand on entend le mot « chimie », on se dit généralement : « ça pue ». Si vous avez suivi/subi des cours de travaux pratiques au collège ou au lycée, vous avez aussi compris que la chimie, parfois ça pète. Ce sont là autant d'impressions largement confirmées par la réalité de notre monde industriel qui « pue et parfois pète ».

Pourquoi l'électronique ne pourrait-elle pas devenir un tantinet scato elle aussi, pour changer ? Nous vous proposons ici une petite incursion hors du domaine strict de l'électronique, avec une expérience de chimie élémentaire sous le haut patronage de Sainte Hydrogène et Sainte Oxygène. Du changement, de l'action, salut Eugène !

Il ne s'agit pas d'une recette de cocktail Molotov, rassurez-vous. La petite expérience que nous vous proposons, bien qu'elle produise une explosion, est totalement inoffensive. Remplissez une cuvette en plastique d'eau salée à raison d'une petite cuiller de sel pour 1 litre d'eau. Prenez une éprouvette et immergez-la complètement pour en chasser l'air.

En guise d'éprouvette vous pouvez prendre par exemple un de ces tubes en verre dans lesquels on vend les bâtons de vanille ou de cannelle (au rayon pâtisserie des grands magasins). Introduisez dans l'éprouvette une languette de cuivre, d'époxy cuivré ou une tresse de fil de cuivre dénudé. Il faut une deuxième électrode que l'on immerge dans la cuve. Reliez l'électrode de l'éprouvette au pôle négatif d'une source de tension (une pile plate par exemple, ou une des alimentations qu'*elex* vous a proposé de réaliser).



*Sur cette photographie nous avons amélioré le dispositif décrit dans l'article, en rajoutant une deuxième éprouvette pour prélever le gaz produit sur l'anode. Le sel a été remplacé par de la soude, et c'est ainsi que l'on obtient sur l'électrode positive, c'est-à-dire l'anode, de l'oxygène (à l'état gazeux), pendant que sur la cathode se dégage l'hydrogène. Si l'on désire monter un dispositif durable, on prendra pour électrodes non plus du cuivre, mais les tiges de charbon que l'on trouve dans les piles plates. Du fait de leur neutralité chimique, elles ne subissent aucune corrosion, ce qui n'est pas le cas des électrodes métalliques.*

### Électrolyse

Si le débit de courant est assez élevé et l'eau assez salée, vous verrez apparaître rapidement des bulles sur l'électrode négative, c'est-à-dire la cathode. Ce gaz est de l'hydrogène. Le courant électrique, en circulant dans l'eau (il ne circule pas si l'eau n'est pas salée) la décompose en deux volumes d'hydrogène pour un volume d'oxygène ( $H_2O$ ).

Si vous tenez l'éprouvette avec son ouverture tournée vers le bas, vous pouvez y recueillir l'hydrogène qui s'y accumule au fur et

asthmatique. C'est le bruit que fait l'hydrogène en se consumant. L'expérience reste inoffensive tant que vous la faites avec des volumes d'hydrogène raisonnables. Si vous essayez de la reproduire dans une baignoire...

Ne vous amusez surtout pas non plus à faire la même chose avec la tension de 220 V du réseau domestique. On raconte l'histoire d'un rigolo âgé d'une dizaine d'années qui a plongé l'extrémité d'une rallonge branchée à une prise murale dûment alimentée sous 220 V, dans une bassine d'eau salée « pour regarder les bulles sortir de la prise de courant ». Quelques années plus tard, le rigolo en question est devenu rédacteur chez *elex*. Claude François a eu moins de chance que lui.

D'où vient l'énergie qui se libère au moment où l'hydrogène explose ? De l'hydrogène, car plus il y a de gaz dans l'éprouvette, plus l'explosion est forte. En remontant le cours des événements, on découvre que l'énergie vient de la source de tension qui nous a permis de décomposer l'eau en gaz. La quantité d'énergie libérée dépend du temps que dure l'électrolyse (c'est ainsi que l'on appelle cette réaction chimique) mais aussi de la puissance de la source. Si vous montez plusieurs piles en série, les bulles de gaz se formeront sensiblement plus vite. La quantité d'énergie dépend donc de la puissance et du temps. Nous quantifions d'ailleurs l'énergie de notre réseau électrique en kilowatts-heure (kWh), qui sont le produit de la puissance (kW) par le temps (en heures, h). Le compteur électrique monté à l'entrée du circuit domesti-

à mesure que le niveau de l'eau baisse. Patientez un instant, puis extrayez l'électrode sans sortir l'éprouvette de l'eau et sans la retourner. Puis obturez l'éprouvette avec votre pouce, toujours sous l'eau afin d'empêcher le reste d'eau d'en sortir et l'air d'y entrer.

Sortez l'éprouvette de l'eau et approchez-en l'ouverture (toujours obturée par votre pouce) de la flamme d'une bougie que vous aurez eu soin d'allumer au préalable. Enlevez votre pouce et écoutez... Vous n'entendrez guère qu'un *plop* plus ou moins

que est un multiplicateur qui fait le produit de la tension, du courant et du temps. Et comme ni la puissance ni le temps ne peuvent se perdre (c'est du moins ce qu'on en dit en physique), l'énergie ne se perd pas non plus, elle se transforme.

## Demain l'hydrogène

L'hydrogène est un porteur d'énergie plein d'avenir. D'abord parce qu'il a un pouvoir calorifique élevé (2,6 fois celui de l'essence), ensuite parce que le produit de sa combustion est... de l'eau, que l'on peut retransformer in situ en hydrogène par électrolyse. Il est malheureusement difficile et dangereux à stocker : il explose car il

forme avec l'air des mélanges explosifs (lorsque son volume représente 4 à 4,2% du mélange), tout comme l'essence d'ailleurs qui forme avec l'air un mélange explosif à partir de 2% au lieu de 4% pour l'hydrogène.

Le prix de revient de l'hydrogène comme source d'énergie, aujourd'hui trop lourd, passera un jour dans la marge de rentabilité. Comme il ne pollue pas en se consommant, il a quelques longueurs d'avance sur bon nombre d'autres sources d'énergie qui finiront par s'étouffer elles-mêmes. Des ingénieurs futuristes ont imaginé que l'on pourrait implanter des centrales de production d'hydrogène dans les déserts. Des ca-

**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

talysseurs solaires géants seraient mis en oeuvre pour obtenir l'hydrogène à partir de l'eau (la contradiction eau-désert confère un caractère franchement utopique à ce projet).

Il existe néanmoins à travers le monde divers véhicules à moteur à hydrogène. Et les recherches continuent.

84619

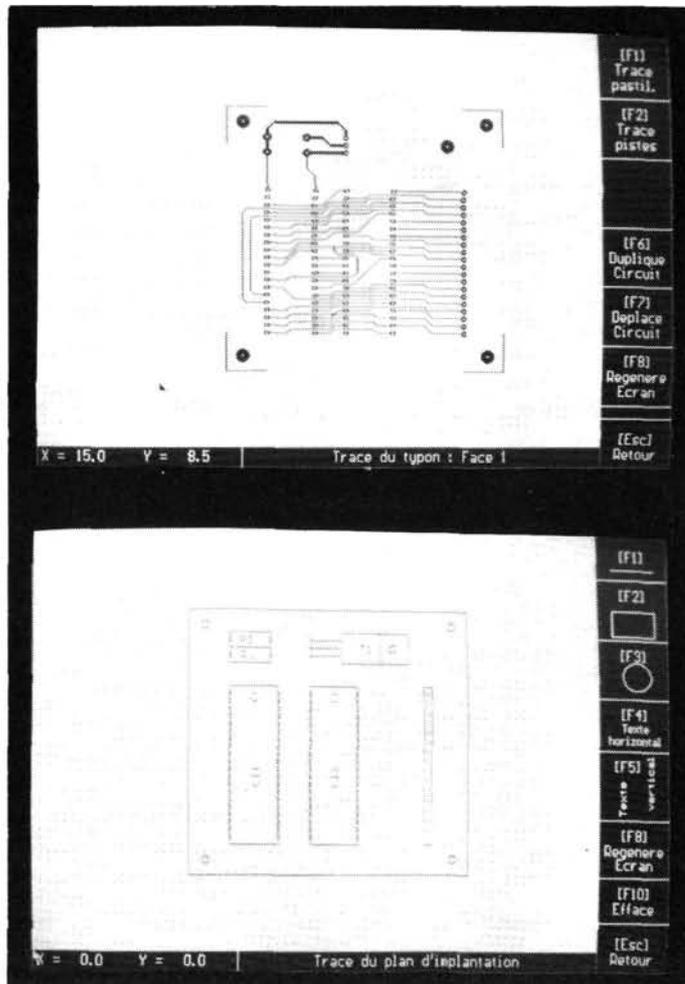
# PERISCOPE



## Ciao

Un logiciel de dessin de circuits imprimés assisté par ordinateur (PC XT ou AT, Hercules ou EGA - ne fonctionne pas en mode CGA) qui permet la sortie sur imprimante standard EPSON en simple ou double intensité et sur table traçante série ou parallèle compatible HPGL, pour le tracé du plan d'implantation et le tracé du typon simple et double face. La qualité et la présentation des documents permettent non seulement la fabrication des circuits imprimés, mais aussi leur insertion directe dans le dossier de fabrication (cadre et cartouche, format A4 et A3, portrait ou paysage).

Le programme dessine 6 types de pastilles différentes (circuit intégré horizontal ou vertical) et connaît deux largeurs de pistes prédéfinies. D'autres largeurs peuvent être obtenues par juxtaposition de pistes. La grille est au pas de 2,54 mm avec déplacement en X et en Y par pas ou par demi-pas. La surface maximale de traçage est de 140 mm x 180 mm. La prise en main est aisée. Aucune bibliothèque de composants n'est nécessaire, chaque composant est dessiné par l'utilisateur au moment de l'exécution du dessin à l'écran.



### Caractéristiques générales :

- formats A3 ou A4, portrait ou paysage
- compatible HPGL (pour les documents de fabrication) et standard EPSON (pour les documents de travail)
- commande au choix le port de sortie parallèle ou série
- fonctions de tracé de pastilles et de pistes
- grille au pas de 2,54 mm par pas entiers ou demi-pas
- échelle 1
- pour chaque fonction, les options disponibles sont affichées à droite de l'écran et peuvent être activées à l'aide des touches de fonction
- affichage au bas de l'écran des coordonnées X et Y du curseur
- cartouche pour la sortie de documents
- option de duplication du dessin de circuit imprimé

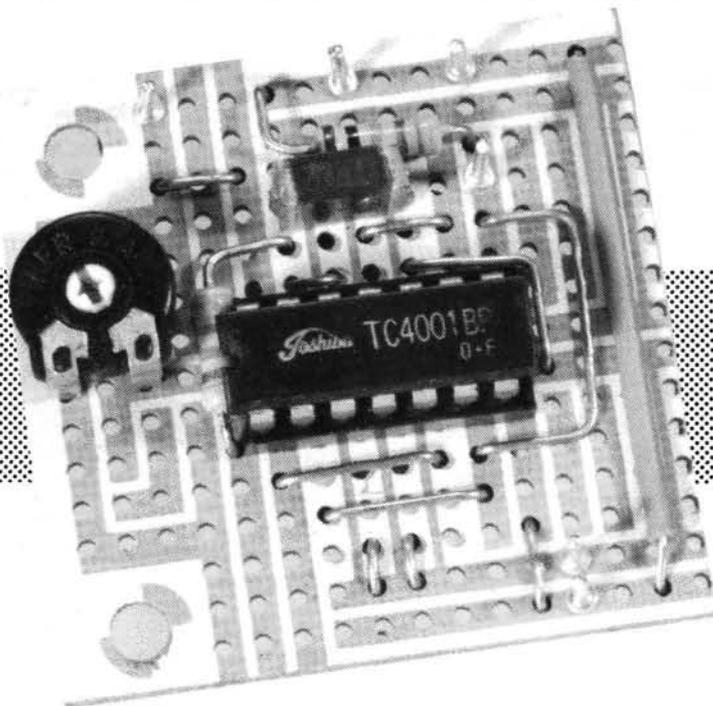
Pour tous renseignements complémentaires, n'hésitez pas à vous adresser à :

CIF  
 Circuit imprimé français  
 11, rue Charles Michels  
 92220 BAGNEUX  
 tél : (1) 45 47 48 00

906507



# *inverseur de servocommande*



## *l'art de manipuler des impulsions*

Tout modéliste se trouve confronté un jour ou l'autre au problème que lui pose une servocommande qui certes fonctionne, mais répond « à l'envers ». On déplace le manche vers l'avant, le bateau fait marche arrière. On tire sur le manche, et l'avion descend au lieu de monter... En réalité, les choses ne se passent pas ainsi, puisque l'on s'aperçoit de l'inversion bien avant d'en arriver à de telles situations extrêmes.

### **Pourquoi inverser ?**

Dans certains cas, la configuration mécanique du modèle réduit permet d'inverser la position du bloc asservi de telle manière que le sens de fonctionnement normal soit rétabli. Le problème de l'inversion est alors résolu. Par ailleurs, sur les télécommandes modernes, on trouve assez systématiquement un bouton d'inversion sur l'émetteur lui-même. Là l'inverseur ne présente pas d'intérêt non plus.

Sur les systèmes plus anciens, cette possibilité d'inversion n'est pas prévue d'origine. Sur bien des modèles, l'inversion mécanique n'est pas possible non plus. D'où l'intérêt d'un inverseur de polarité des impulsions de commande qu'il nous a paru intéressant d'étudier ici, ne serait-ce d'ailleurs que pour vous montrer comment ça marche.

**Ceux d'entre nos lecteurs que les modèles réduits n'intéressent pas verront comment on crée des impulsions complémentaires quant à leur durée. Ça faisait longtemps qu'on ne s'était pas amusés dans ELEX à manipuler les millisecondes à coups d'opérateurs logiques. Chic alors !**

Une servocommande contient un petit moteur à courant continu avec un circuit électronique qui reçoit de l'émetteur des impulsions de 1 à 2 ms. Quand l'impulsion dure 1 ms, la servo part en butée dans un sens (à droite par exemple), quand l'impulsion

dure 2 ms, elle part en butée dans le sens opposé (à gauche dans ce cas). Selon que les impulsions sont plus longues ou plus courtes, l'angle sera plus ou moins grand. Ainsi une impulsion de 1,5 ms mettra-t-elle la servocommande à mi-course (c'est-à-dire tout droit).

### **Comment Inverser ?**

Le circuit électronique de la servocommande compare la longueur de l'impulsion à la position actuelle. Si elle est par exemple en butée à gauche et qu'elle reçoit l'ordre de ce mettre à mi-course vers la gauche, il s'agit de ramener la servocommande *en arrière* et non pas de chercher à lui faire faire le tour complet par la gauche...

La position du manche de commande est analysée fréquemment, de telle sorte que la succession de déplacements donne naissance à un mouvement continu et sans cahots.

La fonction de notre circuit est d'inverser, si l'on peut dire, la durée des impulsions. Il s'agit d'obtenir qu'une commande comme par exemple "mi-course à droite" soit remplacée par la commande "mi-course à gauche". Le **tableau 1** illustre le rapport entre les commandes d'origine reçues par l'inverseur et celles qu'il renvoie, exprimées en millisecondes, par pas de 0,1 ms. En pratique toute valeur intermédiaire est possible, ainsi une impulsion de 1,237 ms par exemple sera remplacée par une impulsion de 1,763 ms.

On considère que le signal transmis par l'inverseur pourra être retardé sans dommage de 2 ms ou moins. Ce délai est nécessaire pour traiter le signal, mais il n'affecte nullement le fonctionnement de la télécommande. Le modéliste lui-même, s'il est normalement constitué, ne perçoit évidemment pas un retard de quelques millisecondes.

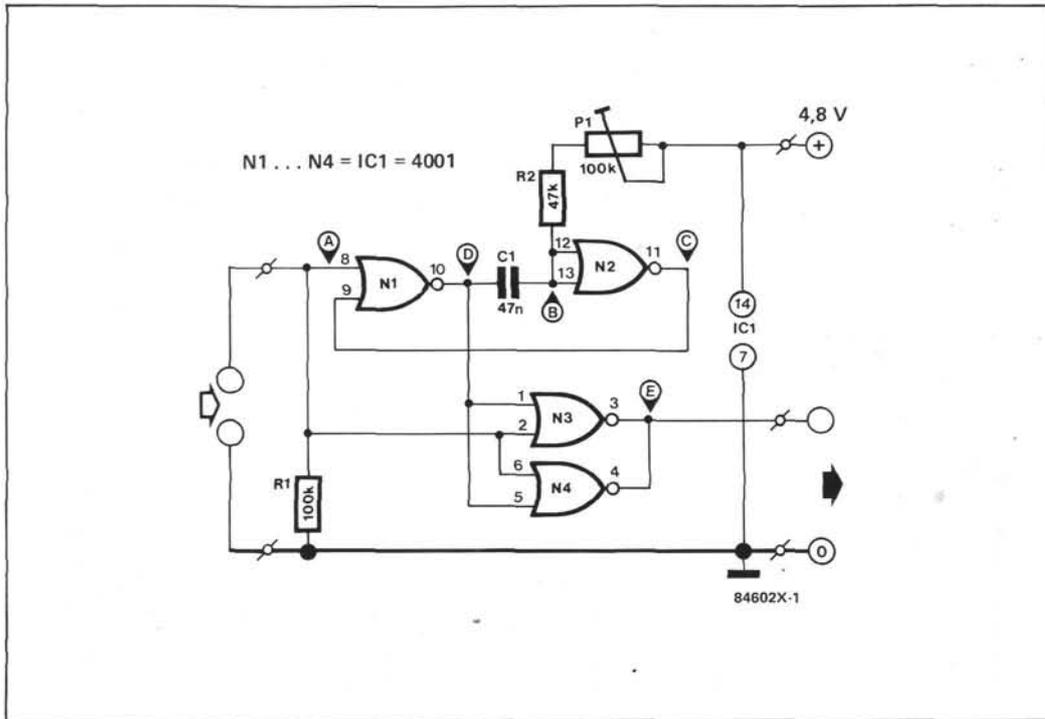


Figure 1 - Deux opérateurs logiques NON-OU forment la bascule monostable qui produit l'impulsion de référence à laquelle on soustrait l'impulsion d'entrée à l'aide du double opérateur NON-OU formé par N3 et N4. Ce dédoublement permet au circuit de fournir plus de courant que si la sortie se faisait sur un seul opérateur.

Si vous avez bien examiné le tableau 1, vous avez remarqué que la somme des deux impulsions donne toujours 3. Ces 3 ms servent de référence à l'inverseur. On soustrait l'impulsion d'entrée aux 3 ms, ce qui reste est l'impulsion inversée. Prenons un exemple :

3 ms - 1,4 ms = 1,6 ms  
ou  
3 ms - 1,75 ms = 1,25 ms.

### Une soustraction logique

Intéressant, n'est-ce pas ? Voyons le circuit à présent. Le schéma de la figure 1 se subdivise en deux. Il y a une bascule monostable qui produit l'impulsion de 3 ms, et un opérateur NON-OU formé par N3, N4 et R1. Le monostable est formé par N1, N2, P1, R2 et C1. Aucun lecteur fidèle

impulsion d'entrée (ms)	impulsion de sortie (ms)
1,0	2,0
1,1	1,9
1,2	1,8
1,3	1,7
1,4	1,6
1,5	1,5
1,6	1,4
1,7	1,3
1,8	1,2
1,9	1,1
2,0	1,0

d'ELEX n'ignore plus ce qu'est une bascule monostable ; un tel circuit produit une impulsion de sortie de longueur fixe à partir d'une impulsion d'entrée de longueur quelconque. Ici, la durée de l'impulsion de sortie est de 3 ms, et il s'agit d'une impulsion négative, c'est-à-dire qu'au repos, avant et après l'impulsion, la sortie de la bascule est au niveau logique haut. L'impulsion elle-même est donc un niveau bas qui dure 3 ms. Cette dernière condition nous est imposée par la fonction logique NON-OU comme nous allons le voir.

Le chronogramme de la figure 2 va nous aider à comprendre comment fonctionne ce circuit. Au début, l'entrée du circuit (broche 8 de N1) est basse. Les entrées de N2 sont forcées au niveau haut par R2 et P1. La sortie de cet opérateur est donc au niveau bas, ainsi que l'entrée broche 9 de N1. Le niveau de sortie de cet opérateur est haut par conséquent. Si l'on vous demande si C1 est chargé dans ces conditions, vous répondrez que non, puisqu'il règne la même tension sur ses deux armatures.

Les deux tensions ne sont pas forcément identiques,

mais leur différence n'est en tous cas pas assez forte pour donner naissance à deux niveaux logiques différents.

Voici l'impulsion de commande. Elle arrive sur la broche 8 de N1 (point A) qui devient haute. La broche 10 (point D) passe à 0, et comme le condensateur n'est pas chargé, la broche 12 et la broche 13 de N2 (point B) sont elles aussi au niveau bas, du moins pendant un bref instant. La sortie de N2 passe donc au niveau haut auquel elle force l'entrée broche 9 de N1. Le condensateur C1 se charge à présent à travers

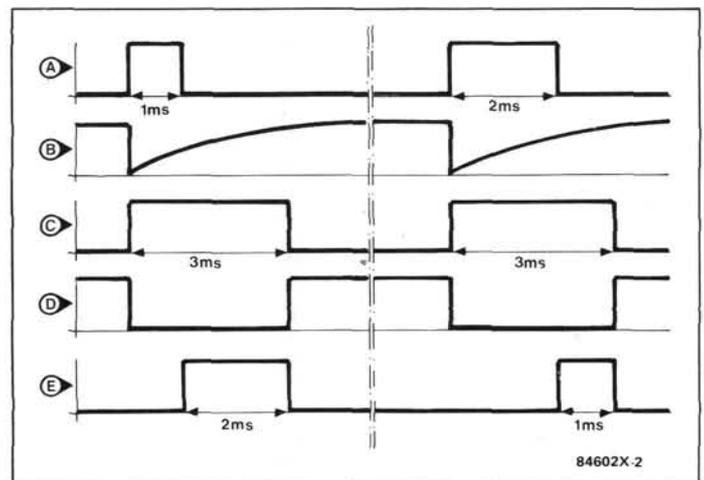


Figure 2 - Le chronogramme des impulsions du circuit de la figure 1 permet d'en comprendre le fonctionnement. La forme réelle de la courbe de charge de C1 (B) diffère sensiblement de la schématisation qui en est faite ici.

P1 et R2. La tension monte sur les broches 12 et 13 de N2, jusqu'à atteindre le seuil de basculement de cet opérateur. La partie stable de l'impulsion est terminée, la sortie de N2 repasse à zéro.

Le niveau haut à l'entrée broche 8 de N1 a disparu depuis longtemps déjà, la sortie broche 10 de cet opérateur repasse au niveau logique de repos (haut).

### Sortie = référence - entrée

Intéressons-nous de plus près à la durée de la charge de C1. Selon la position du curseur de P1, le débit de courant sera plus ou moins intense et la charge du condensateur plus ou moins longue. Nous reviendrons sur ce réglage. En tous cas, une fois réglée, la durée de cette impulsion ne change plus. Nous tenons notre référence, et nous allons l'appliquer à l'une des entrées de N3, un opérateur NON-OU dont l'autre entrée reçoit l'impulsion de commande originale. Faites abstraction de N4 pour l'instant. Quant à R1, sa fonction est de forcer l'entrée de N3 au niveau bas en l'absence de signal de commande.

rappel de la table de vérité d'un opérateur NON-OU

A	B	sortie
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

Compte-tenu de la table de vérité d'un opérateur NON-OU, la sortie (point E) ne sera au niveau haut que lorsque l'entrée de l'inverseur d'impulsion (point A) et la sortie de la bascule (point D) seront elles-mêmes au niveau bas. Autrement dit, l'impulsion de sortie est le complément de l'impulsion d'entrée, dans le cadre défini par l'impulsion de référence. L'impulsion de sortie est égale à l'impulsion de référence **moins** l'impulsion d'entrée.

Si vous n'avez pas encore saisi, examinez le chronogramme de la figure 2 et observez que l'impulsion de référence (point C) commence en même temps que l'impulsion d'entrée, et que l'impulsion de sortie commence quand celle-ci s'arrête, pour durer jusqu'à la fin de l'impulsion de référence. La fonction de N4 est de seconder N3 pour la fourniture du courant de sortie. Son rôle est donc purement « analogique » et non « logique » ; on dit d'un tel montage qu'il augmente la sortance des circuits logiques, c'est-à-dire leur aptitude à tenir un niveau logique face aux appels de

courant des entrées auxquelles ils sont reliés et auxquelles ils ont à fournir du courant. L'union fait la force.

### Réalisation et mise au point

La **figure 3** donne un plan d'implantation des composants de l'inverseur d'impulsion sur un morceau de platine d'expérimentation de petit format. Avec un peu d'habileté il est possible de monter le même circuit sur une surface environ trois fois moins étendue que celle-ci, surtout si l'on implante les résistances et le condensateur de l'autre côté de la platine. Si vous n'avez pas d'expérience avec ce genre de montage microscopique, attendez-vous à de mauvaises surprises, du moins au début.

Le circuit devra être intercalé dans la liaison entre la servocommande et le récepteur. N'oubliez pas d'établir et de rétablir la liaison de masse en amont et en aval !

Pour le réglage, il ne faut pas d'outil spécial, contrairement à ce que l'on pourrait craindre en raison de la

précision de la durée de l'impulsion de référence. Mettez le curseur de P1 à mi-course, puis mettez le circuit sous tension. Le manche de commande ou le volant de la télécommande devra être lui aussi en position au repos, c'est-à-dire à mi-course. Si les roues, les gouvernes et toute autre pièce actionnée par la servocommande ne sont pas en position médiane, il faut chercher à corriger leur position à l'aide de P1. Si en tournant P1 dans un sens vous constatez que l'erreur s'aggrave, il faut bien entendu le faire tourner en sens opposé.

La tension d'alimentation de ce circuit pourra être comprise entre 3 V et 9 V. Les 4,8 V indiqués sont une valeur... indicative. Le réglage de P1 devra être effectué avec la tension de

service définitive du montage, car il dépend directement de sa valeur.

84602

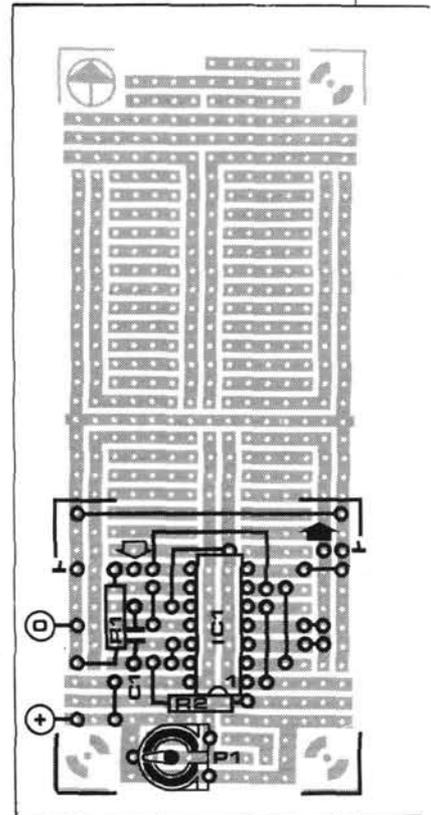


Figure 3 - Plan d'implantation des composants sur un petit bout de platine d'expérimentation.

#### LISTE DES COMPOSANTS

- R1 = 100 kΩ
- R2 = 47 kΩ
- P1 = 100 kΩ var.
- C1 = 47 nF
- IC1 = 4001

platine d'expérimentation de format 1



### Rappel ! Un nouveau moyen de formation à la disposition des entreprises : la presse spécialisée.

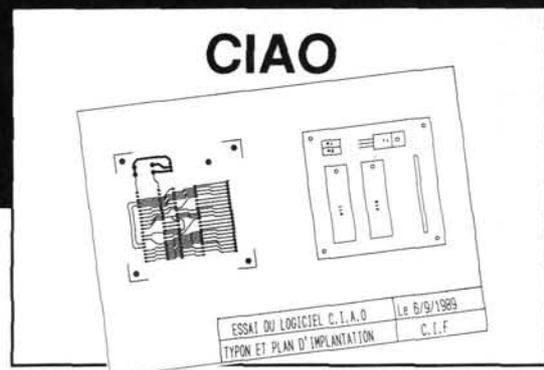
Les entreprises peuvent désormais déduire de leurs obligations en matière de formation permanente le **montant des abonnements** souscrits à des publications spécialisées.

La loi du 16 juillet 1971 sur la formation permanente a assujéti les entreprises de plus de 10 salariés à une obligation de contribuer à cette formation pour un montant aujourd'hui fixé à 1,2 % de la masse salariale. Les entreprises peuvent se libérer de cette obligation soit en payant

une taxe au Trésor, soit -objectif de la loi - en justifiant des dépenses de formation au bénéfice de leurs salariés. Les dépenses ainsi éligibles sont définies par la législation, et sont précisées par les textes réglementaires. La circulaire mentionne les dépenses relatives aux abonnements à des « publications scientifiques, techniques, financières et économiques relevant de la presse spécialisée. » Le terme technique est pris ici dans son acception la plus large, et vise donc aussi bien, par exemple, les techniques juridiques, comptables, médicales etc, que les technologies comme celle de l'électronique abordée dans ELEX.

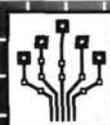
Qu'on se le dise !

## LOGICIEL DE DESSIN DE CIRCUITS IMPRIMÉS



Pour PC XT, AT et compatibles équipés de cartes vidéo HERCULES ou EGA. Sortie sur imprimante et table traçante. Prise en main instantanée. Mylar et plan d'implantation.

**783 F/TTC (812 F/franco)**



**C.I.F.**

11, rue Charles-Michels  
92220 BAGNEUX  
Télex : 631 446 F  
Fax : 16 (1) 45 47 16 14  
Tél. : 16 (1) 45 47 48 00

# ABC des AOP

## Troisième partie du petit abécédaire des amplificateurs opérationnels

### Le montage comparateur

Le montage comparateur est en fait un comparateur de tensions. Rien de plus normal que d'utiliser l'amplificateur opérationnel pour faire des comparaisons de tensions puisque nous avons vu qu'il réagit à des différences de tension entre ses entrées. Le montage élémentaire de comparateur est représenté par la figure 1. Le potentiomètre signifie la possibilité de modifier la tension de référence appliquée à l'entrée inverseuse. Le fonctionnement est extrêmement simple : si la tension de l'entrée non-inverseuse (+) est supérieure à celle de l'entrée inverseuse (-), la sortie prend sa valeur la plus positive (égale à la tension d'alimentation positive diminuée de la tension de déchet); si la tension de l'entrée non-inverseuse (+) est inférieure à celle de l'entrée inverseuse (-), la sortie prend sa valeur la plus négative (égale à celle de l'alimentation négative...).

La valeur absolue de la tension de sortie ne dépend que des caractéristiques de l'amplificateur opérationnel et des tensions d'alimentation. Le gain de l'amplificateur n'est pas limité par une boucle de contre-réaction, on dit qu'il travaille en *boucle ouverte*. Une différence de tension infime entre les entrées provoque une excursion maximale de la tension de sortie.

En théorie, le résultat de la comparaison pourrait être aussi « égalité ». En pratique, il y a toujours quel-

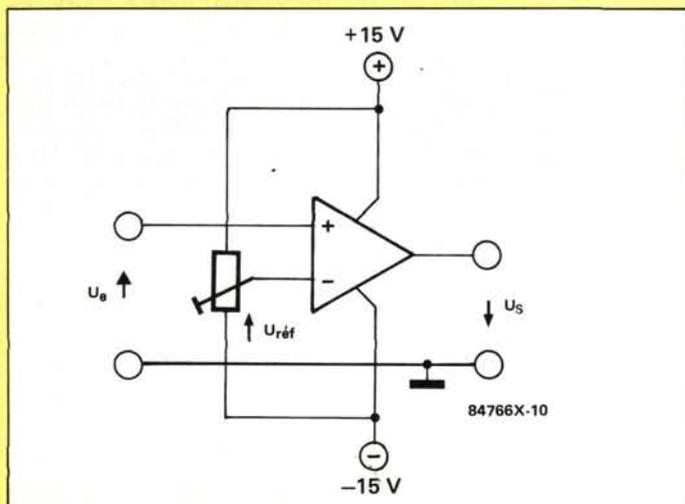
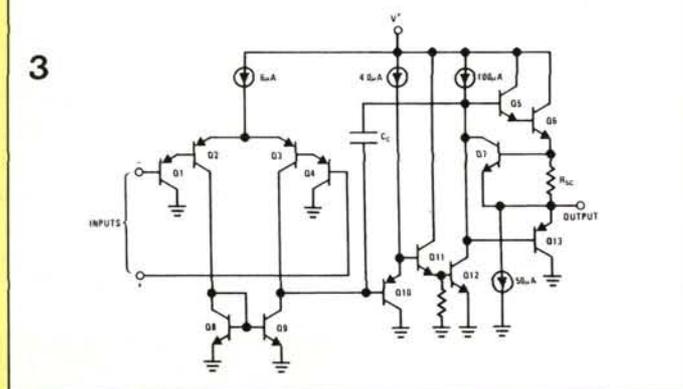
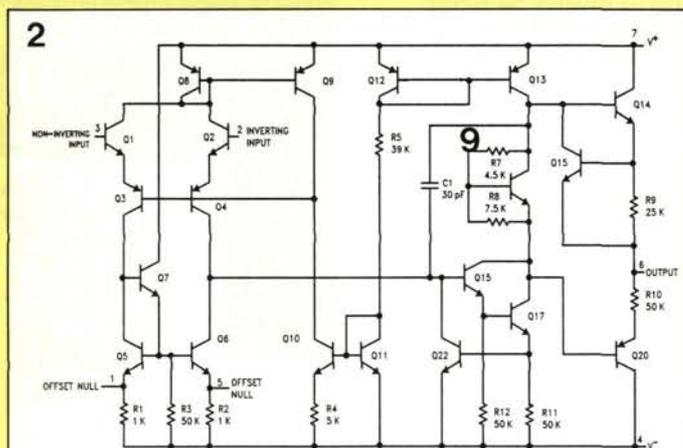


Figure 1 - L'amplificateur opérationnel dans sa fonction la plus « naturelle » : la comparaison d'une tension d'entrée  $U_e$  éventuellement variable à une tension de référence fixe ( $U_{réf}$ ).



Figures 2 et 3 - Rappel de la structure interne de l'amplificateur opérationnel (LM) 741 (figure 2). Les entrées sont à transistors NPN. Schéma du LM 358 (figure 3) avec ses entrées à transistors PNP.

ques électrons de plus à une entrée qu'à l'autre, ne serait-ce que du fait des dissymétries de la « puce » elle-même. La sortie à tension nulle n'est pas un état stable.

Si nous voulons obtenir en sortie un signal positif pour une tension d'entrée inférieure à la tension de référence, il suffit d'inverser les rôles des deux entrées : appliquer la tension de référence à l'entrée non inverseuse et la tension inconnue à l'entrée inverseuse.

La valeur de la tension de référence est sans importance, tant qu'elle reste dans la plage admise par l'amplificateur opérationnel. Elle est habituellement bornée par la tension des alimentations, diminuée de 1 V ou 1,5 V. Dans le cas du 741, elle s'étend de +13 V à -13 V pour une alimentation de  $\pm 15$  V. Reportons-nous à la figure 2, schéma interne de l'étage d'entrée du 741. L'explication saute aux yeux : les résistances R1 et R3 et les jonctions base-émetteur de Q1, Q3 et Q5 ne peuvent travailler qu'avec une tension à leurs bornes.

Comme cette limitation est gênante dans de nombreuses applications, notamment celles où l'alimentation ne peut pas être symétrique, les fabricants ont mis au point d'autres types d'amplificateurs opérationnels. Nous prendrons comme exemple le type 358, dont le schéma interne est représenté par la figure 3. Il présente la particularité de travailler jusqu'à zéro volt aussi bien en entrée qu'en sortie. Les entrées sont connectées à des bases

de transistors PNP au lieu des NPN du 741. Elles peuvent donc réagir à des tensions nulles ou très proches de zéro. De même la sortie se fait directement par un émetteur de transistor PNP, sans résistance en série, ce qui permet à son potentiel de descendre jusqu'à celui de la masse, à condition que le courant absorbé reste de faible intensité. La tension d'entrée est limitée dans le sens positif par la tension des deux jonctions base-émetteur et celle de la source de courant constant, soit à environ 1,5 V. Le principe du 358, double amplificateur opérationnel, est utilisé aussi dans le 324, modèle quadruple.

### Stabilité

Une différence de tension infime provoque immédiatement le basculement de la sortie du comparateur, ce qui peut être gênant quand elle commande par exemple un relais dans un thermostat. Le relais risque de battre sans arrêt lorsque la température est proche de la consigne, c'est-à-dire lorsque la tension mesurée est très proche de la tension de référence. La solution est apportée par le montage du comparateur en **trigger de Schmitt**. C'est le montage de la **figure 4**.

L'amplificateur opérationnel ne travaille plus en boucle ouverte comme précédemment, mais la boucle est une boucle de **réaction positive**, contrairement à la boucle de contre-réaction des montages inverseur et non-inverseur. Cette réaction positive introduit une **hystérésis** dans le fonctionnement du comparateur. La tension entre la sortie et l'entrée non-inverseuse est divisée par les résistances  $R_C/R_E$ . La fraction de cette tension disponible aux bornes de  $R_E$  est **ajoutée** (algébriquement, c'est-à-dire avec son signe) à la tension de l'entrée non-inverseuse. Si la tension de la sortie est positive, c'est une faible tension positive qui s'ajoute à celle de l'entrée du montage, augmentant la différence de tension entre les deux entrées et abaissant ainsi le seuil que devra franchir la tension d'entrée pour provoquer le basculement du comparateur en sens opposé. Avant de

provoquer le basculement de la sortie, la tension d'entrée  $U_e$  devra d'abord devenir assez négative pour compenser la tension po-

sitive présente sur  $R_E$ . Le même raisonnement s'applique, symétriquement, lorsque la tension de la sortie est négative.

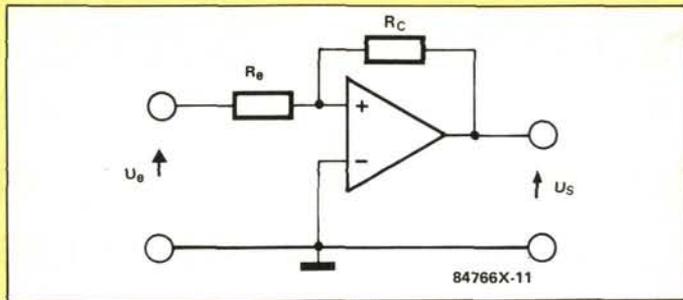


Figure 4 - Sur le circuit en trigger de Schmitt, les « mouvements » de la sortie de l'amplificateur opérationnel sont « bridés » par la résistance de réaction.

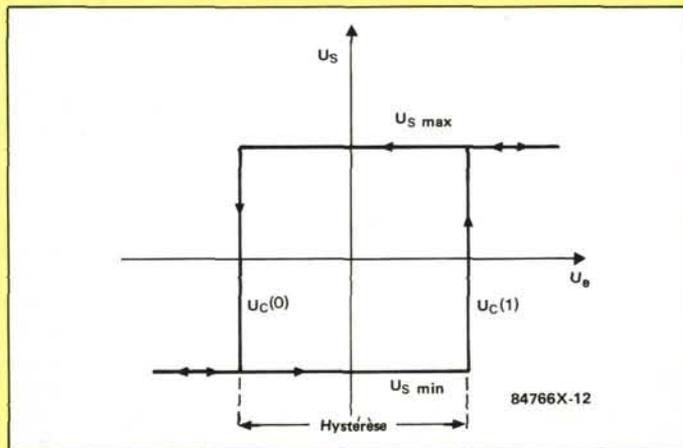


Figure 5 - Les seuils de basculement de la sortie d'un trigger de Schmitt ne sont pas les mêmes selon que la tension d'entrée monte ou descend.

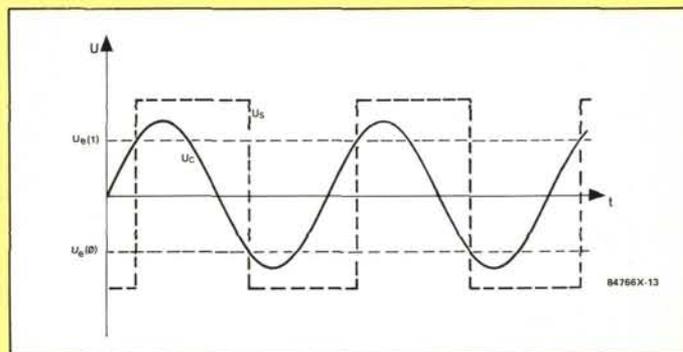


Figure 6 - Le transformation d'une onde sinusoïdale en onde carrée par un trigger de Schmitt.

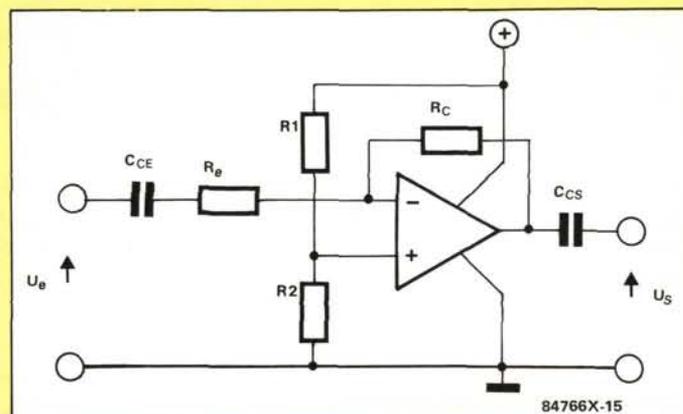


Figure 7 - Pour traiter des tensions alternatives en l'absence de tension d'alimentation symétrique, on crée un potentiel de référence (une masse artificielle) à l'aide d'un diviseur de tension.

C'est cet écart entre le seuil de basculement haut et le seuil de basculement bas qu'on appelle **hystérésis**. La **figure 5** montre que les changements d'état de la sortie sont en **retard** sur les changements de tension entre les entrées. La zone « morte », dans laquelle la tension d'entrée peut évoluer sans provoquer de changement d'état de la sortie, permet d'éviter au relais de notre thermostat de vibrer en permanence. Sa largeur est déterminée par le rapport du diviseur de tension  $R_E/R_C$ .

### Utilisations pratiques

Le comparateur avec trigger de Schmitt est utilisé pour remettre en forme des signaux perturbés par des parasites, ou pour transformer un signal sinusoïdal en un signal carré. Sur le diagramme de la **figure 6**, les traits pointillés horizontaux représentent les seuils de basculement réels, compte-tenu de l'hystérésis.

### Alimentation simple

Il peut arriver qu'on ne dispose pas d'une alimentation symétrique, comme c'est souvent le cas dans les montages alimentés par des piles. On peut malgré cela utiliser des amplificateurs opérationnels pour le traitement de tensions alternatives, pourvu qu'on ait créé une **masse artificielle**. La **figure 7** donne un exemple de montage de ce genre. La tension de référence qui simule le zéro volt est fixée par le diviseur de tension  $R1/R2$  et appliquée à l'entrée non-inverseuse. La tension alternative est appliquée à l'entrée inverseuse par l'intermédiaire du condensateur de couplage  $C_{CE}$ , la tension alternative de sortie est délivrée par le condensateur  $C_{CS}$ . Les condensateurs arrêtent la composante continue, mais laissent passer l'alternatif, cependant que l'amplificateur opérationnel travaille dans des plages de tension qui lui sont adaptées.

Notre prochaine causerie portera sur les montages additionneurs ou soustracteurs, les montages différentiels, et les montages soustracteurs, entre lesquels il faut faire la différence.

84766

# ELEXPÉRIENCE

un ohmmètre d'arbitrage pour faire voter instantanément et dans le secret un jury de plusieurs dizaines voire centaines de personnes

Où vont-ils donc chercher des trucs pareils, un ohmmètre d'arbitrage ? Cette question, vous vous la posez sans doute assez souvent en parcourant elex. Que voulez-vous, quand on explore, on trouve des choses étonnantes...

L'idée d'un dispositif d'arbitrage électronique est née dans un club photo qui organise régulièrement des expositions de photographes amateurs avec concours, notamment de diapositives. Le problème posé aux organisateurs n'est pas facile à résoudre efficacement avec des moyens bon marché. Il s'agit de faire voter en même temps un nombre de personnes assez important (entre 100 et 200) au fur et à mesure que défilent les photographies. Or pour une projection de diapos, il faut l'obscurité totale. Donc pas question de faire appel à des petits cartons ou des dispositifs de ce genre, d'autant plus que l'on souhaite éviter que les membres du jury s'influencent

mutuellement. Et puis, pour recueillir 100 ou 150 votes, il faudrait un temps fou...

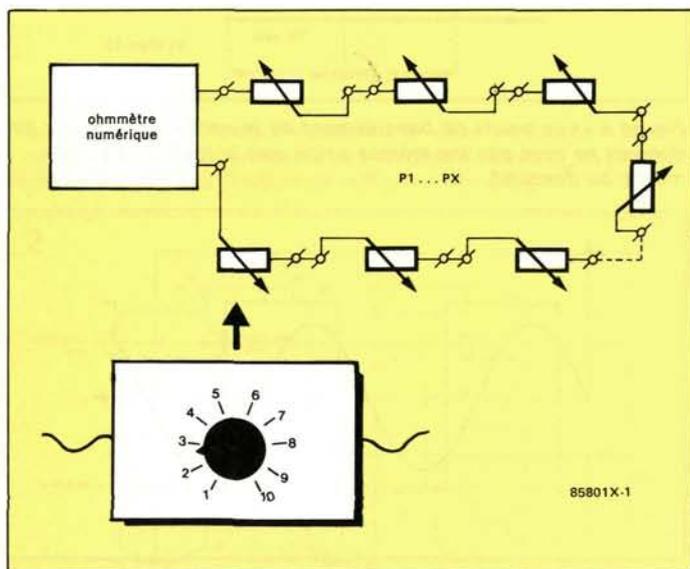
C'est alors qu'un grand petit malin s'est proposé de monter une chaîne de potentiomètres assemblés pour former une série de résistances variables (le curseur est relié à l'une des extrémités de la piste) qu'il a connectée entre les

bornes d'un ohmmètre numérique. Chaque potentiomètre est monté dans une petite boîte et muni d'une échelle graduée de 1 à 10. Pour noter une photo, chaque membre du jury place le curseur du potentiomètre sur la position correspondant à la note qu'il souhaite donner. Plus la note est élevée, plus la résistance sera forte. La valeur de résistan-

ce totale sera plus ou moins forte selon la notation de chaque membre du jury. Et, comme tous les potentiomètres sont montés en série, la valeur moyenne donnée à une photo sera égale à la valeur de la résistance totale divisée par le nombre de potentiomètres. Un calcul facile à faire.

La valeur à adopter pour les potentiomètres dépend de leur nombre. S'ils sont 100, on adoptera une valeur de  $100 \Omega$ , ce qui donne une résistance totale de  $10 \text{ k}\Omega$ .

Vous n'appartenez pas à un club photo organisant des concours pour photographes amateurs ? Qu'à cela ne tienne, vous trouverez bien d'autres applications. Le principe fonctionne tout aussi bien avec trois ou quatre potentiomètres seulement. Épatant, cet ohmmètre d'arbitrage ; ça valait bien une demi-page dans ce numéro !



85801

## MAGNETIC-FRANCE

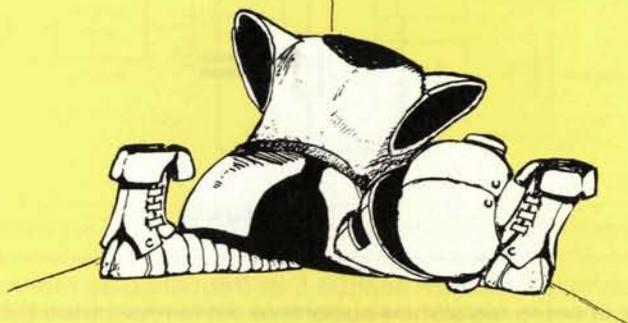
Circuits Intégrés, Analogiques, Régulateurs Intégrés, Interfaces, Micro-Processeurs, Mémoires RAM Dynamiques Statiques, Eprom et Eeprom, Quartz, Bobinage, Semi-Conducteurs Transforiques, Filtres, Ligne à retard, Leds, Supports de CI, Ponts, Opto-Electronique, etc.  
Et de nombreux KITS.

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.

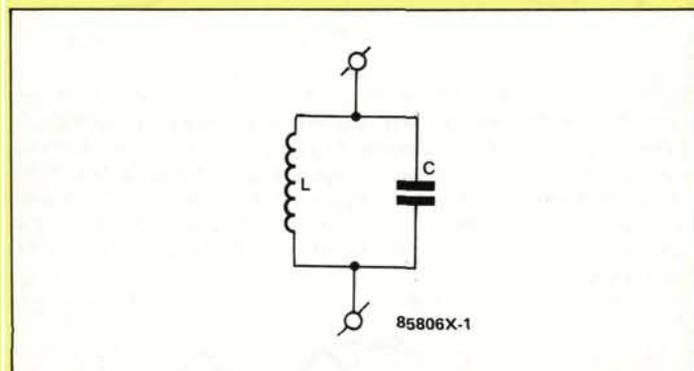
# ANALOGIQUE ANTI-CHOC

13<sup>e</sup> épisode et fin



## Thomson toujours deux fois

Pour en finir avec les filtres LC, il nous reste à examiner une autre disposition des composants : le réseau oscillant parallèle.



Les tensions alternatives de fréquence basse sont court-circuitées par la bobine, celles de fréquence plus élevée sont court-circuitées par le condensateur. En effet nous avons vu que l'impédance de la bobine diminue quand la fréquence diminue, alors que l'impédance du condensateur diminue quand la fréquence augmente. Il existe une fréquence pour laquelle la bobine et le condensateur présentent la même impédance. Cette fréquence, la fréquence de **résonance** du circuit oscillant parallèle se calcule à l'aide de la formule de Thomson, que nous commençons à bien connaître :

$$f = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L \cdot C}}$$

La fréquence de résonance d'un circuit parallèle constitué d'une inductance de 1 mH (millihenry) et d'un condensateur de 1 nF (nanofarad,  $10^{-9}$ ) est de 159 kHz. À titre de vérification, calculons l'impédance de chaque branche à la fréquence de 159 kHz.

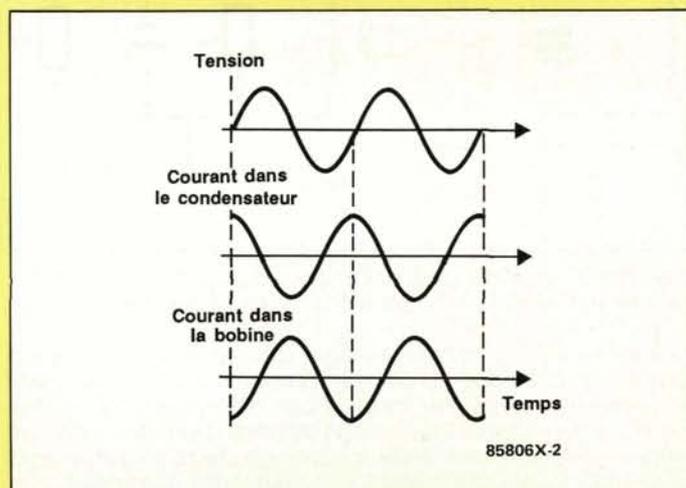
$$Z_C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C}$$

$$Z_L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L$$

Dans les deux cas, l'impédance est de 1 k $\Omega$ . On pourrait imaginer que l'association en parallèle de ces deux impédances donne une impédance de 500  $\Omega$ . Il n'en est rien, l'impédance résultante est beaucoup plus élevée, du fait des déphasages introduits par chaque composant entre la tension à ses bornes et le courant qui le traverse.

Le courant qui traverse le condensateur est **en avance**

d'un quart de période sur la tension à ses bornes. Le courant qui traverse la bobine est **en retard** d'un quart de période sur la tension. La tension est la même aux bornes du condensateur et aux bornes de la bobine. Si un petit dessin peut vous aider, voici :



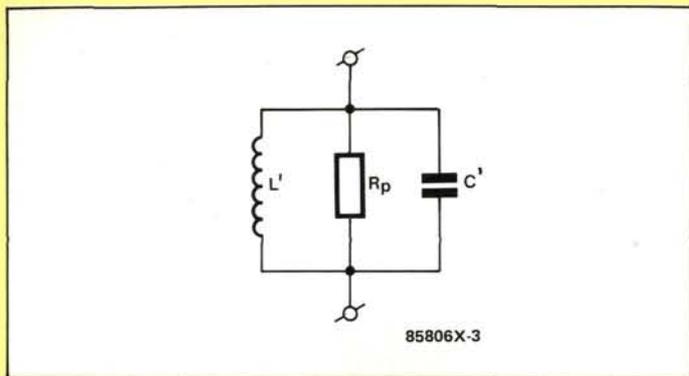
Les deux intensités, déphasées d'un quart de période par rapport à la tension, l'une en avance, l'autre en retard, se trouvent déphasées exactement d'une demi-période l'une par rapport à l'autre. Autrement dit, lorsque le courant entre dans la bobine, il sort du condensateur, et inversement. Dans un système parfait, il n'y aurait aucun courant qui entre dans le circuit, ni n'en sorte, le condensateur et la bobine se renvoyant les électrons comme au ping-pong.

Voilà donc un circuit aux bornes duquel règne une tension et par lequel ne circule aucun courant. La loi d'Ohm s'applique :

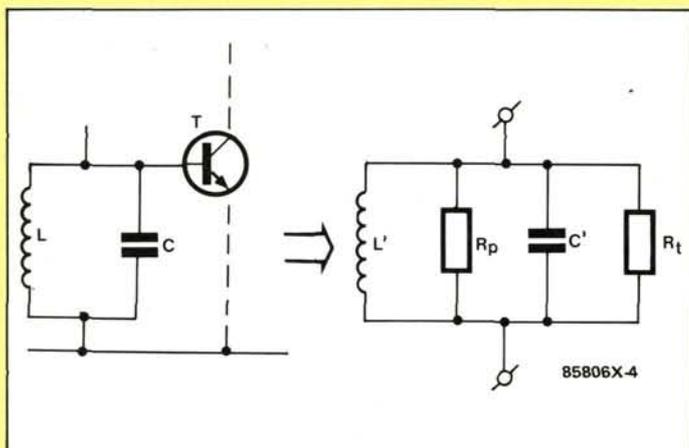
$$Z = \frac{U}{I}$$

L'impédance du réseau oscillant parallèle est donc **infinie** à la fréquence de résonance. À toute autre fréquence, l'impédance du condensateur et celle de la bobine diffèrent, les courants conduits par chacun diffèrent, et la différence est fournie par le circuit extérieur au réseau oscillant.

L'impédance infinie est toute théorique : elle suppose une résistance nulle du fil de la bobine et un condensateur sans pertes. Dans la réalité, le condensateur présente des pertes et, pour infime qu'elle soit, la résistance de la bobine n'est pas nulle. Le circuit oscillant réel est symbolisé par le schéma ci-dessous :

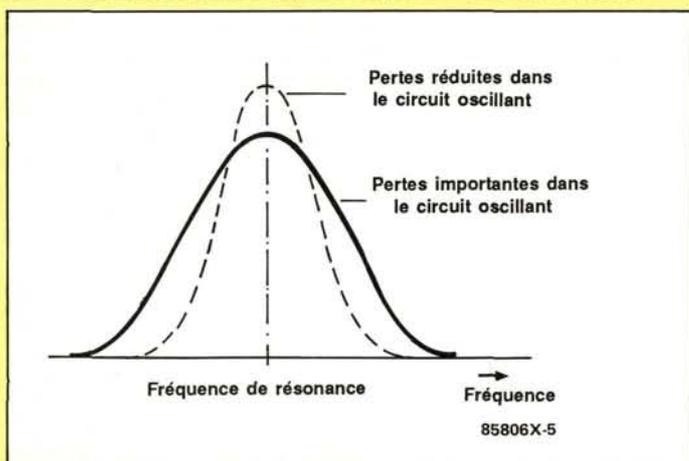


Quand le circuit est attaqué à sa fréquence de résonance, la seule résistance apparente est la résistance fictive  $R_p$  et l'impédance de  $L'$  et  $C'$  est infinie. Le circuit oscillant parallèle est inséré dans un montage qui influe sur son impédance : si c'est un étage amplificateur, l'impédance d'entrée est connectée en parallèle sur le circuit oscillant.



Ces deux impédances parasites augmentent les pertes et altèrent le fonctionnement du circuit oscillant.

Les réseaux LC parallèles sont utilisés comme filtres à bande (relativement) étroite, puisqu'ils court-circuitent (ou presque) toutes les fréquences différentes de leur fréquence de résonance. Il s'agit encore d'un idéal, car les fréquences voisines de la fréquence de résonance sont bien atténuées, mais pas complètement éliminées.



Plus les pertes sont réduites, plus les fréquences voisines sont atténuées, donc meilleur est le filtre : les flancs de la courbe sont abrupts. Il est donc important, pour obtenir un filtre à bande étroite, de ne pas le surcharger. Au contraire, il faut lui appliquer une charge pour obtenir un filtre à bande large.

Chaque filtre est caractérisé par son **facteur de qualité** :

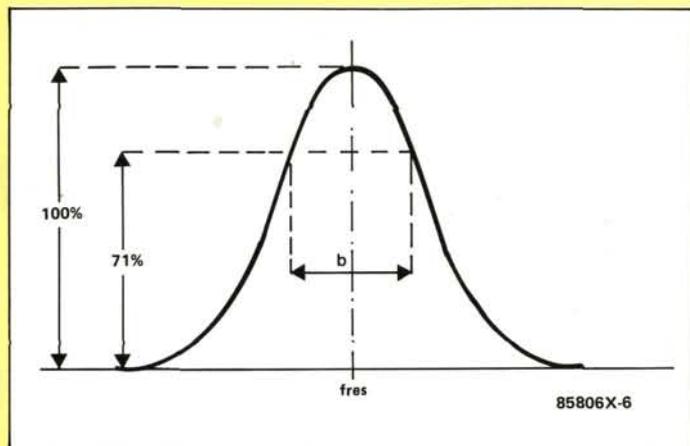
$$Q = \frac{R_p}{Z}$$

Dans cette formule  $R_p$  désigne la résistance parasite résultant des imperfections de la bobine et du condensateur,  $Z$  désigne l'impédance du filtre à sa fréquence de résonance.

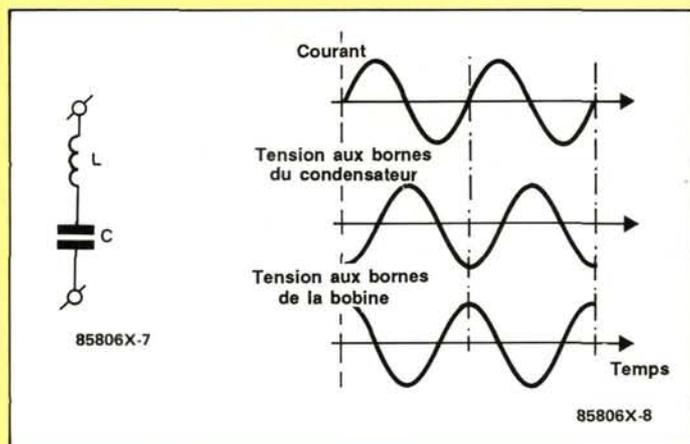
Le facteur de qualité se calcule aussi par le rapport entre la fréquence de résonance et la largeur de bande :

$$Q = \frac{f_{res}}{b}$$

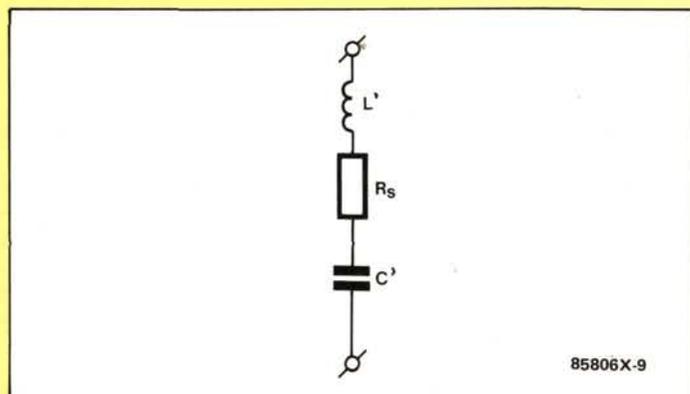
La bande passante ( $b$ ) est la bande de fréquence pour laquelle l'atténuation du filtre est égale ou inférieure à 3 dB (décibels), ou à 30% ( $1/2$ ).



Le comportement du filtre oscillant série est à l'opposé : il ne laisse passer de courant qu'à sa fréquence de résonance. Le condensateur s'oppose au passage des courants à fréquence plus basse, alors que l'inductance arrête les courants de fréquence plus élevée. L'impédance est nulle (théoriquement) à la fréquence de résonance.



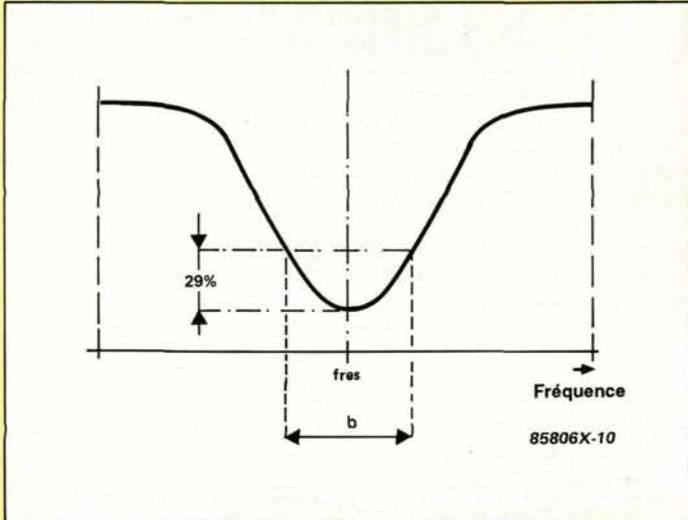
Le diagramme ci-dessus montre qu'à chaque instant la tension du condensateur est opposée à celle de l'inductance. La tension totale est donc nulle ; un circuit qui se laisse traverser par un courant sans tension à ses bornes a une impédance nulle. Les pertes inévitables sont symbolisées par la résistance série  $R_s$ .



Cette résistance apparente doit être aussi faible que possible. Le facteur de qualité du circuit oscillant série obéit à la formule :

$$Q = \frac{Z}{R_s}$$

Le rapport entre le facteur de qualité et la bande passante est le même que pour le circuit oscillant parallèle, mais la courbe de la bande passante est inversée.

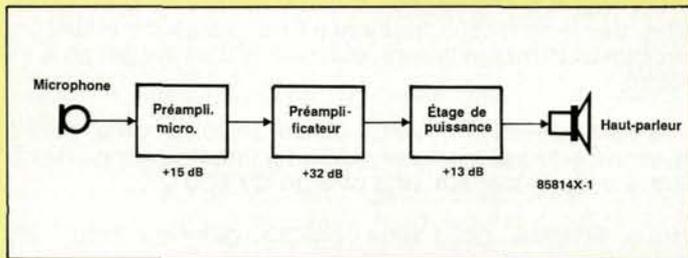


Pour conclure cette série, revenons à une question d'intérêt plus général : la notation des amplifications et affaiblissements en décibels. Elle est utilisée très couramment et nous avons eu déjà à en dire quelques mots, par exemple au sujet de la pente des filtres, de 6 ou 12 dB par octave. De quoi s'agit-il ?

Le décibel n'est pas une unité de mesure, mais la notation d'un rapport. Il exprime le rapport, ou quotient, entre deux grandeurs. Soit un amplificateur qui délivre 10 W à partir des 10 μW (microwatts, 10<sup>-6</sup> W) d'un microphone. Le rapport entre les deux puissances est de :

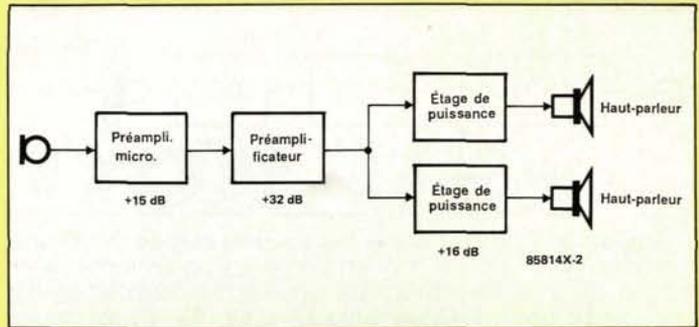
$$\frac{10 \text{ W}}{10 \mu\text{W}} = 1\,000\,000$$

Le même rapport peut être noté 60 dB. Le chiffre est moins impressionnant, mais ce n'est pas le seul avantage. Détaillons la chaîne d'amplification qui produit ce gain en puissance de 1 000 000. Elle est composée d'un amplificateur de microphone dont le gain est de 31,2, d'un préamplificateur qui multiplie par 1585, suivi d'un amplificateur de puissance qui multiplie par 19,95.



Le produit de ces trois gains donne bien 1 000 000, mais les nombres sont loin d'être faciles à manipuler. Ce qui distingue l'homme de l'animal, c'est la paresse. C'est la paresse qui incite l'homme à s'inventer des outils pour économiser sa peine. Ainsi a-t-on inventé le décibel, qui permet de remplacer les multiplications successives par une simple addition. Les 60 dB correspondant au gain de 1 000 000 sont le résultat de l'addition des gains de 15 dB, 32 dB et 13 dB.

Continuons les calculs : nous ajoutons un étage amplificateur de puissance avec les haut-parleurs ad hoc. La puissance de sortie passe de 10 à 20 W.



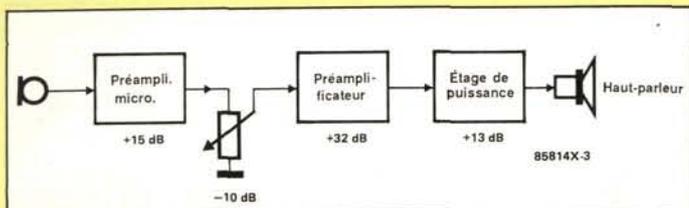
Reportons-nous au **tableau 1** pour constater que ce doublement de la puissance ne représente que...3 dB. Les dix premiers watts seraient notés 60 dB, et les dix suivants 3 dB seulement ? Eh bien oui, le gain total est de 63 dB, ou un rapport de 2 000 000. Si nous ajoutons un amplificateur de 20 W ou deux de 10 W, le gain passera à 66 dB.

Tableau 1

dB	rapport de puissances	rapport de tensions
0	1,000	1,000
0,5	1,122	1,059
1,0	1,259	1,122
2,0	1,585	1,259
2,5	1,778	1,334
3,0	1,995	1,413
3,5	2,239	1,496
4,0	2,512	1,585
4,5	2,818	1,679
5,0	3,162	1,778
6,0	3,981	1,995
7,0	5,012	2,239
8,0	6,310	2,512
9,0	7,943	2,818
10	10,00	3,162
11	12,59	3,548
12	15,85	3,981
13	19,95	4,467
14	25,12	5,012
15	31,62	5,623
16	39,81	6,310
17	50,12	7,079
18	63,10	7,943
19	79,43	8,913
20	100,00	10,00
30	1 000	31,62
40	10 <sup>4</sup>	100,0
50	10 <sup>5</sup>	316,2
60	10 <sup>6</sup>	1000
70	10 <sup>7</sup>	3162
80	10 <sup>8</sup>	10 <sup>4</sup>
90	10 <sup>9</sup>	3162 × 10 <sup>4</sup>
100	10 <sup>10</sup>	10 <sup>5</sup>

La notation en décibels paraît irréaliste au vu de ces exemples. Elle est très réaliste au contraire, car notre perception des sons obéit à la même loi logarithmique que les décibels. Nous percevons le passage de 20 W à 40 W comme nous avons perçu le passage de 10 W à 20 W. Pour donner la même sensation d'augmentation il faudrait 3 dB supplémentaires, soit un passage de 40 W à 80 W (peu importe que la puissance soit répartie entre huit amplificateurs ou délivrée par un seul de 80 W). Passer de 80 à 90 W, soit augmenter la puissance de 12,5%, ou la multiplier par 1,125, ne représente que 0,5 dB. C'est très peu en chiffres et c'est aussi très peu pour l'oreille.

Jusqu'à présent, nous n'avons considéré que des amplifications. Or les affaiblissements sont au moins aussi fréquents en électronique que les amplifications. Notre amplificateur de 10 W ne délivre pas toute sa puissance en permanence, il est doté d'un potentiomètre qui permet de réaler le volume.



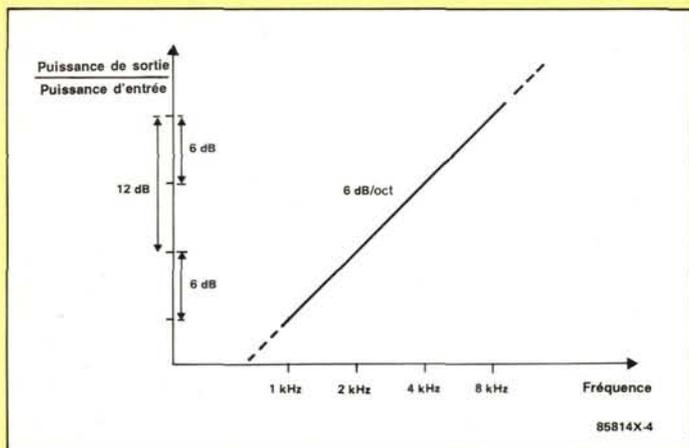
Supposons la commande de volume réglée pour que l'amplificateur donne 1 W en sortie. Le potentiomètre introduit un affaiblissement de rapport 10, ou multiplie la puissance par 0,1. Or le tableau ne contient pas de valeurs inférieures à 1. Ce n'est pas un oubli : les affaiblissements sont notés par un nombre **néga**tif de décibels. Le gain du potentiomètre (on continue à parler de gain) est de - 10 dB.

Le gain de l'installation est maintenant de :

amplificateur de microphone		15 dB
potentiomètre	-	10 dB
préamplificateur	+	32 dB
amplificateur de puissance	+	13 dB
gain total		50 dB

Les rapports entre les tensions s'expriment aussi en décibels. Un doublement de tension correspond à un gain de 6 dB. Pourquoi 6 au lieu de 3 pour les puissances ? Supposons que la tension soit appliquée à une résistance. Le doublement de la tension provoque un doublement de l'intensité. Comme la puissance est égale au produit de la résistance (inchangée) par le **car**ré de l'intensité, cette puissance est bien multipliée par 4, soit un rapport de 6 dB. Notez bien que ceci n'est valable que si la résistance est identique. Prenons le cas d'un transistor en collecteur commun : il n'apporte aucune amplification de tension, son gain en tension est de 0 dB. Est-ce à dire qu'il n'y a aucun gain de puissance ? Que non ! L'impédance d'entrée est plusieurs dizaines (voire plusieurs centaines) de fois supérieure à celle de sortie (en fonction du gain en courant du transistor), le courant de sortie est donc, pour la même tension, plusieurs dizaines ou plusieurs centaines de fois plus intense que le courant d'entrée. Un transistor de gain 400 aurait un gain en puissance de 26 dB. Le rapport 400 ne figure pas dans le tableau et il faut donc faire un peu de calcul mental ; des additions, rassurez-vous. Il faut multiplier 100 par 4 pour obtenir 400. Les valeurs en décibels pour 100 et 4 sont 20 et 6, donc un gain de 400 est noté 20 + 6 = 26 dB. Le résultat serait le même en calculant 400 = 20 x 20, pour un gain de 13 dB + 13 dB = 26 dB.

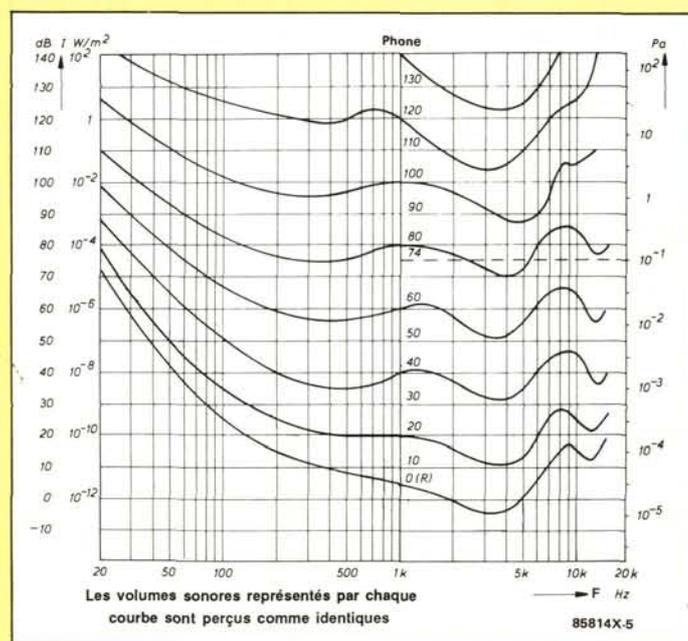
Le décibel, que nous venons de définir comme l'expression d'un rapport entre deux grandeurs, est utilisé aussi comme unité de mesure. Lorsqu'il s'agissait de caractériser un filtre, nous disions qu'il avait une pente de 6 dB par octave. Cela signifiait que pour un doublement de la fréquence, la tension était doublée ou divisée par deux.



La grandeur de référence, le dénominateur du rapport, était variable, il s'agissait de la tension d'entrée. Si la grandeur de référence est fixe, le rapport peut devenir une mesure, et le décibel une unité de mesure. C'est le

cas pour les niveaux de pression acoustique, tels qu'ils sont indiqués par exemple sur les haut-parleurs. La valeur de référence est de 20  $\mu\text{N/m}^2$  (micronewton par mètre carré). Un haut-parleur caractérisé par une pression acoustique de 90 dB (ou dB(A) pour acoustique) produit 31 620 fois la pression de référence. Les conditions de mesure sont fixées ainsi par définition : distance égale à 1 m et puissance électrique de 1 W appliquée au haut-parleur.

Le décibel est utilisé aussi pour exprimer la dynamique des magnétophones à cassettes. La dynamique est le rapport entre le niveau sonore le plus élevé que l'appareil peut reproduire sans saturation et le plus faible que l'on peut encore distinguer du bruit ou souffle. Un magnétophone convenable doit avoir une dynamique de 60 dB au minimum. Si la tension de sortie maximale est de 1 V, la tension minimale doit être de 1 mV (voir le tableau). Encore faut-il tenir compte du fait que l'oreille ne perçoit pas toutes les fréquences avec la même intensité. Les mesures de dynamique sont donc pondérées selon une courbe dite physiologique. Les valeurs obtenues ainsi sont plus flatteuses pour le matériel et en même temps plus réalistes.



Les signes qui suivent le "dB" sont très importants, car ils indiquent quelle est la valeur de référence de la mesure :

- le **dB $\mu$**  (décibel-microvolt) est utilisé pour caractériser les antennes par rapport à une tension de 1  $\mu\text{V}$  appliquée à une charge de 75  $\Omega$ . Il faut ajouter environ 1 dB pour des installations d'impédance caractéristique 52  $\Omega$  ou 60  $\Omega$  ; une même tension appliquée à une résistance inférieure produit plus de puissance puisque le courant est plus intense.

- le **dBm** (décibel-milliwatt), utilisé en téléphonie, sert à mesurer la puissance par rapport à une puissance de référence de 1 mW sur une charge de 600  $\Omega$ .

Nous finirons par deux petites gâteries pour les matheux :

La formule de calcul du rapport en décibels de deux tensions

$$20 \log \frac{U}{U_0}$$

et celle du calcul du rapport de deux puissances

$$10 \log \frac{P}{P_0}$$

Rompez.

# Le dessin et la reproduction des circuits imprimés

## Du schéma au cuivre

La transposition d'un schéma électronique sur le cuivre d'un circuit imprimé n'est pas immédiate. La première étape consiste à **dessiner** les pastilles qui recevront les broches des composants et les pistes qui relieront les pastilles. Il s'agit de la conception du circuit. Le dessin terminé et vérifié, il reste à transformer l'encre en cuivre, à **graver** le circuit. La matière première est un isolant (bakélite ou verre époxy) recouvert sur toute sa surface d'une feuille de cuivre de 35 microns (millièmes de millimètre) d'épaisseur.

L'opération de **gravure** a pour but de débarrasser la plaque d'isolant du cuivre inutile : celui qui n'est utilisé ni pour les pastilles ni pour les pistes. Elle peut se faire mécaniquement, à la fraise ou au couteau, mais la méthode la plus courante est la gravure chimique. Le cuivre est attaqué par un acide et dissous sous la forme d'un sel. Les zones qui ont été protégées de l'acide restent et constituent le circuit.

Les fabricants industriels de circuits imprimés disposent de méthodes différentes, selon les quantités envisagées, pour déposer sur le cuivre la **réserve** qui empêche l'agent de gravure de l'atteindre. Pour des quantités faibles ou moyennes, on utilise du cuivre **présensibilisé** ; il est recouvert d'une couche de résine sensible à la lumière ultra-violette, qui permet le report photographique du tracé. Il n'est pas rationnel, cepen-

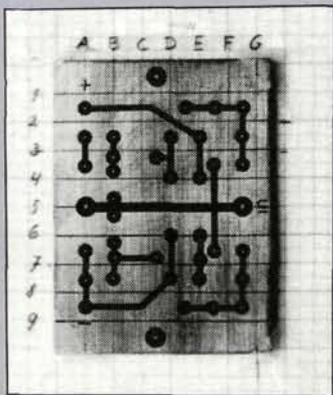


Figure 1 - Le dessin du circuit pour la gravure directe. Attention, les composants sont vus par-dessous et les erreurs sont fréquentes.

dant, de ne conserver que 10 à 15% de la résine et de dissoudre le reste dans le révélateur. C'est pourquoi on a mis au point des méthodes d'**impression**, dans lesquelles la réserve est apportée seulement aux endroits où elle est utile. Il s'agit véritablement d'une impression, en *offset* ou en sérigraphie, où le papier est remplacé par l'isolant cuivré et où l'encre résiste aux acides.

Pour nos fabrications à la pièce ou en petite quantité, nous n'aurons pas recours à la sérigraphie, mais aux procédés photographiques, voire à la gravure directe.

Reprenons par le début : la conception du tracé.

### La conception

Notre problème est résolu si le tracé du circuit qui

vous intéresse est publié dans ces pages et qu'il vous suffit de le copier, à la main ou par une méthode photographique. Comme ce n'est pas toujours le cas, si vous voulez produire plusieurs exemplaires d'un montage ou que vous ne vouliez pas le réaliser sur une platine d'expérimentation, il va falloir retrousser vos manches. Rassurez-vous, ce n'est pas hors de votre portée ; la preuve en est que nous y arrivons. Ne soyez pas non plus trop ambitieux : il vaut mieux commencer par un circuit simple que par un micro-ordinateur. Attaquez-vous donc pour vos débuts à un circuit à un seul transistor, continuez par un circuit à deux ou plusieurs transistors, avant d'implanter des schémas à circuits intégrés.

### Le projet

La méthode qui consiste à déposer des pastilles au

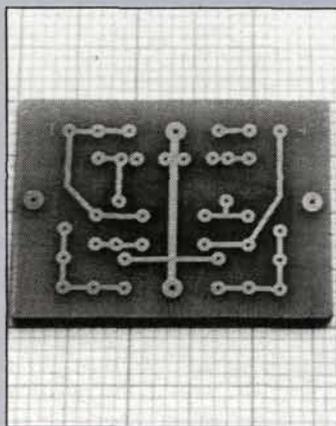


Figure 2 - Le résultat à tout de l'oeuvre d'art, et il est unique. En effet, il est quasiment impossible de refaire exactement le même circuit en gravure directe.

petit bonheur et à les relier par des rubans ou des traits d'encre de Chine n'est pas la bonne. Vous commencerez donc par dessiner votre projet au crayon sur un papier quadrillé, au pas de 5 mm ou mieux de 2,54 (1/10 de pouce). Comme vous aurez inévitablement à déplacer ou les composants, ou les pistes, ou les deux, dessinez les composants sur une feuille et les pistes sur une autre, en calque sans quadrillage, fixée à la première par une charnière en ruban adhésif. Vous pourrez ainsi modifier un tracé de piste sans effacer le dessin des composants, ou déplacer un composant sans effacer toutes les pistes.

Pour commencer, disposez les composants comme sur le schéma, en donnant aux résistances un entraxe constant (par exemple 4 pas de 2,54 mm). Déplacez ensuite les composants qui vous obligent à prévoir des ponts de fil. Vous constaterez avec l'expérience que ce sont les composants eux-mêmes qui font les meilleurs ponts. Resserrez ensuite ce que vous pouvez, afin de faire « rentrer » votre projet dans le format prévu. Lorsque tout est dessiné et vérifié, pas avant, vous pouvez passer au tracé définitif du circuit. La vérification doit se faire à l'envers : prenez un point de votre projet au hasard, suivez la connexion et repassez-la au crayon de couleur, repassez en même temps le trait du schéma qui symbolise cette connexion. Vous trouverez ainsi facilement les

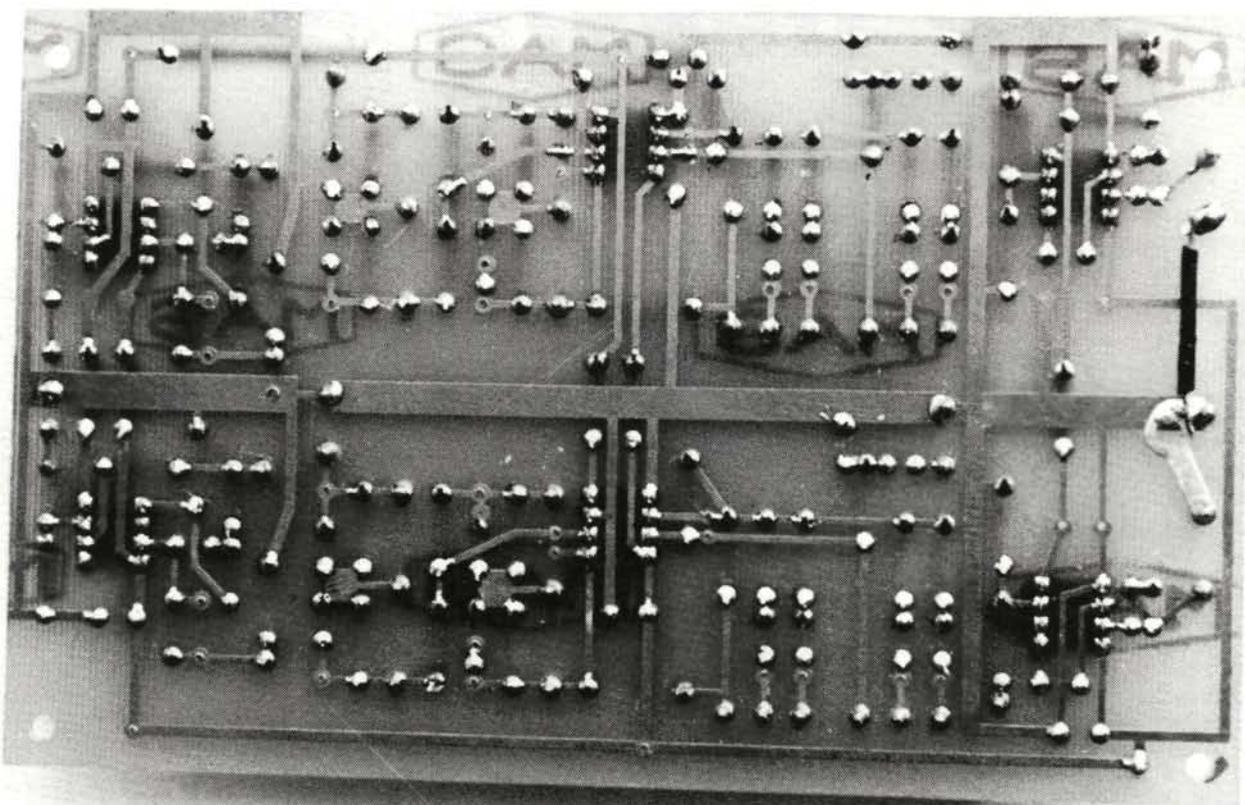


Figure 3 - Un travail de bénédictin que la réalisation d'un circuit un peu grand en gravure directe. Mais quelle joie quand c'est fini !

connexions établies deux fois ou les connexions manquantes, ou les court-circuits, ou les inversions entre collecteur et émetteur...toutes les petites erreurs qui agrémentent les premiers dessins de circuit.

#### Passer directement du projet au circuit

La méthode la plus directe pour passer de votre projet au circuit imprimé est précisément...la **gravure directe**. Nous allons glisser rapidement sur le sujet. Cette méthode consiste à tracer plus ou moins précisément à la pointe sèche un quadrillage sur le cuivre, à y décalquer des pastilles selon le projet pré-établi, puis à dessiner les pistes avec un feutre spécial dont l'encre résiste à l'agent de gravure. Inutile de dire qu'il faut un bon coup de pinceau pour obtenir un tracé net et que les corrections éventuelles ne sont pas faciles. Il faut que le cuivre soit bien dégraissé à la poudre à récurer ou à la gomme abrasive, ce qui risque de provoquer de nombreuses micro-coupures. De plus, le circuit obtenu est unique, et vous devez tout recommencer si vous en

voulez un deuxième ou si vous devez le modifier. Bon courage !

#### Le tracé définitif

Il vous faut tout d'abord une grille au pas de 2,54 mm. Cette dimension correspond au dixième de pouce, c'est le pas standard des circuits intégrés, des transistors, des afficheurs, etc. Prenez garde aux transformateurs pour circuit imprimé, dont les picots sont implantés au pas de 2,5 ou 5 mm. En règle générale, il vaut mieux avoir les composants sous la main avant de passer au tracé. Cette grille peut servir de support et recevoir le tracé proprement dit, auquel cas vous devrez la remplacer pour chaque nouveau projet ; ou bien elle servira simplement de guide et sera réutilisée autant de fois que vous le voudrez. C'est cette façon de faire qui est la plus recommandée, elle nécessite une table lumineuse, même rudimentaire. Fixez la grille sur la table lumineuse, superposez-lui un support à dessin transparent et fixez-le par quelques bandes de ruban adhésif. Un bête calque végétal n'est pas un support à dessin digne de ce nom,

quoiqu'on vous en dise par ailleurs. Un bon support à dessin est en **polyester** ; il s'agit d'une matière plastique indéchirable, dont l'épaisseur est constante, qui n'a pas de grain contrairement au papier calque— et dont les dimensions restent stables indépendamment de l'humidité. On trouve dans les papeteries des films de polyester mat (dépoli) destinés aux tables traçantes ou aux bureaux de dessin de bâtiment ou de mécanique ; on trouve des films en polyester clair (lisse) sous le nom de support de montage dans les imprimeries ; il n'y a guère que dans les écoles qu'on dessine des circuits imprimés sur du calque végétal. Fermons la parenthèse. Cette première feuille recevra les pastilles et rien d'autre. Les pastilles seront collées très exactement au pas de la grille. Si vous avez à les déplacer, plutôt que de gratter au « cutter », utilisez un morceau de ruban adhésif qui emportera la pastille sans détériorer le support et vous permettra même de la réutiliser. Vous allez donc reporter une à une toutes les pastilles correspondant aux composants de votre première

feuille de papier.

Une deuxième feuille de film polyester, fixée comme précédemment par une charnière de ruban adhésif, recevra le dessin des pistes, et rien d'autre, conformément à votre deuxième feuille de calque. Vous constatez que vous pouvez couper les rubans qui constituent les pistes sans blesser les pastilles auxquelles elles aboutissent. Vous serez aussi fort satisfaits de la méthode quand vous aurez à déplacer une résistance ou un condensateur d'un demi-pas pour pouvoir passer une « ficelle » de plus. Vous pourrez le faire sans rien casser d'autre.

#### Le matériel

Le petit matériel nécessaire se limite à des bandes de pastilles à transférer, de différents diamètres selon les composants à raccorder ; des rubans de différentes largeurs, de 0,8 à 3 mm selon la fonction des pistes —alimentation ou signal— et le courant qu'elles doivent véhiculer ; un couteau spécial comme en fournissent les fabricants de pastilles et rubans. Comme les lames s'émeussent vite, qu'il faut

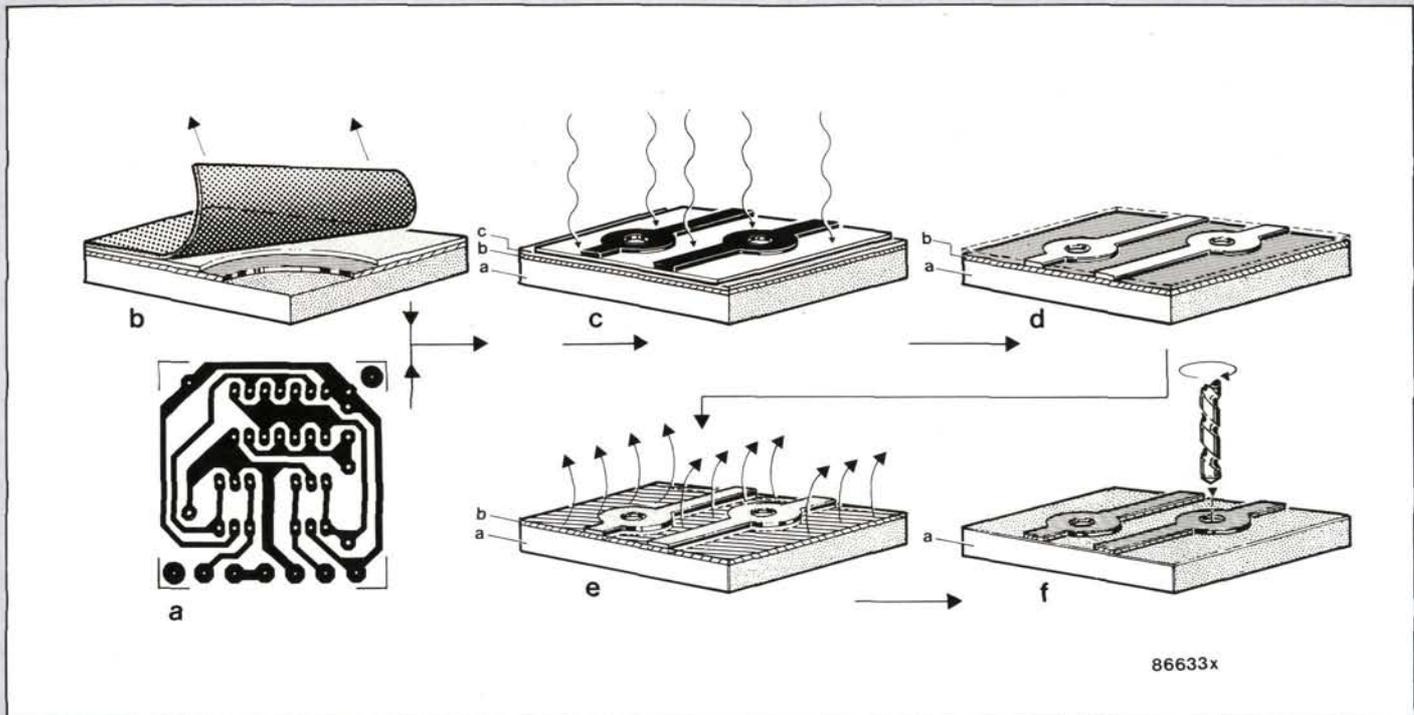


Figure 4 - Schéma d'une alimentation séparée, convenant au circuit de sonnerie « lumineuse » pour téléphone, en lieu et place d'une pile qui ne tiendrait pas le coup bien longtemps. Pour simplifier les choses, on peut également faire appel à un bloc d'alimentation tout fait.

les changer souvent, et qu'elles coûtent cher, essayez d'utiliser les fragments (neufs) des lames de cutter sécables ; voilà des économies qui ne compromettent pas la qualité du travail ! (Bon, ne parlons plus du calque.)

nombreux exemplaires de votre circuit, il est plus prudent de copier votre typon sur un support photographique comme du film argentique (film au trait de photogravure) ou du film diazo (exposition aux ultra-violetts).

débarrasser votre film des restes de colle vous pouvez utiliser une gomme plastique ordinaire ou du ruban adhésif.

feuille de cuivre est recouverte d'une couche de résine sensible aux rayons ultra-violetts. Le fonctionnement photographique de la couche est dit « auto-positif » : les zones qui ont reçu la lumière disparaissent lors du développe-

### La reproduction

Nous voici en possession d'un **typon**. C'est le terme générique qui désigne tout original destiné à être reproduit par voie photographique. Notre typon est composé de deux feuilles de film, l'une portant les pastilles, l'autre les pistes. Si vous devez faire de

Il est évident que la qualité du typon détermine la qualité de votre circuit imprimé ; elle détermine aussi la difficulté du travail. Si votre film présente un fond maculé de taches de colle (celle que laissent les rubans quand on les déplace), vous risquez des courts-circuits, spécialement aux endroits où les pistes sont proches. Pour

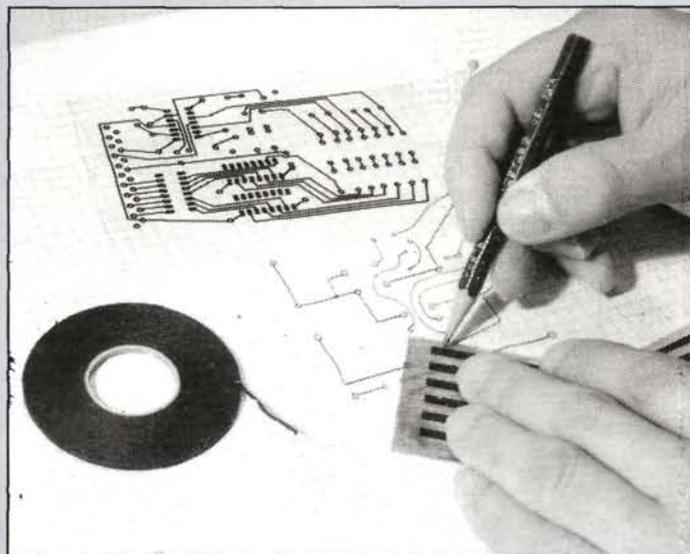


Figure 5 - Les symboles à transférer et les rubans de largeur fixe et connue sont indispensables pour obtenir un résultat impeccable.

# Selectronic

BP 513 59022 LILLE - Tél : 20.52.98.52

NOUVEAUTÉS 30

ALIM DE LABO  
+ 5 ALIM FIXES  
+ GÉNÉ BF  
+ VOLTMÈTRE NUM.

UNILAB

EXCLUSIVITÉ  
SELECTRONIC

FREQUENCEMÈTRE MINIATURE DE TABLEAU 20 MHz  
A CHANGEMENT DE GAMME AUTOMATIQUE



Une exclusivité SELECTRONIC (Décrit dans EP n°121)  
Mini-frequencemètre en kit, de hautes performances prévu pour s'intégrer facilement dans un appareil existant ou dans un boîtier de petites dimensions.  
- Entrée : signaux logiques - 5 gammes 2 kHz, 20 kHz, 2 MHz, 20 MHz  
- changement de gammes automatique - base de temps pilotée par quartz  
- 3 1/2 digits hauteur 13mm - indication : kHz et MHz - encombrement : 97 x 38 x 40 - alimentation à prévoir : 5 V/170 mA  
Le kit complet avec enjoliveur pour face avant, circuits imprimés à trous métallisés, etc. (sans tolérances) . . . . . 101.8230 . . . . . 450,00 F

BAROMETRE ANALOGIQUE



Ce kit est un module électronique de précision qui donne la pression atmosphérique sur un galvanomètre. Fourni avec échelle illustrée. Alimentation : Pile 9 V  
Le kit complet : . . . . . 101.9260 . . . . . 399,00 F

Ce petit appareil rendra les plus grands services de par sa polyvalence à tous les amateurs, dépanneurs, étudiants, etc. Il intègre : - une alimentation régulée variable de 0 à 30 V/1,5 A. - 5 sources de tension fixe : +5V/3A, +12V/1,5A, +15V/1,5A, -12V/1,5A, -15V/1,5A. - 1 générateur de signaux carrés à 11 fréquences fixes - Sortie : Niveau TTL ajustable programmable. Le tout présenté dans un coffret ESM EC 24/08 avec face avant percée et sérigraphiée. Le kit complet : 101.9003 . . . . . 950,00 F seulement



ment, celles qui ne l'ont pas reçue restent et reproduisent le tracé. Le noir est rendu par un noir et le transparent par rien.

Il est possible aussi d'enduire des plaques soi-même. Utilisez pour cela des aérosols disponibles chez les revendeurs de composants. Les résultats seront évidemment moins bons que dans le cas de circuits présensibilisés ; l'épaisseur de la couche -et donc sa sensibilité- sera variable. Les ennuis naîtront du manque d'uniformité.

#### Le matériel

L'idéal est un châssis à dépression équipé de tubes spéciaux. La couche de résine est sensible principalement dans le proche ultra-violet. Les tubes spéciaux émettent leur maximum de rayonnement dans cette bande de longueur d'onde. À défaut de tube spécial, une lampe à bronzer peut convenir, mais avec de gros inconvénients. Le principal de ces inconvénients est l'obligation de prolonger les temps d'exposition. Les temps d'exposition trop longs provoquent une diffusion de la lumière dans l'épaisseur de la couche sensible et une perte de netteté des bords, voire un rétrécissement des pistes.

À défaut de châssis à dépression, une pression par coussin de mousse convient. Là encore, les con-

séquences d'une surexposition sont graves : la diffusion de la lumière entre les surfaces est plus importante avec un simple coussin qu'avec le châssis à dépression, qui permet d'obtenir un contact parfait ou presque des surfaces entre elles.

Les plaques une fois insolées, il suffit d'une cuvette pour les développer, et d'eau courante pour les rincer.

#### L'insolation

Votre typon correctement plaqué contre la surface sensible, il reste à déterminer le temps d'exposition optimal. Vous procéderez par essais successifs avec le même typon, en veillant

à développer toujours le même temps, pour que les comparaisons soient significatives.

#### Le développement

Le temps de développement est indiqué par le fabricant de la couche et du révélateur ; il dépend de la température de travail et vous devrez la maintenir aussi constante que possible. Les résultats peuvent être bons aussi dans d'autres produits que le révélateur prescrit par le fabricant, mais ils sont difficilement reproductibles. La potasse ou la soude caustiques conviennent comme dépannage, mais vous n'obtiendrez de résultats constants que si le do-

sage est constant et le produit pur ou presque.

La couche sensible, à peine colorée à l'origine, prend une teinte verte ou bleu-violet prononcée au fur et à mesure que le développement s'opère. Simultanément, les zones insolées sont dissoutes dans le révélateur et disparaissent. La bain doit être agité constamment par des mouvements de la cuvette. En règle générale, le développement est terminé au bout d'une minute. Au-delà de ce temps, les zones non-insolées commencent à être attaquées et la résistance des pistes à la morsure diminue.

Le rinçage qui suit le développement a pour but de débarrasser la couche de toute trace de révélateur. S'il en subsistait, il risquerait de continuer d'attaquer le tracé et il polluerait le bain de gravure. Après le rinçage, le cuivre doit apparaître parfaitement brillant. Si ce n'est pas le cas, c'est qu'il reste un voile de résine photosensible, qui va retarder et rendre irrégulière l'attaque par l'acide. Rien n'est perdu : vous pouvez replonger la plaque dans le révélateur pour finir le développement. Si le développement était terminé, vous devez conclure à une sous-exposition et faire un nouvel essai, en multipliant le temps d'insolation par 1,5 ou 2.

86633

#### La gravure

Il est temps de ranger nos outils car la nuit tombe vite en cette saison. Rendez-vous donc au mois prochain pour la gravure, qui est un gros morceau aussi.

