



(5<sup>ème</sup> partie)

## PETITE HISTOIRE DU TELEPHONE

### Les demoiselles du téléphone

Le succès du téléphone ne va pas sans poser quelques problèmes aux heureux possesseurs de ce nouvel outil de communication. Le réseau qui se tisse dans les grandes agglomérations devenant de plus en plus fourni, il est impératif de développer les systèmes de liaison autres que manuels.

La première étape de la rationalisation des communications consiste à remplacer le nom de chaque abonné par un simple numéro. Ce procédé suscite à ses débuts quelques critiques acerbes de la part de certains journalistes, qui s'expriment sans détour sur la manière dont ils considèrent la chose, comme ce chroniqueur du "Le Parisien de Paris" : *De par le bon plaisir de M. le Ministre des Postes et Télégraphes et en dépit de l'état civil, nous ne nous appellerons plus Pierre, Paul ou Jean, mais le 100, le 22 ou le 366. Nous serons bientôt numérotés comme les moutons du Berry, les fiacres parisiens et les forçats.*

Quelques années plus tard, ce principe est entré dans les mœurs comme le souligne cet article de la Vie illustrée (avril 1900) : *Il y a, actuellement, à Paris, environ 23000 abonnés, qui sont*



suite p 24



## LE COIN DE LA MESURE

### Les transistors à effet de champ

Après quelques rappels concernant le fonctionnement de ces transistors, nous vous proposerons de réaliser un montage permettant de relever les caractéristiques principales de ce type de transistor.

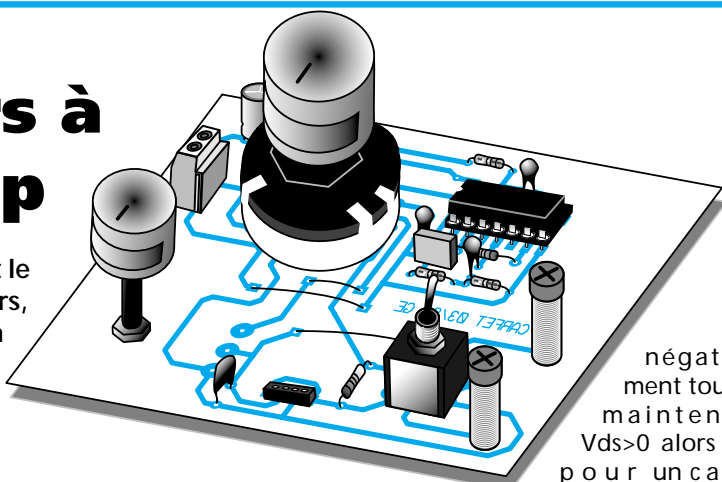
#### ■ Constitution physique

Comme pour les transistors bipolaires, il existe 2 types de transistors à effet de champ, ceux dits à canal N et ceux à canal P. Comme les résultats se transposent facilement d'un type à l'autre, nous parlerons principalement des transistors canal N car le remplacement d'un transistor canal N par un canal P nécessite simplement de modifier les polarités appliquées aux électrodes.

La figure 1 montre la coupe d'un

transistor FET de type N. Le canal est en fait la zone de semi-conducteur de type N dont les extrémités sont reliées aux électrodes appelées DRAIN et SOURCE. La zone centrale de type P est reliée à l'électrode appelée GRILLE ou GATE.

L'ensemble repose sur un substrat de type P qui est généralement relié à la grille. Pour un FET de type P, les dopages des différentes zones sont opposés. En fonctionnement normal, la jonction grille source est polarisée en inverse. Pour un canal N la tension  $V_{gs}$  doit être polarisée



negativement tout en maintenant  $V_{ds} > 0$  alors que pour un canal P on a  $V_{gs} > 0$  et  $V_{ds} < 0$ . Ces polarités sont rappelées (sous forme de générateurs continus) à la figure 2. Cette même figure montre le symbole utilisé pour ce type de transistor. On remarquera que la flèche de la grille change de sens entre le canal N et le canal P. Du fait de sa structure, Drain et Source d'un transistor FET jouent des rôles presque identiques et certains FET supportent l'inversion de ces électrodes sans que les performances du montage s'en ressentent.

N°5 SEPTEMBRE 1998  
NOUVELLE SÉRIE

## SOMMAIRE

- 1 - PETITE HISTOIRE DU TÉLÉPHONE
- 2 - LE COIN DE LA MESURE  
LES TRANSISTORS A EFFET DE CHAMP
- 4 - QU'EST-CE QUE C'EST ?  
COMMENT ÇA MARCHE ?  
LE COURRIER ÉLECTRONIQUE
- 6 - CONSTRUIRE UN MINI-LABO  
GÉNÉRATEUR DE FONCTIONS
- 8 - UN DÉTECTEUR DE CHOCS
- 10 - DÉCOUVREZ L'ANGLAIS  
TECHNIQUE  
LE FILTRE PASSE-BAS
- 12 - COMMENT CALCULER  
SES MONTAGES ?
- 14 - SIRENE A EFFET SPATIAL
- 15 - TECHNOLOGIE  
LES DISSIPATEURS
- 16 - GÉNÉRATION INTERNET
- 17 - FLASH AUXILIAIRE
- 18 - TESTEUR DE CONTINUITÉ
- 19 - INITIATION A LA ROBOTIQUE  
FEUX DE SIGNALISATION
- 22 - J'EXPÉRIMENTE  
UN MICROPHONE A CHARBON

## Génération ELECTRONIQUE

PROJETS, INITIATION, ENSEIGNEMENT

PUBLICATIONS GEORGES VENTILLARD  
S.A au capital de 5 160 000 F  
2 à 12 rue de Bellevue, 75019 PARIS  
Tél. : 01.44.84.84.84 - Fax : 01.42.41.89.40  
Télex : 220 409 F  
Principaux actionnaires :  
M. Jean-Pierre VENTILLARD  
Mme Paule VENTILLARD

Président du conseil d'administration  
Directeur de la Publication :  
Paule VENTILLARD  
Vice-président :  
Jean-Pierre VENTILLARD  
Directeur général adjoint  
Jean-Louis PARBOT  
Directeur de la rédaction  
Bernard FIGHIERA (84.65)

Comité pédagogique :  
G. Isabel, P. Rytter, F. Jongbloet,  
E. Félice, B. Andriot  
Maquette et illustrations :  
R. MARAI

Marketing :  
Corinne RILHAC (84.52)  
Ventes :  
Sylvain BERNARD (84.54)

Département publicité :  
2 à 12 rue de Bellevue, 75019 PARIS  
Tél. : 01.44.84.84.85 - CCP Paris 3793-60  
Directeur commercial  
Jean-Pierre REITER (84.87)  
Chef de publicité  
Pascal DECLERCK (84.92)  
Assisté de  
Karine JEUFFRAULT (84.57)

Abonnement  
Anne CORNET (85.16)  
Voir tarifs et conditions p.23  
Prix de vente au numéro : 20 F  
Commission paritaire N° 0699774699  
Membre inscrit à Diffusion Contrôle (OJD)

« Loi N° 49 956 du juillet 1949 sur les publications destinées à la jeunesse » mai 1998.

## Caractéristiques d'un transistor à effet de champ

La jonction grille/source étant polarisée en inverse dans un fonctionnement normal, le courant de grille  $I_g$  est très faible ( $10^{-9}$  à  $10^{-12}$  A) et peut être considéré comme nul ce qui correspond à une puissance de commande (côté entrée) quasiment nulle elle aussi. Les caractéristiques d'un FET sont parfaitement définies par les courbes  $I_d=f(V_{gs})$  tracées à  $V_{ds}$  constante et  $I_d=f(V_{ds})$  tracées pour différentes valeurs de la tension  $V_{gs}$  (figure 3). Pour relever ces courbes, on fait appel au montage de la figure 4 (polarités données pour un canal N). En étudiant ces courbes, on distingue différentes zones de fonctionnement. Pour la zone A (valeurs de  $V_{ds}$  faibles et inférieures à 1V sur cet exemple), si on s'intéresse pour commencer à la courbe tracée pour  $V_{gs}=0$ , on constate que le courant de drain  $I_d$  augmente proportionnellement à  $V_{ds}$ . Ce comportement est assimilable à celui d'une résistance qui n'est autre que celle du canal semi-

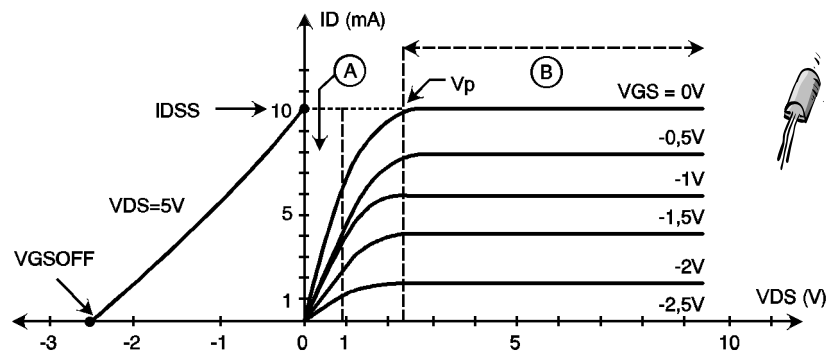


Fig 3 Caractéristiques  $I_D = f(V_{ds})$  et  $I_D = f(V_{gs})$  d'un FET canal N

En reprenant la courbe  $I_d=f(V_{ds})$  pour  $V_{gs}=0$ , on constate qu'en augmentant  $V_{ds}$ , le courant  $I_d$  ne lui est plus proportionnel. Ce phénomène est dû à l'établissement d'un gradient de potentiel le long du canal N qui polarise la jonction grille/canal de plus en plus négativement, ce qui a pour conséquence de réduire, là aussi, la largeur effectivement conductrice du canal. On dit que le canal se pince. L'augmentation de la tension  $V_{ds}$  devrait normalement entraîner une augmentation de  $I_d$ , mais comme le canal rétrécit, on aboutit à une sorte d'équilibre tel que  $I_d$  n'augmente plus (zone B dite de saturation). La valeur du courant de saturation dépend de la tension  $V_{gs}$  comme on peut le constater sur les courbes. Dans la zone B, le courant  $I_d$  ne dépendant pas de la tension  $V_{ds}$ , le FET se comporte comme un générateur de courant. La tension  $V_{ds}$  à partir de laquelle  $I_d$  n'augmente plus est appelée tension de pincement ( $V_p$ ). Elle est approximativement égale à  $V_{gsoff}$ . On note généralement  $I_{dss}$ , le plus grand courant  $I_d$  qui puisse circuler dans le transistor (pour  $V_{gs}=0$ ).

En résumé, on retiendra qu'un transistor FET se comporte comme une résistance variable commandée par  $V_{gs}$  pour des valeurs faibles de  $V_{ds}$ , qu'il fonctionne en régime saturé pour des valeurs de  $V_{ds} > V_p$  ( $\approx V_{gsoff}$ ) et que son blocage ( $I_d=0$ ) est obtenu pour  $|V_{gs}| > |V_{gsoff}|$ .

permettent de connaître son type (N ou P) et la place de sa grille. Sachant que le drain et la source

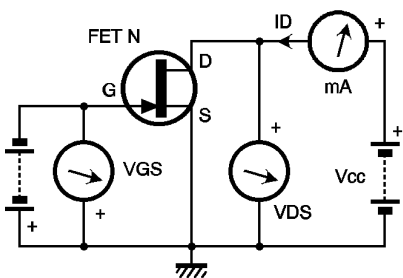


Fig 4 Montage permettant de relever les caractéristiques

sont reliés par un simple barreau de semi-conducteur de type N ou P, dont la résistance peut varier de

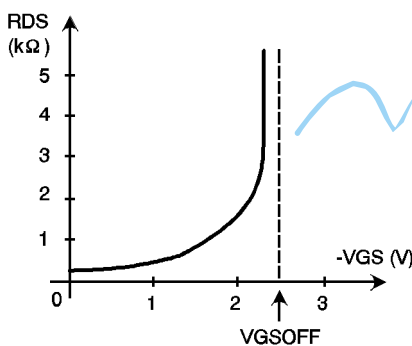


Fig 5 Variations de  $R_{ds} = f(V_{gs})$

quelques centaines d'ohms à quelques kΩ suivant le modèle, il suffit de rechercher à l'ohmmètre les 2 électrodes entre lesquelles le multimètre indique un tel comportement. L'inversion des 2 bornes du multimètre sur les 2 électrodes doit

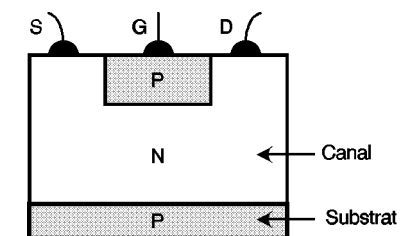


Fig 1 Coupe d'un FET canal N

conducteur de type N situé entre la source et le drain. Pour des valeurs de  $V_{gs}$  de plus en plus négatives et dans la même zone (A), la pente des droites  $I_d=f(V_{ds})$  diminue. Ce phénomène traduit le fait que la résistance du canal N situé entre drain et source augmente quand  $V_{gs}$  devient de plus en plus négative car cela entraîne la disparition progressive des porteurs de charges du canal N. Tout se passe en fait comme si l'on réduisait la largeur conductrice du canal quand  $V_{gs}$  devient de plus en plus négative ce qui en augmente la résistance. Quand on arrive à  $V_{gsoff}$ , le canal étant vidé de ses porteurs, plus aucun courant  $I_d$  ne peut passer du drain vers la source. Sur notre exemple,  $V_{gsoff}=-2,5V$ . La courbe de la figure 5 montre les variations de  $R_{ds}=U_{ds}/I_d$  en fonction de  $V_{gs}$ .

## Détermination des électrodes d'un FET

Quand le brochage d'un FET est inconnu ou si la forme du boîtier laisse subsister le doute (Figure 6), quelques tests simples avec un ohmmètre et un testeur de jonction

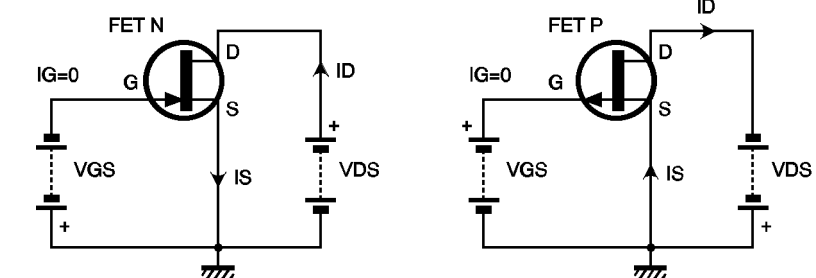


Fig 2 Polarisation d'un FET

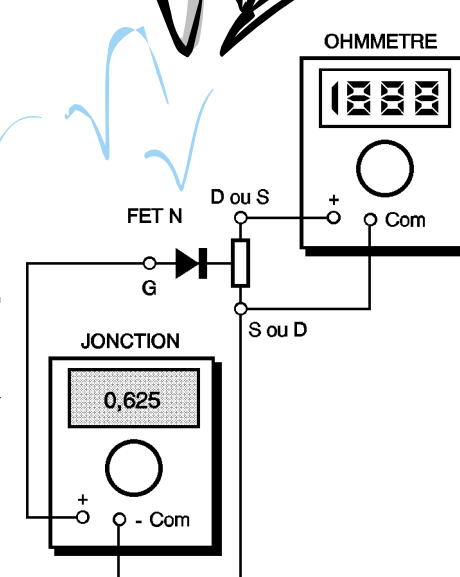


Fig 7 Détermination des électrodes

TO92 (Q)	TO92 (R)	TO92 (S)
TO18 (O)	TO220 (T)	4 PIN DIP (U)

Fig 6 Différents boîtiers de FET

donner la même valeur. Ce premier test permet de connaître la position des électrodes "drain et source" (donc aussi celle de la grille), mais ne fait pas la distinction entre drain et source.

Une fois ces 2 électrodes repérées, on dispose le testeur de jonction entre la troisième électrode (grille) et l'une quelconque des 2 premières (figure 7). Si le FET est un canal N, en appliquant le pôle positif du testeur sur la grille et le pôle négatif sur l'une quelconque des 2 autres électrodes, le testeur doit retrouver une indication proche de 0,6V. Si le FET est un canal P, l'affichage est 1. L'inversion des polarités du multimètre donne des informations opposées bien évidemment. Pour distinguer le drain de la source, il pourra être nécessaire de faire des essais sur le montage pour lequel on destine le FET, car les tests précédents ne permettent pas de faire la

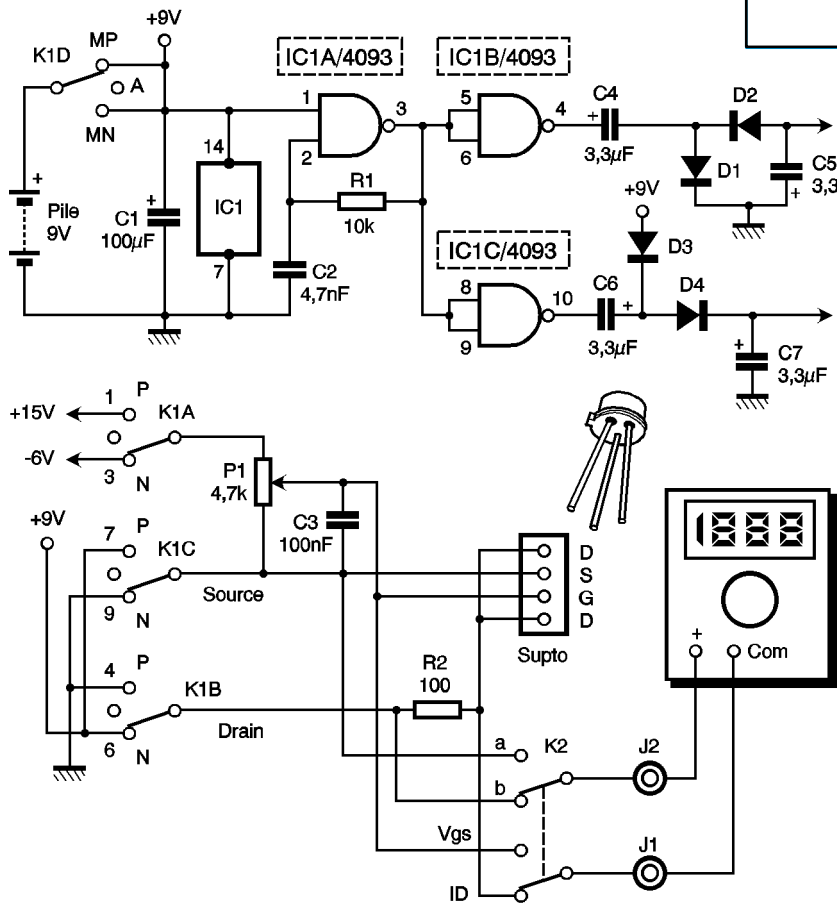


Fig 8 Montage permettant de relever les caractéristiques

différence. On peut aussi utiliser le montage que nous vous proposons de réaliser maintenant.

### Aide pratique au relevé de caractéristiques

Les caractéristiques des FET, comme

celles des transistors bipolaires, présentent souvent des dispersions qui peuvent être gênantes. Il peut donc s'avérer utile d'en relever les caractéristiques essentielles. Le montage de la figure 8 permet de relever la caractéristique  $I_d=f(V_{gs})$  pour  $V_{ds}$  proche de 9V, tant pour des FET canal N que canal P. Ces relevés permettent en particulier de connaître

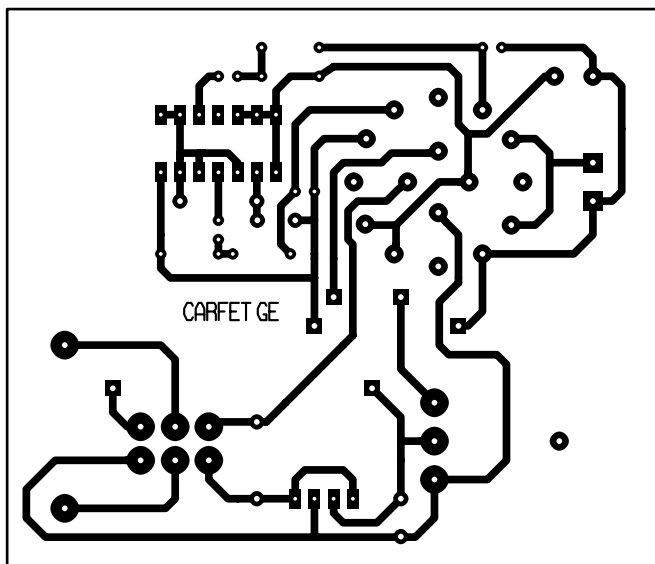


Fig 9 tracé du circuit imprimé

Impression

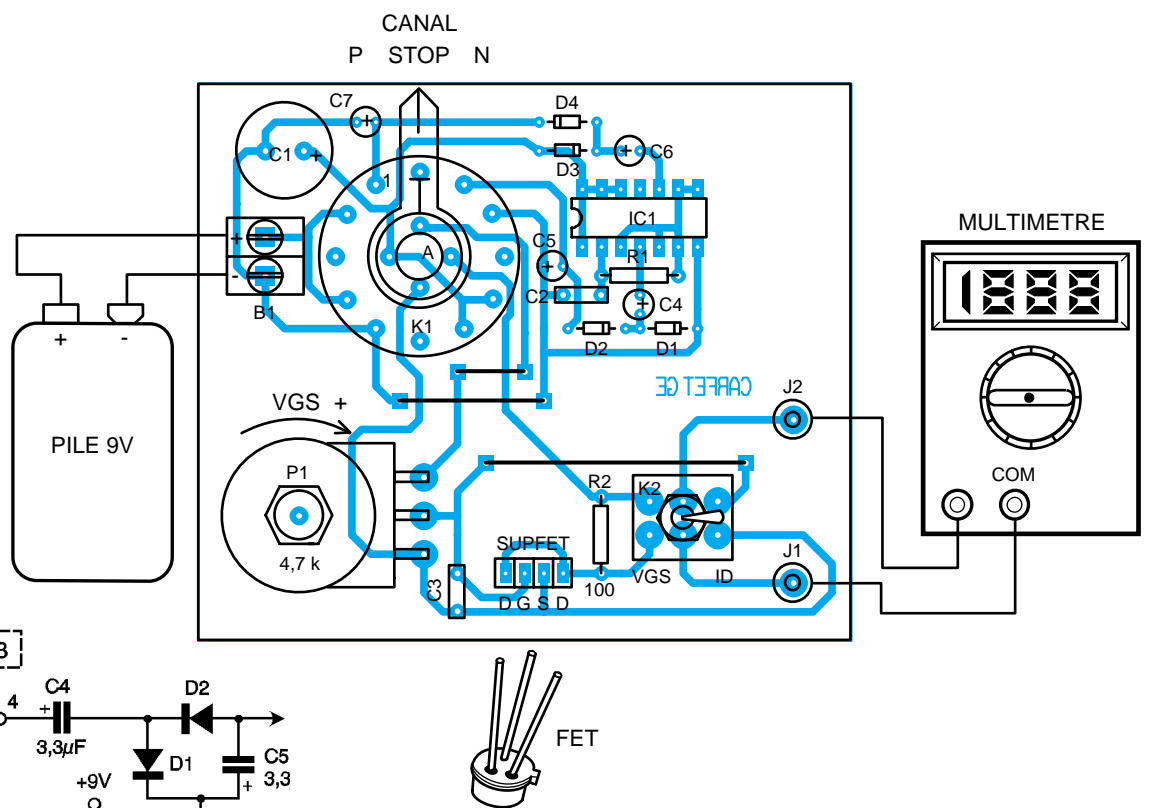


Fig 10 Implantation des éléments

avec précision la valeur de  $V_{gsoff}$  et celle de  $I_{dss}$  qui peuvent varier fortement (surtout pour les 2N3819) d'un échantillon à l'autre.

Le fonctionnement du montage proposé repose sur 2 pompes de charge bâties autour de IC1a, IC1b et IC1c, qui génèrent les tensions  $V_{gs}$  de polarité appropriée au type du transistor à l'essai que l'on sélectionne par le commutateur K1. Les tensions délivrées par les 2 pompes de charges (-6V pour les FET N et +15V pour les FET P) sont appliquées au potentiomètre P1 dont le réglage fait varier la polarisation de grille des FET. Il ne faut pas s'étonner que la tension utilisée pour les FET P atteigne 15V car en pratique, du fait du mode de polarisation de ces FET, la tension réellement appliquée à l'espace grille source n'atteint que +6V=15V-9V.

Sur la position "a", l'inverseur K2 applique la tension  $V_{gs}$  au multimètre, alors que sur la position "b" c'est l'image du courant  $I_d$ , par l'intermédiaire de la chute de tension dans  $R2=100\Omega$ , qu'il reçoit.

Sur cette position, la correspondance tension/courant  $I_d$  est 100mV→1mA.

La réalisation de ce montage s'appuie sur le circuit imprimé de la figure 9. L'implantation des composants se fera conformément au schéma d'implantation de la

figure 10. On veillera en particulier à respecter l'orientation des diodes et des condensateurs chimiques. Seul le potentiomètre est disposé côté cuivre.

Pour utiliser ce montage, raccorder une pile ou une alimentation de 9V au bornier B1, placer K1 en position centrale (arrêt), insérer le transistor sur le support, puis basculer K1 sur la fonction canal N ou P suivant le type du FET. Le multimètre (fonction voltmètre calibre 2V) étant placé dans les bornes J1 et J2, on peut mesurer  $I_{dss}$  (K2 sur b) en annulant  $V_{gs}$  (P1 tourné à fond dans le sens inverse des aiguilles d'une montre). Pour mesurer  $V_{gsoff}$ , on agit sur P1 jusqu'à ce que le multimètre indique 0mV (avec K2 toujours sur b). En basculant ensuite K2 sur la position "a", et en modifiant éventuellement le calibre du voltmètre on peut lire la valeur de  $V_{gsoff}$ . Le tracé complet de la caractéristique  $I_d=f(V_{gs})$  est tout à fait possible bien évidemment. Si un doute subsiste quant aux électrodes Drain et Source, si le transistor est destiné à un montage amplificateur, on choisit la configuration qui donne la caractéristique  $I_d=f(V_{gs})$  la plus verticale (grand gain).

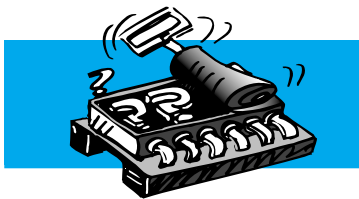
Nous verrons dans un prochain article comment exploiter ces caractéristiques.

F. JONGBLOET

### NOMENCLATURE

- R1 : 10 kΩ (marron, noir, orange)
- R2 : 100 Ω (marron, noir, marron)
- P1 : 4,7 kΩ potentiomètre linéaire
- C1 : 100 μF/16V chimique radial
- C2 : 4,7 nF/63V milfeuil
- C3 : 100 nF/63V milfeuil
- C4 à C7 : 3,3 μF/16V tantale goutte
- D1 à D4 : diodes 1N4148

- IC1 : CD 4093 4 NAND trigger CMOS
- K1 : commutateur pour C1 4 circuits 3 positions
- K2 : inverseur 2 circuits 2 positions
- B1 : bornier à souder 2 plots
- J1, J2 : bornes 2 mm pour châssis
- SUB FET : 4 plots de barrette sécable tulipe



# QU'EST-CE QUE C'EST ? COMMENT CA MARCHE ?

## Le courrier électronique

Le courrier électronique, ou e-Mail (electronic mail) constitue sans aucun doute l'outil le plus utile sur le réseau Internet. Il permet de joindre rapidement des correspondants, quelles que soient les distances ou l'heure, pour peu que l'on connaisse leur adresse.

### L'adresse électronique

Une adresse se compose de deux éléments accolés par le signe @, mis pour at en anglais (ce qui peut se traduire par 'localisé sur le fournisseur d'accès'). En effet, cette adresse est donnée en même temps que l'inscription à un compte Internet auprès du fournisseur d'accès. Sur la figure 1, l'adresse comporte un nom d'utilisateur 'nom' (que vous choisissez lorsque vous souscrivez l'abonnement), la localisation du fournisseur d'accès qui gère votre boîte aux lettres (worldnet dans ce cas) et



Adresse:  
nom@worldnet.fr

Écran 1

enfin le domaine (.fr pour signifier qu'il est en langue française). Traduite en clair, cette adresse devient 'Monsieur nom, sur le fournisseur d'accès worldnet, en France'. Il est important de noter que cette adresse ne comporte pas de majuscules. Les noms de domaine apportent une indication intéressante sur l'activité ou la nationalité de son correspondant.

### Quelques types d'activité :

- .com : entreprise commerciale,
- .edu : université ou éducation,
- .org : organismes à but non lucratif,
- .mil : organisme militaire,
- .net : hôte du réseau.

### Des pays :

- .fr : France,
  - .qc.ca : Québec, Canada,
  - .be : Belgique,
  - .uk : Grande Bretagne,
  - .de : Allemagne.
- Une fois votre adresse communiquée via l'assistant de connexion du logiciel de messagerie (nous utilisons



Écran 2

le logiciel Outlook Express, livré gratuitement avec Internet Explorer 4 qui est maintenant disponible dans l'ensemble des collèges reliés au Net), vous disposez d'une boîte aux lettres dont la gestion est assurée par votre fournisseur d'accès. Celle-ci est tout à fait indispensable afin d'offrir à vos destinataires la possibilité de répondre à vos courriers.

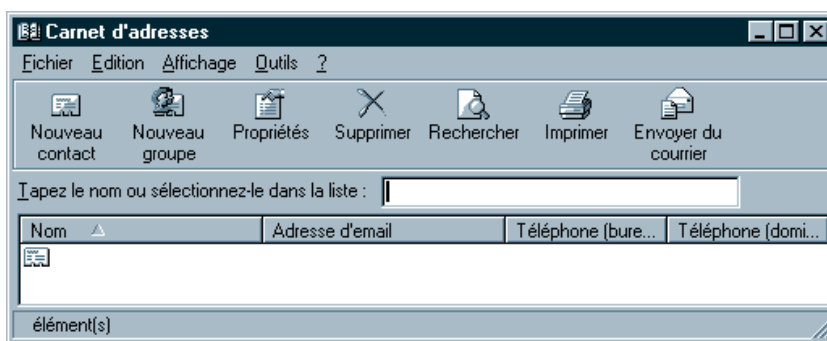
### Quelle adresse ?

Pour établir une correspondance, il est indispensable de connaître l'adresse de vos correspondants, tout comme pour le courrier classique. La première chose à faire consiste donc à remplir le carnet d'adresses électroniques, soit en demandant directement les adresses aux personnes que vous connaissez (le téléphone est donc toujours d'actualité), soit en effectuant une recherche dans les différents annuaires ou auprès des services d'échanges. Pour utiliser les répertoires, commencez par cliquer sur l'icône du logiciel de messagerie (écran 2), puis sur celle d'accès aux différents services (écran 3). Il vous suffit dès lors de choisir l'option 'Trouver des personnes' pour commencer la recherche dans les différents

Pour effectuer une recherche étendue dans divers répertoires.



Écran 3



Écran 4



annuaires proposés, sachant que cette liste n'est pas limitative (des annuaires spécialisés existent dans le domaine de l'éducation). Cette méthode n'est valable que si vous êtes sûr que l'organisme ou la personne cherché possède bien une adresse.

Plus généralement, les personnes que vous cherchez à contacter vous proposeront directement leur adresse. En effet, c'est au cours de la consultation des pages proposées par un site que s'impose la nécessité de conserver non seulement l'adresse, mais aussi l'e-Mail du ou des auteurs. Il vous suffira donc simplement de sélectionner l'adresse donnée pour l'inscrire directement dans votre carnet (écran 4).

### Mettre en place une correspondance

Une correspondance sur le Net peut s'avérer tout à fait enrichissante, que ce soit à titre individuel ou pour tout un groupe, comme une classe de technologie. Il est cependant nécessaire de se fixer un certain nombre de limites afin d'éviter les 'dérappages', en disposant un balisage temporel et des limites qui permettent d'évaluer ou de conclure ce type d'activité. Pour obtenir un dossier complet sur la correspondance scolaire, consultez le site canadien consacré au jumelage de correspondants à l'adresse suivante : [www.pomme.qc.ca/rb/defi.html](http://www.pomme.qc.ca/rb/defi.html). C'est en outre dans ce pays que vous aurez le plus de facilité pour com-

mencer une correspondance qui aille au-delà des frontières de l'hexagone. La raison en est que le Conseil de la science et de la technologie ayant dénoncé dès l'automne 1994 le retard pris par l'école québécoise dans le domaine des nouvelles technologies de l'information (NTI), une série de



Écran 5

consultations fut mise en place pour aboutir finalement à un plan d'action en juin 96, piloté par le Ministre de l'éducation. De fait, les moyens alliés aux compétences mises en oeuvre pour son organisation portent actuellement leurs fruits, avec cet avantage pour la communauté étudiante et enseignante francophone que ces réalisations sont ouvertes à tous. En vous connectant au site [www.cyberscol.qc.ca](http://www.cyberscol.qc.ca), vous aurez la possibilité de circuler dans les différents espaces de l'école 'cyber' canadienne, dont la place publique où se déroulent les échanges. De là, dirigez-vous vers les outils de recherche qui contiennent une rubrique relative au courrier électronique, intitulée 'jumelage scolaire' (écran 5). La page qui s'affiche alors contient différentes propositions de jumelage, ainsi que des accès aux sites relatifs à ce type d'activité (écran 6). En fait, ce sont ces derniers qui présentent un réel intérêt si vous désirez élargir le champ géographique des

échanges. Choisissez donc un ou plusieurs des sites afin de répondre aux questionnaires, ce qui vous permettra d'afficher le caractère des échanges que vous souhaitez entreprendre. En outre, ils proposent une base de données que vous pouvez

envoyer dans la corbeille (écran 8). Si vous désirez répondre à un courrier, sélectionnez 'répondre à l'auteur' dans la barre d'outils, sinon choisissez 'composer un message' pour un envoi sans antécédents. Dans la fenêtre de composition du



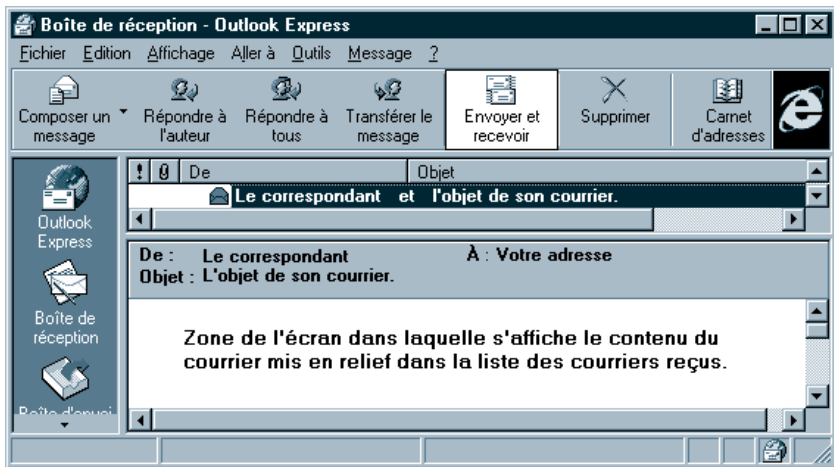
Ecran 6

consulter afin de savoir si des établissements, élèves ou enseignants n'ont pas déjà formulé une demande qui soit déjà susceptible de vous intéresser. Si c'est le cas, recopiez leur e-mail dans votre répertoire.

## Envoyer et recevoir un courrier

Recevoir un courrier est la chose la plus simple qui soit, car il suffit pour cela de lancer le logiciel de messagerie, puis de cliquer dans la zone 'Envoyer et recevoir' (écran 7). Avec Internet Explorer, allez sur le bouton 'courrier' de la barre d'outils standard, puis choisissez 'lire le cour-

message qui apparaît, inscrivez l'e-mail du destinataire ainsi que l'objet de votre envoi (écran 9). La fenêtre de saisie du message comporte les mêmes fonctions de base qu'un traitement de textes classique, avec quelques ajouts spécifiques (encadré 1). Parmi ceux-ci, vous trouverez la signature automatique, qui n'est en fait que votre e-mail auquel vous pouvez ajouter quelques mots, comme une formule de politesse! Des options telles que le cryptage et la signature numérique permettent de sécuriser les envois sensibles sur le Net. Enfin, l'icône représentant un trombone correspond à l'ajout de fichiers au courrier, sous la forme de textes, d'images, de sons ou de séquences d'animation. Si ces différents fichiers sont sur le bureau, il suffit de les faire glisser et de les



Ecran 7

rier'. La connexion et le chargement s'effectuent automatiquement, de même que la fermeture de l'accès au fournisseur, pour peu que vous ayez mis une coche dans la case 'Raccrocher une fois terminé'. Les messages chargés sont disponibles dans la boîte de réception, vous pourrez donc les lire, en récupérer des éléments pour les mettre dans la boîte à outils, ou encore les

déposer sur le bas de la zone de texte. Ils sont alors automatiquement liés à votre envoi. En outre, vous trouverez dans certains messages des assemblages de caractères comme les deux points, le tiret, les parenthèses, etc. Il s'agit en fait des smileys (encadré 2), utilisés plus couramment dans les chat (groupes de discussion en temps réel), qui permettent d'exprimer

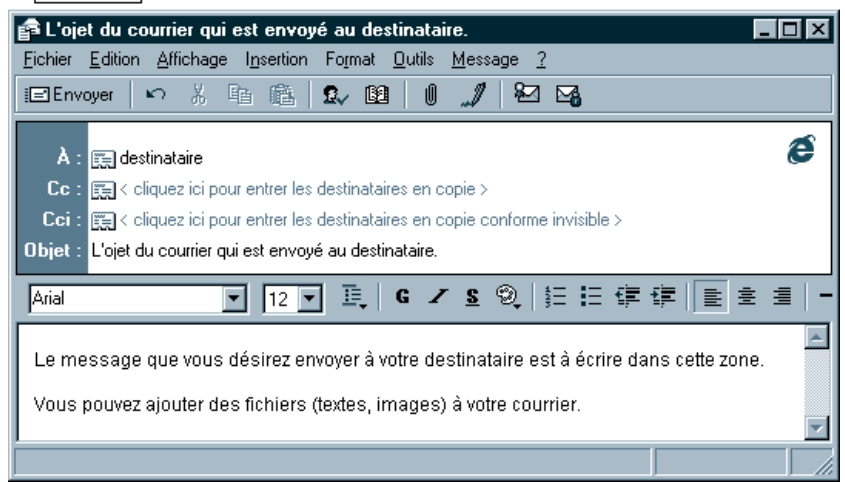
### Boîtes de classement du courrier en fonction de sa nature



Ecran 8



### Fenêtre de composition du message.

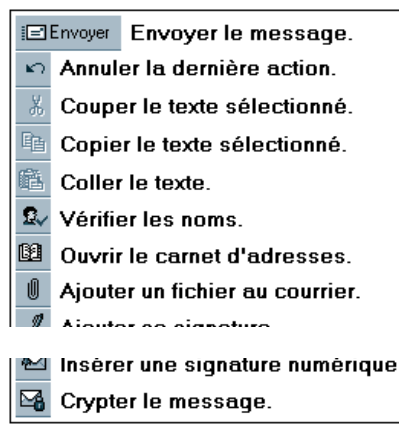


Ecran 9

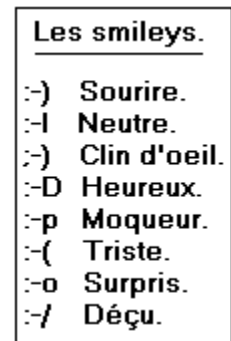
rapidement des sentiments complexes vis à vis d'un interlocuteur. Une fois la rédaction terminée, transférez votre courrier dans la

boîte d'envoi. Il sera envoyé dans la boîte de votre destinataire dès que la zone 'Envoyer et recevoir' sera sélectionnée.

P. RYTTER



Encadré 1



Encadré 2

# ABONNEMENT PARRAINAGE

Abonnés, parrainez vos relations à **Génération ELECTRONIQUE**

En remerciement, vous recevrez le CD-ROM dictionnaire anglais français des termes de l'électronique (d'une valeur de 149 F) dès l'enregistrement du client parrainé

Bulletins à retourner à : Génération Electronique, Service Abonnements 2 à 12, rue de Bellevue, 75940 PARIS Cedex 19 - Tél. : 01 44 84 85 16

## BULLETIN DE PARRAINAGE

Nom du parrain : .....  
 Adresse : .....  
 Code postal : ..... Ville : .....  
 N° d'abonné à Génération Electronique : .....

## BULLETIN D'ABONNEMENT

Nom : .....  
 Adresse : .....  
 Code postal : ..... Ville : .....  
 J'é désire m'abonner à partir du N° : ..... (N°1-2-3-11 épuisés)

Oui, je souhaite m'abonner à Génération Electronique pour :

1 an (10 numéros) France + DOM-TOM au prix de 148 F  
 + en cadeau mon CD-ROM le dictionnaire anglais français des termes de l'électronique (d'une valeur de 149 F)

1 an (10 numéros) étranger (par voie de surface) au prix de 192 F

Ci-joint mon règlement à l'ordre de Génération Electronique par :

chèque bancaire  mandat-lettre  carte bleue

signature : \_\_\_\_\_

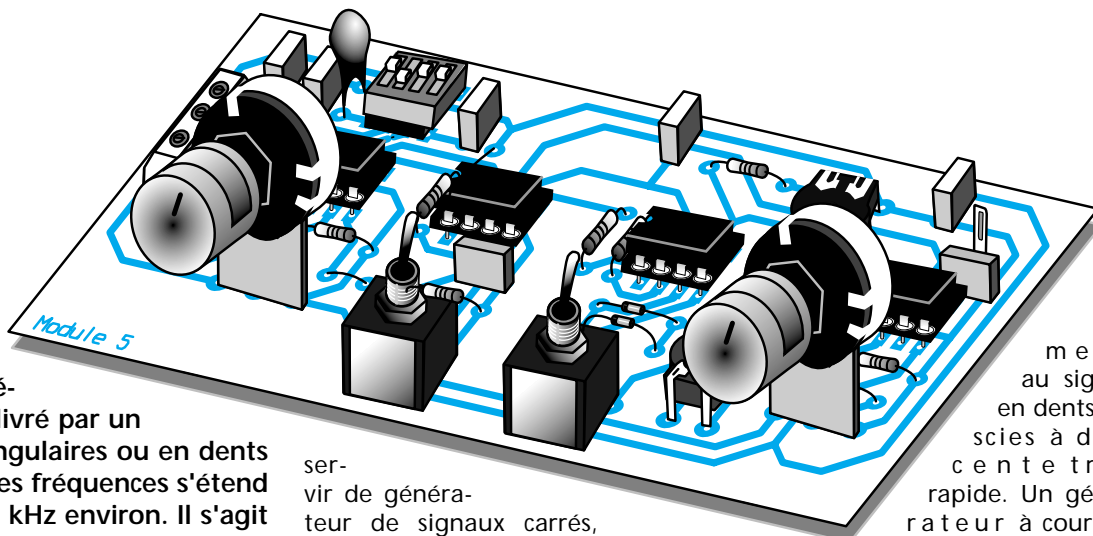
\_\_\_\_\_

date d'expiration \_\_\_\_\_

Nous acceptons les bons de commande de l'administration

# UN GENERATEUR DE FONCTIONS ÉCONOMIQUE

On trouve dans le commerce un appareil capable de produire des signaux divers et réguliers, variables en amplitude et fréquence. Les ondes produites sont généralement rectangulaires comme le signal délivré par un multivibrateur astable, mais également triangulaires ou en dents de scie, ou encore sinusoïdales. La gamme des fréquences s'étend surtout dans le domaine B.F., de 20 Hz à 20 kHz environ. Il s'agit donc d'un générateur de fonctions, que nous vous proposons de réaliser en toute simplicité, avec une poignée de composants bien ordinaires, sans faire appel cette fois-ci à un circuit spécialisé comme le célèbre composant XR 2206 par exemple. Le schéma détaillé est donné à la **figure 1**.



servir de générateur de signaux carrés, avec l'aide de quelques condensateurs et d'un élément résistif variable, en l'occurrence P1 sur notre schéma. En optant pour une alimentation symétrique sous une tension de +/- 12 volts comme le fait

ment au signal en dents de scies à descente très rapide. Un générateur à courant constant suivi d'un transistor de décharge peut générer une telle onde. Un autre montage

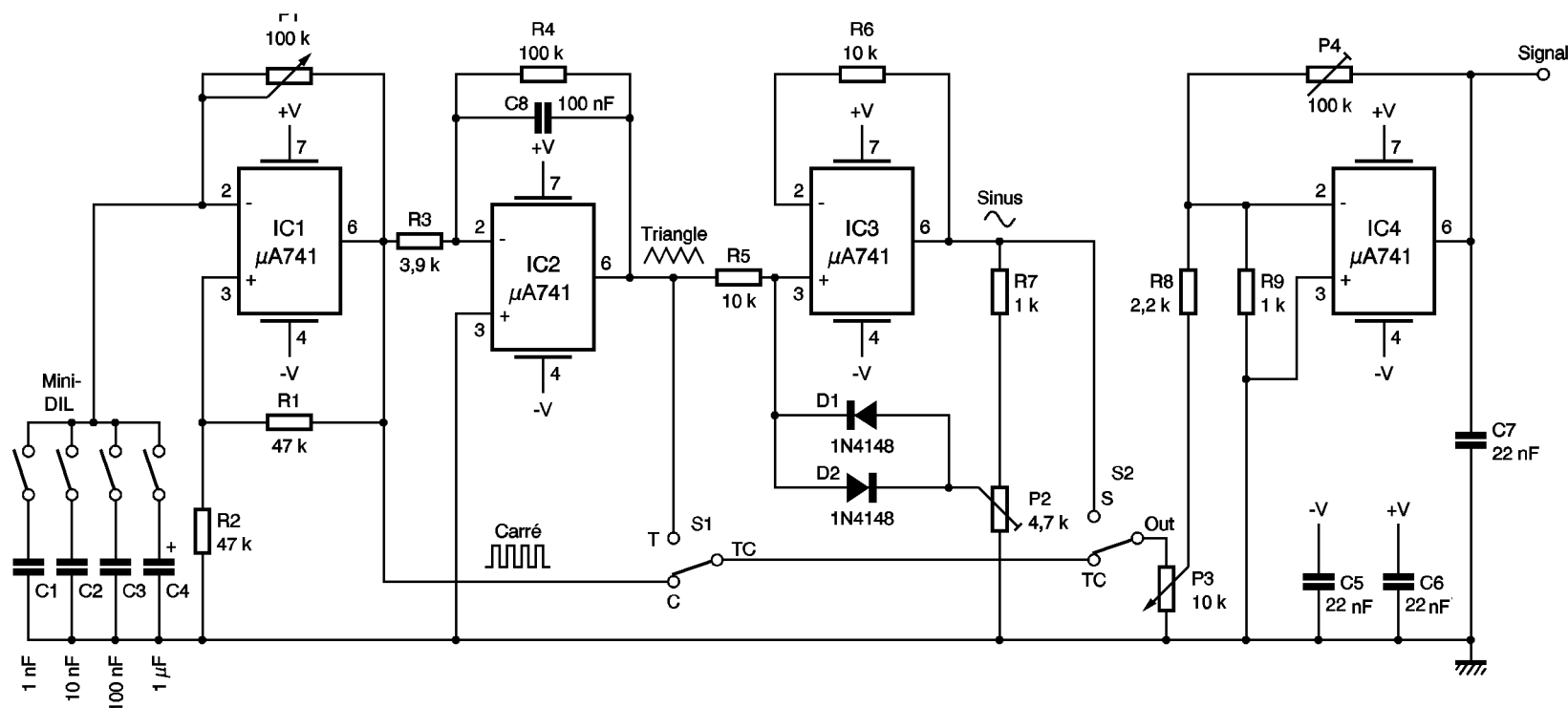


Fig 1

Le schéma de principe

## PRODUIRE UN SIGNAL CARRE :

Habituellement, on fait appel à une bascule astable, qui oscillera librement autour d'un équilibre instable pour générer des signaux rectangulaires, symétriques ou non si le rapport cyclique est variable. Un simple

montage à 2 transistors, appelé flip-flop, peut déjà faire l'affaire. Le célèbre circuit NE 555 lui aussi en astable aurait été capable de produire un tel signal, tout comme les schémas classiques basés sur l'exploitation de deux portes NAND ou NOR. Un ampli-OP est lui aussi capable de

le module 1 déjà construit, nous pouvons récupérer un signal carré d'une amplitude crête à crête de plus de 20 volts. L'élément P1 sera utilement éloigné du circuit et disposé en face avant du boîtier retenu. A l'aide d'un bloc de 4 inter mini-DIL, on pourra aisément choisir une gamme de fréquence, dans le rapport de 1 à 10 à chaque fois.

bien connu est l'intégrateur, une autre application très connue de l'ampli-OP, notamment dans les systèmes de régulation PID

Le signal carré est acheminé à travers la résistance R3 sur l'entrée inverseuse de second ampli-OP IC2. Le signal particulier de l'intégrateur est le condensateur C8 reliant l'entrée et la sortie. La valeur du condensateur C8 influence nettement la régularité du signal produit ; on peut d'ailleurs envisager de changer cette valeur en fonction de la fréquence par l'oscillateur carré en amont. L'amplitude du signal triangulaire est inversement proportionnelle à la fréquence produite.

Par exemple, avec C2 d'une valeur de 10 nF, et avec P1 à mi-course, la période du signal produit est de 2 millisecondes, soit une fréquence de 500 Hz. Ce signal est disponible au point C (comme carré) de l'inter S1.

## PRODUIRE UN SIGNAL TRIANGULAIRE :

Par définition, le signal triangulaire est un signal symétrique contraire-

Seule l'utilisation d'un oscilloscope pourra mettre en évidence la parfaite symétrie ou non du triangle et surtout son aplatissement aux extrémités. Le point T de l'inverseur S1 récupère le signal triangulaire pour l'acheminer vers la suite du montage, à la manière d'un aiguillage.

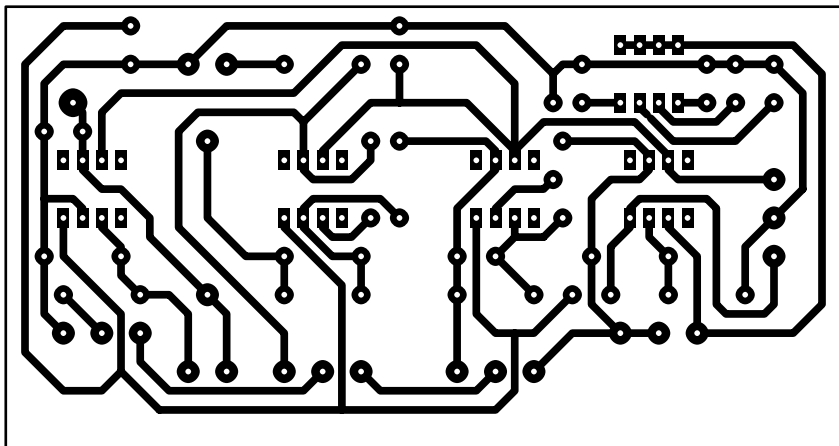


Fig 2

Tracé du circuit imprimé

Impression

## ■ PRODUIRE UN SIGNAL SINUSOIDAL :

Plutôt qu'un générateur direct d'un signal proche de celui délivré par l'EDF, comme l'oscillateur de WIEN par exemple, nous allons tenter de mettre en oeuvre un conformateur, ou circuit capable " d'arrondir " quelque peu le signal triangulaire précédemment produit.

Les diodes D1 et D2 montées en tête bêche aux bornes de l'ampli-OP IC3 serviront à approcher l'onde sinusoïdale tant convoitée. En fait, IC3 est monté ici en suiveur de tension. Pour améliorer l'aspect final de l'onde, il est souhaitable d'insérer dans la boucle des diodes une fraction seulement de la tension de sortie, grâce à l'ajustable P2. La distorsion sur la pseudo sinusoïde est plus atténuée, même si l'amplitude du signal est nettement plus faible que pour les ondes précédentes.

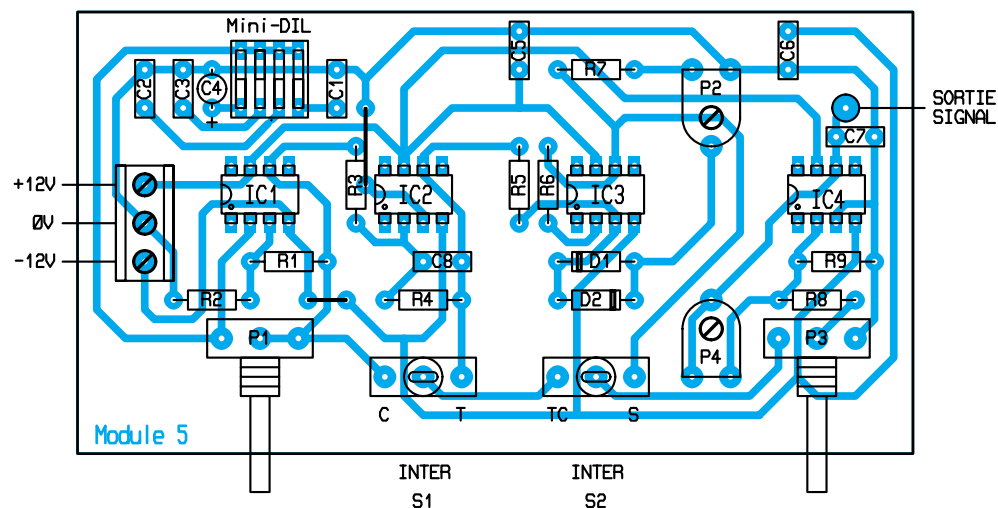


Fig 3

Implantation des éléments

## ■ L'ETAGE DE SORTIE :

Afin de pouvoir disposer en sortie d'un signal d'une amplitude suffisante, et même réglable par le potentiomètre P3, nous trouvons en fin de schéma un dernier AOP,

monté en amplificateur de tension à gain variable. Il s'agit de IC4. On pourra augmenter le niveau du signal de sortie pour la sinusoïde, qui n'aura pas l'allure, loin s'en faut, de l'onde secteur, mais ressemblera plutôt, grâce à l'ajustable P2 à une triangulaire émoussée!

Si ce générateur de fonctions ne peut rivaliser avec les modèles du commerce, il ne vous aura pas occasionné pour sa construction, de grosses dépenses, et vous aura permis de suivre l'évolution d'un signal carré au fil des étages AOP successifs.

Guy ISABEL

## ■ NOMENCLATURE

### SEMI-CONDUCTEURS :

IC1 à IC4 = ampli-OP  $\mu$ A 741 en boîtier DIL 8  
D1, D2 = diode commutation 1N 4148

résistances :( toutes valeurs 1/4 de watt)

R1,R2 = 47 k $\Omega$  (jaune violet orange)

R3 = 3,9 k $\Omega$  (orange blanc rouge)  
R4 = 100 k $\Omega$  (marron noir jaune)  
R5, R6 = 10 k $\Omega$  (marron noir orange)  
R7 = 1 k $\Omega$  (marron noir rouge)  
R8 = 2,2 k $\Omega$  (rouge rouge rouge)  
R9 = 1 k $\Omega$  (marron noir rouge)  
P1 = potentiomètre linéaire 100 k $\Omega$

P2 = ajustable horizontal, pas de 2,54 mm, 4,7 k $\Omega$   
P3 = potentiomètre linéaire 10 k $\Omega$   
P4 = ajustable horizontal, pas de 2,54 mm, 100 k $\Omega$

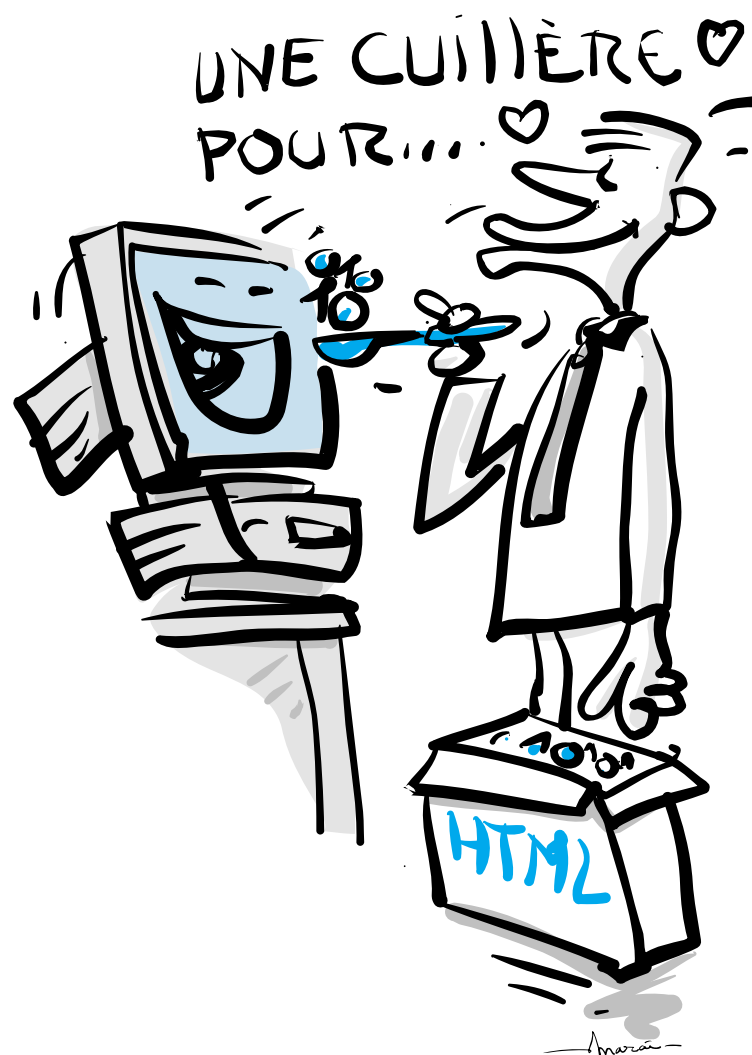
### CONDENSATEURS (PLASTIQUE 63 VOLTS, SAUF INDICATIONS)

C1 = 1 nF  
C2 = 10 nF  
C3 = 100 nF  
C4 = 1  $\mu$ F ou tantale

polarisé  
C5,C6, C7 = 22 nF  
C8 = 100 nF

### DIVERS :

4 supports à souder 8 broches  
2 inter miniature inverseur à levier  
bloc de 3 bornes vissé-soudé, pas de 5 mm  
bloc de 4 inter mini-DIL picots à souder



# Un détecteur de chocs

## A propos du capteur de chocs

Pour produire un signal sonore discret mais strident, on utilise souvent à notre époque le "buzzer" qui se présente en fait sous deux versions différentes : celui d'abord à oscillateur interne qu'il vous suffira d'alimenter sous une tension continue en veillant aux polarités et qui produit lui-même une fréquence audible capable de faire vibrer un disque de laiton très fin, l'autre modèle est plutôt un résonateur piézo-électrique, présent dans bon nombre de jouets, montres et petits réveils actuels. Ce dernier modèle doit impérativement être alimenté par un signal alternatif d'une fréquence audible et, si possible, à une valeur proche de la fréquence de résonance pour un rendement optimal. Le "bruit" délivré sera d'autant plus fort que le composant est encapsulé dans une petite enveloppe rigide perforée ou collée sous une face de boîtier. Sans cette précaution, le niveau sonore produit par le résonateur est quasiment ridicule.

C'est pourtant bien ce composant, économique de surcroît, qui nous intéresse au plus haut point. Il est en effet facile de comprendre que la déformation mécanique de la pastille de laiton produit une modification d'ordre électrique que l'on peut aisément visualiser à l'oscilloscope. Ce phénomène, en vertu de la loi sur

haut ou bas selon l'usage que l'on voudra bien en faire. Un choc brutal sera transformé inévitablement en une impulsion unique, comme le ferait un système anti-rebond ou trigger de Schmitt. On pourra solidariser le capteur piézo à une paroi vitrée ou le coller sur un élément susceptible de devenir le siège de vibra-

donc une pastille piézo-électrique dans toute sa "nudité", c'est à dire sans le boîtier qui l'enveloppait et faisait office de caisse de résonance. Une petite pichenette sur le laiton ou encore des vibrations aux alentours de ce module plaqué sur une surface plus grande, auront pour effet immédiat de générer, au point X du schéma proposé, une succession d'impulsions électriques parfaitement désordonnées. Cette tension est acheminée à travers les composants C1 et R2 sur l'entrée inverseuse de l'ampli OP IC1, monté ici en ampli inverseur. Le gain de cet étage

apportée par ce transistor est annulée par la première fonction NON-ET lui faisant suite. La résistance R9 attaque ensuite un trigger de Schmitt formé par deux autres portes NAND et la résistance R10. Ce montage, fort connu, permet d'obtenir à partir de signaux hésitants et complexes des crêteaux bien nets aux seuils parfaitement définis et verticaux. La résistance R10 introduit une sorte de rétroaction et on obtient ainsi un effet d'hystérésis peu gênant à cet

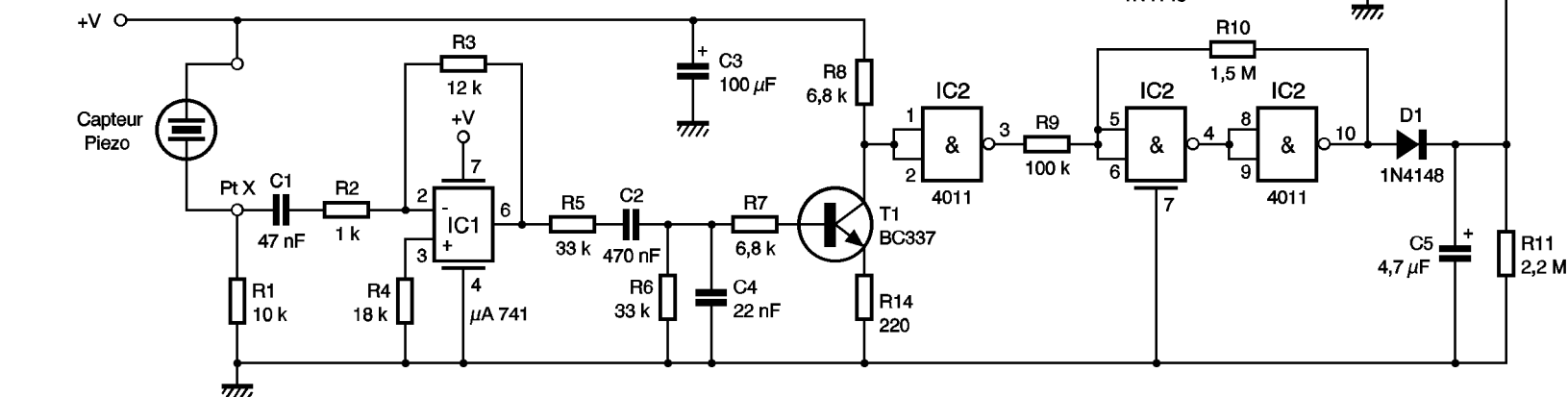
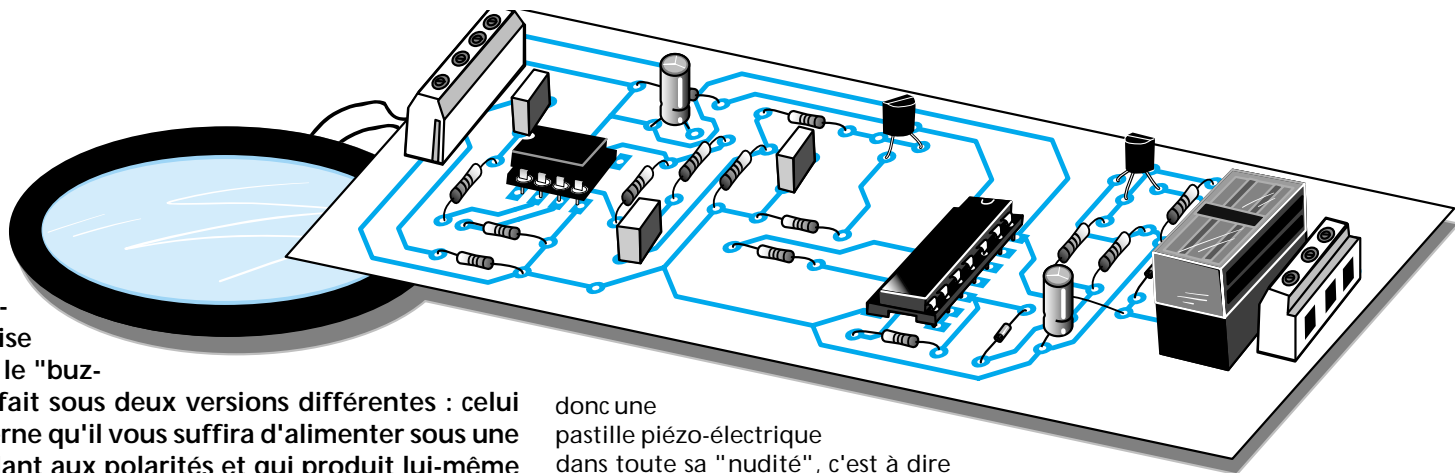


Fig 1

Schéma de principe

la réversibilité, est bien l'inverse de celui qui permet à un cristal de quartz d'osciller s'il est mis sous tension dans un circuit adéquat.

tions anormales ou de chocs. A l'oscilloscope, un tel capteur piézo se révèle être plus sensible qu'un contact classique ou qu'une petite ampoule ILS frotée par un minuscule aimant mobile. Un simple frottement sera détecté alors qu'un coup brutal se traduit par une véritable explosion du signal produit.

pourra être augmenté en portant la résistance R3 à une valeur plus importante. Si le signal est écreté, cela n'a aucune importance car un filtre passe-bande très sommaire en sortie va extraire une bande de fréquences plus calme et l'acheminer à travers la résistance R7 vers la base du transistor T1, jouant ici le rôle d'étage adaptateur. L'inversion

endroit ; le circuit en somme ne bascule pas au même endroit pour monter ou pour descendre. Sur l'anode de la diode D1, on recueille de nombreux signaux positifs qu'il va falloir intégrer, c'est à dire transformer en un unique signal positif lui aussi, tant que le capteur piézo détecte des vibrations suffisamment rapprochées. Le condensateur C5

## Utiliser le capteur piézo

Il suffira d'amplifier le signal recueilli, de le filtrer pour en extraire les fréquences les plus basses seulement et de mettre en forme cette faible tension pour pouvoir l'exploiter au mieux. Des vibrations rapides et nombreuses comme celles émises par une tondeuse ou un moteur électrique génèrent sur la sonde ainsi constituée des signaux électriques quasi-permanents, qu'il suffira d'intégrer pour obtenir un niveau logique correct et utilisable,

## Détecter et amplifier le signal

Cette réalisation pourra s'alimenter directement en 12V continus si elle doit être utilisée à bord d'un véhicule automobile. Elle pourra également compléter un système d'alarme domestique et se voir reliée à une alimentation secteur secourue. Le capteur de chocs est

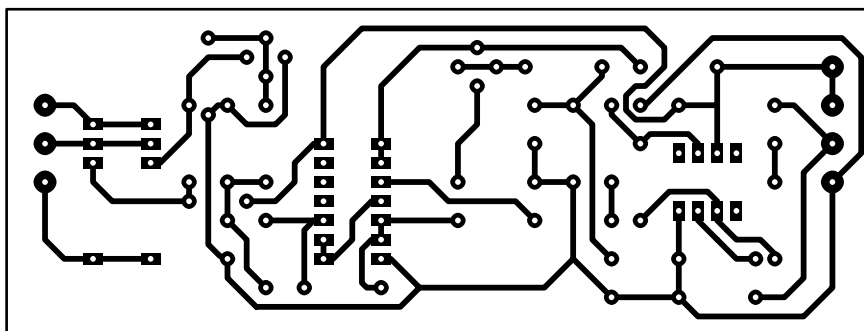


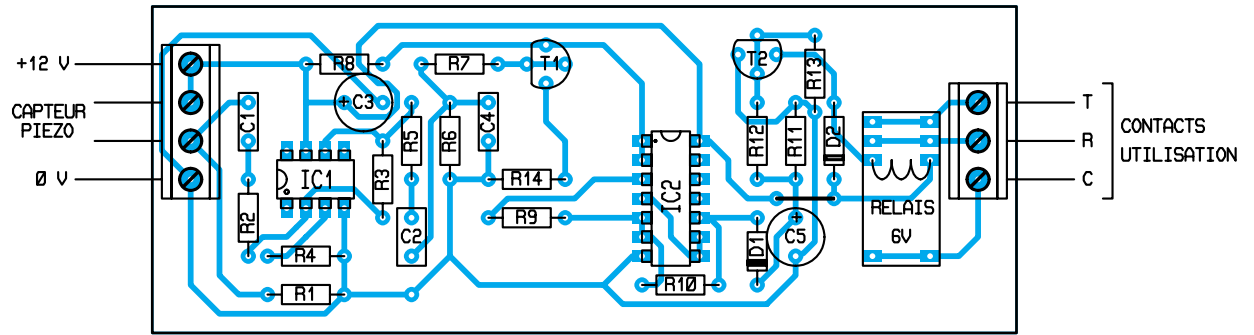
Fig 2

Tracé du circuit imprimé

Impression



stocke entre ses armatures une charge à chaque seuil haut et se "vide" à travers R11 pour activer l'étage final du montage proposé. Un simple étage à transistor NPN est chargé ici de piloter le petit relais de sortie, dont il suffira d'exploiter les contacts pour greffer cette maquette sur un système déjà existant ou pour activer un signal sonore ou lumineux en cas de détection de chocs.



Implantation des éléments

Fig 3

## La réalisation

On trouvera à la figure 2 le tracé de la plaquette imprimée qui rassemble tous les composants nécessaires. On veillera à ne pas oublier la mise en place de l'unique strap entre les diodes D1 et D2 ; on orientera

convenablement tous les composants polarisés, tandis que les circuits intégrés seront montés sur un support à souder de qualité pour éviter tout excédent de chaleur. Quelques borniers à vis permettront de raccorder sur la plaquette l'alimentation 12V, le capteur piézo, et de disposer des contacts du relais choisi. Aucun réglage n'est à prévoir. Après

contrôle et mise sous tension, un simple voltmètre placé à la sortie 6 de IC1 devrait déjà fournir une tension de quelques volts à chaque fois que le capteur est soumis à une pression rapide sur sa face sensible. Le relais de sortie se colle également brièvement à chaque fois. Si le montage ne s'avérait toutefois pas assez sensible, il suffirait d'augmenter le

gain total de l'ampli IC1 et de prendre pour R3 une valeur plus élevée. Le gain est égal au rapport de R3/R2.

On pourra également faire suivre ce détecteur d'une bascule monostable pour ne prendre en compte que les chocs d'une intensité ou durée minimale restant à définir.

G. ISABEL

## NOMENCLATURE

### SEMI-CONDUCTEURS :

IC1 : ampli OP  $\mu$ A 741 boîtier DIP8  
IC2 : quadruple NAND C/MOS 4011  
D1, D2 : diodes commutation 1N4148  
T1, T2 : transistors NPN BC337

### RÉSISTANCES

(1/4DE WATT) :  
R1 : 10 k $\Omega$  (marron, noir, orange)

R2 : 1 k $\Omega$  (marron, noir, rouge)

R3 : 12 k $\Omega$  (marron, rouge, orange)

R4 : 18 k $\Omega$  (marron, gris, orange)

R5, R6 : 33 k $\Omega$  (orange, orange, orange)

R7, R8 : 6,8 k $\Omega$  (bleu, gris, rouge)

R9 : 100 k $\Omega$  (marron, noir, jaune)

R10 : 1,5 M $\Omega$  (marron, vert, vert)

R11 : 2,2 M $\Omega$  (rouge, rouge, vert)

R12 : 12 k $\Omega$  (marron, rouge, orange)

R13 : 68 k $\Omega$  (bleu, gris, orange)

R14 : 220  $\Omega$  (rouge, rouge, marron)

### CONDENSATEURS :

C1 : plastique 47 nF

C2 : plastique 470 nF

C3 : chimique vertical 100  $\mu$ F/25V

C4 : plastique 22 nF

C5 : chimique vertical 4,7  $\mu$ F/25V

### DIVERS :

support à souder 8 broches

support à souder 14 broches

relais DIL16, bobine 6V résonateur piézo (sans oscillateur interne)

bloc de bornes vissés-soudés, pas de 5 mm

fils souples

## ABONNEMENT PARRAINAGE

Abonnés, parrainez vos relations à **Génération ELECTRONIQUE**

En remerciement, vous recevrez le CD-ROM dictionnaire anglais français des termes de l'électronique (d'une valeur de 149 F) dès l'enregistrement du client parrainé

Bulletins à retourner à : Génération Electronique, Service Abonnements 2 à 12, rue de Bellevue, 75940 PARIS Cedex 19 - Tél. : 01 44 84 85 16

### BULLETIN DE PARRAINAGE

Nom du parrain : .....

Adresse : .....

Code postal : ..... Ville : .....

N° d'abonné à Génération Electronique : .....

### BULLETIN D'ABONNEMENT

Nom : .....

Adresse : .....

Code postal : ..... Ville : .....

Jé désire m'abonner à partir du N° : ..... (N°1-2-3-11 épuisés)

Oui, je souhaite m'abonner à Génération Electronique pour :

1 an (10 numéros) France + DOM-TOM au prix de 148 F

+ en cadeau mon CD-ROM le dictionnaire anglais français des termes de l'électronique (d'une valeur de 149 F)

1 an (10 numéros) étranger (par voie de surface) au prix de 192 F

Ci-joint mon règlement à l'ordre de Génération Electronique par :

chèque bancaire  mandat-lettre  carte bleue

signature :

.....

date d'expiration

Nous acceptons les bons de commande de l'administration



# Filtre passe-bas limitant la pente du signal

En ajoutant plusieurs composants à un simple filtre passe-bas du premier ordre, on peut créer un filtre différent encore plus pratique. Le circuit représenté à la figure 1 combine un filtre passe-bas (R2, C1, A1) avec un réseau bidirectionnel de diodes d'écrêtage (R1, D1, D2). Le résultat donne un filtre qui limite la pente maximale (et non la fréquence) en sortie.

Les utilisations typiques de ce circuit sont représentées à la figure 2. En général, il est utilisé pour créer des rampes à partir de tensions à échelon (figure 2-a), des formes d'ondes triangulaires ou trapézoïdales à partir d'ondes carrées (figures 2-b et 2-c), ou enlever des composants rapides indésirables d'un signal comme du bruit ou des transitions parasites ou limiter le taux maximal de commutation d'un signal (figure 2-d). Le LM318 de chez 'National Semiconductor' est un amplificateur

opérationnel très rapide de précision destiné à des applications demandant une large bande-passante ; il comporte une compensation en fréquence interne de gain égal à un, ce qui simplifie considérablement son application puisque aucun composant extérieur est nécessaire pour son fonctionne-

ment. Sa vitesse élevée et son temps d'établissement très rapide rendent ce composant très utile dans les convertisseurs analogique-numérique, les oscillateurs, les filtres actifs et les circuits échantillonneur-bloqueur. Voici comment ce circuit fonctionne. Toutes les fois que la tension d'entrée diffère de la tension de sortie d'une tension de seuil de diode dans le sens passant ou plus, une des diodes conduit (D1 quand la tension d'entrée est supérieure à la tension de sortie et D2 quand la tension d'entrée est inférieure à la tension de sortie). Lorsque ce phénomène arrive, la tension aux bornes de R2 est maintenue à peu près constante

(parce que les tensions sur l'entrée + et la sortie de A1 sont égales) à une tension de seuil de diode près, dans le sens passant. Avec une tension fixe aux bornes de R2, et par conséquent un

courant constant qui la traverse, la capacité C1 se charge linéairement au lieu de se charger exponentiellement. La pente maximale (Tension/Temps) que le circuit laisse passer est égale à la tension de seuil des diodes utilisées Vf divisée par R2 x C1 (pente maximale = Vf / (R2 x C1)). Ceci suppose que R2 >> R1. Quelque soit la rapidité du changement de la tension d'entrée, la sortie ne change pas plus vite que la limite imposée par R2 x C1. N'importe quel signal ou partie d'un signal avec une pente inférieure à cette limite passe à travers le circuit sans en être affecté. La tension d'entrée doit être commandée par une source à basse impédance. La résistance R1 limite le courant à travers D1 et D2 lorsqu'une des deux diodes conduit.

Typiquement, R1 est de l'ordre de 1 à 10 kΩ. Cette valeur peut être gardée la aussi petite que possible en pratique et dépend des capacités de commande à la sortie de A1 et de l'autre amplificateur opérationnel (ou de l'autre dispositif) commandant la tension d'entrée.

La valeur de la résistance R2 doit être plus grande que celle de R1 pour inhiber sa contribution dans la constante de temps du circuit (R2 x C1). R2 et C1 forment un filtre passe-bas et A1 est un étage tampon pour ce filtre et produit un chemin à basse impédance pour D1 ou D2 lorsqu'une des deux

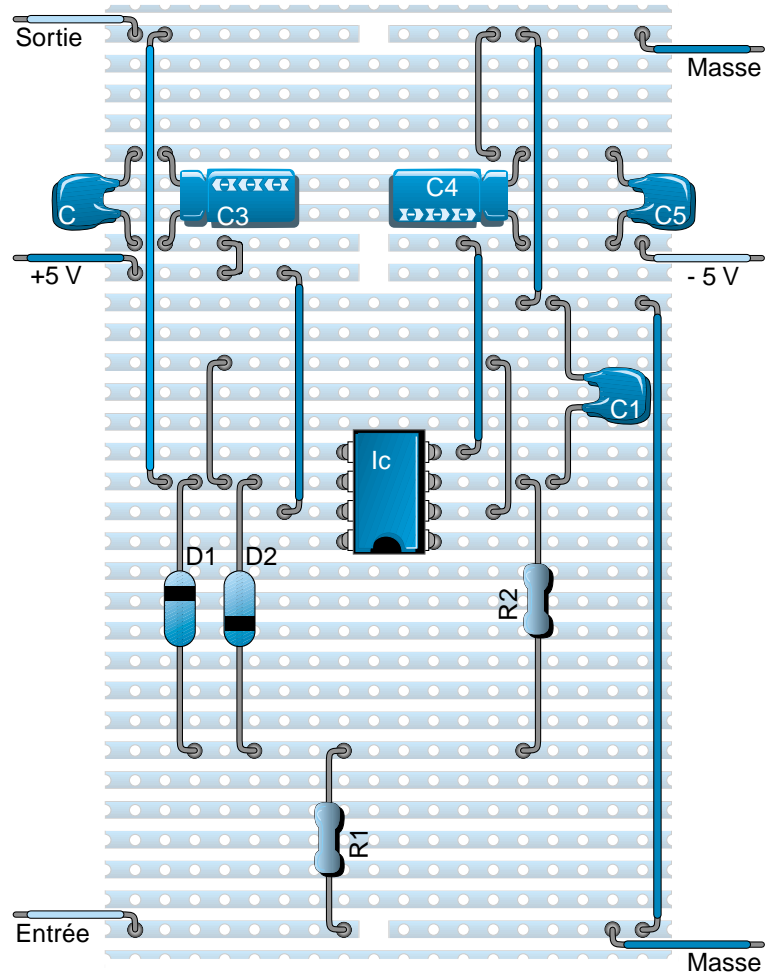


Fig 4

Mise en place des éléments

diodes est en conduction. Afin d'obtenir les meilleures performances, D1 et D2 doivent avoir de faibles tensions de seuil Vf (du type Schottky), bien que d'autres types de diodes peuvent fonctionner correctement (1N914, 1N4148, ...). Quand une onde carrée ou une tension à échelon est limitée en pente par ce circuit, un léger arrondi peut être vu en haut et en bas de l'onde de sortie. Ceci est dû à la perte de la tension supérieure (nécessaire à la conduction d'une diode) qui se produit quand la capacité s'est chargée avec une chute de tension de seuil de diode par rapport à la tension de pic d'entrée. Cet arrondi est minimisé

en utilisant des diodes avec de faible tension de seuil Vf, en gardant pour R1 une valeur la plus faible possible et en utilisant la plus grande amplitude possible pour le signal d'entrée. Ce circuit peut être utilisé pour démarrer de manière douce des lumières, pour lisser des transitions de la vitesse d'un moteur, pour filtrer un signal par sa pente au lieu que par sa fréquence, apprivoiser des circuits de servomécanisme au comportement fou, ... A la différence des circuits à base d'intégrateur, ce circuit peut fonctionner avec une alimentation simple ou double.

M. LAURY

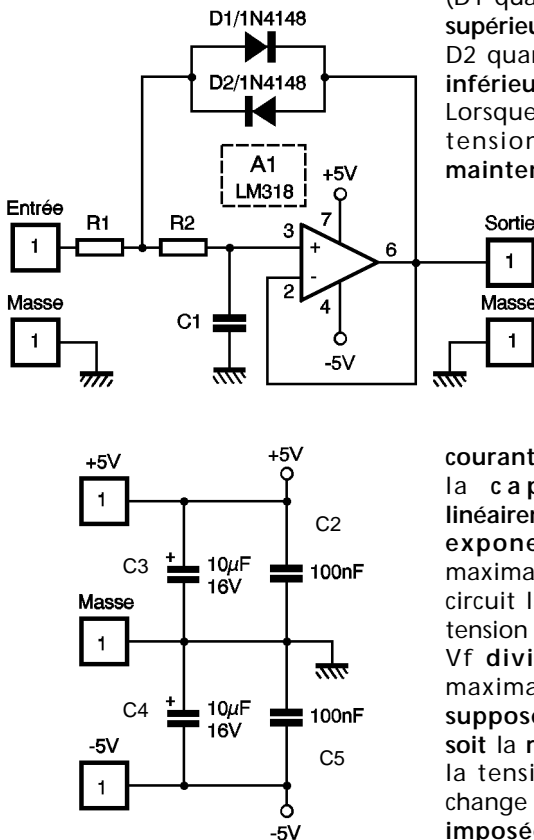


Fig 1

opérationnel très rapide de précision destiné à des applications demandant une large bande-passante ; il comporte une compensation en fréquence interne de gain égal à un, ce qui simplifie considérablement son application puisque aucun composant extérieur est nécessaire pour son fonctionne-

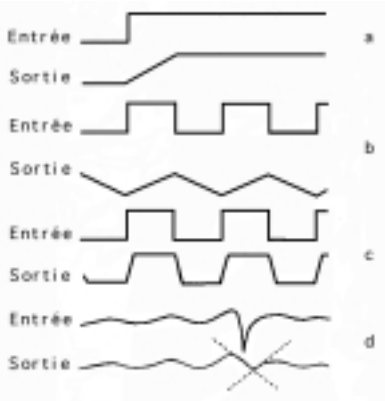


Fig 2

## Découvrez l'anglais technique



### Glossaire Français-Anglais

- Signal : Signal
- Ajouter : To add
- Plusieurs : Several
- Composant : Component
- Filtre : Filter
- Passe-bas : Low-pass
- Passe-haut : High-pass
- Premier ordre : First order
- Créer : To create
- Encore : Yet
- Pratique : Handy
- Circuit : Circuit
- Combiner : To combine
- Réseau : Network
- Bidirectionnel : Bidirectional
- Diode d'écrêtage : Diode clipping

- Résultat : Result
- Limiter : To limit
- Pente maximale : Maximum slope
- Fréquence : Frequency
- Entrée : Input
- Sortie : Output
- Utilisation : Use
- Utiliser : To use
- Typique : Typical
- Représenter : To show
- Produire : To create
- Rampe : Ramp
- Tension à échelon : Step voltage
- Onde : Wave
- Forme d'onde : Waveform
- Triangulaires : Triangular
- Trapézoïdal : Trapezoid
- Carré : Square
- Enlever : To remove

- Indésirable : **Unwanted**
- Rapide : **Fast**
- Composante : **Component**
- Bruit : **Noise**
- Transition : **Transient**
- Limiter : **To limit**
- Taux maximal : **Maximum rate**
- Commutation : **Changement**
- Amplificateur opérationnel : **Operational Amplifier**
- Très rapide : **High speed**
- Précision : **Precision**
- Destiné : **Designed**
- Large : **Wide**
- Bande-passante : **Bandwidth**
- Compensation : **Compensation**
- Gain égal à un : **Unity gain**
- Simplifier : **To simplify**
- Considérablement : **Considerably**
- Puisque : **Since**
- Etre nécessaire : **To be necessary**
- Fonctionnement : **Operation**
- Vitesse élevée : **High speed**
- Temps d'établissement : **Settling time**
- Rapide : **Fast**
- Rendre : **To make**
- Utile : **Useful**
- Convertisseur : **Convert**
- Analogique-numérique : **Analog-digital**
- Oscillateur : **Oscillator**
- Filtre actif : **Active filter**
- Circuit échantillonneur-bloqueur : **Sample and hold circuit**
- Voici comment : **Here is how**

- Fonctionner : **To work**
- Toutes les fois : **Whenever**
- Différer : **To differ**
- Tension de seuil de diode : **Diode drop**
- Dans le sens passant : **Forward**
- Dans le sens inverse : **Backward**
- Conduire : **To turn on**
- Supérieure : **Superior**
- Inférieure : **Inferior**
- Arriver : **To happen**
- Aux bornes : **Across**
- Maintenir : **To hold**
- A peu près constante : **Fairly constant**
- Par conséquent : **Therefore**
- Courant : **Current**
- A travers : **Through**
- Capacité : **Capacitor**
- Résistance : **Resistor**
- Se charger : **To charge**
- Linéairement : **Linearly**
- Exponentiellement : **Exponentially**
- Au lieu de : **Instead of**
- Temps : **Time**
- Diviser : **To divide**
- Supposer : **To assume**
- Quelque soit la rapidité : **No matter how quick**
- Limite : **Limit**
- Imposer : **To set**
- N'importe quel signal : **Any signal**
- Partie : **Part**
- Passer à travers : **To pass through**
- Etre affecté : **To be affect**
- Commander : **To drive**
- Source : **Source**
- Basse impédance : **Low impedance**
- Typiquement : **Typically**
- De l'ordre : **About**
- Valeur : **Value**

- Etre gardé : **To be kept**
- Aussi petite que : **As small as**
- Pratique : **Practical**
- Dépendre : **To depend**
- Dispositif : **Device**
- Inhiber : **To swamp out**
- Contribution : **Contribution**
- Constante de temps : **Time constant**
- Etage tampon : **Buffer**
- Produire : **To provide**
- Chemin : **Path**
- Bien que : **Although**
- Léger : **Slight**
- Arrondi : **Rounding**
- Haut : **Top**
- Bas : **Bottom**
- Perte : **Loss**
- Tension supérieure : **Overhead voltage**
- Nécessaire : **Needed**
- Se produire : **To occur**
- Tension de pic : **Peak voltage**
- Minimisé : **Minimized**
- Faible : **Low**
- La plus grande amplitude : **The largest amplitude**
- Démarrer : **To start**
- De manière douce : **Soft**
- Lumière : **Light**
- Lisser : **To smooth**
- Vitesse : **Speed**
- Moteur : **Motor**
- Filtrer : **To filter**
- Apprivoiser : **To tame**
- Circuit de cerveau-mécanisme : **Servo circuit**
- Comportement fou : **ill-behavior**
- A la différence : **Unlike**
- Intégrateur : **Integrator**

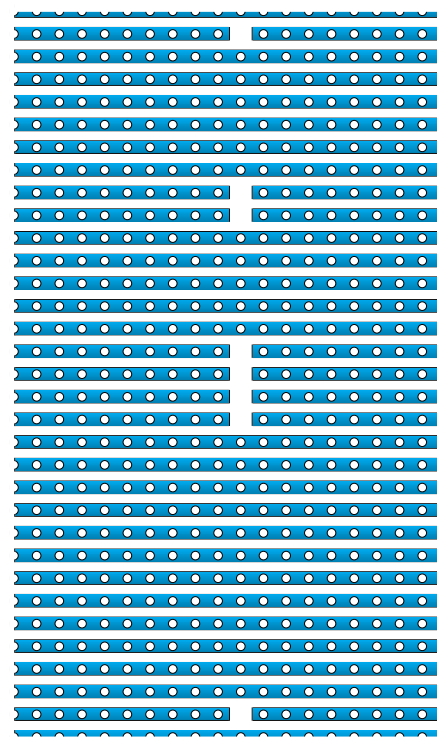


Fig 3 Préparation de la plaquette

### NOMENCLATURE

- 1 circuit LM318
- 2 capacités 100 nF
- 2 capacités 10 µF/16V
- 2 diodes 1N4148
- 7 connecteurs 2 points
- R1 = voir texte
- R2 = voir texte
- C1 = voir texte

## A CHAQUE NUMÉRO, RETROUVEZ LES PRINCIPALES RUBRIQUES DE



### TECHNOLOGIE :

les afficheurs à cristaux liquides



COMMENT CALCULER SES MONTAGES ?  
tous les conseils,  
toutes les valeurs des composants



QU'EST-CE QUE C'EST ?  
COMMENT ÇA MARCHE ?

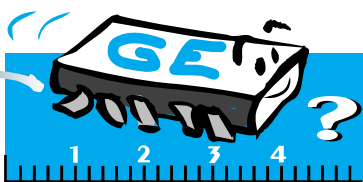
la photo numérique



GÉNÉRATION INTERNET :  
les sites qui vous concernent



LE COIN DE LA MESURE :  
de véritables outils de travail



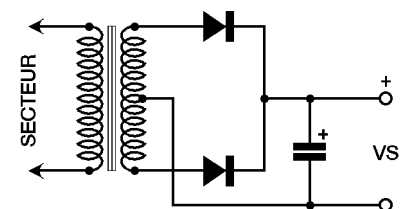
# COMMENT CALCULER SES MONTAGES ?

## (5° partie)

**N**ous connaissons maintenant tous les composants nécessaires à la réalisation d'une alimentation continue à partir du secteur ; reste à les assembler et surtout à les calculer de la façon la plus efficace qui soit. L'expérience montre en effet que les valeurs des composants utilisés dans un tel montage sont très souvent totalement "pifométrés" sous prétexte que les calculs les concernant sont complexes (ou inconnus de ceux qui doivent les utiliser).

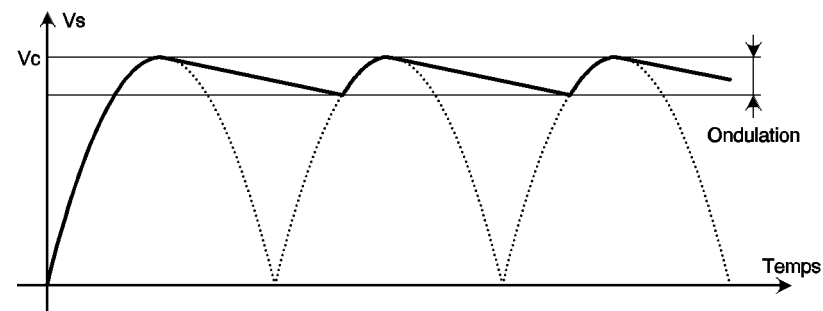
### ■ Condensateur de filtrage et ondulation

Nous avons vu dans notre précédent numéro que, pour obtenir une tension de sortie qui soit la plus proche possible du continu, il fallait utiliser un redressement double alternance, que ce soit avec un pont de diodes ou avec deux diodes et un transformateur à point milieu. La forme du "continu" ainsi produit reste cependant très loin de la belle droite qu'elle devrait être et le recours à un condensateur de filtrage s'impose comme le montre la figure 1. Si l'on suppose que la charge connectée en

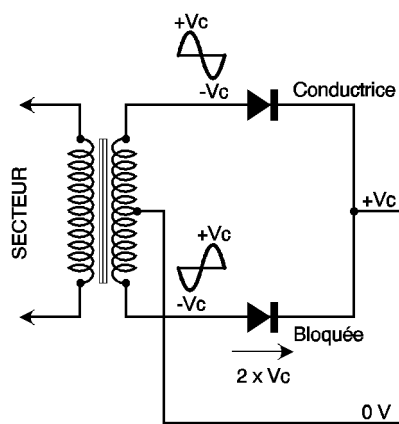


**Fig 1** Un condensateur de filtrage est indispensable pour avoir quelque chose qui ressemble à du continu !

sortie de ce montage ne consomme quasiment aucun courant, le condensateur va peu à peu se charger jusqu'à la valeur de crête de la tension redressée et fournir ainsi à ses bornes une tension continue égale à cette tension de crête. Dans la pratique ce n'est jamais le cas puisque le montage que l'on alimente consomme toujours du courant ; notre condensateur se décharge donc un peu entre les crêtes consécutives de deux alternances comme le montre la figure 2. La tension de sortie continue est ainsi affectée d'une ondulation plus ou moins importante que l'on appelle, fort originalement



**Fig 2** L'ondulation est due à la décharge partielle du condensateur.



**Fig 3** Dans ce type de circuit les diodes doivent supporter 2,8 fois la valeur efficace de la tension à redresser.

d'ailleurs, la tension d'ondulation. Sans faire aucun calcul, vous sentez bien intuitivement que cette ondulation est directement liée à la consommation du montage alimenté d'une part et à la capacité du condensateur de filtrage d'autre part. En effet, plus la capacité de ce condensateur sera élevée et moins il se déchargera et, réciproquement, plus la consommation du montage sera importante et plus le condensateur se déchargera. Pour minimiser cette ondulation, de nombreux concepteurs mettent en sortie du pont de redressement un chimique de la plus forte valeur possible compatible avec la place disponible et avec leur porte-monnaie ! Il est pourtant facile de calculer la valeur maximum de la tension d'ondulation au moyen de la relation suivante :

$$V_{OND} = I / 2 \times F \times C \text{ où :}$$

$V_{OND}$  est la tension crête à crête d'ondulation,

$I$  est le courant consommé par la charge,

$F$  est la fréquence de la tension alternative (50 Hz pour le secteur en

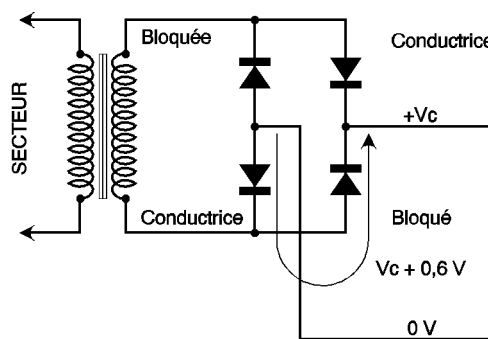
Europe), et  $C$  est la capacité du condensateur.

Cette relation, que nous vous demandons d'admettre à ce stade de notre exposé, est pessimiste.

Vous obtenez donc toujours en l'appliquant une tension d'ondulation plus faible que ce qu'elle indique ; ce dont nous ne nous plaindrons pas. Soit ainsi à alimenter un baladeur à cassettes avec un bloc secteur "prise de courant" qui ne contient guère plus de chose que ce qui est schématisé figure 1. Sachant que nous travaillons avec un secteur à 50 Hz, que le condensateur chimique monté dans ces blocs est en général un 1000  $\mu F$  et que notre baladeur consomme environ 100 mA nous obtenons une tension d'ondulation crête de :

$$V_{OND} = 0,1 / 100 \times 0,001 \text{ soit environ } 1V,$$

ce qui est une véritable horreur et permet de comprendre pourquoi certains baladeurs ronronnent allègrement dans une telle situation ! Une solution consiste à augmenter le chimique de filtrage, mais on est



**Fig 4** Alors qu'avec un pont cette valeur tombe à 1,4 fois la tension efficace à redresser.

vite limité en taille et en prix puisque vous savez que les condensateurs chimiques de très fortes valeurs sont encombrants et coûteux. Dans le cas présent, un 10 000  $\mu F$  permettrait de diminuer l'ondulation à 100mV ce qui serait déjà nettement mieux. Une autre solution, plus efficace et souvent moins coûteuse, consiste à stabiliser l'alimentation comme nous le verrons dans un instant.

### ■ Attention à la tension !

Deux autres paramètres sont à prendre en considération lorsque

l'on conçoit une alimentation : la tension de service du condensateur de filtrage et la tension inverse maximum des diodes ou du pont de redressement. Si on les oublie ou si on les dimensionne mal, c'est le feu d'artifice assuré avec parfois même à la clé, la destruction du montage alimenté. Nous avons vu ci-dessus que, lorsque la consommation de la charge était très faible, la tension aux bornes du condensateur devenait égale à la valeur de crête de la tension redressée. Il est donc impératif que la tension de service de ce condensateur soit au moins égale à cette valeur. En pratique, comme le transformateur délivre toujours une tension à vide supérieure d'au moins 10 % à sa tension en charge, il est prudent de prendre comme tension



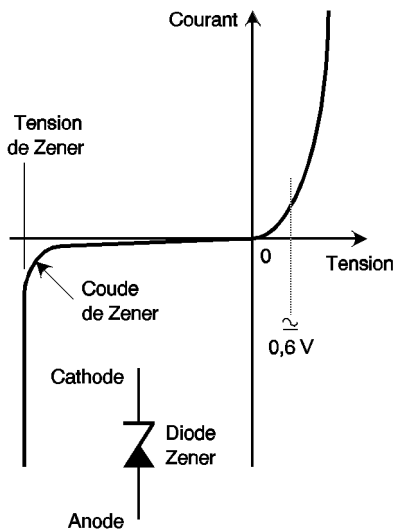


Fig 5 Symbole et courbe caractéristique tension - courant d'une diode zéner.

milieu. Si l'on utilise un secondaire à point milieu, et comme le montre la figure 3, la diode qui est bloquée se trouve soumise à deux fois la valeur de crête de la tension alternative. En effet, alors que sa cathode se trouve portée à  $+V_c$ , son anode se trouve dans le même temps à  $-V_c$  ce qui la soumet bien à une tension inverse égale à  $2 \times V_c$ . Il est donc impératif, dans ce type de montage, d'utiliser des diodes dont la tension inverse soit au moins égale au double de la tension crête à redresser, soit encore à 2,8 fois la tension efficace à redresser (puisque la tension crête est égale à 1,4 fois la tension efficace rappelons-le). Certains amateurs ont ainsi fait claquer des 1N4001 en redressant du 24V efficaces, alors que ces diodes sont données pour 50V, sans comprendre pourquoi. La simple application de la règle précédente donne pourtant la réponse :

$2,8 \times 24 = 67,2V$  ce qui dépasse largement les possibilités des 1N4001 ! Dans un montage en pont par contre, et comme le montre la figure 4, la diode qui est bloquée ne se trouve soumise qu'à la valeur de crête de la tension redressée puisqu'elle a par exemple  $+V_c$  sur son anode et quasiment 0V (en pratique - 0,6V soit le seuil de l'autre diode) sur sa cathode. Il suffit donc, dans le cas d'un redressement en pont, de choisir une diode ayant une tension inverse égale à 1,4 fois la tension efficace à redresser. Pour ce qui est des diodes, il existe un autre paramètre tout aussi important que la tension inverse : c'est le courant admissible. Ce dernier doit tout simplement être choisi légèrement supérieur au courant maximum susceptible d'être consommé par la charge. En pratique, une marge d'au moins 20 % est nécessaire.

## ■ Petit guide résumé

Au vu de tout ce que nous vous avons expliqué, et pour concevoir correctement une alimentation secteur, on procède donc de la façon suivante :

- on détermine la tension de sortie nécessaire, selon que l'alimenta-

tion sera ou non suivie d'une régulation (voir la suite de ces articles),

- on détermine la puissance nécessaire qui, majorée de 10 %, nous donne celle du transformateur à utiliser,

- on détermine, ou on estime, l'ondulation maximum admissible pour la tension de sortie ce qui permet de calculer le condensateur chimique de filtrage,

- la tension secondaire du transformateur nous permet de déterminer la tension de service du condensateur (10 % de plus que 1,4 fois la tension efficace),

- cette même tension secondaire et le fait que l'on travaille en pont ou avec un secondaire à point milieu permettent de choisir des diodes de tension inverse adéquate (1,4 fois ou 2,8 fois la tension secondaire efficace),

- la sélection des diodes se poursuit en majorant d'au moins 20 % le courant maximum à fournir au montage alimenté.

Bien sûr, toutes les valeurs ainsi obtenues sont des valeurs minima et faire un peu plus est vivement conseillé dès lors que la place disponible et le budget prévu le permettent.

## ■ La régulation du pauvre

Même si les régulateurs "trois pattes" sont aujourd'hui omniprésents, en raison de leur faible coût et de leurs excellentes performances, les diodes zéner restent encore d'actualité dans de nombreuses situations. Ce sont en effet les composants de régulation de tension les plus simples qui se puissent concevoir et leur mise en œuvre ne nécessite qu'une résistance. Les calculs concernant une diode zéner sont fort simples, puisqu'ils se résument à la loi d'Ohm, mais ils demandent un peu de bon sens qui nous semble bien souvent faire défaut dans certains schémas... La figure 5 présente tout à la fois le symbole et la courbe caractéristique d'une diode zéner. Utilisée dans le sens direct, c'est à dire avec l'anode positive par rapport à la cathode, une diode zéner se comporte comme une diode tout à fait classique avec un seuil identique à celui d'une diode au silicium (0,6V rappelons-le). Par contre, polarisée en inverse, une diode zéner se comporte aussi comme une diode ordinaire (c'est à dire qu'elle n'est quasiment pas conductrice) mais seulement "pen-

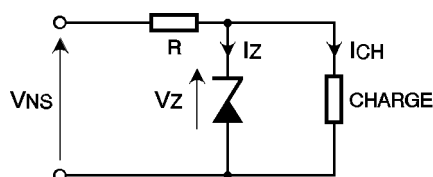


Fig 6 Il suffit d'une résistance pour pouvoir utiliser une diode zéner.

danant un certain temps". En effet, comme le montre la courbe de la figure 5, dès que l'on atteint une certaine tension inverse dite tension de zéner, la diode devient brutalement conductrice et, si rien n'est fait pour limiter le courant qui la traverse, celui-ci peut devenir très important. C'est ce phénomène qui est mis à profit pour utiliser les diodes zéner comme régulatrices de tension selon le schéma de la figure 6. Pour fonctionner correctement, et pour bénéficier aux bornes de la zéner d'une tension stable, il faut calculer correctement la résistance R en fonction de la tension d'entrée, de la tension de zéner et... des variations extrêmes de consommation du montage ainsi alimenté. Pour cela, il faut connaître un autre paramètre de la diode zéner qui est sa puissance maximum et qui indique ipso facto le courant maximum qui peut la traverser sans dommage. Ainsi, une zéner de 9,1V et 400 mW peut être traversée par un courant maximum de  $0,4 / 9,1$  soit environ 44 mA. Théoriquement, il n'existe pas de courant "minimum" à faire passer dans une diode zéner mais la simple observation du graphe de la figure 5, si tant est que notre dessinateur l'ait bien reproduit, montre que le "coude de zéner" c'est à dire le point à partir duquel la diode commence à conduire n'est pas un angle à 90°. Il est toujours plus ou moins arrondi et il vaut donc mieux éviter de travailler à son niveau car on risque de

cas d'une charge à consommation fixe qui est le plus simple. Le schéma utilisé est celui de la figure 6. La résistance doit être calculée de façon à ce qu'elle génère une chute de tension égale à la différence entre la tension non stabilisée et la tension de zéner lorsqu'elle est traversée par le courant alimentant la charge et le courant traversant la zéner. Nous aurons donc la relation :

$$R = (V_{NS} - V_Z) / (I_{CH} + I_Z) \text{ où :}$$

$V_{NS}$  est la tension non stabilisée,  
 $V_Z$  est la tension de zéner,  
 $I_{CH}$  est le courant consommé par la charge,

$I_Z$  est le courant traversant la zéner. Ce dernier sera librement choisi en suivant les recommandations ci avant de façon à se placer loin du coude de zéner mais aussi de façon à ne pas dépasser le courant maximum admissible par la diode. La puissance de la résistance sera évidemment déterminée par la relation :

$$P_R = (V_{NS} - V_Z)^2 / R$$

## ■ Lorsque la consommation de la charge varie...

Si maintenant la charge a une consommation variable, le calcul va être un peu plus délicat et, surtout,

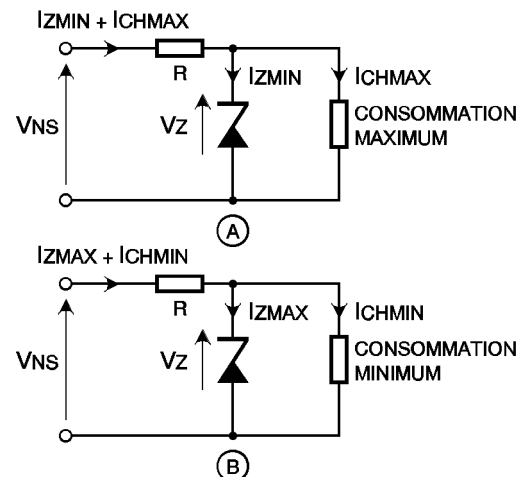


Fig 7 Une charge dont la consommation varie demande un peu de réflexion.

voir varier la tension de zéner de plusieurs centaines de mV en fonction du courant qui traverse la diode. En pratique, on fait donc toujours traverser une diode zéner par un courant "minimum" afin de s'éloigner de ce coude ; courant d'autant plus fort que la zéner est puissante. En pratique, un courant égal au dixième du courant maximum constitue une bonne base de départ.

## ■ Du bon usage d'une diode zéner

Le calcul d'une alimentation stabilisée à diode zéner n'est pas compliqué mais demande un peu de réflexion. Deux cas différents sont à considérer selon que la consommation de la charge alimentée est fixe ou variable. Voyons tout d'abord le

va entraîner plus de contraintes quant au choix de la zéner, voire même conduire à des impossibilités. Examinons la figure 7 pour laquelle la consommation de la charge varie maintenant entre  $I_{CHMIN}$  et  $I_{CHMAX}$ . Lorsque la charge consomme son courant maximum (figure 7a), la résistance R doit être calculée pour qu'elle laisse encore "un peu" de courant pour la zéner ; c'est le fameux courant minimum qui nous éloigne du coude de zéner. Appelons-le  $I_{ZMIN}$ . Notre résistance va donc

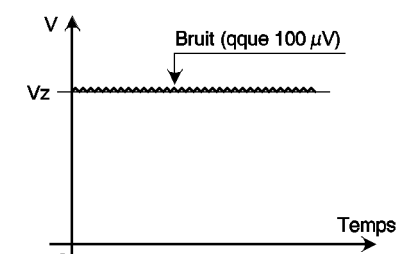
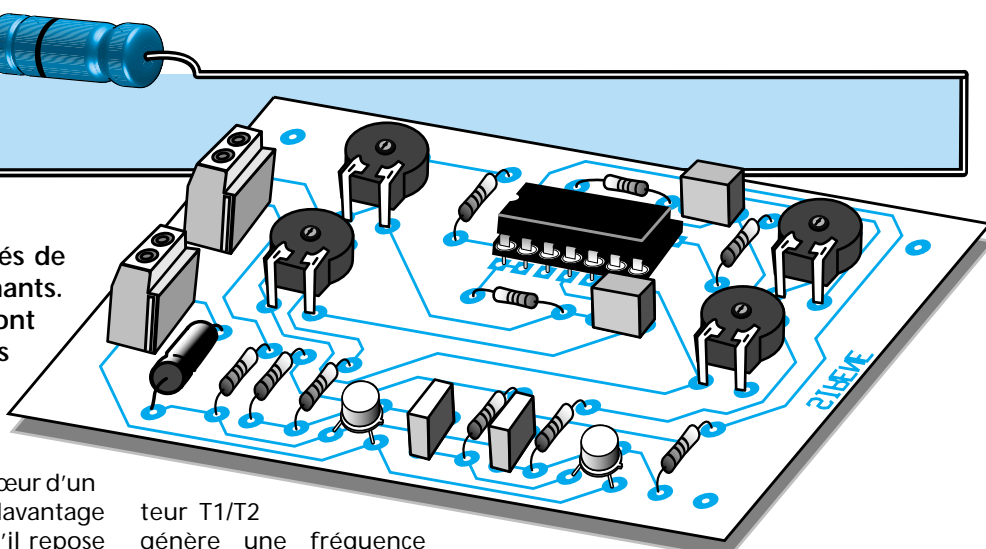


Fig 8 Une zéner produit du bruit, superposé à la tension continue.

# Une sirène à effet spatial

Grâce à l'électronique, les sons peuvent être modulés de façon à obtenir des effets aussi originaux que surprenants. C'est le cas du présent montage qui génère des signaux dont le timbre, la hauteur et la profondeur peuvent varier dans de très grandes proportions grâce à un pilotage à l'aide de quatre ajustables.



## Le fonctionnement (figure 1)

D'emblée, on distingue le recours à deux fois le même montage comportant chacun deux portes NAND, contenus dans un circuit intégré très courant : le CD4011. Considérons le montage construit autour des portes I et II. Avec les composants périphériques R1, R3, A1 et C2, l'ensemble constitue un montage de base que l'on rencontre très fréquemment : le multivibrateur ou l'oscillateur instable. Par le jeu des charges et des décharges de C1 dans la chaîne R3/A1, on relève sur la sortie de la porte II des créneaux de forme carrée, dont la fréquence dépend essentiellement de la posi-

tion angulaire du curseur de l'ajustable A1. Il est ainsi possible de faire évoluer cette fréquence le long d'une plage allant de 2 à 45 Hz. Nous voyons que nous sommes dans le domaine des fréquences basses. Bien entendu, le multivibrateur formé par les portes NAND III et IV fonctionne exactement de la même manière. Les transistors NPN T1 et T2

constituent également le cœur d'un multivibrateur de facture davantage classique étant donné qu'il repose justement sur la mise en œuvre de transistors. Lorsqu'un transistor est bloqué, l'autre est saturé et vice-versa. Pour obtenir cet effet, les deux transistors sont montés en émetteur commun. Chaque transistor comporte une résistance de charge (R7 et R8) insérée dans le circuit collecteur et une résistance de polarisation de la base (R9 et R10). L'entretien des oscillations est assuré par la présence des capacités C3 et C4, respectivement reliés à la base d'un transistor et au collecteur de

## La réalisation

Le figure 2 illustre le circuit imprimé relatif au montage. Sa réalisation n'appelle aucune remarque particulière, la configuration des pistes n'est pas très serrée. Quant à la figure 3, elle fait montre de l'implantation des composants. Attention surtout au respect de l'orientation des composants polarisés : la capacité C5, les transistors et surtout le circuit intégré.

Concernant ce dernier, il est souhaitable de le monter sur un support. Il convient également de bien veiller à la polarisation correcte de l'alimentation. Toute inversion détruirait immédiatement le montage.

R. KNOERR

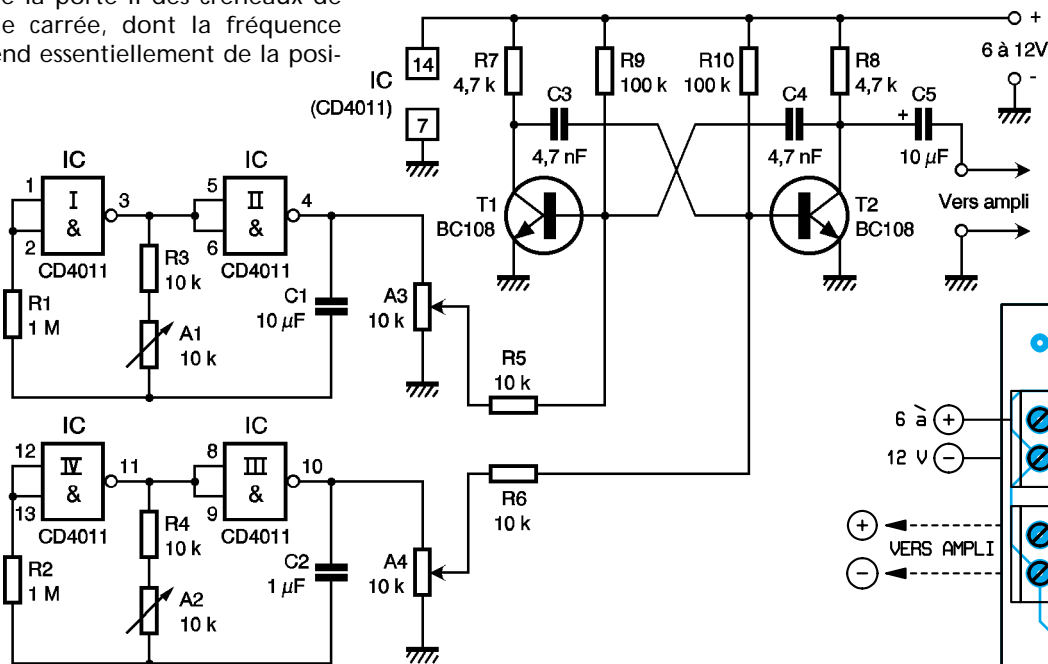


Fig 1 Schéma de principe

tion angulaire du curseur de l'ajustable A1. Il est ainsi possible de faire évoluer cette fréquence le long d'une plage allant de 2 à 45 Hz. Nous voyons que nous sommes dans le domaine des fréquences basses. Bien entendu, le multivibrateur formé par les portes NAND III et IV fonctionne exactement de la même manière. Les transistors NPN T1 et T2

l'autre. Par analogie à sa représentation schématique, on appelle souvent ce montage un multivibrateur à couplages "croisés". Dans le cas présent, cet oscillateur engendre la base de la note audible. En effet, on remarquera que les valeurs des capacités C3 et C4 sont bien plus faibles que celles des deux multivibrateurs précédents. L'étage oscilla-

Implantations des éléments

d'un amplificateur, par exemple celui de la chaîne Hi-Fi, ou à tout autre amplificateur de moyenne ou de forte puissance.

## Les effets obtenus

Dans un premier temps, tous les curseurs seront placés dans leur position médiane, ce qui produira un premier son. En tournant le curseur de A1 dans le sens anti-horaire, la vitesse du phénomène "variations de hauteur" diminue et devient davantage perceptible. En tournant ensuite le curseur de A2 dans le sens horaire, il se produit un effet de profondeur caractéristique.

En agissant enfin sur les curseurs de A3 et de A4, les effets sonores qui en résultent sont aussi bizarres qu'inattendus. A vous d'obtenir le résultat souhaité.

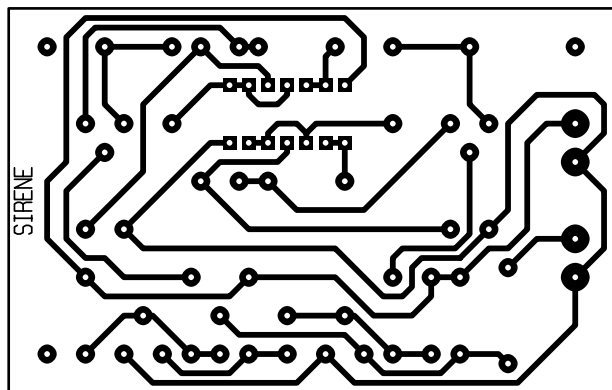


Fig 2 Impression Tracé du circuit imprimé

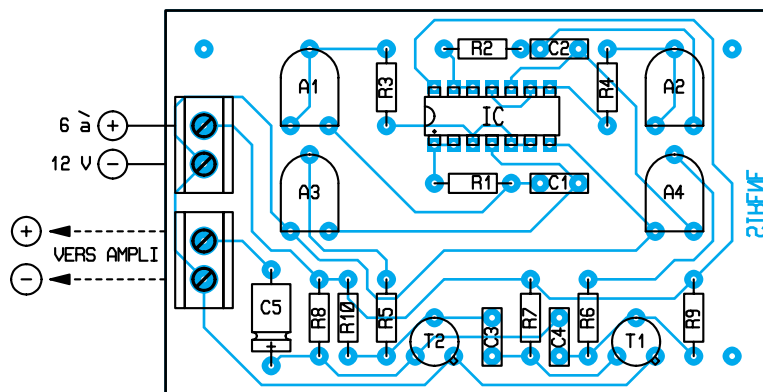


Fig 3

## NOMENCLATURE

- R1, R2 : 1 MΩ (marron, noir, vert)
- R3 à R6 : 10 kΩ (marron, noir, orange)
- R7, R8 : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)
- R9, R10 : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
- A1 à A4 : ajustables 10 kΩ
- C1, C2 : 1 μF milfeuil
- C3, C4 : 4,7 nF milfeuil
- C5 / 10 μF/16V électrolytique
- T1, T2 : transistors NPN BC108
- IC : CD4011 (4 portes NAND) ou CD4001 (4 portes NOR)
- 1 support 14 broches
- 2 borniers soudables
- 2 plots



## Les dissipateurs

### Résistance thermique

Une jonction, qu'elle soit de diode, de transistor, en dispositif discret ou en circuit intégré, dissipe une certaine puissance en fonctionnement :  $W$  (Watt) =  $IF$  (Ampère) x  $VF$  (Volt) C'est le produit de l'intensité directe par la chute de tension directe. Ces deux paramètres sont sur les caractéristiques du dispositif, ainsi que la température ambiante maximale en fonctionnement, pour une température de la jonction maximale entre 125°C et 175°C. Afin d'augmenter la puissance admissible, on place le dispositif sur un dissipateur qui dissipe les joules (calories) dans l'air ambiant. Le calcul d'un dissipateur s'effectue à l'aide de la loi d'Ohm thermique. Le dispositif dissipe une puissance maximale : PD. Il présente

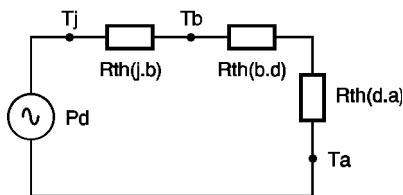


Fig 1 Loi d'Ohm thermique

une résistance thermique interne entre la jonction et le boîtier :  $R_{th}(j-b)$  en °C/W. On le monte sur un dissipateur ayant une résistance thermique dissipateur/ambiance :  $R_{th}(d-a)$ . Mais le contact entre le boîtier et le dissipateur n'est pas parfait et présente une résistance thermique :  $R_{th}(b-d)$ . Si on doit isoler électriquement le boîtier du dissipateur, on place entre eux une rondelle isolante qui augmente cette résistance thermique.

La résistance thermique totale est :

$$R_{th} = R_{th}(j-b) + R_{th}(b-d) + R_{th}(d-a)$$

Pour les températures, on a :  $T_j$  : température de la jonction,  $t_b$  : température du boîtier,  $t_a$  : température ambiante, en °C. On obtient le dipôle fermé de la figure 1.

La résistance thermique du dissipateur est :

$$R_{th}(d-a) = \frac{t_j - t_a}{P_D} - (R_{th}(j-b) + R_{th}(b-d))$$

### Dissipateurs

Les dissipateurs de puissance sont en alliage d'aluminium car c'est cet alliage qui présente les meilleures caractéristiques : coefficient de conduction thermique  $K_s = 0,81$

(W/cm<sup>2</sup>), extrusion facile, bonne rigidité et prix modéré. Leur état de surface est très important pour obtenir un coefficient d'émission des joules (calories) élevé. C'est le corps noir théorique qui est pris comme unité car il possède un rayonnement total des calories. L'alliage d'aluminium anodisé noir possède un coefficient thermique de 0,8 à 0,9. La finition en peinture noire présente un  $K_s$  de 0,95.

### Différents modèles de dissipateurs

**Dissipateurs faible puissance clipsables sur le boîtier**

**Clips pour deux transistors en boîtier TO92**

Permet de maintenir les deux transistors à la même température afin d'éviter les écarts thermiques se répercutant sur les caractéristiques.

**Pour montage vertical sur le boîtier**

Par exemple pour boîtiers TO18, TO5, TO220, etc. Leur résistance thermique est comprise entre 50 et 60°C/W.

**Dissipateurs usinés pour différents modèles de transistors et diodes**

Pour TO220, TOP3, TO3, DO4, DO5, etc. Résistance thermique entre 5 et 15°C/W.

**Dissipateurs en profilé extrudé**

Usinés ou non, pour les dispositifs de puissance, transistors ou diodes, résistance thermique entre 1 et 2,5°C/W.

**Profilés en longueur de 1 mètre**

Ils sont découpés et usinés par l'uti-

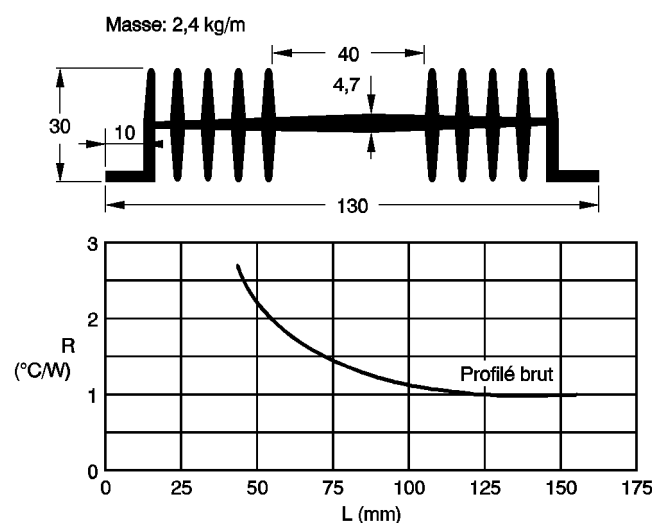


Fig 2 Résistance thermique (°C/w) en fonction de la longueur du profilé

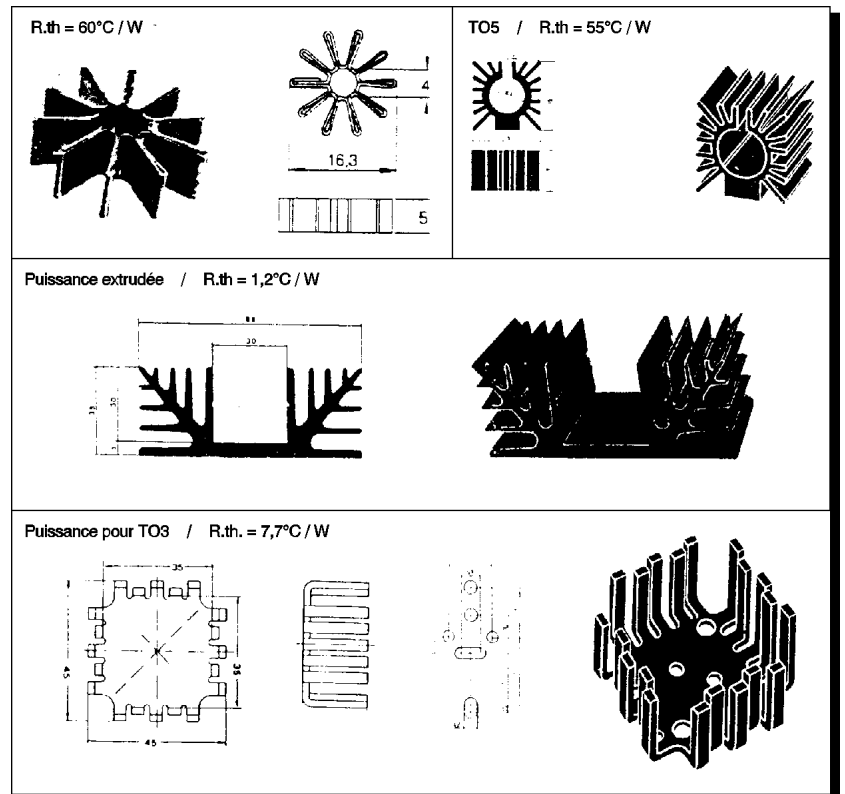


Fig 3 Différents dissipateurs

lisateur. Chaque modèle est accompagné d'une courbe donnant la résistance thermique en fonction de la longueur du profilé. A partir d'une certaine longueur, la résistance thermique de l'ensemble ne diminue plus. Cette longueur est généralement voisine de 100 mm. La figure 2 donne cette courbe pour un modèle pris en exemple. Les petits modèles de profilés présentent une résistance thermique de 2 à 4°C/W pour 100 mm de longueur. Les modèles plus importants atteignent 1°C/W.

**Dissipateurs pour circuits intégrés**

- Pour boîtiers DIL 6/8 et 14/16, résistance thermique 80°C/W

- A la fabrication, la pastille de silicium est soudée sur une plaque de cuivre isolée du boîtier ou reliée à une métallisation extérieure qui se fixe sur un dissipateur, verticalement ou horizontalement. Cette

fabrication se rencontre également sur les dispositifs de puissance en boîtier plastique. Les pièces métalliques des boîtiers de puissance doivent être reliées au potentiel le plus négatif du schéma.

**Ventilateurs pour dissipateurs de puissance**

Pour améliorer l'efficacité du dissipateur et réduire la résistance thermique de l'ensemble, une ventilation forcée peut être nécessaire. Les filets d'air doivent circuler parallèlement aux ailettes sans turbulence.

**Ventilateurs, alimentation continue 5V ou 12V**

Plusieurs modèles depuis le subminiature : 24x24x10 mm, 60 mA jusqu'au 120x120x38 mm, brassage 143 m<sup>3</sup>/h.

**Ventilateurs, alimentation 230V alternatif**

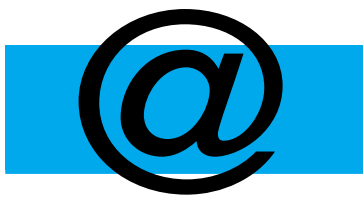
Même modèle 120x120x38 mm, brassage 143 m<sup>3</sup>/h.

**Dissipateurs/ventilateurs pour microprocesseurs**

Le ventilateur miniature est monté sur un dissipateur clipsable directement sur le boîtier. Prévu pour les familles Pentium ou Cyrix, en boîtiers SPGA et PPGA, consommation : 1W sous 12V, dimensions : 48x47x22 mm.

**Isolation du boîtier au dissipateur**

Si on est obligé d'isoler le dispositif du dissipateur, on utilise des rondelles intercalaires aux dimensions voulues pour chaque type de boîtiers. Le mica est de plus en plus remplacé par un isolant souple à base de céramique et de silicone.



# GÉNÉRATION INTERNET

## Une logique à toute épreuve !

L'univers d'Internet c'est aussi pouvoir télécharger des fichiers, des images et, bien entendu, des programmes. Génération Internet a téléchargé ce mois-ci et pour vous un programme destiné à l'enseignement de l'électronique logique combinatoire. Cette dernière prenant une part considérable dans l'élaboration des projets d'électronique en collège, elle fait donc l'objet d'une étude approfondie pour les enseignants et les élèves.

### L'E.A.O gagne du terrain

Aujourd'hui, devant l'expansion du formidable univers du multimédia, il serait impensable de se considérer, en tant que formateur, comme un émetteur unique du savoir ! Au contraire, il est tout à fait judicieux de pouvoir rebondir sur l'outil d'E.A.O. (Enseignement Assisté par Ordinateur) mis à notre disposition, et ceci notamment grâce à Internet, pour enrichir notre enseignement. De véritables outils d'E.A.O. ont pris place aujourd'hui dans notre enseignement de tous les jours. Cependant, il n'est pas toujours aisé de les intégrer dans notre enseignement pour diverses raisons : problèmes matériels, problèmes humains. Des professionnels de l'informatique associés à des pédagogues ont développé pour nous des applications logicielles répondant à nos besoins en terme de formation. La voie du multimédia est ouverte !

tionnement des connaissances en logique. Il assure aussi une auto-évaluation sur chaque module regroupant ainsi plus de 250 exercices d'entraînement et d'évaluation sous forme de QCM (Question à choix multiples) ou de QROC (Question à réponse ouverte courte).

### Une logique en kit

L'application présentée ce mois-ci à partir du site <http://www.fitec.fr>, ouvre la voie à l'outil d'E.A.O. en électronique logique. Le logiciel LOGIC Volume 1 pour Windows est découpé en modules :

■ **Module 1 : Introduction à la logique**  
Représentation électrique - introduction aux opérateurs

### Module 5 : Évaluation des connaissances

Commutativité - associativité - distributivité théorème de De Morgan - autres propriétés

Le téléchargement nous a pris environ 40 minutes et nécessite 10 Mo de libre sur le disque dur.

Le chronogramme de la sortie S complété, l'équation est vérifiée. L'étape suivante consiste à réaliser l'opération dite DRAG AND DROP (cliquez et déplacez). Cette manipulation consiste à sélectionner l'opérateur adéquat dans la partie basse de l'écran afin de le déplacer et de l'amener en bonne position dans le schéma logique de la partie haute de l'écran. Ici, quatre opérateurs logiques sont à rapatrier dans le but de satisfaire l'équation logique donnée.

La richesse de l'outil d'Enseignement Assisté par Ordinateur constitue un moyen technique d'apprentissage basé sur des animations graphiques associées à des textes et

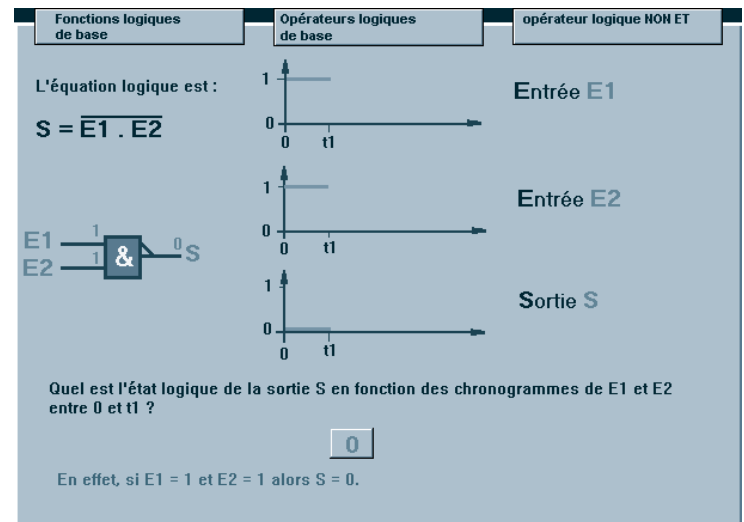


Fig 2 Représentation temporelle des états de l'opérateur logique.

Une fois la création du répertoire DISK 1 sous Windows, il est nécessaire de cliquer sur Install.exe du logiciel Logic 1.0 Démo pour lancer l'application.

des dessins explicites. Il répond à un mode de communication actuel pour les élèves avec une interactivité fréquente nécessitant de leur part une attention constante. D'autre part, la diversification des exercices tels que les QCM, les QROC ou encore les opérations de DRAG AND DROP constituent un dispositif d'évaluation original et varié. Cet outil accompagné par l'enseignant crée une dynamique et confronte l'élève à un moyen d'acquisition de connaissances et d'évaluation nouveau s'adaptant à la vitesse de travail de celui-ci tout en y associant une certaine rigueur.

E. FELICE

### Une logique irréfutable

Une fois le téléchargement réalisé, il est alors possible d'utiliser la version de démonstration de LOGIC 1.0 pour Windows. Accédons au module 2 Opérateurs logiques de base. Le logiciel offre la possibilité de découvrir tous les opérateurs logiques traditionnels ou bien encore d'exploiter des exercices d'entraînements prédéfinis. L'apprenant doit compléter la table de vérité correspondant à l'équation logique de l'opérateur présenté (figure 1). Bien entendu, il est possible à tout moment d'imprimer une page écran. Ceci pouvant permettre, entre autres, un classement de ce document dans un cours ou de faciliter une expérimentation ou un projet à réaliser.

Une fois la table de vérité validée avec succès, la représentation sous forme de chronogramme (figure 2) permet de comprendre, étape par étape, chaque ligne de la table de vérité. L'utilisateur doit alors préciser l'état logique de la sortie S en fonction de l'état des entrées E1 et E2 apparaissant dans les différents chronogrammes. Attention aux erreurs, le logiciel est intrinsèque !

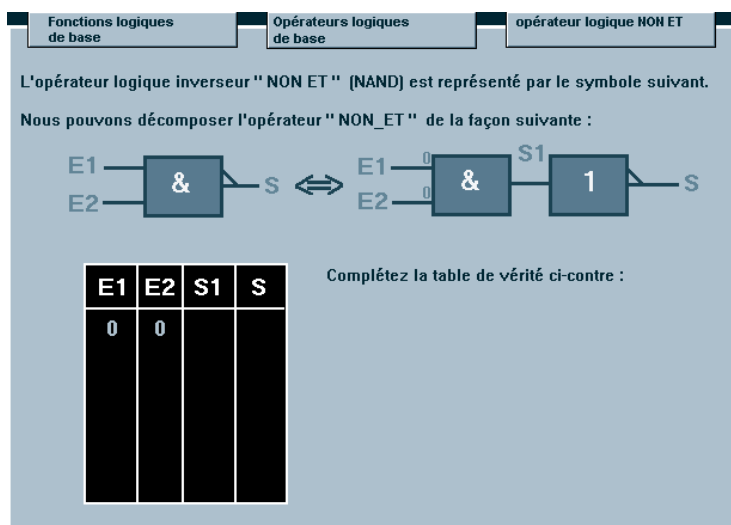


Fig 1 Opérateur logique NON ET.

### Une logique inévitable

Le site <http://www.fitec.fr> permet de présenter le Groupe FITEC et propose des applications logicielles de démonstration destinées à l'enseignement des concepts de base en électrotechnique, en électronique, en énergétique et en informatique industrielle. S'agissant de l'électronique, l'application logicielle LOGIC 1 nous a séduit quant à son approche pédagogique. Ce logiciel d'enseignement permet l'acquisition et le perfec-

■ **Module 2 : Opérateurs logiques de base**  
Inverseur ET - OU - NON ET - NON OU - OU exclusif

■ **Module 3 : Simplification d'équations**  
Commutativité - associativité - distributivité théorème de De Morgan - autres propriétés

■ **Module 4 : Applications**  
Opérateurs logiques - simplifications d'équations - analyse d'équations et de logigrammes

### ENCART :

Le site FITEC <http://www.fitec.fr> propose le menu suivant :

- son catalogue,
- ses distributeurs possibles,
- des téléchargements de logiciels de démonstration,
- un support technique.

### Téléchargement possible :

- Démo Logic Volume 1 pour Windows,
- Démo Logic Volume 2 pour Dos,
- Démo Logic Volume 3 pour Dos,
- Démo Motic pour Windows,
- Démo liaisons Numériques,
- Démo Prolog pour Dos,
- Démo Prolog Volume 2 pour Windows,
- Démo Schemaplic 2.0 pour Windows,
- Démo Schemaplic option enseignement,
- Démo Vartronic pour Windows.



# Un flash auxiliaire

Répartir les sources de lumière et donc d'équilibrer l'éclairage du cliché lors d'une prise de vue au flash : tel est le but du petit montage que nous vous proposons ici.

Si vous êtes amateurs de photographie, vous avez certainement déjà remarqué que les résultats des photos prises au flash n'étaient pas toujours ceux attendus. Bien souvent, les premiers plans sont surexposés alors que le fond du décor baigne dans les ténèbres les plus profonds. De même, la présence d'ombres portées extrêmement marquées nuit à la douceur générale de la prise de vue. Les causes de ces défauts sont essentiellement la ponctualité et la directivité des flashes qui équipent les appareils photo. Certes ces effets peuvent être améliorés en orientant le flash vers le plafond afin que son éclair soit plus diffus. Mais, d'une

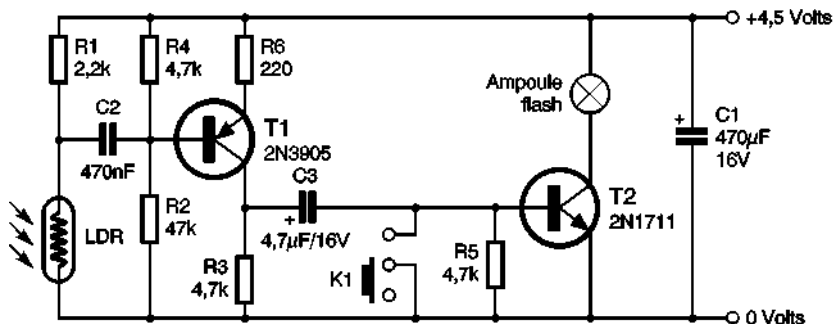


Fig 1 Schéma de principe

part, les appareils compacts ne possèdent pas de flash orientable et, d'autre part, une telle opération implique une modification du réglage de diaphragme. Des difficultés de mise en œuvre qui nécessitent une parfaite maîtrise des techniques photographiques pour que le résultat obtenu soit à la hauteur des ambitions du photographe. Au final, seuls les amateurs les plus "éclairés" et les professionnels se risquent à de telles manipulations. Néanmoins le remède est simple et relève de la Lapalissade. Pour répartir la lumière il suffit d'utiliser plusieurs flashes. Reste que, si cette idée semble évidente, dans la pratique on se heurte à un problème de déclenchement. Les compacts ne portent généralement pas de prise de synchronisation pour flash externe et, sur les boîtiers 24x36, celle-ci est déjà occupée par le flash principal. La seule solution est donc de réaliser un flash auxiliaire "auto déclenchable".

## Le principe

Le moyen le plus simple pour assurer la synchronisation automatique de notre flash auxiliaire avec la prise de vue est d'utiliser l'éclair du flash principal en tant que déclencheur. Pour détecter cet éclair, nous l'équi-

pole. Pour y parvenir nous devons amplifier ce signal à l'aide de T1 et de T2. Au repos ces deux transistors sont "bloqués", c'est à dire non-conducteurs. Notons que T1 est pré-polarisé par R2 et R4 afin d'améliorer

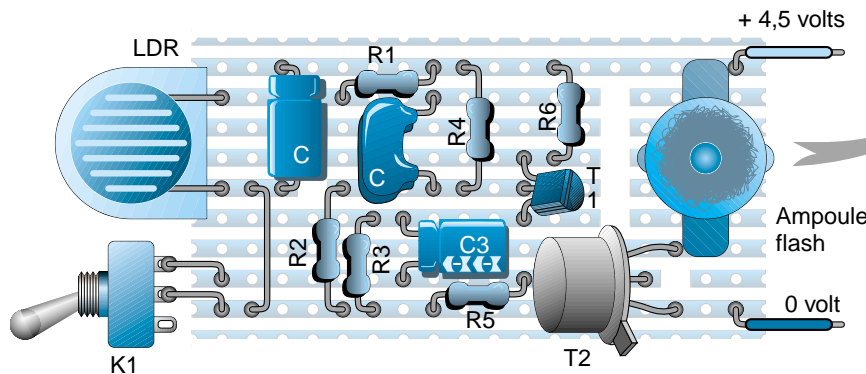


Fig 3 Implantation des éléments

perons d'une cellule photosensible du type LDR. Il s'agit d'un composant dont la résistance interne varie en fonction de l'éclairage. Ainsi, il suffira de poser ce montage dans un coin de la pièce et il se déclenchera lorsqu'il "verra" l'éclair du flash de l'appareil photo. Plus de problème de synchronisation, donc, et meilleure répartition de l'éclairage.

rer la sensibilité du montage. L'impulsion issue de la LDR parvient à la base de T1 par l'intermédiaire du condensateur C2. Aux bornes de R3, on retrouve donc une impulsion résultant du blocage temporaire de T1. Cependant celle-ci est encore insuffisante pour déclencher l'ampoule flash. C'est T2 qui a pour mission de délivrer la puissance nécessaire. C3 applique donc l'impulsion issue de R3 sur sa base. Le transistor se sature à son tour et son courant de collecteur est, cette fois, suffisant pour déclencher l'ampoule flash. Enfin, mentionnons que l'interrupteur K1 permet de bloquer l'arrivée de l'impulsion sur T2. Il fait ainsi office de "mise en veille" du montage lors du remplacement de l'ampoule au magnésium. Il évite ainsi la survenue d'un déclenchement parasite que pourrait causer l'ombre de la main sur la cellule par exemple.

## Comment ça marche ?

On peut résumer le fonctionnement de ce montage à celui d'un interrupteur commandé par la lumière. Néanmoins il doit répondre à deux impératifs : "réagir" très rapidement et délivrer un courant suffisant pour déclencher une petite ampoule flash au magnésium. L'apparition de l'éclair provoque une brusque chute de la résistance interne de la LDR. Comme celle-ci est connectée entre la masse et l'alimentation du montage par l'intermédiaire d'une résistance fixe (R1), il en résulte une impulsion au point de jonction de ces deux composants. Cependant ni l'amplitude ni l'intensité de cette impulsion ne sont suffisantes pour assurer le déclenchement de l'am-

## Le câblage

Comme toujours, ce montage est réalisé sur une petite plaquette d'essai pré-perforée et munie de bandes conductrices.

La figure 2 propose la préparation de la plaquette avec les interruptions de bandes conductrices, la figure 3 précise l'implantation des éléments.

Enfin, reste à réaliser la "douille" de l'ampoule au magnésium. S'il est facile de se procurer ces ampoules au rayon photo de n'importe quelle grande surface, les douilles sont, en revanche, quasiment introuvables. Cependant il est simple de réaliser une douille à peu de frais. Pour notre part nous avons utilisé les

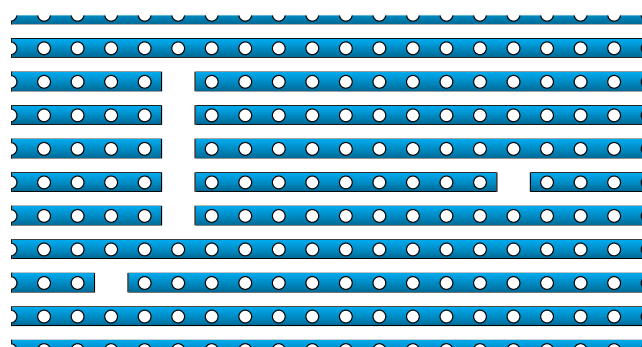
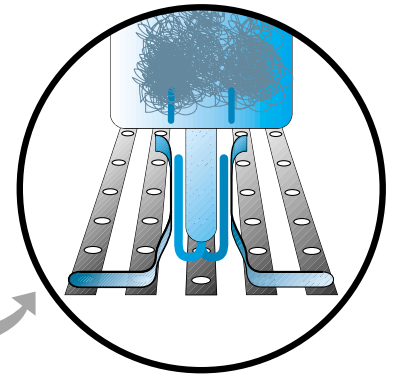


Fig 2 Préparation de la plaquette



lamelles de laiton d'une pile pour lampe de poche usagée. Pour réaliser cette douille, il suffit de les plier et de les souder, en vis à vis et légèrement écartées, soit directement côté cuivre de la plaquette de câblage soit en utilisant des pattes de résistance comme liaison. Une fois ce soudage terminé, il faut ajuster l'écartement des lames de manière à ce qu'elles pincent bien le culot de l'ampoule flash.

## L'utilisation

Avant de mettre en place l'ampoule flash, il est indispensable de mettre le montage sous tension et de placer K1 en position "veille". Une fois son emplacement dans la pièce déterminée, K1 sera basculé et le montage sera prêt à fonctionner. Il faudra choisir, pour l'installation du montage un point du décor, bien évidemment, hors du champ de l'appareil photo. Nous vous conseillons d'utiliser une vitesse d'obturation de 1/24ème de seconde.

Comme le coût de cette réalisation est relativement faible, rien n'interdit de le réaliser en plusieurs exemplaires afin de multiplier encore les sources de lumière. Enfin, pour alimenter ce flash, le plus simple, et le plus économique, est d'utiliser une pile plate pour lampe de poche de 4,5V. Il faudra, bien entendu, respecter la polarité de l'alimentation lors du raccordement de la pile.

## NOMENCLATURE

- R1 : 2,2 kΩ (rouge, rouge, rouge, or)
- R2 : 47 kΩ (jaune, violet, orange, or)
- R3 : 4,7 kΩ (jaune, violet, orange, or)
- R4 : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge, or)
- R5 : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge, or)
- R6 : 220 Ω (rouge, rouge, brun, or)
- LDR : Cellule photorésistive
- C1 : 470 μF/16V
- C2 : 470 nF
- C3 : 4,7 μF/16V
- T1 : 2N3905 ou équivalent
- T2 : 2N1711
- K1 : interrupteur
- Lampes flash
- Une pile plate 4,5V
- Lamelles récupérées sur une pile 4,5V usagée

# Un testeur de continuité

## ■ But du montage

Il n'est pas rare, en électronique, d'avoir à tester les pistes de cuivre d'un C.I. à la recherche d'une éventuelle micro coupure, ou de chercher à localiser un contact indésirable entre deux pistes voisines. On est également parfois amené à retrou-

ver le brochage d'un relais inconnu, d'un connecteur ou, plus compliqué, la continuité ou le repérage d'un câble multiconducteurs. De nombreux exemples pourraient encore être trouvés pour justifier l'emploi d'un appareil capable de mesurer le passage ou non du courant, sans avoir à faire appel aux services d'un multimètre sur la gamme ohmètre. Sur une carte électronique équipée déjà de nombreux composants, le test de continuité est plus délicat car faussé par les diverses résistances et semi-conducteurs. En outre, certains éléments n'apprécient guère d'être testés sous tension. Notre projet de testeur peut régler tous vos problèmes car sa sensibilité est telle qu'il ne réagira qu'en présence d'une résistance de passage très faible, par exemple moins de 10 Ω sur la maquette. Seul un contact direct le fera réagir, excluant le plus souvent l'incidence d'autres composants.

Fig 1

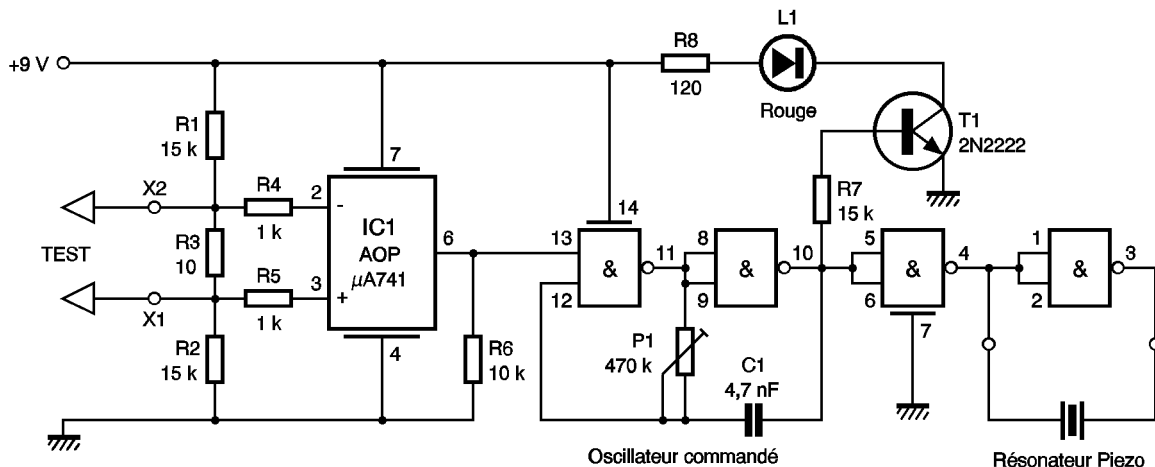


Schéma de principe

montage. R1 et R2, des résistances égales de quelques 15 kΩ seront choisies si possible de la même valeur ohmique. On pourra également remplacer l'une des résistances R1 ou R2 par un élément ajustable multitours de 22 kΩ par exemple. La résistance R3, de très faible valeur, crée donc à ses bornes une très faible chute de tension qui sera appliquée sur les deux entrées de l'AOP. Dans la situation de repos du schéma, lorsque les pointes de

ce cas, la sortie 6 de IC1 est basse et d'autant plus qu'elle sera forcée à la masse par la résistance R6.

## ■ Signaler la continuité

Lorsque les bornes X1 et X2 sont réunies directement, ou par l'intermédiaire d'une résistance très faible,

l'entrée e+ a des chances d'être à un potentiel supérieur à celui de l'entrée e-; dans ce cas précis, la sortie de IC1 sera haute, donc proche des 9V de l'alimentation. L'oscillateur construit autour des deux portes

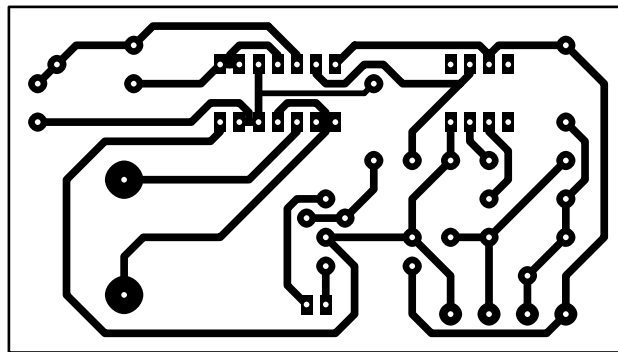


Fig 2

Impression

Tracé du circuit imprimé

## ■ Le schéma électronique

Il est fort simple comme on peut s'en rendre compte sur la figure 1. L'une des applications de l'ampli-Op en mode saturé est le montage comparateur de tension. Si la tension présente sur l'entrée non-inverseuse est quelque peu supérieure à celle présente sur l'entrée inverseuse, la sortie de l'AOP prend la valeur +Vsat, légèrement inférieure à la tension positive d'alimentation. Dans la situation inverse, la sortie prendra la valeur -Vsat, proche du potentiel de la masse pour nous, ou proche de la tension négative si on a recours à une alimentation symétrique. Nous ferons appel au bon vieux

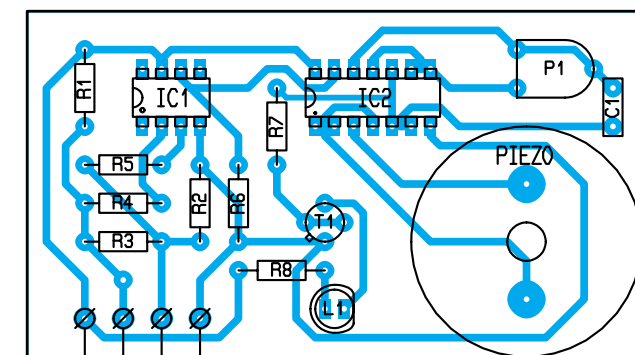
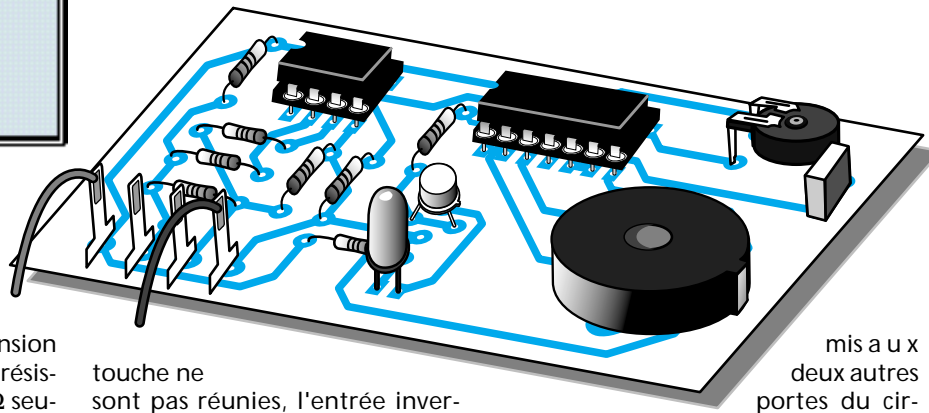


Fig 3

Implantation des éléments

NAND sera validé. Le signal de sortie rectangulaire aura une fréquence proportionnelle à la valeur de l'ajustable P1 et du condensateur C1, de l'ordre de 2 à 3 kHz. Ce signal rectangulaire sera d'une part trans-



mis à u x deux autres portes du circuit IC2 afin de

doubler l'amplitude de la tension variable transmise sur le petit résonateur piézo en sortie. On aura intérêt à régler P1 pour obtenir un rendement optimal du signal sonore proche de la fréquence de résonance du transducteur piézo. Une signalisation visuelle est prévue pour permettre de discerner l'appareil en service dans une ambiance sonore élevée ou lorsque plusieurs testeurs sont susceptibles d'être en service simultanément, comme c'est le cas dans un atelier de câblage ou dans une classe de LEP. Le transistor T1, piloté à travers la résistance R7 par le signal de l'astable, est chargé d'alimenter la LED rouge L1, un modèle à haute luminosité de préférence, en boîtier cristal.

Ce petit testeur, sans prétention, gagnera à être inséré dans un boîtier isolant avec la pile de 9V qui l'alimente. Il vous rendra les plus grands services pour un coût de revient dérisoire.

G. ISABEL

## ■ NOMENCLATURE

- SEMI-CONDUCTEURS
- IC1 : Ampli-Op µA 741 boîtier DIL 8
- IC2 : quadruple NAND C/MOS 4011
- T1 : transistor NPN 2N2222
- L1 : diode électroluminescente rouge 5 mm en boîtier cristal
- Résistances (1/4 de watt)
- R1, R2 : 15 kΩ (marron, vert, orange)
- R3 : 10 Ω ou moins (marron, noir, noir)
- R4, R5 : 1 kΩ (marron, noir, rouge)
- R6 : 10 kΩ (marron, noir, orange)
- R7 : 15 kΩ (marron, vert, orange)
- R8 : 120 Ω (marron, rouge, marron)
- P1 : ajustable horizontal pas de 2,54 mm 470 kΩ
- Condensateur
- C1 : plastique 4,7 nF/63V
- Divers
- support à souder 8 et 14 broches
- résonateur piézo (sans oscillateur)
- coupleur pression pile 9V
- picots à souder
- fils souple et pointes de touche
- boîtier éventuel



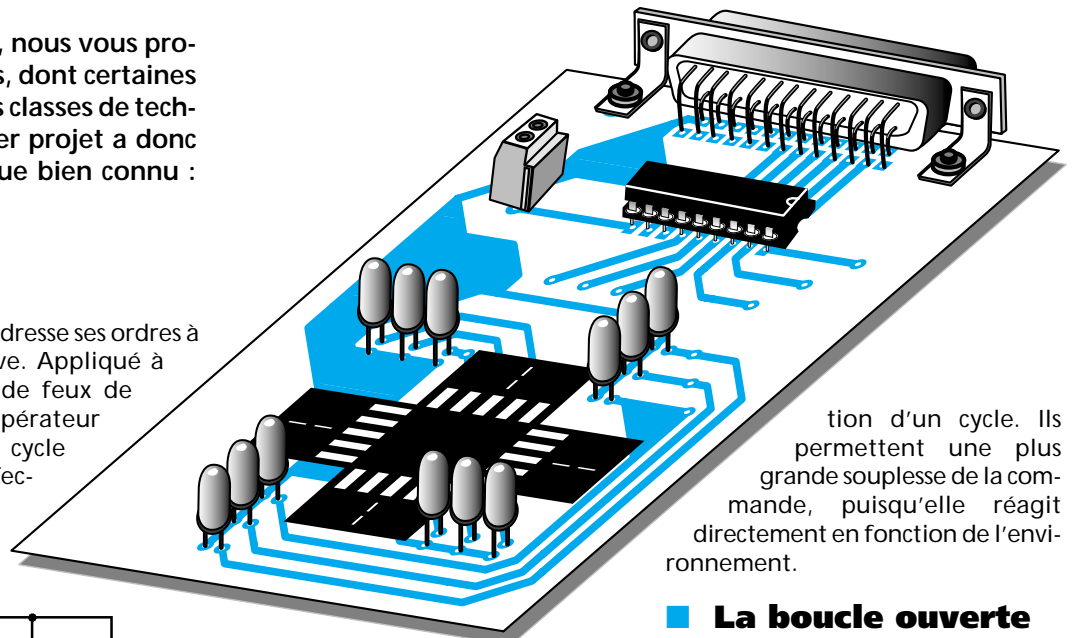
# INITIATION A LA ROBOTIQUE

**P**our la suite de notre initiation à la robotique, nous vous proposons de réaliser des maquettes didactiques, dont certaines se retrouvent sous une forme plus élaborée dans les classes de technologie du collège, voir même du lycée. Ce premier projet a donc pour objet la réalisation d'un système automatique bien connu : les feux de signalisation.

## ■ Notre maquette

Elle consiste en un carrefour sur lequel sont placés des feux de signalisation. Leur pilotage s'effectue via une interface connectée au port de l'imprimante parallèle, dont les signaux sont gérés par un programme écrit en langage Basic. Notre choix s'est porté sur ce dernier du fait qu'il est disponible sur toutes

les machines, laquelle adresse ses ordres à la partie opérative. Appliqué à notre maquette de feux de signalisation, l'opérateur (nous), décrit le cycle que doivent effectuer les feux du carrefour par l'intermédiaire



tion d'un cycle. Ils permettent une plus grande souplesse de la commande, puisqu'elle réagit directement en fonction de l'environnement.

## ■ La boucle ouverte

Un système fonctionne en boucle ouverte lorsqu'il n'utilise pas de capteurs pour le renseigner sur l'évolution de ce sur quoi il agit. Le cycle va donc se dérouler en respectant la séquence donnée sans tenir compte des événements. Donc, les temps d'allumage et d'extinction des feux seront les mêmes, quelque soit la quantité de voitures en attente de circuler sur les voies. Ce mode de fonctionnement est sans aucun doute le plus simple qui soit à mettre en œuvre, mais il confère une grande rigidité au système auquel on l'applique.

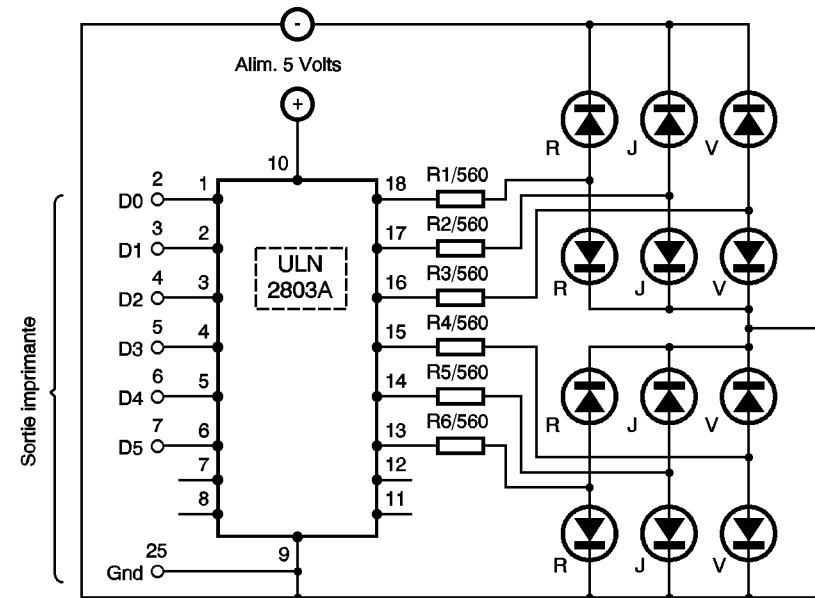


Fig 1 Schéma de principe

les machines et qu'il s'adapte à une large gamme de configurations matérielles

## ■ Un système automatisé

Un système est qualifié d'automatisé dès lors qu'il effectue une tâche répétitive de manière autonome. Le rôle de l'opérateur consiste donc à définir la consigne à la partie com-

mande (la partie commande) qui, une fois en mode exécution du programme, envoie ses ordres d'allumage ou d'extinction à la partie opérative (la maquette).

## ■ Voici maintenant quelques précisions sur le vocabulaire employé

Les feux de signalisation constituent un système automatique. Ce système est lui-même composé d'une partie commande et d'une partie opérative.

### La partie commande :

C'est l'organe qui reçoit le programme. C'est un ordinateur pour notre maquette, mais nous aurions tout aussi bien pu choisir d'utiliser un programmeur à cames dont on modifie les positions en fonction des actions souhaitées sur un cycle.

### La partie opérative :

Elle se subdivise en un ensemble de

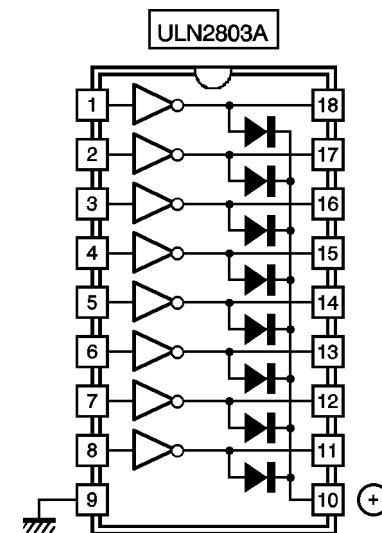


Fig 3 Brochage du circuit intégré

4 éléments qui sont le bâti, les effecteurs, les actionneurs et les capteurs.

- le bâti consiste en un croisement de 4 voies sur lesquelles on a tracé des passages pour piétons, éventuellement bordées de trottoirs,
- les effecteurs sont les feux de signalisation,
- Les actionneurs sont les organes qui utilisent une énergie pour actionner les effecteurs. Dans notre exemple, ce sont les diodes électroluminescentes,
- les capteurs renseignent la commande sur l'état d'ensemble de la partie opérative lors de l'exé-

## ■ Réaliser la maquette

Le schéma de cette maquette est d'une grande simplicité, car nous n'utilisons qu'un circuit intégré (ULN 2803A) dont le rôle est d'allumer ou d'éteindre les diodes électroluminescentes (LED) en ménageant les sorties du port de l'imprimante. L'état de ces sorties est déterminé par le basculement d'un état sur l'autre des signaux, qui restent stables ensuite puisqu'ils sont verrouillés. Une alimentation 5V externe permet d'alimenter les LED via l'ULN.

## ■ Le circuit imprimé

Son tracé aéré ne doit pas poser de problèmes. Il est toutefois prudent de vérifier l'absence de courts-circuits au niveau des pistes et du connecteur. Veillez aussi à disposer les LED de manière à figurer un carrefour, ce qui vous permettra de coller au milieu un tracé que vous aurez sorti sur imprimante ou photocopié d'après le modèle joint. Pour effectuer les soudures, com-

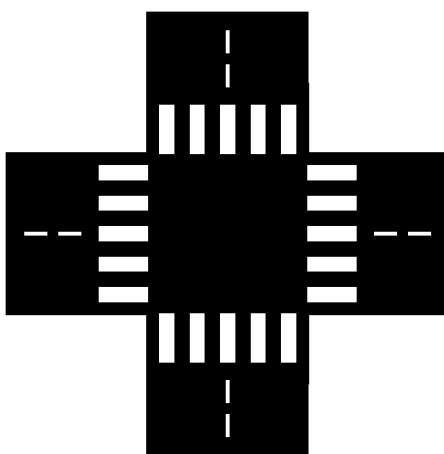


Fig 2 Le carrefour

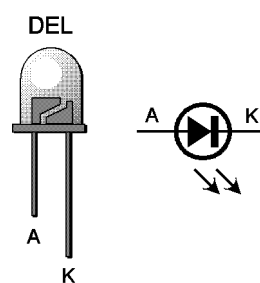


Fig 4 Brochage des LED

mencez par les résistances que vous n'aurez qu'à souder sur la face cuivrée du circuit. Retournez ensuite le circuit pour commencer par le support de l'ULN, le connecteur et enfin les diodes. Attention à l'orientation de ces dernières, car le méplat est orienté vers le commun qui est sur le moins de l'alimentation.

Branchez la maquette ainsi terminée et vérifiée sur le port parallèle.

## Le programme

L'interface parallèle a fait l'objet d'une description détaillée dans le précédent numéro de G.E. Pour écrire votre programme, vous n'aurez besoin que des quelques lignes suivantes :

```
OUT(888),1 { pour mettre la sortie 1 à 1 }
```

Si vous désirez actionner les sorties

1 et 4 (feu rouge sur une voie et vert sur l'autre), ce sont les valeurs de D0 et D3 qu'il faut mettre à 1 alors que les autres restent à zéro. On utilise donc le tableau du registre des données :

Nom	Bit	Valeur
D0	0	1
D1	1	2
D2	2	4

D3	3	8
D4	4	16
D5	5	32

D0 = 1 et D3 = 8, donc pour qu'ils soient tous deux à 1, il faut effectuer  $D0+D3 = 1+8 = 9$ .

Donc on écrit `OUT(888),9`

Pour une autre sortie imprimante (LPT1 ou 3), reprenez les valeurs suivantes :

port	LPT1d	LPT2d	LPT3d
adresse	956	888	632

Il suffit de placer des temporisations entre chaque action sur les sorties pour obtenir un fonctionnement réaliste, sur lequel nous reviendrons avec l'étude de la boucle fermée.

Pour réaliser une boucle de temporisation, les instructions suivantes sont les plus simples à régler :

```
tempo1= {une valeur que vous aurez testée pour un temps donné}
FOR I=1 TO tempo1
NEXT I
```

## NOMENCLATURE

- 1 connecteur DB 25 mâle
- 6 résistances de 560 Ω
- 4 LED rouges
- 4 LED vertes
- 4 LED oranges
- 1 ULN 2803A
- 1 support de C.I.
- 18 broches, tulipes
- 1 bornier à vis x2, à souder sur circuit
- 1 alimentation 5V continu

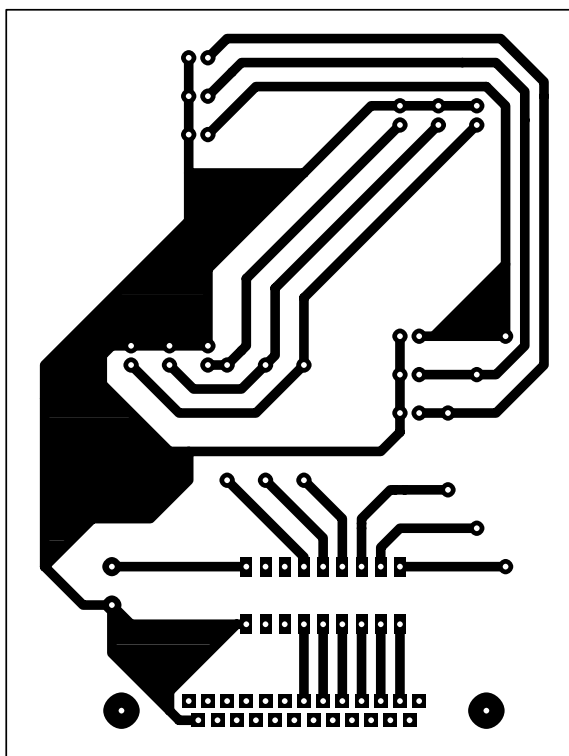
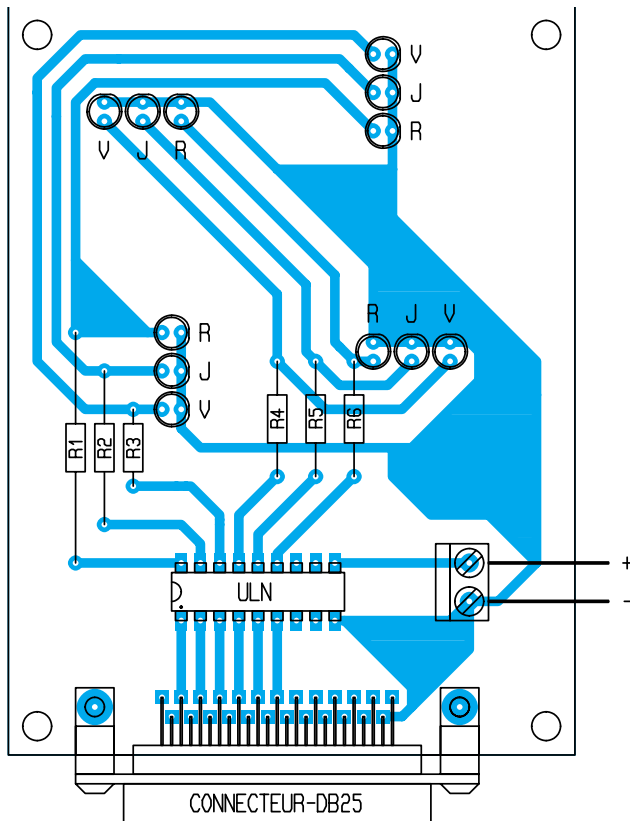


Fig 5 Tracé du circuit imprimé



Les résistances sont soudées coté cuivre

Fig 6

## COMMENT CALCULER SES MONTAGES ?

avoir une valeur déterminée par la relation :

$$R = (V_{NS} - V_Z) / (I_{ZMIN} + I_{CHMAX})$$

Lorsque la charge va consommer son courant minimum (figure 7b), la zéner va toujours réguler la tension à ses bornes et va donc devoir absorber le courant que n'absorbe plus la charge ce qui nous donnera un courant de zéner  $I_{ZMAX}$  qui est facile à calculer avec un peu de bon sens. On a en effet :

$$I_{ZMIN} + I_{CHMAX} = I_{ZMAX} + I_{CHMIN} \text{ soit encore :}$$

$$I_{ZMAX} = I_{ZMIN} + I_{CHMAX} - I_{CHMIN}$$

De ce fait, la puissance que devra avoir notre zéner sera déterminée par la relation :

$$P_Z = V_Z \times I_{ZMAX} \text{ soit encore } V_Z \times (I_{ZMIN} + I_{CHMAX} - I_{CHMIN}).$$

Et c'est cette relation qui pose parfois problème. En effet, si l'on peut agir librement sur  $I_{ZMIN}$  quitte à le minimiser à l'extrême ; on ne peut modifier  $I_{CHMAX}$  qui est le courant maximum consommé par la charge or, c'est ce paramètre qui est le facteur le plus important dans l'équation ci-dessus. Voici deux exemples concrets pour vous faire toucher du doigt le problème : un "qui marche" et un "qui ne marche pas" ! Soit à alimenter à partir d'un bloc secteur "prise de courant" qui délivre environ 12V, un appareil alimenté en 9V dont la consommation varie de 10

mA à 100 mA. Si nous choisissons une zéner de 9,1V (valeur normalisée) et un courant de zéner minimum de 5 mA, les calculs précédents nous donnent :

$$R = (12 - 9,1) / (0,005 + 0,1) \text{ soit environ } 27 \Omega.$$

Le courant de zéner maximum est donné par la relation :

$$I_{ZMAX} = 0,005 + 0,1 - 0,01 \text{ soit } 95 \text{ mA}$$

Ce qui nous donne une zéner d'une puissance minimum de :  $P_Z = 9,1 \times 0,095$  soit environ 0,9 W Un modèle 400 mW est donc insuffisant mais il existe fort heureusement dans le commerce courant des modèles 1,3 W qui conviendront donc parfaitement ici. Supposons

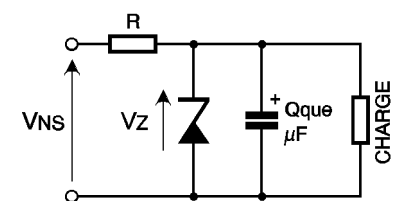


Fig 9 Ce bruit s'élimine avec un condensateur de faible valeur.

maintenant que l'appareil à alimenter voit sa consommation varier de 10 à 500 mA, ce qui n'a rien d'exceptionnel si c'est un amplificateur de puissance en classe AB par exemple. La résistance R devient :  $R = (12 - 9,1) / (0,005 + 0,5)$  soit environ 5,6 Ω (valeur normalisée la plus proche du résultat).

Le courant maximum dans la zéner devient quant à lui :

$$I_{ZMAX} = 0,005 + 0,5 - 0,01 \text{ soit } 495 \text{ mA}$$

Ce qui nous donne maintenant une

zéner d'une puissance minimum de :  $P_Z = 9,1 \times 0,495$  soit environ 4,5 W ! Même si quelques rares catalogues de fabricants recèlent des diodes zéner de 5 W il y a bien peu de chances que vous les trouviez sur le marché et, dans une telle situation, notre régulation à diode zéner s'avère donc bien mal adaptée.

Quelques conseils supplémentaires

Lors des calculs précédents, il faut faire attention aux variations de la tension non stabilisée. En effet, même si cette tension varie toujours puisque, par définition, elle n'est pas stabilisée, il faut cependant distinguer les faibles variations des fortes. Si la tension varie faiblement, disons de 10 % par rapport à sa valeur moyenne, on peut prendre pour  $V_{NS}$  des relations précédentes cette valeur moyenne sans grand risque. Si maintenant cette variation est plus importante, il faut utiliser dans le calcul de R la valeur minimum susceptible d'être atteinte lors de ces variations afin d'être certain que la régulation pourra fonctionner comme il faut. Pour la même raison, il ne faut pas chercher à réguler une tension de valeur trop proche de la tension non stabilisée, à cause de ces possibilités de variation justement. Ainsi, vouloir produire du 8,2V stabilisé (tension normalisée) à partir d'une tension de 9V délivrée par un ensemble transformateur + diodes n'est pas une bonne solution car la différence entre les deux tensions est trop faible. Il suffirait en effet que le sec-

teur EDF baisse de 10 %, ce qui n'a rien d'exceptionnel, pour que nos 9V deviennent 8,1V et que notre zéner de 8,2V soit ainsi totalement inutile ! Sachez enfin qu'une diode zéner a un défaut du à son principe de fonctionnement qui s'appelle l'effet d'avalanche : elle génère du bruit. En d'autres termes, si l'on examine la tension continue présente aux bornes d'une zéner, on aura un signal du type de celui représenté figure 8.

Une très faible tension alternative de fréquence variant de façon aléatoire est superposée à la tension continue. Si vous écoutez cette tension au moyen d'un amplificateur basse fréquence, vous entendrez du souffle. C'est ce que l'on appelle du bruit rose dans le cas présent (car le bruit a une couleur...). Ce bruit étant gênant dans la majorité des applications, il faut le supprimer en montant en parallèle sur notre diode zéner un condensateur chimique de faible valeur comme schématisé figure 9.

## Le mois prochain

Notre zéner ayant montré ses limites, nous ferons appel aux classiques régulateurs trois pattes pour lesquels on croit trop souvent qu'il n'y a rien à calculer, ce qui conduit de nombreux apprentis sorciers à détruire ces composants pourtant réputés indestructibles...



## Un microphone à charbon

Puisque nous avons abordé la réalisation d'un écouteur téléphonique dans le numéro précédent, il nous semblait judicieux de poursuivre cette rubrique d'expérimentations avec la réalisation d'un microphone à charbon.

Le récepteur de Bell réalisé précédemment consiste en une rondelle métallique dont les vibrations sont induites par un électroaimant. En branchant un microphone et une pile dans son circuit, nous pouvons entendre les paroles d'un correspondant situé à quelques dizaines de mètres. Mais bien que cet appareil soit réversible, la qualité des paroles transmises est tout à fait médiocre, comme purement le constater à l'usage les utilisateurs du téléphone de Bell. La cause en est que pour les variations de pression qu'entraînent les paroles prononcées dans l'appareil, les variations d'intensité restent faibles. La plupart des chercheurs qui œuvrent à cette époque s'attachent donc à produire des courants d'une intensité telle, que le transport de la voix à grande distance ne soit plus freiné, gardant en cela une qualité irréprochable.

### ■ Le microphone de Hughes

Le Français du Moncel a énoncé en 1856 qu'un corps solide, mauvais conducteur, constituait le matériau idéal du microphone. C'est d'après ce principe que Gray réalise le "conjoncteur" pour lequel il utilise non pas un corps solide, mais un liquide dans lequel plonge la pointe de platine solidaire d'une membrane qui vibre sous l'effet des sons produits par la voix. En 1877, Hughes, un ingénieur américain, réalise un microphone à char-

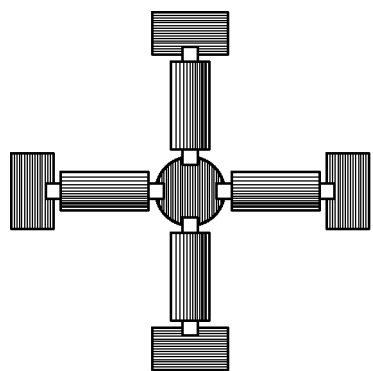


Fig 1 Microphone GOWER-Bell (1878)

bon d'une extrême sensibilité. Il utilise pour cela un crayon de charbon qu'il taille en pointes et qu'il place verticalement entre deux blocs (en charbon aussi), sur lesquels s'effectuent les branchements, le tout fixé

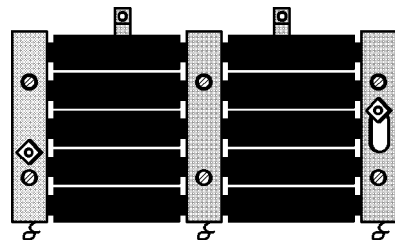


Fig 2 Microphone Ader (1879)

sur une planchette de bois verticale. La qualité de son appareil est telle qu'il permet de faire entendre le tic-tac d'une montre placée à proximité, ou encore les grattements des insectes se déplaçant sur le support. Sa trop grande sensibilité le rend inapte aux usages courants d'un téléphone, et c'est vers d'autres assemblages que les concepteurs d'appareils téléphoniques se tournent afin d'obtenir des courants importants, pour une qualité d'écoute aussi confortable que possible quelles que soient les circonstances.

C'est ainsi que parmi les différentes configurations de crayons de charbon, on peut citer les plus caractéristiques avec, entre autres, celles de Gower et Bell en 1878 (figure 1), d'Ader en 1879 (figure 2) et de Paul

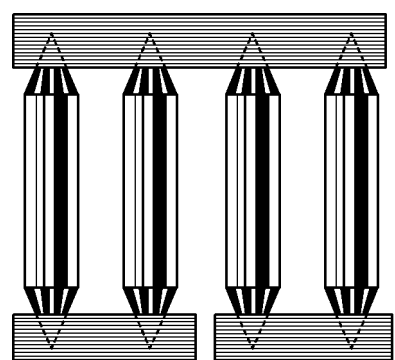
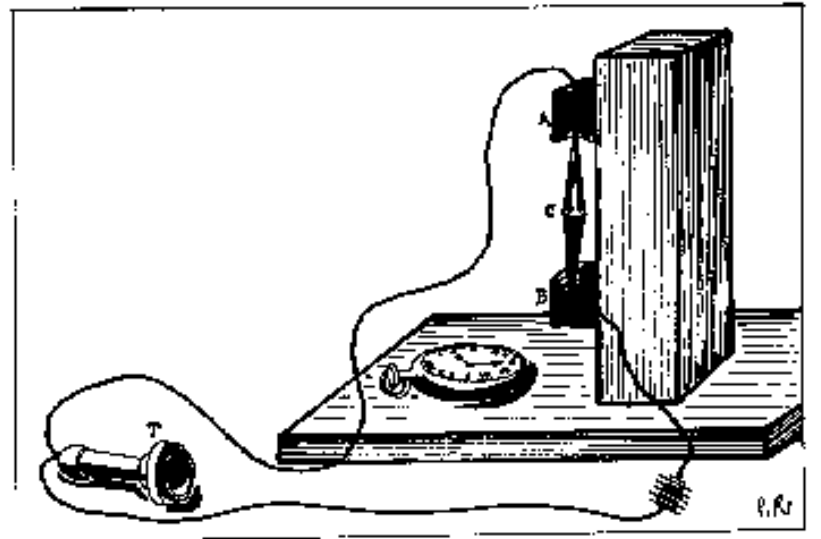


Fig 3 Microphone de Paul Bert (1880)

Bert en 1880 (figure 3). D'autres solutions technologiques du même ordre font l'objet de travaux de la part de Thomas Alva Edison. Ce dernier choisit non pas d'utiliser des crayons de graphite, mais du noir de fumée de pétrole compressé entre deux disques. Cependant, les variations de pression sur la surface de ces disques permet d'obtenir des variations de courant d'une amplitude nettement moindre qu'avec le dispositif de Hughes.

Des chercheurs comme le pasteur anglais Humings s'orientent vers les contacts pulvérulents, avec le microphone à grenaille de charbon. Ce



Microphone de Hughes (1877)

système proposé en 1878 consiste en un assemblage de 2 plaques en métal conducteur entre lesquelles est enfermée une couche de coke pulvérisé (poussière de charbon). L'une des plaques vibre sous l'effet des sons produits par la parole, créant les variations de courant souhaitées. Louis Alfred Berton utilisera en 1879 un système analogue, lequel sera retenu pour équiper la quasi-totalité des postes français produits par la suite.

La découverte qui permet cependant d'améliorer de manière non négligeable la qualité des transmissions sur les longues distances avec les microphones à charbon fut celle du rôle qu'une bobine d'induction pouvait jouer dans un circuit téléphonique. Thomas Edison remarquant que les variations de courant électrique pour une ligne très longue diminuent du fait de la résistance totale élevée, eut l'idée d'isoler le microphone dans le circuit primaire d'une bobine d'induction. Ce circuit, faiblement résistant car extrêmement court, permet de développer un courant dans toute son ampli-

tude. Le circuit secondaire peut dès lors fournir des courants d'une intensité plus conséquente, sans déformation, dès lors que la bobine d'induction joue le rôle de transformateur. Rapidement adopté, ce dispositif se retrouva de même sur l'ensemble des postes téléphoniques fabriqués par la suite.

### ■ Notre microphone

Le microphone que nous vous proposons de fabriquer est une variante du microphone de Hughes (voir l'illustration). Voici la description que Georges Dary fait de ce microphone dans son ouvrage intitulé Tout par l'électricité, publié chez Alfred Mame et Fils en 1883 : "Notre attention se fixe naturellement sur monsieur Hughes, professeur à l'université de New York, que son téléphone imprimeur avez déjà rendu célèbre, et nous devons le considérer comme le véritable auteur du microphone. Ce n'est en

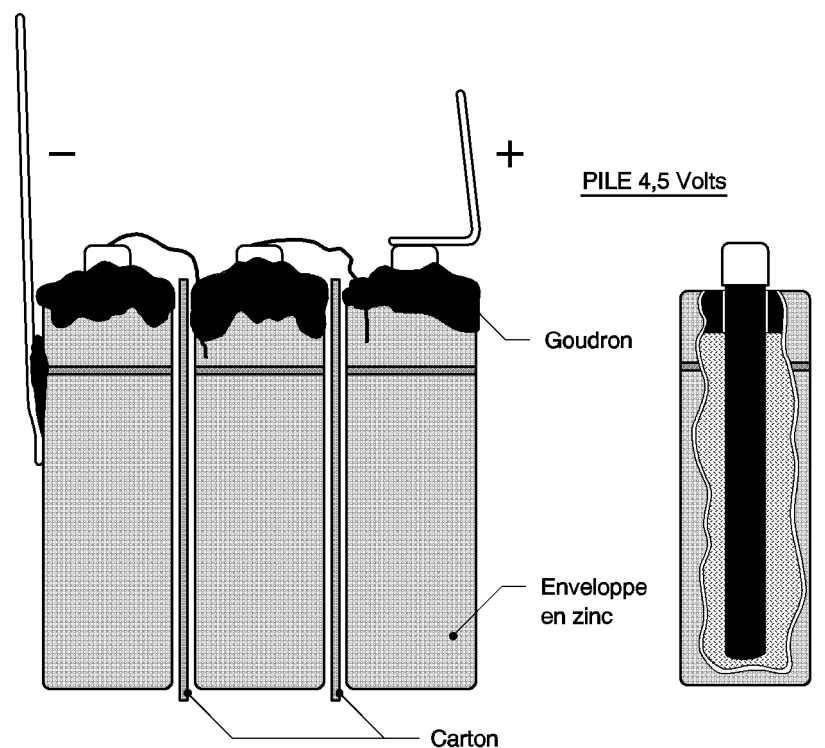


Fig 4

Vue en coupe de la pile

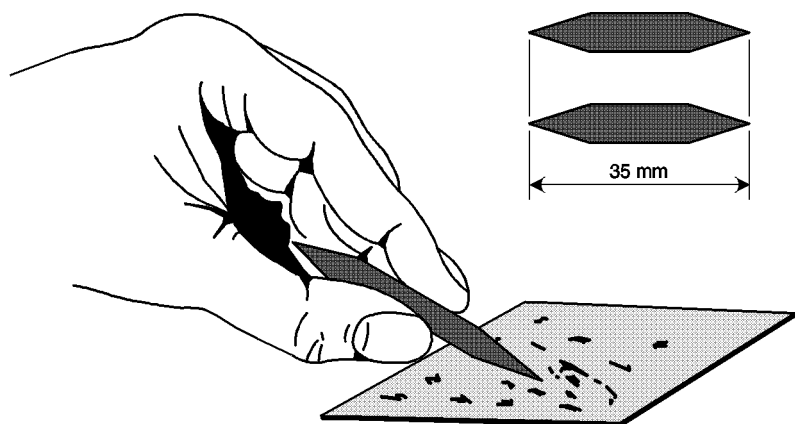


Fig 5

Préparation des charbons

réalité qu'un téléphone transmetteur à pile, d'une extrême sensibilité, et fondé sur le même principe que le téléphone d'Edisson ; seulement, au lieu d'une plaque de métal, Hughes se sert d'un crayon de charbon ou de graphite placé verticalement entre deux godets de même matière C et C', mais de façon qu'il ne les touche que très légèrement. Les deux fils partent de cha-

trois éléments ; et afin de rendre l'instrument plus sensible, on le pose sur une caisse sonore. De cette façon, quand on parle ou qu'un bruit quelconque se produit dans le voisinage du microphone, le crayon de plombagine éprouve une sorte d'oscillation, et il exerce alors sur les godets une pression, très minime à la vérité, mais suffisante pour laisser passage à une large dose d'électri-

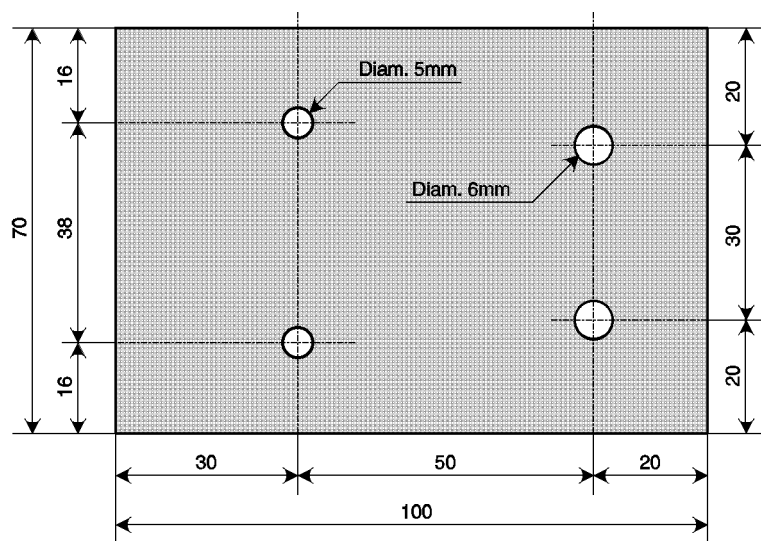
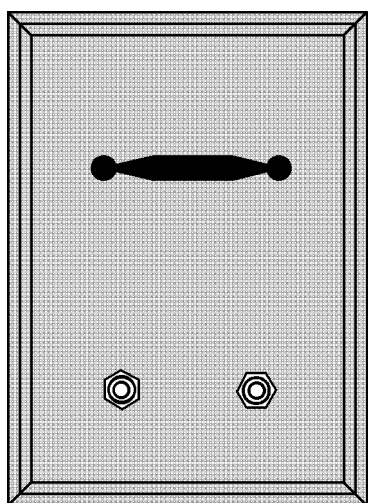


Fig 6

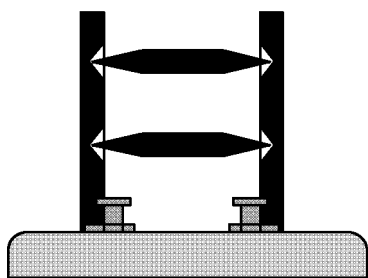
Decoupe de la base

cun des godets et vont aboutir à un récepteur Bell T. Dans le circuit, se trouve une pile Densen E de deux ou

trois éléments ; et afin de rendre l'instrument plus sensible, on le pose sur une caisse sonore. De cette façon, quand on parle ou qu'un bruit quelconque se produit dans le voisinage du microphone, le crayon de plombagine éprouve une sorte d'oscillation, et il exerce alors sur les godets une pression, très minime à la vérité, mais suffisante pour laisser passage à une large dose d'électri-



Vue de dessus



Vue de face

Fig 7

Préparation du microphone

### ■ La fabrication

Pour fabriquer ce microphone, commencez par retirer l'enveloppe d'une pile de 4,5V. Coupez ensuite les liaisons entre les trois éléments que vous découvrez, comme sur la figure 4. En découpant le corps de chaque élément avec une pince coupante, vous retirez le bâtonnet de charbon qui se trouve au centre de chaque élément. Après avoir bien nettoyé ces bâtonnets, coupez-les en laissant au minimum une longueur de 35 mm. Pour que chaque morceau se termine par une pointe,

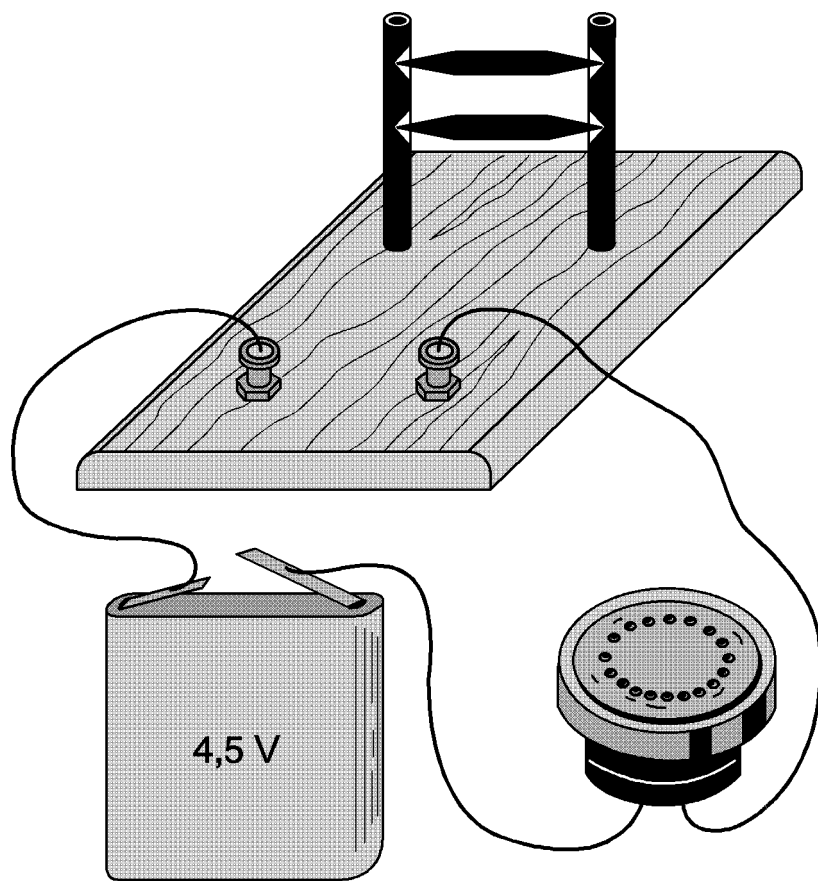


Fig 8

Branchement du microphone

il vous suffit de les frotter sur du papier de verre (figure 5). Attention cependant à conserver des morceaux de longueurs strictement identiques lorsque les pointes sont terminées.

Découpez ensuite un rectangle de 70 mm par 100 mm dans un morceau de contre-plaqué. Repérez les points de perçage puis percez en vérifiant chaque fois que les éléments ne puissent pas coulisser aisément (figure 6).

Fixez deux bâtons de charbon dans les perçages de 5 mm en veillant à ce que l'écart soit suffisant pour que les pointes reposent dans les encoches. A propos de ces encoches, il vous faudra limer les deux bâtons à deux endroits identiques ou, plus simplement, creuser des trous avec une pointe ou une lame oblique. Cela fait, soudez un conducteur sur la tête métallique de chaque bâton que vous mettrez ainsi en liaison avec les douilles vissées sur le contre-plaqué (figure 7).

### ■ Les essais

Effectuez le branchement conformément à la figure 8 pour procéder aux essais. Vous pourrez utiliser le récepteur proposé dans notre numéro précédent de G.E. ou une pastille que vous récupérez facilement dans un ancien téléphone.

P. RYTTER

### ■ LISTE DU MATÉRIEL

- 2 piles de 4,5V (neuve et usagée)
- Du contre-plaqué de 5 mm
- 2 douilles à visser
- 2 morceaux de fil conducteur
- 1 pastille de téléphone



## PETITE HISTOIRE DU TELEPHONE

répartis entre 8 postes centraux... tous les abonnés dont le numéro commence par un 1 sont directement reliés au poste de la rue Gutenberg (étage 2)... par un 3... rue Gutenberg (étage 3)... par un 4, à la rue Chaudron... par un 5, à la place Wagram... par un 6, à Passy... par un 7, rue Lecourbe... par un 8, Boulevard Port-Royal... par un 9, rue de la Roquette.

### ■ Le bureau central

Les communications téléphoniques sont assimilées à leurs débuts aux correspondances postales, avec la simultanéité de la réponse en plus. Il faut donc que, lors d'un appel, les lignes du téléphone de l'appelant et de l'appelé soient mises en liaison. On regroupe pour cela les terminaisons des lignes des abonnés dans un local où des opérateurs effectuent les connexions.

Dans une ville comme Paris, les sous-sols sont utilisés pour le passage des câbles qui aboutissent sur le tableau d'un répartiteur de lignes constitué de chambres à rosaces, comme celle représentée sur la figure. Une telle rosace se compose de quatre panneaux de bois découpés autour de l'orifice du passage des câbles, et sur lesquels sont fixés les plots de branchement des conducteurs, de sorte qu'un abonné correspond à l'un des plots.

La chambre des piles, située à proximité de la rosace, fournit le courant électrique nécessaire au bon fonctionnement de l'installation. Afin d'éviter tout risque de polarisation, les batteries de piles sont doublées avec un basculement de l'une à

l'autre toutes les trente minutes. Enfin, des conducteurs isolés à la paraffine sont branchés sur les plots pour aboutir dans une salle située au-dessus de la rosace. Là, ils sont reliés aux connecteurs disposés sur la façade d'un commutateur manuel. Ce dernier se présente sous la forme d'un ensemble de tableaux verticaux, sur lesquels sont alignées les *jack-knife* des abonnés (voir le dessin du tableau). Il est intéressant de noter que ce terme de *jack-knife* (qui désigne les douilles par lesquels l'opérateur effectue les liaisons entre abonnés), trouve son origine dans le fait que ce serait un certain Jack, de nationalité canadienne, qui aurait imaginé ce type de prise dont les ressorts de contact ressemblent à des lames de couteaux.

### ■ Ne coupez pas...

Un extrait de La lumière électrique du 28 décembre 1881 donne une description assez précise de l'activité qui règne dans un tel central téléphonique : *"À Paris, le service des bureaux est fait, le jour, par de jeunes demoiselles qui s'en acquittent très bien et, la nuit, par des jeunes gens. Ils n'ont pas de section spéciale qui leur soit affectée isolément comme en Amérique. Tout le personnel est en expectative, attendant les appels sur un long banc placé en face des commutateurs, et lorsqu'une plaque tombe, la personne la plus voisine vient immédiatement la relever et se met en communication avec l'appelant, en reliant son téléphone avec le commutateur de celui-ci et la plaque du poste le plus à portée..."*

*L'employé doit commencer par appeler l'abonné auquel on veut parler, et cet appel s'effectue au moyen d'un interrupteur à friction et à 4 contacts, qui existe entre les tableaux et que l'on tourne aussitôt que l'on a établi la communication avec le téléphone portatif. Après avoir crié "allo, allo !", on le prévient qu'il est invité à entrer en correspondance avec tel numéro...*

*Au bout de peu de temps, les employés connaissent si bien les abonnés et les commutateurs qui leur correspondent, qu'ils peuvent immédiatement les trouver sans aucune recherche."*

Les opérateurs (ou opératrices) n'utilisent pas le téléphone classique qui nécessite l'usage des deux mains, une pour tenir l'écouteur et l'autre pour placer le microphone devant la bouche.

Leur appareil est un combiné, qui réunit les deux éléments du télé-

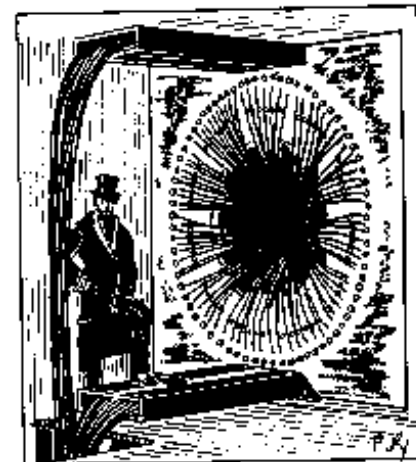
phone, avec l'avantage de laisser une main libre afin de relier les correspondants par un câble de liaison. Pour qu'un abonné puisse joindre son correspondant, il faut qu'il décroche le téléphone afin d'envoyer un signal électrique vers le central. Passant par la rosace, puis vers le tableau du commutateur manuel, le signal actionne un électroaimant qui provoque la chute d'un volet mobile monté sur un pivot, ce qui a pour effet de déclencher une sonnerie et de découvrir l'étiquette sur laquelle est inscrit le nom (et plus tard le numéro) de l'appelant. L'opératrice insère alors la fiche de son combiné dans le jack auquel correspond l'étiquette, ce qui la met directement en communication avec l'abonné qui peut dès lors donner le numéro de la personne qu'il cherche à joindre. Si celle-ci se trouve dans un secteur proche, le cordon de communication est placé entre les deux jacks qui se trouvent sur le même meuble.

Par contre, pour les communications plus distantes, un ensemble de joncteurs reliés entre eux et portant un numéro d'identification sont placés sur chaque meuble. Ils permettent à l'opérateur de brancher un cordon entre le jack de l'appelant et un joncteur, puis ayant repéré ce numéro, de se rendre auprès du meuble sur lequel se trouve le jack de l'appelé afin de placer un autre cordon entre le joncteur qui porte un numéro identique et son jack.

Pour le cas où l'appel n'est plus local mais doit être transiter par un autre central, un tableau réservé aux liaisons extérieures porte un ensemble de joncteurs qui sont autant de lignes de renvoi.

### ■ Gagner du temps

Les conditions de travail des opératrices sont parfois pénibles, comme le souligne cet article paru dans La Vie Illustrée (avril 1900) : *"...dans une salle obscure, insalubre, une cinquantaine de jeunes filles sont empilées, manquant d'air, obligées de se tenir continuellement debout; même si des progrès notoires apparaissent, avec notamment les tables devant lesquelles les opératrices travaillent assises, par groupe de trois, sous la responsabilité d'une surveillante pour douze d'entre elles. Dans la mesure où les opérations sont manuelles, le combiné est remplacé par un casque avec l'inconvénient que certaines débutantes ne peuvent supporter ce serre tête, à cause des migraines qu'il donne, et sont obligées de renoncer à la profession (La Vie Illustrée, avril 1900). Les opératrices réalisent alors jusqu'à 250 communications aux heures de pointe, mais nombreux sont ceux qui rêvent de les remplacer par des systèmes automatiques, garants du secret des échanges et de la disponibilité immédiate de la ligne avec son correspondant, si tant est qu'il en reste une."*



Rosace d'arrivée des lignes téléphoniques

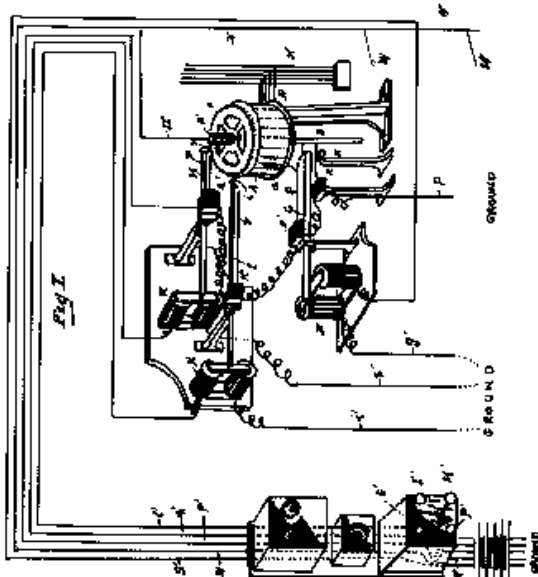
### ■ Le téléphone automatique Strowger

Les premiers appareils de téléphonie automatique, fabriqués par deux Américains, Connolly et Mc Tighe, ne rencontrent pas un franc succès lorsqu'ils sont présentés à l'exposition de l'électricité de Paris en 1881. Encore trop rudimentaires, ils ne donnent accès qu'à seulement 8 abonnés, alors que les centraux manuels prennent en charge des dizaines de communication simultanées dans les grandes villes. C'est un entrepreneur résidant à Kansas City, Almon B. Strowger, qui met au point un appareil qui semble apporter une réponse acceptable à ce problème. Il utilise pour cela un réseau de sélecteurs, à raison d'un par usager connecté au central. Chaque sélecteur comporte un cylindre autour duquel sont disposés en cercle des séries de 100 contacts reliés aux différents abonnés. Au centre, le contact de l'appelant se déplace en rotation et en translation grâce à une série d'électroaimants qui prennent appui sur des crémaillères. Pour obtenir une communication avec l'abonné 263, on appuie 2 fois sur le bouton du téléphone qui correspond aux centaines, ce qui fait se translater le contact sur l'axe et l'amène sur la couronne des cent contacts recherchée. Il suffit ensuite d'appuyer 6 fois sur le bouton des dizaines pour que la roue se déplace de 6 dixièmes de tour et enfin 3 fois sur le bouton des unités. Pour établir la communication, le demandeur envoie un courant d'appel, de même qu'il doit envoyer le signal de mise au repos du sélecteur à la fin de sa conversation.

Ce système, dont le brevet est délivré le 10 mars 1891, permet la naissance de la *Strowger Automatic Telephone Exchange*, une société qui réalise le premier central automatique. Inauguré le 3 novembre 1892 à La Porte dans l'Indiana, ce système s'avère efficace, même s'il est coûteux et complexe, tant pour son mécanisme que par son usage. Bien que rapidement dépassé de par la croissance rapide du nombre d'abonnés, le système Strowger a le mérite d'ouvrir la voie aux futurs perfectionnements des systèmes automatiques.

P. RYTTER

(No Model.)  
A. B. STROWGER.  
AUTOMATIC TELEPHONE EXCHANGE.  
No. 447,818.  
Patented Mar. 10, 1891.



Witnesses:  
A. B. Strowger  
O. G. Strowger

Inventor:  
Almon B. Strowger

Brevet 447918 du premier système de téléphone automatique Strowger