



(4<sup>ème</sup> partie)

## PETITE HISTOIRE DU TELEPHONE

### La téléphonie en France

**E**n Amérique, le téléphone passe rapidement du stade de la simple curiosité scientifique à celui d'outil indispensable aux hommes d'affaires. Les premiers appareils destinés à une exploitation commerciale fabriqués par la Bell Company et la Western Union apparaissent dès 1877, et quatre ans plus tard se sont environ cent trente mille américains qui possèdent un abonnement au téléphone.

En France, comme dans le reste de l'Europe, l'arrivée du téléphone est bien plus discrète, même si les expériences destinées à évaluer la pertinence de son usage se multiplient. Elles eurent lieu à Cologne (Allemagne) en juin 1877, puis entre l'île de Jersey et l'Angleterre où il fut procédé à des essais de branchements par câble sous-marin. Entre les mois de novembre 1877 et janvier 1878, sont expérimentées les liaisons entre l'Angleterre et la France, de Saint Margaret's Bay à Sangatte, puis de Douvres à Calais.



suite p 24

### Sablier sensitif

PAGE 3

**C**e montage remplace le sablier pour la cuisson des œufs ; pour rappel 3 minutes pour un œuf à la coque et 15 minutes pour un œuf dur. C'est donc une minuterie de 3 ou de 15 mn qui émet un signal sonore aigu cadencé. Pour la mise en fonction, il suffit de presser un des deux poussoirs ; à la fin du temps choisi, le signal sonore est émis pendant 30 secondes environ et l'appareil se remet en mode "veille".

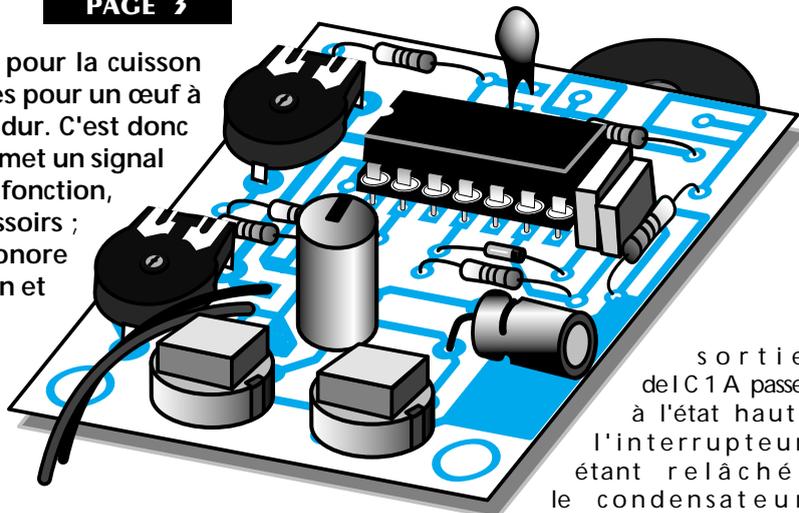
#### Le principe

Analyse fonctionnelle (figure 1)

En pressant un des poussoirs, on démarre la première fonction MONOSTABLE (génération de signal rectangulaire non-autonome) ; la durée est choisie par le poussoir actionné. A la fin de cette durée, au front descendant donc, le second MONOSTABLE génère une impulsion d'environ 30 s. Cette impulsion valide un premier astable, de fréquence basse, qui cadence la répétition saccadée du signal sonore ; un second astable commandé génère le signal audible. On utilise la technologie CMOS pour limiter la consommation au repos et prolonger la durée de vie de la pile.

#### Analyse structurelle

Le schéma de la figure 2 témoigne de la simplicité des structures. Deux simples cellules RC munies chacune d'un interrupteur, associées à l'opérateur IC1A, réalisent le premier monostable. Au repos, les condensateurs C1 et C2 sont considérés chargés, donc la sortie de IC1A est à l'état bas ; en pressant un interrupteur, on décharge instantanément le condensateur associé et la



sortie de IC1A passe à l'état haut ; l'interrupteur étant relâché, le condensateur se charge via l'association (résistor + résistor ajustable) et IC1A repasse à l'état bas lorsque la tension aux bornes du condensateur franchit le seuil de  $(2/3)V_{cc}$ , donc après un temps  $T=RxC \ln 3$ . Ainsi, en pressant K1, on définit une impulsion de durée ajustable entre 532 s et 1064 s (9 mn à 18 mn environ) ; en pressant K2, la durée varie entre 144 s et 288 s (2 mn30 à 5 mn environ) ; les plages des réglages compensent la tolérance de C1 et de C2 (-20% à +50% pour les électrochimiques).

suite p 3

N°4 JUIN/JUILLET/AOÛT 1998  
NOUVELLE SÉRIE

## SOMMAIRE

- 1 - PETITE HISTOIRE DU TELEPHONE
- 2 - INITIATION A LA ROBOTIQUE LE PORT PARALLELE
- 3 - SABLIER SENSITIF
- 4 - QU'EST-CE QUE C'EST ? COMMENT CA MARCHE ? EFFECTUER UNE RECHERCHE SUR LE WEB
- 6 - AIDE MEMOIRE LOGIQUE
- 8 - DECOUVREZ L'ANGLAIS TECHNIQUE GENERATEUR D'IMPULSIONS BF
- 10 - TECHNOLOGIE ETABLISSEMENT D'UNE LIAISON A FIBRE OPTIQUE
- 11 - COMMENT CALCULER SES MONTAGES ?
- 14 - J'EXPERIMENTE UN RECEPTEUR TELEPHONIQUE
- 16 - UN AFFICHEUR MAGIQUE
- 18 - LE COIN DE LA MESURE
- 20 - TESTEUR DE FUSIBLES
- 22 - TRUQUEUR
- 24 - INTERFACE PC POUR PORT // 8 SORTIES
- 26 - GENERATION INTERNET
- 28 - MODULE DE COMMANDE D'UN SERVOMOTEUR
- 30 - CONSTRUIRE UN MINI-LABO VOLTMETRE DIGITAL

## Generation 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 Directeur Général  
Jean-Pierre VENTILLARD  
Directeur général, Directeur de la Publication :  
Paule VENTILLARD  
Directeur général adjoint  
Jean-Louis PARBOT  
Directeur de la rédaction  
Bernard FIGHERA (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 en cours  
Membre inscrit à Diffusion Contrôle (OJD)

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



## Le port parallèle

La plupart des applications en initiation à la robotique fonctionnent sur le port parallèle pour l'échange d'informations entre l'ordinateur et l'interface de pilotage, c'est pourquoi il nous paraît indispensable de fournir un résumé aussi succinct que possible de ses caractéristiques avant d'aborder les réalisations plus concrètes.

### Les ports du P.C.

Le P.C. possède en standard deux ports de gestion des périphériques, accessibles directement via des connecteurs externes sans qu'il soit nécessaire d'ouvrir le boîtier : le port série et le port parallèle. Leur différence réside dans le mode de transmission des données, qui s'effectue traditionnellement par mots de 8 bits. Avec le mode série, ces 8 bits circulent sur une seule ligne de données, RxD en réception et TxD en transmission. Le transfert d'un mot de 8 bits s'effectue à une vitesse qui dépend du paramétrage de l'interface sérielle.

Avec le mode parallèle, les 8 bits sont transférés simultanément sur 8 lignes de données (D0 à D7). La vitesse de transmission pour ce type de port est, dans sa configuration d'origine, de l'ordre de 150 koctets par seconde (un octet est un mot de 8 bits). Outre sa lenteur relative, le port parallèle tel qu'il est apparu au début des années 80, présente

réunis en 1991 afin de définir un nouveau standard pour la sortie parallèle. La N.P.A. (Network Printing Alliance) qu'ils ont créée, s'engage à cette occasion dans une discussion entre toutes les parties (fabricants d'ordinateurs et d'imprimantes) afin de définir une nouvelle norme compatible avec l'ancienne. Mais ce n'est qu'en 1994 qu'est présenté le document IEEE-1284 qui effectue la synthèse des caractéristiques des différents modes bidirectionnels proposés.

### Caractéristiques générales du port parallèle

Les niveaux électriques des signaux qui circulent sur les broches du connecteur DB25, varient entre 0V (pour 0) et 5V, ce qui permet d'intégrer directement dans les interfaces la gamme des composants de technologie TTL.

Les adresses du port imprimante classique sont situées aux 3 emplacements du tableau. Sachez cependant que les adresses des ports de la nouvelle génération correspondent à 8 ou 16 emplacements situés entre 378 hexa et 278 hexa :

Les signaux sont gérés pour chaque port dans une série de 3 registres : le registre de données, le registre d'état et le registre de contrôle. Comme pour le port sériel, la valeur logique de chaque signal du port parallèle est tributaire du contenu affecté à chaque bit des registres.

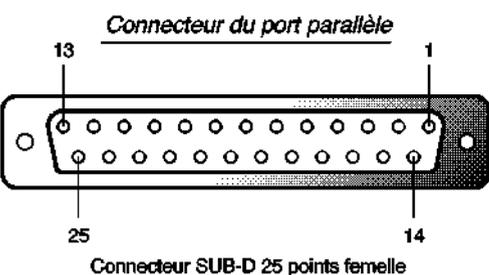


Fig 1

l'inconvénient de n'être pas bidirectionnel, ce qui signifie que les données ne peuvent pas être reçues sur les 8 lignes, mais simplement envoyées.

On tourne généralement cette difficulté en utilisant les 5 lignes du registre d'état de l'imprimante qui fonctionnent en lecture. Mais ce système que nous reprendrons pour les premières applications sera progressivement abandonné au profit des sorties parallèles bidirectionnelles.

### L'évolution du port parallèle

Des fabricants d'imprimantes se sont

### Tableau des adresses des ports :

Fonction du port	LPT1d	LPT1h	LPT2d	LPT2h	LPT3d	LPT3h
de données	956	3BC	888	378	632	278
d'état	957	3BD	889	379	633	279
de contrôle	958	3BE	890	37A	634	27A

### Le brochage du connecteur DB25 est donné comme suit :

DB 25	Nom	Niveau	Entrée/Sortie
1	Strobe	0	S
2	D0	1	S
3	D1	1	S
4	D2	1	S
5	D3	1	S
6	D4	1	S
7	D5	1	S
8	D6	1	S
9	D7	1	S
10	Acknowledge	0	E
11	Busy	1	E
12	Paper out	1	E
13	Select	1	E
14	Autofeed	0	S
15	Error	0	E
16	Initialize	0	S
17	Select input	0	S
25	Gnd	/	/

### Registre de données :

Nom	Bit	Valeur
D0	0	1
D1	1	2
D2	2	4
D3	3	8
D4	4	16
D5	5	32
D6	6	64
D7	7	128

### Registre d'état :

Nom	Bit	Valeur
Error	3	8
Select	4	16
Paper out	5	32
Acknowledge	6	64
Busy	7	128

### Registre de contrôle :

Nom	Bit	Valeur
Strobe	0	1
Autofeed	1	2
Initialize	2	4
Select input	3	8

### La programmation

Il est important de connaître les correspondances entre les instructions pour différents langages. Voici donc un petit résumé qui concerne les instructions d'affectation et de lecture des ports (adresse\_registre est une variable de type 'entier', comme valeur qui est comprise entre 0 et 255).

Les instructions données dans les programmes le seront en Basic. Voici donc comment traduire les lignes de lecture et d'écriture sur le port parallèle.

Pour le port LPT2, si vous désirez que D0 du registre de données soit à 1, les instructions sont les suivantes : PORT[888]:=1; (PASCAL) OUT(888),1 (BASIC)

La lecture des données à une adresse prend la forme :

Valeur\_lue:=  
PORT[adresse\_registre]; (PASCAL)  
Valeur\_lue = INP(adresse\_registre) (BASIC)

P. RYTTER

Langages	Lecture sur un port	Ecriture sur un port
BASIC	Valeur_lue = INP(adresse_registre)	OUT(adresse_registre),valeur
TURBO-BASIC QuickBASIC	Valeur_lue = INP(adresse_registre)	OUT adresse_registre,valeur
C / Borland C++	Valeur_lue = INPORT(adresse_registre); Valeur_lue = INPORTb(adresse_registre);	OUTPORTb(adresse_registre,Valeur); OUTPORT(adresse_registre, Valeur);
TURBO-PASCAL DELPHI 1	Valeur_lue := PORT[adresse_registre];	PORT[adresse_registre] := valeur;

# Sablier sensitif

Le second monostable associe (R5-C3-IC1D) ; au front descendant sur la sortie de IC1A, C3 transmet le front mais ensuite se charge via R5 ; on trouve donc une impulsion complé-

pas gênant car cette mise sous-tension ne se produit qu'au changement de pile, offrant ainsi une vérification automatique ; par le principe utilisé, l'action de K1 est

straps sous IC1) ; les soudures doivent être fines et brillantes.

PZ1 est monté perpendiculairement aux circuits, soudé côté cuivre sur les

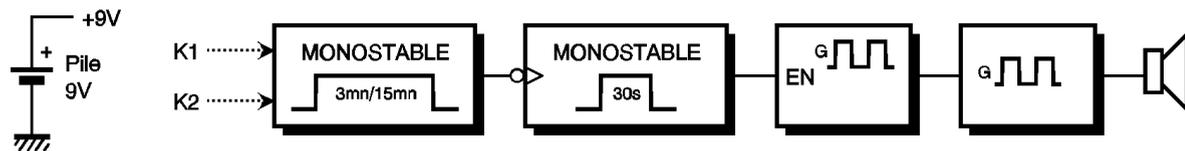


Fig 1

Synoptique du montage

mentaire, donc d'état haut, en sortie de IC1D pour une durée de 1,1xR5xC3, soit 36 s environ.

Le premier astable associe {IC1B-R6-C4} et est commandé par la sortie de IC1D ; il est bloqué pour un état bas en sortie d'IC1D et la sortie de IC1B est à l'état haut ; dans l'autre cas, il fournit en sortie un signal rectangulaire de fréquence  $F=1/(2 \times \ln 2 \times R6 \times C4) = 3,3 \text{ Hz}$ .

Le second astable est contrôlé différemment pour forcer sa sortie à zéro quand le premier astable est bloqué ; si la sortie de IC1D est à l'état haut, la diode D1 est passante et force la charge de C5 et la sortie de IC1C à l'état bas ; dans l'autre cas, la diode est bloquée et l'astable fournit un signal de fréquence 1kHz.

prioritaire à celle de K2 et une action sur un des poussoirs prolonge la durée en cours.

## Fabrication

Le tracé du typon est fourni en figure 3 et l'implantation des composants en figure 4. Réalisez la carte imprimée par votre méthode usuelle en soignant le passage entre pastilles d'IC1 ; protégez les pistes par un vernis anticorrosion ou mieux un étamage à chaud, percez les trous à 0,8 mm en agrandissant à 1 mm ceux de J1, K1, K2, R1 et R3 ; Vérifiez le circuit (couper les courts-circuits au cutter et réparez les micro-coupures

deux pastilles rectangulaires au-dessus de R7. Pour rendre ce montage plus compact, il est conseillé d'utiliser des condensateurs de petite taille pour C1 et C2 ; les poussoirs seront surélevés si nécessaire.

## Tests et réglages

Le montage doit fonctionner sitôt la pile connectée. Pour vous en assurer, suivez cette démarche de contrôle : Reliez temporairement la broche 12 de IC1 à la broche 7 (masse) et vérifiez l'émission du signal sonore ; reliez la broche 12 à la broche 14 et vérifiez l'absence de son. Reliez temporairement les

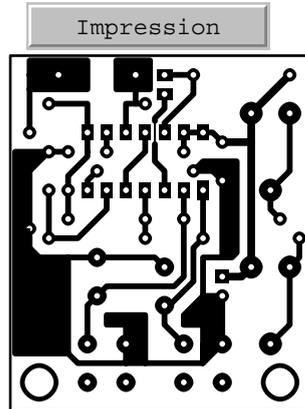


Fig 3

Tracé du circuit imprimé

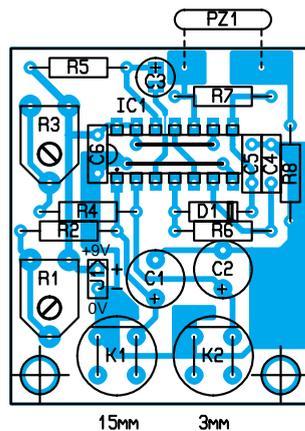


Fig 4

Implantation des éléments

fiez son extinction automatique au bout de 30 s environ ; répétez l'opération avec K2 et la broche 2.

Le réglage est simple mais long vu les durées à régler : Les ajustables en position médiane, pressez K1 et, à l'aide d'un chronomètre, mesurez le temps d'attente avant le signal sonore ; corrigez la valeur de R1 pour ajuster ce temps à 3 mn. Procédez de même avec R3 et K2. Si besoin, vous pouvez retoucher les valeurs des éléments pour modifier les durées et fréquences en vous aidant des formules énoncées.

## Conclusion

Il suffit de mettre le montage en boîte, la pile se monte derrière le circuit en étant isolée par un peu de mousse ; les poussoirs affleurent le boîtier et des orifices sont créés pour PZ1. A vous de faire preuve d'imagination, pourquoi pas dans un boîtier en forme d'œuf. Le changement de la pile sera peu fréquent vu la consommation.

P. WALLERICH

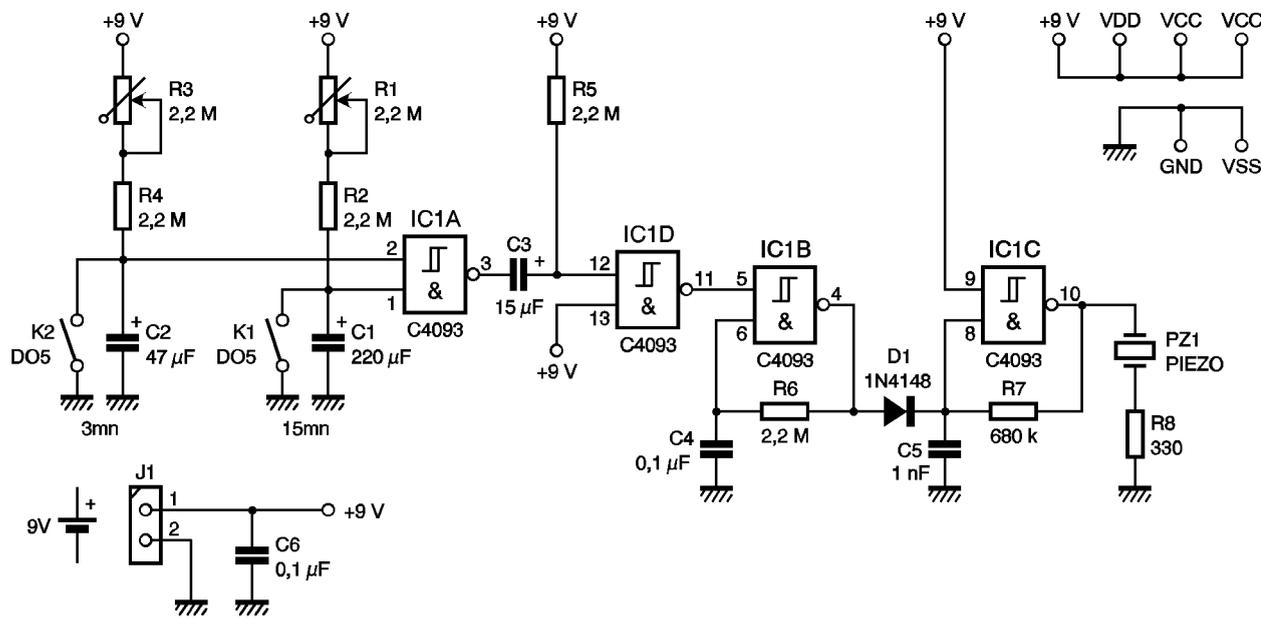


Fig 2

Schéma de principe

Le transducteur piézo-électrique PZ1 traduit ce signal rectangulaire en signal sonore audible ; le résistor R8 limite simplement l'amplitude à ses bornes.

par soudage) ; implantez les composants et soudez-les au fur et à mesure en respectant leur polarité et en utilisant un support tulipe pour IC1 (n'oubliez pas les deux

broche 1 et 2 de IC1 à la broche 14 (+9V) ; un son peut être émis alors ; pressez K1, le son est interrompu ; en reliant à nouveau la broche 1 à la broche 14, le son est émis ; véri-

L'alimentation est directe (les CMOS acceptent une tension d'alimentation de 3V à 18V) et s'effectue via J1 ; C6 assure un simple découplage face aux appels de courants propres aux CMOS. Au repos, la consommation est négligeable puisqu'inférieure à 10 μA.

Il faut noter qu'à la mise sous tension, les condensateurs C1 et C2 sont déchargés, aussi un signal sonore sera émis 15 mn après, ce qui n'est

## NOMENCLATURE

- R1, R3 : ajustable horizontal 2,2 MΩ
- R2, R4, R5, R6 : 2,2 MΩ 1/4W
- R7 : 680 kΩ 1/4W
- R8 : 330 Ω 1/4W (100Ω à 10kΩ)
- C1 : 220 μF/16V électrochimique radial
- C2 : 47 μF/16V électrochimique radial
- C3 : 15 μF/16V tantale goutte
- C4 : 0,1 μF milfeuill
- C5 : 1 nF milfeuill
- C6 : 0,1 μF céramique multicouches
- IC1 : CD4093 (portes ET-NON 'trigger' CMOS)
- D1 : diode commutation
- 1N4148
- PZ1 : transducteur piézo-électrique
- K1, K2 : poussoirs DO5
- J1 : connecteur pile 9V
- C1 : circuit imprimé époxy 47x40 mm
- 2 straps
- 1 support tulipe
- 14 broches pour IC1



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

## Effectuer une recherche sur le Web.

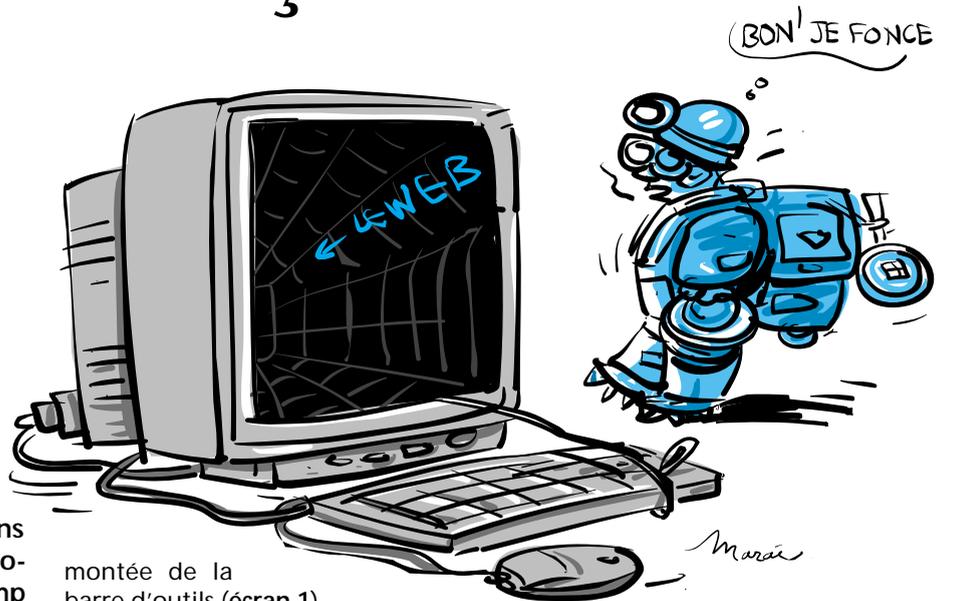
Le réseau Internet contient une masse considérable d'informations réparties sur toute la planète. Pour accéder à un domaine particulier de ces données au cours d'une recherche, il est tout à fait nécessaire de connaître l'adresse du, ou des sites à contacter. Notre exemple de consultation d'un site (celui du CNDP, précédent exemple de G.E.), supposait que nous soyons en possession de son adresse. Mais que faire lorsque nous ignorons cette dernière ou, ce qui est plus fréquent, lorsque le champ d'exploration est trop vaste (histoire, sciences, littérature,...) pour qu'on puisse espérer trouver les réponses, ou tout au moins des éléments susceptibles de nous éclairer, sur un seul site ?

### ■ L'objectif d'une recherche.

De par sa structure, le Web donne accès à toutes les informations qu'il recèle. Chaque site consulté peut en outre contenir des hyperliens vers de nouveaux sites, et par là même transformer une simple consultation en une errance sans fin. Il est donc nécessaire de savoir ce que l'on

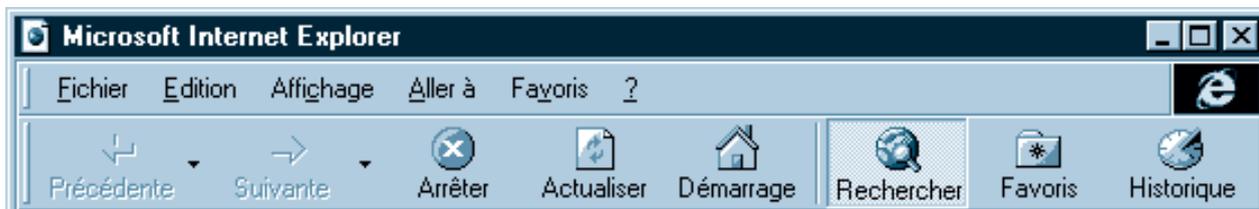
recherche concernant Alexander Graham Bell pour obtenir plus de précisions sur les points suivants :

- Est-il possible de consulter ses carnets de travail, ou tout au moins d'obtenir des reproductions des pages de ses carnets de



montée de la barre d'outils (écran 1). Pour accéder à un document HTML (*Hypertext Markup Language*, un fichier contenant du texte, des images, des formulaires, des hyperliens, etc...) susceptible de nous intéresser, il est nécessaire d'inscrire son URL (*Uniform Resource Locator*, qui correspond à l'adresse de chaque document dans Internet) dans la zone de saisie d'adresse. Ne disposant pas de ces fameuses URL, il nous faut un mot clé. Il suffit pour cela d'effacer le contenu de la zone adresse et d'effectuer une recherche automatique en inscrivant un point d'interrogation (?) ou go, suivi du mot clé

donne la liste des sites en relation avec le mot clé. En observant le résultat obtenu, vous constatez que les sites proposés sont loin d'être satisfaisants. Il faut par conséquent affiner la recherche en inscrivant le nom complet, alexander graham bell (en minuscules, et il n'est pas nécessaire de commencer par le point d'interrogation ou go si vous tapez au moins 2 mots séparés par un espace).



Écran 1

cherche, ou tout au moins de se définir une limite au champ de ses investigations pour ne pas glisser progressivement vers un 'zapping' de l'information.

laboratoire relatives à ses expérimentations, ou de ses brevets les plus importants ?

- A-t-il travaillé dans des domaines autres que l'orthophonie et la téléphonie ?

### ■ Notre exemple.

Afin d'illustrer cet article, nous avons choisi d'effectuer une

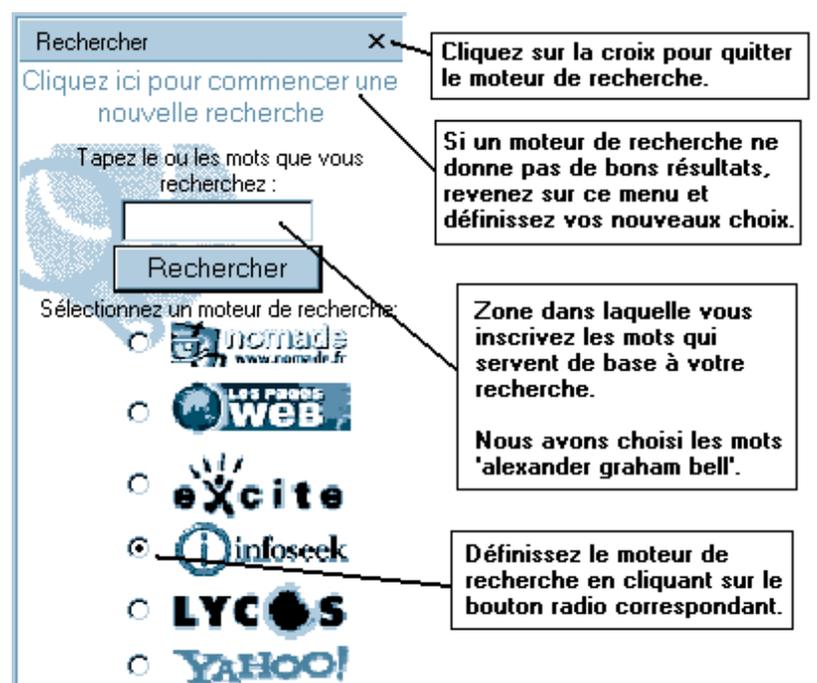
Tout commence par le démarrage de Windows et Internet Explorer (I.E.), lequel affiche la *Home page* (la page d'accueil) du site auquel il se connecte en premier lieu, sur-



Écran 2

### ■ Les sites de recherche.

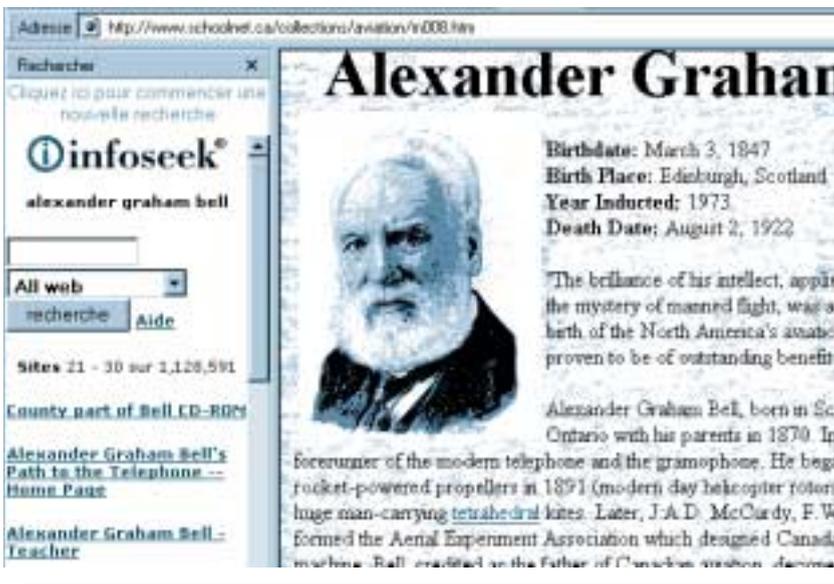
L'accès aux données sur le *World Wide Web* dépend du moteur de recherche que vous utilisez. Certaines sociétés ou associations à but non lucratif proposent des bases de



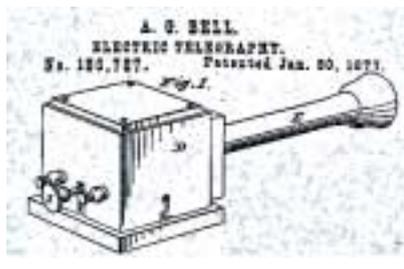
Écran 3

(comme go bell, sur l'écran 2). Ce mode (appelé *autosearch*), lance automatiquement un programme de recherche automatique (Yahoo dans cette configuration), qui

données de qualités diverses qui permettent de limiter le champ d'investigation. Si leur mise à jour n'est pas manuelle, ce sont des programmes



Écran 4



Écran 5

de mise à jour automatique qui explorent systématiquement les sites Web dont ils extraient les mots clé, qu'ils rangent ensuite dans la base. Donc, pour trouver les adresses des sites au sein desquels Alexander Graham Bell apparaît, il suffit d'adresser une requête de consultation vers une base afin qu'elle nous renvoie l'ensemble des URL qui correspondent.



Écran 6

Il va sans dire que la qualité de cette consultation dépend du niveau d'analyse des programmes de mise à jour. Sans filtrage, une base risque en effet de répéter de nombreuses fois les mêmes adresses.

Outre les sites spécialisés, comme le québécois *Francite* qui contient les références des sites francophones indépendamment de leur situation géographique (<http://www.i3d.qc.ca>),

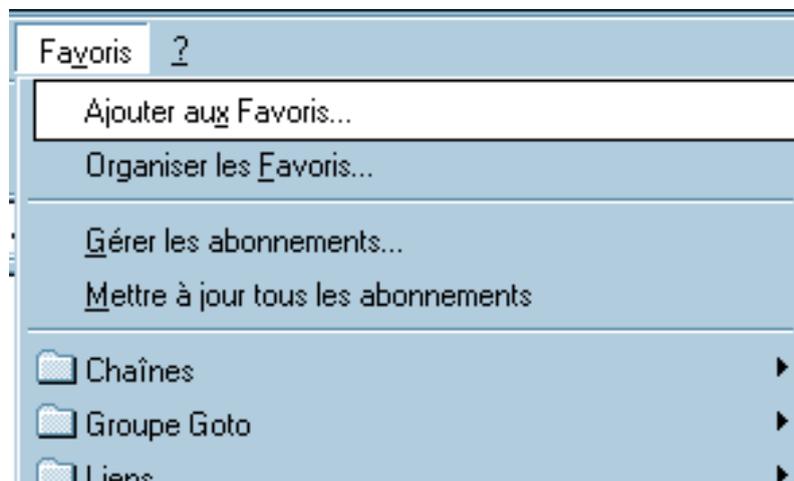


Écran 7

certains effectuent un traitement thématique. Ils présentent l'avantage d'offrir un commentaire relatif aux contenus, pour chaque adresse (comme par exemple *Yahoo*). Pour accéder aux sites de recherche, il suffit de cliquer sur *Rechercher* (écran 1).

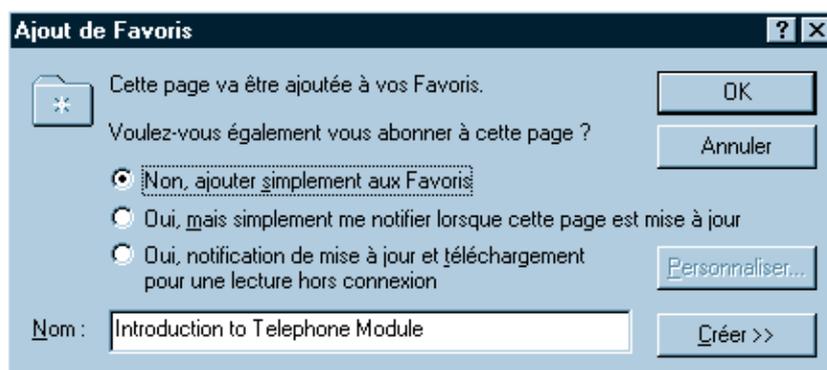
La fenêtre *Rechercher* propose un certain nombre de ces sites de recherche, le choix s'effectuant grâce au bouton radio situé à gauche du nom (écran 3).

Il suffit d'inscrire les mots clé dans la zone de saisie, puis de cliquer sur le bouton 'Rechercher'. Pour notre exemple, c'est *Infoseek* qui est sélectionné, en modifiant cependant l'option de recherche '*France*' pour la remplacer par '*all web*'.



Écran 8

L'écran 4 montre le résultat de cette recherche qui a pour effet de proposer plus d'un million d'adresses en relation avec '*Alexander Graham Bell*'. La liste est donnée par groupes



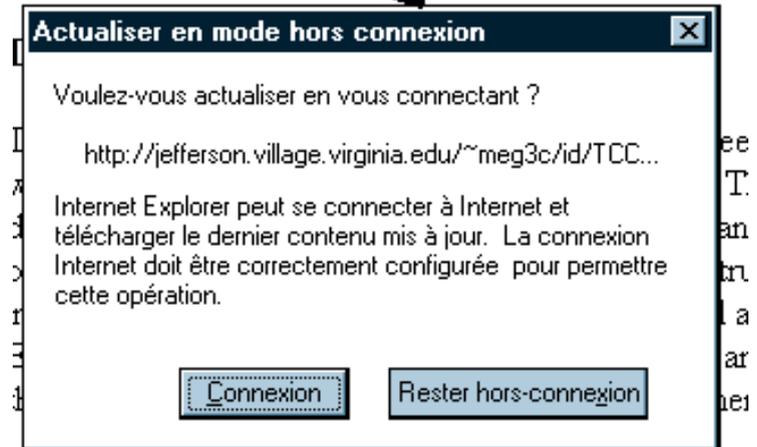
Écran 9

de dix dans la fenêtre *Rechercher*. Le fait de cliquer sur le nom du site (qui est souligné) lance le branchement à l'adresse indiquée. C'est ainsi que nous avons appris sur le site scolaire canadien ([www.schoolnet.ca](http://www.schoolnet.ca)), dans la rubrique *collections/aviation*, que Bell s'est passionné pour les déve-

de réaliser des expériences relatives au téléphone de Bell, tout en mettant à leur disposition un ensemble de documents et de témoignages historiques (écran 5). Cette recherche étendue sur une heure environ, n'a nécessité qu'une exploration de 7 sites. Il va de soi que



## The Invention of the Telephone: Learning Module



Écran 10

loppements de l'aviation, ce à quoi il a tenté d'apporter sa contribution. Parmi les autres sites proposés, se trouve celui de la Bibliothèque du Congrès Américain ([lcweb@loc.gov](mailto:lcweb@loc.gov)),

la lecture des contenus doit être rapide afin de stocker le maximum d'informations sur le disque dur, en utilisant si possible un utilitaire de sauvegarde des pages web qui permet de revenir les consulter en mode hors connexion.

### ■ Conserver les adresses utiles.

Pour revoir hors connexion les pages stockées, il suffit de cliquer sur *Historique* (écran 6). S'ouvre alors la fenêtre *Historique* dans laquelle sont rangées et classées les consultations effectuées. Pour revenir sur le site de *Jefferson.village*, il suffit de cliquer sur [jefferson.village.virginia.edu](http://jefferson.village.virginia.edu) (écran 7). Son contenu est dès lors disponible sans qu'il soit nécessaire de se soucier du temps passé. Mais s'il est prévu de retourner sur le site en connexion pour suivre l'avancement des travaux, il faut inscrire son adresse dans la liste des *Favoris* qui, comme ce nom l'indique, permet de conserver les URL des pages web consultées le plus fréquemment.

Cliquer sur *Favoris* dans le menu de la barre d'outils ouvre l'accès aux différentes options du menu (écran 8). Il faut alors choisir *Ajouter aux favoris* avec l'option qui convient le mieux (écran 9).

Pour une mise à jour des pages consultées (afin de bénéficier des dernières modifications du contenu du site), cliquez sur *Actualiser* (écran 10).

P. RYTTER

# Un aide-mémoire logique

## A propos du système binaire

**D**e nos jours, il est rare en électronique de ne pas faire appel aux circuits digitaux, encore appelés circuits logiques. Il n'est plus permis à nos lecteurs d'ignorer les bases de l'algèbre de BOOLE, une branche bien particulière des mathématiques. Ces connaissances sont largement exploitées en informatique, sur les multiples robots de l'industrie, sur les automates programmables ou micro-contrôleurs ou plus modestement dans les nombreux petits montages électroniques que nous vous proposons régulièrement. Georges BOOLE, un génial mathématicien anglais, énonça, il y a plus d'un siècle déjà, les principes essentiels de ce mode de réflexion si particulier, où une proposition doit être vraie ou fausse.

## Les variables binaires

En notation binaire, une variable ne peut avoir que deux états, et deux seulement, qui s'excluent mutuellement et sont, de ce fait, complémentaires. Nous dirons qu'une variable peut prendre soit l'état 1, soit l'état 0. Pour nous, dans les divers montages électroniques, la présence d'un niveau de tension proche du plus de l'alimentation sera assimilée à l'état 1 ou niveau logique haut. L'absence de tension, donc un niveau proche de 0V ou potentiel de la masse, sera notre niveau 0 ou état logique bas.

Si une entrée est à 1, son contraire est à 0

On écrit, si  $A = 1$ ,  $\bar{A} = 0$

On lit, si  $A = 1$ ,  $A$  barre = 0

## Fonctions logiques de base

Une fonction, ou porte logique, est un ensemble de composants quelquefois relativement complexe et présenté sous la forme d'un circuit intégré. Selon les niveaux logiques appliqués sur les entrées, elle délivre un niveau logique précis sur sa sortie, en fonction de règles immuables et... logiques dont nous allons faire l'objet de notre réalisation.

Pour définir les caractéristiques d'une fonction logique, il faudra présenter tout à la fois son nom, son symbole et son tableau de fonctionnement encore appelé tableau de vérité. Outre la fonction OUI et son contraire la fonction NON, qui se contente d'inverser un signal logique, nous trouverons encore six fonctions logiques de base et pas une de plus.

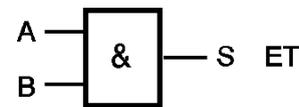
**la fonction ET ou AND en anglais :** sa sortie S ne prend l'état 1 que si toutes les entrées simultanément sont à l'état 1

on écrit  $S = A \text{ et } B$  ou encore  $S = A \cdot B$

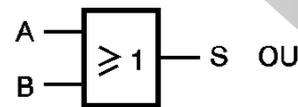
**la fonction NON -ET ou NAND :**

pour les mêmes entrées, ses sorties se trouvent inversées par rapport à la fonction ET

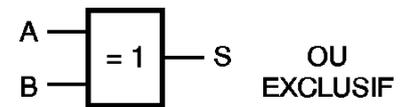
on écrit  $S = \overline{A \cdot B} = \bar{A} + \bar{B}$



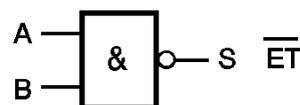
A	B	S
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1



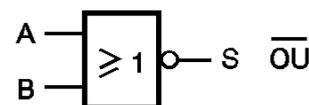
A	B	S
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1



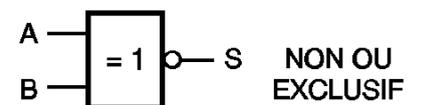
A	B	S
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0



A	B	S
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0



A	B	S
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0



A	B	S
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Tableau récapitulatif

Fig 1

**la fonction OU, en anglais OR :** la sortie S prend l'état 1 si au moins une entrée est au niveau 1 on écrit  $S = A \text{ ou } B = A + B$

**la fonction NON -OU, en anglais NOR :**

c'est bien entendu l'inverse de la fonction OU précédente

on écrit  $S = \overline{A + B} = \bar{A} \cdot \bar{B}$

Et voici encore deux autres fonctions plus complexes :

**la fonction OU -EXCLUSIF ou EXOR :** une seule entrée seulement doit être à 1 pour que la sortie soit haute

on écrit  $S = A \cdot \bar{B} + \bar{A} \cdot B$

**la fonction NON -OU -EXCLUSIF ou EXNOR :**

C'est encore la négation de la fonc-

tion précédente. Sa sortie est à 1 seulement si toutes ses entrées présentent le même niveau logique.

on écrit  $S = (A + B) \cdot (\bar{A} + \bar{B})$

Les lecteurs abonnés à la nouvelle édition de la revue GENERATION ELECTRONIQUE ont déjà reçu en cadeau de bienvenue le logiciel ACADEMUS, qui justement propose de mettre en œuvre sur PC ces fonctions logiques de base.

## Réalisation pratique

Ne cherchez pas le schéma électronique ou la liste des composants car, une fois n'est pas coutume, il s'agit

simplement de reconstituer un cube dont chaque face représente en fait les caractéristiques essentielles de nos 6 fonctions logiques de base.

La figure 1 donne le tracé de ces faces, à graver selon la méthode habituelle sur des tronçons carrés d'époxy présensibilisé. Ne détachez surtout pas la piste de cuivre autour des plaquettes car elle servira à faire l'assemblage des cubes par un cordon de soudure à l'étain, avec l'aide de quelques longueurs de fil de cuivre nu.

Il est conseillé de procéder à l'étagage chimique des surfaces de cuivre pour éviter une oxydation par trop inesthétique.

Ce petit cube prendra place sur votre table de travail et saura vous rafraîchir la mémoire au moment opportun.

G. ISABEL

# GENERATEUR D'IMPULSIONS BASSE FREQUENCE

L' **amplificateur opérationnel programmable LM4250** de chez "National Semiconductor" est un **composant très polyvalent** de conception **monolithique**. Une seule **résistance extérieure** programmable détermine la **dissipation de puissance au repos**, les **courants de décalage** et de **polarisation**, la **fréquence de balayage**, le **produit gain-bande passante** et les **caractéristiques de bruit** à l'entrée de l'amplificateur. Puisque le **dispositif** se comporte effectivement comme un amplificateur opérationnel différent pour chaque **groupe** de courant programmé, il est alors possible d'utiliser une seule **provision** de cet **article** pour une diversité de **fonctions** dans un même **système**.

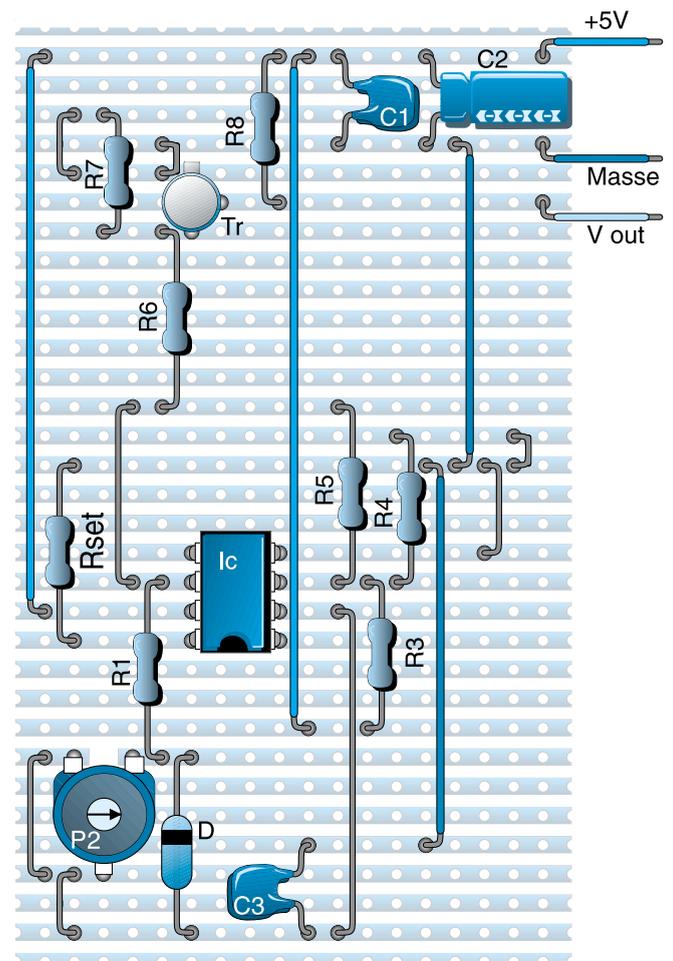
Le schéma de la figure 1 représente le circuit d'un **générateur d'impulsions basse fréquence** fonctionnant avec une tension d'alimentation unique de +5V. Le dispositif repose sur un amplificateur monté en **multivibrateur astable** dont la sortie possède un étage **tampon** avec une impulsion de sortie de **largeur constante se produisant** à une fréquence déterminée par le **potentiomètre P2**. Le LM4250 agit comme un **comparateur** pour les tensions qui se trouvent sur la **borne supérieure** du condensateur C1 et au **point de référence** noté Vr sur la figure 1. Le condensateur C1 se **charge** et se **décharge** avec une amplitude crête-à-crête d'**approximativement 1V** déterminée par le

diode D1 polarisée en direct et la résistance R1, et entre dans la broche 6 de l'amplificateur opérationnel. Puisque l'**impédance** dans le chemin de décharge ne varie pas pour des valeurs de la résistance **fixées** entre 3 k $\Omega$  et 5 M $\Omega$ , l'impulsion de sortie maintient une largeur d'impulsion constante égale à 41  $\mu$ s +/- 1,5  $\mu$ s sur l'**intervalle** fixé pour le potentiomètre P2.

La figure 2 représente les variations de la fréquence de l'impulsion de sortie qui varie de 6 kHz vers 360 Hz pour des valeurs du potentiomètre P2 allant de 100 k $\Omega$  jusqu'à 5 M $\Omega$  comme résistance **additionnelle** dans le chemin de charge du condensateur C1. Fixer le potenti-

du condensateur C1 diminuerait la gamme des fréquences disponibles en réponse aux variations du potentiomètre P2 représentées sur la figure 2.

Des capacités électrolytiques peuvent être utilisées pour des valeurs plus élevées du condensateur C1 puisqu'il n'y a que des valeurs positives qui lui est appliquées. L'étage tampon de sortie utilise le **transistor Q1** et représente une charge constante pour la sortie de l'amplificateur opérationnel, **provenant** de cette façon des variations de la fréquence causées par le changement des tensions Vhigh et Vlow qui



Mise en place des éléments

Fig 4

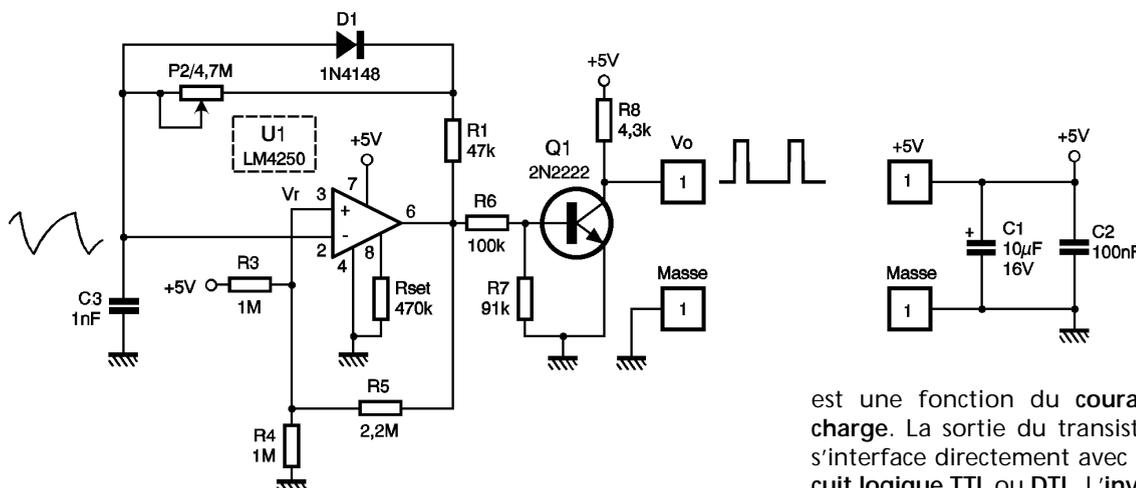


Fig 1

Schéma de principe

changement de la tension de référence Vr sur la broche 3 de la résistance. Le **chemin** de charge de C1 vient de la sortie de l'amplificateur opérationnel qui est à sa tension maximale positive Vhigh (approximativement égale à la tension d'alimentation), **traverse** la résistance R1 et le potentiomètre P2. La diode D1 est **polarisée en inverse** durant la durée de la charge. Quand le condensateur C1 se charge à la valeur Vr déterminée par le **réseau résultant** de la tension Vhigh à travers la résistance R5 et la tension d'alimentation +5V à travers le **pont diviseur de tension** comprenant les résistances R3 et R4, l'amplificateur opérationnel **bascule** vers sa limite la plus basse qui est **approximativement** de 0,5V occasionnant la décharge progressive du condensateur C1. Le chemin de décharge du condensateur C1 passe à travers la

mètre P2 à la valeur de 0  $\Omega$  **courtcircuiterait** la diode D1 et il en résulterait à la sortie une **onde carrée symétrique** avec comme fréquence 10 kHz. L'augmentation de la valeur

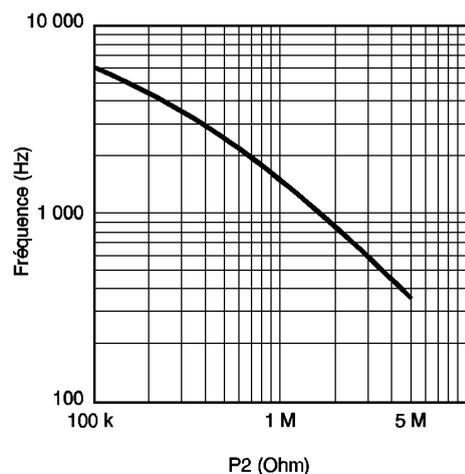


Fig 2

Variations de la fréquence de l'impulsion de sortie

est une fonction du **courant de charge**. La sortie du transistor Q1 s'interface directement avec un **circuit logique TTL ou DTL**. L'**inversion** de la diode D1 inverserait la **polarité** du **générateur** de sortie fournissant alors des séries d'impulsions négatives **chutant** de +5V jusqu'à la tension de **saturation** de Q1. La variation de la fréquence de sortie comme fonction de la tension d'alimentation est inférieure à +/-4% pour une tension d'alimentation comprise entre +4V et +10V. Cette **stabilité** de la fréquence **par rapport** à la tension d'alimentation est due au fait que la tension de référence Vr et la tension de commande pour le condensateur C1 sont **toutes les deux** des fonctions directes de la tension d'alimentation. La dissipation de puissance de ce multivibrateur astable est de 300  $\mu$ W et la dissipation de puissance du circuit de l'étage tampon est approximativement de 5,8 mW.

Un simple amplificateur opérationnel avec quelques composants associés permettent la réalisation d'un **générateur d'impulsion basse fréquence** qui peut s'avérer être très utile dans un **laboratoire** ou même pour un **électronicien amateur**. Lors de la réalisation pratique sur la **plaque** d'essai, ne pas oublier de **couper** les **pistes** sous le circuit afin d'éviter les **courts-circuits** et assurer ainsi un **fonctionnement correct**.

## NOMENCLATURE

- U1 : LM4250
- R8 : 4,3 k $\Omega$  1/4 W (jaune, orange, rouge)
- R1 : 47 k $\Omega$  1/4 W (jaune, violet, orange)
- R7 : 91 k $\Omega$  1/4 W (blanc, marron, orange)
- R6 : 100 k $\Omega$  1/4 W (marron, noir, jaune)
- Rset : 470 k $\Omega$  1/4 W (jaune, violet, jaune)
- R3, R4 : 1 M $\Omega$  1/4 W (marron, noir, vert)
- R5 : 2,2 M $\Omega$  1/4 W (rouge, rouge, vert)
- P2 : potentiomètre 4,7 M $\Omega$
- C3 : 1 nF
- C2 : 100 nF
- C1 : 10  $\mu$ F/16V
- D1 : diode 1N4148
- Q1 : transistor 2N2222
- 4 connecteurs

# Découvrez l'anglais technique



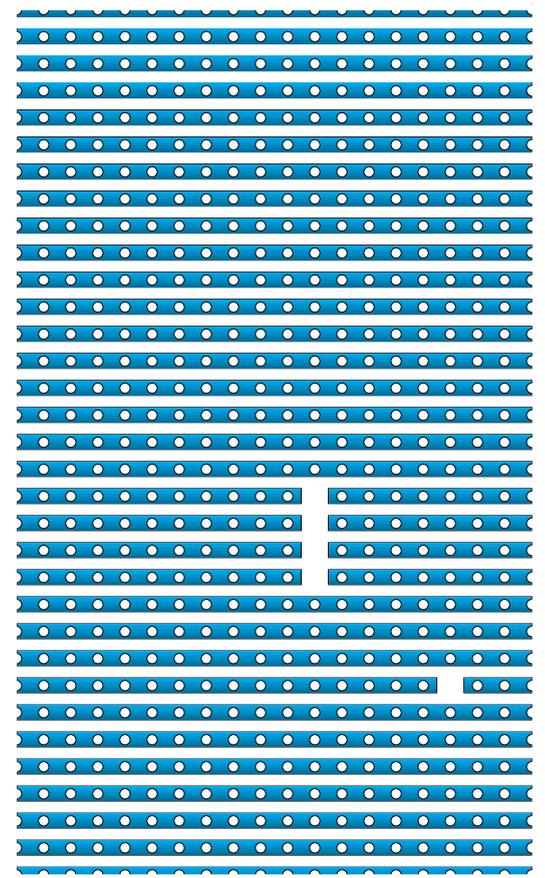
## Glossaire Français-Anglais :

- Générateur d'impulsions : **Pulse generator**
- Basse fréquence : **Low frequency**
- Haute fréquence : **High frequency**
- Amplificateur opérationnel : **Operational Amplifier**
- Programmable : **Programmable**
- Composant : **component**
- Polyvalent : **Versatile**
- Monolithique : **Monolithic**
- Résistance : **Resistor**
- Externe : **External**
- Dissipation : **Dissipation**
- Puissance : **Power**
- Au repos : **Quiescent**
- Décalage : **Offset**
- Polarisation : **Bias**
- Courant : **current**
- Fréquence de balayage : **Slew-rate**
- Produit : **Product**
- Gain : **Gain**
- Bande-passante : **Bandwidth**
- Caractéristique : **Characteristic**
- Bruit : **Noise**

- Entrée : **Input**
- Sortie : **Output**
- Dispositif : **Device**
- Groupe : **Set**
- Provision : **Stock**
- Article : **Item**
- Fonction : **Function**
- Système : **System Schematic**
- Alimentation : **Supply**
- Multivibrateur astable : **Free running multivibrator**
- Tampon : **Buffer**
- Largeur : **Width**
- Constante : **Constant**
- Se produisant : **Occuring**
- Potentiomètre : **Potentiometer**
- Comparateur : **Comparator**
- Borne supérieure : **Upper plate**
- Point de référence : **Reference point**
- Noté : **Denoted**
- Charger : **To charge**
- Se décharger : **To discharge**
- Crête-à-crête : **Peak-to-peak**
- Approximativement : **Approximately**
- Changement : **Shift**
- Tension de référence : **Reference voltage**
- Broche : **Pin**
- Chemin : **Path**
- Traverser : **To go through**
- Polarisée en inverse : **Reverse biased**
- Durée : **Period**
- Réseau : **Net**
- Résulter : **To result**
- Pont diviseur de tension : **Voltage divider**
- Basculer : **To swing**
- Limite la plus basse : **Lower limit**

- Approximativement : **Approximately**
- Occasionnant : **Causing**
- Polarisée en direct : **Forward biased**
- Impédance : **Impedance**
- Fixées : **Settings**
- Intervalle : **Range**
- Additionnelle : **Additional**
- Court-circuit : **Short-circuit**
- Résulter : **To cause**
- Onde : **Wave**
- Carré : **Square**
- Symétrique : **Symmetrical**
- Augmentation : **Increasing**
- Gamme : **Range**
- Disponible : **Available**
- Electrolytique : **Electrolytic**
- Transistor : **Transistor**
- Prévenant : **Preventing**
- Courant de charge : **Load current**
- Circuit logique : **Logic device**
- TTL : **Transistor-Transistor Logic**
- DTL : **Diode-Transistor Logic**
- Inversion : **Reversing**
- Polarité : **Polarity**
- Générateur : **Generator**
- Chuter : **To drop**
- Saturation : **Saturation**
- Stabilité : **Stability**

- Par rapport : **Versus**
- Toutes les deux : **Both**
- Fonction : **Function**
- Laboratoire : **Laboratory**
- Electronicien : **Electronic**
- Amateur : **Amateur**
- Plaquette : **Board**
- Piste : **Track**



Préparation de la plaquette

Fig 3

# 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



## Établissement d'une liaison à fibre optique

### ■ Liaison à fibre plastique

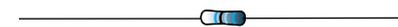
Fibre plastique :

diamètre de la fibre : 1 mm ; diamètre de la gaine : 2,2 mm. Affaiblissement à 650 nm : 150 dB/Km pour transmission de données ou de lumière.

Montage de la liaison de données (figure 1)

- La gaine de protection est enlevée sur 1 à 2 cm,

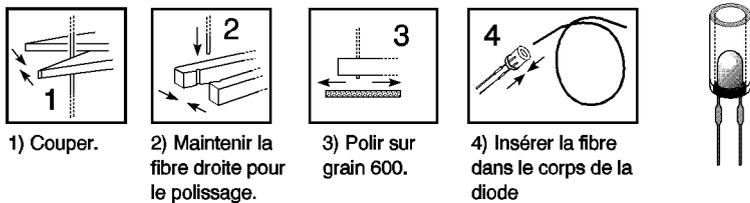
concernée. Elle est dénudée et forme un point lumineux.



### ■ Liaison à fibre silice

Comme il s'agit de liaisons de données professionnelles et sur des distances qui peuvent être importantes, il importe d'employer des composants de qualité et de prendre de grandes précautions de montage.

#### INSTRUCTIONS D'ASSEMBLAGE



#### UTILISATION

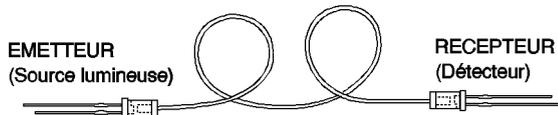


Fig 1 Liaison à fibre plastique

- La fibre est coupée perpendiculairement au diamètre,
- Bien maintenue dans une pince plate, l'extrémité de la fibre est polie avec une feuille à grain fin de 600,
- Utiliser les LED et les photodiodes, ou phototransistors prévus pour insertion directe de la fibre à la partie supérieure du boîtier en verre,
- Bien fixer la gaine sur le circuit imprimé de l'émetteur et du récepteur,
- Étant donné qu'il s'agit d'une liaison à courte distance, il n'est pas nécessaire de prévoir des connecteurs sur la fibre.

#### Montage d'une liaison de lumière

Par exemple, pour illuminer un tableau de bord de voiture, toutes les fibres dénudées à l'extrémité sont fixées devant une source lumineuse incandescente ou LED. Chaque fibre aboutit au cadran, à l'indicateur ou à la commande

#### Composants passifs pour fibre optique

- Les connecteurs doivent être usinés avec précision de façon à positionner les deux éléments de fibre

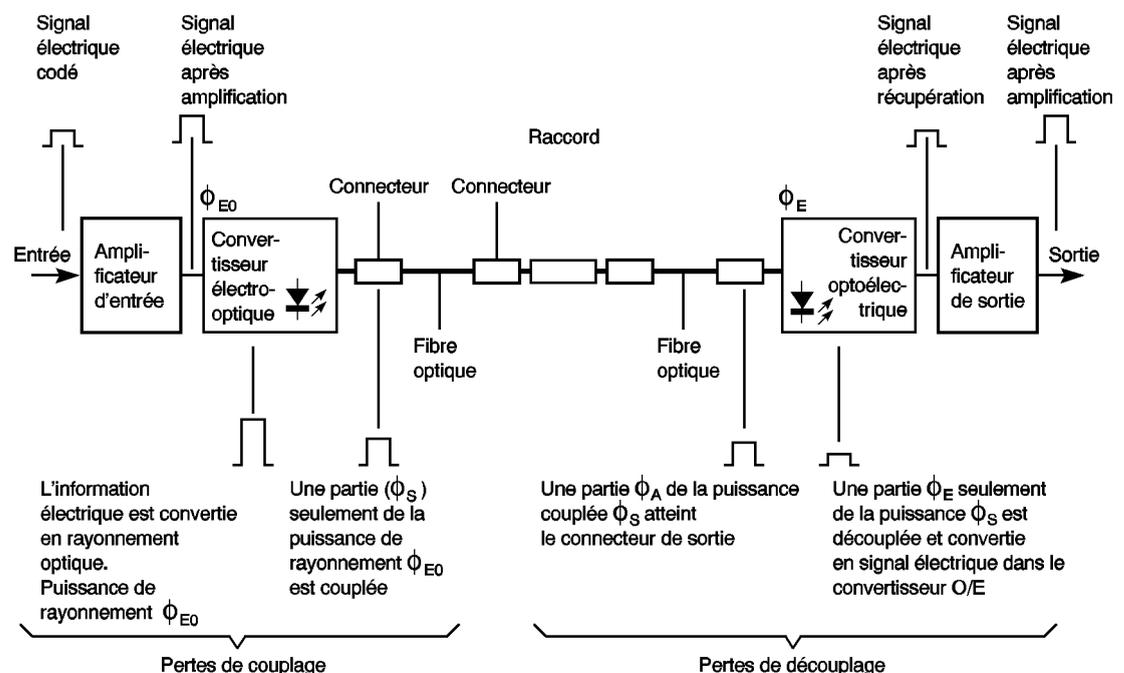


Schéma théorique d'une liaison à fibre optique

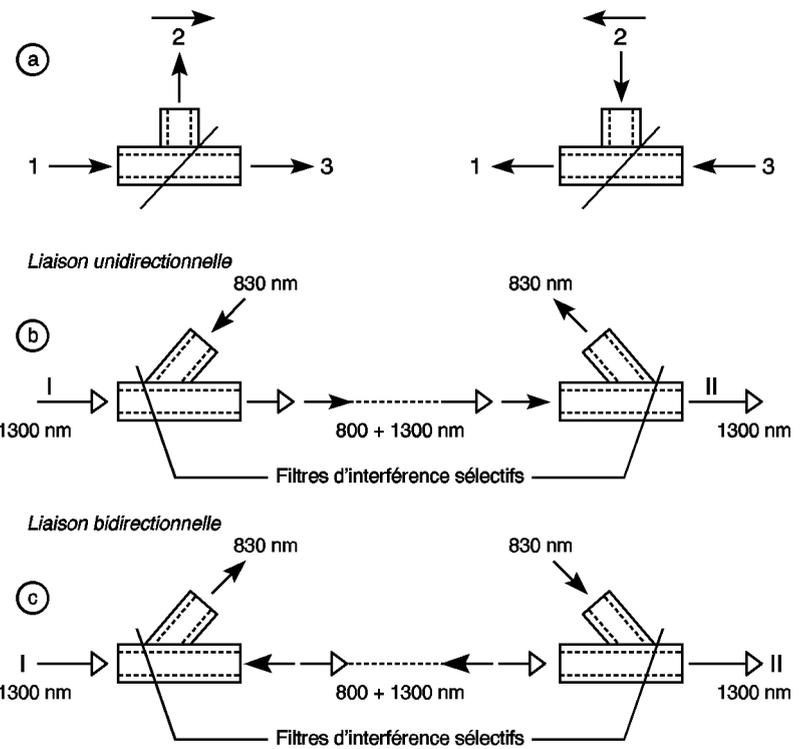


Fig.2a : Composants passifs discrets pour fibre optique, dérivation trois voies Fig.2b : Composants passifs discrets pour fibre optique, multiplexage trois voies en liaison unidirectionnelle Fig.2c : Composants passifs discrets pour fibre optique, en liaison bidirectionnelle.

bout à bout, sans aucun angle, afin que les pertes soient les plus réduites possible : environ 0,1 dB. Les pertes de connexion proviennent des causes suivantes :

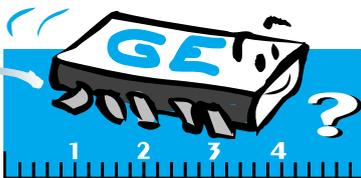
- Décalage des axes, inclinaison angulaire des fibres, éloignement des faces en regard, mauvaise coupe et rodage insuffisant des fibres. Dans les installations fixes, on préfère souder ou coller bout à bout les fibres. Des outillages existent pour polir, roder et coller les fibres avec précision et une perte de 0,1 dB.
- Les coupleurs/dérivateurs permettent de regrouper sur une même fibre des informations issues de plusieurs branches

optiques ou, à l'inverse, de dériver une information sur plusieurs récepteurs optiques. Des filtres d'interférence sélectifs permettent de superposer sur une fibre un signal à 830 nm, avec un autre à 1300 nm (figure 2).

#### Établissement de la liaison

La figure 3 donne le schéma de principe de la liaison. Les paramètres principaux sont la distance et le débit des données. On rencontre trois types de pertes :

- Pertes de couplage source/fibre :
- désadaptation de surface active lorsque celle de la source est supérieure à celle du cœur de la fibre,
- désadaptation d'ouverture



## 4ème partie

Nous avons vu le mois dernier comment alimenter avec des piles le montage que nous avons réalisé et comment compenser, dans une certaine mesure, les méfaits de la résistance interne de la pile avec un condensateur.

Lorsque la consommation d'un montage devient importante ou bien encore lorsqu'il doit fonctionner longtemps ; la solution "piles" peut s'avérer inutilisable ou revenir fort cher. L'alimentation secteur ou les batteries rechargeables sont alors la seule source d'énergie viable. Dans un premier temps nous allons nous intéresser au secteur avec son passage obligé...

### Le transformateur

Organe indispensable de quasiment toutes les alimentations secteur (sauf celles à connexion directe sur le réseau dont nous ne parlerons pas pour le moment) le transformateur est aussi un des éléments les plus faciles à déterminer au sein d'une telle alimentation. Comme le montre la figure 1, un transforma-

Ainsi, si l'on applique la tension  $V_1$  au primaire, on mesurera au secondaire une tension  $V_2$  donnée par la relation :

$$V_1/V_2 = N_1/N_2 = R$$

Un transformateur délivrant 24V au secondaire lorsqu'il est connecté au secteur EDF 220V a ainsi un rapport de transformation de :

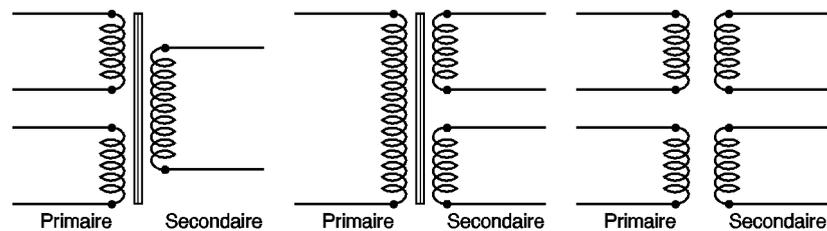


Fig 1 Différents types de transformateurs

teur est composé d'un ou plusieurs enroulements primaires et d'un ou plusieurs enroulements secondaires. Même si, en théorie, de très nombreux paramètres ont présidé à la réalisation de ces enroulements, seuls deux ou trois d'entre eux sont intéressants pour nous autres utilisateurs. Le plus important est ce que l'on appelle le rapport de transformation, directement lié au nombre de spires (de tours de fils si vous préférez) que comportent les enroulements concernés. Si l'on examine la figure 2 qui, pour des raisons de simplification représente un transformateur avec un seul enroulement primaire et un seul enroulement secondaire, on peut définir son rapport de transformation comme étant :

$$R = N_1 / N_2$$

Où  $N_1$  est le nombre de spires du primaire et  $N_2$  le nombre de spires du secondaire.

Ce rapport de transformation est directement lié au rapport des tensions appliquées au transformateur.

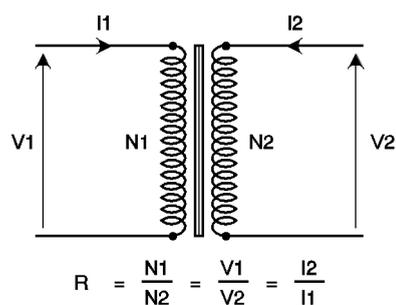


Fig 2 Un paramètre fondamental, le rapport de transformation

220/24 soit environ 9,2.

Un tel transformateur est dit "abaïseur" dans le langage courant car la tension secondaire est plus faible que la tension primaire. Le transformateur l'a donc bien abaïssée. Notez cependant que ceci est pure-

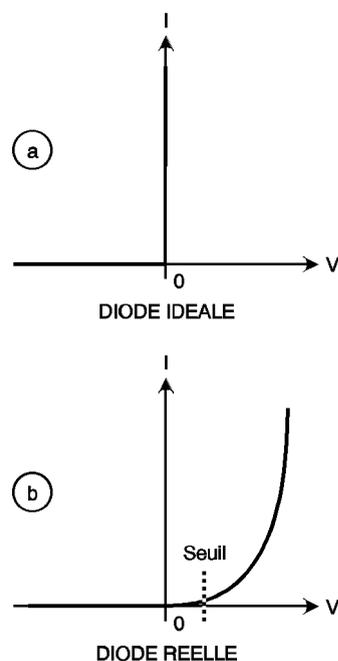


Fig 3 De la diode idéale à la diode réelle

ment formel. Un transformateur est en effet un composant rigoureusement symétrique et les appellations primaire et secondaire ne correspondent qu'à l'usage habituel du transformateur. Ainsi, tous les transformateurs d'alimentation prévus pour le secteur ont leur "côté 220V" appelé primaire et leur "autre côté"

# COMMENT CALCULER SES MONTAGES ?



appelé secondaire. Rien ne vous interdit, et nous le ferons d'ailleurs dans un prochain montage, d'appliquer une tension au "secondaire" pour retrouver une autre tension au "primaire".

### Une erreur volontaire

En fait, et même si les transformateurs actuels sont d'excellente qualité, ils génèrent toujours quelques pertes et l'on n'a jamais exactement  $P_1 = P_2$ . Pour compenser ce phénomène, les fabricants modifient légèrement le rapport de transformation de leurs produits pour que, à pleine charge, la tension secondaire fournie soit bien celle qui est marquée sur le transformateur. Voici un exemple concret.

### Rien ne se perd, rien ne se crée

Nous n'avons parlé pour l'instant que de tension, mais un transformateur transforme aussi le courant. Comme c'est un composant passif et non une source d'énergie en lui-même, la puissance appliquée au primaire doit se retrouver au secondaire, ce qui nous donne les relations suivantes :

$$\text{Puissance primaire : } P_1 = V_1 \times I_1$$

$$\text{Puissance secondaire : } P_2 = V_2 \times I_2$$

Comme  $V_1/V_2 = R$  et que  $P_1 = P_2$ , nous avons donc nécessairement :  $I_1/I_2 = 1/R$  ou encore  $I_2/I_1 = R$ .

Le rapport de transformation du courant est donc exactement l'inverse du rapport de transformation de tension. Ce n'est en effet qu'à cette condition qu'il y a conservation de puissance dans notre transformateur. Ceci nous permet de calculer très facilement le courant que va consommer sur le sec-

Si vous achetez un transformateur 220V - 12V prévu pour délivrer 1A au secondaire et que vous mesuriez sa tension secondaire à vide ou lorsqu'il débite très peu de courant (10 à 100 mA seulement par exemple), vous trouverez fréquemment 14 ou 15V au lieu des 12V escomptés. Une telle situation est tout à fait normale et ne doit pas vous inquiéter. En effet, si vous "tirez" l'ampère pour lequel le transformateur est prévu, vous verrez que la tension qu'il délivre devient bien égale à 12V.

Ce phénomène, a priori sans grande importance, influe tout de même de

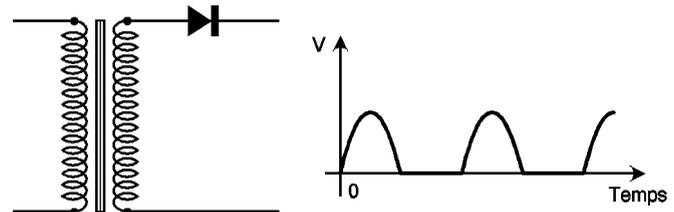


Fig 4 Le redressement simple alternance fournit un "drôle" de continu !

teur EDF un montage alimenté par notre transformateur, en voici un exemple.

Nous avons réalisé un appareil qui s'alimente sous 12V et consomme 1A. Pour l'alimenter sur le secteur, il nous faudra donc un transfo 220V - 12V ce qui donne comme rapport de transformation :

$$R = 220 / 12 = 18,3$$

Notre montage consommera donc sur le secteur un courant de :  $1 / 18,3$  soit environ 55 mA.

façon non négligeable sur le calcul des composants qui suivent le transformateur, comme nous le verrons dans un instant, et il ne peut donc pas être ignoré.

En pratique, et pour des raisons que nous ne développerons pas ici pour le moment, ce phénomène devient de plus en plus sensible au fur et à mesure que la puissance du transformateur diminue. On peut le résumer en disant que les petits transformateurs sont plus "mauvais" que les gros !

## Taille et puissance

Lorsque vous achetez un transformateur pour réaliser une alimentation, vous connaissez en général la tension demandée par votre montage et le courant maximum qu'il

dépend bien évidemment de sa puissance et il ne faut attendre aucun miracle de ce côté là. Tous les transformateurs actuels utilisent des tôles de qualités magnétiques très proches et, à puissance égale, ils ont à peu près tous le même encombrement puisque c'est cette même puissance qui détermine la section du noyau et donc la taille des tôles.

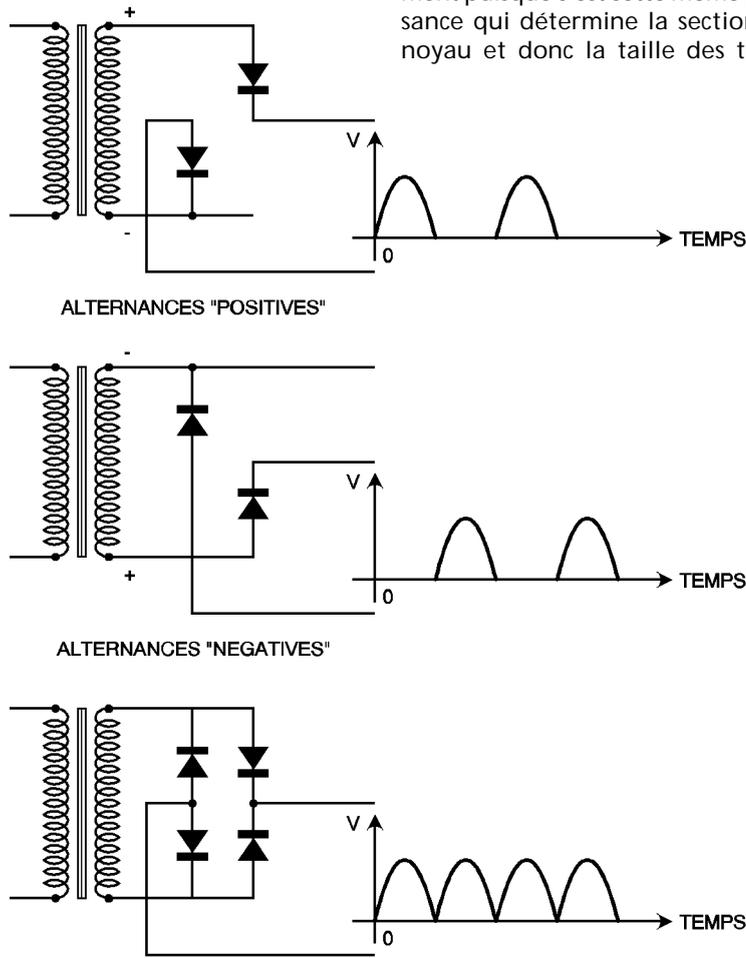
moins en moins visibles avec la généralisation des modèles moulés ; mais tout ce que nous avons dit jusqu'à présent s'applique bien évidemment aux modèles toriques.

rant dans le sens direct ou passant. Ainsi, une diode 1A a-t-elle généralement un courant de fuite inverse de l'ordre de 100 nA. On peut donc le négliger dans nos applications en alimentation.

Dans le sens passant par contre, notre diode ne conduit pas dès que la tension devient supérieure à zéro. Comme le montre la figure 3b, cette conduction ne devient en effet significative qu'après franchissement d'une tension minimum appelée seuil de la diode. Ce dernier dépend de la technologie de fabrication. Il est de :

- 0,6V environ pour les diodes au silicium classiques,
- 0,3V environ pour les diodes au germanium,
- 0,2V environ pour les diodes au silicium de type Schottky.

Cette tension vous semble peut-être bien faible, dans une alimentation où l'on manipule des valeurs bien



Redressement double alternance grâce à un pont de diodes

Fig 5

consomme. Cela vous donne la puissance absorbée par votre montage et donc la puissance que devra "fournir" votre transformateur.

En effet, même si ce n'est pas lui qui fournit cette puissance puisqu'elle est tout simplement empruntée au secteur, on définit toujours un transformateur par sa puissance, c'est à dire en réalité par celle qui peut le traverser sans dommage. Ainsi, si votre montage consomme 500 mA sous 12V, il consomme :  $12 \times 0,5$  soit 6 W et il vous faudra donc un transformateur de 6... VA !

Et oui, comme vous le savez sans doute, un transformateur ne fonctionne qu'en alternatif et, si l'on veut être rigoureux, notre puissance ne doit plus être mesurée en watts mais en VA ce qui signifie voltampère. Dans un premier temps, et pour nos applications électroniques classiques, vous pouvez considérer que nos "watts continus" sont identiques aux VA du transfo. Vous prendrez donc, pour alimenter votre montage, un transformateur de 7 à 8 VA. En effet, nous avons besoin de 6 W et, comme notre transformateur ne peut être parfait (nous venons de vous le dire), il est d'usage de prévoir environ 10% de marge en plus. Bien sûr, et comme c'est souvent le cas en électronique : qui peut le plus, peut le moins, et vous pouvez toujours utiliser un transformateur plus puissant que le minimum nécessaire. Personne ne s'en plaindra sauf peut-être votre porte-monnaie !

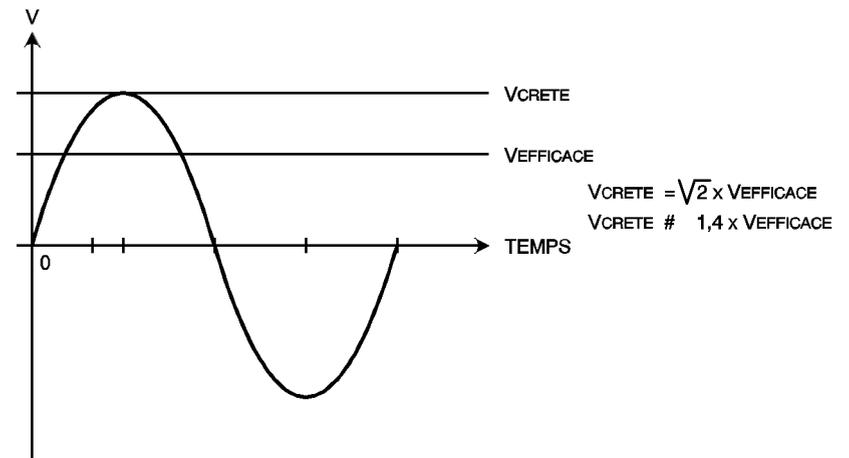
La taille d'un transformateur

Seule la forme peut varier, puisque l'on peut trouver des transformateurs "normaux" ou bas profil, mais le volume total reste peu ou prou le même.

Lorsque l'on pense transformateur, on a généralement à l'esprit les modèles classiques à tôles en E et I, encore que ces dernières soient de

## Du continu à l'alternatif

Les transformateurs, nous l'avons dit, ne fonctionnent qu'en alternatif et nos montages électroniques, à de rares exceptions près, ne veulent que du continu. Pour passer de l'un à l'autre, on n'a pas encore trouvé mieux que la diode puisqu'elle a le bon goût de ne conduire que dans un seul sens. Cette diode n'est hélas pas parfaite comme vous pouvez le constater à l'examen de la figure 3 qui montre en (a) la caractéristique d'une diode "idéale" et en (b) celle



La valeur de crête d'une tension alternative

Fig 7

d'une diode réelle.

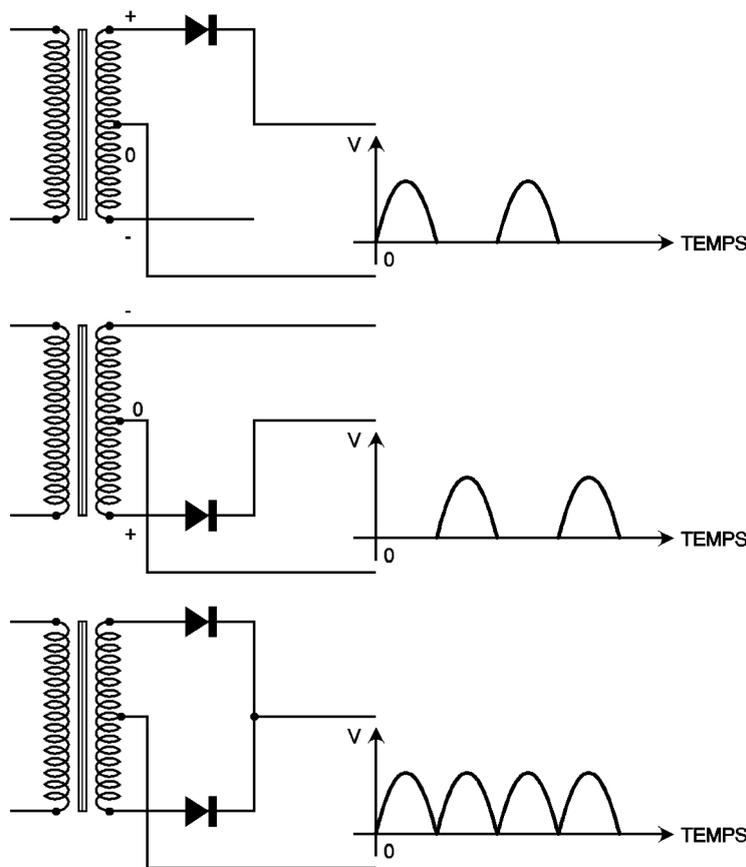
En fait, dans le sens bloqué ou non-conducteur, une diode réelle est proche de la diode parfaite. Le courant de fuite inverse, c'est à dire celui qui arrive à traverser la diode dans ce sens, n'est pas nul mais il est généralement des dizaines de milliers de fois plus faible que le cou-

plus élevées, mais elle a tout de même une importance quant à la dissipation de puissance de la diode. Nous aurons l'occasion d'en reparler.

## Simple et double alternance

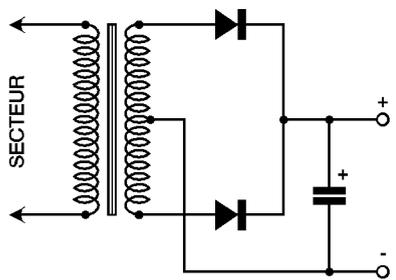
Pour transformer notre courant alternatif en courant continu il nous faut le redresser, c'est à dire faire en sorte qu'il ne passe que dans un sens. La solution la plus simple passe par l'emploi d'une diode comme indiqué figure 4. Pendant les alternances positives, la diode est conductrice et ces dernières se retrouvent en sortie alors que rien ne passe pendant les alternances négatives. On obtient bien en sortie de ce montage une tension toujours de la même polarité mais nous sommes encore loin d'une belle tension continue régulière. Pour améliorer la situation, on fait quasiment toujours appel au redressement à double alternance que l'on peut réaliser de deux façons différentes : avec un pont de diodes et un transformateur à un seul secondaire ou avec deux diodes et un transformateur à point milieu. Voyons tout d'abord le premier cas avec la figure 5.

Compte tenu du mode de câblage des diodes, on constate que l'on en a toujours deux qui sont conductrices, quel que soit le sens de la ten-



Redressement double alternance grâce à un transformateur à point milieu

Fig 6



**Fig 8** Notre alimentation commence à prendre forme !

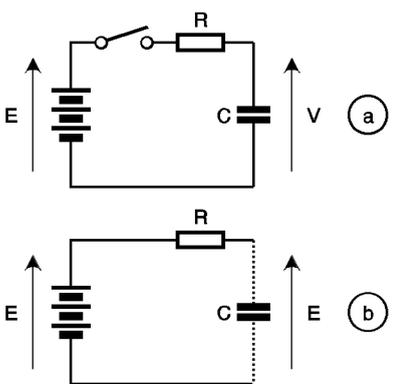
sion alternative, et l'on retrouve donc en sortie les deux alternances du secteur "du même côté". Ce n'est pas encore du continu parfait mais il n'y a plus ce "trou" que l'on avait avec une seule diode.

Avec un transformateur à point milieu, dont le schéma de câblage est indiqué **figure 6**, le principe est le même mais ne fait appel qu'à deux diodes car les deux points extrêmes de l'enroulement secondaire délivrent des tensions en opposition de phase de sorte que l'on a toujours une des deux diodes qui conduit.

Le redressement double alternance, qu'il soit à point milieu ou à pont de diodes, est donc plus "efficace" que la simple alternance en termes de rendement. Il utilise en effet les deux alternances de la tension alternative tandis que l'autre gaspille une alternance complète.

## ■ Valeur efficace et valeur crête

Outre l'allure de la tension produite après les diodes, ce qui nous intéresse lors de la réalisation d'une alimentation secteur est la tension continue dont on va pouvoir réellement disposer en sortie. Rien ne dit en effet qu'un transformateur délivrant 12V alternatifs puisse nous assurer de disposer de 12V continus. En effet, une tension alternative est caractérisée par deux paramètres comme indiqué **figure 7** : sa tension efficace qui est celle que l'on donne habituellement (220V dans le cas du secteur) et sa tension crête qui est la valeur maximum atteinte en haut (ou en bas) de chaque sinusoïde. La relation entre les deux est fort simple pour une tension sinusoïdale comme c'est le cas pour le secteur :  $V_{crête} = V_{efficace} \times \sqrt{2}$  soit à peu près  $V_{crête} = V_{efficace} \times 1,4$ . Nous allons voir que ceci influe beaucoup sur la tension de sortie de notre alimentation et constitue la source de nombreuses erreurs de

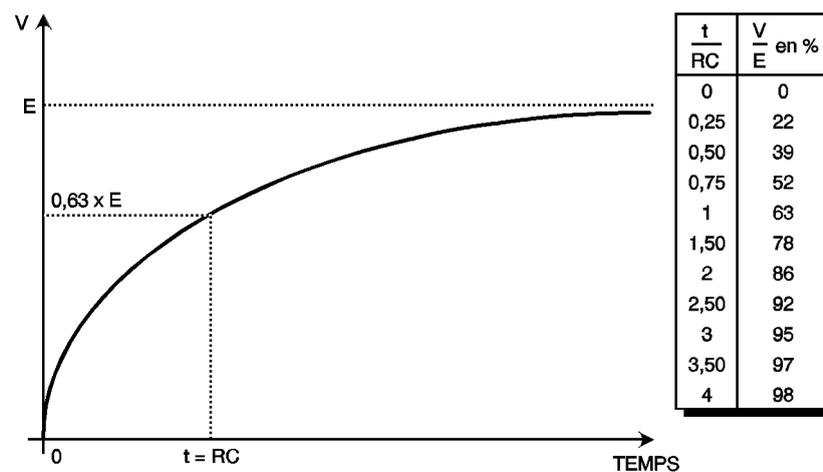


**Fig 9** Charge d'un condensateur

conception, même chez certains électroniciens expérimentés. Avant de voir pourquoi, il nous faut vous parler du troisième composant fondamental de notre alimentation...

## ■ Le condensateur de filtrage

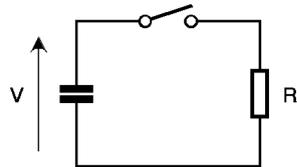
La tension produite par un redressement double alternance (et à plus forte raison celle produite par un redressement simple alternance) étant tout de même assez éloignée



**Fig 10** Évolution de la tension aux bornes du condensateur lors de sa charge

d'une belle tension continue bien "lisse", on fait appel en sortie de notre alimentation à un condensateur de filtrage dont le rôle est d'améliorer tout cela. Notre alimentation commence donc à ressembler à ce que vous pouvez voir **figure 8**.

Ce condensateur est très souvent "pifométré" par nombre de concep-



**Fig 11** Décharge d'un condensateur

teurs de montages ce qui conduit en général à lui donner une valeur largement excessive par simple raison "de sécurité" et par simple méconnaissance d'une méthode de calcul simple et bien qu'approximative mais qui donne de bons résultats. Avant de voir comment procéder, il est cependant indispensable de faire un petit rappel sur ce composant presque aussi mal aimé des électroniciens que la self !

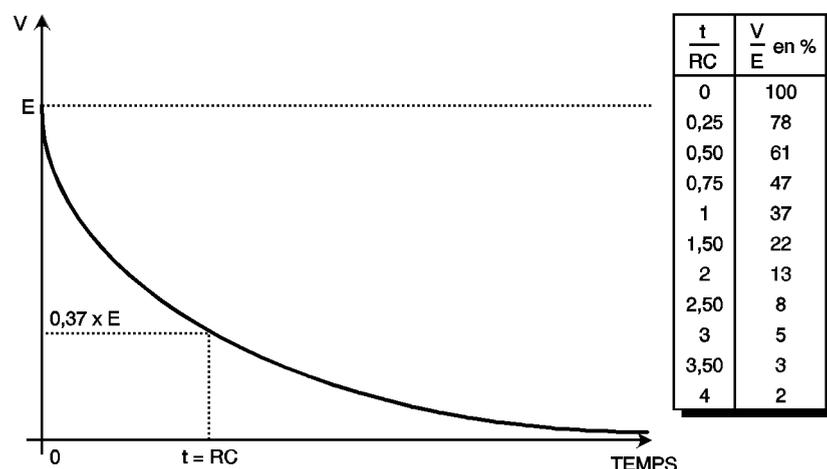
## ■ Charge et décharge

Un condensateur est constitué par un isolant, appelé diélectrique, séparant ses deux électrodes ou armatures, et c'est uniquement l'accumulation de charges électriques sur ces dernières qui provoque un mouvement d'électrons, et donc de courant, dans le circuit auquel il est connecté.

La **figure 9a** montre un circuit fort simple : circuit que vous avez peut-être étudié en physique d'ailleurs.

Initialement l'interrupteur est ouvert. La tension aux bornes de notre condensateur est donc nulle. Lorsque l'on ferme l'interrupteur, les électrons vont se déplacer et charger le condensateur c'est à dire s'accumuler sur son armature reliée au pôle négatif de la pile. C'est tout ce qu'ils peuvent faire puisqu'ils sont incapables de traverser l'isolant constituant son diélectrique. La tension aux bornes du condensateur va donc augmenter petit à petit pour devenir égale à celle de la pile. En effet, lorsque le mouvement des électrons va avoir cessé, c'est à dire lorsque le condensateur sera com-

plètement chargé, notre circuit sera équivalent à celui de la **figure 9b** puisque le diélectrique du condensateur est parfaitement isolant. Nous connaissons les deux états extrêmes de V, reste à rendre compte de son évolution en fonction du temps entre ces deux



**Fig 12** Évolution de la tension aux bornes du condensateur lors de sa décharge

valeurs. Nous n'allons pas ici faire la démonstration de la relation donnant cette évolution qui est :  $V = E \times (1 - e^{-t/RC})$  où t est évidemment le temps.

Si vous avez quelques notions relatives aux exponentielles, vous savez que  $e^0$  vaut 1 ce qui confirme bien qu'à  $t = 0$  la tension V est nulle. Vous savez aussi sans doute que lorsque X tend vers moins l'infini,  $e^x$  tend vers 0. Ceci confirme que lorsque le temps t est suffisamment long la tension V tend à devenir égale à E. Si vous avez une calculette disposant des fonctions scientifiques, il vous est facile d'exploiter cette relation. Ce n'est cependant pas indispensable grâce au tableau que nous vous proposons **figure 10**. Celui-ci indique la valeur de V, en pourcen-

tage de E, en fonction du temps ou, plus exactement en fonction du temps ramené au produit RC. Ce produit s'appelle la constante de temps et nous verrons ultérieurement que c'est grâce à elle que nous allons pouvoir lisser la sortie de notre alimentation. Cette évolution peut évidemment se représenter sous forme graphique comme indiqué également **figure 10**.

L'opération de décharge présente de nombreuses similitudes avec ce que nous venons de décrire comme nous allons pouvoir le constater grâce à la **figure 11** sur laquelle nous supposons que le condensateur a été au préalable chargé sous une tension égale à E.

Au temps  $t = 0$ , c'est à dire au moment où l'on ferme l'interrupteur, la tension à ses bornes est évidemment égale à E. La fermeture de l'interrupteur va avoir pour effet de permettre aux électrons qui s'étaient accumulés sur une armature du condensateur lors de la charge de s'écouler au travers de la résistance R. Au bout d'un temps t suffisamment long, il n'y aura donc plus de différence de charge entre les armatures et la tension aux bornes du condensateur sera donc nulle.

Entre ces deux extrêmes, on démontre que la tension aux bornes du condensateur évolue suivant la relation :

$$V = E \times e^{-t/RC}$$

Ici encore vous constatez que  $t = 0$  conduit bien à  $V = E$  et que t tendant vers l'infini conduit bien à V tendant vers 0. Comme pour la charge, nous vous proposons le tableau de la **figure 12**, largement suffisant pour

la majorité des situations avec sa représentation graphique associée.

## ■ Le mois prochain

Vous êtes maintenant en possession des composants et des notions de base nécessaires à la réalisation d'une alimentation secteur réelle. C'est donc ce que nous ferons le mois prochain et, comme nous sommes perfectionnistes, nous stabiliserons sa tension de sortie puis nous la rendrons réglable. Ce sera l'occasion de découvrir de nombreux autres composants et les relations qui les régissent.



## Un récepteur téléphonique

C'est dans les derniers mois de l'année 1876 que Bell envisage de commercialiser son invention, un téléphone électromagnétique utilisable comme récepteur ou émetteur. Grâce à l'appui financier de son beau-père, Gardiner G. Hubbard, il fonde la *Bell Telephone Compagny* dès juillet 1877. Commence dès lors une véritable guerre commerciale destinée à briser le monopole de Bell, dans laquelle s'engagent ses principaux concurrents comme Thomas Alva Edison ou encore Elisha Gray. Le récepteur que nous vous proposons de réaliser est en fait la maquette d'un appareil de Bell amélioré par Edison.

### ■ Thomas Alva Edison

Thomas Alva Edison naît à Milan, un village de l'Ohio (U.S.A.), en 1847. Ses parents mènent une existence confortable car son père tient un commerce de bois et charpente, s'occupant en parallèle de la vente de produits alimentaires. C'est alors qu'il atteint l'âge de sept ans que la famille doit déménager pour se rendre 200 km plus au Nord, à Fort Gratio dans les faubourgs de Port Huron, en raison du déclin qu'entraîne le passage d'une ligne de chemin de fer à proximité de Milan. L'existence devient alors plus difficile, mais la famille ne sombre

pas dans la misère et le dénuement, comme le prétend la légende. En outre, si le jeune Thomas ne fréquente que peu de temps l'école, il semble que l'enseignement prodigué par sa mère lui apporte les bases d'une solide culture générale, propre à lui permettre d'assouvir sa curiosité naturelle. A neuf ans, il se plonge dans le traité de *Philosophie Naturelle et Expérimentale* de Richard Green Parker, un ouvrage qu'il utilisera pour sa formation aux sciences expérimentales. Il écrira soixante-dix ans plus tard à ce propos que "Les vues politiques et théologiques de ce grand penseur furent pour moi une révélation. Paine m'initia à tout un monde d'idées

auxquelles je n'avais jamais songé. La lecture de ses livres m'éclaira soudain. Une première lecture ne me suffit pas. De ce moment j'y revins, encore et toujours".

Le fait est qu'il s'applique dès 1850 à reproduire les expériences décrites afin de vérifier que les théories de l'auteur correspondent bien à la pratique, collectionnant pour cela environ 200 bouteilles contenant chacune des produits chimiques différents.

Arrivé à l'âge de 12 ans, Thomas Edison obtient la permission parentale de s'engager comme *Train Boy* sur le *Grand Trunk Railway*, le chemin de fer qui effectue la liaison entre Québec et Chicago. Il vend des friandises et des journaux, mais son esprit d'entreprise le conduit rapidement à développer ce commerce au point qu'il imprime son propre journal, le *Grand Trunk Herald*, en installant une petite imprimerie dans un des wagons du train. Il recueille les nouvelles à chaque arrêt, avant d'utiliser à son profit les ressources du télégraphe avec la complicité d'opérateurs télégraphistes de la ligne. N'en abandonnant pas pour autant sa quête de savoir, il utilise une bonne partie de ses bénéfices pour acheter des livres et équiper



qu'Edison a développés le conduit à quitter son emploi de manipulateur pour adopter celui de technicien en télégraphie, car il cherche à améliorer le rendement des appareils de transmission. En 1869, il s'installe à New York où il crée une fabrique et une agence de vente d'appareils télégraphiques avec l'ingénieur Franklin E. Pope et J. N. Ashley, l'éditeur du *Télégraphiste*.

Avec l'argent que lui procure la vente de brevets à la *Gold and Stock Telegraph Compagny*, il installe en 1873 une fabrique à Newark, situé à 30 minutes de New York. Conscient du fait qu'il lui faut disposer d'un laboratoire pour créer de nouveaux produits, il installe non

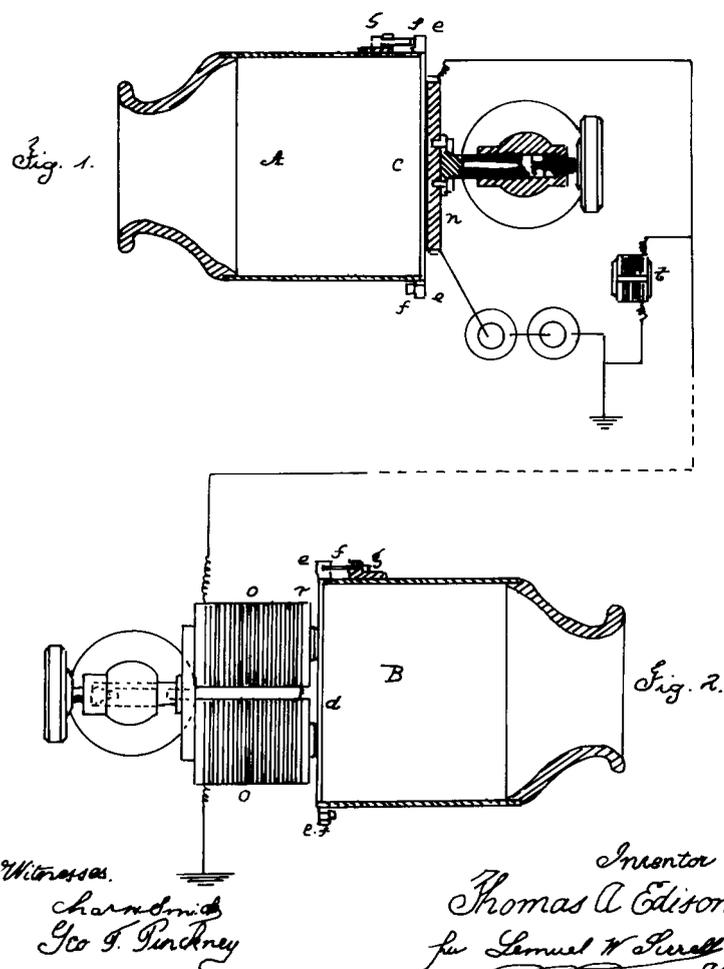
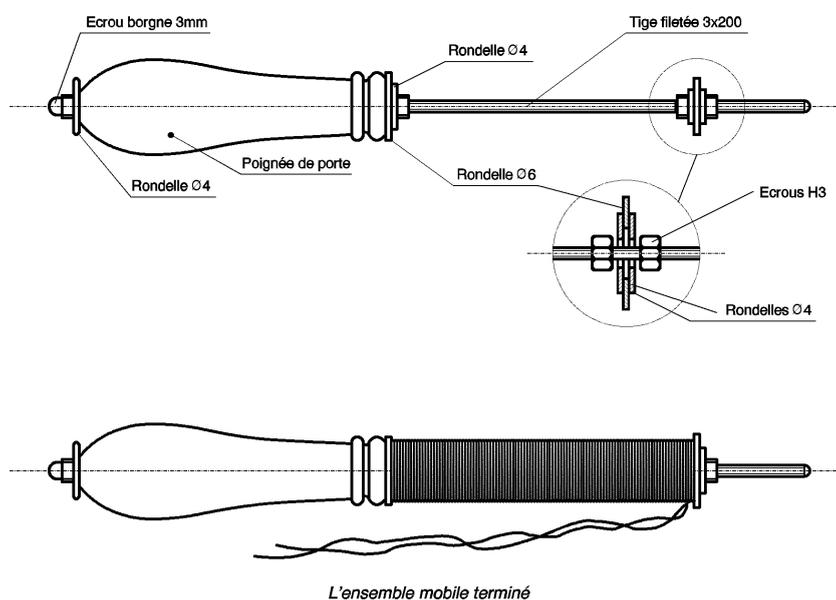


Fig 1/2 Brevet de Thomas Edison pour un Transmetteur téléphonique, avril 1877



Préparation de la bobine

Fig 3

son laboratoire, installé lui aussi dans le Wagon. Suite à un incendie accidentel, le jeune Thomas est renvoyé, ce qui l'amène à prendre un poste de télégraphiste à Port Huron. C'est un opérateur télégraphiste, J. U. Mackenzie qui lui a enseigné le code Morse afin de le remercier d'avoir sauvé son fils Jimmy d'une mort certaine, alors qu'il jouait près de la voie ferrée.

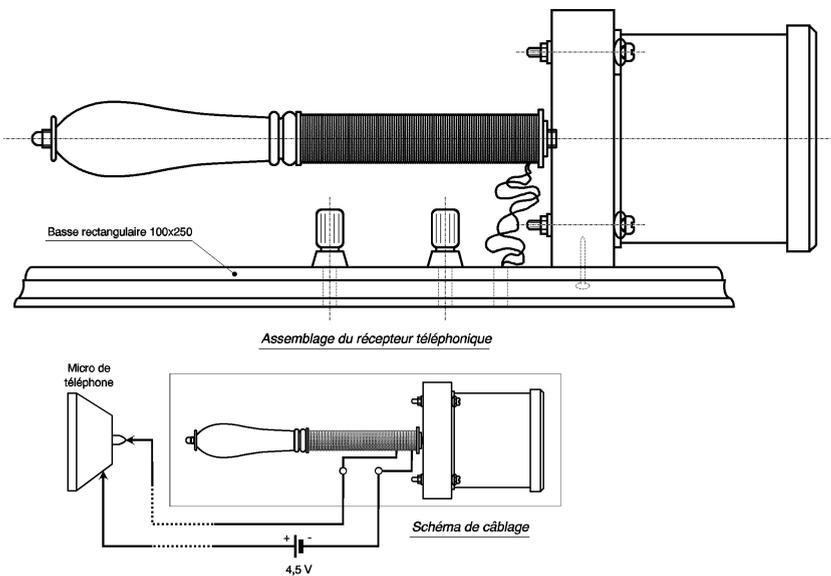
loin de là, à Menlo Park, un centre de recherche où il reste 10 ans à partir de 1876.

La *Great Western Union Telegraph*, soucieuse de briser le monopole de la *Bell Telephone Compagny*, fait appel au début de l'année 1877 à Edison pour qu'il fournisse un appareil téléphonique n'ayant aucun rapport avec celui de Bell. L'équipe de Menlo Park se met immédiatement au travail sur ce projet qui n'est pas nouveau pour Edison, et aboutit au dépôt d'un brevet dès le mois d'avril 1877.

Le dispositif décrit dans ce brevet et que nous avons reproduit ci-contre (figure 1), se compose d'un transmetteur (fig.1) et d'un récepteur

### ■ Du télégraphe au téléphone

Les talents d'expérimentateur



Assemblage de l'ensemble

Fig 5

(fig.2). L'émetteur utilise, et c'est ce qui est nouveau, un microphone à la plombagine, alors que le récepteur est quasi identique au dispositif conçu par Bell.

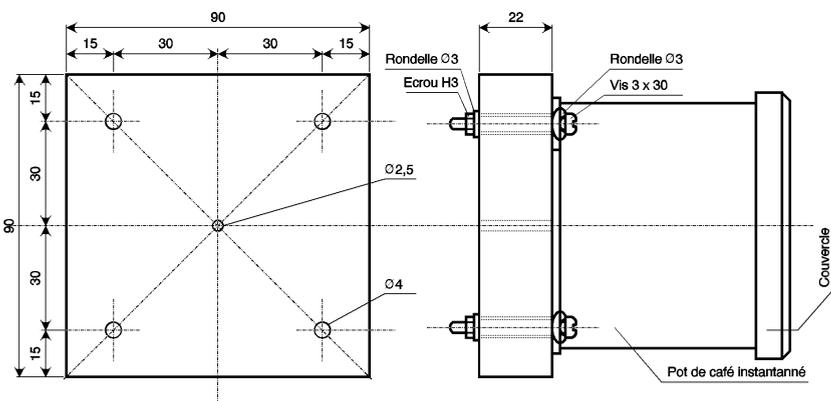
Enroulez ensuite du fil émaillé entre les deux rondelles de 6 mm afin de former le bobinage, en laissant dépasser 15 cm de fil dont le dernier centimètre est gratté afin de mettre le cuivre à nu.

## Le récepteur

Dans la mesure où le récepteur d'Edison est semblable à celui imaginé par Bell, c'est cette réalisation qui retiendra notre attention dans un premier temps. Le dessin de la figure 2 montre l'allure générale de l'appareil de Bell qui sert à la fois d'émetteur et de récepteur, que

## Préparation de l'écouteur (figure 4)

Découpez ou faites découper (dans une grande surface d'outillage ce type de service est proposé) un carré de 90 mm dans du contre-plaqué de



Préparation de l'écouteur

Fig 4

nous nous sommes efforcés d'approcher du point de vue technique et esthétique.

22 mm d'épaisseur. Repérez le centre en traçant les diagonales puis percez-le au diamètre 2,5 mm. En utilisant les cotes données sur la figure, placez les 4 points de fixation que vous percez au diamètre 4 mm. Placez ensuite une rondelle de 3 mm sur les 4 vis de 3x30 mm, puis fixez le pot sur le bloc de bois (choisissez de préférence un petit pot en fer blanc contenant à l'origine du café instantané). Découpez une ouverture de 4 cm de diamètre dans de couvracle en plastique du pot avant de le placer dessus.

## Préparation de la bobine (figure 3)

Pour préparer la bobine, commencez par visser un écrou borgne sur une tige filetée de 3x200 mm. Placez ensuite une rondelle de 4 mm contre cet écrou avant de faire glisser la poignée de porte en bois. Afin de fixer définitivement cette poignée et préparer la bobine, commencez par placer une rondelle de 6 mm, puis faites glisser contre celle-ci une rondelle de 4 mm avant de serrer le tout avec un écrou. A 8 cm environ, vissez un écrou contre lequel vous placez successivement une rondelle de 4 mm, de 6 mm et de 4 mm, le tout serré avec un contre-écrou.

## L'assemblage (figure 5)

Préparez une base rectangulaire de 100x250 mm. Fixez ensuite la partie écouteur avec 2 clous et de la colle à bois. Laissez sécher 24 heures, puis vissez la tige filetée de la bobine au

centre du bloc de bois de l'écouteur. Ne vissez pas complètement la tige car le réglage s'effectue seulement lorsque l'ensemble du câblage est terminé.

Pour faciliter les branchements, percez 3 trous de 3 mm, dont un sert à passer les deux extrémités des fils de la bobine. Serrez ensuite sur le plateau les 2 douilles qui font office de connecteur. Libre à vous de prendre des douilles châssis non isolées de 2 ou 4 mm, mais sachez que ces dernières donnent à l'ensemble une allure plus conforme à l'original.

## Câblage et essais

Effectuez le câblage indiqué sur le schéma. Vous pourrez utiliser une longueur de 30 mètres de fil conducteur pour effectuer la liaison, en intercalant une pile de 4,5V. Pour les essais et le réglage du récepteur, utilisez une pastille micro (récupérée sur un poste téléphonique ancien) sur laquelle vous soudez les deux conducteurs. Une fois le câblage terminé, placez un poste radio ou toute autre source sonore devant le micro, puis isolez-vous avec le récepteur.

Le réglage s'effectue en vissant très progressivement la bobine sur le bloc écouteur jusqu'à ce que la vis vienne effleurer le fond métallique de la boîte. Lorsque le réglage est parfait, les variations du courant circulant dans la bobine permettent de faire vibrer le fond de la boîte en fer

blanc, ce qui donne un son audible dès qu'on colle l'oreille sur le couvercle. Pour améliorer l'aspect de votre récepteur, passez plusieurs couches de vernis teinté merisier et peignez en noir la boîte en fer blanc. Dans notre rubrique j'expérimente du prochain numéro, nous verrons comment réaliser un appareil transmetteur à charbon.

P. RYTTER

## NOMENCLATURE

- Une planchette de contre-plaqué de 100x250x5 mm
- Un bloc de contre-plaqué de 90x90x22 mm
- Un petit pot rond de café instantané en fer blanc
- Une poignée de porte en bois
- 1 tige filetée 3x200 mm
- 2 rondelles 6 mm
- 4 rondelles 4 mm
- 8 rondelles 3 mm
- 4 vis 3x30 mm
- 7 écrous 3 mm
- 1 écrou borgne 3 mm
- 2 douilles châssis non isolées 4 mm
- 30 m de conducteur isolé
- 1 bobine de fil de cuivre émaillé 0,5 mm
- 1 pastille micro
- 1 pile 4,5V
- 2 clous
- Colle à bois
- Vernis
- Peinture noire

## TECHNOLOGIE : Suite de la Page 10

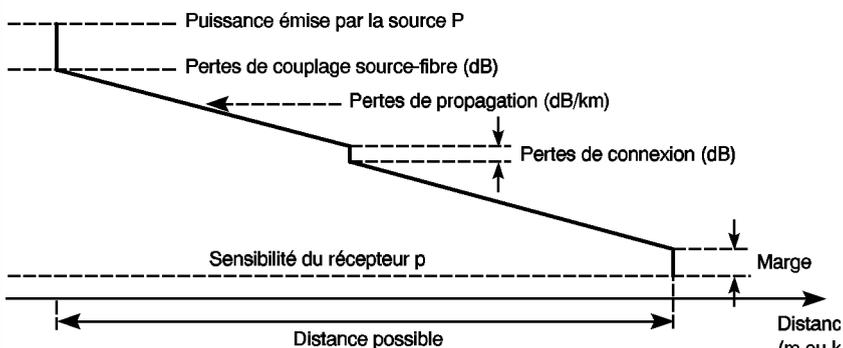


Fig 4 Diagramme des pertes dans une liaison à fibre optique : bilan énergétique

numérique : la source émet dans un angle et la fibre présente un angle d'acceptance différent,

- désadaptation de modes propagés fonction du profil d'indice de la fibre.

La somme des pertes de couplage est d'environ 20 dB avec une LED et de 3 à 6 dB avec une diode laser.

Pertes de propagation et de connexion :

Elles sont dues, soit à des absorptions, diffusions, dispersions par les impuretés de la fibre, soit à des couplages de modes causés par des contraintes, des imperfections, ou des blessures de la fibre. Elles sont données sur les notices, en fonction du type de fibre.

Les pertes de connexion ont déjà été étudiées.

Pertes de découplage :  
Désadaptation du contact de la fibre

avec la photodiode de réception : désadaptation de surface active, d'ouverture et de modes propagés, comme pour le couplage. La somme des pertes est de l'ordre de 20 dB.

## Bilan énergétique de la liaison (figure 4)

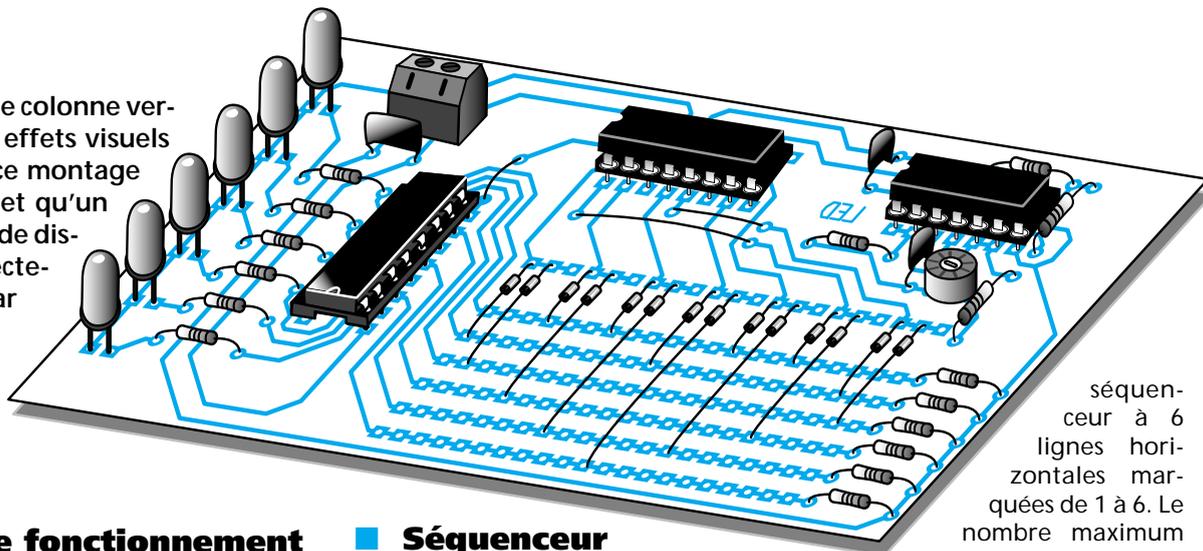
Soit " P " la puissance émise par la source et " p " la sensibilité du récepteur. La courbe fait la somme des diverses atténuations au cours de la liaison. La sensibilité du récepteur est limitée par le bruit de la photodiode et du préamplificateur. En analogique, ce bruit s'ajoute quadratiquement au signal. En numérique, le rapport signal/bruit détermine une certaine probabilité d'erreur.

La bande passante est inversement proportionnelle aux dispersions différentielles, ou temps de montée de l'émetteur, de la fibre et du récepteur.

R. BESSON

# Un affichage magique

**A**vec simplement six LED formant une colonne verticale, il est possible d'obtenir des effets visuels surprenants, voire déroutants. Lorsque ce montage est disposé dans un endroit peu éclairé et qu'un observateur se trouve à quelques mètres de distance, tout en ne le regardant pas directement, il verra apparaître, comme par enchantement, des figures géométriques furtives, ou tout autre motif décoratif, au point qu'il se demande s'il n'est pas sujet à des hallucinations...



## La clé du mystère

L'explication de ce phénomène étrange réside dans la persistance rétinienne qui caractérise nos yeux. En effet, en regardant, sans pour autant tourner la tête, de part et d'autre de l'afficheur, l'évolution du champ visuel de l'observateur se traduit par un déplacement latéral de l'image sur la rétine. Il s'y imprime la vision de plusieurs (7 dans le cas présent) colonnes verticales disposées l'une à côté de

## Le fonctionnement (figure 1)

### Base de temps

Le montage peut être alimenté par une source de courant continu de l'ordre de 9 à 12V. La base de temps réside essentiellement dans le groupement des portes NAND I et II de IC3 qui constituent un oscillateur astable. Ce dernier délivre au niveau de sa sortie des créneaux carrés dont

## Séquenceur périodique

Le circuit intégré référencé IC1 est un CD4017. Il s'agit d'un compteur décodeur décimal très courant. A condition que ses entrées de validation (broche 13) et de remise à zéro (broche 15) soient soumises à un état bas, un tel compteur avance pas à pas, au rythme des fronts ascendants des créneaux présentés sur son entrée "Horloge" (broche 14). En fait, on note un déplacement de l'état haut de la sortie Si à la sortie Si+1, toutes les autres sorties restant à

séquenceur à 6 lignes horizontales marquées de 1 à 6. Le nombre maximum de liaisons, par sortie de séquenceur, a été limité à trois. C'est du moins ainsi que nous avons conçu notre matrice de programmation au niveau du circuit imprimé, comme nous le verrons plus loin. En fait, il aurait été parfaitement possible de prévoir, pour chaque sortie de séquenceur, jusqu'à six liaisons. Les possibilités de programmation deviennent alors beaucoup plus nombreuses. La figure 2 fait montre de quelques exemples de programmation. A vous d'en inventer d'autres.

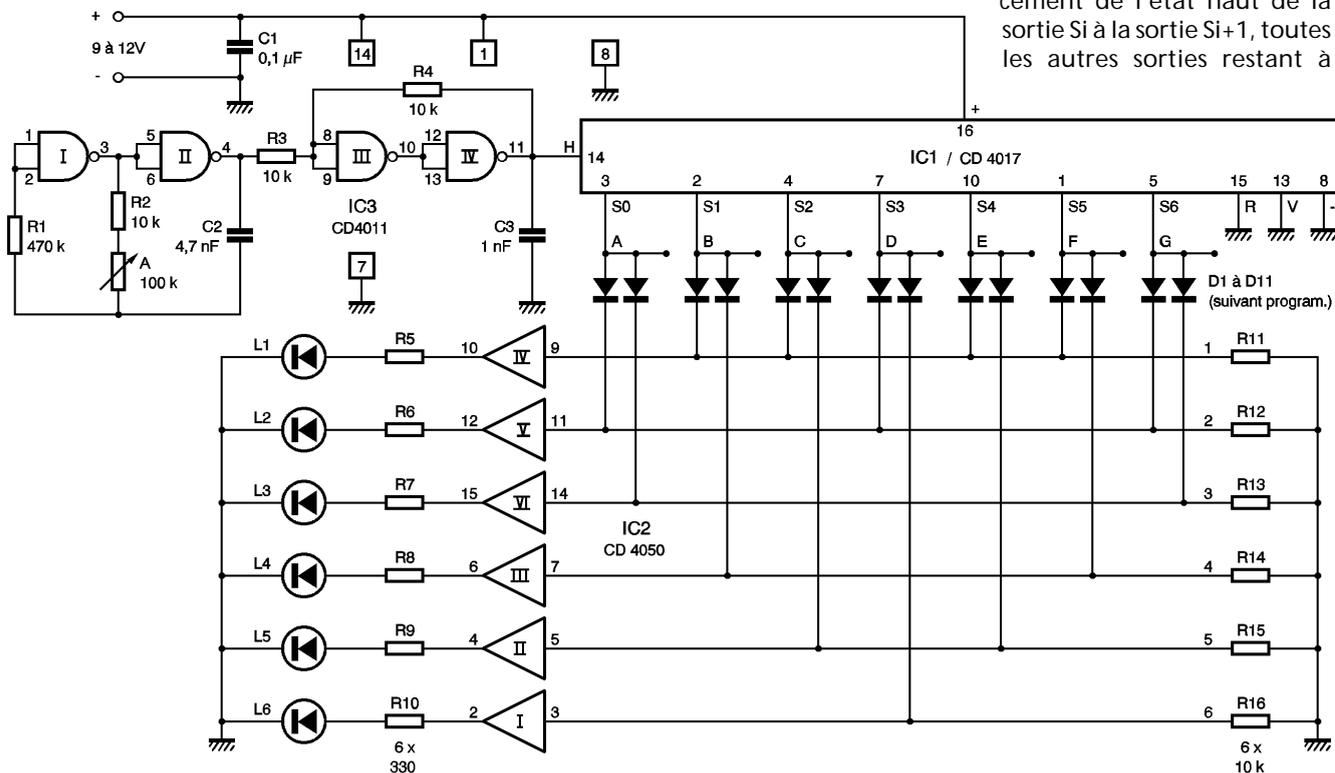


Fig 1

Schéma de principe

l'autre. Bien entendu, chacune de ces colonnes se caractérise par l'allumage de LED différentes. L'ensemble forme un motif géométrique préalablement programmé. Il peut même arriver que l'observateur voie la répétition de deux ou de trois motifs identiques qui se succèdent. Pourtant, en regardant simplement et fixement la colonne d'affichage, on n'aperçoit que six LED allumées de manière permanente ; en effet, la vitesse de l'évolution des allumages et des extinctions échappe à notre perception... justement à cause de la persistance rétinienne. Les spécialistes qualifient ce phénomène particulier par la dénomination de "perception subliminale".

la période est réglable suivant la position angulaire du curseur de l'ajustable A.

Lorsqu'il est placé en position médiane, la période des créneaux générés est de l'ordre de 600 µs, ce qui correspond à une fréquence d'environ 1600 Hz. Les créneaux sont ensuite pris en compte par le trigger de Schmitt que forment les portes NAND III et IV avec ses résistances périphériques R3 et R4.

Rappelons que la mission essentielle d'un trigger est de conférer aux créneaux présentés sur son entrée, des fronts montants et descendants à l'allure très verticale.

l'état bas. Lorsque le compteur atteint la position 9 (niveau 1 sur la sortie S9), la prochaine position se caractérisera par un état haut sur S0, et ainsi de suite. Dans le présent montage, seules les 7 premières sorties sont exploitées : S0 à S6. Elles constituent les 7 colonnes verticales de programmation évoquées en début d'article. Elles sont repérées par les lettres de A à G.

## Programmation

Par l'intermédiaire de diodes, il est possible de relier chaque sortie du

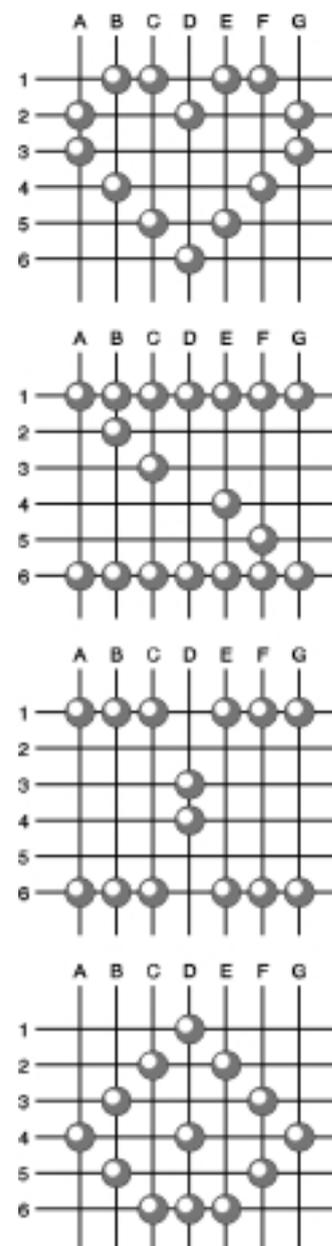
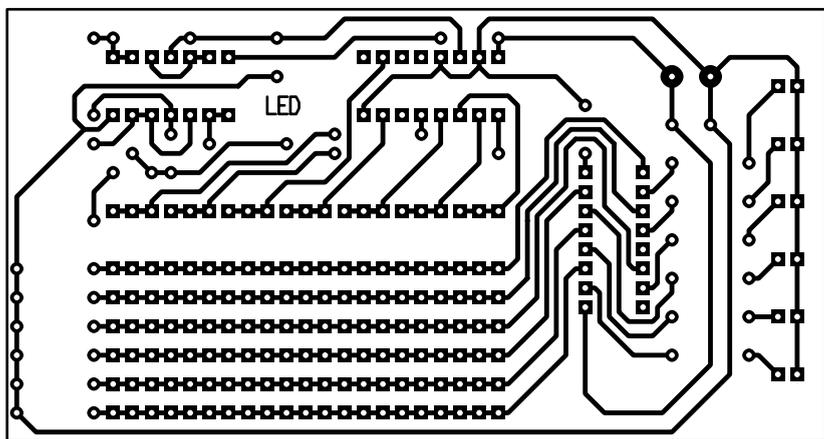


Fig 2

Exemples de programmation



Tracé du circuit imprimé

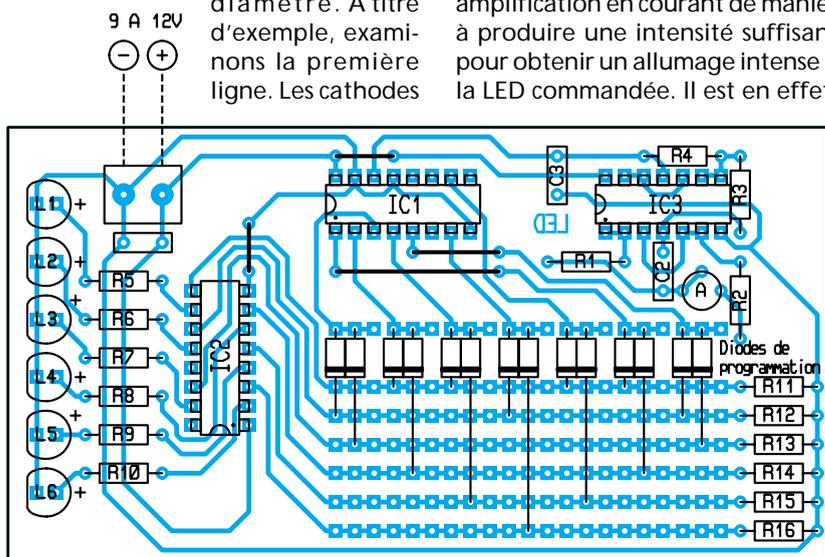
Impression

Fig 3

## ■ Visualisation

Les 6 lignes horizontales évoquées ci-dessus aboutissent chacune à une LED de haute luminosité de 5 mm de diamètre. A titre d'exemple, examinons la première ligne. Les cathodes

des diodes de programmation sont reliées à l'entrée d'un buffer (buffer IV) d'un circuit intégré, un CD4050, qui en contient 6. Le rôle d'un buffer consiste surtout à réaliser une amplification en courant de manière à produire une intensité suffisante pour obtenir un allumage intense de la LED commandée. Il est en effet à



Implantation des éléments

Fig 4

noter que les sorties du CD4017 ne sont guère capables de débiter un courant supérieur à 3 ou 4 mA. Dans le cas présent, le courant circulant dans une LED est de l'ordre de 30 mA. Lorsqu'aucun état haut n'est disponible, à un moment donné sur la première ligne (que nous étudions toujours à titre d'exemple), l'entrée du buffer est forcée à l'état bas par le biais de la résistance R11. Sans cette précaution, l'entrée en question risquerait de prendre n'importe quel état, au gré des champs électriques présents sur la ligne. La résistance R5 limite le courant dans la LED L1.

## ■ La réalisation

La figure 3 représente le circuit imprimé relatif au montage. Sa réalisation appelle peu de remarques. Une matrice de programmation a été prévue. Ainsi que nous l'avons déjà mentionné, on peut augmenter les possibilités de programmation en prévoyant pour chaque sortie du séquenceur jusqu'à 6 départs de diodes. Dans ce cas, la longueur de la matrice augmentera. Quant à la figure 4, elle illustre l'implantation des composants. Attention surtout à l'orientation des circuits intégrés, des diodes de programmation et des LED. La même remarque s'applique à l'alimentation du montage au niveau du respect des polarités. Dans l'exemple publié, la program-

mation représente un cœur. Peut-être pourriez-vous l'offrir à une personne aimée... En agissant éventuellement sur la position angulaire du curseur de l'ajustable, on peut régler la largeur de la figure virtuelle observée.

R. KNOERR

## ■ NOMENCLATURE

- 4 straps (3 horizontaux, 1 vertical)
- R1 : 470 kΩ (jaune, violet, jaune)
- R2, R3, R11 à R16 : 10 kΩ (marron, noir, orange)
- R4 : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
- R5 à R10 : 330 Ω (orange, orange, marron)
- A : ajustable 100 kΩ (miniature)
- D1 à D11 : diodes-signal 1N4148 (nombre suivant programmation)
- L1 à L6 : LED Ø5 mm rouges, haute luminosité
- C1 : 0,1 μF céramique multicouches
- C2 : 4,7 nF céramique multicouches
- C3 : 1 nF céramique multicouches
- IC1 : CD4017 (compteur décodeur décimal)
- IC2 : CD4050 (6 buffers)
- IC3 : CD4011 (4 portes NAND)
- 1 support 14 broches
- 2 supports 16 broches
- Bornier soudable 2 plots

## ABONNEMENT

### 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 :

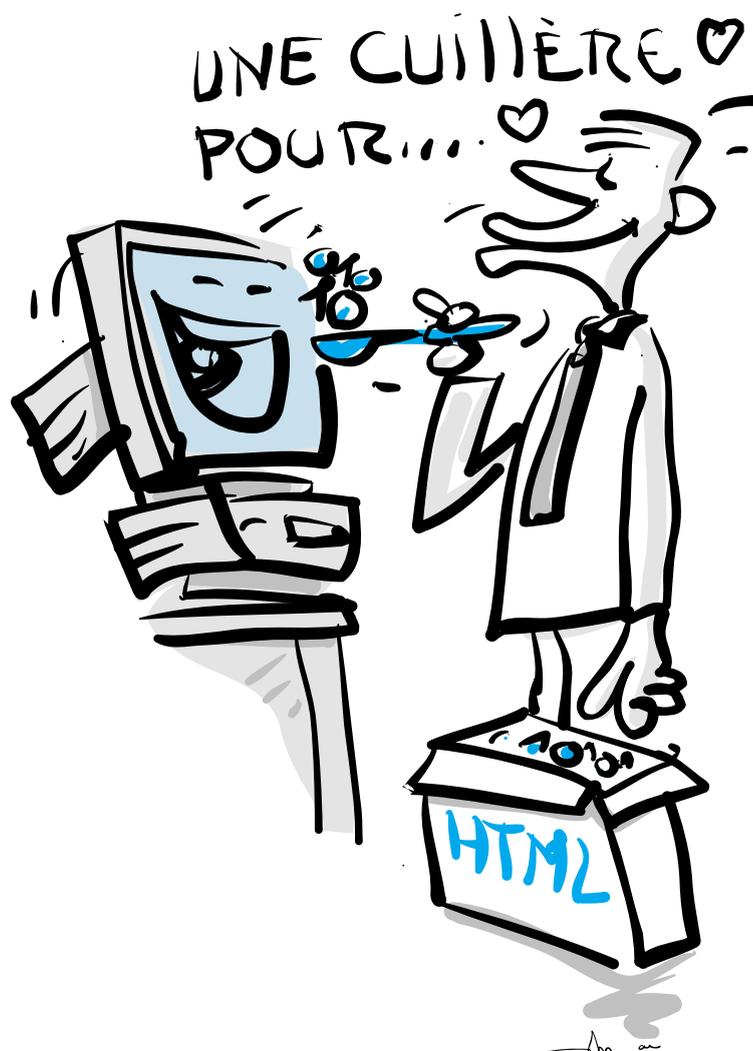
- chèque bancaire
- mandat-lettre
- carte bleue

signature :

\_\_\_\_\_

date d'expiration [ ] [ ] [ ] [ ]

- Nous acceptons les bons de commande de l'administration



## Étude d'un préamplificateur Classe A

Dans ce nouveau volet du coin de la mesure, nous allons aborder le calcul et la conception d'un préamplificateur à transistor à partir d'un cahier des charges initial. Bien qu'associé à d'autres éléments, nous commencerons par isoler ce montage de son environnement afin de l'étudier en détail. Nous verrons ensuite comment relier celui-ci aux autres étages, les modifications qui en résultent et les moyens d'y remédier. Comme vous vous en doutez, les calculs s'appuieront sur le réseau de caractéristiques du transistor utilisé dans le montage. Pour ce travail, nous invitons le lecteur qui se joindrait à nous, à consulter les précédents numéros de GE. Avant toutes choses, nous devons cependant préciser ce qu'est la classe A pour un amplificateur à transistor.

### ■ Classe A, Classe B

En classe A, le point de repos du transistor est choisi de façon à ce qu'il puisse amplifier des signaux alternatifs (positifs et négatifs). La contrepartie de ce choix est que le rendement du montage n'excède pas 50% et que même en l'absence de signal à amplifier, le transistor dissipe une puissance (sous forme de chaleur) qui peut être importante dans le cas d'un amplificateur de puissance.

nos explications sur le montage le plus simple d'où le choix de l'ampli classe A.

### ■ Cahier des charges

Le préamplificateur que nous allons étudier doit être capable d'amener l'amplitude du signal délivré par un

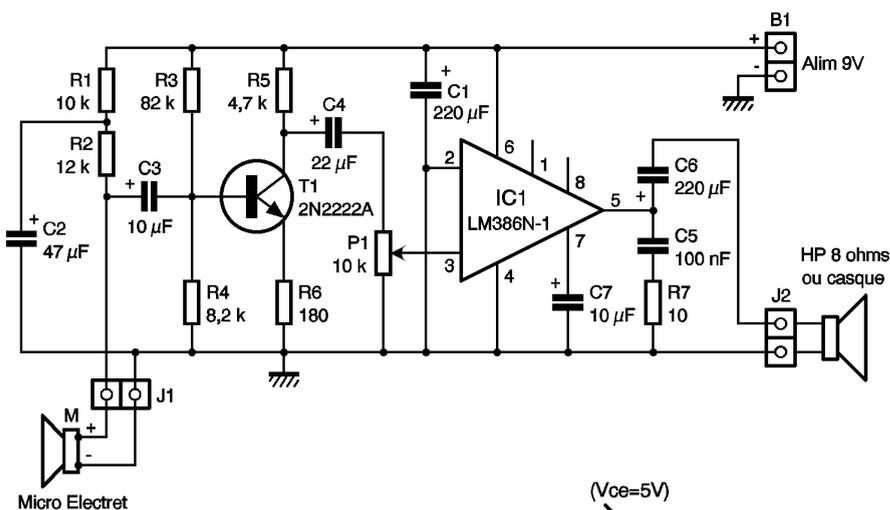


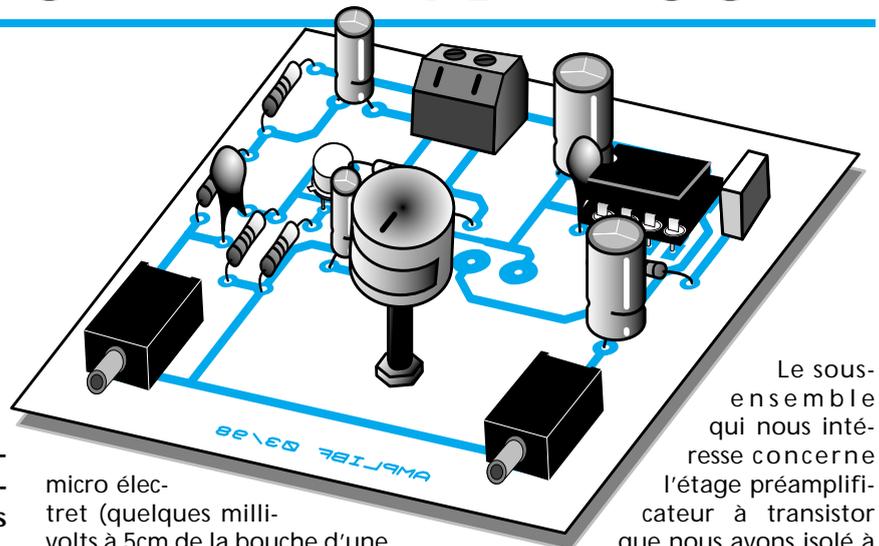
Fig 1 Schéma de principe

Ce mode de fonctionnement est opposable à la classe B pour laquelle le point de repos est choisi de façon à ce que le transistor soit bloqué en l'absence de signal, ce qui n'entraîne aucune dissipation d'énergie (inutile) dans ce cas. Quoique plus économique par cet aspect, un amplificateur classe B nécessite un minimum de 2 transistors (l'un amplifiant les alternances positives, l'autre les alternances négatives), et un environnement plus important qu'un classe A. Il est évident que pour un début, il valait mieux axer



### ■ Cahier des charges

Le préamplificateur que nous allons étudier doit être capable d'amener l'amplitude du signal délivré par un



Le sous-ensemble qui nous intéresse concerne l'étage préamplificateur à transistor que nous avons isolé à la figure 2. Le but de cet exposé va consister à montrer au lecteur comment calculer les éléments de polarisation du transistor. Dans cette configuration (émetteur non

micro électret (quelques millivolts à 5cm de la bouche d'une personne qui parle normalement) à un niveau permettant d'attaquer un petit amplificateur de puissance intégré, de type LM386 qui nécessite un niveau d'entrée de quelques

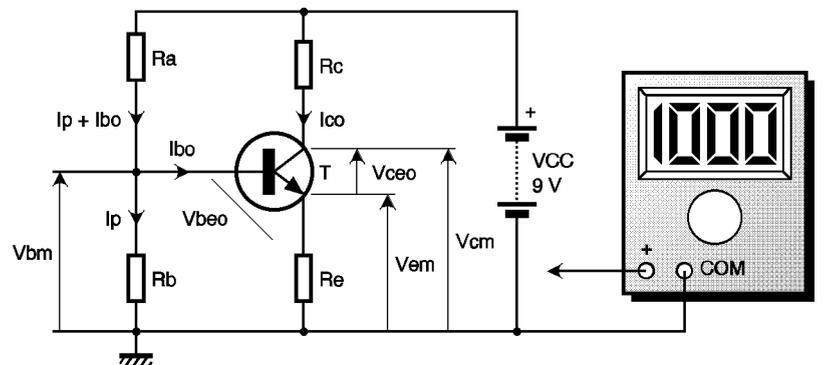


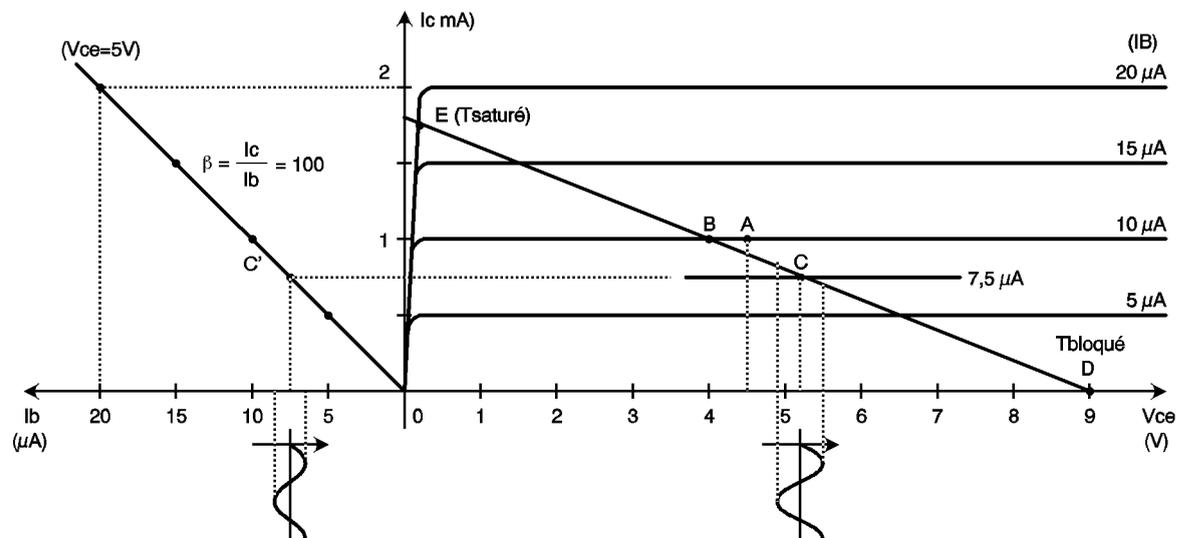
Schéma du préamplificateur

Fig 2

centaines de millivolts pour une amplification de 20 dans la configuration où il est utilisé. En tablant sur une amplification de 25 pour le préamplificateur, l'amplification globale de l'ensemble sera de 500. Cette valeur permet d'élever à 1V l'amplitude d'un signal de 2mV, ce qui est largement suffisant pour exciter un petit haut-parleur ou un casque de 8 Ω. Le tout sera alimenté par une pile de 9V. Le module pourra éventuellement assurer la surveillance d'une chambre de bébé ou être utilisé comme Interphone entre 2 pièces d'une habitation moyennant quelques éléments de commutation. Le schéma du montage complet est proposé à la figure 1.

découplé) l'amplification de l'étage est approximativement égale au rapport Rc/Re, ce qui fixe le rapport de ces deux composants puisque nous voulons une amplification de 25.

Avant d'aborder les calculs proprement dits, il faut savoir que la solution retenue n'est pas la seule qui convienne à ce problème. Mais comme ce montage est l'un de ceux qui offrent le plus d'avantages, (amplification fixée par les composants externes au transistor, stabilisation du point de repos vis à vis des changements de température par la résistance Re, grande impédance d'entrée) nous vous le présentons de préférence à d'autres. Les résis-



Caractéristiques du transistor

Fig 3

tances Ra et Rb permettent quant à elles, de fixer le point de repos du transistor.

## La démarche

Pour que le transistor amplifie aussi bien les alternances positives que négatives (cas de la classe A), la tension Vce0 (l'indice "0" indiquant qu'il s'agit de la valeur au repos quand aucun signal alternatif n'est appliqué au montage) doit être approximativement égale à la moitié de la tension d'alimentation, soit

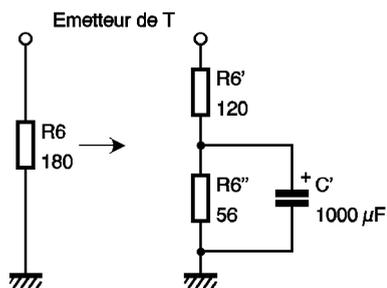
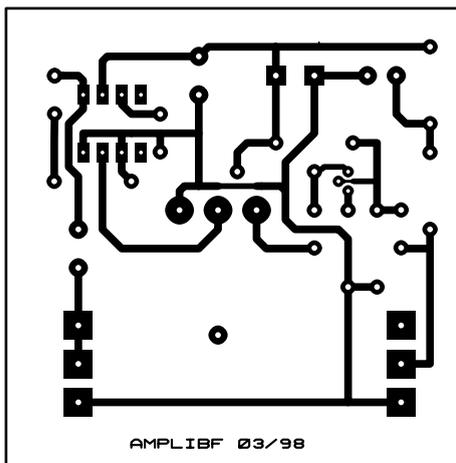


Fig 4 Augmentation de l'amplification

ici 4,5V. Il est évident que le reste de la tension d'alimentation Vcc se répartit dans les résistances Rc et Re. Comme nous savons que les courants de collecteur et d'émetteur sont quasiment égaux, nous en déduisons que  $(Re + Rc) I_{co} = 4,5V$ . En fixant arbitrairement la valeur du courant collecteur Ico à 1 mA, nous en déduisons que  $Re + Rc = 4,5 k\Omega$ . Le débutant peut se demander pourquoi 1 mA plutôt que toute autre valeur. C'est l'expérience, la recherche d'une consommation réduite, le fait que les signaux d'entrée et de sortie soient de faible amplitude, qui incitent à faire ce choix. Le montage marcherait tout aussi bien avec Ico = 10mA mais il consommerait 10 fois plus au repos. Pourquoi pas 0,1mA nous diriez vous? Dans cette situation, avec un  $\beta$  valant 100, le courant base au repos ne serait que de 1  $\mu A$ , c'est à dire que l'on travaillerait dans le coude de la caractéristique  $V_{be} = f(I_b)$ , ce qui ne manquerait pas d'occasionner des distorsions d'où le choix semi-arbitraire de 1mA pour Ico.

Comme  $Re = Rc/25$ , nous en déduisons que  $Rc = 25 \times 4500/26$  c'est à dire un peu moins de 4500  $\Omega$ . On pourrait prendre la valeur normalisée





sibilité aux connecteurs de fusibles par une découpe appropriée.

## Conclusion

La durée de vie de la pile ne dépendra que de la fréquence des tests (son vieillissement sera plus rapide que la décharge par le montage) ; en cas de doute sur l'état du testeur, il suffit de vérifier son fonctionnement en insérant une pièce de 1F entre deux contacts. Pour des raisons évidentes de sécurité, le test de fusible s'effectuera uniquement en disposant du fusible, et non en le testant en place via des cordons de test. De même, oubliez la réparation provisoire en enrobant le fusible de papier aluminium (MacGyver...) car vous supprimeriez la fonction nécessaire du fusible : la protection des personnes et matériels et on sait tous que le provisoire dure souvent bien longtemps...

En rangeant ce testeur dans votre armoire électrique, il est sage de l'associer avec une pochette contenant un panachage de fusibles pour ne pas être pris au dépourvu et en arriver à des solutions dangereuses. Pour la maison, n'oubliez pas que des normes précises et labels (AFNOR, PROMOTELEC...) régissent la sécurité dans les câblages électriques et tout grossiste électricien dispose de notices d'information...

P. WALLERICH

# Dispositif de protection : Fusibles, ...

## Fusibles à usage électronique

En version cylindrique, ils existent en corps en verre ou en corps céramique ; on distingue trois types : temporisés, rapides, et ultra-rapides (moins courants) ; respectez toujours le type proposé dans une réalisation. Un fusible temporisé est nécessaire en présence de montages où le courant impulsionnel est élevé par rapport au courant en régime établi et nécessite donc une protection lente (alimentation...). Les deux formats, 5x20 mm (courant en Europe) et 6,3x32 mm (courant en Amérique), supportent une tension de service de 250V~.

L'identification s'effectue sur un des anneaux métalliques, par le courant supporté (en mA ou A), précédé d'un "T" pour le type lent, complété par la tension d'emploi. Jetez tous les fusibles dont les inscriptions sont douteuses. Bien que le corps soit en verre, il est parfois difficile de vérifier l'état du fil fusible.

Les valeurs usuelles sont : 50mA, 100mA, 125mA, 200mA, 250mA, 315mA, 400mA, 500mA, 630mA, 800mA, 1A, 1,25A, 1,6A, 2A, 2,5A, 3,15A, 4A, 5A, 7A, 8A, 10A, (et

32mA, 40mA, 63mA, 80mA, uniquement temporisés et moins courants).

## Fusibles à usage électrique

Nommés CARTOUCHES CYLINDRIQUES, ils se présentent en boîtiers cylindriques en céramique ; leur format évite l'utilisateur novice de confondre les types et de remplacer un fusible par un modèle inapproprié (normes NFC61201 et IEC127) ; l'identification est très lisible sur le corps céramique et certains disposent de témoins de fusion intégrés. Le tableau présente les formats et valeurs courantes, mais il existe d'autres modèles et valeurs pour les industriels de 0,5A à 125A :

format	tension	courant
6,3x23mm	250V~	6A
8,5x23mm	250V~	10A
10,3x25,8mm	250V~	16A
8,5x31,5mm	400V~	20A (et 1A-2A-4A-6A-8A-10A-12A)
10,3x31,5mm	400V~	25A
10,3x38mm	400V~	32A

## NOMENCLATURE

### Résistances 1/4 W

R1 : 100  $\Omega$   
 R2 : 15 k $\Omega$   
 R3 : 470  $\Omega$   
 R4 : 100  $\Omega$  à 15 k $\Omega$   
 C1 : 22  $\mu$ F/16V  
 électrochimique radial  
 C2 : 47 nF milfeuille  
 D1 : LED verte 5 mm  
 PZ1 : transducteur piézo pour circuit imprimé  
 J1 : bornier 2 broches ou connecteur pile 9V  
 J2 : coupleur fusibles (cf. texte)  
 IC1 : opérateurs ET-NON CMOS trigger CD4093  
 1 support tulipe 14 broches  
 époxy 80x55 mm  
 1 boîtier plastique, fil câblage

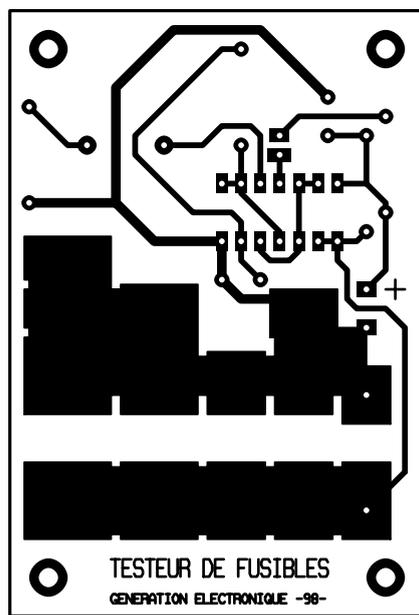


Fig 3 Tracé du circuit imprimé

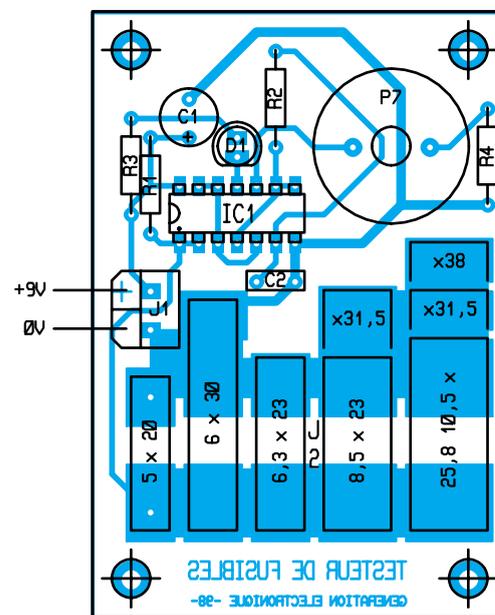


Fig 4 Implantation des éléments

Impression

## Fusibles particuliers

Il existe des modèles particuliers, créés pour des utilisations spécifiques : on trouve ainsi des modèles radiaux moulés (modèles TR5, TE5 de 50mA à 5A, sous 250V~) ou axiaux céramiques (modèles PICO, MICROTRON, de 63mA à 15A, sous 125V~) à souder sur circuit imprimé, les modèles plats automobile (rapides, limités à 32V=, pour les valeurs 3A-5A-7,5A-10A-15A-20A-25A-30A), des modèles thermiques (sous 1200V-MAX, pour 72°C, 84°C,

98°C, 121°C, 167°C, 184°C, 229°C), les POLYSWITCH (fusibles à réinitialisation, sous 60V-MAX, proches des CTP)...

Il existe aussi d'autres moyens de protection utilisés en électronique : les diodes zéner, les supresseurs rapides TRANZILs, TRANSGUARD, TRANS-ZORB, les varistances (VDR ; aux bornes contacts des relais...), les résistances à coefficient de température positif (CTP ; en téléphonie ou série avec transformateur), les éclateurs à gaz... mais on sort du domaine de la protection par fusible. On laisse aussi de côté les disjoncteurs thermiques, différentiels et autres...

COIN DE LA MESURE : Suite de la Page 19

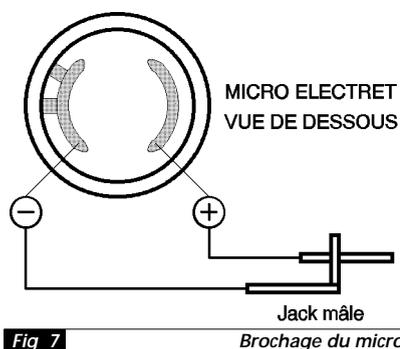


Fig 7 Brochage du micro

8  $\Omega$  (ou le casque) est couplé capacitivement par C6 à la sortie de cet amplificateur (patte 5) qui présente une polarisation continue égale à la moitié de la tension d'alimentation. L'ensemble des éléments du montage tient sur le circuit imprimé de la figure 5. Les composants sont dis-

posés conformément au schéma d'implantation de la figure 6. Les liaisons avec le haut-parleur et le micro sont assurées par des jacks de 3,5 mm de diamètre. Pour le micro électret dont la figure 7 donne la vue de dessous, il faudra veiller à respecter les polarités indiquées sur le dessin, en envoyant le fil positif sur la partie centrale du jack mâle. Si la liaison micro/amplificateur excède 20 cm, il faudra prévoir un fil blindé pour éviter que des parasites ne soient captés par ce fil et donnent naissance à un ronflement dans le haut-parleur. On veillera à bien respecter la polarité des condensateurs chimiques, de T1 et IC1 et surtout de l'alimentation qui arrive au bornier B1 si on veut que le montage marche correctement. ■

## NOMENCLATURE

R1 : 10 k $\Omega$  (marron, noir, orange)  
 R2 : 12 k $\Omega$  (marron, rouge, orange)  
 R3 : 82 k $\Omega$  (gris, rouge, orange)  
 R4 : 8,2 k $\Omega$  (gris, rouge, rouge)  
 R5 : 4,7 k $\Omega$  (jaune, violet, rouge)  
 R6 : 180  $\Omega$  (marron, gris, marron)  
 R7 : 10  $\Omega$  (marron, noir, noir)  
 P1 : 10 k $\Omega$  potentiomètre linéaire axe 6mm  
 C1, C6 : 220  $\mu$ F/25V

chimique radial  
 C2 : 47  $\mu$ F/16V chimique radial  
 C3, C7 : 10  $\mu$ F/25V tantale goutte  
 C4 : 22  $\mu$ F/25V chimique radial  
 C5 : 100 nF/63V Milfeuille  
 T1 : 2N2222A transistor NPN  
 IC1 : LM386N-1  
 J1, J2 : socles jack mono femelle 3,5 mm  
 B1 : bornier à souder sur CI 2 plots  
 1 support pour CI 8 pattes Dual in line  
 1 micro électret  
 1 HP ou casque 8  $\Omega$

# Un truqueur

**M**odifier le timbre d'un instrument ou d'une voix est un effet souvent recherché par les musiciens ou les DJ. La réalisation que nous vous proposons est donc à classer dans la famille des générateurs d'effets spéciaux au même titre que pédales de distorsion et autres accessoires. Pour poursuivre dans la lignée de nos montages audio, nous vous proposons de réaliser, ce mois-ci, un petit générateur d'effets spéciaux. Son principe de fonctionnement est basé sur le redressement bi-alternance du signal issu de la source sonore. Cette opération a pour effet, d'une part, de doubler la fréquence de la fondamentale et, d'autre part, ajouter des harmoniques au son d'origine. À l'oreille ceci se traduit par la sensation que l'instrument joue un octave au-dessus et que le musicien utilise une pédale de distorsion. Il en est de même si ce truqueur est connecté sur un micro. Dans ce cas, la voix du chanteur prend un timbre très "téléphonique".

## Le principe :

Généralement, un pont de diodes suffit pour assurer le redressement bi-alternance d'une tension. Cependant, dans notre cas, cette solution est inexploitable. En effet un pont de diodes s'utilise toujours en aval d'un transformateur. Son secondaire est "flottant", c'est à dire qu'il est électriquement indépendant de la masse du montage.

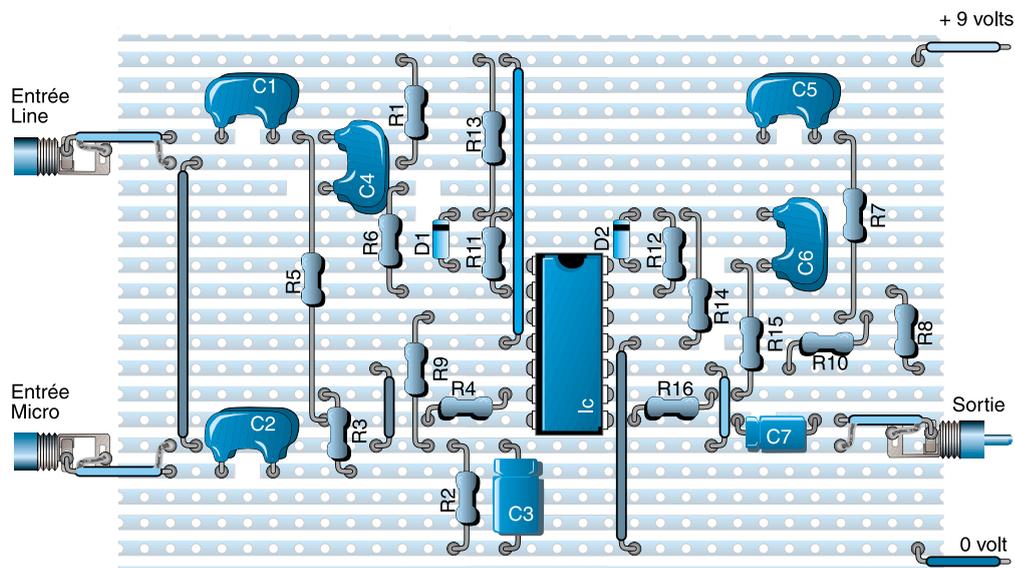
Dans le cas qui nous intéresse, le signal est référencé par rapport à la masse. Dans ce cas deux des quatre diodes du pont se trouvent en court-circuit. D'autre part les diodes de redressement possèdent un seuil de déclenchement situé aux environs de 0,65 volt. Si cette valeur est négligeable lorsqu'il s'agit de redresser une tension de plusieurs dizaines de volts, elle est, en revanche, rédhibitoire lorsque le voltage mis en jeu n'excède pas quelques centaines de millivolts. Il faudrait disposer de diodes sans seuil : composant qui n'existe pas mais que nous allons "fabriquer" en associant à chaque diode un amplificateur opérationnel.

## Comment ça marche ?

Pour éliminer le seuil des diodes, le plus simple est de les insérer dans la

boucle de contre-réaction d'un amplificateur opérationnel. De plus, nous le mettrons à profit pour réaliser un redressement bi-alternance avec seulement deux diodes. Pour cela l'une des diodes est associée à un amplificateur opérationnel câblé en suiveur, un inverseur gèrera la seconde. Il suffit de "mixer" les signaux issus de ces deux amplis-op pour obtenir le redressement bi-alternance souhaité. Enfin, comme le signal issu d'un micro ou d'une guitare électrique est très faible, nous utiliserons une cellule ampli-op auxiliaire en tant que pré-amplificateur.

Au total notre truqueur requiert donc l'utilisation de quatre cellules ampli-op : une pour la pré-amplification, deux pour le redressement et une dernière pour le mixage. Le coeur de cette réalisation sera donc un LM 324 : circuit intégré qui contient directement quatre cellules ampli-op. Les composants associés à la première d'entre elles, utilisée en tant que pré-amplificateur, lui confèrent un gain en tension de 47. Son montage en amplificateur suiveur permet également d'obtenir une impédance d'entrée élevée. Les deux cellules suivantes se consacrent au redressement. On trouvera donc une diode montée sur chacune d'entre elles. De plus, conformément à ce que nous avons présenté précédemment l'une est câblée en



Mise en place des éléments

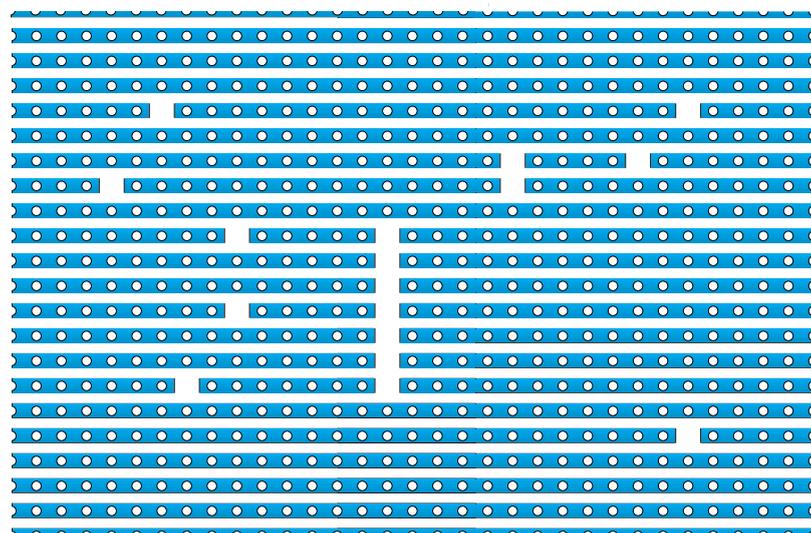
Fig 2

suiveur, l'autre en inverseur. notons que chacune de ces deux cellules possède un gain en tension d'environ 5. Enfin la quatrième cellule regroupe les signaux issus de chaque cellule redresseuse. Deux résistances jouent ici le rôle de mélangeur.

## Le câblage :

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

de bande reportées, l'implantation et le soudage des composants peut débuter. Il faut prendre soin de respecter le brochage du LM 324. Pour cela son boîtier porte une petite encoche logée entre ses broches 1 et 14. Il faut donc bien l'orienter comme indiqué sur le schéma d'implantation. De même, sur les diodes, une bague noire indique la cathode. Ici encore il faut respecter l'orientation de ce repère. Enfin les condensateurs chimiques possèdent une polarité qui doit être prise en compte. Ces composants peuvent se présenter sous deux formes différentes : les condensateurs à broches dites axiales et ceux à broches dites



Préparation de la plaquette

Fig 3

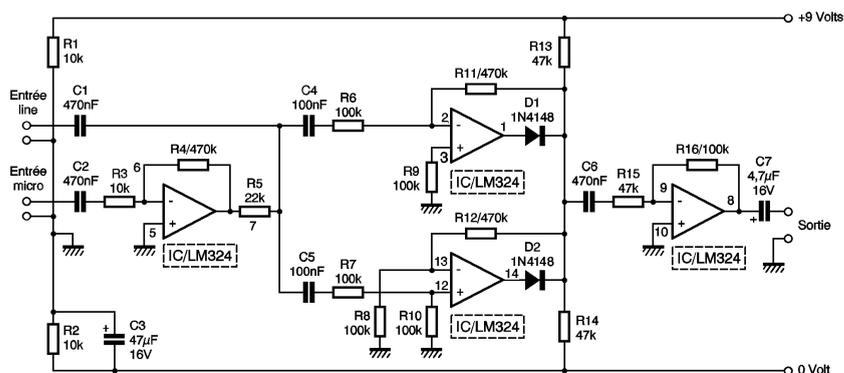


Fig 1

Schéma de principe

cera donc par la préparation de cette plaquette. Il faut reporter les interruptions de bandes conformément au schéma proposé. Rappelons-le la méthode la plus simple pour réaliser ces interruptions de bandes est d'utiliser un foret à métal de 6mm de diamètre. Il suffit de l'appliquer fermement sur le trou où doit s'effectuer l'interruption de bande et de le tourner doucement à la main tout en appuyant. Après chaque coupure il est bon de vérifier qu'aucun copeau ne risque d'établir un contact parasite entre deux bandes adjacentes. Une fois la totalité des interruptions

radiales. En axial, chaque extrémité du condensateur porte un fil. Dans ce cas un étranglement signale la borne positive du condensateur. En radial, les deux conducteurs sortent côte à côte d'une même extrémité. Ici une sérigraphie indique la borne négative.

Les résistances, quant à elles, ne possèdent pas de polarité particulière. Leur câblage peut donc s'effectuer dans un sens ou dans l'autre. Enfin il est nécessaire d'utiliser du fil blindé pour réaliser les connexions d'entrée et de sortie de ce montage. En cas contraire des ronflements parasites risquent de se manifester.

A ce sujet une dernière petite astuce. Les revendeurs de composants électroniques proposent souvent des prolongateurs RCA-RCA. Dans bien des cas le prix d'un tel cordon n'est guère supérieur à celui de quatre fiches plus deux mètres de fil blindé. Nous vous conseillons donc d'acheter l'un de ces cordons et de le couper en deux. Ceci résout le problème du soudage des fiches : opération souvent délicate.



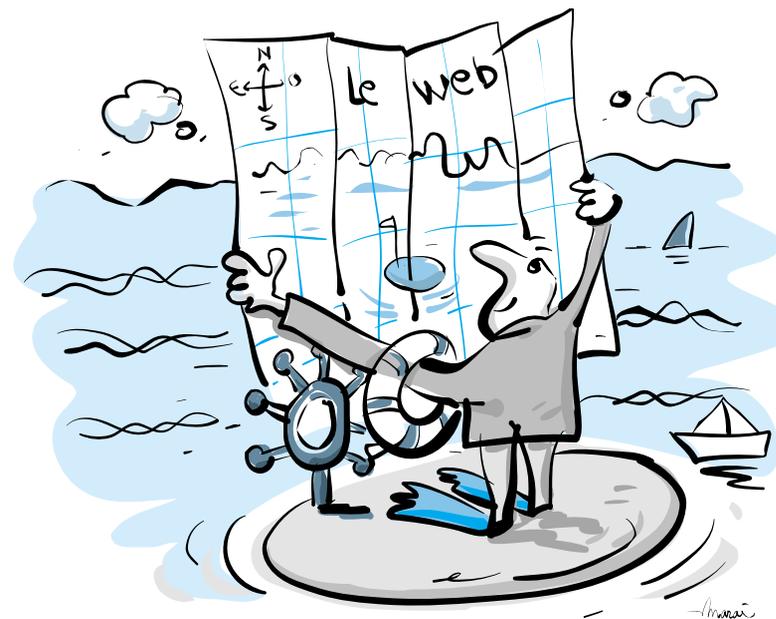
## ■ L'utilisation :

Notre truqueur comporte deux entrées distinctes. La première, dotée d'une forte sensibilité, est destinée aux micros ou instruments tels que guitare. La seconde, moins sensible, est mieux adaptée pour les orgues, synthétiseurs. Elle peut également recevoir le signal issu d'un lecteur de CD ou de cassettes. Précisons que, quelque soit l'entrée utili-

sée, la sortie du montage délivre un signal haut niveau compatible avec le niveau "line". Il peut ainsi être directement appliqué à l'entrée d'un amplificateur de puissance, l'entrée auxiliaire d'une chaîne Hi-Fi ou l'entrée Line d'une régie.

Enfin ce montage n'est pas pointilleux en ce qui concerne son alimentation. Il accepte une tension d'alimentation comprise entre 9 volts et 24 volts. Une pile convient parfaitement à ses besoins. Cependant, pour une utilisation intensive, il est possible d'utiliser un petit adaptateur secteur délivrant 12 volts sous au moins 300 milliampères.

Notons que certains adaptateurs ne possèdent pas un filtrage interne suffisant. Cette carence de filtrage se manifeste par l'apparition de ronflement. Il est cependant possible de remédier à ce problème en montant un condensateur de 2 200 microfarads 16 volts directement en parallèle sur l'alimentation. ■



## ■ NOMENCLATURE

R1= 10 k $\Omega$  (brun, noir, orange, or)  
 R2= 10 k $\Omega$  (brun, noir, orange, or)  
 R3= 10 k $\Omega$  (brun, noir, orange, or)  
 R4= 470 k $\Omega$  (jaune, violet, jaune, or)  
 R5= 22 k $\Omega$  (rouge, rouge, orange, or)  
 R6= 100 k $\Omega$  (brun, noir,

jaune, or)  
 R7= 100 k $\Omega$  (brun, noir, jaune, or)  
 R8= 100 k $\Omega$  (brun, noir, jaune, or)  
 R9= 100 k $\Omega$  (brun, noir, jaune, or)  
 R10= 100 k $\Omega$  (brun, noir, jaune, or)  
 R11= 470 k $\Omega$  (jaune, violet, jaune, or)

R13= 47 k $\Omega$  (jaune, violet, orange, or)  
 R14= 47 k $\Omega$  (jaune, violet, orange, or)  
 R15= 47 k $\Omega$  (jaune, violet, orange, or)  
 R16= 100 k $\Omega$  (brun, noir, jaune, or)

C1= 470 nanofarads  
 C2= 470 nanofarads  
 C3= 47 microfarads 16 volts  
 C4= 100 nanofarads

C5= 100 nanofarads  
 C6= 470 nanofarads  
 C7= 4,7 microfarads 16 volts

Ic= LM 324  
 D1= 1N4148  
 D2= 1N4148

Un coupleur pour pile 9V  
 Une fiches RCA mâles  
 Deux fiches RCA femelles



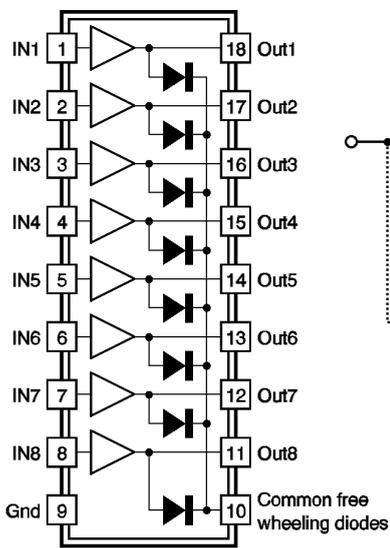


Fig 2 Configuration interne du circuit intégré

tion +12V sera comprise entre 1A et 1,5A. Si seuls des relais électromécaniques sont utilisés, un courant de 500 mA sera suffisant.

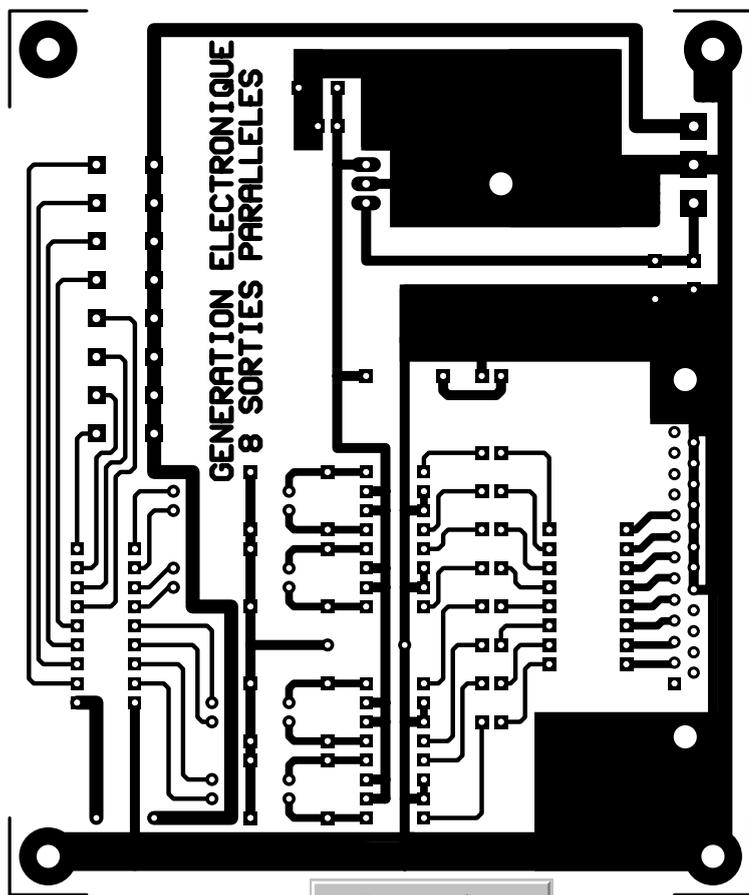
moteurs à courant continu, etc.). L'alimentation primaire de +12V sera connectée à la platine au moyen d'un bornier à vis à trois points : l'un amènera la tension au régulateur, l'autre sera utilisé pour la masse et le troisième permettra d'alimenter les organes externes. Les sorties du circuit intégré ULN2803A pourront se faire soit sur des cosses à souder, soit sur des borniers à vis à 8 points. Dans ce dernier cas, deux borniers devront être utilisés.

### La réalisation

Le dessin du circuit imprimé est donné en figure 3. Le tracé est relativement simple et ne devrait pas présenter de grosses difficultés de réalisation. On implantera les 10

### Les essais

Le câblage achevé, il conviendra de vérifier, du côté pistes, l'absence de courts-circuits ou de micro coupures après avoir ôté l'excédent de résine de la soudure à l'aide d'un chiffon



Tracé du circuit imprimé

Fig 3

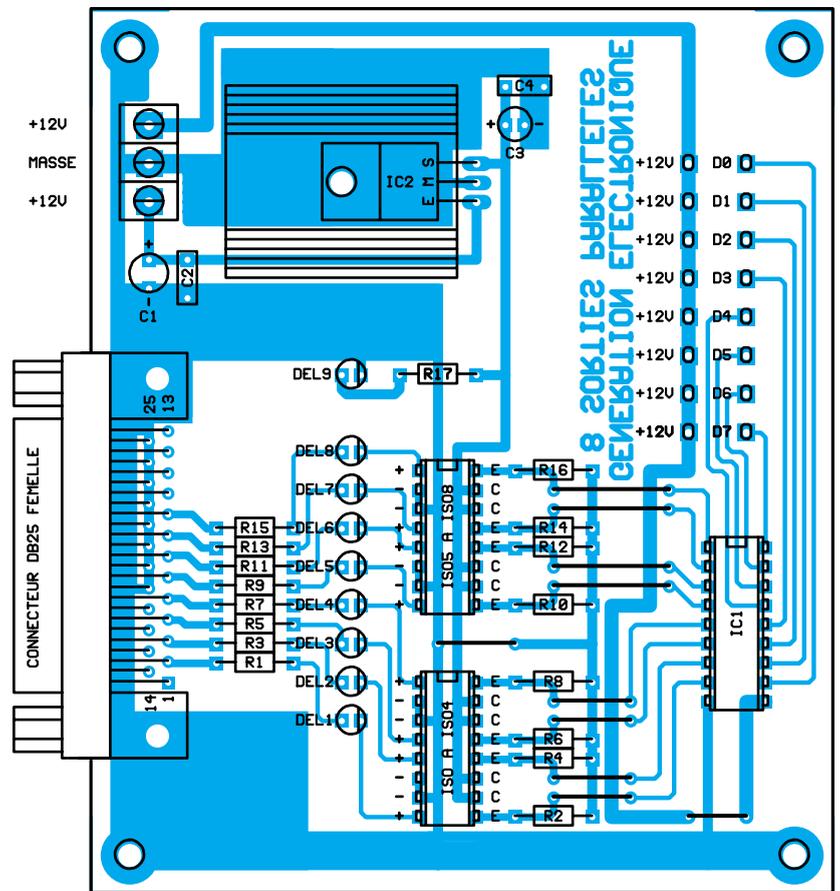
straps en premier lieu, ce qui facilitera leur mise en place. Puis on soudera les résistances, les diodes LED et les supports des circuits intégrés. Bien que ces derniers ne soient pas obligatoirement nécessaires, nous recommandons fortement leur emploi, ce qui facilitera l'échange des circuits intégrés en cas de destruction de l'un d'entre eux.

On placera en dernier lieu le connecteur SUBD25, le régulateur 7805 muni de son dissipateur thermique, ainsi que les deux borniers à vis à 8 points permettant la connexion des composants externes (relais électromécaniques, moteurs pas à pas,

propre imbibé d'acétone. La platine sera raccordée au compatible PC par un câble à l'un des ports parallèles de l'ordinateur (LPT1 ou LPT2).

On mettra le montage sous tension ce qui devra avoir pour conséquence l'allumage de la diode DEL9. On entrera ensuite le petit programme suivant, eu utilisant le langage QBASIC ou QUICK BASIC :

```
REM *** PROGRAMME D'ESSAI DE
L'INTERFACE PARALLELE ***
REM ***PORT LPT1 -> ADRESSE
H378 ***
REM *** PORT LPT2 -> ADRESSE
H278 ***
```



Implantation des éléments

Fig 4

FOR D=0 TO 255 : REM affectation de la valeur à la variable D  
OUT &H378, D : REM sortie de la valeur sur le port LPT1  
FOR T=0 TO 600 : NEXT T : REM temporisation

NEXT D : REM affectation de la prochaine valeur à la variable D  
Au lancement du programme, les diodes LED, DEL1 à DEL8, devront s'allumer selon une progression binaire.

Le second programme permettra l'allumage de chacune des diodes LED à tour de rôle :

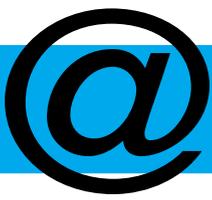
```
REM *** PROGRAMME D'ESSAI DE
L'INTERFACE PARALLELE ***
REM ***PORT LPT1 -> ADRESSE
H378 ***
REM *** PORT LPT2 -> ADRESSE
H278 ***
PROGRAM :
OUT &H378,0 : REM extinction de
toutes les LED
SLEEP : REM appuyer sur une touche
pour continuer
OUT &H378,1 : REM allumage de la
DEL1
```

SLEEP : REM appuyer sur une touche pour continuer  
OUT &H378,2 : REM allumage de la DEL2  
SLEEP : REM appuyer sur une touche pour continuer  
OUT &H378,4 : REM allumage de la DEL3  
SLEEP : REM appuyer sur une touche pour continuer  
OUT &H378,8 : REM allumage de la DEL4  
SLEEP : REM appuyer sur une touche pour continuer  
OUT &H378,16 : REM allumage de la DEL5  
SLEEP : REM appuyer sur une touche pour continuer  
OUT &H378,32 : REM allumage de la DEL6  
SLEEP : REM appuyer sur une touche pour continuer  
OUT &H378,64 : REM allumage de la DEL7  
SLEEP : REM appuyer sur une touche pour continuer  
OUT &H378,128 : REM allumage de la DEL8  
GOTO PROGRAM  
REM CTRL + PAUSE pour stopper le programme

### NOMENCLATURE

- RÉSISTANCES**  
R1, R3, R5, R7, R9, R11, R13, R15 : 220 Ω (rouge, rouge, marron)  
R2, R4, R6, R8, R10, R12, R14, R16 : 1 kΩ (marron, noir, rouge)  
R17 : 470 Ω (jaune, violet, marron)
- CONDENSATEURS**  
C1, C4 : 100 nF  
C2 : 100 μF à 220 μF/25V  
C3 : 10 μF/16V
- Semi-conducteurs**  
DEL1 à DEL9 : diodes électroluminescentes

- CIRCUITS INTÉGRÉS**  
IC1 : ULN2803A  
IC2 : régulateur de tension 7805  
IC3, ISO1 à ISO4 : TLP504 ou équivalent  
IC4, ISO5 à ISO8 : TLP504 ou équivalent
- DIVERS**  
2 supports pour circuit intégré 16 broches  
1 support pour circuit intégré 18 broches  
1 dissipateur thermique pour boîtier TO220  
1 bornier à vis à 3 points  
2 borniers à vis à 8 points  
1 connecteur SUBD à 25 broches femelle



## Exploration pédagogique

Nous rebondissons ce mois-ci sur la démarche de projet en collègue présentée lors de notre dernier numéro, et pour ce faire, nous vous proposons cette fois-ci une piste concernant l'approche pédagogique utilisable avec vos élèves. Le projet évoqué au sein de cette rubrique présente l'avantage d'offrir au travers de son étude une diversité dans les fonctions utilisées qui rend le thème d'étude intéressant et adapté à la technologie en collègue. Pour cette application pédagogique, le site [www.union-fin.fr/usr/jmdefais](http://www.union-fin.fr/usr/jmdefais) a été exploré au travers de sa rubrique Dossiers.



Fig 1 Page d'accueil

Nous avons choisi de développer le thème de l'attente téléphonique (figure 1) qui nous a semblé suffisamment riche en terme de fonctions électroniques de base à l'attention des élèves de collègue. En effet, les fonctions nécessaires à l'élaboration du projet sont les suivantes : alimenter, commander, protéger, générer des mélodies, ajuster la vitesse de défilement, adapter le signal du circuit spécialisé et sonoriser.

Nous vous rappelons que si ce projet retient votre attention, il vous sera nécessaire de disposer du matériel de la nomenclature :

- une pièce thermoformée indispensable en tant que boîtier (ce matériel est disponible chez les fournisseurs habituels de composants électroniques travaillant avec les Collèges) associé à son moule,
- une fraiseuse automatisée pour l'usinage du boîtier en vue de l'aménagement des éléments constitutifs du projet,

## L'approche pédagogique du thème

Le schéma fonctionnel (figure 2) établit les relations entre les différentes fonctions assurées par le schéma

électronique. Une représentation simpliste qui, néanmoins, reste limpide pour la présentation du projet devant des élèves de collègue. Le schéma structurel (figure 3) est constitué de quelques composants usuels et d'un circuit spécialisé générateur de mélodies. Ce circuit est le cœur du schéma et nécessite une alimentation de 3V. L'ensemble du schéma peut alors être présenté aux

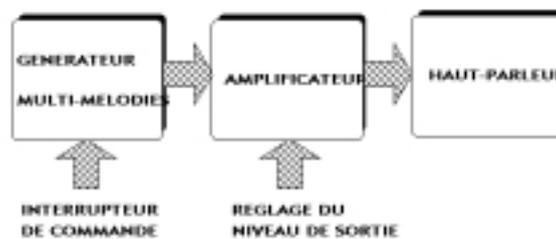


Fig 2 Schéma fonctionnel

élèves en identifiant les différentes fonctions sous forme d'une analyse basique. Cette représentation fonc-

tionnelle simplifiée associe une solution technique à une fonction donnée, il est nécessaire de préciser aux élèves qu'une fonction donnée peut être assurée bien souvent par différentes solutions techniques. Le choix de ces solutions n'étant pas l'objet de notre étude, celles-ci sont déjà adaptées aux fonctions à remplir dans le montage analysé ce mois-ci.

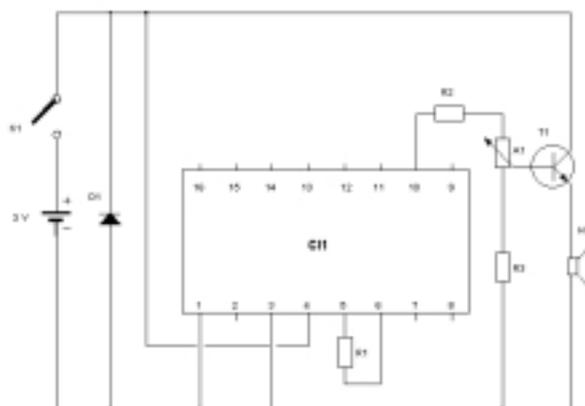
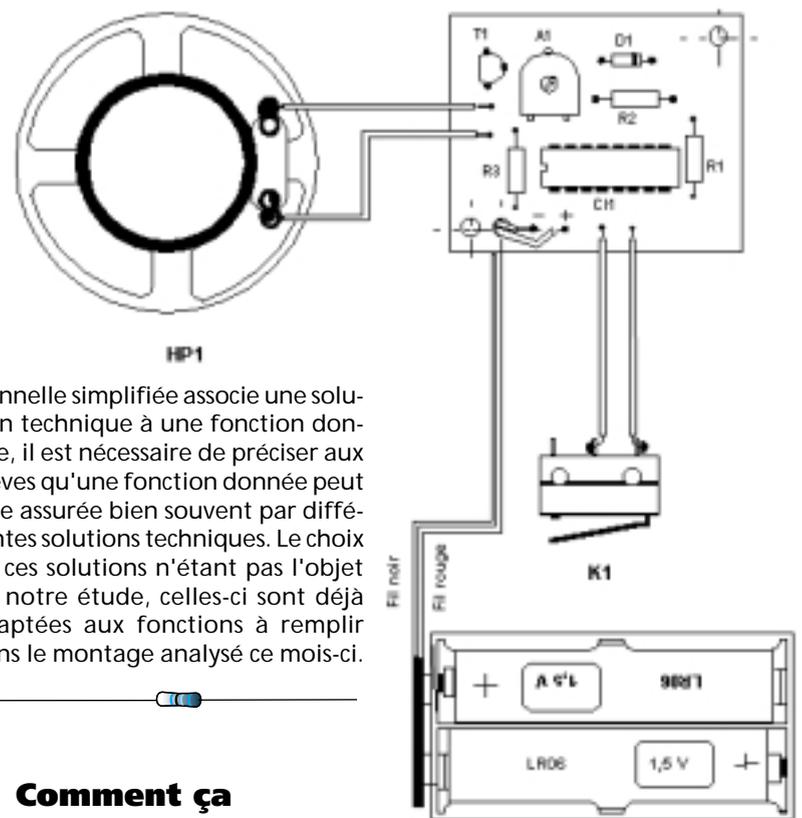


Fig 3 Schéma de principe



## Comment ça marche ?

L'alimentation électrique est constituée de deux piles de 1,5V qui assurent la fourniture de l'énergie électrique à l'ensemble du montage. Elles seront logées dans un boîtier approprié. La mise en œuvre du montage s'effectue à partir de la commande de fermeture du capteur repéré K1. Ce dernier étant commandé lorsque l'on pose le combiné téléphonique sur le boîtier moulé. La diode D1 assure la protection des composants électroniques en cas d'inversion de polarité dans le montage et, ceci, en limitant la tension inverse appliquée à la valeur de sa tension de seuil (valeur située au

Plan de câblage Fig 4

possible de régler la vitesse de défilement des mélodies en agissant sur le potentiomètre repéré A1 sur le schéma. Le transistor NPN, identifié T1, assure l'adaptation du signal de sortie du circuit spécialisé afin de commander avec suffisamment de puissance le haut-parleur HP1. La réalisation finale est représentée sur le plan de câblage fourni figure 4. Rappelons que les documents présentés sur le site [www.union-fin.fr/usr/jmdefais](http://www.union-fin.fr/usr/jmdefais) sont téléchargeables sur votre P.C. au format .DRW.

Et maintenant, c'est à vous de jouer ! Rendez-vous le mois prochain pour une nouvelle escapade pédagogique dans l'univers d'Internet !

E. FELICE

### NOMENCLATURE

C11 : générateur de mélodies M948-2 ou UM448  
 + 1 support DIL 16  
 T1 : transistor BC547B  
 D1 : diode 1N4004  
 A1 : résistance ajustable 4,7 kΩ horizontale  
 R1 : 220 kΩ 1/4 W 5 % couches de carbone  
 R2 : 100 Ω 1/4 W 5 % couches de carbone  
 R3 : 3,9 kΩ 1/4 W 5 % couches de carbone  
 HP1 : haut-parleur 8 Ω/Ø5  
 K1 : interrupteur fin de course contact travail à câbler  
 1 coupleur de pile 9V type 6F22

# Module de commande d'un servomoteur

Dans le domaine du modélisme, dès lors que l'on souhaite motoriser une ou plusieurs parties mobiles d'une maquette, on a le plus souvent recours à l'utilisation d'un servomoteur. Un tel appareil permet de pouvoir déplacer électriquement une partie mécanique mobile telle que, par exemple, un gouvernail ou encore des roues directrices. Un servomoteur est généralement connecté à un récepteur radio recevant les commandes de déplacements transmises par une radiocommande. Ceci implique l'achat et l'utilisation d'un ensemble constitué d'un émetteur et d'un récepteur radio adaptés relativement coûteux. Le montage que nous vous proposons permet, pour un coût très modique, de pouvoir commander un servomoteur à l'aide d'un potentiomètre. Cette réalisation pourra donc être utilisée pour actionner, par liaison filaire, un modèle réduit depuis un pupitre de commande ou encore pour tester le bon fonctionnement d'une maquette avant l'achat et la mise en place d'un récepteur radio.

## Le servomoteur

Comme le montre la figure 1, un servomoteur est composé d'un moteur électrique à courant continu, d'un réducteur mécanique de vitesse angulaire, d'un capteur de position et d'un circuit électronique de contrôle. Tout cela est intégré dans un unique boîtier dont la forme générale est représentée à la figure 2. A l'axe de sortie peuvent être solidarisés différents organes mécaniques selon les besoins. Le réducteur de vitesse est doublement nécessaire puisqu'il permet :

ment de position, c'est à dire que la position angulaire de l'axe du servomoteur (celui du réducteur mécanique) correspond à la consigne angulaire transmise à l'électronique de contrôle. La connexion des éléments entre eux peut être représentée de façon simplifiée par le schéma de la figure 3. Lorsqu'une consigne de position angulaire est transmise à l'électronique de contrôle, celle-ci la compare à la position angulaire réelle de l'axe de sortie. Ce renseignement lui est fourni grâce à un capteur de position, le plus généralement un simple

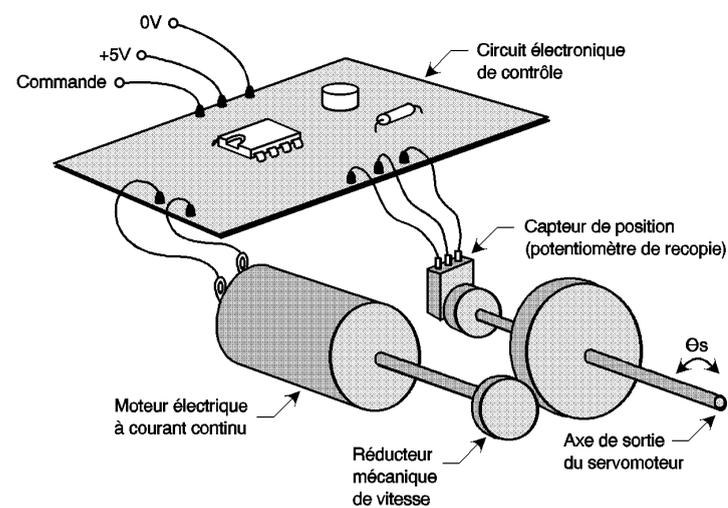


Fig 1 Composition d'un servomoteur

- De réduire la vitesse de rotation de l'axe de sortie. En effet, les parties mobiles d'un modèle réduit n'ont généralement pas besoin d'être déplacées extrêmement rapidement.
- D'augmenter le couple disponible sur l'axe de sortie. Les parties mobiles à déplacer peuvent être lourdes et il est alors nécessaire d'avoir un couple moteur élevé.

potentiomètre, solidaire de l'axe du réducteur mécanique. A partir de cette comparaison, le dispositif

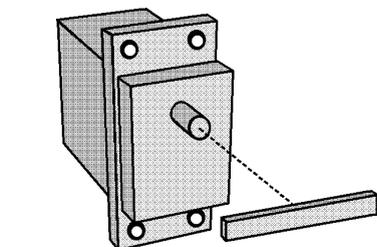


Fig 2 Aspect d'un servomoteur

L'ensemble de ces éléments interconnectés constitue un asservisse-

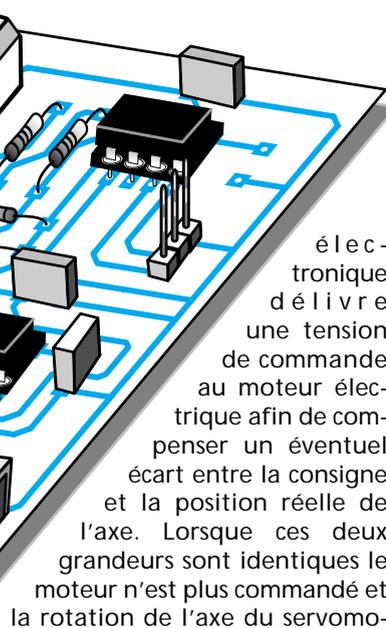


Fig 3 Connexions des éléments entre eux

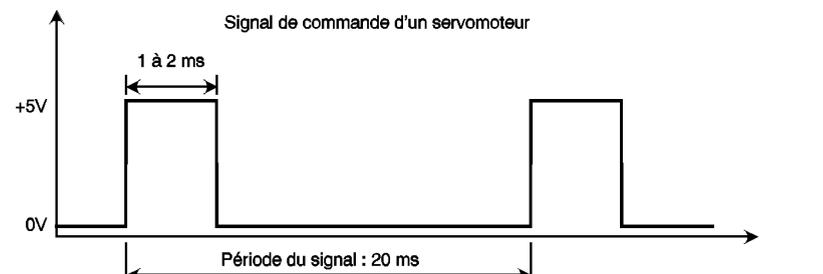


Fig 4 Allure des signaux

teur est arrêtée. Ainsi, la position angulaire de l'axe de sortie est "asservie" à la consigne de position appliquée à l'entrée de l'électronique de contrôle. Lorsque la consigne évolue dans le temps, l'axe du servomoteur suit cette même évolution à la condition que celle-ci ne soit pas trop rapide ! La consigne de position angulaire transmise au servomoteur est codée sous la forme d'une tension périodique rectangulaire, d'une fréquence égale à 50 Hz, telle que celle présentée à la figure 4. La durée de l'impulsion à l'état haut correspond à la position angulaire et doit être comprise entre 1 ms et 2 ms, sachant

que la position centrale de l'axe du servomoteur est assurée pour une durée de l'impulsion égale à 1,5 ms comme cela est illustré à la figure 5. La connexion d'un servomoteur à un dispositif électronique est assurée par l'intermédiaire d'un petit connecteur à trois contacts dont le brochage et le repérage sont présentés à la figure 6. On peut y distinguer deux fils d'alimentation (+4,8V à +5V) et un fil de commande, la tension périodique de commande a pour référence des potentiels le 0V de l'alimentation (fil repéré par une couleur marron ou noir selon les modèles). C'est par l'intermédiaire de ce connecteur que le module de commande proposé va pouvoir

modifier la position angulaire de l'axe du servomoteur selon la rotation exercée sur l'axe du potentiomètre de commande.

## Principe de fonctionnement du module de commande

Le montage proposé permet de produire un signal périodique rectangulaire conforme à celui nécessaire pour la commande d'un servomo-

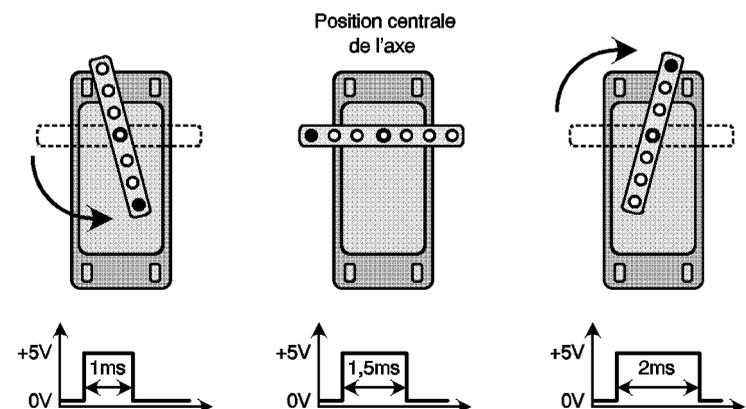
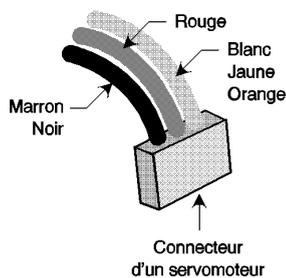


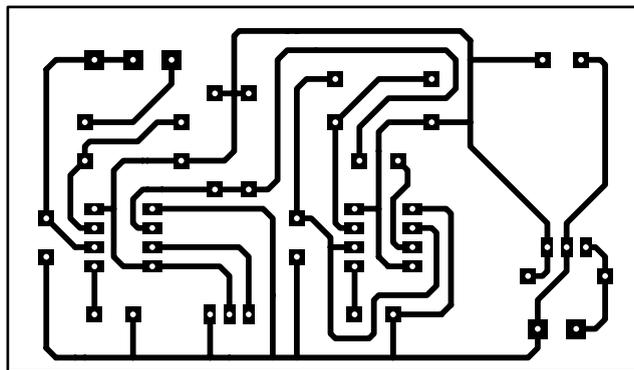
Fig 5 Positions du servomoteur en fonction de l'impulsion de commande



Marron ou Noir	Rouge	Blanc ou Jaune ou Orange
0V	+5V	Entrée commande

Fig 6

Brochage et repérage



Impression

Tracé du circuit imprimé

figure 8, est appliqué sur l'entrée d'un circuit différentiateur (ou dérivateur) composé des éléments C4, R3 et D2. Cette structure permet d'élaborer une impulsion de courte durée à l'état bas, dont l'allure est

Fig 9

afin de protéger le circuit qui y est connecté. L'impulsion à l'état bas ainsi produite est appliquée sur la broche 2 du circuit intégré NE555

entre l'entrée et la sortie du régulateur, référencé IC1, permet de protéger l'étage ballast de celui-ci.

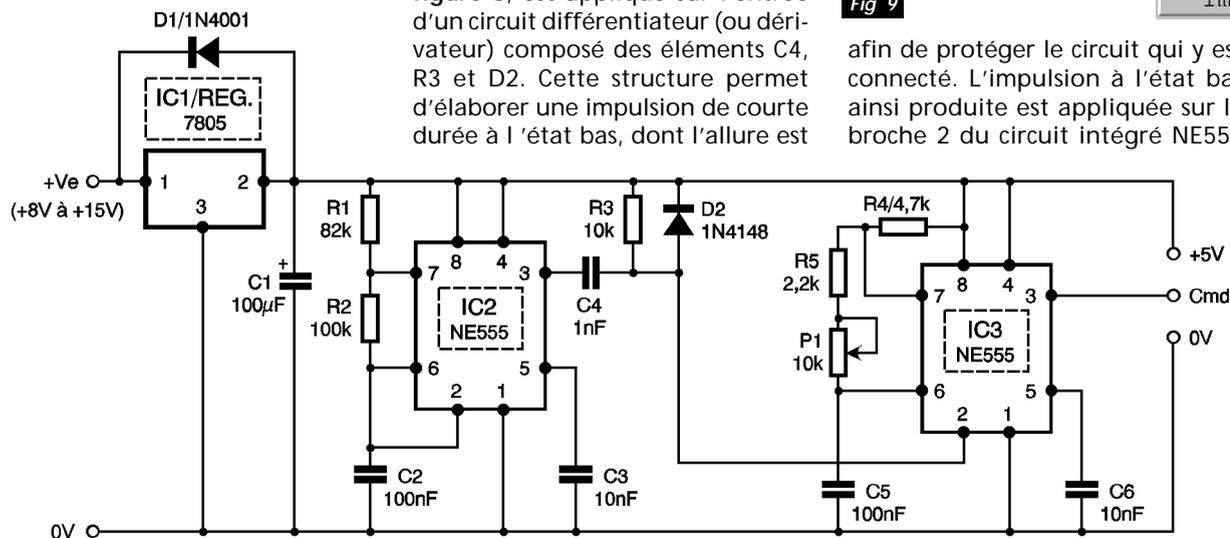


Fig 7

Schéma de principe

teur. Le schéma du module de commande, présenté à la figure 7, fait apparaître deux circuits intégrés bien connus, référencés IC2 et IC3, puisqu'il s'agit de deux NE555. Ces deux circuits très polyvalents sont les éléments essentiels du montage. Le circuit NE555 référencé IC2 est connecté pour réaliser une structure de type oscillateur astable, celle-ci permet de produire un signal périodique rectangulaire dont la fréquence est dépendante de la valeur des composants associés R1, R2 et C2. Les valeurs proposées pour ces trois composants permettent d'obtenir une tension rectangulaire de fréquence environ égale à 50 Hz.

représentée sur la figure 8. La diode D2 a pour fonction d'écrêter toutes tensions de valeur supérieure à +5V

référéncé IC3 qui est connecté pour réaliser une structure de type monostable. Une telle structure délivre

Bien entendu, la tolérance des composants fait que cette fréquence ne sera probablement pas exactement égale à 50 Hz mais cela sera sans conséquence sur la commande et le fonctionnement du servomoteur. Le signal rectangulaire issu de la broche 3 de IC2, représenté sur la

## La réalisation

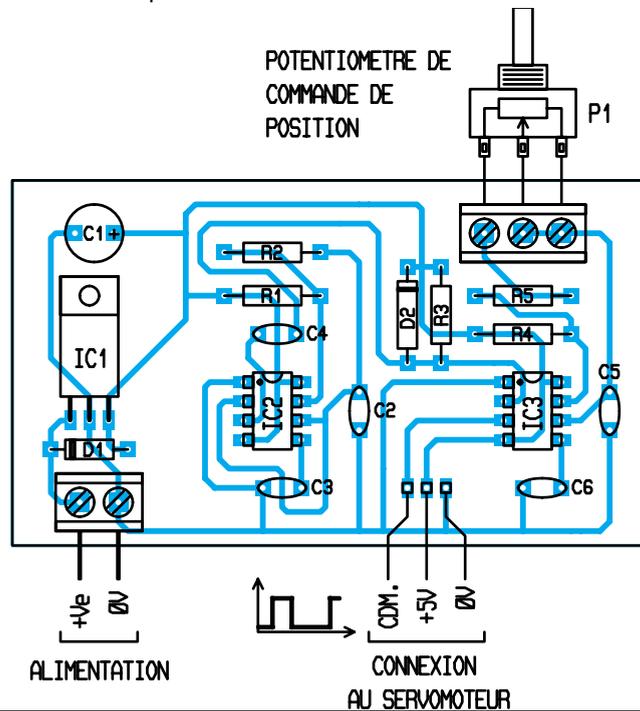
La réalisation ne pose aucune difficulté car le circuit est relativement aéré malgré ses faibles dimensions. Vous prendrez soin de veiller à la bonne orientation des composants polarisés (D1, D2 et C1) ainsi que celle des circuits intégrés qui pourront être montés sur des supports. Le circuit imprimé du montage présenté à la figure 9 est facilement réalisable car les pistes sont relativement larges. L'implantation des composants du montage est fournie à la figure 10 où l'on peut également y voir la connexion du potentiomètre extérieur.

En ce qui concerne le servomoteur, pour réaliser le connecteur mâle sur le circuit, nous avons choisi une barrette mâle/mâle à souder à trois contacts qui fait très bien l'affaire.

## La mise en œuvre

La mise en œuvre est des plus simples puisqu'il suffit d'alimenter le montage avec une tension comprise entre 8V et 15V (environ), d'y connecter un servomoteur et d'actionner l'axe du potentiomètre P1 pour observer le changement de position angulaire de l'axe du même servomoteur.

E. QUAGLIOZZI



Implantation des éléments

Fig 10

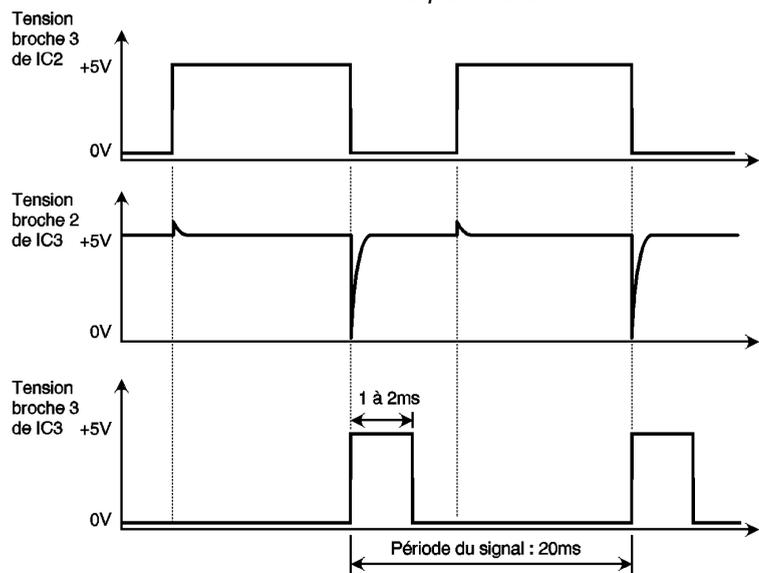


Fig 8 Allure des signaux produits par IC2 et IC3

une impulsion à l'état haut dont la durée est calibrée et dépendante de la valeur des composants associés R4, R5, P1, C5. C'est bien entendu P1, qui n'est autre qu'un potentiomètre de 10 kΩ, qui va nous permettre de modifier la largeur de l'impulsion de commande délivrée au servomoteur et donc la position angulaire de son axe.

L'allure de l'impulsion produite sur la broche 3 de IC3 est représentée sur la figure 8. L'alimentation du montage est régulée à une valeur égale à +5V grâce à l'utilisation d'un régulateur intégré de type 7805, cette tension permet également d'alimenter directement le servomoteur par l'intermédiaire du connecteur. La diode D1 connectée

**NOMENCLATURE**

- R1 : 82 kΩ /1/4W
- R2 : 100 kΩ/1/4W
- R3 : 10 kΩ/1/4W
- R4 : 4,7 kΩ/1/4W
- R5 : 2,2 kΩ/1/4W
- D1 : 1N4001 à 1N4007
- D2 : 1N4148
- C1 : 100 µF/16V chimique
- C2, C5 : 100 nF
- C4 : 1 nF
- C3, C6 : 10 nF
- IC1 : régulateur +5V type 7805
- IC2, IC3 : NE555
- 1 Bornier 2 fils au pas de 5,08 mm et 1 Bornier 3 fils au pas de 5,08 mm
- barrette 3 contacts mâle/mâle à souder (pour connecteur relié au servomoteur)

## Un voltmètre digital

Nous continuons la construction de notre mini-laboratoire en vous proposant de lui adjoindre aujourd'hui un véritable petit voltmètre numérique capable de mesurer et d'afficher une tension continue comprise entre 0 et 100V. Sa précision au 1/10<sup>ème</sup> de volt vous permettra d'envisager une utilisation sérieuse lors de la mise au point de vos futures maquettes électroniques.

### ■ Un convertisseur analogique/numérique

Il s'agit du circuit intégré IC1 sur notre schéma de principe. Son rôle est de convertir une faible tension continue présente à son entrée en un code binaire sur 4 bits en sortie. Il permet donc, pour un prix de revient raisonnable, de construire un voltmètre à 3 chiffres, dont la gamme de mesure ne dépend plus que de l'étage adaptateur que l'on aura prévu à son entrée. Le circuit IC1, portant la référence CA3162E, ne peut pourtant recevoir une tension supérieure à 999 mV. Ce composant, déjà ancien, est toujours disponible en boîtier plastique de 16 broches ; sa tension nominale d'alimentation est de 5V, ce qui explique la présence du régulateur de tension 7805 et des condensateurs C3 et C4 associés. Ce convertisseur A/D (= analogique digital) fonctionne sur le principe de la double rampe pour une meilleure précision. Son cycle de mesure est déterminé par une horloge interne qui permet à l'utilisateur de choisir 4 ou 96 cycles de mesure par seconde. L'affichage sur 3 digits de la valeur maximale limite bien entendu la précision à +/-1 digit, même si la précision de mesure est meilleure que 0,1%.

### ■ L'étage diviseur d'entrée

La tension positive à mesurer est simplement appliquée sur la broche 11 du circuit IC1, en respectant la valeur maximale de 999 mV. En fixant généreusement notre tension maximale à mesurer à une valeur de 100V, en fait 99,9V, sur les afficheurs, il nous faut construire un pont diviseur dans le rapport de 1 à 100 à l'aide des résistances R1 à R4. La mise en série de résistances ordinaires nous permettra d'éviter d'avoir recours aux habituelles résistances de précision à 1%. Ce résultat est fort satisfaisant, comme le prouve le calcul suivant, pour 100V à l'entrée :

$$U_{in} = \frac{100 \times (R3 + R4)}{R1 + R2 + R3 + R4} = \frac{100 \times 10010}{1002010} = 0,9989 = 999 \text{ mV}$$

Le circuit IC1 est alimenté sous une tension de 5V entre les broches 10 et

14. Le condensateur C2 de 220 nF est nécessaire pour le fonctionnement de l'intégrateur du circuit.

### ■ Le décodage

Le convertisseur A/N du circuit IC1 délivre une information multiplexée

broche avec le CA3161E tout en possédant quelques options supplémentaires, à savoir l'effacement possible des zéros non significatifs ou encore la borne lampe/test. A l'aide des trois transistors PNP T1 à T3, commandés à travers les résis-

tances R5 à R7, on pourra valider un afficheur après l'autre, avec éventuellement une résistance série de faible valeur dans le circuit anode commune.

Bien entendu, le circuit synchronise parfaitement l'allumage de chaque segment et la validation de chacun des pavés afficheurs. Le point décimal est prévu d'une manière fixe sur l'afficheur du milieu grâce à la résistance R11.

### ■ Réalisation pratique

Nous avons regroupé sur la plaque, dont le tracé est donné à la figure 2, tous les composants nécessaires à cette réalisation. En déportant les 3 afficheurs, il est possible

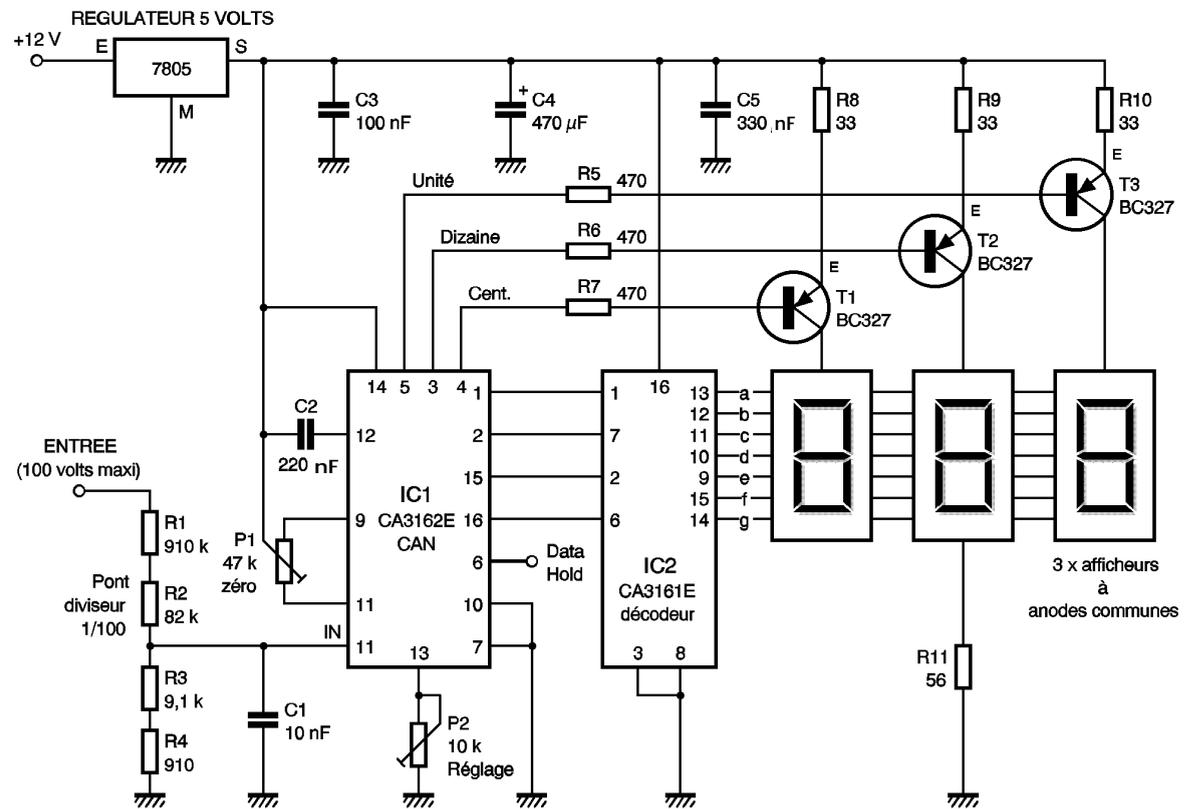


Fig 1 Schéma de principe

à destination du circuit de décodage IC2, le non moins célèbre CA3161E, associé habituel du précédent. Le multiplexage est une technique qui limite fortement la consommation en n'alimentant qu'un afficheur à la fois et en comptant sur le phénomène de la persistance rétinienne. Les 7 segments des 3 afficheurs sont reliés entre eux et directement sur les sorties 9 à 15 du circuit IC2 qui comporte une limi-

tation de courant interne. On parlera ici de décodeur/driver.

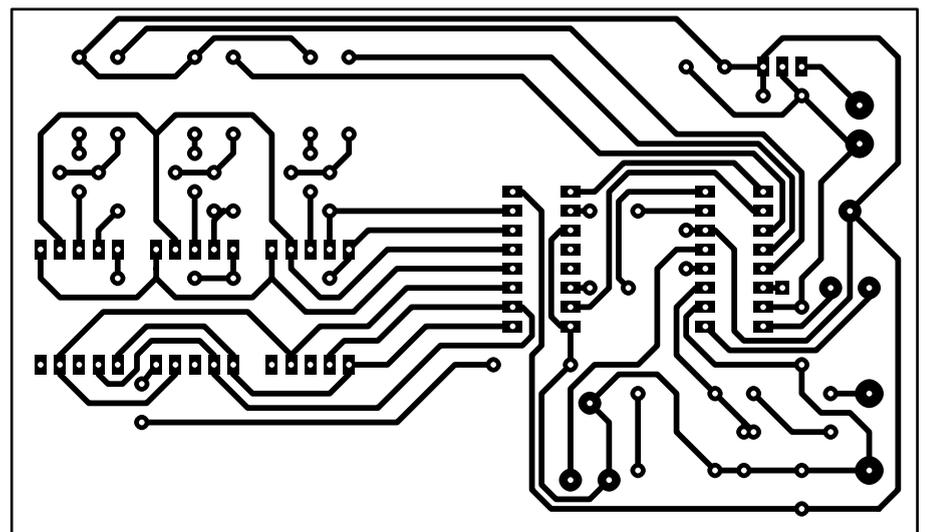
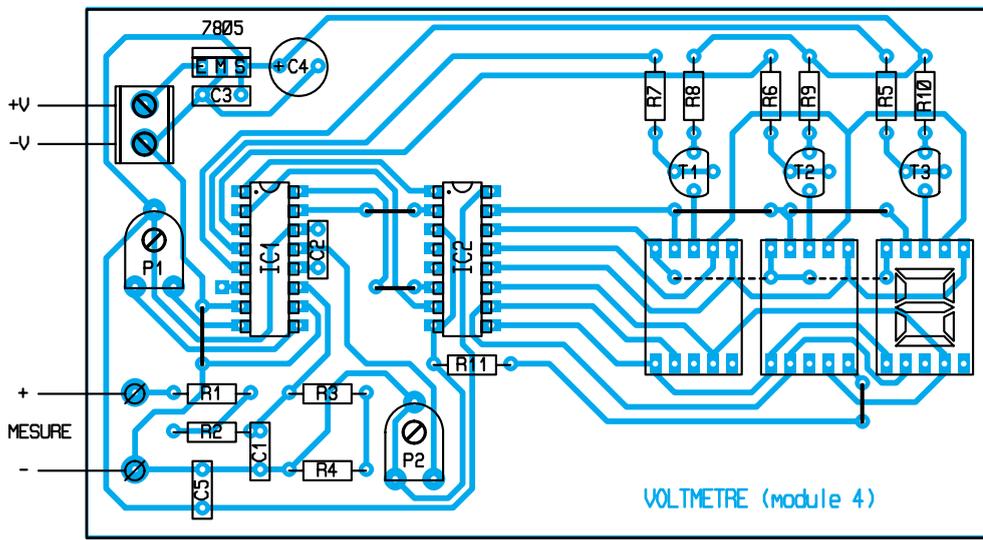


Fig 2 Tracé du circuit imprimé

Impression

de séparer ces derniers du circuit principal pour pouvoir, par exemple, disposer d'un affichage bien lisible en face avant du boîtier retenu. Quelques 8 straps sont nécessaires pour assurer toutes ces liaisons et éviter le recours au circuit double face. Les deux circuits intégrés gagneront à être montés sur des supports à souder à broches tulipe. L'alimentation sera prélevée sur le module 1 entre les broches 0 et 12V tout simplement en insérant éventuellement un interrupteur sur le plus de l'alimentation. Deux autres bornes sont disponibles pour relier les cordons de mesure au module voltmètre, en prenant bien garde de repérer le pôle positif au cordon rouge.



Implantation des éléments

Fig 3

### ■ Réglages

Le réglage est fort simple ; après la mise sous tension, les trois afficheurs s'illuminent et indiquent vraisemblablement n'importe quoi. Le réglage du zéro tout d'abord s'opère par l'ajustable P1 en ayant soin de

relier au préalable les broches 10 et 11, ce qui revient à porter l'entrée de mesure à la masse. On recherchera la valeur 00.0 sur les afficheurs. Il faut ensuite étalonner le module voltmètre à l'aide de l'ajustable P2. On mesure tout d'abord à l'aide d'un

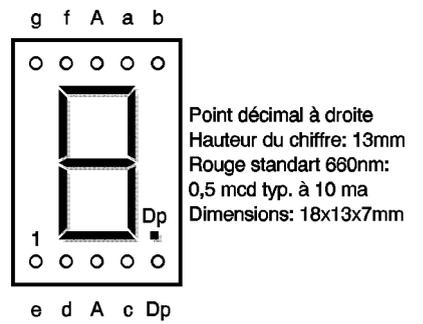


Fig 4

Brochage afficheur

voltmètre digital la tension présente à l'entrée du régulateur. Elle est proche de 12V par exemple. Il suffit ensuite de relier le fil rouge d'entrée sur le pôle positif de l'alimentation puis de faire apparaître la valeur 12.0 sur les afficheurs. C'est tout ! Il ne reste plus qu'à insérer ce module voltmètre dans l'équipement de votre mini laboratoire. Un mot encore : il est possible de verrouiller l'affichage en cours (= DATA HOLD) en portant la broche 6 de IC1 à une tension de 2,5V à l'aide de deux résistances égales.

G. ISABEL

## ■ NOMENCLATURE

**SEMI-CONDUCTEURS :**  
**IC1 :** convertisseur analogique/numérique CA3162E  
**IC2 :** décodeur BCD 7 segments 3 digits CA3161E  
**régulateur 5V positifs** 7805, boîtier TO220  
**T1, T2, T3 :** transistors PNP BC327  
**3 afficheurs 7 segments,**

anodes communes, chiffres rouges

**RÉSISTANCES (1/4 DE WATT) :**  
**R1 :** 910 k $\Omega$  (blanc, marron, jaune)  
**R2 :** 82 k $\Omega$  (gris, rouge, orange)  
**R3 :** 9,1 k $\Omega$  (marron, blanc, rouge)  
**R4 :** 910  $\Omega$  (marron, blanc, marron)  
**R5, R6, R7 :** 470  $\Omega$  (jaune,

violet, marron)  
**R8, R9, R10 :** 33  $\Omega$  (orange, orange, noir)  
**R11 :** 56  $\Omega$  (vert, bleu, noir)  
**P1 :** ajustable horizontal 47 k $\Omega$  (zéro)  
**P2 :** ajustable horizontal 10 k $\Omega$  (calibrage)

**CONDENSATEURS :**  
**C1 :** plastique 10 nF  
**C2 :** plastique 220 nF  
**C3 :** plastique 100 nF

**C4 :** chimique vertical 470  $\mu$ F/25V  
**C5 :** plastique 330 nF

**DIVERS :**  
 2 supports à souder tulipe  
 16 broches  
 bloc de 2 bornes vissés-soudés, pas de 5 mm  
 picots à souder, fils souples  
 boîtier éventuel + bornes normalisées

# 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

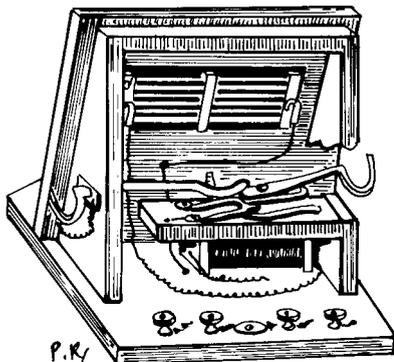


**LE COIN DE LA MESURE :**  
de véritables outils de travail

## PETITE HISTOIRE DU TELEPHONE



Téléphone Ader



Téléphone Ader vu de dessous

Le 29 octobre 1877, Antoine Bréguet présente à l'Académie française des sciences un appareil tout droit venu des ateliers de Bell qu'il s'est fait prêter. Le téléphone suscite à cette occasion un engouement certain pour la presse, alors qu'il se heurte au scepticisme de quelques scientifiques qui n'y voient que le produit d'une expérience propre à *montrer l'infinie délicatesse des actions électriques*, au point que ce n'est qu'avec l'insistance de Pedro II, empereur du Mexique et protecteur des sciences, qu'il fut procédé à des démonstrations publiques dans le cadre de l'exposition universelle de 1878.

Même si les questions relatives au problème de l'exploitation des réseaux téléphoniques ne sont pas encore à l'ordre du jour de ces diverses manifestations, la curiosité et les demandes pressantes des usagers les plus fortunés conduisent les pouvoirs publics à s'interroger sur la forme qu'elle doit prendre.

### ■ Privé ou public ?

En Allemagne, l'administration qui est toute puissante dans bien des domaines prend en charge le développement du réseau téléphonique, alors que l'Angleterre adopte une attitude libérale. La France quant à elle semble peu pressée d'assurer le développement du téléphone, car l'administration des Télégraphes doit déjà faire face aux nombreux problèmes que suscite son rattachement à celle des postes au cours de l'année 1877. En effet, alors que

les grandes villes sont reliées par le télégraphe, il reste encore à établir les communications entre les bourgs et les villages, d'où la décision d'effectuer une fusion avec les 48.000 bureaux des postes qui assurent la couverture locale.

Le fait que les installations téléphoniques destinées aux particuliers soient utilisées principalement pour des communications locales constitue une rupture avec la politique de liaisons interurbaines orientée sur les grands axes, comme il est de tradition depuis l'avènement du télégraphe optique de Chappe. C'est donc sur cette base que les Postes et Télégraphes considèrent que la gestion de la multitude des réseaux urbains et locaux qui naissent des besoins propres à chaque usager ne leur appartient pas.

Comme la législation l'y autorise, l'administration des Postes et Télégraphes annonce au cours de l'été 1879 que les réseaux téléphoniques seront concédés aux compagnies qui en feront la demande.

### ■ La Société Générale des Téléphones

Trois sociétés se portent candidates pour l'exploitation des réseaux téléphoniques. Il s'agit des sociétés Hébrard le 27 juin, Foucher de Careil le 12 juillet et Berthon & Cie le 8 septembre.

Finalement, les sociétés Hébrard et Foucher de Careil fusionnent le 3 avril 1880 pour former la Compagnie des Téléphones. Quelques jours plus tard, le 21 avril, la société Berthon cède ses droits à la Banque Franco-Egyptienne avant que celle-ci ne fusionne à son tour avec la Compagnie des Téléphones. La société qui en résulte change alors de nom pour devenir la Société Générale des Téléphones, dont le siège est situé 66 rue Neuve-des-petits-champs, à Paris.

C'est dans un même temps que les compagnies de chemins de fer du Nord réalisent les premières transmissions à grande distance (environ 250 kilomètres) entre Paris, Amiens et Saint-Quentin.

Le nombre des abonnés qui est tout à fait modeste (environ 300 au 1 mai 1880) ne cesse de progresser. Au début de l'année 1881, Paris compte déjà 7 bureaux centraux qui se partagent 300 lignes. Des villes comme Bordeaux, Marseille ou Nantes comptent chacune une cinquantaine d'abonnés alors que Le Havre en compte une centaine. Les tarifs pratiqués pour Paris et la province sont fixés par un arrêté ministériel à 600 francs pour la capitale, et 400 francs en dehors.

La Société Générale des Téléphones va profiter de l'Exposition de l'Électricité qui se déroule à la fin de l'année 1881 pour réaliser une démonstration spectaculaire de " théâtrophone ".

Cela consiste à réaliser des auditions du Théâtre Français et de l'Opéra en utilisant le réseau téléphonique qui aboutit au Palais de l'Industrie. Cette démonstration des capacités qu'offrent les liaisons téléphoniques est orchestrée par M. Ader (1845-1925, plus connu comme 'père' de l'aviation) qui dans un même temps démontre la supériorité du matériel qu'il fabrique par rapport à celui de ses concurrents. Il résulte de la publicité faite autour du théâtrophone que les demandes d'abonnement croissent considérablement en 1882. De nouveaux services peuvent dès lors être proposés, comme l'établissement de mini-réseaux intérieurs pour les sociétés. En outre, le groupement des lignes est favorisé par l'autorisation faite du gouvernement de baisser le montant de l'abonnement pour les particuliers résidants au sein d'un même immeuble.

A partir de 1883, le télégraphe est remplacé par le téléphone comme avertisseur sur les lignes de chemin de fer des compagnies de transport ferroviaire.

Mais cette montée en puissance de la Société Générale des Téléphones ne laisse pas indifférente l'administration des Postes et Télégraphes. Après l'obtention d'un budget destiné à conduire des expérimentations, elle décide de mener des essais en grandeur réelle dans une grande ville. Ils débutent le 1 avril 1883 à Reims, et permettent de d'effectuer des liaisons entre des abonnés, des cabines publiques et des établissements municipaux. De 1884 à 1885, les installations de cabines publiques se poursuivent, aussi bien à Paris qu'en province,

entre la capitale et les grandes métropoles. La mise en place des lignes se poursuit en fait hors du territoire national, car une correspondance entre les deux capitales que sont Paris et Bruxelles est inaugurée le 24 février 1887. Cette ligne officielle est ensuite renforcée d'une ligne d'exploitation commerciale, dont les tarifs de correspondance sont fixés à 3 francs pour 5 minutes. Pour comparaison, le tarif d'une communication interurbaine comme Lille / Paris est de 1 franc les 5 minutes.

### ■ Une gestion publique

Le ministère des Postes et Télégraphes devient en 1887 la direction générale des Postes et Télégraphes. Le fait que la gestion des réseaux téléphoniques puisse revenir à une société privée en situation de quasi-monopole ne manque pas de susciter quelques émois, surtout après le scandale produit par la révélation d'un accord passé entre l'état et la Société Générale des Téléphones selon lequel cette dernière aurait la " ferme " du téléphone sur une durée de 30 ans, et recevrait les réseaux montés sur les deniers publics. Cette affaire de la " compagnie fermière " incite le ministre des finances à annuler les accords de son prédécesseur et finalement, malgré les protestations et les remous que cela suscitent dans les milieux d'affaires, l'Assemblée Nationale décide en 1889, par 435 voix contre 65, de rendre publique la gestion du téléphone.



Expérience de transmission avec le téléphone de Bell

dans les bureaux de Postes et Télégraphes, comme dans ceux de la Société Générale des Téléphones, ce qui permet à un large public de bénéficier de ce nouveau service. C'est aussi à compter du 15 février 1885 que les abonnés résidant sur Paris peuvent recevoir ou expédier directement leurs dépêches télégraphiques via le réseau téléphonique. Jusqu'en 1888, l'administration des Postes et Télégraphes poursuit sa politique d'investissements dans les réseaux téléphoniques destinés aux administrations, en élargissant progressivement l'étendue du maillage

Au début septembre 1889, chaque central téléphonique de la Société Générale des Téléphones reçoit la visite d'un ingénieur représentant l'administration des postes et télégraphes accompagné d'un commissaire de police. Après lecture de l'arrêté ministériel, l'ingénieur prend possession du matériel et des locaux.

L'usage du téléphone devient donc monopole d'état et service public.

P. RYTER