



(4^{eme} partie)

PETITE HISTOIRE DE LA RADIO

Les recherches de Hertz et Branly, orientées vers la mise en évidence des ondes radio, laissent entrevoir les possibilités d'une transmission d'informations à distance mais restent cantonnées dans le strict domaine de la recherche pure. Pour qu'elle quitte les laboratoires, la radio doit faire la démonstration de son efficacité pratique.

Guglielmo Marconi naît le 25 avril 1874 à Bologne, en Italie. Son père, Guiseppe, est tout à la fois un homme d'affaires et un propriétaire foncier. Annie Jameson, originaire de la lointaine terre d'Ecosse, rencontre Guiseppe à Bologne. Ils se marient en 1864 et donnent naissance à l'aîné de Guglielmo, Alfonso. L'enfance de Guglielmo est partagée entre une résidence d'été, la Villa Griffone à Pontecchio, et Florence.

Eduqué par des précepteurs, Guglielmo fait montre d'un caractère parfois difficile tout en manifestant les qualités de persuasion et de concentration qui lui seront autant d'atouts dans sa carrière. A 14 ans, il fréquente l'école où il développe un intérêt particulier pour les travaux de chimie et de physique. A la mort de Hertz, en 1894, Marconi n'a que vingt ans et possède quelques connaissances de ses travaux de par ce que lui enseigne le



suite p 24

Un répondeur économique

PAGE 3

De l'utilité du répondeur

Il n'est plus besoin de démontrer l'utilité d'un répondeur téléphonique de nos jours et, d'ailleurs, les multiples produits proposés dans le commerce le prouve, qu'il s'agisse de postes fixes, sans fil ou encore portables. Pouvoir à son retour savoir si quelqu'un a cherché à nous joindre et connaître de surcroît son numéro ainsi que l'heure de l'appel est un luxe à votre portée aujourd'hui. Il n'est pourtant pas nécessaire de faire appel à une électronique de pointe pour disposer de ce confort, grâce au numéro mis à disposition gratuitement par France

TELECOM : il s'agit bien entendu du fameux 3131.

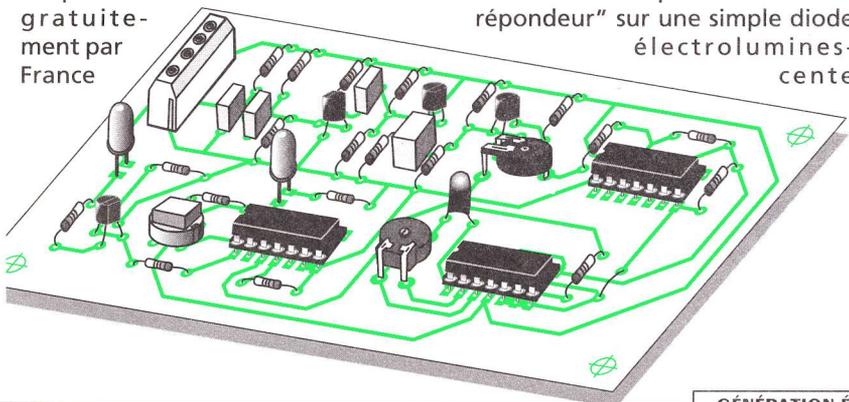
Un répondeur vocal nous indique si quelqu'un a tenté de nous joindre, à quelle heure et, bien entendu, ses coordonnées téléphoniques afin que nous puissions le recontacter.

Ce service est très efficace et nous sommes certains que de nombreux usagers ont déjà fait appel à lui. Notre réalisation se résume donc à fort peu de choses : elle devra simplement nous avertir si quelqu'un a essayé de nous joindre en notre absence ou, encore, si nous parvenons trop tard à décrocher le combiné. En disposant cette réalisation à proximité de votre combiné, il suffira de lire la réponse du "mini-répondeur" sur une simple diode électroluminescente

clignotante rouge. Bien entendu, plusieurs sonneries successives sont considérées comme un seul appel, mais une seule sonnerie également suffit déjà à mémoriser l'appel.

Détecter les sonneries

Le schéma complet est proposé à la figure 1 et comporte plusieurs sections distinctes. Les sonneries sont détectées grâce à un petit micro électret polarisé à travers la résistance R_1 . Plusieurs étages à transistors produisent une amplification suffisante pour atteindre sur le curseur de l'ajustable P, une amplitude de quelques volts. Cet élément, d'ailleurs, sera mis à contribution pour rendre l'ampli plus ou moins sensible. La diode verte L, atteste uniquement de la mise sous tension du répondeur qui pourra s'alimenter sur une pile alcaline de 9V ou, mieux, sur une petite alimentation secteur.

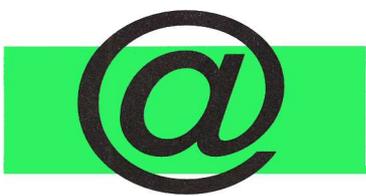


suite p 3

N°19 JANVIER 2000
NOUVELLE SÉRIE

SOMMAIRE

- 1 - PETITE HISTOIRE DE LA RADIO
- 2 - GÉNÉRATION INTERNET
- 3 - RÉPONDEUR ÉCONOMIQUE
- 4 - QU'EST-CE QUE C'EST ? COMMENT ÇA MARCHE ? DE L'INTERACTIVITÉ DANS VOS PAGES WEB
- 7 - COMMENT CALCULER SES MONTAGES ?
- 10 - DÉCOUVREZ L'ANGLAIS TECHNIQUE 1 AOP
- 13 - TECHNOLOGIE CONNECTEURS ET CONNEXIONS
- 14 - CROSS FADER
- 16 - LE COIN DE LA MESURE SONDE DIFFÉRENTIELLE
- 18 - COMPTAGE EN CHIFFRES ROMAINS
- 20 - INITIATION AUX MICROCONTRÔLEURS LE BASIC STAMP (6^e PARTIE)
- 22 - J'EXPÉRIMENTE UN RÉCEPTEUR À GALÈNE



Un site plein de ressources

Le site proposé ce mois-ci (<http://www.union-fin.fr/usr/jmdefais/>) offre un large éventail pour l'électronique en Collège. Outre les adresses de sites, les logiciels à télécharger, les documents pédagogiques disponibles, celui-ci propose des fiches de synthèse sur des composants couramment employés dans les projets de Techno Collège.

Bien souvent, les renseignements nécessaires à l'élaboration d'un projet technique (brochages, caractéristiques et schémas d'applications) sont regroupés sur plusieurs pages de documentation et donc difficiles à exploiter en pratique. Les fiches de synthèse ainsi disponibles sur ce site regroupent tous ces éléments et devraient vous faciliter la tâche !

■ Une idée lumineuse !

La rubrique Electronique du site crée le lien avec de nombreuses adresses utiles telles que les coordonnées des sites mis en service par des professeurs de Techno Collège, des projets à télécharger ou encore les sites sur lesquels se procurer des logiciels gratuits de CAO électronique.

L'idée de composer des fiches d'applications pour des circuits reconnus classiques pour la fabrication électronique, en nous séduisant, nous a conduit à vous présenter cette initiative bien utile. Les fiches décrivent brièvement l'intérêt des différents circuits sélectionnés et présentent leur brochage ainsi qu'un schéma d'application très simple pour illustrer le fonctionnement de celui-ci.

- Un indicateur d'humidité pour plante,
- Un aide mémoire.

Compteur CD 4017
Applications proposées :

- Un feu arrière de VTT,
- Un sablier.

■ Les schémas associés aux applications correspondantes

Les fiches suivantes vont vous permettre une exploitation des caractéristiques et des schémas d'applications de manière plus aisée afin de réaliser vos projets.

A titre d'exemple, nous vous présentons ici le détail d'une de ces fiches concernant le circuit spécialisé Amplificateur LM 386.

Amplificateur LM 386 Caractéristiques et brochage

Le LM 386 est un amplificateur se contentant d'une alimentation par pile. Sa sortie fonctionne avec un H.P. de 8 Ω et peut délivrer sous 9V environ 700 mW. Le gain, rapport de la tension de sortie sur la tension d'entrée, est fixé par construction à 20.

Pour modifier ce gain, il faut placer une résistance en série avec un condensateur entre la borne 1 et 8. Un condensateur seul entre 1 et 8 permet d'obtenir un gain de 200 (figure 1).

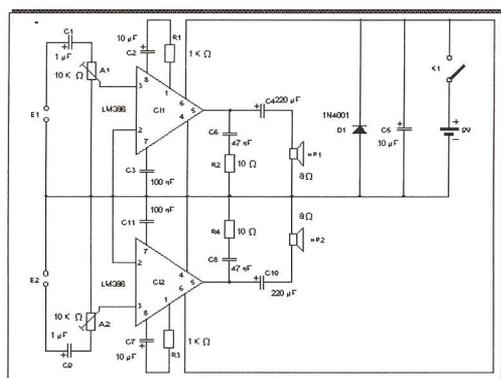


Fig 2

Le brochage est donné dans la fiche de synthèse (nous ne vous le présentons pas ici pour des raisons de place).

Enceintes amplifiées (Fabrication Collège)

Pour réaliser des enceintes amplifiées et conserver une bonne musicalité au montage, le LM 386 sera entouré de tous ses composants additionnels (figure 2).

Le gain en tension du montage est déterminé par les résistances ajustables A₁ et A₂ qui forment un diviseur de tension pour le signal d'entrée et par les résistances R₁, R₃ et les condensateurs C₁ et C₂. En se plaçant à la limite de la saturation, pour une amplification maxi, le gain est environ de 10.

Sirène de VTT (Fabrication Collège)

Le circuit UM 3561 est un générateur de bruit (sirène d'ambulance, de pompiers, ...). Son signal de sortie (broche 3) est appliqué à l'entrée d'un LM 386. Aucun composant périphérique n'est nécessaire. Le LM 386 assure une amplification de 20 et l'adaptation d'impédance en entrée et sortie (figure 3).

■ La sélection de G.E.

Vous recherchez une idée de projet, des informations sur la techno Collège, un contact avec un autre Collège ou encore des informations sur l'après Collège ?

Génération Electronique à déjà cherché pour vous !

En vous proposant une liste d'adresses Internet sélectionnées et classées par centre d'intérêt :

Des projets, rien que des projets !
- Des dossiers de fabrication en ligne !

Site <http://www.union-fin.fr/usr/jmdefais>

- Un site plein d'idées et propice à l'innovation avec vos élèves.

Site

http://ourwold.compuserve.com/homepages/galiana_philippe/
- Des projets et des idées d'activités de la 6^{ème} à la 3^{ème} !

Site <http://www.A.Marin@wanadoo.fr>

- Le dé électronique à réaliser avec vos élèves.

Site <http://perso.3dnet.fr/technojm/>

Contacts avec d'autres Collèges et Académies

- L'Association de la technologie au Collège : l'incontournable !

Site

<http://www.members.aol.com/assetc/default.htm>

- De nombreuses adresses Internet pour naviguer dans le domaine de la Techno Collège.

Site <http://www.ifrance.com/delbourg/liens00.htm>

Que fait-on après le Collège dans le domaine de la technologie ?

- Des compétences transversales ou que fait-on après le Collège en Technologie.

Site <http://perso.club-internet.fr/singel/>

Transferts de compétences et conseils pour la Techno Collège

- L'Université de Lille propose sur le Web des cours sur l'électronique.

Site <http://www.univ-lille1.fr/~eudil/bbsc/phys/>

- De nombreuses applications logicielles en électronique à télécharger.

Site <http://www.fitec.fr>

- Des conseils pour la réalisation de la fabrication du circuit imprimé ainsi que pour la technique du wrapping.

Site <http://www.cif.fr>

E. FELICE

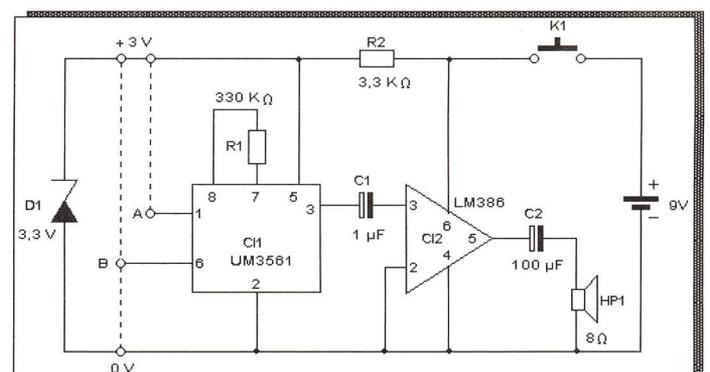
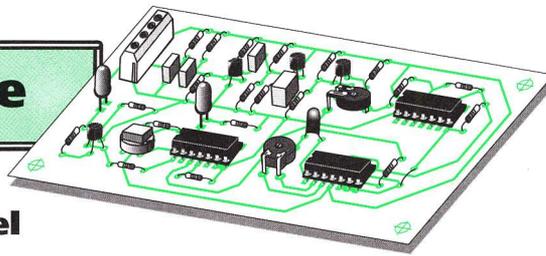


Fig 3

Un répondeur économique



Sur le curseur de l'ajustable P₁, un signal alternatif sera présenté à l'entrée d'un étage trigger de SCHMITT construit autour de deux portes logiques NOR. Son rôle est de rendre à la sortie un signal aux flancs bien nets, capable d'attaquer les étages suivants.

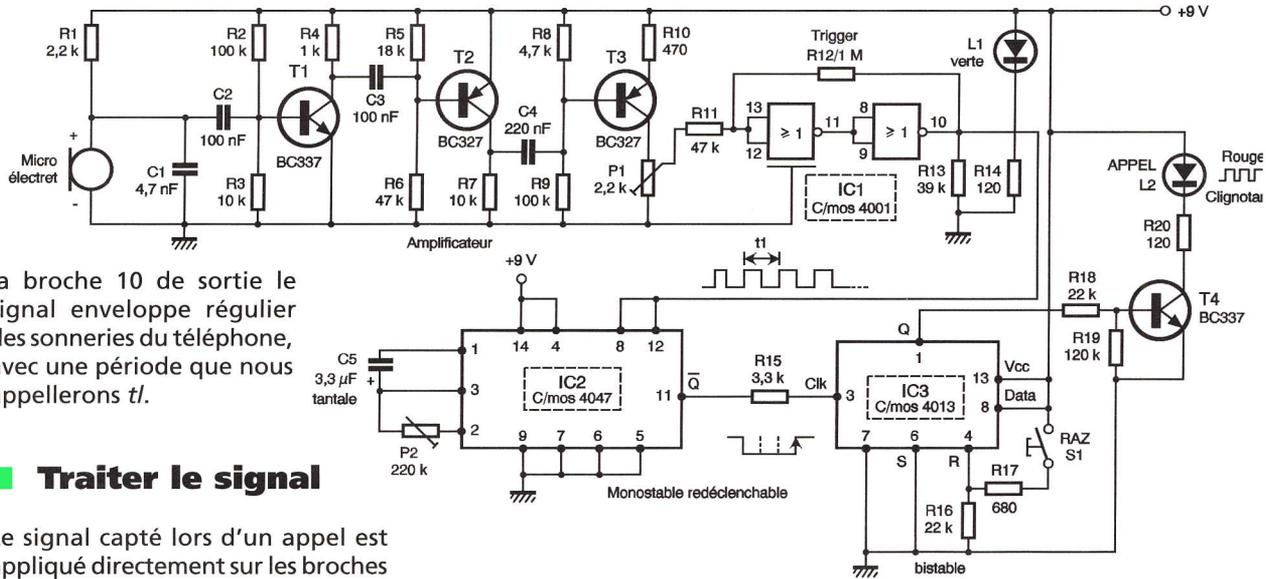
A l'oscilloscope, on devrait voir sur

Afficher l'appel

Cette impulsion positive sera exploitée sur l'entrée horloge d'une bascule D ; véritable mémoire bistable, le circuit IC₃ produit sur sa sortie Q un niveau haut dès que l'entrée de comptage est sollicitée. On peut constater que l'entrée DATA (broche

Réalisation pratique

Tous les composants sont regroupés sur une plaquette unique dont le tracé des pistes est donné à la figure



la broche 10 de sortie le signal enveloppe régulier des sonneries du téléphone, avec une période que nous appellerons *t*₁.

Traiter le signal

Le signal capté lors d'un appel est appliqué directement sur les broches 8 et 12 réunies d'une bascule monostable quelque peu particulière, à savoir le circuit C/MOS IC₂ portant la référence 4047. Ce composant, peu souvent utilisé dans nos articles, est

Fig 1

Schéma de principe

5) est reliée au plus de l'alimentation, donc au niveau haut. Les

2. Seul le petit micro sera éloigné à l'aide d'un fil blindé, car trop sensible ; il réagirait à la pression sur le pushoir S₁, s'il était soudé directement sur la carte imprimée. Le réglage est fort simple, lui aussi : le gain réglable par P₁ pourra rester positionné à mi-course ; par contre, il faudra que le signal produit par le monostable IC₂ soit d'une durée plus grande que la durée *t*₁ séparant les diverses sonneries téléphoniques. On trouvera facilement cette position en n'oubliant tout de même pas que la bascule bistable ne pourra être validée qu'à la fin des sonneries, donc sur le front montant qui termine le signal issu de IC₂.

Enfin, nous vous suggérons de réaliser un essai réel à l'aide de votre propre téléphone, mais sans avoir à faire appeler un ami chez vous. Les services techniques de France TELECOM utilisant couramment le numéro suivant pour tester

- ### NOMENCLATURE
- IC₁ : quadruple NOR C/MOS 4001
 - IC₂ : bascule monostable retriggerable C/MOS 4047
 - IC₃ : bascule bistable type D, C/MOS 4013
 - T₁, T₂ : transistors NPN BC 337
 - T₃, T₄ : transistors PNP BC 327
 - L₁ : diode électroluminescente verte Ø 5 mm
 - L₂ : diode électroluminescente rouge Ø 5 mm, clignotante
 - R₁ : 2,2 kΩ 1/4 W
 - R₂, R₃ : 100 kΩ 1/4 W
 - R₃, R₇ : 10 kΩ 1/4 W
 - R₄ : 1 kΩ 1/4 W
 - R₅ : 18 kΩ 1/4 W
 - R₆, R₁₁ : 47 kΩ 1/4 W
 - R₈ : 4,7 kΩ 1/4 W
 - R₁₀ : 470 Ω 1/4 W
 - R₁₂ : 1 MΩ 1/4 W
 - R₁₃ : 39 kΩ 1/4 W
 - R₁₄, R₂₀ : 120 Ω 1/4 W
 - R₁₅ : 3,3 kΩ 1/4 W
 - R₁₆, R₁₈ : 22 kΩ 1/4 W
 - R₁₇ : 680 Ω 1/4 W
 - R₁₉ : 120 kΩ 1/4 W
 - P₁ : ajustable horizontal 2,2 kΩ
 - P₂ : ajustable horizontal 220 kΩ
 - C₁ : 4,7 nF/63V plastique
 - C₂, C₃ : 100 nF/63V plastique
 - C₄ : 220 nF/63V plastique
 - C₅ : 3,3 µF/35V chimique tantale
 - 3 supports à souder
 - 14 broches
 - 1 bloc de 4 bornes vissé/soudé
 - 1 pushoir miniature à fermeture pour C.I.
 - 1 micro électret
 - câble blindé 1 conducteur

les installations des usagers ; il suffit pour cela de composer le numéro **08 36 48 50 50** qui opère un peu à la manière de l'ancien **3644**. Ce répondeur est obligatoirement agréé France TELECOM puisqu'il ne touche aucunement au réseau. Ne vous privez pas de faire ensuite le **3131**, appel gratuit pour l'instant.

G. ISABEL

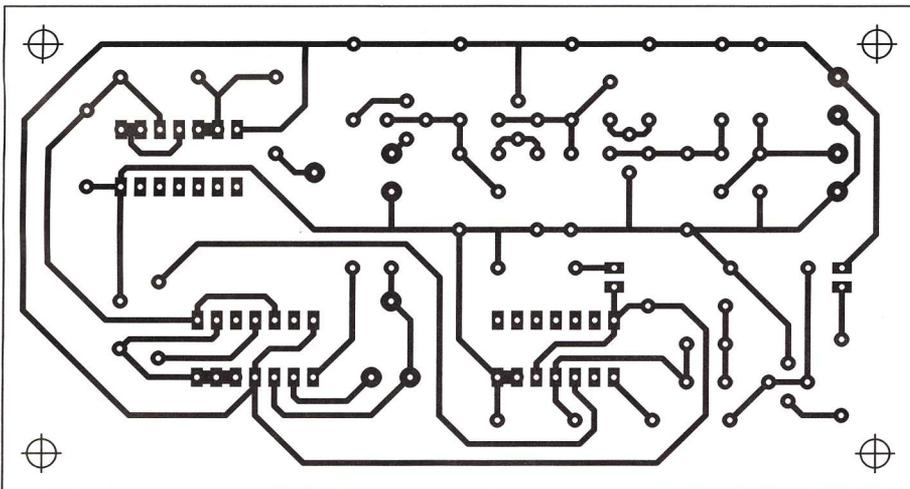


Fig 2

Tracé du circuit imprimé

pourtant capable de bien des prouesses : il s'agit en fait d'une bascule programmable, soit astable libre, soit astable commandé, soit monostable non redéclenchable, soit monostable redéclenchable comme c'est le cas dans notre application. A chaque impulsion positive sur ses entrées, cette bascule entame une autre période d'une durée de 2,48 RC. En somme, si une impulsion régulière est fournie, les sorties Q et Q' de IC₂ produisent soit un signal positif, soit un signal négatif et ce, aussi longtemps qu'il le faudra. C'est le composant idéal pour notre application : en effet, quel que soit le nombre de sonneries détectées, on produira en sortie Q' un signal unique débutant par un front descendant et surtout produisant un unique front montant à la fin des sonneries.

entrées SET et RESET sont reliées au niveau bas, mais à travers la résistance R₁₇ et après une action sur le pushoir S₁, il est possible d'appliquer un niveau haut prioritaire sur l'entrée de remise à zéro. Cette opération est à faire avant chaque utilisation du répondeur, notamment pour éteindre la LED rouge clignotante L₂ pilotée à travers le transistor T₄ aidé de quelques résistances.

PILE 9 VOLTS

MICRO ELECTRET

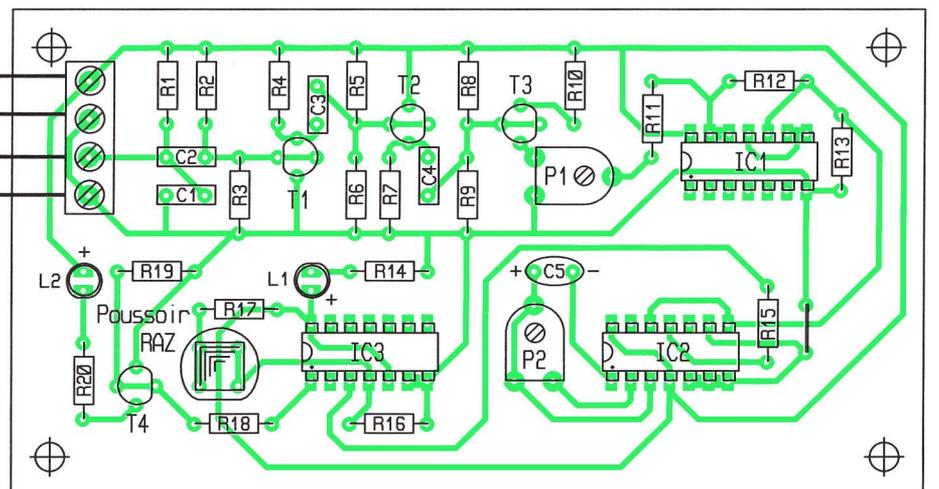


Fig 3

Implantation des éléments



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

De l'interactivité dans vos pages Web.

Le parcours de formation que nous avons déjà proposé dans les pages précédentes doit comporter un cours capable d'un minimum d'interactivité pour ne pas ressembler à un simple manuel en ligne. L'écran 1 présente une page Web de travail à partir de laquelle seront proposées quelques manipulations. La première consiste à vérifier le fonctionnement d'un transistor en fonction d'une valeur de résistance.

Le projet.

Il consiste à réaliser des manipulations virtuelles sur le transistor dans le cadre d'un cours consacré à ce composant (écran 1). La partie cours proprement dite est tout à fait clas-

sique (présentation du transistor, fonctionnement, caractéristiques, etc...) mais elle est renforcée par un ban d'expérimentation sur lequel il est possible d'observer son fonctionnement. L'interactivité doit être totale afin

que votre "visiteur" soit plongé dans une situation similaire à celle qu'il trouverait dans une salle de cours. Il n'est donc pas question de composer une animation au sens classique, dont toutes les phases se déroulent selon un scénario déterminé par le concepteur du site. L'objectif de la manipulation doit apparaître clairement afin que les actions ne puissent en aucun cas pré-

Loi des courants dérivés

Le transistor est bloqué si le courant de base est nul, donc $I_c = 0$.

Si on fait varier le courant de base I_b , on observe une variation du I_c .

Cette variation s'effectue en régime linéaire ou saturé.

En régime linéaire, le courant de collecteur I_c varie proportionnellement en fonction du gain (bêta) du transistor. Ce gain qui se situe généralement entre 20 et 1000 caractérise chaque transistor. En régime linéaire, une base entraîne une variation amplifiée du courant de collecteur, le transistor fonctionne alors en

Le coefficient β est appelé le gain du transistor

En régime saturé, pass (cette valeur dépend d'intrinsèques du transistor)

$I_c = \beta \times I_b$

Écran 1

ter à confusion. Pour cette page, il consiste à observer le fonctionnement d'un transistor, bloqué ou passant, en fonction des valeurs des résistances appliquées sur le pont diviseur de la base (écran 2).

LES TRANSISTORS

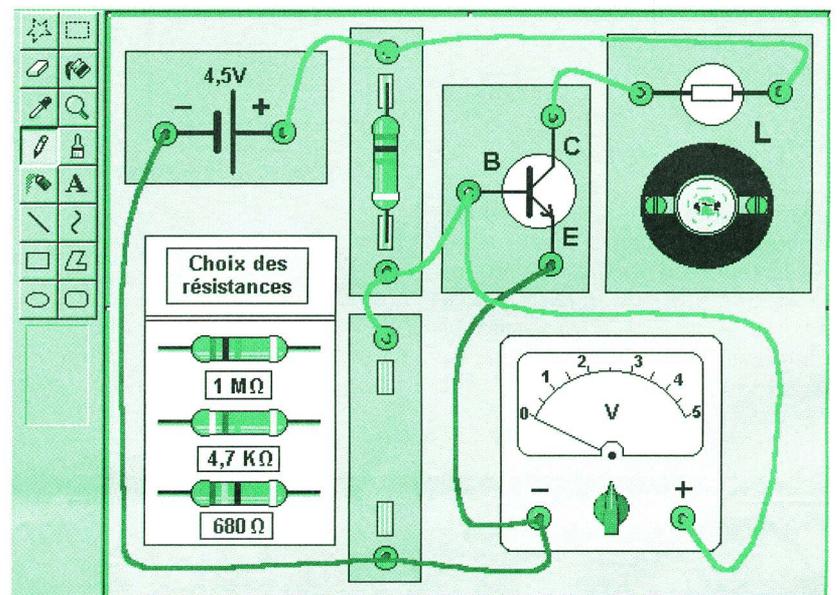
Expérimenter le transistor.

Nous allons expérimenter le transistor à l'aide d'un montage dont le schéma est donné ci-contre. Il consiste à vérifier le fonctionnement d'une lampe L en fonction d'un courant de base. La valeur de R est fixée à 4700 ohms alors que celle de R_x dépend du choix que vous effectuerez.

Les valeurs possibles de R_x sont donc 1 Méga ohms (1.000.000 d'ohms), 4700 ohms ou 680 ohms (série E12).

Vous choisissez donc une valeur de résistance parmi celles disposées sur le plan de travail ci-dessous, afin d'observer l'état de la lampe L et la valeur de V_b affichée sur le voltmètre. Notez cette dernière pour chaque valeur de résistance si vous désirez procéder à l'analyse des observations.

Écran 2



Écran 2

Préparation des graphismes.

La page consiste donc en une représentation graphique des composants nécessaires à cette manipulation. Si vous disposez d'un matériel particulier dans votre salle de technologie, rien ne vous empêche de le reproduire. Deux solutions vous sont alors offertes. La première consiste à dessiner ou faire dessiner par un groupe d'élèves les composants. Pour la seconde, il est nécessaire que vous disposiez d'un appareil photo numérique monté sur pied avec lequel vous vous constituez une banque d'images. Il faut cependant effectuer des retouches afin de représenter clairement les bandes de couleurs des résistances ou les valeurs des appareils de mesure. Nous avons privilégié la première solution dans le cadre de notre article.

La première phase de la réalisation

consiste à dessiner le plan de travail tel qu'il doit apparaître lors du chargement de la page (écran 3). Vous effectuez ensuite une sauvegarde du dessin sous le nom de "PlanTravail.bmp" avant de l'enregistrer sous un nouveau nom, tel que "ZonesPlanTravail.bmp". C'est sur ce fichier que vous effectuez le découpage des composants dont l'état est susceptible d'être modifié. Il faut donc sélectionner la zone de découpage, la copier, la couper puis la sauvegarder dans un nouveau dessin que vous nommez "resist", "support", "volt" ou "lampe". Le découpage terminé, les différents composants se trouvent dans des fichiers séparés et les zones dans lesquelles ils seront placés sont parfaitement apparentes.

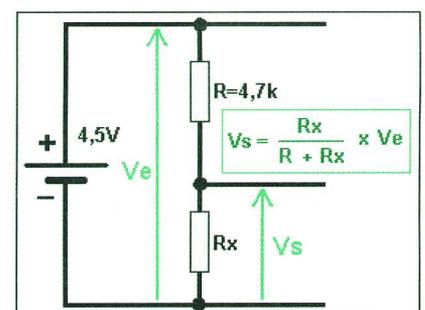
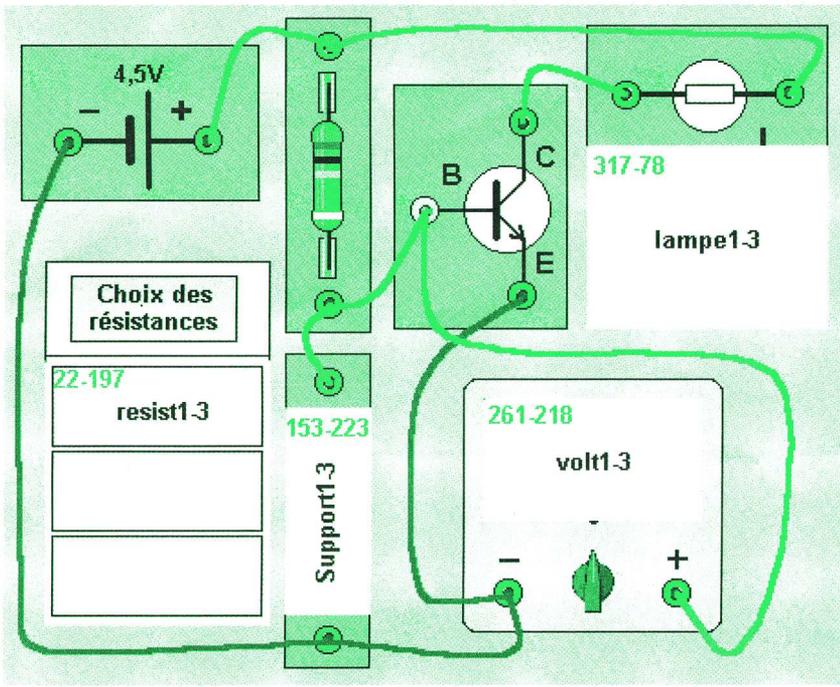


Fig 1



Écran 4

Utilisez ensuite les coordonnées qui s'affichent dans la barre d'état pour les noter dans ces zones. Vous disposerez ainsi d'excellents points de repère afin de positionner les composants sur la page Web (écran 4).

■ Représenter les états.

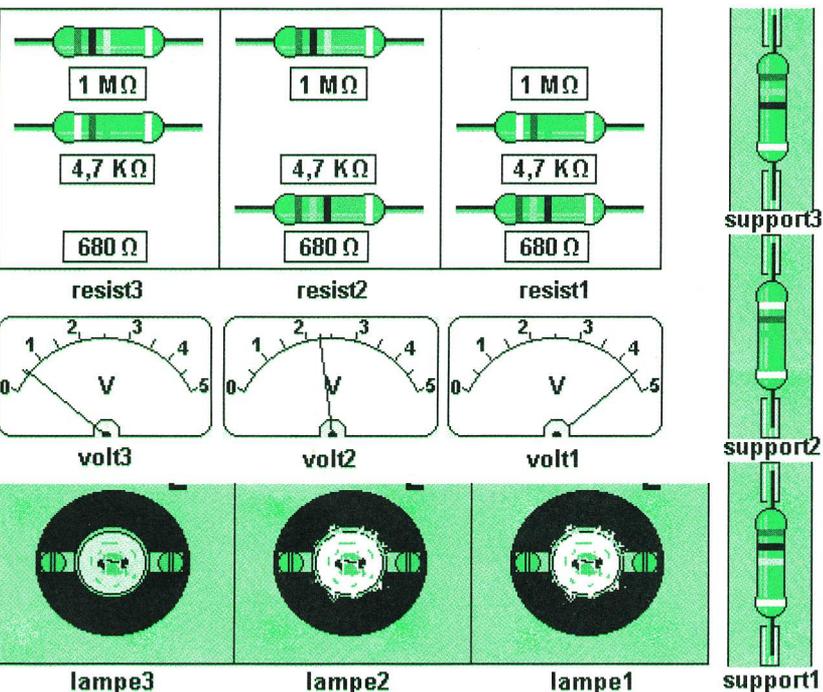
Pour que la manipulation soit réussie, il faut que la représentation des états ne soit pas fantaisiste. Elle correspond donc à la partie du cours de ce site donnant la relation de Vs en fonction des valeurs des résistances du pont diviseur et de Ve (figure 1). En choisissant des valeurs de Rx comprises dans la série E12, nous pouvons déterminer ce que seront les positions de l'aiguille du voltmètre et les états des lampes qui correspondent.

Pour $R_x = 680 \text{ ohms}$, $V_s = (0,68 \times 4,5) / (0,68 + 4,7) = 0,56 \text{ Volts}$.
 Pour $R_x = 4,7 \text{ K}$, $V_s = (4,7 \times 4,5) / (4,7 + 4,7) = 2,25 \text{ Volts}$.
 Pour $R_x = 1 \text{ M}$, $V_s = (1.000 \times 4,5) / (1.000 + 4,7) = 4,47 \text{ Volts}$.

L'ensemble des fichiers avec les noms associés aux composants est représenté sur l'écran 5. Pour le voltmètre par exemple, les fichiers seront "volt1.bmp", "volt2.bmp" et "volt3.bmp". En utilisant un logiciel tel que PaintShopPro, enregistrez l'ensemble de ces fichiers au format GIF afin qu'ils soient moins longs à charger lors de la mise en ligne.

■ Préparation de la page Web.

Sous Word, sélectionnez **Nouveau...**, puis **Pages Web**. Choisissez ensuite un fond sur lequel vous disposerez les différents éléments. Placez un titre (nous avons utilisé un tableau de trois colonnes sur une ligne pour placer le texte du titre et le graphique de la puce GE (puce04.gif). Effectuez l'insertion du fichier Gif du dessin représentant le plan de travail. Ce dernier doit être calé sur la gauche et non centré afin que les repères géographiques soient



Écran 5

conservés lors de l'affichage dans un navigateur.

Vérifiez que la disposition de ces divers éléments est correcte car une modification telle que l'ajout ou la suppression d'une ligne aura pour incidence des décalages dans la position des composants (lampe, résistance, etc...).

Enregistrez la page (le nom que nous avons choisi est "coursTransistors3.htm") avant de passer dans le mode d'affichage du **Code Source HTML**.

Dans ce mode d'affichage du code source, la première étape va consister à définir les zones réactives du

plan de travail. La carte (map) de ces zones est res :

 Celles-ci sont au nombre de trois, nommées **zone1**, **zone2** et **zone3**. Elles correspondent aux valeurs des trois résistances qu'il est possible de sélectionner. Sur l'écran 4, nous avons représenté ces zones sous la forme de trois rectangles dans le cadre **Choix des résistances**.

Avec le Paint de Windows, vous obtiendrez les coordonnées x et y des coins supérieurs gauches et bas à droite de chaque rectangle.

■ Pour notre page, les valeurs sont:

```
<map name="res"
<area
name="zone1" shape="rect" coords="5,5,118,52"
href="javascript:position(1)">
<area
name="zone2" shape="rect" coords="5,54,118,98"
href="javascript:position(2)">
<area
name="zone3" shape="rect" coords="5,100,118,144"
href="javascript:position(3)">
<area
name="zone1" shape="rect" coords="5,5,118,52"
href="javascript:position(1)">
</map>
```

La fonction position() affiche les images des composants (lampe, voltmètre, etc...), dans des espaces bien définis de la page Web. Les marqueurs span et /span permettent d'inscrire directement le point gauche en haut à partir duquel vous pourrez inscrire l'image déclarée par son nom :

```
<span id="resists" style="position:absolute;
left:32px;top:336px;">
</span>
<span id="lampes" style="position:absolute;
left:326px;top:217px;">
</span>
<span id="voltmetre" style="position:absolute;
left:270px;top:357px;">
</span>
<span id="supportR" style="position:absolute;
left:163px;top:362px;">
</span>
```

Les images vont s'afficher sur ces emplacements :

```
function position(posnR)
{ document.resistances.src = resistance[ posnR ].src;
document.ampoules.src = path+"lampe"+posnR+".gif";
document.volts.src = path+"volt"+posnR+".gif";
document.supports.src = path+"Support"+posnR+".gif";
}
```

La variable qui contient la référence de cette zone est une variable globale, déclarée dans les premières lignes du scripte JavaScript.

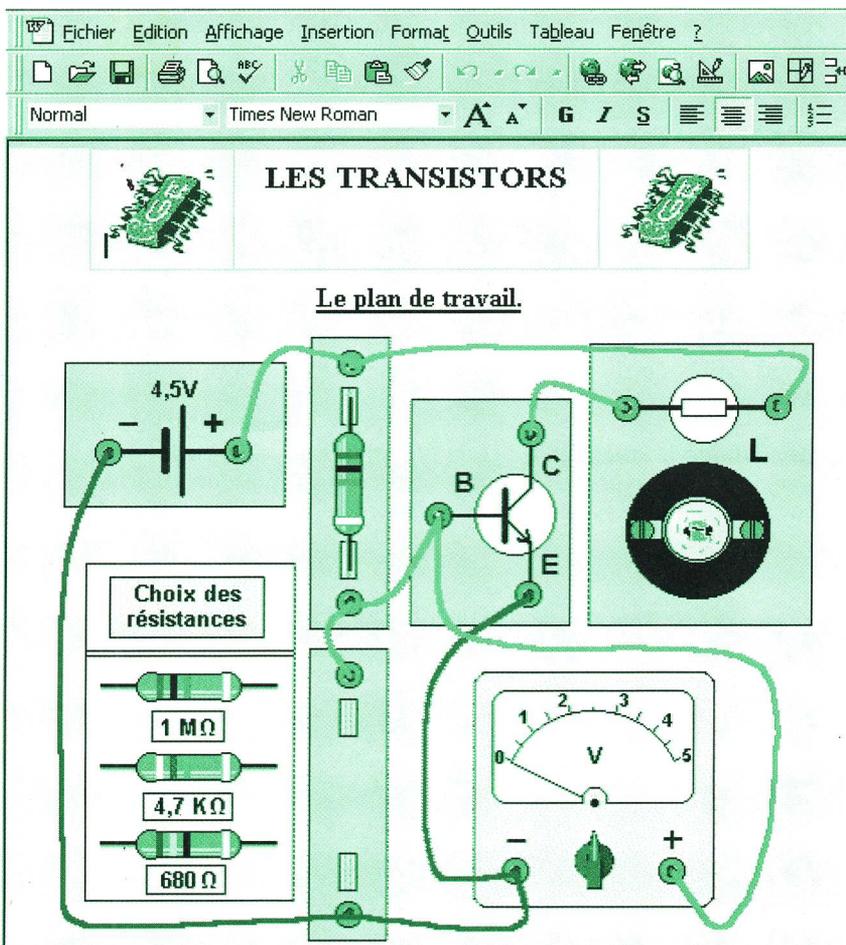
var posnR=0;

Il faut ensuite créer un tableau dans lequel on va stocker les images des résistances. Elles seront affichées en fonction de la valeur de posnR. La fonction MakeArray() permet de charger les images dans un ensemble de variables :

```
function MakeArray(n)
{ for (var i = 0; i <= n-1; i++)
{ this[ i ] = 0 }
return this }
```

```
var path = "images/";
resistance = new MakeArray(4);
resistance[ 0 ] = new Image(100,75);
resistance[ 0 ].src = path + "resist0.gif";
resistance[ 1 ] = new Image(100,75);
resistance[ 1 ].src = path + "resist1.gif";
```





Écran 6

```

resistance[ 2 ] = new Image(100,75);
resistance[ 2 ].src = path + "resist2.gif";
resistance[ 3 ] = new Image(100,75);
resistance[ 3 ].src = path + "resist3.gif";

```

■ Utilisation de la page.

Le code source de notre page est donné en annexe. Utilisez la visualisation avec le navigateur pour vérifier que les appels à la fonction d'affichage donnent les résultats escomptés, sinon rectifiez en modifiant les valeurs comprises entre span et /span. L'écran 7 donne le résultat de l'affichage lors de la sélection de la résistance de 4,7 k ohms.

P. Rytter

Annexe : Le code source.

```

<HTML>
<HEAD>
<META HTTP-EQUIV="Content-Type" CONTENT="text/html;
charset=windows-1252">
<META NAME="Generator" CONTENT="Microsoft Word 97">
<TITLE>coursTransistors3</TITLE>
<META NAME="Version" CONTENT="8.0.3429">
<META NAME="Date" CONTENT="11/28/96">
<META NAME="Template" CONTENT="C:\Program Files\Micro-
soft Office\Office\HTML.DOT">
<SCRIPT LANGUAGE="JavaScript"><!-- Cacher le scripte

//La position de la resistance selectionnee est dans
une variable
var posnR=0;
//Creation du tableau

function MakeArray(n)
{ for (var i = 0; i <= n-1; i++)
  { this[ i ] = 0 }
  return this }

var path = "images/";
resistance = new MakeArray(4);
resistance[ 0 ] = new Image(100,75);
resistance[ 0 ].src = path + "resist0.gif";
resistance[ 1 ] = new Image(100,75);
resistance[ 1 ].src = path + "resist1.gif";
resistance[ 2 ] = new Image(100,75);
resistance[ 2 ].src = path + "resist2.gif";
resistance[ 3 ] = new Image(100,75);
resistance[ 3 ].src = path + "resist3.gif";

```

```

// Afficher le resultat
du choix de resistance
function position(posnR)
{ document.resistances.src =
  resistance[ posnR ].src;
  document.ampoules.src =
  path+"lampe"+posnR+".gif"
  ;
  document.volts.src =
  path+"volt"+posnR+".gif";
  document.supports.src =
  path+"Support"+posnR+".gi
  f";
  }

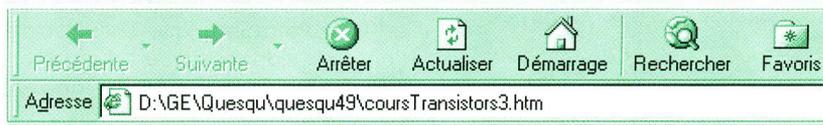
// fin de scripte -
>></SCRIPT ></HEAD>

<BODY TEXT="#000000"
LINK="#0000ff"
VLINK="#800080" BACK-
GROUND="Image5.jpg">

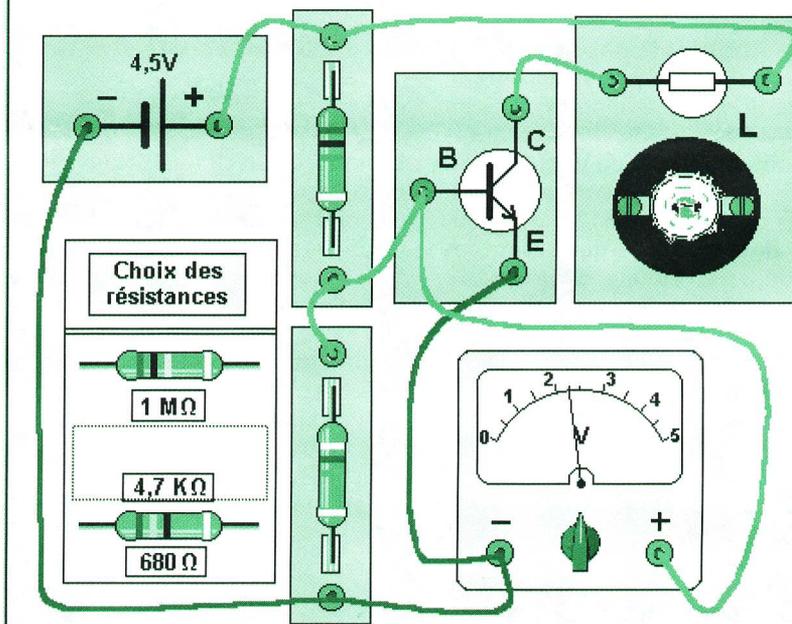
<P ALIGN="CENTER"><CEN-
TER><TABLE CELLSPACING=0
BORDER=0 CELLPADDING=4
WIDTH=383>
<TR><TD WIDTH="22%"
VALIGN="TOP">
<P ALIGN="CENTER"><IMG
SRC="puce04.gif" WIDTH=65
<span id="resists"
style="position:absolute;
left:32px;top:336px;">
</span>
<span id="lampes"
style="position:absolute;
left:326px;top:217px;">
<
/ span>
<span id="voltmetre"
style="position:absolute;
left:270px;top:357px;">
</
span>
<span id="supportR"
style="position:absolute;
left:163px;top:362px;">
</span>

<map name="res"
<area
name="zone1" shape="rect"
coords="5,5,118,52"

```



Écran 7



```

HEIGHT=59></TD>
<TD WIDTH="56%"
VALIGN="TOP">
<B><FONT SIZE=4><P
ALIGN="CENTER">LES TRAN-
SISTORS</B></FONT></TD>
<TD WIDTH="23%"
VALIGN="TOP">
<P ALIGN="CENTER"><IMG
SRC="puce04.gif" WIDTH=65
HEIGHT=59></TD>
</TR>
</TABLE>
</CENTER></P>

<B><U><P>Le plan de tra-
vail.</P>
</B></U><P><IMG
SRC="planTravail.gif"
WIDTH=457 HEIGHT=377 use-
map=#res" border="0"></P>
href="javascript:posi-
tion(1)">
<area
name="zone2" shape="rect"
coords="5,54,118,98"
href="javascript:posi-
tion(2)">
<area
name="zone3" shape="rect"
coords="5,100,118,144"
href="javascript:posi-
tion(3)">
<area
name="zone1" shape="rect"
coords="5,5,118,52"
href="javascript:posi-
tion(1)">
</map>
</BODY>
</HTML>

```





COMMENT CALCULER SES MONTAGES ?

19^{ème} partie

Même si les boucles à verrouillage de phase sont utilisées pour stabiliser le fonctionnement d'oscillateurs dans des applications très diverses; c'est en haute fréquence que leur usage est le plus fréquent afin de définir avec précision la fréquence de fonctionnement d'émetteurs ou de récepteurs. Nous ne pouvons donc passer cette application sous silence d'autant qu'elle va nous amener à parler ensuite de modulation et de démodulation où, là encore, nous retrouverons nos PLL, mais cette fois-ci dans une fonction différente puisque nous exploiterons alors leur tension d'erreur!

Cette nécessaire incursion dans le domaine des hautes fréquences nous amène à parler d'un composant que nous avons dédaigneusement ignoré jusqu'à présent : la bobine ou self. Il faut dire que ce composant rencontre assez peu de succès chez de nombreux électroniciens qui n'hésitent pas à l'accabler de tous les maux. Les selfs sont pourtant indispensables dans de nombreuses applications et nous allons voir que leur mise en œuvre ne présente pas de difficulté particulière. Mais avant cela, nous allons nous intéresser à une particularité que les selfs sont seules à posséder dans le monde des composants passifs : celle de pouvoir être fabriquées par tout un chacun sur un coin de table et sans matériel particulier de surcroît!

■ Un peu de terminologie

Une self, que nous supposons parfaite pour l'instant, est caractérisée par son inductance. L'unité de mesure de cette inductance est le Henry mais, comme pour le Farad qui est une unité de capacité "trop" importante pour les composants réels, on utilise plus souvent les sous-multiples classiques que sont le milli-Henry (mH) qui vaut 1/1000 de Henry, le micro-Henry (μH) qui vaut 10⁻⁶ Henry et le nano-Henry (nH) qui

vaut 10⁻⁹ Henry. On ne descend pas en dessous car le moindre bout de fil, même s'il n'est pas enroulé en forme de boudin, présente déjà une inductance qui avoisine le nH. Notez cependant que, malgré cet usage fréquent de sous multiples, des bobines de quelques Henry sont également réalisables, même si elles sont devenues aujourd'hui d'usage peu courant.

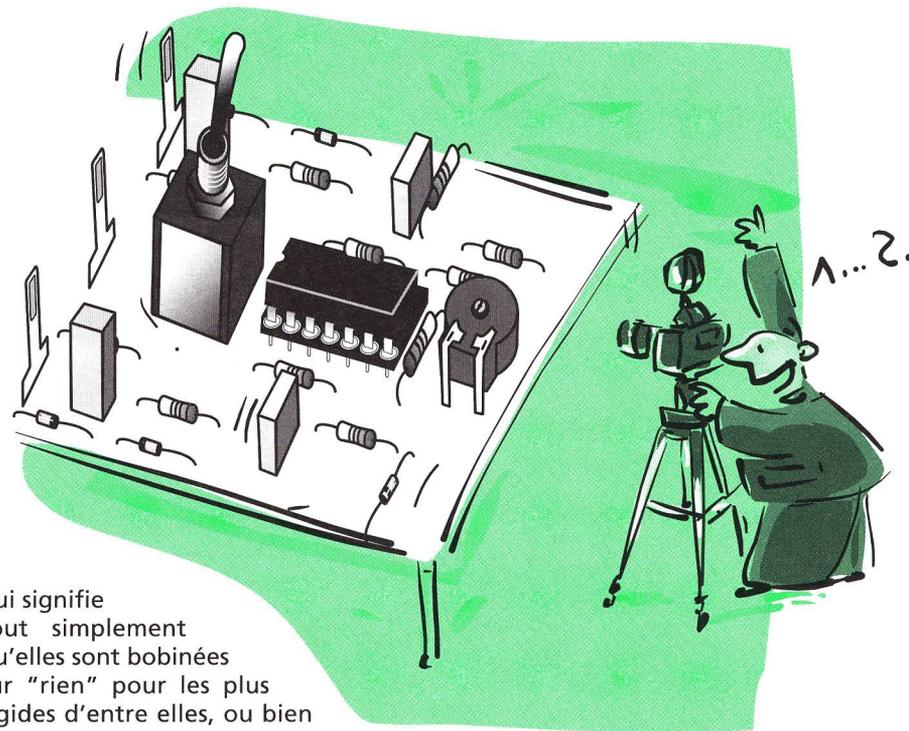
■ Le seul composant que l'on puisse fabriquer

Outre les propriétés que nous découvrirons ultérieurement, les selfs ont une particularité remarquable évoquée ci-dessus : ce sont les seuls composants passifs que l'on puisse fabriquer facilement soi-même et que l'on doive même fabriquer dans certains cas; lorsque l'on a besoin de valeurs très faibles notamment. En effet, il suffit d'enrouler quelques spires de fil sur un mandrin, voir même sur "rien" ou "en l'air" comme l'on dit alors, pour réaliser une vraie self. Cette possibilité étant très souvent mise à profit, surtout dans les montages haute fréquence où des valeurs d'inductances relativement faibles sont généralement nécessaires, nous allons voir sans plus tarder comment calculer ces bobines de fabrication "amateur".

Avant cela, il nous faut mettre à mal une idée reçue largement répandue : ce n'est pas parce que vous fabriquerez une self vous-même qu'elle sera plus mauvaise ou moins fiable qu'un modèle du commerce pour peu que vous preniez un minimum de précautions. Bien sûr, les petites inductances moulées, codées par des anneaux de couleur comme des résistances sont très jolies; mais elles ne sont pas nécessairement de meilleure qualité, surtout pour les faibles valeurs, que vos réalisations personnelles.

■ Les selfs sans noyau

Les selfs les plus faciles à calculer sont les selfs dites à air ou sur air, ce



qui signifie tout simplement qu'elles sont bobinées sur "rien" pour les plus rigides d'entre elles, ou bien sur un noyau totalement non magnétique (tube en plastique par exemple) pour les autres. Les selfs à noyau, qu'il soit en ferrite, en cuivre, en poudre de fer ou en aluminium, posent plus de problèmes car il est nécessaire de connaître un paramètre appelé la permittivité du noyau pour effectuer un calcul exact. Hormis pour les tores et les pots en ferrite dont nous parlerons dans un instant, c'est assez peu souvent le cas et les résultats obtenus peuvent alors être assez éloignés des prévisions.

■ La formule de Nagaoka

Pour être franc, il n'existe pas de formule permettant de déterminer avec exactitude la valeur d'une self à air mais, comme nous vous l'avons répété à de multiples reprises depuis le début de cette série d'articles, l'exactitude en électronique peut souvent s'accommoder de plusieurs dizaines de pour-cent d'erreurs! Les relations que nous allons vous proposer sont donc des formules approchées qui donnent un résultat valable à 15% près environ. Cette approximation, qui peut sembler grossière et qui fait régulièrement hurler les ennemis des selfs, doit cependant être relativisée! N'oubliez pas, en effet, que la valeur de nombreux condensateurs n'est connue qu'à 20% près et encore ne parlons nous pas des chimiques pour lesquels la tolérance peut atteindre 50% dès que l'on dépasse le μF! Nos selfs calculées à 15% près ne font donc pas si mauvaise figure que cela. Pour les selfs à air à une seule couche, c'est à dire celles que vous réaliserez le plus souvent et le plus facilement, la formule la plus connue et la plus précise est celle

dite de Nagaoka. Elle vous est présentée en figure 1 avec le dessin de la bobine et des cotes qu'elle exploite.

Cette formule ayant été écrite par quelqu'un de respectueux du système d'unités normalisées, elle donne un résultat en Henry si les dimensions sont indiquées en mètres. La constante k qui apparaît dans cette relation est donnée par le tableau 1 en fonction du rapport 2 x a/b. Le diamètre du fil, qui n'apparaît pas dans cette relation, dépend évidemment du nombre de

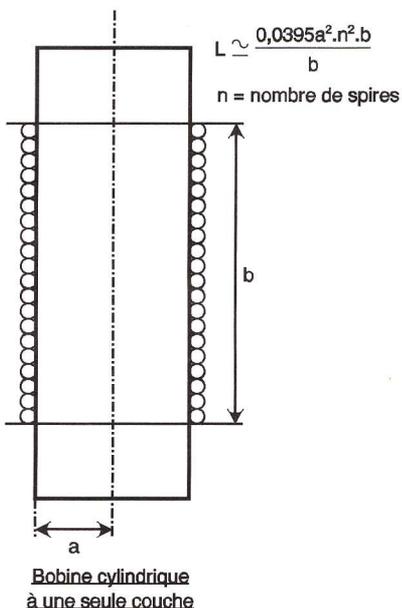


Fig 1 La formule de Nagaoka pour les bobines à une seule couche

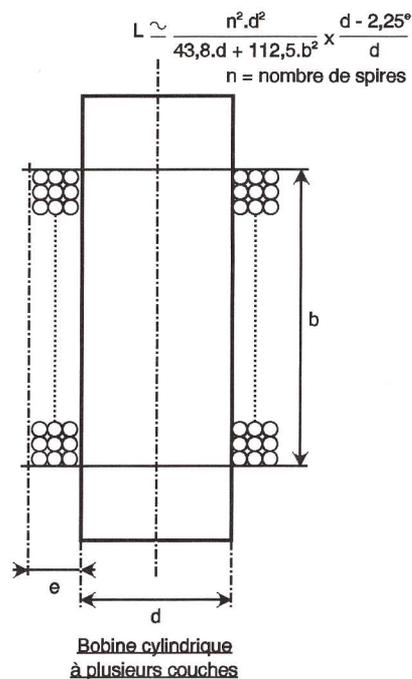


Fig 2 La formule simplifiée de Maxwell pour les bobines à plusieurs couches

spires et de la longueur de la bobine. A priori, il peut presque être choisi librement mais il faut tenir compte des remarques que voici. Comme nous le verrons lors des calculs sur les selfs, la résistance ohmique d'une bobine doit être aussi faible que possible, afin qu'elle se rapproche au mieux du compo-

sant parfait de résistance série nulle. On a donc intérêt à choisir du fil aussi gros que possible pour minimiser cette résistance. Ce choix est évidemment limité automatiquement par le rapport de la dimension b au nombre de spires !

D'autres impossibilités, plus gênantes, peuvent également se manifester. Ainsi, une bobine pour laquelle il faudrait enrouler 1000 spires de fil sur 5 mm de longueur serait irréalisable puisqu'il faudrait alors du fil de 5/1000 de mm ce qui n'existe pas ! Plusieurs passes peuvent donc être nécessaires lors de l'application de cette relation avant de trouver une combinaison de paramètres satisfaisante.

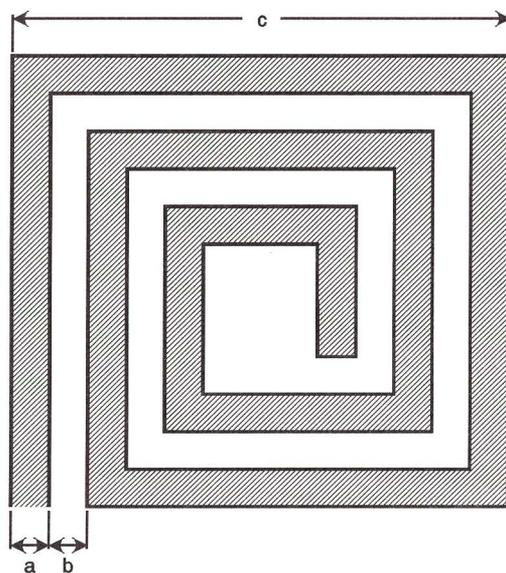


Fig 4 Une self dessinée sur un circuit imprimé se calcule comme cela

a, b, c en mm

L en H

$$B = 2,7 \cdot 10^{-9} \cdot \frac{1}{(1+b)^{1,67}} \cdot \frac{1}{a^{1,67}}$$

$$c = \left(\frac{L}{B}\right)^{0,375}$$

Lorsqu'une couche ne suffit plus

Si vous faites quelques essais avec la relation précédente, vous vous rendrez compte très vite que pour obtenir des valeurs d'inductances relativement importantes (disons à partir d'un mH), il faut bobiner un très grand nombre de spires. On arrive alors relativement vite à des blocages, tel celui évoqué ci-dessus, et de telles valeurs d'inductances doivent être considérées comme incompatibles d'un bobinage à une seule couche. Une première solution passe par la superposition de ces dernières. Dans ce cas, la formule de la figure 1 n'est plus utilisable et il faut faire appel à la relation appelée formule simplifiée de Maxwell, présentée figure 2, qui prend en compte l'épaisseur du bobinage et

autorise, de ce fait, plusieurs couches. Malheureusement, cette relation est moins précise que la précédente et ce d'autant plus que le nombre de couches est élevé.

Un noyau à notre secours

En fait, lorsque l'on veut réaliser une bobine de valeur un tant soit peu importante, la self à air est assez mal adaptée et il faut faire appel à un élément qui concentre les lignes de champ à l'intérieur de la bobine. Cet élément n'est autre qu'un noyau magnétique mais, pour ne pas tomber dans les errements que nous évoquons en début d'article, il est conseillé de faire appel, soit à un tore de ferrite, soit à un pot du même matériau.

Ces supports, que vous trouverez représentés physiquement figure 3, existent à l'heure actuelle avec des tailles et des références bien précises et, si vous ne les avez pas mélangés dans vos tiroirs à composants, vous pourrez calculer très précisément la self que vous obtiendrez en y bobinant du fil grâce à leur paramètre clé qui est l'inductance spécifique.

Cette donnée est baptisée Al et l'on doit toujours vous la fournir lorsque vous achetez un tel composant. En effet, si vous n'en disposez pas et, sauf à réaliser une bobine de test et à vous lancer dans des mesures complexes, vous n'aurez aucun moyen de la déterminer et votre pot ou votre tore sera parfaitement inutile.

L'inductance spécifique Al dépend du matériau du tore ou du pot car, même si toutes les ferrites se ressemblent pour ce qui est de l'aspect, leur composition et leurs propriétés magnétiques varient dans de grandes proportions. Al peut ainsi être compris entre 5 et 1000 environ. Vous voyez donc le type d'erreur qui vous attend si vous avez mélangé vos pots sans précautions dans vos tiroirs...

Le calcul d'une bobine réalisée sur un tore ou sur un pot est d'une

extrême simplicité puisqu'il fait appel à la relation :

$L = n^2 \cdot Al$ ou bien encore $n = \sqrt{L/Al}$. Cette relation impose seulement de faire attention à "l'unité" dans laquelle vous est fournie Al de façon à adapter l'unité de L en conséquence. On trouve en effet parfois du nH par tours carrés ou du pH par tours carrés dans les feuilles de caractéristiques des tores et des pots.

Outre cette simplicité et cette précision de calcul, un autre avantage des tores et des pots est que les selfs qui y sont réalisées sont très peu sensibles à leur environnement et ne rayonnent quasiment pas. C'est exact par nature pour les tores puisque, du fait de leur structure, le noyau magnétique ne comporte aucune ouverture par laquelle le champ magnétique produit pourrait fuir.

Pour les pots c'est un peu moins vrai puisque les deux demi-coquilles ne sont jamais parfaitement jointives, mais les faibles fuites qui se produisent au niveau de leur assemblage sont fortement atténuées par le blindage métallique généralement fourni avec ces derniers (en standard ou en option selon le modèle et la destination du pot).

Les selfs sur circuits imprimés

Si vous avez manipulé des appareils mettant en jeu des fréquences très élevées telles que les VHF ou les UHF, mais aussi parfois la simple gamme de radiodiffusion FM, vous avez certainement remarqué l'usage de plus en plus fréquent de selfs imprimées. Ces dernières sont réalisées par enroulement en spirale d'une piste de circuit imprimé. Une telle solution est intéressante à plus d'un titre comparativement à la bobine traditionnelle. Elle présente en effet les avantages suivants :

- une excellente reproductibilité de la self puisqu'elle est gravée en même temps que le circuit en respectant un dessin très précis,
- une totale insensibilité aux vibrations, ce qui n'est pas le cas des selfs à air notamment,
- une diminution du nombre de composants à stocker et implanter,

ce qui est sans intérêt au niveau amateur mais très intéressant pour les fabrications en grande série où tout est bon pour réduire les coûts. Au vu de ces éloges, vous êtes en droit de vous demander pourquoi des selfs si intéressantes sont cantonnées aux seules très hautes fréquences. En fait, on ne peut réaliser, avec ce procédé, que des selfs de faibles valeurs qui ne trouvent donc leur intérêt qu'en très haute fréquence comme nous le verrons très prochainement.

La figure 4 présente une telle self avec la formule associée permettant de calculer sa valeur. Ici encore, il s'agit d'une relation approximative mais qui donne des résultats précis à 10 % près environ. En pratique, et bien que l'on ait le choix pour a et b , on utilise généralement des valeurs de l'ordre du mm.

L'influence du blindage

Lorsque l'on ne fait pas appel à un tore ou à un pot mais à une bobine de forme plus "classique" et que l'on veut la soustraire aux influences néfastes qu'elle pourrait subir; il arrive fréquemment qu'on l'enferme dans un blindage. Ce dernier revêt alors l'aspect d'un cylindre ou d'un parallélépipède rectangle, comme schématisé figure 5. Le plus souvent il est réalisé en matériau non magnétique tel que l'aluminium ou le cuivre.

Hélas, notre blindage ne se contente pas d'agir sur le rayonnement élec-

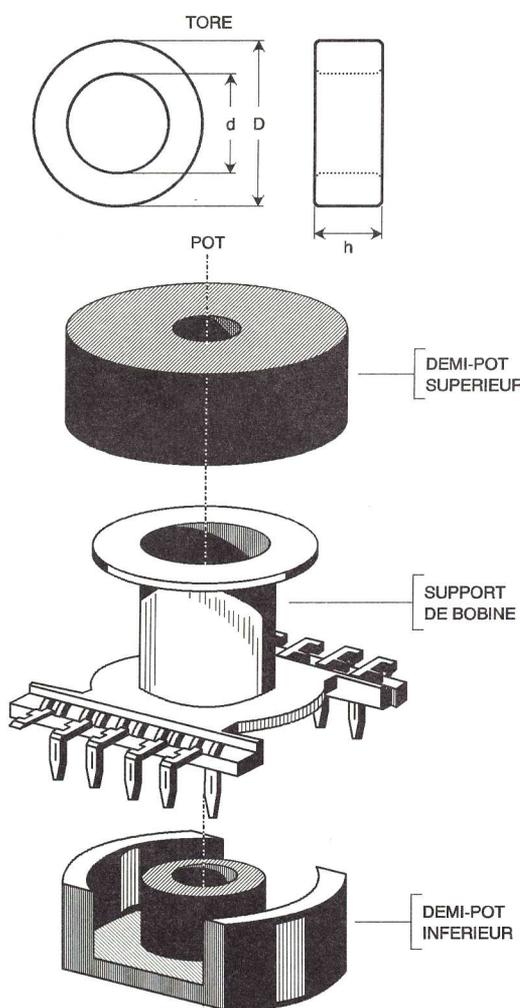


Fig 3 Un pot ou un tore de ferrite permet de réaliser des selfs d'inductance importante

2. a/b	k
0	1
0,05	0,97
0,1	0,959
0,15	0,939
0,2	0,92
0,25	0,902
0,3	0,884
0,4	0,85
0,5	0,818
0,6	0,789
0,7	0,761
0,8	0,735
0,9	0,711
1	0,688
1,25	0,638
1,5	0,595
1,75	0,558
2	0,526
2,5	0,472
3	0,429
3,5	0,394
4	0,365
5	0,32
6	0,283
7	0,258
8	0,237
9	0,219
10	0,203
25	0,105
50	0,061
75	0,043
100	0,035
200	0,019
400	0,011

Tableau 1 Valeur du coefficient k dans la formule de Nagaoka

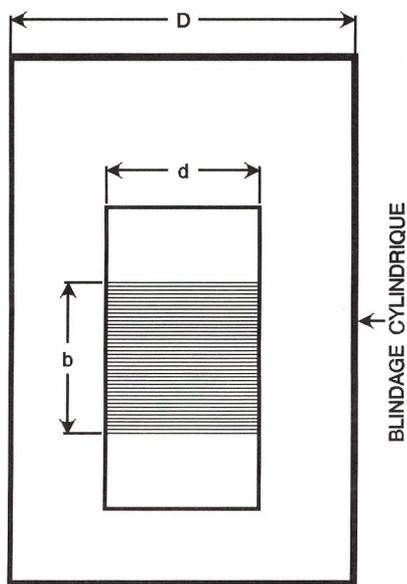


Fig 5 Un blindage modifié, hélas, la valeur de la self qu'il entoure

tromagnétique pouvant être reçu ou émis par notre bobine; il modifie également son inductance qu'il fait diminuer dans le cas de matériau non magnétique. Cette diminution peut être évaluée grâce à la courbe présentée figure 6 qui tient compte du rapport D/d, ou rapport

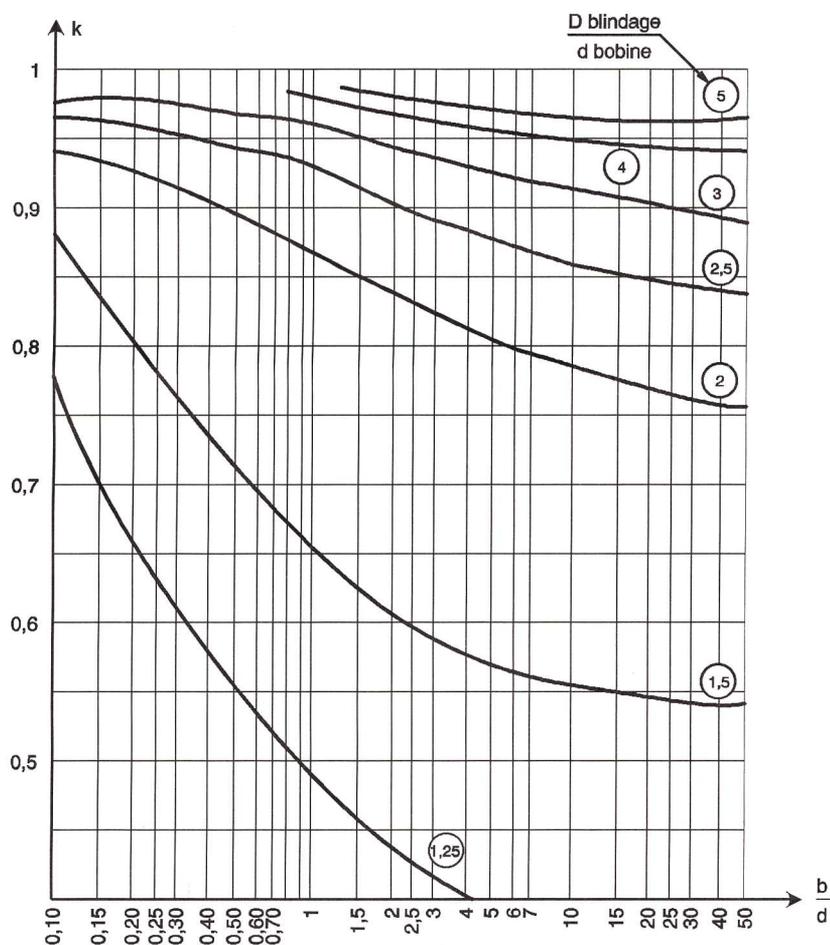


Fig 6 Cet abaque permet d'évaluer le pourcentage de modification apporté par le blindage (d'après Radio REF - avril 1991)

du diamètre du blindage au diamètre de la bobine; ainsi que du rapport b/d ou rapport de la longueur de la bobine à son diamètre. Le coefficient k, lu sur cette courbe, permet alors de calculer la valeur de la self blindée au moyen de la relation : $L = k \cdot L_t$, où L_t est la valeur de la self sans blindage, telle que celle calculée par exemple au moyen des relations vues précédemment.

les selfs les plus courantes, arrêtons-nous un court instant sur la pratique de leur réalisation afin de mieux comprendre l'aspect des divers types de selfs présents dans nos montages. Hormis pour les selfs ne comportant que quelques spires de gros fil, bien espacées, qui peuvent être réalisées en fil nu ou en fil argenté, la majorité des selfs utilise du fil émaillé. L'émail sert en effet d'isolant au fil évitant que notre self à spires jointives ne soit en fait qu'un magnifique strap! Pourquoi du fil émaillé et non du fil isolé sous gaine plastique nous direz-vous? Pour au moins deux raisons : la première est un encombrement bien moindre puisque l'épaisseur de la pellicule d'émail est insignifiante par rapport à celle d'un isolant thermoplastique classique. La seconde est une capacité parasite entre fils voisins beaucoup moins importante qu'avec du fil sous gaine. Comme nous le verrons prochainement, cette capacité parasite vient en effet perturber notre self en lui conférant des propriétés dont on se passerait bien. Il est donc impératif de la minimiser. Ce problème d'isolation entre spires

ne se posant pas quand elles sont espacées, on peut alors utiliser du fil nu comme nous l'avons évoqué ci-dessus; mais pourquoi prendre du fil argenté comme nous l'avons aussi laissé entendre?

Cette utilisation de fil argenté est réservée aux applications en VHF et plus encore en UHF. En effet, on démontre que plus la fréquence augmente, plus la propagation du courant dans un conducteur a lieu sur une pellicule se rapprochant de la surface de ce dernier. Cet effet est d'ailleurs appelé effet de peau, d'où l'intérêt, pour une utilisation en très haute fréquence, d'avoir une "peau" aussi bonne conductrice que

possible puisque c'est là que tout le courant va passer. L'argent étant un des meilleurs conducteurs actuels, son dépôt à la surface d'un fil de moindre qualité (même si c'est du cuivre) favorise donc la diminution de la résistance de cette "peau" et donc la réduction de la résistance parasite d'une bobine aux fréquences les plus élevées.

Lorsque l'on doit réaliser une bobine comportant un nombre de spires relativement important, on se demande souvent s'il faut les bobiner de façon bien régulière ou si on peut les bobiner "en vrac". Pour ce qui est de la seule valeur de l'inductance, cela influe à vrai dire assez peu sur le résultat. Par contre, pour ce qui est des caractéristiques parasites de la bobine, et notamment de sa ou de ses capacités parasites, un bobinage régulier, en couches jointives et proprement superposées, est préférable.

Enfin, vous avez peut-être déjà vu ou entendu parler des bobines dites "en nids d'abeilles". Dans ces bobines, le fil n'est pas enroulé sous forme de couches jointives superposées et perpendiculaires à l'axe de la bobine mais il est disposé à l'oblique par rapport à cet axe et les différentes couches sont croisées en sens inverse laissant de petites cavités se faire jour entre fil et couches superposées. Ce sont d'ailleurs ces petites cavités qui ont donné leur nom à ces bobines. Cette façon de faire ne se rencontre habituellement que sur les selfs utilisées en haute

fréquence et dont la valeur de l'inductance est relativement importante. Elles nécessitent en effet alors un grand nombre de spires et un bobinage classique conduirait à des capacités parasites prohibitives. Ce sont hélas les seules selfs que l'on ne puisse pas réaliser soi-même car le bobinage en nid d'abeilles nécessite une machine spéciale.

Bien qu'elles soient de plus en plus rares aujourd'hui, même si la mode des amplificateurs à tubes les a un peu remises au goût du jour, citons aussi les selfs de filtrage utilisées dans l'alimentation haute tension des appareils à tubes. Ces dernières, de valeurs très élevées car elles avaient à travailler en basse fréquence (100 Hz pour être précis) étaient réalisées en bobinant un très grand nombre de spires de fil émaillé classique sur un noyau qui n'était autre que de la vulgaire tôle en E et I servant à la réalisation de transformateurs.

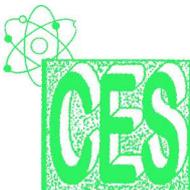
Des selfs à la radio

Associées à des condensateurs variables, ou à leurs variantes plus modernes que sont les diodes varicaps, nous verrons le mois prochain comment nos selfs permettent de réaliser un récepteur radio (ou TV!) et comment nos PLL y reprennent du service.

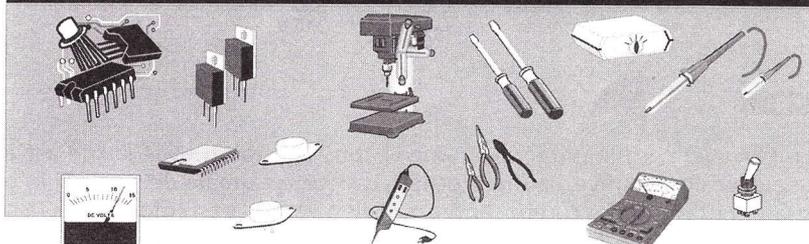
C. TAVERNIER

Un peu de pratique

Maintenant que vous savez calculer



COMPOSANTS POUR VOS MONTAGES



◆ Semi-conducteurs	◆ Commutateurs	◆ Fixations
◆ Circuits intégrés	◆ Interrupteurs	◆ Rivets creux
◆ Optoélectronique	◆ Poussoirs	◆ Rivets à tige
◆ Microprocesseurs	◆ Accus	◆ Fusibles
◆ Condensateurs	◆ Piles	◆ Porte fusibles
◆ Résistances	◆ Outillages à main	◆ Dissipateurs
◆ Relais	◆ Pincers - Tourne vis	◆ Graisse silicone
◆ Relais miniatures	◆ Fers à souder	◆ Atomiseurs
◆ Relais pour C.I.	◆ Pompes	◆ Audio acoustique
◆ Claviers	◆ Soudages	◆ Haut-parleurs
◆ Dip switches	◆ Désoudages	◆ Micros
◆ Connecteurs	◆ Produits pour C.I.	◆ Écouteurs
◆ Borniers	◆ Boîtiers Coffrets	◆ Buzzers
◆ Picoûts	◆ Perceuses	◆ Câbles
◆ Cosses	◆ Appareils de mesure	◆ Fils

Composants Electroniques Service
103, bd Richard-Lenoir 75011 Paris - Tél. : 01 47 00 80 11 - Fax : 01 48 06 29 06

Une application d'un AOP :

Circuit simple pour l'arrêt de l'alternatif et le passage du continu

L'amplificateur opérationnel, ou AOP, est le premier circuit intégré qui soit apparu sur le marché. La symbolisation de ce composant est très simple puisqu'elle se résume en un triangle sur lequel aboutissent les connexions. Il est à noter que, pour éclaircir les schémas, on ne représente souvent pas les broches d'alimentations celles-ci étant considérées comme implicites, de même que les éventuels découplages partant du principe que l'on s'adresse à des professionnels ayant de sains réflexes.

L'AOP est un amplificateur dont le gain est très grand (de l'ordre de 10000 à plusieurs centaines de mille) et qui dispose de deux entrées : une entrée inverseuse notée (-) et une entrée non inverseuse notée (+). Il s'alimente généralement avec deux tensions : une positive et une négative dont le point milieu de cette alimentation est relié à la masse (châssis de l'appareil, blindages) de façon à mesurer +15V entre la ligne (+) et la masse, -15V entre la ligne (-) et la masse, et 30V entre ligne (+) et ligne (-) (cas particulier de notre montage). Maintenant, il aussi des AOP

dépasse la valeur de celle imposée, la sortie se sature au niveau maximal de sortie ; dès que cette tension est inférieure, la sortie se sature au niveau minimal de sortie. On dispose donc bien en sortie d'une tension qui représente le résultat de la comparaison entre le potentiel imposé et le potentiel variable. Si on l'entrée non inverseuse, la sortie évolue dans le même sens que cette variation. Si au contraire, on utilise l'entrée inverseuse pour mesurer la variation de la tension, la sortie est à la valeur minimale de sortie si la

ne peut se faire avec le dispositif précédemment. Ce que l'on demande à un étage d'amplification est d'avoir un gain normal, que l'on puisse calculer et ajuster si possible avec des moyens simples (comme par exemple, un potentiomètre). Imaginons que la sortie et l'entrée inverseuse soient connectées ensemble comme U_{1A} et U_{1B} de notre circuit et déterminons, par le raisonnement, ce qu'il advient lorsqu'on applique une tension sur l'entrée positive ; supposons que cette entrée soit égale à +3V, si la tension en sortie a pour valeur 0V, l'AOP voyant également sur son entrée inverseuse ces mêmes 0V va en conclure que la borne négative a une valeur inférieure à la borne positive et va faire monter la valeur de sa tension de sortie. Sans le retour entrée/sortie, cette sortie la valeur maximale positive de sortie comme dans le cas du comparateur. Avec la boucle de retour, ou contre-réaction, cette sortie ne peut que se stabiliser à +3V car si elle tendait à dépasser cette valeur, l'AOP voyant cette fois son entrée négative plus grande que son entrée positive essaierait de la faire diminuer. Dans ce montage, appelé "suiveur de tension", la sortie reproduit exactement la tension, continue ou alternative, présentée sur l'entrée positive dans la limite de

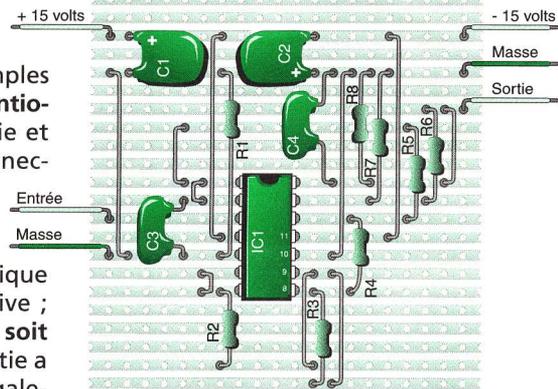


Fig 3 Implantation des éléments

le gain du circuit est égal à $(R_6 + R_7) / R_7$, c'est-à-dire 2, avec ici un signe de l'amplification positif ; pour +3V en entrée, on obtient donc +6V en sortie. Dans le cas de U_{1C} , la formule du gain est $(-R_3/R_2)$ avec un signe négatif. Nous pouvons noter un point important car on a tendance à mélanger les deux : dans le cas de l'amplificateur inverseur, le gain est de $(-R_3/R_2)$, c'est-à-dire -1 (mauvais exemple car on se retrouve dans la situation d'un amplificateur suiveur) alors que dans le cas de l'amplifica-

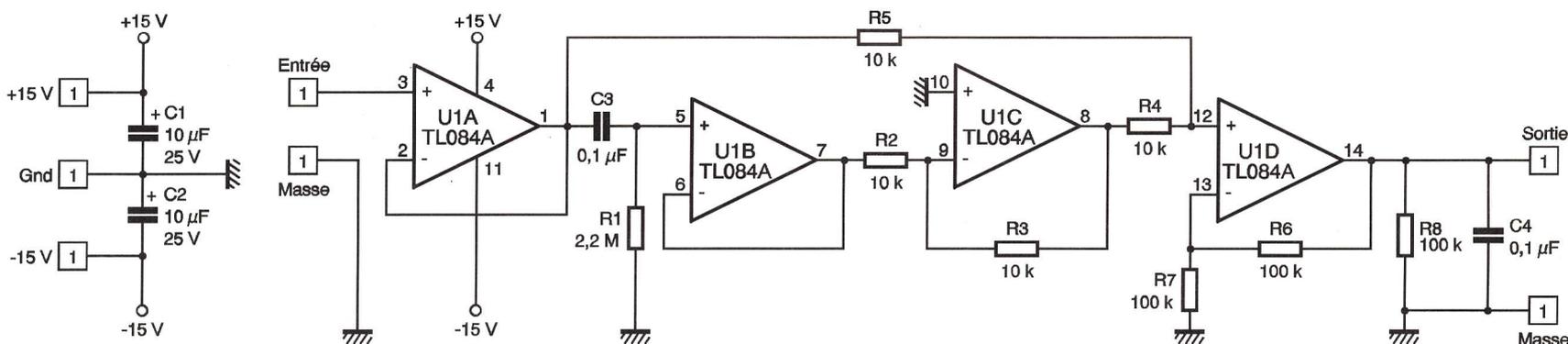


Fig 1

Schéma de principe

qui peuvent s'alimenter avec une seule tension positive, l'autre broche d'alimentation du composant est reliée à la masse. Ce qu'il faut bien saisir pour le fonctionnement de ce produit, c'est que la valeur de la tension sur la broche de sortie dépend de la différence de tension entre les entrées inverseuse et non inverseuse et non de leur valeur absolue. De plus, le gain de l'AOP étant très, il suffit d'une très petite différence de tensions entre les deux entrées pour que la sortie "bute" à la valeur maximale positive ou négative spécifiée suivant le de cette différence, valeurs qui peuvent être celles des alimentations du composant ou légèrement inférieures. Une première application vient donc à l'esprit : un comparateur de tension. Il suffit de la tension de l'une de ses entrées pour que l'AOP donne une information sur une éventuelle tension variable appliquée sur l'autre l'entrée ; dès que cette tension

tension étalon et la sortie est à la valeur maximale de sortie si la tension variable est inférieure à la tension étalon. Il est évident que l'utilisation d'un AOP en amplification

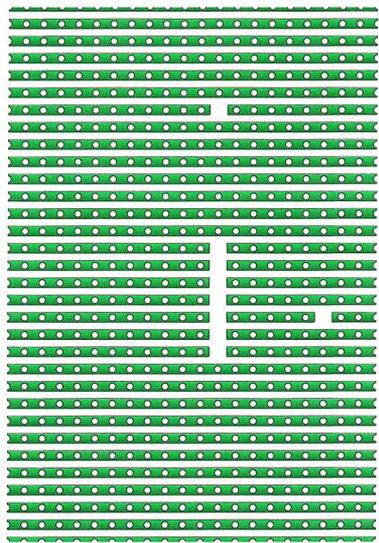


Fig 2 Préparation de la plaquette

ses possibilités, celles de ses valeurs maximales de sortie notamment. La sortie est à très basse impédance (équivalent à un court-circuit), alors que l'entrée est à haute impédance (presque infini ; équivalent à un circuit ouvert). Nous retiendrons les appellations usuelles : dans le montage comparateur, l'AOP est monté en "boucle ouverte", alors que dans la seconde configuration, ainsi que dans tous ceux où la sortie est refermée sur l'entrée par quelque élément que ce soit (résistance, capacité, ...), l'AOP est en "boucle fermée". Enfin, nous noterons un point important : en fonctionnement, l'AOP, par sa sortie, tend toujours à égaliser les valeurs des tensions sur ses entrées positives et négatives. Il est bien sûr intéressant de disposer d'un comparateur et d'un "suiveur de tension" parfaits, mais la plupart des systèmes électroniques réclament une amplification. Examinons U_{1D} de notre circuit :

teur non-inverseur, le gain est de $(R_6 + R_7) / R_7$. Signalons un point important car il débouche souvent sur une simplification du raisonnement : dans le schéma de notre amplificateur inverseur, le point commun des résistances R_2 et R_3 , en l'occurrence l'entrée inverseuse, est au même potentiel que l'entrée non inverseuse puisque c'est le mécanisme du fonctionnement de l'AOP. Or, l'entrée non inverseuse est à la masse ; on peut donc en conclure que l'entrée inverseuse est virtuellement à la masse également. Il peut sembler bizarre que, dans le cheminement d'une tension qui sera finalement amplifiée, celle-ci passe par une connexion ayant un potentiel nul et arrive à ressortir du système. Or, le raisonnement est tout à fait logique et exact ; de plus, c'est un élément important à retenir pour les réflexions futures sur l'AOP. Par exemple, on en déduit immédiatement l'impédance d'entrée du mon-

NOMENCLATURE

U₁ : TL084A

C₁, C₂ : 10 µF/23V

C₃, C₄ : 100 nF

R₁ : 2,2 MΩ (rouge, rouge, vert)

R₂ à R₅ : 10 kΩ (noir, marron, orange)

R₆ à R₈ : 100 KΩ (marron, noir, jaune)

**1 support DIL 14 broches
7 connecteurs 1 point**

tage U_{1c} : 10 kΩ (R₂) puisque le signal d'entrée tombe sur une résistance de cette valeur qui a une extrémité à la masse ; Autre exemple : soit un mélangeur de signaux (une table de mixage simplifiée) dans lequel plusieurs branches sont en parallèle à R₂ avec une valeur de résistance identique ; l'amplification est de -1 pour chacune de ces branches ce que l'on peut démontrer aisément (voir ci-dessus). La sortie est égale à la somme des tensions, continues ou alternatives, présentées sur les entrées de chacune des branches après une multiplication par -1. Par contre, une tension qui existe sur une branche, si elle se trouve à la sortie, ne peut en aucun cas être réinjectée, même partiellement, sur une autre branche puisque le point nodal, c'est-à-dire le point commun de toutes les résistances, est virtuellement à la masse. Nous avons donc là un mélangeur "parfait" ce qui ne serait pas le cas d'un simple mélangeur à résistances, ni d'un mélangeur à transistor même ayant une entrée à haute impédance où une fraction de la tension d'entrée se retrouve sur les autres de par le principe même des ponts diviseurs. Mais il ne faut rêver, l'AOP possède des défauts. Nous avons dit que son gain est fini de l'ordre de dix à plusieurs centaines de mille. Cette grandeur

est néanmoins suffisamment grande pour que l'on puisse la considérer comme infinie dans beaucoup de traitements et ne constitue pas un défaut à proprement parler. Un des principaux inconvénients de l'AOP est ce que l'on appelle sa tension de décalage ; en théorie, sa sortie devrait être nulle si les tensions présentes sur ses deux entrées sont égales. Dans la pratique, les petites différences impossibles à éviter sur les transistors qui composent son étage d'entrée font que la sortie n'est nulle que lorsque les entrées sont à un potentiel qui n'est pas tout à fait identique ; il s'en faut de quelques mV. L'ensemble se comporte comme une bascule de pesage où l'équilibre ne peut être réalisé parfaitement qu'avec quelques centigrammes ou quelques milligrammes de plus sur un plateau par rapport à l'autre.

Dans le cas de la bascule, il existe deux méthodes pour corriger l'erreur : la première est celle dite de la double pesée et est couramment utilisée en métrologie fine, l'autre consiste simplement à tordre l'aiguille pour que celle-ci indique bien zéro quand les poids sont égaux. Dans le domaine de l'électronique, les deux principes sont utilisés : le premier consiste à ramener sur l'entrée une tension égale à la tension de décalage, mais de signe opposé, de manière à soustraire l'erreur du résultat. Ce procédé ne peut être appliqué que sous forme d'opérations séquentielles : dans un premier temps, on mesure la tension de décalage et on charge un condensateur à cette valeur. Dans un second temps, on commute les connexions de façon à placer ce condensateur à l'entrée du système avec la polarité convenable pour que la valeur ainsi mémorisée s'ôte de la valeur à traiter. Dans un troisième temps, on

effectue le traitement réel du signal d'entrée que l'on récupère débarrassé de l'erreur. Ce procédé, de part son principe séquentiel, ne peut s'appliquer qu'à des opérations qui admettent un traitement coup par coup ; de par sa complexité, il ne peut être raisonnablement réalisé qu'en technologie intégrée. Cette méthode s'appelle correction automatique du zéro. La seconde méthode, plus courante, consiste à "peser d'un côté ou de l'autre" sur l'étage d'entrée de l'AOP pour rétablir l'équilibre. Pour se faire, le constructeur prévoit parfois deux broches spéciales sur le composant destinées à être raccordées à un diviseur potentiométrique qui va, par injection de courant d'un côté ou de l'autre de l'étage d'entrée, rétablir l'équilibre. Le second défaut majeur de l'AOP est sa bande passante qui n'est pas non plus infiniment étendue. Un signal alternatif est caractérisé par son amplitude et sa fréquence. En ce qui concerne son amplitude, les problèmes sont les mêmes qu'en continu ; la limitation est due au débattement possible de la broche de sortie. Il est évident qu'un signal de 1V alternatif (soit 2,8V crête-à-crête) ne saurait être reproduit correctement par un amplificateur opérationnel de gain 10 alimenté en +/-12V : les sommets de chaque alternance positive et négative subissent un écrêtage. En ce qui concerne la bande passante qui définit la bande de fréquence que l'amplificateur opérationnel est capable de traiter, il est souvent fait appel à une représentation graphique pour en saisir le mécanisme ; imaginons une droite qui dessine le gain par rapport à la fréquence : c'est une courbe qui est à son maximum en continu et qui décroît linéairement plus la fréquence augmente jusqu'à atteindre la valeur unitaire

pour une fréquence donnée. On définit ainsi un amplificateur opérationnel par son produit gain bande passante. Le circuit présenté dans cet article peut être utile dans les réalisations où la sortie désirée est une tension continue superposée à un signal alternatif ; une telle application peut être la conception d'un wattmètre électronique. Puisque le signal de sortie requis correspond juste au terme continu, le terme alternatif doit être éliminé. Ce type de fonction ne peut être réalisé par un simple filtre passe-bas conventionnel. Cependant, notre circuit simple et peu coûteux accomplit ce travail. Dans cette disposition, le signal d'entrée est tamponné par U_{1a} et deux sorties sont dérivées ; une des tensions passe à travers une capacité pour obtenir une forme d'onde purement alternative en entrée de U_{1b} qui tamponne cette onde ; U_{1c} est un inverseur à gain unité. La tension d'entrée de U_{1d} est égale à la tension d'entrée moins la tension alternative seule, ce qui produit bien en sortie finale le signal continu souhaité. Ce circuit travaille dans de bonnes dispositions même pour de très petits signaux d'entrée ; il peut être implémenté dans des champs d'applications ayant des fréquences autour de 50 Hz et des résultats excellents sont observés pour des tensions de décalage aussi basses que 0,1 mV. Sa précision dépend de l'appariement des résistances et de la performance de l'AOP ; le TL084A est un quadruple amplificateur ayant des performances élevées et recommandé pour les applications à basses fréquences. Une résistance de 5 kΩ peut aussi être insérée entre l'entrée non inverseuse de U_{1c} et la masse afin d'annuler les erreurs dues aux courants de polarisation et de fuite de l'AOP.

M. LAURY

Découvrez l'anglais technique

Glossaire Français-Anglais

Amplificateur opérationnel : operational amplifier
Alternatif : alternative
Continu : continuous
Apparaître : to appear
Marché : market
Symbolisation : symbolization
Se résumer : to summarize, to sum up
Sur lequel : on which
Connexion : connection
Éclaircir : to clear
Broche : pin
Alimentation : power supply
Implicite : implicit
Découplage : by-pass
S'adresser à quelqu'un : to apply to someone
Sain : healthy, safe
Réflexe : reflex
De l'ordre de : in the order of
Entrée inverseuse : reversing input
S'alimenter : to power on
Généralement : generally
Relier : to tie together, to connect, to link, to join
Masse : ground

Châssis : frame
Appareil : equipment
Blindage : shield
Mesurer : to measure
Saisir : to perceive, to grasp
Dépendre : to depend
Absolu : absolute
Buter (contre quelque chose) : to strike, to knock (against something)
Spécifier : to specify
Suivant : according to, in accordance with
Légèrement : lightly, slightly
Esprit : spirit
Comparateur : comparator
Variable : variable, changeable, altering
Appliquer : to apply
Dépasser : to go beyond, to exceed
Imposé : fixed
Se saturer : to saturate
Comparaison : comparison
Évoluer : to move
Au contraire : on the contrary
Étalon : standard, yardstick
Étage : stage
Calculer : to calculate, to compute
Ajuster : to adjust

Potentiomètre : potentiometer
Déterminer : to determine, to establish
Advenir : to occur, to happen
Être égal à : to be equal to, to equal
Conclure : to conclude, to end, to finish
Contre-réaction : feedback reaction
Se stabiliser : to stabilize
Tendre : to tend, to lead
Diminuer : to lessen, to diminish
Suiveur de tension : follower of voltage
Limite : boundary
Notamment : especially, in particular
Impédance : impedance
Court-circuit : short circuit
Presque : almost, nearly
Infini : infinite
Circuit ouvert : open circuit
Retenir : to remember, to retain
Appellation : name, designation, appellation

Usuel : usual, common, ordinary
Monter : to set, to moun
Boucle ouverte : open loop
Quelqu'élément : whatever element
Boucle fermée : close loop
Point important : important point
Disposer : to dispose
Parfait : perfect, faultless
La plupart : most, the majority
Système électronique : electronic device
Réclamer : to complain
Examiner : to examine, to inspect
C'est-à-dire : as to say
Formule : formula
Avoir tendance : to have a tendency
Mélanger : to mix, to mingle
Déboucher : to emerge, to come out



Découvrez l'anglais technique

Simplification : simplification, reduction
 Raisonnement : reasoning
 Commun : common
 En l'occurrence : in the event, as it is
 Virtuellement : virtually
 Cheminement : tramping, walking, trudging (along)
 Ressortir : to come out again, to go out again
 Logique : logical
 Élément : element
 Réflexion : reflection, thought
 Tomber : to fall (down)
 Extrémité : end, tip, point
 Mélangeur : mixer
 Mixage : mixing
 Simplifier : to simplify
 Branche : branch, limb, bough, division
 Parallèle : parallel
 Identique : identical
 Chacun : each
 Aisément : easily, readily
 Somme : sum, total
 Multiplication : multiplication
 Par contre : on the other hand
 En aucun cas : in any case
 Ré-injecter : to reinject
 Partiellement : partly, in part, partially
 Nodal : nodal
 Pont : bridge
 Diviseur : divider
 Défaut : default, defect
 Néanmoins : nevertheless
 Suffisamment : sufficiently, enough



Constituer : to constitute, to form
 Pas à proprement parler : not exactly
 Inconvénient : disadvantage, drawback
 Tension de décalage : offset voltage
 En théorie : in theory
 Éviter : to avoid
 Se comporte : to behave, to act
 Bascule (balance à) : weighbridge, weighing machine
 Pesage : weighing
 Équilibre : balance, equilibrium, stability
 Plateau : tray, plate
 Par rapport à quelque chose : with regard to something, in relation to something
 Corriger : to correct, to mark, to rectify
 Couramment : generally, usually
 Métrologie : metrology
 Consister : to consist of something, to be composed of something
 Simplement : simply, naturally, unaffectedly
 Tordre : to twist
 Aiguille : needle
 Ramener : to bring back
 Opposé : opposite
 Soustraire : to take away, to remove, to subtract

Procédé : proceeding, dealing, conduct
 Séquentiel : sequential
 Commuter : to commute, to switch over, to change over
 Convenable : suitable, fitting, appropriate, proper
 Mémoriser : to store
 Ôter : to remove, to take away
 Récupérer : to recover, to get back, to retrieve
 Débarrasser : to clear
 Coup par coup : blow for blow
 Complexité : complexity
 Raisonnablement : reasonably, rationally
 Réaliser : to achieve, to realize
 Correction automatique : automatic correction
 Rétablir : to re-establish, to restore
 Prévoir : to foresee
 Destiner : to intend
 Raccorder : to join (up), to connect, to unite, to couple
 Injection : injection
 Majeur : major, greater
 Bande passante : bandwidth
 Étendu : wide, extensive
 Débatement : clearance
 Crête-à-crête : peak to peak
 Sommet : top, summit
 Alternance : alternation
 Subir : to undergo, to suffer
 Être capable de : to be able to
 Représentation : representation
 Graphique : graphic
 Droite : straight
 Courbe : curved, curving
 Décroître : to decrease, to decline,

to diminish
 Linéaire : linear
 Augmenter : to increase, to enlarge
 Jusqu'à : till, untill
 Atteindre : to reach
 Unitaire : unitary
 Définir : to define
 Utile : helpful
 Superposer : to superpose, to pile
 Conception : design
 Wattmètre : wattmeter
 Correspondre à : to correspond
 Éliminé : eliminated
 Fonction : function
 Passe-bas : low-pass
 Passe-haut : high-pass
 Conventionnel : conventional
 Peu coûteux : inexpensive
 Accomplir : to accomplish, to achieve
 Passer à travers : to go through
 Forme d'onde : waveform
 Purement : purely
 Onde : wave
 Inverseur à gain unité : unity-gain inverter
 Produire : to produce
 Disposition : arrangement
 Implémenté : implemented
 Champs : field
 Observer : to observe
 Précision : accuracy
 Appariement : matching
 Recommandé : recommended
 Insérée : inserted
 Annuler : to nullify
 Polariser : to bias
 Fuite : leakage

Le code des couleurs des résistances multimédia

NOUVEAU



Outil d'aide à l'apprentissage du code des couleurs tout en se familiarisant avec les séries, les conversions. Simple et convivial, ce logiciel propose des exercices (jamais les mêmes) avec différents niveaux de difficulté. Il comporte un historique, un chronomètre, score.

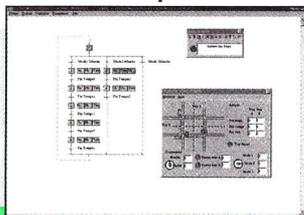
Le CD 49 FTTC monoposte
482,40 FTTC multipostes illimité

GRAFSET sous Windows.

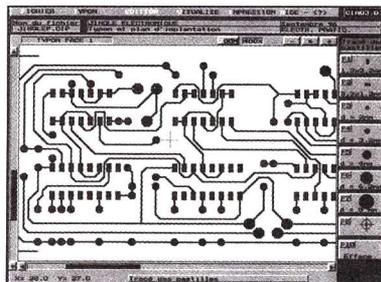
ACADEMUS PROCESS

Interface intuitive - Création rapide de Grafsets - Visualisation des parties opératives - Grafsets multiples - Commentaires - Equations Booléennes - Gestion de fronts - Temporisation.

1194 FTTC Monoposte
3582 FTTC Multiposte illimité



Dessin de circuits imprimés CIAO II plus de 200 000 utilisateurs

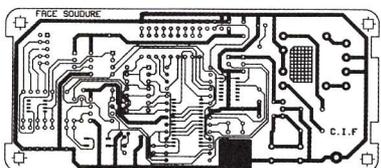


Implantation et tracé du typon. En simple et double face. Document directement exploitable. Grille 2,54 - 1,27 ; Bibliothèque de pistes pastilles ; Déplacement, inversion, rotation, zoom, duplication... PARAMETRAGE des machines de perçage numérique sortie de fichier EXCELLON, compatible avec 99% des machines.

Logiciel 930 FTTC monoposte
2790 FTTC multipostes illimité

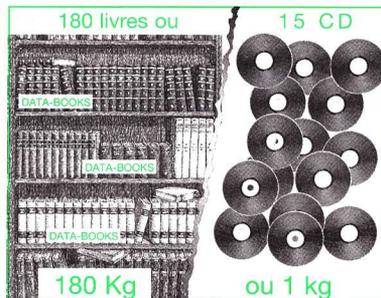
La CAO conviviale Boardmaker I & II.

Saisie de schéma, placement et routage. Prise en main très facile. Librairie extensible, 7 grilles, génération automatique des vias et des masses. Gestion multiplanche, routeur interactif, stratégie horthogonale, rétroannotation du layout vers netlist et réciproque, manuel en français, sorties HPGL - GERBER - EXCELLON - POSTSCRIPT.



SIRIUS

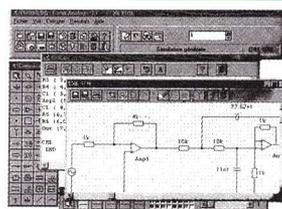
La base de données composants leader européen



Plus de 300 000 pages d'informations techniques, 180 fournisseurs.

Recherche interactive et paramétrable, brochage, schémas d'application, boîtiers, chronogrammes, recherche par nom, par fournisseur, par caractéristiques, par famille, documentation en ligne. Caractéristiques complètes sur demande.

Les 10 premiers CD 2400 FTTC



La simulation pour tous TURBO ANALOGIC

Simplicité d'utilisation. N'hésitez plus concevoir vos circuits particulièrement adaptés aux circuits BF et Hyper, à partir d'un schéma à l'écran ou en mode texte ; aide en ligne ; analyse des résultats en courant, tension, impédance, paramètre (s), tos, module en décibels, phase diagramme de Bode, Nyquist...

597 FTTC Logiciel monoposte

Logique programmable "In Situ" (ISP), langage ABEL-VHDL

NOUVEAU



Schématique, simulation, téléchargement, manuel de travaux pratiques, logiciel d'apprentissage multimédia (deux data book), passerelle Viewlogic, carte d'étude avec ISP (2000 ou 4000 portes), cordon et alimentation (le tout en mallette).

Le pack complet 3747 FTTC
+ passerelle Viewlogic 3606 FTTC

Prix Education Nationale, nous consulter. Prix quantitatifs.

Catalogue sur demande (20 F en timbre, sauf professionnels et Education Nationale) 6000 articles pour le circuit imprimé



11 rue Charles Michels 92220 BAGNEUX
 Tél : 01 45 47 48 00 Fax : 01 45 47 16 14
 WEB <http://www.cif.fr> - Email - cif@cif.fr



Connecteurs et connexions

Opérations classiques

Dans vos montages, pour relier une plaquette de circuit imprimé à l'utilisation, on a une autre plaquette, plusieurs possibilités s'offrent à vous, de la plus simple à la plus professionnelle. Nous allons tout d'abord passer en revue rapidement les méthodes les plus simples.

Soudure d'un fil de sortie sur le circuit imprimé

Le fil à brins multiples de 0,22 mm² est dénudé à l'extrémité, introduit dans un trou de 1 mm du circuit imprimé côté isolant et soudé sur la connexion de l'autre côté. Le fil est ainsi bien maintenu. Avec un trou métallisé, le fil peut être inséré, au choix, de chacun des côtés facilitant le câblage.

Barrettes sécables

Au pas de 2,54 mm, sorties droites ou droites/coudées à 90°. Les sorties d'un côté sont insérées dans les trous du circuit imprimé et soudées. Les sorties de l'autre côté peuvent, soit recevoir un connecteur femelle également sécable, soit permettre la

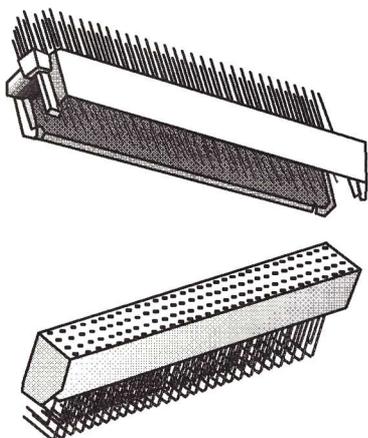


Fig 1 Connecteur DIN 41612 à 128 contacts en 4 rangées de 32, mâle et femelle

soudure des fils de sortie, soit admettre des fils wrappés. Les barrettes ont été tronçonnées au nombre de sorties désirées. Les broches carrées de 0,635 mm sont dorées ou étamées. Ces barrettes peuvent être montées en double rangée.

Supports de circuits intégrés

Ces supports, aux dimensions des circuits intégrés de 8 à 64 sorties, comportent d'un côté des fils à insérer et à souder sur le circuit imprimé et, de l'autre côté, des contacts "tulipe" dorés pour recevoir le circuit intégré. Ces supports au pas de 2,54 mm présentent une haute fiabilité dans le temps et une excellente tenue aux

vibrations. C'est une extension du principe des barrettes sécables.

Borniers 2/3 plots

Leurs fils de sortie, droits ou coudés à 90°, au pas de 5,08 mm, sont insérés dans les trous du circuit imprimé et soudés (\varnothing 1,3 mm). Les fils de câblage dénudés jusqu'à 1,5 mm² sont insérés et serrés dans le bornier par une vis imperdable. I_{max.} = 15A, V_{max.} = 380V.



Connecteurs professionnels

Plusieurs normes existent pour fixer les caractéristiques de ces connecteurs. On peut citer :

Connecteurs "Sub-D"

C'est une gamme de connecteurs mâle et femelle industriels avec des contacts dorés. Un capot plastique est prévu pour leur protection. Le connecteur femelle est vissé sur le circuit imprimé, les sorties passant dans les trous sont soudées aux métallisations. Le connecteur mâle permet la soudure des câbles de sortie. Pour certaines applications, il existe des connecteurs mâles à sorties coudées pour soudure sur le circuit imprimé. A ce moment, c'est le connecteur femelle qui reçoit les câbles de sortie.

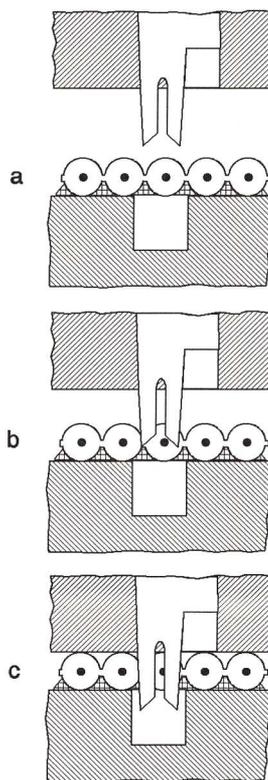
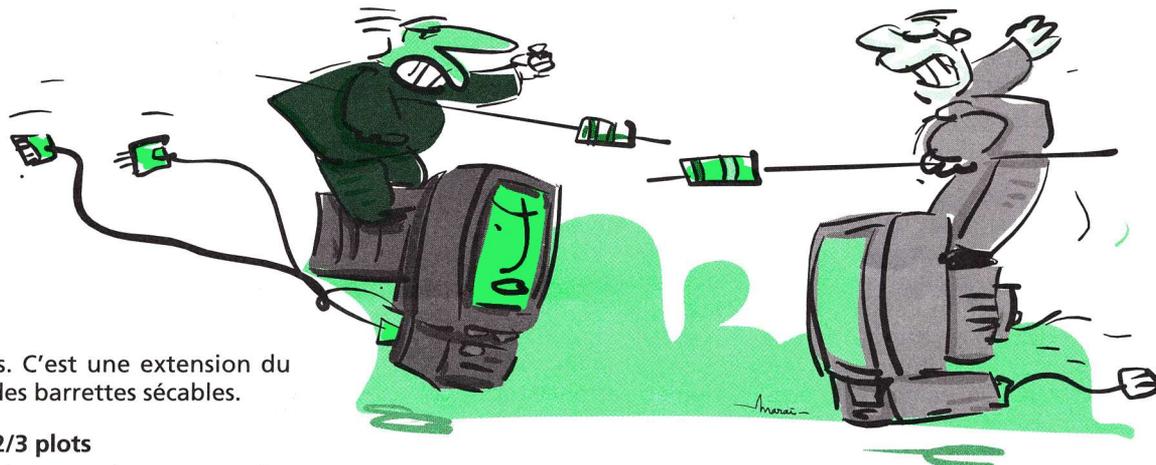
Les modèles commercialisés, mâle et femelle, sont les suivants : DE9 ; DA15 ; DE25 ; DC37 ; DD50 de 9 à 50 broches.

Norme DIN 41612

Cette gamme professionnelle est très étendue, on peut la classer en fonction du nombre de rangées de contacts. Elle a été conçue en partie en fonction des dimensions de la carte "Europe" (100 x 160 mm). Sorties au pas de 2,54 mm, droites ou coudées, mâles ou femelles. On distingue :

- 1 rangée de 32 contacts,
- 2 rangées de 64/32/20 contacts au total,
- 3 rangées de 96/48/30 contacts au total,
- 4 rangées de 128, soit 4x32 contacts (figure 1).

Pour ces connecteurs, des contacts mâles sont avancés par rapport aux autres pour faciliter le centrage. Exemple : 8 contacts avancés, 4 de chaque côté. Des connecteurs spé-



- a) Positionnement du câble sur l'isolant du connecteur.
- b) Découpage de l'isolant du conducteur
- c) Contact établi

Fig 2 Principe d'un dénudage et de la soudure à froid dans un connecteur auto-dénudant

ciaux pour cartes équipées uniquement de CMS avec 2 rangées de 32 contacts soit 64, et 3 rangées de 32 contacts, soit 96 sont commercialisés. Ils sont prévus pour résister au soudage en phase vapeur ou en HF.



Connecteurs auto-dénudants pour câbles plats

Câbles plats

Ils se composent d'une série de conducteurs isolés et collés l'un à l'autre sur un même plan. Les fils sont soit des monobrins, soit des multibrins (7 de 0,05 mm², à 0,24 mm² au total). Dénudez les câbles un à un serait difficile, c'est pourquoi ils sont montés dans un connecteur auto-dénudant.

Connecteur

Le connecteur ouvert, le câble est placé avec précision puis le connecteur est fermé avec une certaine pression jusqu'à encliquetage (figure 2). Les bords de la lyre découpent l'isolant et bloquent l'âme du conducteur. On obtient une véritable soudure à froid.

Principaux modèles :

- connecteur Dual in Line et son support : Liaison de circuit imprimé à circuit imprimé ou de circuit imprimé à sous-ensemble électronique. Les cotes des broches correspondent à celles des circuits intégrés Dual in Line stan-

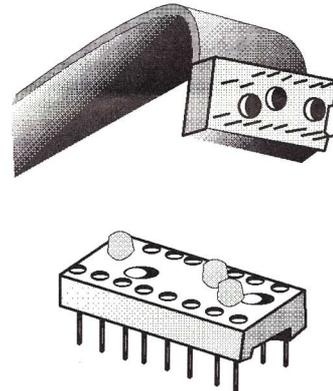


Fig 3 Connecteur Dual in Line et son support pour câble plat

dards en 14, 16, 18, 24 et 40 broches. Le câble plat entre 14 et 40 fils est fixé dans le connecteur. Un renvoi d'angle fixe le câble et évite toute traction sur le connecteur (figure 3). Le support de mêmes dimensions est enfiché et soudé sur le circuit imprimé. Contacts dorés de précision (tulipe) acceptant des broches de

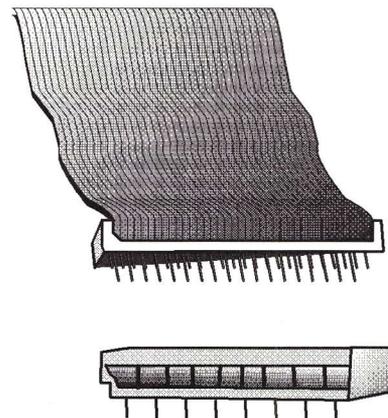


Fig 4 Connecteur câble plat pour soudage sur circuit imprimé

Suite page 15

Un "Cross-Fader"

Très apprécié des disc-jockeys, le Cross-Fader est un mélangeur dont le potentiomètre unique assure le fondu enchaîné entre deux sources.

Sur une régie de mixage conventionnelle, réaliser un fondu enchaîné satisfaisant n'est pas forcément simple. Il faut une certaine habitude pour manier en même temps deux potentiomètres. Éviter la superposition excessive des deux musiques ou, à l'opposé, un "creux" dans l'enchaînement nécessite donc un certain doigté. Le Cross-Fader simplifie grandement cette opération. Son potentiomètre unique permet de "basculer" en douceur d'une source à l'autre.

impédance. Ainsi, lorsque le curseur se trouve en bout de course, il ne captera que le signal issu de l'une d'entre elles : la résistance que constitue sa piste du potentiomètre atténue totalement celui issu de l'autre. En revanche, à mi-course, le curseur reçoit de manière égale le signal provenant de chaque source. Ainsi, lorsque l'on déplace le curseur, on passe d'une source à l'autre graduellement, ce qui est bien le but recherché.

Le principe

L'astuce du Cross-Fader se résume à une utilisation un peu particulière de son potentiomètre. Aucune des bornes de celui-ci n'est connectée à la masse. Si les deux sources musicales fonctionnent en même temps, il ne permet donc pas d'ajuster le niveau sonore de la restitution. En revanche, chaque source "voit" l'autre comme une masse virtuelle. Ceci équivaut à dire que le curseur du potentiomètre devra évoluer entre deux sources à très basse

Pour parvenir à cela, nous utiliserons un amplificateur opérationnel comme abaisseur d'impédance. Dans la pratique, comme nous cherchons à mixer deux sources stéréophoniques, il nous faut utiliser quatre éléments d'amplificateur opérationnel. Un chiffre qui ne pose aucun problème puisque le classique LM324 rassemble d'emblée quatre cellules amplificatrices dans un même circuit. Il constituera donc le cœur de notre réalisation. Chacune de ces cellules est câblée de

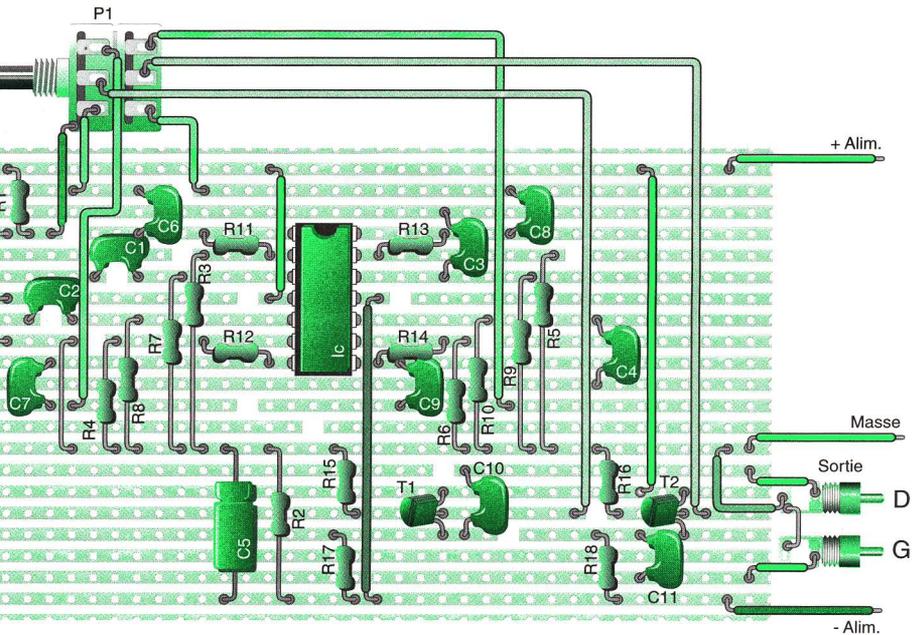


Fig 2

Mise en place des éléments

manière très classique en montage suiveur. Notons que, pour fonctionner correctement, un tel circuit doit être alimenté par des tensions symétriques par rapport à la masse. Afin de n'utiliser qu'une pile, ou qu'un adaptateur secteur, il faut créer une "masse virtuelle". Celle-ci est obtenue par le biais des résistances R_1 , R_2 et du condensateur C_5 . Comme ces deux résistances possèdent la même valeur, notre masse virtuelle se situera bien à la moitié de la tension d'alimentation totale. Le condensa-

teur C_5 lui confère une faible impédance : point indispensable pour que les gains prévus pour chaque étage d'amplification soient respectés.

Afin de compenser les pertes de signal lorsque le potentiomètre se trouve à mi-course, chaque amplificateur opérationnel applique un gain de deux au signal. Ce sont les valeurs des associations $R_{11}-R_3$, $R_{12}-R_4$, $R_{13}-R_5$ et $R_{14}-R_6$ qui le fixent.

Enfin, comme l'impédance sur le curseur du potentiomètre est variable en fonction de sa position, il est prudent de la "stabiliser" afin d'éviter tout problème d'adaptation en sortie du montage. Deux transistors montés en collecteur commun se chargent de cette opération. Une résistance (R_{15} , R_{16}) assure la polarisation de leurs bases par rapport à la masse. Ainsi leur collecteur se trouve à une tension d'environ -0,7V par rapport à la masse. Un condensateur (C_{10} , C_{11}) élimine cette composante continue tout en assurant la transmission du signal de sortie.

Le câblage

Comme toujours, ce montage est réalisé sur une petite plaquette d'essai pré-perforée munie de bandes conductrices. Le travail commencera donc par sa préparation. Il faut reporter les interruptions de bandes conformément au schéma proposé. Rappelons 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

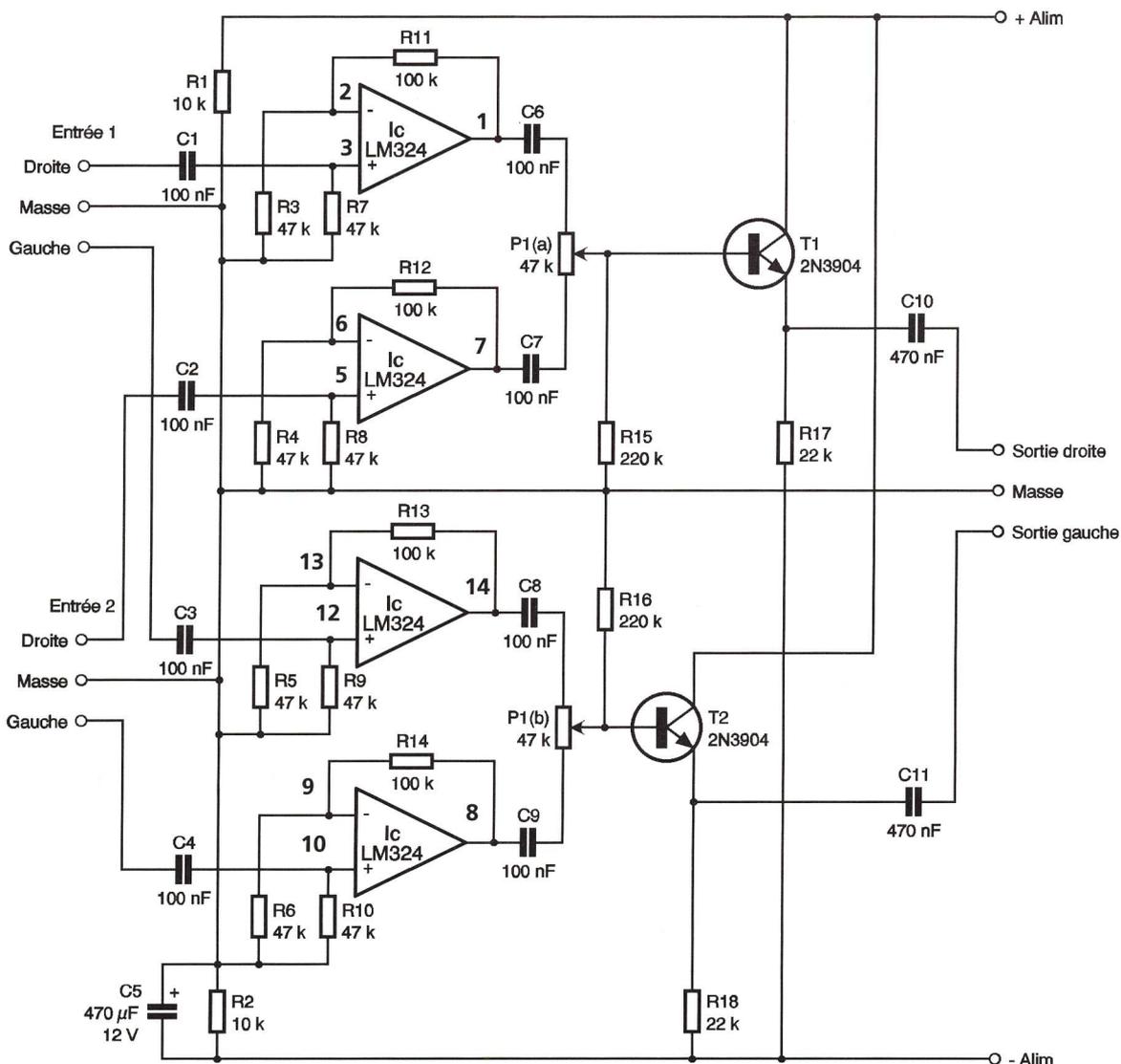


Fig 1

Schéma de principe

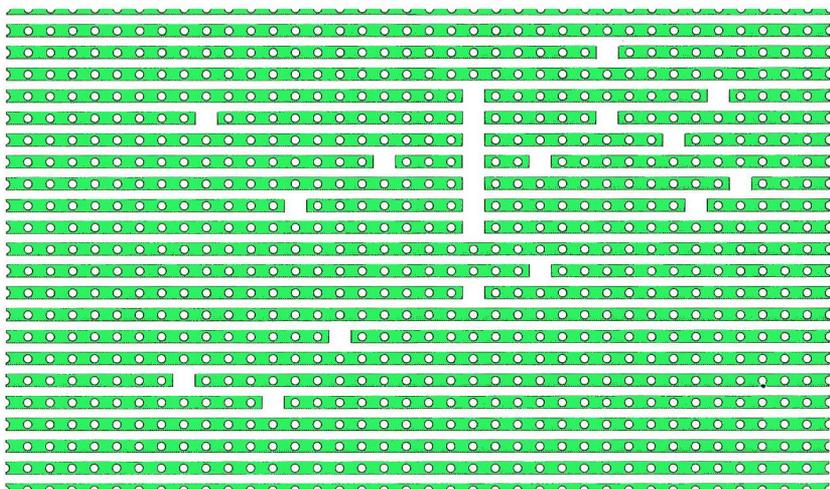


Fig 3 Préparation de la plaquette

de bande reportées, l'implantation et le soudage des composants peut débuter. Il faut prendre soin de respecter le brochage du LM324. Pour cela, son boîtier porte une petite encoche logée entre ses broches 1 et 14. De même, un méplat repère le brochage des transistors 2N3904. Il faut donc orienter ces composants comme indiqué sur le schéma d'implantation. Le condensateur chimique possède aussi une polarité qui doit être prise en compte. Le repérage de cette polarité peut se présenter sous deux formes différentes en fonction du modèle choisi : broches dites axiales ou 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 sériographie indique la borne négative.

Les résistances et les condensateurs de faible valeur, quant à eux, 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. De même, si le potentiomètre est

éloigné de la plaquette de câblage, toutes les liaisons devront être réalisées en fil blindé. Nous vous conseillons aussi de relier le corps métallique du potentiomètre à la masse. Si vous souhaitez utiliser un potentiomètre à course rectiligne, il faut bien repérer les broches correspondant aux curseurs.

Nous n'avons pas mentionné sur nos schémas d'interrupteur arrêt/marche, mais il est parfaitement possible d'en insérer un directement en série avec l'alimentation.

■ L'utilisation

Notre Cross-Fader se raccorde sur l'entrée ligne ou auxiliaire de toute chaîne haute fidélité. Il ne présente aucun gain global vis à vis des lecteurs de CD ou de cassette. Leur volume doit donc rester inchangé par rapport à une liaison directe. Une pile de 9V assure l'alimentation de ce montage. Néanmoins, la tension d'alimentation de ce montage n'est pas critique. Il accepte une tension comprise entre 9 et 24V. Pour une utilisation intensive, il est possible d'utiliser un petit adaptateur secteur délivrant de 9 à 12V sous au moins 300 mA. L'idéal est d'utiliser un adaptateur dit "stabilisé", c'est à dire muni d'une électronique de régulation de la tension qu'il délivre. Cependant, un tel élément est souvent assez cher. Souvent, les adaptateurs bon marché ne possèdent pas un filtrage interne suffisant. Cette carence se manifeste par l'apparition de ronflement sur notre montage. Il est cependant possible de remédier à ce problème en montant un condensateur de 2 200 µF/16V directement en parallèle sur l'alimentation.

Enfin, si vous souhaitez utiliser des baladeurs en tant que sources, il est possible de remplacer les fiches RCA d'entrée directement par des fiches Jack stéréo d'un diamètre de 3mm. On les connectera en lieu et place du casque d'écoute et le réglage de volume des appareils devra être placé à mi-course. Réglé trop bas, un bruit de fond important peut apparaître, trop haut de la distorsion risque de se manifester.

H.P. PENEL

Suite de la page 13 (TECHNOLOGIE)

0,4 à 0,55 mm de diamètre. Cette liaison peut être interrompue et reprise à volonté.

■ **connecteur mâle pour circuit imprimé** : Il réalise une liaison inamovible entre un circuit imprimé et un câble plat (figure 4). Le connecteur linéaire peut comporter : 10, 12, 20, 28, 34, 36, 40, 48, 50 et 64 broches au pas de 1,27 mm. Il est soudé sur le circuit imprimé.

■ **connecteur femelle pour câble plat** : Ce connecteur est utilisé pour des liaisons d'extrémité ou de bus. Il est à enficher sur un connecteur mâle ou sur des broches du circuit imprimé pour wrapping. Mêmes caractéristiques que le connecteur mâle.

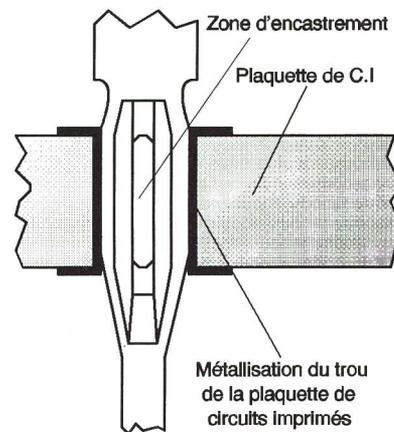


Fig 5 Connecteur mâle à insérer en force

une répartition symétrique des forces sur le périmètre du trou assurant que la cosse est bien perpendiculaire au circuit imprimé. Les connecteurs mâles disposent de 64, 32 et 20 contacts. Un autre modèle à 3 rangées permet 96, 48, 30 contacts. Les queues de connecteurs ont une section de 0,6x0,6 mm, disponibles en 3 longueurs : 13, 17 et 20 mm, elles sont dorées.

■ Connecteurs mâles à insérer en force

L'insertion en force sans soudure permet un contact métal sur métal entre le trou métallisé du circuit imprimé et le contact encastré. Les broches sont conçues pour être "wrappées", elles peuvent servir pour recevoir un connecteur femelle avec un bon contact, car elles sont dorées.

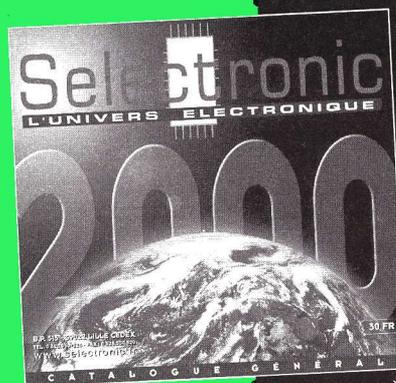
La figure 5 donne le principe de l'insertion. Le trou métallisé par une couche de cuivre de 25 à 50 µm, recouverte par un dépôt d'étain de 5 à 10 µm, a un diamètre de 0,9 à 1,1 mm. La zone d'insertion permet

■ Note

Tous ces connecteurs sont dits "BF" car ils ne montent pas haut en fréquence. Cependant, il existe des connecteurs "HF" coaxiaux, impédance 50 à 75 Ω pour des fréquences de 1 à 18 GHz. Ils sont d'une conception toute différente.

R. BESSON

Si vous aimez l'électronique * ... Ce catalogue est fait pour vous !



Envoi contre 30F (chèque ou timbres-poste)

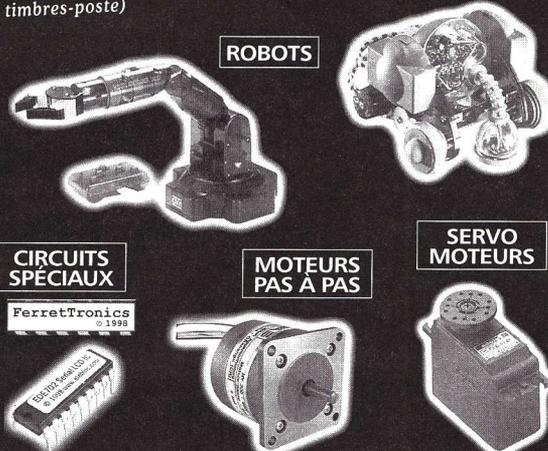
Selectronic
L'UNIVERS ÉLECTRONIQUE
B.P 513
59022 LILLE Cedex
Tél. : 0 328 550 328
Fax : 0 328 550 329

NOS MAGASINS :

PARIS :
11, Place de la Nation - 75011
Tél. : 01 55 25 88 00

LILLE :
86, rue de Cambrai
(près du CROUS)

* ainsi que la **robotique**,
les **outils de développement**, les kits,
l'audio, le modélisme,
les alarmes,
les stations météo,
etc, etc.



Oui, je désire recevoir votre **Catalogue Général 2000** à l'adresse suivante :
(Ci-joint 30F en timbres-poste ou chèque)

Nom : Prénom :
Tél : Adresse :
Ville : Code postal :

GE

Étude et réalisation d'une sonde différentielle

L'utilisation d'un appareil de mesure et plus particulièrement d'un oscilloscope pose parfois problème lorsque l'on ne peut relier sa masse à celle des sources, qu'elles soient continues (alimentations) ou variables dans le temps (générateur de signaux). On retrouve le même problème lorsque la grandeur à mesurer n'est pas référencée par rapport à la masse. Les fabricants ont trouvé une solution qui consiste à travailler en mode différentiel, les deux voies de l'oscilloscope étant mises à contribution pour observer un seul signal. Cette solution est satisfaisante tant que l'on ne veut pas observer simultanément deux signaux. Dans le cas contraire, le remède consiste à faire appel à une (ou plusieurs) sonde(s) différentielle(s).

Pour ceux de nos lecteurs qui n'ont pas encore été confrontés aux mesures hors masse, et donc n'ont pas encore eu à se soucier de trouver une solution, nous avons envisagé à la **figure 1** une situation simple mettant en évidence un problème de mesure de ce type. Il s'agit ici de mesurer, à l'aide d'un oscilloscope, l'impédance d'entrée (ZE) d'un montage se présentant sous la forme d'un quadripôle. Cette mesure impose l'observation simultanée des tensions V_e (aux bornes de l'impédance inconnue) et V_p aux bornes du potentiomètre P que l'on remplace pour la circonstance par une boîte à décades de résistances. Pour effectuer cette mesure, on doit s'arranger en modifiant la valeur de P pour que les amplitudes des 2 ten-

point de jonction de ZE et de P. Les masses du générateur BF et de l'oscilloscope doivent par conséquent être distinctes. Ces deux appareils n'étant pas contenus dans le même boîtier, on pourrait penser qu'aucune liaison électrique ne relie leurs masses et que la mesure envisagée est tout à fait réalisable. Dans la pratique, les normes imposées aux constructeurs font que les masses de ces types d'appareils sont reliées à la terre du réseau (EDF). La conséquence est visible sur la **figure 1** : le potentiomètre P est tout simplement court-circuité par la connexion de terre du réseau. La modification envisagée à la **figure 2** (déplacement de la résistance variable P) ne résout pas le problème, car cette fois c'est l'impédance ZE qui est mise en

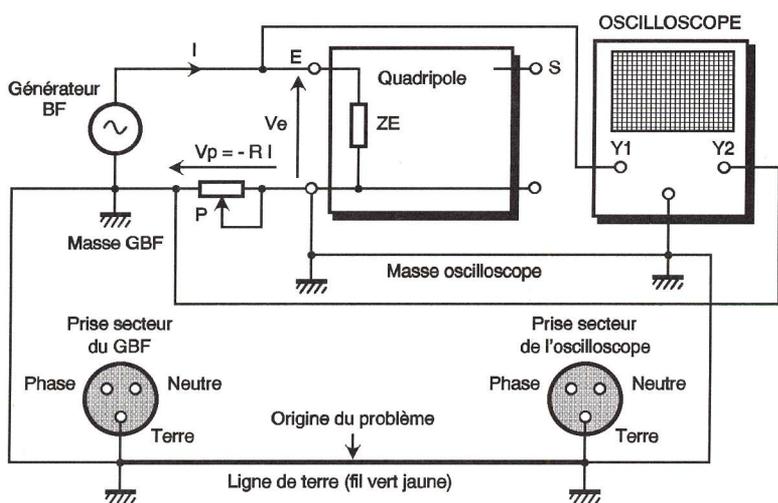
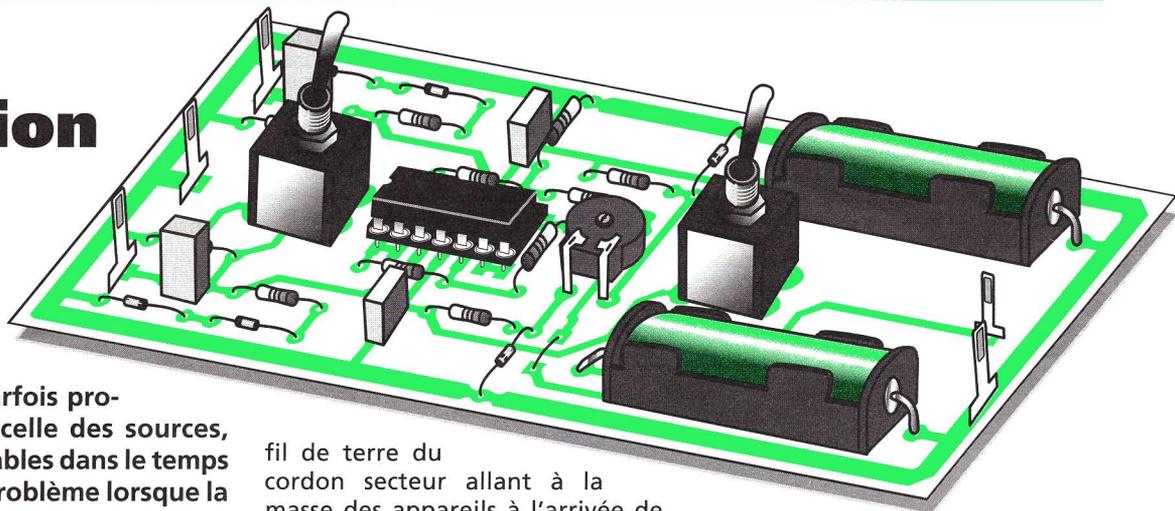


Fig 1 Mise en court circuit de P par la ligne de terre du réseau

sions V_e et V_p soient rigoureusement égales. Lorsque cette condition est réalisée, le module et l'argument de ZE sont respectivement égaux à la valeur de P et au déphasage existant entre V_e et V_p (qui est en fait l'image du courant I traversant ZE). Ceci étant rappelé, la mesure simultanée de V_e et de V_p impose de mettre la masse de l'oscilloscope au

court-circuit par la ligne de terre du réseau. Le problème soulevé ayant pour origine la liaison électrique existant entre la masse des appareils et le fil de terre du réseau, on pourrait envisager de couper cette liaison en isolant un des appareils de la terre. Cette solution doit être rejetée catégoriquement (surtout si vous envisagez une coupure pure et simple du



fil de terre du cordon secteur allant à la masse des appareils à l'arrivée de celui-ci dans le boîtier) car vous vous exposez du même coup à des risques d'électrocution, en cas de défaut sur la partie puissance des appareils de mesure ou des éléments auxquels ils peuvent être reliés, surtout s'il s'agit du secteur lui-même. Pour résoudre le problème sans modifier les appareils de mesure, on fait appel à une sonde différentielle qui n'est en fait rien d'autre qu'un étage soustracteur dont la structure à base d'AOP est présentée à la **figure 4**. En connectant le soustracteur comme le suggère la **figure 3**, la tension que l'on récupère au niveau de sa sortie est $S=VA-VB=V_p$ qui est maintenant référencée par rapport à la masse de la sonde. Cette

Cette association constitue en fait un filtre passe haut qui laisse passer, sans les modifier, tous les signaux dont la fréquence dépasse 2 ou 3 Hertz. Les diodes zéner montées tête-bêche, protégées par les résistances R_2 et R_4 , écrètent les signaux dont l'amplitude excède 12V. Les deux AOP IC_{1a} et d montés en suiveur, assurent l'adaptation d'impédance entre le circuit d'entrée que nous venons de décrire et les entrées du soustracteur proprement dit. Celui-ci est bâti autour de IC_{1c} . La relation $S=VA-VB$ ne peut être respectée que si les 4 résistances R_5, R_6, R_7, R_8 ont des valeurs rigoureusement égales. Cette condition impose l'utilisation

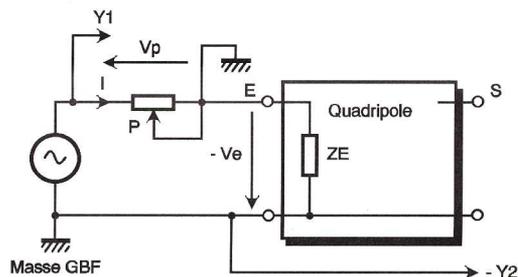


Fig 2 Cette fois c'est ZE qui est en court circuit par la ligne de terre du réseau

connexion de masse, ainsi que celles du générateur et de l'oscilloscope peuvent être reliées entre elles sans que cela n'entraîne de problème cette fois.

La sonde différentielle

Le schéma structurel de celle-ci est présenté à la **figure 5**. Ses 2 entrées sont matérialisées par les bornes d'entrée P1 et P2, respectivement non inverseuse et inverseuse. Avec l'inverseur double K_1 , on sélectionne le mode de couplage souhaité : continu (DC) ou alternatif (AC) lorsque K_1 est ouvert. Dans ce dernier cas, la composante continue des signaux est arrêtée par les condensateurs C_1 et C_2 . Les résistances R_1 et R_2 assurent la décharge des condensateurs d'entrée. Leur valeur commune est élevée (1 M Ω) afin que l'impédance des 2 entrées de la sonde ne charge pas les composants auxquels elles sont connectées.

de composants à 1% que l'on pourra en plus trier à l'ohmmètre pour bien les appairer. Le signal de sortie de la sonde différentielle est disponible entre les bornes P4 et P5. C'est ce signal, référencé par rapport à la masse, que l'on applique à l'entrée de l'oscilloscope. Pour compenser la présence d'une éventuelle tension de décalage (offset) au niveau de la sortie, on impose un potentiel réglable par AJ_1 (à travers la résistance R_9) sur l'entrée non inverseuse de IC_{1c} . Les deux diodes D_5 et D_6 limitent les variations de cette compensation lorsque l'usure des piles fait chuter la tension qu'elles délivrent. L'alimentation de cette sonde est confiée à 2 piles de 12V, de type bâton A23. De cette façon, le montage devient autonome et, comme sa taille, piles comprises, reste modeste, on peut l'insérer dans un boîtier plastique de taille modeste de type HEILAND. Malgré une consommation assez réduite, la présence d'un interrupteur est nécessaire pour ne pas décharger les piles inutilement. Ce rôle est tenu par l'interrupteur double K_2 .

Réalisation pratique

L'ensemble des éléments de la sonde, supports de piles et inverseurs compris, trouve place sur le

typon donné à la figure 6. L'implantation des différents composants devra respecter l'implantation visible à la figure 7. Seules les résistances R_5 à R_8 doivent être triées dans un lot de composants à 1%. Les autres sont des modèles courant 1/4W, 5%. On commencera le câblage par les composants les moins épais et on le terminera par les plus volumineux. En insérant plusieurs composants de même épaisseur simultanément, on peut ensuite les souder tous à la suite les uns des autres après avoir retourné le circuit imprimé. En adoptant cette technique, tous les composants restent plaqués contre le circuit imprimé, ce qui donne un aspect professionnel au montage une fois terminé.

Les entrées et sorties de la sonde sont munies de cosses poignard auxquelles on peut relier, suivant le cas, soit des fils coaxiaux soit des douilles femelles pour châssis que l'on fixe directement sur le boîtier. La solution adoptée dépend de la façon de travailler de chacun et de la connectique habituellement utilisée.

Une fois le câblage terminé et vérifié, on monte le quadruple AOP TL084 dans son support en respectant l'orientation visible figure 7, puis on dispose les piles dans leurs

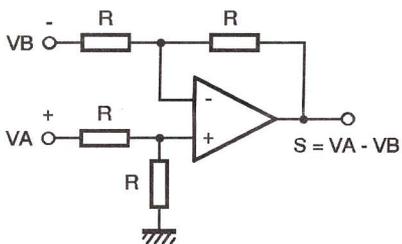


Fig 4 Schéma structurel du soustracteur

supports et on bascule K_2 en position "marche". Pour régler AJ_1 , il convient de relier les bornes de sortie de la sonde à l'une des entrées verticales de l'oscilloscope en utilisant le mode de couplage continu (DC) et une sensibilité de 5 ou 10mV par division. Un voltmètre continu (calibre 200mV) placé entre les bornes de sortie P4 et P5 peut aussi faire l'affaire. Après avoir pris soin de placer K_1 en mode DC (levier vers la droite), on relie les bornes d'entrée P1 et P2 à la borne de masse P3. Puisque les entrées reçoivent une tension nulle, on doit s'arranger pour régler AJ_1 de façon à ce que la déviation verticale de l'oscilloscope ou l'indication du voltmètre soit nulle, preuve que la tension d'offset est bien compensée.

L'utilisation de la sonde a déjà été évoquée au travers de la figure 3 pour une tension non référencée par rapport à la masse qui est le mode de travail habituel de cet instrument. La sonde peut, bien entendu, servir aussi lorsque les tensions à observer sont définies par rapport à la masse du montage. Il suffit dans ce cas de relier l'entrée inverseuse (P2) à la masse. On peut profiter de ce type de mesure pour vérifier que la sonde n'introduit aucune amplification ni atténuation

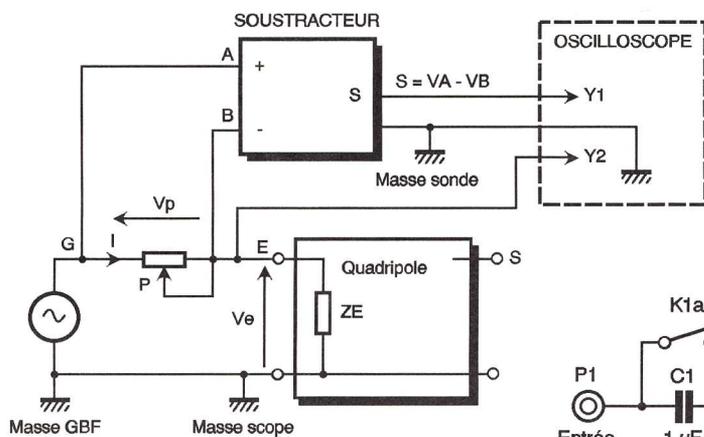


Fig 3 Utilisation d'un soustracteur

des signaux qu'elle reçoit. Pour ce contrôle, le signal appliqué à l'oscilloscope à travers la sonde doit aussi être appliqué à la seconde voie de l'oscilloscope (avec le même calibre). En comparant les amplitudes des deux signaux présents sur l'écran, on voit tout de suite si l'appairage des résistances R_5 à R_8 est satisfaisant ou pas.

Pour inverser la phase d'un signal, il suffit d'invertir le rôle tenu par les bornes d'entrée P1 et P2. Cette option est intéressante si l'oscilloscope que l'on a à sa disposition est un modèle ancien ne proposant pas l'inversion des signaux. En raisonnant sur la situation évoquée à la figure 1 par exemple, et en faisant abstraction des problèmes de masse que nous avons mis en lumière qui font que ce montage ne peut fonc-

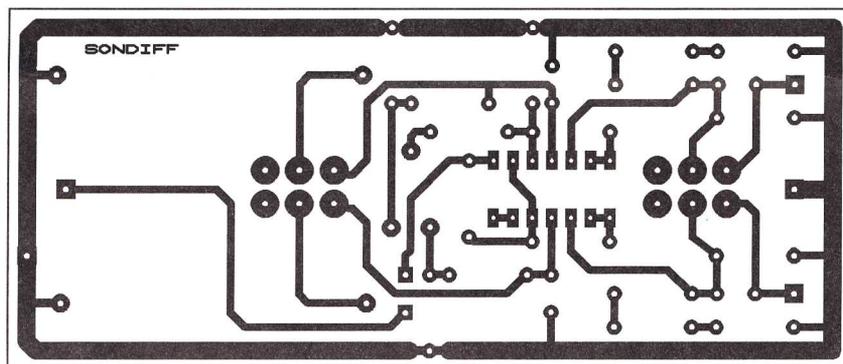


Fig 6 Tracé du circuit imprimé

tionner en l'état, il est évident que la tension V_p dont l'expression est $V_p = -PI$ donne une image du courant I qui est en opposition de phase par rapport à la réalité du fait de la présence du signe "moins" dans son expression. Pour obtenir une image du courant (+) I correcte, on compense l'inversion de phase précédente en effectuant une deuxième inversion (moins x moins = plus)

grâce à la sonde (P1 et P3 réunies à la masse du scope et P2 reliée à la borne gauche de la résistance variable P). Cette solution fonctionne très bien d'ailleurs lorsque l'un des appareils, GBF (fait "maison") ou oscilloscope (plus rare) n'a pas sa masse reliée à la terre. Aucune atténuation n'étant prévue dans ce montage, il est totalement

exclu de s'en servir pour travailler sur le secteur 220V et encore moins sur le réseau triphasé. Cette sonde est uniquement destinée à des mesures sur des signaux dont l'amplitude est inférieure à 12V ce qui répond à la majorité des situations que l'on rencontre dans le "laboratoire" de l'amateur.

F. JONGBLOET

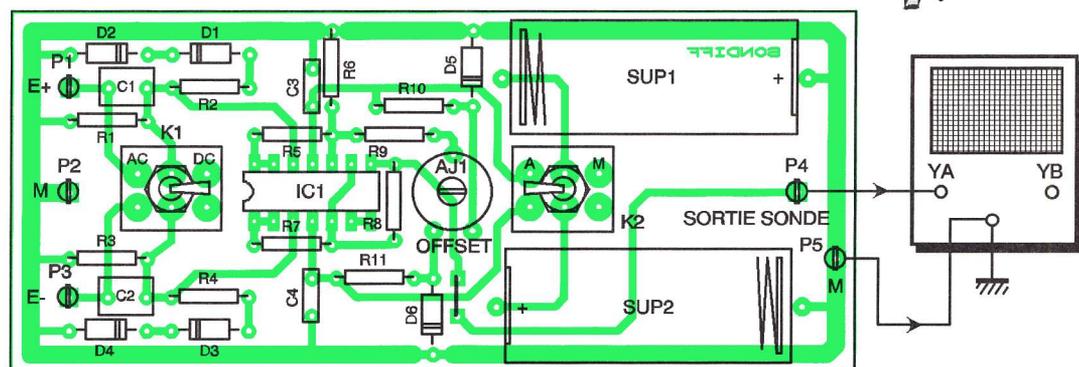


Fig 7

Implantation des éléments

Fig 5 Schéma de principe de la sonde

NOMENCLATURE

- R_1, R_3, R_9 : 1 M Ω (marron, noir, vert)
- R_2, R_7 : 4,7 k Ω (jaune, violet, rouge)
- R_5 à R_8 : 10 k Ω 1% (marron, noir, noir, rouge)
- R_{10}, R_{11} : 10 k Ω (marron, noir, orange)
- AJ_1 : ajustable horizontal 10 k Ω pas 5,08 PIHER
- C_1, C_2 : 1 μ F/63V milfeuil
- C_3, C_4 : 100 nF/63V milfeuil
- IC_1 : TL084 quadruple AOP
- D_1 à D_4 : zéner BZX85C 12V
- D_5, D_6 : diodes 1N4148
- K_1, K_2 : inverseurs 2 circuits 2 positions diamètre 6,35mm
- 1 support pour circuit intégré 14 pattes dual in line
- 5 cosses poignard
- 2 supports pour pile 12V type A23
- 1 boîtier HEILAND



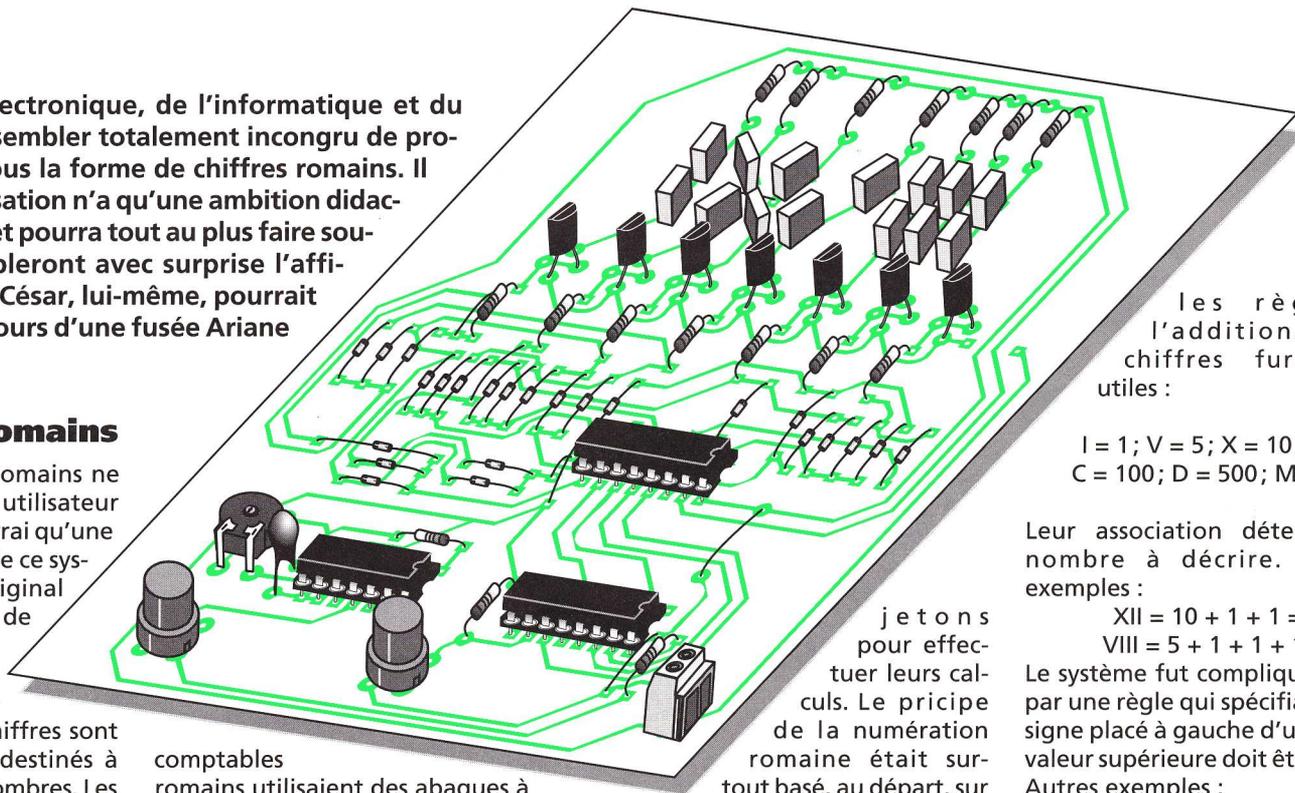
Un comptage en chiffres romains

A l'ère du tout électronique, de l'informatique et du binaire, il peut sembler totalement incongru de proposer un comptage sous la forme de chiffres romains. Il est vrai que cette réalisation n'a qu'une ambition didactique ou anecdotique et pourra tout au plus faire sourire ceux qui contempleront avec surprise l'affichage en action. Jules César, lui-même, pourrait suivre le compte à rebours d'une fusée Ariane s'il nous revenait !

Les chiffres romains

A l'origine, les chiffres romains ne permettaient pas à leur utilisateur de faire des calculs. Il est vrai qu'une simple addition à l'aide de ce système de comptage si original n'est guère pratique. Et, de plus, on sait déjà que le chiffre zéro n'existait pas dans le système d'écriture romain. Ces chiffres sont donc plutôt des signes destinés à indiquer et à retenir les nombres. Les

comptables romains utilisaient des abaques à



Les règles de l'addition. Peu de chiffres furent donc utiles :

I = 1; V = 5; X = 10; L = 50;
C = 100; D = 500; M = 1000

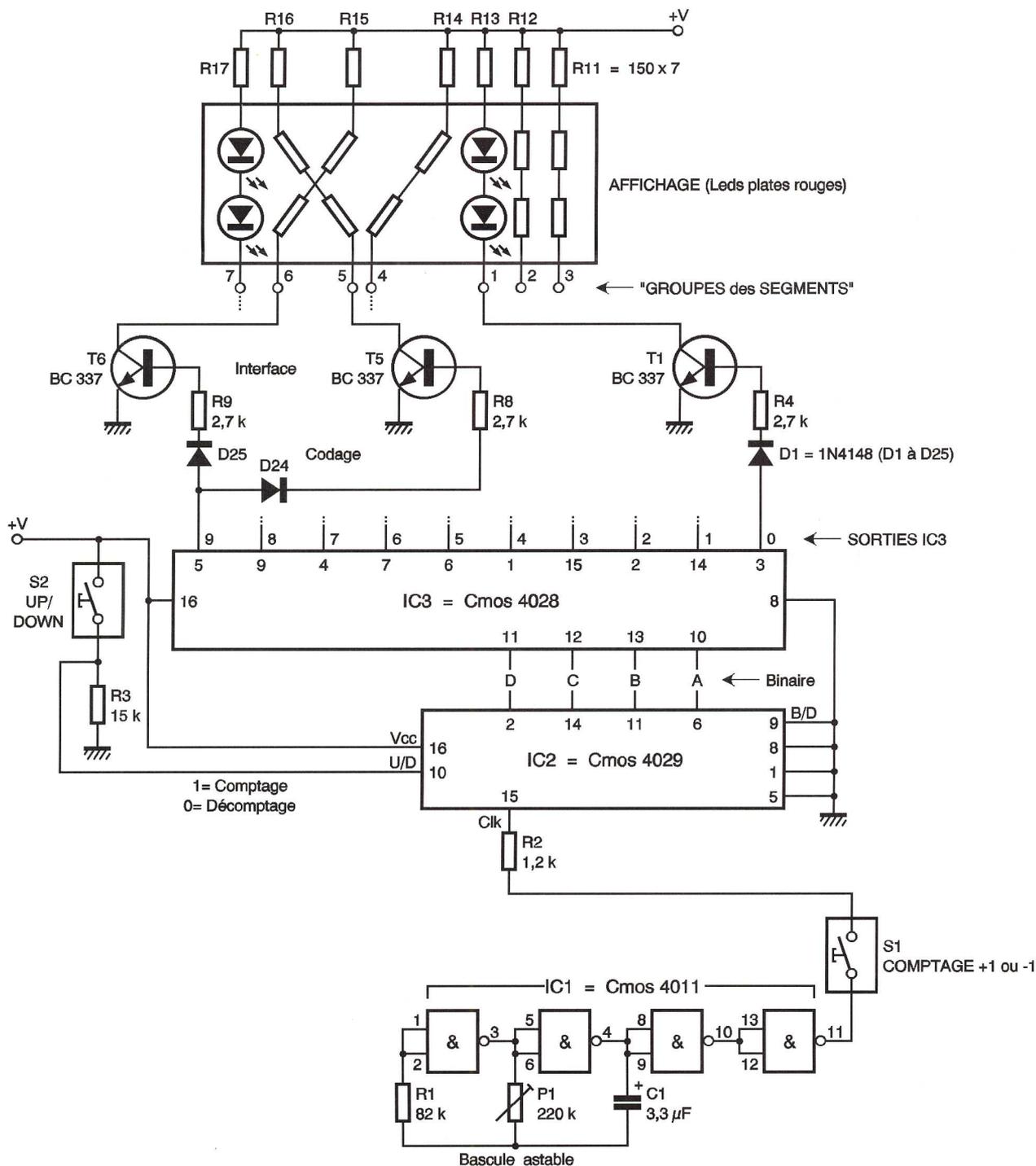
Leur association déterminera le nombre à décrire. Quelques exemples :

XII = 10 + 1 + 1 = 12
VIII = 5 + 1 + 1 + 1 = 8

Le système fut compliqué plus tard par une règle qui spécifiait que tout signe placé à gauche d'un chiffre de valeur supérieure doit être soustrait. Autres exemples :

IX = 10 - 1 = 9
IV = 5 - 1 = 4
XC = 100 - 10 = 90
(au lieu de LXXXX)

Il peut certes sembler curieux que les romains, si évolués dans un bon nombre de domaines, n'aient pas disposé d'un système de comptage plus pratique et surtout plus logique.



Principe du montage

A l'instar du classique afficheur à 7 segments, nous souhaitons pouvoir faire apparaître les chiffres romains de 1 à 10, le zéro n'existait pas à l'époque pour eux. Même sur un composant alphanumérique unique, il n'aurait pas été possible de le faire aisément. A l'aide de quelques diodes électroluminescentes rouges, plates et rectangulaires, nous parviendrons à reconstituer tous chiffres romains de I à X. Nous espérons également pouvoir les incrémenter ou décrémenter notre compteur spécial, c'est à dire compter vers le haut ou décompter vers le bas. A l'aide d'un générateur d'impulsions bien régulières, nous pourrions nous affranchir des inévitables rebonds ou commandes instables. Le célèbre compteur C/MOS 4029 sera, bien entendu, retenu associé à un décodeur spécial auquel il nous faudra adjoindre quelques diodes de codage.

Analyse du schéma électronique

On trouvera sur le tableau 1 regroupant les diverses combinaisons à obtenir. En partant du chiffre

Fig 1

Schéma de principe simplifié

romain, on devine le groupe de LED plates à valider. En fait, il suffit de suivre l'une des 10 sorties du décodeur IC₃ utilisé ici. Pour plus de détails, analysons le schéma électronique proposé sur la **figure 1**. Le groupe afficheur comporte 7 groupes de 2 LED plates disposées en série d'une manière particulière pour reconstituer les chiffres romains de I à X. Chaque ensemble de deux LED nécessite une résistance de limitation, de R₁₁ à R₁₇ sur le schéma. L'alimentation sera confiée à une simple pile de 9V pour un fonctionnement occasionnel ou à une alimentation sur le secteur pour une durée plus longue.

la broche 10 de IC₂ (commande UP/DOWN) se trouve au niveau bas à travers la résistance R₃. A cet instant, le compteur décompte en arrière, de X à I pour notre maquette. Les sorties binaires du circuit IC₂ sont au nombre de 4 sur les broches 6, 11, 14 et 2.

Il nous reste à présent à convertir ce code BCD en un code décimal d'abord, puisqu'il n'existe bien entendu aucun codeur direct binaire vers romain ! Le circuit IC₃, portant la référence C/MOS 4028 se chargera de ce travail; il délivre donc 10 sorties successives qu'il restera à relier sur les 7 broches de notre afficheur

devrons valider les groupes 5 et 6 à l'aide de la dernière sortie de IC₃. Sur la broche 5 de ce circuit, on trouve

le poussoir S₂ occasionne un comptage progressif. Enfin, un tronçon de Plexiglas rouge donnera une

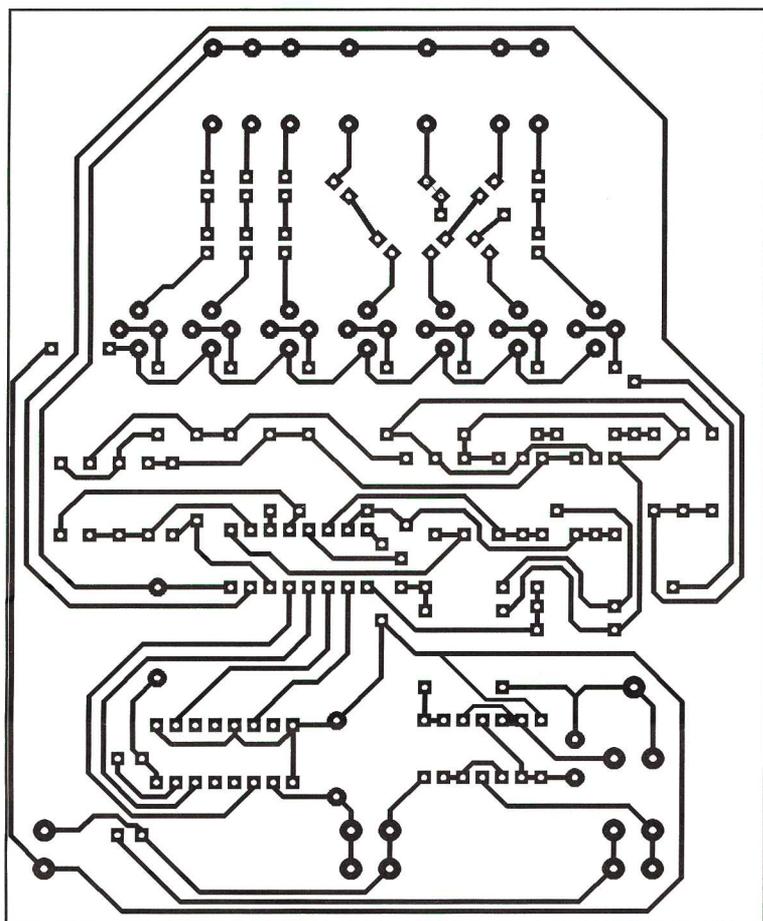


Fig 2 Tracé du circuit imprimé

Le générateur astable construit autour de quelques portes NAND délivre une succession de fronts positifs qui seront acheminés à travers le poussoir S₁ et la résistance R₂ sur l'entrée horloge 15 du célèbre compteur/décompteur C/MOS 4029. Nous avons choisi de compter en mode binaire en portant la broche 9 au niveau bas, ainsi d'ailleurs que les entrées CARRY IN (5) et PRESET ENABLE (1). Quant au sens du comptage, il suffit d'utiliser ou non le poussoir S₂; s'il n'est pas actionné,

selon les indications du **tableau 1** déjà évoqué. En raison du faible courant délivré par chacune des sorties de IC₃, il sera indispensable de prévoir un transistor pour chacun des 7 groupes de LED (T₁ à T₇).

Le point le plus fastidieux consiste à mettre en place de nombreuses diodes de codage pour réaliser l'alimentation des diverses LED en fonction du chiffre souhaité. Ainsi par exemple, pour faire apparaître le chiffre 10, X en romain, nous

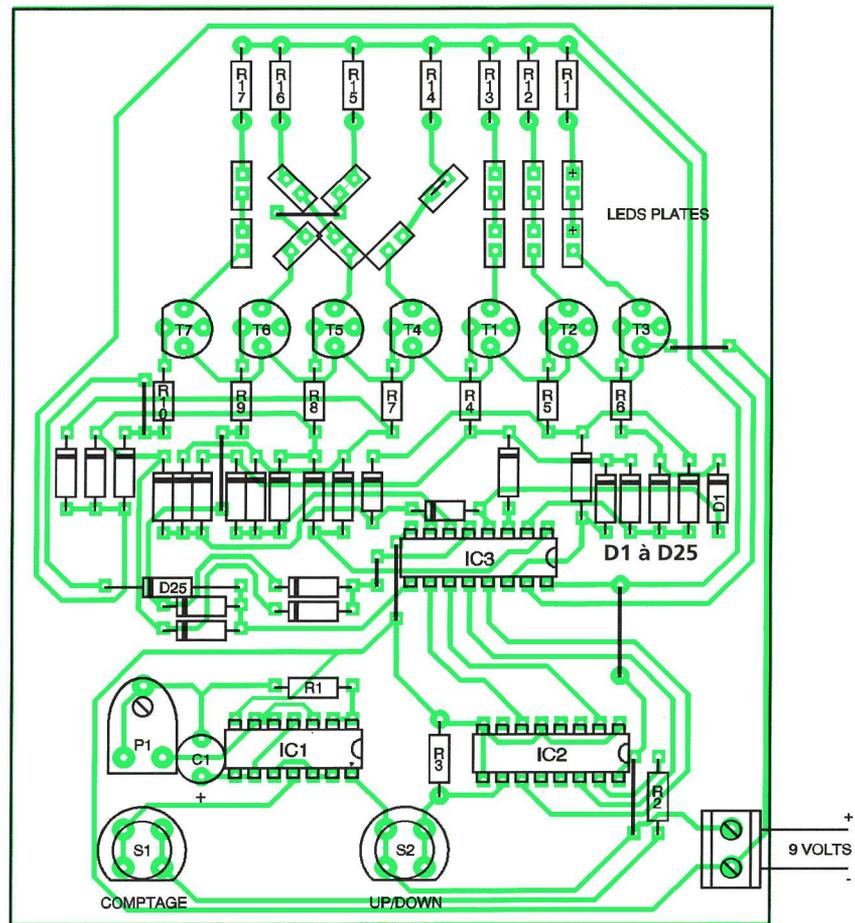


Fig 3 Implantation des éléments

donc les diodes D₂₄ et D₂₅ chargées de piloter respectivement les transistors T₅ et T₆ à travers les résistances de base R₈ et R₉. Toutes les diodes ne figurent pas sur notre schéma pour ne pas le rendre illisible.

meilleure visibilité à cet afficheur hors du commun et totalement anachronique.

G. ISABEL



Réalisation pratique

Le tracé des pistes de cuivre est donné sur la **figure 2**, à l'échelle 1. Une reproduction à l'aide de la méthode photographique reste la meilleure solution. On veillera à mettre dans le bon sens les nombreuses diodes de codage et les transistors. Bien entendu, les diodes LED plates en série méritent également toute votre attention. Quelques straps ne seront pas oubliés, notamment sous le chiffre X romain. L'ajustable P₁ détermine la vitesse de défilement des chiffres, à la condition d'actionner en permanence le poussoir S₁. Une pression simultanée sur

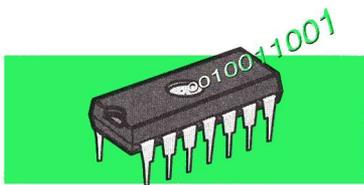
NOMENCLATURE

- IC₁ : quadruple NAND C/MOS 4011
- IC₂ : compteur/décompteur 4 bits C/MOS 4029
- IC₃ : décodeur BCD/décimal C/MOS 4028
- T₁ à T₇ : transistors NPN BC337 ou équivalent
- D₁ à D₂₅ : diodes commutation 1N4148
- 14 LED plates rouges rectangulaires
- R₁ : 82 kΩ 1/4 W
- R₂ : 1,2 kΩ 1/4 W
- R₃ : 15 kΩ 1/4 W
- R₄ à R₁₀ : 2,7 kΩ 1/4 W
- R₁₁ à R₁₇ : 150 Ω 1/4 W
- P₁ : ajustable horizontal 220 kΩ, pas de 2,54 mm
- C₁ : 3,3 μF/35V chimique tantale
- 1 support à souder
- 14 broches
- 2 supports à souder
- 16 broches
- 2 poussoirs miniatures à fermeture pour C.I.
- 1 bloc de 2 bornes vissésoudé, pas de 5 mm
- 1 écran de Plexiglas rouge (50x20 mm environ)

Sortie de IC ₃	Broche de IC ₃	Binaire D C B A	ROMAIN	Groupes de LED
S0	3	0000	I	1
S1	14	0001	II	1 + 2
S2	2	0010	III	1 + 2 + 3
S3	15	0011	IV	7 + 5 + 4
S4	1	0100	V	5 + 4
S5	6	0101	VI	5 + 4 + 1
S6	7	0110	VII	5 + 4 + 1 + 2
S7	4	0111	VIII	5 + 4 + 1 + 2 + 3
S8	9	1000	IX	5 + 6 + 7
S9	5	1001	X	5 + 6

tableau 1

Principe du codage de l'afficheur



Apprenez les microcontrôleurs avec le Basic Stamp 6° partie

Nous poursuivons aujourd'hui la présentation des quelques instructions arithmétiques du Basic Stamp qui nous restent à voir puis nous aborderons des notions plus importantes avec les boucles et les instructions d'entrées/sorties. Comme d'habitude, de petits programmes vont vous permettre de vérifier nos dires et d'expérimenter alors, si ce n'est pas déjà fait, connectez votre platine d'expérimentation (décrite dans notre n° 15 rappelons-le) à votre PC et lancez Stampw.

Les instructions arithmétiques particulières

Ces instructions occupent le bas du tableau 2 publié le mois dernier et s'avèrent d'abord moins évidentes que celles que nous avons déjà vues. Elles sont pourtant très utiles comme nous le verrons dans certains programmes objets de la suite de cette étude.

Multiplication partielle

Cet opérateur très particulier permet, dans une certaine mesure, de compenser l'absence de possibilité de calcul en virgule flottante du Basic Stamp. Il fournit en effet les 16 bits "du milieu" du résultat sur 32 bits de la multiplication de deux nombres de 16 bits. Cela a pour effet de multiplier le multiplicande par un multiplicateur constitué d'une partie entière et d'une partie décimale. La partie entière est représentée par les 8 bits de poids forts du multiplicateur et peut donc être comprise entre 0 et 255 (décimal) alors que la partie décimale est constituée par les 8 bits de poids faibles de ce même multiplicateur. Elle peut varier, elle aussi, de 0 à 255 mais le pas n'est plus de 1 mais de 1/256. Voici un exemple qui va vous permettre de comprendre facilement comment mettre en pratique cette bien curieuse instruction.

```
w1 = 100
w2 = w1 * $0180
debug ? w2
```

Si vous exécutez ce petit programme vous obtiendrez comme résultat : w2 = 150

En effet, le multiplicande est ici w1 soit 100. Le multiplicateur, quant à lui, que nous avons volontairement noté en hexadécimal pour bien montrer sa décomposition en deux groupes de 8 bits, est constitué d'une partie entière égale à 1 puisque les 8 bits de poids forts sont 01. Sa partie décimale est égale à 80 (en hexadécimal) soit encore 128 en décimal. Elle vaut donc 128 x 1/256

soit encore 0,5. Notre instruction * / réalise donc la multiplication de 100 par 1,5 ce qui donne bien un résultat de 150.

Evidemment cela demande un peu de réflexion au niveau de la détermination du multiplicateur qu'il vaut mieux exprimer d'ailleurs en hexadécimal car c'est plus "visuel". Voici un autre exemple mais traité dans l'autre sens, c'est à dire montrant comment déterminer le multiplicateur à utiliser connaissant le nombre décimal par lequel on veut multiplier. Soit le célèbre PI ce nombre, et sa valeur approchée 3,14. La partie entière vaut 3 ce qui constitue donc les 8 bits de poids forts du multiplicateur. La partie décimale vaut 0,14 ce qui, multiplié

par 256, nous donne 36 en décimal soit 24 en hexadécimal. Notre multiplicateur vaut donc \$0324. Pour le vérifier exécutez le programme suivant :

```
w1 = 100
w2 = w1 * $0324
debug ? w2
```

Et vous constaterez que vous obtenez comme résultat : w2 = 314.

Valeur limite inférieure

Cette instruction n'a aucun équivalent dans notre arithmétique classique mais s'avère très utile pour un microcontrôleur. Elle s'utilise de la façon suivante :

Variable MIN limite
Variable est le nom de la variable sur laquelle l'instruction MIN va s'appliquer alors que limite est un entier non signé codé sur 16 bits. Le fonctionnement de l'instruction est le suivant :



- tant que la valeur de la variable est inférieure à la limite ainsi définie, l'instruction réalise variable = limite, - dès que la variable est supérieure ou égale à la limite, la variable n'est plus modifiée par l'instruction.

Pour vérifier ce comportement, il suffit d'exécuter le court programme que voici :

```
w1 = 1000
w2 = w1 MIN 20
debug ? w2
```

Lancez son exécution plusieurs fois de suite en donnant à w1 des valeurs supérieures, égales ou inférieures à la limite 20 choisie pour constater que l'on obtient bien le comportement annoncé.

Valeur limite supérieure

Après avoir lu ce qui précède, il n'est pas besoin d'être expert en programmation pour comprendre que cette instruction fonctionne de la même manière mais en limitant une valeur à un maximum déterminé. Elle s'utilise évidemment comme

seul en vous inspirant du modèle utilisé pour MIN.

Extraction de chiffres

Cette instruction, extrêmement pratique, permet d'extraire un chiffre donné d'un nombre comportant un maximum de cinq chiffres. Elle s'utilise de la façon suivante :

Variable DIG N où N est compris entre 0 et 4

Le chiffre 0 est le chiffre de poids faible et le chiffre 4 est celui de poids fort. L'exemple ci-dessous permet de le vérifier :

```
w1 = 9876
w2 = w1 DIG 2
debug ? w2
```

L'exécution de ce programme fait afficher w2 = 8 qui est bien le troisième chiffre en partant de la droite (poids faibles) de w1.

Décalage à gauche

Cette instruction, notée <<, peut être considérée tout à la fois comme une instruction arithmétique ou comme une instruction logique. Elle a en effet pour fonction de décaler vers la gauche (c'est à dire dans le sens de la flèche symbolisée par les signes inférieur à) d'un certain nombre de bits l'opérande spécifié. Elle fonctionne sur des mots codés sur 16 bits et s'utilise de la façon suivante :

variable << nombre_de_bits
Variable est le nom de la variable sur laquelle va s'appliquer l'instruction tandis que nombre_de_bits est un nom de constante ou de variable ou une donnée numérique directe indiquant de combien de bits effectuer le décalage. Comme le montre la figure 1, les bits décalés sur la gauche sont perdus alors que les places libérées sur la droite sont remplies par des bits à 0.

D'un point de vue logique ou électronique, une telle instruction permet de faire de la conversion parallèle/série comme un vulgaire registre à décalage logique des

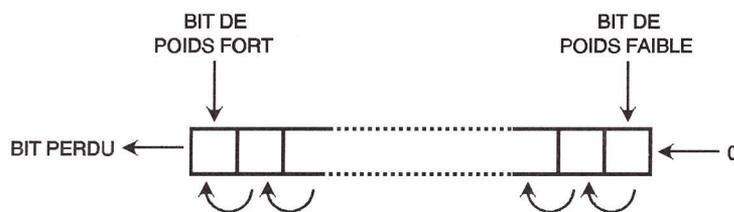


Fig 1

Principe de fonctionnement du décalage à gauche

MIN sous la forme :
Variable MAX limite
Comme pour MIN, limite est un entier non signé codé sur 16 bits. Le fonctionnement de l'instruction est le suivant :

- tant que la valeur de la variable est supérieure à la limite ainsi définie, l'instruction réalise variable = limite, - dès que la variable est inférieure ou égale à la limite, la variable n'est plus modifiée par l'instruction.

Nous vous faisons grâce de l'exemple de programme que vous serez parfaitement à même d'écrire

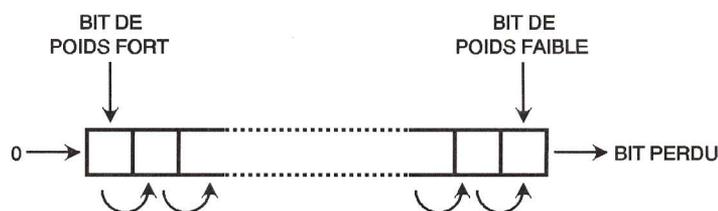


Fig 2

Principe de fonctionnement du décalage à droite

séries 7400 ou 4000. D'un point de vue arithmétique, l'exécution d'une telle instruction équivaut à multiplier la valeur de la variable par 2^N ; N étant le nombre de bits de décalage. En voici la démonstration avec ce court programme.

```
w1 = 1200
w2 = w1 << 3
debug ? w2
```

Son exécution fait afficher w2 = 9600 ce qui correspond bien à 1200 multiplié par 2^3 soit 8. Mais si vous voulez une vérification "électronique" de son fonctionnement, rien ne vous empêche d'écrire :

```
w1 = % 0000010010110000
w2 = w1 << 3
debug BIN16 ? w2
```

Son exécution vous permet de constater de visu que les bits de w1 ont bien été décalés de trois positions vers la gauche et que le vide ainsi produit a été rempli par des bits à zéro. Notez à ce propos que nous avons utilisé le formateur BIN16 dans l'instruction debug afin que le décalage réalisé soit bien mis en évidence. En effet, ce dernier ordonne à debug d'afficher la donnée en binaire (comme le formateur BIN) mais impérativement sur 16 chiffres à cause du 16. Dans le cas contraire, c'est à dire avec un simple debug BIN, l'affichage de w2 aurait commencé au premier chiffre à 1 puisque, par défaut, les 0 non significatifs ne sont pas affichés.

■ Décalage à droite

Compte tenu de la symbolique de cette instruction (>>), il est évident qu'elle réalise la même opération que la précédente mais dans l'autre sens. Elle décale donc les bits de la variable choisie vers la droite. Ici aussi les bits décalés sont perdus et les places libérées sont remplies par des bits à zéro comme le montre la figure 2.

D'un point de vue logique ou électronique, elle fait la même opération que l'instruction précédente c'est à dire de la conversion parallèle/série mais en faisant "sortir" les bits de poids faible en premier.

D'un point de vue arithmétique, elle divise la valeur de la variable par 2^N où N est ici aussi le nombre de bits de décalage.

Nous vous laissons le soin de le vérifier au moyen d'un programme de test analogue au précédent, ce qui ne présente aucune difficulté particulière.

■ Retournement bit à bit (miroir)

Cette instruction, bien que classée avec les arithmétiques, est à usage essentiellement logique ou électronique. Elle extrait en effet un certain nombre de bits d'une variable qui peut en comporter jusqu'à 16 et inverse leur ordre. Elle s'utilise de la façon suivante :

```
Variable REV N où N indique le
nombre de bits à extraire et à
inverser en partant du bit le plus à droite
c'est à dire du bit de poids faible.
Plutôt que de vous faire de longs discours,
nous vous proposons d'examiner la figure 3
pour bien comprendre le mode de fonctionnement
de cette instruction. Et si vous voulez
constater son effet de visu, il vous
```

suffit d'écrire, par exemple :

```
w1 = % 10010011
w2 = w1 REV 4
debug BIN ? w2
```

pour voir immédiatement l'effet produit.

■ Les instructions logiques

Pouvant être classées à la fois parmi les instructions arithmétiques ou les instructions logiques, nous avons regroupé les trois classiques que sont ET, OU et OU exclusif. Ces trois instructions utilisent en effet la même syntaxe, au symbole près bien sûr, et peuvent travailler sur les mêmes types de variables à savoir des mots de 16 bits. Elles réalisent toutes les trois l'opération logique spécifiée, bit par bit, sur les variables utilisées et s'utilisent de la façon suivante :

```
Variable_3 = Variable_2 Instruction
Variable_1
```

Le résultat de l'opération logique réalisée sur Variable_1 et Variable_2 étant, dans ce cas, placé dans Variable_3.

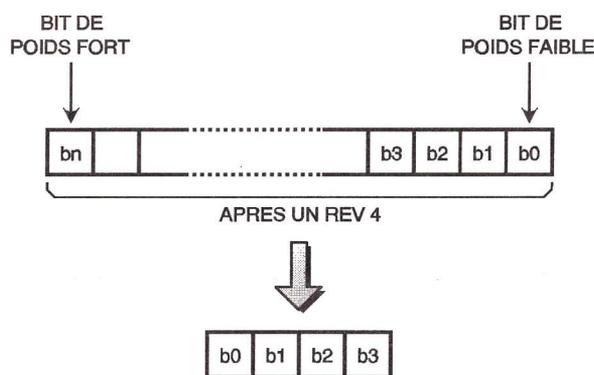


Fig 3

Principe de l'instruction REV

Si la logique n'est pas votre tasse de thé, nous vous invitons à regarder les tableaux 1, 2 et 3 qui rappellent les tables de vérité de ces trois instructions qui fonctionnent, bien évidemment, comme les circuits logiques de mêmes noms. Rappelons aussi, pour les non anglophones, que le ET se dit AND, le OU se dit OR et le OU exclusif se dit XOR dans la langue de Shakespeare.

Ceci met un terme à cette présentation des instructions arithmétiques et logiques supportées par le Basic Stamp et nous pouvons donc maintenant entrer un peu plus dans le vif du sujet de la programmation avec...

■ Les boucles

Un programme doit très souvent réaliser des tâches répétitives et, plutôt que d'écrire les instructions correspondantes un grand nombre de fois, on fait appel à ce que l'on appelle des boucles. Tous les langages de programmation disposent d'au moins une instruction de boucle et le Basic Stamp ne fait pas exception à cette règle en proposant le couple très répandu FOR - NEXT. Cette instruction s'utilise de la façon

suivante :

```
FOR Variable = Début TO Fin
Un nombre quelconque d'instructions
NEXT
```

Elle fonctionne sur le principe très simple que voici. La variable utilisée, appelée variable de boucle, est rendue égale à la valeur "Début" au niveau de l'instruction FOR. Les instructions comprises entre FOR et NEXT sont ensuite exécutées une fois. Au niveau de l'instruction NEXT la variable de boucle est augmentée d'une unité puis elle est comparée à la valeur "Fin". Si elle est inférieure ou égale à "Fin" le même processus se répète, à savoir exécution des instructions entre FOR et NEXT et incrémentation de la variable de boucle. Lorsque la variable de boucle devient supérieure à la valeur "Fin", la boucle est terminée et le programme continue son exécution avec l'instruction qui suit immédiatement l'instruction NEXT. Voici un exemple pratique qui ne sert à rien sinon à visualiser l'évolution de la variable de boucle :

```
Varboucle VAR byte
FOR Varboucle = 1 to 9
Debug ? Varboucle
NEXT
```

Son exécution fait afficher la suite

A	B	Résultat
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Tableau 1 Table de vérité de la fonction logique ET (AND)

A	B	Résultat
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Tableau 2 Table de vérité de la fonction logique OU (OR)

A	B	Résultat
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Tableau 3 Table de vérité de la fonction logique OU exclusif (XOR)

impairs en partant de un. Enfin, pour en terminer avec les possibilités cachées de cette instruction d'aspect pourtant banal, sachez que le Basic Stamp est capable de comparer seul les valeurs de "Début" et de "Fin" et d'en déduire le signe de "Pas". Ainsi, il est inutile (et même interdit d'ailleurs) de spécifier un signe moins devant "Pas". C'est l'interpréteur du Basic Stamp qui comprend tout seul si le pas doit être positif ou négatif compte tenu des valeurs relatives de "Début" et de "Fin". Ainsi, l'exemple suivant fonctionne-t-il très bien :

```
Varboucle VAR byte
FOR Varboucle = 9 to 1
Debug ? Varboucle
```

NEXT
Il fait en effet afficher les chiffres de 9 à 1 dans cet ordre, utilisant ainsi automatiquement un pas de boucle égal à -1.

■ Notre premier montage à microcontrôleur

Après ces préliminaires indispensables et même s'il nous reste encore de nombreuses instructions à voir, nous disposons de suffisamment de matière pour commencer à réaliser des programmes pouvant interagir avec le monde extérieur.

Dès notre prochain numéro, nous examinerons donc une ou deux instructions d'entrées/sorties ce qui nous permettra, à partir de notre platine d'expérimentation, de réaliser notre premier montage réellement piloté par un microcontrôleur. Nous commencerons par un simple et banal clignotant dont le comportement se modifie lorsque l'on agit sur un poussoir et, en découvrant de nouvelles instructions, nous le ferons évoluer jusqu'à un automate pour feux tricolores de carrefour que vous pourrez utiliser, par exemple, pour animer un réseau de trains miniatures.

C. TAVERNIER



Un récepteur à galène.

Le fonctionnement des tubes à limailles de Branly, qui constituent des radioconducteurs simples, repose sur l'emploi de contacts imparfaits. Si les effets sont visibles et apparemment maîtrisés, il en va tout autrement des fondements théoriques liés à ce type de contact. Ce n'est que plus tard, avec l'emploi de cohérents auto-décohérents, que les expérimentateurs travaillant sur les cristaux de galène découvrent que les limailles non cohérentes permettent une conduction non symétrique, tels une diode.

La galène.

Le trembleur mécanique que nécessite le tube de Branly pour la réception des signaux en code Morse est encore loin d'être pratique même s'il est parfaitement capable de rendre les services qu'on leur assigne. D'autres dispositifs sont alors étu-

diés afin de ne plus recourir à une quelconque action mécanique, comme le détecteur électrolytique du capitaine Ferrié. Entre autres observations, le constat fut fait qu'un contact imparfait s'avère capable de redresser un courant alternatif récolté par l'antenne, et faire ainsi office de détecteur. En appliquant légèrement la pointe d'une aiguille métallique sur un disque qui est lui aussi métallique, on obtient déjà quelques résultats. Mais en remplaçant ce dernier par une autre composition métallique

Fabriquer de la galène.

telle que la pyrite de fer ou le cuivre oxydé, le redressement devient nettement meilleur. C'est en expérimentant diverses compositions, dont le sulfure de plomb, qu'il est constaté que les signaux radioélectriques peuvent être captés avec une très bonne intensité. Pour fabriquer des cristaux de galènes, commencez par rassembler un tube à essais résistant au chauffage, une pince à tubes en bois, des lunettes de protection, une chaufferette à alcool, du soufre en fleur et des copeaux de plomb (figure 1). Le tube à essais et la chaufferette employés pour cette expérience sont extraits d'une boîte d'initiation à la chimie (pour des raisons de sécurité). Le recours à tout autre système vous expose à des risques graves, hormis dans le cadre d'une expérimentation en salle de science physique, sur les paillasses et en présence du professeur responsable des lieux. Si vous ne disposez pas de plomb en copeaux, commencez par râper un bloc ou un tuyau en plomb. Ces derniers doivent être aussi propres que possible afin de ne pas ajouter des impuretés au mélange.

Mélangez ensuite une quantité égale de plomb et de soufre, que vous placez dans le tube à essais (figure 2). Rendez-vous ensuite dans un local parfaitement aéré et ventilé, puis placez le matériel sur une surface ou un plateau carrelé. Si vous utilisez une chaufferette à alcool, vérifiez qu'elle est propre, remplie seulement au tiers. Si vous devez la remplir, faites-le dans un autre local puis rangez la bouteille d'alcool. Serrez ensuite le tube à l'aide d'une pince en bois, mettez les lunettes de protection, puis allumez la chaufferette (figure 3). Si vous devez tenir le tube au-dessus de la flamme à la main, gardez le bras tendu et n'approchez pas votre visage.

La liste de ces conseils peut paraître un peu longue mais nous vous

Fig 4

Préparation du bobinage

déconseillons fermement de passer outre ces recommandations élémentaires.

En chauffant, s'opère en fusant la combinaison chimique du métal-loïde (le soufre) et du métal (le plomb). Au moment de cette fusion, retirez le tube de la flamme puis laissez refroidir une heure.

faites fondre un peu d'étain avec un fer à souder, puis tout en chauffant cette cosse, versez les cristaux. Pour ceux qui sont quelque peu rebutés par ces manipulations, sachez qu'on trouve de la galène à l'état naturel sous la forme de petits blocs compacts plus ou moins gros dont vous pourrez extraire la quantité qui vous est nécessaire. Pour vous en procurer, il suffit de vous rendre dans les commerces spécialisés dans la vente des minéraux.

Construction du récepteur.

Ce récepteur est en fait un appareil tout à fait basique puisqu'il se compose d'une bobine, d'un détecteur à galène et d'un écouteur. Pour construire la bobine, commencez par récupérer une longueur de tube IRO d'environ 5 cm de diamètre (les tubes en PVC utilisés pour réaliser les évacuations et disponibles dans les grandes surfaces d'outillage, rayons sanitaires). Percez un trou de 1 mm de diamètre à 2 cm de l'une des extrémités du tube, puis passez une longueur de 10 cm de fil de cuivre émaillé (bobine de 100g et 0,5 mm de section). Bobinez ensuite ce fil en spires parfaitement jointives, sans recouvrement, afin d'obtenir un minimum de 80 spires. Laissez une longueur de 5 cm puis percez à nouveau 2 trous à côté de la dernière spire dans lesquels vous passerez et nouerez le fil de cuivre. Découpez ensuite le tube IRO en laissant 2 cm sur l'extrémité afin

Fig 3

Chauffage du tube

Dès que le tube est froid, il vous suffit de récupérer les cristaux blancs qui se trouvent en grande quantité. Afin de pouvoir utiliser facilement ces cristaux, il suffit de prendre une cosse à souder sur laquelle vous

Fig 5

Mise à nu des fils du bobinage

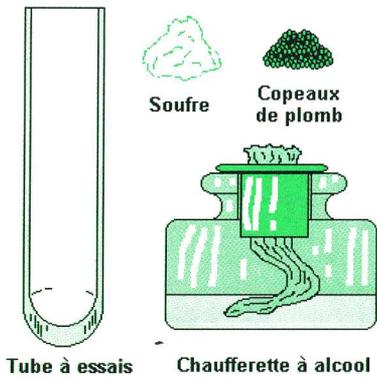


Fig 1 Le matériel nécessaire pour se fabriquer un cristal de galène

diés afin de ne plus recourir à une quelconque action mécanique, comme le détecteur électrolytique du capitaine Ferrié. Entre autres observations, le constat fut fait qu'un contact imparfait s'avère capable de redresser un courant alternatif récolté par l'antenne, et faire ainsi office de détecteur. En appliquant légèrement la pointe d'une aiguille métallique sur un disque qui est lui aussi métallique, on obtient déjà quelques résultats. Mais en remplaçant ce dernier par une autre composition métallique

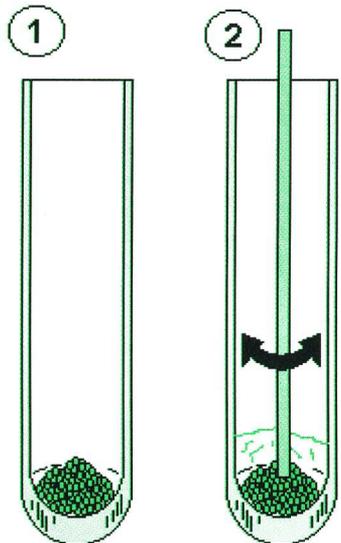
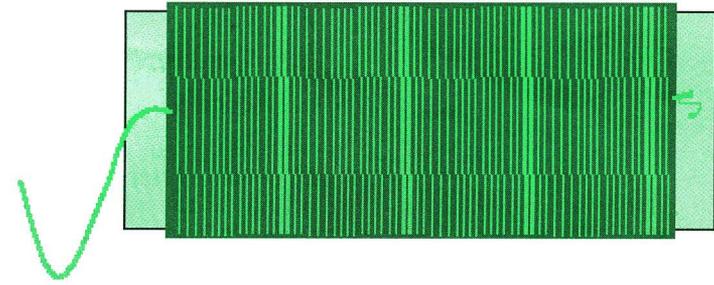


Fig 2 Mélange du soufre et plomb



déconseillons fermement de passer outre ces recommandations élémentaires.

En chauffant, s'opère en fusant la combinaison chimique du métal-loïde (le soufre) et du métal (le plomb). Au moment de cette fusion, retirez le tube de la flamme puis laissez refroidir une heure.

faites fondre un peu d'étain avec un fer à souder, puis tout en chauffant cette cosse, versez les cristaux. Pour ceux qui sont quelque peu rebutés par ces manipulations, sachez qu'on trouve de la galène à l'état naturel sous la forme de petits blocs compacts plus ou moins gros dont vous pourrez extraire la quantité qui vous est nécessaire. Pour vous en procurer, il suffit de vous rendre dans les commerces spécialisés dans la vente des minéraux.

Construction du récepteur.

Ce récepteur est en fait un appareil tout à fait basique puisqu'il se compose d'une bobine, d'un détecteur à galène et d'un écouteur. Pour construire la bobine, commencez par récupérer une longueur de tube IRO d'environ 5 cm de diamètre (les tubes en PVC utilisés pour réaliser les évacuations et disponibles dans les grandes surfaces d'outillage, rayons sanitaires). Percez un trou de 1 mm de diamètre à 2 cm de l'une des extrémités du tube, puis passez une longueur de 10 cm de fil de cuivre émaillé (bobine de 100g et 0,5 mm de section). Bobinez ensuite ce fil en spires parfaitement jointives, sans recouvrement, afin d'obtenir un minimum de 80 spires. Laissez une longueur de 5 cm puis percez à nouveau 2 trous à côté de la dernière spire dans lesquels vous passerez et nouerez le fil de cuivre. Découpez ensuite le tube IRO en laissant 2 cm sur l'extrémité afin

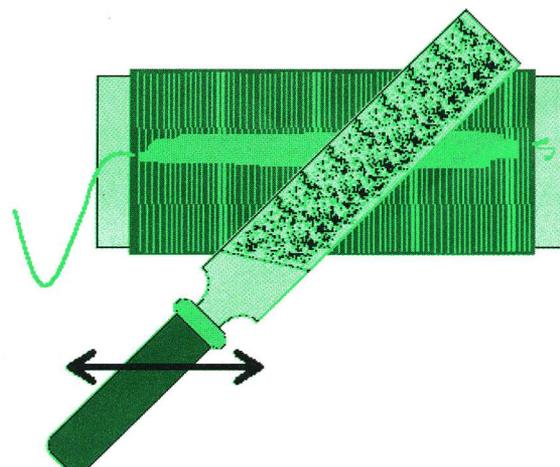
Fig 3

Chauffage du tube

Dès que le tube est froid, il vous suffit de récupérer les cristaux blancs qui se trouvent en grande quantité. Afin de pouvoir utiliser facilement ces cristaux, il suffit de prendre une cosse à souder sur laquelle vous

Fig 5

Mise à nu des fils du bobinage



d'obtenir une bobine semblable à celle présentée sur la **figure 4**. Pour retirer le vernis isolant, frottez avec une lime fine sur une longueur de la bobine (**figure 5**). Vous obtiendrez ainsi une zone dénudée sur laquelle vous pourrez déplacer le stylet de réglage lors de la recherche d'une station émettrice. Découpez ensuite deux flasques dans une planchette de bois, que vous percez ensuite au diamètre du tube. Découpez finalement la base sur laquelle vous collerez les flasques et fixerez les barrettes de connexion (**figure 6**). Etant donné que le type de matériel que vous aurez trouvé pour réaliser le récepteur peut varier, ajustez la longueur de vos découpes en fonction de la longueur et du diamètre de la bobine. En général, une planchette de 8 cm de large est suffisante pour les flasques alors qu'une largeur de 10 cm constitue un minimum pour la base.

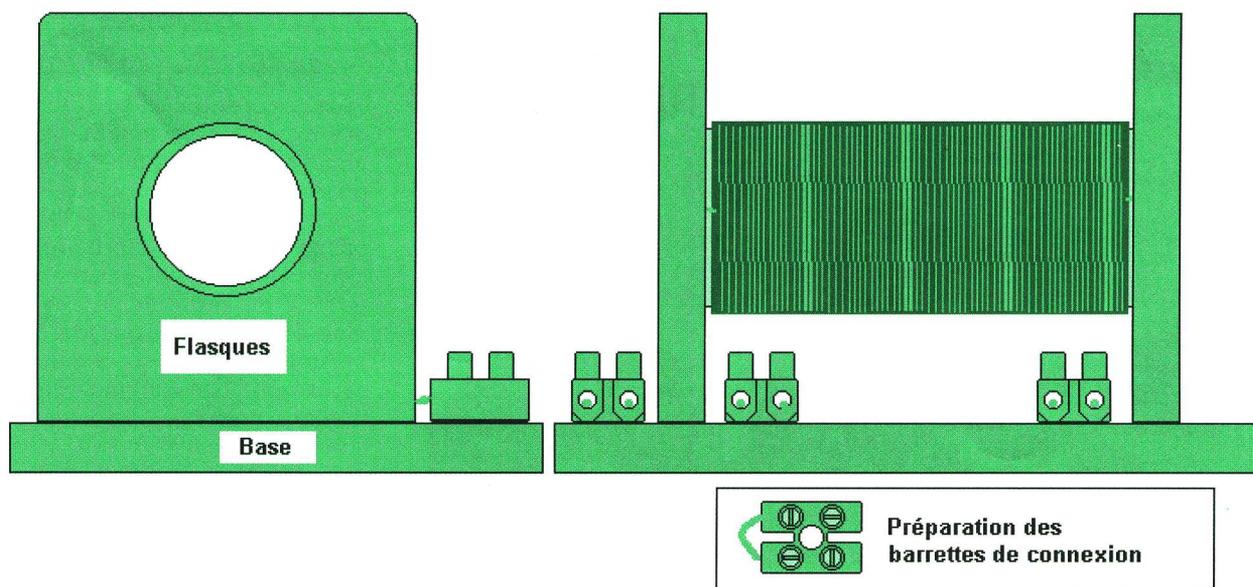


Fig 6

Assemblage des éléments du récepteur à galène

chaque extrémité. L'une d'elle constituant la pointe de touche du détecteur, vous devrez la préparer avec un abrasif. Assemblez ensuite la galène et le ressort sur une barrette de connexion comme indiqué sur la figure 7,2.

avec du fil de câblage entre les éléments, conformément à la figure 8. Pour réaliser le stylet, nous avons vidé un corps de porte-mines usagé et remplacé la mine de crayon par du fil de cuivre rigide. Soudez le fil souple sur l'extrémité avant de le raccorder à la barrette.

eau ou plantez dans le sol un piquet de tente sur lequel vous aurez fixé le conducteur. N'utilisez jamais la broche de terre des prises de courant de votre installation.

Votre poste récepteur à galène est prêt, il ne vous reste plus qu'à placer l'écouteur dans l'oreille puis, après avoir vérifié le contact sur la galène, promenez la pointe de touche sur la partie dénudée de la bobine.

Vous pourrez ainsi capter une ou plusieurs stations proches, une écoute en soirée vous permettant de capter les plus éloignées.

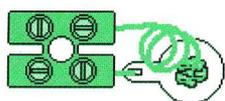
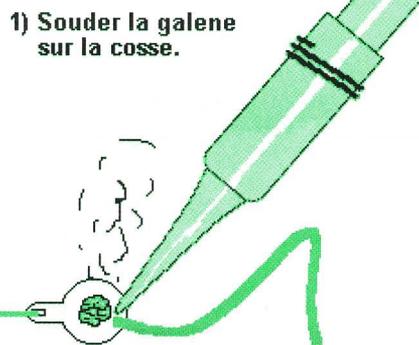
P. Rytter

■ Préparation du détecteur.

Pour construire le détecteur, rassemblez les éléments de la figure 7. Nettoyez soigneusement le ressort puis tirez à l'aide d'une pince

■ Le câblage.

Effectuez l'ensemble des liaisons



2) Assemblage avec le ressort.

Fig 7

Assembler l'ensemble de détection

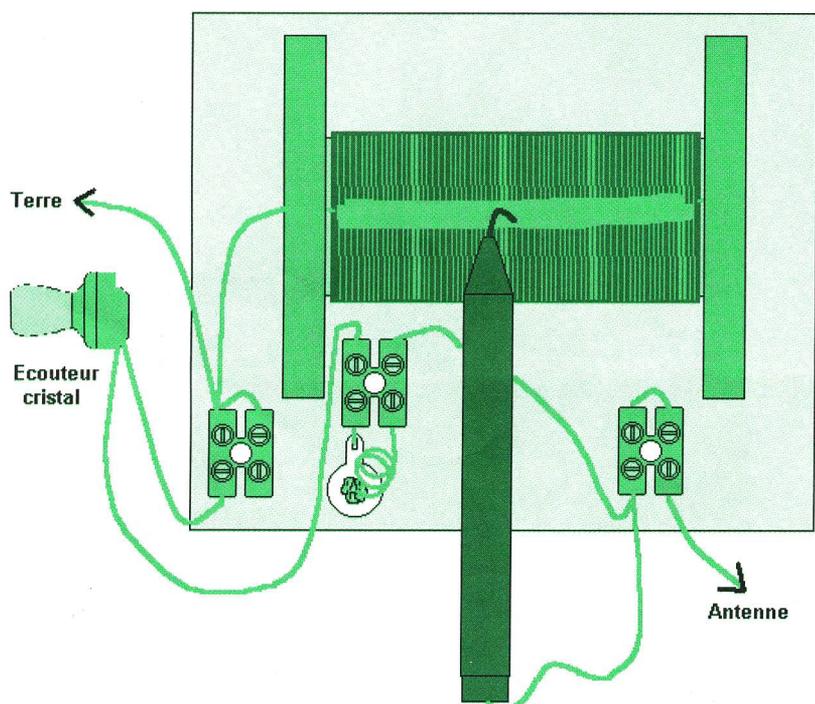


Fig 8

Liaison entre les éléments du poste à galène

REPertoire DES ANNONCEURS

ABONNEMENT.....	23	CES.....	9
CIF.....	12	SELECTRONIC.....	15

ABONNEMENT PARRAINAGE

Abonnés, parrainez vos relations à



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

Bulletins à retourner à : DIP Service Abonnements Génération Electronique
70, rue Compans, 75019 PARIS - Fax : 33 (0)1 44 84 85 45

BULLETIN DE PARRAINAGE

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

BULLETIN D'ABONNEMENT

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

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

- 1 an (10 numéros) France + DOM-TOM au prix de 148 F
 + en cadeau mon CD-ROM le dictionnaire anglais français des termes de l'électronique (d'une valeur de 149 F)
- 1 an (10 numéros) étranger (par voie de surface) au prix de 192 F

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

- chèque bancaire mandat-lettre carte bleue

signature : _____

date d'expiration

Nous acceptons les bons de commande de l'administration

GE 19



(4^{EME} PARTIE)

PETITE HISTOIRE DE LA RADIO



Marconi devant son équipement Radio (1901)

physicien Augusto Righi. Marconi ne possède pas une réelle formation scientifique, mais est animé par une grande curiosité. En outre, il s'est forgé la conviction que des ondes électromagnétiques pourront transmettre des signaux au même titre que les télégraphes ou le téléphone.

■ Les premières expériences.

C'est au cours de cette année 1894 que Lodge utilise la découverte de Branly qu'il nomme cohéreur. En Russie, Alexandre Popov (1859-1906) perfectionne l'antenne radio-électrique ainsi que le cohéreur. Marconi qui travaille sur le principe d'un télégraphe sans fil met au point un appareillage qu'il n'est en mesure de tester pratiquement qu'à compter du mois de décembre 1895. C'est dans deux pièces du grenier de la Villa Griffone qu'il procède aux premiers essais concluants, devant sa mère qui n'a jamais cessé de le soutenir et de l'encourager. Pour cette première transmission, Marconi place aux extrémités de la pièce un émetteur et un récepteur connecté à une sonnette. Chaque fois qu'il appuie sur un interrupteur du poste émetteur, cela déclenche la sonnette ce qui fait dire à son père, non sans ironie, qu'il existe des moyens plus simples pour arriver au même résultat !

■ Transmettre plus loin.

En 1896, Marconi cherche à effectuer ses transmissions de signaux le plus loin possible. Il continue à perfectionner les cohéreurs qu'il rend plus sensibles, ainsi que les antennes. Ces dernières sont testées pour différentes longueurs et positions, pour l'émetteur comme le récepteur. Elles sont hissées en hauteur afin d'augmenter la distance de propagation, et c'est ainsi qu'il réussit à effectuer les premières

transmissions en Morse sur une distance de l'ordre de deux kilomètres, aidé en cela par son frère et les fils des ouvriers de son père.

■ Premiers brevets.

Marconi tente de proposer son invention au gouvernement italien, mais se heurtant à l'indifférence générale, il décide de s'embarquer pour l'Angleterre en février 1896. Comme cette grande nation tire sa richesse de sa puissance maritime, il pense à juste titre que la Royal Navy ne peut qu'être intéressée par un système de transmissions qui ne nécessite aucun conducteur entre les appareils. En outre, les Anglais contrôlent les principales compagnies de télégraphe. Les tests de ses équipements, proposés par le ministère des Postes, démontrent la validité du principe de la radiotélégraphie puisqu'ils s'effectuent sur des distances de 5, puis 10 et enfin 15 kilomètres. C'est en juillet 1897 que le système est breveté. Une compagnie, la Wireless Telegraph and Signal Company Limited est fondée à Londres la même année par son cousin Henry Jameson Davis, sur la base de ces nouveaux brevets.

Marconi doit faire connaître son invention. Il se met donc à prospecter dans le monde, organisant une véritable tournée de démonstrations. Parallèlement, il lève les restrictions sur ses brevets pour l'Italie afin que sa mère patrie puisse développer ses propres équipements. Loin de renier l'héritage de ses prédécesseurs dont Edouard Branly, Marconi lui transmet un télégramme pour sa première liaison à travers la Manche, de Douvres à Wimereux, le 28 mars 1899 : "M. Marconi envoie à M. Branly ses respectueux compliments par le télégraphe sans fil à travers la Manche, ce beau résultat étant dû, en partie, aux remarquables travaux de M. Branly." En 1900, la compagnie devient la Marconi's Wireless Telegraph Company.

■ Les nouvelles radiotélégraphiques.

La mer constitue le lieu privilégié des expériences menées. Des systèmes radio sont implantés dans les phares de Ballycastle et de Rathlin Island, sur la côte Nord de l'Irlande, où ils permettent d'échanger des informations entre les bateaux et la terre. C'est cette même année, au mois de juillet 1898, que Marconi en personne commente la course de yachts en mer d'Irlande pour le Dublin Express (un journal irlandais). Fort de ces premiers succès, Marconi est prié par le prince de Galles (le futur roi Edouard VII) d'installer une station radio entre son yacht et Osborne House dans l'île de Wight où s'est installée la Reine Victoria. C'est plus de 150 messages qui sont échangés par ce nouveau procédé, lequel prouve une fois de plus son efficacité en matière de transmission rapide d'informations.

Le 3 mars 1899, le bateau phare East Goodwin est impliqué dans l'un des premiers sauvetages radio. Il permet en effet de prévenir la terre qu'un vapeur s'ensable dans les eaux de Goodwin Sands, près de Douvres et sauve ainsi l'équipage et la cargaison.

■ A travers le monde.

Le développement des appareils émetteurs fait apparaître un grave problème : ils émettent tous sur une seule fréquence et se brouillent mutuellement. Conseillé par le physicien anglais John Ambrose Fleming, Marconi met au point un système d'accord entre les émetteurs et les récepteurs. Il dépose en 1900 le fameux brevet 7777 qui sera l'objet de nombreuses controverses

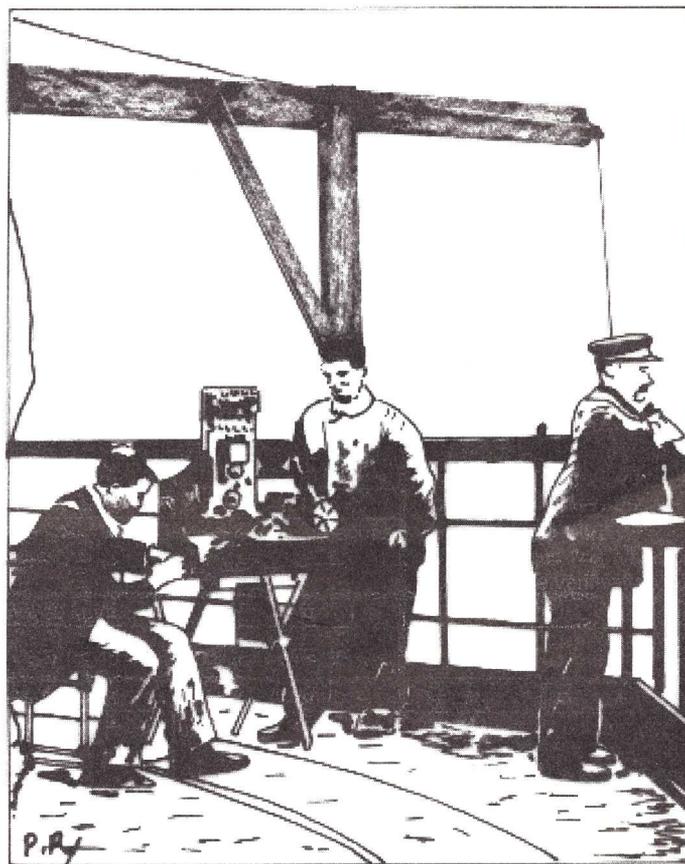
par la suite. Les autres nations ne restent pas inactives au cours de ces quelques années. L'Allemand Slaby a mis au point un système de transmissions, comme Eugène Ducretet en France. Ce dernier réussit à effectuer une liaison radio entre la tour Eiffel et le Panthéon en octobre 1898. Popov, en Russie, commence à équiper la marine de guerre. La transmission sans fil (T.S.F.), devient un enjeu économique autant que stratégique.

■ Relier les continents.

C'est dans la pointe extrême de l'Ouest de l'Angleterre que Marconi installe une station émettrice, à Poldhu en Cornouailles. Les tests qu'il effectue en 1901 prouvent qu'elle est capable d'émettre à plus de 300 kilomètres. Une station réceptrice est installée à 2700 kilomètres de là, à Saint John (Terre-Neuve) où Marconi et ses assistants déploient des antennes maintenues en hauteur grâce à des cerfs volants et des ballons. Le 12 décembre 1901, il câble vers l'Angleterre qu'ils peuvent émettre entre 12 et 15 heures. C'est à 12 heures trente qu'ils reçoivent les trois points qui correspondent à la lettre S, le signal convenu. Les procédés de transmission sont sans cesse perfectionnés par Marconi qui se réfugie dans le travail après la mort de son père. Les signaux sont transmis avec une fiabilité croissante entre Glace Bay (Canada, où la station a été démantelée) et Poldhu. En 1903 de nouvelles liaisons s'établissent en Russie et entre le Danemark et l'Islande.

La radio est prête à conquérir le monde.

P. Rytter



Première liaison TSF entre la tour Eiffel et le Panthéon Ducretet (1898)