



(13^e partie)

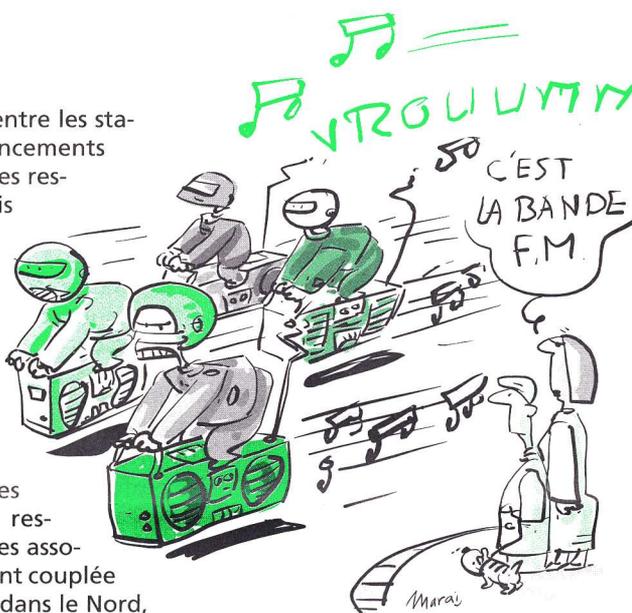
PETITE HISTOIRE DE LA RADIO

En ce début des années 30, la radio s'impose comme la principale source d'information et de divertissement des foyers. Cependant, tout ne va pas pour le mieux dans le meilleur des mondes, car pour certains chefs d'état la tentation est forte de mettre ce média au service de leurs ambitions.

■ Qui paie ?

La répartition du nombre des auditeurs n'est pas égale entre les stations privées et publiques. Ces dernières, outre les financements relatifs à leur statut, bénéficient de la grande majorité des ressources publicitaires, ce qui peut sembler paradoxale mais les annonceurs préfèrent que leur "réclame" soit diffusée pour le plus grand nombre !

En adoptant la loi du 31 mai 1933 qui institue une redévance des auditeurs, l'état ne clarifie pas pour autant les statuts de chacun. En fait, rares sont ceux qui peuvent prétendre, comme Radio-Nord-PTT, retirer des bénéfices substantiels de la publicité. En outre, les effets de la crise de 1929 se font cruellement sentir jusqu'en 1935, ce qui n'encourage pas les investisseurs à augmenter le volume de leurs annonces. Il résulte donc de ces mesures que les grands émetteurs publics voient leurs ressources diminuer au profit des plus modestes. En outre, les associations d'auditeurs qui apportaient leur cotisation, souvent couplée avec un abonnement à un journal comme Le Petit Radio dans le Nord,



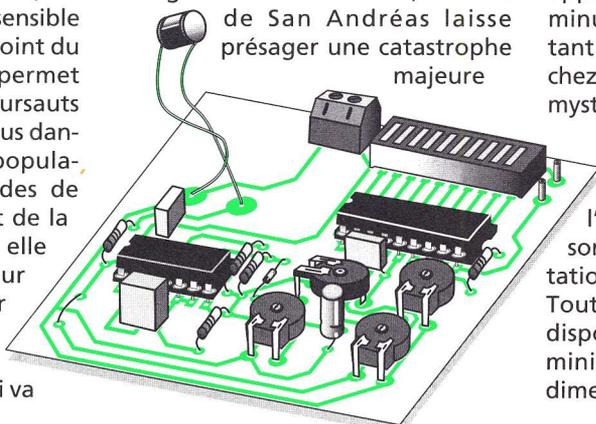
suite p 24

Un sismomètre expérimental

Les séismes ou tremblements de terre se produisent dans certaines régions du monde en occasionnant des dégâts importants et, surtout, de nombreuses victimes surprises par la soudaineté et la violence de cette manifestation spectaculaire de la croûte terrestre. Le Japon est périodiquement visé, mais plus récemment encore et plus près de nous, la Turquie également essuya des secousses telluriques importantes avec de nombreuses pertes humaines.

La science moderne s'intéresse de très près à certains changements du sol terrestre à l'approche des tremblements de terre ; les sismologues du monde entier portent leurs efforts sur le perfectionnement des prévisions à l'aide, notamment, du sismographe, détecteur ultrasensible capable de mesurer en tout point du globe l'activité sismique. Il permet donc de déceler à temps les sursauts annonciateurs de secousses plus dangereuses et de prévenir la population. La magnitude des ondes de choc d'un séisme est le reflet de la quantité d'énergie dégagée ; elle se mesure habituellement sur une échelle mise au point par le sismologue californien Charles Richter en 1935. Cette interprétation, qui va

de 1 à 10, est de nature logarithmique : un choc de magnitude 7 est 10 fois plus grand qu'un autre de 6 et donc 100 fois plus fort qu'un choc de 5 ! En 1976 en Chine, une magnitude de 7,8 fit 242000 victimes. Dans la région de San Francisco, la faille de San Andréas laisse présager une catastrophe majeure



dans les années à venir. Notre réalisation ne prétend nullement remplacer un sismographe ultrasensible dont les infimes mouvements sont détectés par l'action inductrice d'un aimant sur des bobines, avant amplification très importante, mémorisation et affichage.

■ Détecter les vibrations

Nous avons mis en œuvre, pour cette application plutôt didactique, un minuscule détecteur de chocs portant la référence 801 S et disponible chez Sélectronique. Ce composant assez mystérieux, il faut bien le dire, fonctionne sans mercure et d'une manière totalement statique. Nous sommes toutefois dans l'incapacité d'avoir des détails à son sujet, même avec la documentation technique qui l'accompagne. Tout au plus, peut-on imaginer un dispositif piezzo électrique ultra miniaturisé dans ce boîtier d'une dimension de 7x9,2mm.

suite p 3

N°28 DÉCEMBRE 2000/JANVIER 2001
NOUVELLE SÉRIE

SOMMAIRE

- 1 - PETITE HISTOIRE DE LA RADIO
13^e PARTIE
- 2 - LA TECHNOLOGIE DES C.I. BIPOLAIRES
- 3 - SISMOMÈTRE EXPÉRIMENTAL
- 4 - QU'EST-CE QUE C'EST ? COMMENT ÇA MARCHE ?
CRÉER SON COURS EN HTML POUR LA CLASSE
- 6 - LE COIN DE LA MESURE
ÉTUDE ET APPLICATIONS DES INDUCTANCES RÉELLES ET SIMULÉES
- 9 - ALIMENTATION DE LABO EXTENSIBLE EN TENSION ET COURANT
- 10 - PETITS ROBOTS MOBILES
7^e PARTIE : PIKABOT
- 12 - COMMENT CALCULER SES MONTAGES ?
28^e PARTIE
- 15 - DÉCOUVREZ L'ANGLAIS TECHNIQUE :
AMPLIFICATEURS COMPOSÉS
- 17 - CASSE-TÊTE ÉLECTRONIQUE
- 19 - BARRIÈRE INFRAROUGE
LE RÉCEPTEUR
- 20 - GÉNÉRATION INTERNET
UN SITE À LA SOURCE DES DÉCOUVERTES SCIENTIFIQUES
- 22 - J'EXPÉRIMENTE
FABRIQUER SES CONDENSATEURS

Génération
ELECTRONIQUE

PROJETS, INITIATION, ENSEIGNEMENT

PUBLICATIONS GEORGES VENTILLARD
S.A au capital de 5 160 000 F
2 à 12 rue de Bellevue, 75019 PARIS
Tél. : 01.44.84.84.85 - Fax : 01.44.84.85.45
Télex : 220 409 F

Principaux actionnaires :
M. Jean-Pierre VENTILLARD
Mme Paule VENTILLARD

Membres du comité de direction :
Madame Paule RAFINI épouse VENTILLARD
Président Directeur Général
Monsieur Jean-Pierre VENTILLARD
Vice-président
Monsieur Georges-Antoine VENTILLARD
Administrateur

Directeur de la rédaction
Bernard FIGHIERA (84.65)

Comité pédagogique :
G. Isabel, P. Rytter, F. Jongbloet,
E. Félice, B. Andriot

Maquette et illustrations :
R. MARAI

Ventes :
Bénédicte MOULET (84.54)

Département publicité :
2 à 12 rue de Bellevue, 75019 PARIS
Tél. : 01.44.84.84.85 - CCP Paris 3793-60

Directeur commercial
Jean-Pierre REITER (84.87)

Chef de publicité
Pascal DECLERCK (84.92)

Assisté de
Karine JEUFRAL (84.57)

Abonnement
(85.16)

Voir tarifs et conditions dans la revue
Prix de vente au numéro : 20 F
Commission paritaire N° 0699774699
Membre inscrit à Diffusion Contrôlée (OJD)

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





La technologie des circuits intégrés bipolaires

■ Technologie de base

Un circuit intégré monolithique est un assemblage indivisible de composants actifs et passifs produits simultanément au cours d'un même processus de fabrication, sur une plaquette de silicium. Le principe Planar est toujours valable avec certaines modifications.

■ Transistors NPN

Dans un transistor discret, la sortie collecteur est placée au substrat, soudée sur l'embase du boîtier. Pour un transistor intégré dans un circuit, il ne peut plus en être ainsi, car les collecteurs ne peuvent être communs pour tous les transistors. Il faut donc isoler chaque transistor grâce à un caisson.

En surface, se trouvent les trois sor-

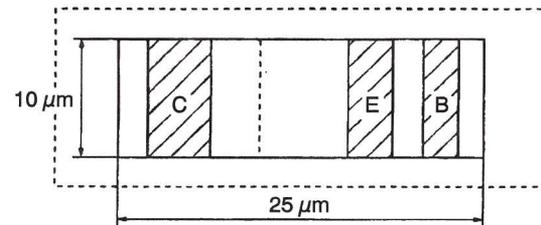
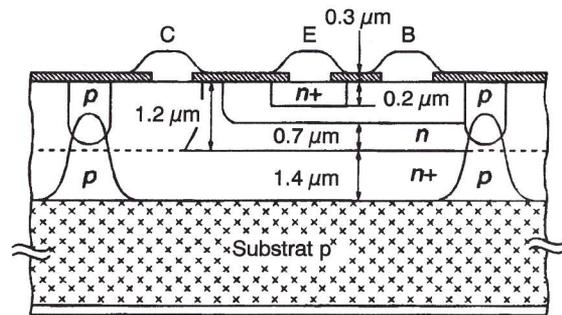


Fig 2

Transistor NPN Subilo PHILIPS

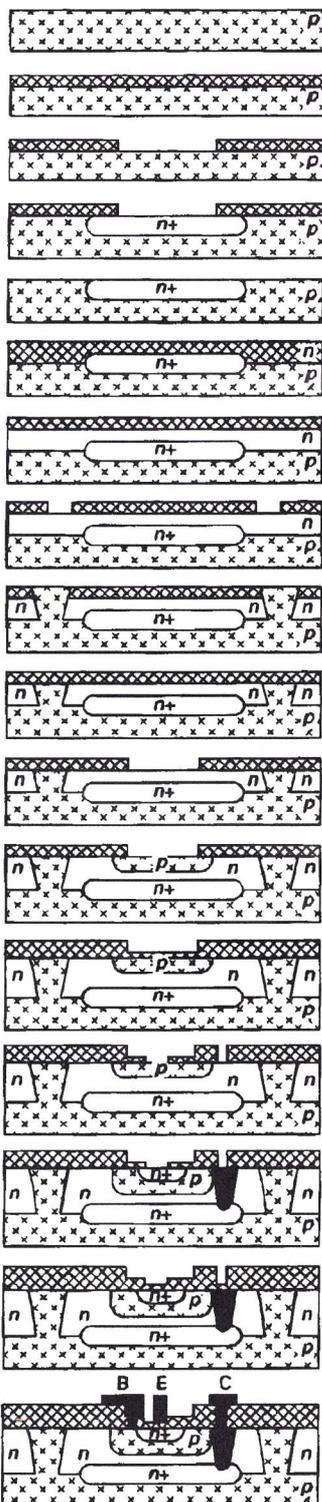


Fig 1

Transistor NPN de base

ties ainsi que les connexions en aluminium.

La fabrication d'un transistor intégré se déroule de la façon suivante (figure 1) Substrat p :

- Oxydation SiO₂ de la surface de la plaquette, au four à 1200°C, épaisseur 0,5 μm,
- Première photogravure réservant l'emplacement de la couche enterrée (1^{er} masque),
- Diffusion de la couche enterrée n+ profonde 1,4 μm,
- Rodage de la couche de SiO₂,
- Épitaxie d'une couche de silicium n de 1,2 μm,
- Nouvelle couche de SiO₂ de 0,5 μm,
- Deuxième photogravure réservant les contours du caisson d'iso-

- Diffusion de l'émetteur n+,
- Reconstitution de la couche de SiO₂,
- Cinquième photogravure pour dégager l'emplacement du contact collecteur (5^{ème} masque),
- Diffusion profonde n+ pour relier le collecteur à la couche enterrée : cette diffusion diminue la résistance série du collecteur et sa tension de saturation,
- Reconstitution de la couche de SiO₂,
- Sixième photogravure pour dégager l'emplacement des sorties (6^{ème} masque),
- Métallisation sous vide d'une couche d'aluminium de 1 μm,
- Septième photogravure pour ne laisser l'aluminium qu'à l'endroit des connexions (7^{ème} masque).

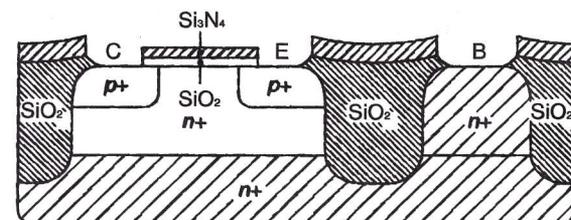


Fig 3

Transistor PNP latéral Subilo

- Diffusion des murs d'isolement en p jusqu'au substrat (ou en SiO₂),
- Reconstitution de la couche de SiO₂,
- Troisième photogravure pour dégager l'emplacement de la base (3^{ème} masque),
- Diffusion de la base p,
- Reconstitution de la couche de SiO₂,
- Quatrième photogravure pour dégager l'emplacement de l'émetteur (4^{ème} masque),

Si une couche de connexions est insuffisante, recommencer l'opération une ou deux fois en prévoyant les points de contact entre les couches d'aluminium pour former le circuit.

■ Exemple de réalisation (figure 2)

Transistor NPN Subilo PHILIPS, surface totale sur le silicium : 300 μm²

Un sismomètre expérimental

Ce capteur délivre à ses bornes un signal rectangulaire en gros directement proportionnel aux vibrations ou aux chocs auxquels il est soumis, même sous une très faible amplitude et dans n'importe quelle direction. Il est capable également de détecter un changement de position, ce qui peut être très intéressant dans le cas d'une alarme de voiture. Sa durée de vie est donnée pour environ 60×10^6 détections. Son prix de revient est fort raisonnable compte tenu de ses possibilités uniques sur le marché des composants (environ 70 F).

Mettre en forme les vibrations

Il ne saurait être question ici des ondes P (= longitudinales) ou S (= transversales), mais plus simplement des infimes oscillations communiquées à notre capteur soudé au bout de 2 fils ou, mieux, fixé aux extré-

mière inversion et mise en forme. L'amplitude est déjà importante, mais il nous faut quantifier ces vibrations et, pour ce faire, rien de tel qu'une bascule monostable suivie d'un étage intégrateur. Tous les fronts descendants du signal parvenant de la broche 11 de la première porte NAND sont capables de déclencher une bascule monostable construite autour de 2 autres portes du même type. Un créneau négatif très bref est disponible en sortie pour chaque impulsion négative à l'entrée de la bascule monostable, non redéclenchable évidemment. Une dernière inversion, par une ultime porte contenue dans le circuit IC₁, portant la référence C/mos 4093, nous délivre une succession d'impulsions régulières et parfaitement calibrées. L'intégration consiste à convertir ce train d'impulsions, plus ou moins nombreuses, en une tension continue plus ou moins importante. A travers la diode anti-retour D₁, on charge le condensateur chimique C₃ qui se vide lentement à

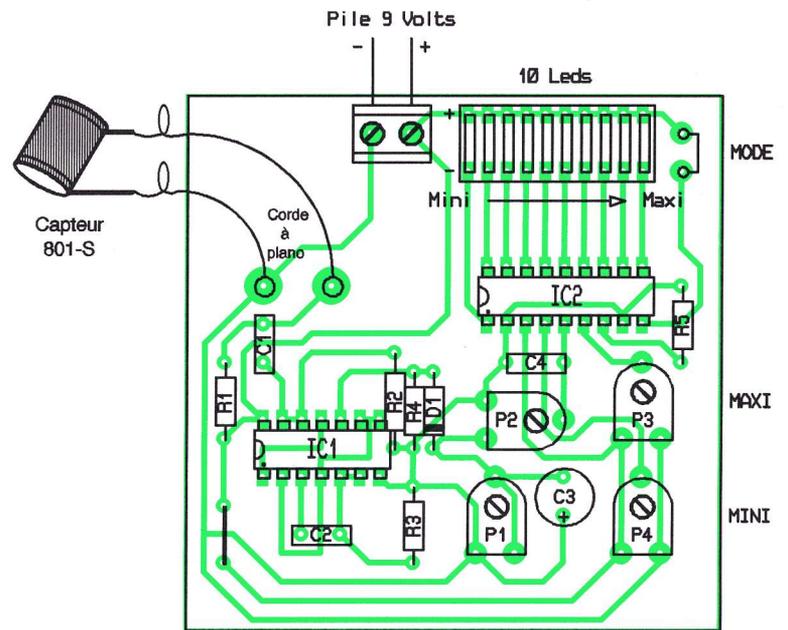


Fig 3

Implantation des éléments

on prélève tout ou partie du signal intégré sous la forme d'une tension continue qu'il nous faut à présent afficher d'une manière ou d'une autre. Un simple voltmètre peut également se charger de cette opération. Nous avons préféré faire appel au circuit intégré LM3915, capable d'animer un affichage logarithmique de 10 LED en sortie. C'est là le rôle du circuit IC₂ sur notre schéma. La broche 9 (= mode) permet de choisir entre l'allumage d'un point mobile (= DOT) ou d'une barre continue de plusieurs points à la manière d'un antique thermomètre à alcool (= BAR). La limitation du courant dans les 10 LED de visualisation est obtenue par la seule résistance R₅. Le signal utile est admis sur la broche 5 du circuit IC₂ alimenté, par ailleurs, sur ses broches 3 et 2.

Nous avons configuré le schéma le plus simple possible : la broche 6 (= Rhi) reçoit une tension par le biais de l'ajustable P₃ chargé de fixer la valeur maximale de l'affichage, c'est à dire celle pour laquelle la diode extrême

L₁₀ s'allume. De même, le seuil mini est déclenché par l'ajustable P₄ de même valeur. La progression logarithmique s'accomode mieux ici de l'affichage de niveau de détection de notre sonde.

Réalisation pratique

Le tracé des pistes de cuivre est donné à la figure 2 et regroupe quasiment tous les composants du schéma. Le circuit intégré IC₁ mérite un support à souder de qualité. L'afficheur est constitué par un barreau unique de 10 LED plates, mais peut être remplacé par 10 LED plates individuelles avec un peu de soin et même des couleurs différentes selon le seuil souhaité. Le capteur de vibrations ne sera pas soudé directement sur la carte mais relié à elle au moyen de deux fils fins faisant office de ressorts et de liaisons électriques. On

pourra également souder le circuit 801-S sur une plaque spécifique, elle-même fixée au moyen de 4 élastiques tendus. La sensibilité atteinte sera déjà très spectaculaire après réglage correct de l'intégrateur par P₄ et de la sensibilité par P₂.

Les prouesses de votre sismomètre sont certes amusantes, mais espérons tout de même qu'il n'aura jamais à détecter un séisme réel, tout au plus les vibrations sur un plancher ou celles mesurées sur une enceinte de Haut-parleur !

G. ISABEL

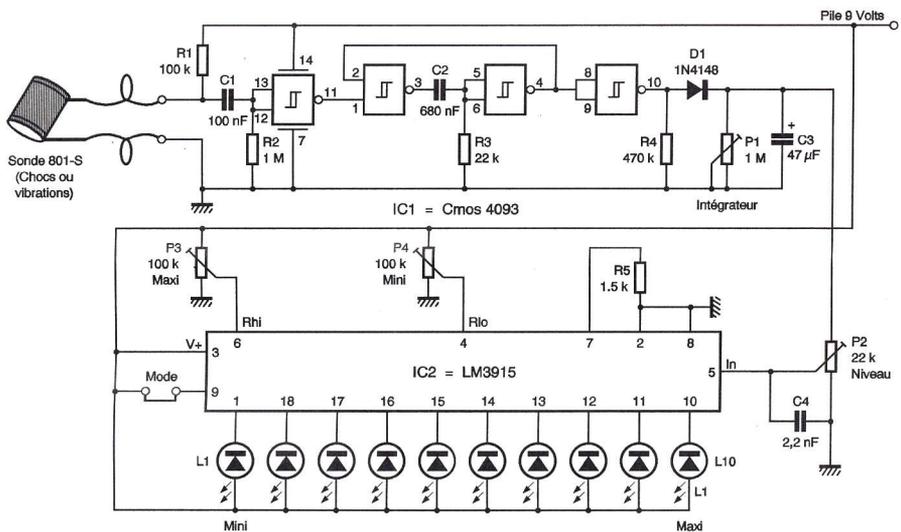


Fig 1

Schéma de principe

mités de tronçons de corde à piano ou ressort, qui, rappelons-le, ne se soude pas à l'étain. Le capteur se dandinant au bout des deux fils sera capable de détecter toutes les vibrations transmises au support de circuit imprimé sur lequel il est fixé. Notre schéma électronique complet est donné à la figure 1. Le composant sensible aux chocs est alimenté à partir d'une pile de 9V à travers la résistance R₁. Le signal capté est acheminé à travers le condensateur C₁, sans sa composante continue, sur une porte NAND trigger pour une

travers l'ajustable P₁, en l'absence de signal de chargement. Des impulsions très nombreuses produisent, bien entendu, une tension de plusieurs volts sur la maquette.

Afficher les vibrations

Nous disposons donc d'une tension sur l'ajustable de niveau P₂ qui agira un peu à la manière d'un potentiomètre de volume ; sur son curseur,

NOMENCLATURE

- IC₁ : quadruple NAND trigger C/mos 4093
- IC₂ : chaîne de 10 comparateurs, progression logarithmique, LM3915, boîtier DIL18
- D₁ : diode commutation 1N4148
- L₁ à L₁₀ : barreau de 10 LED

- plates rouges ou LED plates individuelles
- R₁ : 100 kΩ 1/4W
- R₂ : 1 MΩ 1/4W
- R₃ : 22 kΩ 1/4W
- R₄ : 470 kΩ 1/4W
- R₅ : 1,5 kΩ 1/4W
- P₁ : 1 MΩ (intégrateur) ajustable horizontal, pas de 2,54mm
- P₂ : 22 kΩ (sensibilité) ajustable horizontal, pas

- de 2,54mm
- P₃ : 100 kΩ (seuil maxi) ajustable horizontal, pas de 2,54mm
- P₄ : 100 kΩ (seuil mini) ajustable horizontal, pas de 2,54mm
- C₁ : 100 nF plastique
- C₂ : 680 nF plastique
- C₃ : 47 µF/25V chimique vertical
- C₄ : 2,2 nF plastique

- 1 support à souder 16 broches tulipe
- 1 support à souder 14 broches
- 1 bloc de 2 bornes vissé-soudé, pas de 5mm
- 1 capteur de chocs ou vibrations, référence 801-S (chez Sélectronic)
- Corde à piano, fils souples
- 1 coupleur pression pour pile 9V



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

Créer son cours en HTML pour la classe.

La rédaction d'un cours donne parfois lieu au besoin de mettre à disposition des compléments d'information facilement accessibles. Le support le plus simple en dehors du papier est la page HTML, ce procédé offrant l'avantage de permettre des mises à jour rapides auxquelles peuvent participer les élèves eux-mêmes, ce qu'ils font avec un plaisir d'autant plus grand que la rédaction permet à chacun d'apporter sa petite touche personnelle à un travail collectif.

■ Notre projet.

Ce nouveau projet consiste à créer un support de navigation dynamique dans les pages HTML destinées à présenter un cours. En effet, si la rédaction de telles pages ne pose aucun problème avec les traitements de textes tels que Word97 et autres éditeurs, la mise en forme d'une navigation peut parfois générer quelques petits soucis. En effet, il n'est pas rare qu'une page soit ajoutée ou supprimée dans un chapitre, voire même que ce soit un chapitre entier qui disparaît ou doit s'intercaler parmi d'autres.

■ Une navigation dynamique ?

En guise de rappel, voici résumé en quelques lignes ce en quoi consiste une navigation dynamique. Tout d'abord, elle s'oppose à la naviga-

tion statique ! Cette dernière consiste à créer une page Menu qui affiche l'ensemble des pages du cours ou ses chapitres. Son principal avantage réside dans l'extrême simplicité de sa rédaction, car il suffit de mettre les noms des pages puis de créer le lien entre ces noms et les documents HTML. Son principal inconvénient est que si une page vient à être ajoutée ou supprimée, non seulement il faut reprendre toute la présentation du menu, mais il faut aussi s'assurer que les liens pointent toujours vers les bons documents.

■ Avec quelles ressources ?

Les pages de cet exemple sont toutes écrites avec l'éditeur de code HTML de Word 97. Il suffit pour cela de créer un nouveau document en choisissant l'option "Nouvelle page Web" de l'onglet "Pages Web". Si les cours peuvent être rédigés directement, il en va autrement des pages du menu et de la génératrice des frames. Pour elles, il est impératif d'utiliser uniquement le mode d'affichage du code HTML avec les options de la barre d'outils de Word.

■ Présentation des pages.

Le menu dynamique utilise un découpage de l'écran en fenêtres : les frames. Il y aura donc deux frames, une appelée "Navigation" pour afficher le menu et l'autre nommée "FenetrePage" pour visualiser le contenu des pages pointées sur le menu (figure 1). Les colonnes de ces fenêtres occupent respective-

ment 20% et 80% de la surface écran. Le code qui correspond à ce découpage est repris dans le fichier "PresenteCours.htm" de l'annexe 1.

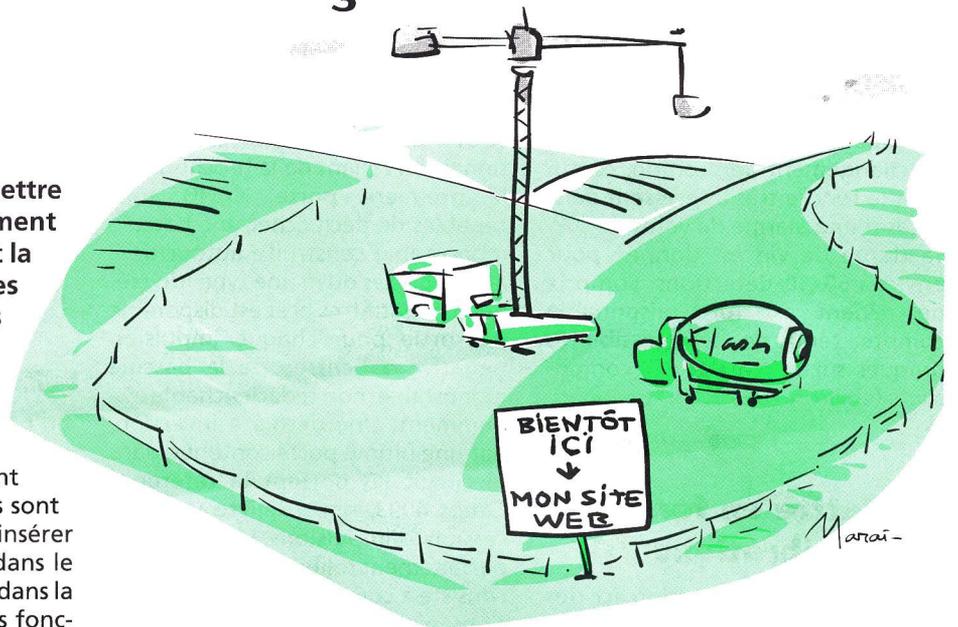
■ Organisation des pages.

La structure des pages est donnée par l'arborescence de la figure 2. Sur cet exemple, nous ne développons que la partie qui correspond au répertoire de Livre1, lequel comporte 3 chapitres (annexes 1 et 2 uniquement).

Chaque chapitre comporte jusqu'à 10 pages étiquetées de 0 à 9. Il est évident qu'il est possible d'augmenter ce nombre, car en admettant qu'il soit nécessaire de placer 15 pages dans le chapitre 2, on reprend la codification pour obtenir les Page200, (...), Page214. La création des frames s'effectue avec l'appel de "PresenteCours.htm", située à la racine du chapitre. La page qui déploie le menu dynamique dans la frame "Navigation" est Menu.htm, alors qu'une page de présentation du contenu général du livre (Page00.htm) est appelée dans la frame "FenetrePages".

■ Préparation des icônes.

On utilise un jeu de 4 icônes différentes, placées à côté du nom de la page (Tableau des icônes). L'icône lcolivr.gif ne sera utilisée que dans le cadre d'un cours complexe qui nécessite plusieurs livres (écran 4). Les icônes restantes sont à disposer en fonction du type de page appelée dans un chapitre : lcopage.gif pour les pages de cours, lcoexer.gif pour les exercices et enfin lcotprp.gif pour les travaux pratiques (écran 3).



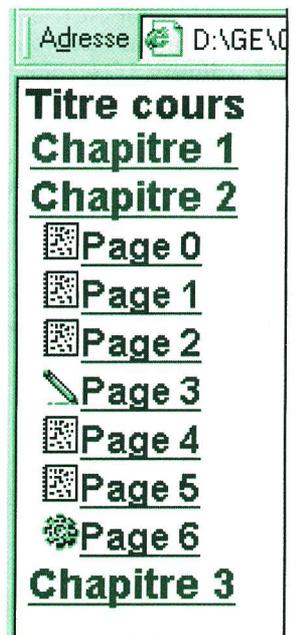
■ Remplissage des tableaux.

On commence par définir le type de la police de caractères, sa taille, sa couleur et son épaisseur pour chaque intitulé de chapitre. Par exemple, avec les valeurs : "Arial;" + "4;" + "0000CD;" + "G;" + "Arial;" + "3;" + "191970;" + "N;" On affichera des caractères en Arial taille 4, bleu moyen Gras pour le titre du chapitre et des caractères en Arial de taille 3, en bleu foncé Non gras pour les intitulés des pages. Mais s'il est possible de changer la couleur, la taille et le type de police pour afficher chaque chapitre, sachez que ce n'est pas recommandé afin de conserver une unité graphique beaucoup plus sympathique et reposante pour l'œil (écran 1).

L'étape suivante consiste à donner l'intitulé de ce qui doit être affiché dans le menu, avec le type d'icône, le nom de la page HTML et sa frame de destination. Par exemple, le tableau suivant donnera les éléments de l'écran 2.



Écran 1



Écran 2

```

ChapitreCours[1]="Arial;" + "4;" + "0000CD;" + "G;" + "Arial;" +
"3;" + "191970;" + "N;" +
"Chapitre 2|#;" +
"Page 0|Icopage.gif|Page20.htm|FenetrePages;" +
"Page 1|Icopage.gif|Page21.htm|FenetrePages;" +
"Page 2|Icopage.gif|Page22.htm|FenetrePages;" +
"Page 3|Icoexer.gif|Page23.htm|FenetrePages;" +
"Page 4|Icopage.gif|Page24.htm|FenetrePages;" +
"Page 5|Icopage.gif|Page25.htm|FenetrePages;" +
"Page 6|Icotrpr.gif|Page26.htm|FenetrePages;"

```

La fonction javascript qui développe l'arborescence est dans l'annexe 2. Il serait trop long de l'expliquer en profondeur, mais il est cependant utile de signaler qu'elle fonctionne par un découpage à deux niveaux des éléments de texte contenus dans ChapitreCours[n]. Les marqueurs qui permettent ce découpage et leur rangement dans les variables sont ";" et "|".

Inutile donc de préciser qu'il est impératif de respecter la syntaxe des instructions et de ne modifier aucun des signes qui font office de marqueur. Commencez par tester l'exemple en annexe 1 pour vérifier qu'il est correctement reproduit sur votre machine.

L'écran 3 affiche le résultat de l'exécution de "PresenteCours.htm" alors que l'écran 4 donne une idée de ce que produit une navigation par livres avec "PresenteLivres.htm".

P. Rytter

■ Annexe 1 : PresenteCours.htm (présente le contenu d'un seul livre de cours)

```

<html><head><TITLE>Presentation du cours</TITLE></HEAD>
<frameset cols="20%,*" framespacing="0" frameborder="0" bordercolor="white" border=no>
  <frame name="navigation" src="Menu.htm" marginwidth="0"
marginheight="0" scrolling="auto" framespacing="0" framebor-
der="0" bordercolor="white" border=no>
  <frame name="FenetrePages" src="Page00.htm" margin-
width="10" marginheight="10" scrolling="auto" framespacing="0"
frameborder="0" bordercolor="white" border=no noresize>
</frameset>
</frameset></HTML>

```

■ Annexe 2 : Menu.htm

```

<html>
<head>
<TITLE>Menu cours</TITLE>
<script>
// *****
var ChapitreCours=new Array()

ChapitreCours[0]="Arial;" + "4;" + "0000CD;" + "G;" + "Arial;" +
"3;" + "191970;" + "N;" +
"Chapitre 1|#|;" +
"Page 0|Icopage.gif|Page10.htm|FenetrePages;" +
"Page 1|Icopage.gif|Page11.htm|FenetrePages;" +
"Page 2|Icoexer.gif|Page12.htm|FenetrePages;"

ChapitreCours[1]="Arial;" + "4;" + "0000CD;" + "G;" + "Arial;" +
"3;" + "191970;" + "N;" +
"Chapitre 2|#;" +
"Page 0|Icopage.gif|Page20.htm|FenetrePages;" +
"Page 1|Icopage.gif|Page21.htm|FenetrePages;" +
"Page 2|Icopage.gif|Page22.htm|FenetrePages;" +
"Page 3|Icoexer.gif|Page23.htm|FenetrePages;" +
"Page 4|Icopage.gif|Page24.htm|FenetrePages;" +
"Page 5|Icopage.gif|Page25.htm|FenetrePages;" +
"Page 6|Icotrpr.gif|Page26.htm|FenetrePages;"

ChapitreCours[2]="Arial;" + "4;" + "0000CD;" + "G;" + "Arial;" +
"3;" + "191970;" + "N;" +
"Chapitre 3|#;" +
"Page 0|Icopage.gif|Page30.htm|FenetrePages;" +
"Page 1|Icoexer.gif|Page31.htm|FenetrePages;" +
"Page 2|Icotrpr.gif|Page32.htm|FenetrePages;"

var ExtraitMenu
var ExtraitAdressePage
var PoliceTitre
var PolicePages

```

```

var AffichePagesDuChapitre=new Array()
for (i=0;i<=ChapitreCours.length-1;i++)
{AffichePagesDuChapitre[i]=-1}
function DeveloppeArborescence(visi)
{AffichePagesDuChapitre[visi]=(-
1)*AffichePagesDuChapitre[visi]

```

```

var TexteMenuPourAffichage=""
for (i=0;i<=ChapitreCours.length-1;i++) {
ExtraitMenu=ChapitreCours[i].split(";")
ExtraitAdressePage=ExtraitMenu[8].split("|")
if (ExtraitMenu[3]=='G') {PoliceTitre="<b>" }
if (ExtraitMenu[3]=='N') {PoliceTitre="" }
if (ExtraitMenu[7]=='G') {PolicePages="<b>" }
if (ExtraitMenu[7]=='N') {PolicePages="" }

TexteMenuPourAffichage+=PoliceTitre+"<a href='javas-
cript:DeveloppeArborescence("+i+")'><font face="+Extrait-
Menu[0]+" color="+ExtraitMenu[2]+" size="+Extrait-
Menu[1]+">" +ExtraitAdressePage[0]+"</font></a><br>"
if (AffichePagesDuChapitre[i]==1) {
for (ii=9;ii<ExtraitMenu.length-1;ii++)
{ExtraitAdressePage=ExtraitMenu[ii].split("|")
TexteMenuPourAffichage+=PolicePages+"&nbsp;<IMG
SRC=\""+ExtraitAdressePage[1]+"\" WIDTH=17 HEIGHT=16<a
href="+ExtraitAdressePage[2]+" target="+ExtraitAdresse-
Page[3]+"><font face="+ExtraitMenu[4]+" color="+Extrait-
Menu[6]+" size="+ExtraitMenu[5]+">" +ExtraitAdresse-
Page[0]+"</font></a><br>"
}
}
}
if (document.all)
{menu.innerHTML=TexteMenuPourAffichage}
if (document.layers)
{ document.menu.document.write(TexteMenuPourAffi-
chage)
document.menu.document.close()
}
}
</script>
</HEAD>
<body bgcolor=#ffffcc onload="DeveloppeArborescence(10000)">
<B><FONT FACE="Arial" SIZE=4 COLOR="#000080"><P ALIGN="CEN-
TER">Titre cours</P>
</B>
<div id="menu" style="position:absolute;top:19px;left:5px">
</div></body></html>

```

■ Annexe 3 : PresenteLivres.htm (Donne la liste des livres de cours)

```

<html><head><TITLE>Presentation des livres</TITLE></HEAD>
<frameset cols="20%,*" framespacing="0" frameborder="0" bordercolor="white" border=no>
  <frame name="navigLivres" src="MenuGene.htm" margin-
width="0" marginheight="0" scrolling="auto" framespacing="0"
frameborder="0" bordercolor="white" border=no>
  <frame name="FenetreLivres" src="Page00.htm" margin-
width="10" marginheight="10" scrolling="auto" framespacing="0"
frameborder="0" bordercolor="white" border=no noresize>
</frameset>
</frameset></HTML>

```

■ Annexe 4 : MenuGene.htm (extraits)

```

var ChapitreCours=new Array()

ChapitreCours[0]="Arial;" + "4;" + "0000CD;" + "G;" + "Arial;" +
"3;" + "191970;" + "N;" +
"Titre 1|#|;" +
"Cours 0|Icolivr.gif|Livre1/PresenteCours.htm|Fenetre-
Livres;" +
"Cours 1|Icolivr.gif|Livre2/PresenteCours.htm|Fenetre-
Livres;" +
"Cours 2|Icolivr.gif|Livre3/PresenteCours.htm|Fenetre-
Livres;"

ChapitreCours[1]="Arial;" + "4;" + "0000CD;" + "G;" + "Arial;" +
"3;" + "191970;" + "N;" +
"Titre 2|#|;" +
"Cours 0|Icolivr.gif|Livre1/PresenteCours.htm|Fenetre-
Livres;" +
"Cours 1|Icolivr.gif|Livre2/PresenteCours.htm|Fenetre-
Livres;" +
"Cours 2|Icolivr.gif|Livre3/PresenteCours.htm|Fenetre-
Livres;" +
"Cours 3|Icolivr.gif|Livre4/PresenteCours.htm|Fenetre-
Livres;"

```

Étude et applications des inductances réelles et simulées

La réalisation des inductances est une opération souvent mal vécue par l'électronicien, car les paramètres agissant sur la valeur de ce type de composant sont nombreux : diamètre du fil, section et longueur du bobinage, nombre de spires, nature du noyau supportant ledit bobinage. Comme par ailleurs les formules dépendent de la forme du bobinage, on comprend l'inquiétude du débutant confronté à sa première réalisation. Dans certains cas, des montages électroniques à base d'amplificateurs opérationnels ont un comportement similaire à celui des bobinages. Il est donc tout à fait possible de les substituer aux bobinages, d'autant que leurs propriétés sont souvent meilleures que celles de ces derniers. On dit de ces montages que ce sont des inductances simulées. Dans les lignes qui suivent nous rappellerons quelques notions fondamentales concernant les inductances bobinées puis nous étudierons 2 types d'inductances simulées.

Les inductances bobinées

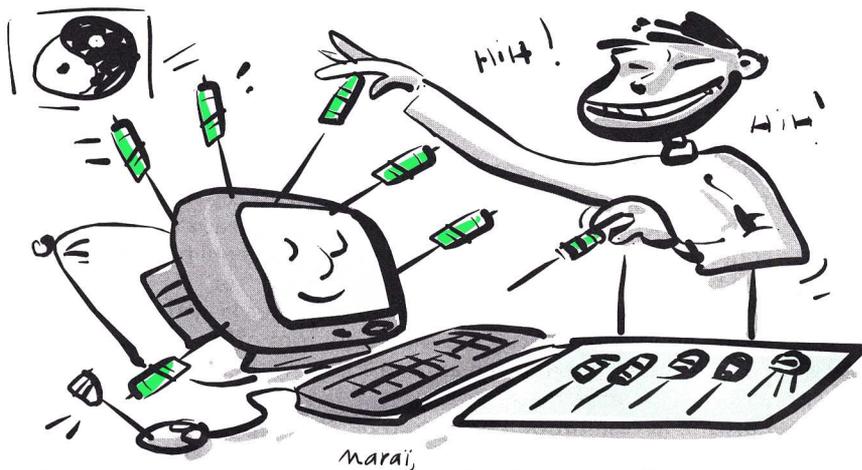
Tout bobinage physique possède deux caractéristiques, son inductance L_s qui s'exprime en Henry et sa résistance r_s , celle du fil qui entre dans sa constitution. Bien que ces deux éléments soient totalement indissociables en pratique, les éléments r_s et L_s sont généralement séparés au niveau du schéma équivalent série (figure 1a). L'indice "s" affecté à r et L est relatif au schéma équivalent série.

Des calculs simples, dont les résultats se trouvent dans tous les formulaires électroniques, montrent que l'on peut transformer le schéma série précédant en un schéma parallèle équivalent associant les éléments L_p et R_p (figure 1b). Les 2 associations ont bien évidemment le même comportement, ce qui signifie qu'elles sont traversées par le même courant quand elles sont soumises à la même tension. Les formules de passage

"série/parallèle" font intervenir le coefficient de qualité série défini par $Q_s = L_s \omega / r_s$. Dans cette expression ω représente la pulsation du courant sinusoïdal (ou de la tension) auquel le circuit est soumis. Ces formules sont rappelées ci dessous : $R_p = r_s(Q_s^2 + 1)$ et $L_p = L_s(1 + 1/Q_s^2)$.

D'une façon similaire, les éléments parallèles d'un bobinage peuvent être transformés en éléments en série. Les formules de passage "parallèle/série", $r_s = R_p / (1 + Q_p^2)$ et $L_s = L_p / (1 + 1/Q_p^2)$, font intervenir cette fois le coefficient de qualité du circuit parallèle qui répond à la formule $Q_p = R_p / L_p \omega$.

Que l'on utilise les formules de transformation dans un sens ou dans l'autre, dans le cas particulier où le



donnée par la formule empirique : $L = 1/36 d^2 N^2 / d + 3l$. Dans cette formule, L est exprimée en microhenrys quand l et d sont en centimètres. Pour réaliser une inductance L de 100 mH, en prenant $l=1$ cm et $d=3$ cm, il faut environ 1550 spires. Compte tenu du volume offert et du nombre élevé de spires nécessaires à la réalisation du bobinage, la section du fil ne peut excéder 0,4 à 0,5 mm de diamètre. Ces données permettent de calculer la longueur de fil et la résistance finale (r_s) du bobinage qui se situe au voisinage de 50 Ω en travaillant avec un fil de cuivre émaillé.

Le coefficient de qualité série $Q_s = X / r_s = L_s \omega / r_s$, précédemment introduit, permet d'évaluer la qualité d'un bobinage en comparant sa réactance X (calculée à la fréquence d'utilisation du bobinage) et sa résistance série r_s . Plus ce coefficient est grand, meilleur est le bobinage. Une inductance parfaite ($r_s=0$) possède un coefficient de qualité infini. A 50 Hz, fréquence des courants industriels, la réactance du bobinage de l'exemple précédent est : $X = L \omega = 0,1 \cdot 2\pi \cdot 50 = 31,4 \Omega$, valeur inférieure à la résistance du fil. On

bobinage en diminuant sa résistance, c'est à dire en augmentant la section du fil entrant dans sa constitution. L'inconvénient majeur de cette solution est qu'elle entraîne une augmentation de volume, de poids et donc de coût, ce qui n'est pas vraiment dans l'air du temps puisque, actuellement, on cherche plutôt à réduire la taille et le coût de toutes les réalisations.

Pour augmenter l'inductance d'un bobinage ou réduire sa taille à inductance constante, celui-ci est très souvent réalisé sur un support métallique (le noyau) qui concentre les lignes d'induction magnétique. Cette aptitude est caractérisée par un paramètre noté " μ " (lire mu) appelé "perméabilité magnétique" du noyau. Avec des noyaux en ferrite, on arrive à multiplier par 100 (et plus) l'inductance d'un bobinage. Cette solution est souvent adoptée pour les inductances de lissage que l'on trouve dans les alimentations à découpage ou dans les filtres secteur qui travaillent à fréquence fixe. Dans les applications où la fréquence des signaux est largement variable, la dépendance du coefficient de perméabilité magnétique vis à vis de la fréquence n'autorise pas toujours leur utilisation car la valeur de l'inductance évoluerait avec la fréquence. Il en résulte que les inductances de forte valeur sans noyau sont et restent des éléments lourds et volumineux.

Dans le domaine des hautes fréquences, de quelques Mégahertz à plusieurs centaines de Mégahertz, les inductances utilisées au niveau des filtres sélectifs d'entrée ou des étages moyenne fréquence ont des valeurs réduites comprises entre quelques fractions de microhenrys et quelques millihenrys. Le nombre réduit de spires de ces inductances conduit à des réalisations aux dimensions raisonnables toujours utilisées dans les montages actuels malgré la tendance à l'intégration et à la miniaturisation.

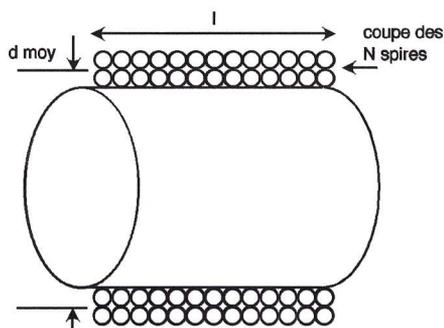


Fig 2

Bobine cylindrique

coefficient de qualité Q (Q_p ou Q_s) est grand devant 1, on néglige 1 devant Q^2 et $1/Q^2$ devant 1, ce qui conduit aux formules approchées (plus commodes à utiliser) : $r_s = R_p / Q_p^2$ et $L_s = L_p$. L'erreur commise sur la valeur des éléments R et L étant inférieure à 1% dès que Q_p ou Q_s est supérieur à 10, cette approximation est très souvent utilisée pour simplifier les calculs.

L'inductance L d'un bobinage comportant N spires, réalisée sur un support cylindrique (figure 2) de diamètre moyen " d " (bobinage compris) et de longueur " l ", est

constate ici que le bobinage réalisé est loin d'être parfait.

A une fréquence donnée, on améliore le coefficient de qualité d'un

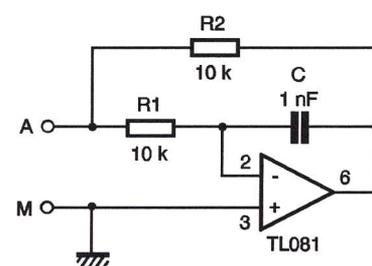


Fig 3a

Inductance simulée

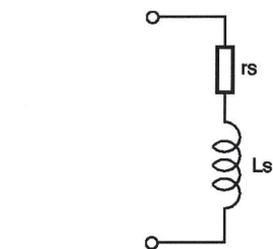


Fig 1a

Schéma équivalent série d'un bobinage

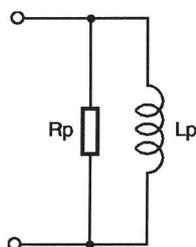


Fig 1b

Schéma équivalent parallèle

Les inductances simulées

Chaque fois qu'une application requiert une grande miniaturisation et qu'elle nécessite une inductance

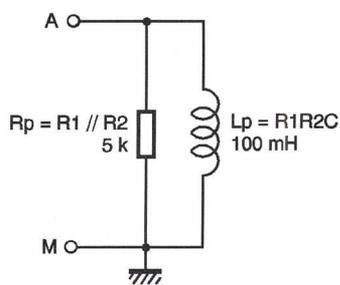


Fig 3b Schéma équivalent

de forte valeur (à partir de quelques dizaines de millihenrys et jusqu'à plusieurs henrys), possédant un grand coefficient de qualité, de valeur assez précise, traversées par des courants faibles (quelques milliampères), on peut parfaitement remplacer le bobinage par une inductance simulée.

Il ne faut cependant pas oublier qu'une inductance simulée n'est pas la panacée car la présence d'un ou

la fréquence de travail, il est évident que celle-ci est liée en grande partie à celle des AOP utilisés.

Quand l'utilisation d'une inductance simulée est techniquement envisageable, celle-ci a généralement plus d'avantages que le bobinage. Outre l'aspect réalisation (pas mandrin (= support + noyau) aux références introuvables ni de fil de cuivre fin comme un cheveu qui risque de casser à plusieurs reprises pendant le bobinage), le poids et l'encombrement d'une inductance simulée sont en général bien inférieurs à ceux d'un bobinage surtout pour une valeur de L dépassant 100 mH. Côté valeur, une inductance simulée peut généralement être ajustée ou rendue largement variable par simple action sur une résistance ajustable, ce qui n'est absolument pas le cas avec un bobinage.

L'utilisation d'inductances simulées

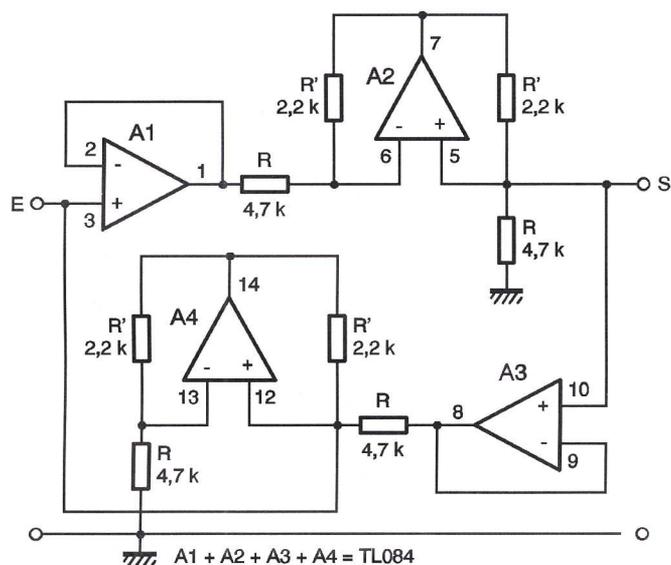


Fig 4a Schéma d'un gyrateur

plusieurs AOP requiert une alimentation, qui plus est symétrique, pour fonctionner. Celle-ci n'étant pas forcément disponible dans le montage où intervient l'inductance, il faut bien réfléchir avant d'opter pour la mise en œuvre de ces inductances simulées. Par ailleurs, l'inductance simulée possède obligatoirement une extrémité reliée à la masse ce qui exclut toute réalisation dans laquelle les deux extrémités sont hors masse.

D'autres points importants, comme la valeur du courant traversant l'inductance simulée, la tension à ses bornes et la fréquence à laquelle l'inductance et donc les AOP vont fonctionner, doivent inciter l'utilisateur à bien réfléchir avant d'envisager le remplacement d'un bobinage par une inductance simulée. Pour le courant, la valeur limite est liée à celle que l'on rencontre habituellement avec des montages à base d'AOP, soit quelques milliampères. Côté tension, on ne peut bien évidemment pas dépasser celle de l'alimentation et, pour ce qui concerne

étant (à ce jour) exclue du domaine des courants (et des tensions) dits forts, leur domaine de prédilection est celui des filtres basses fréquences comme nous le verrons après vous avoir proposé deux schémas de réalisation.

■ Premier montage

Proposé à la figure 3a, ce montage ne comporte qu'un seul AOP, 2 résistances et un condensateur. Des calculs simples, non proposés ici, montrent que vu de son entrée, donc entre les points A et B, ce montage se comporte comme l'association en parallèle (figure 3b) d'une inductance de valeur $L_p = R_1 R_2 C$ et d'une résistance $R_p = R_1 R_2 / (R_1 + R_2)$.

En appliquant ces formules au montage pour lequel $R_1 = R_2 = 10 \text{ k}\Omega$ et $C = 1 \text{ nF}$, nous obtenons $L_p = 100 \text{ mH}$ et $R_p = 5 \text{ k}\Omega$. Pour une fréquence de travail $F = 1000 \text{ Hz}$ ($\omega = 2 * \pi F = 6280 \text{ rad/s}$) le coefficient de qualité Q_p vaut 8. Les formules exactes de passage parallèle/série donnent $r_s = 76,6 \Omega$ et $L_s = 98 \text{ mH}$ alors qu'avec les formules approchées r_s vaut $78,12 \Omega$ et $L_s = 100 \text{ mH}$. Comme on le constate ici, bien que Q_p soit inférieur à 10, les écarts observés sont très modestes. Les valeurs de notre exemple sont semblables à celle du bobinage que nous avons pris en

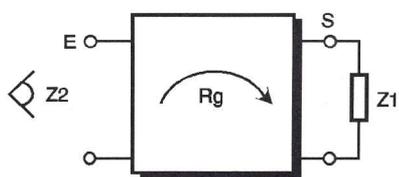


Fig 4b Schéma d'un quadripôle

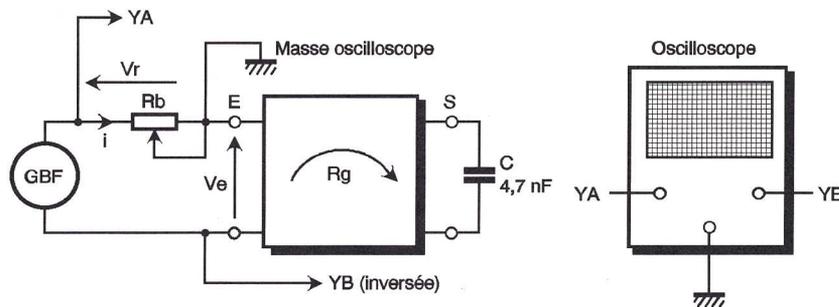


Fig 5a Mesure de l'impédance d'entrée du gyrateur

exemple. En modifiant la valeur des résistances et du condensateur C, on peut améliorer le coefficient de qualité de l'inductance de façon notable. Avec $R_1 = R_2 = 100 \text{ k}\Omega$ et $C = 10 \text{ pF}$, la valeur de L est identique mais Q_p vaut maintenant 80 et r_s passe à $7,8 \Omega$, le tout sans augmentation de volume.

En s'appuyant sur les formules ci-dessus, on voit très vite que l'on peut réaliser une inductance de très forte valeur en modifiant un, deux ou trois des éléments R_1 , R_2 , C. Pour $C = 100 \text{ nF}$, R_1 et R_2 conservant les valeurs précédentes on obtient $L = 10 \text{ henrys}$. Un bobinage ayant une telle inductance occuperait un espace bien supérieur aux quelques centimètres carrés nécessaires à l'AOP et aux 3 composants R_1, R_2, C .

L'intérêt de ce montage réside dans sa simplicité. De plus, en remplaçant l'un des éléments R_1 ou R_2 par un ajustable, l'inductance L devient un élément réglable. L'inconvénient de cette solution réside dans le fait que toute variation de l'inductance s'accompagne d'une variation de résistance puisque R_p (donc r_s) et L dépendent toutes les deux de R_1 et R_2 . Ce type de fonctionnement est toutefois envisageable si les variations de L attendues ne sont pas trop importantes (10 à 20 % au maximum).

Ce premier montage ne permet pas de simuler les inductances parfaites ($R_p = \infty$ ou $r_s = 0$). Pour obtenir ce type

celles de la version sans étage suiveur. Comme ce n'est par ailleurs pas le prix des AOP qui augmente celui de la réalisation (un TL084 qui contient 4 AOP est pratiquement au même prix qu'un TL082 qui n'en contient que 2) pourquoi s'en priver ?

Ce montage fait partie de la famille des gyrateurs, encore appelés convertisseurs d'impédance positive (PIC = positive impedance converter en anglais). Un gyrateur est généralement caractérisé par une résistance de gyration R_g dont la valeur est égale à celle de la résistance R du schéma de la figure 4a. Le gyrateur est souvent schématisé par un quadripôle (figure 4b) où apparaît la résistance R_g . Bien que la valeur choisie pour R (ou R') puisse être modifiée en fonction des objectifs à atteindre, toutes les résistances notées R (respectivement R') doivent posséder la même valeur et respecter la condition $R' < R$.

Toute impédance Z_1 connectée à une paire de borne d'un gyrateur est vue au niveau de l'autre paire comme une impédance $Z_2 = R_g^2 Z_1$. Quelques cas d'école intéressants sont envisageables, comme celui où $Z_1 = 0$ (un court circuit en sortie) qui est vu à l'entrée comme un circuit ouvert puisque $Z_2 = R_g^2 * 0 \rightarrow \infty$ ou sa réciproque, $Z_1 = \infty$ (circuit ouvert en sortie) vu à l'entrée comme un court circuit ($Z_2 = R_g^2 / \infty = 0$).

Le cas le plus intéressant, pour le

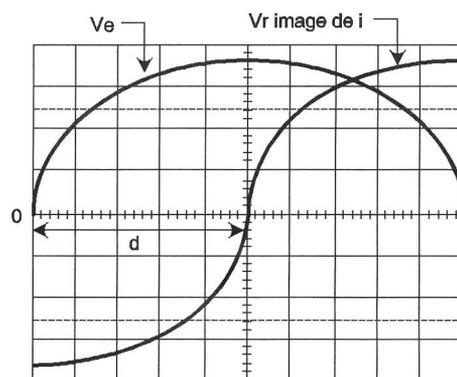


Fig 5b Oscillogrammes de V_e et de i (i et V_e sont en quadrature)

de composant, il faut faire appel au second montage que voici.

■ Deuxième montage

Proposé à la figure 4a, ce montage est un peu plus gourmand que le précédent en AOP puisqu'il n'en compte pas moins de 4. Bien que l'on puisse supprimer les 2 étages suivants à AOP (A1 et A3) dans certaines applications, nous préférons vous donner le montage complet car ses performances sont supérieures à

sujet abordé dans ces lignes, est celui où l'impédance Z_1 est celle d'un condensateur C ($Z_1 = 1/C\omega$). Dans ce cas, Z_2 a pour valeur $Z_2 = R_g^2 C\omega$ que l'on peut transformer en $Z_2 = L\omega$ avec $L = R_g^2 C$. En branchant un condensateur C à la sortie du gyrateur, vu de son entrée tout se passe par conséquent comme si l'on avait une inductance pure (non résistive) L. Avec $R = 4,7 \text{ k}\Omega$ et $C = 4,7 \text{ nF}$, on réalise une inductance L de 103 mH absolument parfaite.

Pour s'en convaincre, il suffit de mesurer expérimentalement l'impédance d'entrée du montage en réalisant le gyrateur sur plaque de

connexions, l'AOP utilisé (un TL084 par exemple) étant alimenté par une tension symétrique de valeur comprise entre $\pm 10V$ et $\pm 15V$. Le schéma

d'entrée de $1M\Omega$ de l'oscilloscope joue le rôle de l'élément R précédent. Notons qu'un condensateur présentant une résistance de fuite

compte de cette remarque car seule R_p subsiste. Le calcul de l'amplification maximale T_o (pour F_o) devient alors évident : $T_o = R_p / (R_p + R_o)$. Pour le filtre utilisant le premier type d'inductance simulée T_o vaut 0,5 ce qui est tout à fait normal puisque $R_o = 4700 \Omega$ et que $R_p = 5000 \Omega$. Pour le gyrateur, si R_p était infinie on

viendrait sur la bande passante par l'intermédiaire du coefficient de qualité ($Q_p = R_p / L_p \omega$) dans la formule de la bande passante définie par $B_p = F_o / Q_p$. Une étude mathématique rigoureuse de ces filtres montre qu'en pratique tout se passe comme si la résistance R_o était en parallèle sur le circuit R_p, L_p, C_o ce

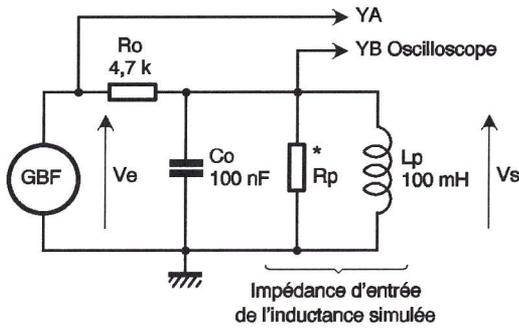


Fig 6a Réalisation d'un filtre passe bande avec une inductance simulée

de la figure 5a présente la disposition des appareils de mesure. Le générateur BF délivre un signal sinusoïdal de fréquence 1000 Hz et d'amplitude 1V. Pour visualiser correctement la tension V_e présente à l'entrée du gyrateur, il est nécessaire d'inverser la voie YB car celle-ci reçoit en fait la tension $-V_e$. L'oscilloscope est synchronisé sur la voie YB.

La voie YA reçoit la tension $V_r (=R_b i)$ image du courant qui traverse l'impédance d'entrée Z_e du gyrateur. Pour le gyrateur les tensions V_e et V_r sont en quadrature (figure 5b) et comme V_e est en avance sur V_r l'argument de Z_e vaut $\phi = 18^\circ$ et $d = +90^\circ$. Ceci confirme le fait que l'impédance d'entrée du gyrateur soit celle d'une inductance. Pour déterminer la réactance de l'inductance simulée, on agit sur la résistance série R_b (boîte à décades de résistances ou simple potentiomètre de quelques $k\Omega$) jusqu'à ce que l'amplitude des signaux V_r et V_e observés sur l'écran de l'oscilloscope soient identiques. Penser à utiliser le même calibre pour les atténuateurs d'entrée de l'oscilloscope. Quand cette condition est vérifiée, la valeur

donnera aussi naissance à une inductance résistive pour les mêmes raisons. Il faut donc faire très attention à la qualité des éléments que l'on connecte à la sortie d'un gyrateur si l'on veut en tirer le meilleur parti. Pour les mêmes raisons, l'appariement des résistances R (et R') entre elles est très important pour que le gyrateur soit parfait.

■ Application des inductances simulées

Les 2 types d'inductances simulées que nous venons de vous présenter peuvent entrer dans la réalisation de nombreux filtres de tous types (passe bas, passe haut, passe bande ou réjecteur) travaillant dans une plage de fréquences allant de quelques fractions de hertz à plusieurs dizaines de kilohertz. Comme nous ne pouvons vous les présenter tous, nous avons sélectionné un filtre passe bande très simple, réalisable avec les 2 montages proposés et qui ne nécessite que 2 composants supplémentaires ($R_o = 4,7 k\Omega$ et $C_o = 100 nF$) par rapport aux éléments des inductances simulées. Pour alléger le dessin de la figure 6a, l'inductance simulée est remplacée par son schéma équivalent parallèle (R_p, L_p). R_p n'existe en fait que pour le premier montage simulateur d'inductance puisque le gyrateur réalise en théorie une inductance parfaite.

La résistance R_o , placée en série avec le générateur BF, transforme ce dernier en un générateur de courant (imparfait) de résistance interne R_o . Les courbes de la figure 7 présentent les variations de $T = V_s / V_e$, rapport existant entre la tension aux bornes de l'association R_p, L_p, C_o et celle délivrée par le générateur, pour différentes fréquences comprises entre 50 Hz et quelques kilohertz. Dans les 2 cas, la forme observée est bien celle d'un filtre passe bande. La fréquence d'accord F_o du filtre est celle pour laquelle l'amplitude de V_s est maximum. La valeur F_o relevée est très proche de $1600 Hz = 1 / (2\pi \sqrt{L_p C_o})$ pour les 2 montages. Pour cette fréquence, le circuit L_p, C_o se comporte comme un circuit "bouchon" (aucun courant ne le traverse). Le schéma équivalent de la figure 6b tient

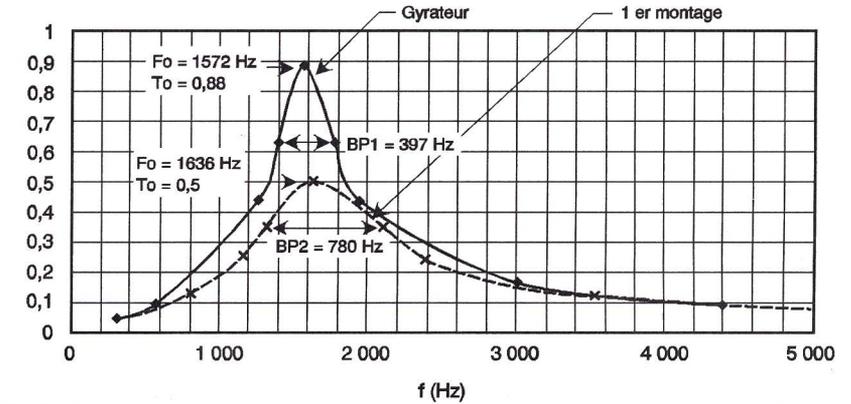


Fig 7 Variations de $T = V_s / V_e$

devrait trouver $T_o = 1$. En pratique, les imperfections du montage (valeurs de R ou R' non identiques entre elles) conduisent à $T_o = 0,9$ ce qui signifie que $R_p = 9R_o$. On détermine expérimentalement les limites de la bande passante à -3dB en cherchant les fréquences pour lesquelles la valeur de T est égale à $T_o / \sqrt{2}$. On voit aisément que le filtre le plus sélectif (bande passante la plus étroite) correspond à l'utilisation du gyrateur, ce qui est tout à fait normal puisque la résistance parallèle R_p du gyrateur est bien supérieure à celle de l'autre montage et que ce paramètre inter-

qui permet de justifier le fait que la bande passante des 2 types de filtre soit plus large que la valeur théorique attendue par application de la formule ci-dessus. Bien que sommaire, nous espérons que cette présentation des inductances réelles et simulées aura permis au lecteur de se familiariser avec ce domaine particulier de l'électronique où les semi-conducteurs n'ont pas encore totalement remplacé les composants traditionnels puisque les bobinages sont encore irremplaçables dans certains cas.

F. JONGBLOËT

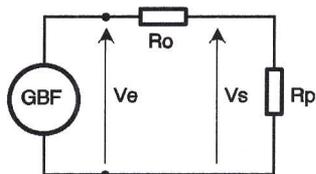


Fig 6b Schéma équivalent pour F_o

de R_b est égale au module de l'impédance d'entrée du gyrateur ce qui donne $L\omega = R_b$. Nous avons trouvé, pour notre part, $R_b = 650 \Omega$ soit une valeur de L ($=R_b / \omega$) très proche des 103 mH théoriques.

La même technique de mesurage peut être utilisée pour l'inductance simulée à l'aide du premier montage. La valeur de r_s (non nulle pour ce montage) est donnée par la relation $r_s = R_b \cos \phi$ et celle de L_s par $L_s = R_b \sin \phi / \omega$.

En plaçant une résistance R en parallèle sur le condensateur C situé en sortie du gyrateur, la formule $Z_2 = R_g^2 Z_1$ montre que l'impédance d'entrée de ce dernier est équivalente à la mise en série d'une résistance $r_s = R_g^2 R$ et d'une inductance $L_s = R_g^2 C$. Le simple fait de connecter un oscilloscope à la sortie du gyrateur suffit à transformer une inductance parfaite (à l'entrée) en une inductance résistive car la résistance

suite de la page 2 (Technologie)

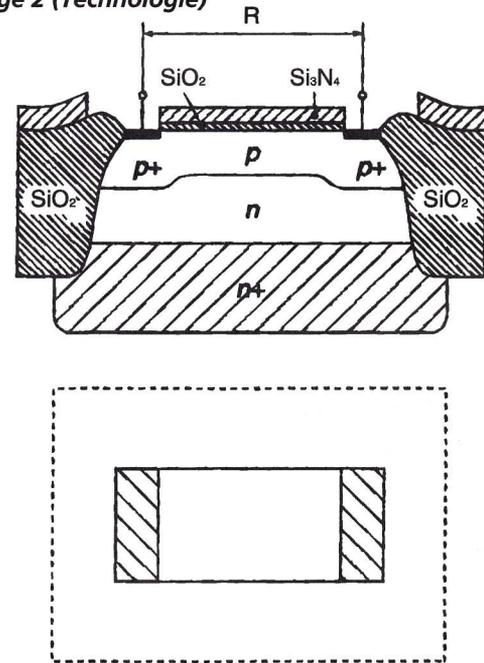


Fig 4

Résistance type base Subilo

■ Transistors PNP latéral (figure 3)

Étant donné que le substrat est dopé p pour l'ensemble des circuits, la fabrication de ce transistor pose des problèmes.

L'émetteur et le collecteur n+ sont diffusés en même temps dans la couche épitaxiale n qui forme la base avec la couche enterrée n+ et la sortie n+. L'isolement des caissons est en SiO_2 . Le gain de ce PNP est inférieur à celui du NPN correspondant.

■ Intégration des résistances (figure 4)

On cherche à les éliminer le plus possible, car elles occupent beaucoup de surface sur le silicium. C'est le type "base" qui est le plus employé. Toutes les résistances d'un circuit sont placées dans le même caisson, n ramené au pôle positif qui les bloque en inverse les unes par rapport aux autres. Les résistances sont diffusées en même temps que les bases des transistors. Valeurs : 30 Ω à 30 k Ω .

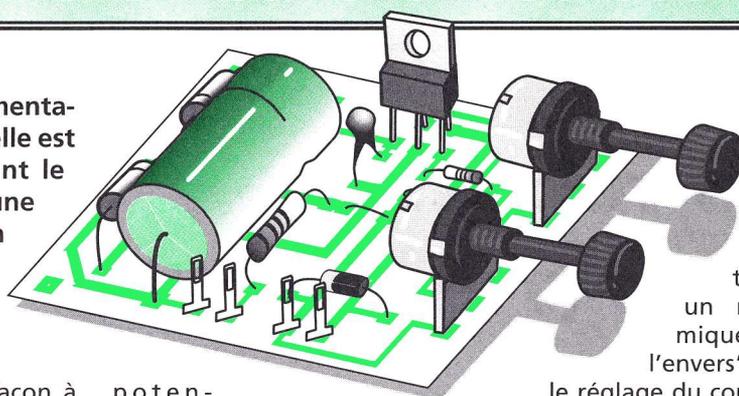
R. BESSON

Alim de labo réglable en tension et courant

Parmi les outils de base de l'électronicien amateur, l'alimentation de laboratoire figure toujours en bonne place car elle est indispensable dès que l'on veut tester ou mettre au point le moindre montage. Pour être la plus polyvalente possible, une bonne alimentation de laboratoire se doit d'être réglable en tension sur une large plage, mais aussi de disposer d'une protection contre les courts-circuits, également réglable si possible.

La première contrainte est facile à satisfaire avec de nombreux circuits intégrés actuels mais la deuxième, c'est à dire le réglage du courant de court-circuit, est généralement plus délicate, et rare sont les circuits intégrés qui permettent un réglage facile.

C'est pour cela que nous avons décidé de vous proposer aujourd'hui une alimentation utilisant un circuit relativement peu connu bien que très performant : le LT1185 de Linear Technology. Ce circuit, disponible notamment chez Selectronic, permet en effet de réaliser une alimentation réglable de 2,5 à 25V et de 150mA à 3A avec seulement une poignée de composants passifs externes très courants et fort peu coûteux. Les presque 70 Francs que coûte le circuit sont donc très vite rentabilisés lorsque l'on calcule le prix de revient total du montage !



totallement ce radiateur de tout contact avec le boîtier. Attention également au potentiomètre P₁. C'est un modèle logarithmique monté "à l'envers" de façon à ce que

le réglage du courant de court-circuit soit le plus progressif possible. L'utilisation d'un potentiomètre linéaire à cet endroit provoque, en effet, un tassement de la zone de réglage des forts courants très peu agréables d'emploi.

Pour ce qui est du transformateur, veillez à ne pas utiliser un modèle délivrant plus de 24V au secondaire. En effet la tension maximum d'entrée du LT1185 est de 35V et sa

potentiomètres de réglage compris. Seul le transformateur reste externe en raison de son volume et de son poids.

Le LT1185 est implanté en bordure du circuit imprimé de façon à pouvoir le visser sur un radiateur qui devra être très efficace, surtout si vous envisagez d'utiliser l'alimentation à faible tension et à fort courant, c'est à dire dans la situation où

le réglage du courant de court-circuit soit le plus progressif possible. L'utilisation d'un potentiomètre linéaire à cet endroit provoque, en effet, un tassement de la zone de réglage des forts courants très peu agréables d'emploi.

Pour ce qui est du transformateur, veillez à ne pas utiliser un modèle délivrant plus de 24V au secondaire. En effet la tension maximum d'entrée du LT1185 est de 35V et sa

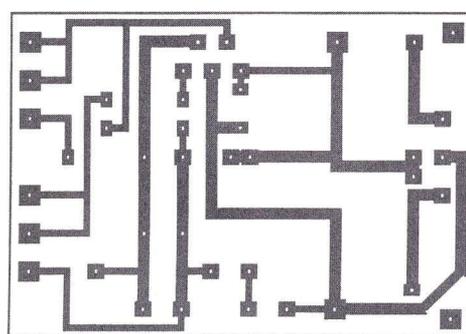


Fig 2 Circuit imprimé, vu côté cuivre, échelle 1

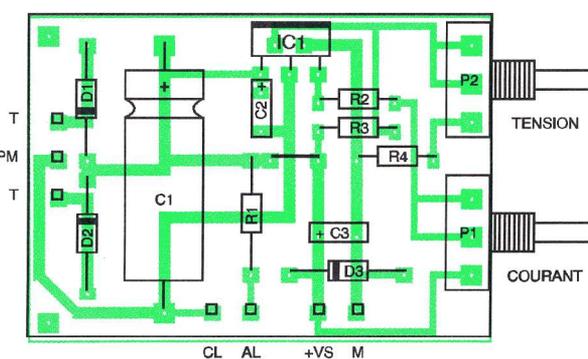


Fig 3 Implantation des composants

■ Comment ça marche ?

Comme le montre la figure 1, et contrairement à la majorité des régulateurs de tension positive, le LT1185 se monte en série dans la ligne d'alimentation négative. Ceci lui permet d'afficher une chute de tension entrée/sortie exceptionnellement faible de seulement 0,75V à 3A, ce qui est très utile dans certaines applications.

Comme nombre de régulateurs de ce type, le LT1185 comporte une référence de tension interne très précise (2,37V) dont la valeur est comparée avec la tension présente sur l'entrée FB. Comme cette tension est égale à la tension de sortie divisée par le pont R₃, R₄, P₂, il est ainsi possible de régler facilement la tension de sortie en agissant sur P₂. Le

résistance de précision de 0,055 Ω. Le circuit est évidemment précédé d'un classique transformateur à point milieu suivi de ses diodes de redressement et d'un chimique de filtrage de forte valeur. La sortie du régulateur, quant à elle, est filtrée par un condensateur de faible valeur au tantale, afin de minimiser son impédance en haute fréquence et d'assurer la stabilité de fonctionnement du régulateur. La diode D₃ protège le régulateur en cas d'application accidentelle d'une tension externe de mauvaise polarité.

■ La réalisation

Le schéma est tellement simple que nous avons conçu un circuit imprimé supportant tous les composants,

elle dissipe le plus de puissance. Rappelons en effet que, contrairement à une idée reçue stupide qui a la vie dure, ce n'est pas lorsque la tension de sortie fournie est élevée que l'alimentation dissipe de la puissance. En voici la raison en deux relations. Supposons que la tension avant le régulateur soit de 30V et que l'on veuille débiter un courant de 3A. Si la tension de sortie de l'alimentation est réglée sur 25V, le régulateur aura à dissiper comme puissance : PR = (30 - 25) . 3 soit 15W. Mais si la tension de sortie de l'alimentation est réglée sur 2,5V, le régulateur aura à dissiper comme puissance : PR = (30 - 2,5) . 3 soit 82,5W !

Compte tenu du brochage du régulateur, sa languette métallique devra être isolée du radiateur au moyen des accessoires traditionnels, sauf bien sûr si vous pouvez isoler

tension différentielle entrée/sortie est de 30V.

Le respect de ces quelques recommandations vous permettra de disposer d'une alimentation fiable et de qualité, qui aura eu le mérite de ne pas vous ruiner.

C. TAVERNIER

■ NOMENCLATURE

IC₁ : LT1185 CT (Selectronic)
 D₁ à D₃ : BY252, BY255, etc. diode 200V/3A
 LED : LED rouge
 R₁ : 2,2 kΩ 1W (rouge, rouge, rouge)
 R₂ : 5,1 kΩ 1/4W 5% (vert, marron rouge)
 R₃ : 2,4 kΩ 1/4W 5% (rouge, jaune, rouge)
 R₄ : 120 Ω 1/4W 5% (marron, rouge, marron)
 C₁ : 2200 µF/40V chimique axial
 C₂, C₃ : 2,2 µF/35V tantale
 P₁ : potentiomètre rotatif logarithmique de 100 kΩ à implanter sur CI
 P₂ : potentiomètre rotatif linéaire de 22 kΩ à implanter sur CI
 TA : transformateur 220V/2x24V/75VA environ
 S₁ : interrupteur 1 circuit, 2 positions
 Fusible : fusible T20 1A temporisé et porte fusible châssis
 Radiateur pour IC₁

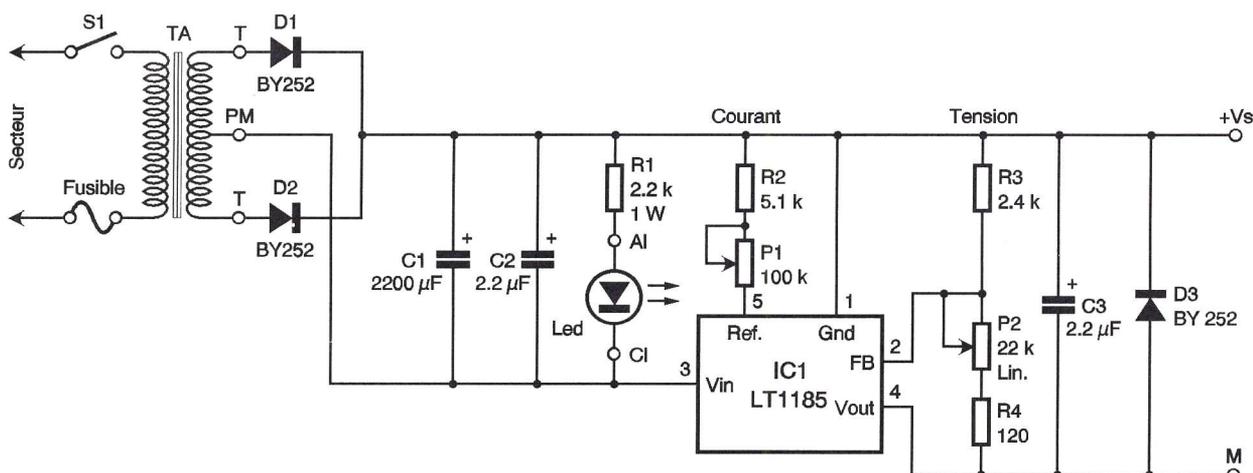


Fig 1 Schéma de notre alimentation



INITIATION A LA ROBOTIQUE

Petits robots mobiles (7^{ème} partie)

■ Robot : "PIKABOT"

PIKABOT est la contraction de Pikachu Robot. Pourquoi avoir choisi ce nom ? Car seul un dresseur de Pokémon peut faire obéir ce robot. Il foncera vers les ennemis pour les anéantir. Sans aller jusqu'à cette extrémité, ce robot obéira à son propriétaire par des ordres sifflés. Le capteur employé dans ce robot est un microphone. Et une attaque foudre contre Mewtwo.

■ Principe du montage

Un microphone capte les sons autour du robot et convertit la hauteur des sifflements en commande vers les moteurs. En l'absence de sons, le robot roule en marche avant. Lors d'une commande sifflée, un moteur est bloqué entraînant la rotation du robot. La hauteur du sifflement définit quel moteur sera bloqué.

Les sons captés par un microphone électret sont amplifiés, filtrés et convertis en signaux carrés. Puis ces signaux sont comparés à une réfé-

rence de tonalité et pilotent, en conséquence, l'un ou l'autre des moteurs. En l'absence de signaux caractéristiques, une fonction active les moteurs ensemble.

■ Le schéma électronique

La figure 1 montre le schéma de notre robot. Il est composé de deux

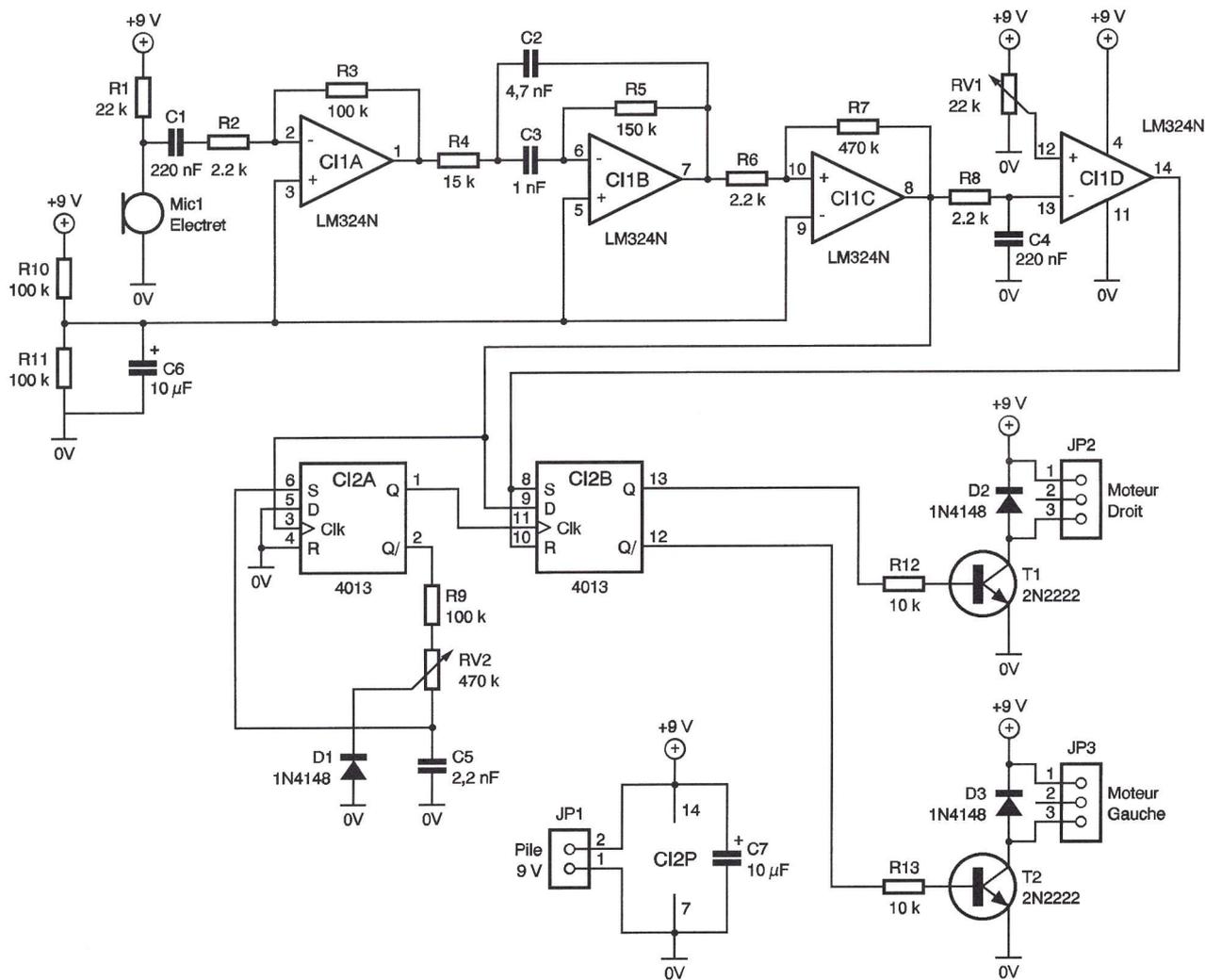
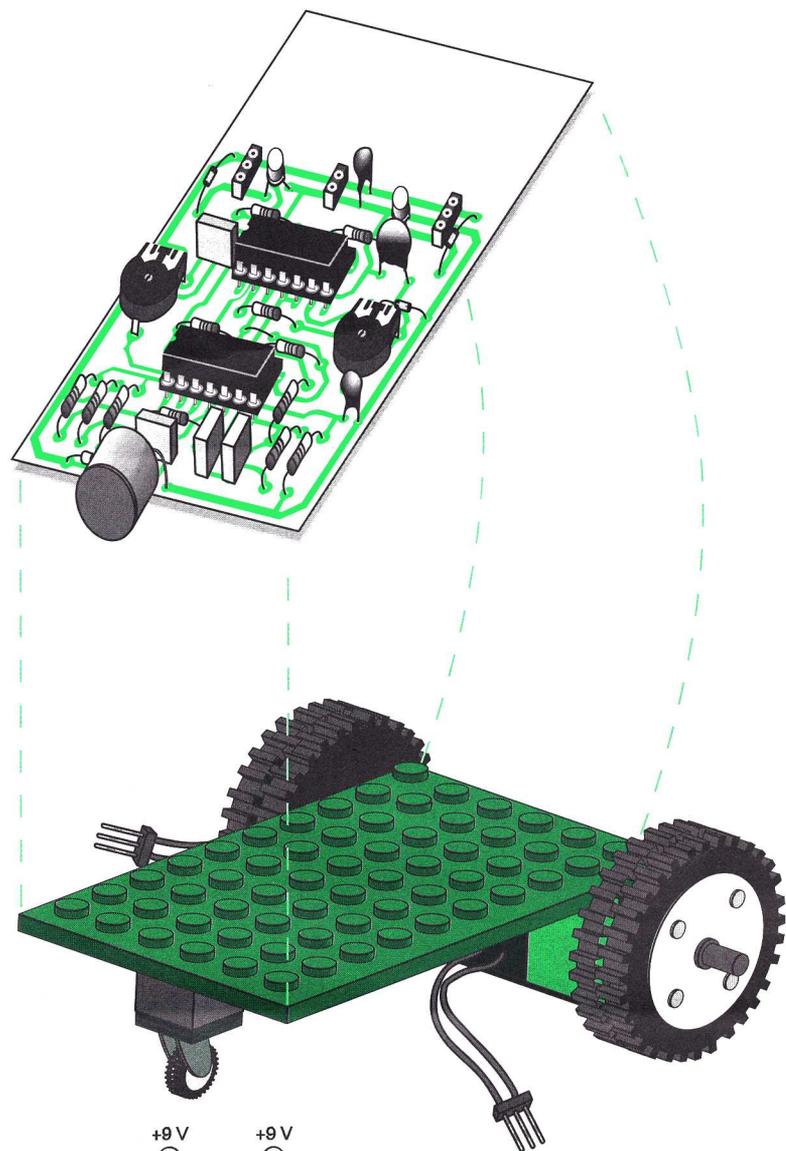


Fig 1

Schéma de principe

parties. La première partie transforme les sons captés par le microphone en signaux logiques qui sont analysés par la deuxième partie qui pilote les deux moteurs.

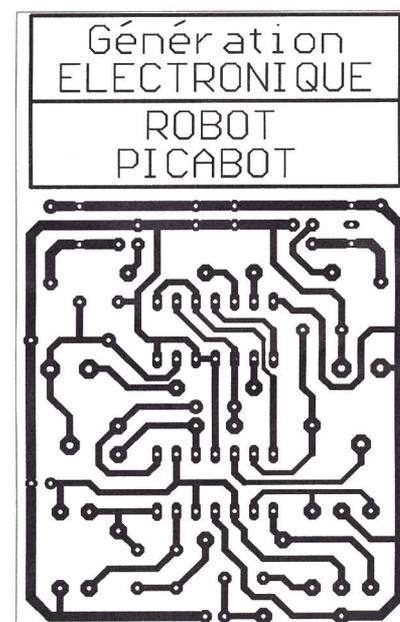


Fig 2 Tracé du circuit imprimé

Le microphone électret, alimenté par la résistance R₁, capte les sifflements. Les sons sont amplifiés par l'amplificateur CI_{1A} de gain 50, la

Titre	Magazine	Numéro	Date	Page
Audiomate	Elektor	208		52
Microphone directionnel		232	oct. 97	20
VOX		139	Janv. 90	20
Bébéphone		135	Sept. 89	47
Inter (modélisme)	RC Marine			

Bibliographie

composante continue étant supprimée par C₁. R₁₀, R₁₁ et C₆ réalisent une masse virtuelle pour les amplificateurs opérationnels. Les signaux sont ensuite filtrés par Cl₁₈ afin de sélectionner les fréquences autour de 2 kHz. Le circuit suivant est un comparateur qui transforme les signaux d'amplitude suffisante en signaux carrés compatibles avec un traitement logique. La fonction suivante bloque les moteurs en marche avant, lorsque l'amplitude des signaux est trop faible. La résistance variable RV₁ permet de jouer sur la sensibilité du montage.

Les signaux mis en forme attaquent un comparateur logique Cl₂₈ réalisé avec une bascule D. La fréquence des signaux entrants est comparée à une fréquence fixe générée par Cl_{2A}. Pour les fréquences supérieures à la fréquence fixe, la sortie Q est à 0, bloquant le moteur droit, et inversement avec les fréquences inférieures. Le circuit Cl_{2A} réalise une fonction monostable déclenchée par les signaux entrants. La résistance ajustable RV₂ permet de choisir la fréquence de basculement. Les sorties du circuit Cl₂₈ attaquent les moteurs par une interface réalisée par des transistors.

Réalisation pratique

La plate-forme en LEGO sera construite suivant le modèle des derniers articles. Un porte-pile LEGO pourra être utilisé à la place d'un élastique, mais celui-ci servira aussi à bloquer le circuit sur la grande plaque LEGO. Le circuit imprimé de la figure 2 sera réalisé par un des moyens à votre disposition (trans-

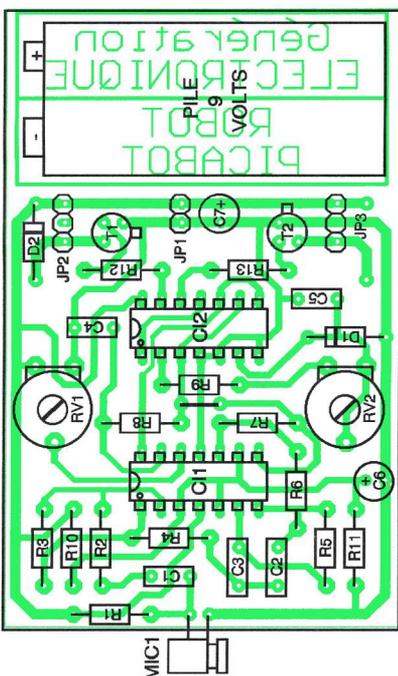


Fig 3 Implantation des éléments

fert, stylo ou UV). Tous les trous sont percés avec un foret de 0,8mm puis agrandis à 1,2mm pour RV₁ et RV₂. Ne pas oublier le strap entre les deux circuits intégrés. La résistance ajustable RV₁ doit être réglée selon le niveau sonore ambiant, alors que RV₂ permet de régler le seuil de la tonalité pour les siffles.

Ce dernier réglage peut être délicat si les moteurs sont trop bruyants. Il peut être nécessaire de modifier la valeur de C₅ pour améliorer le fonctionnement.

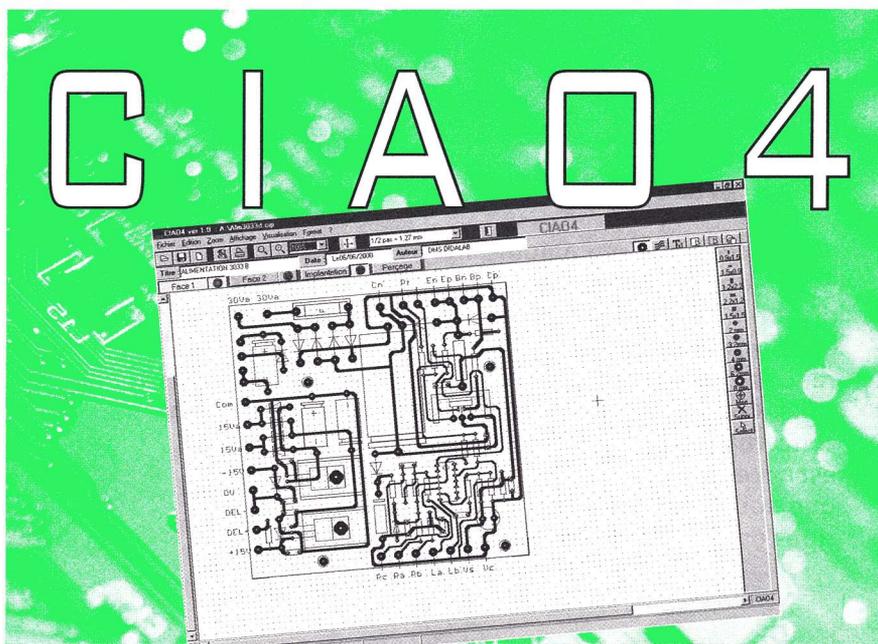
F. GIAMARCHI

NOMENCLATURE (électronique)

- R₁ : 22 kΩ (rouge, rouge, orange)
- R₂, R₆, R₈ : 2,2 kΩ (rouge, rouge, rouge)
- R₃, R₉ à R₁₁ : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
- R₄ : 15 kΩ (marron, vert, orange)
- R₅ : 150 kΩ (marron, vert, jaune)
- R₇ : 470 kΩ (jaune, violet, jaune)
- R₁₂, R₁₃ : 10 kΩ (marron, noir, orange)
- RV₁ : 22 kΩ (horizontal)
- RV₂ : 470 kΩ (horizontal)
- C₁, C₄ : 220 nF
- C₂ : 4,7 nF
- C₃ : 1 nF
- C₅ : 2,2 nF
- C₆, C₇ : 10 μF, 16V (vertical)
- D₁ à D₃ : 1N4148
- T₁, T₂ : 2N2222
- Mic₁ : Microphone électret
- Cl₁ : LM324
- Cl₂ : CD4013
- 2 supports 2x7 broches
- Pile ou accumulateur (type 6F22)
- Connecteur pour pile

NOMENCLATURE (LEGO)

- 1 plaque 10 x 6
- 1 plaque 6 x 2
- 1 plaque 2 x 2
- 1 plaque 2 x 2 (charnière) réf. : 5388
- 1 cube 2 x 2
- 2 petits moteurs 9V réf. : 5119
- 1 roulette de nez réf. : 5050
- 1 connecteur pour moteur coupé en deux
- 2 axes 4
- 2 roues (voir dessin)
- Option : porte-pile LEGO réf. : 5391



LA NOUVELLE VERSION DE CIAO SOUS WINDOWS® EST ARRIVÉE

- la nouvelle version du plus populaire des logiciels de CIAO était attendue par plus de 200 000 utilisateurs. Avec CIAO 4 sous Windows® qui présente de nombreuses fonctionnalités supplémentaires, parmi lesquelles : prise en main encore plus facile et aidée en ligne ; Exportation des fichiers vers Word pour préparer un dossier de travail ou des exercices ; Intégration des CMS (Composants Montés en Surface) ; Intégration du module de perçage pour piloter les perceuses/fraiseuses 3 axes ; Aide en ligne à toutes les étapes de travail.
- **CIAO**, c'est plus de 6 000 classes équipées, un prix inchangé depuis 5 ans, la possibilité d'avoir une version établissement (nombre de copies illimitées).

- **Possibilités** : Tracé du typon en simple ou double face ; Tracé du plan d'implantation ; Sortie sur imprimante ou traceur de documents directement exploitables pour la fabrication des CI ; Tracé du plan de perçage avec généralisation des fichiers pour les machines de perçage automatiques ; Utilisation, création et modification d'une bibliothèque de composants.

- **Fonctionnalités** : Surface de travail maximale de 800 x 800 mm. ; Grille au pas de 2,54mm. ; Positionnement du curseur avec une résolution variable allant du pas de 2,54 mm. au 1/100e de pas, soit 0,0254 mm. ; 6 largeurs de pistes de 0,3 mm. à 2,5 mm. ; Déplacement, rotation, inversion, duplication de tout ou partie du circuit.

CIF-ATHELEC : 11, rue Charles-Michel - 92220 Bagneux - France
Tél. : 33 (0) 1 4547 4800 - Fax : 33 (0) 1 4547 1614
E-mail : cif@cif.fr - Web : http : //www.cif.fr



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



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

Envoi contre 30F (chèque ou timbres-poste)

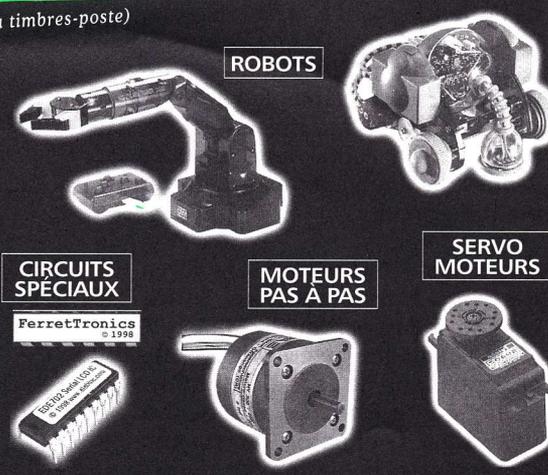
Selectronic L'UNIVERS ELECTRONIQUE

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)



Oui, je désire recevoir votre Catalogue Général 2001 à l'adresse suivante :
(Ci-joint 30F en timbres-poste ou chèque)

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



COMMENT CALCULER SES MONTAGES ?

28° partie

Nous terminons aujourd'hui notre visite dans le monde des monostables avec une rapide présentation des circuits disponibles en technologie TTL. Nous nous intéresserons ensuite, quelque peu, aux bascules D que l'on ne peut ignorer dès lors que l'on place un peu de logique dans ses circuits. Comme vous pourrez le constater, les calculs les concernant sont quasiment inexistantes ; par contre, il est nécessaire de connaître quelques schémas types que nous vous présenterons en décrivant leurs principes de fonctionnement.

Les monostables TTL

En technologie TTL il n'y a guère que deux circuits qui soient encore utilisés aujourd'hui : le 74121, qui est un modèle simple non redéclenchable, et le 74123 qui est un modèle double

leur jusqu'à 1000 µF. La durée de l'impulsion est fournie par la relation approximative suivante :

$$t = R \cdot C \cdot \text{Log } 2 \text{ soit encore } t \approx 0,7 \cdot R \cdot C$$

Cette relation, que nous n'avons pas démontrée, est tout simplement fournie par le fabricant du circuit car

nis, eux aussi, par le fabricant et que vous pouvez découvrir en figure 3.

La figure 4 enfin présente le synoptique du 74123. On ne dispose plus ici que de deux entrées de déclenchement A et B, sensibles respectivement à un front descendant et montant. Contrairement au 74121, ces entrées ne sont pas équipées d'un trigger de Schmitt ; il faut donc leur appliquer de vrais signaux logiques. Une entrée de remise à zéro est également disponible, active au niveau bas. Deux sorties, Q et Qbarre, délivrent ici aussi des impulsions de sens opposés. Le comportement du circuit est résumé dans la table de vérité visible sur cette même figure.

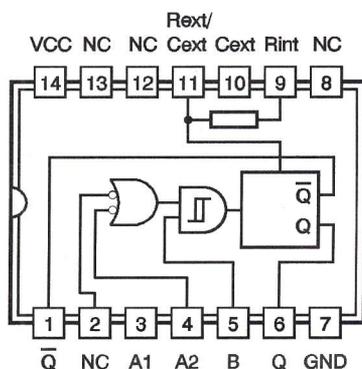
Une résistance et un condensateur externes, connectés comme indiqué figure 5, déterminent la durée de l'impulsion. Si le condensateur utilisé est un modèle tantale ou chimique ou si l'entrée de remise à zéro

est exploitée, le montage faisant appel à la diode est fortement conseillé. La fourchette de valeurs de la résistance va de 5 à 50 kΩ alors que celle du condensateur ne connaît pas de limites théoriques. Pour des condensateurs de valeur supérieure à 1 nF, la durée de l'impulsion est donnée par la relation approximative suivante :

$$t = K \cdot R \cdot C \cdot (1 + 0,7 / R)$$

où K est un coefficient qui vaut 0,28 pour le montage sans diode et 0,25 pour le montage avec diode.

Pour des capacités inférieures ou égales à 1 nF, cette relation n'est plus valable et il faut alors utiliser l'abaque fourni par le fabricant que vous pouvez découvrir en figure 6.



A1	A2	B	Q	Qbarre
0	x	1	0	1
x	0	1	0	1
x	x	0	0	1
1	1	x	0	1
1	1	1	1	0
1	1	1	0	1
0	x	1	1	0
x	0	1	1	0

Fig 1

Synoptique et table de vérité du 74121

(deux monostables identiques dans le même boîtier) et redéclenchable de surcroît.

La figure 1 présente le synoptique du 74121. Il dispose de trois entrées de déclenchement : les deux entrées A1 et A2 sont sensibles à des fronts descendants tandis que l'entrée B est sensible à un front montant. Comme le laisse deviner le cycle d'hystérésis dessiné au niveau de cette entrée, ce monostable dispose en interne d'un trigger de Schmitt et peut donc admettre des signaux de déclenchement à variation lente. Deux sorties Q et Qbarre sont prévues fournissant des impulsions de sens opposés. La table de vérité de ce monostable est présentée sur cette même et confirme ce que nous venons de dire quant au déclenchement du circuit.

Une cellule R-C externe fixe la durée des impulsions générées mais, comme indiqué figure 2, la résistance R peut être externe ou interne selon le mode de connexion utilisé. La résistance intégrée au circuit a une valeur typique de 10 kΩ. Afin d'obtenir des impulsions de durées stables et reproductibles, la résistance utilisée doit être comprise entre 2 et 40 kΩ et le condensateur entre 10 pF et 10 µF. Pour des applications où la durée de l'impulsion importe moins, il est possible d'augmenter ce condensa-

elle découle du schéma interne de ce dernier. Une autre solution consiste à utiliser les abaqués four-

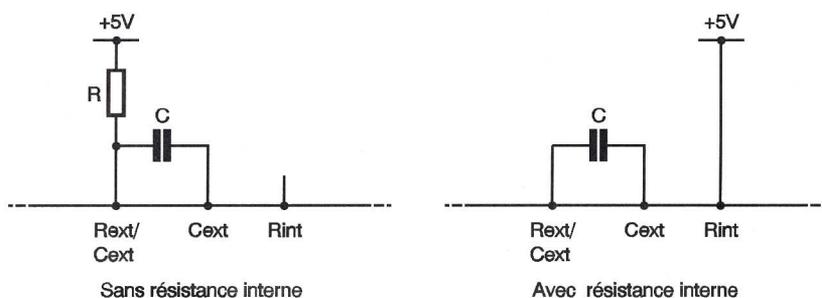


Fig 2

Le 74121 peut, ou non, utiliser une résistance interne

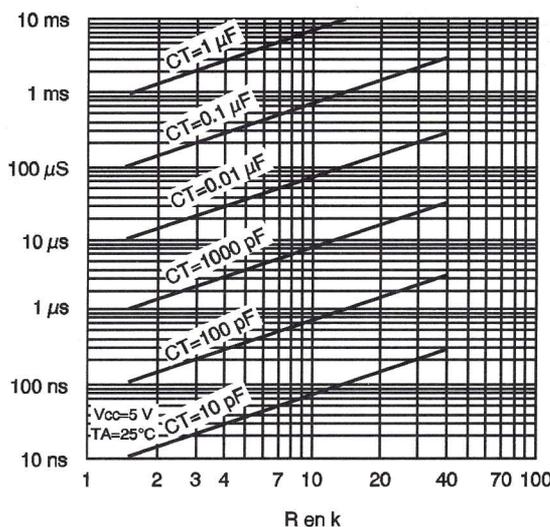
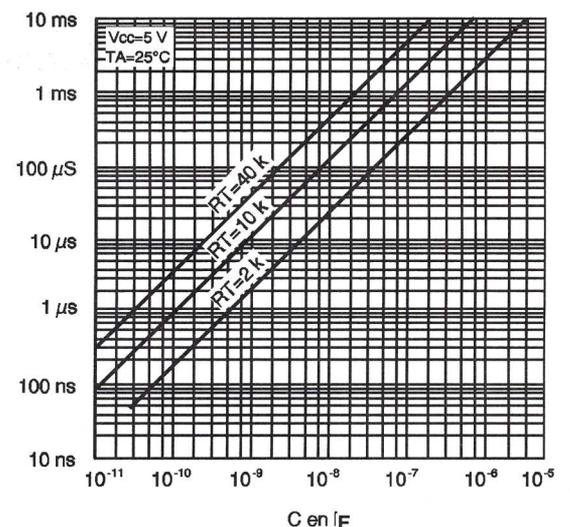
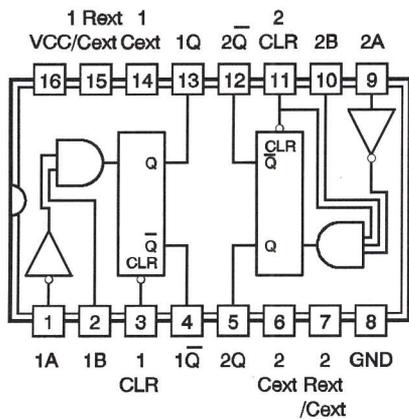


Fig 3



Abaques de calcul de la durée d'impulsion d'un 74121



A	B	CLR	Q	Qbarre
x	x	0	0	1
1	x	x	0	1
x	0	x	0	1
0	1	1	0	1
1	1	1	0	1
0	1	1	0	1

Fig 4 Synoptique et table de vérité d'un 74123

d'une précision absolue. Dans tous les cas où vous souhaitez une durée d'impulsion précise, il est donc judicieux de fractionner la résistance déterminant cette durée en une partie fixe et une partie ajustable.

Les bascules D

Les bascules D sont des éléments incontournables des circuits logiques, qu'elles soient utilisées directement en tant que telles dans des montages ou qu'elles soient intégrées dans des fonctions logiques plus complexes que sont les compteurs ou les registres à décalage. Il ne nous est donc pas possible de les ignorer à ce stade de notre exposé, même si les calculs les concernant sont quasiment inexistantes.

La figure 7 présente le symbole d'une bascule D la plus complète qui se puisse imaginer, c'est à dire avec une entrée de remise à zéro et une entrée de remise à un. Ces deux entrées, repérées R et S sur la figure, sont facultatives et ne sont pas présentes sur tous les circuits. Elles per-

mettent juste de définir l'état initial de la bascule et ne participent donc pas à son principe de fonctionnement général.

logie. Qbarre est évidemment une sortie dont l'état est le complément de Q. Jusque là, notre montage n'a pas grand chose d'une bascule car, s'il peut à la rigueur changer d'état une fois lors du premier front montant du signal d'horloge qu'il reçoit, cela ne va guère plus loin pour le moment.

Un défaut qui est mis à profit

Examinez le schéma présenté figure 8 et analysez avec nous comment il fonctionne. Supposons que la bascule ait été remise à "0", par exemple au moyen de son entrée R. Q est donc à "0" et Qbarre à "1". Au premier front montant du signal appliqué sur C, Q va donc passer à "1" puisque D, qui est reliée à Qbarre, est à "1". Au front descendant de C, rien ne va avoir lieu puisque la bascule D ne réagit qu'aux fronts montants. Au front montant de C suivant, Q va passer à "0" puisque D est à "0" et l'on va donc se trouver ramené à l'état initial.

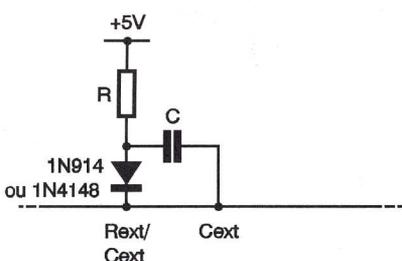
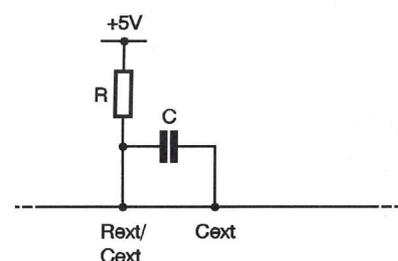


Fig 5 Une diode peut aussi être nécessaire avec un 74123

mettent juste de définir l'état initial de la bascule et ne participent donc pas à son principe de fonctionnement général.

Ce dernier, même s'il est bien décrit par le tableau de la figure 7, peut se résumer en une phrase : dans une bascule D la sortie Q prend l'état qu'a l'entrée D au moment du front montant du signal appliqué sur C. Cette entrée C est appelée traditionnellement l'entrée horloge de la bascule (C comme Clock) et le signal qui lui est appliqué est le signal d'horloge, même s'il n'a qu'un lointain rapport avec un signal périodique.

Ainsi, si l'entrée D est à "1", la sortie Q passera à "1" au premier front montant de l'horloge, et si D est à "0", Q passera à "0" au premier front montant de cette même hor-

loge. Si vous examinez le chronogramme correspondant à notre exposé, vous constaterez que l'on récupère sur Q un signal dont la période est le

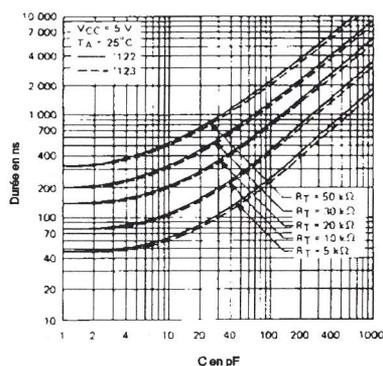
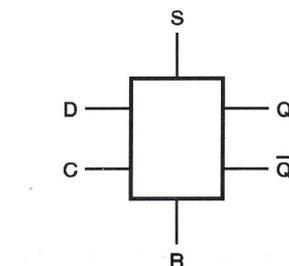


Fig 6 Abaques de calcul de la durée d'impulsion d'un 74123

double de celle du signal appliqué sur C ou, encore, dont la fréquence

est la moitié de celle du signal appliqué sur C. Notre bascule D câblée de la sorte est donc un diviseur par 2. En fait, ce montage, ainsi que ceux que nous allons voir dans un instant, ne peut fonctionner que parce que la bascule présente un certain temps de propagation interne comme schématisé figure 9. Ce temps de propagation est du, bien évidemment, au temps de réaction des transistors internes qui composent la bascule et il conduit la sortie Q à prendre l'état de D "un certain

temps" après le front montant appliqué à l'entrée C. La valeur de ce "certain temps" dépend de la technologie de cette dernière. En CMOS, avec la double bascule D classique qu'est le 4013, il faut tabler sur 50 ns sous 15V, 75 ns sous 10V et 175 ns sous 5V. En TTL, avec la double bascule D classique qu'est le 7474, on descend jusqu'à 5 ns pour un boîtier en version ALS.



C	D	R	S	Q	Q̄	Remarques
1	0	0	0	0	1	Pas de changement d'état
1	1	0	0	1	0	
1	x	0	0	Q	Q̄	RAZ
x	x	1	0	0	1	RA1
x	x	0	1	1	0	Etat déconseillé
x	x	1	1	1	1	

Fig 7 Synoptique et table de vérité d'une bascule D

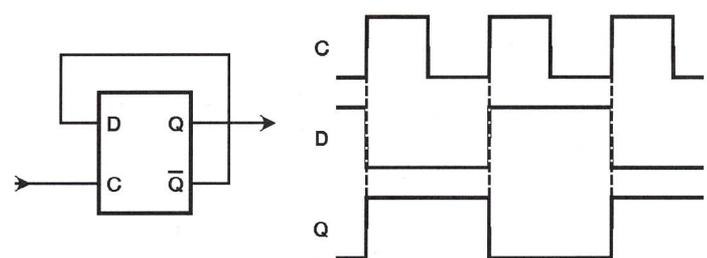


Fig 8 Comment câbler une bascule D pour réaliser un diviseur par 2

temps" après le front montant appliqué à l'entrée C. La valeur de ce "certain temps" dépend de la technologie de cette dernière. En CMOS, avec la double bascule D classique qu'est le 4013, il faut tabler sur 50 ns sous 15V, 75 ns sous 10V et 175 ns sous 5V. En TTL, avec la double bascule D classique qu'est le 7474, on descend jusqu'à 5 ns pour un boîtier en version ALS. C'est ce temps de propagation qui permet à la majorité des montages réalisés avec des bascules D de fonctionner comme nous allons le voir sans plus tarder avec...

Nous constatons que, sur chaque sortie Q des deux bascules, on dispose d'un signal à une fréquence égale à la moitié de celle du signal d'horloge, ce qui n'est pas très intéressant par rapport au montage de la figure 8. Par contre, si l'on considère les sorties Q1 et Q2, on constate qu'elles prennent quatre états différents successifs. Notre montage est donc un compteur par quatre puisqu'il suffirait, par exemple, de relier Q1 et Q2 à une logique de décodage réalisée avec des portes, pour faire allumer successivement quatre LED indiquant l'évolution de ce compteur rudimentaire.

Le compteur synchrone

Examinez le schéma de la figure 10 et essayez de dessiner son chronogramme de fonctionnement puisque vous savez maintenant comment fonctionne réellement une bascule D. Vous devriez aboutir à celui qui est présenté sous cette même figure. Attention ! Si vous n'y

mettent juste de définir l'état initial de la bascule et ne participent donc pas à son principe de fonctionnement général. Ce schéma est appelé compteur synchrone car toutes les bascules reçoivent en même temps le signal d'horloge destiné à faire avancer le compteur. Si vous réalisez plus de deux étages et que vous dessinez le chronogramme correspondant, vous constaterez qu'il permet de réaliser un compteur par 2 . n où n est le nombre de bascules utilisées. De ce fait, pour compter par des nombres un tant soit peu importants, on lui préfère très souvent le compteur asynchrone dont voici le schéma et le principe.

Le compteur asynchrone

Comme vous pouvez le constater à l'examen de la figure 11, ce compteur n'est autre que la mise bout à bout de plusieurs montages analogues à celui de la figure 8. L'horloge de chaque bascule est ainsi constituée par le signal émanant de la sortie Q de la bascule précédente. Si vous essayez de dessiner le chro-

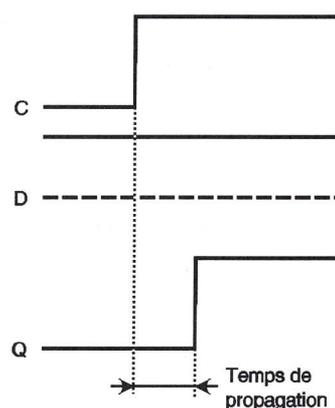


Fig 9 Mise en évidence de la notion de temps de propagation

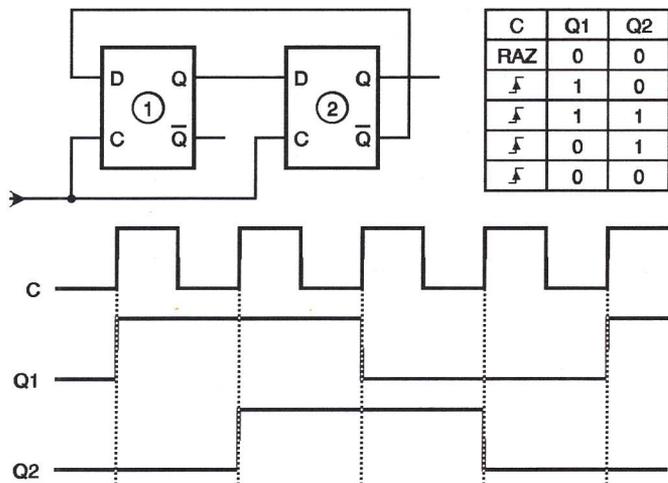


Fig 10 Un compteur synchrone réalisé avec des bascules D

nogramme de fonctionnement du montage de la figure 11, vous devriez obtenir celui présenté sous cette même figure sur lequel on constate immédiatement deux phénomènes importants. Tout d'abord, et comme dans le cas précédent,

rents et d'un signal à une fréquence égale au 1/8 de la fréquence du signal d'horloge sur Q3. Un compteur asynchrone est donc capable de compter, non pas par 2 . n comme son homologue synchrone, mais par 2ⁿ. C'est donc le montage générale-

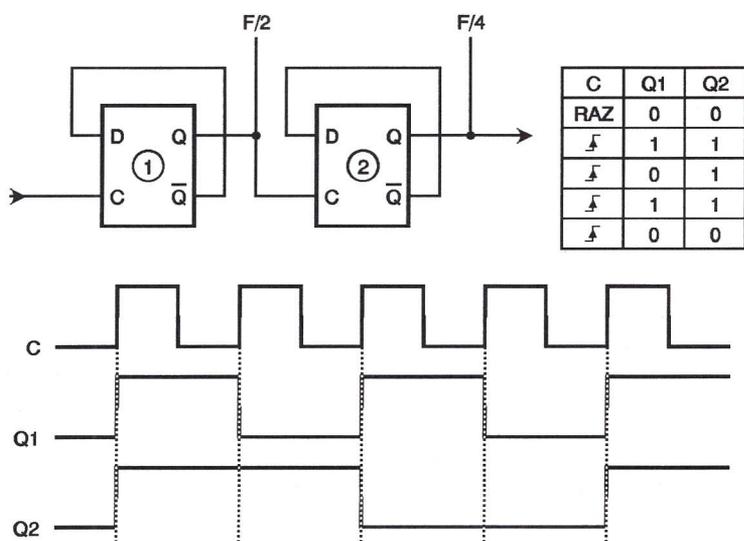


Fig 11 Un compteur asynchrone réalisé avec des bascules D

notre compteur à deux bascules sait compter jusqu'à quatre puisqu'il dispose, lui aussi, de quatre états différents. Par contre, si l'on trouve une fréquence moitié de celle de l'horloge sur Q1, on trouve ici une fréquence égale au quart de celle de l'horloge sur Q2. Cela peut donc être plus intéressant dans certains cas. S'il vous prend maintenant l'envie de dessiner ce même compteur muni de trois étages et d'établir son chronogramme, ce qui est simple et rapide une fois que le principe de la bascule D est bien compris ; vous constaterez qu'avec ces trois étages vous disposez de huit états diffé-

ment utilisé lorsque l'on souhaite réaliser des comptages par des valeurs importantes ou bien, encore, lorsque l'on souhaite diviser une fréquence par un nombre élevé.

Comptage impair

Qu'il soit synchrone ou asynchrone, notre compteur à bascules D ne sait diviser que par des nombres pairs ou des nombres qui sont des puissances de deux. Cela ne convient pas à certaines applications et il faut donc

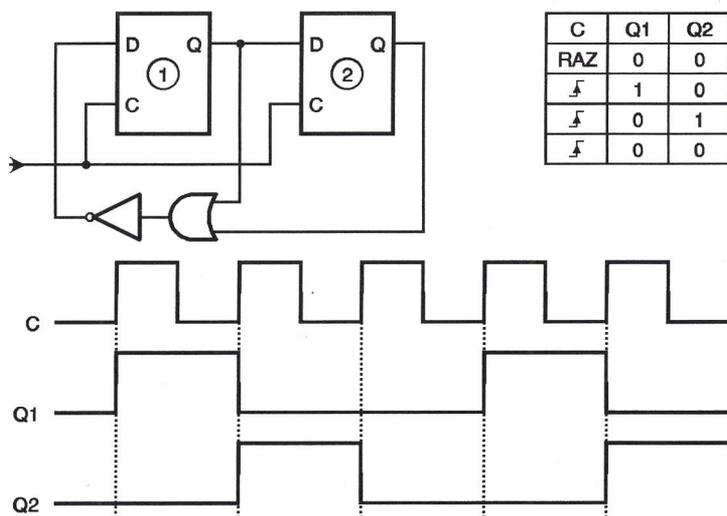


Fig 12 Comment faire pour compter par 3 avec un compteur par 4 !

utiliser des astuces pour arriver à faire compter ces bascules par "autre chose". Nous allons voir, à titre d'exemple, comment réaliser

D'autres solutions sont utilisables, tant avec les compteurs synchrones qu'asynchrones, pour les faire compter par quasiment ce que l'on veut.

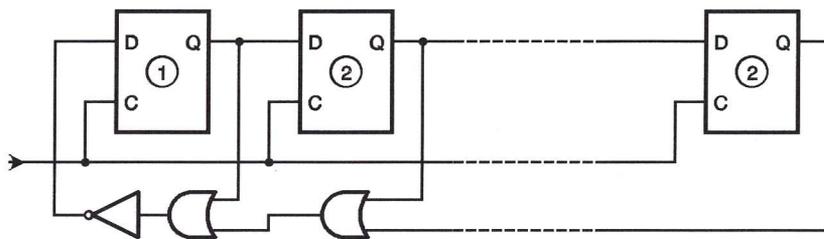


Fig 13 Généralisation du schéma de la figure 3 à un compteur à n étages

un compteur par trois grâce au schéma de la figure 12. Vous y reconnaissez un compteur synchrone qui sait normalement aller de 1 à 4 mais que l'on perturbe quelque peu avec une porte OU suivie d'un inverseur.

Le tableau présenté sur cette même figure détaille l'évolution du compteur à chaque front montant de l'horloge avec les états des sorties Q1, Q2 et D1 qui en découlent. Comme vous pouvez le constater à sa lecture, notre compteur ne dispose plus que de trois états distincts puisqu'au quatrième front montant de l'horloge il se retrouve ramené à son état initial. Grâce à ce schéma, nous avons donc réalisé un compteur par trois.

Ce principe peut être étendu à un nombre d'étages quelconque comme le montre la figure 13 et permet alors de réaliser un compteur par (n + 1) où n est le nombre de bascules utilisées.

Nous ne les détaillerons pas ici car cela sort nettement du cadre de cet exposé. Si vous les rencontrez dans des schémas, quelques minutes d'analyse vous permettront vite de comprendre comment elles fonctionnent une fois que vous avez maîtrisé le comportement de la bascule D.

Le prochain numéro

Nous terminerons notre incursion dans le monde de la logique avec la présentation des bascules J-K, presque aussi célèbres que les bascules D, puis nous reviendrons dans le monde de l'analogique avec les condensateurs utilisés en alternatif et les notions d'impédance qui leur sont associées.

C. TAVERNIER

L'ÉLECTRONIQUE LUDIQUE ! LA ROBOTIQUE EN KITS !

Kits électroniques éducatifs pour construire soi-même un robot. Livrés complets avec les composants à souder, le circuit, les éléments mécaniques et une notice pédagogique de montage.

ROBOT «HYPER PEPPY» EN KIT
399 F TTC

Ce robot roule jusqu'à ce que son détecteur capte un bruit (par ex. en frappant dans les mains) ou réagisse au contact d'un objet. Ensuite, il recule en tournant à gauche pendant une durée pré-programmée et avance de nouveau.

ROBOT «MOONWALKER» EN KIT
429 F TTC

Robot équipé de 2 détecteurs qui réagissent aux bruits et à la lumière. Il marche sur 4 pattes pendant quelques secondes dès que ses capteurs enregistrent un bruit ou un changement d'intensité lumineuse.

COFFRETS PÉDAGOGIQUES D'INITIATION

COFFRET D'INITIATION 50-EN-I
290 F TTC

Coffret d'expériences éducatives contenant 50 projets instructifs pour l'initiation à l'électronique. Alimentée par piles donc sans aucun danger. Manuel pédagogique complet en plusieurs langues. Permet de réaliser des expériences telles que la construction d'une radio, d'une alarme d'effraction, d'un détecteur d'eau, d'une clé de morse, des circuits digitaux, etc.

COFFRET D'INITIATION 300-EN-I
860 F TTC

Coffret d'expériences éducatives pour l'initiation à l'électronique. Les composants en vrac doivent être montés sur une plaque d'expérimentation. Conseillé également pour les écoles et les centres de formation. 300 projets répartis sur 17 thèmes dont : électronique de base, composants électroniques, communication radio, circuits, technologie digitale, technique de mesure.

Liste des points de vente disponibles sur demande
Acceldis S.A. 24 av. de l'Escouvier Parc d'Activités 95200 Sarcelles
Tél.: 01 39 33 03 33 - Fax : 01 39 33 03 30 - E-mail : acceldis@acceldis.com



DÉCOUVREZ L'ANGLAIS TECHNIQUE

Amplificateurs composés

A lors que la boucle de réaction d'un amplificateur opérationnel normal implique seulement un amplificateur, les concepteurs ont souvent besoin d'étendre cette boucle de réaction afin de **pouvoir** fonctionner avec des circuits composés qui utilisent deux ou plus d'amplificateurs opérationnels pour augmenter le gain. En **adhérant** aux principes conventionnels de réaction, vous pouvez **implémenter** une **compensation de phase** pour la boucle étendue et **avoir confiance** au **diagramme de BODE** pour fournir une **représentation visuelle** de l'accroissement du gain et l'**opportunité** pour étendre la bande-passante.

Par exemple, avec deux amplificateurs opérationnels dans la même boucle dont le circuit est représenté à la **figure 1**, vous pouvez atteindre une augmentation du gain sans **subir** aucun **ajout** de tension de décalage ou d'erreur dû à une introduction du bruit. Les effets de l'erreur sur l'entrée du second amplificateur sont divisés par le gain en boucle ouverte du premier amplificateur. Le gain du réseau en boucle ouverte de **ce circuit composé** devient le produit des gains de chaque amplificateur et réduit grandement l'erreur du gain **général** ainsi que la non-linéarité. Dans **notre** application, l'emploi de deux amplificateurs impose seulement une modeste augmentation du prix de l'ensemble par rapport à un seul composant. Vous pouvez, bien sûr, utiliser un circuit intégré qui comprend deux amplificateurs ou **sélectionner** deux amplificateurs **séparés** afin de fournir des caractéristiques et des performances **spécifiques** pour chacun d'eux. Dans le dernier cas, vous pouvez choisir l'amplificateur d'entrée pour un bon courant continu et ses performances en ce qui concerne son immunité aux bruits parasites et l'amplificateur de sortie pour ses possibilités de commander des charges élevées et son balayage rapide. Par exemple,

l'amplificateur de sortie peut **gouverner** le courant de charge et la dissipation de puissance **résultante**, produisant ainsi aucune réaction thermique vers l'entrée du circuit composé. De plus, il peut aussi **satisfaire** des demandes pour un fort taux de balayage. Dans ce cas, l'amplificateur d'entrée pourra seulement osciller à travers des petits signaux. Un intégrateur et une boucle de test d'un amplificateur mis en commun peuvent démontrer les bénéfices de l'utilisation d'un amplificateur composite. En étendant le gain composé en boucle ouverte vers des niveaux plus élevés, vous pouvez étendre la plage dynamique pour **effectuer** l'intégration de fonctions analogiques. Les fréquences basses interceptées sont retranchées par un facteur égal au gain de l'amplificateur **ajouté**. Ce changement est **tellement extrême** que les autres effets de l'erreur font **surface bien avant** que l'erreur du gain soit **prédominante**. Pour deux amplificateurs dans la **même** boucle ayant chacun un gain en boucle ouverte de 100 dB, le gain composé est de 200 dB. A ce niveau de gain, une erreur sur l'entrée, qui est égale à 1nV, développe le balancement total de la tension de sortie qui est alors de 10V. **Bien avant** que le circuit atteigne cette limite, le bruit devient la **contrainte principale** pour le courant alternatif et **restreint** typiquement la précision pour les niveaux faibles sur une plage dynamique d'environ 3.000.000:1. Néanmoins, cette **restriction** est quand

même une amélioration sur une échelle de 30:1 par rapport à un simple amplificateur et déplace le **centre d'attention** de la précision de la mesure à d'autres facteurs. Dans l'opération qui consiste à **tester** la boucle de l'amplificateur, l'**ajout** du deuxième amplificateur enlève l'oscillation du signal de la sortie du **dispositif** sous test. Le gain de tension supplémentaire est **transféré** vers la sortie isolée et retire ainsi toute erreur du gain du signal détecté présent sur les entrées de l'amplificateur testé. La **suppression** de cette erreur permet de discerner les autres erreurs dues au signal d'entrée pour la mesure des paramètres tels que les tensions d'alimentation ou encore la réjection de mode commun. Si ces paramètres approchent le niveau du gain de l'amplificateur en boucle ouverte, des signaux d'erreur de gain à l'entrée couvrent à ce moment-là les effets des paramètres mesurés.

Avec une structure d'amplificateur composé, vous devez inclure les caractéristiques de la courbe de **pondération** des deux amplificateurs dans votre **analyse** en courant alternatif et posséder des moyens de

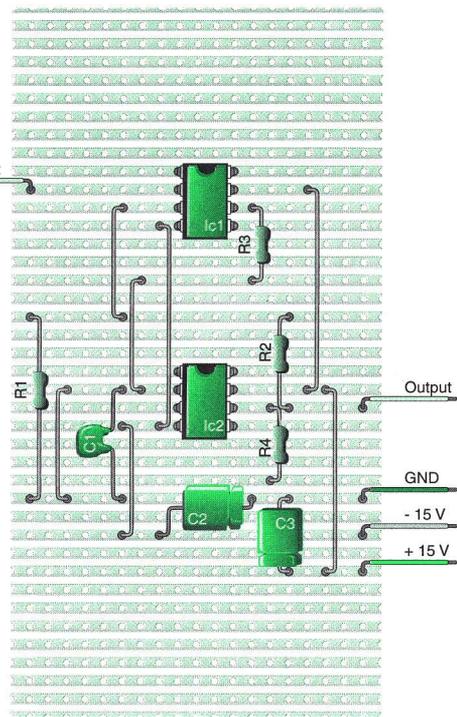


Fig 3 Implantation des éléments

l'autre modifie la courbe 1/b (qui est l'inverse du facteur de réaction). La plus **usuelle** des deux approches est de réduire la pente de l'amplitude du gain au **voisinage** de l'**interception** entre la courbe 1/b et la réponse du circuit. Après avoir forcé la réponse compensée de **s'atténuer** plus tôt, la courbe de l'amplitude du gain retourne à une pente plus **douce** vers une limite de la réponse non compensée. Cette action sert pour les exigences d'applications à **usage général** car elle produit un gain en tension sur une plage stable que vous pouvez **placer presque partout** dans la plage du gain composé total.

Notre circuit accomplit cette compensation en créant une réponse pour l'intégrateur modifié en ce qui concerne le second amplificateur. **Parce que** cet intégrateur est un circuit inverseur, l'entrée du premier circuit U₁ est inversée afin de conserver seulement une inversion de phase dans la boucle. La **capacité** C₁ bloque la réaction locale du courant continu et le gain total est encore le produit des deux gains en boucle ouverte.

La réponse de l'intégrateur que la résistance R₃ et C₁ établissent pour le circuit intégré U₂ **atténue** ce gain composé. Ensuite, le premier pôle en boucle ouverte de U₁ retourne la courbe de la réponse compensée avec une pente de -40 dB par Décade. A des fréquences plus élevées, une réponse égale à zéro fournit la **région** de la pente réduite grâce à l'**inclusion** de la résistance R₄. Au-dessus de la fréquence de **coupure** de R₄ et C₁, R₄ transforme la réponse de U₂ qui est à l'**origine** un intégrateur en un amplificateur inverseur avec un gain égal à -R₄/R₃. A l'endroit où le gain est égal à

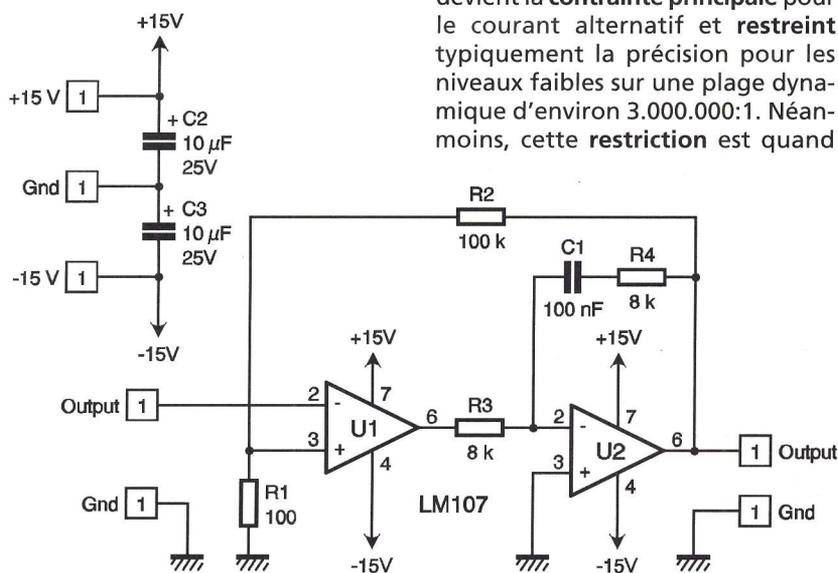


Fig 1

Schéma de principe

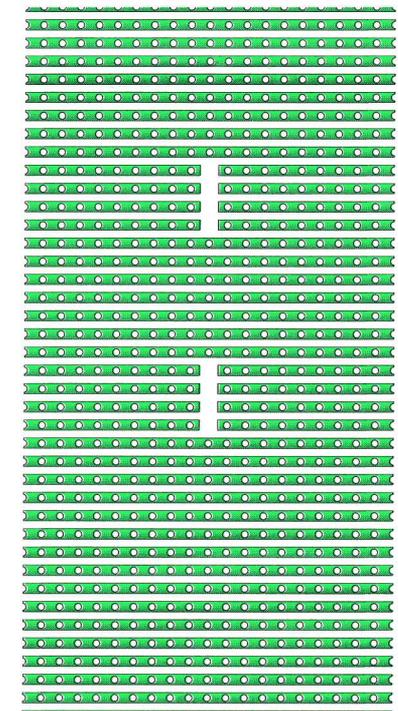


Fig 2 Préparation de la plaquette

fournir une **compensation de phase** pour la boucle. Deux amplificateurs dans la **même** boucle commune **provoquent** une oscillation. Les pôles individuels des amplificateurs **se combinent** pour **se transformer** en circuit éliminateur à deux pôles. L'échelle **logarithmique** fait de la courbe de réponse initiale composite la **somme** linéaire des deux réponses individuelles. La courbe de réponse supérieure possède une pente de -40 dB par décade. Deux méthodes sont disponibles pour compenser la boucle composée. L'une d'entre elles modifie la réponse de l'amplitude du gain et

NOMENCLATURE

U_1, U_2 : LM107 ou équivalent

C_1 : 100 nF

C_2, C_3 : 10 μ F/25V

R_1 : 100 Ω (marron, noir, marron)

R_2 : 100 k Ω (marron, noir, jaune)

R_3, R_4 : 8 k Ω (gris, noir, rouge)

2 supports DIL 8 broches
7 connecteurs 1 point

l'unité, la réponse compensée chute et suit la réponse en boucle ouverte de U_1 .

Pour des niveaux de gain autres que l'unité, vous avez différentes options que vous pouvez explorer en utilisant d'autres tracés de courbes de réponse et définir les conditions stables particulières que vous avez à l'esprit. Avoir le contrôle de ce gain devient particulièrement intéressant lorsque la courbe 1/b approche le point de croisement du gain unité non compensé. Dans cette région, le second pôle de chaque amplificateur augmente la dérive de la phase. Dans de tels cas, vous devez rendre l'amplitude du gain interne R_4/R_3 inférieure à l'unité pour forcer la réponse compensée à croiser la courbe 1/b plus tôt. Généralement, lorsque vous avez deux amplificateurs de même type, le fait de rendre $R_4=R_3/3$ établit un

gain unité stable pour l'amplificateur composé. La correction du réseau de phase que vous pouvez atteindre avec cette technique dépend de la plage de la réponse en fréquence pour laquelle vous maintenez la pente égale à -20 dB par Décade. Cette envergure débute avec la fréquence de coupure R_4C_1 et se termine avec la cassure de la courbe de réponse composée en boucle ouverte. Après cette cassure, le manque du gain en boucle ouverte retourne la réponse à celle qui correspond à un amplificateur composé non compensé. Pour assurer une marge de phase de 45° ou plus, vous pouvez utiliser la direction que le diagramme d'approximation de phase de BODE fournit ; le traçage montre que la région de la pente réduite doit durer pendant trois décades de la fréquence et doit intercepter la courbe 1/b après avoir atteint au moins une décade.

Bien que la plupart des ingénieurs soient familiers avec ce type de compensation en phase, il est trop restrictif pour la bande-passante à des gains plus élevés. Pour des applications qui demandent des gains importants, vous pouvez grandement étendre la bande-passante et réduire le temps d'établissement par un facteur 40:1 en utilisant une technique de compensation de phase différente. Le cas d'usage général, dans lequel les valeurs des résistances R_3 et R_4 sont égales, établit un produit du gain en boucle fermée par la bande-passante constante. En

analysant les courbes qui correspondent à cette implémentation, on peut constater que la bande-passante en boucle fermée est la même que pour U_1 lui-même. Même ainsi, la grande séparation entre la réponse compensée et non compensée indique un sacrifice significatif pour la bande-passante, dans le but de s'accommoder de la compensation de phase. Non compensée, la réponse gain/amplitude possède un produit gain bande-passante qui augmente avec le gain en boucle fermée et qui fournit une bande-passante potentielle comparable à un amplificateur compensé.

Vous pouvez tout à fait tirer un petit avantage de l'opportunité de l'augmentation de cette bande-passante en compensant la courbe 1/b au lieu de la courbe de réponse gain/amplitude. En se référant au critère de stabilité du taux de fermeture, on peut en déduire que les deux courbes contribuent au paramètre du taux de fermeture même si la courbe gain/amplitude est généralement le point de concentration pour les efforts de compensation de la phase.

Pour satisfaire aux critères du taux de fermeture, tout ce qui est nécessaire est de contrôler la différence entre les pentes, sans se soucier des pentes des courbes individuelles. Ainsi, au lieu de réduire la courbe gain/amplitude, il faut augmenter la courbe 1/b. Une simple capacité de

filtrage en parallèle avec la résistance de réaction accomplit à merveille cet accroissement de la pente pour un taux de fermeture final de 20 dB par décade. Une configuration en intégrateur, d'un autre côté, avec ses caractéristiques spéciales, produit fondamentalement la pente de -20 dB par décade pour la courbe 1/b et atteint une bande-passante et une plage dynamique optimales. Deux facteurs distinguent cette technique de compensation du facteur de réaction pour des gains élevés. Plus la bande-passante est ouverte et plus la courbe 1/b associée est bien en dessous de l'axe du gain unité. Pour des niveaux plus élevés, le circuit éliminateur 1/b est développé bien avant son intersection avec la courbe gain/amplitude. En faisant partir ce circuit éliminateur, une décade en avant de l'intersection finale, cela produit un ajustement de phase de 45° pour un montant équivalent à de la marge de phase. Les pentes des deux courbes montrent que, de manière à accomplir cet ajustement de phase, la capacité de filtrage doit couper avec R_2 une demi-décade au-dessous de la fréquence d'interception initiale. Alors, la différence de 2:1 entre les deux courbes place le nouveau point d'interception une demi-décade au-dessus de cette fréquence d'interception initiale.

M. LAURY

Découvrez l'anglais technique



Glossaire Français-Anglais

A merveille : **excellently**
Accroissement : **increase**
Adhérer : **to adhere**
Ajout : **addition, extension**
Ajouté : **added**
Alors que : **whereas**
Analyser : **to analyse**
Atténuer : **to attenuate**
Au lieu de : **instead of**
Avoir confiance : **to rely**
Bien avant : **well before**
Bloquer : **to block**
Capacité : **capacitor**
Ce : **this**
Centre d'attention : **focus**
Chuter : **to drop**
Circuit éliminateur : **roll-off circuit**
Circuit composé : **composite circuit**
Comparable : **comparable**
Compensation de phase : **phase compensation**
Compensé : **compensating**
Comprendre : **to comprise, to include**
Concentration : **concentration**
Concepteur : **designer**
Contrainte : **constraint**
Couper : **to cut**
Coupure : **break**
Couvrir : **to cover**
Critère : **criteria**
D'un autre côté : **on an other hand**
Démarrer : **to start**

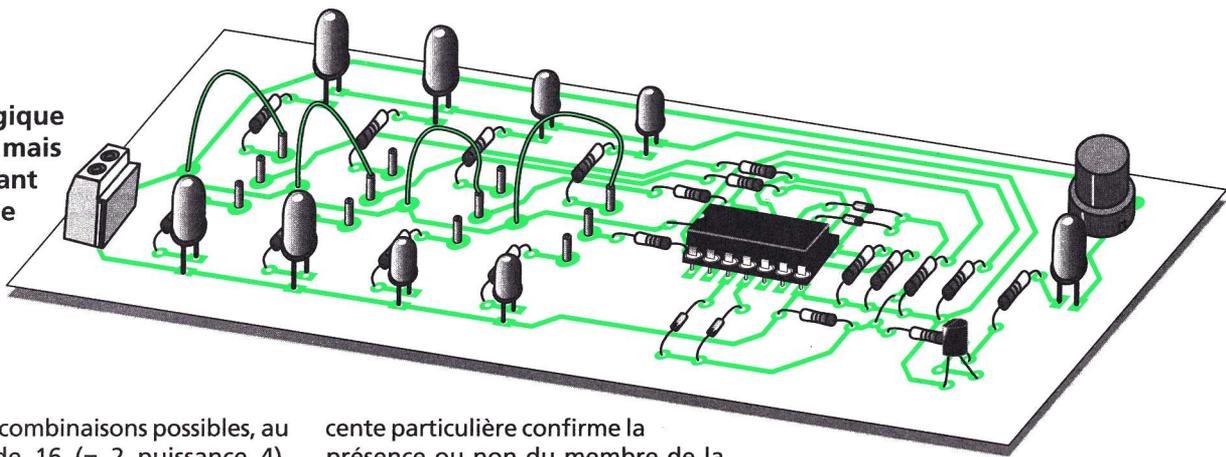
Déduire : **to deduce**
Définir : **to define**
Demander : **to demand**
Déplacer : **to move**
Dérive : **shift**
Devoir : **must**
Diagramme : **diagram**
Discerner : **to discern**
Dispositif : **device**
Distinguer : **to distinguish**
Diviser : **to divide**
Douce : **gentle**
Durer : **to last**
Effectuer : **to carry out, to bring into effect**
Effort : **effort**
Envergure : **span**
Étendre : **to extend**
Étendu : **extended**
Être égal à : **to be equal to**
Explorer : **to explore**
Familiier : **familiar**
Filtrage : **bypass**
Fondamentalement : **fundamentally, basically**
Général : **overall**
Gouverner : **to handle**
Grand : **big, large**
Implémentation : **implementation**
Implémenter : **to implement**
Imposer : **to impose, to prescribe**
Inclusion : **inclusion**
Indiquer : **to point to, to point out**
Intégration : **intégration**
Intercepter : **to intercept**
Interception : **interception**

Intéressant : **interesting**
Inverse : **inverse, inverted, opposite, contrary**
Isolé : **isolated**
Logarithmique : **logarithmic**
Lui-même : **itself**
Manque : **lack**
Même si : **even if**
Même : **same**
Mettre : **to put**
Modifier : **to modify**
Moyen : **mean**
Néanmoins : **nevertheless**
Non linéarité : **nonlinearity**
Opportunité : **opportunity**
Optimal : **optimum**
Option : **option**
Origine : **originally**
Ouvert : **opened**
Parce que : **because**
Partir : **to start**
Partout : **everywhere**
Pendant : **for**
Placer : **to place**
Plus tôt : **sooner**
Pondération : **roll-off**
Pour laquelle : **for which**
Pouvoir : **to can**
Prédominant : **predominant, prevailing, prevalent**
Presque : **almost**
Principal : **prime**
Provoquer : **to induce**
Renversé : **reversed**
Représentation : **representation**
Restreindre : **to restrict**

Restrictif : **restrictive**
Restriction : **restraint**
Résultant : **resulting**
Retrancher : **to subtract**
S'accommoder : **to adapt**
S'atténuer : **to attenuate, to lessen, to diminish**
Sacrifice : **sacrifice**
Satisfaire : **to satisfy**
Se combiner : **to combine**
Se référer : **to refer**
Se soucier : **regardless**
Se terminer : **to end**
Se transformer : **to transform**
Sélectionner : **to select**
Séparation : **separation**
Séparé : **separate, distinct**
Somme : **sum**
Spécifique : **specific**
Subir : **to submit to, to suffer**
Suppression : **suppression**
Surface : **surface**
Taux de fermeture : **rate-of-close**
Tellement extrême : **so extreme**
Tester : **to test**
Tracé : **plot**
Transférer : **to transfer**
Transformer : **to transform**
Trop : **too**
Usage général : **general-purpose**
Usuel : **usual**
Visuel : **visual**
Voisinage : **neighbourhood, proximity**

UN CASSE-TETE ELECTRONIQUE

Les applications sérieuses de la logique de BOOLE ne manquent certes pas, mais de temps en temps, il nous semble intéressant de traiter d'une manière électronique un petit problème ou énigme, du genre LOUP, CHEVRE et CHOUX très célèbre, dont chacun a sous doute déjà pu tester le raisonnement.



LE PROBLEME A RESOUDRE :

C'est une autre épreuve que nous vous soumettons aujourd'hui : Il s'agit pour une famille de 4 personnes de passer d'une rive de rivière à l'autre à l'aide d'une petite barque, mais en veillant bien à ne jamais dépasser le poids total de 75 kg sous peine de chavirer ou couler. On sait encore que le père pèse 75 kg précisément, la mère 50 kg, le fils 30 kg et la fille seulement 25 kg. Comment vont-ils s'organiser pour réaliser le passage de toute la famille en totale sécurité ? Sur une simple feuille de papier, il n'est pas trop difficile d'imaginer une solution acceptable moyennant quelques essais infructueux.

Une solution électronique

La logique de BOOLE nous propose d'écrire un tableau de vérité, qui matérialisera très clairement les diverses situations et surtout les conséquences fâcheuses à éviter. Il n'est ensuite pas très difficile de traduire le tableau en une équation logique que nous aurons tôt fait de convertir en un schéma électronique bien concret et capable de simuler les essais de notre famille pour passer le cours d'eau sans se mouiller. Voici le tableau de vérité qui résume

toutes les combinaisons possibles, au nombre de 16 (= 2 puissance 4), puisque nous sommes en présence de 4 variables d'entrée au maximum dans la barque. Certaines lignes du tableau ne seront pas exploitées, car elles sont implicitement déjà traitées logiquement par d'autres lignes. La réponse du tableau sera du type binaire, elle aussi, soit la barque accepte la charge, soit elle coule parce que trop lourde.

Le schéma électronique

Il est proposé dans toute sa simplicité à la figure 1. Pour ne pas avoir à mettre en œuvre des inverseurs à 3 positions effectives, nous avons choisi plus économiquement de matérialiser les diverses combinaisons en déplaçant une simple liaison en fil rigide qu'il nous faudra insérer dans des picots tulipe simulant les contacts des rives A, B et de la Barque, et ce pour chaque membre de la famille.

Le point commun du "contact mobile" est relié au pôle positif d'une simple pile de 9V. Pour le père, par exemple, trois solutions s'offrent à nous :

- liaison sur PA Ø père sur la rive A
 - liaison sur PN Ø père dans la barque
 - liaison sur PB Ø père sur la rive B
- Bien entendu, sur chaque rive, l'allumage d'une diode électroluminescente particulière confirme la présence ou non du membre de la famille. Quant à la barque, la seconde partie du schéma se charge de procéder aux divers contrôles et de donner son verdict. L'association de simples fonctions AND à 2 entrées permettra de concrétiser les équations déduites du tableau de vérité. Quatre situations sont intéressantes et provoquent l'accident de la barque :

1) PERE et MERE → 75 + 50 > 75 on teste PN . MN
 2) PERE et FILLE → 75 + 25 > 75 on teste PN . GN
 3) PERE et FILS → 75 + 30 > 75 on teste PN . BN
 4) MERE et FILS → 50 + 30 > 75 on teste MN . BN

- 3) PERE et FILS → 75 + 30 > 75 on teste PN . BN
 4) MERE et FILS → 50 + 30 > 75 on teste MN . BN

Afin de donner une réponse à chaque proposition du joueur, le transistor T₁ pourra piloter la diode clignotante rouge L₉, si l'on pense à actionner le poussoir de test S₁ ! Le clignotement de cette LED signifie, bien entendu, que la barque coule et que la proposition n'est pas satisfaisante.

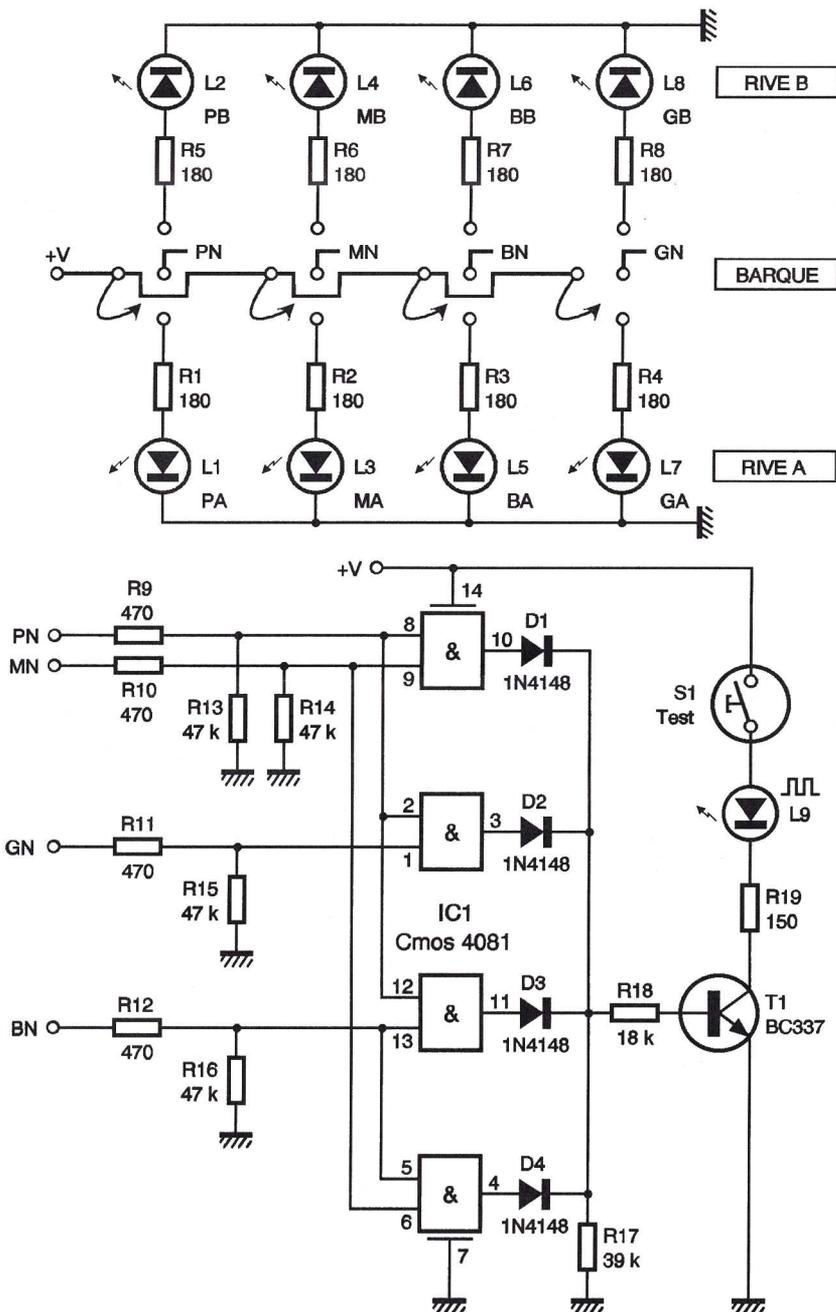


Fig 1

Schéma de principe

Lignes Du Tableau	Père 75 kg P	Mère 50 kg M	Fils 30 kg B	Fille 25 kg G	Bateau COULE	Bateau Ne COULE PAS
1	0	0	0	0		X
2	0	0	0	1		X
3	0	0	1	0		X
4	0	0	1	1		X
5	0	1	0	0		X
6	0	1	0	1		X
7	0	1	1	0	X	
8	0	1	1	1	X	
9	1	0	0	0		X
10	1	0	0	1	X	
11	1	0	1	0	X	
12	1	0	1	1	X	
13	1	1	0	0	X	
14	1	1	0	1	X	
15	1	1	1	0	X	
16	1	1	1	1	X	

Tableau de vérité

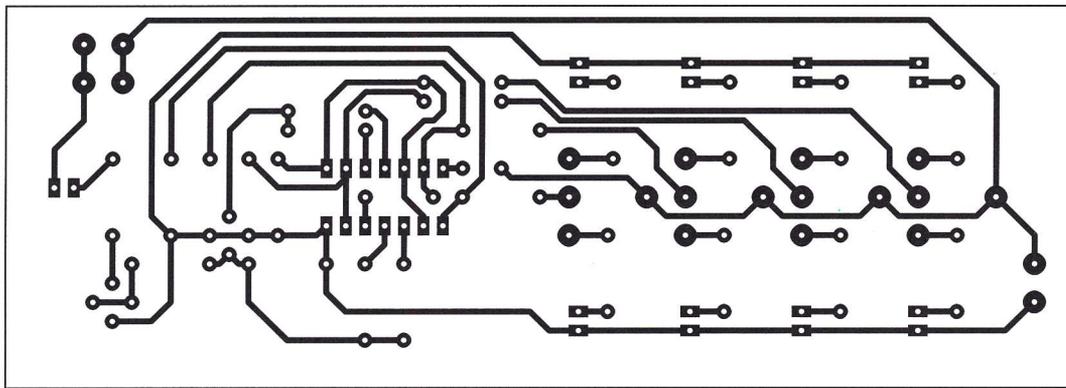


Fig 2

Tracé du circuit imprimé

Réalisation pratique

Tous les éléments de ce petit cassette-tête trouvent place sur la plaquette cuivrée dont les pistes sont données sur la figure 2 à l'échelle 1. Attention de ne pas oublier les 3 petits

straps dont l'un se trouve SOUS le circuit IC1 monté sur un support à souder. Des picots tulipe prélevés sur une bande au pas de 2,54 mm seront soudés et alignés sur la plaquette. Pour les diodes électroluminescentes, en jouant sur la taille et la couleur, nous parviendrons à distin-

guer aisément les membres de la famille. Le positionnement des LED paires et impaires est différent sur la plaquette.

Une simple pile de 9V pourra déjà animer cette maquette amusante. Une mise en coffret est possible ; vous pourrez alors remplacer les liai-

NOMENCLATURE

- IC₁ : quadruple AND C/MOS 4081
- T₁ : transistor NPN BC337
- D₁ à D₄ : diodes commutation 1N4148
- L₁, L₂ : LED jaune Ø 5mm
- L₃, L₄ : LED verte Ø 5mm
- L₅, L₆ : LED jaune Ø 3mm
- L₇, L₈ : LED verte Ø 3mm
- L₉ : diode rouge clignotante Ø 5mm
- R₁ à R₈ : 180 Ω 1/4W
- R₉ à R₁₂ : 470 Ω 1/4W
- R₁₃ à R₁₆ : 47 kΩ 1/4W
- R₁₇ : 39 kΩ 1/4W
- R₁₈ : 18 kΩ 1/4W
- R₁₉ : 150 Ω 1/4W
- 1 support à souder 14 broches
- 1 bloc de 2 bornes vissé soudé, pas de 5mm
- 1 poussoir miniature pour CI
- Picots à souder tulipe en bande
- 1 coupleur pression pour pile 9V
- Fil rigide isolé

sous économiques par 4 inverseurs à 3 sorties, pour un confort d'utilisation très supérieur. Nous vous laissons à présent le soin de trouver l'une des solutions, sachant qu'il est possible de traverser tout le monde en 7 fois.

Bon amusement !

G. ISABEL

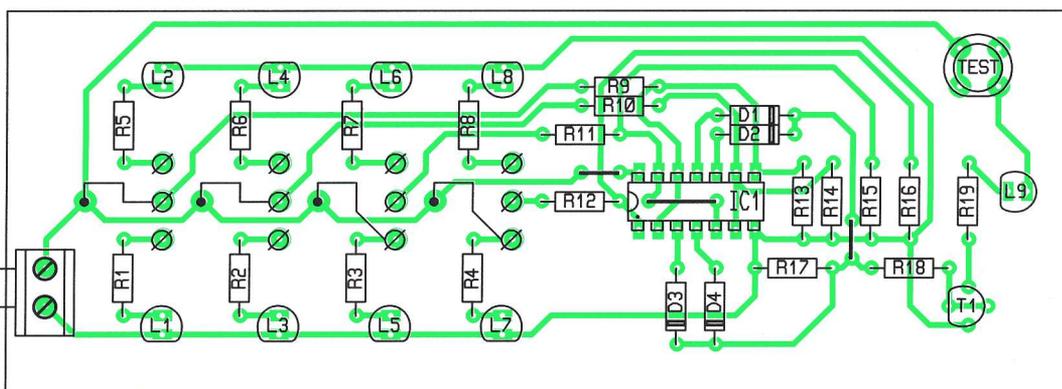


Fig 3

Implantation des éléments

PASSION ELECTRONIQUE®

Automne / Hiver 2000

Plus de 1000 produits aux meilleurs "qualité/prix" et plus de 200 nouveautés. A découvrir sur www.passionelec.com ou chez votre distributeur le plus proche.

ELECTRONIQUE
VIDEO-CAMERA
ALIM & MESURE
ALARME SECURITE
SONO & LUMIERES
OUTILLAGE PRECIS
HAUT-PARLEURS



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

BULLETIN DE PARRAINAGE

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

BULLETIN D'ABONNEMENT

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

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

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

Ci-joint mon règlement à l'ordre de Génération Electronique par : chèque bancaire mandat-lettre carte bleue

Nous acceptons les bons de commande de l'administration

signature : _____

Une barrière infrarouge

suite et fin : le récepteur

Le but du récepteur est de détecter la présence, ou la rupture, du faisceau d'infrarouges et de commander un relais. Nous avons vu que l'émetteur génère un faisceau d'infrarouges facilement identifiable parmi le "bruit ambiant". Reste à mettre les particularités de celui-ci à profit pour commander un relais. L'essentiel du montage se résume donc à l'amplification du signal électrique issu d'une photodiode.

Le principe

L'élément sensible de ce récepteur est une photodiode infrarouge. Sur ce type de composant, le courant de fuite de la jonction est directement fonction de l'éclairement. Cependant, celui-ci reste toujours faible

R_6 et D_1 . Reste à l'amplifier. Pour cela il est appliqué à l'entrée suiveuse de la première cellule amplificatrice d'un LM324 par l'intermédiaire du condensateur C_2 . Rappelons que le LM324 est un amplificateur opérationnel qui renferme quatre cellules de base associées au sein d'un même

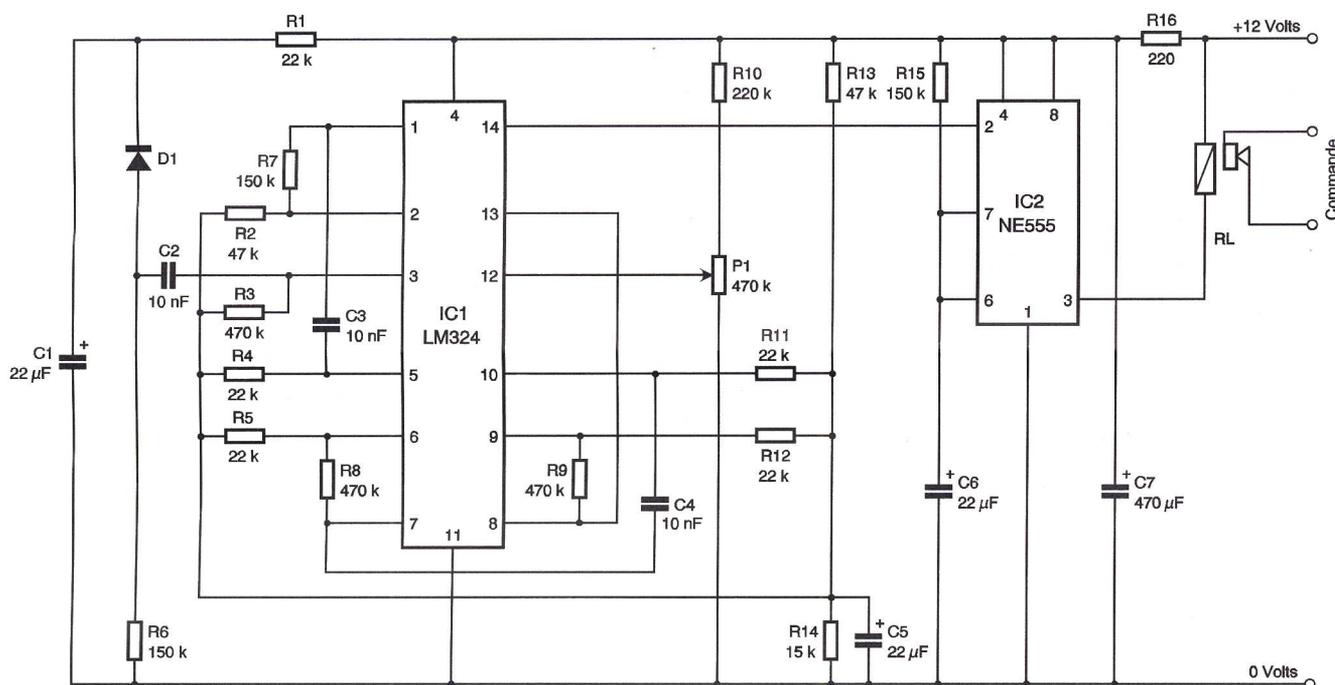


Fig 1

Schéma de principe

surtout lorsque, comme dans notre cas, le rayonnement que reçoit la diode est faible. Il nous faut donc détecter ces légères variations d'intensité, puis les amplifier fortement afin de commander le relais.

Comment ça marche ?

Afin d'éviter tout parasitage, il est indispensable d'alimenter la photodiode à partir d'une tension continue aussi "propre" que possible. Dans ce but, le couple que forment R_1 et C_1 constituent un filtrage de la tension d'alimentation complémentaire. L'alimentation de la photodiode sera donc prélevée aux bornes de C_1 . La résistance R_6 assure la liaison avec la masse du montage et le signal, correspondant à la modulation du faisceau d'infrarouges, est donc prélevé au point de jonction de

boîtier. Les résistances R_2 et R_3 assurent sa polarisation par rapport à une masse virtuelle. En raison du type de signal à traiter, le potentiel de celle-ci ne se trouve pas à la mi-tension d'alimentation, mais environ au tiers. Enfin, R_7 fixe le gain en tension de ce premier étage. C_3 applique le signal issu de ce premier traitement à une seconde cellule amplificatrice basée sur le même

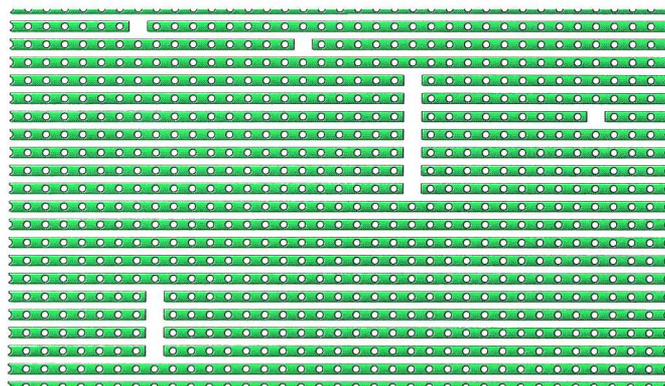


Fig 2

Préparation de la plaque

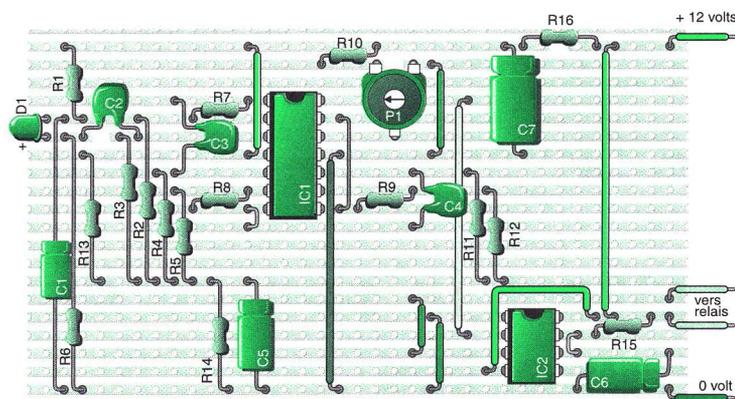


Fig 3

Mise en place des éléments

type de câblage. R_4 et R_5 assurent sa polarisation et R_8 fixe son gain. De même C_4 assure la liaison vers un troisième étage d'amplification, toujours identique, polarisé par R_{11} et R_{12} et où R_9 fixe le gain. A l'issue de cette amplification, l'amplitude du signal est suffisante pour que la quatrième cellule de l'amplificateur opérationnel, utilisée en comparateur, puisse détecter sa présence ou non. Pour cela, la tension issue de la sortie 8 est directement appliquée sur son entrée inverseuse. L'entrée suiveuse, pour

rouge soient lissées. La sortie du NE 555 (broche 3) reste donc à l'état haut tant que le récepteur détecte la présence du faisceau infrarouge et passe à l'état bas en cas de rupture. Notons, enfin, la présence de R_{16} et C_7 . Leur but est de limiter les parasites qu'engendre la commutation du relais.

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 la préparation de la plaquette. Il faut reporter les interruptions de bandes conformément au schéma proposé.

Une fois cette opération terminée, l'implantation et le soudage des composants peuvent débuter. Il faut prendre soin de respecter le brochage du LM324 et du NE 555. Leurs boîtiers portent une petite encoche logée entre les broches 1 et 14 ou 1 et 8. Les condensateurs chimiques C_1 , C_5 , C_6 et C_7 possèdent aussi une polarité qui doit être prise en compte. Suivant les modèles, soit un étrangement indique le pôle positif, soit une sérigraphie mentionne clairement le pôle négatif. Il faut également respecter la polarité de la photodiode. Lors de l'acquisition de ce composant, nous vous recommandons de choisir un modèle équipé d'un filtre de la lumière visible; Celui-ci se résume d'ailleurs le plus souvent à une simple coloration du plastique translucide de la diode. Cette précaution permet d'éliminer d'emblée les perturbations lumineuses que peuvent engendrer les sources d'éclairage telles que lampes fluorescentes ou écrans vidéo. Pour la repérer, l'une de ses pattes est plus longue que l'autre. Comme la diode fonctionne en inverse, il faut orienter cette patte longue vers C_2 . Un "+" précise cette orientation sur notre schéma d'implantation des composants. Les résistances, tout comme C_2 , C_3 et C_4 , ne possèdent pas de polarité particulière. Leur câblage peut donc s'effectuer dans un sens ou dans l'autre.

Enfin, pour le relais, il faudra choisir un modèle à faible consommation fonctionnant sous une tension de 12V et muni d'un contact repos/travail. De très nombreux modèles de ce type existent sur le marché et il sera bon de faire préciser son brochage lors de l'achat.



Un site à la source des découvertes scientifiques !

Il était une fois le site de l'ANSTJ...

L'association Nationale des Sciences et Techniques pour la Jeunesse propose aux jeunes des activités scientifiques et techniques expérimentales dans des domaines aussi variés que le lancement de fusées, l'étude des phénomènes météorologiques ou encore la robotique.

La richesse du site qui lui est associé (<http://anstj.mime.univ-paris8.fr>) en fait un véritable tremplin à la découverte des sciences et techniques pour les jeunes au travers d'activités motivantes et innovantes.

Un site à découvrir avec curiosité et passion !

L'aventure de la découverte des sciences et techniques expérimentales

L'ANSTJ comprend plusieurs délégations régionales permettant d'offrir ainsi aux jeunes qui le souhaitent, dans le cadre des loisirs et du temps scolaire, des activités de nature scientifique et technique expérimentales.

La vocation de l'ANSTJ consiste à :

- stimuler et organiser les loisirs scientifiques et techniques en France et à l'étranger,
- collaborer avec l'enseignement pour la réalisation de travaux à caractère expérimental,
- préparer les animateurs et les formateurs à l'animation scientifique,
- contribuer à la formation pré-professionnelle des jeunes,
- favoriser les échanges entre ces derniers et le milieu de la recherche et de l'industrie.

Au travers de séjours de vacances, d'animations thématiques, de stages d'action culturelle ou d'ateliers scientifiques, la pratique des sciences est initiée du plus jeune âge jusqu'au Lycée. Les jeunes sont amenés à concevoir et à réaliser, en équipe, un projet scientifique ou technique : construire une fusée expérimentale ou un robot, étudier les étoiles ou encore la forêt. Et, ceci, grâce à un accompagnement spécialisé par secteur et effectué par les animateurs de l'ANSTJ.

Associée à ces initiatives, l'ANSTJ est soutenue par de nombreux partenaires tels que : les Ministères de la Jeunesse et des Sports, de l'Éducation Nationale, de l'Enseignement

Supérieur et de la Recherche, le CNES⁽¹⁾, Le GIFAS⁽²⁾, L'ANVAR⁽³⁾ ou encore la Cité des Sciences et de l'Industrie.

Le menu du serveur de l'ANSTJ

La page d'accueil du site de l'ANSTJ propose le menu de la figure suivante :

Le rêve de la conquête de l'espace

En étroite collaboration avec le CNES, l'ANSTJ contribue à développer la création de clubs aérospatiaux à l'attention des jeunes, notamment dans les établissements scolaires et, ceci, dans toute la France. Elle assure alors un soutien technique et logistique tout au long du déroulement

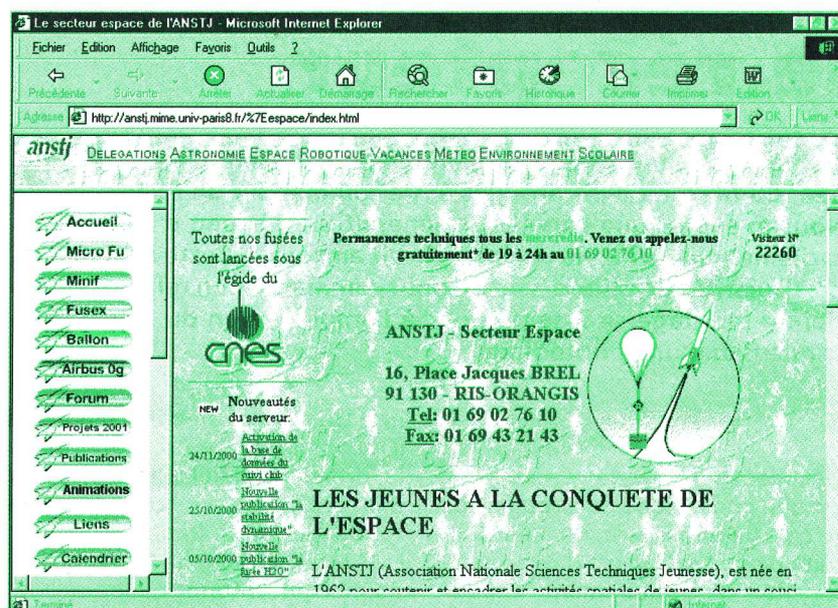


Fig 2

Le secteur espace de l'ANSTJ

des projets en cours jusqu'à leur concrétisation.

L'objectif de l'ANSTJ est donc de favoriser la pratique des sciences et des techniques auprès du plus grand nombre de jeunes, en les incitant à la mise en application de la démarche expérimentale dans le cadre d'une équipe de travail.

De nombreuses activités (astronomie, énergie, environnement, espace, informatique/robotique, météorologie) sont proposées par l'association dans différents cadres d'interventions (clubs, milieux scolaires, séjours de vacances, ...). Des formations d'animateurs et d'enseignants sont également organisées. Les différents supports d'activités proposés aux jeunes sont les micro-fusées, les mini-fusées, les fusées expérimentales, les ballons expérimentaux et, de façon plus ponctuelle, les ballons stratosphériques ouverts, les avions paraboliques ou les véhicules spatiaux. Les fusées expérimentales sont lancées une fois par an, lors du Festival des Clubs Espace.

Ces différents thèmes d'études expérimentaux sont mis en œuvre avec la collaboration du CNES.

La robotique et l'ANSTJ

L'initiation aux différentes techniques de la robotique est envisagée dès l'âge de huit ans en utilisant des matériaux simples comme le carton, des petits moteurs électriques et un minimum de visserie. Il est alors possible de se lancer en équipe projet pour la conception et la réalisation de son propre robot. Cette première démarche vise à se familiariser avec les lois élémentaires de la mécanique et de l'électricité. La conduite de cette activité est réalisée suivant une véritable démarche de projet associant imagination et créativité, appréhension des lois et phénomènes de base en électricité et en mécanique ainsi que la phase de fabrication.

Les robots ainsi réalisés pourront alors participer à des manifestations tels que le concours du Trophées E=M6 (pour les lycéens) ou encore celui de la Coupe E=M6 (pour les étudiants et les clubs).

Le trophée E=M6

Co-organisées par l'émission E=M6 et l'ANSTJ, la conception et la fabrication d'un robot, fonction d'un cahier des charges élaboré par l'association, fédèrent de nombreuses équipes de lycéens autour d'un défi annuel : le Trophée E=M6 ! Cette manifestation connaît aujourd'hui un vif succès qui permet, au travers de ce véritable défi amical, un regain d'intérêt pour l'apprentissage de l'électronique auprès des jeunes.

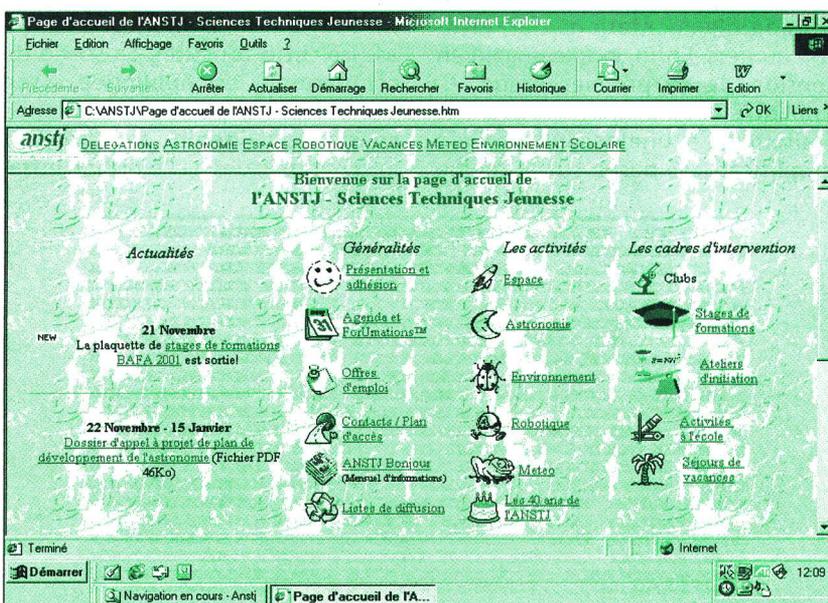


Fig 1

Page d'accueil du site de l'ANSTJ



Fig 3 Le secteur robotique de l'ANSTJ

Le règlement du thème 2001 "Exploration sur Mars" est consultable et téléchargeable sur le site de l'ANSTJ. De nombreux établissements scolaires se sont lancés, depuis quelques années, à relever le défi du trophée E=M6 en participant aux épreuves de ce concours avec leurs filiales de formations concernées (Génie Électrique et électronique, classes Scientifiques). Le succès de ce concours, amenant de nombreux participants, a conduit l'ANSTJ à mettre en place des épreuves éliminatoires par département. Les épreuves finales de la session précédente 2000 se sont ainsi

déroulées à la Cité des sciences et de l'Industrie.

■ Le "Best" de la sélection de G.E.

Retrouvez ici les coordonnées de tous les meilleurs sites évoqués dans cette rubrique et abordés dans les précédents numéros de GE.

La technologie collège à tous les niveaux de formation

De la classe de 6^{ème} jusqu'au niveau 3^{ème}, le site

■ L'ANSTJ et ses contacts par secteur d'activité

Suivant la passion qui vous anime, prenez contact avec les correspondants du réseau concerné :

Secteur Espace	espace@anstj.mime.univ-paris_.fr
Secteur Astronomie	astro@anstj.mime.univ-paris_.fr
Secteur Robotique	robot@anstj.mime.univ-paris_.fr
Secteur Loisirs	loisirs@anstj.mime.univ-paris_.fr
Secteur Scolaire	scolaire@anstj.mime.univ-paris_.fr
Secrétariat	vj@anstj.mime.univ-paris_.fr
Direction	hp@anstj.mime.univ-paris_.fr

Encart n°1

■ Restez branché !

Afin de rester en permanence informé de l'actualité du réseau de l'ANSTJ, inscrivez-vous sur le site de façon à recevoir le mensuel d'informations "ANSTJ Bonjour". Celui-ci est rédigé par des permanents de l'association et est distribué chaque mois. Vous pouvez aussi télécharger le, ou les, précédent(s) numéro(s) à partir du site de l'ANSTJ au format PDF.

Encart n°2

■ Le programme des ForUmations™

Tous les premiers mercredis du mois, l'ANSTJ propose à tous ses adhérents de participer chaque mois à un véritable Forum associatif et intersectoriel : rencontres, échanges, conseils et formations. Ouvert par une forUmation de 19H30 à 20H30, il est suivi des permanences sectorielles destinées aux animateurs, enseignants, membres de club ou d'association. C'est l'occasion de rencontrer l'équipe des permanents et des bénévoles qui répondront à vos questions. Consultez la liste de ces forUmations sur le site !

Encart n°3

<http://www.A.Marin@wanadoo.fr> vous propose des applications pédagogiques couvrant l'ensemble de la formation de Techno au collège.

L'encyclopédie des circuits électroniques

Une encyclopédie de semi-conducteurs simple d'accès, véritable base de données sur plus de 63 000 composants sur le site <http://www.tds-net.com>

L'apprentissage du dépannage

Réaliser un testeur de continuité est une phase préliminaire et indispensable avant d'envisager un projet électronique. Pour ce faire, consultez le site

<http://perso.wanadoo.fr/technet/> et téléchargez les éléments nécessaires à la fabrication de ce testeur.

L'ASSETEC

L'association des professeurs de technologie au collège sur le site <http://www.members.aol.com/assetec/default.htm>. De nombreux liens à découvrir ! Téléchargement de documents pédagogiques assurés !

E. FELICE

(1) : Centre National d'Etudes Spatiales
(2) : Groupement des Industries Françaises Aéronautiques et Spatiales
(3) : Agence Nationale pour la Valorisation et la Recherche

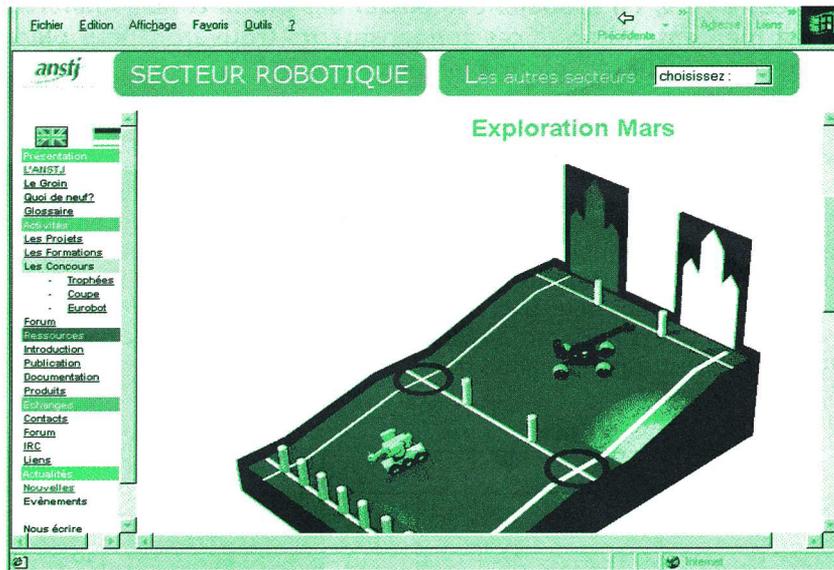


Fig 4 Destination : Exploration sur Mars !

suite de la page 19 (Une barrière infrarouge)

■ L'utilisation

Le récepteur peut être alimenté à partir de la même source électrique que l'émetteur. Donc, soit directement à partir de trois piles 4,5V pour lampe de poche montées en série, soit par un petit adaptateur secteur capable de délivrer 12V sous au moins 300mA. Il tolère, lui aussi, parfaitement une absence de stabilisation. Un adaptateur secteur bon marché fait donc parfaitement l'affaire.

circulaire de 4 à 5 cm de diamètre. Cependant, dans ce cas, il devra être parfaitement orienté afin que le faisceau soit correctement réfléchi vers de récepteur. Certains catadioptrés pour vélo donnent également d'excellents résultats tout en simplifiant l'alignement des divers éléments. Cependant, seuls des essais permettront de déterminer le type de réflecteur le mieux approprié.

H.P. PENEL

■ NOMENCLATURE

- R₁, R₄, R₅, R₁₁, R₁₂ : 22 kΩ (rouge, rouge, orange, or)
- R₂, R₁₃ : 47 kΩ (jaune, violet, orange, or)
- R₃, R₈, R₉ : 470 kΩ (jaune, violet, jaune, or)
- R₆, R₇, R₁₅ : 150 kΩ (brun, vert, jaune, or)
- R₁₀ : 220 kΩ (rouge, violet, jaune, or)
- R₁₄ : 15 kΩ (brun, vert, orange, or)
- R₁₆ : 220 Ω (rouge, rouge, brun, or)
- P₁ : potentiomètre 470 kΩ
- C₁, C₅, C₆ : 22 μF/16V
- C₂ à C₄ : 10 nF
- C₇ : 470 μF/16V
- Ic₁ : LM324
- Ic₂ : NE 555
- D₁ : photodiode infrarouge
- RL : relais 12V/1RT miniature



Fabriquer ses condensateurs

Comme précédemment, ce numéro de G.E. est consacré à la réalisation de sous-ensembles qui interviennent dans la réalisation des récepteurs radio. Leur particularité est qu'ils sont représentatifs du travail que devait fournir l'amateur chevronné des années trente, s'il souhaitait se passer des produits du commerce. Il est bien entendu que ces condensateurs trouveront leur place dans notre futur récepteur à lampes.

Le condensateur fixe

L'appareil le plus simple à réaliser, pour la construction de notre récepteur, est le condensateur fixe. Il se compose d'une superposition de feuilles conductrices et isolantes qui

repousser ou d'aluminium d'emballage pour constituer les armatures conductrices. Découpez 10 rectangles, ou plus, (tout dépend de la capacité que vous souhaitez obtenir) en respectant les dimensions données dans la figure 1. Coupez ensuite des carrés dans le papier sulfurisé ou paraffiné pour former les

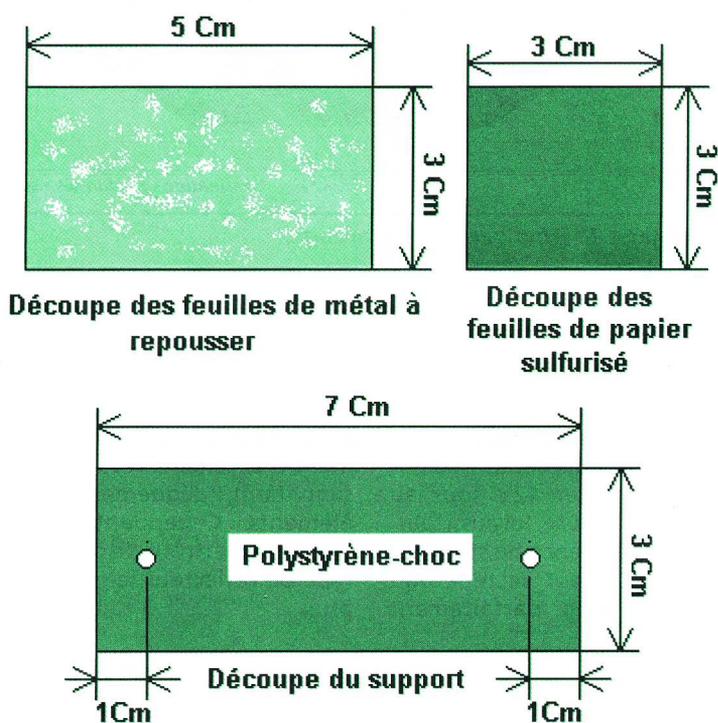
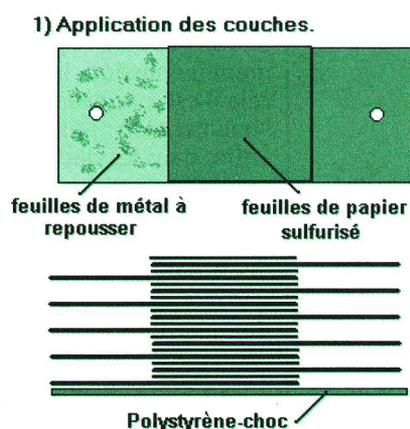


Fig 1 Découpe des éléments du condensateur

déterminent la capacité résultante. Cette capacité dépend, en fait, de la surface des armatures conductrices et de la nature, ainsi que de l'épaisseur de l'isolant. Pour faciliter la construction, nous avons opté pour les feuilles de papier paraffiné utilisées en cuisine, en prenant comme référence le fait qu'un assemblage, tel que celui décrit dans les lignes suivantes, permet d'obtenir une capacité qui se situe entre 0,0005 et 0,001 μF . Pour être tout à fait certain du résultat obtenu, effectuez une mesure avec le capacimètre de votre contrôleur.

isolants. Pour expérimenter divers matériaux, vous pourrez, bien entendu, utiliser du cellophane (que l'on trouve à profusion chez les fleu-



Découpe des pièces

Prenez des feuilles de métal à

Fig 2

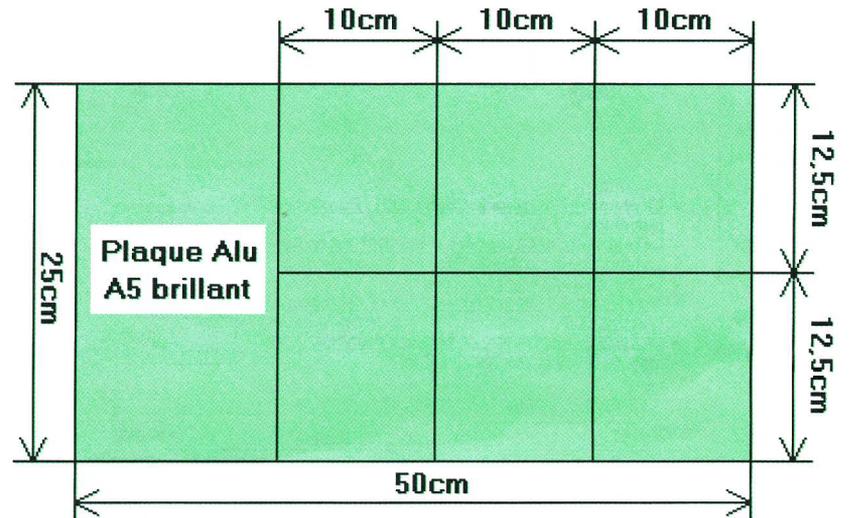


Fig 3 Découpe des lames du condensateur ajustable

Le condensateur ajustable

Ce condensateur doit permettre l'accord si vous le placez dans le circuit des bobines. Il est constitué d'une série de plaques en aluminium

ristes) ou, plus simplement, du revêtement plastifié destiné à recouvrir les livres. Le support est un rectangle isolant découpé dans une feuille de polystyrène choc de 1mm d'épaisseur.

Assemblage des feuilles

Pour effectuer l'assemblage du condensateur (figure 2), commencez par déposer une feuille de métal sur un côté. Placez ensuite une feuille de papier puis une seconde feuille conductrice sur le côté opposé à la première. Continuez jusqu'à ce que toutes les feuilles conductrices et isolantes soient posées. Avec un ohmmètre, assurez-vous qu'il n'y a pas de contacts entre les deux côtés de votre condensateur, auquel cas ce dernier se comporte comme un simple conducteur et ne peut plus remplir son rôle.

Ce dernier point vérifié, enrroulez un adhésif toilé sur la partie centrale avant de percer les armatures droites et gauches pour fixer les cosse conductrices. Découpez ensuite une petite planchette support dans le contreplaqué que vous percez afin de fixer le condensateur. Vissez une paire de connecteurs type "domino" et effectuez les liaisons en soudant un conducteur sur chaque cosse à souder.

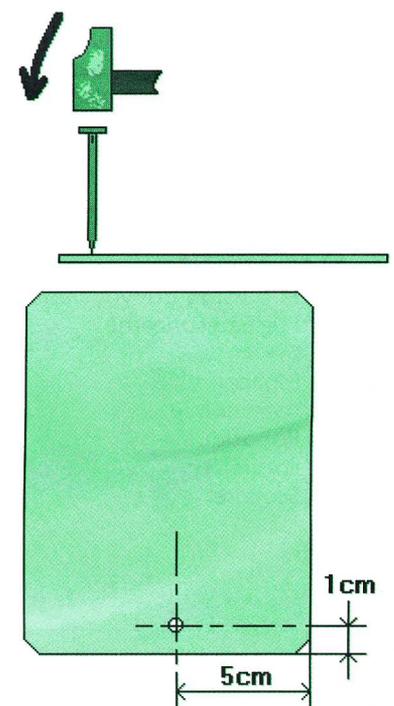
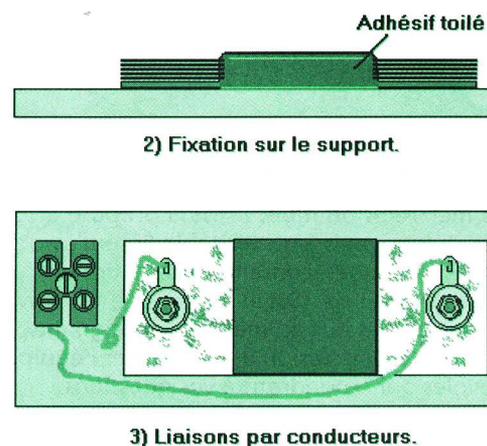


Fig 4 Préparation des plaques

séparées, entre elles, par un espace d'environ 1mm d'air. Le mécanisme est des plus simples : trois plaques mobiles coulisent sur des glissières entre trois plaques fixes. La gamme



Assemblage du condensateur

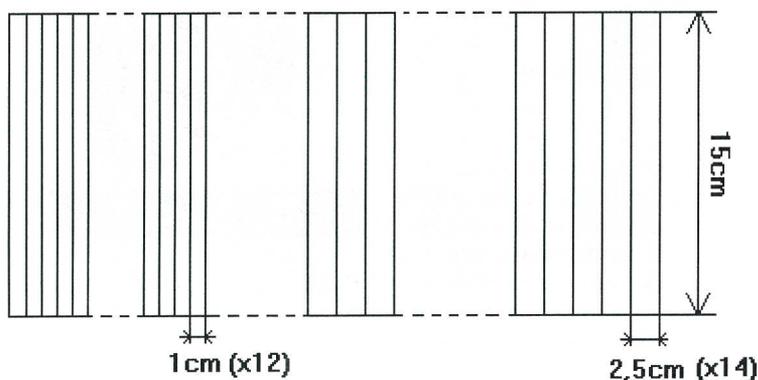


Fig 5

Découpe de la plaque de polystyrène

de valeurs que couvre le condensateur est équivalente (de par sa surface) aux condensateurs à cadre mobile utilisés jusqu'à présent pour réaliser nos divers récepteurs radio. Vous pourrez donc tester directement son efficacité en le connectant en lieu et place dans les appareils déjà fabriqués.

■ Préparation

Pour faciliter le travail de découpe, il est indispensable de prendre une feuille d'aluminium de 1mm d'épaisseur. Elle est suffisamment rigide pour conserver sa forme à l'usage, même si une simple paire de bons

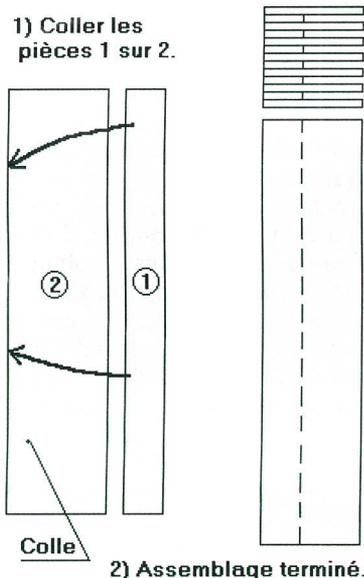


Fig 6

Préparation des glissières

ciseaux suffit à effectuer la découpe. Nous avons choisi une feuille d'aluminium brillant (qui se trouve généralement en grande surface d'outillage avec les plaques des conduits de chaleur de cheminée).

Tracez les traits de coupe, puis effectuez la découpe en essayant de tordre le moins possible la feuille (figure 3). Redressez ensuite les plaques afin qu'elles soient aussi planes que possible, puis biseautez les coins avec les ciseaux. Percez

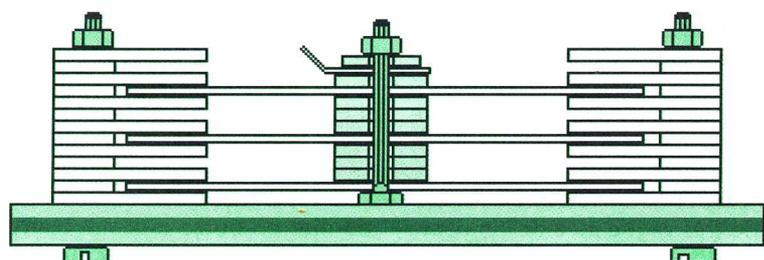
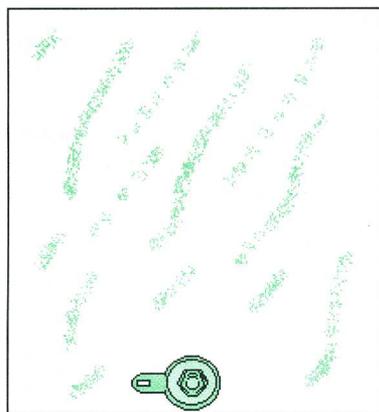


Fig 8

Vue en coupe de l'assemblage des plaques fixes du condensateur ajustable

enfin les trous de 3mm de diamètre avec un clou en respectant les cotes données sur la figure 4.



Cosse à souder

Ecrou 3mm

Rondelles

Vis 3x20 mm

Plaques fixes.

Plaques mobiles.

Fig 7

Assemblage des plaques

Les glissières, dans lesquelles les plaques vont coulisser, constituent l'élément le plus délicat. Pour simplifier la construction, nous avons opté pour le polystyrène choc dont le plan de découpe de la feuille de 1mm d'épaisseur est donné en figure 5.

Pour rappel, il faut tracer les traits de coupe puis, en se guidant sur le bord d'une équerre métallique, pratiquer une entaille avec un cutter. Il n'est pas nécessaire d'appuyer trop fort car il suffit de plier le polystyrène au niveau de l'entaille pour qu'il se casse proprement.

■ Les glissières

Commencer par coller, un par un et bord à bord, les morceaux de 1cm sur les pièces de 2,5cm (figure 6) afin de former chaque fois un étage. Collez ensuite ces sous-ensembles afin

de former les étages de la glissière qui est terminée avec une dernière pièce de 2,5cm. Au final, il faut que les 2 glissières soient parfaitement identiques.

■ Les armatures

Assemblez les armatures fixes et mobiles conformément aux indications données par la figure 7. Il faut intercaler des rondelles métalliques sur les vis de 20x3 entre chaque plaque afin que l'espace corresponde aux rainures. On place une cosse à souder avant la dernière ron-

de former les étages de la glissière qui est terminée avec une dernière pièce de 2,5cm. Au final, il faut que les 2 glissières soient parfaitement identiques.

Pour finir, soudez un conducteur sur chaque cosse afin d'effectuer les liaisons via la barrette du connecteur.

■ Les essais

Vérifiez qu'il n'y a pas de court-circuit entre les bornes puis effectuez un essai sur un récepteur à diode. Vous réalisez l'accord avec le condensateur ajustable en modifiant la position des lames mobiles par rapport aux lames fixes.

P. RYTTER

■ LE MATÉRIEL

- Vis 8x3mm, 20x3mm et 30x3mm avec les écrous
- Rondelles de diamètre 3mm
- Cosses à souder 3,1mm de diamètre
- Barrette de connecteurs à visser "domino"
- Fil de câblage et fil souple (1m)
- Contre-plaqué 8mm d'épaisseur
- Poignée de porte en bois
- 1 plaque alu brillant 50x25cm
- Métal à repousser ou alu alimentaire
- Papier paraffiné, cellophane, etc... pour isolant
- 1 feuille de polystyrène choc épaisseur 1mm
- Colle pour maquettes
- Pièces Meccano pour fixation de la poignée



■ Assemblage final

Découpez un rectangle de 33x13cm dans le contreplaqué pour former la base. Posez ensuite les glissières avec les plaques montées pour percer les quatre trous de fixation. Attention, il faut laisser au moins 2mm de jeu entre les plaques et les bords des

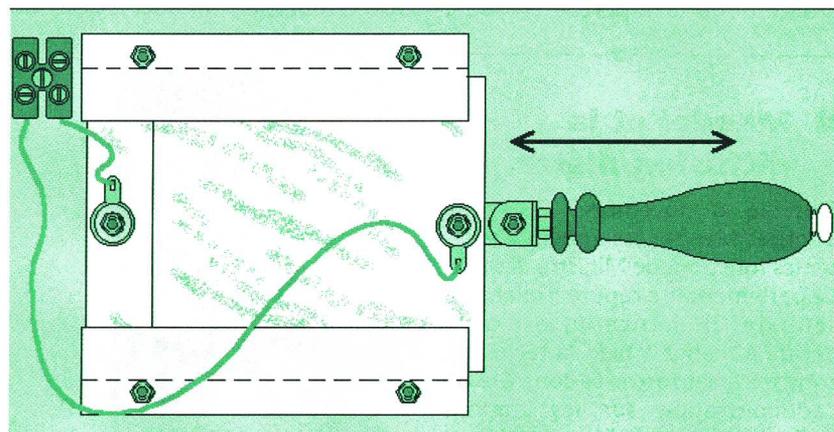


Fig 9

Le condensateur ajustable sur son support



(12^e partie)

ne voient plus la nécessité de payer deux fois pour un même service.

■ Déclarer son récepteur

Tous les postes radiorécepteurs privés doivent être déclarés (art. 3 du décret du 28/12/1926). La redevance sur ces appareils est cependant graduée en fonction de leur catégorie. Les récepteurs à galène que l'on trouve surtout dans les foyers modestes sont taxés faiblement (15 F) alors qu'il faut verser 50 F pour un poste à lampes. Ces derniers bénéficient en outre d'un dispositif complémentaire qui instaure une relation entre la taxe et le nombre des lampes.

■ Le plan Ferrié

Le ministère des PTT cherche à réorganiser le service public, sans pour autant écarter les stations privées. En 1930, le Ministre radical André Mallarmé leur accorde l'autorisation d'augmenter leur puissance. Édouard Herriot, pourtant attaché au monopole d'état, déclare qu'il importe de laisser les initiatives privées travailler librement, ardemment dans le champ qui leur sera laissé.

C'est dans ce contexte que l'on demande à Ferrié, un homme qui possède la considération de tous, de réorganiser la radiodiffusion afin de permettre à chaque auditeur de recevoir au moins un poste ondes longues (national) et ondes moyennes (régional), à n'importe quelle heure du jour.

Le plan Ferrié consiste donc à décentraliser les postes en créant des studios satellites des émetteurs reliés par des circuits téléphoniques et, bien entendu, l'installation de postes locaux sur les territoires moins bien servis. En fait, c'est tout le réseau qui doit être redessiné et révisé, le Parlement accordant pour cela une première tranche de crédits de l'ordre de soixante cinq millions (une somme conséquente pour l'époque) qui correspond à l'intégralité de la taxe perçue en 1933.

■ Mandel et la diffusion d'état

C'est le 8 novembre 1934 que Georges Mandel est appelé à exercer les fonctions de Ministre des PTT. Ce parlementaire réputé, collaborateur de Clémenceau, est bien décidé à mener à bien la tâche qui consiste à renforcer le contrôle de l'administration sur les stations radiophoniques publiques. Il met donc en place un arsenal législatif qui modifie la gestion des radios qui

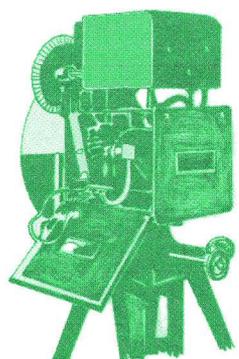
PETITE HISTOIRE DE LA RADIO

incombe, jusque là, entièrement aux associations d'auditeurs qui sont à l'origine de leurs créations. L'administration des stations revient désormais aux conseils de gérance qui sont composés à la fois des élus des auditeurs et de représentants des services publics. En permettant que la nomination du directeur de la station soit le fait du ministre des PTT, il renforce la tutelle et l'application des décrets d'application relatifs à l'interdiction de la publicité.

■ Les nouveaux chantiers

On pourrait croire que ces mesures mettent fin à l'esprit pionnier qui a donné naissance au réseau de radiodiffusion, ce qui est vrai en partie. Mandel cherche avant tout à améliorer la qualité de l'existant, allant jusqu'à bousculer les procédures administratives (ce qui attire sur lui les foudres de l'inspection des Finances) et à créer les chantiers d'avenir, comme la toute nouvelle radiovision. Cette technique n'est pas exactement neuve lorsqu'il prend possession de son ministère, mais elle reste cantonnée aux seuls laboratoires des firmes comme la Compagnie des Compteurs, la Compagnie générale de télévision et autres installés sur notre territoire. Il est bien entendu que d'autres pays comme l'Allemagne, les U.S.A., l'U.R.S.S. ou l'Angleterre avancent aussi dans ce domaine avec parfois quelques longueurs d'avance. Mandel accélère donc le mouvement et demande à la Compagnie des compteurs et à son ingénieur René Barthélemy de fournir rapidement un studio et des équipements de prise de vue afin d'alimenter l'émetteur dont la construction est entreprise sur la tour Eiffel.

C'est ainsi que l'inauguration, fin 1935, donne lieu aux premières diffusions télévisées avec des danses, sketches et autres divertissements. La réception s'effectue sur des récepteurs disséminés dans divers lieux publics de la capitale. La mauvaise qualité des images (la définition n'est alors que de 180 lignes) n'entame pas l'enthousiasme des spectateurs et le succès est au rendez-vous.



Caméra 180 lignes à disque "double spirale" de R.Barthélemy

■ Contrôler l'information

Alexandre Stavisky, un homme d'affaires français d'origine russe est à l'origine des événements qui font vaciller les institutions en 1934. L'escroquerie qu'il a montée en émettant des bons gagés sur des bijoux volés ou faux au crédit municipal de Bayonne rejaillit sur le gouvernement et entraîne des manifestations sanglantes. Alors que l'on tire sur les manifestants, le 6 février 1934 à 20h30 le speaker Jean Toscani présente, sur l'ensemble des stations publiques, un opéra (Marouf, de Henri Rabaud). Les messages donnés à l'entracte et à la fin par Paul Bonnat minimisent alors considérablement l'importance de la manifestation. En outre, il n'y a aucun commentaire journalistique ni reportage "à chaud" dans les rues, mais simplement les communiqués du seul ministère de l'Intérieur. Pire, le lendemain Radio Paris annonce que "...parmi les manifestants avaient pris place des gens sans aveu, des repris de justice, des souteneurs, comme en témoignent les arrestations opérées."

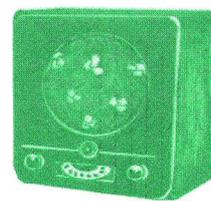
Cette attitude qui consiste à transformer une émeute politique en une lutte de voyous déclenche de fortes réactions de la part de la presse écrite, comme Le Figaro, L'Echo de Paris ou encore Le Matin qui fustige l' "...étonnante communication radiophonique des PTT."

Le Syndicat National des Journalistes s'inquiète de l'attitude de l'état et réclame la création d'un service autonome des informations placé sous la direction d'un professionnel. En conclusion de cette crise, Mandel restructure le Radio-Journal de France. Il crée par la même occasion un centre d'enregistrement et un centre d'écoute pour l'ensemble du réseau radiophonique, y compris de l'étranger. Cependant, même si le pouvoir ne dirige plus directement l'information, il n'en continue pas moins à exercer quelques pressions par de simples appels téléphoniques.

■ Politique et radio

Curieusement, selon Georges Wormser, Mandel ne croyait pas que la radio puisse constituer un moyen de propagande politique. De fait, rares sont ceux qui utilisent la radio comme tribune car ils ne peuvent que difficilement juger les réactions des auditeurs. Le président Doumergue a déjà utilisé ce média en 1934 pour s'adresser à la nation à sept reprises. Le ton est familier et chaleureux, mais c'est presque une exception car nombreux sont ceux qui ne peuvent se départir du ton pompeux qu'ils réservent aux discours publics.

A l'aube de la campagne électorale de 1936, les politiques ont bien quelques inquiétudes mais faute d'antécédents en France, ils n'ont qu'une très vague idée de l'impacte de la radio sur les intentions de vote. Le seul exemple provient des Etats-Unis avec Hoover et Roosevelt en



Le Kleinenwanger, poste allemand à fréquence unique

1932. Ces deux candidats au poste de la Présidence ont mené une campagne sur les ondes en multipliant les interventions (160 rien que pour le réseau NBC) qui a abouti à la défaite du candidat qui avait les faveurs de la presse écrite.

L'adoption des mesures qui permettent à chaque candidat de bénéficier d'un temps d'antenne équitable n'empêche pas un certain désordre, de même qu'elle entraîne des réactions hostiles de la part de bon nombre d'auditeurs quelle que soit leur appartenance politique. Au final, rien ne permet de dire que la radio a influencé les votes et favorisé la victoire du Front populaire.

■ Outil de propagande

L'Union soviétique a développé un vaste réseau de haut-parleurs reliés par fils à des stations réceptrices disséminées dans tout le pays. Installés dans les lieux publics, leur disposition implique une écoute collective de l'information filtrée, censurée et diffusée par le parti communiste car rares sont les privilégiés qui disposent de récepteurs individuels capables de délivrer les nouvelles de l'étranger.

En Allemagne, toutes les radios annoncent la nomination d'Hitler comme chancelier dans la nuit du 30 au 31 janvier 1933. Le parti nazi a déjà infiltré le réseau des stations tout en s'imposant au sein des associations d'auditeurs. Il critique les positions humanistes de la radio officielle, allant jusqu'à la menacer d'une grève de la redevance.

Nommé ministre de la Propagande en février 1933, Goebbels écrit que "La radio et la presse sont à notre disposition, nous allons en faire un chef d'œuvre de la propagande."

Il fait installer des haut-parleurs dans les rues pour diffuser les discours des dirigeants nazis qui se présentent aux élections de mars, mais il lance aussi un vaste programme de modernisation de la radiodiffusion allemande. L'augmentation de la puissance de ses émetteurs permet de toucher les pays d'Europe que le parti Nazi cherche à impressionner, d'une part avec ses prouesses techniques et d'autre part en véhiculant les discours empreints de violence d'Hitler qui inspirent la crainte ou le respect dans le cœur des auditeurs. Goebbels n'hésite pas à utiliser une véritable "mise en scène" sonore qui, couplée aux talents d'orateur d'Hitler, est propre à soulever l'enthousiasme du peuple allemand. Le Kleinenwanger, le poste récepteur à fréquence unique du peuple permet en outre de contrôler parfaitement l'opinion pour qui le parti nazi devienne la seule référence.

P. RYTTTER