



(13^{ème} partie)

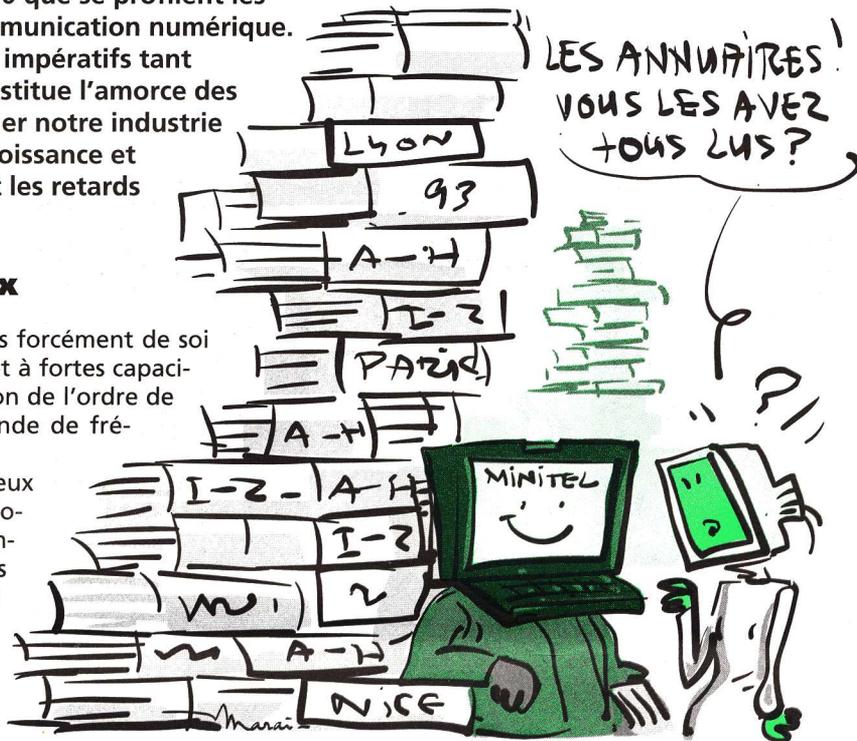
PETITE HISTOIRE DU TELEPHONE

C'est en cette fin des années 70 que se profilent les nouvelles techniques de communication numérique. Leur adoption, qui repose sur des impératifs tant économiques que techniques, constitue l'amorce des bouleversements qui vont entraîner notre industrie des télécommunications vers la croissance et permettre de combler rapidement les retards accumulés jusqu'alors.

■ Numériser les réseaux

Le choix du tout numérique ne va pas forcément de soi pour les liaisons à grandes distances et à fortes capacités. En effet, on assiste à une réduction de l'ordre de 30 % de la capacité des voies, à bande de fréquence égale, pour le numérique.

En outre, ses coûts sont supérieurs à ceux de l'analogique au-delà de 250 kilomètres. Il en résulte donc que les compagnies américaines ne se lancent pas dans l'aventure immédiatement alors que pour la France, où les longueurs moyennes des liaisons interurbaines n'excèdent pas 200 kilomètres, le numérique s'impose pour palier la faiblesse du réseau existant.



suite p 24

Construire un servomécanisme

PAGE 3

Lorsque l'électronique conjugue ses talents avec la mécanique, on parvient parfois à obtenir des mécanismes spectaculaires à l'instar des robots qui peuplent nos usines. Plus modestement, nous vous suggérons d'entreprendre la construction d'un mini-mécanisme qui obéit aux doigts de l'utilisateur qui le commande de loin. Cette réalisation vous dévoilera le secret d'un asservissement qui ne fait pas appel à une quelconque mémoire et sans recourir pour une fois aux services d'un micro-ordinateur.

■ Principe

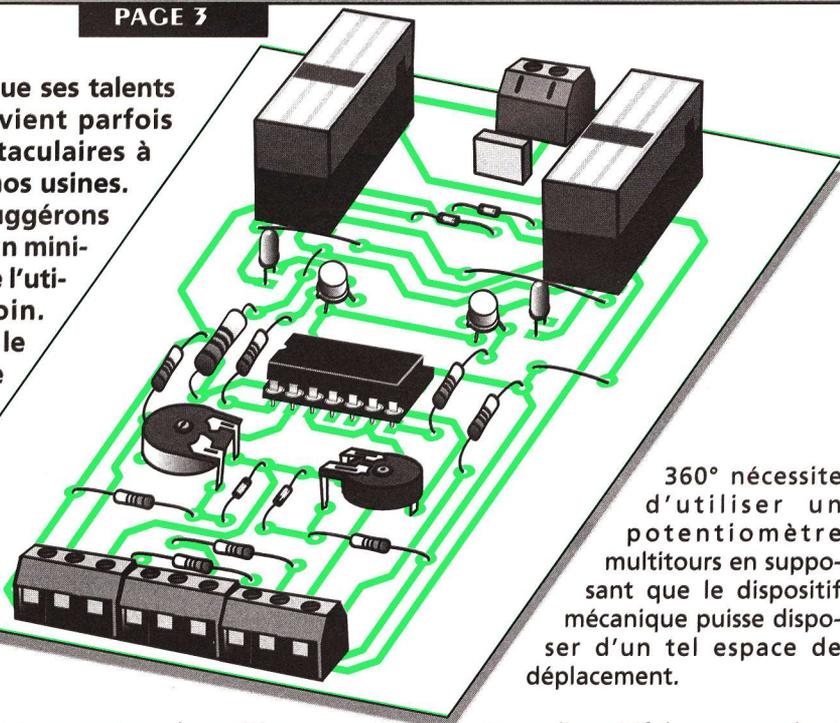
Notre ensemble comportera trois parties principales :

- un moteur à courant continu avec réducteur de vitesse, dont le rôle est de déplacer un objet ou un outil par l'intermédiaire d'une transmission directe (chaîne ou engrenage). L'utilisation d'une courroie non crantée est déconseillée en raison des risques de patinage toujours possibles sur la poulie d'entraînement.

- un capteur de position, constitué en général simplement par un potentiomètre dont l'axe est lié mécaniquement à celui du moteur pour en copier fidèlement le sens de déplacement et le nombre de degrés de celui-ci. Il paraît évident qu'une rotation de

360° nécessite d'utiliser un potentiomètre multitours en supposant que le dispositif mécanique puisse disposer d'un tel espace de déplacement.

- un dispositif de commande et de comparaison qui devra agir sur le moteur par le biais d'un étage de puissance en fonction, à chaque fois, de l'information fournie par le capteur de contrôle et, d'autre part, par la position que l'on veut faire prendre au moteur (= consigne).



N°13 MAI 1999
NOUVELLE SÉRIE

SOMMAIRE

- 1 - PETITE HISTOIRE DU TELEPHONE
- 2 - GENERATION INTERNET
- 3 - CONSTRUIRE UN SERVO-MÉCANISME
- 4 - QU'EST-CE QUE C'EST ? COMMENT ÇA MARCHE ?
LES FORMULAIRES SUR VOS PAGES WEB
- 6 - DECOUVREZ L'ANGLAIS TECHNIQUE
COMPENSATION EN FRÉQUENCE D'UN AOP
- 8 - JOUONS AVEC LES ULTRASONS (SUITE ET FIN)
- 10 - TECHNOLOGIE LA PRISE PERITELEVISION (OU PERITEL)
- 11 - COMMENT CALCULER SES MONTAGES ?
- 14 - SIMULATEUR D'ALARME VOITURE
- 16 - ÉLECTRONIQUE DE PUISSANCE (6 ET FIN)
- 18 - LE COIN DE LA MESURE
MODULE ADAPTATEUR POUR LA MESURE DU TAUX DE DISTORSION
- 21 - ÉCONOMISEUR DE PILES
- 22 - J'EXPERIMENTE
CONSTRUIRE UN TÉLÉGRAPHE

Génération ELECTRONIQUE

PROJETS, INITIATION, ENSEIGNEMENT

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

Membres du comité de direction :
Madame Paule RAFINI épouse VENTILLARD
Président Directeur Général
Monsieur Jean-Pierre VENTILLARD
Vice-président
Madame Jacqueline LEFEBVRE
Administrateur
Directeur général adjoint
Jean-Louis PARROT
Directeur de la rédaction
Bernard FIGHERA (84.65)

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

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

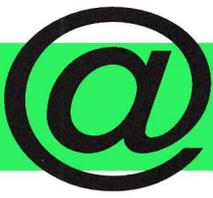
Département publicité :
2 à 12 rue de Bellevue, 75019 PARIS
Tél. : 01.44.84.84.85 - CCP Paris 3793-60
Directeur commercial
Jean-Pierre REITER (84.87)
Chef de publicité
Pascal DECLERCK (84.92)
Assisté de
Karine JEUFFRAULT (84.57)

Abonnement
Anne CORNET (85.16)

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.

RETRONIK.FR 2023



Des sites, encore des sites !

Ce mois-ci, Génération Électronique a décidé de vous communiquer une liste débordante de sites. De quoi y passer les vacances ! Ce regroupement de sites est disponible grâce au travail réalisé par un enseignant de Technologie au Collège à l'adresse suivante : <http://www.ifrance.com/delbourg/liens00.htm>. Si vous n'êtes pas rassasiés, d'autres contacts vous y attendent. N'oublions pas de saluer le remarquable travail de l'association des professeurs de technologie : l'ASSETEC au travers de laquelle vous pourrez vous procurer des informations de toute nature avec votre activité pédagogique au Collège.

■ Une liste sans fin

■ Des professeurs de Techno à portée de Web :

Xavier DESPLANCHES :
<http://www.ifrance.com/xavier/abc>
et <http://www.chez.com/xavier>
Cyril MAICHE :
<http://perso.club-internet.fr/cmaiche/>
Jean-Marc SEPSAULT :
<http://www.3dnet.fr/technojm/>
Jean-Marie LEBRE :
<http://www.enseignant.com/jean-marie.lebre> et <http://www.citeweb.net/lebre>
Jean Michel DEFAIS :
<http://www.union-fin.fr/usr/jmdefais/>
Jean-Jacques MATHIEU :
<http://perso.wanadoo.fr/jean-jacques.mathieu>
Olivier FOURNIE :
<http://perso.wanadoo.fr/olivier.fournie/>
Jean-Yves JEANNAS :
<http://home.nordnet.fr/~jyjeannas>
Yves DIMAURO :
<http://www.mygale.org/00/ydimauro/Default.htm>
Philippe JAMET :
<http://www.lenet.fr/jamet/>
Guy BOISSON :
<http://perso.wanadoo.fr/guy.boisson/>
Patrick RICHARD et
Philippe MINZIERE :
<http://wwwperso.hol.fr/~martonne/techno/>
Philippe MINZIERE (tout seul) :
<http://perso.wanadoo.fr/mayenne>
Jacques BONNIN :
<http://wwwperso.hol.fr/~bonnin/index.htm>
Christophe EUGENE :
<http://www.mygale.org/10/sam97/>
Philippe GALIANA :
http://ourworld.compuserve.com/homepages/galiana_philippe/
Laurent HUMBERT :
<http://wwwperso.hol.fr/~lhumbert>
Corinne et Gilles LECORSIER :
<http://www.union-fin.fr/usr/cglecorsier/>
Philippe LADNER :
<http://www.guetali.fr/home/pjladner/>

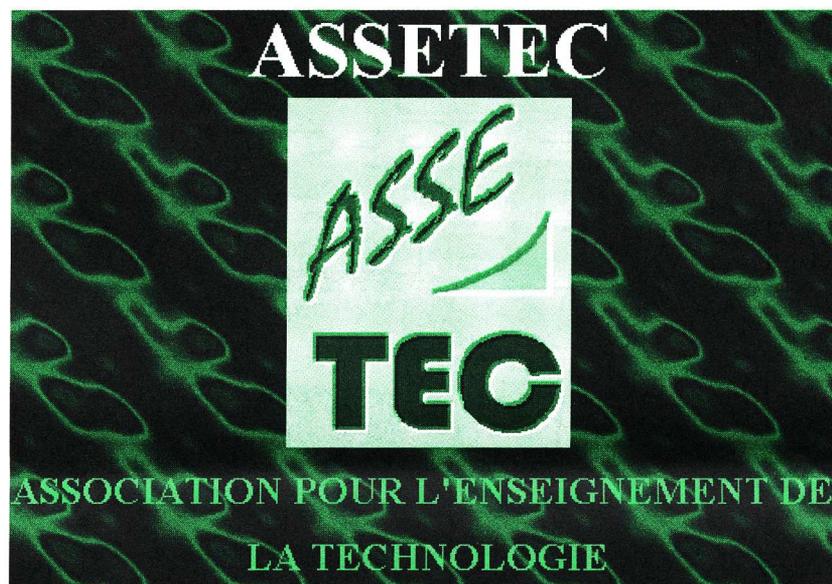


Fig 1

Éric LOSFELD :
<http://www.mygale.org/08/losfeld/>
Philippe RIVOLET :
http://www.district-parthenay.fr/Parthenay/creparth/LA_COULDRE/Techno/sommtech.html
J-C. REFUVEILLE :
<http://perso.wanadoo.fr/j.c.refuveille/>

■ Quelques Académies sur le Web

Académie de Rouen :
<http://www.ac-rouen.fr/pedagogie/equipes/techno/home.htm>
Académie de Strasbourg :
<http://www.ac-strasbourg.fr>
Académie d'Orléans-Tours :
<http://www.ac-orleans-tours.fr/techno/default.htm>
Académie de Nancy-Metz :
<http://ac-nancy-metz.fr>
Académie d' Aix-Marseille :
<http://artemis.univ-mrs.fr/colleges/menu1.html>
Académie de Grenoble :
<http://www.ac-grenoble.fr/techno/techno.htm>
Académie de Rennes :
<http://www.ac-rennes.fr/pedagogie/techno>

■ Des sites d'établissements scolaires

Le collège de Christophe Eugène :

<http://www.mygale.org/04/cin>
Collège Langevin : <http://www.ac-idf.jussieu.fr/~clglangevinalfv>
Collège Nadaud :
<http://home.nordnet.fr/~jyjeannas/Nadaud>
Collège de Punaauia (Tahiti) :
<http://www.mygale.org/01/tamahere/> et <http://tamahere.citeweb.net/collège/>
Collège St Trémur :
<http://perso.wanadoo.fr/tremeur29/>
Collège Montgontier à Gilonnay :
<http://www.ac-grenoble.fr/montgontier/>
Le collège de Daniel LAMERRE :
<http://www.mygale.org/~clthiant/>

Collège St Joseph à Cholet :
<http://perso.wanadoo.fr/stjo.cholet/stjo.cholet>
Collège «Aux quatre vents» à Lanmeur :
<http://www.mygale.org/06/lanmeur/>
Collège Paul Eluard à Chalette sur Loing :
<http://www.citeweb.net/cpec/>
Collège de Parthenay :
http://www.district-parthenay.fr/Parthenay/creparth/LA_COULDRE/NDCSomm.htm
Collège «La Galaberte» à Saint Hippolyte du Fort :
<http://perso.wanadoo.fr/colleegalaberte>
Collège Sévigné :
http://www2.ac-lille.fr/clg_sevigne/
Collège Emmanuel de Martonne :
<http://perso.wanadoo.fr/martonne/>
Un collège du Nord :
<http://home.nordnet.fr/~pimorelle/>
Le collège de Richard ALLIX :
<http://www.ac-grenoble.fr/segaliere/>
Collège de Paulliac :
<http://rectorat.ac-bordeaux.fr/Etablissement/CPaulliac/accueil.htm>
Collège Gabriel Péri :
<http://perso.infonie.fr/technogperi>

■ Encore et encore !

Un site sur l'électronique grand public : <http://www.altern.org/tvc/>

Tecnet, le journal de la technologie du mois de mai : <http://perso.micro-video.fr/jamet/npage1.html>
Utilisations pédagogiques d'Internet : <http://www.virtuel.collegebdeb.qc.ca/pedagogie/parea/index.html>
Histoire de l'informatique :
http://www.info.univ-angers.fr/~guillier/his_info/_index.html
Des sites pour l'électronique :
<http://www.xs4all.nl/~ganswijk/chipdir/chipdir.html> et
<http://www.umc.com.tw/>

■ Et sans oublier !

ASSETEC, L'association des professeurs de technologie au Collège :
<http://members.aol.com/assetec/default.htm>
Si vous le désirez vous aussi, vous pouvez alimenter la liste précédente en contactant Jean Jacques DELBOURG : delbourg@i-france.com

■ Les sites déjà publiés dans G.E.

La sélection réalisée par GE des sites Internet présentant un intérêt pédagogique pour vos activités en Techno Collège :

Site

<http://www.members.aol.com/assetec/default.htm> :
GE N° 2

Association de la technologie au Collège : l'incontournable !

Site

<http://www.union-fin.fr/usr/jmdefais/> :
GE N° 3, 4 et 12

La Techno Collège : mécanique, informatique, gestion, électronique. Des dossiers de fabrication en ligne !

Site

<http://www.fitec.fr> :
GE N° 5 et 6

De nombreuses applications logicielles en électronique.

Site

<http://www.cif.fr> :
GE N° 7

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

SiteErreur! Signet non défini.

<http://www.univ-lille1.fr/~eudil/bbsc/phys/> :
GE N° 8

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

SiteErreur! Signet non défini.

<http://www.A.Marin@wanadoo.fr> :
GE N° 11

Des projets et des idées d'activités de la 6^{ème} à la 3^{ème} !

E. FELICE

Construire un servomécanisme

■ Précautions

Le sens de rotation du moteur devra être respecté et son blocage doit intervenir lorsque la position visée est atteinte. Nous ferons appel aux propriétés de l'ampli-OP en comparateur de tension pour mener à bien le traitement électronique des signaux. La sensibilité du montage à AOP est telle que le schéma devra

On note, si $U_e > U_{haut} \gg \gg AOP1 = 1$ et $AOP2 = 0$

- la tension U_e est supérieure au seuil BAS, mais reste inférieure à celle du seuil HAUT.

Elle est donc dans la fenêtre et les AOP ont leurs sorties à l'état 0.

On note, $U_{haut} > U_e > U_{bas} \gg \gg AOP1 = 0$ et $AOP2 = 1$

- la tension U_e est inférieure à la tension du seuil BAS ; la sortie de l'ampli

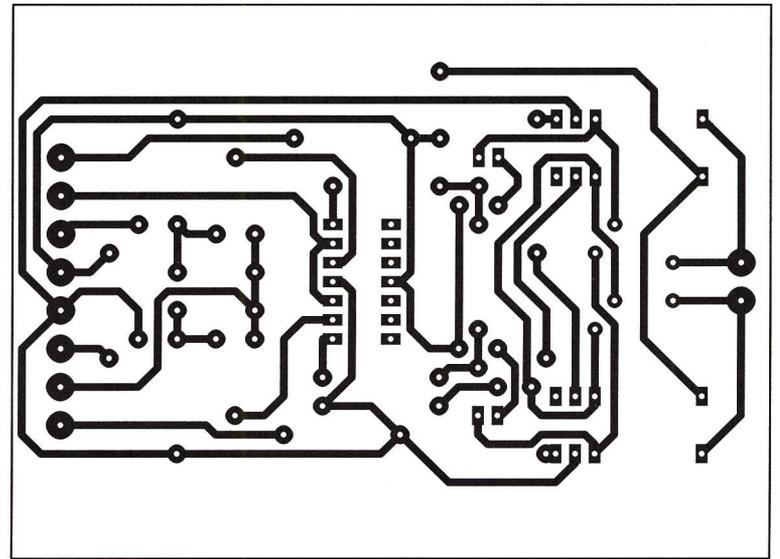


Fig 3

Tracé du circuit imprimé

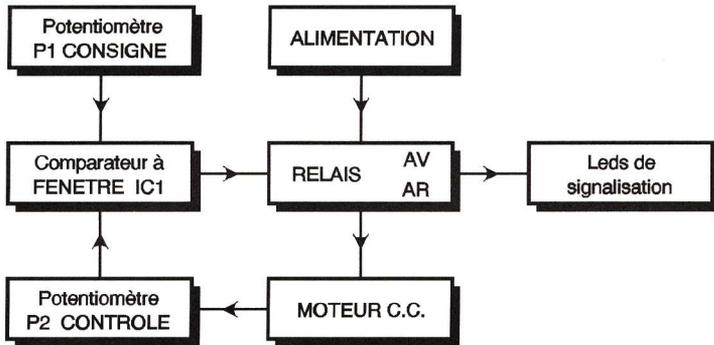


Fig 1

Synoptique

éviter les oscillations indésirables autour du point d'équilibre. Pour ce faire, l'exploitation d'un étage comparateur à fenêtre est préférable car elle permettra de ménager une plage de repos pour l'arrêt brutal du moteur.

2 passe au niveau 1 et celle de l'ampli 1 reste au niveau 0.

On note, si $U_e < U_{bas} \gg \gg AOP1 = 0$ et $AOP2 = 1$

Les diodes D_1 et D_2 aux bornes des ajustables P_3 et P_4 modifient de

quelques dixièmes de volts la tension issue du potentiomètre P_2 et, de ce fait, anticipent l'arrêt du moteur avant qu'il n'atteigne la position d'équilibre pour éviter, en fait, qu'il ne la dépasse avec son élan. Les deux sorties des AOP commandent les transistors T_1 et T_2 chargés de piloter à leur tour les relais AVANT et ARRIÈRE. On peut encore noter la présence des diodes LED L_1 et L_2 en série avec les bobines pour mieux visualiser l'action en cours. Les diodes D_3 et D_4 protègent les transistors contre les surtensions selfiques dues

à la coupure de l'alimentation des bobines. La résistance R_9 permettra éventuellement d'adapter le courant dans les bobines des relais et pourra être remplacée par un simple strap après contrôle.

L'inversion de sens du moteur à courant continu reste classique et utilise deux paires de contacts commandés alternativement. Si les deux relais venaient malgré tout à se coller en même temps, on trouve une sécurité qui empêche un court-circuit fâcheux.

■ Schéma électronique

On trouvera celui-ci à la figure 2. Cette maquette revêtant surtout un caractère expérimental ou didactique, elle sera alimentée sur une tension continue extérieure en rapport avec la tension maximale supportée par le moteur choisi. Il pourra d'ailleurs s'agir de très économique moteur de tournebroche électrique en vente dans tous les supermarchés au rayon camping-plein air. On pourra même envisager de prévoir deux tensions différentes, l'une réglée étant réservée aux composants électroniques, l'autre au moteur, l'isolation galvanique étant assurée par les relais de sortie. Les deux AOP forment donc un classique comparateur à fenêtre : l'entrée e- de l'ampli 1 est à un potentiel dépendant de la position de l'ajustable P_3 : ce sera notre SEUIL HAUT. L'entrée e+ de l'ampli 2 est, elle, portée au SEUIL BAS selon la position de l'ajustable P_4 . Cette tension est modifiée en outre par celle qui provient du curseur de notre potentiomètre P_2 , celui qui est solidaire de l'axe du moteur d'entraînement. Les deux autres entrées (broches 3 et 6) sont reliées ensemble au curseur de l'autre potentiomètre P_1 , celui qui détermine la consigne ou encore la position à atteindre (=tension U_e). Trois situations bien différentes sont à envisager :

- la tension U_e , celle de P_1 , est supérieure au seuil HAUT ; dans ce cas, la sortie de l'ampli 1 est haute et celle de l'ampli 2 reste basse.

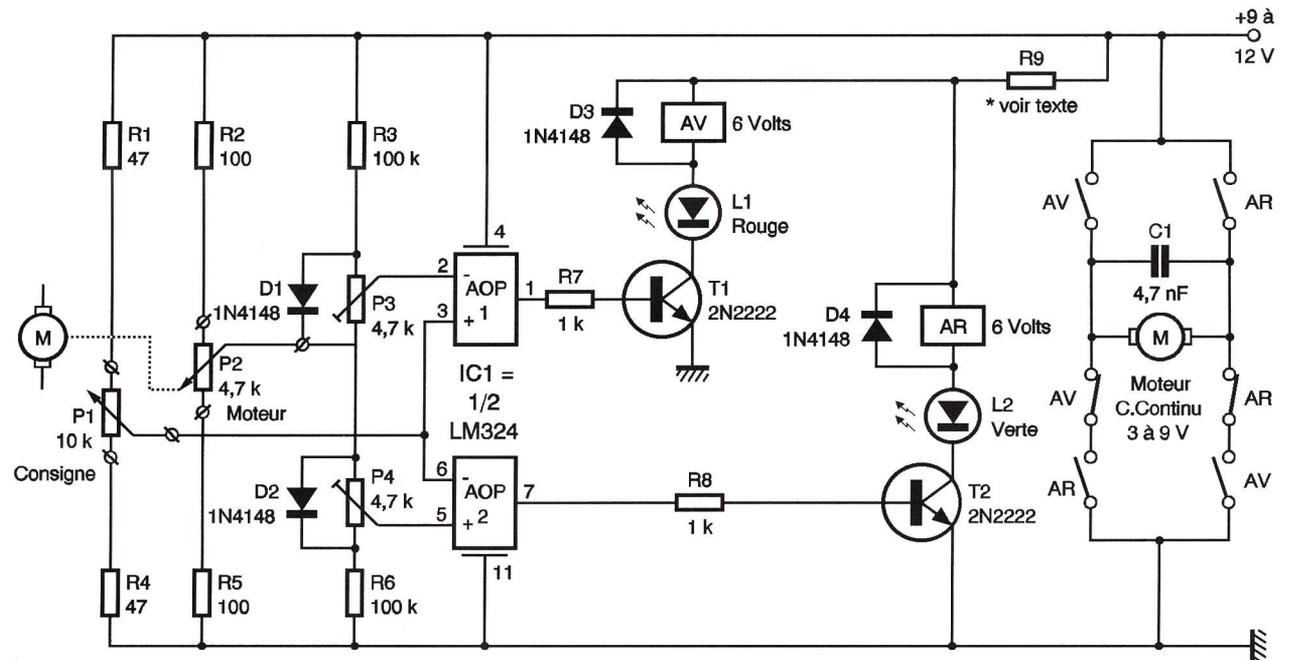


Fig 2

Schéma de principe

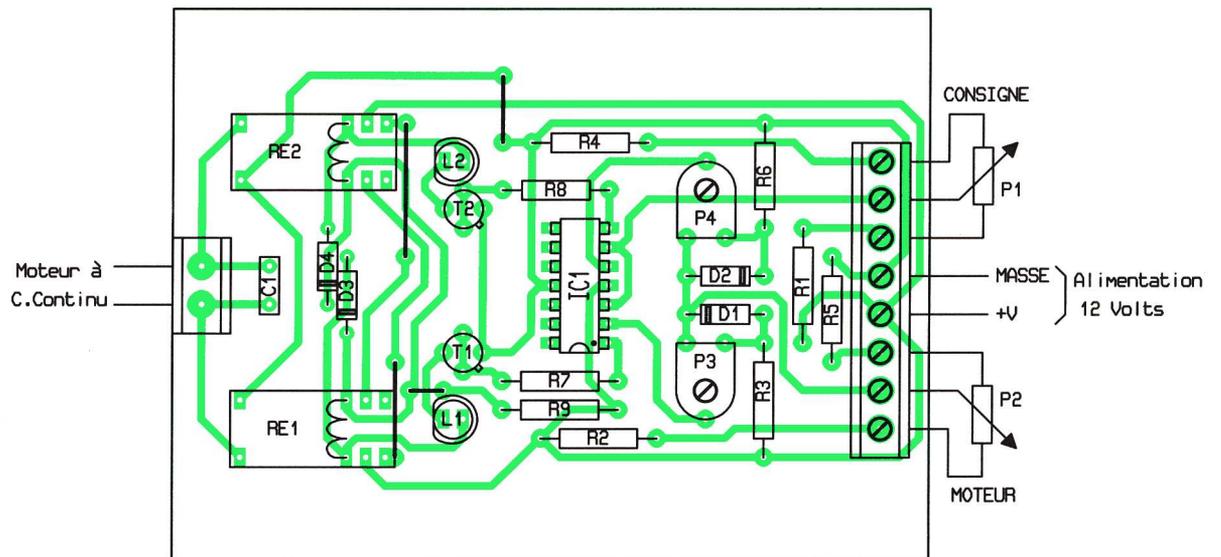


Fig 4

Implantation des éléments

(suite page 13)



QU'EST-CE QUE C'EST ?

COMMENT ÇA MARCHE ?

Les formulaires sur vos pages Web (1)

Nous avons abordé jusqu'à présent les divers composants nécessaires à la réalisation de pages Web attractives en privilégiant leurs composantes graphiques. Si votre site reflète ce que vous choisissez de mettre en valeur, peut-être souhaitez-vous recueillir l'opinion de ses lecteurs et ainsi nouer des contacts, recueillir des opinions, effectuer un sondage ou encore ajouter un quiz, etc. C'est pourquoi nous allons aborder les formulaires avec les modèles déjà prêts de Word 97, tout en approfondissant leur fonctionnement afin d'inscrire les quelques lignes de code nécessaires à une implantation plus personnalisée.

Les étapes du traitement d'un formulaire

Pour réaliser un formulaire, commencez par définir précisément ce que vous souhaitez en faire. S'il s'agit de recueillir les résultats d'un sondage, il sera constitué d'un catalogue de questions pour lesquelles une ou plusieurs réponses sont attendues afin d'en faciliter le traitement statistique. Libre à vous cependant d'ajouter des champs de saisie particuliers comme l'âge, la zone géographique ou d'autres données pour lesquelles on ne peut

terme du traitement des formulaires. Il faut ensuite recueillir les données et, si possible, retourner une réponse aux personnes qui ont eu la bonne grâce de vous prêter un peu d'attention. Vous devrez donc intégrer un script de traitement, même s'il ne doit renvoyer qu'un simple remerciement.

En résumé, les étapes du traitement des formulaires nécessitent donc :
- son écriture avec une sélection du type de données saisies,
- un script de traitement de ces données afin de procéder à leur analyse statistique ou qualitative,
- un script de réponse ou de remerciement.



laire. SUBMIT et RESET ne possèdent pas de NAME car ils ne nécessitent aucun envoi de valeurs strictement associées.

- Un type «TEXT» est une ligne de texte dont vous pouvez définir la longueur et la taille (écran 3),

- Le type «PASSWORD» est comme TEXT, si ce n'est qu'il affiche des étoiles à la place des caractères normalement visibles,

- Le type «RADIO» s'applique aux boutons radio. On ne peut en sélectionner qu'un dans une liste groupée (écran 4),

- Le type «CHECKBOX» est relatif aux cases à cocher. Contrairement

aux boutons radio, vous pouvez sélectionner plusieurs d'entre elles dans un groupement (écran 5),

- Pour ajouter des commentaires qui ne peuvent tenir sur une seule ligne, il convient d'utiliser le type «TEXTAREA» (écran 5). Il affiche les ascenseurs à droite et

en bas si la définition de la zone d'affichage est inférieure à la quantité de texte souhaité,

- La sélection d'une réponse parmi un choix de valeurs proposées s'obtient avec «SELECT» (écran 6), et l'option MULTIPLE pour effectuer une sélection de plus d'un élément dans la liste.

Si vous aviez la possibilité de contribuer d'avantage à Educasource

Comment souhaiteriez vous le faire ?

Participer à des ateliers de création de scénarios pédagogiques sur les ressources

Participer à la description et/ou au signalement de ressources

Animer un thème du forum

Autre

Précisez

Écran 5

gage HTML. Sinon, vous devez savoir que les définitions des champs de données s'inscrivent entre les instructions <FORM> et </FORM>.

Nom:

Prénom:

Adresse 1:

Adresse 2:

CP:

Ville:

Pays:

Email:

Port : 5FF entre 1 et 6 circuits, 10FF entre 7 et 12 circuits, etc

Règlement par carte bleue :

Numéro:

Expire le:

Envoyer votre commande

Écran 1

ÉVÉNEMENTS	SONDAGE
<ul style="list-style-type: none"> 14e Salon des Pierres et Minéraux de Montréal Rencontre avec le Club des débrouillards de Québec Conférence : Fréquence et risques des impacts météoritiques Sur les traces du passé - Johannes G. Gutenberg, 1399-1468. Réunion annuelle de la Société canadienne de zoologie La conquête de l'espace : le jeu en vaut-il la chandelle? 67e Congrès de l'Acfas Séminaire : Gestion de l'information en agroalimentaire Colloque Excel '99 Cours sur les maisons saines 	<p>Le mauvais usage des antibiotiques engendre des bactéries multirésistantes. Considérez-vous qu'il est de votre responsabilité personnelle de réduire l'usage des antibiotiques ?</p> <p><input type="radio"/> Oui</p> <p><input type="radio"/> Non</p> <p><input type="radio"/> Je ne sais pas</p> <p>VOTEZ !</p> <p>Résultats</p>

Consultez tout le calendrier. Ajoutez un événement.

Écran 2

se limiter à une réponse de type vrai/faux.

Dans le cas d'un questionnaire personnalisé destiné à recueillir des informations précises, comme par exemple pour établir le profil de classes souhaitant échanger de la correspondance dans des domaines particuliers, il sera nécessaire de recourir aux cases à cocher et aux zones de saisie de texte qui donnent plus de liberté dans l'expression. Enfin, si vous organisez un concours ou proposez un projet, vos correspondants doivent être en mesure de développer leur argumentation dans des zones de dialogue ouvertes.

Mais répondre à des séries de questions ou faire part librement de ses considérations ne constitue pas le

Pour la rubrique de ce mois, nous nous limiterons à la première partie.

Les composants d'un formulaire

Les composants d'un formulaire sont des objets qui s'affichent sur la page Web consultée. Si vous utilisez un assistant ou un éditeur de formulaires, l'ensemble des codes relatifs à la définition du formulaire s'inscrivent automatiquement en lan-

Les types de champs

Les champs de données qui constituent des entrées sont encadrés par les étiquettes <INPUT> et </INPUT> dans le formulaire. Sur l'écran 1, les champs sont des zones de saisie de texte alors que sur l'écran 2, on trouve 3 boutons radio. Dans le

premier cas, on va récupérer des suites de caractères alphanumériques alors que dans l'autre on saura si tel bouton est sélectionné ou pas. Traiter ces données nécessite donc d'associer un nom aux champs avec NAME. NAME et la valeur associée constituent les paramètres retournés au serveur dès que le bouton «SUBMIT» est sélectionné. Par contre, cliquer sur le bouton RESET rétablit les valeurs initiales dans l'ensemble des champs du formu-

Quels formulaires ?

Pour commencer votre initiation à la technique des formulaires sans pour autant investir dans les éditeurs spécialisés, utilisez les pages prêtes à l'emploi de logiciels comme Word 97 ou Publisher 97 qui sont directement accessibles au C.D.I de votre établissement. Pour illustrer cette partie, nous nous sommes limités au Word car ce dernier, utilisé par l'administration, est certainement plus accessible.

Donc, après l'ouverture de Word 97, choisissez Fichier, Nouveau puis Assistant pages Web. Cet assistant vous donne accès à des pages prêtes à l'emploi, dont 3 types de formulaires à compléter : sondage, inscription et commentaires.

1 - Comment se répartit votre utilisation des rubriques de cet espace ?

% en consultation de la « foire aux questions »

% en consultation de la rubriques « colloques et forums »

% en consultation de la rubriques « autres sites »

Écran 3

2 - Comment qualifieriez-vous les informations fournies dans l'espace Informations ?

très satisfaisantes

satisfaisantes

peu satisfaisantes

pas du tout satisfaisantes

Écran 4

Le sondage : l'écran 7 correspond à la page préparée par l'assistant. Il suffit donc de remplacer le contenu

pour la saisie des réponses, avec des cases à cocher ou des



Écran 6



Écran 7

des zones de texte par vos propres indications (titre, commentaires, intitulés des questions, etc.). Il propose deux formules non exclusives

boutons radio. En sélectionnant *Ajouter une réponse* pour chacun, vous ajoutez une ligne de commentaire et une ligne de cases (ou de

boutons) pour les réponses.

Commentaires : ce type de page prête à l'emploi (écran 8) est utile pour réaliser le squelette d'un contrôle des connaissances associé à une présentation de cours consultable sur l'écran. En ne conservant que les boutons radio, il est en effet très facile de réaliser un QCM dont le traitement aboutit à une note ou une appréciation sur le travail fourni.

Inscription : ce dernier formulaire

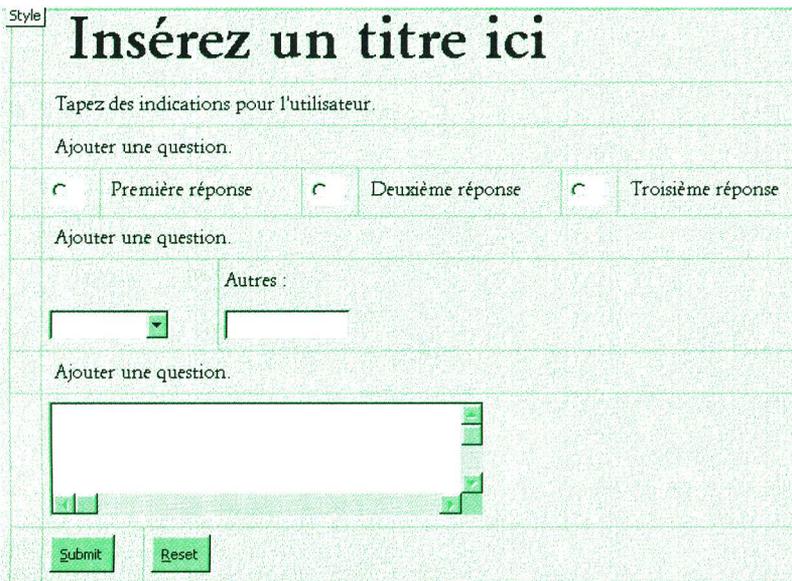
(écran 9) peut être utile pour établir les fiches de suivi du travail des élèves à condition, bien entendu, d'apporter là aussi quelques modifications.

Notre projet

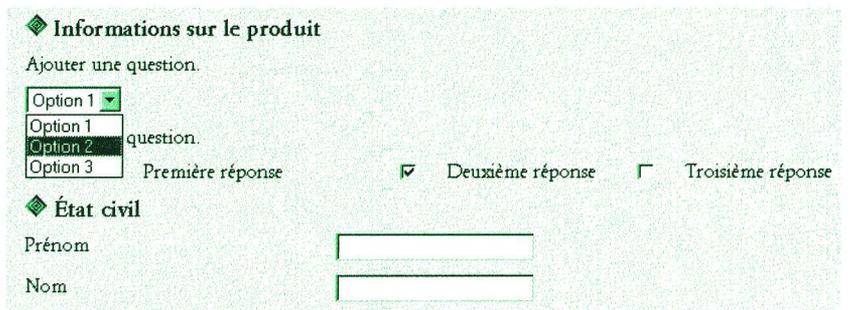
Nous nous proposons de mettre en pratique dans le prochain article ces notions pour réaliser un QCM de 5 questions relatives à une séquence de cours. Il va donc comporter des zones de saisie de texte pour le nom et la classe. Suivent 5 questions auxquelles sont associées des cases à cocher groupées par 3.

Un bouton Annuler doit permettre de remettre à zéro l'ensemble des valeurs alors que SUBMIT termine la consultation du QCM. Vous pouvez, bien entendu, recourir à l'assistant pour commencer la réalisation de cette page afin de comparer la, ou les, solutions que vous aurez adoptées avec celle que nous vous offrons le mois prochain.

P. RYTER



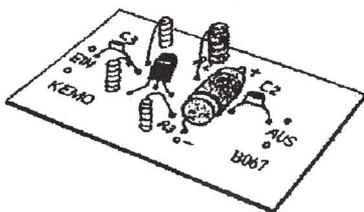
Écran 8



Écran 9

KEMO KITS et MODULES

LES PRODUITS DU MOIS



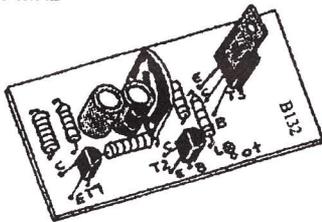
B067
Amplificateur d'antenne
0,15...350 MHz



B104
Sirène bateau



B132
Clignotant 6...24 V,
maxi 3 A

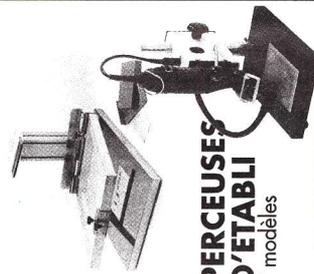


Catalogue contre 30,00 F en timbres frais d'envoi compris.

DISTREL : 8 av. du 18 Juin 1940 - 92500 RUEIL MALMAISON
aucune vente directe,
demandez la liste des dépositaires au 01.41.39.25.06

SERIGRAPHIE

Machine et produits



PERCEUSES D'ETABLI
7 modèles

LE CIRCUIT IMPRIME POUR TOUS LES BUDGETS

MACHINES A GRAVER

Verticales, à mousse horizontale ou à pulvérisation...

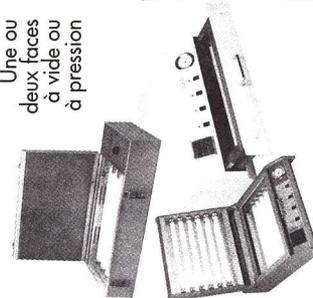


Norme CE 220 V ou 48 V

TRANSFORMATION DES PLASTIQUES

MACHINES A INSOLER

Une ou deux faces à vide ou à pression



AUTOMATISMES

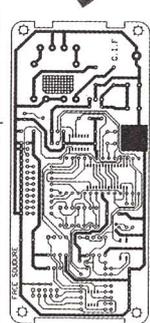
TOUS LES CONSOMMABLES

- Plaques photosensibles
- Produits chimiques
- Produits de dessin

- Outils
- Fers et soudeuse
- Accessoires de sécurité
- Plaques de test
- Coffrets...

LOGICIELS :

CAIO - Simulation - Automatismes
Base de données leader en quantités vendues



- CAIO - dessin de circuits/perçage
- Boardmaker - Saisie de schéma
- Placement - routage
- SIRIUS base de données plus de 200 000 composants
- Turbo Analogic - Simulation analogique
- Academus simulation logique
- Graph et graf - Gratceit

Nous ne sommes pas n° 1 par hasard - CIF → la piste à suivre

Catalogue sur demande
ISO 9002
CIF
CIRCUIT IMPRIMERIE FRANÇAIS
11 rue Charles Michels 92220 BAGNEUX
Tél. : 01 45 47 48 00 Fax : 01 45 47 16 14
WEB http://www.cif.fr - Email : cif@cif.fr

Compensation en fréquence d'un amplificateur opérationnel



Les amplificateurs opérationnels sont incontestablement la plus facile et la meilleure façon d'exécuter une large gamme de fonctions linéaires depuis la simple amplification jusqu'au calcul analogique complexe. Le coût des amplificateurs monolithiques est maintenant inférieur à dix francs en grande quantité, ce qui les rend attractif pour les utiliser dans la conception de circuits dans lesquels ils n'auraient pas été considérés auparavant. Cependant, le prix bas n'est pas la seule attraction des amplificateurs monolithiques. Depuis que tous les composants sont simultanément fabriqués sur une seule puce, beaucoup plus de systèmes de plus grande complexité qui peuvent être utilisés avec des amplificateurs discrets sont économiques ; ceci peut être utilisé pour améliorer la performance.

De plus, il n'y a aucune difficulté technique insurmontable pour stabiliser la température de la puce de l'amplificateur, améliorant les performances par une stabilisation à découpage et avec un coût supplémentaire très petit. Les amplificateurs opérationnels sont conçus pour avoir un gain élevé, une faible tension de décalage et un faible courant d'entrée. Il en résulte que la polarisation en continu de ces composants est considérablement simplifiée dans la plupart des applications et ils peuvent être utilisés avec des règles de conception assez simples car beaucoup de termes

souvent utilisés, a été développé spécialement comme suiveur de tension et présente un courant d'entrée maximum de 10 nA et un taux de balayage égal à 10V/μs. La facilité avec laquelle on développe un circuit à base d'amplificateurs opérationnels cache quelques fois quelques-unes des règles qui doivent être suivies avec un amplificateur monté en réaction pour prévenir contre toute oscillation indésirable. En général, ces problèmes sont issus de capacités isolées, de charge capacitive excessive, de découplage d'alimentation inadéquate ou de compensation en fréquence incorrecte.

Pour la compensation en fréquence d'un amplificateur opérationnel, il est recommandé de suivre les recommandations du constructeur. Cependant, si le fonctionnement à vitesse rapide et si la réponse en fréquence ne sont pas une considération importante pour vous, une plus grande marge de stabilité peut être habituellement obtenue en augmentant la taille de la capacité de compensation. Par exemple, en remplaçant la capacité de compensation de 30 pF par une capacité de 300 pF, cela rendra dix fois moins susceptible le circuit face aux problèmes d'oscillations pour une connexion avec un gain unité. De même, sur le LM709, en utilisant des composants de 0,05 μF, 1,5 kΩ, 2000 pF et 51 Ω à la place de 5000 pF, 1,5 kΩ, 200 pF et 51 Ω donnera une marge de stabilité de 20 décibels de

plus. Des valeurs de capacités inférieures à celles spécifiées par le fabricant pour un gain particulier ne doivent pas être utilisées puisqu'elles rendront l'amplificateur plus sensible aux capacités parasites et aux charges capacitives ; le circuit peut même osciller dans des dispositifs comportant des cas encore plus défavorables. L'exigence de base pour la compensation en fréquence d'un amplificateur à réaction est de garder la courbe de pondération en fréquence du gain en boucle de dépasser 12 décibels par octave quand elle traverse le gain unité. La figure 1 représente la réponse typique pour des amplificateurs à la fois compensés et non compensés. Un amplificateur non compensé a généralement une courbe de pondération de 6 décibels par octave, puis 12 décibels par octave et même 18 décibels si des effets divers de limitation en fréquence à l'intérieur de l'amplificateur rentrent en jeu. Si une boucle avec cette sorte de réponse est fermée, l'amplificateur oscillera. La compensation en fréquence provoque pour le gain une courbe de pondération uniforme avec une pente droite de 6 décibels par octave quand elle traverse le gain unité.

Ceci permet une certaine marge pour une pondération excessive dans le circuit externe. Certaines des influences externes qui peuvent affecter la stabilité d'un amplificateur opérationnel peuvent être en outre la charge capacitive qui peut

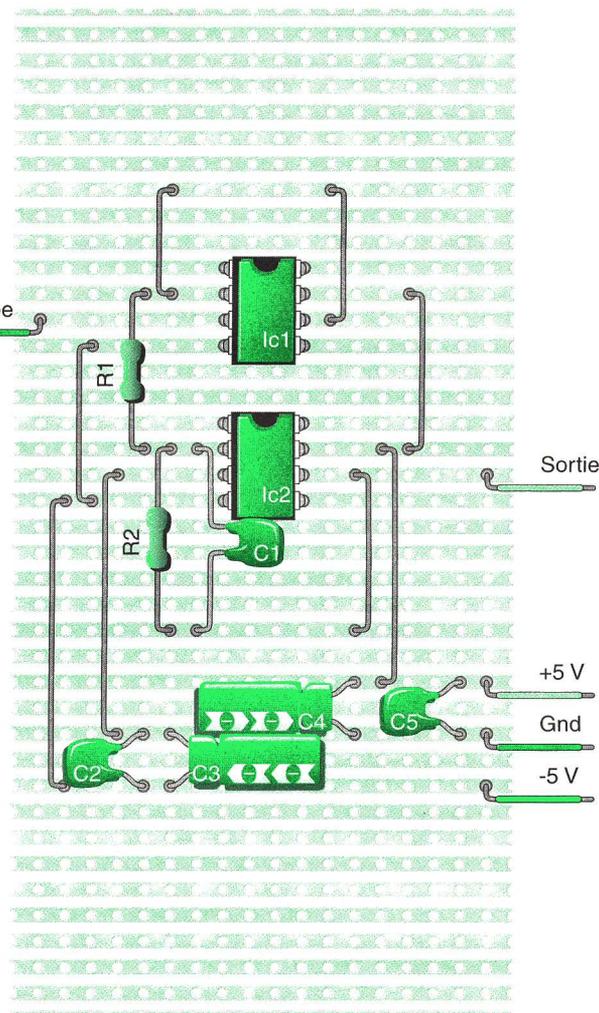


Fig 4 Implantation des éléments

pondération de plus de 6 décibels par octave puisque l'impédance de sortie de l'amplificateur peut augmenter avec la fréquence. Une seconde source d'excès de pondération est une capacité isolée sur l'entrée inverseuse. Cela devient extrêmement important avec des résistances de réaction importantes comme il peut être utilisé avec des amplificateurs ayant en entrée avec

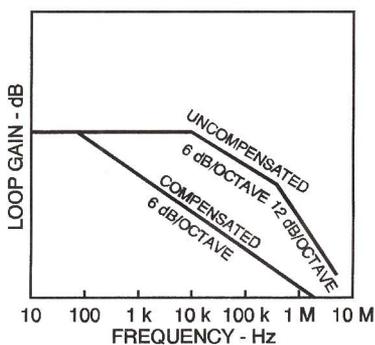


Fig 1 Réponse typique pour des amplis compensés et non compensés

d'erreurs potentielles peuvent être négligés. Dans cet article, quelques indications pratiques afin d'empêcher les oscillations sur les amplificateurs opérationnels sont étudiées puisque l'oscillation incontrôlée est probablement le plus gros problème que beaucoup d'ingénieurs ont avec ces composants.

Bien que la note d'application présentée dans les lignes suivantes utilise le LM301 fabriqué par 'National Semiconductor', elle est aussi valable pour tous les circuits monolithiques si les recommandations du fabricant préconisent qu'une compensation en fréquence doit être prise en compte et diffère suivant les indices maximales. Une description complète du LM301 n'est pas fournie dans cet article, le lecteur intéressé pourra se référer aux documentations du constructeur ; mais brièvement, il diffère de la plupart des autres amplificateurs monolithiques, tel que le LM709 dans le fait que ce dernier possède une plage de tension d'entrée différentielle de +/-30V, une plage de mode commun de -12V à +15V pour une tension d'alimentation de +/-15V et il peut être compensé en fréquence avec une seule capacité de 30 pF. Le LM102, qui est aussi très

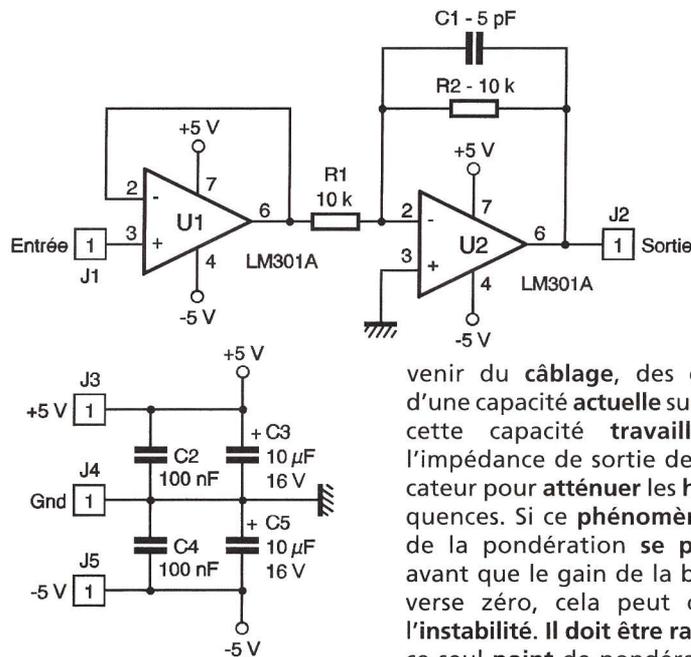


Fig 2 Schéma de principe

venir du câblage, des câbles ou d'une capacité actuelle sur la sortie ; cette capacité travaille contre l'impédance de sortie de l'amplificateur pour atténuer les hautes fréquences. Si ce phénomène ajoute de la pondération se produisant avant que le gain de la boucle traverse zéro, cela peut causer de l'instabilité. Il doit être rappelé que ce seul point de pondération peut entraîner une pente de la courbe de

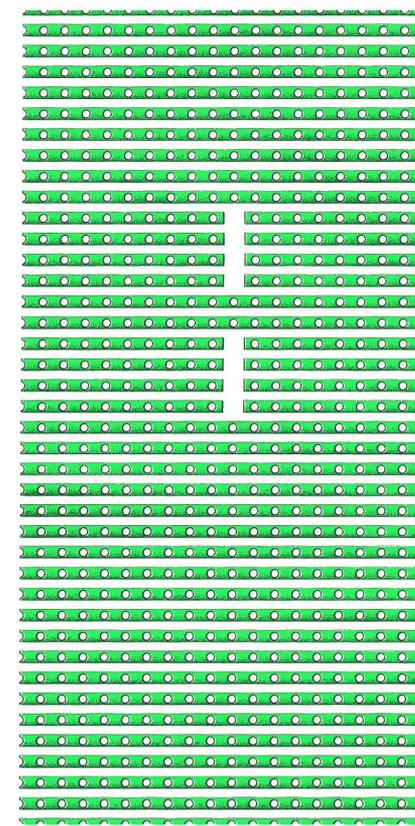


Fig 3 Préparation de la plaquette

des transistors à effet de champ. Une méthode relativement simple de compensation pour ces capacités isolées est effectuée à l'aide d'une capacité de ligne C_1 , positionnée de part et d'autre de la résistance de réaction. Idéalement, le rapport entre la capacité isolée et cette capacité doit être égal au gain en boucle fermée de l'amplificateur. Cepen-

dant, la capacité de ligne peut être rendue plus grande aussi longtemps que l'amplificateur est compensé pour le gain unité. Le seul désavantage en faisant cela est que ceci réduit la bande-passante de l'amplificateur. Notre application, dont la figure 2 montre le schéma, est constituée par un amplificateur inverseur

rapide avec une haute impédance d'entrée qui est constituée par le premier amplificateur dont la sortie est directement rebouclée sur l'entrée, et dont le second amplificateur comprend la compensation en fréquence décrite plus haut par l'intermédiaire de la capacité C_1 .

M. LAURY

Découvrez l'anglais technique

Glossaire français-anglais

Amplificateur opérationnel : **operational amplifier**
 Incontestablement : **undoubtedly**
 Facile : **easy**
 Meilleure façon : **best way**
 Exécuter : **to perform**
 Large gamme : **wide range**
 Fonction linéaire : **linear function**
 Depuis : **from**
 Simple amplification : **simple amplification**
 Calcul analogique complexe : **complex analog computation**
 Coût : **cost**
 Monolithique : **monolithic**
 Maintenant : **now**
 Inférieur : **less**
 Grande quantité : **large quantity**
 Attractif : **attractive**
 Utiliser : **to use**
 Conception : **design**
 Circuit : **circuit**
 Dans lesquels : **in which, where**
 Considérer : **to consider**
 Auparavant : **previously**
 Cependant : **yet**
 Prix bas : **low cost**
 Seule attraction : **only attraction**
 Depuis : **since**
 Composant : **component**
 Simultanément : **simultaneously**
 Fabriquer : **to manufacture, to fabricate**
 Seule puce : **one chip**
 Beaucoup plus : **much more**
 Système : **system**
 Plus grande : **higher**
 Complexité : **complexity**
 Discret : **discrete**
 Économique : **economical**
 Améliorer : **to improve**
 Performance : **performance**
 De plus : **further**
 Aucune difficulté technique insurmontable : **no insurmountable technical difficulties**
 Stabiliser : **to stabilize**
 Température : **temperature**
 A découpage : **chopper**
 Supplémentaire : **additional**
 Petit : **little**
 Concevoir : **to design**
 Gain élevé : **high gain**
 Faible tension de décalage : **low offset voltage**
 Courant d'entrée : **input current**
 Résultat : **to result**
 Polarisation en continu : **direct bias**
 Considérablement : **considerably**
 Simplifié : **simplified**

Dans la plupart : **in most**
 Application : **application**
 Règle : **rule**
 Conception : **conception**
 Simple : **simple**
 Terme d'erreurs potentielles : **potential error term**
 Négligé : **neglected**
 Article : **article**
 Quelques indications pratiques : **a few practical hints**
 Empêcher : **to prevent**
 Oscillation : **oscillation**
 Étudier : **to study**
 Puisque : **since**
 Incontrôlé : **uncontrolled**
 Probablement : **probably**
 Gros problème : **large problem**
 Beaucoup : **many**
 Ingénieur : **engineer**
 Note d'application : **application note**
 Présenter : **to show**
 Ligne suivante : **following line**
 Fabriquer : **to manufacture**
 Aussi valable : **also valid**
 Recommandation : **recommendation**
 Fabricant : **manufacturer**
 Préconiser : **to advocate**
 Compensation : **compensation**
 Fréquence : **frequency**
 Prise en compte : **to take into account**
 Différent : **different**
 Suivant : **according to**
 Indice maximal : **maximum rating**
 Description complète : **complete description**
 Fournir : **to provide**
 Lecteur intéressé : **interested reader**
 Se référer : **to refer**
 Documentation : **documentation**
 Constructeur : **constructor**
 Brièvement : **briefly**
 Différer : **to differ**
 La plupart : **most**
 Ce dernier : **the latter**
 Posséder : **to possess, to have**
 Plage : **range**
 Différentielle : **differential**
 Mode commun : **common mode**
 Alimentation : **power supply**
 Compenser : **to compensate**
 Seule capacité : **single capacitor**
 Souvent : **often**
 Développer : **to develop**
 Spécialement : **especially**
 Suiveur de tension : **voltage follower**
 Présenter : **to feature**
 Taux de balayage : **slew rate**
 Égal : **equal**

Facilité : **ease**
 Avec laquelle : **with which**
 A base : **base on**
 Cacher : **to obscure**
 Quelques fois : **sometimes**
 Quelques-unes : **some**
 Règle : **rule**
 Suivies : **followed**
 Réaction : **feedback**
 Prévenir : **to keep from**
 Indésirable : **undesirable**
 En général : **in general**
 Problème : **problem**
 Issu : **to stem from**
 Capacité isolée : **stray capacitance**
 Charge capacitive : **capacitive loading**
 Excessive : **excessive**
 Découpler : **to bypass**
 Inadéquate : **inadequate**
 Incorrect : **improper**
 Recommander : **to recommend**
 Recommandation : **recommendation**
 Cependant : **however**
 Fonctionnement : **operating**
 Vitesse rapide : **fast speed**
 Réponse en fréquence : **frequency response**
 Considération importante : **important consideration**
 Marge de stabilité : **stability margin**
 Habituellement : **usually**
 Obtenir : **to obtain**
 Augmenter : **to increase**
 Taille : **size**
 Remplacer : **to replace**
 Susceptible : **susceptible**
 Connexion : **connection**
 Gain unité : **unity-gain**
 De même : **similarly**
 Composant : **component**
 Inférieur : **lower**
 Spécifié : **specified**
 Gain particulier : **particular gain**
 Sensible : **sensitive**
 Parasite : **parasite**
 Osciller : **to oscillate**
 Comporter : **to include**
 Cas encore plus défavorable : **worst-case unit**
 Exigence de base : **basic requirement**
 Garder : **to keep**
 Courbe de pondération : **roll-off curve**
 Gain en boucle : **loop gain**
 Dépasser : **to exceed**
 Traverser : **to go through**
 Figure : **figure**
 Représenter : **to represent**
 Réponse typique : **typical response**

NOMENCLATURE

U_1, U_2 : **LM301**
 R_1, R_2 : **10 k Ω - 1/4 W (marron, noir, orange)**
 C_1 : **5 pF**
 C_2, C_4 : **100 nF**
 C_3, C_5 : **10 μ F/16V**
5 broches de test



A la fois : **both**
 Compensé : **compensated**
 Non compensé : **uncompensated**
 Généralement : **generally**
 Même : **even**
 Effet divers : **various effect**
 Limitation : **limitation**
 Intérieur : **inside**
 Rentrer en jeu : **to come into play**
 Sorte : **kind**
 Provoquer : **to cause**
 Uniforme : **uniform**
 Pente droite : **right down**
 Permettre : **to allow**
 Certaine marge : **some margin**
 Excessive : **excessive**
 Externe : **external**
 Certaines : **some of**
 Influence : **influence**
 Câblage : **wiring**
 Câble : **cable**
 Actuel : **actual**
 Sortie : **output**
 Travailler : **to work**
 Atténuer : **to attenuate**
 Haute : **high**
 Phénomène : **phenomenon**
 Ajouter : **to add**
 Se produire : **to occur**
 Instabilité : **instability**
 Il doit être rappelé : **it should be remembered**
 Point : **point**
 Pente : **slope**
 Augmenter : **to increase**
 Excès : **excess**
 Isolé : **isolated**
 Inverseuse : **inverted**
 Extrêmement important : **extremely important**
 Résistance : **resistor**
 Transistor à effet de champ : **field effect transistor**
 Méthode : **method**
 Relativement simple : **relatively simple**
 Capacité de ligne : **lead capacitor**
 De part et d'autre : **across**
 Idéalement : **ideally**
 Rapport : **ratio**
 Boucle fermée : **closed-loop**
 Être rendu : **to be made**
 Aussi longtemps : **as long as**
 Désavantage : **disadvantage**
 Réduire : **to reduce**
 Bande-passante : **bandwidth**
 Montrer : **to show**
 Schéma : **schematic**
 Constituer : **to constitute**
 Amplificateur inverseur rapide : **fast inverted amplifier**
 Haute impédance : **high impedance**
 Premier : **first**
 Directement rebouclé : **directly feedback**
 Second : **second**
 Comprendre : **to include**
 Décrire : **to describe**
 Intermédiaire : **intermediate**



Jouons avec les ultrasons (suite et fin)

Pour dompter les ultrasons, il ne nous reste plus qu'à réaliser une source ultrasonore et à nous armer de feuilles de bristol au format A4 et de ciseaux. Réflexions, mirages et interférences nous dévoileront alors leurs secrets. Le générateur d'ultrasons que nous vous proposons de réaliser est, certes, d'une puissance modeste mais largement suffisante pour réaliser nos expériences. Cette faible exigence concernant la puissance offre l'avantage de simplifier à l'extrême son câblage.

Le principe

Les transducteurs ultrasonores ne sont pas des buzzers. C'est à dire qu'ils n'émettent pas spontanément des ultrasons dès leur mise sous tension. Il faut les piloter en leur appliquant une tension alternative à la fréquence d'environ 30 kHz. L'électronique de commande du transducteur se résume donc à un oscillateur capable de délivrer cette fréquence.

Comment ça marche ?

Le cœur de notre source ultrasonore est un circuit intégré du type NE555. Le célèbre astable nous rendra donc, encore ici, de bons et loyaux services. Qui plus est, la puissance nécessaire

circuit et optimisent ainsi sa stabilité en fréquence.

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 (figure 2). Une fois cette opération terminée, l'implantation et le soudage des composants peuvent débuter (figure 3). Il faut prendre soin de respecter le brochage du NE555. Son boîtier porte une petite encoche logée entre les broches 1 et 8.

Le condensateur chimique C_3 possède aussi une polarité qui doit être prise en compte. Suivant les modèles, soit un étranglement indique le pôle positif, soit une sérigraphie mentionne clairement le pôle négatif. Les résistances, tout comme C_1 et C_2 , ne possèdent pas de polarité particulière. Leur câblage peut donc s'effectuer dans un sens ou dans l'autre.

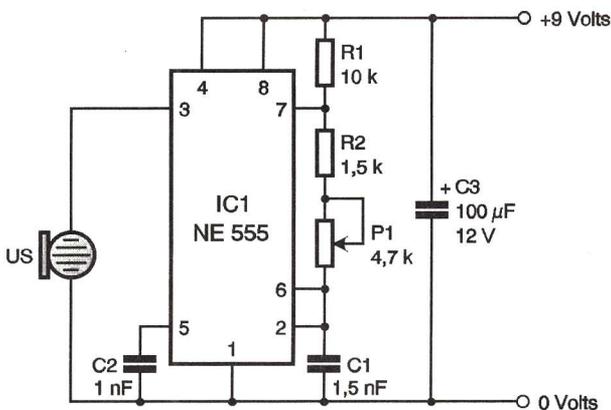


Fig 1 Schéma de principe

à nos manipulations est directement compatible avec celle que peut délivrer le NE555. Il est ainsi possible de connecter directement le transducteur entre sa sortie (broche 3) et le 0V. Pour obtenir un fonctionnement en astable, et donc en oscillateur, du NE555 les broches 6 et 2 sont reliées. De même la broche 4 est connectée au +9V. En cas contraire, le circuit resterait en «stand by». L'ensemble R_1, R_2, P_1, C_1 détermine la fréquence d'oscillation du montage. On retrouve ces composants à leur emplacement habituel, soit entre le + alimentation et la broche 7 pour R_1 , l'ensemble R_2-P_1 entre les broches 7 et 6, enfin le condensateur C_1 entre la broche 6 et la masse. Les condensateurs C_2 et C_3 n'agissent pas directement sur la fréquence que délivre le NE555. Ils limitent la captation de signaux parasites par les broches du

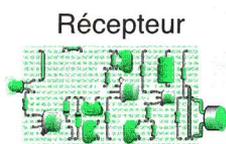


Schéma 1

US

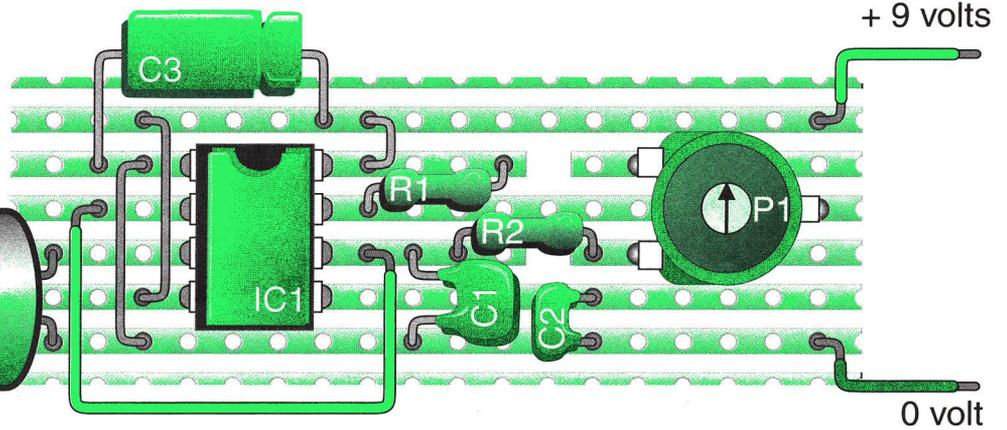
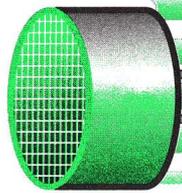


Fig 3

Mise en place des éléments

L'utilisation, réglages et expériences

Tous les transducteurs ultrasonores ne possèdent pas exactement la même fréquence de travail. Il est donc indispensable d'ajuster la fréquence de travail de l'émetteur avant d'entreprendre tout essai. Pour cela on placera l'émetteur et le récepteur, alimentés par une pile de 9V chacun, en vis à vis à une distance d'environ 50 cm et P_1 tourné à

s'éteint. Ces deux points trouvés, on ramènera P_1 en position intermédiaire. Il faut alors éloigner le récepteur progressivement jusqu'à ce que l'intensité lumineuse de la diode faiblisse. En ajustant de nouveau P_1 , on lui rendra sa luminosité d'origine. Pour que le couple émetteur/récepteur soit prêt à l'emploi, le faisceau d'ultrasons devra être détecté par le récepteur à une distance de 1,50 à 2 mètres dans l'axe de l'émetteur. Une portée supérieure est inutile, voire nuisible au bon fonctionnement de

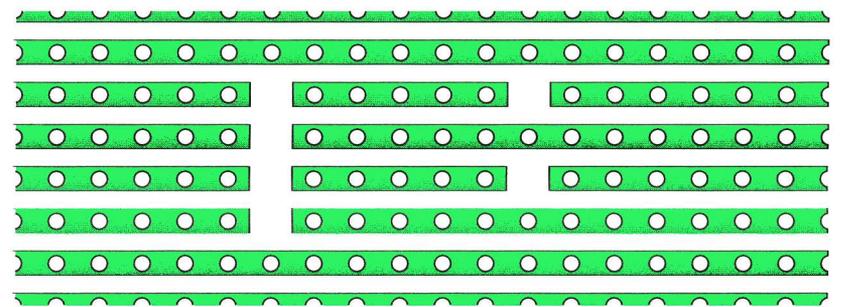


Fig 2

Préparation de la plaquette

fond dans le sens inverse des aiguilles d'une montre. Il faut alors tourner P_1 doucement dans le sens des aiguilles d'une montre. On notera mentalement la position de P_1 pour laquelle la diode électroluminescente du récepteur commence à s'allumer. En poursuivant le mouvement, on mémorisera de même la position pour laquelle la diode

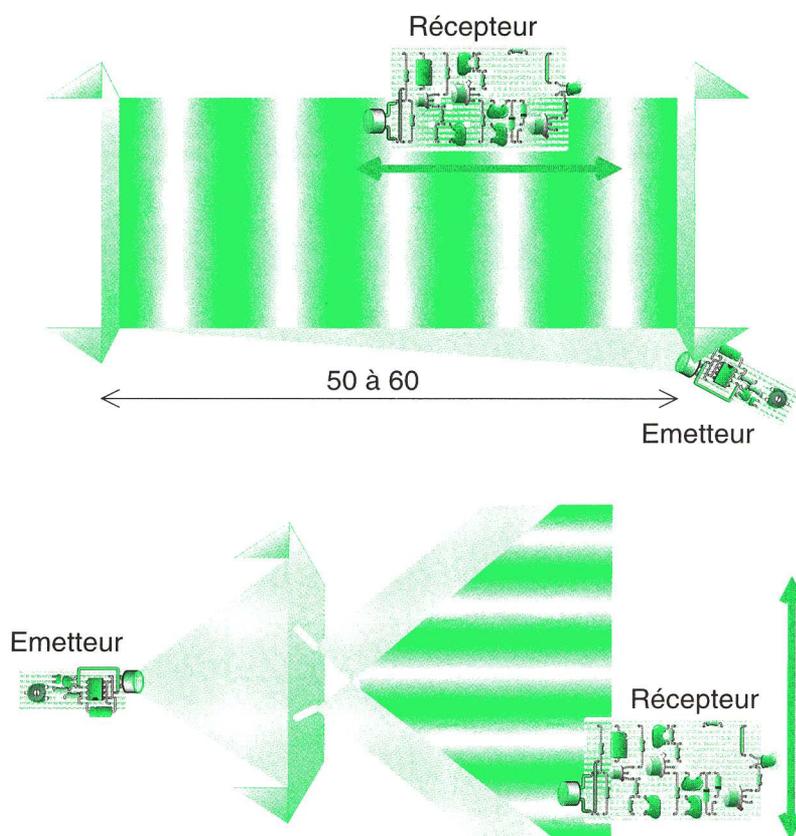
nos expériences. Ce réglage terminé, place à l'expérimentation.

Le miroir (schéma 1)

De manière tout à fait générale, une surface devient réfléchissante pour une radiation si les aspérités qu'elle présente restent d'une taille inférieure à la longueur d'onde. Or, dans notre cas, la longueur d'onde de la source est relativement élevée : de l'ordre de 3mm. Toute aspérité d'une dimension inférieure est donc ignorée. La feuille de bristol présente cette caractéristique et constitue ainsi un miroir idéal. Pour vérifier cette affirmation, il suffit de placer le «miroir» en bristol à 45° face à l'émetteur à une trentaine de centimètres. On peut ainsi localiser la réflexion du faisceau ultrasonore en déplaçant le récepteur. Il est même possible de placer l'émetteur et le récepteur côte à côte en les espaçant d'une vingtaine de centimètre. En l'absence de miroir et si l'espace est suffisamment dégagé devant ces éléments, le récepteur ne détecte aucun signal. En revanche, dès que le miroir est placé en vis à vis de ce couple émetteur/récepteur à une cinquantaine de centimètres, le faisceau réfléchi est immédiatement détecté par le



Le miroir



émetteur à l'aide des deux miroirs. Pour cela, nous les placerons côte à côte à une vingtaine de centimètres l'un de l'autre et légèrement tournés l'un vers l'autre. L'émetteur est placé en vis à vis des miroirs de manière à former un triangle équilatéral. En promenant le récepteur devant les faisceaux réfléchis par les miroirs, tout en restant derrière l'émetteur, on observe ici encore des zones d'interférences. Il est intéressant de faire varier l'espacement entre les deux miroirs. On constate alors que plus les miroirs sont éloignés plus les franges d'interférences se rapprochent. Ceci est parfaite-

la route provoquent une modification de l'indice de réfraction de l'air. Les rayons lumineux s'incurvent alors en traversant ces couches d'air et ceci nous conduit à «voir» le ciel là où devrait régner l'asphalte. Comme la lumière, les ultrasons sont sensibles aux modifications d'indice de réfraction de l'air. Nous allons le prouver à l'aide d'une bougie, mais cette expérience demande un peu de dextérité. Pour la débiter, on placera l'émetteur et le récepteur en vis à vis à environ 70 cm l'un de l'autre. Puis il faut déplacer le récepteur en arc de cercle autour de l'émetteur jusqu'à ce qu'il ne capte

Schéma n°4 Interférence de deux sources

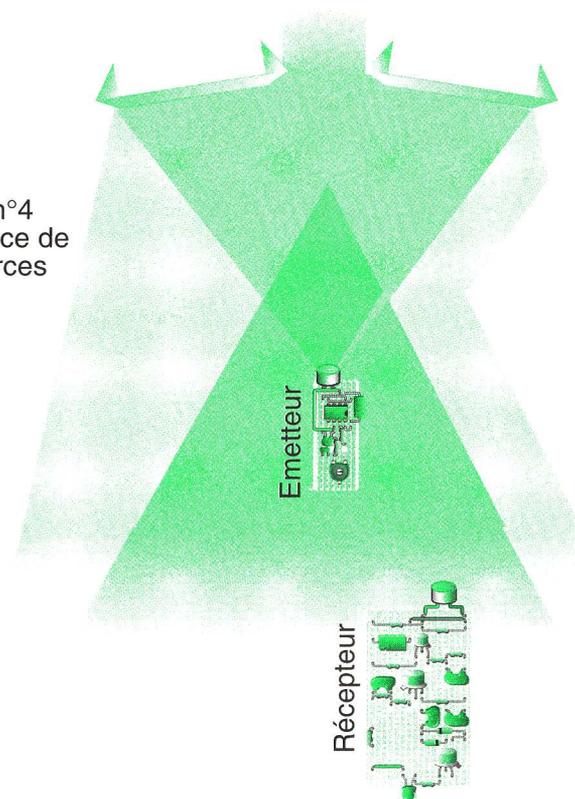


Schéma 4

Interférence de deux sources

ment normal. En effet, par triangulation, plus les sources virtuelles sont espacées plus le chemin à faire pour passer d'une zone d'interférence constructive à une zone d'interférence destructive est court.

Le mirage (non représenté)

Tout le monde a déjà aperçu ces flaques d'eau semblant se former sur une route surchauffée par le soleil de l'été et disparaissant à leur approche. Elles naissent fugitivement d'un phénomène optique. Les brusques variations de températures des couches d'air les plus proches de

plus le faisceau. Ce point doit être déterminé avec précision (limite d'extinction de la diode électroluminescente) c'est de lui que dépend le succès de l'expérience.

On place alors une bougie éteinte à environ 20 cm de l'émetteur. Attention cependant, sa hauteur doit être telle que sa mèche se trouve 2 à 3 cm en dessous du niveau du transducteur ultrasonore de l'émetteur. Si tout se passe bien, le récepteur ne doit toujours rien capter. Si maintenant on allume la bougie, le récepteur détecte de nouveau les ultrasons : le faisceau a été incurvé par la flamme, c'est un mirage.

H.P. PENEL

NOMENCLATURE

- R₁ : 10 kΩ (brun, noir, orange, or)
 - R₂ : 1,5 kΩ (brun, vert, rouge, or)
 - C₁ : 1,5 nF
 - C₂ : 1 nF
 - C₃ : 100 μF/12V
 - P₁ : potentiomètre ajustable 4,7 kΩ
 - Ic₁ : NE555
 - US : Transducteur Ultrason
- Un coupleur pour pile 9V

Schémas 2 et 3

Les ondes stationnaires et les fentes de young.

récepteur. Il faut, bien évidemment, orienter les transducteurs ultrasonores vers le miroir pour que l'expérience soit concluante.

Les ondes stationnaires (schéma 2)

En radio ou en télévision, ce phénomène est responsable de perte de couverture ou d'échos parasites lorsque les ondes d'un émetteur se réfléchissent entre deux immeubles, par exemple. Nous allons ici reproduire cet effet en modèle réduit. Pour cela, nous utiliserons deux miroirs en bristol. Nous disposerons les deux miroirs en vis à vis à une cinquantaine de centimètres l'un de l'autre. L'émetteur sera placé à côté de l'un des miroirs et orienté en direction du second miroir. En déplaçant alors le récepteur très doucement entre les deux miroirs, on observe successivement des zones où les ultrasons sont présents alternant avec des zones «vides» ou le récepteur ne décèle aucun signal. Ces zones correspondent aux nœuds et ventre de vibration du réseau d'ondes stationnaires qui se forment entre les deux miroirs.

Les fentes de Young (schéma 3)

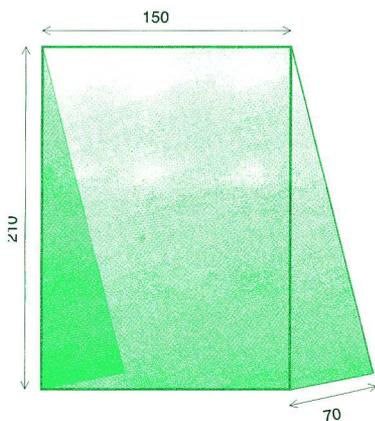
Cette expérience d'interférométrie est bien connue des opticiens. Cependant, sur un rayonnement lumineux, sa mise en oeuvre reste délicate. En effet, dans ce cas, on doit disposer d'une source lumineuse monochromatique et, surtout, de deux fentes extrêmement fines et proches l'une de l'autre. Les dimensions de celles-ci doivent être proches de celle de la longueur d'onde de l'onde utilisée pour que l'expérience soit probante. Avec les ultrasons et leur longueur d'onde millimétrique, tout se simplifie. Les dimensions et l'espacement de nos fentes deviennent du domaine du réalisable avec une simple paire de ciseaux ou, mieux, un cutter. Une troisième feuille de bristol sera taillée aux mêmes cotes que celles

utilisées pour les miroirs et deux fentes seront pratiquées conformément au dessin fourni pour la fabrication de nos «outils interférométriques».

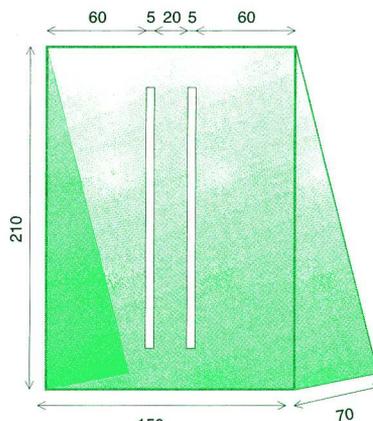
Les fentes de Young ainsi réalisées seront placées à une trentaine de centimètres devant l'émetteur. En déplaçant alors le récepteur transversalement à une cinquantaine de centimètres devant les fentes, on observe, ici aussi, une succession de zones où la diode s'éteint alternant avec d'autres zones où son intensité lumineuse est maximale. Ce sont des franges d'interférences correspondant à la combinaison constructive ou destructive des ondes issues des deux émetteurs «virtuels» que créent les fentes.

L'interférence de deux sources (schéma 4)

C'est ce qui arrive en radio lorsque deux émetteurs travaillent sur la même fréquence. Des zones d'ombre apparaissent dans la zone de couverture théorique des deux émetteurs. Ce phénomène est d'ailleurs tout à fait comparable à celui des fentes de Young. Ici nous allons virtuellement doubler notre



Le miroir (à réaliser en deux exemplaires)



Les fentes de Young

Les outils



La prise Péritélévision (ou Péritel)

Cette prise, universellement adoptée et obligatoire en France sur les téléviseurs depuis 20 ans, est un réel succès de notre technologie. Elle permet au récepteur de devenir un terminal visuel universel pour tous les services vidéo. De plus, elle met à la disposition d'enregistreurs les modulations du son et de l'image reçus par l'appareil. La figure 1 montre l'identification des contacts, vus côté câblage. Les signaux délivrés ou reçus par le téléviseur sont les suivants :

■ Les signaux délivrés par le téléviseur

Voie son

Niveau 110mVeff +/-3 dB, impédance < 1 kΩ au-dessus de 40 Hz. Sortie voie gauche stéréo broche 3, voie droite broche 1. En réception

15, masse : broche 13, entrée composante verte : broche 11, masse : broche 9, entrée composante blanc : broche 7, masse : broche 5.

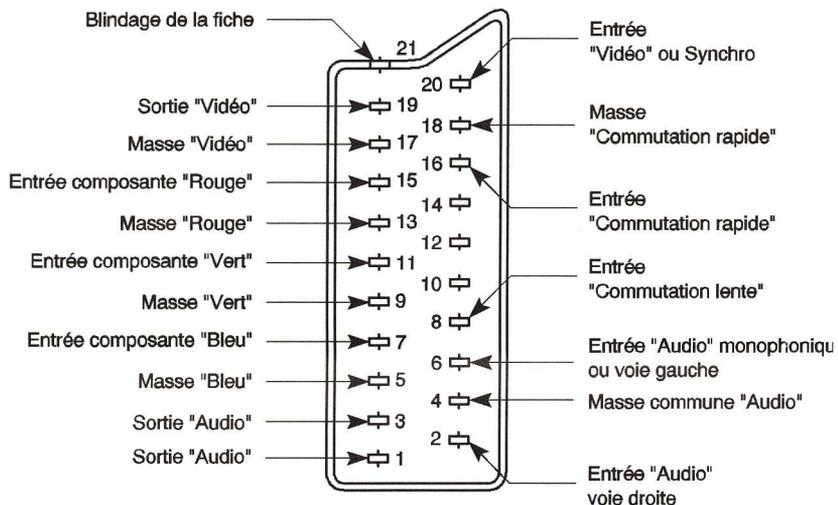


Fig 1 Identification des contacts.

monophonique, les broches 1 et 3 délivrent le même signal, masse broche 4.

Voie vidéo

Sortie vidéo composite : 1V crête à crête, +6 -3 dB, impédance 75 Ω, tension continue superposée entre 0 et +2V : broche 19, masse : broche 17, blindage de la prise : broche 21.

Signaux de télécommande

Broches 12 et 10, masse : broche 14.

■ Les signaux pouvant être reçus par le téléviseur

Voie son

Niveau 100mVeff +/-3 dB, impédance de charge 10 kΩ, impédance d'entrée > 4,7 kΩ, entrée monophonique ou stéréo, voie gauche : broche 6, entrée stéréo voie droite : broche 2, masse : broche 4.

Voie vidéo

Signal 1V crête à crête +/-3 dB, impédance de charge : 7,5 kΩ, tension continue superposée 0 à +2V, entrée vidéo composite en synchro : broche 20, masse : broche 17, entrée composante rouge : broche

■ Signaux de commande

Commutation lente

Niveaux : 0 à 1V inactive = réception télévision, 10 à 12V active = réception péritélévision, impédance de charge et d'entrée : 4,7 kΩ borne 8, masse borne 18. Elle permet d'atta-

quer la prise par une source extérieure.

Commutation rapide

Niveaux : 0 à 0,4V inactive = réception télévision, 1 à 3V active = incrustation dans l'image, impédance de charge : 75 Ω borne 16, masse borne 18. Elle permet les incrustations dans l'image principale et la réception des vidéotextes. On voit que l'on peut faire entrer dans le téléviseur soit un signal codé SECAM ou PAL, soit le signal de synchro et les trois signaux de couleur.

■ Les différentes utilisations des prises Péritel

■ réception des émissions analogiques et numériques des satellites (figure 2)

Pour cette application, on dispose de 7 prises Péritel : 2 sur le terminal numérique, 3 sur le récepteur analogique, 1 sur le téléviseur et 1 sur

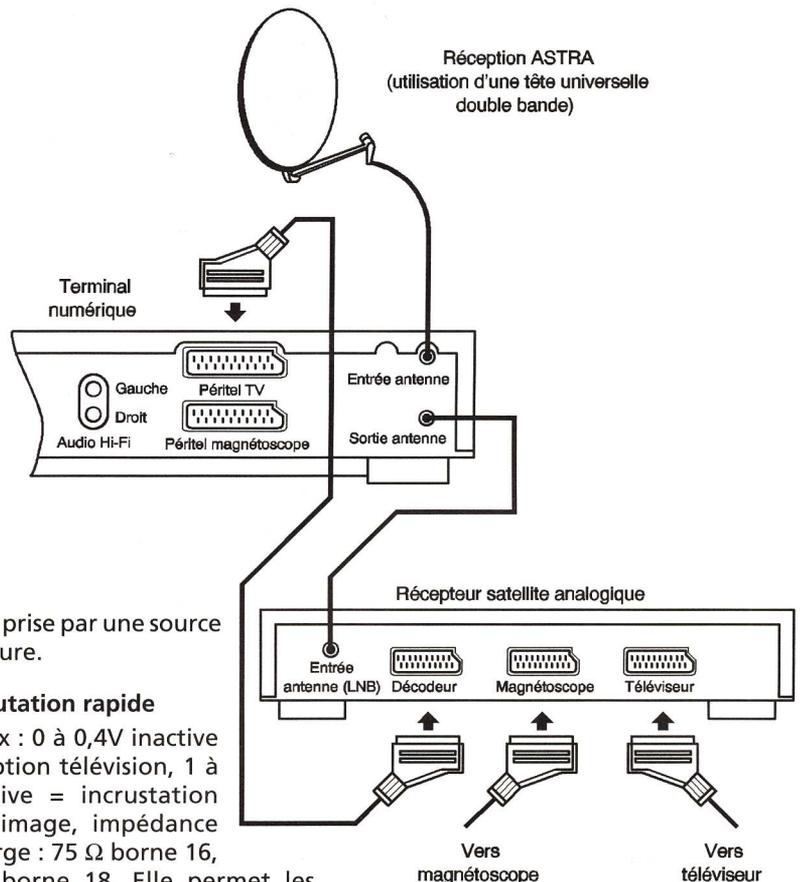


Fig 2 Réception des émissions analogiques et numériques du satellite Astra (Canal + Canalsatellite)

le magnétoscope. La figure montre le câblage entre les différents appareils.

Équipement du téléviseur

Normalement, il faut maintenant 2 prises Péritel sur un téléviseur : une pour le magnétoscope et une pour le décodeur Canal +. Certains appareils ont même 3 Péritel. Cependant, de nombreux téléviseurs n'ont qu'une prise Péritel. Un boîtier «Multipéri» permet de résoudre le problème. Il comprend 5 prises Péritel et un clavier de commande à 3 touches (figure 3). Il permet de relier au téléviseur, par la prise n°5, plusieurs appareils vidéo. Tous les signaux sont disponibles dans les deux sens, entrée et sortie. En appuyant sur les touches 1, 2 ou 3, on met ces prises en liaison avec le

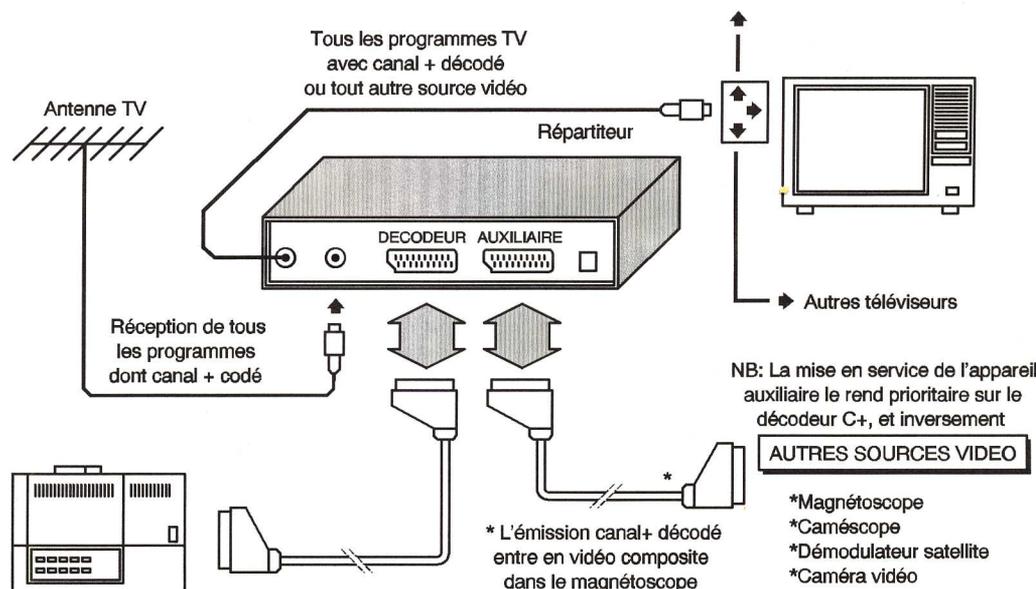


Fig 4

Adaptateur Péritélévision avec décodeur canal +

(suite page 13)



COMMENT CALCULER SES MONTAGES ?

13° partie

Nous avons vu le mois dernier comment réaliser des thermostats de tous poils, fonctionnant en °K ou en °C et de précision plus ou moins importante; le fin du fin ayant été atteint avec le LM35 de National Semiconductor. Afin de tenir nos promesses de début d'article, il nous reste à voir comment les transformer en thermostats ce dont nous allons nous occuper sans plus tarder.

■ Un schéma déjà vu ou presque...

Si vous êtes un lecteur assidu de cette série d'articles, ce que nous espérons, vous reconnaîtrez sans doute, au moins en partie, le schéma de thermostat que nous vous proposons à la figure 1. Il s'inspire en effet fortement de celui de l'éclairage automatique proposé dans le n°3 de GE, après adaptation aux spécificités du capteur de température utilisé bien sûr.

Le capteur que nous avons choisi est un LM35 en raison de sa précision et de sa simplicité de mise en œuvre.

cédent article) et la résistance R_5 se calcule comme nous l'avons vu le mois dernier avec :

$$R_5 = V_A / 0,00005 \text{ soit } R_5 = 12 / 0,00005 \text{ ce qui donne } 240 \text{ k}\Omega.$$

Cette valeur existe dans la série E24 mais nous prendrons la valeur normalisée dans la série E12, plus courante, soit 220 kΩ.

Notre capteur délivrant 10mV par °C et notre thermostat devant être réglable, par exemple, de -30 °C à +

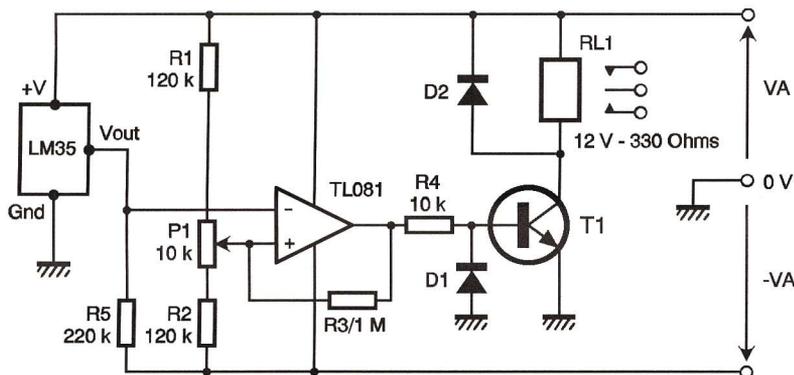


Fig 1 Schéma complet de notre thermostat.

Afin que notre thermostat puisse fonctionner même pour des températures négatives, nous avons décidé d'alimenter le montage sous deux tensions symétriques par rapport à la masse ce qui ne pose pas de problème puisqu'un thermostat pilote généralement un appareil relié au secteur. Nous avons choisi + et - 12V mais cela n'a rien d'impératif et le montage fonctionne aussi bien de +/- 5V à +/- 15V. Seules les résistances sont à calculer en conséquence.

La mise en œuvre du LM35 est donc celle préconisée lorsque l'on dispose de deux alimentations de polarités différentes (figure 12 de notre pré-

50 °C, la tension fournie par le capteur va varier de -300mV à 500mV. Pour simplifier les calculs, nous considérerons une variation possible de -500mV à 500mV; nous verrons le pourquoi de cette hypothèse dans un instant.

L'amplificateur opérationnel qui suit le capteur est monté en comparateur, comme nous l'avons vu dans les n°2 et 3 de GE. Il change donc d'état lorsque la tension sur son entrée inverseuse atteint la valeur présente sur son entrée non inverseuse. Compte tenu de la plage de variation de tension de sortie du capteur, il faut donc que nous disposions de

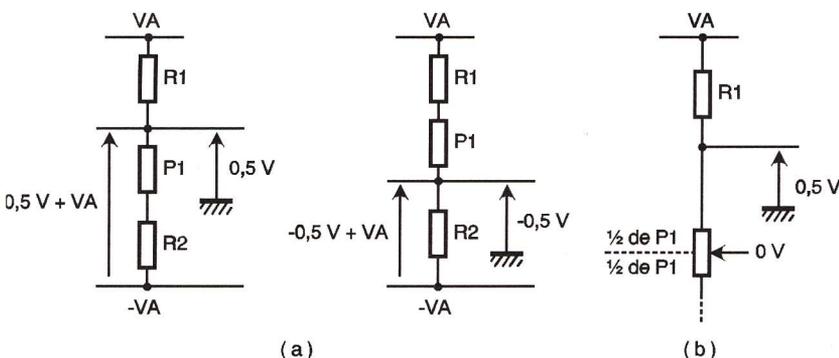


Fig 2 Le calcul du pont diviseur $R_1 - P_1 - R_2$ peut se trouver simplifié si l'on est astucieux.

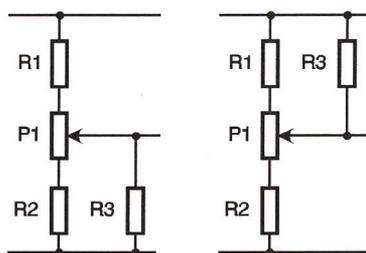


Fig 3 Mise en évidence de l'influence de R_3 sur le pont diviseur $R_1 - P_1 - R_2$.

500mV au point commun $R_1 - P_1$ et de -500mV au point commun $R_2 - P_1$. Si nous choisissons arbitrairement pour P_1 un potentiomètre de 10 kΩ ceci nous permet de calculer R_1 et R_2 . Pour faire ce calcul, n'oubliez pas que le courant d'entrée de l'amplificateur est quasi nul et négligez pour le moment la résistance R_3 . Dans ces conditions, nous sommes en présence d'un diviseur de tension

Ces deux équations permettent de trouver R_1 et R_2 connaissant P_1 et V_A mais leur résolution est assez lourde. On peut cependant simplifier notablement ce calcul en remarquant que les tensions extrêmes aux bornes du potentiomètre sont égales et opposées (notre hypothèse simplificatrice évoquée ci-dessus). De ce fait, lorsque le curseur du potentiomètre est au milieu de sa course, la tension présente sur ce curseur est nulle. On peut alors écrire, au besoin en s'aidant de la figure 2b pour bien visualiser ce qui se passe :

$$0,5 / V_A = (P_1/2) / (R_1 + P_1/2)$$

Remarquez que l'on aurait pu écrire de même pour le côté négatif :

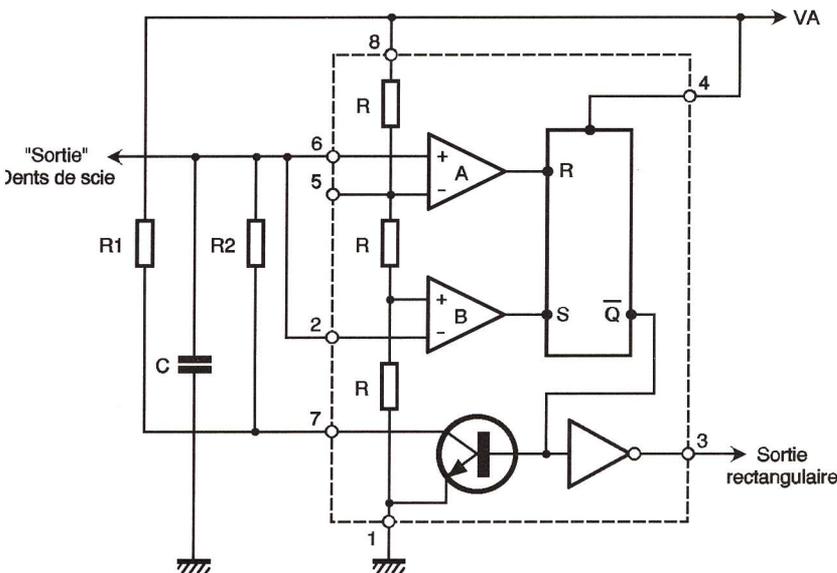


Fig 4 Le 555 délivre des dents de scie pour peu que l'on n'utilise pas sa sortie "normale".

non chargé alimenté par la totalité de la tension d'alimentation du montage, comme le montre la figure 2a, et nous pouvons donc écrire les deux relations suivantes :

$$(0,5 + V_A) / 2.V_A = (P_1 + R_2) / (R_1 + R_2 + P_1) \text{ pour les } 500\text{mV} \text{ au point commun } R_1 - P_1$$

$$(-0,5 + V_A) / 2V_A = R_2 / (R_1 + R_2 + P_1) \text{ pour les } -500\text{mV} \text{ au point commun } R_2 - P_2.$$

$$-0,5 / -V_A = (P_1/2) / (R_2 + P_1/2)$$

De l'une ou de l'autre de ces relations, et en remplaçant V_A par 12 et P_1 par 10 000, on obtient :

$$R_1 = R_2 = 115\,000 \Omega$$

Nous choisissons donc la valeur normalisée la plus proche qui est 120 kΩ ce qui, si l'on fait le calcul précédent "à l'envers", montre que nous disposerons en réalité d'une tension de

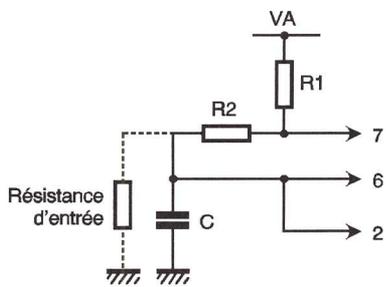


Fig 5 Mise en évidence de l'influence du circuit connecté sur la "sortie" dents de scie.

480mV (en positif ou en négatif) aux bornes du potentiomètre.

Notre thermostat devant pouvoir commander un radiateur ou un compresseur de réfrigérateur ou de climatiseur, nous avons décidé de l'équiper d'un relais de puissance. Nous avons donc fixé notre choix sur un relais Finder type 40 (ou un de ses nombreux équivalents : Schrack RP 412, Zettler AZ 692). Ce relais est prévu pour fonctionner sous 12V et a une résistance de bobine de 330 Ω, de ce fait il consomme un courant :

$I_{RL} = 12 / 330$ soit environ 36 mA. Un très large choix s'offre donc à nous pour T₁ car un tel courant est à la portée de quasiment n'importe quel transistor. Nous choisirons un 2N2222A qui est un modèle robuste, plus particulièrement adapté à la commutation, dont le gain en courant β est de 100 minimum.

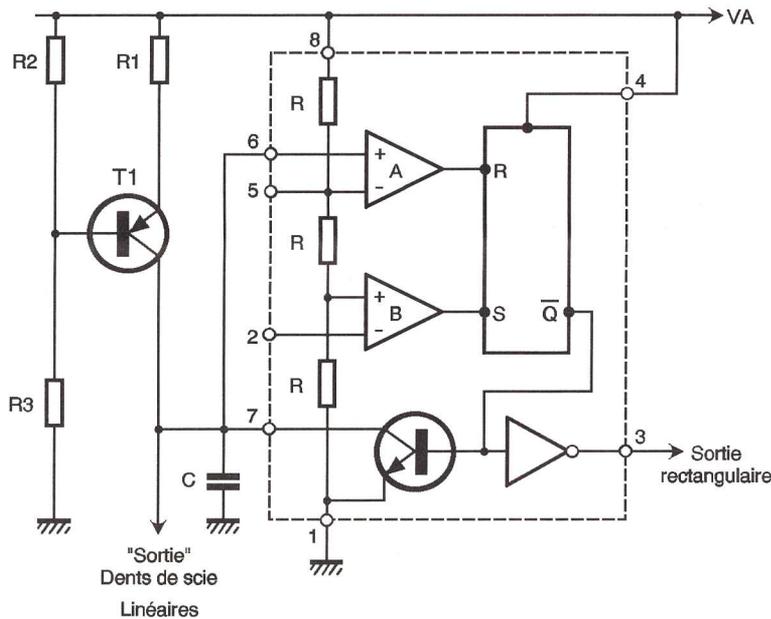


Fig 6 L'ajout d'un générateur à courant constant permet de disposer de dents de scie linéaires.

En prenant une marge de sécurité de deux pour bien saturer notre transistor, nous voyons qu'il va falloir lui fournir un courant de base :

$$I_b = 2 \times (0,036 / 100) \text{ soit environ } 730 \mu\text{A.}$$

Vous savez, depuis GE n°3, que la tension de sortie d'un amplificateur opérationnel saturé est voisine de sa tension d'alimentation. Lorsque la sortie de ce dernier est au niveau haut on dispose donc de près de 12V aux bornes de R₄ ce qui, vu le courant minimum nécessaire de 730 μA, donne comme relation :

$$R_4 \leq 12 / 0,00073 \text{ soit environ } 16 \text{ k}\Omega.$$

Par mesure de sécurité, on prendra 10 kΩ afin de "bien" saturer T₁.

Lorsque la sortie de l'amplificateur est au niveau bas, sa tension de sor-

tie est égale à -12V. Le transistor est donc bien bloqué mais, pour ne pas risquer de claquage de sa jonction base/émetteur par tension excessive, la diode D₁ écrête cette tension à la valeur de son seuil soit environ -0,6V, tension sans aucun danger pour T₁.

Remarquez que le calcul qui précède présente des similitudes avec celui réalisé pour l'éclairage automatique de GE n°3 ce qui justifie le fait que nous soyons allés un peu plus vite pour le faire.

A ce stade de notre travail, le thermostat est quasiment terminé mis à part la résistance R₃ qui, comme nous l'avons vu lors de l'étude de l'amplificateur opérationnel monté en comparateur, sert à fixer l'hystérésis c'est à dire l'écart entre les seuils de basculement haut et bas du montage. En effet, sans elle notre thermostat oscillerait au voisinage de sa température de consigne, la moindre variation de celle-ci dans un sens ou dans l'autre le faisant alors changer d'état en conséquence.

En toute logique, cette résistance se calcule en partant du principe qu'elle se retrouve "en parallèle" sur le diviseur de tension R₁ - P₁ - R₂ comme schématisé figure 3 dans les deux états de sortie possibles de l'amplificateur.

est parfaitement fonctionnel et s'avère nettement plus précis et stable que son homologue mécanique. Vous pouvez d'ailleurs, si vous le souhaitez, le câbler sur une plaquette de câblage rapide pour vérifier son bon fonctionnement et l'exactitude de nos calculs.

Revenons à nos moutons

Cette digression a été provoquée, rappelons-le, par les dérives en température du générateur à courant constant que nous voulions utiliser avec notre 555 pour lui faire géné-

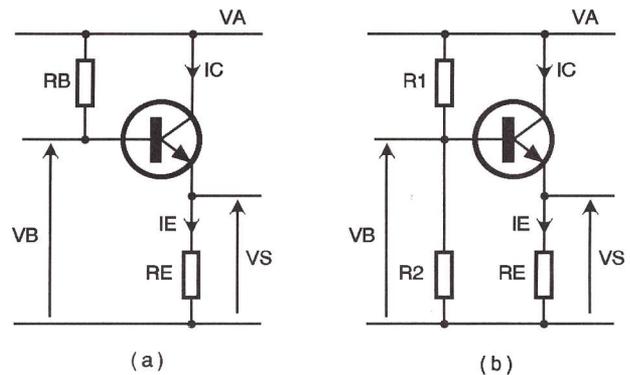


Fig 7 Les deux méthodes pour polariser un transistor en collecteur commun.

rer des dents de scie. Voici donc comment utiliser un tel générateur pour obtenir ces fameuses dents de scie bien que, comme nous le verrons dès le mois prochain, ce ne soit pas la solution la meilleure ni surtout la plus souple.

Pour produire des dents de scie, il suffit de laisser se charger un condensateur au travers d'une résistance ou d'un générateur à courant constant, et de décharger celui-ci, plus ou moins brutalement selon que l'on souhaite des dents de scie symétriques ou non. C'est justement ce que fait automatiquement une partie de notre 555 comme le montre la figure 4 qui utilise, non pas la patte 3 qui est la sortie "habituelle" c'est à dire celle destinée aux signaux rectangulaires, mais la patte 6. On y trouve en effet des dents de scie puisque nous sommes aux bornes d'un condensateur ; chargé périodiquement au travers de R₁ et R₂ et déchargé régulièrement par l'intermédiaire du transistor interne au 555.

Ce montage présente cependant trois inconvénients. Le premier est que la décharge de C n'est pas immédiate puisqu'elle a lieu au travers de R₂ ce qui ne génère pas une dent de scie au flanc de descente bien vertical. Il suffit cependant de choisir une valeur de R₂ assez faible devant R₁ pour que cela ne soit pas gênant dans la majorité des applications.

Le second inconvénient est que la sortie de notre dent de scie est directement prélevée aux bornes de C. Si la résistance d'entrée du montage qui l'utilise est faible par rapport à R₁, notre générateur risque fort de ne pas fonctionner car, comme le montre le schéma équivalent de la figure 5, cette résistance d'entrée va

former avec R₁ et R₂ un pont diviseur qui pourra empêcher la tension aux bornes de C d'atteindre le seuil de basculement interne des comparateurs du 555.

La meilleure solution consiste donc à "isoler" ce condensateur par rapport à la sortie en utilisant un montage que l'on a trop tendance à oublier à notre époque du tout intégré : le transistor en collecteur commun.

Le troisième inconvénient est la non-linéarité de la dent de scie ainsi produite ; non-linéarité que nous savons maintenant résoudre grâce à un générateur à courant constant qu'il "suffit" d'ajouter à ce schéma.

Cette adjonction vous est proposée figure 6 sur laquelle vous remar-

quez que nous avons utilisé la version la plus simple de générateur que nous savons aujourd'hui construire. En effet, pour une utilisation de ce type, une compensation en température n'est pas vraiment utile.

Reste à résoudre le problème du pré-lèvement sans perturbation de la tension aux bornes du condensateur pour lequel nous allons faire appel au montage en collecteur commun.

Le transistor en collecteur commun

Un transistor monté en collecteur commun se câble comme indiqué figure 7a ou 7b selon le mode de polarisation de base choisi. Ses caractéristiques principales sont les suivantes :

- gain en tension voisin de 1 (0,9 à 0,95 en général) ;
- gain en courant très important ;
- impédance de sortie très faible (quelques centaines d'ohms) ;
- impédance d'entrée très élevée, pour un transistor bipolaire s'entend (quelques centaines de kilohms).

Ces deux dernières propriétés résultent d'ailleurs directement du gain en courant important.

Même si le montage de la figure 7a est le plus souvent rencontré, c'est celui dont le point de fonctionnement est le plus imprécis comme nous allons vous le démontrer avec les calculs le concernant.

La tension de sortie V_s, qui est aussi la tension d'émetteur du transistor,

est donnée par la relation :

$$V_s = R_E \cdot I_c \text{ soit en première approximation;} \\ V_s = R_E \cdot I_c.$$

La tension de base, quant à elle, est donnée par les deux relations :

$$V_B = V_A - R_B \cdot I_B \text{ et} \\ V_B = V_E + V_{BE} \text{ sachant que } V_{BE} \text{ est la} \\ \text{tension de seuil de la diode} \\ \text{base/émetteur soit environ } 0,6V \\ \text{pour un transistor au silicium.}$$

Par ailleurs nous avons la relation :

$$I_c = \beta \cdot I_B \text{ où } \beta \text{ est le gain en courant} \\ \text{du transistor.}$$

Ces relations nous permettent de calculer R_B et R_E en fonction du point de fonctionnement désiré, c'est à dire du courant de repos I_c que nous voulons faire passer dans le transistor ou, le plus souvent, de la tension V_s dont nous souhaitons disposer sur l'émetteur du transistor au repos. Cette tension est généralement prise égale à $V_A / 2$ afin de disposer de la plus grande possibilité d'excursion de la tension de sortie. Dans ce cas, les relations ci-dessus nous donnent alors :

$$R_E = V_A / (2 \cdot I_c) \\ R_B = (\beta / I_c) \cdot (V_A / 2 - V_{BE})$$

Hélas, un élément essentiel de la détermination de R_B est le gain en courant β du transistor qui, comme chacun sait, peut varier dans un rapport allant de 3 à 5. Ainsi par

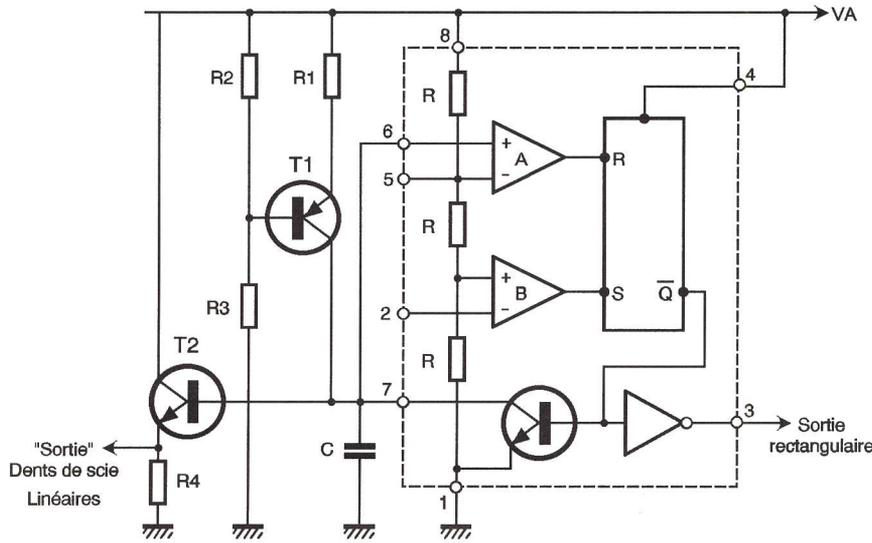


Fig 8 Avec l'ajout d'un générateur à courant constant et d'un transistor en collecteur commun notre 555 produit des dents de scie linéaires indépendantes de la charge connectée en sortie.

exemple un 2N2222A est-il donné pour un β variant de 100 à 300 (seulement !) alors qu'un BC549 non trié, c'est à dire sans lettre derrière sa référence, voit son gain varier de 100 à 900 ! Il est donc évident que le point de fonctionnement de ce montage sera pour le moins imprécis d'un transistor à un autre et demandera un ajustement au coup par coup.

Il est donc préférable d'utiliser le schéma de la figure 7b. En effet, sous réserve de faire passer dans les résistances R_1 et R_2 un courant bien supérieur au courant de base (disons au moins cinq fois supérieur); c'est

ce pont diviseur qui déterminera la tension de base selon la relation classique :

$$V_B = V_A \cdot R_2 / (R_1 + R_2)$$

et la tension d'émetteur et donc le point de fonctionnement en découperont naturellement par la relation :

$$V_s = V_B - V_{BE} \text{ soit;} \\ V_s = V_B - 0,6$$

Ceci nous permettra de déterminer R_E en fonction du courant de repos I_c désiré tout en nous débarrassant

de toute variation du gain β du transistor puisqu'il a disparu de toutes nos relations.

Notre 555 transformé pour générer des dents de scie linéaires sera donc câblé comme indiqué figure 8. Nous vous laissons le soin, à titre de mise en application de nos divers exposés, de calculer les éléments qui le constituent en fonction de vos désirs (fréquence des signaux à produire, tension d'alimentation, etc.) puisque vous possédez aujourd'hui toutes les relations nécessaires pour ce faire.

Des dents de scie plus souples...

Même si ce détournement de fonction du 555 est utilisable et peut donner satisfaction, la plage de fréquence des dents de scie qu'il est possible de produire est assez limitée. De plus, ces dents de scie sont nécessairement non symétriques ce qui pose problème dans certaines applications.

Nous verrons donc, dans notre prochain numéro, comment remédier à tout cela en réalisant avec des amplificateurs opérationnels ce que l'on appelle un générateur de fonctions. Cela nous amènera alors à parler de VCO ou d'oscillateur contrôlé par une tension et de boucles à verrouillage de phase.

TECHNOLOGIE (suite de la page 10)

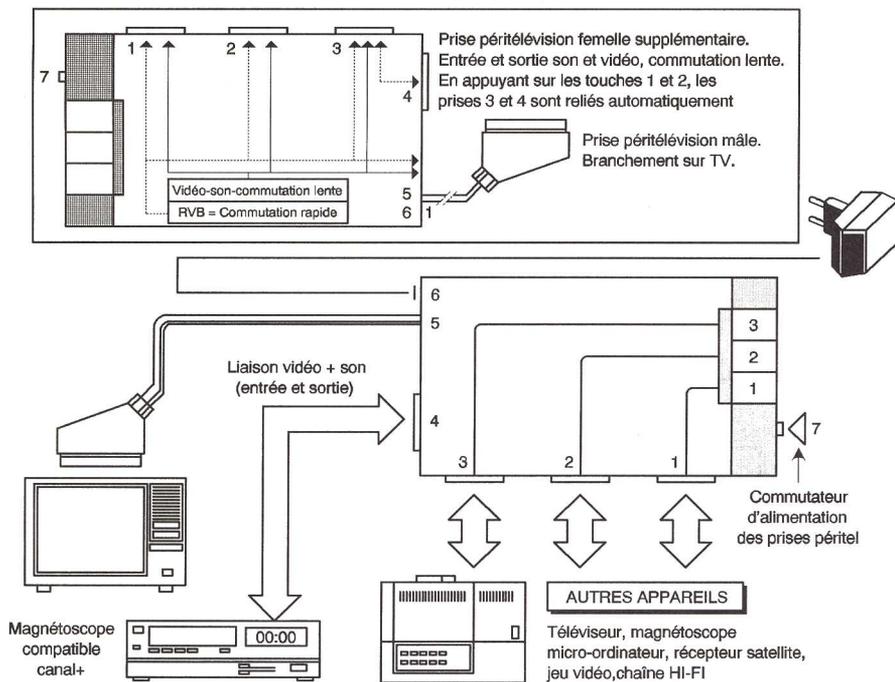


Fig 3 Multipéri. Permet de relier plusieurs appareils sur la prise péritélévision du téléviseur.

cordons n°5 vers le téléviseur. La prise 4 est en liaison entrée/sortie avec la prise 3. La liaison est automatique lorsque la touche 3 n'est pas enclenchée. Par exemple, un décodeur Canal + branché sur la prise 3 peut être commuté alternativement sur un téléviseur sur la prise 5 ou à un magnétoscope sur la prise 4. L'alimentation de la broche de commutation lente est obtenue par le téléviseur. Adaptateur Péritélévision Canal + (figure 4)

Il permet de recevoir Canal + décodé par le fil d'antenne du téléviseur comme les autres chaînes. Il est possible de regarder et d'enregistrer Canal + en clair simultanément, de programmer l'enregistrement différé de Canal + et de regarder Canal + sur tous les téléviseurs de la maison avec un seul abonnement. La prise Péritel du téléviseur est ainsi libre pour d'autres usages puisque la modulation est transposée sur un canal UHF par la prise d'antenne.

R. BESSON

CONSTRUIRE UN SERVO-MECANISME (suite de la p. 3)

Réalisation

Le tracé du circuit imprimé est donné à la figure 3, il reste suffisamment aéré pour pouvoir se traiter par l'application de pastilles et bandes transferts directement sur la plaque de cuivre. On procédera à la mise en place des composants selon les indications de la figure 4.

Le côté mécanique est primordial et l'utilisation de quelques pièces LEGO technic simplifiera cette étape. Il est primordial que le moteur ne tourne pas trop vite et entraîne régulièrement l'axe du potentiomètre P_2 . Prévoir une fixation solide pour éviter l'arrachement de ce dernier en bout de course. Aux essais, il sera peut-être

nécessaire d'inverser le sens de rotation du moteur. L'observation des LED de contrôle et le réglage soigné des butées par P_3 et P_4 assurent un réglage aisé et précis de l'ensemble. A une position quelconque de P_1 , le moteur doit réagir immédiatement, copier le même mouvement en s'arrêtant net, sans oscillations dès que cette position est atteinte.

On pourra par exemple commander l'orientation d'une antenne ou la position précise d'une trappe quelconque et, pourquoi pas, commander un rétroviseur en construisant deux modules identiques pilotés par un levier manipulateur utilisé en radiocommande ou prélevé sur un jouet délaissé !

G. ISABEL

NOMENCLATURE

IC₁ : AOP1, AOP2, quadruple Ampli-OP LM324
D₁ à D₄ : diodes commutation 1N4148
T₁, T₂ : transistors NPN 2N2222
L₁, L₂ : diodes LED rouge et verte 5 mm
R₁, R₄ : 47 Ω (jaune, violet, noir,)
R₂, R₅ : 100 Ω (marron, noir, marron)
R₃, R₆ : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
R₇, R₈ : 1 kΩ (marron, noir, rouge)
R₉ (voir texte)

P₁ : potentiomètre 10 kΩ + bouton (consigne)
P₂ : potentiomètre 4,7 kΩ (moteur)
P₃, P₄ : ajustables horizontal 4,7 kΩ
C : plastique 4,7 nF/63V
2 relais inverseur DIL 16 NATIONAL, bobine 6V
1 support à souder 14 broches
bloc de 8 + 2 bornes vissé soudé, pas de 5 mm
diverses pièces LEGO technic
motoréducteur à courant continu 6 à 10V
 fils souples multicolores

Un simulateur d'alarme voiture

Quand un véhicule n'a pas été équipé d'un système d'alarme dès son origine de construction, il est toujours problématique de monter ce dernier par la suite, étant donné les difficultés de passage des fils de liaison, notamment au niveau du tableau de bord.

Aussi, nous vous proposons la réalisation de ce petit boîtier de simulation que l'on enfiche simplement dans la prise allume-cigares et dont l'effet lumineux produit peut éviter une éventuelle tentative d'effraction...

Le principe

L'énergie nécessaire au fonctionnement du montage est prélevée sur la source de potentiel de 12V disponible sur la prise destinée à l'allume-cigares. Il y a cependant un problème : en effet, dès que l'on coupe le contact à clé, cette alimentation se trouve neutralisée, alors que c'est justement dans cette condition-là que le dispositif doit être activé. La solution réside dans la mise en œuvre d'une batterie miniature dont la charge se réalise lorsque le moteur du véhicule est en marche. Dès que l'on retire la clé de contact, le montage entre en action et le clignotement d'une LED rouge à haute luminosité prend son départ. Bien entendu, grâce à un interrupteur d'isolement, il est toujours possible de neutraliser le dispositif, lors du séjour de la voiture dans le garage, par exemple.



Le fonctionnement (figures 1 et 2)

Situation de charge de la batterie

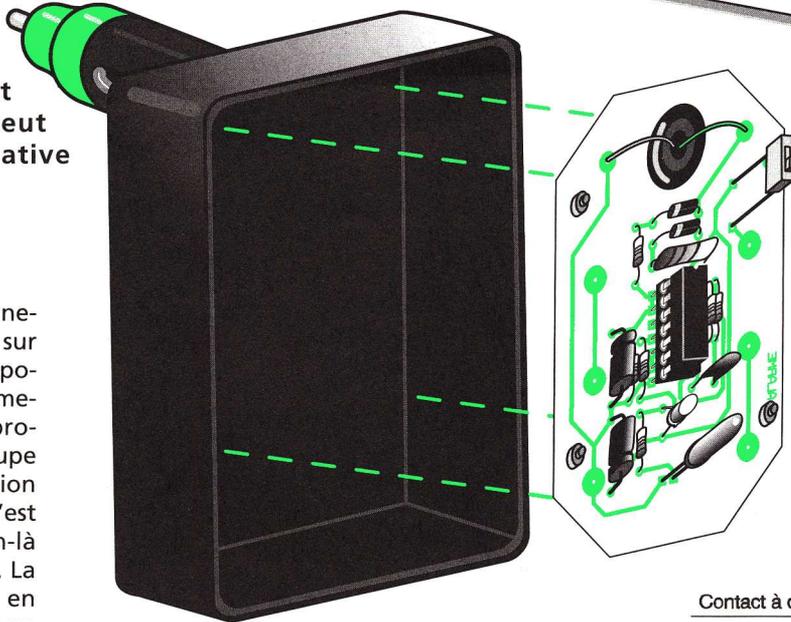
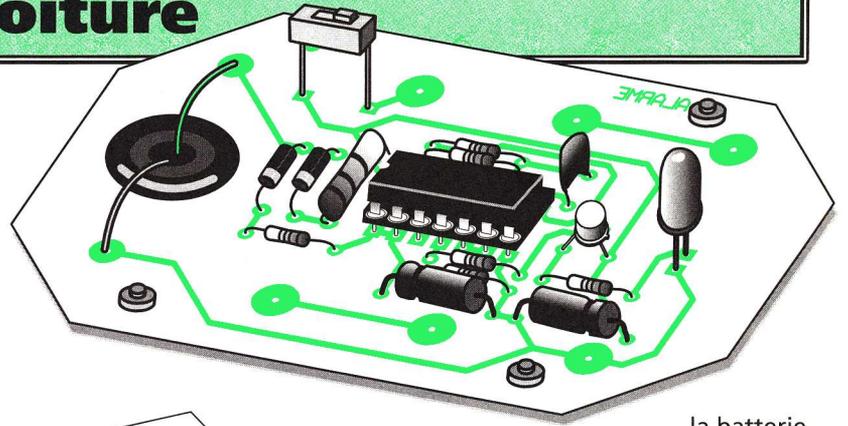
Il s'agit de la situation où le contact à clé est fermé. Il existe donc un potentiel de 12 à 13,5V au niveau de la prise de l'allume-cigares suivant que le moteur est arrêté ou est en rotation et charge la batterie du véhicule. Par l'intermédiaire de D₁ et de la résistance chutrice R₁, l'interrupteur I étant fermé, la batterie se

charge. Il s'agit en fait d'un jeu de trois batteries de 1,2V montées en série. Sur la borne positive de cet ensemble, on relève alors un potentiel de l'ordre de 3,6 à 4V. La capacité de cette source d'énergie est de 600 mAh et le courant de charge moyen est de l'ordre de 60 mA. Par l'intermédiaire de D₂ et au niveau du point médian du pont des résistances R₂ et R₄, on relève un potentiel d'environ 3,3 à 3,5V, ce qui équivaut à un état haut présenté sur les entrées réunies de la porte NAND I. La sortie de cette dernière présente alors un état bas. Le multivibrateur que forment les portes NAND III et IV est alors en situation de blocage. Sa sortie est à l'état bas et celle de la porte NAND II à l'état haut. Il en résulte le blocage du transistor PNP T et l'extinction de la LED L.

Les capacités C₁ et C₃ filtrent les légères ondulations du potentiel issues de la rotation de l'alternateur du véhicule.

Situation d'alarme

Dès que le contact à clé est coupé,



la batterie fournit l'énergie nécessaire au fonctionnement du dispositif. Au niveau du point médian du pont de résistances R₂/R₄, on relève un potentiel nul. Il en résulte un état haut sur la sortie de la porte NAND I. Le multivibrateur NAND III et IV, dont l'entrée de commande est maintenant soumise à un état haut, entre en oscillation. Sur sa sortie, on relève des créneaux de forme carrée d'une période d'environ 500 ms, soit 2 Hz. Après inversion par la porte NAND II, ces créneaux, pour chaque état bas, saturent périodiquement le transis-

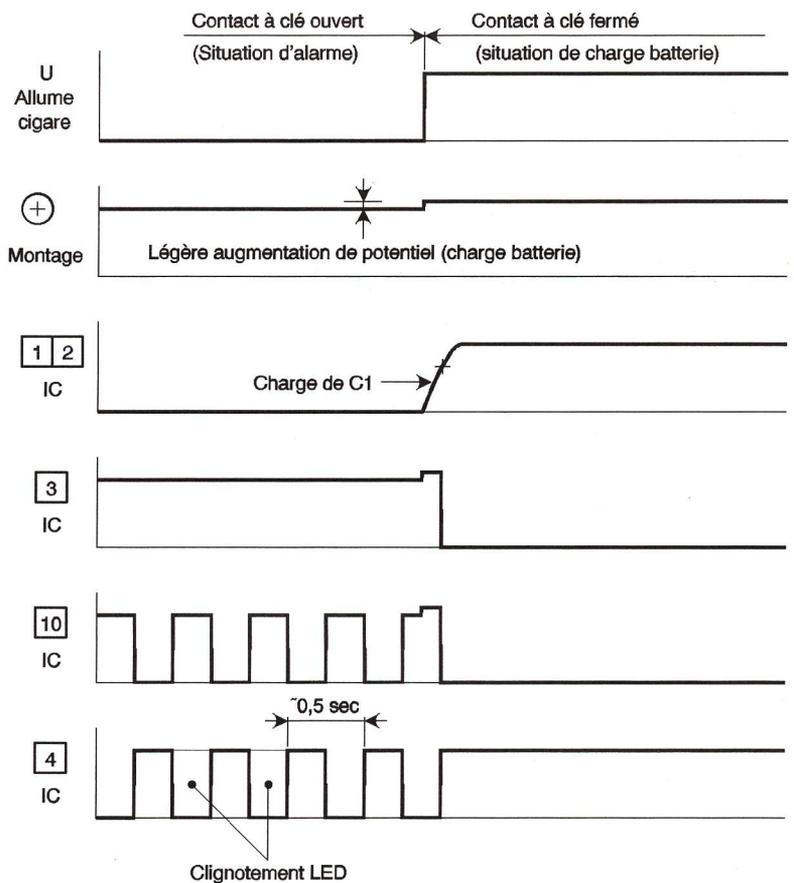


Fig 2

Chronogrammes de fonctionnement

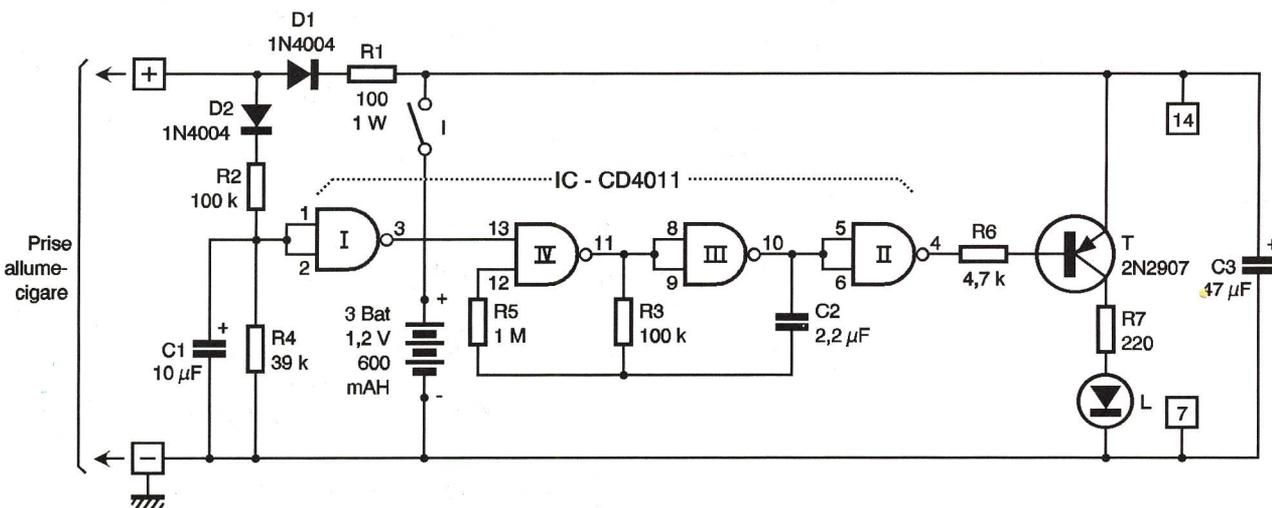


Fig 1

Schéma de principe du simulateur

tor PNP T. Il en résulte le clignotement de la LED rouge L, qui est une LED à haute luminosité. La résistance R₇ limite le courant circulant dans le LED. La consommation moyenne du montage, dans ces conditions, est de l'ordre de 6 mA. L'autonomie théorique est donc de l'ordre d'une centaine d'heures.

A noter que le courant de charge est de 10 fois supérieur à celui de la décharge. La charge se réalise donc 10 fois plus rapidement que la décharge.

Lorsque l'on gare le véhicule dans son garage, il suffit d'ouvrir l'interrupteur I pour ne pas décharger inutilement les batteries du boîtier de simulation.

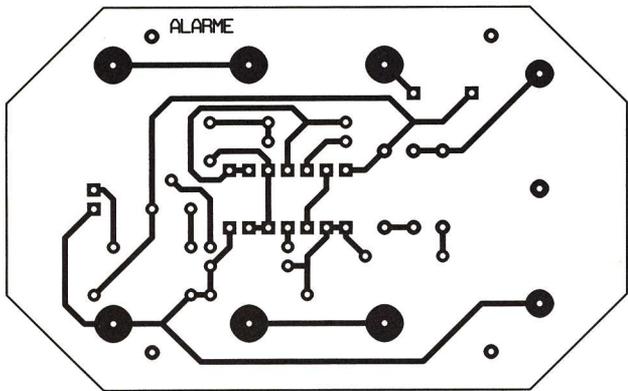


Fig 3

Circuit imprimé côté cuivre

La réalisation

Circuit imprimé (figure 3)

La réalisation du circuit imprimé ne pose pas de problème particulier. Sa configuration est très simple si bien qu'il est possible de l'obtenir par l'utilisation d'éléments de transfert directement appliqués sur le cuivre préalablement dégraissé de l'époxy. Après gravure dans un bain de perchlorure de fer, le module est à rincer très abondamment dans l'eau tiède. Toutes les pastilles sont à percer à l'aide d'un foret de 0,8 mm de diamètre. Certains trous seront agrandis, par la suite, afin de les adapter aux différents diamètres des connexions des composants auxquels ils sont destinés.

Implantation des composants (figure 4)

Après la mise en place des diodes et

des résistances, on soudera le support du circuit intégré. Ensuite, ce sera le tour des capacités, du transistor et de la LED L. Attention à la bonne orientation des composants

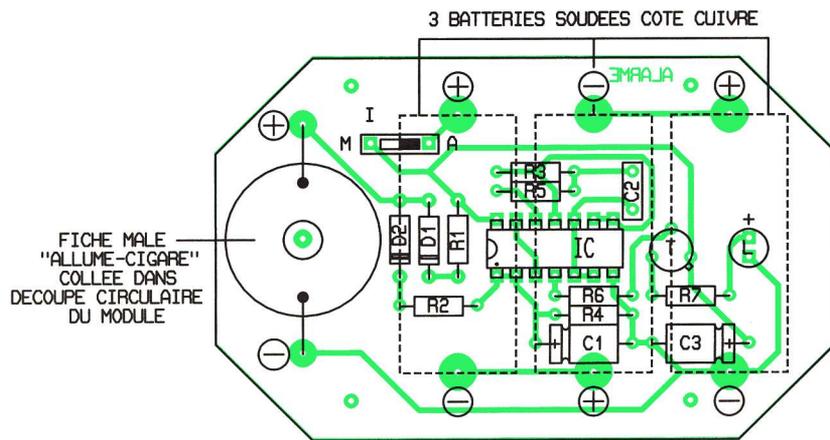


Fig 4

Implantation des éléments

polarisés. Les mini-batteries seront soudées, grâce aux cosses dont elles sont munies, côté cuivre de l'époxy. Attention à leur orientation alternée.

Un trou a été pratiqué dans le module pour le passage (serré) de la fiche allume-cigares. Par la suite, cette fiche est à immobiliser par collage des deux côtés à l'aide d'une colle de bonne tenue, comme l'époxy par exemple. A noter que cette fiche doit présenter à sa partie inférieure le plus de longueur possible pour pouvoir s'enficher dans la prise femelle de l'allume-cigares. Bien entendu, le même trou est à réaliser dans le fond du boîtier. L'interrupteur I est à monter sur réhausses afin de le faire affleurer avec la surface du couvercle du boîtier dans lequel on aura réalisé la découpe nécessaire.

NOMENCLATURE

- R₁ : 100 Ω / 1W (marron, noir, marron)
- R₂, R₃ : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
- R₄ : 39 kΩ (orange, blanc orange)
- R₅ : 1 MΩ (marron, noir, vert)
- R₆ : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)
- R₇ : 220 Ω (rouge, rouge, marron)
- D₁, D₂ : diodes 1N4004
- L : LED rouge Ø 5 (haute luminosité)
- C₁ : 10 µF/16V électrolytique
- C₂ : 2,2 µF céramique multicouche
- C₃ : 47 µF/16V électrolytique
- T : transistor PNP 2N2907
- IC : CD4011 (4 portes NAND)
- 1 support 14 broches
- Fiche mâle allume-cigares
- I : interrupteur microswitch
- 3 batteries 1,2V/600 mAh (SANYO KR -600 AE, L: 28, Ø 17)

ANCIENS NUMEROS DISPONIBLES DE GE

- N° 4 nouvelle série juin/juillet/août 1998 N°1-2-3 épuisés (cochez les cases désirées)
Petite histoire du téléphone - Initiation à la robotique - Le port parallèle - Sablier sensitif - Qu'est-ce que c'est comment ça marche - effectuer une recherche sur le web - Aide mémoire logique - Découvrir l'anglais technique : générateur d'impulsions BF - Technologie : établissement d'une liaison à fibre optique - Comment calculer ses montages ? - J'expérimente : un récepteur téléphonique - Un afficheur magique - Le coin de la mesure - Testeur de fusibles - Truqueur - Interface PC pour port/8 sorties - Génération Internet - Module de commande d'un servomoteur - Construire un mini-labo - voltmètre digital
- N° 5 nouvelle série septembre 1998
Petite histoire du téléphone - Le coin de la mesure - les transistors à effet de champ - Qu'est-ce que c'est comment ça marche - le courrier électronique - Construire un mini-labo : générateur de fonctions - Un détecteur de chocs - Découvrir l'anglais technique : le filtre passe-bas - Comment calculer ses montages ? - Technologie : les dissipateurs - Génération Internet - Flash auxiliaire - Testeur de continuité - Initiation à la robotique : feux de signalisation - J'expérimente : un microphone à charbon.
- N° 6 nouvelle série octobre 1998
Petite histoire du téléphone - Interphone filaire - Anémomètre à dynamo - Qu'est-ce que c'est comment ça marche : concevoir et réaliser son site internet - Construire un mini-labo : compteur/décompteur - Le coin de la mesure - Départeur - Comment calculer ses montages ? - Découvrir l'anglais technique : filtre éliminateur - Technologie : les filtres - Génération internet - Stimulateur d'alarme - J'expérimente : le photophone de Bell.
- N° 7 nouvelle série novembre 1998
Petite histoire du téléphone - Eclairage de secours - Podomètre avec calculatrice - Qu'est-ce que c'est comment ça marche : concevoir et réaliser son site internet - Doubleur de tension et inverseur de polarité - Comment calculer ses montages ? - Le coin de la mesure : un compresseur de dynamique - Technologie : filtres pour enceintes acoustiques - Construire un mini-labo : un mini ampli BF - Génération internet - Découvrir l'anglais technique : régulateur de tension ajustable avec LM317 - Inverseur cyclique - J'expérimente : le télégraphe autographique.
- N° 8 nouvelle série décembre 1998
Petite histoire du téléphone - Technologie : les thermistances à CTP - Chenillard étoilé - Qu'est-ce que c'est comment ça marche : illustrer ses pages web - Comment calculer ses montages ? - Filtrage pour saison de basses - Initiation à l'électronique de puissance - Le coin de la mesure : générateurs de signaux carrés - Attente téléphonique - Découvrir l'anglais technique : convertisseur d'alimentation positive en négative - J'expérimente : le praxinoscope - Génération Internet.
- N° 9 nouvelle série janvier 1999
Petite histoire du téléphone - Qu'est-ce que c'est comment ça marche : illustrer ses pages web - Commande bimanuelle - Comment calculer ses montages ? - Le coin de la mesure : adaptateur fréquence/mètre - J'expérimente : annonceur de tableau téléphonique - 555 didactique.
- N° 10 nouvelle série février 1999
Petite histoire du téléphone - Compteur numérique sophistiqué - Qu'est-ce que c'est comment ça marche : les animations graphiques sur une page web - Technologie : fils et câbles en électronique - Comment calculer ses montages ? - Le coin de la mesure : l'électronique de puissance - Protection pour détecteur - Découvrir l'anglais technique : le NE 555 - J'expérimente : construire un téléphone rétro - Temporisation longue durée - Le coin de la mesure : générateur pseudo-sinusoïdal - Fader.
- N° 11 nouvelle série mars 1999
Petite histoire du téléphone - Qu'est-ce que c'est comment ça marche : créer des cadres pour les pages web - Dé intelligent - Ampli péritel - Découvrir l'anglais technique : ampli OP inverseur de tension - Le coin de l'initiation : l'électronique de puissance - Sirène - Le coin de la mesure : adaptateur mesure des condensateurs - Jeux de lumière - Génération Internet - Bruiteur pour modélisme - Technologie : les CMS.
- N° 12 nouvelle série avril 1999
Petite histoire du téléphone - Technologie : filtres pour fréquence - Jouons avec les ultrasons - Qu'est-ce que c'est comment ça marche : effectuer une recherche sur le web - Découvrir l'anglais technique : le LM 10 - Initiation à l'électronique de puissance : le hacheur - Le coin de la mesure : adaptateur de mesure de tensions efficaces vraies pour multimètre - Comment calculer ses montages - Variateur à découpage pour mini perceuse - Génération internet : utilisation de l'oscilloscope au collage - Simulateur de pannes pour voiture - Gravimètre expérimental - J'expérimente : le télégraphe Morse.

disponible par correspondance



Génération Electronique
(service abonnements)
2 à 12, rue de Bellevue
75940 Paris Cedex 19
Tél. : 01 44 84 85 16

Génération ELECTRONIQUE

- N°4 nouvelle série juin/juil./août 1998 N°5 nouvelle série septembre 1998 N°6 nouvelle série octobre 1998 N°7 nouvelle série novembre 1998 N°8 nouvelle série décembre 1998 N°9 nouvelle série janvier 1999 N°10 nouvelle série février 1999 N°11 nouvelle série mars 1999 N°12 nouvelle série avril 1999

20^F (n°1, 2 et 3 épuisés)
franco de port le numéro
par chèque à l'ordre de Génération Electronique

Veillez me faire parvenir : GE n°13

n°4 n°5 n°6 n°7 n°8 n°9 n°10 n°11 n°12 nouvelle série (port compris)

Nom : _____

Prénom : _____

Adresse : _____

Code postal : [] [] [] [] Ville : _____

REPertoire DES ANNONCEURS

ABONNEMENT.....	15	HIGH TECH TOOLS.....	21
ANCIENS NUMEROS.....	15	MULTIPOWER.....	20
CIF.....	5		
DISTREL.....	5	SELECTRONIC.....	21

ABONNEMENT PARRAINAGE

Abonnés, parrainez vos relations à



En remerciement, vous recevrez un cadeau surprise 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 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 logiciel de simulation **ACADEMUS**

- 1 an (10 numéros) étranger (par voie de surface) au prix de 192 F
- Ci-joint mon règlement à l'ordre de Génération Electronique par :

- chèque bancaire mandat-lettre carte bleue signature : _____

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

- Nous acceptons les bons de commande de l'administration



Initiation à l'électronique de puissance

(partie 6 et fin)

Pour cet ultime volet de notre série consacrée à l'électronique de puissance ou, plutôt à sa découverte sous forme didactique, nous allons retrouver ensemble le montage GRADATEUR. Il a déjà été défini comme un convertisseur alternatif vers alternatif.

Faire varier la tension efficace

Rappelons tout d'abord que le gradateur est l'équivalent en alternatif du hacheur en courant continu. Il permettra donc, de la même manière, de faire varier la valeur de la tension efficace sur un récepteur quelconque. Songez notamment aux variateurs de lumière présents partout de nos jours qu'il suffit d'effleurer pour passer d'une douce pénombre à un éclairage puissant.

Le gradateur est donc un ensemble électronique permettant, à partir d'une source alternative, de conver-

monophasés montés en étoile ou en triangle selon la tension supportée par la charge. Un thyristor monté dans le sens passant d'une alternance positive ne

laissera passer qu'une portion d'alternance si l'ordre de commande après un délai α est donné tardivement, c'est à dire entre 0 et 180° après le passage par zéro. La tension efficace sera maximale si l'angle α est le plus réduit possible, auquel cas la totalité de l'onde positive est délivrée par le thyristor.

Schéma électronique du gradateur

On trouvera sur la figure 1 le schéma synoptique de notre ensemble qui comporte par ailleurs de nombreuses fonctions simples. En premier lieu, il conviendra de reconstituer un pseudo secteur alternatif à

fréquence variable de faible valeur sur le schéma proposé à la figure 3. La bascule astable construite

autour des portes NAND A et B délivre un signal rectangulaire dont la fréquence de base dépend du condensateur C_1 et surtout de l'élément ajustable P_1 . On trouve encore deux inverseurs suivis d'étages buffers construits à partir du circuit CMOS 4050. Cette onde variable, à défaut d'être parfaitement sinusoïdale, sera par contre d'une fréquence très basse, compatible avec les effets de la persistance rétinienne. Nous pourrions ainsi bien suivre, avec quelques Hertz seulement, les diverses phases de fonctionnement de notre convertisseur statique.

Le signal alternatif TBF attaque le condensateur C_3 qui délivre deux impulsions très brèves, correspondant à chaque début d'alternance, selon les propriétés d'un montage dérivateur. La diode D_1 élimine le pic négatif, tandis que la diode D_2 laisse passer le signal positif qui déclenchera à chaque début d'alternance la première bascule monostable construite autour des portes NOR K et L. L'ajustable P_2 servira ultérieurement à doser le "retard à l'allumage" du thyristor. Une inversion de ce signal est opérée par le transistor T_1 et on trouve ensuite un second étage monostable qui délivre finalement une impulsion de largeur définie par le condensateur C_5 et l'élément P_3 . Ce bref signal sera appliqué sur la gâchette du thyristor et pourra être visualisé au moyen de la LED jaune L_1 via le transistor T_2 . Le pseudo secteur alternatif à TBF est bien mis en évidence par les deux diodes électroluminescentes L_2 et L_3 pour mesurer respectivement les alternances positives et négatives. La charge constituée par la grosse LED verte L_4 et sa résistance R_7 rejoint l'anode du thyristor dont la cathode aboutit à l'autre fil du secteur d'entrée. Il est clair que le thyristor ne pourra travailler que sur les périodes signalées par la diode L_2 et seulement après avoir reçu une impulsion sur sa gâchette (diode L_1). L'autre période laisse parfaitement

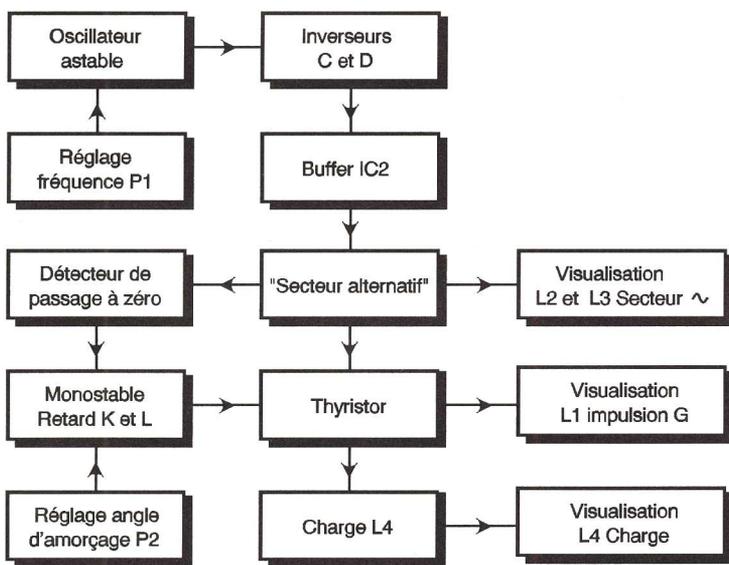
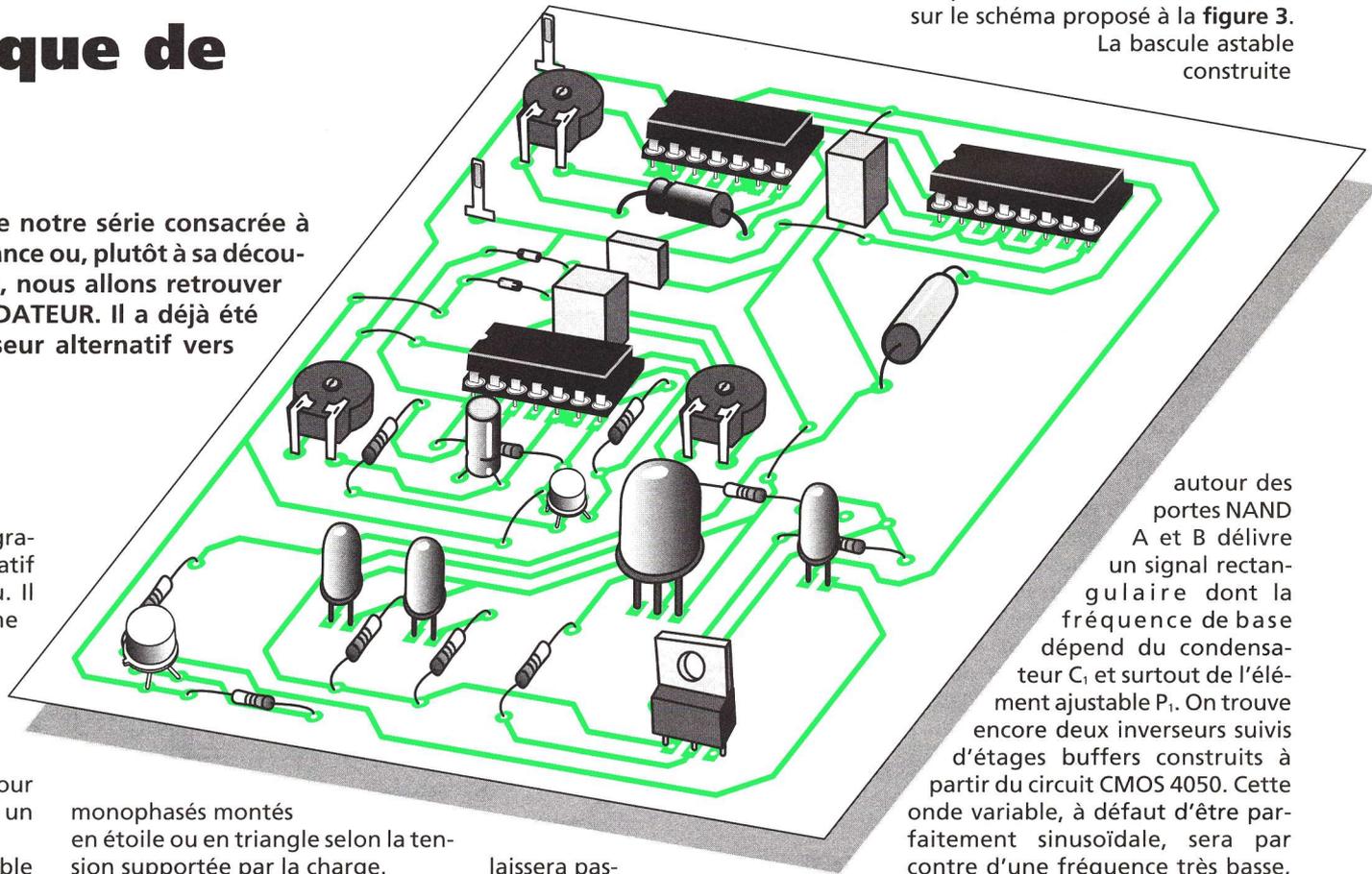


Fig 1

Schéma synoptique

tir une tension sinusoïdale de valeur efficace constante (c'est le cas du réseau EDF) en une tension alternative de même fréquence, mais de valeur efficace réglable. Pour traiter une alternance seulement, il est clair qu'il nous faudra faire appel à un thyristor dont la cachette reçoit une commande plus ou moins décalée par rapport au passage par zéro de cette alternance (voir chronogrammes figure 2). Deux thyristors montés "tête-bêche ou antiparallèle" seront capables de commander une onde sinusoïdale complète telle que celle du secteur. Un gradateur triphasé peut être assimilé à l'équivalent de trois gradateurs

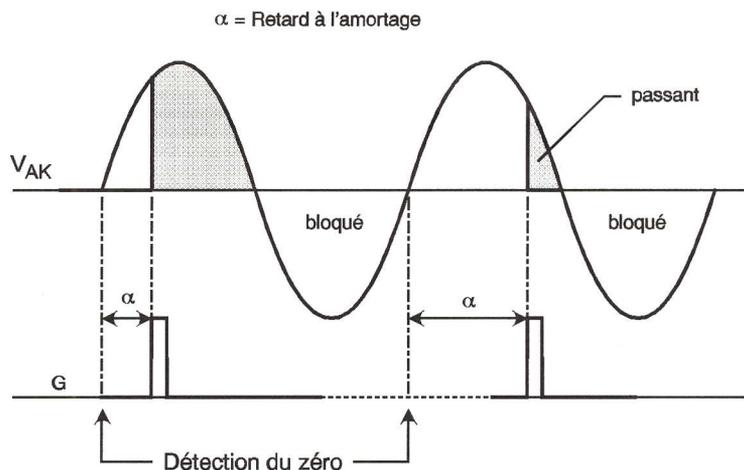


Fig 2

Chronogrammes

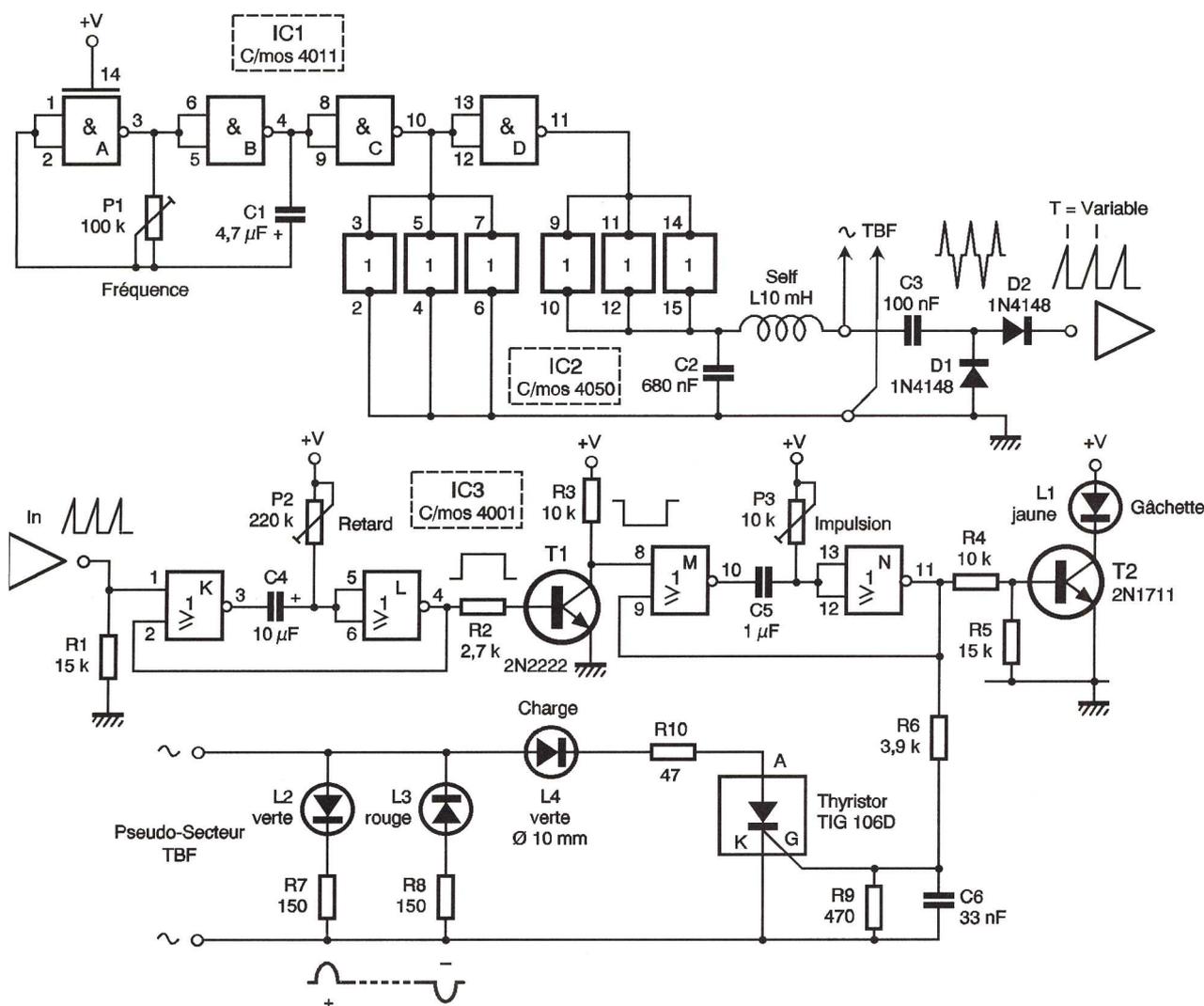


Fig 3

Schéma de principe

insensible le composant de puissance, malgré une impulsion de gâchette s'il y en avait une. La charge sera illuminée au maximum si l'impulsion de gâchette arrive dès le début de l'alternance positive (L_2 et L_1 simultanément). En retardant l'instant de l'amorçage grâce à l'élément P_2 , on pourra constater que la charge s'illumine de moins en moins. Attention toutefois de ne pas dépasser 180° de retard sous peine de ne

pas commander du tout le thyristor ; la largeur de l'impulsion sera dosée grâce au second monostable pour un déclenchement plus fiable.

Réalisation pratique

Nous avons regroupé tous les composants sur une plaquette unique

dont le tracé des pistes est donné à la figure 4 à l'échelle 1/1. Une reproduction par le biais d'un tronçon d'époxy présensibilisé s'avère la méthode la plus simple si l'on dispose du matériel adéquat s'entend. Les circuits intégrés seront montés sur un support de bonne qualité pour éviter toute surchauffe au montage et faciliter la maintenance éventuelle. Le thyristor n'a nul besoin de dissipateur ici en raison de la très faible consommation de notre charge L_4 . Une alimentation de 9 à 12V devrait convenir à cet ensemble didactique.

Les opérations de réglage sont très simples : la fréquence du secteur obéit à l'ajustable P_1 et s'observe sur les LED L_2 et L_3 . Une valeur supérieure à 18 Hz par exemple, laisse croire que les deux voyants sont allumés simultanément. Le réglage précis de P_2 est primordial : il détermine à lui seul l'angle de retard α et donc l'instant précis d'amorçage du thyristor. Une impulsion trop brève peut s'avérer insuffisante, agir dans ce cas sur P_3 pour élargir le créneau

NOMENCLATURE

- IC₁ : CMOS 4011 portes NAND A, B, C, D
- IC₂ : sextuple ampli CMOS 4050
- IC₃ : CMOS 4001 portes NOR K, L, M, N
- T₁ : transistor NPN BC337
- T₂ : transistor NPN 2N1711
- Thyristor faible puissance TIC106D boîtier TO220
- D₁, D₂ : diodes commutation 1N4148
- L₁ : LED 5 mm jaune (gâchette)
- L₂ : LED 5 mm verte (alternance positive)
- L₃ : LED 5 mm rouge (alternance négative)
- L₄ : LED 10 mm verte (charge)
- R₁ : 15 kΩ 1/4 W (marron, vert, orange)
- R₂ : 2,7 kΩ 1/4 W (rouge, violet, rouge)
- R₃, R₄ : 10 kΩ 1/4 W (marron, noir, orange)
- R₅ : 15 kΩ 1/4 W (marron, vert, orange)
- R₆ : 3,9 kΩ 1/4 W (orange, blanc, rouge)
- R₇, R₈ : 150 Ω 1/4 W (marron, vert, marron)
- R₉ : 470 Ω 1/4 W (jaune, violet, marron)
- R₁₀ : 47 Ω 1/4 W (jaune, violet, noir)
- P₁ : ajustable horizontal 100 kΩ
- P₂ : ajustable horizontal 220 kΩ
- P₃ : ajustable horizontal 10 kΩ
- C₁ : 4,7 μF/25V chimique horizontal
- C₂ : 680 nF/63V plastique
- C₃ : 100 nF/63V plastique
- C₄ : 10 μF/25V chimique vertical
- C₅ : 1000 nF/63V plastique
- C₆ : 33 nF/63V plastique
- Self 10 mH
- 2 supports à souder 14 broches
- 1 support à souder 16 broches
- 1 coupleur pression pour pile 9V

de commande. Une démonstration à fréquence très basse est indispensable pour préciser le fonctionnement du gradateur en alternatif. A chaque changement de fréquence

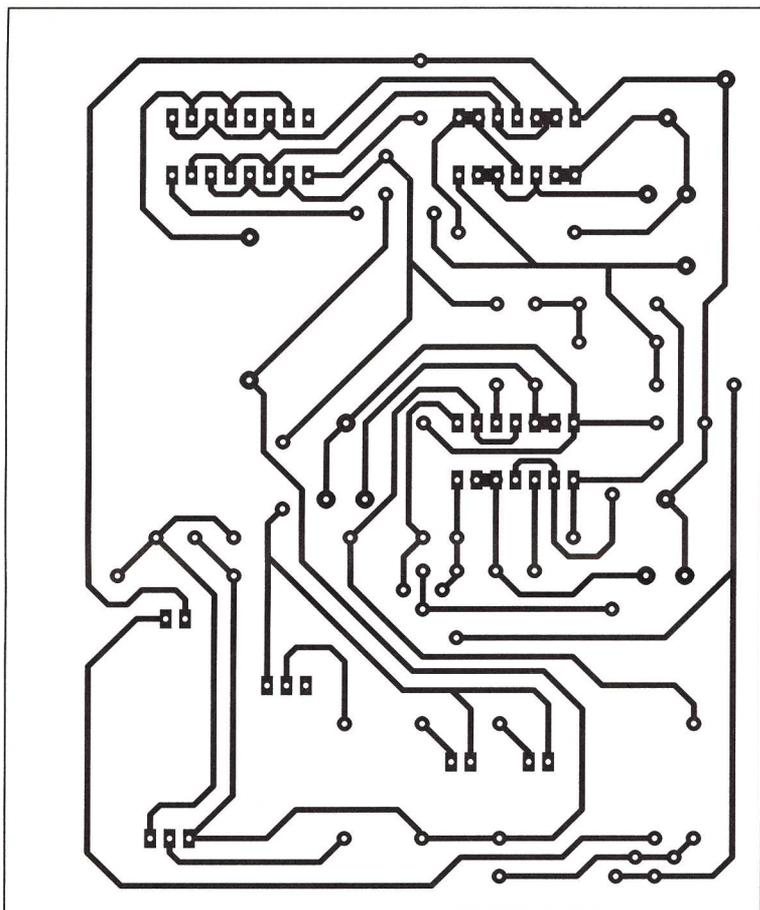


Fig 4

Circuit imprimé côté cuivre

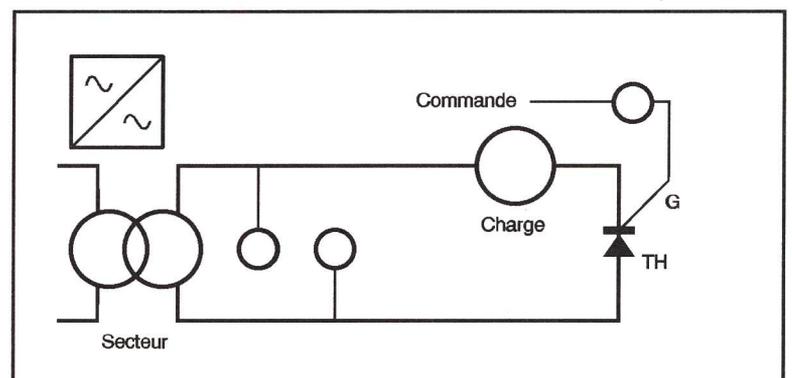


Fig 6

Exemple de face avant

(suite page 20)

Module adaptateur pour la mesure du taux de distorsion

Si vous est déjà arrivé de vous pencher sur les dépliants publicitaires proposés par les fabricants et les revendeurs de matériel HI-FI, vous avez sans doute constaté que l'une des caractéristiques techniques mises en avant était la valeur du taux de distorsion des appareils proposés. Cette caractéristique est en effet l'une des plus importantes car elle traduit l'aptitude de l'appareil utilisé à reproduire correctement, sans les déformer, les signaux qui lui sont appliqués. L'appareil présentant le taux de distorsion le plus faible est donc en général le meilleur, si tant est que les autres caractéristiques de celui-ci soient au moins équivalentes à celles des autres appareils remplissant les mêmes fonctions.

Notion de distorsion

Lorsqu'on applique un signal à un montage électronique, un amplificateur par exemple mais plus généralement à tout montage où interviennent des composants, y compris de simples fils, l'amplitude et la phase de celui-ci sont généralement modifiées. Si un amplificateur reçoit des signaux de diverses fréquences et que ceux-ci soient tous amplifiés de la même façon (disons 100 fois pour fixer les esprits), on pourra dire de cet amplificateur qu'il n'introduit pas de distorsion. Les signaux d'entrée et de sortie se ressemblent à un facteur 100 près.

Si par contre l'amplificateur dont la courbe de réponse présentée à la

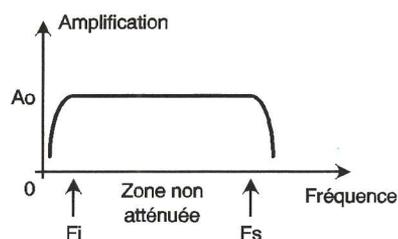


Fig 1 Courbe de réponse de l'amplificateur

figure 1 reçoit des signaux de fréquence n'appartenant pas à la zone plate de sa bande passante, les signaux subiront une amplification différente suivant leur fréquence. La distorsion qui en résulte est appelée distorsion d'amplitude. Quand on sait que tout signal périodique de fréquence F_0 peut se mettre sous forme d'une somme de fonctions sinusoïdales de fréquences multiples de F_0 que l'on appelle des harmoniques (décomposition en série de Fourier) on comprend que les composantes de fréquences élevées du signal puissent subir une amplification inférieure à celle des composantes de fréquences basses. Cela a pour conséquence de modifier la forme du signal restitué comme

nous le voyons par exemple pour le signal carré de la figure 2 avant et après passage dans un amplificateur de bande passante restreinte.

Si nous nous intéressons au déphasage que subissent les signaux au passage dans un amplificateur, là encore nous avons une source de distorsion non négligeable. Pour comprendre ce phénomène simple, il faut se souvenir que le déphasage ϕ existant entre les signaux d'entrée et de sortie d'un étage électronique est lié au temps de passage de ceux-ci dans le montage, ce qui se traduit généralement par un retard τ du signal de sortie par rapport au signal d'entrée. En appelant F la fréquence des signaux, la formule mathématique qui lie la phase ϕ au retard τ est $\phi = 2\pi F\tau$. Il est évident que si un signal complexe est formé de plusieurs signaux sinusoïdaux de fréquences différentes existant simultanément, et que le retard introduit par l'amplificateur est différent pour chacune des composantes spectrales, on retrouvera à la sortie de l'amplificateur un signal déformé. Il suffit pour s'en convaincre de penser à ce qui se passerait dans un orchestre si chaque musicien jouait le même morceau de musique que son collègue mais avec un léger

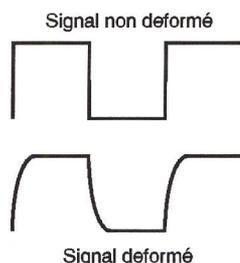
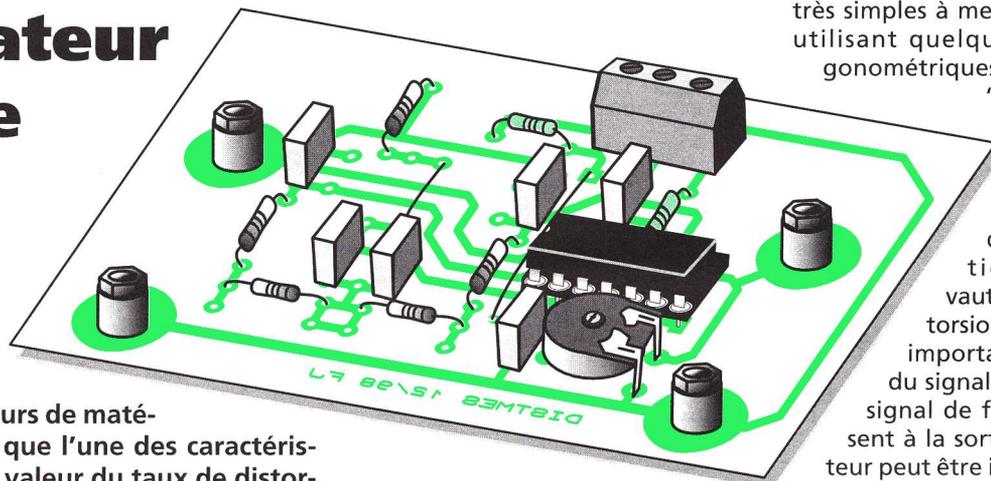


Fig 2 Atténuation des composantes HF

décalage dans le temps. Notons pour terminer cette explication que le rapport $\phi/2\pi F$ est égal à τ d'après la formule ci-dessus. Or si nous voulons que le retard soit indépendant de la fréquence, il faut que la courbe représentant les variations de ϕ en



très simples à mettre en œuvre en utilisant quelques relations trigonométriques. Le coefficient "0,1" lié à la non linéarité du système étant beaucoup plus petit que l'amplification linéaire qui vaut "10", l'aspect distorsion est d'autant plus important que le niveau du signal est plus élevé. Le signal de fréquence $2F$ présent à la sortie de l'amplificateur peut être interprété comme un harmonique du signal de fréquence F , ce qui fait dire que l'on est en présence de distorsion d'harmoniques. On qualifie cette fois le résultat et non la cause comme dans le terme distorsion de non-linéarité. Il y aurait certes encore beaucoup à dire sur la distorsion, ses causes et ses conséquences, mais nous en resterons là pour aborder maintenant la mesure proprement dite.

fonction de la fréquence F soit une droite puisqu'on veut que τ soit constant et que la pente ϕ/F vaut $2\pi\tau$. Un système dont la courbe de phase vérifie cette condition est qualifié de système à "phase linéaire" (figure 3). Les systèmes qui n'ont pas cette qualité introduisent de la distorsion de phase.

En dehors des distorsions introduites par les limitations en fréquence (bande passante non infinie) des distorsions apparaissent chaque fois que le fonctionnement des composants est non linéaire (seuil de conduction non nul, présence de phénomènes de saturation, ou amplification fonction de l'amplitude des signaux). Ces distorsions sont dites de "non-linéarité", terme qui permet de caractériser leur origine.

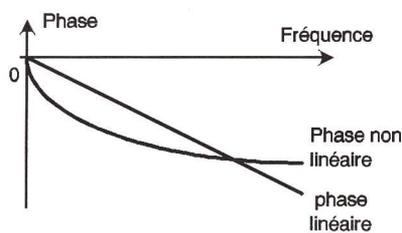


Fig 3 Système à phase linéaire

En supposant que l'amplitude de sortie V_s d'un amplificateur dépende de celle d'entrée V_e en respectant une relation du type $V_s = 10V_e + 0,1V_e^2$, nous avons là un exemple de système non linéaire (en raison du terme en V_e^2). Si l'on impose un signal sinusoïdal de fréquence F à l'entrée de cet amplificateur, le signal de sortie contiendra un signal continu et un signal de fréquence $2F$ en plus du signal de fréquence F amplifié 10 fois. Les calculs mathématiques qui justifient ces résultats ne sont pas détaillés pour ne pas alourdir l'exposé, mais ils sont

Définition et mesure d'un taux de distorsion

Étant donné que la distorsion se traduit par la déformation des signaux que l'on applique à l'entrée des montages, la mesure du taux de distorsion devrait théoriquement reposer sur la comparaison et la mesure des différences existant entre les signaux d'entrée et de sortie du système que l'on étudie. Comme ces amplitudes sont souvent très différentes, surtout quand il s'agit d'un amplificateur, cette comparaison est assez délicate à faire de façon pratique, aussi préfère-t-on appréhender le problème de façon légèrement différente.

Si on applique un signal sinusoïdal de fréquence F à l'entrée d'un système supposé parfait, le signal présent à sa sortie est lui aussi sinusoïdal, il ne contient aucun harmonique. Dans le cas contraire le signal de sortie est déformé et contient un nombre plus ou moins important d'harmoniques de fréquences nF (n entier naturel = 1, 2, 3 etc.). Sous cet aspect, on voit que la distorsion est en fait liée à l'importance des harmoniques contenus dans le signal de

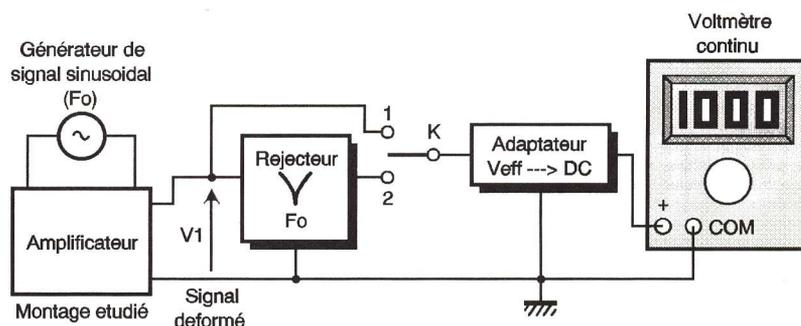


Fig 4 Principe de mesure du taux de distorsion d'un signal

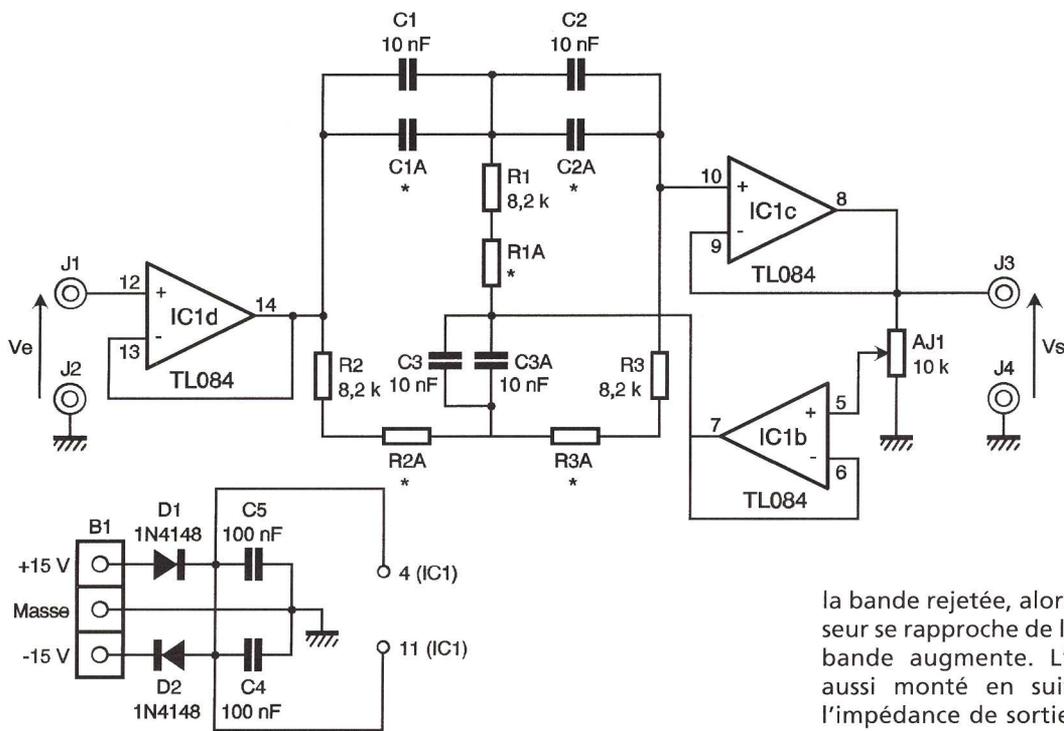


Fig 5 Schéma structurel du réjecteur

sortie. C'est d'ailleurs en se basant sur cette remarque que l'on définit le taux de distorsion par la formule que nous rappelons ci-dessous :

$$T_d(\%) = 100 \sqrt{\frac{\text{puissance véhiculée par les harmoniques}}{\text{puissance véhiculée par le signal complet}}} = 100 \sqrt{\frac{V_{\text{heff}}^2 / R}{V_{\text{teff}}^2 / R}} = 100 \frac{V_{\text{heff}}}{V_{\text{teff}}}$$

Pour mesurer un taux de distorsion, on remplace les mesures de puissance suggérées par la première expression de Td par des mesures de tensions efficaces plus commodes à réaliser et qui donnent le même résultat si la résistance de charge (R) du montage pris dans les 2 situations envisagées est constante. Cette situation étant presque toujours respectée, la mesure de Td se résume à celles des valeurs efficaces de la tension de sortie du système étudié d'une part pour le signal complet (Vteff) et d'autre part pour le signal privé de son fondamental (Vheff). Si en plus on s'arrange techniquement pour que la valeur efficace du signal complet soit égale à 1V, la valeur numérique du taux de distorsion devient égale à 100Vheff, ce qui facilite les calculs.

Le synoptique de la figure 4 donne une idée du montage qu'il convient d'utiliser pour effectuer cette mesure. Le bloc réjecteur (à accorder sur le fondamental du signal de sortie) permet d'éliminer celui-ci pour mesurer Vheff lorsque l'inverseur K est en position 2. On ne récupère à sa sortie que les harmoniques du signal étudié. La fréquence rejetée par ce bloc doit généralement être ajustée sur la fréquence du signal d'entrée. Ce réjecteur ne doit en aucun cas affecter l'amplitude des signaux autres que le fondamental sous peine d'erreur de mesure, ce qui impose une bande rejetée assez étroite.

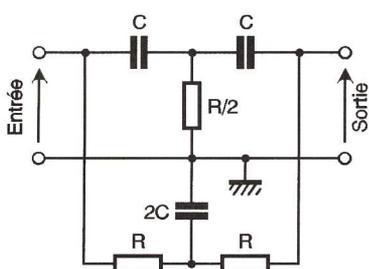


Fig 6 Schéma de base du double T porte

Pour mesurer la valeur efficace du signal complet ou de ses harmoniques, il faut utiliser un voltmètre efficace vrai puisque ces signaux ne

sont pas sinusoïdaux. Nous faisons appel ici au module que nous avons décrit dans un article précédent et qui convertit une valeur efficace vraie en une tension continue mesurable par un simple voltmètre continu utilisé sur le calibre 0,2V. Notons au passage que ce module possède une bande passante atteignant 100 kHz à 0dB ce qui assure une mesure correcte des harmoniques de rangs élevés. D'un point de vue pratique, la mesure de Td se déroule en 2 temps. Avec K en 1, on mesure la valeur efficace du signal complet, puis avec K2 celle des harmoniques. Le calcul du taux Td s'appuie sur la partie la plus à droite de la formule ci-dessus.

Précisons encore que le générateur sinusoïdal qui attaque le montage dont on veut connaître le taux de distorsion doit délivrer des sinusoïdes parfaites sinon le taux de distorsion mesuré tiendra compte des défauts du montage et de ceux du signal qui l'attaque.

Réalisation pratique

Parmi les sous-ensembles du synoptique, seul le réjecteur est à réaliser puisque l'adaptateur Veff→DC vous a déjà été présenté dans un article précédent. Le schéma structurel du réjecteur est donné à la figure 5. Grâce à sa grande impédance d'entrée, l'AOP IC1d câblé en suiveur assure le couplage entre le signal dont on veut connaître le taux de distorsion et le filtre réjecteur. Celui-ci fait intervenir 2 filtres en T couplés en parallèle et un circuit actif de réaction (IC1b) dont on peut doser l'efficacité par le réglage par AJ1. On notera au passage qu'en amenant le curseur de AJ, vers le haut, on réduit

la bande rejetée, alors que si le curseur se rapproche de la masse, cette bande augmente. L'AOP IC1c, lui aussi monté en suiveur, abaisse l'impédance de sortie du réjecteur afin que le circuit de réaction (IC1b + AJ1) et l'éventuelle charge que l'on peut connecter aux bornes de sortie (J3, J4) ne modifient pas les caractéristiques du filtre.

On constatera au passage que chacune des branches du double T est formée de plusieurs composants montés en série ou en parallèle alors que le schéma de base de ce double T présenté à la figure 6 ne comporte qu'un seul composant par branche.

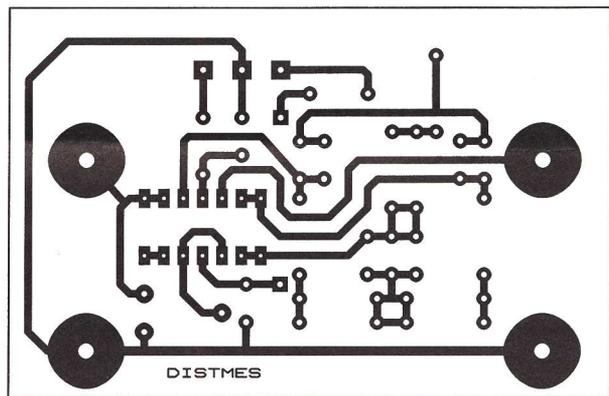


Fig 7

Circuit imprimé côté cuivre

Nous avons adopté cette solution afin que les relations entre les composants des différentes branches des T soient respectées au mieux, sinon la largeur de bande augmente et la réjection pour la fréquence centrale Fo n'est pas parfaite.

Pour faire simple, la fréquence centrale Fo du réjecteur n'est pas réglable. Sa valeur est fixée à 1000 Hz, ce qui signifie au passage que le taux de distorsion devra être mesuré pour des signaux ayant cette fréquence et pas une autre. Cette restriction n'en est pas vraiment une, car les mesures de distorsion se font principalement pour cette fréquence de 1000 Hz. La valeur commune des composants R2 et R3 est R = 15915 Ω alors que R1 = R2 = 7957 Ω. Simultanément on doit avoir C1 = C2 = C = 10 nF et C3 = 2C = 20 nF (2 condensateurs de 10 nF en parallèle). Ces valeurs sont déduites de la formule Fo = 1/(2πRC). Comme il est très difficile en pratique de trouver les composants ayant exactement les valeurs requises, nous avons prévu (sur le

typon) la possibilité d'associer plusieurs composants en série ou en parallèle afin que les composants de chaque branche des 2 T aient les valeurs exactes. Sur notre maquette, nous avons implanté (après les avoir mesurés dans un lot) 4 condensateurs ayant la même valeur de 9,70 nF au lieu des 10 nF prévus. Les condensateurs étaient marqués 10 nF mais ils avaient tous des valeurs inférieures et nous avons dû "faire avec". La valeur de C étant inférieure à 10 nF, le respect de la formule Fo = 1/(2πRC), nous a conduit à prendre des résistances R de 16407 Ω (2 résistances de 8200 Ω et 8207 Ω en série, triées elles aussi). Ces indications vous sont données afin que vous puissiez adapter vos composants aux impératifs de fonctionnement correct du réjecteur. Tous les composants, y compris les bornes d'entrée et de sortie, sont disposés sur le typon donné à la figure 7. L'implantation de ceux-ci respectera le schéma de la figure 8. Si par chance vous avez des composants ayant d'emblée la bonne valeur, certains des espaces prévus sur le typon pourront rester vacants (cas du condensateur C1a par exemple si C1 a la valeur recherchée) ou devront recevoir un strap (si R1 a la bonne valeur R1a est remplacée par un strap). Un minimum de réflexion vous permettra de connaître la solution adaptée à votre situation.

Une fois les composants câblés, on peut relever la courbe de réponse du filtre réjecteur. Pour cela, on alimente le module avec une tension symétrique de ±15V que l'on applique au bornier B1. Aucune

NOMENCLATURE

- R1, R2, R2A, R3, R3A : 8,2 kΩ 1/4W 5% triées (gris, rouge, rouge)
- AJ : 10 kΩ ajustable horizontal PIHER pas 5,08
- C1, C2, C3, C3A : 10 nF/63V milfeuil triés au capacimètre
- C4, C5 : 100 nF/63V milfeuil
- D1, D2 : diodes 1N4148
- IC1 : TL084
- B : bornier à souder sur CI 3 plots
- 1 support DIL 14 pins
- 4 bornes femelles 4 mm pour châssis
- 1 coffret plastique (si nécessaire)

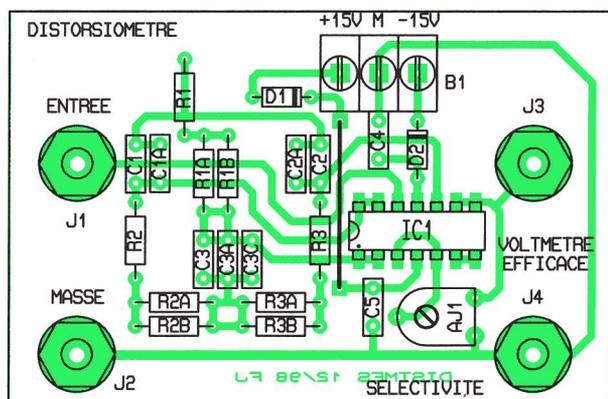


Fig 8

Implantation des éléments

crainte à avoir pour les inversions de polarité compte tenu de la présence des diodes D_1 et D_2 . Si l'on souhaite d'emblée avoir une bande rejetée étroite, on amène le curseur de AJ_1 vers la sortie de IC_1 , sans toutefois réduire la partie supérieure de AJ_1 à un court-circuit sous peine de dysfonctionnements. Le signal appliqué à l'entrée du filtre devra être sinusoïdal, d'amplitude comprise entre 1 et 10V (5V pour fixer les esprits) et de fréquence variant de 50 Hz à environ 3000 Hz. Pour chaque fréquence, on relève le rapport des tensions crête à crête (sortie/entrée) si l'on travaille avec un oscilloscope ou des valeurs efficaces si l'on ne dispose pas d'un oscilloscope. La courbe construite point par point doit ressembler à celle de la figure 9. En modifiant le réglage de AJ_1 , vous pourrez constater que la largeur de bande rejetée se modifie. Le fonctionnement du réjecteur est consi-

déré comme satisfaisant lorsque le réglage de AJ_1 assure une réjection (élimination) parfaite des signaux de fréquence 1000 Hz ($V_s/V_e < 0,02$) sans introduire d'atténuation ($V_s/V_e > 0,98$) pour ceux de fréquence $f = 2000$ Hz, afin qu'un éventuel harmonique de rang 2 ne soit pas atténué en passant dans le filtre. Une fois cette condition respectée, le module est prêt à l'emploi. Pratiquement, le commutateur K du synoptique de la figure 4 est remplacé par le déplacement du fil d'entrée du module de mesure de la valeur efficace de l'entrée (mesure de V_{teff}) à la sortie du réjecteur (V_{heff}). D'un point de vue "scolaire", on peut mesurer expérimentalement le taux de distorsion de signaux de formes classiques : carrées, triangles etc. Ces mesures en terrain connu permettent de vérifier le fonctionnement correct de notre chaîne de mesure (Pour les signaux carrés et

triangulaires, les taux de distorsions respectifs valent 43,5 % et 12,6 %). Pour toutes ces mesures, il faut s'assurer que la fréquence des signaux dont on mesure le taux de distorsion est bien égale à la fréquence centrale du réjecteur qui, malgré toutes les précautions prises, peut être très légèrement différente de 1000 Hz. Si l'on trouve expérimentalement 992 Hz pour F_0 (cas de notre maquette), les signaux dont on recherche le taux de distorsion doivent eux aussi avoir une fré-

quence de 992 Hz. Nous insistons sur ce point particulier car il est fondamental de le respecter pour que les résultats obtenus soient exacts. Les mesures que nous avons effectuées en respectant les mises en garde précédentes ont donné des valeurs de 43,3 et 12,3 % pour des signaux carrés et triangulaires de valeur efficace 1V. La précision attendue est au rendez-vous. Il ne saurait en être autrement pour votre matériel si vous suivez attentivement nos conseils.

F. JONGBLOËT

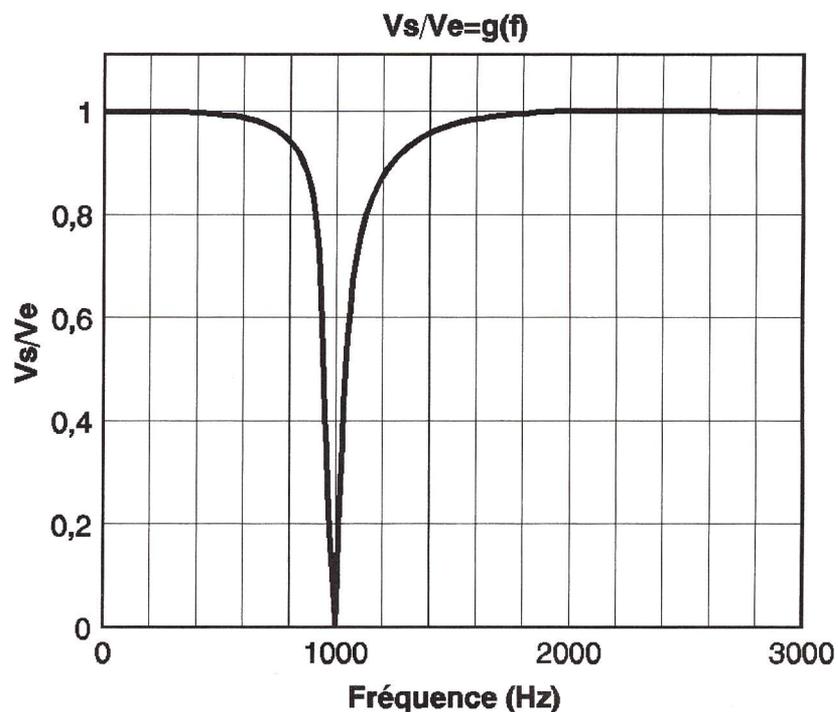


Fig 9

Courbe de réponse du réjecteur

COIN DE L'INITIATION (suite de la page 17)

du secteur, il sera nécessaire de revoir le réglage de P_2 pour que l'angle de retard reste compatible avec cette nouvelle situation. On trouvera, comme à chaque fois, un exemple de face avant s'adaptant exactement sur les LED à la figure 6.

Nous voici au terme de cette série d'initiation sur l'électronique de puissance, que nous espérons avoir quelque peu démystifié. Des circuits intégrés plus complexes se chargeront des applications plus sérieuses reliées au secteur EDF.

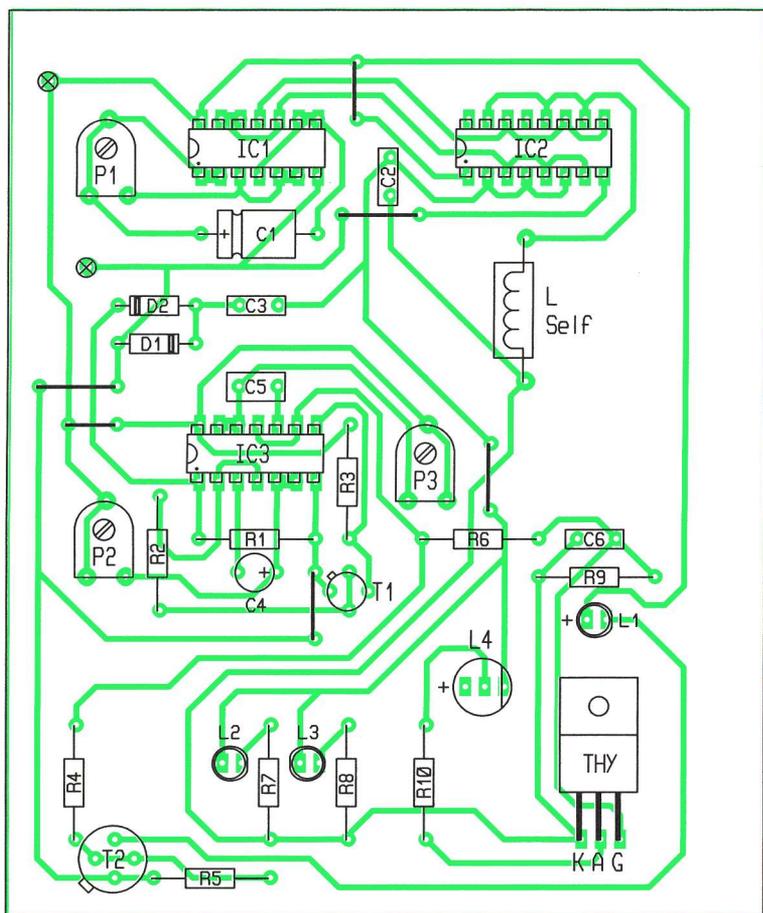


Fig 5

Implantation des éléments

MODULES DE MESURES ET D'ACQUISITION DE DONNEES SUR PC

Multipower propose à des prix très économiques une large gamme de modules qui se connectent sur le port parallèle d'un PC et qui permettent d'enregistrer des tensions et des températures et de visualiser des courbes de leurs variations sous DOS et Windows.

Les logiciels conviviaux sous Windows sont fournis et permettent aux modules de fonctionner aussi en oscilloscope. Des drivers existent pour développer vos applications (par exemple sous pascal).

Tarif complet et spécifications sur simple demande.

Prix à partir de 570 F HT avec logiciels et support technique

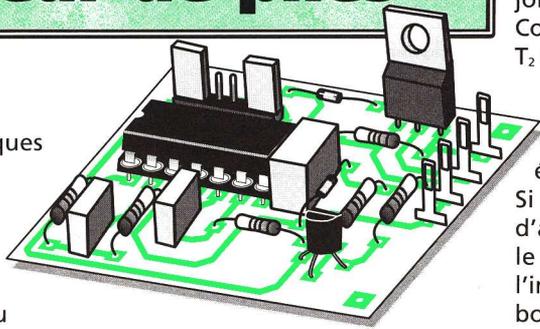
Multipower

22, rue Emile-Baudot 91120 PALAISEAU
Tél. : 01 69 30 13 79 - Fax : 01 69 20 60 41
Visitez notre site : <http://www.multipower-fr.com>

Économiseur de piles

■ A quoi ça sert ?

Les améliorations technologiques apportées aux circuits intégrés permettent très souvent de diminuer leur consommation d'énergie et conduisent de plus en plus d'appareils à pouvoir être alimentés par piles. Malheureusement, lorsque ces appareils sont "discrets" c'est à dire lorsqu'ils n'attirent pas l'attention alors qu'ils sont en marche comme un baladeur



peut être programmé au moyen des deux pattes externes A et B. Avant de voir comment il fonctionne, notez que

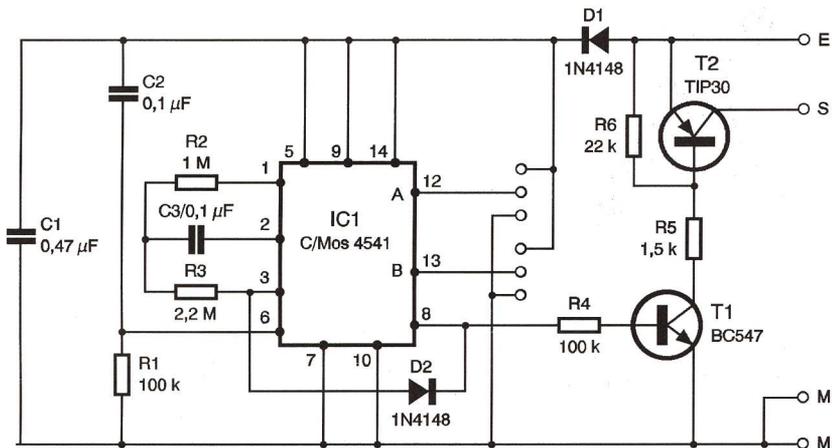


Fig 1 Schéma de notre montage.

dont on a enlevé le casque de sur sa tête par exemple ; il est très facile de les oublier sous tension. Leurs piles sont alors très vite épuisées et, vu le prix des piles alcalines actuelles, l'opération devient vite assez coûteuse si elle se répète plusieurs fois de suite.

Notre montage, que l'on peut ajouter à tout appareil à piles fonctionnant sous 4 à 18V et consommant jusqu'à 400 mA, se charge de résoudre ce problème en éteignant automatiquement l'appareil concerné après un délai maximum programmable par vos soins. Son prix de revient étant à peine plus élevé que celui de deux piles alcalines 9V de marque, son amortissement est rapidement assuré !

■ Comment ça marche ?

Le cahier des charges est plutôt sévère puisqu'il faut que notre montage respecte les indications suivantes :

- large plage de tension d'alimentation,
- mise en marche et arrêt automatiques,
- très faible chute de tension directe,
- consommation très faible.

Nous y sommes cependant parvenus avec le schéma proposé en figure 1. Il repose sur un circuit CMOS renfermant un oscillateur et une suite de compteurs dont le taux de divi

notre montage s'intercale comme indiqué figure 2 dans l'alimentation de l'appareil à surveiller.

Dès que le montage est alimenté, c'est à dire dès que l'appareil est mis en marche, le compteur démarre avec sa sortie 8 à l'état haut. T₁ est donc saturé ainsi que T₂ et l'appareil surveillé est alors alimenté.

Lorsque qu'un certain délai, dépendant de la vitesse de fonctionnement de l'oscillateur intégré dans IC₁ et du taux de division programmé au moyen des pattes A et B s'est écoulé, la sortie 8 de IC₁ passe au niveau bas, bloquant T₁ et T₂ et arrêtant ainsi l'appareil surveillé. La diode D₂ arrête en outre l'oscillateur contenu dans IC₁ maintenant indéfiniment le montage dans cet état. Il ne pourra donc redémarrer que lorsque l'appareil surveillé aura été éteint puis rallumé au moyen de son interrupteur d'origine.

Notez que, compte tenu de l'utilisation pour T₂ d'un transistor PNP, la chute de tension du montage est très faible, même pour un courant consommé de plusieurs centaines de mA. Notez aussi que, du fait de l'utilisation pour IC₁ d'un circuit CMOS, sa consommation reste très faible et n'influe donc pas sur la durée de vie des piles.

■ La réalisation

Les pattes A et B seront reliés au +V ou à la masse selon le délai maxi-

imum de réaction désiré conformément aux indications du tableau ci-joint.

Compte tenu du fonctionnement de T₂ en commutation, aucun radiateur n'est nécessaire, même pour les plus forts courants (400 mA maximum), son échauffement étant quasi nul.

Si l'appareil à surveiller dispose d'assez de place dans son boîtier, le montage pourra être placé à l'intérieur. Dans le cas contraire, un boîtier plastique externe devra être utilisé.

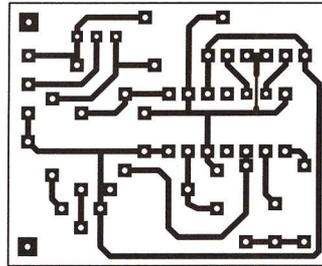


Fig 3 Circuit imprimé, vu côté cuivre.

Attention ! Notez bien que, comme le montre la figure 2, quelle que soit la ligne d'alimentation dans laquelle est inséré l'interrupteur d'origine,

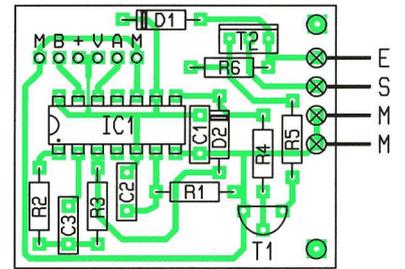


Fig 4 Implantation des composants.

notre montage ne peut être placé en série que sur la ligne d'alimentation positive, polarité des composants oblige !

Enfin, si les différents délais proposés ne vous conviennent pas, sachez qu'ils peuvent être modifiés par action sur C₃ ou sur R₂. Une augmentation de la valeur de l'un ou l'autre de ces composants augmente le délai et vice versa.

Tableau

Délai de réaction en fonction de l'état des pattes A et B.

Temps	A	B
58 s	+V	Masse
235 s	Masse	+V
31 mn	Masse	Masse
4 h	+V	+V

■ NOMENCLATURE

- IC₁ : 4541 CMOS
- T₁ : BC547, 548, 549
- T₂ : TIP30 ou équivalent
- D₁, D₂ : 1N914 ou 1N4148
- R₁, R₄ : 100 kΩ 1/4W 5% (marron, noir, jaune)
- R₂ : 1 MΩ 1/4W 5% (marron, noir, vert)
- R₃ : 2,2 MΩ 1/4W 5% (rouge, rouge, vert)

- R₅ : 1,5 kΩ 1/4W 5% (marron, vert, rouge)
 - R₆ : 22 kΩ 1/4W 5% (rouge, rouge, orange)
 - C₁ : 0,47 µF mylar
 - C₂, C₃ : 0,1 µF mylar
- Picots au pas de 2,54 mm et cavaliers de court-circuit
- 1 support de circuit intégré 14 pattes

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

Univers Electronique
Catalogue Général
N°1991 1991

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

Envoi contre 30F (chèque ou timbres-poste)

Selectronic
UNIVERS ELECTRONIQUE

86, rue de Cambrai - BP 513 - 59022 LILLE Cedex
Tél. : 0 328 550 328 Fax : 0 328 550 329

Oui, je désire recevoir votre Catalogue Général 1999 à l'adresse suivante (C-joint 30F en timbres-poste)

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

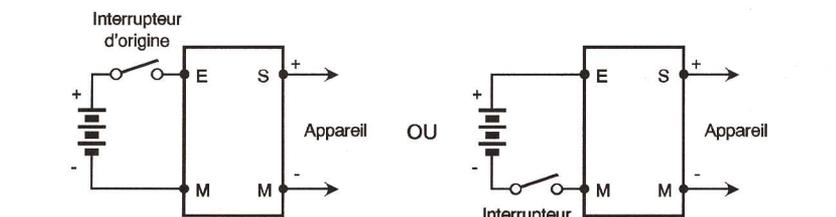


Fig 2 Mise en place du montage dans l'appareil à surveiller.

PROGRAMMATEURS : PLUS DE 50 MODÈLES

MEGAMAX
MEGAMAX-4C

SHOOTER II

Hi-Lo Systems

Dunfield
Compilateur C
Assembleur
Débugueur
Moniteur
Simulateur
CPU :
• 68HC08/6809
• 68HC11/12/16
• 8051/52
• 8080/85/86
• 8096

Carte d'application avec CPU Intel et Motorola

Aussi disponibles :
• Effaceur UV - Cartes I/O - Simulation logique-analogique mixte et routage
• Emulateur de ROM et de microcontrôleur - Analyseur logique

NOUVEAU ALL-07 C

HI TECH TOOLS (H.T.T.) Tél. 02 43 28 15 04
40, rue Saint-André Fax 02 43 28 59 61
72000 LE MANS E-mail : hitools@hittechtools.com

<http://www.hittechtools.com>



Construire un télégraphe (2)

Voici donc la suite de l'article consacré à la réalisation d'un ensemble télégraphique comportant un émetteur et un récepteur Morse. Cette maquette, dont la fabrication est simplifiée à l'extrême, n'en comporte pas moins l'ensemble des caractéristiques de l'honorable ancêtre qui permet l'acheminement rapide des nouvelles à travers le monde.

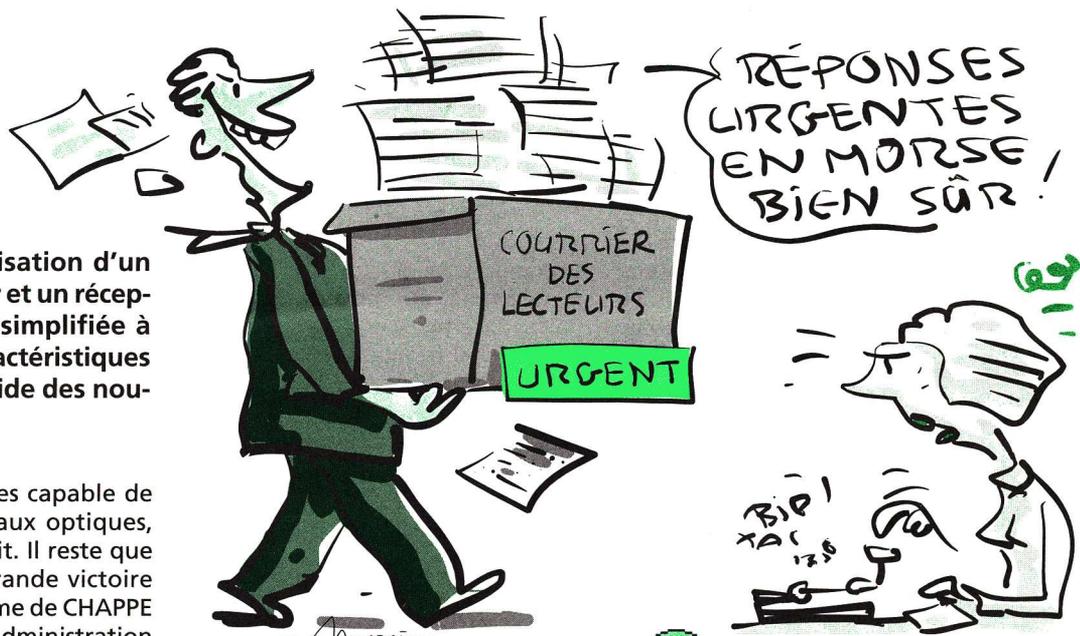
■ Les premières applications

Comme nous l'avons déjà évoqué, cet appareil imaginé par Samuel MORSE reçoit un accueil mitigé de la part de l'administration française en 1839, pour la simple raison que le système optique de CHAPPE bénéficie d'appuis très importants au sein des administrations. Pour comprendre cet état de fait, il faut se rappeler que ce dernier est principalement réservé aux préfets, aux services de police et à l'armée, lesquels jugent ses grilles de codage des signaux parfaitement aptes à assurer la confidentialité des

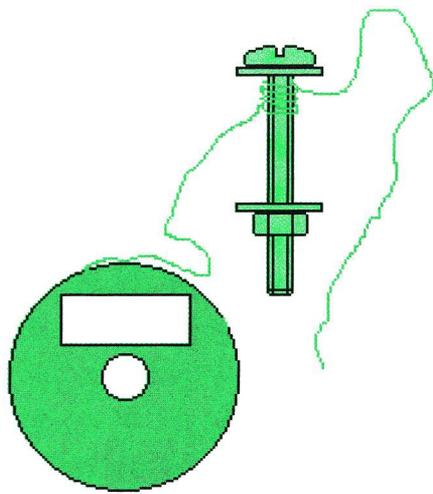
liaison par sémaphores capable de transmettre des signaux optiques, de jour comme de nuit. Il reste que ce sera la dernière grande victoire des partisans du système de CHAPPE car à partir de 1845, l'administration du télégraphe s'oriente résolument vers l'édification d'un réseau de communications électrifiées.

■ Les développements

L'économie française est en pleine mutation, bouleversée par la révolution industrielle. Les communi-



1) Bobiner le fil sur la vis.



2) La bobine terminée.



Fig 1

Préparation de l'électroaimant

dépêches. C'est cette même année qu'Alphonse FOY fait savoir à Samuel MORSE qu'il n'est pas question que son système vienne se substituer au réseau existant. Une mission d'études est cependant mise en place afin d'évaluer les performances de l'appareil de WHEATSTONE en Angleterre et il est demandé à BREGUET d'étudier un appareil télégraphique qui puisse répondre aux besoins de l'administration française.

C'est finalement en 1842 qu'est prise la décision d'effectuer des essais de transmissions entre Paris, Saint-Cloud et Versailles avec le matériel anglais. Les partisans du télégraphe aérien ne perdent pas espoir pour autant puisqu'ils font voter dans le même temps un crédit de trente mille francs destinés aux essais d'une

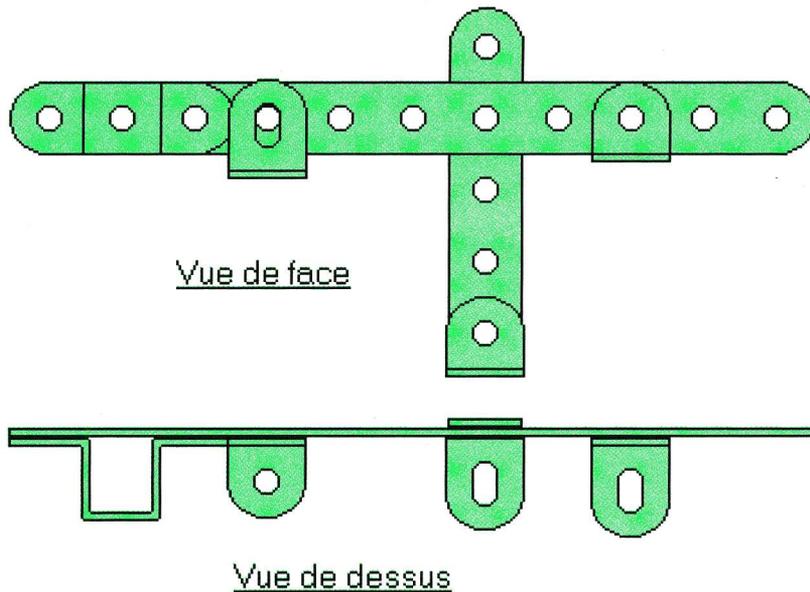


Fig 2

Emplacement des éléments Meccano du bras

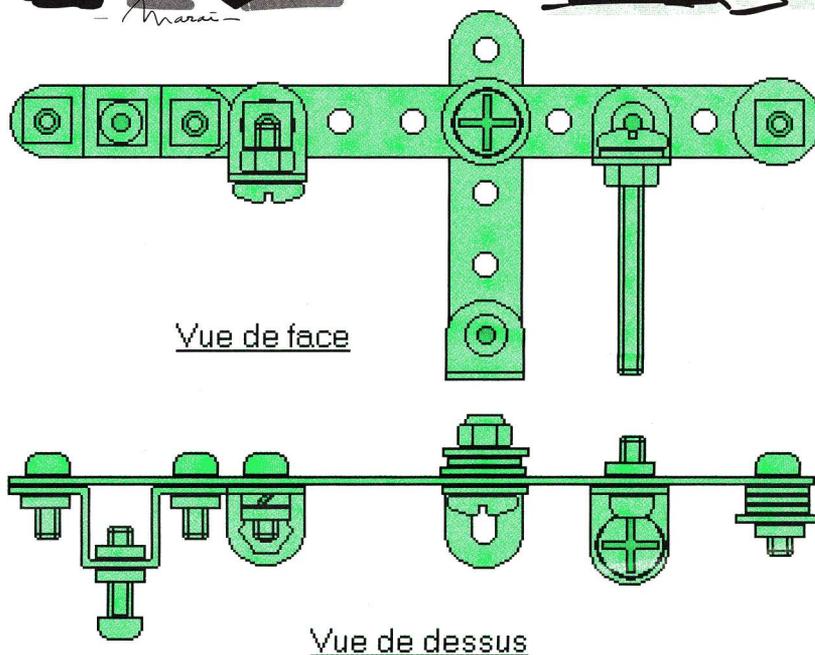


Fig 3

Implantation de la visserie sur le bras

tions deviennent donc un enjeu, ce que comprend Louis Napoléon Bonaparte qui désire moderniser les structures de l'état et de la société. Le trafic postal est déjà décuplé par l'instauration en 1848 du timbre-poste, lequel constitue une taxe unique réglée par l'expéditeur. Il reste donc à ouvrir les liaisons télégraphiques aux entrepreneurs pour

qui le facteur temps peut s'avérer décisif dans le cadre de transactions couvrant le territoire ou l'étranger. Une loi votée en 1850 va donc permettre une ouverture au public, avec cette réserve émanant du ministère de l'intérieur concernant un droit de regard sur le contenu des messages.

L'établissement de liaisons électriques est extrêmement rapide à partir de 1852 car les financements sont à la hauteur des besoins (six millions de francs-or pour cette seule année, ce qui est tout à fait considérable). Les liaisons, effectuées principalement entre Paris et les provinces, s'étoffent en 1862 avec la mise en place d'un réseau cantonal destiné à multiplier les zones de couverture du télégraphe.

■ Gagner du temps

Les chemins de fer se développent réellement à partir de 1850. Des travaux gigantesques de pose de voies ferrées sont entrepris, avec pour résultat l'ouverture des liaisons entre New York et San Francisco

(U.S.A) puis Vancouver Halifax (Canada) en 1869. L'Europe n'est pas en reste puisqu'elle se couvre rapidement d'un réseau de plus en plus

Préparation de l'électroaimant
Commencez par coller une rondelle large de diamètre 4 mm sur une vis de 40 mm de long. Vissez un écrou

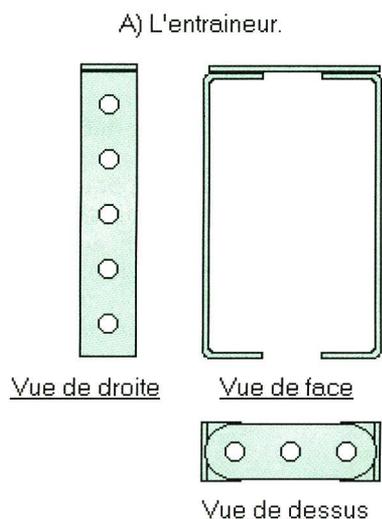


Fig 4 Disposition des éléments Meccano nécessaires pour le dérouleur papier

dense. Le train, dont la vitesse ne cesse dès lors de croître, permet un acheminement plus rapide de personnes et des marchandises tout comme les transports maritimes.

L'apparition de bateaux à voiles extrêmement racés comme les Clippers a déjà permis de réduire le temps de la traversée entre Londres et Melbourne de 100 à 75 jours. La vapeur, comme sur terre, réduit considérablement ce temps. En 1862, soit 25 ans après l'apparition du premier vapeur transatlantique, le délai de la traversée passe à 9 jours pour des tonnages eux aussi en augmentation constante.

Ces développements favorisent la croissance des échanges commerciaux, la pose des câbles transatlantiques constituant l'une des étapes les plus marquantes de leur internationalisation.

Les techniques de transmission suivent parallèlement cette évolution, avec les manipulateurs Morse (25 mots à la minute) qui sont rapidement adoptés et recommandés par l'union télégraphique internationale pour les liaisons internationales. Ces appareils de transmission se perfectionnent avant que les appareils Hugues (45 mots à la minute, du nom de leur inventeur, un Américain venu travailler en France) ne les remplacent à partir de 1862. La génération suivante d'appareils est le résultat du travail d'un Français, Émile BAUDOT, qui met au point des appareils qui utilisent le principe du temps partagé.

Notre récepteur Morse

Le système de réception comporte un électroaimant actionnant une partie mobile sur laquelle est fixé le crayon chargé d'inscrire les traits et les points en fonction des actions sur le manipulateur. Un enrouleur manuel permet le déplacement du papier. Ces deux fonctions sont réalisées par l'assemblage de 3 sous-ensembles réalisés à partir de pièces diverses provenant d'une boîte Meccano.

B) Le support de bobine papier.

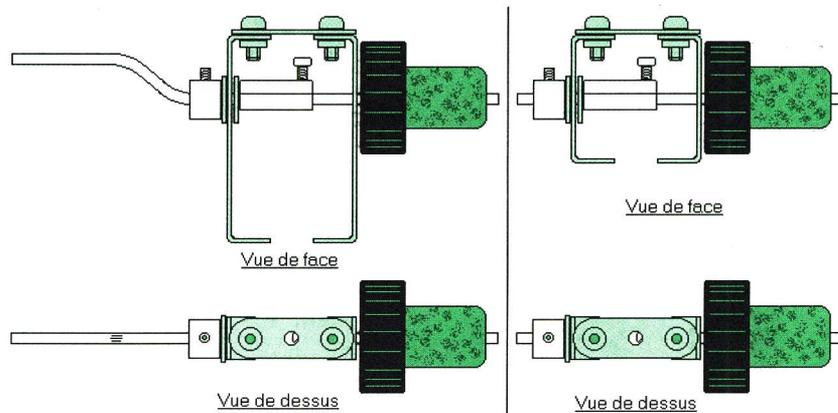
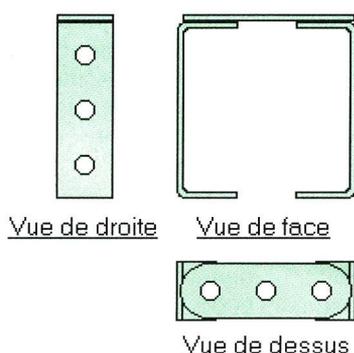


Fig 5 Assemblage complet de l'ensemble dérouleur papier

en bloquant les écrous. La vis de fixation du stylo dans la pièce en U est maintenue par un écrou et un contre-écrou.

Le dérouleur papier

Il est constitué d'un entraîneur et d'un support de bobine. Pour l'assemblage, il suffit de vous conformer aux dessins de la figure 4. Il suffit de fixer les 4 vis Meccano serrées pour maintenir le tout.

Récupérez ensuite le corps en cuivre d'une barrette de 2 connecteurs (dominos) d'un diamètre suffisant pour que les tiges Meccano puissent glisser à l'intérieur. Récupérez 2 bouchons munis d'un corps en liège que vous percez au centre afin qu'ils soient serrés sur les tiges.

Le bras mobile

Préparez les pièces Meccano comme indiqué sur la figure 2. Placez ensuite les vis et écrous (figure 3) en prenant soin de ne pas serrer complètement l'écrou nylstop car le bras doit pivoter sur son axe sans frottements. Serrez les équerres Meccano

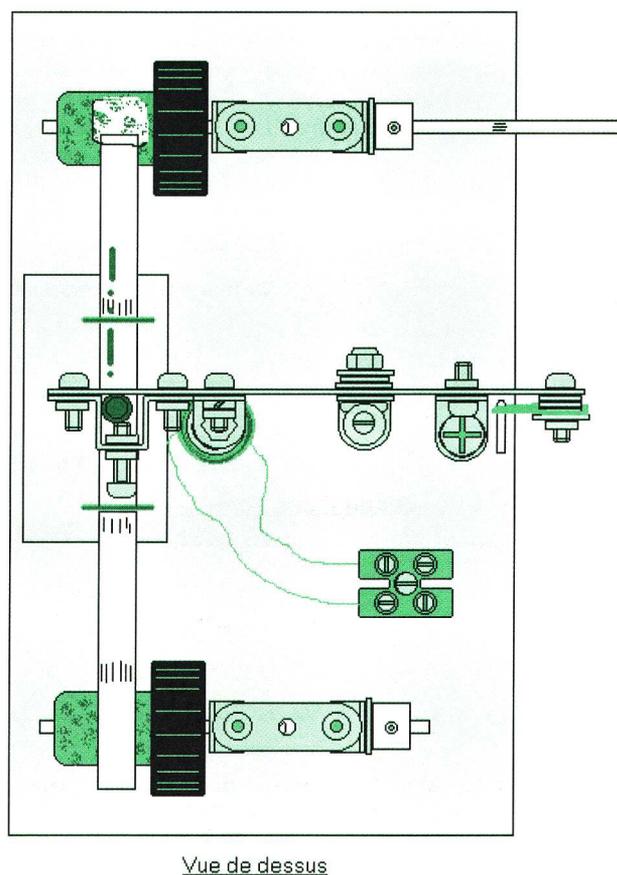
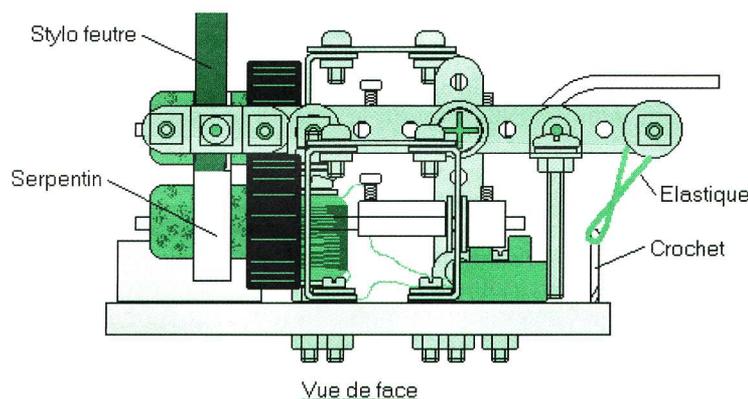


Fig 6 Assemblage complet des éléments du récepteur Morse

Vous procédez finalement à l'assemblage de l'entraîneur et du support conformément à la figure 5, sans oublier les rondelles entre la bague et le connecteur. Les bouchons doivent tourner sans frotter ni accrocher.

Assemblage complet du récepteur

Commencez par repérer les perçages après avoir disposé les divers éléments sur la planchette de bois. Il n'y a pas vraiment de mesures critiques, l'essentiel étant que le ruban de papier soit aligné sur l'axe du crayon (figure 6). La cale en bois doit être collée de telle façon que l'axe du stylo pointe son milieu, puis vous fixez les deux agrafes, sans les enfoncer complètement, pour que le papier serpent puisse glisser dessus.

Percez ensuite au diamètre 4 mm sur les repères, puis fixez les sous-ensembles sur la planchette. Serrez l'entraîneur et le support de bobine, mais pas le bras mobile. Placez un repère sous l'équerre qui doit être attirée par l'électroaimant, puis procédez au perçage du trou qui doit permettre de le fixer. Remplacez le bras sur l'axe dès que la bobine est fixée avant de le visser serré.

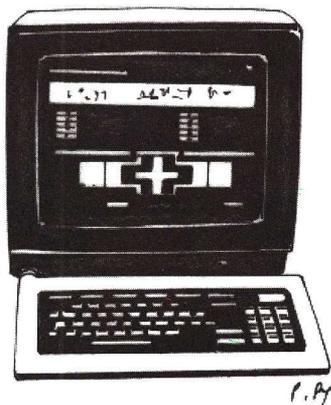
Pour que le bras puisse pivoter sous l'action de l'électroaimant puis revenir dans sa position de repos, vissez un crochet dans lequel vient se placer l'élastique de rappel. Vous pouvez maintenant effectuer quelques essais en branchant le manipulateur fabriqué le mois précédent dans le circuit alimenté sous 9V (la lampe n'est plus utile, vous devez par conséquent la court-circuiter par un conducteur entre ses 2 bornes).

Le crayon fixé sur le support doit s'abaisser et revenir au repos en fonction des actions sur le manipulateur, sinon réglez la tension de l'élastique ou ajustez la distance entre la tête de vis de la bobine et l'équerre du bras mobile en jouant sur la fixation de l'un ou l'autre.

Voilà, votre récepteur est prêt, il ne vous reste plus qu'à relier les appareils et à les disposer dans des pièces différentes, l'idéal étant bien entendu de fabriquer et de câbler deux manipulateurs et 2 récepteurs.

P. RYTTER

PETITE HISTOIRE DU TELEPHONE



Le minitel

Son implantation est extrêmement rapide, comme le montrent les chiffres relatifs à la proportion du numérique dans les commandes de câbles interurbains. Elles passent de 20% en 1977 à 100% en 1980, et il en va pratiquement de même pour les liaisons par faisceaux hertziens.

L'optoélectronique

Les transmissions par faisceaux hertziens sont victimes de leur succès, en ce sens qu'il est nécessaire de réduire les longueurs d'ondes pour limiter les effets de leur encombrement, mais que de ce fait elles sont de plus en plus sensibles aux perturbations atmosphériques et donc moins fiables.

L'invention du laser par Charles TOWNES en 1954 permet cependant d'orienter les communications vers un support infiniment plus performant : la fibre optique.

L'avantage de la fibre optique, qui n'est encore qu'un objet d'études dans les années 70, réside principalement dans le fait qu'elle se comporte comme un guide de lumière à faibles pertes. La mise en œuvre des fibres optiques pour les communications analogiques reprend en fait le principe du photophone que nous avons déjà abordé sous la rubrique «J'expérimente» d'un numéro de G.E. précédent. Un émetteur comprenant une diode électroluminescente ou un laser module une lumière à l'entrée de la fibre. Cette dernière, qui se présente comme un fil de matériau transparent d'un diamètre d'une centaine de microns, est composée d'un cœur entouré par une gaine d'indice optique plus faible. Il en résulte donc que la lumière reste concentrée au niveau du cœur car elle est réfléchiée par la gaine. En outre, une seule fibre peut transporter simultanément des sources lumineuses de longueurs d'onde différentes. Il suffit pour cela de disposer en sortie de la fibre autant de capteurs qu'il y a de sources. Des répéteurs optiques sont cependant indispensables tous les 10 kilomètres (30 maintenant) pour entretenir les signaux.

L'abaissement constant des coûts de fabrication des fibres et des lasers est à l'origine de la croissance

de ce type de liaisons. En outre, les impulsions émises par les lasers autorisent des débits impressionnants (les performances actuelles qui sont de l'ordre de 1,7 milliards d'impulsions à la seconde correspondent à 1 million de voies téléphoniques).

Il faut cependant attendre 1988 pour que soit posé le premier câble transatlantique à fibres optiques entre les États Unis, la Grande Bretagne et la France.

La fibre optique se développe donc parallèlement au numérique dont elle devient le vecteur privilégié, car plus apte à supporter l'imbrication de sources d'informations aussi diverses que les données informatiques, la voix et l'image.

La télématique

C'est dans les années 60 que des chercheurs en télécommunication se penchent sur l'idée d'une association de l'informatique, du réseau téléphonique et de la télévision, mais ce n'est qu'en 1978 que sont prises les décisions qui font définitivement basculer la France dans l'ère télématique.

Dans l'introduction de leur rapport sur «l'informatisation de la société» publié au printemps 1978, Simon NORA et Alain MINC forgent le mot **télématique**. Ce néologisme est créé par la condensation des deux termes : **télé** (comme **téléphone**, **télévision**, **télécommunication**) et **matique** comme dans **informatique**. On peut mettre beaucoup de choses derrière le mot télématique, mais dans l'esprit de ses auteurs, il correspond pour l'essentiel à une mise en synergie de ces moyens de communication qui ne sont plus simplement concurrentiels. Leurs remarques s'appuient sur des expérimentations menées grandeur nature dans la plupart des grands pays industrialisés entre les années 60 et 1978. TAMA, une banlieue de

TOKYO a déjà équipé 500 foyers de terminaux permettant des accès aux services tels que l'envoi de journaux en fac-similé ou la télévision payante. Les liaisons par fibres optiques sont expérimentées par le Ministère du Commerce International et de l'Industrie japonaise à HAGASHIKOMA, l'objectif étant de fournir à une ville moyenne des accès à des services tels que la météo, les informations municipales, les loisirs, etc.

Pour les États-Unis, des expériences analogues sont menées depuis 1974 à READING (Pennsylvanie, 50.000 habitants), SPARTANBURG (Caroline du sud, 45.000 habitants), et ROCKFORD dans l'Illinois.

Dans la publication de leur ouvrage intitulé *Le téléphone pour tous* (au Seuil, 1970), des ingénieurs des Télécommunications écrivent que : «*On ne peut clore une revue des progrès techniques attendus sans citer le rêve actuel de tous les techniciens : un réseau intégré capable de tout transmettre à toutes les vitesses ; à chaque endroit on trouverait une prise d'information raccordée au réseau, qui permettrait d'échanger des communications à toutes les vitesses, de recevoir des programmes de radio, de télévision, etc. Les optimistes espèrent bien voir cela vers 1990.*»

Les décisions de 1978

Les conclusions du rapport de Simon NORA et Alain MINC sont on ne peut plus claires : l'avenir de l'informatique va dépendre des réseaux. A l'heure d'Internet cela nous paraît peut-être évident, mais en 1978 elles provoquent une sensibilisation qui va au-delà des cercles du pouvoir, puis s'étend en dehors de nos frontières. Un impact mesurable par le fait que les Américains adoptent immédiatement le terme français ! Encore faut-il traduire en actes les propositions du rapport, ce sur quoi travaillent les différents services entre janvier et novembre. Les décisions sont prises le 30 novembre 1978 à l'Élysée au cours d'un conseil

restreint tenu en présence du Président de la République.

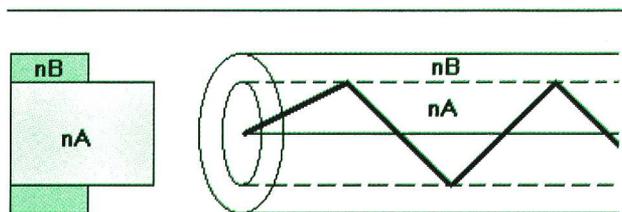
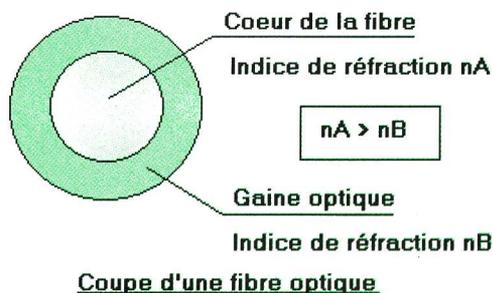
Vient en premier lieu le remplacement du cadran téléphonique rotatif par un clavier à touches, lesquelles doivent permettre un accès de base aux services télématiques. Dans la conférence de presse du 6 décembre 1978, Norbert SEGARD expose les autres décisions du conseil : l'étude d'un appareil de télécopie grand public et de systèmes de télétraitement de textes, une expérimentation du vidéotex baptisé Télétel à Vélizy, une autre relative à l'annuaire électronique, la monnaie électronique et le développement des réseaux spécialisés.

Le télétel à Vélizy

C'est dans 2.500 foyers équipés de la télévision couleur et du téléphone que sont installés des décodeurs reliant ces deux appareils. C'est à l'aide d'un clavier qu'on accède aux services de la météo, le télé-enseignement, la vente par correspondance ou encore des jeux. Les réponses s'affichent directement sur l'écran de la télévision. Des systèmes analogues ont déjà fait leur apparition au Canada (le Télidon) ou en Angleterre (le Prestel).

Le minitel

Il est expérimenté à Rennes, le principe étant similaire au système de Vélizy. Le projet est cependant différent dans le fond puisqu'il a pour principal objectif de remplacer les annuaires téléphoniques qui ne cessent de croître en nombre comme en volume en raison de l'explosion des abonnements. Dans le même temps, le coût du papier a grimpé, d'où certaines inquiétudes tout à fait compréhensibles vis à vis de l'augmentation des charges que génère ce service. Les espoirs que suscite le minitel sont résumés par Catherine BERTO dans son ouvrage *Télégraphes & téléphones* (1981, Livre de Poche) : «*...on remettra en 1981 à tous les abonnés d'Ille-et-Vilaine un petit appareil relié au réseau téléphonique comportant un clavier et un petit écran de télévision. Comme on ouvre l'annuaire à la page Dupuy et que l'on cherche 'le' Dupuy du 6, rue des Merisiers, on pianotera Dupuy (...) et on verra le numéro s'afficher. Avec deux avantages. D'abord les nouveaux abonnés n'attendront pas un an pour figurer à l'annuaire ; ensuite on pourra consulter sur l'écran l'annuaire de tous les départements. C'est une première mondiale et l'on espère bien à la D.G.T. que si le petit terminal dont la commande est passée à cette occasion marche, les industriels pourront le vendre dans le monde entier et que les acquéreurs verront s'afficher sur l'écran bien autre chose que des numéros de téléphone.*»



La fibre optique