

Elect

avril 1992
22 F/160 FB/7,80 FS
mensuel

explorez l'électronique



amplificateur téléphonique avec circuit imprimé



SOMMAIRE ELEX N°43

- 7 ➤ *Ellexprime* avec l'essentiel de la norme de codage des composants
- 21 ➤ mots croisés
- 60 ➤ petites annonces gratuites

I · N · I · T · I · A · T · I · O · N

- 4 ➤ Rési & Transi : bande dessinée
- 17 ➤ système K : un générateur sinusoïdal
- 24 ➤ mini-circuit : zener de puissance
- 32 ➤ le fonctionnement d'une veilleuse à gaz
ou le principe de la thermo-électricité
- 43 ➤ préamplificateur sans souffle
- 46 ➤ la doc ad hoc : fiche de caractéristiques du LM386
- 50 ➤ dis donc : le volant magnétique

R · É · A · L · I · S · A · T · I · O · N · S

- 12 ➤ émetteur FM expérimental
- 14 ➤ temporisateur universel
- 22 ➤ ohmmètre sonore
- 25 ➤ alarme pour congélateur
- 28 ➤ testeur de FET
- 36 ➤ **wobulateur**
avec dessin de circuit imprimé
- 44 ➤ amplificateur téléphonique avec circuit imprimé
- 51 ➤ pense-bête électronique
- 54 ➤ détecteur de largeur d'impulsion



elexprime

Chers amis d'Elex,
Je crois que je peux vous appeler chers amis car bien que vous ne me connaissiez pas, moi je vous suis pas à pas depuis avril 88 (n°1) et suis abonné depuis le n°3. Je ne cacherai à personne que je suis également abonné à Electronique Pratique et que je possède pratiquement tous les RadioPlans jusqu'en 81. Mais, finances obligent, on ne peut pas tout collectionner. Je pense que si je ne devais conserver qu'une revue, ce serait la vôtre : je la trouve fraîche, jeune, claire et simple, et surtout, ce qui est très important de nos jours où les gens ne savent plus rire, pleine d'humour. Mais un humour sain et spirituel, contrairement à d'autres sortes d'humour gras et grinçant sur lesquels je préfère ne pas m'attarder.

Après la pommade, qui bien que gratuite est profondément sincère, j'en viens aux buts de ma lettre (le pluriel n'est pas une erreur).

1°) dans Elexprime n°40, je lis avec horreur et stupéfaction qu'un lecteur parle d'un procédé hitlérien pour chien : le dressage par la douleur ! J'ai 5 chiens (des briards), ils travaillent tous et sont éduqués avec des morceaux de biscuits et des caresses. Les résultats obtenus me conviennent parfaitement même si mes chiens ne sont pas champions de France. Le début de votre réponse me satisfait, mais pour la suite, je conseillerais à ce lecteur de glisser les plaques électrifiées dans son slip et d'y brancher le 220 (ou 380). A Hitler, Hitler et demi... Touche pas à mon cabot...

2°) J'ai constaté que certains lecteurs (notamment Eugène) réclament de la couleur. Permettez-moi de donner mon avis sur la question : je suis imprimeur et très au courant des prix d'impression. Qui dit couleur dit quatre fois plus cher donc soit on augmente le prix du numéro, ou on réduit les articles, et on double le volume avec de la pub. Alimentaire mon cher Elexon ! Personnellement je préfère lire un livre intéressant en noir et blanc plutôt que trois pages en couleurs. Pour moi ne changez rien dans ce domaine. Pour de belles pages en couleurs, voir Play-Boy.

3°) J'ai construit le testeur de transistors du n°39. Il marche. Mais je me trouve devant un problème lorsque je veux tester un transistor totalement inconnu dans ma doc sur les caractéristiques et sur les équivalences. Je dois vous dire que je suis un fou de la récupération (re-finances obligent) et que je trouve plus jouissif de construire gratis plutôt que d'acheter tous les ingrédients ; autant acheter directement des kits. De plus je suis davantage praticien que théoricien en électronique. Je disais donc au sujet des transistors inconnus (style 2N216, 2N35, 2N193, ou références propres à la marque d'un appareil) comment reconnaître un NPN d'un PNP et quel en est le brochage ? A ce sujet serait-il possible de donner le brochage de tous les transistors utilisés dans un n°, même s'ils ont été donnés deux ou trois numéros avant. Ça ne prendrait pas trop de place dans un coin de schéma et ça éviterait des recherches. Pour les CI pas de problème, la broche 1 est indiquée et les autres suivent dans l'ordre.

4°) Je viens de construire un convertisseur 12/220 V selon ce schéma et, problème, je n'ai absolument rien à la sortie. L'ensemble batterie-convertisseur n'est pas monté sur une voiture.

Le transfo n'est pas à incriminer car il fonctionne au poil en alternatif dans un sens comme dans l'autre. Je peux également dire que je suis un peu spécialiste et amoureux des transfos depuis que j'ai découvert, voici plusieurs décennies (j'ai 55 ans) l'excellent livre "la construction des petits transformateurs" de

Marthe Douriau. Je possède des centaines de kg de transformateurs de toutes sortes et toutes tailles de récupération et depuis de nombreuses années, chaque fois que j'ai besoin d'un transfo quelconque, je le calcule et je le construis sur une machine à bobiner manuelle de ma création. Donc, mon convertisseur, mystère ! Le schéma est-il correct ? Où peut donc se cacher le piège ? Avez-vous un meilleur schéma à me proposer ?

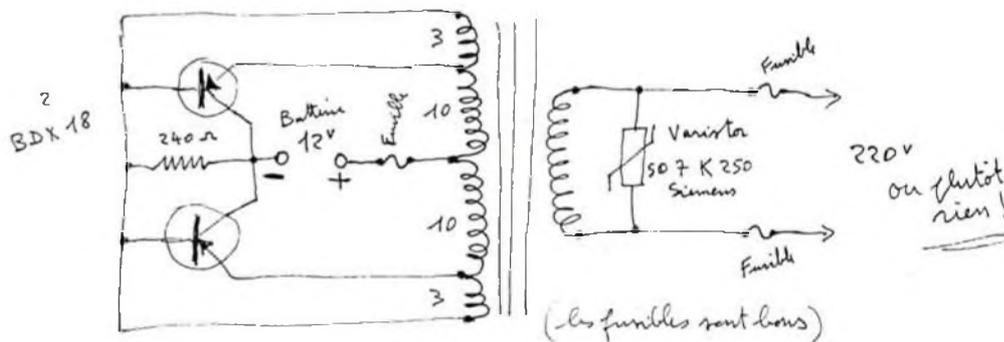
Voilà j'ai été un peu long, mais étant donné qu'Eugène a droit de cité dans vos colonnes, peut-être ai-je une chance moi aussi bien que je fasse moins de fautes que lui. A ce propos, vous devriez faire un référendum sur l'authenticité d'Eugène. Moi je vote pour la véracité du personnage car dans ma vie j'en ai vu des vertes et des plus mûres !...

Michel DE MARCHI
03700 BRUGHEAS



Votre vigilance et votre sensibilité vous honorent, mais, en le qualifiant d'hitlérien, vous réduisez l'ampleur du problème du "dressage par la douleur".

C'est sans doute plus compliqué que ça... Nous n'avons pas de compétence particulière en la matière, mais il est probable que l'équivoque sentence : « Si je te fais mal, c'est pour ton bien » existe, sous une forme ou une autre, depuis toujours et dans toutes les langues, sous toutes les latitudes et dans toutes les civilisations... Ce qui n'excuse et ne justifie d'ailleurs rien. N'oubliez pas non plus qu'on est toujours le nazi de quelqu'un : ainsi le seul mot de "travail" à propos d'animaux fera-t-il sur d'autres personnes l'effet qu'a sur vous l'évocation du dressage par la douleur. Nous regrettons en tous cas que vous n'ayez pas saisi que la deuxième partie de notre réponse dans Elexprime n° 40 n'était qu'ironie et persiflage. C'est pourquoi nous répétons qu'il est hors de question d'associer ELEX à une réalisation aussi funeste. Après la douleur, la couleur. Le débat là aussi est ouvert, tous les avis, même compétents, sont les bienvenus. Pour le brochage des transistors nous allons poursuivre et intensifier notre effort. Le plus souvent, le test dit "du doigt mouillé", décrit à plusieurs reprises dès les premiers numéros d'ELEX, doit vous permettre de dissiper les doutes. Quant à votre amour des transformateurs, nous craignons qu'il vous ait rendu aveugle : vous leur prêtez des vertus qu'ils ne peuvent avoir. Regardez les bases des deux transistors ; elles sont invariablement au même potentiel. Comment voulez-vous que ça oscille ! Dans le n°23 d'ELEX, de juin 1990, vous trouverez page 21 un circuit qui devrait vous plaire.



elexpress



Bien que non abonné, je suis un fidèle lecteur puisque je possède tous les numéros et je sais, à vous lire, que vous refusez de répondre par courrier à qui vous en fait la demande. Je vais donc prendre le risque (certain) de passer pour un ignare aux yeux de lecteurs plus avertis que moi, en vous posant les deux questions suivantes :

n°40 de janvier 92, page 41, récepteur PO (c'est mon péché mignon)

Que signifie fig 3 : L4 8mH2, alors que sur votre liste de composants vous écrivez L4 = 8,2 mH (barreau de ferrite de 10 ou 20 cm ø 1 cm). Si je ne m'abuse, le barreau en question est celui nécessaire aux bobinages d'accord et n'a rien à voir avec la self de 8,2 mH.

n°40 de janvier 92, page 47, alimentation

Toujours à mon avis d'ignare le régulateur doit être la référence 78L05, alors que c'est le bloc redresseur qui lui comporte le n°40 dont vous parlez à la suite page 48. C'est-à-dire 40 V pour 24 V au transfo ok ! et C5000 pour 5 ampères avec radiateur ou 33000 pour 3,3 ampères sans radiateur ?

Là encore remettez-moi dans le droit chemin si je m'égare. Merci d'avance et sans rancune pour votre réponse au grand jour (et à ma grande honte).

**D. BEAUGERAUD
78370 PLAISIR**



Vous feriez un bon correcteur d'épreuves ! Il s'agit bel et bien de coquilles que nos correcteurs n'ont pas signalées : un commando entier de mauvais génies de la composition et de la mise en page s'est mobilisé discrètement pour faire sauter une ligne, dans la liste des composants, à l'encombrant barreau de ferrite ; et si à l'avenir le cerveau de nos rédacteurs retrouve sa fermeté initiale, on peut espérer que plus jamais dans ELEX un redresseur ne sera appelé régulateur. Il est vraisemblable que celui qui a pondu cette coquille a passé plus de temps qu'il eût fallu à composer sur son écran le joli bandeau du titre de l'article (c'est tellement gratifiant), au détriment du temps qu'il convenait de consacrer à relire son texte en vérifiant quatre fois chaque mot (ce qui est plutôt frustrant)... Sachez encore que nous répondons volontiers par courrier, là n'est pas la question. Nos réticences portent sur l'efficacité d'un dépannage individuel par correspondance, et sur sa rentabilité compte tenu du volume important du courrier.

La notation "8mH2" pour "8,2 mH" relève d'une tradition ancienne de notre maison qui veut que, dans les schémas, on remplace la virgule par l'abréviation de l'unité de mesure. Cet usage est fondé sur deux particularités pratiques. Nous éditons nos schémas dans de nombreux pays à la fois, et nous sommes donc confrontés depuis longtemps aux problèmes d'harmonisation des législations européennes dont le commun des mortels commence à découvrir les charmes inépuisables ; en effet, à un bout du tunnel sous la Manche on met des virgules là où à l'autre bout du même tunnel on met un point* ; tandis que là où nous, gaulois, ne mettons de point que de plus en plus rarement, à savoir dans les grands nombres, entre les groupes de trois chiffres, d'autres peuplades mettent une virgule. Et d'une ! L'autre particularité technique déjà évoquée dans la rubrique **elixir**, est le risque de confusion entre d'une part les petits signes de ponctuation comme les points et les virgules, et d'autre part les inévitables chiures de mouche qui parsèment les schémas imprimés, souventes fois photocopiés et rephotocopiés. En remplaçant le signe décimal par le symbole, nous supprimons ce risque, au grand dam des puristes**.

*Ça ressemble d'ailleurs un peu aux 3,3° d'angle de pente de descente de l'A320 qui, par les vertus d'une confusion d'un genre bien répandu sur les systèmes informatisés, se changent en 3300 pieds/minute de vitesse de descente.

** Puristes qui nous appellent au passage que ce mot se prononce comme "dent" ou "dans" et non pas comme "dame" !

Vous nous rabattez les oreilles avec votre loi d'Ohm que vous mettez à toutes les sauces ; c'est sans doute très bien, mais il y a aussi la fameuse loi de Murphy que vous n'invoquez que rarement alors qu'elle régit tout, surtout en électronique. [...] Je n'en possède d'ailleurs pas l'énoncé complet. Pourriez-vous m'aider ?

**Henri GOLLO
05026 SAINT-MILLE VINCI**



Vous faites bien de nous rebattre (et non rabattre) les oreilles au sujet de Murphy et d'Ohm : ces deux-là sont bien noués ! L'énoncé de la loi de Murphy est aussi concis que ses corollaires sont nombreux et impitoyables : si quelque chose peut aller de travers, cela se produira sûrement. Nul n'est censé ignorer que cette loi s'applique inexorablement aux démonstrations en tous genres. L'un de ses corollaires spécifiquement électroniques va même jusqu'à affirmer que : au stade des spécifications, la loi de Murphy supplante la loi d'Ohm... C'est du moins ce que l'on trouve en page 5-28 du récent catalogue de SELECTION, la plus récente source de publication connue de nous, parmi quelques dizaines de corollaires retenus pour leur pertinence dans les domaines qui nous occupent. Comment, vous ne l'avez pas ? Il y a un bon de commande à la fin de ce numéro, vous savez ce qu'il vous reste à faire...

Je me permets d'attirer votre attention sur le point suivant. Dans votre mensuel, les composants CI de vos montages sont presque toujours identifiés numériquement, il semble que vous fassiez systématiquement abstraction des préfixes et suffixes alphabétiques. Un exemple parmi tant d'autres : dans le n°40 de janvier 92, page 15, dans la liste des composants du "loupiophone", vous mentionnez les IC1 = LF356, IC2 = 3130 et IC3 = 7812. Or dans le catalogue de Selectronic qui semble être très proche de vous,

car il est souvent fait mention de votre revue, on ne trouve que pour IC1 : LF356N, IC2 : CA3130 E et IC3 : MC7812CK. Il y a une ambiguïté qui ne facilite pas la commande de ces articles par correspondance. Je pose alors la question : l'identification numérique est-elle suffisante, ou lorsque celle-ci est complétée par un préfixe et suffixe alphabétique, s'agit-il de composants différents ?

**M. FRAINAY
78450 VILLEPREUX**



Décidément, rien n'échappe à votre attention de lecteurs passionnés. Ceci est encore un point dont il a déjà été question notamment dans la rubrique **elixir** mais qui méritait que l'on y revienne, ne serait-ce que pour constater que la question reste épineuse. Vous mettez le doigt dans la grenade et elle va vous sauter à la figure... Car s'il existe bien des normes internationales (Pro Electron), elles sont touffues, mal respectées (?) et il faut pas mal d'expérience pour s'y retrouver. Pour commencer, il convient de distinguer au moins trois niveaux d'information : primo la référence du composant proprement dit, secundo le code identifiant le fabricant et tertio les précisions complémentaires (boîtier, température, tolérances, etc). Les chiffres ne posent le plus souvent aucun problème. Pour les lettres en revanche, c'est la pagaille. Une même lettre peut relever tantôt d'une catégorie, tantôt d'une autre, notamment selon sa position, ce n'est pas simple du tout. Prenons les composants que vous citez, en commençant par le



LF356. Dans cette référence, le préfixe LF est le code donné par les fabricants (par exemple National Semiconductor) aux circuits linéaires à entrées Bifet. Le circuit est fabriqué par plusieurs fabricants différents sous cette même référence. Autrement dit, le LF n'est pas à proprement parler un code du fabricant, mais le code de la famille à laquelle appartient le circuit. Ceci paraît simple, logique, et pourtant... Prenons le célèbre 555, mentionné le plus souvent par la référence "NE555" : les lettres NE sont le code donné (par Signetics) à la famille de circuits à laquelle appartient le fameux temporisateur. Seulement voilà, si le L et le F du préfixe du LF256 correspondent sans surprise aux mots **linear** et **fet**, il se trouve que les préfixes NE, SE et SA indiquent chacun une plage de température (0 à 70°C pour le premier, -55°C à 125°C pour le second et enfin -40°C à +85°C) alors que cette fonction est réservée d'habitude à une lettre du suffixe.

Ça ne s'arrange pas, décidément... NE n'est pas le code identifiant un fabricant, aussi ce circuit portant la même référence NE555 pourra-t-il être fabriqué aussi bien par Texas Instruments que par Signetics ou d'autres, et il pourra être remplacé dans toutes ses applications par le SE555 ou le SA555 (l'inverse n'étant évidemment pas vrai). Faut-il en déduire qu'un tel suffixe n'est jamais un code d'identification du fabricant ? Pour le 7812 que vous mentionnez, le préfixe MC désigne Motorola et rien d'autre. Vous le retrouvez aussi bien devant la référence du modeste régulateur de tension que devant celle du prestigieux microprocesseur MC68000, ou encore devant celle du très spécialisé amplificateur de lecture pour lecteur de disquettes MC3470 du même fabricant, éventuellement fabriqué en seconde source, mais sous cette référence, par... Texas Instruments ou un autre. Une puce n'y retrouverait pas ses petits...

Le codage en vigueur pour les suf-

fixes est tout aussi embrouillé : ainsi le MC7812CK de Motorola a-t-il pour équivalent le LM7812CK de National, le C indiquant chez l'un et l'autre fabricant que la plage de température est "commerciale" (et non "militaire") et qu'elle s'étend par conséquent de 0° à 70°, tandis que le K correspond au boîtier TO3. Un T à la place de ce K indiquerait qu'il s'agit d'un boîtier TO220. Prenons maintenant le même produit chez Fairchild : serait-ce le μ A7812CK, puisque " μ A" est le préfixe de ce fabricant ? Raté ! C'est μ A7812KC... « Une vétille, direz-vous, je l'aurais reconnu malgré l'inversion des deux lettres ! ». Et bien si vous êtes si malin, que dites-vous par exemple du μ A7812CKC ? Vous ne dites pas "disez", mais vous ne dites rien d'autre non plus... car vous ne pouvez évidemment pas deviner que c'est lui qui correspond au MC7812CT, c'est-à-dire le modèle en boîtier TO220... Si vous n'êtes pas encore dégoûté, lisez donc la suite. Le CA3130 est un circuit de RCA comme le préfixe ne l'indique pas vraiment. Le suffixe E correspond, chez RCA et chez RCA seulement, au boîtier DIL en plastique. Il existe aussi le 3130T en boîtier TO5, et le 3130S en boîtier TO5 DIL-CAN. Et le CA3130A alors ? Plage de température particulière ? Non ! (Tous les CA3130 ont une plage militaire de -55°C à +125°). Autre boîtier ? Que nenni. Cette référence correspond à une version améliorée du circuit, aux caractéristiques d'entrée meilleures que celles du CA3130... Inutile d'allonger cette énumération. Nous aurions beau dresser des tableaux, recommander des références plus détaillées, les difficultés augmenteraient. Imaginez par exemple que, dans une liste de composants, nous demandions explicitement le CA3130E. Vous le commandez et vous recevez un CA3130 ou même un CA3130A. Que faites-vous ? « Pas bon, je le renvoie... » Et vous auriez bien tort, car le E, que vous aimeriez tant voir figurer sur le circuit intégré puisqu'il

aurait été indiqué dans la liste des composants, ne figure jamais sur le boîtier du composant, pas plus le K du 7812.

Croyez-nous : nos listes sont établies avec soin. Elles ne sont pas parfaites, il y manque certainement ici ou là une précision, mais dans l'ensemble nous y mettons tout ce qui doit y figurer. L'accumulation de précisions restrictives n'arrangerait rien.

AD	Analog Device,...
AY	General Instrument
EF	Thomson
HEF...	RTC (Philips)
ICL	Intersil
I	SGS - Thomson...
LF	Motorola, National, Texas...
NE, SE, SA...	Signetics (Philips) ...
SN, TL...	Texas Instruments
LH...	National Semiconductor
MB	Fujitsu
MC	Motorola
CA, CD ...	RCA
μ A...	Fairchild
TC...	Toshiba
TCA...	Siemens
XR...	Exar
ZN...	Ferranti

Voici néanmoins, au pas de course, une liste de préfixes de circuits analogiques qui vous permettra d'identifier quelques fabricants. Les codes accessoires (brochage et plage de température) divergent tant d'un fabricant à l'autre qu'il est impossible, dans le cadre de cette rubrique, d'en dresser un tableau cohérent. Ce travail a été fait, pourtant, et très bien présenté, par G. Féléto dans sa LISTE D'ÉQUIVALENCES DES CIRCUITS INTÉGRÉS publiée aux ÉDITIONS RADIO, mais c'est un ouvrage de quelque 860 pages, excellent au demeurant pour quiconque a un penchant pour les nomenclatures.

Cette réponse à votre question sur le codage des circuits intégrés nous servira de prétexte pour revenir ici sur le codage des semi-conducteurs discrets lequel est heureusement un peu plus cohérent que celui des circuits intégrés. Dans la foulée, nous vous proposons aussi quelques informations complémentaires sur la syntaxe des fiches de caractéristiques. L'électronique et ses systèmes de codage tolèrent heureusement cer-



tains à peu-près, tout comme le fait une langue écrite ou parlée. Une certaine redondance du message permet de compenser les probables erreurs de transmission. La lecture d'une fiche de caractéristiques, d'un schéma ou tout simplement d'un code de couleurs approximatifs peut néanmoins conduire à des erreurs parfois lourdes de conséquences. Qui n'a pas été intrigué par les hiéroglyphiques « V_{CCE} » et autres « I_{b(rms)} » que l'on trouve dans les tableaux ? Tout le monde convient de l'opportunité de symboliser un courant par la lettre I et une tension par la lettre V, mais savez-vous qu'il ne faut pas, par exemple, mettre des minuscules ou des majuscules à tort et à travers ? Lisez et vous verrez que plus la lumière sera forte, plus les zones d'ombre apparaîtront sombres.

Tous les composants ne répondent pas, dans leur dénomination, au code **PRO ELECTRON** ; les indications qui suivent sont valables néanmoins pour tous les semi-conducteurs discrets qui s'y tiennent. Il s'agit d'un code à deux lettres suivies par un nombre à trois ou quatre chiffres, lui-même complété par une lettre et un suffixe.

La première lettre désigne le type de matériau de l'élément actif du composant.

- « A » : GERMANIUM OU autre matériau à bande de 0,6 à 1,0 eV
- « B » : SILICIUM OU autre matériau à bande de 1,0 à 1,3 eV.
- « C » : ARSÉNIURE DE GALLIUM OU autre matériau à bande de 1,3 eV ou plus.
- « R » : matériaux composites

La deuxième lettre indique la catégorie du composant :

- « A » : diode (signal, faible puissance)
- « B » : diode (à capacité variable)
- « C » : transistor (faible puissance, fréquence audio)

- « D » : transistor (puissance fréquences audio)
- « E » : diode (tunnel)
- « F » : transistor (faible puissance, HF)
- « G » : divers (par exemple oscillateur)
- « H » : diode (télélectro-magnétique)
- « L » : transistor (puissance, HF)
- « N » : optocoupleur
- « P » : détecteur de rayonnement (photo transistor sensible)
- « Q » : générateur de rayonnement (LED)
- « R » : élément commutateur (par ex. thyristor, faible puissance)
- « S » : transistor (faible puissance, commutation)
- « T » : commande et commutation (par ex. thyristor, puissance)
- « U » : transistor (puissance, commutation)
- « X » : diode (multiplication)
- « Y » : diode (redressement, puissance) R_{thG} < 15°C/W
- « Z » : diode (référence de tension ou régulation; avec pour troisième lettre un
- « W » : diode de suppression de transitoires)

Le sens de la lettre qui suit le numéro de série du composant n'est pas défini par Pro Electron, sauf le R qui indique une tension inverse.

Vient le suffixe dont la signification varie selon la catégorie de semi-conducteur.

Pour les références de tension, les diodes de régulation de tension, le suffixe comporte une lettre et un nombre ; la lettre indique la tolérance nominale de la tension-Zener :

A = 1%, B = 2%, C = 5%, D = 10 %, E = 20% tandis que le nombre donne (en volts) la tension nominale. C'est la lettre V qui tient lieu de virgule décimale.

Pour les diodes de suppression de transitoires, le suffixe comporte un nombre (la lettre V y est utilisée comme virgule décimale) qui donne la valeur maximale recommandée pour la tension continue inverse.

Pour les diodes de redressement et les thyristors, le suffixe comporte un nombre qui donne la valeur maxi-

male en régime permanent de la tension inverse de crête ou celle de la tension de crête à l'état bloqué. L'inversion de polarité (R : anode reliée à la languette)

Les suffixes des deux autres catégories (détecteurs et émetteurs de radiation) n'apportent pas d'information déterminante en pratique.

d'après le document IEC n°48

Rappelons la signification des lettres utilisées pour symboliser les grandeurs électriques. Les trois principales sont I ou i pour le courant, V ou v pour la tension (voltage en anglais) et P ou p pour la puissance. On utilise la lettre minuscule pour les valeurs instantanées quand la grandeur varie dans le temps. Dans tous les autres cas, c'est la lettre majuscule qu'il convient d'utiliser.

Ces trois lettres sont suivies par un ou plusieurs indices dont voici les significations principales :

- A, a anode
- (AV), (av) valeur moyenne (average value)
- B, b base (le substrat sur les composants MOS)
- C, c collecteur
- D, d drain
- E, e émetteur
- F, f en sens direct (forward) que l'on retrouve dans le fameux h_{FE} des transistors, c'est-à-dire le gain en courant direct dans un circuit à émetteur commun grille, gâchette (gate)
- G, g cathode
- K, k valeur de crête
- M, m (en 3^e position) : la broche non mentionnée est en l'air
- O, o (en 1^e position) : Inverse (reverse)
- R, r (en 2^e position) : en régime permanent (repetitive)
- (en 3^e position) : avec une résistance de valeur connue entre la broche non mentionnée et la broche de référence
- (RMS, rms) root mean square
- S, s (en 1^e ou 2^e position) : source (sur les transistors à effet de champ)
- (en 2^e position) : en régime transitoire (non-repetitive) (pas pour les FET)

La règle est ce qui permet à un auteur de s'exprimer comme il l'entend.
L'ignorance de la règle empêche un auteur de s'exprimer comme il l'entend.
Déroger à la règle est impossible, puisque nul n'est tenu de lui obéir.
Jacques Drillon, traité de la ponctuation française, Paris, 1991

L'alphabet de l'électronicien

X, x
Z, z

(en 3^e position) : court-circuit entre la broche non mentionnée et la broche de référence circuit spécifié remplace R pour indiquer soit la valeur réelle soit de la tension de service, soit du courant, soit de la puissance de références de tension ou de diodes de régulation de tension.

Les indices doivent être en lettres majuscules pour :

- les valeurs continues.
Par exemple I_B
- les valeurs instantanées totales.
Par exemple I_B
- les valeurs moyennes totales.
Par exemple $I_{B(AV)}$
- les valeurs de crête totales.
Par exemple I_{BM}
- les valeurs de racine carrée moyenne totales.
Par exemple $I_{B(RMS)}$

Les indices en lettres minuscules sont réservées aux composantes variables pour :

- les valeurs instantanées.
Par exemple i_b
- les valeurs de racine carrée moyenne.
Par exemple $i_{b(rms)}$
- les valeurs de crête.
Par exemple i_{bm}
- les valeurs moyennes.
Par exemple $i_{b(av)}$

On ne mélange pas minuscules et majuscules dans un même indice. Les lettres correspondant aux noms des broches que l'on indique pour le courant (par exemple I_B ou I_C) et la tension (par exemple V_{BE}) doivent être les premières lettres (par exemple I_{bm} ou V_{bem}). Les courants et les tensions d'alimentation sont indiqués de préférence par la répétition de la lettre correspondant à la broche concernée : par exemple V_{CC} ou I_{EE} . S'il est nécessaire d'indiquer une broche de référence, on fait appel à une troisième lettre en indice. Par exemple V_{CC1} .

Quand un composant possède plusieurs broches homologues, il convient de préciser le numéro de la broche concernée en le plaçant après la lettre. Par exemple I_{B2} pour qualifier le courant continu de la base n°2, ou V_{B2-E} pour la tension continue entre la base n°2 et l'émetteur. Quand il s'agit au contraire de distinguer des broches homologues sur des composants différents, il est convenu de placer le numéro du composant avant la lettre. Par exemple I_{2C} pour désigner le courant continu du collecteur du second composant, ou V_{1C-2C} pour la tension continue entre le collecteur du composant n°1 et le collecteur du composant n°2. On notera au passage l'importance de la présence du trait d'union dans ce cas.

Les indices d'usage général sont peu nombreux :

- « F, f » : direct, transfert direct
- « I, i » (ou « 1 ») : entrée
- « L, l » : charge (load)
- « O, o » (ou « 2 ») : sortie (output)
- « R, r » : inverse, transfert inverse
- « S, s » : source

Les majuscules sont réservées aux indices désignant des valeurs statiques (courant continu) comme on le voit dans « I_{FE} », tandis que les minuscules désignent les valeurs de signaux faibles. Par exemple « i_{fe} ».

Pour conclure, énumérons les significations de quelques symboles fondamentaux :

- « C » : capacité
- « G, g » : conductance
- « H, h » : paramètre hybride (que l'on retrouve par exemple dans le fameux h_{FE} des transistors)
- « L » : inductance
- « R, r » : résistance
- « X, x » : réactance
- « Z, z » : impédance

On réserve ici les minuscules à la représentation de paramètres électriques inhérents au composant (sauf pour les inductances et les capacités), tandis que les majuscules sont utilisées pour toutes les inductances et toutes les capacités, ainsi que pour les paramètres électriques de circuits extérieurs au composant considéré, ou de circuits dont ce composant fait partie.

Quant à la proximité des maisons Elex et Selectronic que vous évoquez dans votre lettre, il faut s'en féliciter. Vous les lecteurs de notre mensuel qui êtes aussi clients de nos annonceurs, vous en profitez le plus, notamment par les kits dans lesquels figurent tous les composants requis. A ce propos, nous avons le plaisir de vous signaler aussi que, depuis le n°36, les kits des montages d'ELEX sont disponibles auprès de **la société PSC à Chaulmont** dont vous trouverez les coordonnées précises dans une annonce publicitaire ailleurs dans ce numéro. Bonne nouvelle, non ?



générateur sinusoïdal

pour les mesures et les tests dans le système K

expérimentation avec le
système

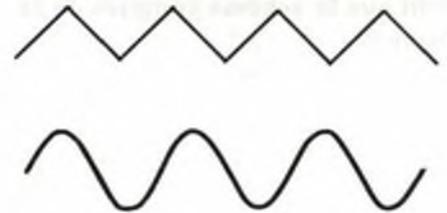


Les oscillations sinusoïdales reviennent souvent dans nos colonnes, parce que toute oscillation, quelle que soit sa forme, est constituée de sinusoïdes. Les procédés de fabrication de ces oscillations sont nombreux, chacun avec ses avantages et ses inconvénients. Les bons générateurs, c'est-à-dire ceux qui présentent à la fois une bonne stabilité d'amplitude et un faible taux de distorsion, ne sont pas particulièrement simples ni bon marché. La construction que nous vous présentons dans cet article est un bon compromis entre les performances et le prix de revient ; vous le constaterez en jetant un œil à la liste des composants. Leur prix est relativement modique, si on le rapporte aux caractéristiques techniques du circuit. Comparé au générateur de fonctions présenté au mois de janvier, celui-ci présente plusieurs avantages : il est proposé avec un dessin de circuit imprimé, il se monte simplement dans une alvéole du système K, et surtout il montre le fonctionnement de la boîte noire qu'est le circuit intégré 2206.

zig-zag

Notre générateur n'est pas vraiment un générateur sinusoïdal, il s'agit en fait d'un générateur triangulaire dont le signal est mis en forme. La ligne brisée de la figure 1 n'a pas grand chose à voir avec une sinusoïde, si ce n'est qu'elle représente une tension alternative. La croissance et la décroissance de la tension sont linéaires. La transformation de cette courbe triangulaire en courbe sinusoïdale peut se faire avec très peu de composants ; nous y reviendrons.

Comment tirer une sinusoïde (figure 2) d'un triangle ? Les deux courbes se ressemblent bien un peu ; elles se ressembleraient davantage si les pointes étaient un peu émoussées. C'est ici que le conformateur qui se trouve dans le circuit apporte sa contribution : il rabote, à l'aide de quelques diodes, les pointes gênantes. Pour com-



Figures 1 et 2 - La courbe de tension en fonction du temps d'un signal triangulaire. Cette forme d'onde est bien connue car elle se présente souvent en électronique. La courbe sinusoïdale est comparable à celle du triangle, à l'exception des pointes, qui sont arrondies.

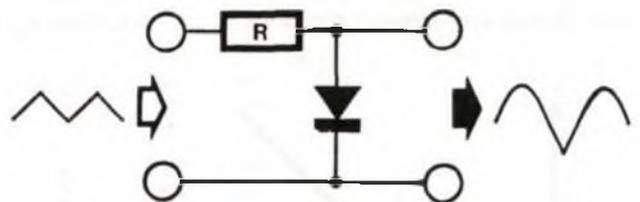
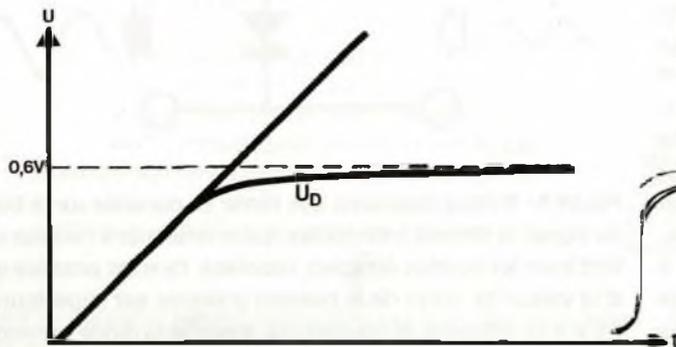


Figure 3 - Si nous disposons une diode en parallèle sur le trajet du signal, la tension triangulaire qui se présente à l'entrée ressort avec les pointes écrêtées, rabotées. Ce n'est possible que si la valeur de crête de la tension d'entrée est supérieure à 0,6 V. À ce moment, le courant qui traverse la diode provoque une chute de tension dans la résistance.

O.T.A.

prendre le procédé, il faut se reporter à la figure 3. Le circuit comporte une diode et une résistance. Tout électronicien sait qu'une diode ne commence à conduire dans le sens direct que si la tension à ses bornes dépasse le seuil de 0,6 V. Il doit savoir aussi que ce passage à l'état conducteur n'est pas brutal, mais progressif. La diode de la figure 3 représente un court-circuit à la masse, mais seulement si la tension est supérieure à 0,6 V. Elle ne commence à conduire qu'à ce moment, sans court-circuiter totalement le signal : la tension de seuil subsiste. La figure 4 montre la tension aux bornes de la diode quand la tension d'entrée (de la figure 3) croît régulièrement de zéro jusqu'à une tension supérieure à celle du seuil. La progressivité de l'entrée en conduction est évidente. Comme une onde triangulaire ne comporte pas de pointes seulement en haut, mais aussi en bas, il faut deux diodes pour les arrondir, comme sur la figure 5. La forme d'onde qui en résulte commence à ressembler, de loin, à une sinusoïde. Le procédé demande à être encore raffiné. Tous les détails se trouvent sur le schéma complet de la figure 6.

Figure 4 - La courbe caractéristique d'une diode. Alors que la tension appliquée croît régulièrement, la tension aux bornes de la diode ralentit sa montée pour devenir une asymptote à une droite horizontale à 0,6 V : elle s'en approche de plus en plus sans jamais l'atteindre.



L'acronyme OTA signifie *Operational Transconductance Amplifier*, ou amplificateur opérationnel à transconductance. Ces amplificateurs permettent de construire des circuits relativement complexes avec peu de composants. Ils trouvent leurs applications dans les filtres ou les amplificateurs à gain commandé par une tension, toutes applications destinées souvent à la musique électronique. L'OTA partage avec l'amplificateur opérationnel le symbole à deux entrées et une sortie. Sa caractéristique particulière est que la différence de tension entre les entrées ne détermine pas une tension de sortie, mais un courant de sortie. Le rapport entre le courant de sortie et la tension à l'entrée s'appelle transconductance, il caractérise l'OTA comme le gain caractérise l'amplificateur opérationnel. Parmi les OTA, le LM13600 présente une particularité : la transconductance est réglable par l'injection d'un courant. Plus le courant injecté à la broche 1 (ou 16) est important, plus le courant de sortie est important, pour une même tension d'entrée. Dans ce cas particulier, la transconductance peut prendre des valeurs comprises entre 10 μ A (sortie) par volt (entrée) et 10 mA/V, suivant que le courant de commande est de 1 μ A ou de 100 mA. Le LM13600 comporte deux amplificateurs à transconductance identiques, utilisés tous les deux pour construire le générateur de signaux triangulaires. La tension déterminée par le potentiomètre P1 est convertie par l'amplificateur A1 en un courant qui vient piloter le premier OTA. Le courant qui en sort est d'autant plus intense que la tension est élevée. Ce courant, constant pour une position donnée du curseur du potentiomètre, charge le condensateur choisi par S1 parmi C1, C2, C3 et

C4. Un condensateur chargé par un courant constant présente à ses bornes une tension dont la croissance est linéaire, ce qui correspond à la phase ascendante de la tension triangulaire.

Comment est produite la pente descendante de la tension triangulaire ? C'est ici qu'intervient le frère siamois de l'OTA. Son entrée non-inverseuse voit une tension UX déterminée par la résistance R18. Si la tension de son entrée inverseuse (identique à celle du condensateur) vient à dépasser UX, l'OTA2 bascule : sa sortie prend la polarité opposée. Comme l'entrée non-inverseuse de l'OTA1 est reliée à la sortie du deuxième, son courant de sortie change de signe : le condensateur en service se décharge, toujours à courant constant, suivant une courbe linéaire. Ces phénomènes se répètent périodiquement, si bien que le montage peut être considéré comme un oscillateur auto-entretenu. La fréquence de cet oscillateur est réglable par le choix du condensateur, puisque sa tension croît d'autant moins vite que sa capacité est élevée, et par le potentiomètre P1, puisque le courant de charge varie en fonction de la tension sur l'entrée de commande. L'oscillateur est donc un VCO ou oscillateur commandé en tension (*Voltage Controlled Oscillator*). La tension de commande, au lieu d'être fixée par le potentiomètre, peut aussi bien provenir d'une source extérieure. Les deux transistors entre les broches 7 et 8 sont utilisés comme suiveur de tension pour alimenter le potentiomètre P2 sans prélever de courant sur le condensateur de l'oscillateur. Le potentiomètre P2 sert à régler l'amplitude de la fraction de signal triangulaire.



gulaire qui sera appliquée au conformateur à diodes. La broche 9 du circuit intégré délivre un signal rectangulaire utilisable comme signal de synchronisation pour un oscilloscope.

Nous disposons d'un signal triangulaire qu'il nous reste à transformer en signal sinusoïdal. Il est appliqué à un amplificateur opérationnel qui sert de tampon : il reproduit le signal à basse impédance sans charger, lui non plus, le condensateur. Il parvient enfin au réseau de diodes qui va l'écarter et l'arrondir. Il n'y a plus deux diodes, comme au début, mais six. Pourquoi cette débauche de moyens ? Les diodes commencent à produire leur effet d'écarter progressivement, par étages. Au fur et à

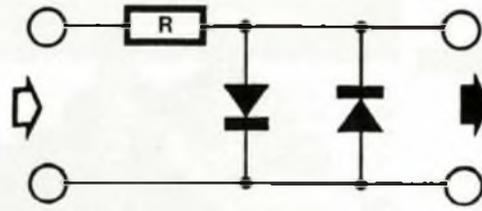


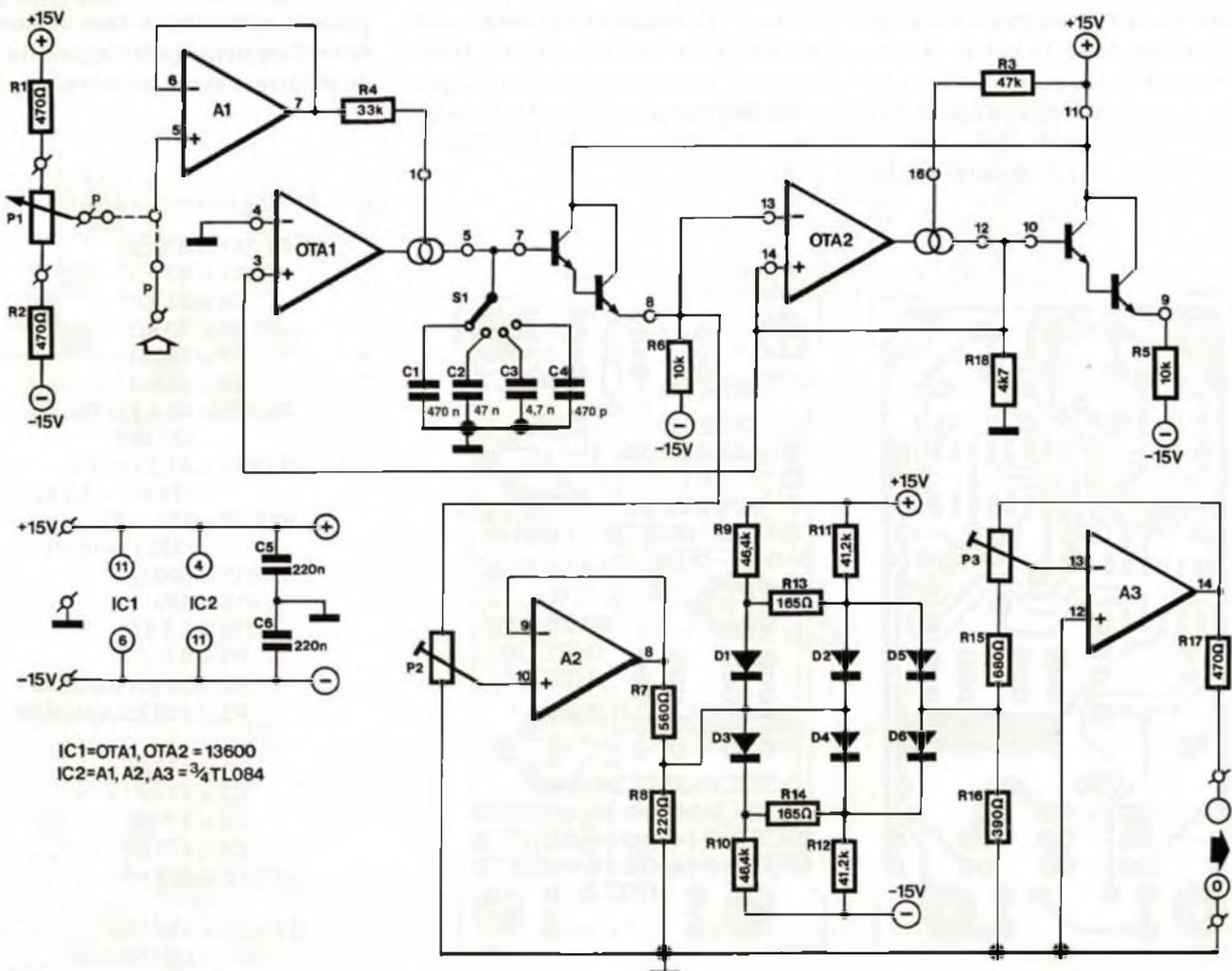
Figure 5 - La combinaison de deux diodes tête-bêche permet l'écarter des deux pointes du signal triangulaire, aussi bien inférieure que supérieure.

mesure que la tension augmente, les différents étages commencent à conduire l'un après l'autre, si bien que le triangle s'aplatit de plus en plus pour se rapprocher de la forme sinusoïdale. Le dernier amplificateur opérationnel sert

à la fois de tampon de sortie et de réglage de l'amplitude, par P3. Il n'est pas possible d'utiliser P2 à cette fin, car il modifie à la fois la forme et l'amplitude du signal sinusoïdal : si l'amplitude est trop faible, inférieure à 0,6 V, le conformateur n'agira pas et le triangle restera inchangé. Si l'amplitude est trop forte,

le conformateur restituera quelque chose de plus proche du carré que du sinus, avec des fronts très raides et une sorte de plateau. Le réglage de P2 est donc très important, il doit être fait soigneusement, avec un oscilloscope et une tension sinusoïdale de référence, par exemple celle du secteur, au secondaire d'un transformateur abaisseur. À défaut d'oscilloscope, vous pouvez vous fier à votre oreille, si vous disposez d'un oscilloscope, vous pouvez vous

Figure 6 - Le schéma. L'oscillateur qui produit le signal triangulaire est construit autour de deux amplificateurs à transconductance. Le conformateur ne comporte pas deux diodes, mais six, ce qui réduit le taux de distorsion (l'écart entre l'onde produite et une sinusoïde pure). Le générateur triangulaire et le conformateur à diodes utilisent exactement les mêmes principes que le circuit intégré XR2206 que nous avons déjà utilisé.



IC1=OTA1, OTA2 = 13600
IC2=A1, A2, A3 = 3/4 TL084

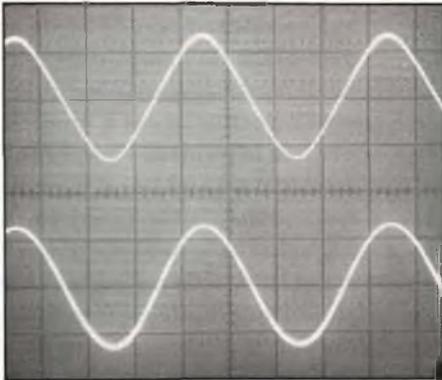
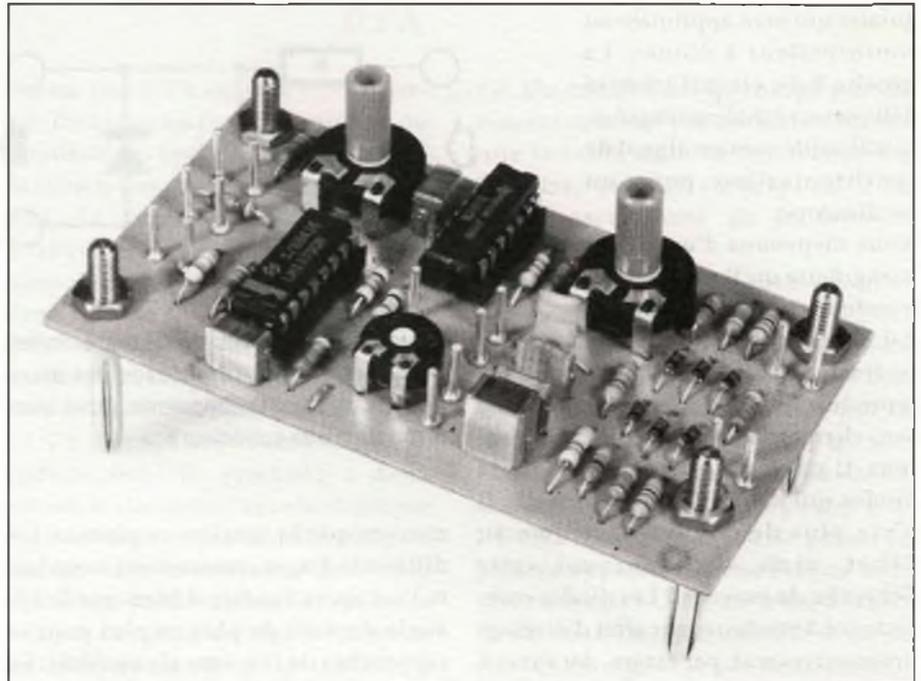


Figure 7 - La courbe supérieure est celle de notre générateur, comparée à celle d'un générateur de laboratoire. Les différences visibles sont minimales, et pratiquement Inaudibles.



exercer l'oreille. Appliquez le signal à un amplificateur quelconque et écoutez : le son du sinus est le plus pauvre de tous, comme absent et sans volume. Écoutez par comparaison le signal triangulaire et le signal carré.

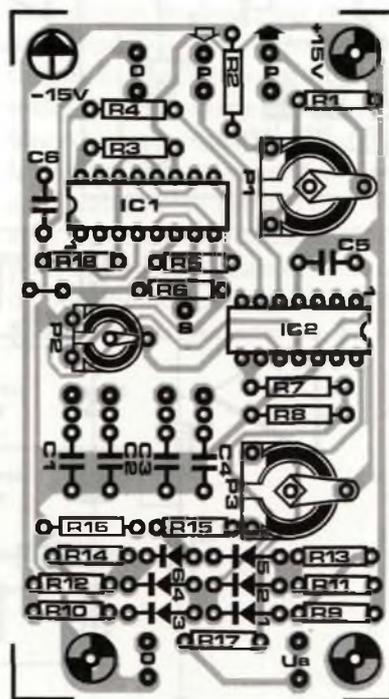
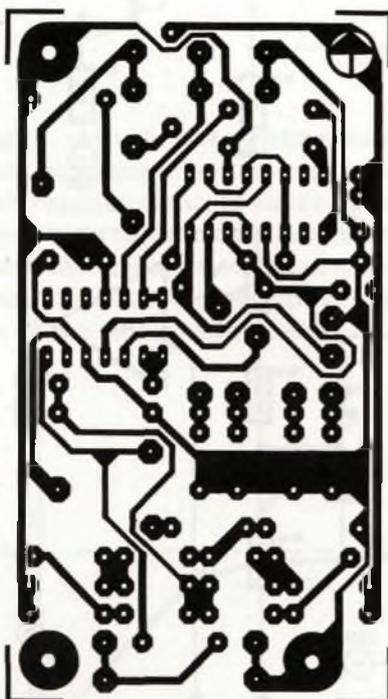
Ce générateur est destiné au système K, où il trouve automatiquement son alimentation de +/-15 V. Il peut aussi fonctionner de façon autonome, pourvu qu'il soit alimenté par deux tensions symétriques de 12 V au minimum. Le pont P est établi ou sup-

primé suivant le mode de fonctionnement désiré : établi pour une commande de fréquence par le potentiomètre P1 ou supprimé pour la modulation de la fréquence par une source de tension extérieure.

Une remarque, pour finir, sur les valeurs inhabituelles des résistances R9 à R14. Ce sont des valeurs théoriques, obtenues par le calcul, que vous pouvez reconstituer par l'assemblage en série des valeurs standard

données entre parenthèses dans la liste de composants.

Naturellement, le taux de distorsion de notre générateur n'est pas nul, car la courbe obtenue (figure 7) n'est pas une sinusoïde pure ! Cependant la qualité reste largement suffisante pour la plupart des applications dans un laboratoire d'amateur, qu'il s'agisse du test de montages audio ou autres. 86681



liste des composants

- R1, R2, R17 = 470 Ω
- R3 = 47 kΩ
- R4 = 33 kΩ
- R5, R6 = 10 kΩ
- R7 = 560 Ω
- R8 = 220 Ω
- R9, R10 = 46,4 kΩ 1% (47 kΩ)
- R11, R12 = 41,2 kΩ 1% (39 kΩ + 2,2 kΩ)
- R13, R14 = 165 Ω 1% (150 Ω + 15 Ω)
- R15 = 680 Ω
- R16 = 390 Ω
- R18 = 4,7 kΩ
- P1 = 5 kΩ
- P2 = 25 kΩ variable
- P3 = 100 kΩ variable

- C1 = 470 nF
- C2 = 47 nF
- C3 = 4,7 nF
- C4 = 470 pF
- C5, C6 = 220 nF

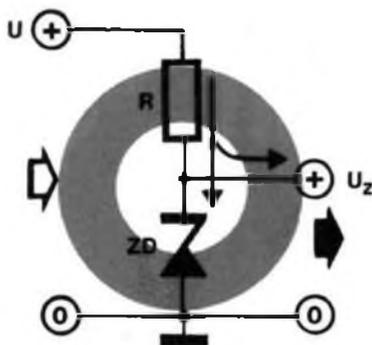
- D1 à D6 = 1N4148
- IC1 = LM13600
- IC2 = TL084

mini-circuits

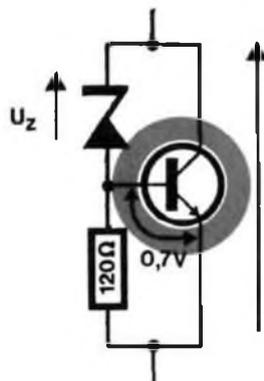
zener turbo

elex

Aimez-vous les diodes zener ? La réponse à cette question est sans doute oui, car quelle raison un amateur d'électronique aurait-il de ne pas apprécier ce composant simple et facile à mettre œuvre ? La diode zener appartient en effet à cette catégorie de composants devant lesquels les débutants ne se sentent généralement pas trop rebutés : ils la trouvent très efficace et très facile d'accès. En théorie et en pratique. Les premiers signes d'irritation se manifestent quand notre brave semi-conducteur, discret mais actif, n'arrive plus à suivre en raison de la puissance à dissiper. Les modèles les plus courants ont une puissance nominale de 400 mW, et on trouve facilement des modèles pour 1, 3 ou même 5 W. Ce paramètre est important pour les diodes zener, car il n'est pas rare qu'on leur demande de fonctionner à forte puissance en régime permanent, alors que pour bien d'autres semi-conducteurs, les fortes puissances ne sont qu'intermittentes. Si vous réfléchissez à cela, vous découvrirez même une situation paradoxale : la diode zener doit dissiper les puissances les plus fortes précisément quand le circuit dont elle régule la tension consomme lui-même le moins de courant. C'est en effet quand l'intensité du courant consommé augmente que la chute de tension est la plus forte et que par conséquent la zener a le moins de travail. En revanche, quand la tension d'alimentation revient à sa valeur de repos hors charge, c'est à la zener que l'on demande de faire circuler le courant nécessaire pour abaisser cette tension à sa valeur nominale. Le schéma de la figure 1 ci-contre donne la configuration classique de la diode



≡



Ne vous y méprenez donc pas : moins vous chargez un circuit de régulation de tension par diode zener, plus... vous le chargez ! Le mini-circuit qui fait l'objet de cette rubrique ce mois-ci (interrompue le mois dernier par manque de place, veuillez nous en excuser) est un truc de conception auquel vous pourrez avoir recours chaque fois que vous aimeriez mettre en œuvre une diode zener, mais que vous ne disposez pas du modèle de puissance appropriée. Avec le circuit de la figure 2, nous demandons tout bonnement à un transistor de faire le gros travail sous la surveillance de la zener. La puissance dissipée par ce dispositif atteint maintenant l'équivalent de la puissance initiale de la zener multipliée par le gain en courant du transistor, soit un gain d'au moins 20. Il faut bien entendu s'assurer de ne pas surcharger le transistor à présent, sinon... couic ! Ainsi le BC140 ou le BC160 dissipent-ils 3,7 W, mais avec un BD135 (ou 136, 137, 138 ou 139) muni d'un radiateur pour le refroidir, on arrive sans peine à 12 W, ce qui couvre la plupart des besoins. Les grosses puissances pourront être fournies à l'aide d'un TIP3055, bête de somme s'il en est, qui refroidi dissipe ses 100 W à l'aise.

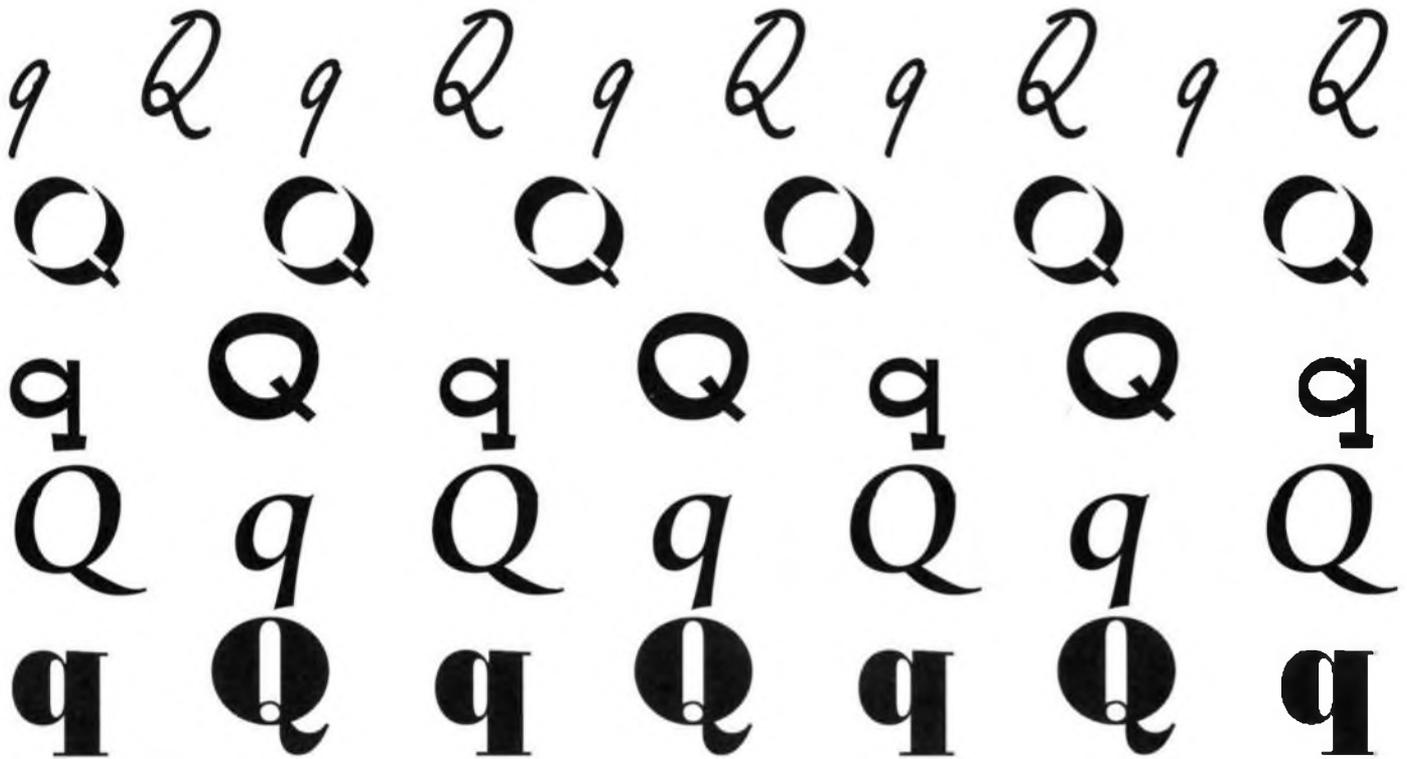
L'inconvénient majeur de ce dispositif, c'est indiqué sur le schéma ci-contre, est l'augmentation de 0,7 V du seuil de tension. Il est recommandé de monter le transistor et la diode en contact thermique l'un avec l'autre. On obtient ainsi la compensation automatique des éventuelles variations de tension dues à des fluctuations de la température

zener dans sa fonction de réducteur de tension. La tension d'entrée U (à gauche) est ramenée à la valeur nominale stable U_z déterminée par la diode zener. Le courant fourni par la source se divise en deux comme le symbolisent les flèches : la résistance de limitation du courant R voit circuler l'intensité totale ; ensuite, une partie du courant passe par la zener, l'autre passe dans la charge alimentée par U_z . Il est clair que moins l'intensité de ce courant-là sera forte, plus il faudra qu'augmente l'intensité du courant à travers la zener. Et inversement.

La puissance dissipée par ce dispositif atteint maintenant l'équivalent de la puissance initiale de la zener multipliée par le gain en courant du transistor, soit un gain d'au moins 20. Il faut bien entendu s'assurer de ne pas surcharger le transistor à présent, sinon... couic ! Ainsi le BC140 ou le BC160 dissipent-ils 3,7 W, mais avec un BD135 (ou 136, 137, 138 ou 139) muni d'un radiateur pour le refroidir, on arrive sans peine à 12 W, ce qui couvre la plupart des besoins. Les grosses puissances pourront être fournies à l'aide d'un TIP3055, bête de somme s'il en est, qui refroidi dissipe ses 100 W à l'aise.

L'inconvénient majeur de ce dispositif, c'est indiqué sur le schéma ci-contre, est l'augmentation de 0,7 V du seuil de tension. Il est recommandé de monter le transistor et la diode en contact thermique l'un avec l'autre. On obtient ainsi la compensation automatique des éventuelles variations de tension dues à des fluctuations de la température

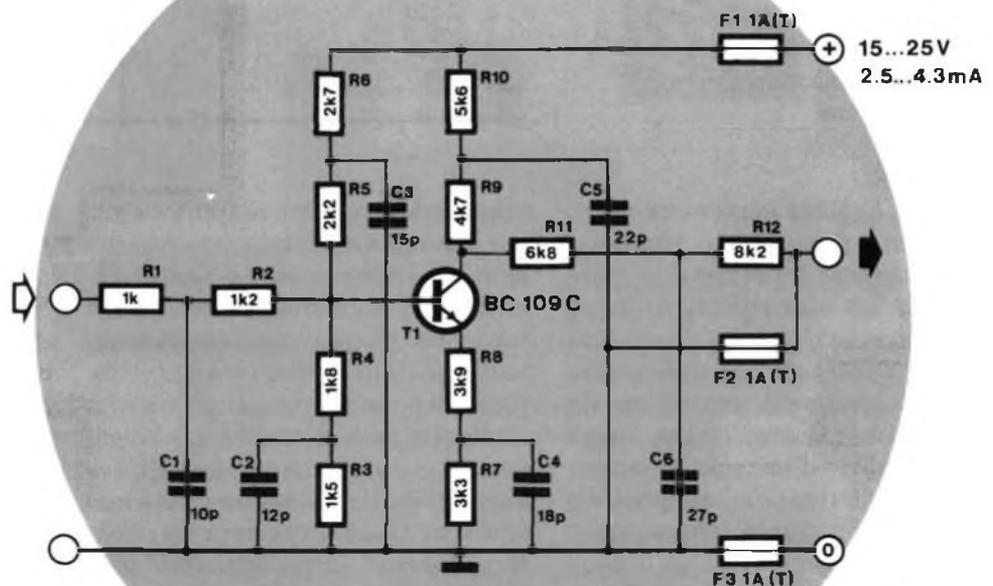
Votre page de Q



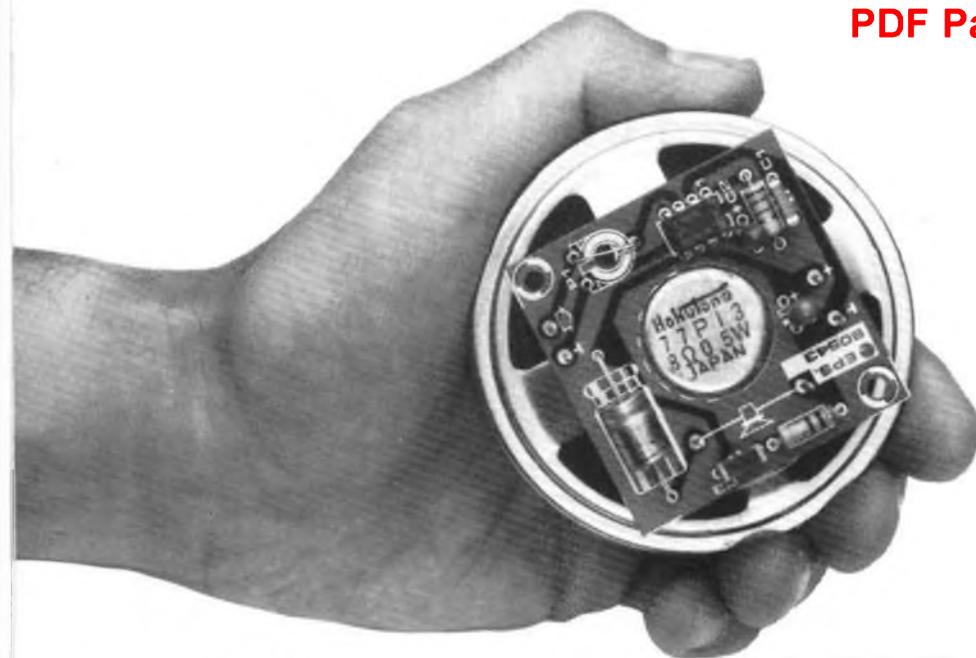
▲ Inouï ! ▲

préampli sans souffle

Parmi les domaines d'application de l'électronique, et plus particulièrement des amplificateurs, il en est, comme l'audio ou la mesure, qui requièrent des montages presque ou totalement exempts de souffle. Le montage proposé ci-dessous n'est peut-être pas parfait, mais les mesures donnent des résultats flatteurs. Nos appareils de mesure les plus sensibles n'ont pas pu détecter le moindre souffle ($k \leq 1$ dB). Nos recherches continuent et nous espérons venir à bout du dernier problème : le gain du montage est nul.



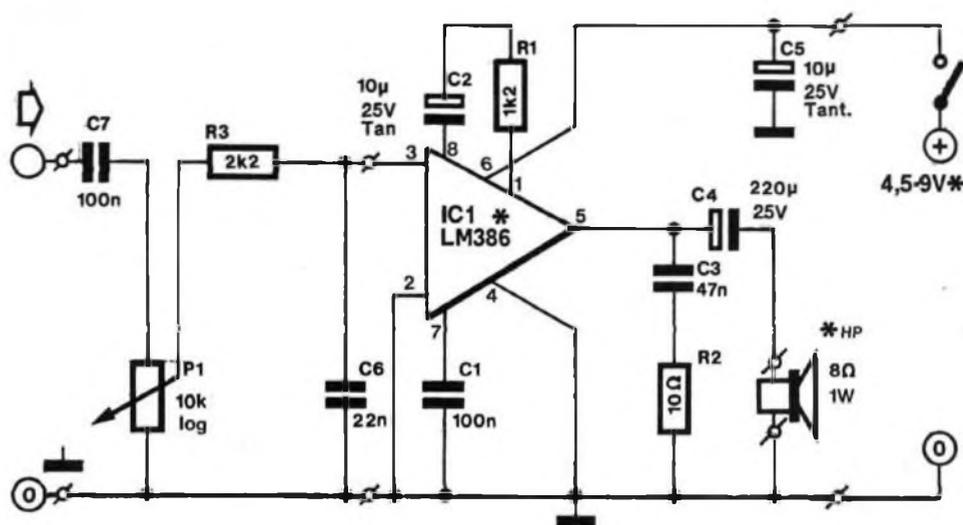
Un circuit préamplificateur dont le souffle est extraordinairement bas (< 1 dB). Signe d'une conception sérieuse : les tolérances des composants n'influencent nullement sur les résultats des mesures, au point que la qualité du montage est totalement indépendante de la nature des condensateurs, et que les résistances à couche de carbone donnent les mêmes résultats que celles à couche métallique.



mini amplificateur

téléphonique ou pour d'autres usages

Figure 1 - Le schéma reprend la note d'application du fabricant du circuit intégré. Tout, ou presque, se passe dans le petit boîtier à 8 broches, si bien que le nombre de composants extérieurs est minime.



Un amplificateur carrément petit, aussi bien par la puissance que par les dimensions. Il permet de rendre audibles les signaux de sources audio diverses, comme des récepteurs de radio simples, des oscillateurs, des orgues ou des carillons de porte. Dans beaucoup de cas, il sera même possible d'installer l'amplificateur à l'intérieur de l'appareil. Le rôle d'amplificateur téléphonique lui va comme un gant.

Il existe des amplificateurs de toutes sortes et de toutes tailles. Malheureusement, tout ce que vous pouvez trouver dans le commerce présente une puissance minimale de 25 watts.

Pour un bon nombre d'applications, des modèles de cette puissance ne sont pas indispensables ; pour certaines, ils sont même totalement inadaptés. Nous avons déjà décrit un amplificateur « Mi-Fi » (elex n°36, page 32) pour des puissances de 1,5 à 15 W. La puissance de 1,5 W est encore excessive quand quelques dizaines ou centaines de milliwatts suffisent. C'est le cas pour les petits récepteurs et autres appareils portables, dans lesquels une consommation modérée est plus intéressante qu'une forte puissance. À cela s'ajoute le fait que les petits haut-parleurs de 2 ou 3 pouces de diamètre qui

sont « bâtis à l'intérieur* » des appareils de poche ne supportent que rarement des puissances supérieures à 0,5 W. Bref, tant qu'il ne s'agit que de rendre audibles à faible distance des signaux déterminés, un amplificateur minuscule convient, avec l'avantage accessoire que sa consommation, minuscule elle aussi, permet l'alimentation par des piles.

*Traduction littérale de l'anglais built-in (incorporé) par un certain Ichbiah qui sévit dans la presse informatique.

le schéma

Le schéma de notre mini-amplificateur est donné par la figure 1. Le commentaire du schéma sera à la mesure du nombre de composants nécessaires : pas grand chose, puisque l'essentiel se trouve dans l'unique circuit intégré. Comme nous supposons que le fabricant a bien fait son travail, nous ne nous occuperons pas de ce qu'il a mis dedans. Les plus curieux peuvent se reporter à la rubrique *la doc. ad hoc* qui traite du LM386, de ses différentes versions et de diverses applications.

Nous nous intéresserons aux quelques composants extérieurs nécessaires au fonctionnement du circuit intégré : six condensateurs et trois résistances. Le réseau R1/C2 qui relie les broches 1 et 8 détermine le gain en tension de l'amplificateur. Sans ce réseau, le gain est fixé par construction à 20 fois. Les

haut-parleur. Le réseau R2/C3, dit réseau de Boucherot, assure la stabilité de l'amplificateur dans le haut de la plage de fréquences. Son impédance diminue quand la fréquence

trop de fréquences hautes, vous pouvez vous en tenir au potentiomètre prévu sur la platine, avec le curseur relié directement à la broche 3 du circuit intégré. Dans l'utilisation comme amplificateur téléphonique, le réseau passe-bas est nécessaire pour bloquer les signaux radios que captent les fils de l'installation. Dans les applications audio avec un gain relativement faible, la qualité du son peut être améliorée en ramenant à 10 nF la valeur de C6.

La tension d'alimentation, de 4,5 V à 9 V, est fournie par un bloc secteur ou une pile. La consommation est assez faible pour qu'une pile compacte de 9 V supporte des heures et des heures de fonctionnement.

la construction

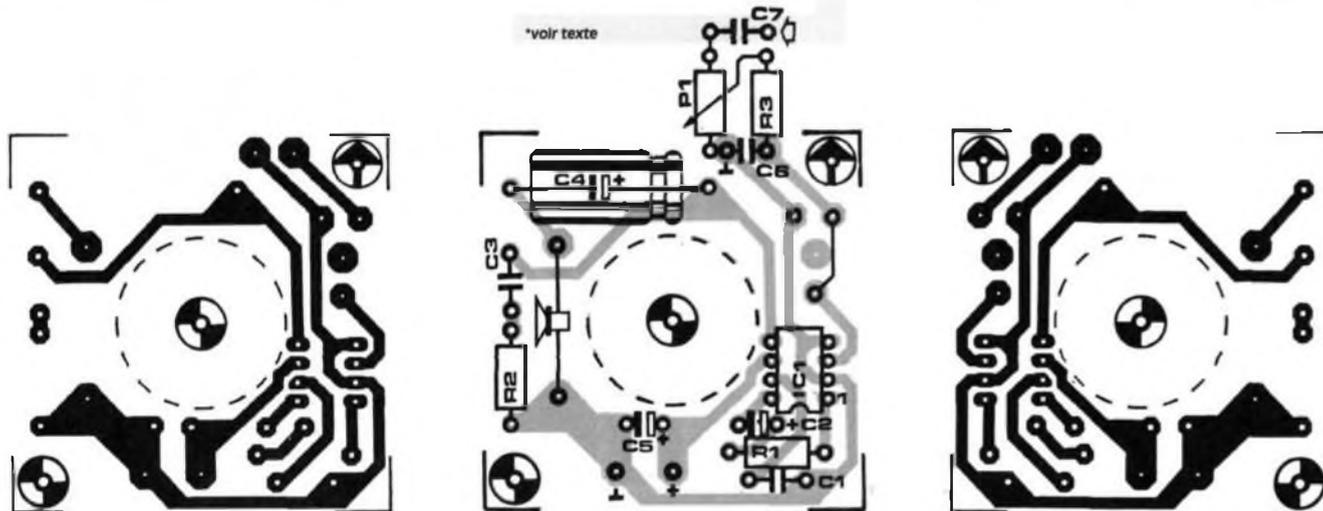
Un circuit imprimé spécial a été dessiné pour cet amplificateur (figure 2).

liste des composants

R1 = 1,2 k Ω
R2 = 10 Ω
R3 = 2,2 k Ω
P1 = 10 k Ω log.

C1, C7 = 100 nF
C2, C5 = 10 μ F/25 V (tantale)
C3 = 47 nF
C4 = 220 μ F/25 V
C6 = 22 nF (ou 10 nF)*

IC1 = LM386N-1
HP = haut-parleur miniature
8 Ω /1 W*
circuit imprimé
panne Remy



valeurs du schéma donnent un gain de 50, alors que le condensateur C2 seul (R1 remplacé par un pont en fil) porte le gain à 200. Le gain est choisi en fonction de l'application, c'est-à-dire en fonction de l'amplitude des signaux disponibles à l'entrée.

Continuons avec C1 : il s'agit d'un condensateur de découplage d'une tension interne du circuit intégré. Le condensateur électrochimique C5 lisse la tension d'alimentation pour la rendre parfaitement indépendante du courant consommé par la sortie. Rien de nouveau non plus dans la fonction de C4, qui empêche toute tension continue de parvenir au

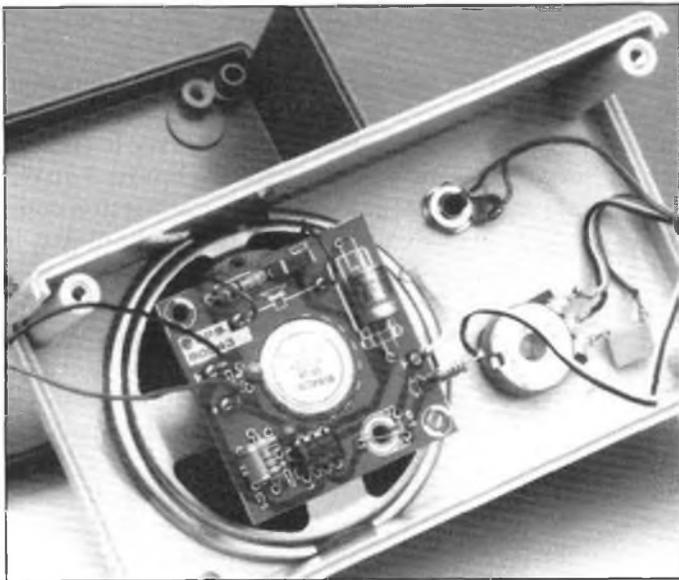
Figure 2 - Le circuit imprimé est dessiné de façon à habiller la culasse du haut-parleur. Le sandwich, même s'il est indigeste, ne prend pas plus de place que le haut-parleur seul.

augmente, pour compenser l'augmentation d'impédance de la bobine du haut-parleur, et maintenir ainsi une charge quasi-constante à la sortie de l'amplificateur.

Un dernier réseau R/C est intercalé entre le potentiomètre de volume, P1, et l'entrée de l'amplificateur. Il s'agit d'un filtre passe-bas, nécessaire dans certaines applications. Si le signal d'entrée ne comporte pas

Il est spécial par le vide prévu au milieu. Il s'adapte à des haut-parleurs miniature de 50 mm de diamètre (deux pouces en mesures podométriques). La culasse passe exactement dans l'espace sans composant réservé au centre, si bien que l'ensemble amplificateur-haut-parleur est à peine plus encombrant que le haut-parleur seul.

Quelques remarques en vrac sur l'installation des autres composants : le condensateur de découplage de l'entrée (C7) et le réseau passe-bas (s'il est nécessaire) sont montés « en l'air », sur les broches du potentiomètre et de la prise d'entrée. Vous



pouvez, éventuellement, loger C6 dans deux des trous prévus pour le potentiomètre.

L'assemblage ne devrait pas prendre plus d'un quart d'heure, si vous avez pris la précaution de vous munir du fer spécial représenté en couverture. Il permet d'étamer les pistes et de souder les composants, le tout d'un coup. L'inventeur de ces pannes spéciales, diplômé des Beaux-Arts, agent de police en congé pour accident du travail, marin-cavalier émérite, bourrelier et maréchal-ferrant amateur, s'est fortement inspiré des fers à marquer le bétail qu'on utilisait dans l'ouest américain. Bien entendu, vous aurez recours à votre fer ordinaire pour les composants qui sont montés en dehors de la platine.

Les condensateurs C2 et C5 sont des modèles « goutte » au tantale, choisis pour leur faible encombrement. Les caractéristiques du tantale ne sont pas nécessaires ici, vous pouvez donc utiliser des condensateurs électro-chimiques ordinaires, pourvu qu'ils soient en version radiale. Si vous utilisez l'amplificateur pour faire profiter votre entourage de vos conversations téléphoniques, il faut connecter l'entrée en parallèle sur les deux fils de l'écouteur d'origine. Ce mode de raccordement, s'il est plus délicat que l'apposition d'un capteur magnétique à ventouse, rend l'installation moins sujette aux ronflements et parasites divers. Malgré tout, si l'amplificateur n'est pas installé dans le poste lui-même, un câble blindé sera bienvenu, voire obligatoire si les connexions sont un

peu longues. Une connexion électrique comme celle que nous conseillons ici n'est permise que sur un poste qui vous appartient, raccordé à une installation téléphonique intérieure. Comme nous pensons bien que la plupart de nos lecteurs sont équipés

d'un central téléphonique agréé, nous sommes persuadés que personne ne branchera son amplificateur sur un poste de l'administration raccordé directement à la ligne des PTT. Le choix du coffret est laissé à la discrétion du réalisateur. (Discrétion que nous vous recommandons par ailleurs si vous enfreignez les règlements en raccordant directement votre amplificateur.) Les seules contraintes sont qu'il faut loger le haut-parleur, le potentiomètre et la pile. Vous constaterez par différents essais que les dimensions du coffret influent sur la qualité du son. Attention aussi à l'effet Larsen, cet accrochage entre entrée et sortie qui peut vous obliger à éloigner le haut-parleur du combiné ou à réduire le volume de sortie.

le LM386

L'amplificateur intégré LM386 a déjà été utilisé dans le CANARI, un petit amplificateur autonome, décrit dans un des premiers numéros d'elex. Il avait retenu l'attention d'Eugène, notre honorable correspondant, à un point tel qu'on peut parler de fixation. Le circuit intégré est fourni dans différentes versions, que vous retrouverez ci-contre dans la rubrique *la doc ad hoc* de ce mois-ci. Pour une alimentation par pile de 9 V, c'est la version LM386N-1 qui convient. Comme elle délivre encore sa puissance nominale pour une tension de 6 V, vous êtes sûr d'utiliser au maximum la réserve d'énergie de la pile.

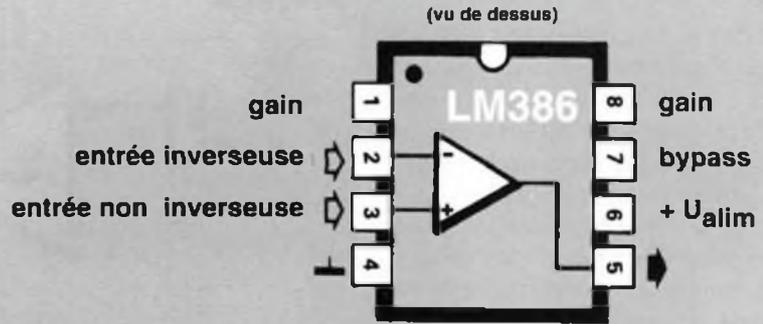
886122

la doc ad hoc

Chaque montage présenté dans *elex* résulte d'un parti pris dans l'utilisation des composants. Par exemple, le mini-amplificateur téléphonique de ce numéro fait appel à un circuit intégré spécialisé, le LM386. Comme la plupart des composants, il se prête à des applications différentes, suivant des modalités différentes. Pour établir le schéma d'un montage, les concepteurs exploitent la note d'application du fabricant, qui donne les caractéristiques et les domaines de fonctionnement, et y choisissent, parmi d'autres, un schéma qu'ils adaptent à l'usage voulu. Pour l'amateur qui veut expérimenter, les notes d'application sont souvent trop touffues, à peine lisibles. On peut même dire que beaucoup de place est gaspillée, remplie de colonnes de chiffres, alors qu'il serait si facile, au lieu de cela, de donner le dessin des pannes adaptées à la soudure de tous les composants en même temps. La rubrique *la doc ad hoc* vous présentera l'essentiel des caractéristiques et différents principes d'utilisation.

Le circuit intégré LM386 n'est pas un géant de la puissance, mais un nain avec une puissance de 1 W. Cette présentation simplifiée est assez exacte. Il trouve des applications dans tous les cas où il faut rendre audibles des signaux qui ne prétendent ni à la puissance de la sono, ni à la qualité de la HiFi. La source de signaux peut être aussi bien la sortie « son » d'un micro-ordinateur que celle d'un petit orgue électronique comme celui que nous avons décrit. A l'origine, le LM386 a été mis sur le marché pour équiper des

l'amplificateur B.F. LM386



magnétophones à cassettes ou des récepteurs de radio de poche ; plusieurs constructeurs l'utilisent dans des répondeurs téléphoniques, d'autres dans des interphones ou des carillons de porte qui égrènent une version numérique de chansons populaires d'outre-Atlantique. Tous ces appareils sont destinés à fonctionner dans une ambiance sonore relativement calme et n'ont donc pas besoin d'une puissance énorme. Le LM386 est taillé sur mesure pour toutes ces applications, et même pour un amplificateur téléphonique qui prélève sa tension d'alimentation sur la ligne téléphonique elle-même. Nous y reviendrons.

un nain à 8 pattes

Un amplificateur BF intégré n'est pas en soi quelque chose d'extraordinaire. Si nous vous présentons le LM386, c'est parce qu'il réunit dans son boîtier DIL-8 tout ce qui est nécessaire pour construire un amplificateur complet. Le schéma interne, pourtant, n'est pas très compliqué, comme en témoigne la figure 1. L'entrée attaque un amplificateur différentiel avec un miroir de courant dans le circuit des collecteurs. Cet étage d'entrée est suivi d'un étage de sortie complémentaire classique. Le circuit intégré se contente d'une tension d'alimentation simple, ce qui est important pour des appareils alimentés par piles. Il est conçu de telle façon que la sortie prend au repos une tension égale à la moitié de la tension d'alimentation. Les broches 1 et 8, repérées gain sur le schéma, donnent accès à la résistance (interne) de 1,35 k Ω . Comme cette résistance est prise dans la boucle qui relie la sortie à l'étage différentiel d'entrée, les deux broches citées permettent de régler non seulement le gain en tension, mais aussi la réponse en fréquence de l'amplificateur.

Avant d'en venir à l'extérieur du circuit, citons encore quelques caractéristiques importantes dans tout amplificateur BF. La distorsion harmonique n'est que de 0,2%, ce qui est mieux qu'honorable ; la consommation en l'absence de signal n'est que de 24 mW sous une tension d'alimentation de 6 V : idéal pour le fonctionnement sur piles, voire sans piles ni secteur !

ouvert et fermé

Pour limiter le nombre de composants externes, le fabricant a prévu une boucle de contre-réaction interne : le gain en tension est fixé à 20 si le circuit des broches 1 et 8 reste ouvert (figure 2a). Il est difficile de faire plus simple, puisque le seul composant externe nécessaire est un condensateur de

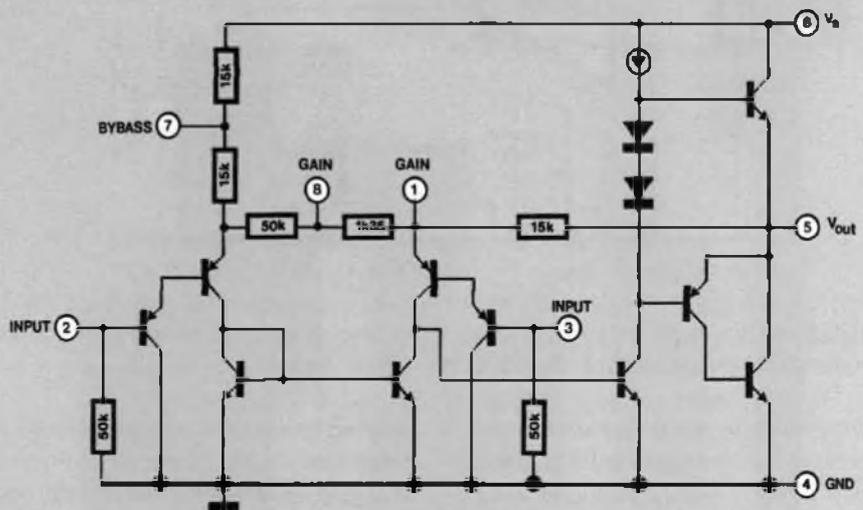


Figure 1 - Le schéma interne du LM386 comporte, principalement, un amplificateur différentiel, un miroir de courant et un étage de sortie pouce-poule. Accessoirement, une source de courant pour la polarisation des bases de l'étage de sortie, autrement dit, le schéma est particulièrement simple.

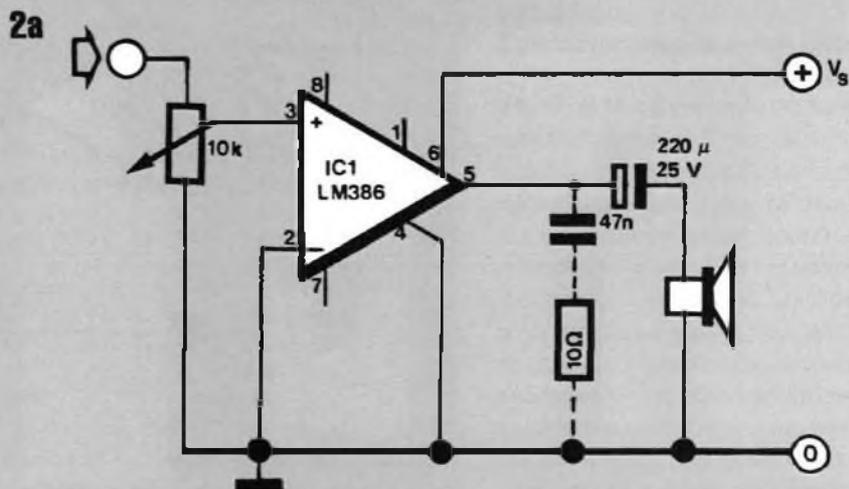
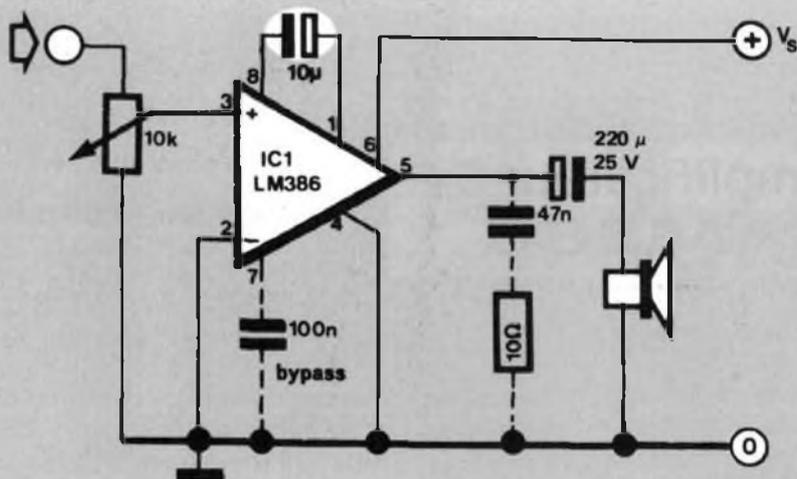


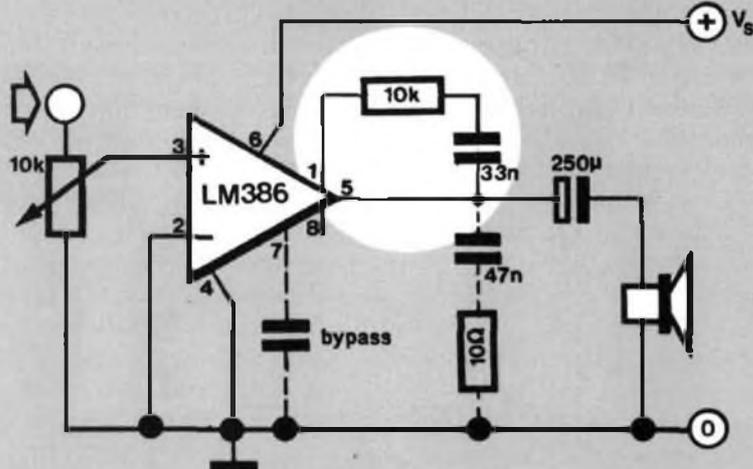
Figure 2 - Le gain est réglable de l'extérieur par un réseau connecté entre les broches 1 et 8. La plage de réglage s'étend de 20 (2a) à 200 (2b ; cf page suivante).

découplage de la sortie. Le réseau RC (47 nF/10 Ω) est facultatif tant que les connexions du haut-parleur restent courtes. Il est obligatoire si le haut-parleur est remplacé par un casque avec des fils longs et une impédance élevée. Cette remarque est valable aussi pour les autres schémas d'utilisation. Si les broches 1 et 8 sont court-circuitées pour les tensions alternatives (figure 2), le gain passe au maximum, c'est-à-dire 200. Pour un gain aussi élevé, il devient nécessaire de connecter entre la broche 7 et la masse un condensateur dit de *bypass*. C'est lui qui détourne vers la masse les variations de la tension

2b



3a



3b

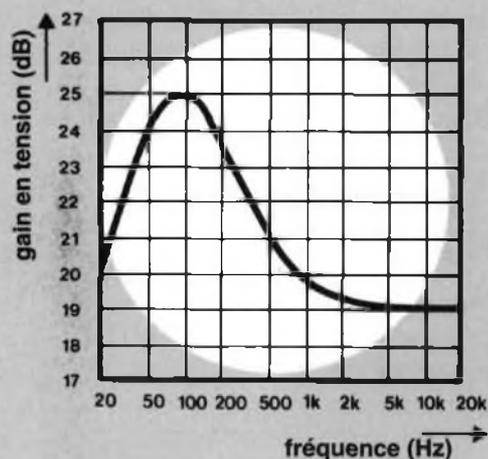


Figure 3 - Le réseau RC entre les broches 1 et 5 permet de lier la contre-réaction à la fréquence du signal. La plage des 80 Hz est relevée de 6 dB.

d'alimentation qui pourraient provoquer des accrochages si elles parvenaient à l'entrée de l'étage différentiel. Sa valeur normale est de 100 nF. Toutes les valeurs de gain intermédiaires entre 20 et 200 sont possibles. Elles sont déterminées par l'association d'une résistance en série avec le condensateur. Par exemple, un réseau 10 µF/1,2 kΩ fixe le gain à 50. La figure 3 montre un réseau de correction de la réponse en fréquence (3a) et la bande passante obtenue (3b). C'est l'adjonction d'un circuit RC entre la sortie (broche 5) et l'une des broches « gain » (la broche 1) qui permet de modifier la courbe. Le réseau vient se placer en parallèle sur la résistance de contre réaction interne de 15 kΩ (voir la figure 1). La contre-réaction dépend alors de la fréquence et la correction apporte un relèvement important du niveau des fréquences basses. Cet artifice est recommandé si l'amplificateur doit attaquer un haut-parleur miniature, mal adapté par son petit diamètre à la reproduction des fré-

quences basses. Le son produit sera moins métallique, moins nasillard. Si la source d'alimentation n'est pas stable, comme c'est le cas pour des piles fatiguées, le LM386 a tendance à osciller. C'est pour éviter ces oscillations qu'on ins-

taille un condensateur en parallèle sur la source de tension. C'est dans le même but que les connexions de masse sont regroupées en un seul point, comme le montre la figure 4. Cette disposition en étoile du câblage doit être respectée, aussi bien dans un câblage en l'air que sur un circuit imprimé.

Jusqu'à où peut-on diminuer la taille de

4

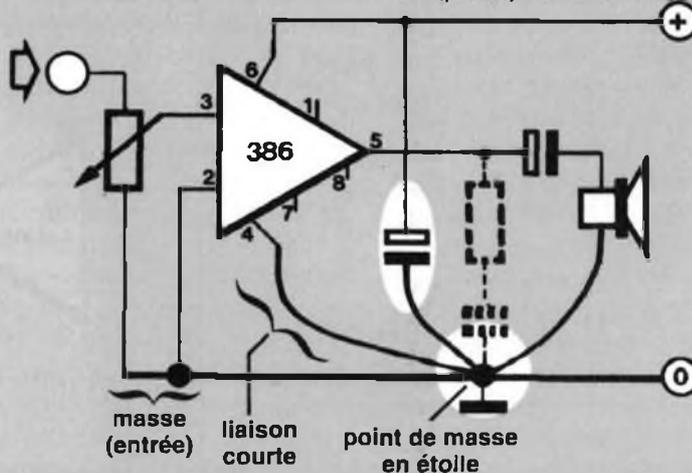


Figure 4 - Un condensateur de 100 µF en parallèle sur la source de tension contribue à combattre la tendance à l'oscillation de l'amplificateur. Cependant il ne suffit pas : il faut que toutes les connexions de masse qui véhiculent du courant soient raccordées en un même point.

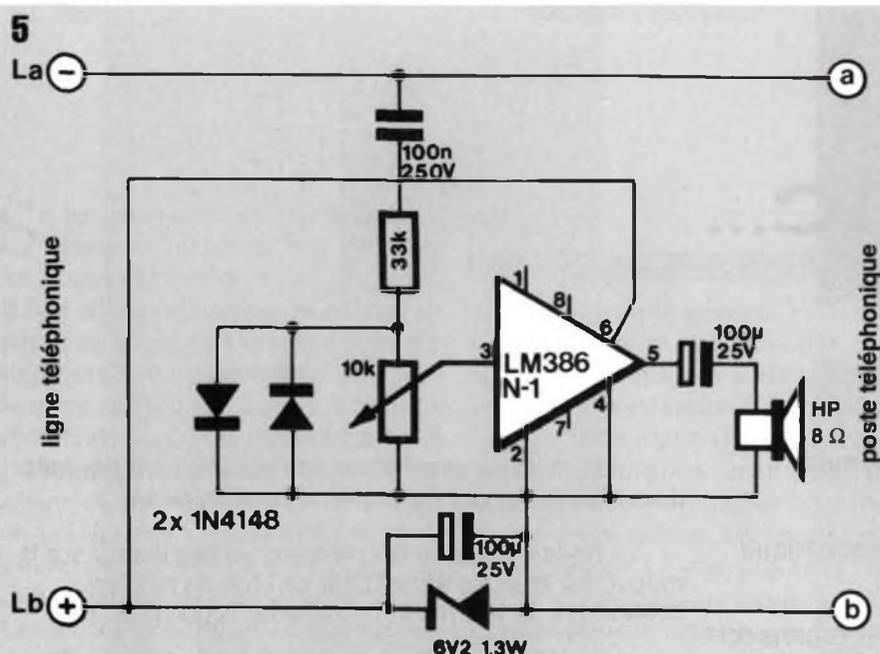


Figure 5 - Cet amplificateur téléphonique tire son énergie du réseau téléphonique. Il est bien entendu que ce montage n'est pas autorisé sur les lignes des PTT, et qu'il est réservé aux installations intérieures privées.

un amplificateur sans alimentation

l'alimentation du LM386 ? Elle peut se résumer à un condensateur, sans pile ni pont ni transformateur. Poisson d'avril ? Ah, que non ! Il faut savoir, pour comprendre le principe de la figure 5, que le téléphone ne fonctionne pas en tension, mais en courant. La ligne, une fois le combiné décroché, conduit un courant constant d'une vingtaine de milliam-pères. Ce courant traverse un enroulement de transformateur (que les professionnels appellent la bobine) ; il y reçoit une modulation par le microphone du combiné, et y transmet une autre

modulation à l'écouteur. Le dispositif de régulation du courant (une thermistance), la résistance des enroulements et de différents dispositifs de sécurité font que la tension aux bornes de la ligne est d'une douzaine de volts. Si nous insérons une diode zener dans le circuit, après avoir repéré la polarité, nous obtenons une tension constante suffisante pour alimenter l'amplificateur. Comme la tension varie en fonction de la modulation du courant, il nous faut aussi un condensateur-réservoir, de 100 μ F sur la figure 5.

Tableau 1. Les caractéristiques les plus importantes

Tension d'alimentation (LM386N)	4 à 12 V max. : 15 V
Tension d'alimentation (LM386N-4)	5 à 18 V max. : 22 V
Puissance dissipée (LM386N)	max. : 660 mW
Puissance dissipée (LM386A)	max. : 1,2 W
Puissance appliquée à l'entrée	max. : 400 mW
Impédance d'entrée	50 k Ω
Puissance de sortie (distorsion 10%)	
LM386N-1 ($U_a = 6$ V, HP = 8 Ω)	typ. : 325 mW
LM386N-2 ($U_a = 7,5$ V, HP = 8 Ω)	typ. : 500 mW
LM386N-3 ($U_a = 9$ V, HP = 8 Ω)	typ. : 700 mW
LM386N-4 ($U_a = 16$ V, HP = 32 Ω)	typ. : 1000 mW
Bande passante à gain unitaire	300 kHz
Taux de distorsion	0,2%

($U_{allim} = 6$ V, HP = 8 Ω , P = 125 mW, F = 1 kHz, gain 20)

la doc ad hoc

Le gain est de 20, puisque les broches 1 et 8 sont libres. Le signal à amplifier est prélevé par le condensateur de 100 nF sur l'autre fil de la ligne. Cette disposition permet d'amplifier tous les signaux présents sur la ligne, reçus comme émis ; si le condensateur est connecté à une des bornes de l'écouteur supplémentaire, il ne captera que les signaux reçus. Sa tension d'isolement est bien de 250 volts (deux cent cinquante) car la tension sur la ligne n'est pas toujours de 12 V. Quand le combiné est raccroché, elle est de 48 V (en pratique 56 V, la tension de fin de charge des accumulateurs au cadmium-nickel) et il s'y superpose une tension alternative de 75 V_{eff} au moment de la sonnerie. C'est au moment de la sonnerie que les deux diodes tête-bêche en parallèle sur le potentiomètre de volume interviennent, pour limiter à une valeur inoffensive la tension à l'entrée de l'amplificateur.

Attention ! Ce genre d'amplificateur est monté en série par les fabricants d'appareils agréés, mais il n'est pas permis d'en bricoler soi-même sur le réseau public. N'en montez donc que sur des installations privées. Attention encore : il faut repérer la polarité de la ligne avant d'y intercaler votre montage.

Le tableau 1 résume les caractéristiques des différentes versions du LM386. Au moment d'en choisir une, il faut tenir compte de la puissance admise par le haut-parleur, de son impédance, de la tension d'alimentation disponible.

86690

Si les apparences ne sont pas sérieuses, il ne faut pas s'y arrêter, comme le font certains grincheux, il faut aller au-delà pour la bonne raison que le sérieux d'une chose ne tient pas à ses apparences. Les personnes sérieuses ne s'y arrêtent d'ailleurs pas plus qu'il ne faut. Tout ça n'a rien à voir avec l'objet de cet article et si le rédacteur en chef avait eu ses ciseaux, il l'aurait coupé. Mais voilà, ses ciseaux ne sont pas à lui. Ils les empruntait au laboratoire(*). Les techniciens d'ELEX furieux de ne jamais les voir revenir ont conçu le montage que nous allons vous décrire. Son but est d'obliger l'emprunteur en chef, sous peine du bruyant rappel à l'ordre d'une alarme, à les remettre à leur place dans les minutes qui suivent. Si ailleurs, et même quelque part, voire chez vous, un outil prêté s'appelle "Reviens", ici, ils reviennent avant d'être rappelés. Appelons un chat un chat, un outil un outil, un interrupteur une paire de ciseaux(**), puisque c'est là que nous voulions en venir.

des ciseaux en guise d'interrupteur

L'idée est simple comme "reviens" : à l'instant précis où les ciseaux quittent la place qui leur a été assignée, un compteur démarre. S'ils n'ont pas regagné leur place après un certain temps, quelques minutes par exemple, un signal sonore retentit, et se prolonge tant qu'ils persistent à rester absent. Les ciseaux font ainsi partie intégrante du circuit.

Comme vous le voyez sur la figure 1, les ciseaux sont suspendus à deux vis (de métal). De chaque vis, un fil gagne le circuit de temporisation.

Lorsque l'outil est en place, il ferme le circuit. La mode actuelle, qui consiste à revêtir les anneaux d'une gaine de plastique, pourrait contre-carrer notre projet. Qu'à cela ne tienne, nous avons la parade : si les anneaux sont habillés, les lames et l'entablure conservent leur nudité conductrice. Nous remplacerons alors les vis de fixation par deux griffes (figure 2) ou deux petits aimants collés tout près l'un de l'autre. La lame des ciseaux forme alors l'interrupteur du circuit.

pense-bête électronique

déclenche une alarme lorsqu'un outil prêté ne revient pas assez vite

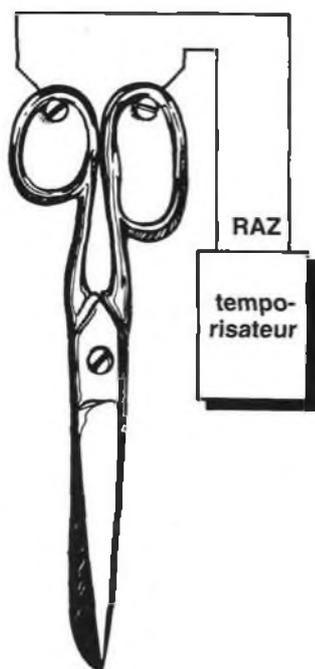
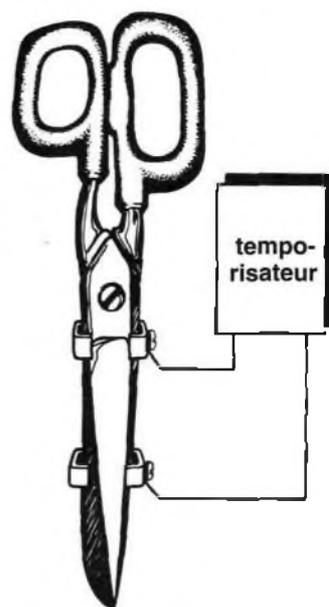
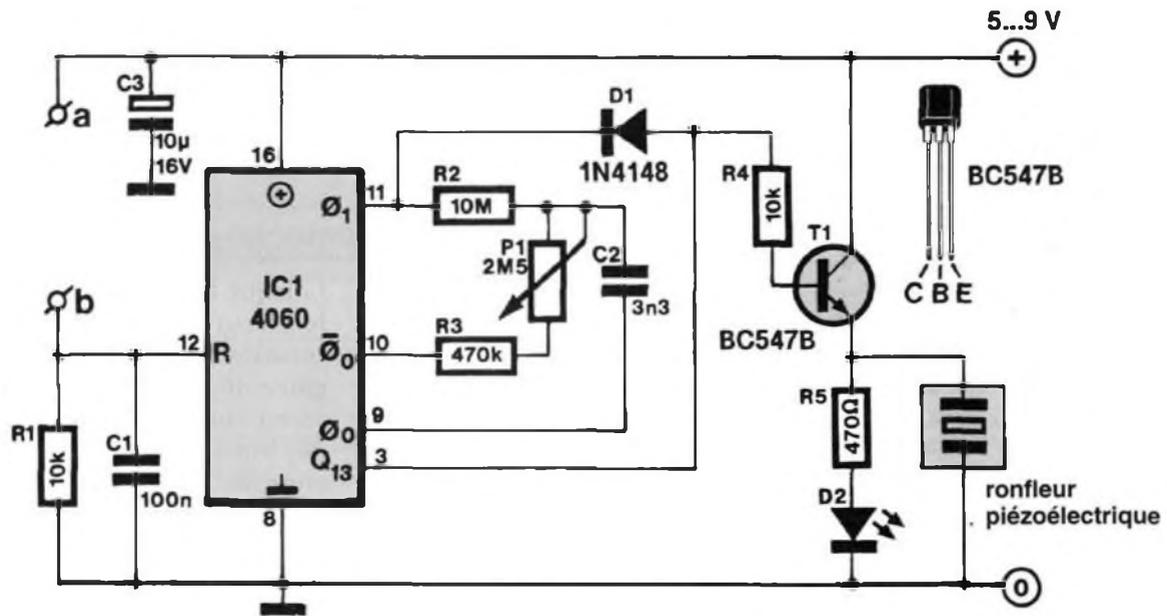


Figure 1 et 2 - Tous les ciseaux ne peuvent pas se mettre au clou de la même manière pour se transformer en interrupteur : ceux dont les anneaux sont recouverts d'une gaine isolante sont fixés à leur place par deux griffes ou de petits aimants ; les autres se contentent de vulgaires et néanmoins conductrices vis à bois. Dans les deux cas, le départ des ciseaux inhibe l'entrée de remise à zéro d'un compteur, qui commence alors son compte à rebours.



(*) La direction tient à rétablir la vérité : c'est parce que les ciseaux du rédacteur en chef sont particulièrement bien affûtés qu'ils disparaissent irrégulièrement avec régularité. C'est sur sa demande, et pour mettre fin à un trafic coûteux, que le laboratoire a été sommé de prendre les mesures qui s'imposent.

(**) « Et Rolet un fripon », puisqu'il faut rendre à Boileau, ce qui est à lui. Que Messieurs Boileau et Rolet, tous deux lecteurs d'Elex, nous pardonnent de rappeler cette navrante histoire, qui n'a d'ailleurs rien à voir avec la disparition des ciseaux.



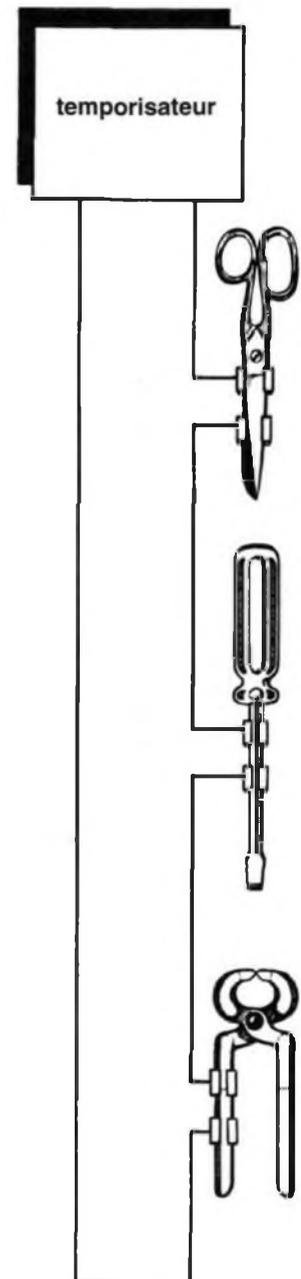
la temporisation

Nous avons donc décrit un interrupteur fermé au repos et, qui plus est, grâce à des ciseaux : soyez sérieux, ne coupez pas s'il vous plaît, nous n'avons encore rien dit de ce circuit qui ne se met en branle que s'il est coupé par une absence de ciseaux. Vous devez vous douter que s'il fonctionne de la sorte, c'est parce que la présence des ciseaux active une entrée d'inhibition. Voyons-le sur la figure 3.

Comme vous pouviez le deviner, parce que nous en faisons un fréquent usage, nous avons repris le 4060, compteur/diviseur à quatorze étages avec oscillateur. Il représente la solution idéale du type de problème que nous traitons ici. Au départ des ciseaux donc, son entrée R de remise à zéro est inhibée par le niveau bas qui l'affecte (si l'entrée de RAZ est inhibée, le compteur ne l'est plus : il est des choses qui vont mieux quand on les dit). Son oscillateur interne, dont l'environnement est constitué par C2, R3 et P1, commence à battre à quelques 45 Hz (quand la résistance de P1 est maximale) si bien que trois minutes plus tard, la sortie Q₁₃ est en état (logique haut) de faire conduire le transistor T1, qui se sature : le résonateur piézoélectrique en sortie est alimenté et s'égosille à votre place pour réclamer les ciseaux dont seul le retour lui coupera le sifflet. Vous, vous souffrez en silence. Et pourquoi ? Parce que vous n'admettez

pas qu'un résonateur piézoélectrique "buzze", alors qu'il est alimenté en continu. Vous avez parfaitement raison de ne pas l'admettre, c'est inadmissible. Regardez plus attentivement sa représentation sur la figure 3, pendant que nous revenons à l'oscillateur du compteur, accessible sur les broches 9, 10 et 11. Il suffit de suivre la diode D1 qui l'a déjà informé du passage au niveau logique 1 de Q₁₃ : l'arrivée d'un courant par D1 (sur la broche 11) le met au repos. S'il n'oscille plus, le compteur ne décompte plus et la sortie Q₁₃ reste bloquée à 1 jusqu'au retour des ciseaux.

Vous êtes revenu de la figure 3, pour nous apprendre que si le résonateur piézoélectrique sonne, alors que le courant qui l'alimente est continu, c'est parce qu'il cache un oscillateur. Vous avez gagné. Pour économiser un circuit intégré et les composants nécessaires à sa transformation en générateur de tension alternative, nous avons préféré utiliser un modèle équipé de son propre oscillateur, capable donc de vibrer sous la tension continue que lui délivre T1. Pour que la distinction soit nette, nous l'appellerons donc 'ronfleur'. En outre, et pour que les choses soient claires et lumineuses, une LED signale la place de l'outil manquant à ceux auxquels la durée de leur emprunt l'aurait fait oublier.



installation

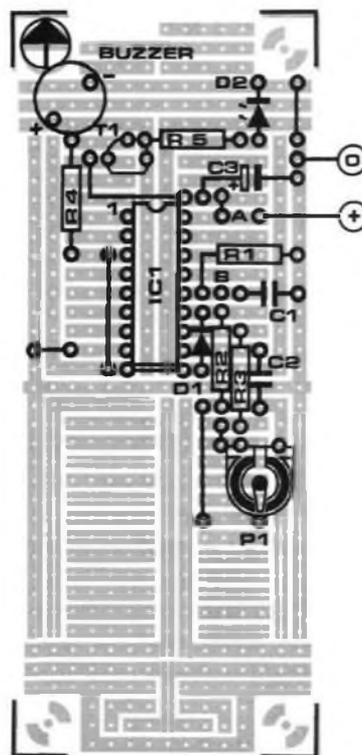
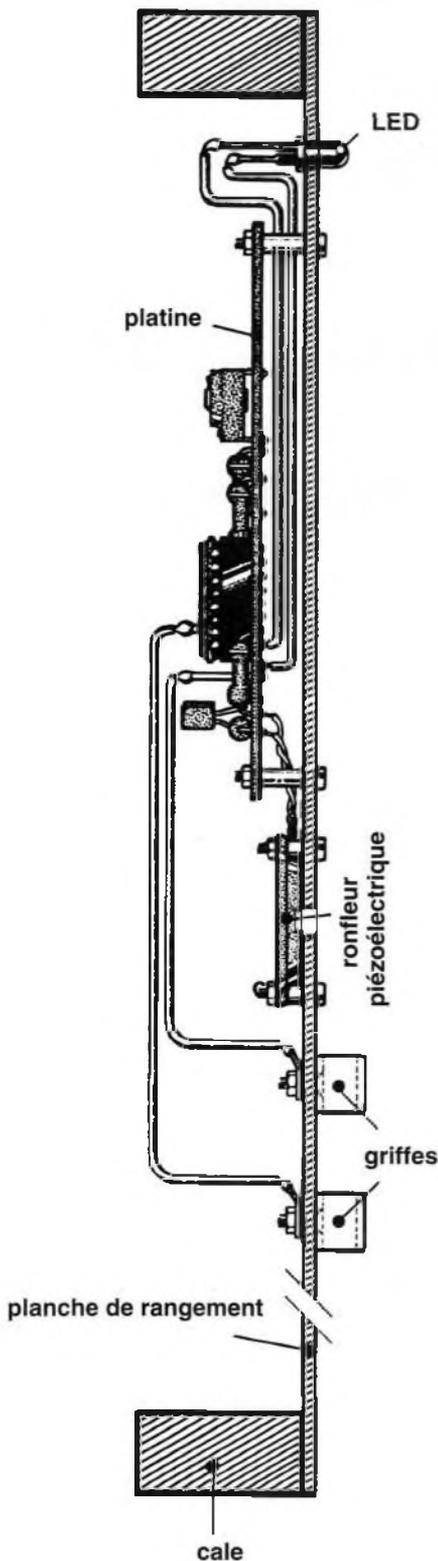
**l'outil manque
à l'appel
ou
la pelle au clou !**

De quelle durée peut être cet emprunt s'il veut passer inaperçu ? Variable avec la résistance de P1, cette durée est de $2,3 (R3 + P1)C3 \times 2^{13}$ (données du constructeur, la puissance de 2 correspondant à la sortie Q₁₃). Elle est donc réglable entre 30 s et 3 mn. Si vous désirez augmenter cet intervalle, vous savez ce qui vous reste à faire : en mettant à la place de P1 un potentiomètre de 4,7 MΩ par exemple, vous doublerez (à peu de chose près) la temporisation. À la fermeture de l'interrupteur-ciseaux, la remise à zéro du compte et de ses sorties rétablit le silence ou réduit à néant le trouble apporté à la cacophonie ambiante habituelle. Le circuit se contente d'une tension de 4,5 V pour fonctionner, mais vous pouvez lui donner plus. Sa consommation, évidemment minimale

lorsque les outils restent en place, est très petite : une pile plate de 4,5 V tiendra quelques semaines si vous jugez inutile d'investir dans un bloc secteur.

La platine peut, par exemple, être installée derrière le panneau sur lequel sont rangés les outils. De cette façon, les fils allant aux vis de fixation ou aux aimants resteront invisibles. Si la planche à outils ne laisse pas un espace suffisant derrière elle, vous l'éloignerez du mur à l'aide de cales, comme nous l'avons représenté sur la figure 4, pour éviter que la pile et le circuit ne soient écrasés. Si, à défaut d'agrafes (ou de griffes) vous utilisez de petits aimants, prenez ces petits blocs magnétiques qui ferment les portes de buffets de cuisine, par exemple. On en trouve dans tous les magasins de bricolage.

86794



liste des composants

R1, R4 = 10 kΩ
R2 = 10 MΩ
R3 = 470 kΩ
R5 = 470 Ω
P1 = 2,2 MΩ
(ou < 20 MΩ)

C1 = 100 nF
C2 = 3,3 nF
C3 = 10 μF/16 V

T1 = BC 547B
D1 = 1N4148
D2 = LED
IC1 = 4060

compteur binaire à 14 étages et oscillateur

Bz = ronfleur piézoélectrique
(avec oscillateur intégré !)

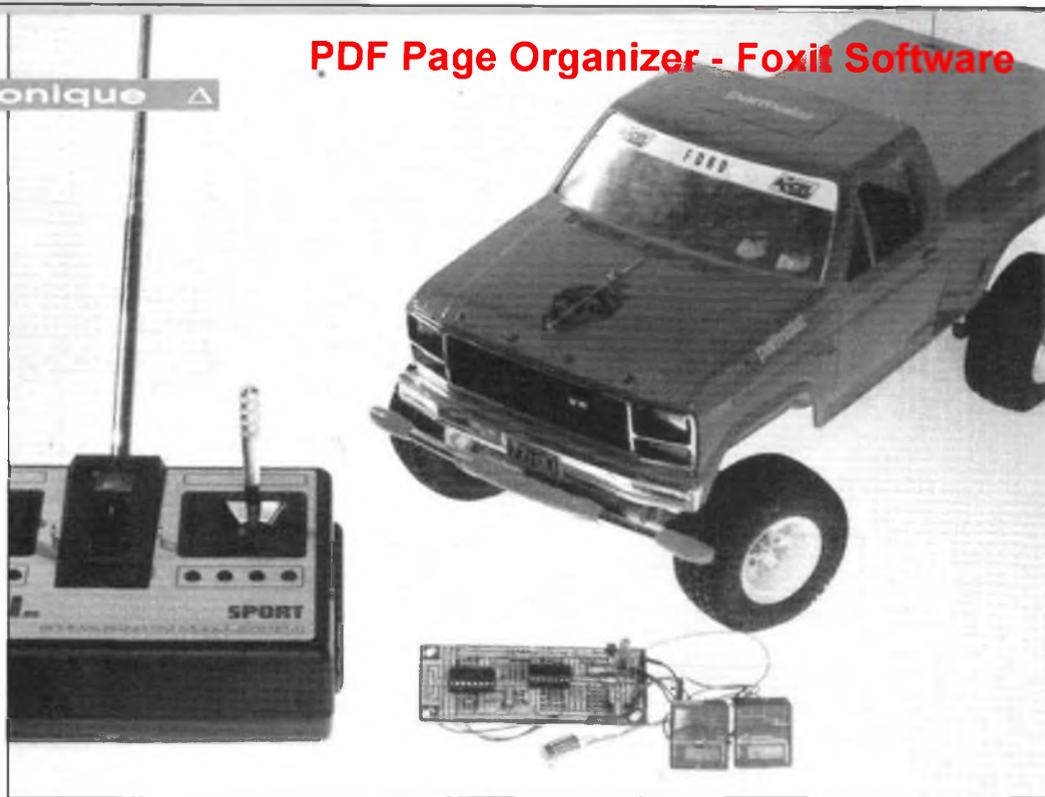
(le modèle dépend de la tension d'utilisation ;
consultez votre revendeur)

platine d'expérimentation de
format 1

Figure 4 - Coupe transversale d'un "panneau électronique" de rangement d'outils. Nous vous avons surtout parlé de ciseaux dans le texte, parce que la propension de ce genre d'instrument à se promener et à disparaître sans laisser de traces est proprement effarante : on dit même, dans les milieux autorisés, qu'une étude sociologique est en cours. Il n'en est pas moins vrai qu'un outil quelconque, du moment qu'il est conducteur de l'électricité, peut être surveillé par le montage décrit. Vous pouvez même l'adapter facilement à plusieurs outils à condition, vous le voyez à droite, de les câbler en série. Si belle-maman (ou son gendre) emprunte les ciseaux ou les pinces en chantant l'air connu : "je les rapporte dans deux minutes", ils seront surpris, passée la troisième, d'être rappelés à l'ordre.

servo-commande

Les initiés le savent, en radio-commande de modèles réduits, que ce soit d'avions, de voitures ou de bateaux, les mouvements que le pilote imprime à son levier sont traduits par l'émetteur en impulsions d'une durée comprise entre 1 ms et 2 ms à 50 Hz (environ une impulsion toutes les 20 ms). Cette façon de coder les



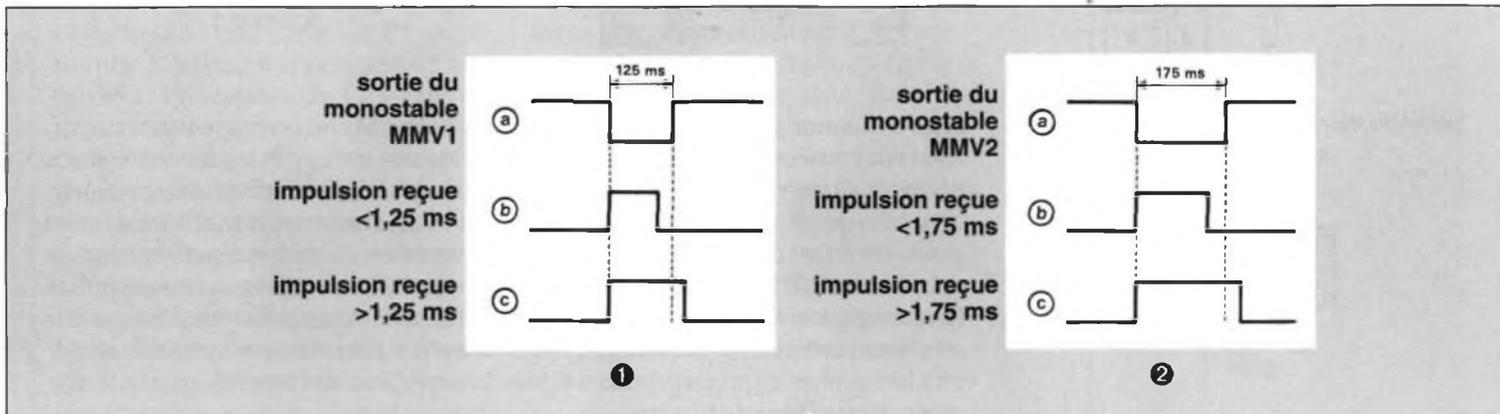
détection de largeur d'impulsion

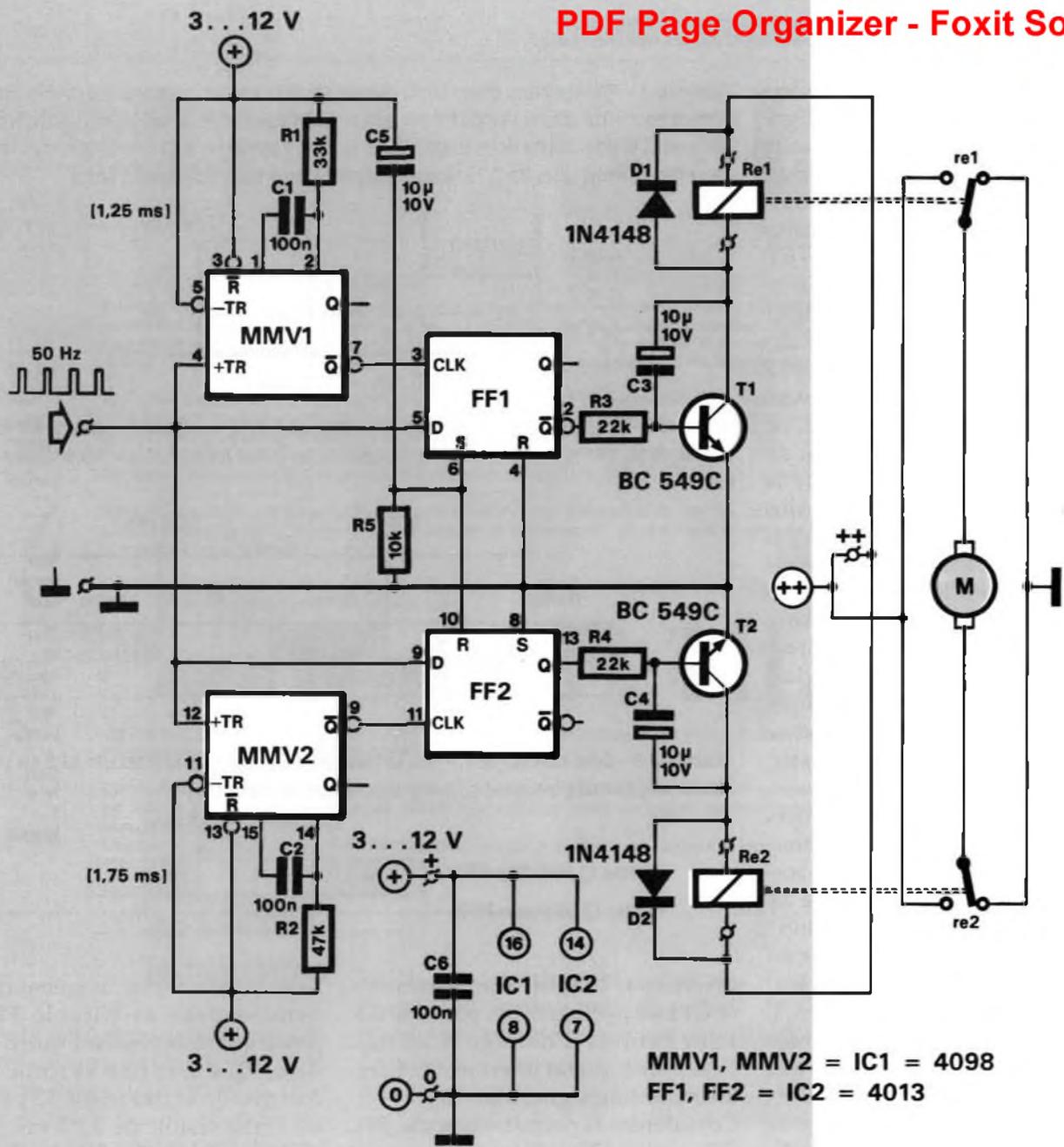
exemple de système asservi (sur l'air du modélisme)

informations s'appelle modulation de largeur d'impulsion. Au repos, le levier de commande en position médiane, les impulsions ont une largeur de 1,50 ms (millisecondes). Si le pilote incline le levier d'un certain angle par rapport à cette position de repos, la largeur des impulsions émises est modifiée proportionnellement à cet angle. Si le levier est poussé vers le haut, les impulsions sont plus larges, s'il est tiré vers le bas, la durée de chaque impulsion diminue (ou lycée de Versailles, comme dirait Pierre Dac). Il est donc possible de cette façon de "donner des gaz" ou de mobiliser les roues avec une assez bonne précision, si la lar-

geur des impulsions est traduite électroniquement en une tension qui lui est proportionnelle. Le traducteur, ici décodeur est situé à la sortie du récepteur. Vous comprenez ainsi pourquoi on nomme un tel procédé "télécommande proportionnelle" (ou radiocommande proportionnelle). L'électronique nécessaire à ce décodage est assez imposante. Il est cependant possible de la réduire au minimum, ne serait-ce que pour y comprendre quelque chose. Si vous avez par exemple construit votre propre voiture (en modèle réduit) et si vous vous contentez d'une marche avant et d'une marche arrière, sans (autre) variation de

vitesse, le circuit que nous vous présentons ici vous conviendra parfaitement. Il se commande à l'aide de l'émetteur-récepteur du commerce, dont vous disposez certainement si vous êtes modéliste. Il est d'autre part utilisable partout où un émetteur n'est pas employé à pleine capacité. Nous attirons votre attention sur le fait que l'émetteur-récepteur dont nous parlons est un modèle assez coûteux. Ceux que l'on trouve pour une centaine de francs, véhicule radiocommandé compris, ne travaillent pas avec la même technique. Ils sont en fait des plus rudimentaires et ne conviendraient pas pour l'exercice que nous vous proposons.





monostable et bascule D

Figure 3 - La lecture de ce circuit ne présente pas de difficulté. Il est essentiel de remarquer les barres (̄) qui surmontent les sorties Q (Q̄), ou les petits ronds qui signalent la même chose : une inversion.

Comme vous pouvez le déduire de ce qui précède, le travail de notre circuit consiste à mesurer si les impulsions en provenance de l'émetteur durent plus ou moins de 1,50 ms et à en tirer les conséquences. Pour

commencer, nous étendons la marge de repos : ça nous évitera des démarrages intempestifs. Nous plaçons des marques de telle façon que si les impulsions en provenance de l'émetteur ont une durée comprise entre 1,25 ms et 1,75 ms, le détecteur laisse, ou met le moteur hors tension. Les impulsions d'une durée supérieure à 1,75 ms, ou inférieure à 1,25 ms, feront tourner le moteur dans un sens, ou dans l'autre. Ces marques, ce sont des impulsions calibrées, engendrées par chaque impulsion en provenance de l'émetteur, à l'aide de deux multivibrateurs monostables, MMV1 et MMV2. Voyons ce que cela donne pour le monostable MMV1 (figure 3) qui fixe la borne supérieure (1,25 ms) de

Figures 1 et 2 - Les trois types d'impulsions émises par l'émetteur sont reconnues de la manière suivante : l'impulsion reçue produit, grâce aux monostables MMV1 et MMV2, deux impulsions calibrées de 1,25 ms et 1,75 ms, représentées en (a), qui nous permettent de définir, autour de l'impulsion de mise au repos fixée à 1,5 ms, une plage tampon. Les impulsions de référence calibrées attaquent l'entrée d'horloge de leurs bascules respectives (FF1 et FF2) dans l'instant même où l'impulsion qui les a engendrées arrive sur l'entrée D. Après 1,25 ms en FF1 et 1,75 ms en FF2, le front montant, marquant la fin de chaque impulsion de mesure, met la sortie Q̄ de FF1 et la sortie Q de FF2 au niveau (à l'inverse du niveau pour FF1) où se trouve alors l'entrée D. En 1b, on voit que l'impulsion de commande est retombée à 0 quand arrive le front montant et le moteur tournera dans un sens ; en 2c, l'impulsion de commande est restée à 1 et le moteur tournera dans l'autre sens ; dans les cas 1c et 2b, le moteur fait le mort.

durée des impulsions prises en compte pour la marche arrière (figure 1). Une impulsion en provenance de l'émetteur arrive sur l'entrée de déclenchement "+TR" du monostable. Le front montant de cette impulsion fait passer la sortie \bar{Q} à 0 pendant 1,25 ms. La durée de ce niveau bas à la sortie \bar{Q} de MMV1 est alors prise comme référence sur l'entrée CLK de FF1 qui la compare à la durée du signal qui lui a donné naissance. De deux choses l'une, ou l'impulsion reçue directement de l'émetteur est plus courte que le signal de référence, ou elle est plus longue. Si elle est plus courte, le moteur tourne dans le sens que nous avons choisi pour marche arrière. Si elle est plus longue, il y a encore deux cas : elle est d'une durée inférieure à 1,75 ms et le moteur doit s'arrêter ; elle est d'une durée supérieure à 1,75 ms et le moteur doit se mettre en marche avant ou y rester.

Pour reconnaître ces deux derniers cas, il nous faut le second monostable MMV2, dont le signal de sortie \bar{Q} est représenté sur la figure 2a. Nous avons donc deux possibilités : le signal provenant de l'émetteur est soit d'une durée supérieure, soit d'une durée inférieure à 1,75 ms. Il est possible de résumer ces données dans le tableau 1 : même s'il vous paraît simpliste, il a son utilité.

Chaque impulsion en provenance de l'émetteur, quelle qu'en soit la durée, permet donc de fabriquer deux impulsions calibrées, l'une de 1,25 ms et l'autre de 1,75 ms. Il s'agit maintenant de comparer à ces références la durée de l'impulsion reçue, et de l'exploiter : de la traduire en tension négative, nulle ou positive suivant l'ordre donné par l'émetteur traduisant la position du levier de commande. Nous utilisons pour cela deux bascules D.

Qu'est-ce qu'une bascule D ? Ces bascules, en plus des entrées de commandes S (*set*) et R (*reset*), présentent une entrée D de Donnée (*Data*) et une entrée d'horloge (T comme *Trigger*, Clk comme *Clock* ou Cp comme *Clock pulse*). Si nous laissons pour l'instant de côté les entrées de commande S et R, la donnée présente sur l'entrée D, c'est-à-dire l'état logique haut ou bas de cette entrée, est adopté par la sortie Q (et l'état

Tableau 1 - Nous avons donc trois cas de figure. Les impulsions en provenance de l'émetteur sont d'une durée inférieure à 1,25 ms et le moteur tourne dans un sens ; elles sont d'une durée voisine de 1,5 ms (entre 1,25 ms et 1,75 ms) et le moteur s'arrête ; elles durent plus de 1,75 ms et le moteur tourne dans l'autre sens.

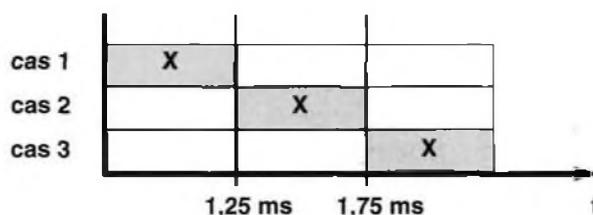


Tableau 2 - Informations présentes aux entrées D des bascules. Elles sont transmises aux sorties, après une éventuelle inversion, au front montant sur les entrées d'horloge.

	1,25 ms		1,75 ms			
	flanc	D	flanc	D	flanc	D
FF1	↑	0	↑	1	↑	1
FF2	↑	0	↑	0	↑	1

Tableau 3 - État des sorties, \bar{Q} de la bascule FF1, et Q de la bascule FF2 en fonction de la largeur des impulsions en provenance de l'émetteur.

	1,25 ms	1,75 ms
sortie \bar{Q} bascule FF1	0	1
sortie Q bascule FF2	1	0

inverse par la sortie complémentaire \bar{Q}) lorsque la tension passe de 0 à 1 sur l'entrée d'horloge (Clk, ici), c'est-à-dire quand intervient le flanc ascendant du signal d'horloge.

Considérons la première bascule, FF1 (FF comme *Flip-Flop*). Son entrée d'horloge est alimentée par notre impulsion calibrée (à l'état bas) de 1,25 ms tandis que notre donnée est l'impulsion reçue de l'émetteur : lors du front re-montant de l'impulsion de 1,25 ms (celui qui active la bascule) l'entrée D sera revenue à 0, si l'impulsion reçue est d'une durée inférieure à 1,25 ms, et 1 si cette impulsion est d'une durée supérieure (figure 1). La sortie \bar{Q} de FF1 passera (ou restera) à 1 dans le premier cas et à 0 dans le second (il y a inversion). En conclusion : si l'impulsion en provenance de l'émetteur est d'une durée inférieure à 1,25 ms, le transistor T1, dont la base est à 1, conduit, et le relais Re1 colle. Le moteur tourne-t-il (en marche arrière, comme convenu) ? Bien sûr, puisque le relais Re2 n'est pas commandé, il laisse l'autre pôle du moteur à la masse.

Vous pouvez faire le même raisonnement pour la bascule FF2 en remarquant cependant que c'est sa sortie Q, et non plus sa sortie \bar{Q} qui commande le transistor T2 : à la fin de l'impulsion de 1,75 ms (front montant), la sortie reliée à la base de T2 prend le niveau de l'entrée D et non plus le niveau inverse comme sur FF1.

Il reste un problème à régler : pour que le moteur ne se mette pas à tourner dès la mise sous tension de notre détecteur de largeur d'impulsion, nous l'avons pourvu d'un *power-on-reset*, un dispositif de remise-à-zéro-à-la-mise-sous-tension. L'entrée *set* de mise à 0 de la sortie de FF1 (1 sur la sortie Q, donc 0 sur la sortie \bar{Q}) et l'entrée *reset* de remise à 0 de la sortie Q de FF2 sont portées au potentiel de l'alimentation lors de la mise sous tension du circuit. Quand la charge de C5 est achevée, leur devoir est accompli depuis longtemps ; ces deux entrées prennent alors leur niveau logique de repos (potentiel de la masse) qu'elles ne quitteront plus jusqu'à la prochaine mise sous tension.

LAYO FRANCE SARL
Château Gamarache - Sauvebonne
83400 HYERES FRANCE
Téléphone: 94 28 22 59
Tél. Assistance Technique: 94 28 23 99

Fax: 94 48 22 16 ou 94 48 23 12
Minitel 3614 Code LAYO FRANCE

LAYO1

S.A.R.L. au Capital de 250 000 francs

LAYO FRANCE Sarl, Château Gamarache, Vallée de Sauvebonne, 83400 Hyères
- 80% sur Layo1Q

LAYO FRANCE Sarl, Château Gamarache, Vallée de Sauvebonne, 83400 Hyères
La fête des 80%

Ça y est! Un cap est passé, et c'est donc la fête et pour nous et, si vous continuez à nous lire, pour vous aussi. Vous ne devriez pas être surpris d'apprendre que Layo1 Plus Limitée a passé le cap des 30 000 utilisateurs en France, ceci grâce au phénomène de «bouche à oreille», assisté par l'ensemble de la presse de l'électronique et, surtout, soutenu par notre philosophie de la «diffusion gratuite». Et tout cela en 18 mois seulement!

Un millier d'entre vous environ utilisent la version double (2 000 vecteurs) 100% francisée et plus de 500 bureaux d'études en France peuvent, avec la version industrielle de notre produit, travailler dans la bonne humeur avec des économies de temps de conception supérieures à 50%.

Nombreux avez-vous été à nous remercier de vous avoir fourni un logiciel de FCAO aussi puissant et confortable.

Comme nous sommes conscients que vous aimeriez tous disposer d'un nombre de lignes de données (vecteurs) plus important, c'est à notre tour maintenant de vous remercier, ce que nous faisons de bon cœur à l'aide de la fantastique offre suivante:

Nous proposons, aux 1 000 premiers d'entre vous à se décider, de ne payer que 20% seulement du prix catalogue pour une version QUATRO (4 000 vecteurs).

1440 F. Ht.

Utilisateurs des versions DOUBLE, JUNIOR et PLUS, rassurez-vous, nous avons également pensé à vous. Informez-vous par minitel 3617 code LAYO rubrique LOGI.

Cette offre comporte en outre un abonnement gratuit d'un an à ELEX pour toutes les commandes passées par minitel 3614 code LAYOFRANCE, taper COMM, sachant que cette technique de commande nous en facilite très sensiblement le traitement.

Des questions ? 3617 code LAYO rubrique BAL. Vous y trouverez une réponse le lendemain.

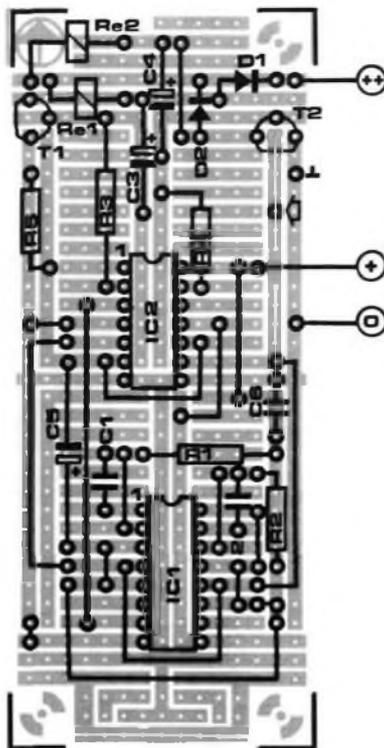
alimentation

Le circuit peut être alimenté par une tension comprise entre 3 V et 12 V. Les problèmes d'adaptation sont donc réduits de ce côté-là. Sa consommation en courant dépend surtout de celle des relais et le choix des relais, à son tour, du courant maximum du moteur (au démarrage). Vous ne doutez d'ailleurs pas un instant que le moteur n'est là qu'à titre d'exemple, et que les applications possibles de notre servo-détecteur sont variées. Il peut entre autres commander en parallèle deux phénomènes distincts : le ralentissement du moteur et l'allumage des projecteurs à l'approche de la piste d'atterrissage, par exemple... Chacun sait que la fantaisie des modélistes ne connaît pas de frontières. Il nous reste à justifier le sous-titre dont nous avons doté cet article : « Un système asservi est une machine établissant une relation bien définie entre une grandeur d'entrée E

[ici, largeur des impulsions] et une grandeur de sortie S [sens du courant traversant le moteur], de manière à imposer à S une valeur ou une évolution déterminée, malgré certaines

influences perturbatrices aléatoires. »⁽¹⁾ Vous pouvez, si le cœur vous en dit, reprendre cet article en vous demandant si notre système est bien asservi, par exemple.

86644



liste des composants

- R1 = 33 kΩ
 - R2 = 47 kΩ
 - R3, R4 = 22 kΩ
 - R5 = 10 kΩ
 - C1, C2, C6 = 100 nF
 - C3, C4, C5 = 10 μF/10 V
 - T1, T2 = BC549C
 - D1, D2 = 1N4148
 - IC1 = 4098
(double multivibrateur monostable)
 - IC2 = 4013
(double bascule D)
 - Re1, Re2 = relais 6 V
(Siemens V 23027-A0001, par exemple)
- platine d'expérimentation de format 1

⁽¹⁾Dictionnaire de physique de Mathieu, Kastler et Fleury (Masson-Eyrolles 1985).