

électronique

n° 28

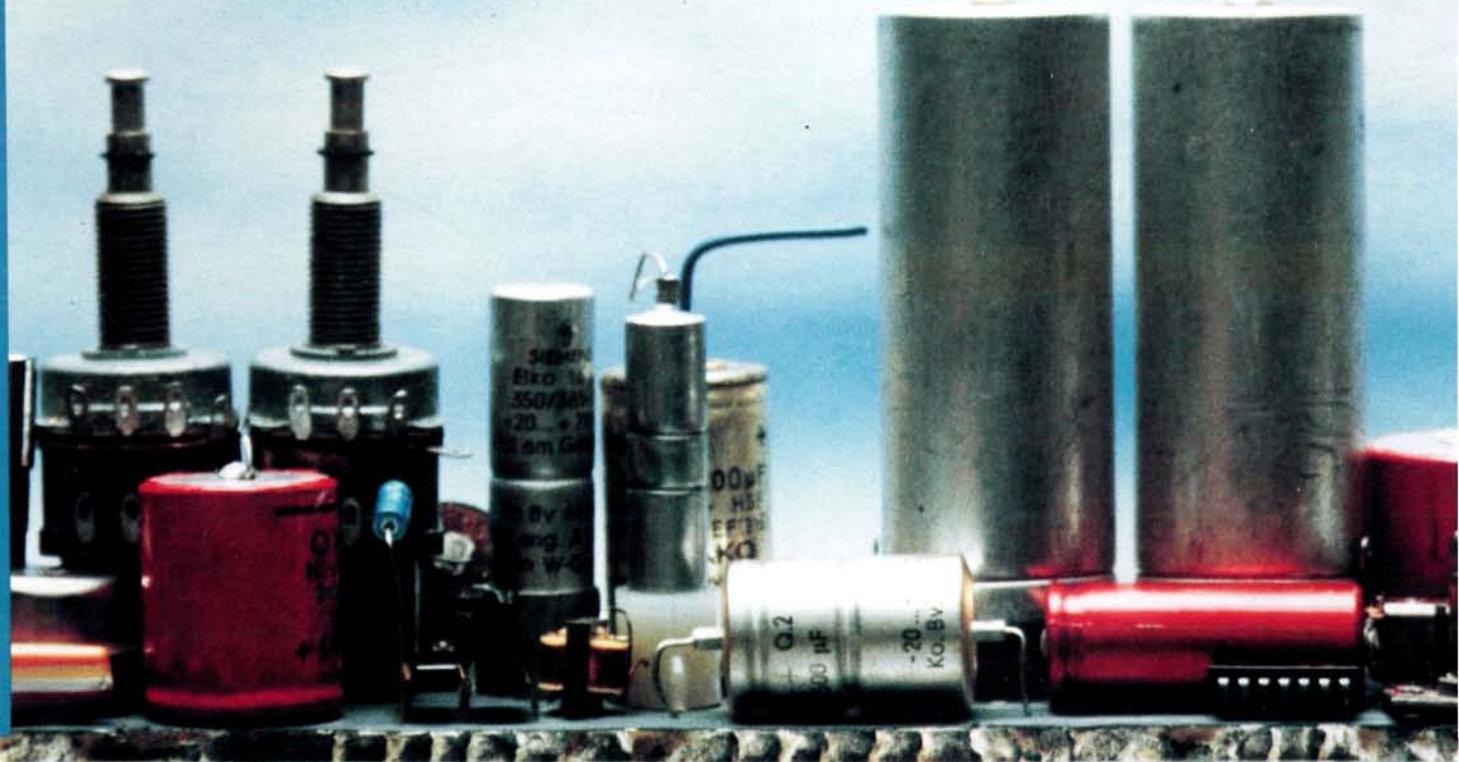
décembre 1990

21 FF/150 FB/7,80 FS
mensuel

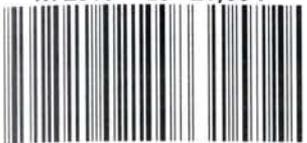


entendre et comprendre :
l'électronique et les
basses-fréquences

explorez l'électronique



M 2510 - 28 - 21,00 F



SOMMAIRE ELEX N°28

R · U · B · R · I · Q · U · E · S

- 8 · éditorial
- 6 · ELEXPRIME : courrier des lecteurs
- 30 · table des matières 1990
- 31 · enquête
- 48 · petites annonces gratuites

I · N · I · T · I · A · T · I · O · N

- 4 · Rési&Transi : bande dessinée
- 23 · le courant de repos
- 26 · hystérèse magnétique
- 27 · les magnétophones
- 42 · la bande magnétique
- 56 · volume et niveau sonore

E · X · P · É · R · I · M · E · N · T · A · T · I · O

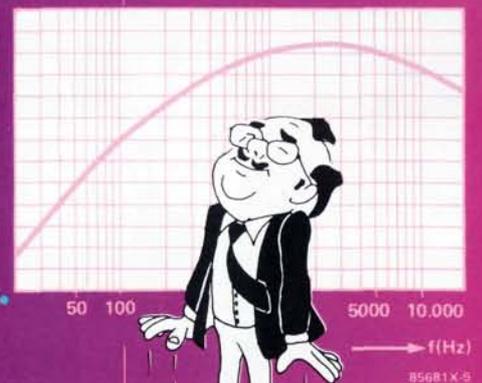
- 37 · anti-parasites HF pour circuits BF
- 38 · les filtres pour enceintes

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

- 9 · imitation de voix téléphonique
- 12 · amplificateur de reproduction pour platine à cassettes
- 16 · mini-égaliseur
- 20 · circuit de distorsion pour guitare
- 54 · sono-alarme

M · O · D · É · L · I · S · M · E

- 43 · commande de train



Annonces : BÉRIC p. 19 -- BRAY FRANCE p. 58 -- CIF p. 58 -- CENTRAD p. 63 -- COM ÉLECTRONIQUE p. 23 -- DIFECO p. 19 -- DIPTAL p. 7 -- ELECTRON SHOP p. 19 -- ETUDES ET CONSEIL p. 15 -- EXPOTRONIC p. 59 -- LAYO p. 60 -- LEXTRONIC pp. 61, 62 -- MAGNÉTIK France p. 37 -- MMP p. 19 -- NICE COMPOSANTS p. 48 -- PENTASONIC pp. 50 à 53 -- PUBLITRONIC pp. 8, 23, 36, 64 -- SELECTRONIC pp. 2, 7, 61, 62



par un système très simple, sans émetteur radio ni alimentation électrique. Chacune porte un collier équipé d'un circuit oscillant inductance/capacité qui absorbe de l'énergie sur une fréquence déterminée, tout comme le dip-mètre du n°26.

Messieurs,
Bonjour !

- Un chat a bien voulu m'adopter.
- Lorsque je pars en tournée pour deux ou trois jours, je mets à sa disposition, à l'extérieur, une carresse de « croquettes ».
- Ses copains et ses copines lui bouffent sa ration dans la première matinée !
- Comme solution (éprouvée) j'ai bricolé une mangeoire avec : une caissette en bois, une broche de barbecue, un moteur de barbecue, un relais et des fins de course (voir le schéma au dos)

Problème :
Je recherche une astuce pour individualiser l'ouverture du volet et réserver cette possibilité à mon pensionnaire maître ! (contact X du schéma)
Je ne suis pas pressé... mais si l'un de vous un jour, en roulant pour se rendre au boulot, a une

idée sur la question, faites m'en profiter !
Compliments pour votre travail et vos résultats et que votre succès se perde dans la nuit des temps !

Gaston LACOTE
13480 CABRIES-CALAS

Bravo pour votre sollicitude pour le greffier. En ce qui me concerne, je vais au boulot à pied ; ce qui ne m'empêche pas de penser à votre problème et à la solution que lui ont apportée certains éleveurs de bêtes à cornes. Il s'agit d'une installation pilotée par un ordinateur et qui distribue à chaque animal sa ration quotidienne. La ration est calculée scientifiquement en fonction du poids de la bête et de ses besoins, avec un régime personnalisé suivant qu'il s'agit d'un taureau, d'un broutard ou d'une vache qui allaite. La bête qui se présente à la mangeoire est reconnue

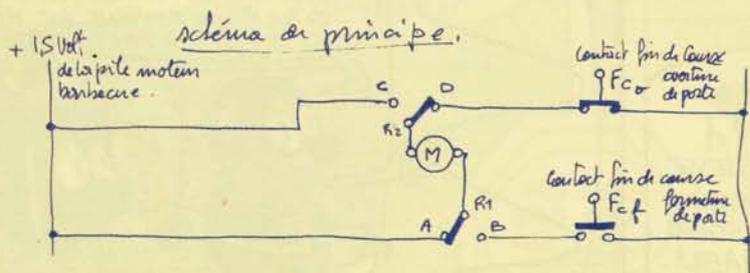
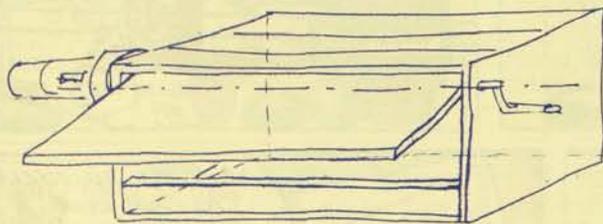
C'est d'ailleurs un système similaire qui est utilisé dans les FNAC pour détecter la « démarque inconnue » (en français : la fauche). Le circuit oscillant est un petit circuit imprimé souple déguisé en étiquette à code à barres (bidon, puisqu'elles portent toutes le même code) collée sur le disque. Lors du passage à la caisse, la fausse étiquette est recouverte d'une feuille de mumétal qui la blinde contre les champs magnétiques. Elle est très difficile à décoller !

Voilà où j'en étais quand un des ceusses qui viennent au boulot en auto, et qui ont donc plus de temps pour cogiter (sans haine), a suggéré que vous fassiez porter à votre minou un collier muni d'un aimant. Voilà une bonne idée. C'est donc ce que vous allez faire ; vous allez disposer aussi un ILS (interrupteur à lame souple) à l'entrée de la mangeoire. Mais attention ! votre chat risque de se faire guillotiner par la porte. Il faut que vous utilisiez la fermeture de l'ILS seulement comme déclenchement de la séquence. Dès que la porte a fini de s'ouvrir, il faut qu'une barrière photoélectrique (LED et phototransistor), ou bien un système qui utilise le poids des papattes, détecte la présence du chat et maintienne la porte ouverte. Le passage une fois libéré, il faut qu'un monostable retarde la fermeture jusqu'à ce que le goinfre se soit éloigné un peu.

Pour les contacts de fin de course, il est plus astucieux de les insérer tous les deux en série dans un des fils du moteur, chacun étant court-circuité par une diode qui autorise la rotation dans le sens opposé. Cela vous permet de court-circuiter vos points B et D, de ne tirer qu'un fil vers le pôle négatif de la pile, en un mot de simplifier le câblage. Vous aurez assez à faire avec la logique. Le plus dur sera, pour finir, d'expliquer au chat comment il doit présenter son collier aimanté devant l'ILS.

Une autre solution serait d'acheter à la FNAC un compact-disc, de Bobby Lapointe par exemple, pour récupérer le circuit oscillant anti-vol, et de voler le portique de détection.

Faites ce qui vous semblera le plus simple.



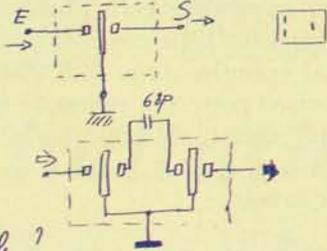
+ 6 Volts pile
X
R. 6 Volts 2 contacts RT (R1 et R2)

* le chat arrive : Fc0 est fermé, Fc1 ouvert, X se ferme (commandé par le chat, ou au commandé ?), Relai R monte, R1A se ferme, R2 D se ferme, la porte s'ouvre.

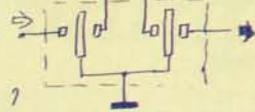
* la porte est en butée ouverture : X est maintenant fermé, Fc0 s'ouvre, le moteur s'arrête, Relai R reste monte

* le chat repart après avoir mangé : X s'ouvre, Relai R tombe, R1A et R2 D s'ouvrent, R1B et R2 C se ferment, la porte se ferme, Fc0 se ferme, la porte est en butée de fermeture, Fc1 s'ouvre

Etant lecteur de votre revue "Elex", j'aimerais avoir un avis sur le brochage de composants. En effet j'ai reçu ~~des~~ composants de composants relative à l'article sur la construction d'un treuffen avec couche des filtres céramique 455kHz qui ont la caractéristique suivante. Dénomination 455 D et fournit 3 pattes. Je me demande donc si le câblage interne ne serait pas le suivant :



au lieu de :



Est-ce compatible ?

Je tiens à vous féliciter pour votre revue et espère savoir vous lire longtemps. Bernard Jean Claude 5001 Belgique, Belgique.

ben oui !

[...]allient un design dynamique et communicant à une ergonomie basée sur [...] La gamme, positionnée dans le segment "professionnel", connaît un succès certain [...]

Voici des extraits savoureux d'un « communiqué de presse » d'un grand constructeur français qui fait dans l'autocommutateur et la machine-outil et vend, avec un succès certain, des machins au design dynamique et communicant, positionnés dans le segment professionnel. Ragnagna. Même qu'ils ont obtenu un Janus de l'Industrie. Bravo ! Notez que c'est bien le Janus qui est positionné dans le segment.

Ce qu'il y avait de bien dans les lettres du regretté Eugène, c'est qu'on y comprenait quelque chose.



à ELEXPRIME n°24 P9

Moi je donne raison à J.P. Robert
J'aime ce bon sens belge qui dérange les bavards catho toujours méfis de Dieu.
Il serait bon de le faire au moins pour un montage cela ressemblerait au moins à elex qui promettait de demystifier les secrets des electroniciens. Quant à la rubrique Elexprime supprimez-la si cela vous embarrasse trop ; Elexprime = mauvais chefs = 20Fr perdus
Il n'y a pas de miroir tendu regardez les p[...] plus souvent. Quant à boire avec des gens qui se refuse comme vous avec les poingts americains OK !

Dominique ROGER
79700 MAULÉON

DIPTAL SARL
 01410 CHEZERY
 Tel 50 56 94 97
 Fax 50 56 95 17

ils vous en font voir de toutes les COULEURS

BOITIERS D'ETUDES
 20 Volumes modulables
 12 Coloris disponibles

LOGICIEL DE DESSIN DE CIRCUITS IMPRIMES

CIAO

ESSAI DU LOGICIEL C.I.F. n° 6/9/1989
 TYPON ET PLAN D'IMPLANTATION C.I.F.

Pour PC XT, AT et compatible équipés de cartes vidéo HERCULES ou EGA. Sortie sur imprimante et table traçante. Prise en main instantanée. Mylar et plan d'implantation.

861 F/TC

MEMO
 Aide-Mémoire des Electroniciens assisté par ordinateur.

RAPIDE

- Recherche des composants par nom ou par racine du nom.
- Recherche des équivalences transistors ou CIs en quelques secondes.

EFFICACE

Base de données de **5.200** composants, comprenant :

- 3.200 composants référencés avec fiches techniques et brochages en français.
- 2.000 équivalences de circuits analogiques avec nom des fabricants.
- Mise à jour des bases par abonnement annuel sans obligation

PRECIS

- Paramétrage possible des équivalences transistors.
- Equivalences des CIs analogiques broche à broche ou par fonction. Diodes, Thyristors, Régulateurs, Ampli OP TTL.

515 F/TC

Remplace à lui seul
 2.200 F de documentation

Abonnement annuel (4 envois env. 3.000 nouveaux composants) 480 F/TC
 Forfait port et emballage 25F

C.I.F.
 Circuit imprimé français

11, rue Charles-Michels
 92220 BAGNEUX
 Service R.P.
 Tél : 631 446 F
 Fax : 16 (1) 45 47 16 14
 Tél. : 16 (1) 45 47 48 00

ERGONOMY - Distributeur exclusif pour la Belgique et le Luxembourg
 415, bd de l'Humanité 1190 BRUXELLES Tél. : 02.378.27.00 - Fax : 02/332.09.12

PUBLITRONIC

VIDEO

PRÉSENTE

RESI & TRANSI

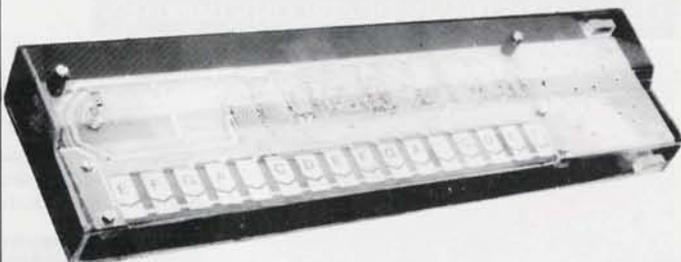
DANS

LA CONQUÊTE de L'ELECTRONIQUE

VHS
SECAM
ou
PAL



Réalisez ce mini-orgue électronique en suivant chaque étape de la construction sur votre écran vidéo.



Ce film didactique, conçu par la rédaction de la revue ELEX avec le concours d'enseignants de technologie et de fabricants d'outillage pour l'électronique, a été réalisé par une équipe de professionnels de l'audio-visuel.

Il se déroule en quatre épisodes:

- présentation des caractéristiques techniques et fonctions des composants électroniques;
- fabrication du circuit imprimé avec présentation des méthodes d'insolation, de développement, de gravure et de perçage;
- implantation et soudure des composants, câblage du circuit, technique des bonnes soudures, défauts et maladresses à éviter;
- vérification et test à l'aide notamment d'un contrôleur, conseils pour le dépannage.

Les interventions animées de Resi et Transi, les deux personnages de bande dessinée, soulignent les moments forts du film, le rendent amusant et captivant, et contribuent ainsi à augmenter son efficacité pédagogique.

Vous recevrez en plus de cette cassette vidéo, le descriptif complet du montage ainsi que la représentation du circuit imprimé reproductible à 100 %.

Vous pouvez aussi commander le circuit imprimé gravé, percé et sérigraphié.

Bon de commande à compléter et à adresser à PUBLITRONIC - BP 60 - 59850 NIEPPE

	Quant.	Prix	Total
Cassette vidéo	179.00
Circuit imprimé (réf 886077) Forfait port	120.60
			25.00
Total à payer		

Indiquez: SECAM ou PAL

Joindre votre règlement par chèque bancaire ou postal.

nom

adresse

code

Ville

pays

EX12

éditorial

Renseignements Généraux

Alors Eugène, tu ne nous écris plus ? Si tu ne t'es pas fait prendre dans le Golfe, ni assassiner en forêt de Rambouillet, ni épingler dans ELEXPRIME, peut-être pourris-tu en prison pour une affaire de fausses factures, ou portes-tu en Amérique du Sud les valises de certain édile méditerranéen ?

On a le droit de savoir.

En attendant, et à défaut de pouvoir répondre à ces questions-là, ELEX mène l'enquête parmi ceux de ses lecteurs qui n'ont pas disparu : au milieu de ce numéro, ils trouveront quatre pages interrogatives assorties d'un bouquet de carottes qui seront tirées au sort entre les réponses reçues avant le 31 janvier 1991.

Ne tardez pas, on veut savoir.

Pour rabouter les pages 30, 35 et 36 qui constituent la TABLE DES MATIERES 1990 au milieu de ce numéro d'ELEX, il vous suffira d'en détacher les quatre pages centrales pour nous les renvoyer, après avoir dûment rempli tout le questionnaire. En y répondant, vous imprimerez votre marque sur les résultats.

Savez-vous qu'un timbre à 2,30 F assure plus que largement l'affranchissement des deux feuillets de l'enquête et de votre enveloppe ? Profitez-en donc pour y glisser, sur un seul feuillet 80 g/m² ou deux feuillets 64 g/m², la description de vos idées, trouvailles ou réalisations personnelles préférées. De cette manière aussi vous pourrez imprimer votre marque sur le contenu des prochains numéros d'ELEX.

Exemple d'idée :



Explication : Les maillots des footballeurs portent, sous la forme d'un code à barres, leur numéro matricule de détenus. Ça promet pour la prochaine finale du Championnat de France qui se disputera entre l'équipe de la Centrale de Fresnes et celle de Fleury-Mérogis !

Dire que l'année va se terminer sans qu'on sache où est passé Eugène ! Bonne Année quand même...

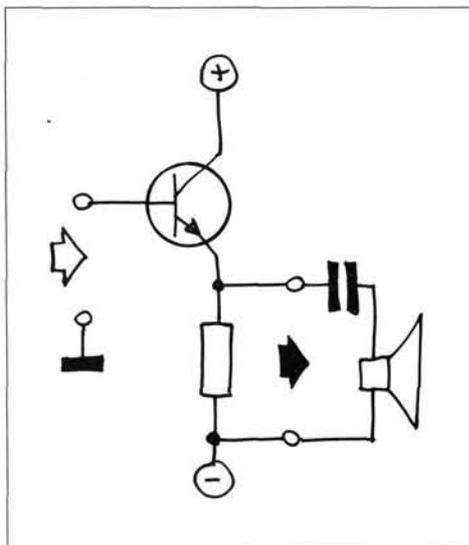
le réglage du courant de repos

- Dis donc, tu ne crois pas qu'il faudrait régler le courant de repos de ton ampli ?
- Peut-être. Pourquoi ?
- Mon pote Marcel a réglé le sien, et depuis sa chaîne pète super.
- Il doit avoir un vieux machin, parce que normalement il n'y a pas lieu de régler le courant de repos.
- Qu'est-ce que c'est au juste, ce courant de repos ?
- Tu dois quand même savoir que les étages de sortie d'amplis sont des montages pouche-poule et ce que sont des montages pouche-poule.
- Je croyais que les amplis HiFi étaient normaux.
- Ils sont normaux. Le montage push-pull amplifie séparément les alternances positives et les alternances négatives du signal audio, parole ou musique.
- Et pourquoi ? Il va falloir séparer les ondes en deux !

- menter en même temps non seulement la charge (le haut-parleur), mais aussi la résistance. J'te dis pas le gaspillage d'énergie. Dans le pouche-poule, au contraire, la résistance qui conduit les alternances négatives est remplacée par un deuxième transistor.
- Minute ! si les deux conduisent, c'est le court-circuit complet.
- Juste, mais les deux ne conduisent pas en même temps, au moins tant que tout marche normalement. Le transistor supérieur conduit pendant les alternances positives : il « tire » le potentiel de la sortie vers le haut. Le transistor inférieur conduit pour les alternances négatives : il tire le potentiel vers le bas. La différence est la même qu'entre une scie égoïne et un passe-partout. La première n'est active que dans un sens et fait le trajet de retour à vide, le deuxième coupe dans les deux sens, il peut scier plus vite.
- Et des arbres plus gros !

(tournez la page svp)

- C'est là qu'est le problème. Si on utilise les étages pouche-poule, c'est parce qu'ils sont économes en courant. Si l'étage de sortie n'avait qu'un transistor, monté en émetteur suiveur, il faudrait une résistance en série dans la ligne d'émetteur. Le transistor devrait alors ali-



COM. ELECTRONIQUE

COMPOSANTS ACTIFS ET PASSIFS
COFFRETS; OUTILLAGE; MESURE
LIBRAIRIE TECHNIQUE KITS ET ALARMES
FABRICATION DE CIRCUITS IMPRIMES

LISTES ET PRIX SUR DEMANDE
EXPEDITION DANS TOUTE LA FRANCE

85, Rue Liandier
13008 MARSEILLE
TEL: 91 78 34 94 FAX: 91 78 48 48

SELECTRONIC - rue de Cambrai à LILLE RECHERCHE un VENDEUR,

responsable du magasin de vente. -
Niveau BAC minimum - Bonnes connaissances
générales en ELECTRONIQUE -
Goût de la VENTE et sens de l'ORGANISATION.
POSTE A POURVOIR DE SUITE. Envoyer C.V + photo +
lettre manuscrite à
SELECTRONIC - BP 513 - 59022 LILLE CEDEX.

SERVICE PLATINES PUBLITRONIC

Les platines sont gravées, percées, étamées et sérigraphiées.

Platines d'expérimentation ELEX	
Format 1 : 40 mm x 100 mm	23.00 FF
Format 2 : 80 mm x 100 mm	38.00 FF
Format 3 : 160 mm x 100 mm	60.00 FF
EPS 83601 DIGILEX	88.00 FF
ELEX N° 5 Nov 88	
EPS 886087 Traceur de courbes pour transistors	47.60 FF
EPS 34207 Testeur de thyristors et de triacs	28.50 FF
ELEX N° 7 Jan 89	
EPS 50389 Interphone à 2, 3 ou 4 postes	16.00 FF
ELEX N° 17 Déc 89	
EPS 86799 Testeur d'amplis op	30.45 FF
EPS 886077 Mini-clavier	120.60 FF
ELEX N° 22 Mai 90	
EPS 86765 Modules de mesure: l'afficheur	43.00 FF
ELEX N° 23 Juin 90	
EPS 86766 Modules de mesure: l'atténuateur	34.00 FF
ELEX N° 24 Juillet 90	
EPS 86767 Modules de mesure: le redresseur	55.60 FF
ELEX N° 25 Septembre 90	
EPS 86768 Modules de mesure: ampèremètre et ohmmètre	47.00 FF
ELEX N° 26 Octobre 90	
EPS 886126 Modules de mesure: module auto	49.00 FF

Disponibles auprès de certains revendeurs ou directement chez
PUBLITRONIC (frais de port en sus).
Utilisez le bon en encart.

le réglage

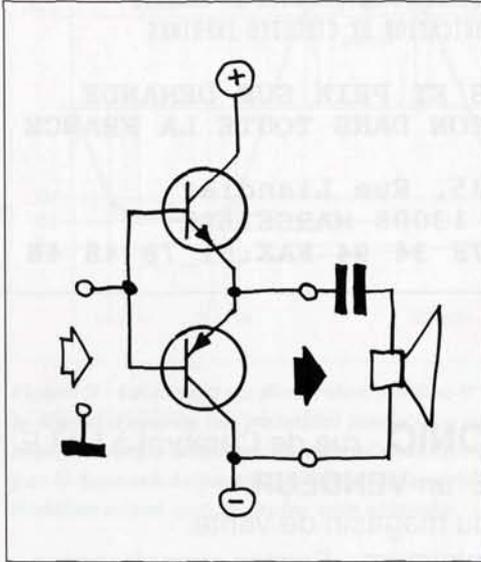
- L'inconvénient du passe-partout, c'est qu'il s'arrête à chaque bout de sa course avant de changer de sens. Dans un amplificateur, il y a un temps mort au mo-

- C'est-à-dire que les tensions entre plus et moins 0,6 V ne sont pas restituées ?

- Cela veut dire, surtout, que la tension de sortie fait un bond dès que la tension de commande atteint 0,6 V.

- Et en quoi est-ce gênant ?

- Le saut de tension peut être assimilé à un front d'onde carré, lequel est constitué d'harmoniques de la fondamentale. Or



tu dois savoir que les harmoniques dénaturent le son.
ment où l'alternance positive arrive à zéro, avant que l'alternance négative ne commence. Le premier transistor a cessé de conduire parce que la tension de commande est de polarité opposée, le deuxième n'a pas encore commencé parce que la tension est insuffisante.

- Et que vient faire le courant de repos dans l'histoire ?

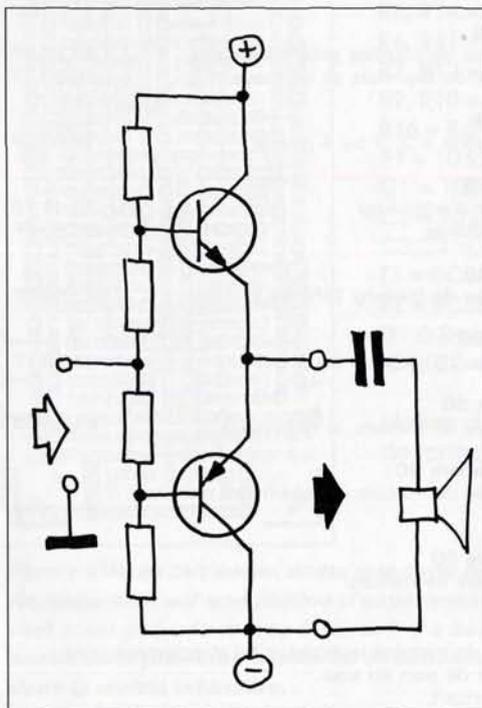
- Et que vient faire le courant de repos dans l'histoire ?

- Le courant de repos est le moyen qu'on a imaginé pour supprimer cette distorsion, connue sous le nom de distorsion de croisement. On fait en sorte que les deux transistors ne soient jamais bloqués. Le courant qui circule dans le transistor du bas pendant les alternances positives

est négligeable, mais il lui permet de commencer à conduire aussitôt que commence l'alternance négative.

- Et où va-t-il, ce courant ?

- Du pôle positif de l'alimentation vers la masse ou vers le pôle négatif si l'alimentation est symétrique. Il circule à travers les deux espaces collecteur-



émetteur des transistors de sortie.

- C'est qu'est-ce que je disais, y a un court-circuit !

- L'intensité est limitée à quelques milliampères, on la règle à une valeur telle que la distorsion disparaît sans que les transistors aient trop de puissance à dissiper.

- Et comment ça se règle ?

- Avec doigté, voilà comment. Il y a un potentiomètre (deux pour la stéréo) prévu pour cela. Mais il vaut mieux ne pas y mettre les doigts si on n'a pas d'abord lu l'article sur le réglage du courant de repos, et surtout pris connaissance de la notice technique de l'amplificateur.

Il est rare d'avoir à régler le courant de repos d'un amplificateur. C'est pourtant le cas lorsque vous remplacez un ou deux transistors de l'étage de puissance, ou pour la mise en marche d'un amplificateur de construction maison (ce n'est pas nécessaire sur certains amplificateurs). Sur le schéma de la figure 1, le courant de repos est fixé par trois diodes. La chute de tension aux bornes de l'ensemble est de 2 volts environ (trois fois le seuil de 0,6 V(1pp). Comme la chute de tension sur chaque jonction base-émetteur est de 0,7 V, il reste 0,6 V aux bornes des résistances d'émetteurs R_E . La loi d'Ohm, sous sa forme $I = U/R$, nous permet de connaître l'intensité du courant qui circule en permanence à travers les résistances et les transistors de sortie, ce qu'on appelle le courant de repos.

Le seuil de tension des diodes est constant ou à peu près, le seuil des jonctions base-émetteur est constant, de même que la résistance R_E . De là à conclure que le courant de repos est constant, il n'y a qu'un pas. La figure 2 montre un exemple d'étage de sortie à courant de repos réglable. C'est le transistor T3 qui détermine la tension entre les bases des deux transistors de sortie, tout comme les diodes de la figure 1. La différence ici est que la tension est réglable. La référence reste une tension de seuil, celle de la jonction base-émetteur de T3. Le potentiomètre P agit comme diviseur de tension, le transistor fait en sorte que les tensions base-émetteur et base-collecteur soient dans le même rapport que la résistance des deux fractions du potentiomètre.



du courant de repos

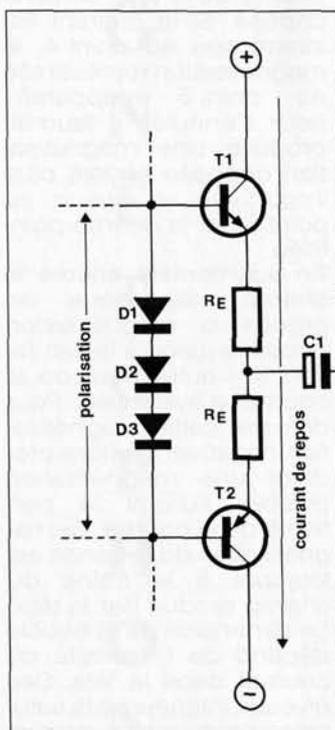


Figure 1 - Un étage de sortie à courant de repos fixe. Les diodes maintiennent une certaine « distance » entre les tensions de base des deux transistors de sortie. Cette tension détermine la circulation d'un courant minimal dit courant de repos.

Autrement dit, la tension collecteur-émetteur de T3 est égale au produit de la tension de seuil par le rapport entre les deux fractions du potentiomètre. Si le curseur est au premier tiers de sa course, le rapport entre les deux résistances est de 2, la tension base-collecteur est de deux fois la tension base-émetteur. La tension entre les deux bases de l'étage final est de 1,8 V. Le calcul du courant de repos se fait comme dans le premier exemple. Le réglage peut se faire simplement par rotation du potentiomètre.

Les valeurs typiques de courant de repos sont de 40 à 60 mA (milliampères). Les étages de sortie à transistors VMOS (des transistors à effet de champ un peu particuliers) exigent un peu plus, jus-

qu'à 100 mA, les amplificateurs de faible puissance (moins de 10 W) se contentent de 10 mA. La mesure du courant de repos se fait simplement par une mesure de la tension aux bornes des résistances d'émetteur. Il suffit d'un voltmètre assez sensible pour mesurer des tensions inférieures à 1 volt. Il s'agit de tensions continues, et il ne doit pas y avoir de signal présent à l'entrée de l'amplificateur, l'entrée doit être court-circuitée à la masse. La division est une opération simple : si une tension de 100 mV (millivolts) règne aux bornes de deux résistances de 1 ohm, le courant de repos est de 50 mA.

Il est quelquefois plus facile de mesurer le courant directement, car les transistors de sortie des amplificateurs de puissance sont installés sur un radiateur séparé de la platine. Il est alors très facile d'interrompre une liaison de collecteur ou d'émetteur (réalisées par des fils) pour y insérer un milliampèremètre.

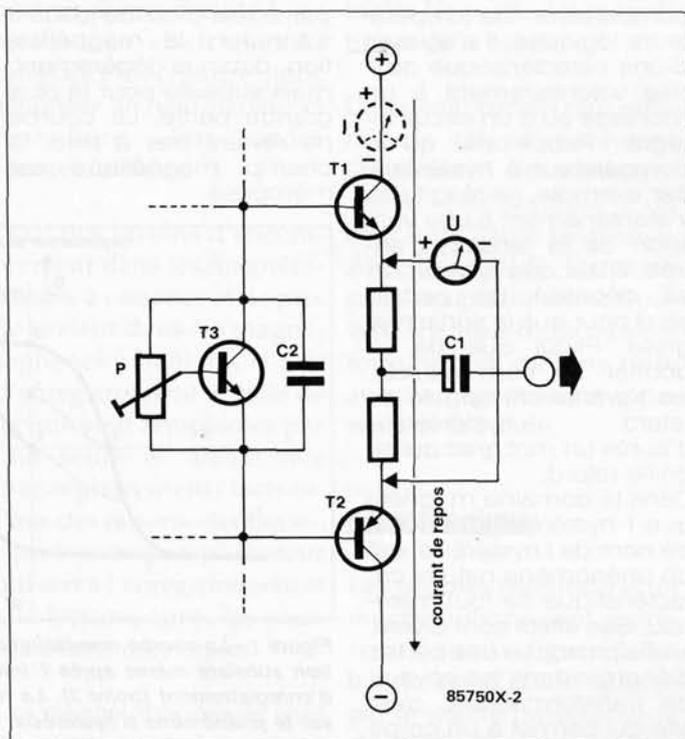


Figure 2 - La tension entre les bases est constante ici aussi, mais réglable au moyen du potentiomètre P.

Pour le réglage initial d'un amplificateur que vous venez de construire ou de réparer, placez le potentiomètre à fond « vers le haut » (sur la figure 2). Comme la base et le collecteur de T3

sont court-circuités, les deux transistors de sortie sont bloqués, le courant de repos est nul ou presque, et l'amplificateur ne court aucun risque à la mise sous tension.

85748/85750

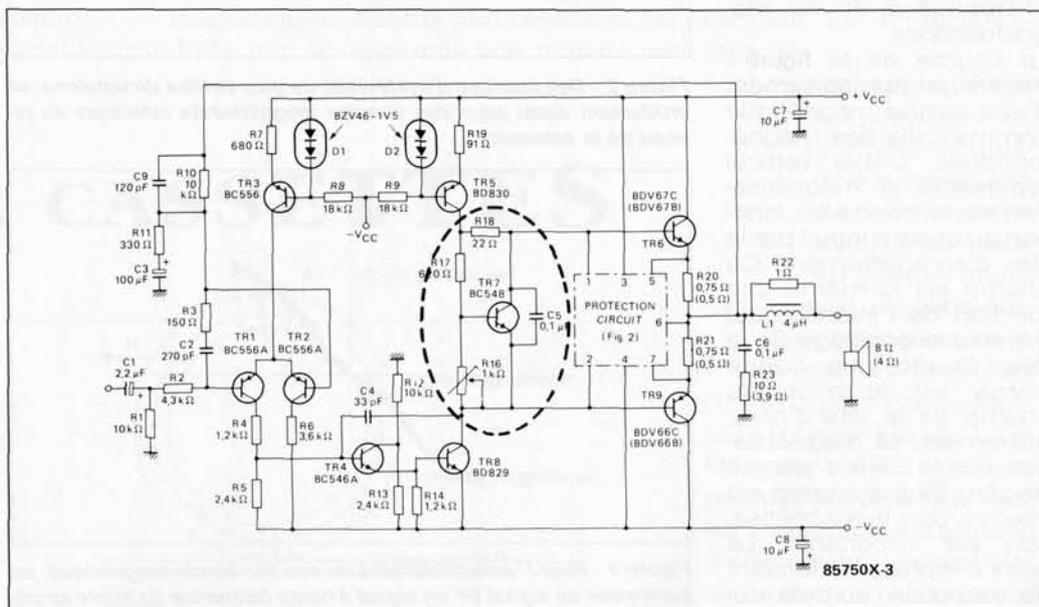


Figure 3 - Un montage pratique. Il s'agit du réglage du courant de repos d'un amplificateur HiFi de 70 W (de marque Philips). Même si les différentes sources de courant constant et les « paires à longue queue » (traduction littérale du nom anglais des paires différentielles) encombrant un peu le schéma, on reconnaît facilement l'agencement général de la figure 2.

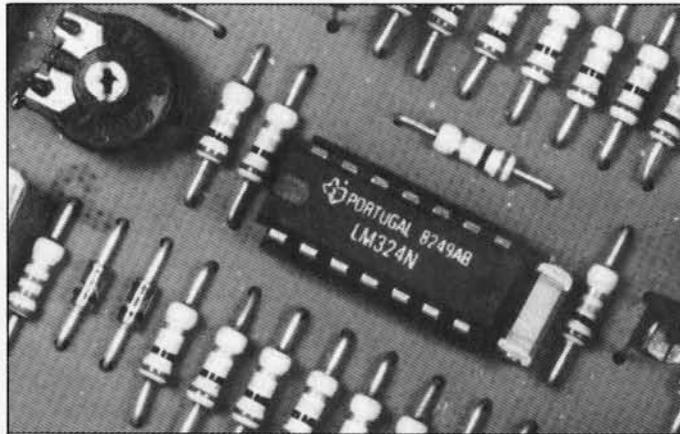
commande de train électrique à un seul bouton

Tout commence innocemment, vers le dixième anniversaire, avec un paquet contenant un simple ovale, une locomotive avec ou sans tender⁽¹⁾, deux ou trois wagons, et un transformateur réglable. Il ne se passe guère de temps avant qu'arrivent les premiers aiguillages financés par l'argent de poche et, sans savoir comment, vous vous retrouvez l'heureux possesseur d'un emplacement attiré et d'un passe-temps pour la vie. C'est là que les problèmes commencent.

Le chef de gare dispose d'un doigt habile quelques aiguillages ; d'une pression sur un bouton, il fait passer au vert les signaux voulus⁽²⁾, et après une rotation du bouton de vitesse, le train s'anime d'un mouvement lent et régulier.

Hélas il en va souvent autrement dans la pratique. Neuf transformateurs sur dix causent les plus gros problèmes au moment du démarrage. Au lieu d'être souple et progressif, comme dans le modèle réel, le démarrage

la modulation de largeur d'impulsion comme les vrais



est brutal et cahoteux. Après quoi le train quitte la gare à toute allure ; pauvres voyageurs !

S'il y a quelque chose à faire ? Bien sûr.

le problème

Pourquoi le train, au démarrage, passe-t-il brutalement d'une vitesse nulle à quelque chose comme la moitié de sa vitesse maximale ? Il faut chercher la raison du phénomène dans la masse relativement importante à

mettre en mouvement et dans les différentes résistances mécaniques à vaincre, comme les frottements des paliers, etc. Pour surmonter ces résistances, une tension minimale aux bornes du moteur est nécessaire. Sitôt le convoi ébranlé, les forces de frottement diminuent et la puissance disponible se trouve supérieure à ce qui est strictement nécessaire au maintien de la vitesse acquise. Autrement dit, tant que le réglage de vitesse ne détermine pas une tension suffisante aux bornes du moteur, il ne se passe rien ; ensuite le train « bondit » brusquement.

Les modélistes chevronnés connaissent la solution sous

le nom de « commande par impulsions ». Les industriels utilisent le même procédé, dit *PWM* pour *pulse width modulation*, c'est-à-dire modulation de largeur d'impulsion. Ces dispositifs fonctionnent parfaitement et sont disponibles tout faits. Malheureusement les plus petits sont prévus pour des moteurs d'un cheval-vapeur⁽³⁾ (736 watts), ce qui les rend impropres à l'usage que nous voulons en faire.

la solution

Nous allons donc construire nous-mêmes notre variateur de vitesse à modulation de largeur d'impulsion, pour une puissance de 0,05 kW environ (50 watts). Il permet, en plus, de changer de sens de marche par la manoeuvre d'un seul bouton. La construction est à la portée des amateurs les moins expérimentés puisque nous vous proposons un dessin de circuit imprimé.

Le principe de cette commande par modulation de largeur repose sur une constatation simple : le couple du moteur est maximal quand le courant qui le traverse est maximal. Pour obtenir un courant important, il faut appliquer une tension importante. Pour éviter que la vitesse augmente

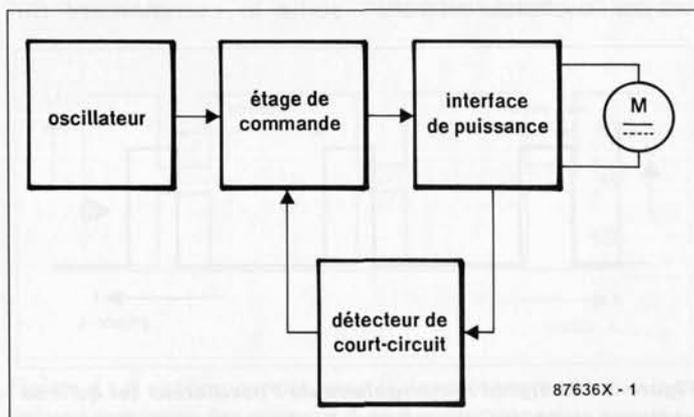


Figure 1 - Le schéma synoptique montre le bloc de limitation d'intensité à part. Il n'intervient pas dans le fonctionnement normal, mais agit en cas de défaut.

⁽¹⁾Pour ceux de nos lecteurs qui ne sont pas encore versés dans le modélisme ferroviaire, le tender est ce petit wagon accroché juste derrière la locomotive, qui servait au transport du charbon, ou du bois dans les *westerns*. Elvis Presley lui a dédié un de ses plus beaux succès. (Piqué presque textuellement et sans honte dans « La théorie du bordel ambiant » de Roland Moreno, l'inventeur de la carte à puce [À lire aussi, quand vous aurez fini *Jean-Christophe*]).

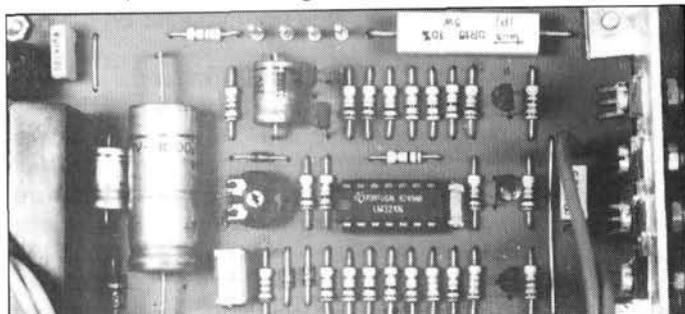
⁽²⁾Les sémaphores (feux rouge et blanc) et les carrés de manoeuvre (feu violet) sont franchissables au pas en marche à vue. Le carré (un ou deux feux rouges) est rigoureusement infranchissable.

⁽³⁾Nous avons déjà un cheval de cirque dans la ménagerie, voici le cheval-vapeur, en attendant le cheval fiscal (qui désigne une unité de puissance et non les fonctionnaires des Finances [qui constituent un corps respectable]).

trop, il suffit d'interrompre le courant. le moteur est donc alimenté par un train(!) d'impulsions, chacune de tension maximale, ce qui assure un couple important et permet le démarrage, cependant que la vitesse est déterminée par la tension moyenne, qui dépend du rapport entre la durée de l'impulsion et celle du « repos ».

le synoptique

Le schéma synoptique de la figure 1 est étonnamment simple et n'appelle pas beaucoup de commentaires. En commençant par la gauche, on trouve l'oscillateur à modulation de largeur d'impulsion (PWM). Il s'agit d'un générateur de signaux⁽⁴⁾ rectangulaires dont le rapport signal/pause est variable. Le rectangle suivant représente l'étage



de commande qui permet de déterminer à la fois la vitesse et le sens de marche. Le sous-ensemble suivant est l'étage de puissance qui alimente le moteur (M) et lui permet de mettre en mouvement les trains les plus lourds.

Le dernier sous-ensemble est l'assurance-vie du système. Il serait dommage de voir notre alimentation périr au premier court-circuit entre les deux files de rails, comme il s'en produit presque inévitablement en cas de déraillement.

l'oscillateur

Il n'est pas rare que le schéma complet soit plus compliqué que le synoptique. C'est le cas ici. Ne nous

⁽⁴⁾Dans la suite du texte, le mot signal ne désignera plus des sémaphores, des pré-avertissements ni des carrés, mais des phénomènes électriques.

affolons pas devant le schéma de la figure 2 et lisons-le de gauche à droite, comme d'habitude.

L'amplificateur opérationnel A1 et sa petite cour constituent l'oscillateur à rapport cyclique variable, autrement dit le générateur d'impulsions modulées en largeur. L'oscillation correspond aux phases successives de charge et de décharge du condensateur C1. L'amplificateur opérationnel est monté en comparateur avec une hystérésis due à la réaction positive par R3. Dès que la tension sur le condensateur atteint le seuil fixé par l'état de la sortie, le comparateur bascule et la sortie décharge le condensateur s'il était chargé ou le charge s'il était déchargé (voir à ce sujet le n°15 page 24).

La particularité de ce circuit est que la durée de l'impulsion et celle du repos sont réglables **séparément**. Puisque les temps de charge et de décharge sont déterminés par la résistance qui fournit le courant au condensateur, nous utilisons deux résistances distinctes. Puisque le courant de charge circule en sens inverse de celui de décharge, il suffit de deux diodes (D1 et D2) pour interdire au condensateur de se charger par la résistance de décharge (P2a) et de se décharger par la résistance de charge (P1 en série avec R4).

En regardant le schéma de l'oscillateur de plus près, on constate d'une part que P1, R4 et C1 déterminent la durée de l'impulsion, d'autre part que P2a, toujours avec C1, détermine la durée de la pause. C'est ce

potentiomètre, P2a, qui constitue le réglage de vitesse, car il détermine le temps de repos entre les impulsions, et par là la tension moyenne. Nous reviendrons plus tard sur le rôle exact de P2a.

interlude mathématique

Pour ceux qui aiment cela et pour montrer aux autres que ce n'est pas si compliqué, voici la formule qui permet de calculer la tension moyenne délivrée par l'oscillateur :

$$U_m = \frac{R4 + P1}{R4 + P1 + P2a} \cdot U_{alim}$$

La tension de déchet de l'étage de sortie de l'amplificateur est négligée pour simplifier. Le terme « U_{alim} » est en réalité U_{alim} moins quelque chose.

La valeur du condensateur ne figure pas dans la formule, car elle a disparu au cours des simplifications successives de l'expression. La tension moyenne est déterminée par le rapport entre le temps d'impulsion et le temps de repos ; comme le terme C intervient dans le calcul des deux temps (voir figure 3), il figure à la fois au numérateur et au dénominateur de la fraction. Sa suppression est donc autorisée en toute rigueur mathématique et il ne s'agit pas d'une approximation pratique.

l'inverseur

Le signal rectangulaire délivré par l'oscillateur est trans-

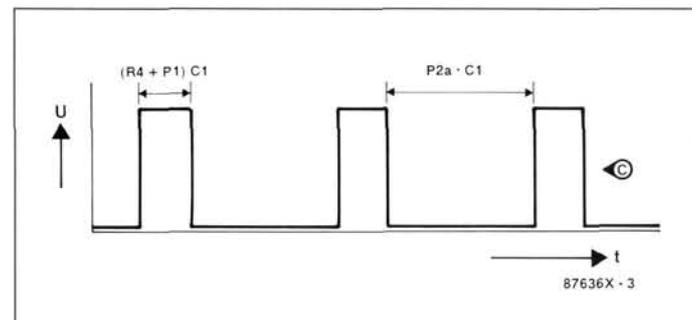
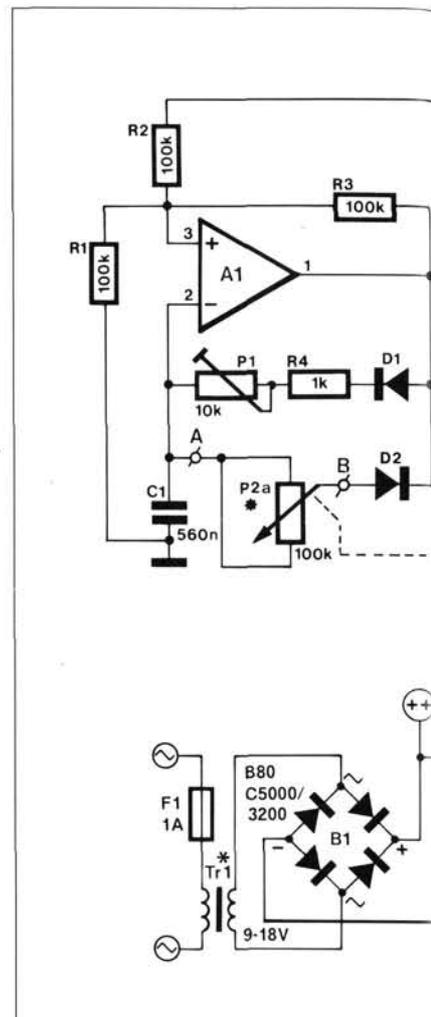


Figure 3 - Le signal rectangulaire de l'oscillateur tel qu'il se présente au point C du schéma. La durée de l'impulsion (tension proche de la tension d'alimentation) est fixée par P1, R4 et C1. La durée de la pause (tension proche de celle de la masse) est fixée par P2a et C1.

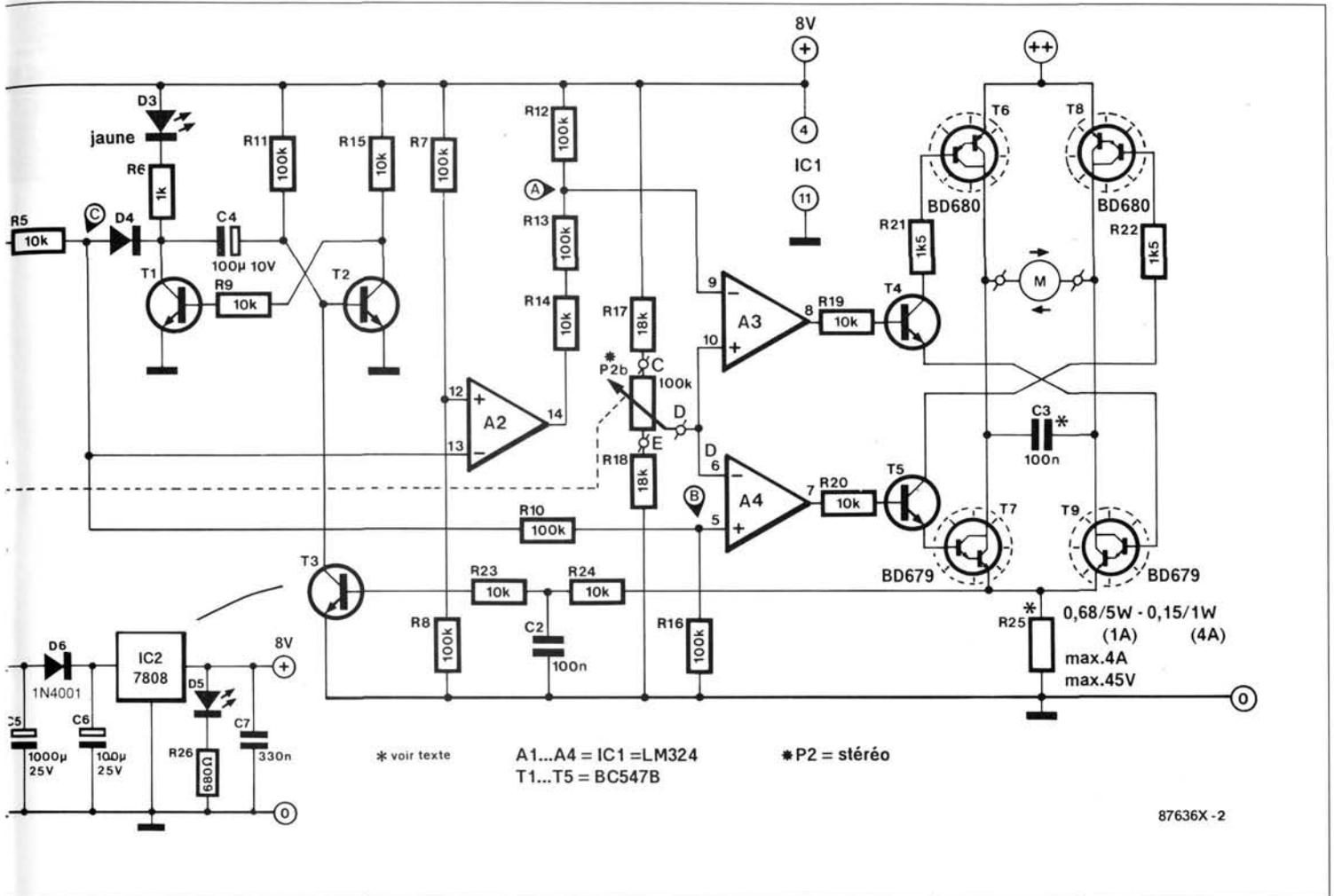


Figure 2 - Le schéma est un peu moins simple que celui des montages elex habituels. Pas de panique ! il est entièrement désossé dans le texte. Vérifiez que le moteur que vous devez alimenter est prévu pour du courant continu et laissez-vous glisser sur les rails.

signal d'entrée, c'est-à-dire le même signal, mais inversé.

Le signal inversé est appliqué à l'étage de commande (broche 9 de A3) par un diviseur de tension. De son côté, le signal original est appliqué à la broche 5 de A3 par un diviseur identique. L'un des signaux est appliqué à l'entrée inverseuse, l'autre à l'entrée non-inverseuse.

Pourquoi cette débauche d'inversions et de divisions de tension ?

Tout simplement pour pouvoir rouler en avant et en arrière.

L'étage de commande

L'étage de commande est constitué des amplificateurs opérationnels A3 et A4, attaqués par les signaux vus précédemment, c'est-à-

dire le signal de sortie de l'oscillateur et le signal inversé fourni par A2. Les diviseurs de tension décalent les deux signaux à une valeur juste supérieure (point A) ou juste inférieure (point B) à la moitié de la tension d'alimentation. Comme la tension d'alimentation est de 8 volts, les deux signaux, représentés sur la **figure 4**, affleurent le niveau 4 volts.

l'intervalle ΔU (delta U) de la figure 4. par conséquent aucun des comparateurs n'est « actif ». Le premier, A3, voit sur son entrée inverseuse une tension inférieure à la tension de son entrée non-inverseuse ; sa sortie est donc bloquée à l'état « bas ». L'autre, A4, est bloqué pour des raisons symétriques. Les transistors T4 et T5 sont bloqués, et avec eux les transistors T6 à T9. Il ne circule donc aucun courant dans le moteur et la locomotive reste à l'arrêt.

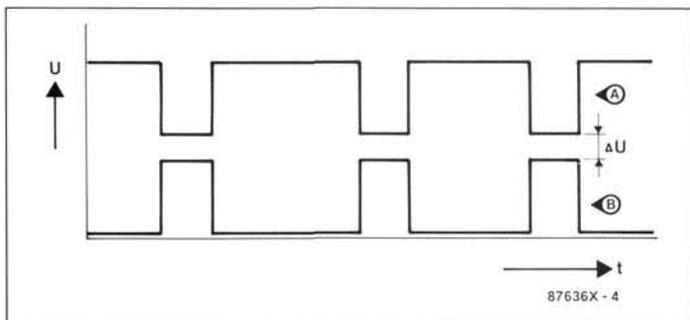


Figure 4 - Il est important pour le fonctionnement que les valeurs extrêmes des signaux A et B soient séparées par une zone morte ΔU correspondant à l'arrêt du moteur. Elle est déterminée par les résistances de 10 k Ω R5 et R14, qui déséquilibrent les diviseurs de tension.

Les amplificateurs A3 et A4 sont, eux aussi, montés en comparateurs et ils comparent la tension des broches 9 et 5 à une tension de référence fournie par le curseur de P2b. Le potentiomètre P2 est un modèle stéréo, comprenant deux potentiomètres sur le même axe. Considérons d'abord que P2b est exactement en position médiane. La tension de son curseur est exactement de 4 volts et se situe donc au milieu de

attention au départ...

.... fermez les portières

La situation change dès que P2 quitte la position médiane, au moment du démarrage. Nous tournons P2 vers la marche avant et la tension du curseur passe rapidement au dessus du niveau inférieur du signal du point A. Le comparateur A3

devient « actif » et sa sortie oscille au rythme du signal rectangulaire, avec une amplitude de 8 volts(1pp). Naturellement A4 reste dans son état bloqué, sa sortie reste à zéro volt.

Les passages à 1 de la sortie du comparateur A3 commandent T4 par la résistance R19. Ce transistor est donc alternativement conducteur et bloqué ; bloqué pendant les pauses du signal rectangulaire et conducteur pendant les impulsions. Simultanément et conséquemment, T6 et T9 conduisent et se bloquent alternativement. Le courant de traction (sa source est repérée par ++) circule par impulsions à travers T6, le moteur, T9 et R25, puis retourne à la masse commune. Le train avance.

La valeur absolue de la tension sur le curseur de P2b n'a pas d'importance, tant qu'elle est supérieure au niveau minimal du signal rectangulaire du point A. Le

réglage de la vitesse, comme nous l'avons indiqué plus haut, est confié à l'autre moitié du potentiomètre stéréo.

refoulez

« Refouler » désigne, dans le jargon des gares de triage, l'action de reculer en poussant la rame. Le signal « refoulez » se fait par un balancement latéral de la lanterne, alors que le signal « tirez » se fait par un mouvement alternatif vertical, comme un ascenseur, de la même lanterne. Vous aviez deviné que nous allons parler de la marche arrière ? **Bravo.**

Nous refoulons en tournant le potentiomètre en sens inverse : la tension du curseur diminue et passe en dessous de la valeur maximale du signal rectangulaire du point B. C'est au tour du comparateur A4 de réagir alors qu'A3 se bloque. Ce sont maintenant les transistors T5, T7 et T8 qui

conduisent le courant de traction, toujours à travers la résistance R25. La locomotive réfole.

Il n'est peut-être pas trop tard pour dire que le système est prévu pour des moteurs à courant continu, qui équipent la majorité des locomotives du marché. L'inversion de sens de marche de ces moteurs est obtenue par inversion de la polarité de la tension d'alimentation. Ce montage de quatre transistors s'appelle montage en pont ou montage en « H », le moteur (ou une autre charge) constituant la barre transversale du H. Il est utilisé chaque fois que des inversions de tension sont nécessaires à partir d'une source simple.



le réglage de vitesse

Le potentiomètre P2a est branché de manière inhabituelle. Ses deux extrémités sont court-circuitées et la valeur de la résistance est maximale quand le curseur est au milieu de la piste. Cette valeur donne la durée maximale à la pause entre les impulsions, donc la tension moyenne et la vitesse minimales. Dès que le curseur quitte, dans un sens ou dans l'autre, la position médiane, la durée de la pause diminue, les impulsions se rapprochent et la tension moyenne augmente.

liste des composants

R1 à R3, R7, R8, R10 à R13, R16 = 100 kΩ
R4, R6 = 1 kΩ
R5, R9, R14, R15, R19, R20, R23, R24 = 10 kΩ
R17, R18 = 18 kΩ
R21, R22 = 1,5 kΩ
R25 = 0,33 Ω/2 W*
R26 = 680 Ω

P1 = pot. ajustable 10 kΩ
P2 = pot. stéréo 100 kΩ lin.

C1 = 560 nF
C2, C3* = 100 nF
C4 = 100 μF/16 V
C5 = 1000 μF/25 V
C6 = 100 μF/25 V
C7 = 330 nF

D1, D2, D4 = 1N4148
D3 = LED jaune
D5 = LED rouge
D6 = 1N4001
T1 à T5 = BC547B
T6, T8 = BD680
T7, T9 = BD679
IC1 = LM324
IC2 = 7808

B1 = pont redresseur B80C5000/3200 ou équ.
Tr1 = transfo 9 à 18 V*
F1 = fusible 1A rapide avec porte-fusible

*voir texte

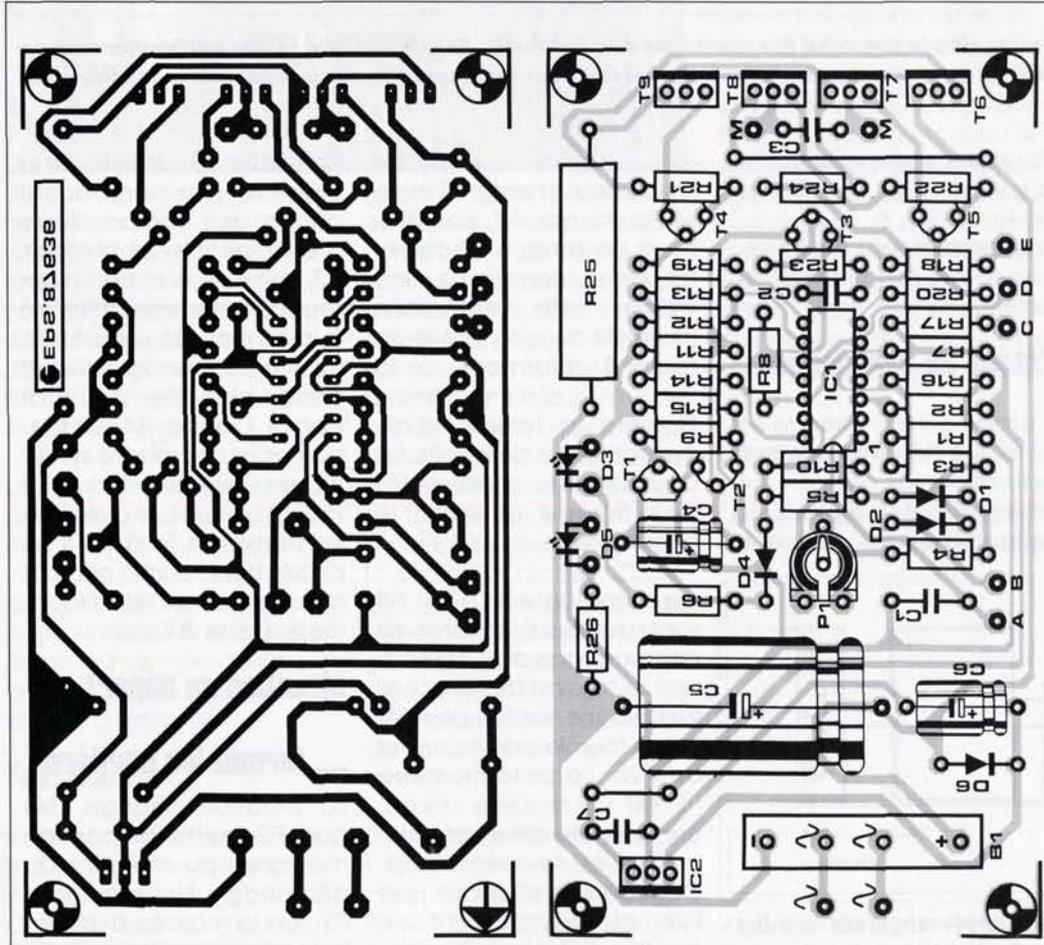


Figure 5 - Le circuit imprimé est à simple face, avec seulement deux ponts en fil. Le montage ne pose pas de problème, si vous veillez à isoler du radiateur les transistors de puissance T6 à T9.

ELEX Les Trois Tilleuls
 BP 59 - 59 850 NIEPPE
 tél: 20 48 68 04 télécopie: 20 48 69 64
 télex: 132 167 MINITEL: 3615 code ELEX
 8h30 à 12h30 et de 13h15 à 16h15
 Banque : Crédit Lyonnais -
 Armentières n° 6631-61840Z
 CCP PARIS 190200V
 libellé à "ELEX"

3^e année n°28 décembre 1990

ABONNEMENTS : voir encart avant-dernière page
PUBLICITE : Brigitte Henneron et Nathalie DeFrance
ADMINISTRATION : Jeanine Debuysse et Marie-Noëlle Grare
DIRECTEUR DÉLÉGUÉ DE LA PUBLICATION : Robert Safie
 ont participé à la réalisation de ce numéro:
 Jean-Paul Brodier · Yvon Doffagne ·
 Denis Meyer · Guy Raedersdorf · NN ·
 Jean-Christophe Vieillard



Société éditrice : Editions Casteilla
 SA au capital de 1.000.000 F
 siège social : 25, rue Monge 75005 PARIS
 RC PARIS 378 000 699 SIRET : 00033 APE : 5112
 principal associé: VISLAND S.A.R.L.
 Directeur général et directeur de la publication: Marinus Visser

Toute reproduction ou représentation intégrale ou partielle, par quelque procédé que ce soit, des pages publiées dans la présente publication faite sans l'autorisation de l'éditeur est illicite et constitue une contrefaçon. Seules sont autorisées, d'une part, les reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective, et d'autre part, les analyses et courtes citations justifiées par le caractère scientifique ou d'information de l'œuvre dans laquelle elles sont incorporées (Loi du 11 mars 1957 - art. 40 et 41 et Code pénal art. 245).

Dépôt légal : décembre 1990
 N° ISSN : 0990-736X
 N° : CPPAP : 70184
 © ELEKTUUR 1990

Maquette, composition et photogravure par GBS - BEEK (NL)
 imprimé aux Pays-Bas par NDB - Leiden

Tous droits réservés pour tous pays

Nice COMPOSANTS
DIFFUSION
J E A M C O
 COMPOSANTS ÉLECTRONIQUES
 CONNECTIQUE INFORMATIQUE — KITS — SONO
 MESURE — OUTILLAGE — MAINTENANCE
 LIBRAIRIE TECHNIQUE
 12 rue Tonduti de L'Escarène 06000 NICE
 Tél: 93.85.83.78 Fax: 93.85.83.89

ELEX BAZAR

VENDS ATARI Méga ST4 +
 écrans + 3 p 1/2 ext + Mégafile
 44 - sous garantie. Val : 25 000 F
 à débattre. tél : 27.39.42.87 ap
 19H.

VENDS PC/XT 640 Ko DD 10 M
 3500 souris - kit VGA carte 16 bit
 + écran 2000 - semi portable XT
 2000. Tél : (1) 43.72.53.97.

VENDS Galvanos 75X75 1 mA :
 50F. Boîte résistances étalons
 1M/1Mo 1.000.000 de valeurs
 sortie directe SS. 5W : 300 F +
 p. Tél : 48.64.68.48.

RECHERCHE divers schémas
 émetteurs radios anciens et
 récents. DECORBE Alain 50
 Chemin St Denis 07100 ANNO-
 NAY.

VENDS cause place ancien
 oscillo Ribet Des Jardins TY
 241C Vol 070 045 035 - Bon état
 - Faire offre ou cont. petit oscillo.
 Tél : (1) 47.40.87.74.

CHERCHE tête de bras platine
 Dual 1214 + sup port TK24 +
 cellule CD 660/8 ou CD630 = ou
 bras complet. Tél : 83.92.44.00
 poste 4452 HDR.

VENDS cours complet radio-TV
 "Votre Carrière" éditions Chiron :
 800 F. BONNIN FRANCE 13,
 Place De La Laiterie 78170 LA
 CELLE ST CLOUD. Tél : (1)
 39.18.51.48.

CHERCHE en communication
 ou achat ouvrage de L. BOE :
 dipôles et quadripôles. SINE 9,
 Grande rue 41220 ST LAURENT
 NOUAN. Tél : 54.87.70.96.

VENDS ELEX du n°1 au 27 :
 320 F contre remboursement.
 JEAN Christophe 3 Ter, Bd
 Jeanne D'Arc 35000 RENNES.

VENDS multimètre Digital
 MONACOR DMT 870 : 300 F.
 Alimentation pour mini perceuse
 : 100 F. LO Jean 31100 TOU-
 LOUSE Tél : 61.49.66.77.

VENDS oscilloscope PHILIPS 15
 MHz - parfait état : 900 F. Alim
 variable 0 à 15V : 250 F.
 Imprimante couleur TBE : 990 F.
 Tél : (1) 48.27.73.01.

ECHANGE RX TX KENWOOD
 TS 130V - parfait état contre RX
 820ou equiv. propos.SA.
 DOBERSECQ 6, Cité Les
 Jésuites 81100 CASTRES.

470 µF par ampère pour un
 filtrage sommaire, 1000 µF
 par ampère pour un filtrage
 soigné, avant un régulateur
 par exemple.

La résistance R25, qui sert
 de shunt de mesure pour le
 disjoncteur, est calculée
 pour que la tension à ses
 bornes soit inférieure à 0,6 V
 lorsque le train roule à plei-
 ne vitesse. La loi d'Ohm
 (U=RI) s'applique encore ici :

$$R_{25} = \frac{0,6}{I_{max}}$$

Le shunt doit pouvoir dissi-
 per une puissance égale à :

$$I_{max} \cdot 0,6$$

la construction

Comme la construction est
 un peu trop compliquée
 pour les platines d'expéri-
 mentation habituelles, nous
 avons dessiné le circuit
 imprimé de la **figure 5**. Ceci
 permettra aux novices
 d'entreprendre la réalisa-
 tion avec le maximum de
 chances de succès. Tenez-
 vous-en à l'ordre habituel :
 les deux ponts en fil, puis les
 résistances et les condensa-
 teurs, et les composants
 actifs pour finir (prévoyez un
 support pour IC1).

Les transistors T6 à T9 méritent
 une mention spéciale :
 il faut impérativement les
 refroidir si on compte s'en
 servir longtemps. Vous pou-
 vez équiper chacun d'un
 petit radiateur, mais la solu-
 tion la plus rationnelle
 consiste à les monter tous
 sur une même tôle d'alumi-
 nium. Elle peut être dimen-
 sionnée pour deux transis-
 tors seulement, puisqu'ils ne
 travaillent que deux par
 deux à tour de rôle. Les
 dimensions minimales sont
 de 5 cm x 5 cm pour une
 tôle de 2 mm d'épaisseur.

Attention : les collecteurs de
 ces darlington de puissance
 sont reliés électrique-
 ment à la languette métal-
 lique du boîtier ; il faudra
 donc isoler deux des collec-
 teurs au moins, avec des
 plaques de mica et de la
 graisse thermo-conductrice,
 pour éviter les courts-circuits.

Après une vérification soi-
 gneuse de tout le câblage,
 l'ensemble peut être monté
 dans son boîtier avec le
 transformateur. La **figure 6**
 vous propose une face
 avant facilement reproduc-
 tible. Prévoyez un dispositif
 anti-traction pour le cordon
 secteur ou, mieux, une fiche
 et une prise CEE22 comme
 celles qui équipent les
 matériels informatiques. Si le
 boîtier est en matière plas-
 tique, vous pouvez vous dis-
 penser de prise de terre et
 utiliser un cordon avec prise
 moulée de type « magnéto-
 phone » et la prise châssis
 correspondante.

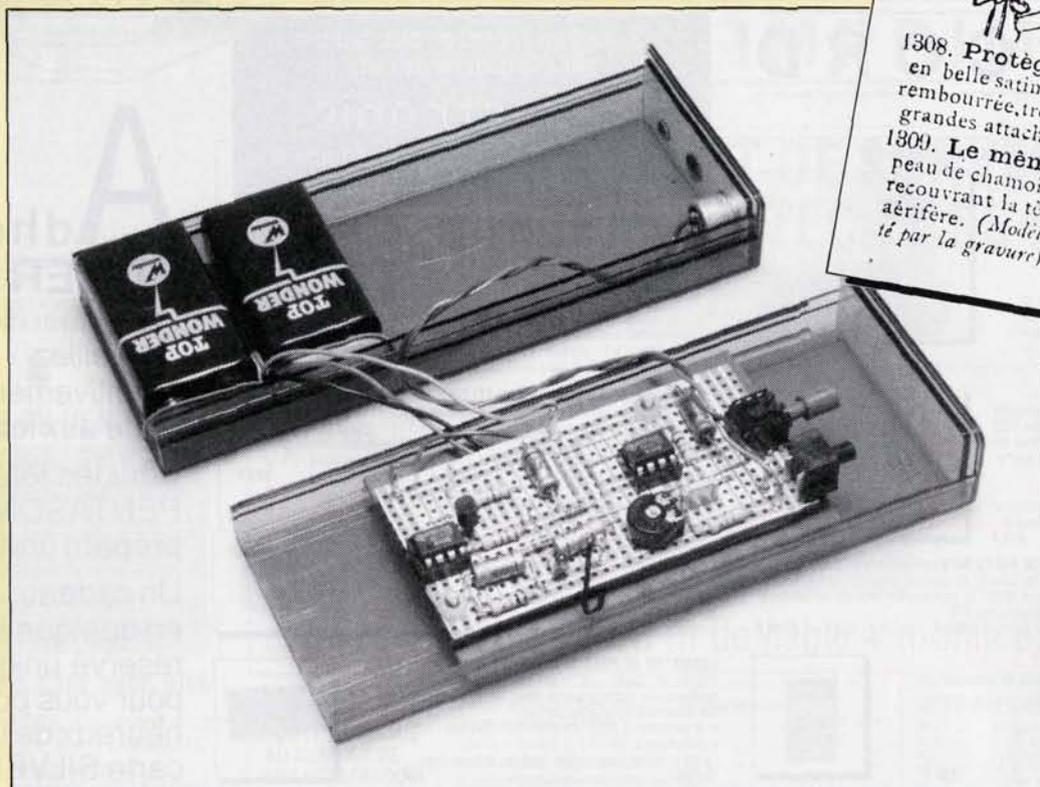
Encore un mot sur le
 condensateur C3 : son rôle
 est de rendre inoffensives
 les pointes de tension
 induites par les moteurs à
 collecteur des locomotives.
 Il y a de fortes chances qu'il
 soit superflu car la plupart
 des moteurs sont équipés
 d'antiparasites qui étouffent
 à la naissance tous les arcs
 qui naissent aux balais.
 Montez-le tout de même, il
 serait dommage de voir vos
 transistors mourir par surten-
 sion pour cette économie
 de bout de chandelle.

le réglage

Il nous reste à régler, une fois
 pour toutes, la position du
 potentiomètre P1. C'est lui
 qui détermine la durée de
 l'impulsion positive du signal
 rectangulaire, donc la
 valeur minimale de la ten-
 sion d'alimentation du train.
 Cette valeur dépend du
 moteur à alimenter, de la
 masse du convoi, et pour
 finir de votre goût. Vous la
 déterminerez expérimenta-
 lement pour obtenir un
 démarrage progressif de
 votre locomotive.

87636

sono-alarme



La sono-alarme, en version portable, pour évaluer la pollution sonore en-dehors de votre laboratoire.

Les centrales atomiques françaises sont des modèles de sécurité et Tchernobyl est impossible. C'est bien connu. Un Tchernobyl français est impossible en particulier parce que tous les ouvriers qui travaillent dans les centrales portent leur casque. Les fuites d'éléments radio-actifs sont impossibles et les installations de décontamination, les sas, les portiques d'accès en zone irradiée sont inutiles et installés seulement pour rassurer le public crédule qui s'affole à écouter le discours alarmiste des écologistes. Malgré cela, toute personne qui circule dans une centrale doit porter un film de contrôle destiné à enregistrer les doses d'irradiation reçues. Dans le même ordre d'idées, voici un dispositif qui vous avertit par un signal lumineux que le niveau sonore de la discothèque où vous vous trouvez représente une menace pour l'intégrité de votre système auditif. Bien entendu(!), il n'y a pas plus de risque à séjourner dans ces lieux que dans une centrale atomique, mais

vous pouvez toujours utiliser la sono-alarme pour faire croire à votre compagne que ses oreilles sont en danger et lui proposer (par signes) d'aller faire un tour dehors.

le principe

Le capteur de son est une capsule de microphone à électret (figure 1). Il demande, comme les microphones à charbon ou les microphones à condensateur, une source de tension alternative superposée à une tension continue. La capsule est alimentée à travers la résistance R1. Il règne aux bornes de cette résistance une tension alternative reproduit les variations de la pression de l'air, autrement dit les ondes sonores. Le condensateur C1 découple la tension alternative de la tension continue et l'applique aux bornes de la résistance R2, qui fixe à 47 k Ω l'impédance d'entrée du montage amplificateur. L'amplificateur opération-

nel IC1 présente un gain réglable par P1 entre 1 et 250 environ. La diode D1 et le condensateur C3 redressent et lissent la tension de sortie de l'amplificateur. La tension alternative est convertie en une tension continue dont la valeur dépend du niveau sonore.

Le deuxième amplificateur opérationnel, IC2, est monté en comparateur. Il reçoit la tension redressée et filtrée sur son entrée non-inverseuse, et la compare à la tension d'une diode zener de 3,3 V. Dès que la tension de l'entrée non-inverseuse atteint 3,3 V, la sortie du comparateur change d'état et sa tension passe à son maximum. Le transistor T1 conduit et fournit le courant nécessaire pour alimenter la LED ou exciter un relais. Ce relais peut actionner un signal lumineux ou plus simplement arrêter la source de bruit.

Comme le condensateur C3 ne peut se décharger que par la faible charge que représente l'entrée de

l'amplificateur IC2, une action sur la touche S1 permet de remettre le système à zéro pour faire une autre mesure. Le condensateur une fois déchargé, la LED s'éteint et le relais « retombe ». L'appareil est prêt pour la mesure suivante.

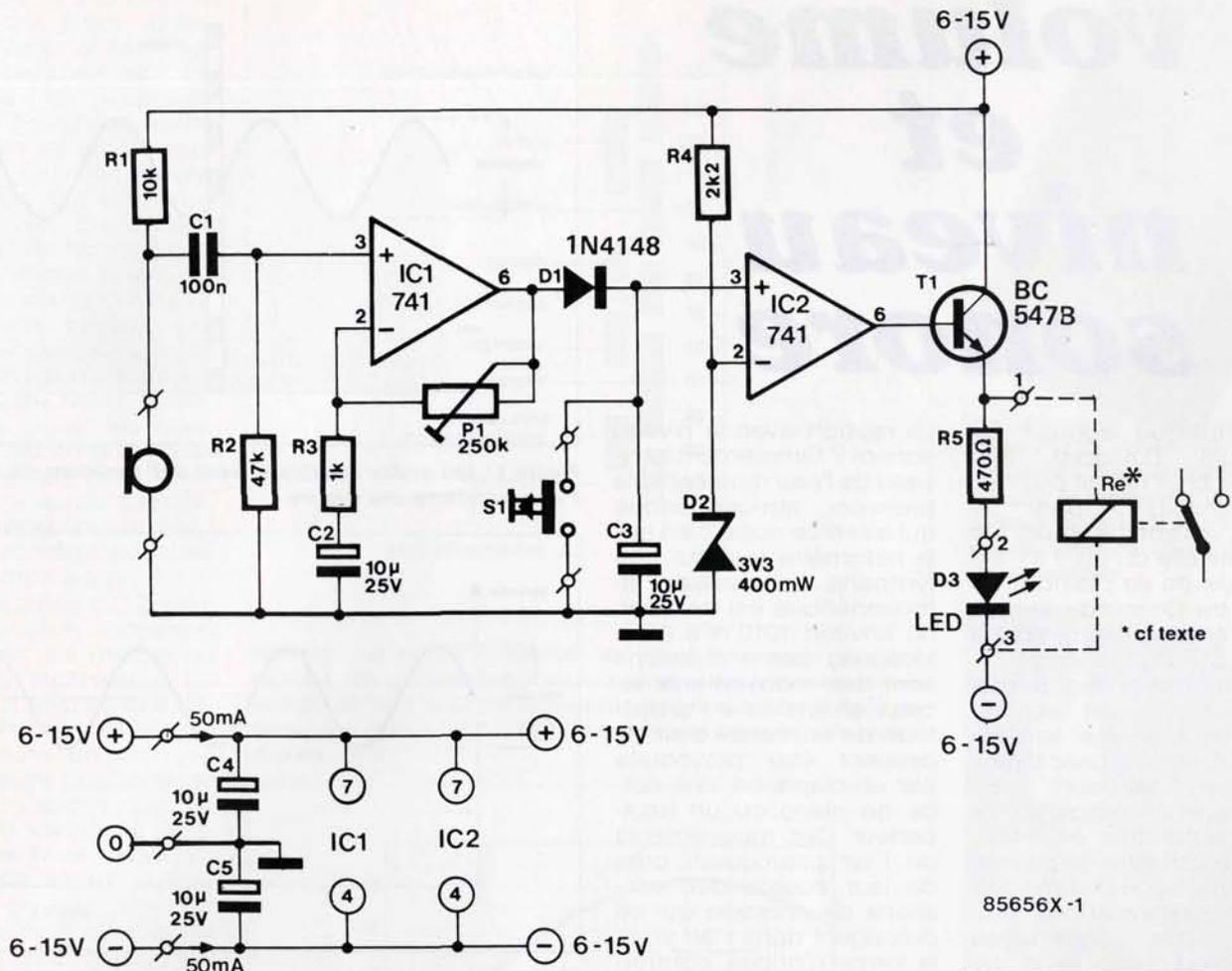
la construction

Une photocopie à l'échelle 1 du plan d'implantation, collée sur la platine, vous permettra de câbler sans erreur. Il suffit ensuite de piquer les composants à travers le papier et de les souder.

L'alimentation est confiée à deux piles de 9 V. la consommation est de 1 mA au repos, elle passe à 30 mA quand la LED est allumée. Si vous voulez utiliser la sono-alarme avec un relais, il faudra la monter à poste fixe et prévoir une alimentation par le secteur. Des alimentations standard ont été écrites dans le n°12 de juin 1989. Un modèle capable de fournir 100 mA est plus que suffi-



1308. Protège-oreilles, en belle satinette blanche, rembourrée, trous aërières, grandes attaches... 2. »
1309. Le même, en forte peau de chamois, avec filet recouvrant la tête formant aërière. (Modèle représenté par la gravure)... 3.50



85656X-1

Figure 1 - Le poussoir S1 sert à la remise à zéro du système. Le transistor ne court aucun risque du fait de l'absence de résistance de base : il est monté en émetteur suiveur.

sant pour ce montage. Si l'appareil doit être transportable, l'idéal est de le monter dans un boîtier Heiland (voir photo) équipé du poussoir et d'un interrupteur double pour mettre hors-circuit les deux piles.

le réglage

Le réglage se résume à celui du potentiomètre P1. Vous pouvez le faire à l'oreille puisque chacun connaît la limite de ce qu'il peut endurer. Poussez le volume de votre chaîne HiFi jusqu'à ce que le voisin donne du balai dans son plafond, puis tournez P1 en partant du court-circuit jusqu'à ce que la LED s'allume. Si la LED s'allume dès que vous tournez le potentiomètre, c'est que le montage est trop sensible (il y a des différences importantes entre les microphones). Dans ce cas, réduisez le gain en portant à 10 kΩ la valeur de R3 et recommencez à titiller les oreilles du voisin.

Si vous voulez éviter de vous fâcher avec votre entourage, empruntez un sonomètre à un amateur de HiFi ou à un modéliste. Comme le microphone du sonomètre n'a pas la même courbe de réponse que le nôtre (de plus, elle est modifiée par un filtre), le mieux est de procéder au réglage sur du « souffle ». Réglez un récepteur à modulation de fréquence entre deux stations, vous obtiendrez un signal de bruit qui couvre presque tout le spectre audible. Placez les deux micros près d'un haut-parleur et poussez le son jusqu'à lire la valeur voulue sur le galvanomètre (80 dB(A) par exemple). Adaptez la valeur de P1 pour que la LED s'allume. Vérifiez votre réglage immédiatement : réduisez le volume, remettez l'appareil à zéro par une pression sur le poussoir, puis augmentez très lentement le volume. Le sonomètre doit afficher la valeur choisie au moment où la LED s'allume.

85656

liste des composants

- R1 = 10 kΩ
- R2 = 47 kΩ
- R3 = 1 kΩ
- R4 = 2,2 kΩ
- R5 = 470 Ω
- R6 = 10 MΩ
- C1 = 100 nF
- C2, C3, C4, C5 = 10 µF/25 V
- T1 = BC 547
- D1 = 1N4148
- D2 = zener 3,3 V
- D3 = LED
- IC1, IC2 = 741

divers

- microphone à électret deux fils (ECM1 par exemple)
- Re = relais 12 V max. 50 mA
- S1 = poussoir à fermeture
- interrupteur bipolaire boîtier et picots à souder 2 piles de 9 V

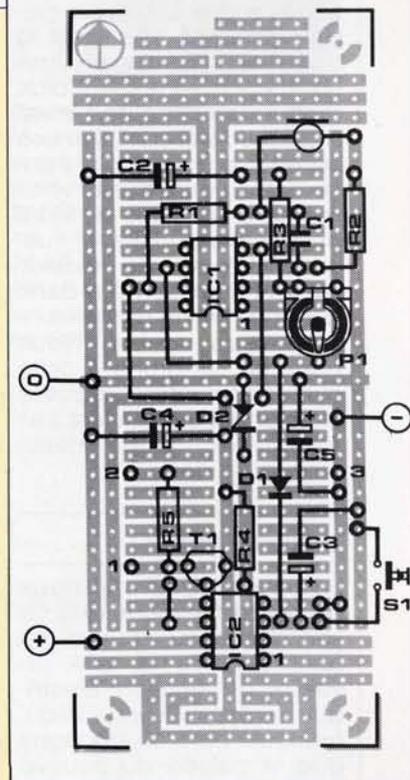


Figure 2 - Commencez le câblage par les ponts en fil. Attention à l'orientation des circuits intégrés. Pour le raccordement des piles, adoptez les couleurs habituelles : noir pour la masse, bleu pour le négatif, rouge pour le positif.

volume et niveau sonore

La musique adoucit les mœurs. D'accord, tant que le bruit ne fait pas mal aux oreilles. À partir de quel volume la musique devient-elle du bruit ? Est-il logique de se plaindre du bruit du Concorde et d'aller s'éclater les tympans dans une discothèque ? Il existe des unités de mesure du niveau sonore, comme le décibel acoustique (dbA) ou le pascal (unité de pression) qui permettent d'apporter la preuve, chiffres en main, qu'un orchestre de cuivres au complet peut, dans certaines circonstances, produire des dommages physiologiques, sans recours à la percussion au sens propre. Ce qu'on mesure dans ce cas, c'est le niveau sonore. Le volume sonore, lui, se ressent plus qu'il ne se mesure ; c'est une notion subjective. Les parents, par exemple, trouveront toujours que le volume de la musique de leurs enfants est trop élevé ; jusqu'à présent ce facteur n'est pris en compte dans aucune norme de mesure de niveau sonore. Nous nous en tiendrons à cette hypothèse, selon laquelle le volume sonore n'est pas mesurable. Que mesurons-nous donc ?

le niveau sonore

La notion de niveau nous est assez familière, que ce soit grâce au zouave du pont de l'Alma, aux niveaux de tension électrique ou au niveau du vécu, quelque part. Supposons que la culotte du zouave soit graduée et que passe un bateau-mouche. Le niveau de la Seine ne s'en trouve pas affecté, mais la surface de l'eau est agitée d'ondulations comme celles de la **figure 1**⁽¹⁾.

Le rapport avec le niveau sonore ? Simplement le niveau de l'eau représente la pression atmosphérique qui s'exerce aussi bien sur le baromètre que sur nos tympans. La pression atmosphérique est de 1 bar, ou environ 1010 hPa (hectopascal). Les ondulations sont des mouvements locaux et limités en amplitude de la masse d'air. Ils peuvent être provoqués par un diapason, une corde de piano ou un haut-parleur. Ces mouvements de l'air provoquent près de leur source des variations de pression qui se propagent dans l'air sous la forme d'ondes, comme celles qu'on provoque en lançant un caillou dans une mare. Le niveau sonore désigne la force des variations de pression, c'est-à-dire l'amplitude des ondes sonores (**figure 2**). Si nous disposions d'un baromètre assez sensible, il conviendrait comme instrument de mesure du niveau sonore, d'autant mieux que l'unité de mesure est la même. La sensibilité du baromètre devrait être phénoménale : une discothèque moyenne, audible à trois pâtés de maisons de distance, produit un niveau sonore de 0,01 hectopascal (1 pascal), à comparer avec les 1000 hPa de la pression atmosphérique normale.

le volume sonore

La mesure de la pression acoustique se limite à celle des variations de pression qui affectent le tympan. La transformation de ces variations de pression en sensations est l'affaire de notre cerveau : il évalue la mesure fournie par l'oreille (tympan, conduit auditif) et

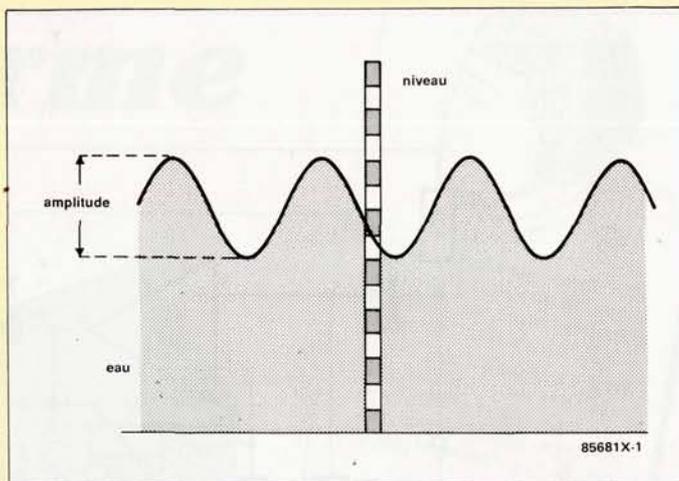


Figure 1 - Les ondes aquatiques sont des variations du niveau de l'eau au rythme des vagues.

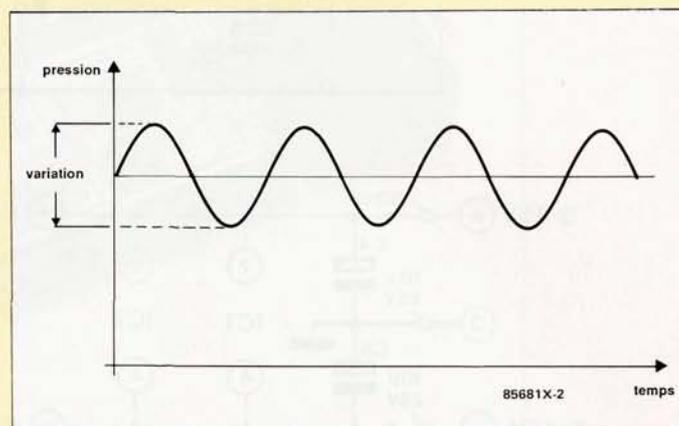


Figure 2 - Les ondes sonores sont comparables aux ondes aquatiques. Ici c'est la pression de l'air qui varie. Les ondes sonores font varier la pression de l'air sur le tympan ou sur un microphone. L'impression de volume sonore correspond à l'amplitude des variations, ou pression acoustique et non à la valeur moyenne de la pression, ou pression atmosphérique.

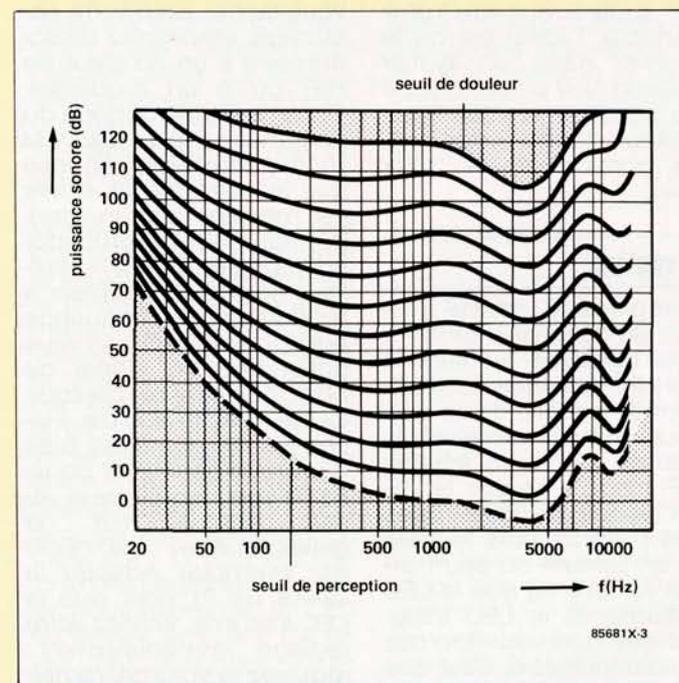


Figure 3 - La sensibilité de l'oreille humaine ne dépend pas seulement du volume sonore (ou de la pression acoustique), mais aussi de la hauteur du son (la fréquence). Les courbes isophoniques ci-dessus montrent que l'oreille présente son maximum de sensibilité dans la plage de 500 à 5000 Hz. Aux fréquences plus hautes ou plus basses, la pression acoustique doit être plus forte pour provoquer la même sensation.

⁽¹⁾ Ma soeur essaie d'en faire autant à la main.

ne transmet à notre conscience que le résultat de l'estimation. Deux chercheurs, Weber et Fechner, se sont penchés sur ce processus de « conversion ». Ils ont établi, après de longues séries de mesures, à partir de quelle pression un son est perçu (seuil moyen d'audibilité) et à partir de quelle pression il provoque une douleur (seuil de la douleur). Les mêmes travaux ont démontré que la sensibilité varie en fonction de la hauteur du son. Nous entendons les sons les plus graves et les sons les plus aigus moins bien que ceux du milieu du spectre. Cette caractéristique s'aggrave avec l'âge pour les sons les plus aigus.

Ces recherches sur la sensibilité auditive moyenne ont permis de mettre au point des techniques de mesure, et ensuite des appareils de mesure du niveau sonore en fonction de la mesure physique de la pression acoustique. La courbe de sensibilité auditive (figure 3) se trace sur une échelle logarithmique graduée en décibels : un volume sonore double est provoqué par une pression acoustique dix fois plus forte. Le point zéro dB (la référence) correspond au seuil d'audibilité à 1000 Hz (puisque la sensibilité varie avec la fréquence), 120 dB correspondent au seuil de la douleur à la même fréquence (figure 4).

Pour obtenir des courbes utilisables malgré les variations de sensibilité en fonction de la fréquence, plusieurs types de filtres ont été mis au point. La courbe de pondération la plus connue est la courbe « A » (figure 5), qui tend à reproduire celle de l'oreille humaine. Un filtre qui y répond fait en sorte que le sonomètre (l'appareil de mesure du son) affiche une valeur plus faible dans les plages supérieure et inférieure du spectre audible. Les mesures obtenues à travers ce filtre sont exprimées en dB(A).

les appareils de mesure et les ordres de grandeur

Les sonomètres ou décibelmètres sont conçus comme la « sono-alarme » décrite ailleurs dans ce nu-

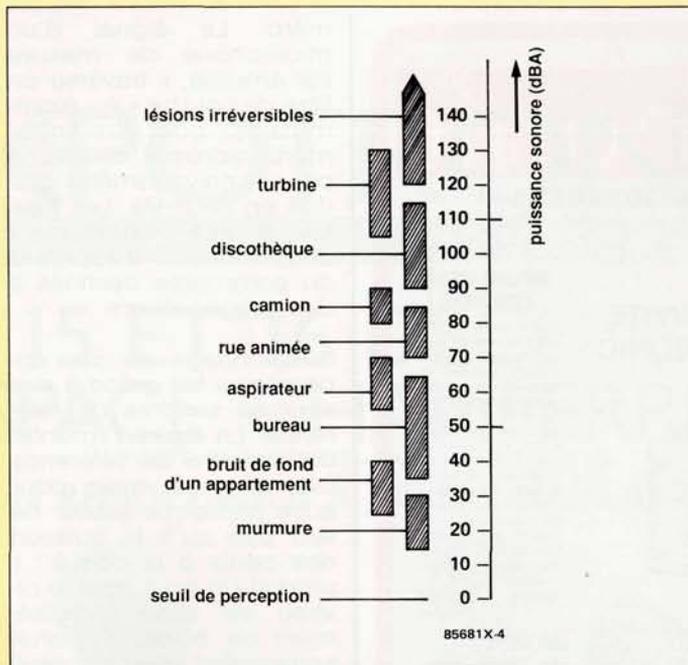


Figure 4 - Quelques exemples de niveaux sonores exprimés en dB(A). Un système auditif soumis pendant des temps longs à des niveaux de bruit de 85 dB(A) risquent déjà de subir des lésions permanentes. À partir de 90 dB(A), des mesures de protection sont indispensables.

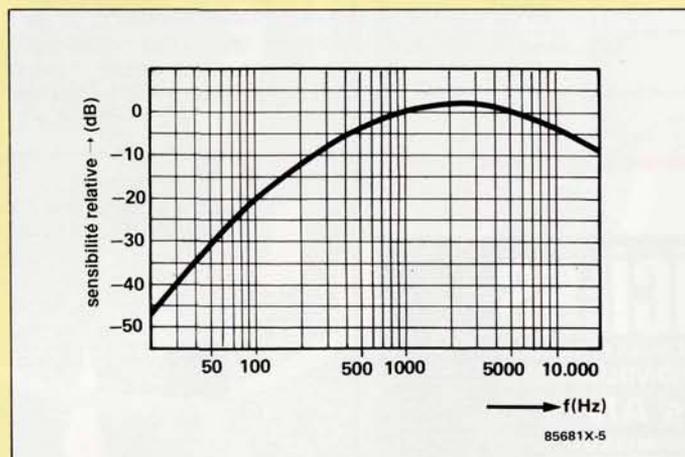


Figure 5 - Un filtre doté de cette courbe équipe le sonomètre de la figure 3. Il simule la courbe de sensibilité de l'oreille humaine en fonction de la fréquence. Les mesures sont exprimées en décibels(A).



Figure 6 - Un sonomètre à prix « amateur ». Il est utilisable pour mesurer le rendement de haut-parleurs ou le bruit de modèles réduits, pour ne citer que ces deux exemples.

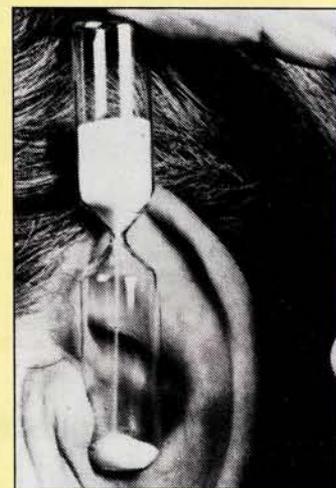


Figure 7 - L'appareil de test de la sensibilité auditive le plus simple du marché. Ce sablier produit, par la chute de quelque 50000 minuscules grains de sable, un bruit à large spectre de 30 dB. Si vous ne l'entendez pas, il faut changer les piles de votre sonotone ou consulter votre ORL.

Puissance amplificateur en watts	Pression acoustique en dB	
0,00003	40	bruit de fond dans une pièce calme
0,0001 à 0,0003	50	bruit de la circulation étouffé
0,001 à 0,003	60	fond musical modéré
0,01 à 0,03	70	conversation
0,1 à 0,3	80	musique à volume moyen
1 à 3	90	musique à volume élevé
10 à 30	100	musique à très fort volume
100 à 300	110	risque de lésions permanentes

Selectronic

BP 513 59022 LILLE - Tél : 20.52.98.52 I

Nouveautés 30

ALIM DE LABO
+ 5 ALIMs FIXES
+ GÉNÉ BF
+ VOLTMÈTRE NUM.

UNILAB
EXCLUSIVITÉ
SELECTRONIC

**MINI LABO INTÉGRÉ
ECONOMIQUE**

Ce petit appareil rendra les plus grands services de par sa polyvalence à tous les amateurs, dépanneurs, étudiants, etc. Il intègre : - une alimentation régulée variable de 0 à 30 V/1,5 A. - 5 sources de tension fixe : +6 V/3 A, +12 V/1,5 A, +15 V/1,5 A, -12 V/1,5 A, -15 V/1,5 A. - 1 générateur de signaux carrés à 11 fréquences fixes. - Sortie : Niveau TTL ajustable programmable. Le tout présenté dans un coffret ESM EC 24/08 avec face avant percée et sérigraphiée. Le kit complet : 011.9003... 950,00 F seulement



**FREQUENCEMÈTRE MINIATURE DE TABLEAU 20 MHz
A CHANGEMENT DE GAMME AUTOMATIQUE**



Une exclusivité SELECTRONIC (Décrit dans EP n°121)
Mini-frequencemètre en kit, de hautes performances prévu pour s'intégrer facilement dans un appareil existant ou dans un boîtier de petites dimensions.
- Entrée : signaux logiques - 5 gammes 2 kHz, 20 kHz, 2 MHz, 20 MHz.
- changement de gammes automatique - base de temps pilotée par quartz
- 3 1/2 digits hauteur 13 mm - indication : kHz et MHz - encombrement : 97 x 38 x 40 - alimentation à prévoir : 5V/170 mA
Le kit complet avec enjoliveur pour face avant, circuits imprimés à trous métallisés, etc... (sans tôle) 011.8230 450,00 F

**BAROMÈTRE
ANALOGIQUE**



Ce kit est un module électronique de précision qui donne la pression atmosphérique sur un galvanomètre. Fourni avec échelle illustrée. Alimentation : Pile 9 V
Le kit complet : 011.9260 399,00 F

ÉLECTRONICIENS

POUR FAIRE DES SOUDURES PRÉCISES ET RAPIDES
ET PROTÉGER VOS SEMICONDUCTEURS
OPTÉZ pour les ANTEX
70 PAYS DONT LES U.S.A. ET LE JAPON LES UTILISENT

TCS
220V

C 15 W
24V - 115V
220V

XS 25 W
230V - 115V
24V - 12V

**Nouveau
Fer 50W
régulé dans
le manche
Support ST5
renforcé**

Support **ST4** pour
tous les fers
ANTEX

CS 17 W
230V
115V
24V
12V

BRAY - 45 75 37 52

BRAY FRANCE

76, rue de Sully
92100 Boulogne-sur-Seine
Tél. : 46 04 38 06 Telex 201 576

méro. Le signal d'un microphone de mesure est amplifié, il traverse un filtre de courbe « A » (commutable), pour être finalement redressé et affiché par un galvanomètre gradué en décibels. Les figures 6 et 8 représentent deux modèles d'appareils du commerce destinés à des usages divers.

L'étalonnage de ces appareils se fait grâce à des sources sonores de référence. La figure 7 montre une source de référence bien connue, mais pour autre chose. Le sablier ne sert pas qu'à la cuisson des oeufs à la coque : il produit un bruit dont le niveau est assez précisément de 30 dB. Ce bruit correspond au seuil moyen de l'audition et doit être audible dans une pièce calme, le sablier appliqué directement contre l'oreille. Si vous ne l'entendez pas ou très mal, vous êtes *malentendant*, à un degré que seul votre otorhinolaryngologiste peut évaluer. Ne vous affolez pas. Selon les statistiques,

c'est le cas d'une personne sur six, après cinquante ans d'une personne sur trois, et d'une sur deux après soixante ans. Cette dégradation des facultés auditives est une conséquence de l'âge, mais aussi d'expositions prolongées à des bruits de 85 dB ou plus. La plupart des voitures particulières, même à vitesse maximale, produisent un bruit inférieur à ce niveau, au moins à l'intérieur. Ce n'est pas le cas, et de loin, pour les poids lourds, les petits avions et les hélicoptères. Les mesures de protection de l'environnement s'affinent chaque jour : la limite du bruit autorisé pour un ULM (ultra léger motorisé) volant à 150 m d'altitude a été fixée à 60 dB(A) au sol. Fort bien, mais cette source de bruit est peu importante car les ULM restent rares. Ce qui est plus important, c'est le niveau de bruit de la circulation et sur les lieux de travail, contre lesquels il reste beaucoup à faire.

L'électronique de « loisirs » représente aussi un risque important de lésions de l'oreille. Les autoradios de forte puissance, ou les installations de sonorisation à roulettes, permettent bien sûr de mieux écouter la musique puisque le bruit du moteur est largement couvert. On s'aperçoit que le volume est excessif quand on quitte l'autoroute, que le bruit de la voiture diminue avec la vitesse et que celui de l'autoradio devient insupportable.

Les installations HiFi domestiques sont généralement capables de produire des niveaux de 100 dB et plus. Le tableau ci-contre indique, pour une pièce de 30 m³ environ et des enceintes acoustiques de rendement moyen, la puissance nécessaire pour produire un niveau sonore donné. Les chiffres peuvent étonner à première vue, mais ils montrent la dynamique impressionnante de l'oreille humaine. Quelques milliwatts suffisent pour produire une musique d'ambiance, 3 watts produisent un niveau sonore qui interdit la conversation, 30 watts produisent, littéralement, un bruit *dingue* de 100 dB.



Figure 8 - Un appareil de mesure professionnel utilisé pour la protection contre le bruit. La plage de mesure s'étend de 35 à 130 dB(A). Pour ces derniers niveaux, il existe -heureusement- une sortie pour la lecture à distance.

85681