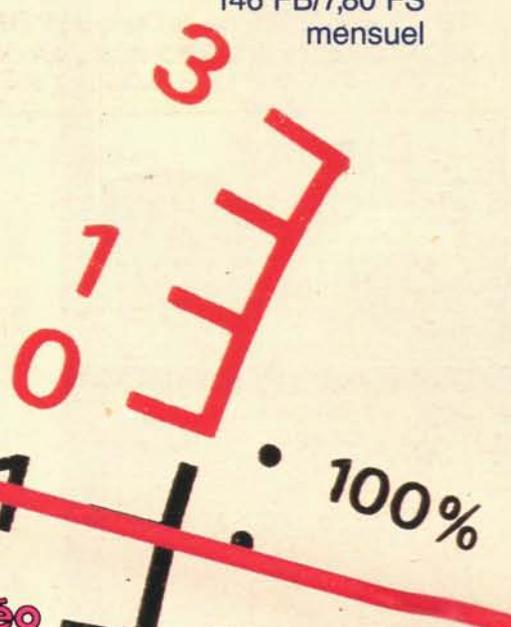




dB

audio & BF



VU-mètre stéréo

diapason
électronique

mini-batterie
électronique

préamplificateur
pour guitare

explorez l'électronique

VU

M 2510 - 22 - 20,00 F



3792510020001 00220

Selectronic

TEL. 20.52.98.52 - 86, rue de Cambrai BP 513 - 59022 Lille Cedex
LE LEADER DE L'ELECTRONIQUE PAR CORRESPONDANCE
Vous propose en kit les réalisations décrites dans ELEX !

Nos kits ne comprennent que du matériel professionnel pour un fonctionnement sûr. Des supports de circuits intégrés sont fournis si nécessaires. Par contre, le circuit imprimé est à prévoir en sus, ainsi que le coffret éventuel (Consulter notre catalogue général).

REFERENCE DU KIT	PRIX DU KIT	CIRCUIT IMPRIME A PREVOIR
ELEX n° 4		
Compte tours (avec galva)	101.8611	123,50 F ①
Mini amplificateur TDA 2003	101.8612	38,50 F ①
Régulateur de vitesse pour mini-perceuse	101.8613	216,00 F ②
ELEX n° 5		
Amplificateur de poche "CANARI"	101.8610	36,50 F ①
Variateur de vitesse pour caméra	101.8614	65,00 F ①
Alimentation universelle	101.8615	184,00 F ②
Traceur de courbes pour transistors	101.8616	25,00 F ⑤
Relais temporisé	101.8617	68,00 F ①
Touche à effleurement	101.8618	52,50 F ②
Testeur de diodes Zener	101.8619	59,00 F ①
ELEX n° 6		
Corne de brume pour modélisme	101.8620	32,00 F ①
Photomètre électronique	101.8621	53,00 F ①
Feux de stationnement	101.8622	62,00 F ①
Mini-alarme	101.8623	29,00 F ①
Balises automatique	101.8624	29,00 F ①
Bruiteur "DIESEL" pour modélisme	101.8625	26,00 F ①
ELEX n° 7		
Indicateur de gel	101.8626	28,00 F ①
Sirène (avec H.P.)	101.8627	75,00 F ①
Lampé de poche pour labo photo (avec boîtier HEILAND)	101.8608	58,00 F ①
ELEX n° 8		
Ampli pour micro	101.8651	30,00 F ①
Régulation train électrique (avec coffret pupitre ESM)	101.8652	248,00 F ②
Ampli "POUCHE-POULE" (avec H.P.)	101.8654	35,00 F ①
Métronome (avec H.P.)	101.8655	43,00 F ①
ELEX n° 9		
Alim. 12 V / 3 A (avec radiateur)	101.8656	275,00 F ①
Inter à claques	101.8657	70,00 F ②
Circuit de pontages pour train (avec alim.)	101.8658	210,00 F ②
ELEX n° 10		
Jeu d'adresse (avec alim.)	101.8659	138,00 F ②
Amplificateur d'antenne FM (avec alim.)	101.8660	152,00 F ②
Mesureur de champ	101.8661	79,00 F ①
Récepteur G.O.	101.8662	66,00 F ①
Adaptateur Fréquence-mètre	101.8663	67,00 F ①
Gong à 3 notes	101.8664	85,00 F ①
ELEX n° 11		
Chenillard (avec 7 ampoules)	101.8744	187,00 F ②
Mémoire de sonnette	101.8745	26,00 F ①
Servo-flash	101.8746	53,00 F ①
Eclairage de modèle réduit	101.8747	119,00 F ①
Allumage de phares	101.8749	30,00 F ①
Extinction de phares	101.8754	27,00 F ①
ELEXPOSE	101.8764	87,00 F ①
ELEX n° 12		
Roulette électronique	101.8755	59,00 F ①
Rosignol électronique	101.8756	45,00 F ①
Afficheur 7 segments	101.8757	25,00 F ①
Dé électronique	101.8758	33,00 F ②
Minuterie d'escalier	101.8759	95,00 F ①
"Mets ta ceinture"	101.8762	45,00 F ①
Testeur de continuité	101.8763	55,00 F ①
ELEX n° 13		
Barrière lumineuse	101.9124	70,00 F ①
LESLIE électronique	101.9125	65,00 F ①
Coq électronique (avec coffret HEILAND et photophile SOLEMS)	101.9127	135,00 F ①
PHOTOPHONE (avec LED I.R. et pile 9 V)	101.9128	130,00 F ①
Anti-moustiques (avec coffret HEILAND)	101.9129	65,00 F ①
ALARME anti-vol complète	101.9130	122,00 F ①
Testeur d'ampoules et fusibles (avec pile)	101.9131	54,00 F ①
ELEX n° 14		
OHMMETRE amélioré	101.9132	85,00 F ②
Mélangeur stéréo (avec coffret et pile)	101.9133	224,00 F ②
TACHYMÈTRE pour vélo (avec galva)	101.9134	220,00 F ①
Milli-voltmètre audio (avec galva)	101.9135	180,00 F ①
ELEX n° 15		
Injecteur de Signal (avec pile)	101.9171	56,50 F ①
ATLANTIS (Avec pile - sans casque)	101.9172	153,00 F ②
Détecteur de métaux (Avec galva spécial - Pile et fil 3/10)	101.9173	285,00 F ②
GÉNÉRATEUR SINUS (Avec alim. secteur et face avant autocollante)	101.9174	310,00 F ③

REFERENCE DU KIT	PRIX DU KIT	PLATINE ELEX A PREVOIR
ELEX n° 16		
ALIMENTATION SYMÉTRIQUE (avec circuit imprimé spécial)	101.9176	220,00 F
"ESPRIT FRAPPEUR" (avec pile)	101.9177	79,00 F ①
Détecteur de lumière (avec pile)	101.9178	89,00 F ①
Interrupteur crépusculaire	101.9179	82,00 F ①
Indicateur de dépassement de température	101.9184	72,00 F ①
Thermostat d'aquarium	101.9185	83,00 F ①
ELEX n° 17		
MEGAPHONE (Avec micro et HP)	101.9237	35,00 F ①
Silencieux BF	101.9238	45,00 F ①
"PILE ou FACE" (avec coffret HEILAND)	101.9239	54,00 F ①
MINI-ORGUE (avec HP et EPS)	101.9240	250,00 F
ELEX n° 18		
SONDE LOGIQUE (avec circuit imprimé spécial)	101.9271	59,00 F
Adaptation CAPACIMÈTRE (avec pile - sans galva.)	101.9272	72,00 F ①
Testeur de gain (avec pile et galva.)	101.9273	199,00 F ②
MINI-ALARME (avec ILS)	101.9274	57,00 F ①
Détecteur de tension alternative (avec pile et coffret HEILAND)	101.9275	84,00 F ①
ELEX n° 19		
Emetteur expérimental	101.9295	66,00 F ①
Détecteur de "pannes" d'électricité (avec coffret et pile)	101.9296	85,00 F ①
Préampli "EFFET" Stéréo (avec circuit spécial)	101.9297	234,00 F
Alimentation "EFFET" (avec circuit spécial)	101.9298	125,00 F
ELEX n° 20		
Eclairage automatique de garage	101.9355	74,00 F ①
Sonnerie lumineuse	101.9356	136,00 F ①
Chargeur d'Accus	101.9357	109,00 F ①
Sonnette HI-FI	101.9358	56,00 F ②
Eclairage de vélo (avec accus - sans coffret)	101.9360	165,00 F ①
Ampli de copie vidéo (avec circuit spécial)	101.9361	119,00 F ①
Préampli MD "EFFET" (avec circuit spécial)	101.9362	92,00 F
ELEX n° 21		
Sirène 555 (avec H.P.)	101.9374	38,00 F ①
Gadget lumineux (avec boîtier HEILAND et pile)	101.9367	118,00 F ①
Mélangeur audio (mono)	101.9368	105,00 F ②
Cocoonophone	101.9371	73,50 F ②
Tachymètre (avec galva - sans boîtier)	101.9372	148,00 F ①
Détecteur de mouvement (avec pile)	101.9373	115,00 F ②
"EFFET": version en kit complet avec coffret, boutons et tous les accessoires	101.9370	990,00 F
PRIX PAR QUANTITE: NOUS CONSULTER		
CIRCUITS IMPRIMÉS ELEX		
① Platine n° 1 40 x 100 mm	RÉL. SELECTRONIC 101.8485	PRIX 23,00 F
② Platine n° 2 80 x 100 mm	101.8486	38,00 F
③ Platine n° 3 160 x 100 mm	101.8487	60,00 F
④ Platine DIGILEX	101.8488	88,00 F
⑤ Platine EPS 886087	101.8489	47,80 F

Coffrets ELEX pour montages ELEX

Entièrement en aluminim anodisé, ces coffrets comportent des ouïes d'aération à l'arrière. Le châssis complet pouvant servir de refroidissement, selon la taille. Adaptés aux cartes "Europe", chaque modèle est équipé de fixations (inserts) pour le circuit imprimé et livré avec visserie.

Modèle	Dimensions L x H x P	Ref à commander	PRIX
EN 4010	110 x 40 x 60	101.2147	54,60 F
EN 5010	110 x 45 x 100	101.2148	66,50 F
EN 8010	172 x 55 x 120	101.2149	91,40 F

Ces coffrets sont particulièrement adaptés aux montages "ELEX"



TOUT LE RESTE VOUS ATTEND DANS LE NOUVEAU CATALOGUE

Selectronic 1990



Expédition FRANCO contre 22 F en timbres-poste

CONDITIONS GENERALES DE VENTE

Règlement à la commande: Commande inférieure à 700 F: ajouter 28 F forfaitaire pour frais de port et d'emballage.
Commande supérieure à 700 F: port et emballage gratuits.
- Règlement en contre-remboursement: joindre environ 20% d'acompte à la commande.
Frais en sus selon taxes en vigueur.
- Colis hors normes PTT: expédition en port dû par messageries.
Les prix indiqués sont TTC.

Pour faciliter le traitement de vos commandes, veuillez mentionner la REFERENCE COMPLETE des articles commandés

Selectronic

Adresse Postale :
BP 513 - 59022 LILLE Cedex
Au magasin :
86, rue de Cambrai - LILLE
Tél: 20.52.98.52
(Tarif au 1.09.89)

PROMOTION OUTILLAGE

Pour bien démarrer dans votre nouvelle passion, SELECTRONIC vous donne l'occasion d'acquérir, à des conditions exceptionnelles, l'outillage de base indispensable. Il s'agit de matériel professionnel offrant toute garantie de qualité et de solidité. Un investissement rentable puisqu'il vous durera des années!

OFFRE N° 1: Lot de base comprenant:

- 1 fer à souder JBC 30 Watts
- 1 "TIP-KLEEN" MULTICOLORE
- 1 bobine 50 g soudeur 60%
- 1 pompe à dessouder
- 1 pince à dénuder automatique
- 1 brucelle SAFICO N° 108



Weidmüller



(voir notre catalogue général)

OFFRE N° 2: Lot de luxe comprenant:

- le lot n° 1 ci-dessus
- plus: - 1 lot de 4 tournevis SAFICO
- 1 pince coupante WEIDMULLER TR 20 SM
- 1 pince plate WEIDMULLER PN 2002

Le lot de base n° 1	Ref. 102.8101	310 F	249,50 F
Le lot de luxe n° 2	Ref. 102.8102	485 F	399,50 F

SOMMAIRE ELEX N°22

R · U · B · R · I · Q · U · E · S

- 4 · RÉSI & TRANSI : bande dessinée
Dis donc, l'oscilloscope...
- 6 · ELEXPRIME : courrier des lecteurs
- 34 · PÉRISCOPE : diodes laser
- 44 · BAZAR : vos petites annonces
- 52 · PÉRISCOPE : logiciel Mémo pour
l'électronicien

I · N · I · T · I · A · T · I · O · N

- 29 · séries de Fourier
- 32 · les harmoniques
- 38 · les décibels
- 53 · ön far monitörü
- 54 · aide-mémoire (tables de vérité)

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

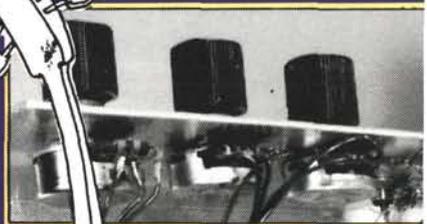
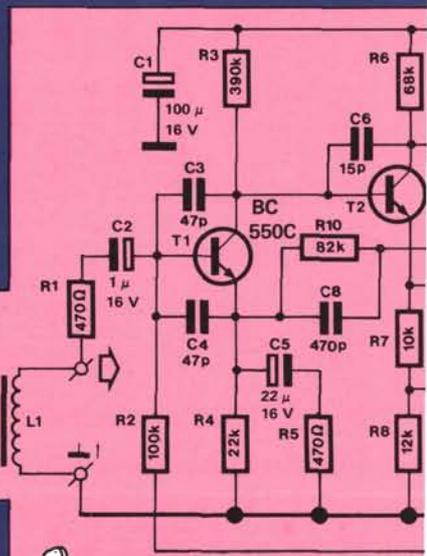
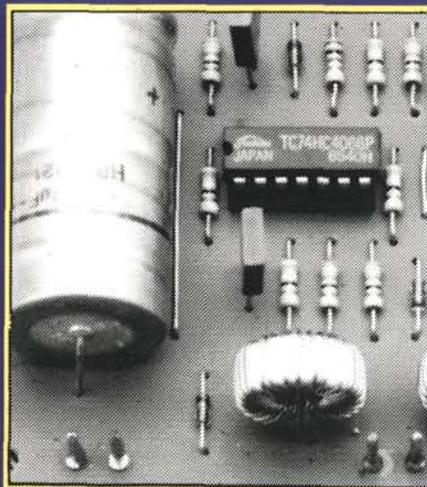
- 9 · diapason électronique
- 12 · mini-batterie électronique
- 16 · gigaphone
- 26 · préamplificateur téléphonique
- 35 · préampli pour micro à électret
- 41 · triple correcteur de tonalité
- 55 · phasing pour guitare
- 58 · VU-mètre stéréo

M · O · D · É · L · I · S · M · E

- 37 · pilote automatique

MODULES DE MESURE

- 21 · 1^{ère} partie :
l'afficheur à cristaux liquides





LES BIDOUILLES DE

DIS DONC...



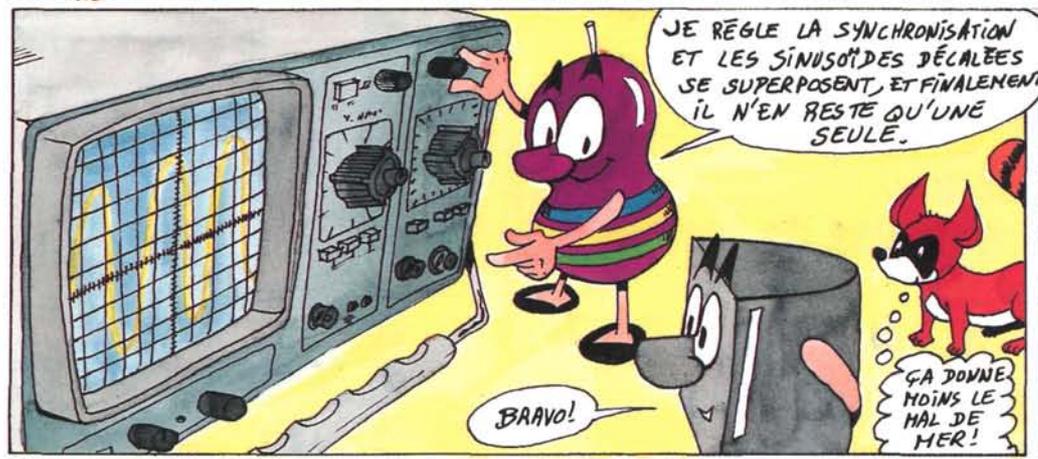
AH! S'IL AVAIT MIS DES LUNETTES NOIRES!!!

ON Y VOIT PAS GRAND CHOSE, SUR TON OSCILLO!

IL SUFFIT DE LE SYNCHRONISER.



COMME LES PÉRIODES DU SIGNAL ALTERNATIF SE SUIVENT ET SE RESSEMBLENT, IL SUFFIT QUE LE "PINCEAU" QUI SUIVIT LES VARIATIONS DE LA TENSION À PARTIR DU BORD GAUCHE DE L'ÉCRAN REPARTE TOUJOURS DU MÊME POINT QUE LA PREMIÈRE FOIS!



JE RÉGLE LA SYNCHRONISATION ET LES SINUSOÏDES DÉCALÉES SE SUPERPOSENT, ET FINALEMENT IL N'EN RESTE QU'UNE SEULE.

BRAVO!



ET ON PEUT AVOIR PLUSIEURS PÉRIODES SUR L'ÉCRAN?

BIEN SÛR! IL SUFFIT DE MODIFIER LA VITESSE À LAQUELLE SE DÉPLACE LE PINCEAU ÉLECTRONIQUE.

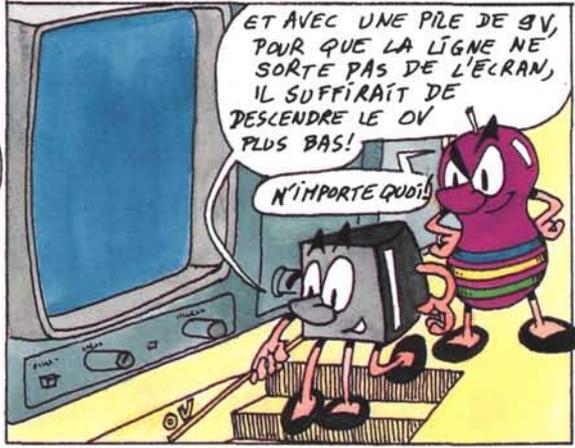
JE COMPRENDS: PLUS IL VA VITE, PLUS IL A LE TEMPS DE DESSINER DE PÉRIODES.

ÇA DONNE MOINS LE MAL DE MER!



SI TU COMMANDES L'AXE Y, LE DÉPLACEMENT VERTICAL DU PINCEAU SERA IMPORTANT POUR UNE TENSION DONNÉE

JE VOIS: DANS CETTE POSITION, 1 CARREAU VERTICAL CORRESPOND À 1V; VOILA POURQUOI L'AUTRE FOIS, AVEC LA PILE 4,5V, LE TRAIT SAUTAIT À 4 CARREAUX ET DEMI AU-DESSUS DE LA LIGNE 0V.



ET AVEC UNE PILE DE 9V, POUR QUE LA LIGNE NE SORTE PAS DE L'ÉCRAN, IL SUFFIRAIT DE DESCENDRE LE 0V PLUS BAS!

N'IMPORTE QUOI!



MAIS NON! IL VAUT MIEUX LAISSER LA LIGNE 0V VISIBLE AU BAS DE L'ÉCRAN ET RÉDUIRE PLUTÔT LA SENSIBILITÉ D'ENTRÉE EN METTANT LE BOUTON SUR 2V PAR CARREAU, PAR EXEMPLE.



ON N'AURAIT ENCORE QUE 4 CARREAUX 1/2 ALORS QUE LA TENSION SERAIT DE 9V??

EH OUI! C'EST ÇA, LE RÉGLAGE DE LA SENSIBILITÉ D'ENTRÉE

MAIS..

RESI & TRANS[®]



DESSINS : YVON DOFFAGNE - COULEURS : COOKY F.



YD90

B2

* ÉLECTRONIQUES, OF COURSE!

éditorial

Ce mois-ci, Monsieur Alphonse A., du Havre, a changé de violon d'Ingres et délaissé la peinture. Dans ce numéro où l'on parle beaucoup de musique, il n'était que juste que nous fissions une place à sa

« Marche funèbre pour les funérailles d'un grand homme sourd »

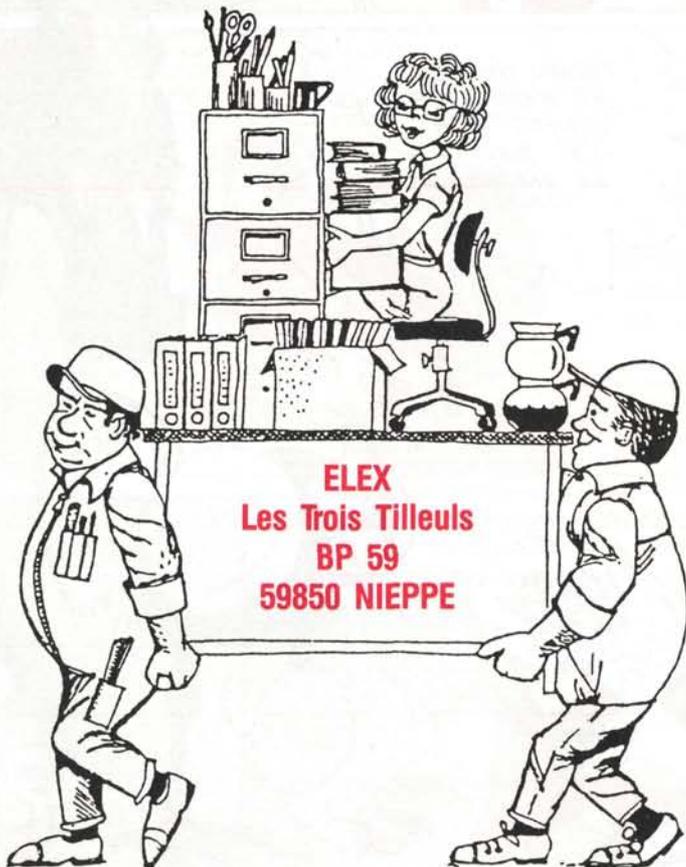
Lento rigolando



Ne dit-on pas que les grandes douleurs sont muettes ?

ATTENTION

CHANGEMENT D'ADRESSE DEPUIS LE 1^{er} MAI



elexprime



Ca y est ! j'ai craqué ! Je me décide à vous écrire au bout du 20^e numéro. Depuis le temps que je me le disais, je passe à l'acte.

Lorsque j'ai appris qu'une Revue d'électronique allait essayer de faire SIMPLE, j'ai pensé : « ouf, on va peut-être arriver à comprendre l'électronique ». En effet, avant vous, je naviguais entre ELEKTOR, qui n'est pas accessible au commun des Mortels, et une revue concurrente que je ne citerai pas, mais dont le nom rappelle furieusement le chaînon le plus faible de nos chaînes HIFI adorées. (Comprenez qui peut !!!)

Depuis, les bestioles à huit pattes (non, Maman, ne cherche pas le balai, ce n'est pas une araignée, c'est un 555 !) n'ont plus trop de secrets pour moi.

BRAVO ELEX !!!

Toutefois, puisque vous avez instauré le régime dit du « coup de savate », il faudrait être fou pour ne pas en profiter. On tourne la page et on envoie les bordées !!!

Primo : coup de savate aux rédacteurs et à Nico le Maquettiste. Je m'explique. J'en ai marre de choper des crampes au poignet à tourner les pages d'un article pour suivre les explications d'un montage sur le schéma théorique. Ne pourriez-vous pas placer les explications sur la même page, ou sur une page adjacente pour que l'on ne soit plus obligés (et moi en particulier !!!) de faire du gymkhana dans les colonnes ? Je crois que ça simplifierait la vie de tout le monde... (sauf celle de Nico, bien sûr !)

Secundo : j'accuse réception de la logique sans hic... En pleine tête, touché, coulé !!! Ne pourriez-vous pas y revenir de temps en temps à l'occasion d'un montage, par exemple ? Je me sens un peu dans la position de l'autruche du n°19, page 47, sauf que le fer à souder se nomme Logique sans Hic.

Bon c'est tout pour les coups de savate. Maintenant les coups de chapeau :

Primo : c'est quand même Elex la plus simple, la plus claire, la plus Mère-Poule des revues. Bravo, car ce n'est pas une mince affaire de réussir cela. L'idée des platines standard, on a du attendre un moment avant de voir ça. Ca fera date dans l'histoire de l'électronique. Version « moi-même, en ce qui me concerne » !

Secundo : poursuivez les notes d'humour, par pitié !!! C'est un intégriste convaincu de cette religion qui vous le demande. L'électronique c'est sérieux, c'est vrai. Ce n'est pas pour ça que ça doit être rasoir... Bravo à Yvon Doffagne et à Cookie F.(???) pour les BD des n°19 et 20... Ca change un peu. Je pourrais continuer pendant des heures, mais je deviendrais barbant, alors je vais vous lâcher les camargaises.

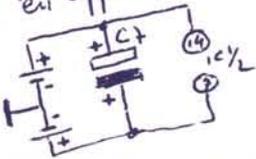
Au passage, je vous prie de bien vouloir excuser mon écriture... je suis maladroit de la gauche et gauche de la droite, et en plus je suis gaucher, c'est dire...

Longue vie à Elex, Joyeuses Pâques, Bon Noël et Joyeuse Année !!

P.S. Continuez. Si, si...

Frédéric LACAM
41000 BLOIS

je doute Page 24 Elex 20
 le paragraphe: "Si l'on utilise
 deux piles de 4,5V montées en série,
 mais "-" contre "+", on peut se passer
 de R4 et R5" explique la fin du
 paragraphe le précédent.
 mais sur le schéma, si au lieu d'une
 pile de 9V on met deux piles de 4,5V
 en opposition



Est-ce que IC1, IC2
 ont leur 9Vails?
 Comment se comporte
 C7? Marcel

Marcel Joullié
 91330 HYERES

Vous avez raison de douter. Il fallait lire « - contre + ». Sur le schéma que vous représentez - celui que nous suggérons par erreur - la tension d'alimentation est de... zéro volt. Le condensateur C5, alimenté sous zéro volt, se comporte très exactement comme si de rien n'était, les circuits intégrés l'imitent, mine de rien. Excuses, merci, bravo.

Primo : merci.

Secundo : on ne dit pas de mal d'Elektor, notre revue soeur. Elle s'adresse à d'autres que les débutants.

Tertio : un même schéma peut demander des explications sur plusieurs pages. Nico n'y est pour rien. Quand la place n'est pas trop mesurée, nous illustrons les explications de la deuxième ou de la troisième page par un petit extrait du schéma qui reproduit les composants dont il est question.

Quarto : on ne dit pas de mal du Haut-Parleur non plus, qui avait déjà une longue histoire bien avant que n'existassent les transistors, les circuits intégrés, Elektor et Elex, et qui a sans doute favorisé des vocations (au moins une pour ne parler que de ce que je connais). Non mais!

Enfin, pour la logique sans hic, si vous reprenez les articles avec devant vous la platine digilex (ou une autre platine d'essai) et les composants nécessaires, si vous pratiquez les expériences, si vous reproduisez « en vrai » les tables de vérité, si vous ne changez de chapitre qu'après avoir bien compris chaque manipulation, il est certain que vous allez y passer du temps. Plus de temps que si vous vous contentez de parcourir les articles. Mais il est certain aussi que vous allez assimiler la logique. La compréhension est à ce prix. De notre côté, nous continuons. Bon courage.



Bravo, pour votre revue...
 Je me permets de vous écrire
 pour solliciter votre aide.

Je suis étudiant en 1ère année de Génie Electrique (abonné à Elex), et j'ai eu vent par des copains que des gens mal intentionnés de ma classe, ont utilisé mon nom pour vous adresser une lettre dans laquelle ils diraient du mal de certains professeurs. Je ne vous dis pas dans quelle fâcheuse situation je me trouverais vis-à-vis de l'I.U.T. si jamais vous aviez l'idée de la publier (car les professeurs sont assez friands de revues comme Elex). Cette lettre a certainement dû vous parvenir dans la semaine du 25 février au 2 mars. Je vous demanderais aussi d'avoir la gentillesse de me la renvoyer sans bien sûr la faire paraître.

Au fait, je n'ai pas eu mon numéro de janvier.

Avec mes respectueuses salutations,

XX

Elle est bien bonne, non? Nous n'avons toujours pas reçu la fausse lettre en question, mais nous tenons votre nom et votre adresse à la disposition de ceux des professeurs de l'I.U.T. qui en feront la demande, accompagnée d'un chèque de montant raisonnable.

FOURTEAU Johann
 47000 AGEN

Cher ELEX,

Suite à ma lecture du n°16, je vous demande:
 si on se sert du "-" de l'alimentation
 symétrique comme masse, la tension de
 sortie est-elle doublée et garde-t-elle
 la même intensité?
 Sans l'attente d'une réponse...

Utiliser la borne négative de l'alimentation symétrique comme masse signifie: prendre comme potentiel de référence le potentiel de la borne négative. Votre supposition est donc parfaitement juste: la tension de sortie est doublée, et comme le courant fourni par cette alimentation simple traverse les deux sections de l'alimentation double, la limite de l'intensité est fixée par la section la plus faible.



Je suis lecteur de revues d'électronique et intéressé, à titre de hobby, à l'électronique et à l'informatique personnelle depuis 1979.

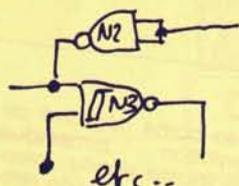
Je me suis abonné à Elex dès le numéro 1, pensant y trouver une véritable initiation à l'électronique. J'avoue être un peu déçu, au vingtième numéro, de retrouver la routine d'ELEKTOR, intello-discursive, supposant que le lecteur sait tout du jargon électronique, et fermée sur elle-même, sans se préoccuper de l'électricité, de la mécanique ou de la physique, sur lesquelles devraient déboucher les réalisations.

C'est pourquoi mes « coups de savate » sont motivés plutôt par l'oubli de quelques principes de pédagogie.

2. **Réversivité** Ne pas utiliser des termes sans les avoir définis auparavant. Ne pas supposer que quelqu'un de normalement constitué assimile de la première à la dernière lettre tout ce que vous écrivez dans un numéro. D'où le principe suivant.

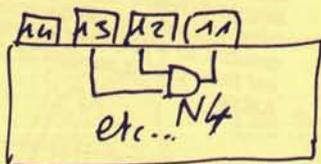
3. **Redondance** Ne pas hésiter à répéter des notions essentielles. Vous baignez dedans toute la journée, mais vous a-t-on jamais dit que le passage d'un schéma tel que celui de la page 27 du numéro 20 à l'implantation des composants est incompréhensible pour un débutant ? Vous ne fournissez que très rarement la description interne des composants qui permet le passage entre les deux :

SCHEMA



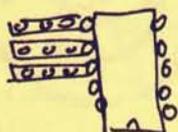
etc...
N1, N2, N3 = 4093

COMPOSANT



(en précisant le Numéro des ports)

IMPLANTATION



Cette redondance dans l'espace, qui permet de mieux comprendre un schéma et son implantation, est également utile dans le temps : il n'est pas inutile de revenir dans un numéro, sur une notion supposée acquise dans une précédente parution. Sinon on « voyage » : un exemple : le numéro 20 (chargeur rapide) renvoie au : numéro 16, pages 48 et 49, pour l'explication du fonctionnement du 4060. Mais si on veut comprendre son fonctionnement, il faut se référer au : numéro 12, pages 38/39 ... qui présente une page de texte-pudding que personne n'a envie de lire. D'où le principe suivant.

4. **Clarté**

5. **Inventivité** Votre lecteur a peut-être besoin de tester lui-même, de faire ses expériences. Jamais vous ne présentez des schémas d'applications multiples et concrètes. L'ABC des AOP est un modèle dans le genre. Des SCHEMAS abstraits réalisés par de purs esprits. (et moi, avec la puce, qu'est-ce que je fais ? au fait elle a combien de pattes ? comment j'y branche le courant ? comment j'expérimente, moi ?) Plutôt que de nous farcir l'esprit de théories avant de pratiquer, présentez divers montages d'ESSAIS : « y a-t-il un pédagogue dans la rédaction ? »

6. **Ouverture** [...] - entamer un dialogue technique avec vos lecteurs. Actuellement il se résume souvent à donner coups de chapeau ou coups de savate aux montages proposés. Lorsque vous aurez développé chez vos lecteurs le goût de l'expérimentation personnelle, cela changera peut-être.

- admettre de temps en temps une entorse à la « DEUTSCHE NORM » qui reprend servilement la méthode de représentation des composants selon les esthètes sinistres d'Elektor. Ouvrez des livres d'électronique, vous verrez que cela vit, les composants ne sont pas toujours représentés de la même manière. Soyez plus souples, moins normatifs. (nous sommes en France !)

Il semble que la rédaction d'Elektor, pardon, d'Elex, se complaise dans son territoire préféré. Nous, nous avons d'autres ambitions. Nous aimons travailler le bois, le plastique, fabriquer un appareil photo avec une boîte en carton (si, si, le week-end dernier) ; mais elex ne nous donne jamais le pont concret entre la vie réelle et ce que peut apporter l'électronique, pas d'ingéniosité, de système D, [...]

Votre boulot ne s'arrête pas à la conception tranquille de schémas éthérés... On dirait que vous répugnez à bricoler. Du moins vous ne suscitez pas cette envie chez le lecteur !

A part cela j'ai un coup de chapeau. Depuis le numéro 13, elex est imprimé sur papier MAT. C'est bien : plus de reflets quand on lit dans le métro...

Veuillez agréer l'expression de ma considération (malgré tout) fidèle.

Daniel Guillermin
94300 VINCENNES

Il ne s'agit là que d'extraits de votre lettre de huit pages. Merci de considérer que nous valons la peine, malgré tout, d'un courrier aussi volumineux. Bien que vous ne vous étendiez pas (habileté ou manque de place ?) sur votre autobiographie, nous supposons que vous êtes ou bien enseignant ou bien pédagogue professionnel (ce qui sans être forcément antinomique, n'est pas obligatoirement la même chose, vous êtes payé pour le savoir). Beaucoup de vos remarques trouvent un écho car elles correspondent à des soucis qui nous habitent. Cependant, vous semblez vous être un peu laissé aller, profitant pour une fois d'un auditoire silencieux. Reprenons donc toutes vos critiques absolues et générales en les tempérant de « pas assez » ou de « trop ». Ce n'est pas à vous que nous apprendrons la différence entre une évaluation normative et une évaluation formative. Essayez aussi de voir les évolutions quand il y en a.

Exemple : « l'ABC des AOP est un modèle dans le genre ». Votre critique : « des schémas abstraits... », pour constructive qu'elle soit, ne peut plus s'appliquer de bonne foi après le numéro 19, dans lequel, précisément, l'expérimentation proposée est la plus pratique qui soit. Il s'agit du montage adaptateur double trace pour oscilloscope, dans lequel on voit la somme de deux tensions. Cet article ne traite que d'un seul sujet : le montage sommateur. Dans le numéro 20, le lecteur est encore amené à regarder sous un jour nouveau un montage décrit précédemment : la source de courant constant de l'adaptateur ohmmètre.

Voilà donc bien de la redondance, et des applications pratiques.

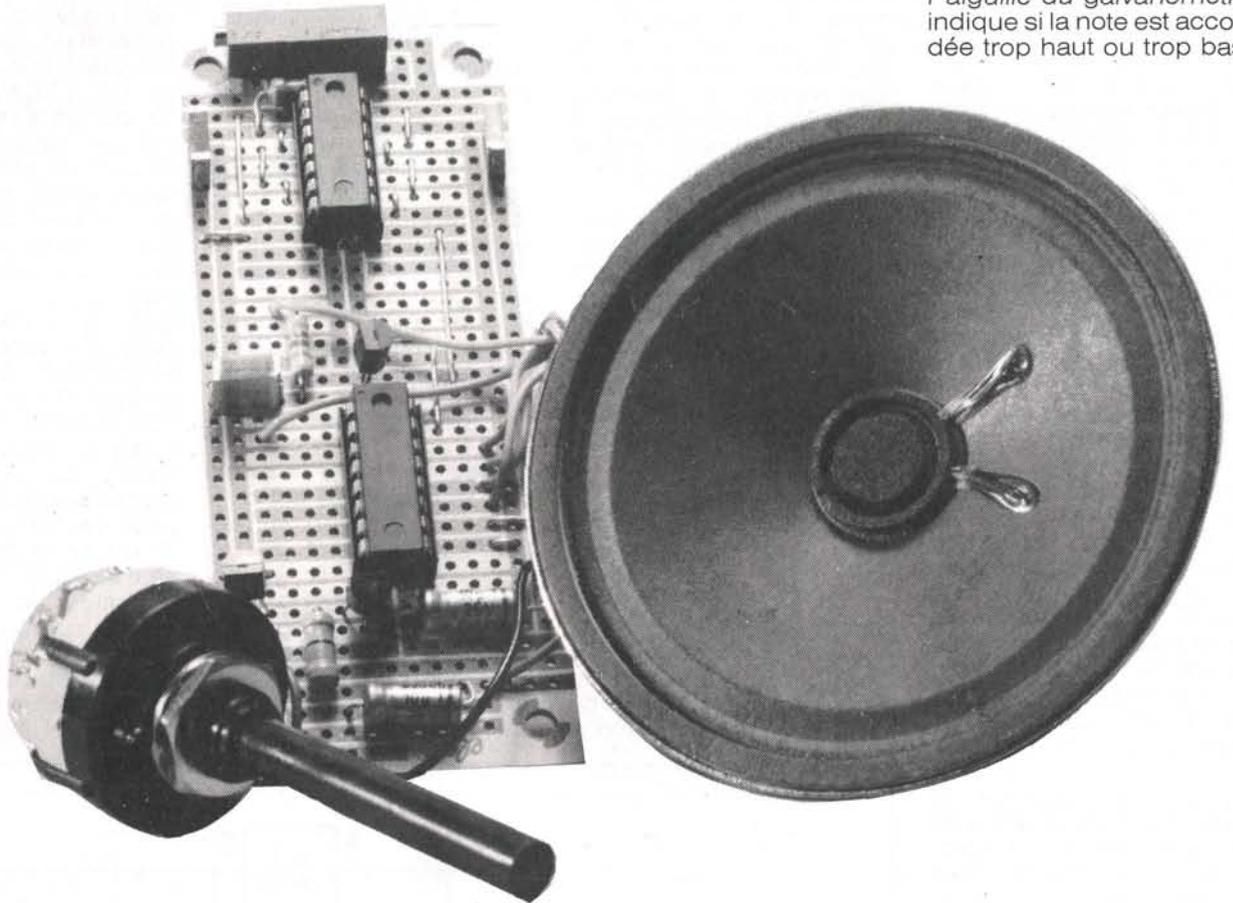
Nous pourrions trouver au moins un exemple pour réfuter une à une chacune de vos critiques. Concluons plutôt que nous ne sommes pas encore au bout de nos efforts, et que vos critiques, sensées, s'ajoutant à d'autres, formulées moins nettement et moins systématiquement, nous confirment que nous sommes sur la bonne voie.

Le seul point sur lequel nous ne vous suivons pas, c'est celui des symboles. Nous ne voulons pas ouvrir des livres d'électronique pour constater « que ça vit ». Il n'y a que des enseignants pour trouver normal que les symboles vivent. N'entend-on pas dire, par de braves gens qui reviennent de stages de formation, que le terme « tension », banni jusqu'ici des cours de techno, doit remplacer obligatoirement l'expression « différence de potentiel », obligatoire jusqu'avant le stage ? Allez-vous aussi nous changer le sens conventionnel du courant ? Et que va dire celui dont le travail consiste, précisément, à concevoir des automates, et leurs programmes, et leurs interfaces avec le monde « physique » extérieur ? Il n'y a pas de place pour les symboles logiques fantaisistes de l'Université Française, ni pour des réformes périodiques. Que ces Messieurs continuent de se chatouiller, mais un automate moderne doit pouvoir prendre au pied levé la place des programmeurs à caméras vieux de vingt ou trente ans, et ce aussi bien dans les faits que sur le schéma. Voilà pour l'ouverture.

Merci de nous rester fidèle.



diapason électronique



autre note de l'échelle chromatique. Il en existe des versions munies d'un microphone et d'un galvanomètre, capables de comparer la hauteur de la note jouée par un instrument (par exemple une guitare) et captée par le micro, à la fréquence de référence: la déviation de l'aiguille du galvanomètre indique si la note est accordée trop haut ou trop bas.

l'électronique donne le "LA" sur cinq octaves

Un circuit électronique pour remplacer le diapason en forme de fourche, voilà qui intéressera tous les musiciens parmi nos lecteurs, amateurs de synthétiseurs, de flûte à bec ou de guitare.

D'ordinaire, un diapason est un petit instrument métallique en forme de fourche que l'on frappe ou que l'on pince pour en faire vibrer les branches. Les dimensions et le matériau de ces branches sont tels que le nombre de vibrations est toujours de 440 par seconde. Si après l'avoir excité vous approchez le diapason de votre oreille ou, mieux encore, si vous appliquez la base du

manche de la fourche sur une caisse de résonnance, ou directement contre votre boîte crânienne, vous entendez le "LA" du diapason. Cette note de hauteur bien définie est la référence qui permet à tous les instruments et aux chanteurs de s'accorder.

au doigt et à l'oreille

La discrétion de ce petit accessoire indispensable à tout musicien permet de l'emporter et de l'utiliser partout. Mais le diapason à fourche — que l'on trouve aussi dans l'arsenal du médecin généraliste qui s'en sert pour tester l'ouïe

de ses patients — présente aussi des inconvénients: il ne vibre guère plus longtemps qu'une seconde ou deux, ce qui est bien assez pour un musicien à l'oreille formée, mais insuffisant pour un débutant. Il faut aussi une certaine dextérité pour le manipuler.

Depuis quelques années, il existe, sur le marché, des diapasons électroniques de fabrication extrême-orientale. Leur succès a été si grand que très vite, ces appareils ont été dotés de fonctions complexes; aujourd'hui ces diapasons électroniques ne se contentent plus du "LA", mais donnent n'importe quelle

Nous n'essayerons pas d'entrer en concurrence avec de tels appareils, d'abord parce que le prix de revient et la complexité d'une telle réalisation sont hors de portée d'un amateur, mais aussi parce que nous déconseillons fortement l'usage routinier de ces appareils: en se substituant totalement à l'oreille et au cerveau humains, ils les incitent à la paresse et ne leur permettent plus de se former petit à petit. Il vaut mieux un simple diapason pour obtenir la hauteur de référence à partir de laquelle le musicien apprend à s'accorder à l'oreille.

la technique

Il existe bien des moyens de produire un signal d'une fréquence de 440 Hz. Ce qui importe ici n'est ni la forme d'onde, ni l'amplitude, mais surtout

la stabilité. Or la stabilité de la fréquence d'un oscillateur est liée directement à celle de la tension d'alimentation. Pourquoi ? Quand on sait que la plupart des oscillateurs courants fonctionnent à partir des cycles de charge et de décharge d'un condensateur et par l'effet du bouclage d'un étage inverseur sur lui-même, on comprend que les seuils de commutation de l'étage inverseur varient en fonction de la tension d'alimentation. Si, pour un oscillateur donné, on augmente la tension d'alimentation, on éloigne les seuils de commutation les uns des autres : le temps qui passe pendant que la tension aux bornes du condensateur passe d'un seuil à l'autre, sera plus long et par conséquent la fréquence d'oscillation baisse. Si au contraire on réduit la tension d'alimentation, on ramène le seuil de commutation supérieur plus près du seuil de commutation inférieur. La "distance" à parcourir est moins grande. Il va passer moins de temps quand la tension évoluera d'un seuil vers l'autre. La fréquence augmente.

Le rôle du régulateur de tension IC3 du schéma de la **figure 1** est donc de première importance. Pas question de le supprimer ! L'oscillateur est formé par N2, P1, R1 et C1. Ce dernier est le condensateur qui se charge et se décharge entre les deux seuils de commutation de l'opérateur logique N2 utilisé ici comme inverseur (toutes ses entrées sont interconnectées). Le réseau résistif variable formé par R1 et P1 limite le courant de charge de C1 quand la sortie de N2 est au niveau haut, et c'est lui qui par la même occasion limite le courant de décharge de ce condensateur quand la sortie de l'inverseur est au niveau bas. La position du curseur de P1 agit dans une certaine mesure sur la fréquence d'oscillation. Précisons à ce propos que les variations de la tension d'alimentation, dont nous venons de voir comment elles pouvaient agir sur la fréquence d'oscillation, ne peuvent le faire que dans les limites strictes de la plage de tension d'alimentation du circuit intégré

utilisé. Si la tension d'alimentation sort de la plage admise par le fabricant, les oscillations risquent de se transformer en signaux de fumée...

Comme le signal de sortie de N2 est affecté par le comportement analogique du réseau RC que forment C1 et R1 avec P1, il est remis en forme par un deuxième opérateur logique monté en inverseur (N1). Ainsi, les impulsions qui attaquent l'entrée d'horloge de IC2 sont elles parfaitement carrées. Si vous sortez un recueil de fiches de caractéristiques de circuits intégrés logiques et que vous l'ouvrez à la page consacrée au 4040, vous y lirez que c'est un compteur binaire asynchrone à 12 étages. Et vous cherchez désespérément la porte de l'ascenseur... Un compteur, c'est aussi un diviseur : pour obtenir 1 impulsion sur sa sortie numéro 1, il faut deux impulsions d'horloge. Pour obtenir 1 impulsion sur sa sortie numéro 2, il faut quatre impulsions d'horloge soit deux impulsions de la sortie numéro 1. Nous

avons étudié cela dans la rubrique *la logique sans hic* il y a déjà belle lurette. Les douze étages, cela indique que le diviseur possède douze sorties qui portent les numéros Q₀ à Q₁₁.

Dans l'application que nous en faisons, seules sont utilisées les sorties Q₇ à Q₁₁, lesquelles ont successivement un facteur de division de 2⁸, 2⁹, 2¹⁰, 2¹¹ et 2¹². La fréquence des impulsions de la sortie Q₈ est la moitié de celle des impulsions de la sortie Q₇ et la fréquence des impulsions de la sortie Q₉ est la moitié de celle des impulsions de la sortie Q₈, et ainsi de suite. Le commutateur rotatif S2 nous permet de choisir l'une de ces sorties pour y prélever le signal et l'acheminer vers l'étage de sortie. Le **tableau** ci-contre montre que la fréquence est divisée par deux au fil des positions de S2. Les sorties Q₀ à Q₆ du compteur ne sont pas utilisées ici, mais elles sont utilisables si on le souhaite. En pratique, cela ne présente pas d'intérêt, sauf cas particulier.

étage de sortie

La fonction de l'étage de sortie est de convertir l'impédance de sortie élevée du compteur en une basse impédance et de fournir au haut-parleur l'énergie nécessaire pour que le LA sonne fort. Quand la tension de base de T1 dépasse le seuil de conduction de 0,6 V, ce transistor conduit et charge C5. L'autre transistor, T2, qui est du type PNP, se bloque dans ces conditions. La membrane du haut-parleur est mise en mouvement par la bobine que traverse le courant alternatif qui polarise le condensateur. Supposons que la membrane soit poussée vers l'extérieur. Maintenant que C5 est chargé il ne se passe plus rien jusqu'à ce que la chute de la tension de polarisation de la base des transistors repasse sous le seuil de 0,6 V. C'est alors T1 qui se bloque et T2 qui se met à conduire. Le condensateur peut se décharger à travers lui. Maintenant la membrane du haut-parleur est actionnée en sens inverse, c'est-à-dire vers l'intérieur.

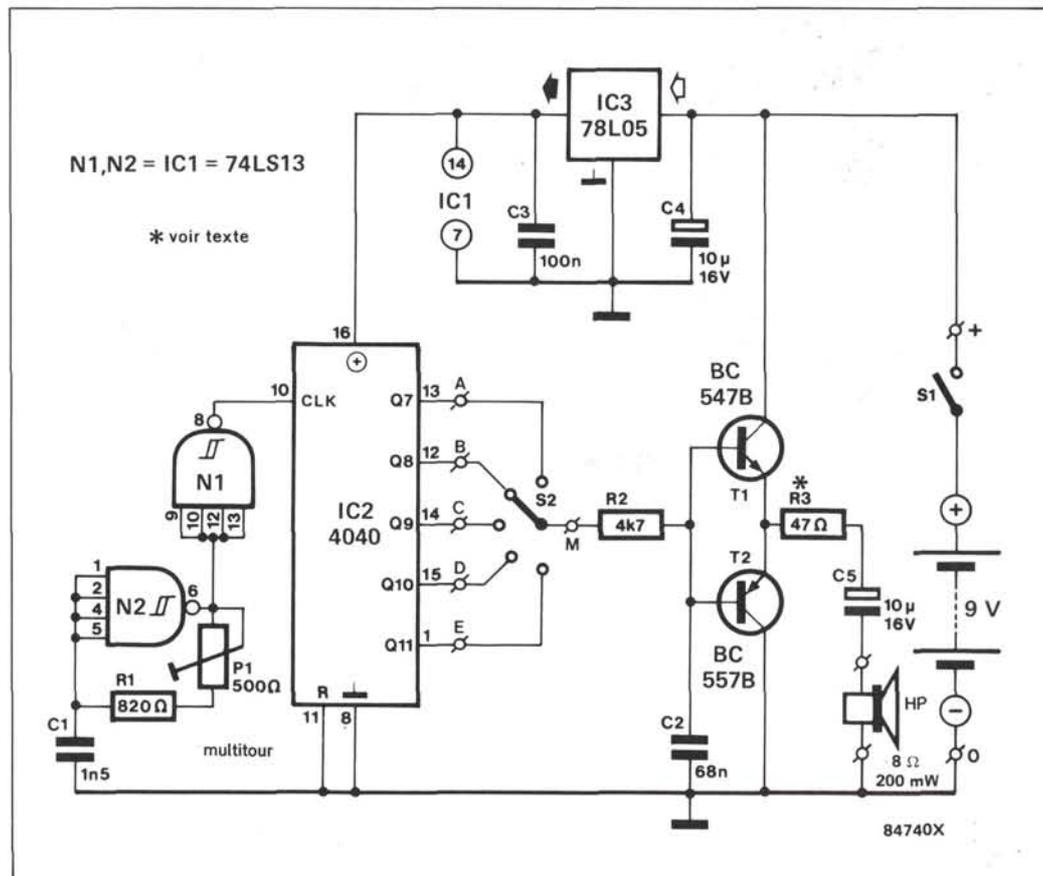


Figure 1 - Le schéma du diapason comporte un oscillateur dont la fréquence élevée (450 kHz) est divisée par un compteur binaire (IC2) puis amplifiée par un petit amplificateur à deux transistors. L'impédance du régulateur de tension est plus grande ici que dans d'autres circuits : la stabilité de la fréquence du diapason est liée à celle de la tension d'alimentation des circuits intégrés.

Ce déplacement crée une onde sonore dans l'air, enregistrée par l'oreille sous forme de variation de pression sur le tympan. D'où l'importance d'avoir les oreilles propres.

La résistance R3 limite l'intensité du courant appliqué au haut-parleur, et par conséquent le volume sonore. Même si après avoir récuré vos cages à miel vous estimez que le volume produit par l'étage de sortie avec une résistance de 47 Ω est insuffisant, songez donc à monter le HP dans une caisse de résonance quelconque (boîte en plastique ou en bois, verre, boîte de conserve...). Si l'effet obtenu est encore insatisfaisant, vous pouvez réduire la valeur de R3, mais ne descendez pas sous 22 Ω , le courant qui traverserait les transistors dans ces conditions dépasserait l'intensité admise par le fabricant de ces composants.

Si vous les implantez correctement, c'est-à-dire conformément aux indications de la figure 2, les composants ne vous feront pas d'affront. Tout devrait marcher sans problème. Vous remarquerez au passage que P1 n'est

pas un mini-potentiomètre ou une résistance variable ordinaire, mais un modèle à 10 tours. Ceci présente l'avantage d'un réglage plus fin. La piste d'un tel composant est rectiligne et le curseur est actionné par une vis sans fin le long de laquelle il se déplace. Pour le déplacer d'un bout à l'autre de la piste, il faut 10 tours de vis. Ceci vous permettra de bien accorder votre diapason. Si vous disposez d'un fréquence-mètre, il suffit de rechercher pour le curseur de P1 la position dans laquelle la fréquence de sortie de N1 est de 450,56 kHz, une fréquence que bien sûr l'oreille humaine ne perçoit pas. Dans ces conditions, vous aurez exactement 440 Hz sur la sortie Q₉.

les battements

Si vous ne disposez pas d'un fréquence-mètre, il existe un autre moyen d'accorder votre diapason électronique : en comparer le signal de la sortie Q₉ à celui d'un diapason ordinaire (ou d'un autre diapason électronique), puis de corriger la position du curseur de P1 par la méthode des battements. À défaut d'un autre diapason, il y a

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

la tonalité du téléphone qui est en principe de 440 Hz.

La méthode est relativement simple à condition de bien vouloir faire preuve de concentration et de patience. Quand vous entendez deux fréquences voisines, par exemple quand deux personnes sifflent en même temps, on distingue facilement un troisième son, beaucoup plus grave. La fréquence de ce signal « parasite » est la différence arithmétique des deux autres fréquences. Avec par exemple le LA du diapason à 440 Hz, et un LA désaccordé à 445 Hz, vous pouvez entendre la différence, soit

différence entre les deux fréquences diminue, le battement ralentit jusqu'à l'arrêt total. Quand la différence est nulle, les deux notes sont accordées. Pour percevoir ces phénomènes, il faut surtout de la patience, car l'oreille inexpérimentée est en quelque sorte "éblouie" par les deux signaux qu'elle doit comparer. Tout comme l'oeil s'habitue peu à peu à un excès de lumière ou à la pénombre et finit par compenser les contrastes trop faibles ou trop violents, l'oreille (en fait c'est le cerveau) finit par se frayer un chemin dans la jungle sonore des battements.

Pour ce qui concerne la mise en boîte, nous avons déjà souligné l'importance de la caisse de résonance pour le haut-parleur. Si vous utilisez les positions D et E du commutateur S2, c'est-à-dire les octaves graves, ce détail est d'autant plus important, car le petit haut-parleur n'est pas capable de produire des signaux d'amplitude suffisante à ces fréquences graves sans l'aide d'une enceinte qui limite le volume d'air à mettre en mouvement. Le commutateur S2 et l'interrupteur de mise sous tension S1 doivent être accessibles de l'extérieur. La consommation du circuit n'est pas très forte, mais pas négligeable au point de permettre la suppression de S1, puisqu'elle varie entre 15 et 25 mA. Vous utiliserez soit une pile de 9 V compacte, soit deux piles plates de 4,5 V montées en série.

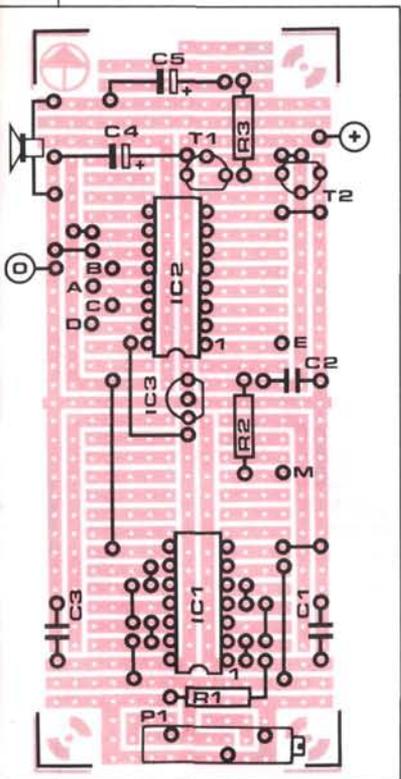


Figure 2 - Plan d'implantation des composants sur une platine d'expérimentation de format 1. Utilisez des picots pour les fils de câblage du commutateur S2.

LISTE DES COMPOSANTS

- R1 = 820 Ω
- R2 = 4,7 k Ω
- R3 = 47 Ω (22 Ω)
- P1 = 500 Ω var. multitour
- C1 = 1,5 nF
- C2 = 68 nF
- C3 = 100 nF
- C4, C5 = 10 μ F/16 V
- T1 = BC547 B
- T2 = BC557 B
- IC1 = 74LS13
- IC2 = 4040
- IC3 = 78L05

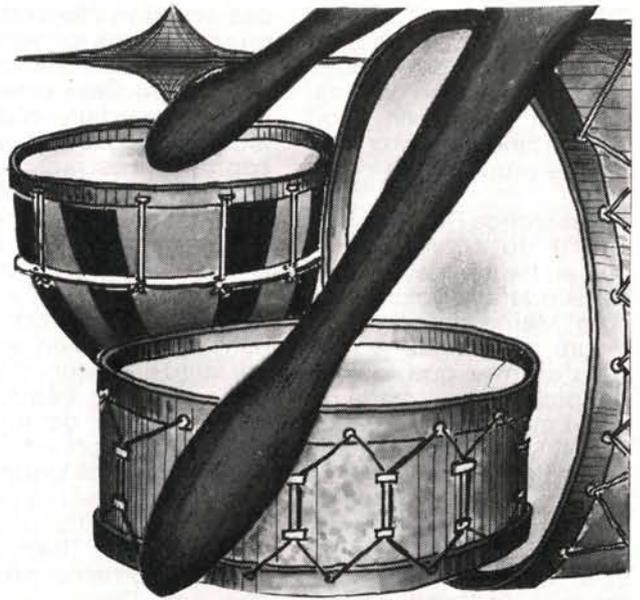
- Divers :
- S1 = interrupteur
 - S2 = commutateur (au moins 1 circuit, 5 positions)
 - HP = haut-parleur 8 Ω /0,2 W
 - 10 picots
 - platine d'expérimentation de format 1

sortie	position de S2	fréquence
Q7	A	1760 Hz
Q8	B	880 Hz
Q9	C	440 Hz
Q10	D	220 Hz
Q11	E	110 Hz

5 Hz, sous la forme d'un battement. On parle de battement et non plus de signal parce que, en effet, 5 Hz n'est plus une fréquence perçue par l'oreille humaine comme un son de hauteur définie. Ce que nous entendons est une variation d'amplitude, une espèce d'ondulation qui ressemble au son "woua-woua", bref, un battement.

Plus les deux notes comparées sont désaccordées, plus le battement s'accélère, jusqu'à devenir une note audible ; le seuil entre le battement perçu comme un phénomène rythmique (variation d'amplitude) et le son de hauteur perceptible, ce seuil est flou et dépend beaucoup du timbre de la note. Au contraire, quand la dif-

mini- batterie électronique



Tsing boum boum ! Bam bam...

L'imitation des instruments à percussion par des circuits électroniques n'a connu son essor que très récemment. Il existait, depuis bien longtemps certes, des batteries mécaniques, entièrement automatiques, actionnées soit par un ruban perforé soit plus modestement par un cylindre à aiguilles (comme les boîtes à musique) ; puis il y a eu les boîtes à rythmes électroniques des années 60, contemporaines du marteau-piqueur. Tous ces accessoires, longtemps mal vus par les musiciens eux-mêmes, n'ont acquis la place extraordinaire qu'ils tiennent dans l'instrumentarium moderne que depuis la généralisation des techniques numériques et de l'échantillonnage. Et pour que tout ça se vende, il a fallu créer un besoin nouveau en forgeant le goût des populations pour les rythmes robotiques et ce que certains appellent, avec un sens aigu de l'image frappante, de la *hammer music* ou *Hammermusik*. Tsing boum boum !

Pour en finir avec ce sujet de querelles interminables, évoquons avec un brin de nostalgie l'époque où les musiciens, pour trouver le rythme, se tâtaient le pouls. Oui, c'est de là que vient la fameuse "pulsation", et ça remonte au swing de Pérotin le Grand (XII^e siècle). Tsing boum boum !

Ce que nous vous proposons ici n'est pas une boîte à rythmes, donc pas un

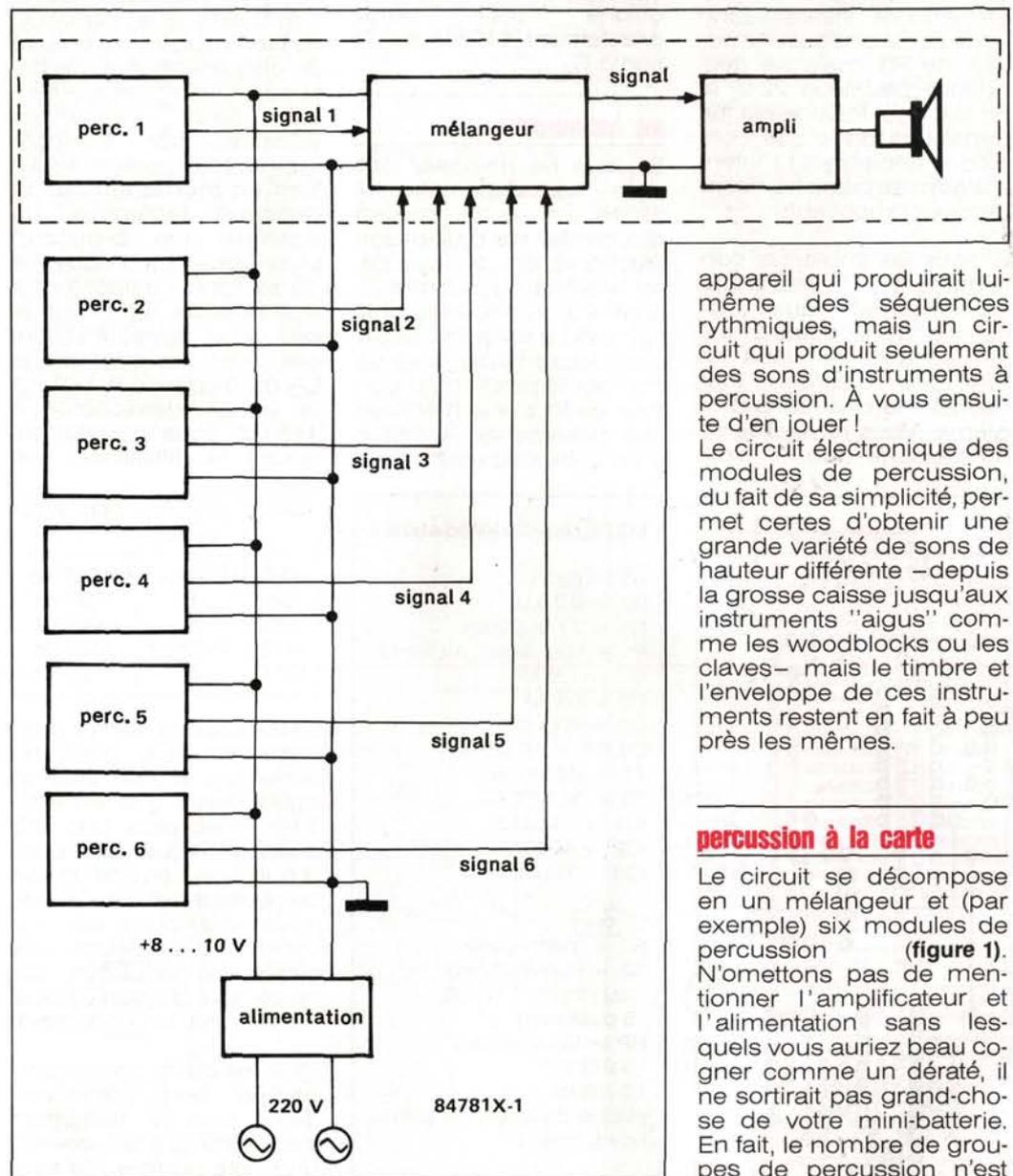


Figure 1 - Pour tirer un son de la mini-batterie, il faut au moins les trois modules encadrés par la ligne pointillée, plus l'alimentation. Celle-ci n'est pas décrite ici, pas plus que l'amplificateur. La mini-batterie ne sera attrayante que si elle est capable d'imiter plusieurs instruments : les modules "perc.2" à "perc.6" sont des répliques du module "perc.1", mais accordés différemment, de façon à obtenir des sons de hauteur différente.

appareil qui produirait lui-même des séquences rythmiques, mais un circuit qui produit seulement des sons d'instruments à percussion. À vous ensuite d'en jouer !

Le circuit électronique des modules de percussion, du fait de sa simplicité, permet certes d'obtenir une grande variété de sons de hauteur différente - depuis la grosse caisse jusqu'aux instruments "aigus" comme les woodblocks ou les claves - mais le timbre et l'enveloppe de ces instruments restent en fait à peu près les mêmes.

percussion à la carte

Le circuit se décompose en un mélangeur et (par exemple) six modules de percussion (figure 1). N'omettons pas de mentionner l'amplificateur et l'alimentation sans lesquels vous auriez beau cogner comme un dératé, il ne sortirait pas grand-chose de votre mini-batterie. En fait, le nombre de groupes de percussion n'est pas imposé. Il en faut au moins deux. Avec six modules on obtient un ensemble aux performances attrayantes. Triolet, croche, croche, noire... Le mélangeur est casé sur une petite platine d'expérimenta-

tion, et chaque module occupe une autre platine du même format. Il suffit de commencer par en réaliser un ou deux, pour voir et entendre... Puis, si les essais sont satisfaisants, on en rajoute autant qu'il en faut pour obtenir un ensemble complet.

Ni l'alimentation ni l'amplificateur ne sont décrits ici. Ces deux accessoires sont cependant indispensables.

Commençons par le mélangeur, c'est la partie la plus facile du circuit. Le schéma de la **figure 2** révèle qu'il s'agit simplement d'un amplificateur opérationnel à gain unitaire puisque le rapport de la valeur de la résistance R10 et celle de chacune des résistances d'entrée R9a à R9f est de 1/1. Remarquez la présence du diviseur de tension que forment R11 et R12 à l'entrée non inverseuse de l'amplificateur opérationnel. En portant cette entrée à un potentiel équidistant de celui des lignes d'alimentation, on obtient que le circuit intégré passe les signaux alternatifs quand bien même la tension d'alimentation reste asymétrique. Le condensateur C9 contribue à stabiliser la masse virtuelle ainsi créée, tandis que C10 stabilise la tension d'alimentation dont il filtre les fluctuations. Le couplage alternatif du signal de sortie est assuré par C11 qui bloque toute composante continue. À moins de couper les résistances en quatre, il n'y a rien à ajouter sur le fonctionnement de cet étage.

Ce qu'on voit sur la **figure 3** est le circuit d'un "instrument" à percussion. Ils seront surpris, les lecteurs qui s'attendaient à trouver ici un multivibrateur comme ceux que l'on rencontre souvent dans les circuits électroniques "qui font du bruit" ! Le signal produit par un tel circuit ne convient pas pour deux raisons : d'une part sa forme d'onde donne un timbre inapproprié et d'autre part son amplitude invariable nous imposerait de rajouter un étage capable de donner au signal l'enveloppe caractéristique d'un son percussif - attaque brutale, extinction rapide - ce qui compliquerait considérablement le circuit. La

solution adoptée est beaucoup plus efficace, puisque l'oscillateur construit autour de T1, avec seulement quelques composants passifs, produit une oscillation sinusoïdale amortie : sa forme d'onde convient parfaitement à l'application musicale et son oscillation ne dure qu'un bref instant puis s'éteint d'elle-même, produisant ainsi un effet qui rappelle celui des instruments à percussion dont le son est, par définition, "percussif". Doub' doub' doub' doub' croche croche...

p-haut + p-bas = p-bande

Les initiés auront reconnu le filtre en double T qui est

l'élément principal de la figure 3. Le premier réseau est passe-bas, ce sont P1, C1 et P2 qui forment ce T. Le deuxième, ce sont C2, P3 et C3 qui le forment, et c'est un réseau passe-haut. Ces deux réseaux sont montés en parallèle, ce qui donne un ensemble passe-bande, c'est-à-dire un filtre dont la bande passante est limitée à la fois dans le grave et dans l'aigu. On retiendra au passage que la mise en série d'un réseau passe-bas et d'un réseau passe-haut donne elle aussi un ensemble passe-bande. Dans un cas comme dans l'autre, le filtre passe-bande est atténué ou supprime toutes les fréquences supérieures ou inférieures à celles de sa bande passante. Le réseau passe-

bande est pris dans la boucle de contre-réaction du transistor T1, et c'est grâce à lui que ce montage oscille, à condition que les résistances variables P1, P2 et P3 soient bien réglées. Il suffit de fausser à peine l'un de ces réglages pour que le fragile équilibre soit perturbé et que l'oscillation meure. C'est exactement cet effet que nous recherchons. Avant de poursuivre, examinons les autres composants dont la fonction est de fournir à l'oscillateur un signal de commande convenable.

Ce sont S2, T7, C6 et R6, puis C5, R5 et enfin D1 et R4. Oui, il faut tout ce petit monde pour que, lorsque l'on appuie sur S2, le circuit construit autour de T1 reçoive une seule brève

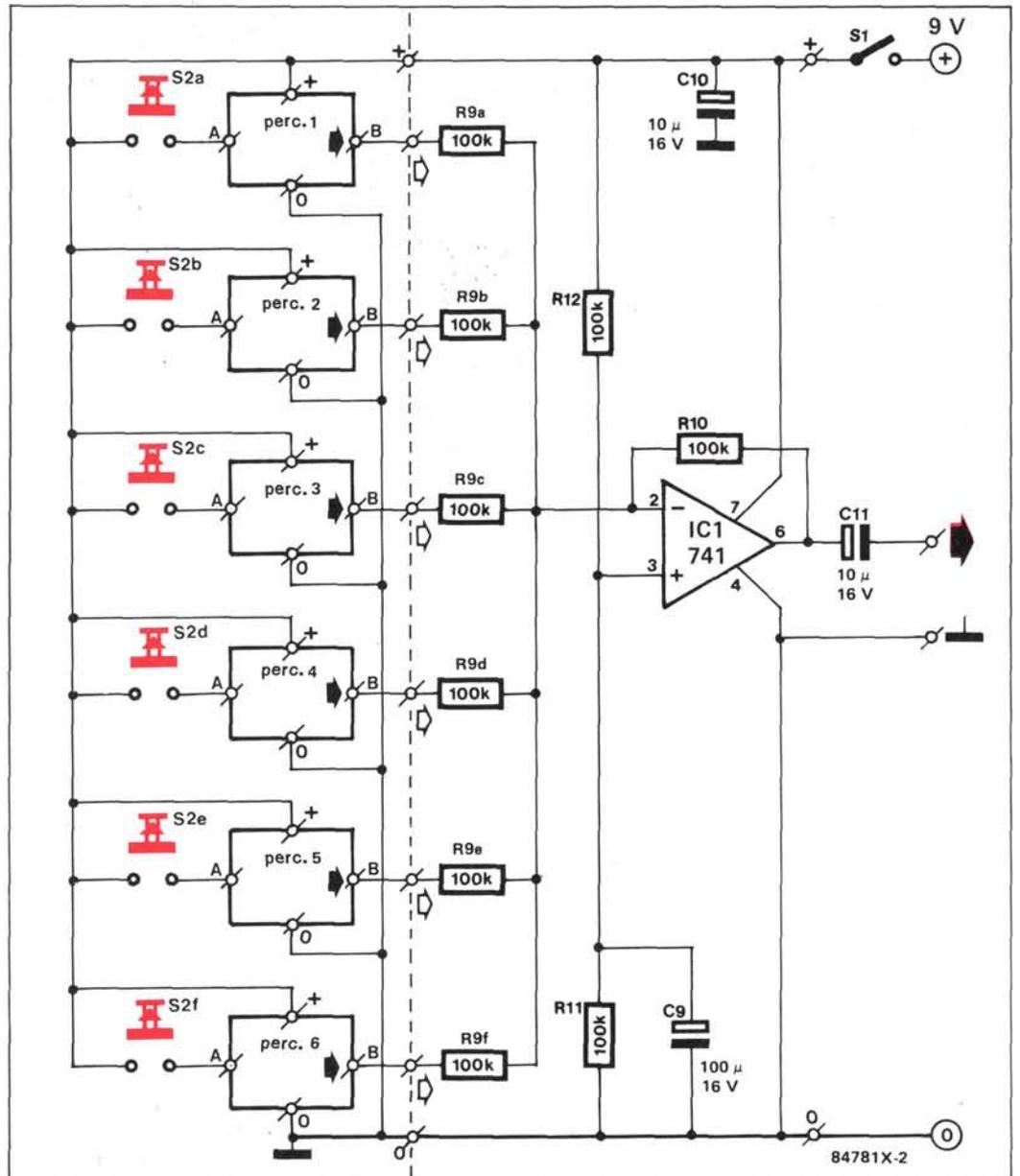


Figure 2 - Le circuit du mélangeur avec ses six entrées permet de combiner jusqu'à six instruments différents en un signal unique. Les poussoirs S2a à S2f sont les "baguettes" avec lesquelles vous frapperez sur les tambours...

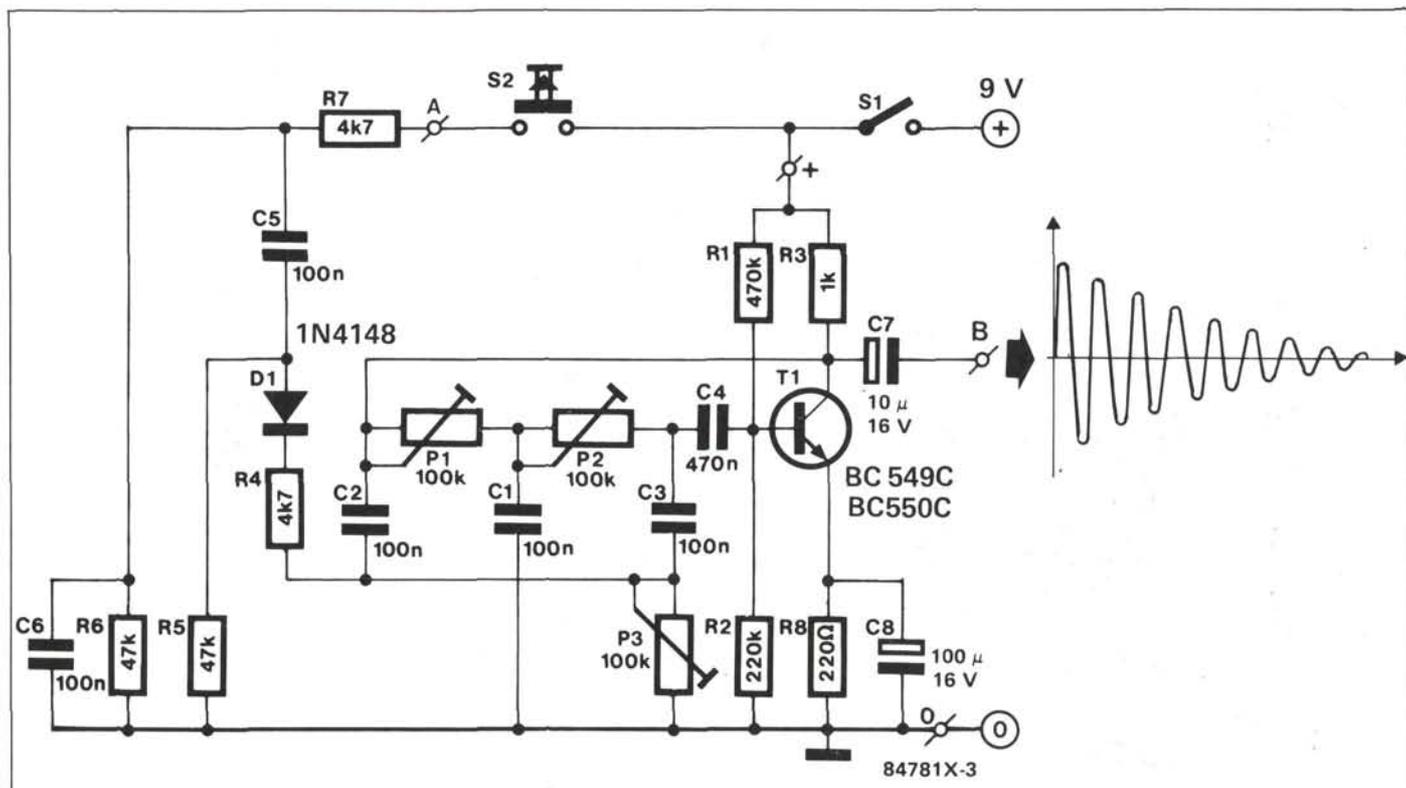


Figure 3 - Quel que soit le nombre de modules que vous réaliserez, ils seront tous conformes à ce schéma. C'est le réglage de la fréquence de coupure des filtres passe-haut et passe-bas, formant le filtre passe-bande générateur d'oscillations amorties, qui détermine la hauteur de son percussif produit par ce module. L'interrupteur S1 représenté ici est en fait l'interrupteur principal de mise sous tension de la figure 2. Il est donc commun aux six modules, ce qui n'est pas le cas de S2 qui devra être prévu en autant d'exemplaires qu'il y a de modules.

impulsion qui le fasse osciller. Cet effet est comparable à celui d'une main qui lance une toupie. Comme nous l'avons déjà dit, l'oscillation est amortie, c'est-à-dire qu'au lieu de durer comme celle d'un oscillateur ordinaire, elle s'éteint progressivement, sans toutefois que sa fréquence varie le moins du monde. Le résultat obtenu au point B du circuit, c'est-à-dire à la sortie, correspond à une ligne dont les ondulations s'amenuisent jusqu'à l'effondrement total.

On dit aussi d'un tel filtre passe-bande qu'il résonne : l'effet pourrait être comparé à celui des tubes -de longueur différente parce qu'ils sont accordés- placés sous les lames du vibrapone, ou encore à celui des cales-basses de taille croissante suspendues sous les lames des balafons africains, mais aussi, plus prosaïquement, à l'effet de la résonance des cabines de douche ou des cages d'escalier quand leur volume est "excité" par des bruits. Il y a une corrélation entre l'amplitude de la résonance et sa fréquence. Ces comparaisons nous permettent de compren-

dre plus facilement comment, en déplaçant la fréquence centrale du filtre passe-bande c'est-à-dire en réglant différemment la fréquence de coupure du filtre passe-haut et celle du filtre passe-bas, on obtient des résonances différentes, qui évoqueront la sonorité des unes de la grosse caisse, les autres de bongos ou de congas.

La fonction des divers composants de la chaîne de production de l'impulsion de déclenchement mérite que l'on s'y attarde un peu, ne serait-ce que pour dissuader certains lecteurs, économes, paresseux ou impatientes d'arriver au but, d'en omettre l'un ou l'autre...

D'abord il faut supprimer les rebonds de S2. Un contact mécanique ne se ferme pas pour de bon du premier coup. Les pièces métalliques rebondissent (toutefois sans que nous, humains, nous en rendions compte). C'est le réseau de filtrage passe-bas R7/C6 qui s'en charge. La fonction du réseau passe-haut composé de R6, C5 et R5 est de produire l'impulsion en forme d'aiguille à partir du signal de fermeture de S2. Le même réseau produit une deuxième impulsion en forme d'aiguille

LISTE DES COMPOSANTS modules

- R1 = 470 kΩ
- R2 = 220 kΩ
- R3 = 1 kΩ
- R4, R7 = 4,7 kΩ
- R5, R6 = 47 kΩ
- R8 = 220 Ω
- P1 à P3 = 100 kΩ var.
- C1, C2, C3, C5, C6 = 100 nF
- C4 = 470 nF
- C7 = 10 μF/16 V
- C8 = 100 μF/16 V
- T1 = BC549C ou BC550C
- D1 = 1N4148

Divers :
 platine d'expérimentation de format 1
 S2 = poussoir

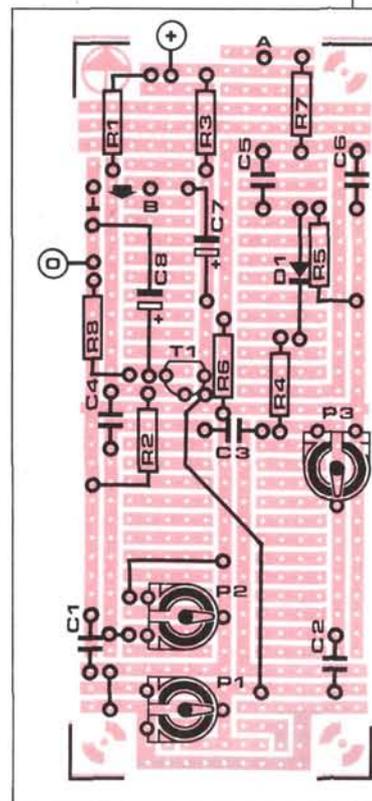


Figure 4 - Plan d'implantation des composants du module "perc.1" de la figure 1 et du schéma de la figure 3 (moins S1) sur une platine d'expérimentation de petit format. Quel que soit le mode d'assemblage que vous adopterez pour ces modules, veillez à disposer les résistances variables de telle façon qu'elles soient facilement accessibles.

au moment où S2 se rouvre. Or cet effet est indésirable, car il se traduirait par un dédoublement du son produit. C'est pourquoi nous avons inséré D1 qui s'oppose au passage de l'impulsion négative (celle qui se produit lorsque S2 se rouvre) mais laisse passer l'impulsion positive (que produit le réseau pas-

se-haut quand S2 se ferme). Il reste R4 : cette résistance est là pour réduire la charge que représente le circuit de déclenchement pour le filtre passe-bande. Sans elle, les oscillations s'effondraient trop vite.

Il faut battre la mesure pendant qu'elle est chaude

Pour réaliser ce montage, il nous faut au moins trois platines d'expérimentation de petit format. L'une pour le mélangeur, avec le plan d'implantation des composants de la figure 5, et les deux autres pour deux

LISTE DES COMPOSANTS mélangeur

R9a à R9f, R10 à R12 = 100 kΩ
 C9 = 100 μF/16 V
 C10, C11 = 10 μF/16 V
 IC1 = 741

Divers :
 platine d'expérimentation de format 1
 S1 = interrupteur

modules d'instruments à percussion de fréquence différente, dont le plan d'implantation sera conforme à celui de la figure 4. À partir de là, c'est à vous de juger si oui ou non le montage présente assez d'intérêt pour justifier la réalisation de deux, trois ou quatre autres modules d'instruments à percussion.

La densité d'implantation des composants est faible, les ponts de câblage rares. Il n'y a donc pas de difficulté apparente, ce qui ne dispense personne de procéder avec le plus grand soin, notamment pour ce qui concerne le câblage. Le mélangeur ne pose pas de problème à cet égard puisqu'il n'est relié qu'à l'alimentation ; ce sont les modules qui ont à la fois un fil pour l'alimentation, un fil pour S2, un autre fil pour la sortie et enfin le fil de masse. Avec tout ça en deux, trois, quatre, cinq ou même six exemplaires, et sans un minimum de méthode, il ne manquera que la sauce tomate pour faire un plat de spaghettis dont personne ne voudrait.

Tirez de préférence un câble à trois fils vers les modules ; ce câble pourra être une simple tresse de fil que vous aurez réalisée vous même ou un câble blindé sous gaine comme on en trouve au mètre chez les marchands de composants électroniques.

La tension d'alimentation n'est pas fixée avec précision. Elle pourra être comprise entre 8 V et 10 V, ce qui permet d'utiliser par exemple un régulateur de type 7808. La consommation du mélangeur est de 1 mA tout au plus. Un module consomme moins de 4 mA, ce qui reste dans les cordes d'une alimentation de 100 mA, même avec un grand nombre de modules. Une pile de 9 V peut supporter cela pendant un bon bout de temps à condition de ne pas utiliser la mini-batterie à longueur de journée.

Puisque nos lecteurs réclament plus de détails (voir elexprime) la figure 6 donne, on peut difficilement faire plus clair, un exemple de réalisation

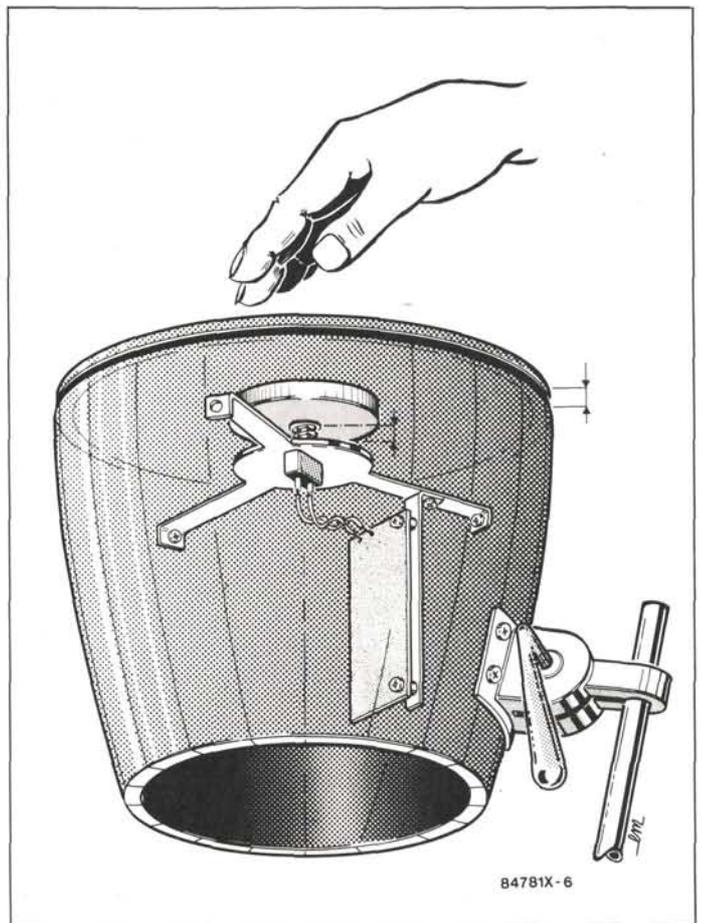


Figure 6 - Sans commentaire.

bricolée sur un instrument acoustique. Un capteur mécanique à ressort, placé sous la peau de l'instrument, en transmet le mouvement à un micro-interrupteur qui n'est autre que S2 de la figure 3.

Mais avant d'en venir à la mécanique, il nous faut régler nos modules, et disposer pour cela d'une alimentation et d'un amplificateur audio quelconque relié à un haut-parleur ou une enceinte capable de reproduire des sons graves, et de leur donner de la gomme !

On commence par mettre P1 et P2 dans la même position et l'on cherche pour P3 la position dans laquelle le filtre passe-bande se met à osciller. Le son que vous entendrez est sinusoïdal et sa fréquence correspond en gros à celle du signal final, mais pour l'instant l'oscillation n'est pas amortie. Si la fréquence vous paraît trop grave, déplacez le curseur de P1 et P2 de façon à réduire la valeur de résistance. Si au contraire la fréquence est trop haute, augmentez la résistance dans les deux branches du T. Il importe qu'elles restent symétriques, c'est-à-dire que le ré-

glage de P1 et celui de P2 donne la même valeur de résistance. Vous constaterez, en modifiant le réglage de P1 et P2, que l'oscillation disparaît. Il faut reprendre le réglage de P3 pour remettre le filtre en état d'osciller.

Une fois que vous avez trouvé la fréquence qui vous convient, faussez le réglage de l'une des résistances variables P1, P2 ou P3, juste assez pour que l'oscillation s'évanouisse. Appuyez ensuite sur S2 : l'impulsion doit exciter le filtre passe-bande, c'est-à-dire le faire osciller pendant une fraction de seconde. Ne soyez pas déçu s'il vous paraît difficile d'imaginer, à partir du son sinusoïdal entretenu, ce que sera le son percussif obtenu par l'oscillation amortie. Ce décalage de timbre, perçu par l'oreille, entre une oscillation entretenue et une oscillation amortie est un phénomène normal. Il faudra de la patience pour mener à bien le réglage de tous les modules, mais le résultat se laissera entendre. Tsing boum tsing boum tagada tsoin tsoin !

84781

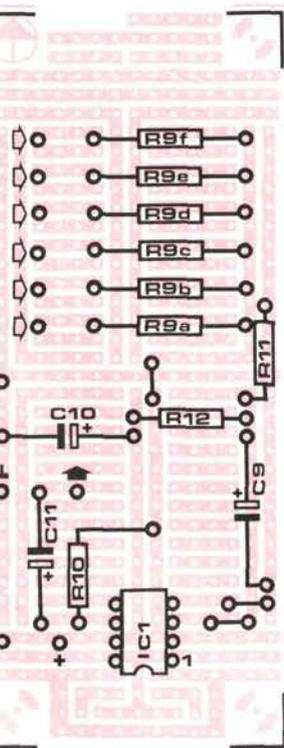
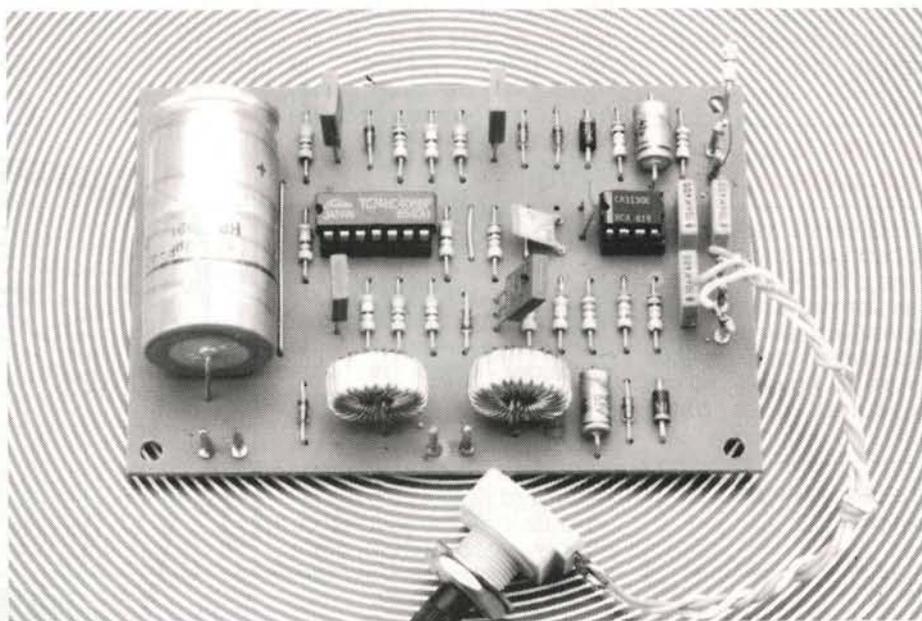


Figure 5 - Plan d'implantation des composants du mélangeur sur une platine d'expérimentation de petit format.

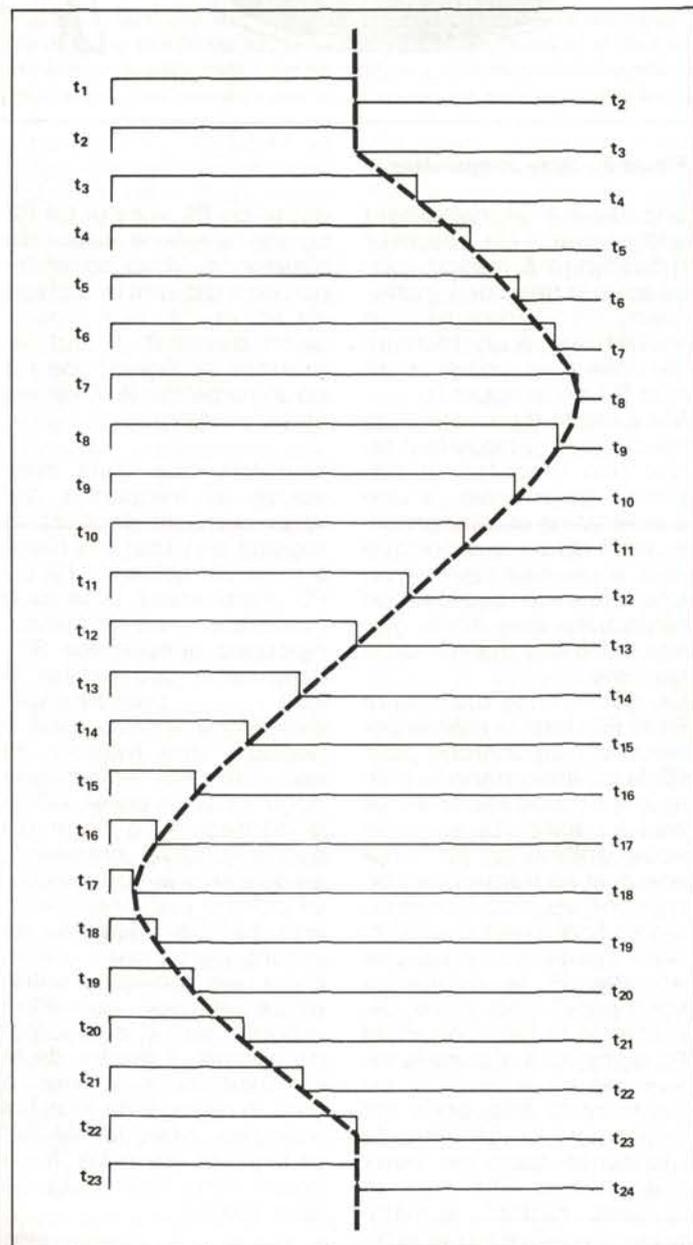


gigaphone

Le succès du mégaphone publié il y a quelques mois dans ELEX (souvenez-vous : la « grande gueule » électronique confectionnée à partir d'un entonnoir) nous a encouragés à reprendre l'idée pour la développer, et surtout, lui donner une forme très appréciée par de nombreux lecteurs, à savoir celle d'un vrai circuit imprimé. Ce montage est aussi le prétexte idéal pour vous présenter un procédé moderne de traitement des signaux analogiques : la modulation de largeur d'impulsion.



une application BF de la modulation de largeur d'impulsion



Ce procédé très important dans les techniques modernes, la modulation de largeur d'impulsion, est plus connu sous le nom de PWM pour *pulse width modulation*. Comment faire de l'audio, c'est-à-dire des signaux plus ou moins sinusoïdaux, avec des impulsions carrées ?

avons préparé la **figure 1** pour vous expliquer cela. Examinons cette succession d'impulsions que nous avons superposées au lieu de les disposer les unes derrière les autres comme on le fait d'habitude : à l'instant t_1 , l'amplitude du signal alternatif (la ligne grasse en pointillé au milieu) est nulle et par conséquent l'impulsion et la pause qui la suit, sont de durée rigoureusement égale. Il en va de même à l'instant t_2 . Plus loin, à l'instant t_3 , l'amplitude du signal alternatif est devenue positive : la durée de l'impulsion s'est allongée et la pause s'est raccourcie en proportion. À l'instant t_4 , l'amplitude du signal alternatif est encore plus forte, et l'impulsion correspon-

fréquence fixe, durée variable

Le principe consiste à faire appel à des impulsions qui se suivent à une cadence très rapide et invariable (la fréquence exacte importe peu dans l'immédiat), et à en moduler la durée en fonction de l'amplitude instantanée du signal alternatif à amplifier. Nous

Figure 1 - Cet empilement d'impulsions qui, en réalité, se suivent à grande vitesse et à fréquence invariable, montre comment l'asymétrie des impulsions et des pauses rend compte de la variation d'amplitude d'une onde sinusoïdale. Le principe de la PWM est utilisé pour le codage numérique de signaux audio (amplificateurs, bande magnétique, etc) ainsi que dans les synthétiseurs de musique.

dante s'allonge en proportion, au détriment de la pause qui elle se raccourcit. Le processus continue jusqu'à l'instant t_8 où l'on voit que le signal alternatif culmine. Maintenant l'amplitude diminue et les impulsions se raccourcissent au bénéfice des pauses (à ne pas confondre avec le bébé fils du doute), jusqu'à l'instant t_{12} où l'on retrouve l'égalité entre impulsion et pause. Puis c'est la pause qui s'allonge au détriment de l'impulsion, parce que maintenant l'amplitude du signal est négative. La suite est facile

L'expérience a montré que la fréquence à laquelle le signal est saucissonné de la sorte doit être au moins deux fois supérieure à la plus haute fréquence du signal échantillonné si l'on veut éviter que les deux fréquences n'interfèrent. Sans entrer dans le détail des lois qui gouvernent l'échantillonnage, il est intéressant de se demander comment on en arrive à cet écart minimal indispensable entre la fréquence d'échantillonnage et la fréquence échantillonnée (théorème de Shannon). Nous aurons certes d'au-

DEMANDEZ NOTRE CATALOGUE!
 COMPOSANTS, KITS!
 COFFRETS, LIBRAIRIE!
 MICRO-INFORMATIQUE!
 CATALOGUE GRATUIT!
 ENVOI DANS TOUTE LA FRANCE!
 GELAIN
 22, AVENUE DE SAXE
 69006-LYON
 TEL. 78 52 77 62

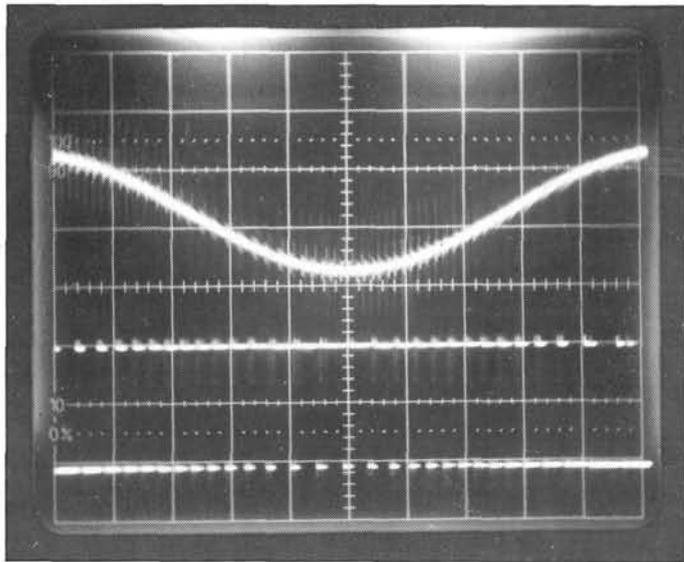


Figure 2 - Cet oscillogramme met en présence un signal sinusoïdal (en haut) et le signal carré dont la largeur des impulsions est modulée (en bas) par la variation d'amplitude du signal sinusoïdal.

à imaginer. La progression se poursuit jusqu'à ce que l'onde culmine, puis tout repart en sens inverse.

Nous venons de voir comment restituer une onde sinusoïdale avec une série d'impulsions de fréquence égale, mais dont la largeur est modulée par l'amplitude de l'onde à restituer. Plus l'amplitude s'éloigne du zéro, plus une moitié du cycle impulsif s'allonge ou se rétrécit au détriment de l'autre moitié. Quand le volume est "fermé", le signal carré est d'une symétrie parfaite; quand le volume est "ouvert" à fond, la largeur des impulsions varie entre le minimum et le maximum. Le fait de découper le signal à reproduire en petites tranches successives rendues chacune par une impulsion plus ou moins longue s'appelle « échantillonnage » (aussi connu sous le nom de *sampling*).

tres occasions de reparler de cela dans ELEX, mais imaginons brièvement que la fréquence d'échantillonnage soit par exemple un tout petit peu plus basse que la fréquence d'une sinusoïde à échantillonner : le premier échantillon d'amplitude sera prélevé par exemple lors du passage par zéro. L'échantillon suivant sera prélevé un peu après le passage par zéro, dans la période suivante. Le troisième encore un peu plus tard, au cours du cycle d'après. Et ainsi de suite. En juxtaposant nos échantillons, au lieu d'obtenir une image de l'onde sinusoïdale échantillonnée, nous obtiendrons au bout du compte une onde dont la fréquence sera en gros de l'ordre de la différence

entre la fréquence d'échantillonnage et la fréquence échantillonnée.

À la lumière de cette exigence d'un grand écart entre fréquence échantillonnée et fréquence d'échantillonnage, on comprend mieux que l'échantillonnage est une technique devenue possible seulement depuis que l'on dispose d'appareils capables de traiter les échantillons très vite, beaucoup plus vite que les signaux eux-mêmes. Sur la figure 2 la photographie de l'écran de l'oscilloscope montre une onde sinusoïdale en haut, et en bas des impulsions modulées en largeur d'impulsion. Le moment est venu de nous demander comment obtenir ces im-

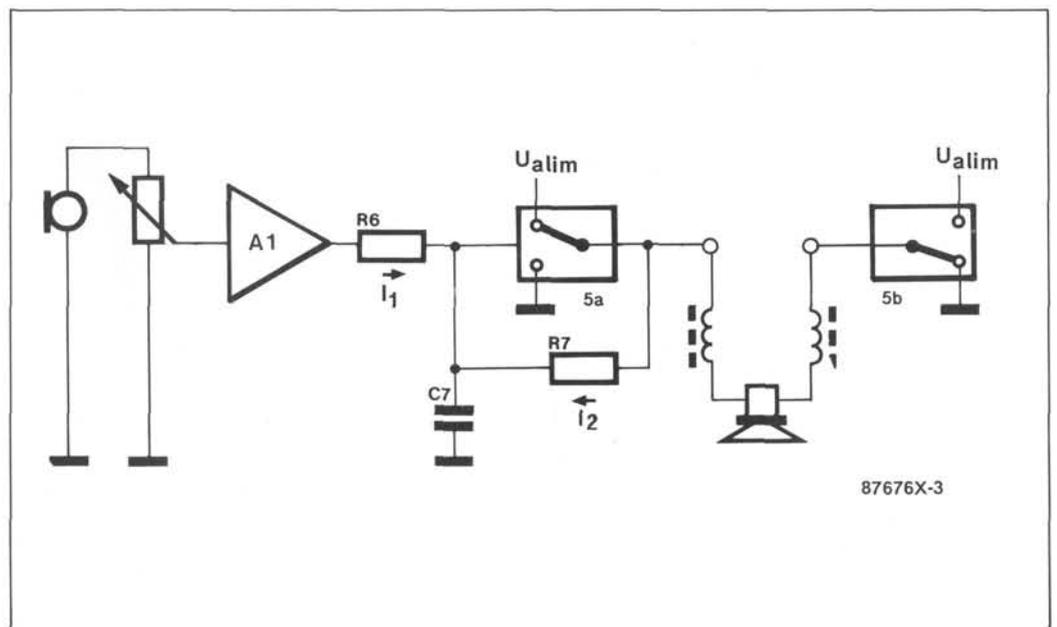


Figure 3 - Le synoptique du gigaphone sera pour la plupart de nos lecteurs leur premier contact avec un amplificateur faisant appel à la modulation de largeur d'impulsion. C'est pourquoi nous avons consacré une bonne partie du texte à sa description. Il faut considérer le circuit autour de l'inverseur 5a comme un oscillateur à fréquence fixe; le courant fourni par l'amplificateur d'entrée A1 allonge ou raccourcit les temps de charge et de décharge du condensateur C7. Le deuxième inverseur (5b) fonctionne comme un miroir grossissant; il est en opposition de phase avec 5a.

pulsions, comment les moduler et surtout comment les démoduler...

où l'on amplifie avec des interrupteurs

Avant de passer au schéma détaillé du gigaphone, passons par le synoptique de la figure 3. Commençons par faire abstraction de tout ce qui se trouve à droite de l'inverseur électronique Sa, considérons que le courant I_1 est nul (parce que le potentiomètre de volume est en butée du côté de la masse) et que Sa est bien dans la position indiquée. Le condensateur C7 va donc pouvoir se charger à travers R7 grâce au courant I_2 . Quand le niveau de la tension entre les bornes de C7 a atteint le seuil de commutation de l'entrée de commande de l'inverseur électronique, celui-ci change de position. Maintenant C7 se décharge à travers R7, jusqu'à ce que la tension entre ses bornes soit tombée au niveau du seuil inférieur de commutation de Sa. Celui-ci change de position et le cycle se reproduit.

Cinquante mille fois par seconde, le commutateur électronique Sa change d'état, et produit ainsi un signal carré symétrique de 50 kHz.

Ouvrons le volume à présent. Selon la position du curseur du potentiomètre de volume et selon l'amplitude du signal capté par le microphone (représenté à l'extrême de la figure 3), le courant I_1 va contribuer à accélérer ou ralentir le processus de charge et de décharge du condensateur C7. En un mot comme en sang, l'amplitude du signal d'entrée module la largeur des impulsions. Le signal de sortie de Sa est une onde carrée d'une fréquence de 50 kHz, dont la largeur des impulsions est une mesure de l'amplitude du signal amplifié par A1.

L'adjonction de Sb, un commutateur complémentaire permet d'augmenter la puissance de cet étage de sortie. On obtient grâce à ce procédé une augmentation de la tension et du courant à travers le haut-parleur. Bref, de la sorte on relève consi-

dérablement le niveau maximal du signal amplifié par le gigaphone.

Les impulsions ne sont pas appliquées directement au haut-parleur, mais traversent d'abord deux bobines, L1 et L2. Nous avons déjà appris au cours de précédentes excursions au pays des selfs, guidées par les gentils embobineurs de la rédaction d'ELEX (c'était dans la rubrique *analogique anti-choc*), que les bobines étaient imperméables aux

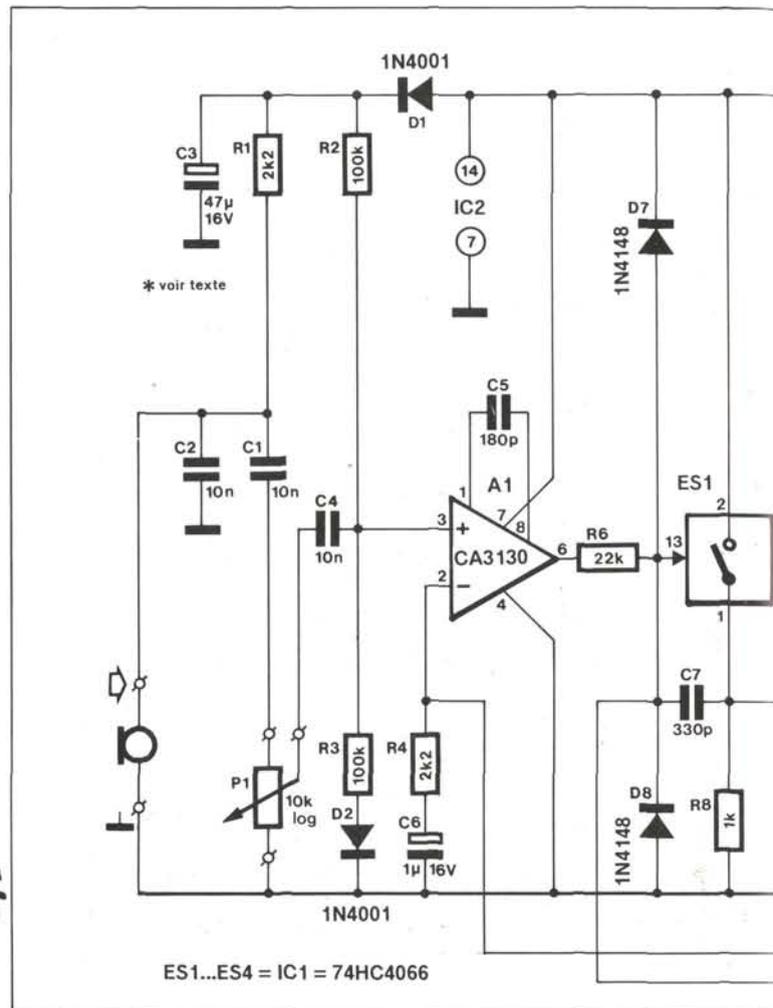


brusques variations de courant, qu'elles avaient même tendance à s'y opposer. L'oscillogramme de la figure 2 montre que le résultat obtenu n'en est que meilleur : de la suite d'impulsions il ne reste qu'une splendide sinusoïde.

de la terre inconnue au terrain connu

Maintenant que nous connaissons bien le principe de fonctionnement illustré par la figure 3, il nous est aisé de nous frayer un chemin à travers le schéma intégral du gigaphone tel que nous le donne la figure 4. À nous les petites impulsions de la PWM !

Le signal est capté par un microphone à électret. Ce type de micro doit être alimenté par une tension continue, ce dont se charge ici la résistance R1. Le potentiomètre P1 permet de doser l'amplitude du signal appliqué à l'entrée de l'amplificateur opérationnel A1. Le CA3130 porte le signal à un niveau suffisant pour attaquer correctement l'étage de modulation de largeur d'impul-



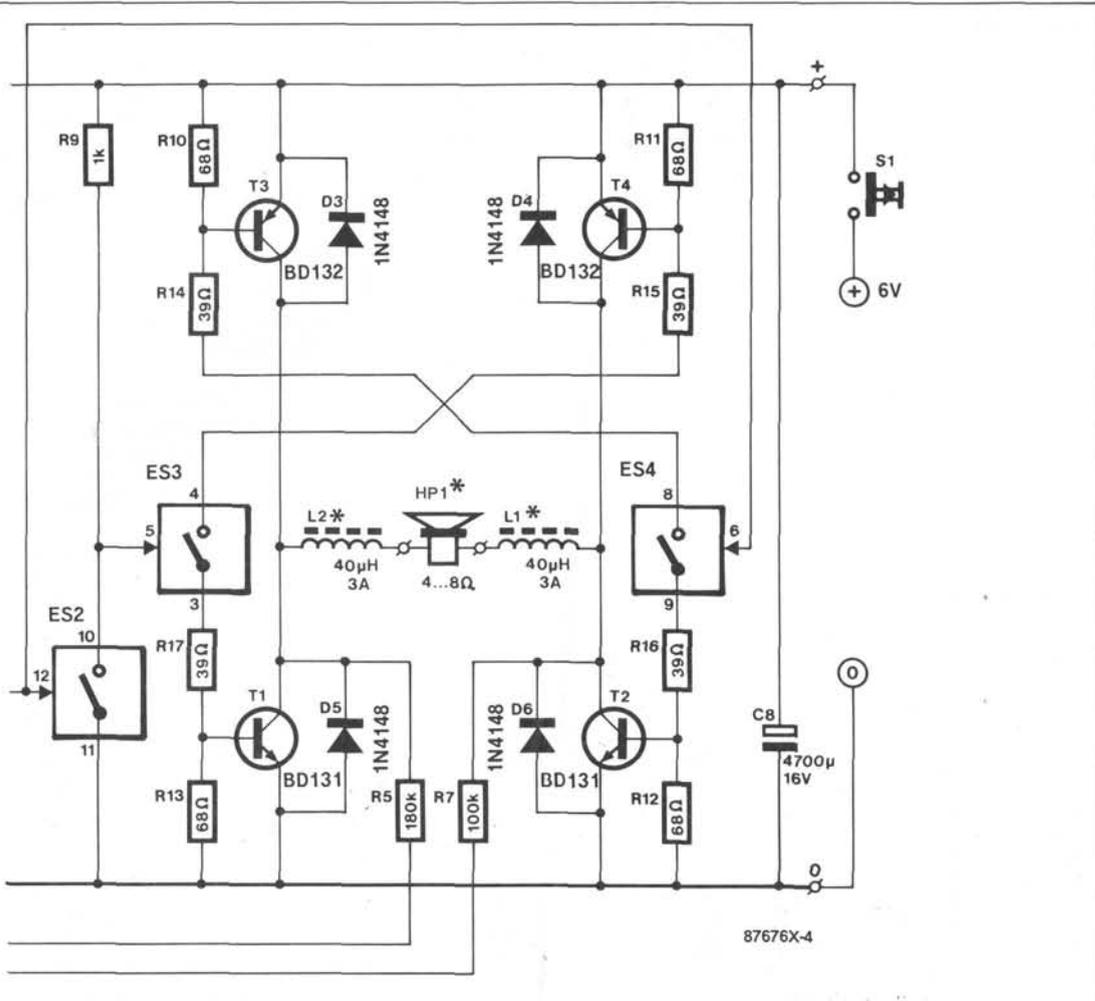
sion. On retrouve R6 et C7, mais où est passée R7 ? Là, les choses se compliquent...

Les contacts des inverseurs Sa et Sb de la figure 3 sont formés sur le schéma de la figure 4 par les transistors T1 et T3

pour Sb, et T2 et T4 pour Sa. Les interrupteurs ES1 à ES4 commandent les transistors. Ceux-ci conduisent à tour de rôle, par paires ; d'un côté T1 et T4, de l'autre T2 et T3. Ils sont soit bloqués, soit saturés, sans état intermédiaire. Ils n'ont donc aucune énergie



Figure 5 - Voici trois modèles de haut-parleurs spéciaux pour mégaphone. Leur caractéristique essentielle est l'étanchéité. Leur forme conique n'est pas seulement impressionnante pour l'oeil, mais aussi pour l'oreille. Le gigaphone fonctionne toutefois aussi avec un bon HP ordinaire.



LISTE DES COMPOSANTS

- R1, R4 = 2,2 k Ω
- R2, R3, R7 = 100 k Ω
- R5 = 180 k Ω
- R6 = 22 k Ω
- R8, R9 = 1 k Ω
- R10 à R13 = 68 Ω
- R14 à R17 = 39 Ω
- P1 = 10 k Ω log.
- C1, C2, C4 = 10 nF
- C3 = 47 μ F/16 V
- C5 = 180 pF
- C6 = 1 μ F/16 V
- C7 = 330 pF
- C8 = 4700 μ F/16 V
- L1, L2 = bobine d'antiparasitage sur tore 3 A
- D1, D2 = 1N4001
- D3 à D8 = 1N4148
- T1, T2 = BD131 ou BD226
- T3, T4 = BD132 ou BD227
- A1 = IC1 = CA3130
- IC2 = 74HC4066
- S1 = bouton poussoir
- HP1 = haut-parleur étanche (à pavillon) 4 à 8 Ω , 10 W
- microphone à électret

Figure 4 - Moins transparent que le synoptique de la figure 3, ce schéma détaillé du gigaphone n'en dévoilera pas moins ses secrets si vous avez la patience de l'étudier en suivant les explications données dans le corps de l'article. Les interrupteurs électroniques du schéma ci-dessus ne sont pas les inverseurs Sa et Sb de la figure 3.

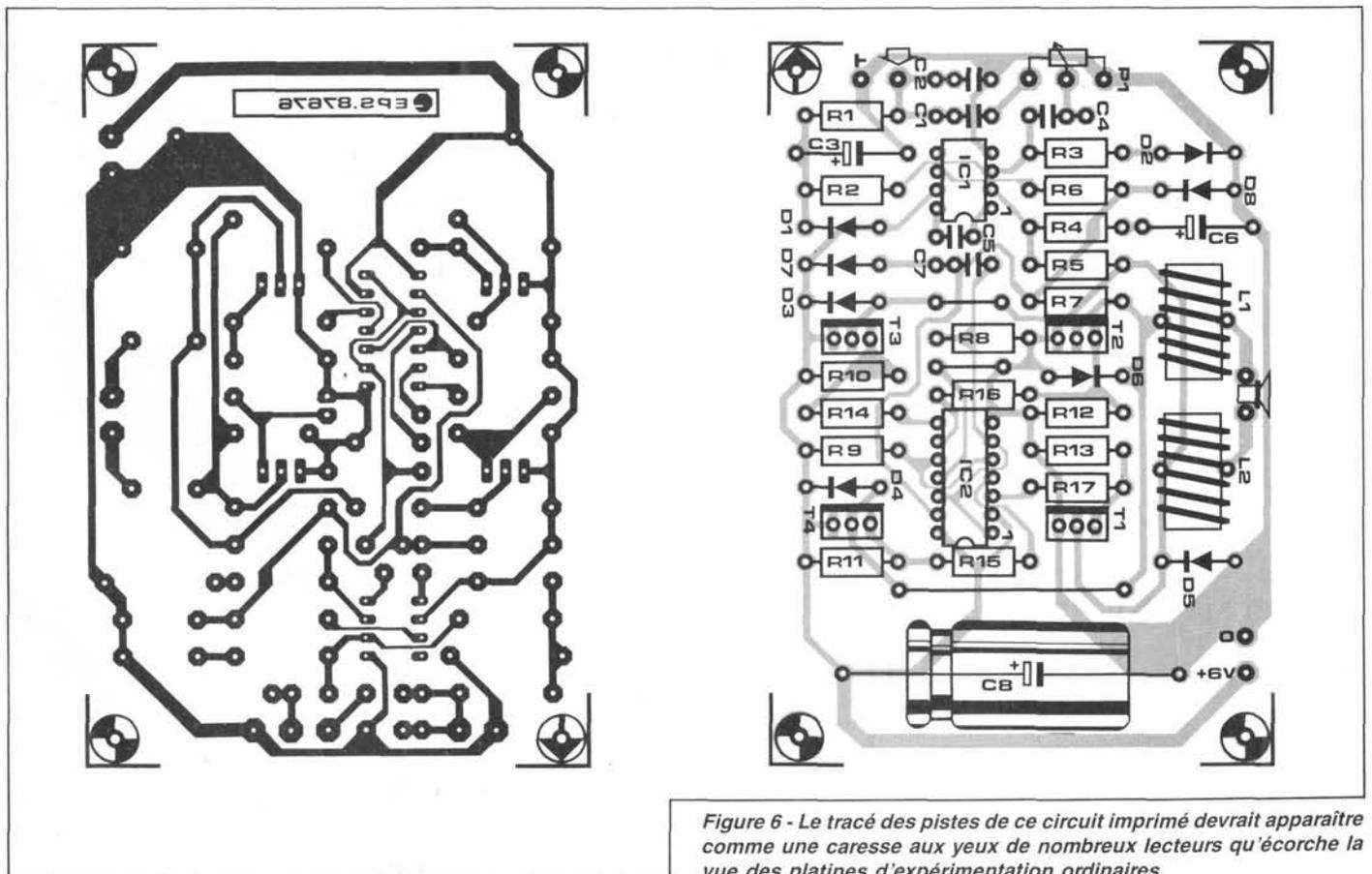


Figure 6 - Le tracé des pistes de ce circuit imprimé devrait apparaître comme une caresse aux yeux de nombreux lecteurs qu'écorche la vue des platines d'expérimentation ordinaires.

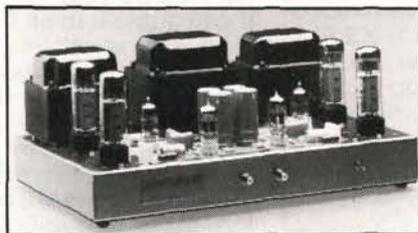
35, RUE GUY MÔQUET 75017 PARIS
TÉL. 42-26-38-45

HAUT-PARLEURS ET KITS AUDIO

ELECTRONIQUES A TUBES

Y. COCHET

L'EXPÉRIENCE ET LA RECHERCHE



AMPLI A TUBE AL DEUX

2 x 40 watts
tubes EL 34 - transfo CHRETIEN
Kit complet : 4 950 F
Monté : 6 400 F

Nous acceptons les comparaisons
avec toutes les électroniques
quelqu'en soient leur prix
et leur origine.

Les comparaisons sont éloquentes.



PREAMPLI A TUBES P TROIS

Kit complet : 3 900 F
Monté : 5 400 F
Face avant chromée : 600 F

**TOUS LES HAUT-PARLEURS
ET ENCEINTES EN KIT**

AUDAX, SIARE, DAVIS,
DYNAUDIO, SEAS, FOCAL,
FOSTEX, SUPRAVOX, BEYMA,
TRIANGLE, STRATEC, etc.

Plus de 30 modèles à l'écoute



EXEMPLE :
Deux enceintes
de très haut
niveau

OPTIMA "PYRAMID" ISO II

Kit HP/filtre : 3 450 F Isodynamique
Ebénisterie : 2 000 F kit : 8 950 F

Catalogue 89/90

24 pages (photos, tarifs, commentaires, etc.)
contre chèque ou mandat de 30 F
à l'ordre de S.A.I.
+ 2,30 F timbres et 6 timbres pour Outremer.

A expédier à **H.P. Systèmes**
35, rue Guy Môquet 75017 Paris
Tél. : 42.26.38.45

à dissiper, de sorte que la quasi-totalité de l'énergie demandée à l'alimentation est restituée par le haut-parleur sous forme de pression sonore, à l'opposé de ce qui se passerait dans un amplificateur ordinaire dont les transistors de sortie chauffent...

On dit d'un tel amplificateur que son rendement est excellent car il restitue sous forme d'énergie utile (et non de chaleur) la quasi-totalité de l'énergie absorbée par les lignes d'alimentation. Ce rendement s'exprime en termes de pourcentage ; dans notre cas, il n'est pas loin (en théorie) de 100%.

mesures de protection

Les diodes D3 à D8 ont dû être rajoutées parce que les crêtes de tension provoquées par le comportement spécifique des bobines L1 et L2 risquaient de détruire les transistors et les interrupteurs électroniques. Ces diodes sont normalement bloquées et ne conduisent qu'en cas d'inversion de polarité de la tension sur les transistors ou à l'entrée de commande d'ES1.

La fonction de D1 est d'un autre type. Du fait des commutations rapides dans l'étage de modulation de largeur d'impulsion, la tension d'alimentation de cet étage, au lieu d'être sagement continue, est décorée par une guirlande de parasites peu compatible avec la polarisation en continu du microphone et de l'amplificateur opérationnel. Pour supprimer cette guirlande, rien de tel qu'un condensateur. Le découplage de l'étage d'entrée et de l'étage de sortie est assuré par C3 et D1. La fonction de D2 est de compenser la chute de tension provoquée par D1. Comme il nous faut fixer un potentiel continu aussi symétrique que possible à l'entrée non inverseuse de A1, il est nécessaire de décaler cette entrée par rapport à la masse (à l'aide de D2) tout comme elle est décalée par rapport à la ligne d'alimentation positive (par D1).

S1 est un bouton poussoir sur lequel on n'appuie que lorsque l'on parle dans le gigaphone. Ceci permet de ménager les piles.

réalisation

Les circuits CMOS sont réputés pour leur lenteur. Dans la plupart des applications qui nous occupent dans ELEX, cette lenteur n'est pas critique. Ce n'est pas le cas cette fois-ci. Imaginez ce qui se passerait si ES3 et ES4 étaient fermés en même temps ! Les transistors seraient conducteurs tous les quatre et ce serait le court-circuit intégral ! C'est pourquoi il importe de prendre pour IC1 un circuit intégré de la famille CMOS rapide 74HC.

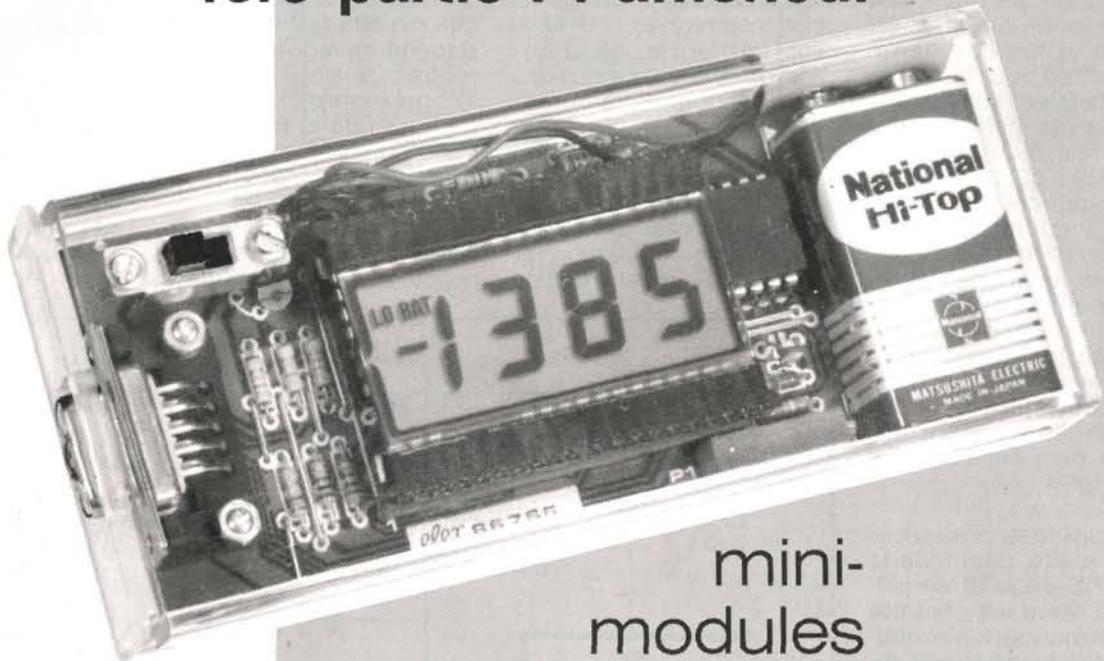
La photographie de la **figure 5** donne une idée de ce à quoi ressemblent des haut-parleurs spéciaux pour mégaphone. Ils sont étanches à l'eau, ce qui est important si le gigaphone doit être utilisé face à des canons à eau. Le pavillon est très efficace parce qu'il joue un rôle de porte-voix. Son efficacité visuelle n'est pas à négliger non plus.

Les bobines L1 et L2 sont des selfs de choc à tore de type 3 A. La valeur d'inductance indiquée dans le schéma est donnée à titre indicatif. Elle importe peu en fait, il suffit de demander des selfs de choc de 3 A comme on les utilise pour l'antiparasitage des gradateurs.

Les piles seront au nombre de quatre, du type LR20 (les plus grosses). Il est inutile d'essayer avec des piles plus petites qui se déchargeraient trop rapidement. Les piles alcalines durent nettement plus longtemps que les autres. Les accumulateurs au Cd-Ni s'imposeront à vous comme seule source d'énergie valable si vous faites un usage intensif de votre gigaphone. Ne cherchez en aucun cas à augmenter la tension de service du circuit. Les interrupteurs électroniques supportent tout juste les 6 V que nous indiquons. Tout dépassement de cette limite aurait des conséquences funestes, Ernest.

modules de mesure

1ère partie : l'afficheur



mini-
modules
avec afficheurs
à cristaux liquides

Nous ouvrons ici une nouvelle série d'articles. Cette fois, pas de théorie ! Ni logique sans hic ni analogique anti-choc, mais de la pratique. Il s'agit d'une chaîne de modules de mesure à caractère universel. Après le module d'affichage présenté aujourd'hui, vous trouverez dans les prochains numéros un atténuateur, puis un redresseur, suivis par l'ampèremètre et l'ohmmètre et enfin un module spécial pour l'automobile.

Nous avons tenu compte d'un souhait souvent exprimé par nos lecteurs et sans doute trop souvent négligé : vous êtes nombreux en effet à nous demander de nous préoccuper des problèmes que vous posent coffrets et boîtiers. C'est pourquoi nous avons veillé cette fois-ci à vous mettre sur les rails d'une mise en coffret réussie pour ces modules de mesure. Les platines que nous vous proposerons pour chacun des modules

tiennent dans les remarquables boîtiers HE222. Nous reviendrons sur ce point à la fin du présent article.

Le premier module, celui qui est décrit ici, est aussi le module principal (figure 1), puisqu'il est le module d'affichage. Il s'agit en fait d'un véritable **voltmètre numérique** d'une remarquable précision. Pour l'afficheur, nous avons le choix entre le classique galvanomètre,

- ☞ voltmètre numérique
- ☞ atténuateur
- ☞ redresseur
- ☞ ampèremètre numérique
- ☞ ohmmètre numérique
- ☞ module spécial auto

les afficheurs à 7 segments à LED et enfin le module d'affichage à cristaux liquides. C'est ce dernier qui a été retenu, sous la forme d'un afficheur à 3 chiffres et demi. Malgré les apparences, le choix des cristaux liquides est « la » solution, plus simple et meilleur marché que les deux autres.

trois et demi

Pourquoi ce demi-chiffre ?

La taille d'un afficheur et celle de son circuit de commande ainsi que l'étendue de la plage de mesure sont limitées. Il faut trouver un équilibre entre le prix de revient et les performances. L'expérience montre que pour mesurer des grandeurs dans un domaine étendu, il faut procéder par calibres successifs. Ceci est indispensable si l'on souhaite obtenir une bonne résolution et une précision satisfaisante. C'est ainsi que les

concepteurs d'afficheurs ont trouvé un compromis entre la taille de l'afficheur, les caractéristiques techniques du circuit de commande et la résolution de la mesure, en adoptant un découpage qui tient compte de l'**encombrement limité du signe "1"**.

En plus des trois chiffres « ordinaires » de 0 à 9, qui permettent de compter de 0 à 999, le fameux demi-chiffre utilisé pour le chiffre des milliers est soit absent (quand il est éteint et qu'il joue le rôle d'un zéro non significatif : 0000 à 0999, soit présent sous la forme d'un "1", qui laisse assez de place, à l'extrême gauche, pour le signe "+" ou "-" et permet néanmoins d'obtenir des calibres de 2000 pas (dans le jargon, on parle d'un afficheur à 2000 points), puisque dans chaque calibre de mesure on peut compter de 0 à 1999.

Le principe des cristaux liquides a été décrit dans ELEX n°13 page 10 en juillet 1989. Tous les signaux de commande nécessaires au fonctionnement de l'afficheur sont produits par un circuit intégré spécialisé, IC1 qui fonctionne de façon autonome moyennant l'adjonction de quelques composants discrets, notamment pour permettre à l'oscillateur intégré de fonctionner.

Les caractéristiques techniques du module de la figure 2 en disent long sur tout ce qu'il est permis d'entreprendre comme mesure grâce à lui. Sans atténuateur, le circuit peut afficher des tensions jusqu'à 199,9 mV, encore faut-il qu'elles soient continues. Ce bilan encore assez maigre n'est que provisoire ; quand nous aurons réalisé l'atténuateur et le redresseur dont la description sera entreprise dès le mois prochain, nous aurons à notre disposition un véritable voltmètre numérique universel.

L'intensité du courant d'entrée est de moins de 10 pA. L'impédance d'entrée du module de mesure est si haute que le circuit sur lequel est effectuée la mesure n'a à supporter qu'une charge négligeable.

L'intensité du courant consommé par le module en-

tier est à peine moins insignifiante puisqu'elle est inférieure à 1 mA.

précision et inertie

Tout appareil numérique procède par échantillons successifs de la grandeur traitée. Un voltmètre numérique n'affiche jamais la valeur instantanée, au sens strict du terme, de la tension mais la valeur qui était la sienne lors de la dernière mesure effectuée ; or cette mesure prend du temps, et elle prend même d'autant plus de temps — dans le cas précis du procédé de conversion utilisé par IC1 — que la tension

le convertisseur ne fait guère que trois mesures par seconde.

Le principe même de la mesure telle qu'elle est pratiquée dans les voltmètres numériques implique qu'il est impossible, sur ces appareils, de suivre les évolutions rapides d'une tension. Ceci ne préjuge en rien de la précision de ces circuits qui est de loin supérieure à celle des voltmètres analogiques dont le galvanomètre souffre d'ailleurs de la même maladie d'inertie, fût-ce dans une moindre mesure.

La ligne de masse de l'appareil qui nous occupe mérite que l'on s'y attarde.

La ligne COM du schéma de la figure 2 est le point de référence pour la tension à mesurer. Dans la plupart des applications que nous terons de ce voltmètre, la ligne COM doit être reliée à la ligne LO. C'est entre la ligne HI et ces deux lignes interconnectées que l'on applique la tension à mesurer. La ligne de masse est par conséquent distincte de la ligne d'alimentation négative, et c'est bien qu'il en soit ainsi. **Il ne faut pas interconnecter la masse (COM) et la ligne -**. La séparation des lignes COM et LO sera nécessaire ultérieurement, par exemple pour la mesure de températures.

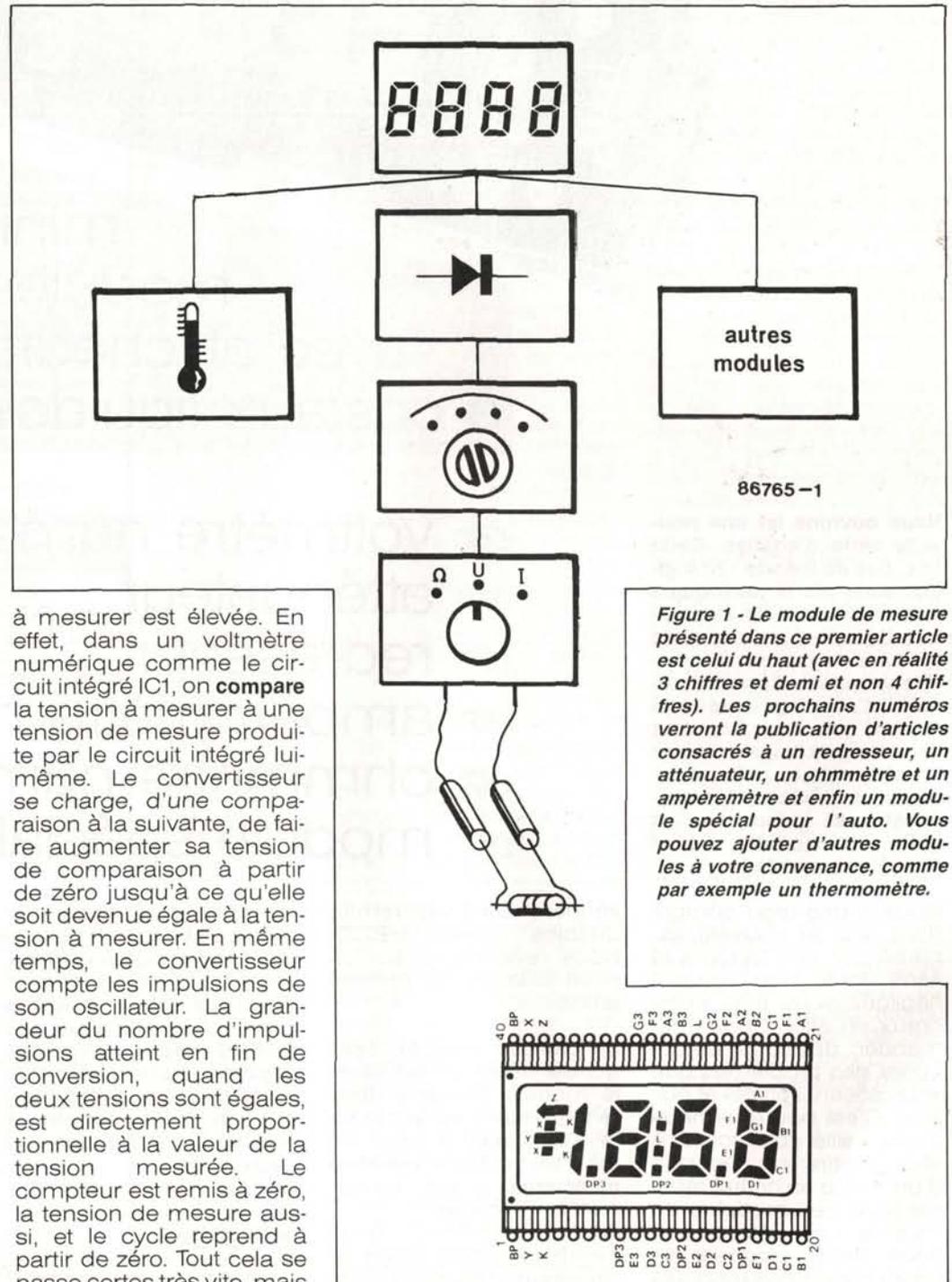


Figure 1 - Le module de mesure présenté dans ce premier article est celui du haut (avec en réalité 3 chiffres et demi et non 4 chiffres). Les prochains numéros verront la publication d'articles consacrés à un redresseur, un atténuateur, un ohmmètre et un ampèremètre et enfin un module spécial pour l'auto. Vous pouvez ajouter d'autres modules à votre convenance, comme par exemple un thermomètre.

à mesurer est élevée. En effet, dans un voltmètre numérique comme le circuit intégré IC1, on compare la tension à mesurer à une tension de mesure produite par le circuit intégré lui-même. Le convertisseur se charge, d'une comparaison à la suivante, de faire augmenter sa tension de comparaison à partir de zéro jusqu'à ce qu'elle soit devenue égale à la tension à mesurer. En même temps, le convertisseur compte les impulsions de son oscillateur. La grandeur du nombre d'impulsions atteint en fin de conversion, quand les deux tensions sont égales, est directement proportionnelle à la valeur de la tension mesurée. Le compteur est remis à zéro, la tension de mesure aussi, et le cycle reprend à partir de zéro. Tout cela se passe certes très vite, mais

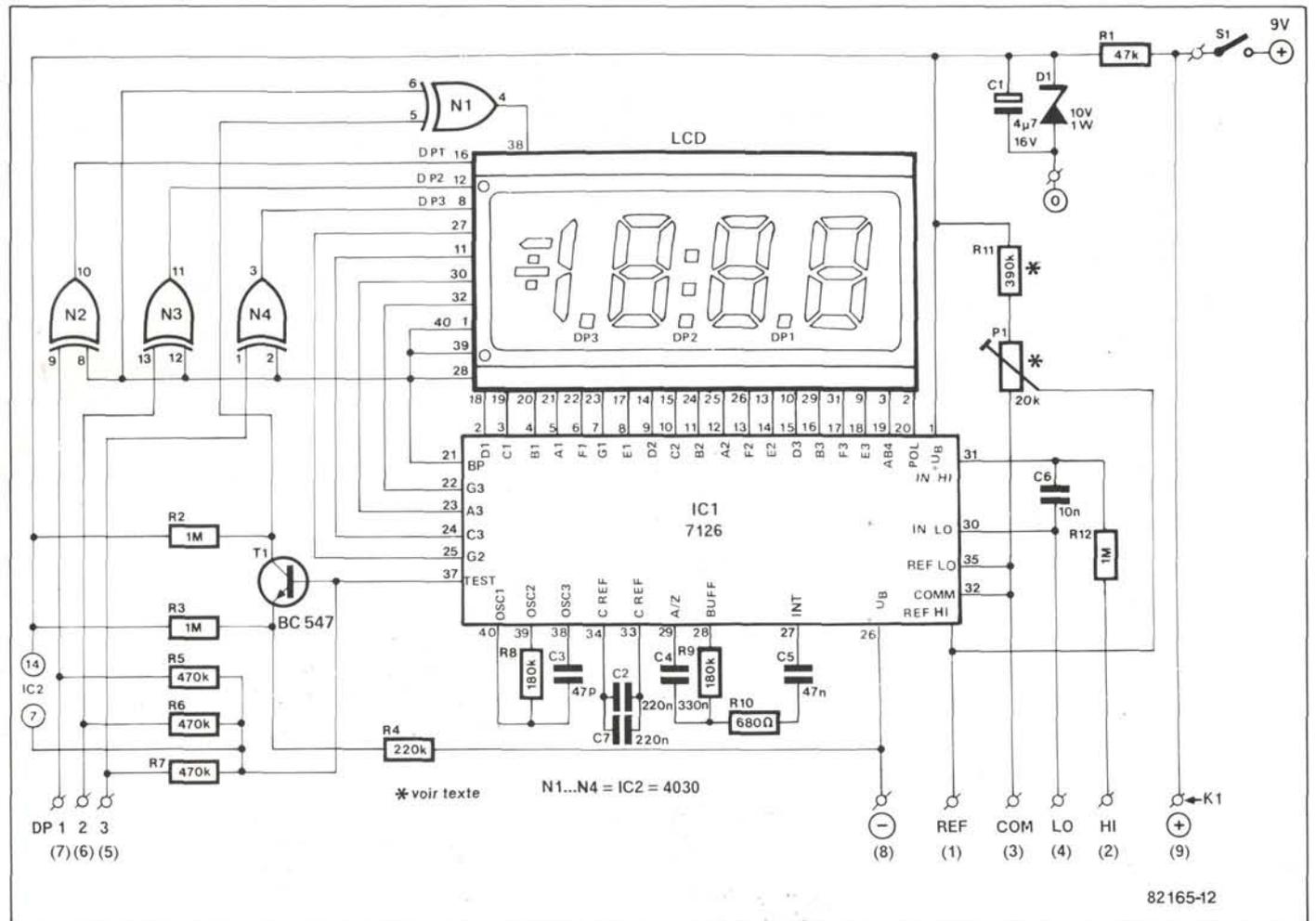


Figure 2 - Le schéma sans doute le plus ingrat jamais publié dans ELEX ! Les circuits de commande d'afficheurs à cristaux liquides comme le 7126 sont de véritables « boîtes noires ». Ce circuit ne se contente pas de fournir les signaux qui commandent l'allumage des segments, il contient aussi un oscillateur, un convertisseur numérique analogique et un comparateur qui en font un voltmètre numérique de précision. Le dessin du brochage de l'afficheur permet d'établir les relations entre les signaux de sortie d'IC1 et les segments de l'afficheur. Il n'y a pas, entre les circuits 7126 et 7106 ou 7136, de différence qui les rende incompatibles.

L'entrée REF permet d'agir sur la tension de référence interne. Nous en reparlerons quand nous en aurons besoin. Pour l'instant, tournons nous vers la commande du point décimal. Nous avons vu au début de cette description comment on en était venu aux calibres de mesure pour obtenir une plus grande résolution. Ceci implique un changement de multiple ou de sous-multiple de l'unité (mV, V) et, par conséquent, un déplacement de la virgule (ou point décimal = *decimal point* qui donne l'abréviation DP que l'on voit dans le schéma sous la forme DP1 à DP3). Comme nous ne changeons pas encore de calibre, laissons l'afficheur sans virgule, il nous indiquera des millivolts.

Le circuit intégré IC1 et l'afficheur à cristaux liquides sont dotés d'un indicateur de décharge de la pile. Quand le symbole cor-

respondant apparaît sur l'afficheur sous la forme d'une flèche (ou du message « LO BAT », ou encore sous la forme du pictogramme d'une batterie), l'utilisateur ne doit pas tarder à remplacer la pile. L'émetteur de T1 est relié à un diviseur de tension lui-même pris entre les lignes d'alimentation positive et négative. Les valeurs des deux résistances sont choisies ici de telle sorte que le témoin de décharge de la batterie s'allume quand la tension de service est tombée à 7,2 V.

réalisation

La figure 3 donne le dessin d'un circuit imprimé étudié spécialement et avec grand soin pour cette réalisation. Le plan d'implantation des composants permet de se faire une idée de la relativement forte densité d'implantation des composants. Prenez des pincettes !

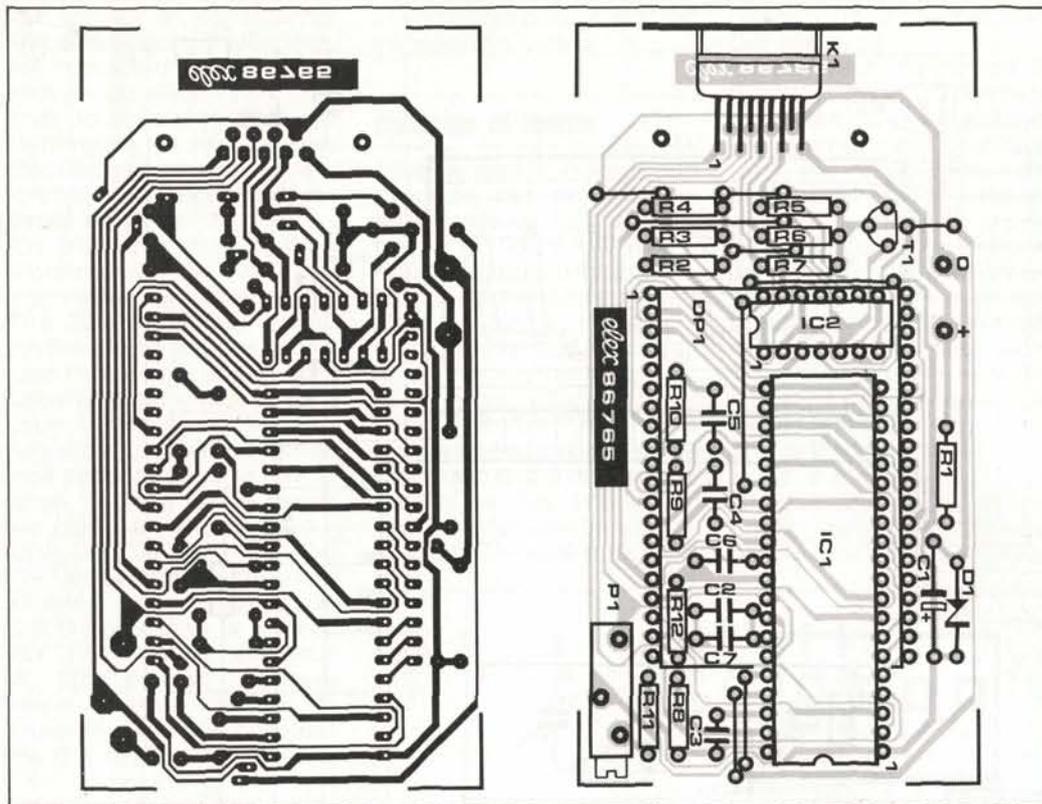
Il y a quelques ponts de câblage par lesquels nous recommandons de commencer, puis viennent les résistances, les petits condensateurs et les diodes, le transistor et les supports pour circuits intégrés et enfin les autres composants plus encombrants comme P1 et C1 ou le connecteur. Vérifiez tous les détails au fur et à mesure de votre progression, c'est plus efficace qu'un contrôle global final.

Pour la plupart de nos lecteurs, cette réalisation sera sans doute l'occasion de leur premier contact avec un afficheur à cristaux liquides en tant que composant à manipuler et à monter soi-même. Ce composant, sans être fragile, mérite qu'on le manipule avec précaution. Il faut le monter sur un support spécial, composé de deux rangées de picots femelles, par-dessus les autres composants comme le montre la photographie

de l'un de nos prototypes. Votre marchand de composants saura vous conseiller ce qui convient le mieux.

Les deux plaques de verre de l'afficheur sont elles-mêmes dotées de deux rangées de broches mâles (amovibles). Sur la platine, la broche 1 de l'afficheur est diamétralement opposée à de la broche 1 d'IC1. Ne vous laissez pas induire en erreur. Une inversion de polarité n'est sans doute pas dangereuse pour l'afficheur lui-même, mais risque de l'être pour le circuit de commande.

Si vous n'avez pas l'expérience des circuits intégrés, surtout ceux qui ont autant de broches qu'IC1 et l'afficheur, sachez qu'il arrive fréquemment que l'on replie involontairement et sans s'en rendre compte une ou plusieurs broches de ces circuits sous le corps du composant, au lieu de les engager dans les broches



LISTE DES COMPOSANTS

- R1 = 47 Ω
- R2, R3, R12 = 1 M Ω
- R4 = 220 k Ω
- R5, R6, R7 = 470 k Ω
- R8, R9 = 180 k Ω
- R10 = 680 Ω
- R11 = 390 k Ω
- P1 = 20 k Ω var. multitour
- C1 = 4,7 μ F/16 V
- C2, C7 = 220 nF
- C3 = 47 pF
- C4 = 330 nF
- C5 = 47 nF
- C6 = 10 nF

- T1 = BC547
- D1 = zener 10 V/1 W
- IC1 \approx 7126 (7106)
- IC2 \approx 4030

- S1 = interrupteur (à glissière)
- afficheur à cristaux liquides 3 chiffres et demi avec support
- K1 = connecteur D9 femelle à broches coudées
- coffret HE222

Figure 3 - Les platines d'expérimentation d'ELEX tiennent dans les boîtiers Heiland ; elles sont capables de recevoir des circuits assez complexes. Mais pour ce voltmètre numérique qui est aussi l'afficheur universel de notre série d'appareils de mesure modulaires, nous avons préféré... enfin, jugez vous-même de la qualité du résultat !

La tension de service indiquée sur un condensateur chimique sera égale ou supérieure à la valeur spécifiée pour ce condensateur dans la liste des composants.

correspondantes du support. Il faut prendre toutes les précautions nécessaires pour que cela n'arrive pas : vérifier la position des broches avant d'exercer la pression, rectifier au besoin la position du composant ou celle de broches déformées, exercer une pression modérée et progressive, vérifier plusieurs fois avant que le composant soit enfoncé à fond. N'exercez de pression que sur les bords de l'afficheur !

pour les méticuleux

Ne vous inquiétez pas si vous constatez que la numérotation d'origine du connecteur K1 est différente de celle que nous avons adoptée sur le schéma. Ce n'est ni un défaut du connecteur ni une erreur de notre part. Tous les modules que nous vous présenterons sont numérotés de la même manière :

connecteur	1	2	3	4	5	6	7	8	9
schéma	1	3	5	7	9	2	4	6	8

Le connecteur devra être vissé à l'aide d'un étrier de montage adéquat (en matière plastique de couleur noire) avant que l'on soude ses broches, de telle

manière que ce ne soient pas les soudures qui supportent la traction mécanique exercée sur les broches lorsque l'on assemble le module d'affichage et un ou plusieurs autres modules tels que ceux que nous vous présenterons prochainement,

Nous avons déjà eu l'occasion de souligner à quel point les boîtiers Heiland sont pratiques du fait de leur robustesse (matière plastique moulée transparente ou teintée), de la simplicité de l'assemblage sans vis et de la possibilité de les raccourcir au besoin. Ici ils sont parfaitement adaptés au montage en cascade de plusieurs boîtiers, ce qui est le propre du montage modulaire qui nous occupe. Les modules seront emboîtés les uns dans les autres pour former un ensemble de mesure à géométrie variable.

régions

Le réglage du circuit est notablement simplifié par le fait que IC1 possède une fonction de tarage automatique, c'est-à-dire que lors-

que l'on court-circuite les lignes COM, LO et HI, l'afficheur doit indiquer (\pm) 0. Si vous trouvez que la cinquantaine de francs que vous coûte ce composants est un prix élevé,

consolez-vous en appréciant l'avantage que vous procure ce genre d'automatisme.

Le seul réglage à faire est celui du facteur d'échelle,

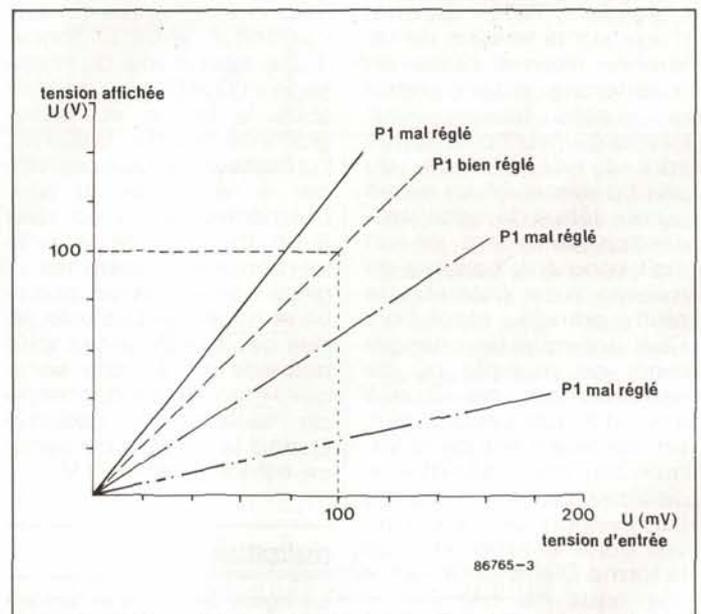


Figure 4 - Le circuit intégré IC1 est doté d'un dispositif de correction automatique du décalage de son zéro. C'est pourquoi les quatre relevés de mesure de ce graphique partent de l'intersection de l'échelle des tensions mesurées et de l'échelle des tensions affichées. Il reste à régler P1 de telle sorte que le facteur d'échelle du convertisseur soit tel que la tension affichée suive la tension d'entrée d'un bout à l'autre de la plage de mesure. Cet réglage est facile à faire à condition de disposer d'un multimètre numérique pour la durée des tests.

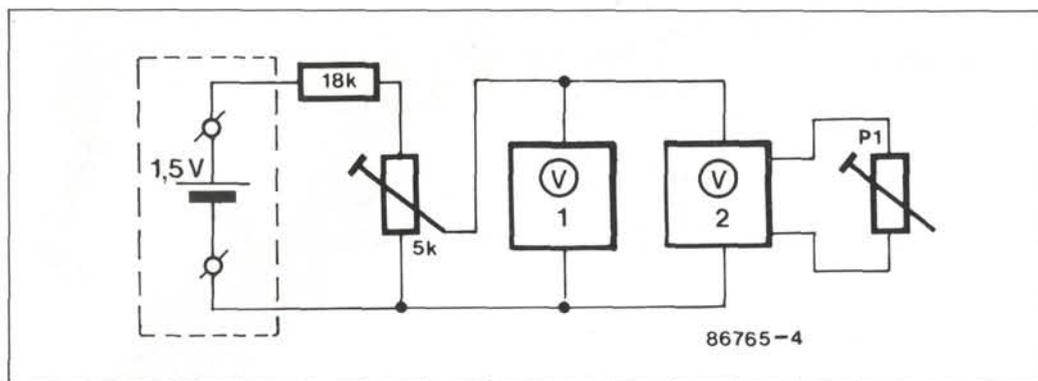


Figure 5 - Une pile, une résistance et un potentiomètre, voilà qui suffit pour confectionner la source de tension continue réglable indispensable pour le réglage de notre voltmètre (V2) à l'aide de P1.

à l'aide de P1. Ce qu'il faut obtenir par là, c'est la plus grande précision possible d'un bout à l'autre de l'échelle de mesure. Le problème du facteur d'échelle est différent du problème du tarage (réglage du zéro). Si P1 n'est pas bien réglé, vous aurez certes une indication nulle en l'absence de tension à l'entrée, mais il y aura une accentuation de la dérive de la valeur mesurée par rapport à la valeur réelle à mesure (c'est le moment de le dire) que celle-ci augmente. Cette dérive est positive ou négative selon le cas mais répond en tous cas à une loi de progression uniforme, ce qui va nous permettre de la compenser efficacement et facilement, ce qui devrait soulager plus d'un lecteur que le graphique de la figure 4 aura mis mal à l'aise.

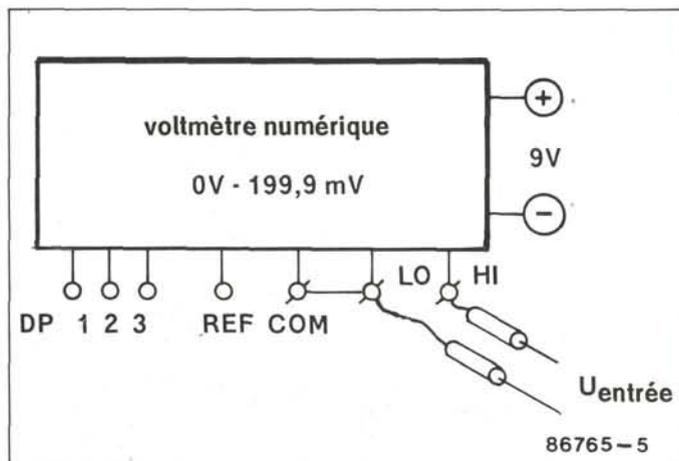


Figure 6 - Voici comment monter des cordons de mesure sur le millivoltmètre numérique en attendant la suite des modules. Attention : Pour l'instant, pas question d'appliquer à l'entrée de tension supérieure à 200 mV !

Pour ce réglage, il nous faut un voltmètre numérique très précis comme le sont d'ailleurs la plupart des multimètres de fabrication industrielle de bon-

ne qualité. Si vous n'en disposez pas, empruntez-en un. Il faut aussi une source de tension continue réglable. Le dispositif sera par exemple celui de

la figure 5, avec tout simplement une pile, une résistance et un potentiomètre pour la source de tension variable, et les deux voltmètres numériques (DVM = digital voltmeter; V1 est le multimètre numérique de fabrication industrielle, V2 est celui que vous êtes en train de régler).

Fixez la tension (par exemple à l'aide de P1 si vous utilisez le dispositif de la figure 5) à une valeur quelconque comprise entre 190,0 et 199,9 mV, en vérifiant bien sûr à l'aide du multimètre numérique, puis appliquez cette tension parallèlement aux deux voltmètres. Maintenant il faut régler P1 de telle sorte que les deux voltmètres indiquent rigoureusement la même valeur, à la décimale près. Désormais les deux voltmètres indiqueront la même valeur pour toutes les tensions comprises entre 0 et 199,9 V.

Les plus impatients d'entre vous, qui auront réalisé ce circuit bien avant que paraisse le prochain numéro d'ELEX, pourront s'en servir après avoir monté deux sondes de mesure conformément aux indications de la figure 6. Répétons que la ligne COM et la ligne - de l'alimentation sont distinctes et doivent le rester. Les lignes DP1 à 3 et REF peuvent rester en l'air. (à suivre)

86765

EMPLOIS

RECHERCHE pour développement de son service commercial plusieurs technico-commerciaux Niveau BAC F3. F2 + 2. 1 ou 2 ans d'expérience commerciale. Dont 1 technico connaissant l'allemand (indisp.) Adresser CV + photo à EUROPRIM 176, Bd Camélinant, 92240 Malakoff.

MAGNETIC-FRANCE

Circuits Intégrés, Analogiques, Régulateurs Intégrés, Interfaces, Micro-Processeurs, Mémoires RAM Dynamiques Statiques, Eprom et Eeprom, Quartz, Bobinage, Semi-Conducteurs Transforiques, Filtres, Ligne à retard, Leds, Supports de CI, Ponts, Opto-Electronique, etc.
Et de nombreux KITS.

Bon à découper pour recevoir le catalogue général
Nom _____
Adresse _____
Envoi Franco 35 F - Vendu également au magasin

11, Place de la Nation, 75011 Paris **43 79 39 88**
Télex 216 328 F - Ouvert de 9 h 30 à 12 h et de 14 h à 19 h
Fermé le Lundi.

préamplificateur téléphonique



Il est facile d'amplifier le signal du téléphone avec un circuit élémentaire. En se donnant la peine de réaliser un circuit plus élaboré, on obtient une amélioration du signal amplifié grâce à la suppression des parasites. C'est un tel préamplificateur amélioré que nous vous proposons ici.

Il ne s'agit donc pas d'un amplificateur autonome, mais bien d'un préamplificateur que l'on associera avec un autre circuit capable d'attaquer un haut-parleur ou un casque. Ce préamplificateur est le montage idéal pour attaquer l'entrée ligne d'une table de mixage, l'entrée d'un magnétophone à bande ou à cassettes ou encore l'entrée AUX de l'amplificateur de n'importe quelle chaîne stéréo.

Pour extraire le signal du téléphone, il faut faire appel à un procédé sans fil, car il est interdit d'intervenir directement sur un poste raccordé au réseau téléphonique. Il suffit pour cela d'un simple phonocapteur électromagnétique, monté sur une ventouse, que l'on colle sur le poste de téléphone après avoir recherché la position qui donne les meilleurs résultats (à proximité du transformateur de ligne). Si le procédé est simple du point de vue de la mécanique, il complique tout de même pas mal de choses sur le plan de l'électronique, car l'amplitude du signal induit dans le capteur par le rayonnement électromagnétique est plutôt faible, sans parler des nombreux parasites que le capteur ramasse par la même occasion. D'où l'importance d'un préamplificateur de qualité !

La figure 1 donne le schéma complet de l'amplificateur. Pas très simple, n'est-ce pas ? N'oublions

pas qu'il s'agit d'un préamplificateur, et que nous le voulons sélectif. À quoi bon un circuit simple, s'il nous amplifie aussi les signaux parasites ? Le circuit a donc été conçu pour n'amplifier que les fréquences inférieures à 4 kHz. Pour vous faciliter la compréhension de ce circuit, nous l'avons redessiné, sous une forme simplifiée, sur la figure 2.

quatre particularités

T1 et T2 sont les deux composants actifs de l'amplificateur proprement dit. Le troisième tran-

sistor est monté en émetteur suiveur. Sa fonction est l'adaptation du signal de sortie. Les occasions n'ont pas manqué ces derniers temps de donner des explications circonstanciées sur le fonctionnement des amplificateurs à transistors dans ELEX. La dernière description en date a été donnée à propos du compte-tours pour modèle réduit publié le mois dernier. C'est pourquoi nous nous permet-

trons de n'aborder ici que les particularités du nouveau circuit.

Pour commencer, parlons de la résistance R5 en série avec C5. Jusqu'à présent, nous avons toujours vu l'émetteur de transistors comme T1 et T2 avec un condensateur relié di-

avec réseaux

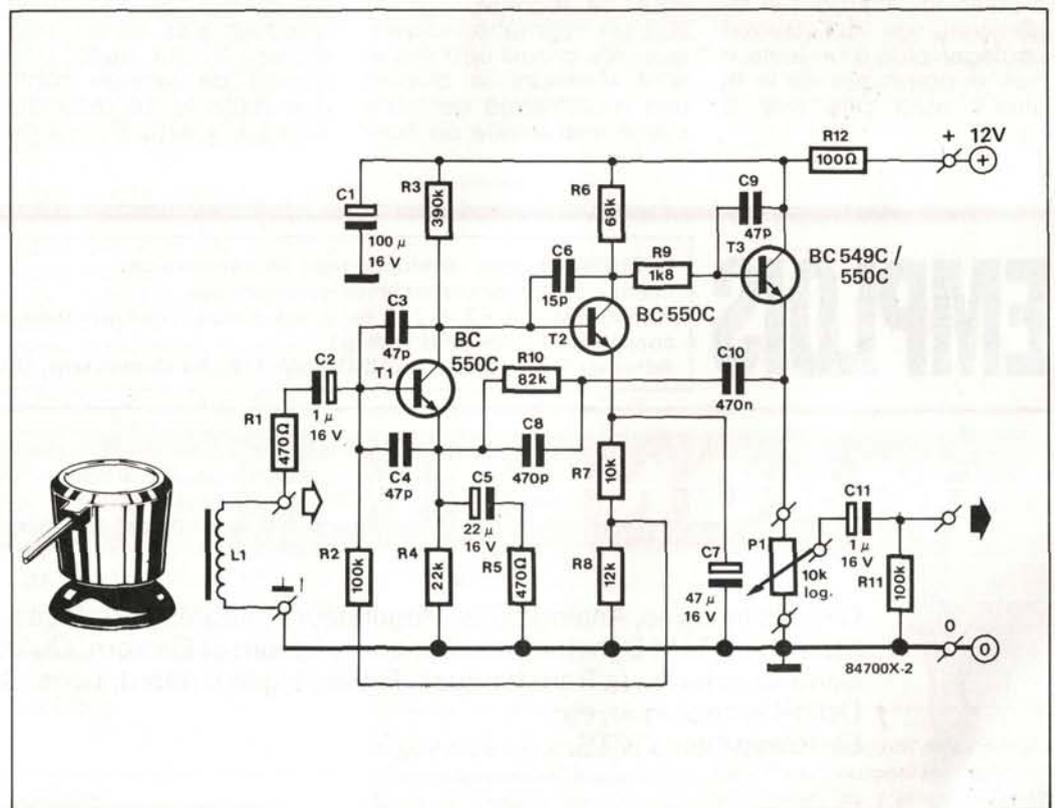


Figure 1 - Schéma détaillé du préamplificateur téléphonique. Comme son nom l'indique, ce circuit n'est pas capable d'attaquer directement un haut-parleur. Il faut passer par un amplificateur. C'est le circuit idéal pour intercaler entre le téléphone et une table de mixage ou un enregistreur ou tout autre élément d'une chaîne BF.

rectement à la masse pour le couplage en alternatif (c'est le cas avec C7 sur l'émetteur de T2), alors qu'ici, sur T1, nous avons une résistance d'atténuation supplémentaire. Ceci a pour conséquence de diminuer le gain de l'étage concerné, mais présente l'avantage d'en augmenter la stabilité.

La deuxième et la troisième particularités sont étroitement liées. La résistance d'émetteur de T2 est scindée en deux (R7 et R8) et c'est entre ces deux résistances qu'est prélevé le signal de polarisation continue de la base de T1 qui est aussi le signal de contre-réaction. On obtient ainsi une stabilisation de la polarisation en continu de la base de T1.

Troisième particularité : Il n'y a pas de condensateur de découplage en continu des étages T1 et T2 : le collecteur de T1 est relié directement à la base de T2. Ceci est possible grâce à l'existence de la boucle de contre-réaction déjà décrite, de sorte que l'ensemble donne une amplification sans distor-

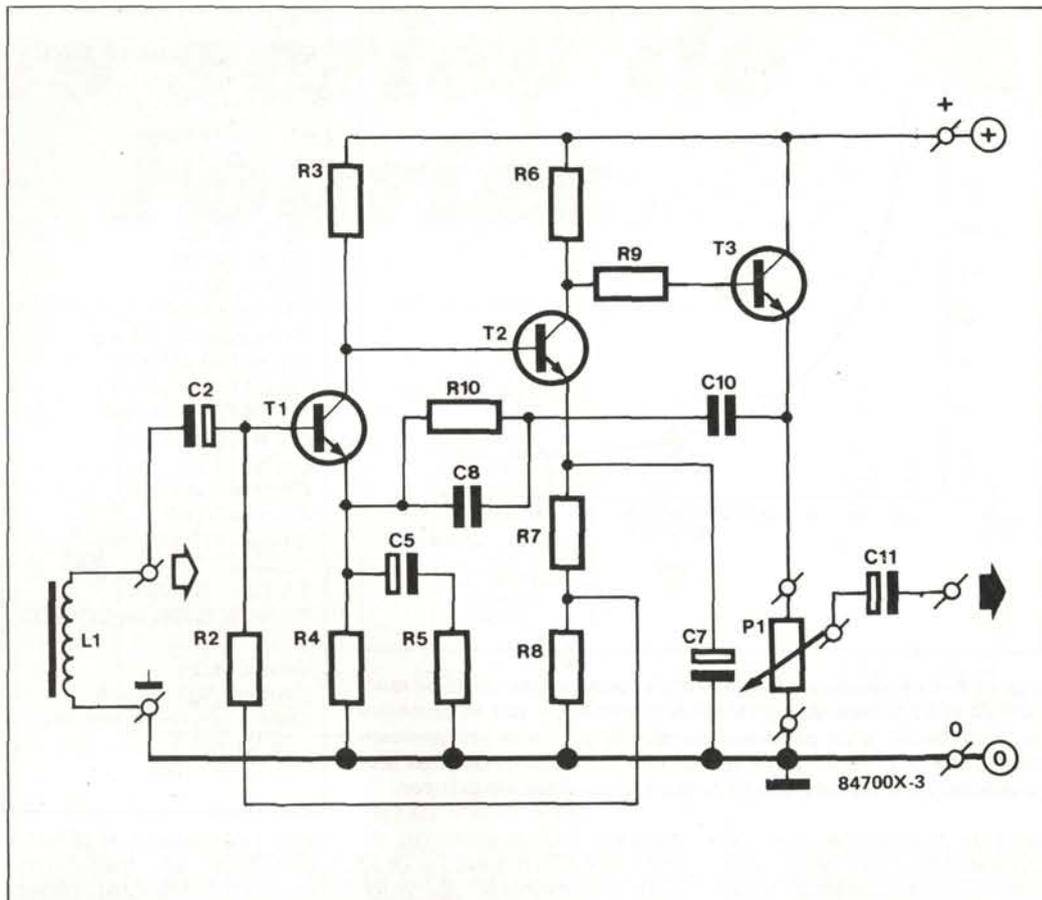


Figure 2 - Le schéma du préamplificateur dépouillé de son arsenal de condensateurs de suppression des parasites et des bruits. Remarquez l'absence de condensateur de couplage entre les trois étages, ainsi que dans la boucle de contre-réaction entre T2 et T1.

d'anti-parasitage

sion. L'absence de condensateur sur le trajet d'un signal audio est bénéfique, car, ne l'oublions pas, un condensateur est pour le courant alternatif une résistance dont la valeur dépend de la fréquence du

signal qui le traverse, c'est-à-dire un mal souvent nécessaire (voir ci-dessous).

L'émetteur suiveur T3 est lui aussi couplé en continu. Il n'amplifie plus la ten-

sion du signal, mais le courant. Il ne représente pour l'étage qui précède qu'une charge faible, du fait de la valeur élevée de sa résistance d'entrée.

La quatrième particularité de ce circuit est le réseau RC composé de R10, C8 et C10. Il s'agit d'un circuit de contre-réaction variable selon la fréquence. Sans

cette réinjection, le gain du préamplificateur serait beaucoup trop élevé et le circuit serait saturé en permanence. Le signal de sortie de T1 est déphasé par rapport au signal d'entrée, et il en va de même pour le signal sur T2. Ainsi, le signal réinjecté sur l'émetteur de T1 est-il en opposition de phase avec le signal de collecteur de ce transistor. De ce déphasage naît la contre-réaction ou réaction négative.

P1 tient lieu de bouton de volume pour l'amplifica-



AG ELECTRONIQUE LYON

51, cours de la Liberté 69003 Tél.: 78.62.94.34 Fax.: 78.71.76.00

Transistors, circuits intégrés, composants actifs, passifs, opto électronique, accessoires, etc.

les kits électroniques

Circuits imprimés et composants électroniques nécessaires aux réalisations publiées dans ELEX.

Remise de 5% sur présentation de l'article.

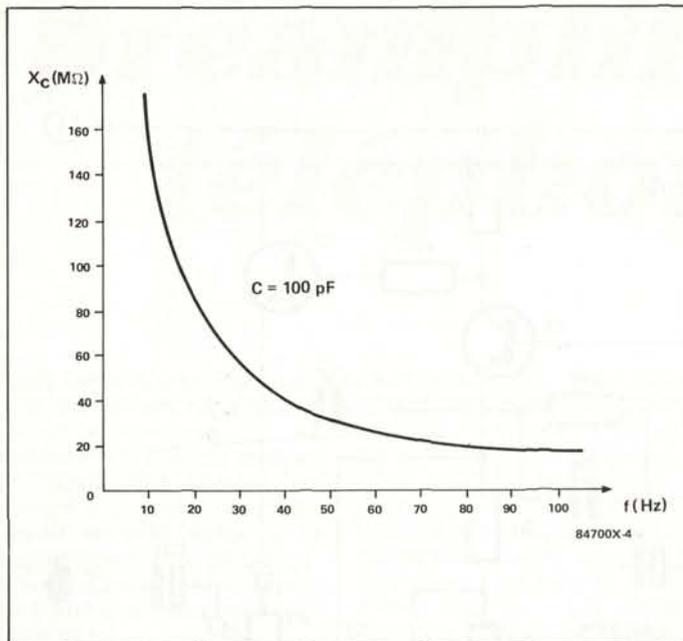


Figure 3 - La résistance apparente d'un condensateur varie en fonction de la fréquence du signal qui le traverse. On voit ici comment la "résistance" d'un condensateur de 100 pF chute vertigineusement entre 10 et 50 Hz, pour ne plus diminuer ensuite que très progressivement à mesure que la fréquence continue de grimper.

teur de puissance que l'on connectera en aval. C11 est l'indispensable condensateur de couplage et R11 la résistance d'adaptation à l'impédance d'entrée de l'amplificateur.

ébruiter

Pour supprimer les bruits et les parasites, nous avons fait appel à une caractéristique des condensateurs déjà évoquée : ces composants sont pour le courant alternatif, des résistances de valeur variable selon la fréquence du signal. Formulons les choses clairement pour commencer :

$$X_C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C}$$

où nous désignons par X_C la résistance apparente du condensateur de capacité C , à la fréquence f . Que se passe-t-il à présent si la fré-

quence f augmente ou diminue ? Comme $2 \cdot \pi$ et C sont invariables, X_C augmente quand f diminue et inversement.

La courbe de la figure 3 illustre cette progression et les tableaux 1a et 1b en donnent quelques points de détail pour un condensateur de 100 pF.

On voit bien dans le tableau 1a comment la résistance diminue tandis que la fréquence devient très élevée. Dans le tableau 1b et sur la figure 3 on voit que la résistance apparente diminue relativement vite quand la fréquence commence à augmenter. Ensuite, la chute devient de plus en plus progressive.

Les condensateurs C3, C4, C6 et C9 ont été incorporés dans le circuit de telle manière que les rayonnements HF que le circuit pourrait avoir à subir soient supprimés efficacement. En l'absence de

LISTE DES COMPOSANTS

- R1, R5 = 470 Ω
- R2, R11 = 100 k Ω
- R3 = 390 k Ω
- R4 = 22 k Ω
- R6 = 68 k Ω
- R7 = 10 k Ω
- R8 = 12 k Ω
- R9 = 1,8 k Ω
- R10 = 82 k Ω
- R12 = 100 Ω
- P1 = pot. 10 k Ω log.
- C1 = 100 $\mu F/16 V$
- C2, C11 = 1 $\mu F/16 V$
- C3, C4, C9 = 47 pF
- C5 = 22 $\mu F/16 V$
- C6 = 15 pF
- C7 = 47 $\mu F/16 V$
- C8 = 470 pF
- C10 = 470 nF

- T1, T2 = BC550C
- T3 = BC549B ou BC550C

Divers :
capteur à ventouse
platine d'expérimentation de format 1

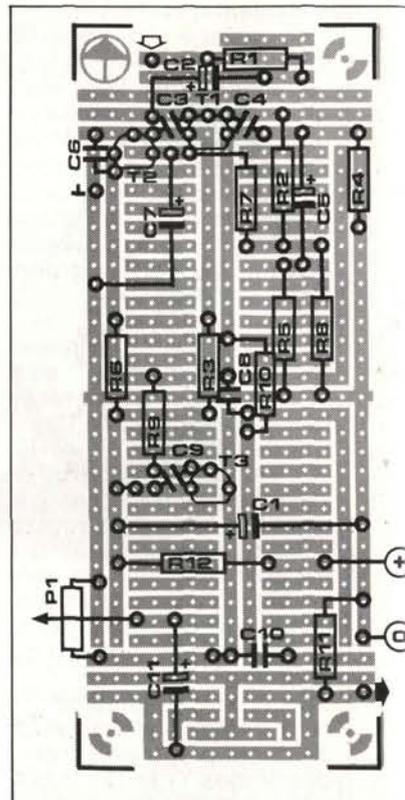


Figure 4 - Plan d'implantation des composants du préamplificateur téléphonique sur une platine d'expérimentation de format 1. À l'exception du potentiomètre et du capteur à ventouse, tous les composants y prennent place. Ne croyez pas que l'implantation extrêmement serrée des condensateurs anti-parasites et des transistors soit le résultat d'une maladresse ; il s'agit au contraire d'un détail technique qui révèle que celui qui a conçu ce plan connaît son métier.

cette précaution, le préamplificateur se transforme en un (médiocre) récepteur pour ondes moyennes, sans toutefois la moindre possibilité de l'accorder sur une station précise... C'est ainsi que C3 et C4 représentent sur l'étage d'entrée T1 un véritable court-circuit pour les ondes HF. Les condensateurs C6 et C9 ont la même fonction sur les deux autres transistors.

réalisation

La figure 4 donne toutes les indications nécessaires pour monter le circuit de la figure 1 sur une platine d'expérimentation. Il ne reste plus qu'à trouver un coffret adéquat, dont le choix dépendra essentiellement du mode d'utilisation du préamplificateur. Il est conseillé, en tous cas, de ne pas rallonger le fil dont est muni d'origine le capteur à ventouse dont vous équiperez le préamplificateur et qu'en principe vous devriez trouver facilement chez les bons revendeurs de composants électroniques. Rien ne s'oppose en revanche à ce que la liaison entre le préamplificateur et l'amplificateur s'allonge sur deux ou trois mètres.

Le CANARI est un amplificateur universel présenté dans ELEX n°5, page 6 en

novembre 1988, auquel on pourra associer avantageusement le préamplificateur. Dans ce cas, vous pourrez utiliser la tension d'alimentation de 12 V du CANARI pour alimenter le préamplificateur. Si vous l'utilisez avec un autre amplificateur ou avec un magnétophone, le circuit pourra être alimenté simplement par une pile de 9 V, ou, si les circonstances s'y prêtent, à partir de l'alimentation de cet appareil. La limite supérieure de la tension d'alimentation est de 40 V, ce qui laisse une marge de manœuvre importante.

10 Hz = 159,2 M Ω
100 Hz = 15,92 M Ω
1.000 Hz = 1,592 M Ω
10.000 Hz = 159,2 M Ω
100.000 Hz = 15,92 k Ω
1.000.000 Hz = 1,592 k Ω

10 Hz = 159,2 M Ω
20 Hz = 79,58 M Ω
30 Hz = 53,05 M Ω
40 Hz = 39,79 M Ω
50 Hz = 31,81 M Ω
60 Hz = 26,53 M Ω
70 Hz = 22,74 M Ω
80 Hz = 19,89 M Ω
90 Hz = 17,68 M Ω
100 Hz = 15,92 M Ω

les séries de Fourier

Non, il ne s'agit pas d'un nouveau feuilleton télévisé. Avez-vous remarqué qu'on n'appelle plus les feuilletons feuilletons ? On appelle ça des séries. Si possible américaines.

Les séries de Fourier ne sont pas un nouveau feuilleton, elles ne passent pas à la télévision, et elles sont françaises, Monsieur !

un circuit simple

Le circuit expérimental se résume à deux oscillateurs, dont l'élément actif est une porte NAND à quatre entrées de type 7413. Il suffit de coupler par une résistance l'entrée d'un inverseur à trigger de Schmitt à sa sortie, de connecter un condensateur entre l'entrée et la masse pour obtenir un oscillateur. C'est exactement ce que vous allez faire, suivant le schéma de la **figure 1**. Vous allez même le faire deux fois. Le premier oscillateur, avec les valeurs de R1 et C1, 330 Ω et 4,7 μF, oscille à une fréquence de 400 Hz (1pp), c'est-à-dire une basse fréquence audible, voisine d'ailleurs de celle du "LA" du diapason électronique présenté ailleurs dans ce numéro.

Vous pouvez le constater en connectant à la sortie (broche 6) un casque d'assez forte impédance ou un amplificateur. Le deuxième oscille à une fréquence inaudible : de 60 kHz à 200 kHz suivant la position du potentiomètre. C'est le potentiomètre qui détermine la fréquence d'oscillation, mais l'oscillation n'est pas permanente ; elle ne se produit que lorsque l'entrée (broche 9) est au niveau logique 1. C'est-à-dire lorsque la sortie de N1, le premier oscillateur, est à 1.

Le signal à 100 kHz du deuxième oscillateur est **modulé** en tout ou rien par le signal à 400 Hz du premier. Appuyez sur le pous-

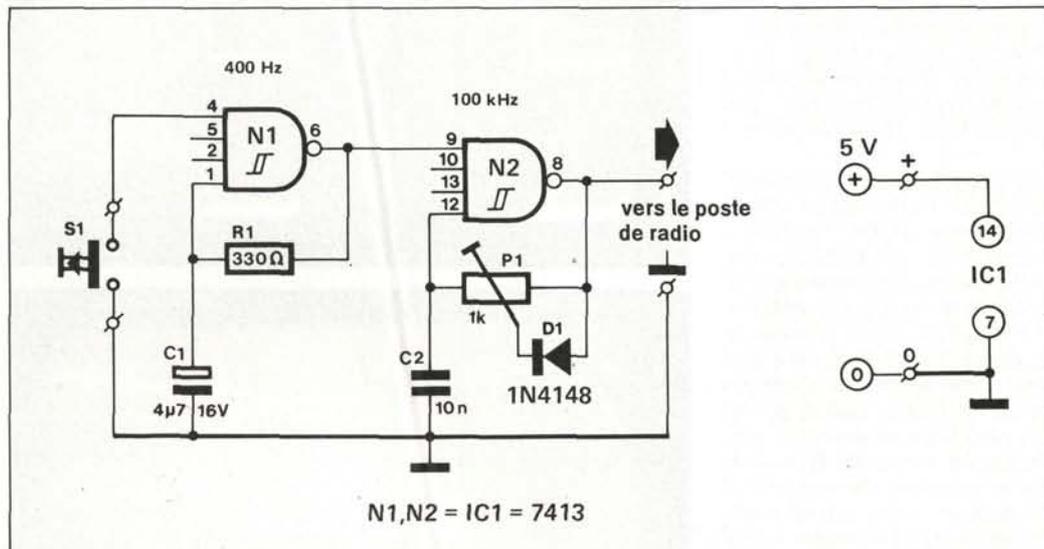


Figure 2 - La platine digilex, destinée aux expérimentations sur les circuits logiques, se prête particulièrement bien au montage du générateur d'harmoniques.

soir S1 : le premier oscillateur est bloqué, sa sortie reste au niveau 1 (puisque elle ne passe à zéro que si toutes les entrées sont à 1), le deuxième oscillateur oscille en permanence. Les oscillogrammes de la **figure 3**

montrent le signal à 400 Hz (3a, trace supérieure) et les impulsions à 100 kHz (3a, trace inférieure). Le détail de la figure 3b représente, avec un réglage différent de la base de temps, ces mêmes impulsions à 100 kHz.

plusieurs sur la même fréquence

Cette fréquence de 100 kHz est déjà une fréquence radio. Vous la cherchez en vain sur le cadran de votre poste de

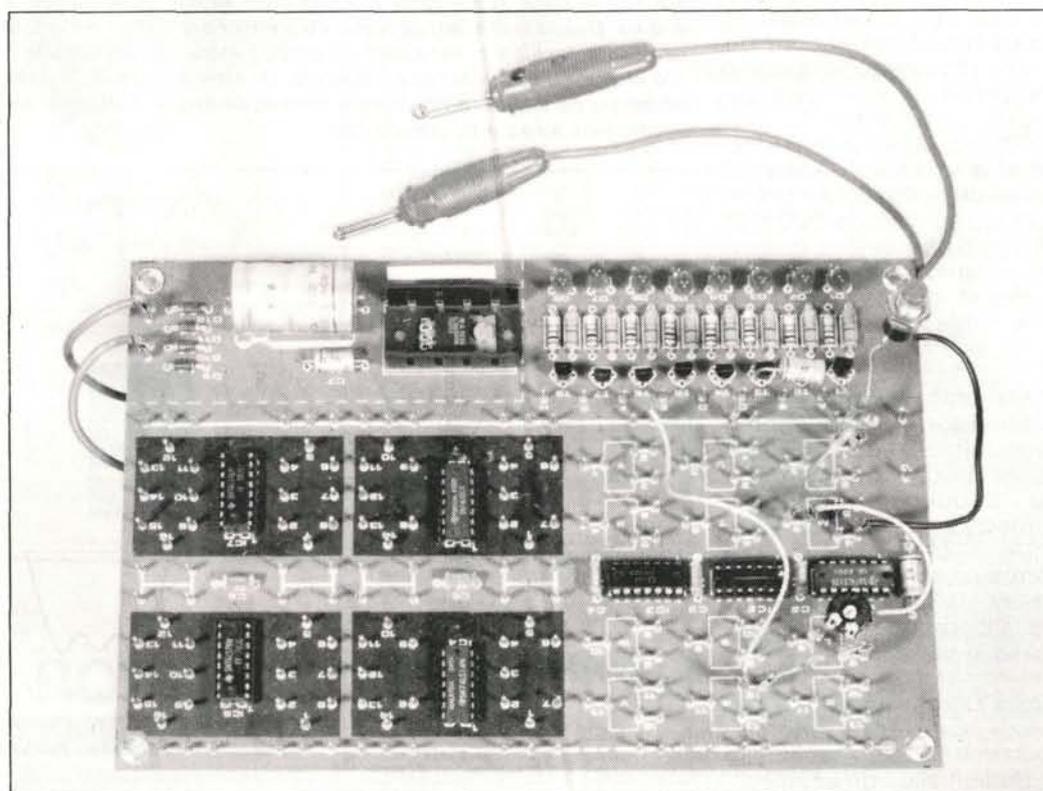


Figure 1 - Les entrées inutilisées des portes TTL sont toujours au niveau logique 1. Les deux oscillateurs sont des classiques du genre.

radio, dont la gamme grandes ondes (GO ou LW) commence à 150 kHz. Le premier poste audible est celui de « Deutschland-funk », un poste de l'Allemagne réunifiée (de l'ouest, quand même), comme vous aviez pu le deviner, qui émet de Donebach sur 153 kHz. En passant, signalons qu'il y a du monde sur la fréquence : Tromsø en Norvège, Brasov en Roumanie, Ufa, Khabarovsk, Engels en URSS, Béchar en Algérie.

Quoi qu'il en soit, vous entendrez nettement votre oscillateur dans le haut-parleur de votre poste de radio si vous connectez la broche 8 du circuit intégré à l'antenne et la masse à la prise de terre du récepteur. Une autre solution, si vous n'hésitez pas à aérer un peu les viscères de votre poste, consiste à entourer le barreau de ferrite du récepteur de quelques tours d'un fil souple isolé connecté à la sortie de l'oscillateur. Le couplage sera très efficace, et vous ne risquez pas, dans tous les cas, de perturber les émissions de Radio-Brasov.

le même sur plusieurs fréquences

Après ce préambule, voici le clou de l'expérience. Si vous modifiez l'accord de votre récepteur, vous allez retrouver le sifflement de votre « émetteur » sur 200 kHz, puis sur 300 kHz, et plus loin sur 400 kHz, et ainsi de suite. Faut-il préciser qu'au-delà de 520 kHz il s'agit des petites ondes, et qu'au-delà de 1500 kHz il s'agit des ondes courtes ? Ne répondez pas, c'est fait.

Ainsi vous retrouvez votre « émission » sur différentes fréquences, sans pourtant avoir modifié d'un seul Hz la fréquence de votre émetteur ! Pour vérifier que c'est bien vous qui émettez, appuyez simplement sur le poussoir S1. Si le sifflement s'interrompt, c'est le vôtre.

Voilà donc que vous « bavez » sur tout le spectre, comme n'importe quelle « Radio-Vallée-de-la-Seille », avec un émetteur prévu pourtant pour une seule fréquence. C'est

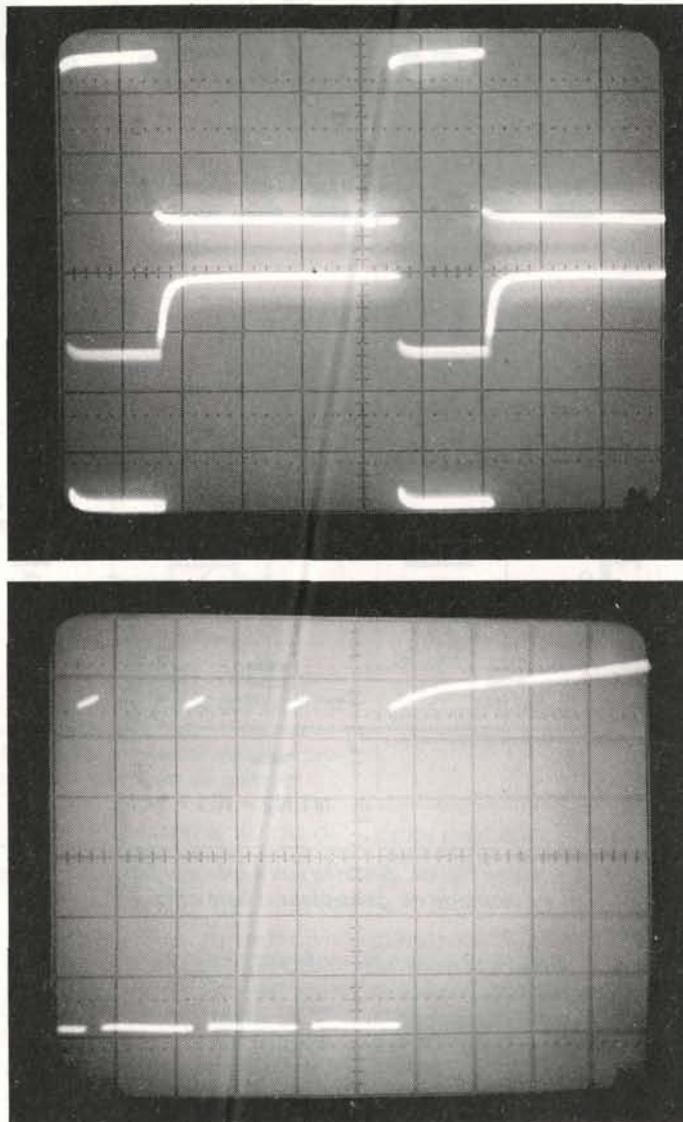


Figure 3 - La tension de sortie du premier oscillateur est représentée par la trace supérieure. Il s'agit d'un signal rectangulaire à 400 Hz. Quand la tension de sortie du premier oscillateur est à 1, le deuxième oscillateur est libéré ; il produit alors des impulsions à 100 kHz, visibles sur la trace inférieure. Un changement de la base de temps (la vitesse de balayage) permet de mieux distinguer les oscillations à haute fréquence (3b).

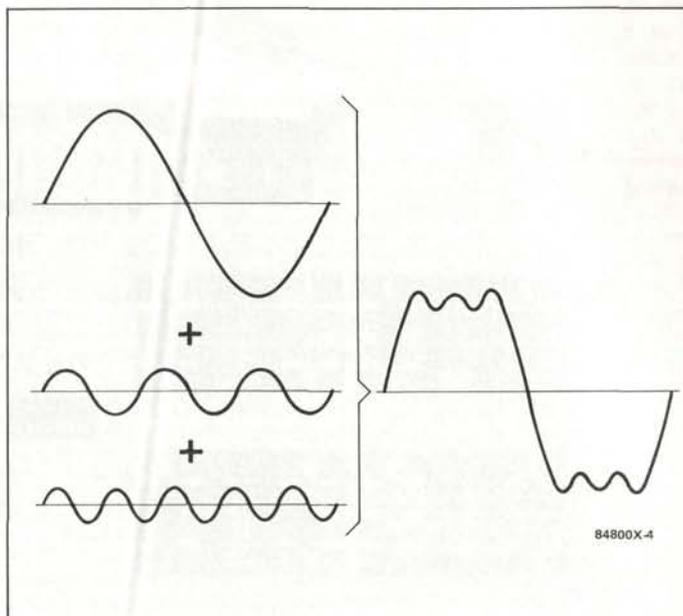


Figure 4 - La somme de trois tensions sinusoïdales donne une nouvelle forme d'onde, qui se rapproche d'autant plus du carré que le nombre d'harmoniques est plus important.

donc la preuve que votre émetteur produit aussi des oscillations de fréquence supérieure à sa fréquence nominale. Ces oscillations existent en effet. Elles se produisent à des fréquences multiples de la fondamentale, et s'appellent des harmoniques.

Fourier, c'est pour la télé

Charles Fourier, né à Besançon en 1772, est l'inventeur du phalanstère, un modèle d'organisation économique et sociale, fondé sur l'association de travailleurs dans une sorte de coopérative, qui devait produire l'harmonie universelle. Besançon, cité horlogère sur le Doubs, patrie des montres Lip, a été le berceau de la famille Courbet, le peintre, mais aussi l'amiral (celui qui a mal tourné) et encore le sériographe qui a inondé le pays d'affiches publicitaires pour la moutarde Amora. Passons.

Le Fourier qui nous intéresse était baron et se prénomait Joseph, ce qui ne l'a pas empêché de devenir secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences en 1822. Ses travaux sur la thermodynamique sont un peu oubliés, mais son principal titre de gloire est d'avoir expliqué ce phénomène des harmoniques. Il a démontré mathématiquement qu'il n'existe de phénomène oscillatoire que sinusoïdal. Voilà qui risque de passer pour fantaisiste aux yeux de ceux qui connaissent, comme vous et moi, des oscillations carrées, triangulaires, rectangulaires... La théorie mathématique ne nie pas l'existence de ces différentes formes d'ondes, elle démontre que toute onde est composée d'oscillations sinusoïdales.

Toute oscillation peut donc se décomposer en une série d'oscillations sinusoïdales de fréquence supérieure, dite série de Fourier.

Un rectangle, par exemple, est composé de la fondamentale sinusoïdale et de toutes les fréquences harmoniques impaires (triple, quintuple...). La figure 4 représente une fondamentale sinusoïdale et ses harmoniques 3 et 5 sur la partie gauche, et la som-

me ou résultante sur la partie droite : la courbe de droite commence à ressembler à un carré. Chaque harmonique supplémentaire viendra raidir un peu plus le flanc du carré et combler les « vallées » du plateau en en créant d'autres de plus en plus petites.

faut-il vous l'envelopper ?

Les impulsions à 100 kHz visibles sur l'oscillogramme de la figure 3b ne sont que l'« enveloppe » des harmoniques que comporte notre signal rectangulaire. Nous émettons en fait une foule de fréquences supérieures à la fondamentale. Ces fréquences sont reconnaissables sur le cadran du poste de radio, à intervalles réguliers. La forme des impulsions de notre oscillateur à « haute fréquence » n'est pas carrée, mais rectangulaire. Cela tient à la présence de la diode D1, qui rend le temps de charge du condensateur beaucoup plus court que le temps de

décharge, et le cycle d'oscillation fortement dissymétrique. Les théories mathématiques que nous vous épargnerons, mais dont se régalaient les gens du labo, montrent que le signal produit est justement très riche en harmoniques ; ce qui fait bien notre affaire, disons-le.

le montage

Si vous n'avez pas sous la main la platine *digilex* qui vous a accompagné tout au long de votre découverte de la logique avec la rubrique *la logique sans hic* (I et II), tant pis pour vous. Faute de pouvoir réaliser votre générateur d'harmoniques en un tournemain, il va vous falloir câbler un bout de platine d'expérimentation de format 1, selon le plan d'implantation de la figure 5.

84800

La tension de service indiquée sur un condensateur chimique sera égale ou supérieure à la valeur spécifiée pour ce condensateur dans la liste des composants.

Liste des composants

- R1 = 330 Ω
- P1 = 1 kΩ
- C1 = 4,7 μF/16 V
- C2 = 10 nF (céramique ou MKH ou MKT)
- D1 = 1N4148
- IC1 = 7413
- S = poussoir à fermeture (ouvert au repos)

1 platine d'expérimentation standard de format 1 ou la platine *digilex*

1 alimentation de 5 V ou une pile plate de 4,5 V

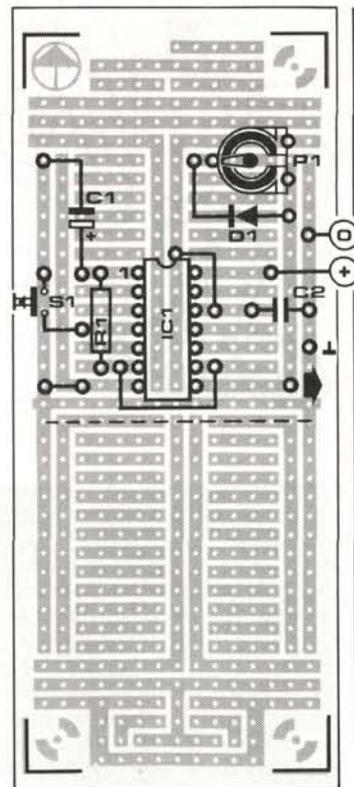


Figure 5 - Le plan d'implantation sur une platine de format 1. Une pile de 4,5 V peut suffire à l'alimentation si vous ne disposez pas d'une alimentation de laboratoire de 5 V.

Lutron

DT-2239 STROBOSCOPE-TACHYMETRE DIGITAL

LCD - 4 digit
100 à 10.000 tours (flashes)/minute (RPM/FPM)
Précision : ± 1 digit (100 à 5.000 RMP/FPM)
± 0,05 % (> 5.000 RPM/FPM)

PE-01 ELECTRODE PH

Corps epoxy scellé, non rechargeable
Application générale : 0 à 14 PH
Connexion BNC



PH-204 PH-METRE DIGITAL

LCD - 3,5 digit
Gamme : 0,00 à 14,00 PH
Résolution : 0,01 PH
Précision : ± 0,01 unité PH (± 1 digit)
Bus d'informations LT incorporé



DM 6055
3,5 digit manuel, 20 V DC
750 V AC, 500 A AC/DC
- 40° - + 750°C.
Diode test, peak et data hold.



TM-902C
thermomètre, -50 à 750°C

CONCESSIONNAIRE EXCLUSIF :

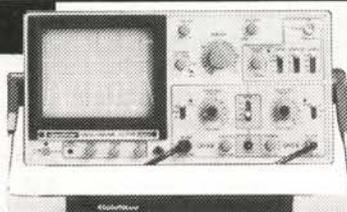
TURBO TRONIC S.A.R.L.

LA PERFORMANCE DANS LA MESURE

58 Rue de l'Amiral Courbet - 59170 CROIX Tél. 20.24.98.56 - Télécopie 20.36.34.67

GoldStar

A galaxy of excellence



OS-7020 A

2 x 20 Mhz, sensibilité 1 mV/div, entrée max 500V AC PP ou 300V DC/AC, spécial tv-sync, temps de montée à moins de 17,5 nsec, modes trigger auto, norm, tv-v ou tv-h, coupleur AC, HF, LF, DC

OS-8020 R NUMERIQUE

2 x 20 Mhz, sensibilité 1 mV/div, entrée max 500V AC PP ou 300V DC/AC, spécial tv-sync, temps de montée à moins de 17,5 nsec, modes trigger auto, norm, tv-v ou tv-h, coupleur AC, HF, LF, DC
Curseur : ΔV, ΔT, 1/Δ en mode X-Y, Δx et Δy.

OS-7040 A

2 x 40 Mhz, double base de temps, ligne à retard, sensibilité 1 mV/div, entrée max 500V AC PP ou 300 V DC/AC, spécial tv-sync, temps de montée à moins de 8,8 nsec, modes trigger auto, norm, tv-v ou tv-h, coupleur AC, HF, LF, DC

DM-7333

3,5 digit, manuel, 20 MΩm, 1000V DC, 750V AC, 10A AC/DC, transistormètre, capacimètre, fréquencemètre, test diode, bip sonore



DM-8135

3,5 digit, automatique, bar graph, 1000 V DC, 750 V AC, 10A AC/DC, 20 M Ωm.

DISTRIBUTEURS :

AIX-EN-PROVENCE - ELECTRONIC DISP. 42.27.45.45 - MATELCO 42.60.04.60 • AMIENS - C.E.M. ELECTRONIC 22.82.07.03 • BORDEAUX - ELECTROME 56.39.69.18 - ELECTRONIC 33 56.39.62.79 - POITEVIN-DUAULT 56.52.55.50 - SOLISELEC 56.52.94.07 • CLERMONT-FERRAND - ELECTRON SHOP 73.92.73.11 • GENAS - RANCHET 78.90.72.72 • LILLE - DE COCK ELEC. 20.57.76.34 • LIMOGES - DISTRATEL 55.79.56.61 • LOGNES - SEFELEC (1) 60.17.54.62 • LYON - LYON RADIO COMP. 78.39.69.69 - RHONALCO 78.53.00.25 - D.R.I.M. 78.85.95.89 • MARCO-EN-BARCEUL - NOUVELLE GÉNÉRATION V.P.C. 20.89.09.63 • NANCY - ELECTRONIC SERVICE 83.35.24.75 • NICE - JEAMCO 93.85.83.78 - STEL COMPOSANTS SERVICE 93.44.41.44 • PARIS - ACER COMPOS (1) 42.46.29.78 - EUROPLEX (1) 48.57.16.42 - PENTASONIC (1) 45.24.23.16 - RAM (1) 43.07.62.45 • REIMS - REIMS COMP. 26.09.67.65 • RENNES - SELFTRONIC 99.36.42.89 • ROUBAIX - ELECTRO DIFF. 20.70.23.42 • ROUEN - ELECTRO 76 35.89.75.82 • ST-GENIS LAVAL - GTH INSTRUMENTS 45.59.92.17 • TOULOUSE - API ELECTRONIQUE 61.27.70.50 • TOURS - RADIO SON 47.38.23.23 • TULLE - COMPOSANTS ELEC. SERV. 55.26.50.44 • VILLENEUVE D'ASCQ - DIMELCO 20.04.67.07.



écouter les harmoniques

voir les harmoniques

L'article sur les séries de Fourier nous permet de constater l'existence de fréquences harmoniques, multiples de la fréquence principale, dite fréquence fondamentale, d'une oscillation. Plus exactement, les phénomènes constatés et le raisonnement nous permettent d'affirmer qu'il existe des harmoniques du signal rectangulaire que nous avons produit. Le petit bricolage que nous vous proposons ici vous permettra de les « entendre », de les percevoir directement, sans autre appareil de mesure que vos oreilles. Pour les voir, il faut disposer d'un analyseur de spectre, ou lire les revues qui proposent aux amateurs la construction d'un analyseur de spectre. Voyons d'abord ce que nous savons faire avec les oreilles.

distorsion indésirable

Dans le domaine audio, c'est par le terme de « dis-

torsion harmonique » que les harmoniques sont connus. Il s'agit là de déformations du signal dues à des défauts de l'amplificateur, principalement de l'amplificateur de puissance. Les oscillations à fréquence multiple de celle du signal utile, introduites par l'étage de sortie, déforment le son et le dénaturent. Ces déformations ne sont plus guère audibles avec les amplificateurs modernes, sauf si vous poussez le volume beaucoup trop loin.

Vous pouvez créer des harmoniques volontairement sur un petit récepteur à transistors de poche, soit en poussant le volume à fond, soit en décalant légèrement l'accord sur une station des grandes ondes. Le son nasillard que vous obtenez avec un accord imparfait est composé d'une foule d'harmoniques du signal, qui ne changent pas sa fréquence, mais modifient fortement son timbre.

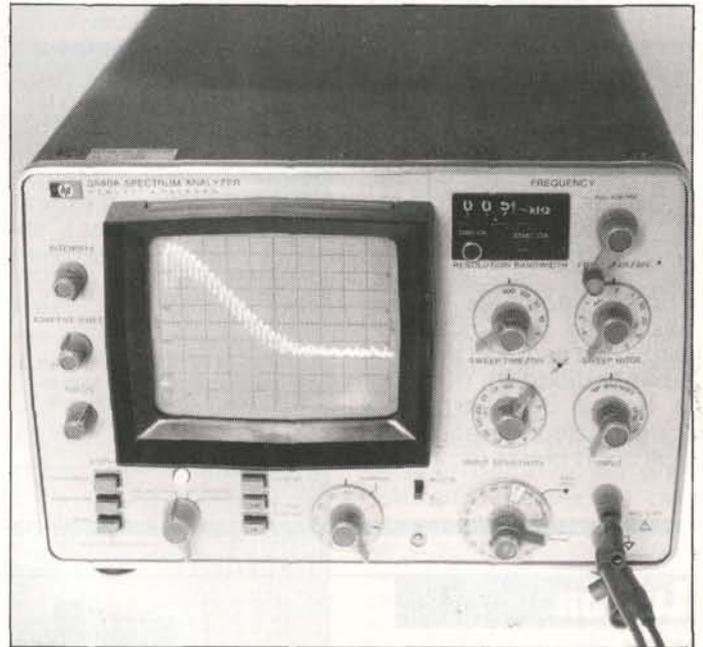


Figure 2 - L'analyseur de spectre contient, en plus des constituants d'un oscilloscope, des filtres à fréquence d'accord variable et un système de balayage d'une plage de fréquences déterminée. L'axe horizontal représente la fréquence, l'axe vertical représente l'amplitude relative des signaux présents à l'entrée, pour la fréquence considérée.

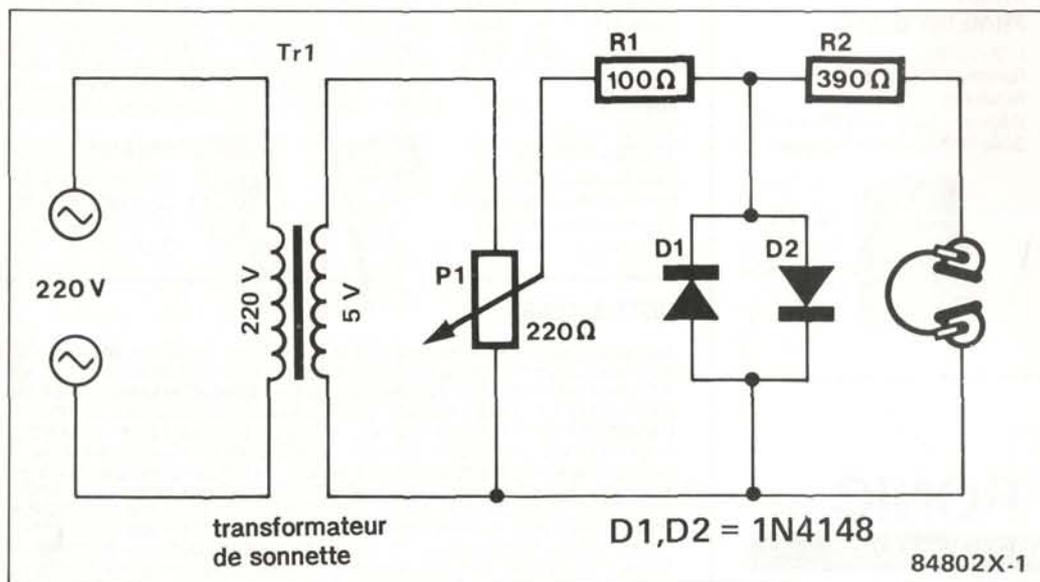


Figure 1 - Le montage expérimental est sans danger à condition que vous preniez soin d'isoler correctement les parties soumises à la tension du secteur.

distorsion voulue

L'introduction d'harmoniques dans un signal audio peut être volontaire, comme dans le cas des synthétiseurs de fréquence. Le timbre d'un instrument est « fabriqué » artificiellement par l'addition d'harmoniques de rang et d'amplitude choisis à la fréquence fondamentale de chaque note. Nous n'allons pas vous proposer la construction d'un synthétiseur. Pas encore. Pour fabriquer vos harmoniques et les entendre, il vous suffit de rassembler les quelques composants suivants :

- 1 transformateur avec secondaire de 6 à 9 volts

1 potentiomètre linéaire de 200 à 500 Ω (ohms)
 2 diodes au silicium 1N4148
 1 écouteur
 1 résistance de 100 Ω
 1 résistance de 390 Ω (inutile si votre écouteur ou casque a une impédance égale ou supérieure à 600 Ω)

N'importe quel écouteur convient, les valeurs de résistances ne sont pas critiques... mais ne jouez pas avec votre vie en prenant n'importe quel transforma-

Le signal appliqué à l'écouteur a la forme visible sur la partie supérieure de la **figure 3a** : une sinusoïde parfaite. La partie inférieure de cette même figure montre l'écran de l'**analyseur de spectre** dans les mêmes conditions.

L'analyseur de spectre (**figure 2**) est un énorme appareil de laboratoire, encore moins indispensable que l'oscilloscope. Il représente en abscisses -horizontalement- la fréquence du signal ; en or-

0,7 V(1pp). On dit que le signal est écrêté : dès que la tension atteint le seuil, le courant conduit par les diodes provoque une chute de tension dans la résistance R1 et la partie du potentiomètre P1 comprise entre la borne supérieure de l'enroulement du transformateur et le curseur.

Tant que la tension délivrée par le potentiomètre est limitée, l'écrêtage de l'onde est modéré ; il ne manque qu'un tout petit bout de sinusoïde. Reportez-vous à

soïde sans les diodes serait plus grandes. Il en manque une partie plus importante (**figure 3c**). Ce signal presque carré contient les mêmes harmoniques que la sinusoïde rabotée de la figure 3b, mais avec des amplitudes différentes. L'harmonique trois (150 Hz) a une amplitude presque égale à celle de la fondamentale. Les harmoniques 7 et 9 sont maintenant d'amplitude presque égale. La coloration du son que vous entendez est nettement

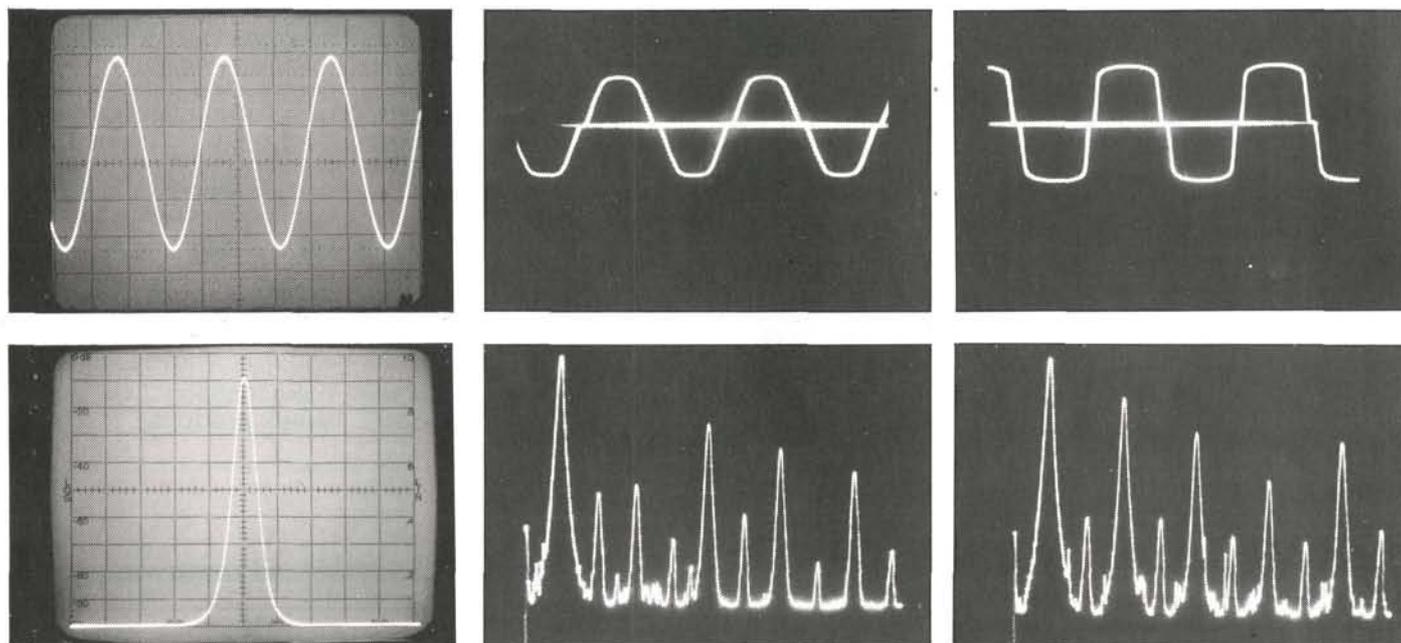


Figure 3a - Un signal sinusoïdal pur est une oscillation à fréquence unique. Celui-ci n'est pas fourni par le secteur, mais par un générateur B.F.

Figure 3b - Les crêtes du signal sinusoïdal du transformateur sont coupées par l'entrée en conduction des diodes. Le spectre comporte des fréquences multiples de la fondamentale, avec une amplitude encore modeste.

Figure 3c - Les flancs du morceau de sinusoïde deviennent plus raides au fur et à mesure que la tension donnée par le potentiomètre augmente. Des flancs plus raides correspondent à une part plus grande des harmoniques impairs, en nombre et en amplitude.

teur. Un transformateur de sonnette est parfait, aussi bien du point de vue de la tension secondaire (8 V) que de l'isolement.

Prêts ? Le circuit de la **figure 1** est particulièrement simple. Vous l'aurez vite câblé en l'air ou sur une chute de platine d'expérimentation.

fréquence fondamentale

La fréquence fondamentale de notre circuit est celle du secteur : 50 Hz ou 50 périodes par seconde. Appliquée à l'écouteur ou au casque par l'intermédiaire des résistances, sans les diodes, la tension du secondaire du transformateur produit un ronflement caractéristique, rien d'autre.

données -verticalement- l'amplitude relative de chaque composante du signal, de chacune des fréquences qui constituent le signal complexe.

La position du pic au milieu de l'écran correspond à la fréquence de 50 Hz, son amplitude correspond à l'amplitude du signal à 50 Hz. Les flancs du pic ne sont pas parfaitement abrupts, ce qui indique la présence parasite de quelques oscillations de faible amplitude et de fréquence proche de 50 Hz.

quelques harmoniques

Les diodes, une fois connectées, vont conduire dès que leur seuil sera atteint. Cela signifie que l'amplitude ne dépassera pas

la **figure 3b**, vous voyez la forme du signal en haut : presque une sinusoïde, à peine tronquée, et un peu cassée au niveau 0 V.

Vous entendez maintenant un son un peu plus « coloré ». La photo d'écran de l'analyseur de spectre (partie inférieure) montre ce que contient le signal. Les pics supplémentaires les plus élevés sont ceux des harmoniques de rang 5, 7 et 9. La fréquence fondamentale n'a pas changé, votre écouteur donne toujours la même « note ».

beaucoup d'harmoniques

Augmentons la tension délivrée par le potentiomètre. Les flancs du signal se redressent, puisque la sinu-

différente, le volume est beaucoup plus important bien que l'amplitude soit à peine supérieure.

Les harmoniques pairs (100 Hz, 200 Hz...), représentés par les petits pics, proviennent de la cassure de la sinusoïde vers le zéro. Ce sont les moins audibles. Les harmoniques pairs constituent un signal triangulaire, peu coloré, les harmoniques impairs constituent un signal carré, fortement coloré.

Les harmoniques indésirables introduits par les amplificateurs ont la même origine que les nôtres : les harmoniques impairs proviennent de l'écrêtage, soit à cause d'un volume excessif, soit à cause d'une alimentation insuffisante.

84802



Un solution de remplacement pour le laser à gaz hélium-néon

Des chercheurs des laboratoires Philips d'Eindhoven aux Pays-Bas ont, les premiers, réalisé un laser à semi-conducteur utilisable dans la pratique et émettant une lumière de la même couleur rouge clair que le très courant laser à gaz hélium-néon (longueur d'onde de 633 nanomètres).

Actuellement, les lasers à semi-conducteur sont notamment utilisés dans les domaines de la communication par fibres optiques et de l'enregistrement optique, par exemple pour la lecture des disques compacts. La "couleur" de la lumière émise par les versions de ces lasers réalisées jusqu'à présent se situe entre l'infrarouge (invisible) et un rouge sombre tout juste visible (670 nanomètres). Le nouveau laser à semi-conducteur est le premier de ce type qui émette une lumière bien visible. La longueur d'onde de celle-ci est exactement la même que celle du laser à gaz hélium-néon, très utilisé dans les imprimantes à laser et les lecteurs de code à barres. Jusqu'à présent, on ne pouvait envisager l'utilisation pratique des lasers à

semi-conducteur fonctionnant sur cette longueur d'onde, en raison des trop fortes pertes d'énergie par dissipation dans le matériau. Le premier, Philips est parvenu à réduire ces pertes à un tel point qu'un laser à semi-conducteur émettant sur 633 nm soit parfaitement réalisable.

Le nouveau laser à semi-conducteur peut remplacer avantageusement le laser à gaz hélium-néon en raison de ses dimensions très réduites (longueur de seulement 0,3 mm contre 300 mm pour le laser à gaz hélium-néon), de sa grande fiabilité et de son rendement tel qu'une simple pile suffit pour l'alimenter. Pour sa réalisation, il est fait principalement appel aux technologies connues de fabrication des semi-conducteurs, de sorte qu'il peut être produit de manière fiable en grandes quantités.

Le coeur du nouveau laser, c'est-à-dire la nouvelle source de lumière, est constitué par plusieurs couches extrêmement minces d'un cristal composite des éléments gallium, indium et phosphore. Ces couches sont obtenues à partir de ces éléments

en phase gazeuse par cristallisation sur un substrat d'arséniure de gallium, procédé qui donne une structure parfaite. Le nouveau laser diffère par l'épaisseur de ces couches des lasers à semi-conducteur qui émettent dans le rouge sombre. Chacune des couches est dix-mille fois plus mince qu'un cheveu humain (son épaisseur est de quelques nanomètres, c'est-à-dire quelques dizaines de couches atomiques).

Sur la photographie, le nouveau laser à semi-conducteur avec son circuit de commande ainsi que la pile d'alimentation, au premier plan. À titre de comparaison, un laser conventionnel à gaz hélium-néon avec accessoires, à l'arrière-plan. Les résultats décrits concernent exclusivement des travaux de laboratoire et ne préjugent pas de la fabrication ou de la commercialisation de nouveaux produits.

906531

SERVICE PLATINES PUBLITRONIC

Les platines d'expérimentation ELEX sont gravées, percées, étamées et sérigraphiées.

Format 1: 40 mm × 100 mm	23.00 FF
Format 2: 80 mm × 100 mm	38.00 FF
Format 3: 160 mm × 100 mm	60.00 FF

La platine DIGILEX est gravée, percée, étamée avec masque de soudure, sérigraphiée en deux couleurs.

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

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

Utilisez le bon en encart.

préamplificateur pour microphone à électret

Un microphone n'est pas forcément un objet volumineux installé sur un pied télescopique, ni une bidouille intransportable comme le micro expérimental à charbon que nous vous proposons dans le numéro 8, page 37. Leur point commun est de transformer les vibrations de l'air en signaux électriques utilisables par un système électronique, soit pour l'enregistrement, soit pour l'amplification, comme dans le mégaphone, voire le gigaphone. Un microphone peut être

aussi une minuscule capsule à condensateur, dite **électret**. Leur faible volume les a fait utiliser de plus en plus dans les magnétophones à cassette; leur utilisation fréquente a fait baisser fortement leur prix, si bien qu'ils ne coûtent pas plus cher aujourd'hui qu'un transistor de puissance.

mini-micro

Les microphones à électret transforment le son en signal électrique au

moyen d'un condensateur. Pour simplifier, disons que les armatures du condensateur sont déformées par les variations de pression de l'air et que les variations de caractéristiques mécaniques du condensateur font varier sa capacité. En effet, la capacité dépend, entre autres, de la distance qui sépare les électrodes. Ce principe de fonctionnement est assez simple, mais l'exploitation des premiers micros à condensateurs demandait une débauche d'électronique savante.

Les micros à électret modernes contiennent tous une puce qui intègre quelques transistors à effet de champ et quelques résistances, de quoi fournir tout simplement à la sortie le signal audio sous une basse impédance. L'ensemble se contente, pour toute alimentation, de moins d'un milliampère sous une tension de 3,5 à 10 V. Le rêve !

maxi-performances

Le modèle que nous avons utilisé, LBC 10554/00 de Philips, offre une courbe de réponse à ± 3 dB (décibels) de 100 Hz à 14 kHz. Si nous

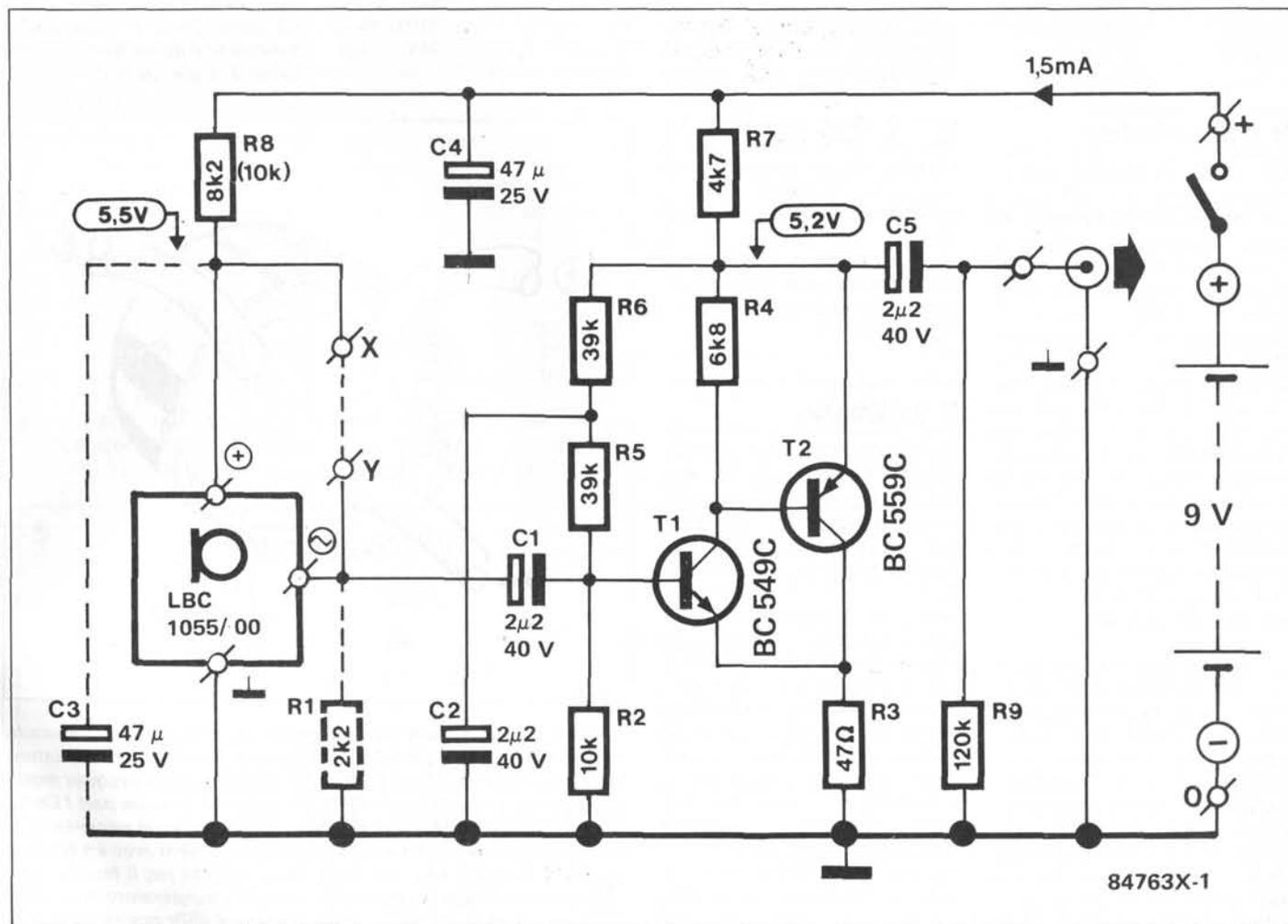


Figure 1 - L'étage darlington de l'amplificateur est examiné à part. Les liaisons entre le micro et le préamplificateur d'une part, entre le préamplificateur et l'amplificateur d'autre part, sont réalisées par des condensateurs qui bloquent la composante continue, mais laissent passer la composante alternative utile.

nous contentons d'une réponse à ± 6 dB, la plage s'étend de 50 Hz à 16 kHz. Rappelons que les normes HiFi DIN 45500 prévoient une restitution de 20 Hz à 20 kHz à ± 3 dB, ce qui permet de considérer comme honorables les prestations de notre micro à deux thunes.

Un micro à électret quelconque aura une courbe de réponse aussi bonne qu'un micro dynamique ou piézo de prix moyen. Il présente d'autre part une sensibilité comparable à celle de ces derniers types. La sensibilité se mesure en mV/ μ bar (millivolts par microbar). C'est le rapport entre la tension disponible en sortie et la pression acoustique qui l'a produite. Pour fixer les idées, signalons que notre échantillon délivre 0,63mV/ μ bar. Le seuil d'audition de l'oreille humaine est de 0,0002 μ bar, le seuil de la douleur de 200 μ bar. La sensibilité du micro à électret ne nous dispense pas -pas plus que pour les autres types- de l'utilisation d'un préamplificateur.

le préamplificateur

Un préamplificateur est indispensable à l'utilisation de ce micro à électret, et pour plusieurs raisons. Tout d'abord, aucun amplificateur n'est assez sensible pour exploiter directement les signaux très faibles d'un microphone; ensuite, le niveau du signal est très proche du niveau des parasites inévitables sur le câble de liaison entre le micro et l'amplificateur. Il faut donc amplifier le signal pour relever son niveau loin au-dessus de celui des parasites, avant de le véhiculer par un câble.

Le signal doit atteindre un niveau de 100 à 300 mV efficaces, de façon à pouvoir attaquer dans de bonnes conditions n'importe quel amplificateur de puissance ou une table de mélange. C'est l'affaire du montage simple de la figure 1. L'amplification est obtenue par un étage unique, mais à transistor double. L'association des transistors T1 (PNP) et T2 (NPN) en fait un darlington un peu particulier. Le gain de l'éta-

ge, un montage classique en émetteur commun, est égal au rapport des résistances de collecteur et d'émetteur, R7/R3, il est donc égal à 100, ou très proche, compte-tenu des tolérances des composants.

Si le micro que vous utilisez délivre une tension plus forte ou si votre table de mélange est plus sensible, vous pouvez réduire la valeur de R7, en sachant qu'il y a deux conséquences. La première est que la consommation de courant augmente quelque peu; la deuxième est que l'impédance de sortie diminue. Une impédance plus basse vous permet d'utiliser un câble plus long sans augmenter les pertes dans le haut de la plage des fréquences transmises. Si vous trouvez qu'une « sono » d'amateurs, dans une kermesse ou une soirée privée, fait un bruit de « tonneau », jetez un oeil aux caractéristiques du micro et à la longueur de la ligne qui le relie à l'amplificateur. Vous pourrez souvent améliorer le résultat en raccourcissant la ligne ou en utilisant une entrée de sensibilité et d'impédance mieux adaptées. Le son de tonneau est dû à l'excès de graves dans le signal qui parvient à l'amplificateur. La forte impédance de sortie et la longueur de la ligne se comportent comme un filtre passe-bas qui arrête les aigus.

la construction

Le circuit de la figure 1 est assez simple pour que tous les composants puissent se loger sur une partie d'une platine de format 1, et que l'ensemble micro-amplificateur-pile puisse se loger dans un petit boîtier. Les transistors sont des modèles à grand gain et faible bruit, mais leur brochage est ordinaire. Donc pas de difficulté spéciale. Attention comme toujours à l'orientation des composants polarisés, la figure 2 est assez explicite. Le boîtier pourrait être un petit modèle en plastique Heiland qui recevrait tout ce petit monde, avec en plus l'interrupteur marche-arrêt et l'embase DIN qui sert au raccordement.

Liste des composants

- R1 = 2,2 k Ω
- R2 = 10 k Ω
- R3 = 47 Ω
- R4 = 6,8 k Ω
- R5, R6 = 39 k Ω
- R7 = 4,7 k Ω
- R8 = 8,2 k Ω (voir texte)
- R9 = 120 k Ω
- C1, C2, C5 = 2,2 μ F/40 V
- C3, C4 = 47 μ F/25 V
- T1 = BC 549C
- T2 = BC 559C

Divers

- S1 = interrupteur marche-arrêt
- M = capsule à électret LBC 1055/00 (Philips) pile 9 V
- 1 platine standard format 1

En règle générale, un fil entre ou sort d'un appareil doit être raccordé par une fiche ou un connecteur. En effet, il est inévitable que le fil fatigue et vienne à se couper. Il est plus pratique -et le temps manque toujours dans ces moments-là- de remplacer immédiatement le cordon, pour le réparer plus tard, que d'ouvrir le boîtier et d'y resouder un fil.

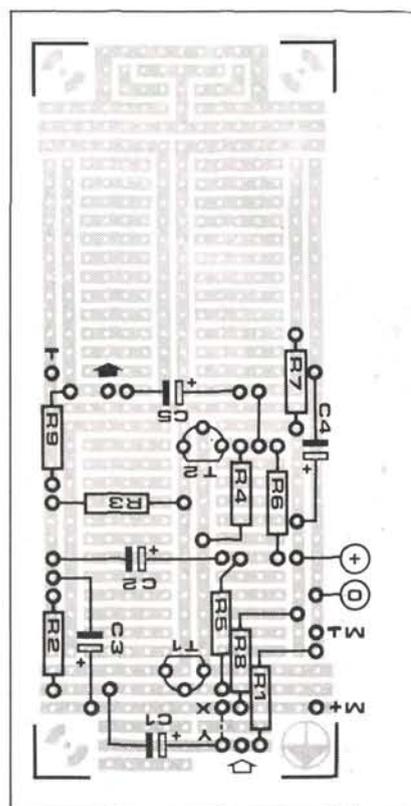


Figure 2 - Hormis la liaison X-Y, qui dépend du microphone utilisé, il n'y a qu'un pont à établir sur la platine. Le pôle positif de l'alimentation doit transiter par un interrupteur si vous voulez assurer une durée de vie raisonnable à la pile de 9 V.

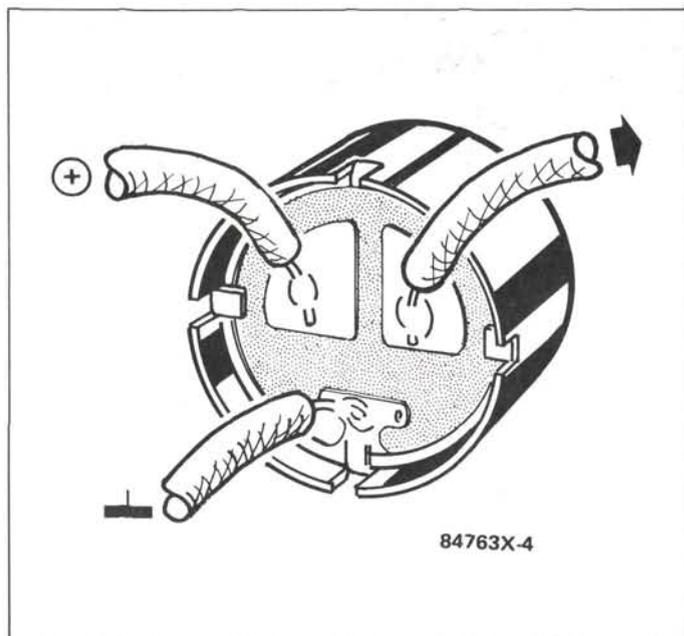


Figure 3 - Pour souder sur ce genre de composant minuscule, ne vous laissez pas prendre au piège des fers à souder miniatures. Un fer à souder de 40 ou 50 W a des chances de provoquer moins de dégâts qu'un petit fer de 15 W. Étonnement de votre part ! Ce qui compte, c'est la durée de la soudure; la température nécessaire ne change pas, mais elle sera atteinte très rapidement avec un fer puissant et la soudure sera vite faite. Avec un petit fer, il faudra beaucoup plus de temps pour porter à la bonne température et la plage de cuivre, et le fil et l'étain; assez de temps pour que la chaleur se transmette au corps du microphone et risque de le détériorer. L'idéal est un fer thermostaté de 60 W qui peut fournir instantanément une grande quantité de chaleur, mais seulement quand c'est nécessaire, et sans surchauffe entre les soudures.

Pour que votre préampli soit compatible avec le câblage DIN le plus répandu, la masse sera connectée au point 2 et la sortie au point 1 de l'embase.

Le boîtier sera percé, devant le microphone, de quelques trous pour laisser le passage au son. La fixation du micro, bien sûr dépourvu de trous et de vis, se fera avec une mousse adhésive double face qui, accessoirement, isolera le micro des vibrations du boîtier. La capsule n'offre pas de fils pour le raccordement électrique, la plupart ne présentent que trois petites plages de cuivre sur lesquelles il faudra souder très vite trois fils

très fins. La **figure 3** représente la disposition la plus courante.

le choix du microphone

Le préamplificateur décrit ci-dessus a une sensibilité qui convient aussi à des micros dynamiques, à condition que leur impédance soit de l'ordre de 600 Ω au maximum. Comme ces micros ne demandent pas d'alimentation, vous pouvez supprimer R8, C3 et éventuellement R1.

Le modèle Philips que nous utilisons n'est peut-être pas disponible chez votre revendeur. Peut-être

vous propose-t-il un modèle sans marque meilleur marché? Allez-y sans hésiter, vous en aurez pour votre argent. Même si la bande passante est un peu réduite, ou la sensibilité un peu faible, tous ces composants ont des caractéristiques correctes et offrent un bon rapport qualité-prix. Vous pourrez éventuellement expérimenter différentes valeurs de R1, en sachant qu'un changement significatif du résultat passe par la multiplication ou la division par deux de la valeur (1 kΩ ou 4,7 kΩ).

Les modèles à deux bornes de connexion con-

viennent aussi. L'absence d'un fil ne doit vous faire conclure que l'alimentation est inutile. L'alimentation emprunte la même voie que le signal: le microphone module sa consommation de courant au lieu de délivrer une tension. La tension dont nous avons besoin est disponible aux bornes de la résistance montée en série dans la ligne d'alimentation. Il faut alors porter à 10 kΩ la valeur de R8, établir le pont X-Y, supprimer R1 qui constituerait un diviseur de tension, et supprimer C3 qui court-circuiterait le signal alternatif.

84763

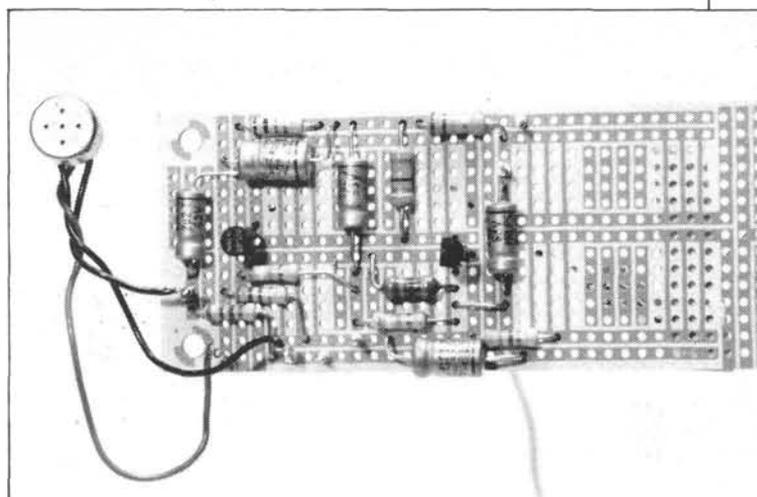
le circuit en détail

le darlington spécial

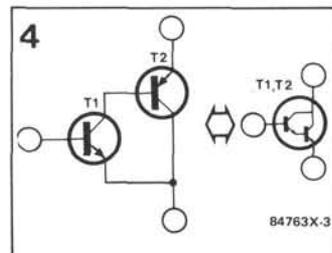
Le mode de connexion des deux transistors T1 et T2 est un peu particulier. C'est le transistor NPN T1 qui reçoit le signal de l'entrée; son courant de collecteur commande la base du PNP T2. Le gain de l'ensemble est égal au produit des gains de T1 et de T2, comme pour un darlington. Chacun des transistors a un gain de 400, le gain de l'ensemble est donc de 160000. C'est un gain énorme et la résistance R4 (figure 1) est indispensable pour le réduire et stabiliser le montage. Le darlington (figure 5b) résultant de l'association de T1 et T2 (figure 5a) est représenté sur la **figure 4** en remplacement de T1, T2 et R4.

émetteur commun

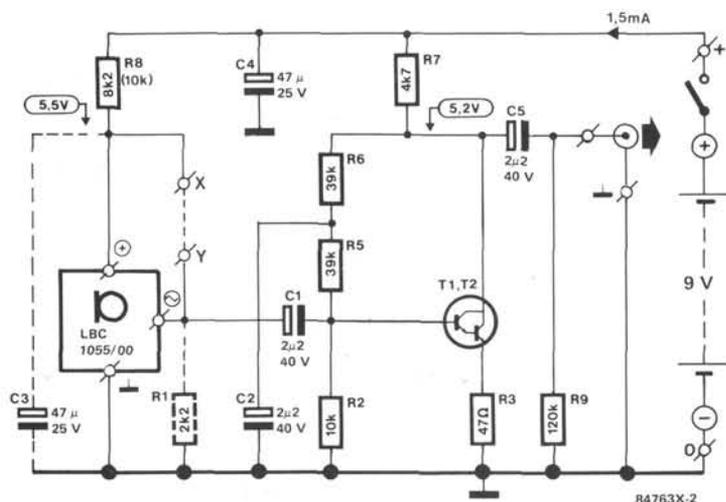
Le montage correspond maintenant à quelque chose de bien connu: l'amplificateur en émetteur commun (*analogique anti-choc IV*, n°9 p.50). Son gain est déterminé par le rapport entre la résistance d'émetteur R2 et la résistance de collecteur R7. La polarisation continue est assurée par le pont diviseur R6/R5/R2. Elle dépend de l'amplitude du signal de sortie disponible sur le collecteur; ainsi si l'amplitude augmente trop, l'écrêtage est évité par une baisse de la tension sur C2, qui provoque une diminution de la tension de polarisation continue de la base, et par conséquent un abaissement du point de fonction-



nement de l'ensemble. L'impédance de sortie est proche de la valeur de la charge du transistor. Il faut considérer que c'est la résistance R7 qui fournit le courant à la sortie pendant les alternances positives du signal. C'est donc R7



5



ce interne de la source. Le fait que le commun soit le pôle négatif et non le pôle positif de l'alimentation ne doit pas vous dérouter. En réalité, du point de vue de l'alternatif, la source de tension d'alimentation est en court-circuit du fait de la présence de C4. Qu'on prenne le pôle positif ou le pôle négatif comme référence n'a aucune importance; la seule conséquence est que la composante continue du signal est positive dans un cas et négative dans l'autre. Comme la composante continue est supprimée par le condensateur, sa polarité est indifférente.

le décibel

dBkW

dB μ V

dBc

dBA

dBm

Réjection du bruit : 62 dB.
Courbe de réponse de 20 Hz à 20 kHz à ± 1 dB.
Diaphonie meilleure que 90 dB... Voilà ce que vous pouvez trouver dans les caractéristiques de matériels HiFi. Avec les volts, les ampères et les watts, on sait au moins qu'il s'agit de tension, d'intensité... Mais que prétendent mesurer ces décibels qui traînent partout et qui s'appliquent apparemment aussi bien au bruit du marteau-piqueur qu'à la séparation des voies d'une tête de lecture stéréo ?

Le nom de décibel est un hommage à Graham Bell, l'inventeur du téléphone. C'est précisément pour mesurer les atténuations de signal introduites par les câbles téléphoniques que ce système de référence a été inventé. Il s'agit d'un système de référence et non d'une unité de mesure, comme nous allons le voir. Ce système de référence permet de simplifier les calculs sur les tensions et les puissances. Il existe des unités pour mesurer la tension, l'intensité, la puissance, mais ces unités caractérisent de façon absolue des grandeurs physiques, alors que le décibel, lui, ne caractérise que des **rapports** entre deux grandeurs.

Abstrait, dites-vous ? Que non ! Un petit exemple va nous remettre les pieds sur terre, d'autant plus que maintenant les lignes téléphoniques sont de moins en moins souvent aériennes. Dans un réseau téléphonique, les signaux s'affaiblissent lors de leur parcours dans les câbles, et ce pour différentes raisons : la résistance des conducteurs provoque une chute de tension, les deux fils disposés parallèlement constituent un condensateur qui court-circuite partiellement la ligne pour les fréquences les plus élevées...

Il n'y a qu'un moyen d'obtenir un signal audible à plusieurs centaines, voire milliers, de kilomètres : installer des amplificateurs à intervalles réguliers au long de la ligne.

Une fois le principe adopté, il reste à savoir par combien cet amplificateur devra multiplier l'amplitude du signal et c'est là que les choses se compliquent. Faisons le calcul pour une ligne de 3 kilomètres qui atténue le signal de 50% par kilomètre. Au premier kilomètre, l'amplitude est de 50% ; au deuxième : 50% de 50%, soit 25% ; au troisième : 50% de 25%, soit 12,5%. L'amplificateur installé au troisième kilomètre devra avoir un gain de

$$A = \frac{100}{12,5} = 8$$

La méthode de calcul est simple, de même que le calcul précédent, car les valeurs prises en exemple se prêtent au calcul mental. Il en irait autrement si l'atténuation caractéristique du câble était de 60%. Le signal disponible au premier kilomètre ne serait plus alors que de 40% du signal original. Plus question de calculer de tête qu'il reste 6,4% au troisième kilomètre et que le gain de l'amplificateur doit être de 15,6 pour restituer au signal son amplitude initiale. Heureusement qu'il existe des calculettes !

C'est ici que les décibels interviennent pour faciliter les calculs, en remplaçant les multiplications et divisions par des additions et soustractions. Le décibel n'utilise pas le rapport entre les grandeurs, mais le **logarithme** du rapport. L'encadré en fin d'article n'est pas fait pour les agrégés de Mathématiques, il est fait pour ceux qui ne savent pas ce qu'est le logarithme, comme pour ceux qui l'ont su il y a longtemps, mais pour qui la notion est devenue un peu floue, faute de pratique. Ceux-là peuvent sortir sans bruit et revenir tout à l'heure.

le décibel

Nous savons donc que le décibel caractérise des atténuations et des affaiblissements, des **rapports**

entre des grandeurs. Il n'est jamais question de grandeurs absolues, de milliwatts ou de kilowatts, mais du rapport entre la quantité disponible à l'entrée et la quantité disponible à la sortie. Ainsi un amplificateur dont le gain est 10 délivrera 10 mV en sortie pour 1 mV entrée, ou 10 V en sortie pour 1 V en entrée. En téléphonie (la raison d'être des décibels) il s'agit du rapport entre la puissance injectée à un bout de la ligne et la puissance disponible à l'autre bout. Le décibel est défini par la formule suivante :

$$dB = 10 \cdot \frac{P_2}{P_1}$$

Dans cette formule, P_1 représente la puissance à l'entrée, P_2 la puissance à la sortie. Exemple : un amplificateur délivre 100 mW en sortie pour 10 mW en entrée. Son gain en décibel s'exprime par :

$$10 \cdot \log \frac{100}{10} = 10 \text{ dB}$$

la mesure de puissance

La détermination de la puissance est toujours compliquée, car elle résulte de deux mesures et d'un calcul. Le calcul obéit à la formule : $P = U \cdot I$; les deux mesures sont celles de la tension U et de l'intensité I . La mesure de l'intensité impose l'interruption du circuit et l'insertion d'un milliampèremètre, opérations malcommodes si l'on ne veut pas couper la parole des abonnés au téléphone. Heureusement il est possible de calculer la puissance sans mesurer l'intensité, puisque l'impédance de la charge est normalisée, et toujours égale à 600 Ω . L'intensité se calcule par :

$$I = \frac{U}{Z} = \frac{U}{600 \Omega}$$

La puissance **injectée** est donc :

$$P_1 = \frac{U_1}{600 \Omega}$$

La puissance **reçue** est :

$$P_2 = \frac{U_2}{600 \Omega}$$

Le rapport entre les deux est :

$$A = \frac{P_2}{P_1} = \frac{600 \Omega}{U_1^2} \cdot \frac{U_2^2}{600 \Omega}$$

L'atténuation s'exprime en décibels par :

$$AdB = 10 \cdot \log$$

$$\left(\frac{600 \Omega}{U_1^2} \cdot \frac{U_2^2}{600 \Omega} \right)$$

La simplification saute aux yeux : nous pouvons diviser les deux rapports par 600. L'impédance disparaît de la formule pour nous laisser :

$$AdB = 10 \cdot \log \left(\frac{U_2^2}{U_1^2} \right)$$

$$= 10 \cdot \left(\frac{U_2}{U_1} \right)^2$$

La simplification continue si nous transposons en logarithme l'élévation au carré :

$$AdB = 2 \cdot 10 \cdot \log \left(\frac{U_2}{U_1} \right)^2$$

$$= 20 \cdot \log \left(\frac{U_2}{U_1} \right)^2$$

Nous retrouvons donc un rapport de deux tensions au lieu d'un rapport de puissances, mais cette simplification n'est possible que si les deux impédances sont identiques.

et sans calculette, qu'est-ce que vous savez faire ?

Aux débuts de la téléphonie, il n'existait rien d'autre pour ces calculs que le crayon, les tables de logarithmes, et des gens rompus au calcul mental. Pourtant le téléphone fonctionnait. Ce n'est pas par goût du « rétro » que nous vous proposons les deux tableaux de valeurs en dB,

mais parce qu'il est souvent utile de déterminer approximativement un gain ou un affaiblissement, sans sortir l'artillerie lourde ni la dixième décimale.

Le tableau 1 donne les valeurs en décibels pour les puissances, $10 \cdot \log x$, le tableau 2 celles des tensions, $20 \cdot \log x$; x représente le rapport à convertir.

Comment cela fonctionne-t-il ? Dans les deux sens, selon que la conversion doit se faire dans le sens rapport-décibels ou décibels-rapport. Supposons d'abord que nous voulons connaître le rapport de deux puissances entre lesquelles existe une différence de 56 dB. Consultons le tableau 1. Le nombre que nous cherchons se trouve sur la **ligne** 6 dB : 3981071706. La position de la virgule est déterminée par la **colonne** 50 dB. Le rapport entre les puissances est donc de : 398107,706.

Un exemple en marche arrière : nous connaissons le rapport entre deux puissances et nous voulons l'exprimer en décibels. Le rapport est de 32,5 ; nous cherchons la ligne dont les trois premiers chiffres sont les plus proches de 325 ; c'est la ligne 5 dB : 316... La virgule vient après le deuxième chiffre, donc elle désigne la colonne 10. Le rapport 32,5 s'exprime en décibels : $10 + 5 = 15$ dB(1pp). Le tableau permet aux champions de l'interpolation de déterminer encore plus précisément l'amplification, mais ces champions sont capables aussi de le faire avec leurs babasses. L'intérêt de cette méthode est de permettre une évaluation **rapide** avec une précision acceptable.

Le tableau 2 fonctionne de la même façon, mais avec des rapports de tension, $20 \cdot \log x$.

Les deux tableaux sont utilisables aussi pour des rapports inférieurs à 1 ; il s'agit alors d'atténuations et de nombres de décibels négatifs. Dans ces cas, il faut d'abord calculer l'inverse du rapport. Nous voulons exprimer en décibels une amplification de 0,5. Calculons l'inverse du rapport :

$$A = \frac{1}{0,5} = 2$$

Nous trouvons dans le tableau 1 la valeur 1995262315, très proche de 2000000000. La ligne correspondante est celle de 3 dB, notre amplification est donc de -3 dB. Le signe - indique que le rapport est inférieur à 1 et qu'il s'agit d'une atténuation.

Encore un tour en marche arrière : soit une atténuation de 32 dB (ou une amplification de -32 dB). Nous trouvons 1584893192 sur la ligne 2 dB, la virgule se place selon la colonne 30 dB. Le rapport est donc de : $1/1584,893192$, ou 0,00063. L'expression -32 dB désigne la même chose plus simplement.

tout redevient simple

Revenons à la ligne téléphonique du début, qui atténue le signal de 60% par kilomètre. Le rapport entre la puissance injectée et la puissance restituée est de :

$$\frac{P_{\text{sortie}}}{P_{\text{entrée}}} = \frac{40}{100} = 0,4$$

L'inverse du rapport est : $1/0,4 = 2,5$; en décibels : -4 dB. Nous pouvons donc dire que l'atténuation de la ligne est de 4 dB par kilomètre. C'est d'ailleurs dans ces termes que le fabricant donne les caractéristiques de son produit. Reprenons le calcul pour la ligne de trois kilomètres :

$-4 \text{ dB} \cdot 3 = -12 \text{ dB}$. Voilà qui est fort simple. Qu'en est-il du gain de l'amplificateur qui devra compenser cette atténuation pour rendre au signal sa puissance initiale ? Le niveau recherché en sortie de l'amplificateur est de 0 dB, puisque 0 dB désigne le rapport 1, l'égalité entre les deux grandeurs. Le gain de l'amplificateur doit donc être de +12 dB.

Un petit retour au tableau 1 nous permet de savoir que le gain correspondant à 12 dB est de 15,84893192. Tout cela sans calculette ni règle à calcul. Nous ne nous sommes jamais préoccupés des rapports ni des pourcentages, pas plus que nous n'avons eu

Tableau 1. $\text{dB} = 10 \cdot \log \frac{P_2}{P_1}$

dB	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	2	5	8	9	2	5	4	1	9
2	1	5	8	4	8	9	3	1	9	2
3	1	9	9	5	2	6	2	3	1	5
4	2	5	1	1	8	8	6	4	3	2
5	3	1	6	2	2	7	7	6	6	0
6	3	9	8	1	0	7	1	7	0	6
7	5	0	1	1	8	7	2	3	3	6
8	6	3	0	9	5	7	3	4	4	5
9	7	9	4	3	2	8	2	5	4	7

à effectuer de multiplication ni de division.

Les fabricants de câbles les caractérisent par une atténuation en décibels, tout comme les constructeurs des amplificateurs dotent les potentiomètres de réglage du gain d'une graduation en décibels.

Ces décibels particuliers désignent le rapport entre la grandeur à mesurer et un grandeur de référence selon la formule :

$$\text{dB}_{\text{réf}} = 10 \cdot \log \frac{P}{P_{\text{réf}}}$$

L'abréviation dB (décibel ordinaire ou relatif) est augmentée d'une annotation *réf* qui indique quelle est la grandeur qui sert de référence. Il peut s'agir du milliwatt (dBm), aussi bien que du milliwatt par mètre-carré du décibel acoustique (dBA).

Le calcul avec ces unités de mesure revient toujours au calcul de décibels ordinaires. Supposons que nous voulons obtenir 2 mW en sortie d'un amplificateur qui reçoit 1 mW en entrée. Le niveau d'entrée est de 0 dBm, il s'agit du niveau de référence. Le ni-

les autres décibels

Puisque le décibel caractérise un rapport entre deux puissances, il pourrait devenir une unité de mesure si le dénominateur (le terme qui se trouve sous la barre de fraction) avait toujours la même valeur. C'est ainsi que sont apparues les définitions de différents décibels, chacun affecté à la **mesure** de grandeurs particulières, et non plus à la désignation d'un **rapport**.

Tableau 2. $\text{dB} = 20 \cdot \log \frac{U_2}{U_1}$

dB	0	20	40	60	80	100
0	1	0	0	0	0	0
1	1	1	2	2	0	2
2	1	2	5	8	9	3
3	1	4	1	2	5	4
4	1	5	8	4	8	9
5	1	7	7	8	2	8
6	1	9	9	5	2	6
7	2	2	3	8	7	2
8	2	5	1	1	8	9
9	2	8	1	8	3	8
10	3	1	6	2	2	8
11	3	5	4	8	1	3
12	3	9	8	1	0	7
13	4	4	6	6	8	4
14	5	0	1	1	8	7
15	5	6	2	3	4	1
16	6	3	0	9	5	7
17	7	0	7	9	4	6
18	7	9	4	3	2	8
19	8	9	1	2	5	1

logarithmes et puissances

Il est inévitable de faire référence à la notion de puissance si l'on parle de logarithme. L'un et l'autre sont liés directement. Les logarithmes furent introduits par Michaël Stifel (1486-1567) et Sir John Napier (1550-1617).

Nous commencerons par un petit rappel de la notion de puissance, qui nous est déjà familière par les kilohms ou les mégahertz.

les grands nombres et les puissances de 10

Nous avons l'habitude de remplacer les nombres très grands et très petits par des puissances de 10. Par exemple, 300000 peut s'écrire $3 \cdot 10^5$. Le chiffre 5 indique que le nombre correspondant est le produit de 5 facteurs égaux à 10 : $3 \cdot 10 \cdot 10 \cdot 10 \cdot 10 \cdot 10 = 100000 \cdot 3$. Ce chiffre 5 est l'**exposant**, il correspond au nombre de zéros pour les puissances de 10. Non seulement la notation est abrégée et les risques d'erreur diminués, mais le calcul des produits de grands nombres est simplifié.

Les très petits nombres se prêtent aussi à ce mode de notation. Dans ce cas, l'exposant est **négatif**. Le signe - devant l'exposant indique que la puissance de 10 se trouve au dénominateur de la fraction. Exemple :

$$0,001 = \frac{1}{1000} = \frac{1}{10^3} = 10^{-3}$$

Nous écrivons $3,2 \cdot 10^{-3}$ au lieu de 0,0032.

Les multiplications et divisions, et la manipulation des zéros et des virgules, se trouvent remplacées par des additions et des soustractions d'exposants. Soit à calculer :

$$\frac{3650.000.000 \times 0,00032}{78600}$$

Sans machine à calculer, ce n'est pas de la tarte. Pourtant un calcul de ce genre se présente fréquemment quand il s'agit, par exemple de mégohms et de microfarads.

Traduisons tout cela en puissances de 10 :

$$(3,65 \cdot 10^9 \times 3,2 \cdot 10^{-4}) / 7,86 \cdot 10^4$$

ce qui peut s'écrire :

$$(3,65 \times 3,2 / 7,86) \times (10^9 \times 10^{-4} / 10^4)$$

Les puissances de 10 peuvent être additionnées et soustraites :

$$(10^9 \times 10^{-4} / 10^4) = 10^{(9-4-4)} = 10^1$$

Le facteur 10^1 est égal à 10, donc notre calcul de résume à : $3,65 \times 3,2 / 7,86 \times 10$

Plus de quoi se prendre les pieds dans la suite de zéros, avec ou sans machine à calculer.

Nous avons vu le cas particulier de 10^1 (10 à la puissance 1). Il en reste un autre, celui de 10^0 (10 à la puissance zéro). Quelle que soit la base, l'exposant zéro indique un nombre égal à 1. Ainsi $2^0 = 10^0 = 1$.

de la puissance au logarithme

Après ces exposants positifs, nuls ou négatifs, vous vous attendez à en trouver qui ne soient pas des nombres entiers ? Gagné ! Ce sont les logarithmes. Par exemple 2 peut s'écrire $10^{0,301}$. Le nombre 20 s'écrira alors $10^{1,301}$. L'exposant 1,301 est obtenu par addition de 1, logarithme de 10, et de 0,301, logarithme de 2. Autrement dit, le logarithme d'un produit est la somme des logarithmes des facteurs. Inversement, le logarithme d'un quotient est la différence entre le logarithme du dividende et celui du diviseur.

Nous avons déjà utilisé des logarithmes sans le savoir : le logarithme n'est autre que l'exposant des puissances de 10 que nous avons considérées jusqu'ici. Il s'agissait alors de nombres entiers, correspondant à un nombre entier de facteurs égaux à 10. Ce n'est guère plus compliqué avec des nombres décimaux.

Exemple : exprimer $10^{5,7}$.

Le calcul peut se faire mentalement. L'exposant 5,7 est égal à $6 - 0,3$. Comme nous savons que $10^6 = 1000000$, que $10^{0,3} = 2$, nous reconstituons le nombre $10^{(6-0,3)} = 1000000/2 = 500000$.

logarithme et machine à calculer

Les machines courantes, quand elles disposent d'une fonction logarithme, demandent simplement une pression sur la touche « log » après l'entrée du nombre. Attention tout de même, le logarithme dont nous venons de parler est le logarithme décimal, ou « vulgaire ». Il en existe un autre, dit logarithme naturel ou népérien (du nom de son inventeur, M. Neper), repéré par **Log** ou **Ln** au lieu de **log** ou **log₁₀**. La base du logarithme naturel n'est pas 10, mais **e** = 2,718281828... Le logarithme naturel de 10 est 2,302... Le logarithme décimal de e est 0,4343. Voilà qui doit permettre aux plus matheux de trouver sans peine la méthode de calcul du logarithme décimal d'un nombre quand on connaît son logarithme népérien. C'est utile avec le langage *basic* de bon nombre d'ordinateurs, qui ne connaissent que le logarithme népérien, ou avec les gens des P.T.T., qui ne travaillent pas en décibels mais en népers.

Avant de raccrocher, un moyen mnémotechnique en forme de blague pour les matheux de votre entourage : « on a téléphoné pour toi, il faudrait que tu rappelles M. Neper au 27 18 28 18 ».

Tableau 3

Référence	Notation
1 mW	dBm
1 W	dBW
1 kW	dBkW
puissance de porteuse	dBc
1 μ V	dB μ V
1 mV	dBmV
1 V	dBV
pression acoustique	dBA

veau de sortie est de 3 dBm, puisque le rapport est de 2. Le gain de l'amplificateur, quant à lui, continue de s'exprimer en décibels « ordinaires », 3 dB, car il ne s'agit plus alors d'unités de mesure, mais à nouveau de la relation entre l'entrée et la sortie.

Transcrivons ces considérations en une formule :

$$A = 10 \cdot \log \frac{P_{\text{sortie}}}{P_{\text{réf}}} - 10 \cdot \log \frac{P_{\text{entrée}}}{P_{\text{réf}}} = 10 \cdot \log \frac{P_{\text{sortie}}}{P_{\text{entrée}}}$$

Puisque les mathématiciens sont d'accord, arrêtons-nous là. Ces généralités doivent suffire à la compréhension des articles habituels d'elex. Les lecteurs les plus curieux pourront de reporter avec profit à des ouvrages spécialisés.

encore des décibels

L'utilisation des décibels s'est étendue à d'autres branches d'activité que la téléphonie. Le tableau 3 indique quelques définitions d'**unités de mesure** courantes. Elle sont utilisées en électrotechnique, ou en radio-télévision, ou en acoustique. L'acoustique est le domaine le plus connu, avec le dBA, qui sert à chiffrer aussi bien l'acuité auditive que le rendement des enceintes acoustiques en dB par watt. Le niveau de référence du dBA est variable en fonction de la fréquence du son, car l'oreille n'a pas une réponse uniforme sur tout le spectre audible. Personne n'est parfait.

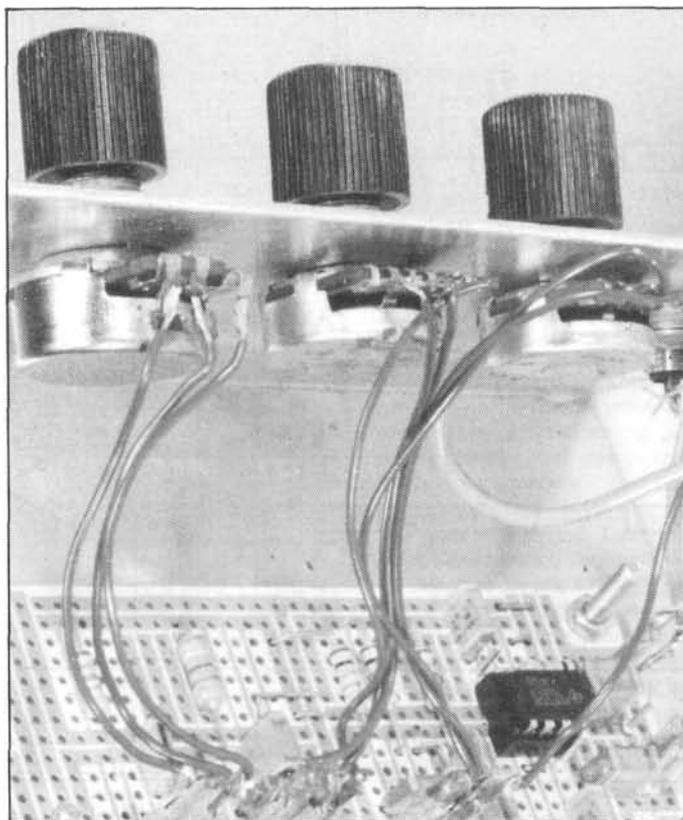
Loin de nous, non-violents que nous sommes, l'idée d'administrer une correction à quiconque, même si certains en méritent parfois. Il s'agit seulement de modifier la courbe de réponse d'un amplificateur. Modestes, nous n'appellerons pas non plus notre correcteur « égaliseur à trois bandes de fréquence ». C'est pourtant de cela qu'il s'agit. Même à l'époque du disque à lecture par laser, on peut avoir de bonnes raisons de vouloir modifier le son rendu par une chaîne acoustique, surtout si elle n'est pas vraiment « HiFi ».

Une modification de la courbe de réponse peut compenser, par exemple, la faiblesse dans le grave

triple correcteur



d'une enceinte de petites dimensions. C'est très utile de nos jours pour écouter la « house music » ou le « disco », qui n'existeraient pas sans les boîtes à rythme ou les batteries. Non pas que la batterie, ou les percussions en général, soient des instruments nouveaux. Simplement, d'instruments d'accompagnement qu'ils étaient, destinés à ponctuer une mélodie, à parler quand les autres se taisent, ils sont devenus les seuls instruments de la « formation » et n'ont plus de mélodie à ponctuer. Nous voilà donc bien ennuyés pour écouter du disco avec de petites enceintes qui rendent mal les graves. La solution consiste à augmenter le volume relatif des graves. De même, la courbe de sensibilité de l'oreille d'un ancien pilote de chasse présente un trou vers 4000 Hz. Il peut actionner la commande de réglage du médium pour rendre le spectre audible par son oreille.



décibel courbes

La figure 1 présente une illustration de l'effet d'un correcteur de tonalité à trois bandes. Les divisions de l'axe horizontal sont logarithmiques, ce qui est fréquent quand il s'agit de phénomènes physiologiques. Les graduations de l'axe vertical en décibels sont de fausses divisions linéaires car le décibel obéit lui aussi à une loi logarithmique. L'axe horizontal représente la fréquence du signal, l'axe vertical représente l'amplitude relative du signal de sortie. Le signal d'entrée sert de référence, son niveau est donc de zéro décibel.

La courbe n°1, une droite ou courbe plate, représente la réponse du correcteur lorsque les trois potentiomètres sont en position médiane. Toutes les fréquences de 30 Hz à 30 kHz sont transmises sans amplification ni atténuation.

La courbe n°2 est obtenue quand le potentiomètre du registre grave et celui du

de tonalité

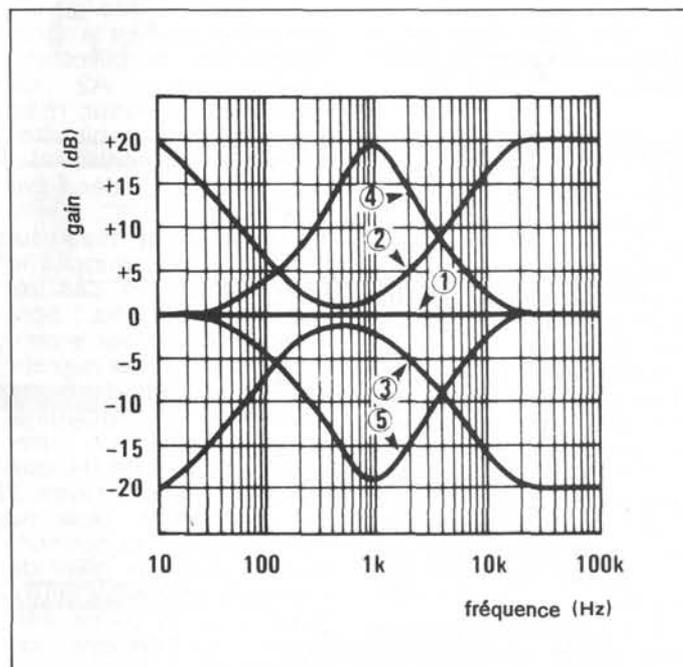


Figure 1 - Ces cinq courbes de réponse rendent compte de l'effet des trois potentiomètres.

- 1 - Les trois en position médiane
- 2 - Grave et aigu à fond
- 3 - Grave et aigu à zéro
- 4 - Médium à fond, grave et aigu au milieu
- 5 - Médium à zéro, grave et aigu au milieu

Toutes les combinaisons intermédiaires sont possibles.

registre aigu sont tournés à fond à droite. Les fréquences les plus hautes, de même que les plus basses, sont beaucoup plus amplifiées que les fréquences moyennes.

La courbe n°3 représente la restitution du spectre audible avec les potentiomètres de grave et d'aigu tournés tous les deux à fond à gauche.

Beaucoup d'amplificateurs disposent d'un réglage des graves et des aigus, ce qui permet d'obtenir ces courbes. Notre correcteur de tonalité comporte, en plus, un réglage du médium. Son effet est visible sur les courbes 4 et 5. La courbe n°4 est obtenue avec le potentiomètre de médium tourné à fond à droite ; la courbe n°5 avec ce même potentiomètre tourné à fond à gauche.

Dans tous ces exemples de courbe de réponse, l'effet de la correction est maximal pour une bande donnée de la plage des

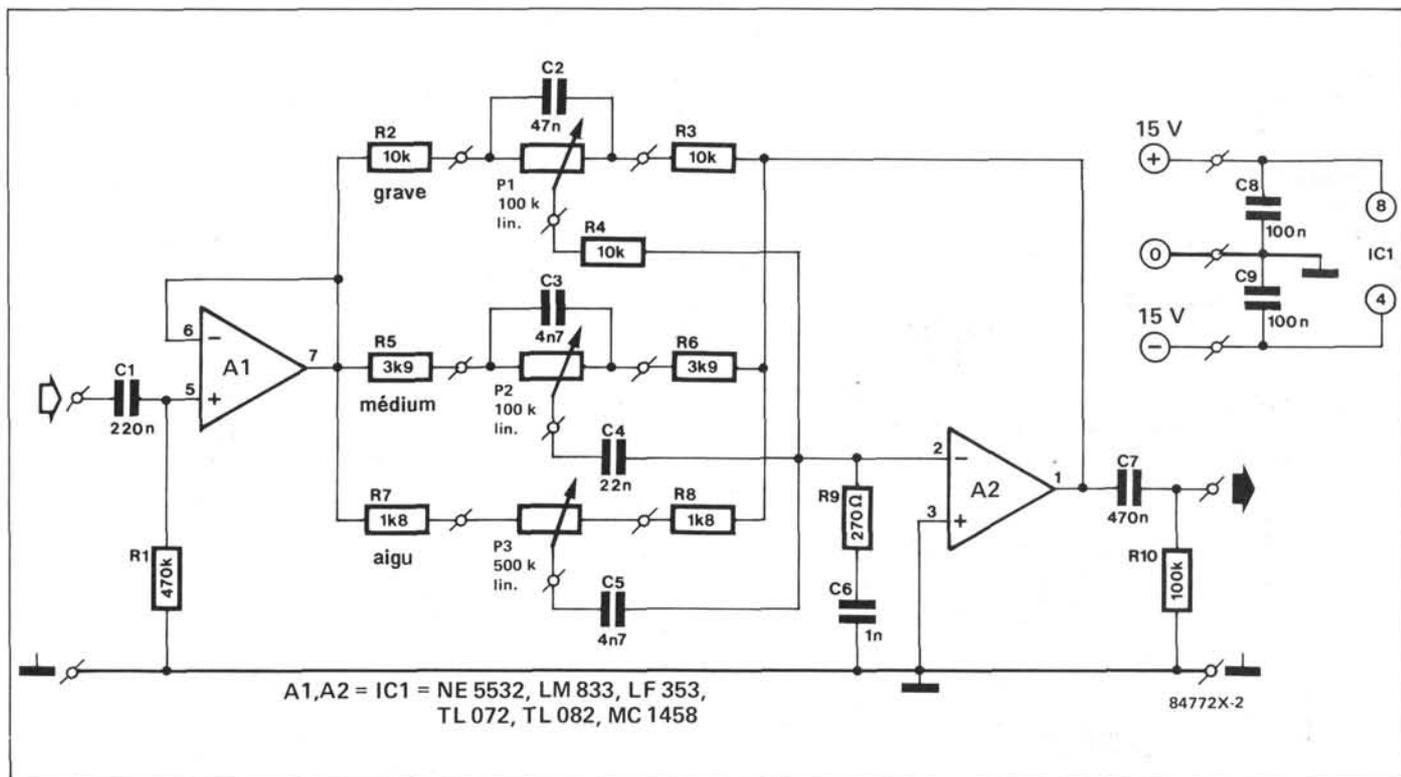


Figure 2 - Le correcteur de tonalité est réalisé avec trois filtres insérés dans la boucle de contre réaction d'un amplificateur opérationnel. Chacun des trois potentiomètres détermine le gain pour une bande de fréquence.

fréquences transmises, et négligeable ou nul pour les autres. L'utilisation de ce réglage de tonalité ne se limite pas aux cas un peu particuliers cités au début. Il permet par exemple de supprimer en partie le souffle d'une bande magnétique mal enregistrée ou qui aurait mal vieilli. Cette suppression du souffle se fait au détriment des fréquences élevées qui mériteraient d'être entendues. Hélas il faut choisir : écouter tout le message avec le souffle, ou bien se débarrasser du souffle mais sacrifier une partie du message.

L'accentuation des graves permet de « meubler » des enregistrements sur cassette un peu pauvres. Le réglage du médium permet de faire ressortir les voix, dont la fréquence se situe dans la plage de 300 à 3000 Hz (c'est justement la bande dont la transmission est garantie par le téléphone).

le correcteur

Les corrections de tonalité représentées sur les courbes sont obtenues au moyen d'un correcteur dit **actif**. Les filtres que nous avons déjà rencontrés étaient de type **passif** ;

c'est-à-dire qu'ils atténuent le signal en fonction de sa fréquence. Les filtres actifs comportent un ou plusieurs amplificateurs qui permettent aussi bien d'atténuer le signal (- x dB) que de l'amplifier (+ x dB) ou de le transmettre tel quel (0 dB). Le taux de distorsion introduit par un filtre actif reste négligeable du fait de la contre réaction.

suiveur

C'est le moment de se pencher sur le schéma de la **figure 2**. Pour bien comprendre son fonctionnement, il suffit de le couper en morceaux, et d'écarter ceux qui nous sont déjà familiers. C'est le cas de l'amplificateur opérationnel monté en **suiveur**. Si la mémoire ne nous fait pas défaut, nous savons que ce montage présente une forte impédance d'entrée, une faible impédance de sortie et un gain unitaire.

Il joue le rôle de tampon en empêchant les circuits qui le suivent de charger la source de signal, d'y prélever de l'énergie, ce qui ne manquerait pas de déformer le signal.

découplage

La liaison à la source de signal se fait par C1, dont le

rôle est de bloquer toute composante continue qui pourrait se trouver superposée au signal audio. Nous retrouvons donc en sortie de l'amplificateur A1 la composante alternative du signal d'entrée, avec la même amplitude qu'à l'entrée.

La véritable entrée du circuit correcteur est la sortie du premier amplificateur. L'amplificateur A2 est monté en **inverseur**, mais les résistances habituelles du circuit de contre-réaction sont remplacées par trois réseaux RC. Commençons par le réseau supérieur, celui qui inclut le potentiomètre P1. Les fréquences élevées sont court-circuitées par le condensateur C2. Le curseur de P1 ne peut donc envoyer à l'entrée du deuxième amplificateur, par l'intermédiaire de R4, que des fréquences graves. Il en transmettra plus ou moins suivant sa position, réglant ainsi le gain de l'amplificateur, mais seulement pour la partie inférieure du spectre de fréquence.

Le potentiomètre P3 voit à ses bornes la totalité du spectre, mais ne peut transmettre à l'entrée de l'amplificateur que les fréquences hautes puisque la liaison passe par le con-

densateur C5, qui bloque le continu et les fréquences basses.

Nous voici en présence de deux filtres, un passe-bas pour les graves, un passe-haut pour les aigus. Reste à examiner la troisième voie, celle des fréquences moyennes ou médium. Le filtre correspondant comporte un condensateur (C3) qui court-circuite en partie les aigus, car sa valeur est inférieure à celle de C2 (de la voie grave). Le condensateur C4 coupe une partie des graves, car sa valeur est supérieure à celle de C5 (de la voie aigu). Ce filtre qui coupe en partie les aigus et en partie les graves est un filtre passe-bande, il passe la bande moyenne.

le calcul des fréquences de coupure

Le calcul des fréquences de coupure demande de longs développements mathématiques qui n'ont pas leur place ici. Nous nous contentons de faire confiance aux techniciens de notre labo. D'autant plus que le montage utilisé est du type **Baxandall**, du nom de son inventeur, et qu'il est connu depuis 1952.

défense d'entrer

Le réseau série R9/C6, monté en parallèle sur

l'entrée de l'amplificateur A2 lui interdit d'entrer en oscillation en présence de signaux à fréquence élevée.

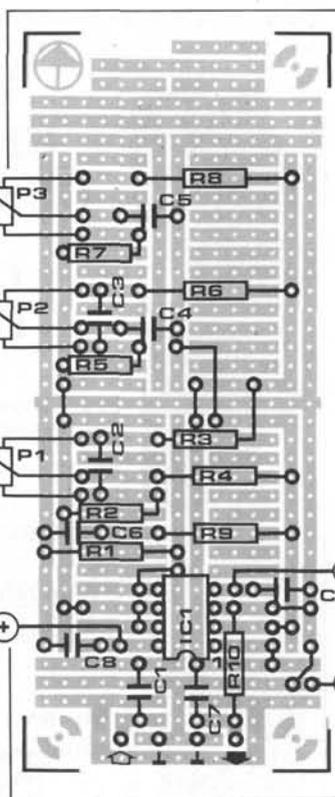
la construction

La construction se fera sur une platine de format 1. Le câblage de la platine ne pose aucun problème particulier. Le seul point qui demande une attention spéciale est le raccordement des potentiomètres. Comme il est rarement possible de les monter sur la platine -ce qui est l'idéal- il faut les connecter par du câble blindé, soit trois câbles distincts, soit du câble à quatre conducteurs. Dans tous les cas, le blindage et les fils inutilisés seront reliés à la masse à **une seule extrémité**, du côté de la platine.

Les connexions d'entrée et de sortie se font aussi avec du câble blindé.

l'installation

L'alimentation doit être symétrique : ± 15 V. Si vous ne trouvez pas de



liste des composants

- R1 = 470 k Ω
- R2,R3,R4 = 10 k Ω
- R5,R6 = 3,9 k Ω
- R7,R8 = 1,8 k Ω
- R9 = 270 Ω
- R10 = 100 k Ω
- P1,P2,P3 = 100 k Ω pot.li-néaire
- C1 = 220 nF
- C2 = 47 nF

- C3,C5 = 4,7nF
- C4 = 22 nF
- C6 = 1 nF
- C7 = 470 nF
- C8,C9 = 100 nF
- IC1 = TLO72 (NE 5532, LM 833, LF 353, TL 082, MC 1458)
- 1 platine d'expérimentation de format 1

Figure 3 - Les connexions longues seront blindées sous peine de ronflements et bruits divers. Les amplificateurs proposés dans la liste des composants offrent des caractéristiques différentes à des prix différents. Les meilleurs sont sans conteste le NE 5532 et le LM 833 qui présentent une grande bande passante et une faible souffle ; ils sont chers, hélas ! Le MC 1458 est très bon marché, mais ses caractéristiques ne sont que moyennes. Le bon compromis est le TL 082 ou TL 072.

source convenable dans l'amplificateur, il suffit de construire une petite alimentation standard comme celles qui sont décrites dans *elx* n°12. Il est bien entendu que le correcteur de tonalité n'est

pas un amplificateur. Vous ne pouvez pas brancher un microphone à l'entrée et des haut-parleurs à la sortie. Il faut l'intercaler entre un préamplificateur et un amplificateur de puissance. Le préamplificateur

peut être celui d'un lecteur de cassette ou de disque compact. Sur une chaîne HiFi, vous pouvez le connecter entre la sortie magnétophone et une entrée auxiliaire par exemple. Dans cas d'un montage stéréo, il faut câbler deux platines et utiliser des potentiomètres doubles.

Quelle que soit l'utilisation, la masse du circuit correcteur est reliée à la masse commune à l'alimentation de la source de signaux et à celle de l'amplificateur de puissance. Ces liaisons de masse sont le plus souvent réalisées en étoile sur un point unique.

84772

COMPO PYRENEES

ELECTRONIQUE INFORMATIQUE

302, rue des Pyrénées "métro Pyrénées" 75020 PARIS. Tél: (1) 43.49.32.30
ouvert du Lundi au Samedi de 9 h à 19 h 30 - Conditions SPECIALES aux administrations, industries, écoles, etc...

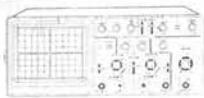
VENTE PAR CORRESPONDANCE minimum 50 F

(1 kg = + 25 F de port de 1 à 3 kg = + 38 F de port)
France métropolitaine
Détaxe à l'exportation

LOT D'OUTILLAGE

- 1 pince plate
 - 1 pince tournevis testeur
 - 1 pince plate bec long
 - 6 tournevis de précision
 - 1 pince coupante
- PRIX : 99 F

OSCILLOSCOPE



2 x 20 MHz
Sensibilité : 1 MV/DIV
Entrée : 1 MG. Entrée max : 400 V(DC.AC).
PRIX : 2850 F

TELECOMMANDE

Telecommande compatible toutes marques. Visa à 289 F TTC

TELECOQUE

Etui de protection caoutchouc pour télécommande (40 marques disponibles). PRIX : 85 F

LOT INITIATION AU CIRCUIT IMPRIME

1 Epoxy présensibilisé SF 100/160 CIF + 1/2 litre de perchlorure de fer + 1 feuille de transfert mécanorma (filets) + 1 feuille de transfert mécanorma (pastille) + 1 sachet pour 1 litre de révélateur positif + 1 stylo marqueur + 1 notice d'initiation à la réalisation de circuit imprimé + mini perceuse + 2 clés + 2 membranes + 2 forêts de 0,8 mm et 1 de 1,2 mm. Le lot : 199 F

CONNECTIQUE

- Câble imprimante parallèle et série 2 mètres 69 F
- Câble Centronics 36 mm 75 F
- Câble série et parallèle M/M M/F 69 F
- DATA switch manuel série ou parallèle 2 voies 382 F
- DATA switch manuel série ou parallèle 4 voies 505 F
- DATA switch automatique Centronics 2 v. 890 F

ACCESSOIRES INFORMATIQUES

- Boîte de rangement 40 disquettes 3 1/2" avec serrure 55 F
- Boîte de rang. 80 disquettes 3 1/2" avec serrure ... 69 F
- Boîte de rang. 100 disquettes 5 1/4" avec serrure 89 F

Rubans tous types d'imprimante en DISPO

DISQUETTES NASHUA FUJI MAXELL
Toute la gamme disponible en 3 P, 3 1/2 P, 5 1/4 P, 8 P

Disquette 5 1/4" neutre double face double densité l'unité 2,50 F par 30 pièces

BOITIERS et COFFRETS PLASTIQUES

- Boîtier 87 x 58 x 25 avec support pile 9 V et CI couvercle clipsé 9 F
 - Coffret 100 x 70 x 30. Spécial écoles avec visserie 12 F
- Large gamme en disponibilité. Tous coloris. Plus autres Dimensions.

S.T.C.E.

VENTE EN GROS exclusivement S.T.C.E.

Tél. : (1) 47.91.41.41

Télex : 630 255

Fax : 47.90.97.25

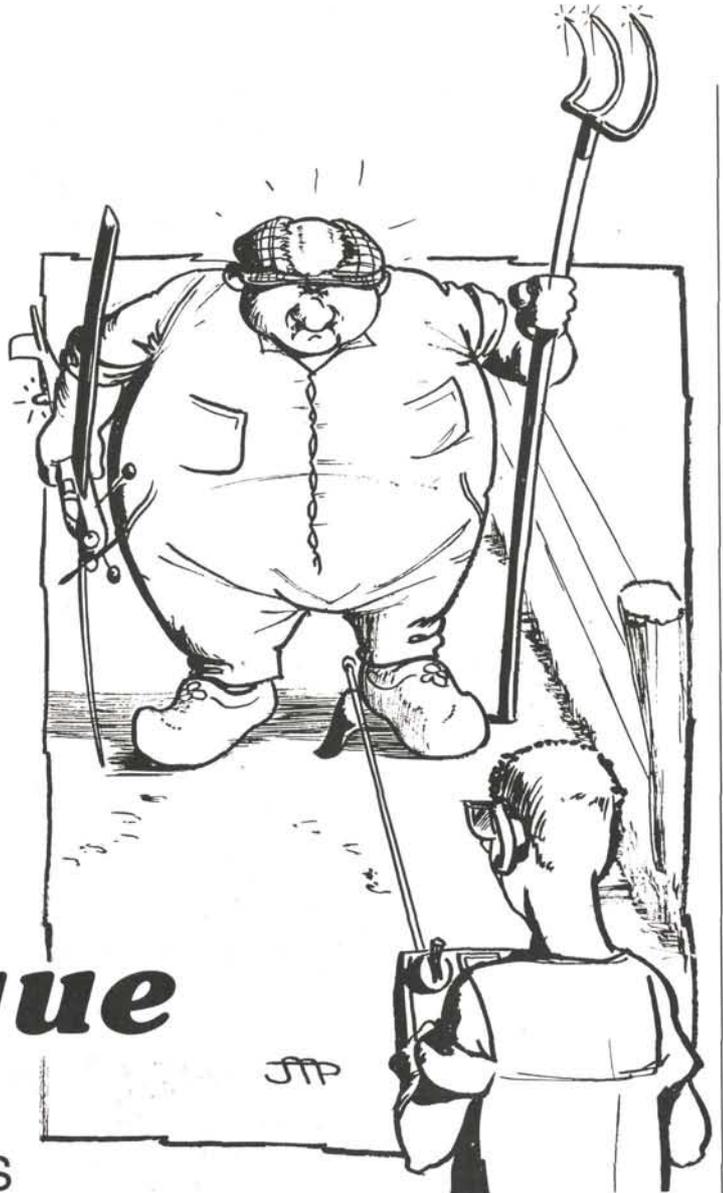
+ service programmation mémoires

PLUS DE 150 COMPOSANTS EN PROMOTION CHAQUE MOIS

CI Linéaires	QUARTZ	Zeners BZX55C
LF351 8,00	2,4576 MHz 19,50	3,9 V
LF353 6,40	3,2768 MHz 11,00	4,3 V les 5 4,50
LF355 9,10	3,579545 MHz	4,7 V même valeur 6,8 V
LF356 7,90	11,50	Régulateurs TO
LF357 8,20	4 MHz 7,90	220 1 A
LF398 24,90	10 MHz 11,50	5 V, 8 V, 12 V, 15 V l'unité 4,50
LM234 6,00	14,318 MHz 19,00	Transistors
LM239 7,50	16 MHz 14,00	BC337 0,90
LM249 10,00	24 MHz 21,50	BC338 0,90
LM258 5,20	CMOS	BD137 2,90
LM301 4,90	CD4001 1,50	BD138 2,90
LM317 6,20	CD4002 2,00	BU208D 14,00
LM318 12,00	CD4012 2,00	TTL
LM319 11,90	CD4025 2,10	74LS00 1,50
LM323K 18,50	CD4027 3,80	74LS04 1,60
LM324 2,00	CD4035 5,50	74LS10 1,50
LM337 6,40	CD4040 5,00	74LS15 3,50
LM338 60,00	CD4060 4,50	74LS21 5,50
LM339 4,00	CD4066 3,00	74LS22 6,50
LM348 6,00	Mémoires	74LS23 22,00
NE545 32,00	MM2708 50,00	STK7308 58,00
NE555 1,90	MM2716 35,00	JAPONAIS
NE556 4,90	MM2732 32,00	25C1413 29,00
NE5534 12,00	MM2764 39,90	AN7168 32,00
TBA820 7,00	MM27128 45,00	AN5630N 42,00
TBA920M 7,00	MM27256 62,40	AN7311 11,00
TEA2014 12,00	MM27512 127,00	HA12413 13,00
TL061 5,90	68705P3S 85,00	TA7230P 17,00
TL062 6,40	LAR 470ns 13,90	TA7270F 22,00
TL064 5,50	Diodes	STK7308 58,00
TL071 5,00	1N4002	GRAND CHOIX DE KITS TSM
TL072 5,50	les 10 5,90	BF - AUTO - GADGET -
TL081 5,20	1N4003	ALIMENTATION - JEUX DE
TL084 8,50	les 10 5,90	LUMIERE - PREAMPLI - MESURE
TL494 23,00		

Quel plaisir de voir un modèle réduit d'avion exécuter ses tonneaux et ses *loopings*. Quel plaisir que celui du « pilote » qui dirige les évolutions avec maestria, les deux mains sur les manches, les yeux fixés sur la maquette, l'oreille attentive au bruit du moteur. Chandelie, piqué, glissade, dérapage... feuille morte. Non, la feuille morte n'était pas prévue. Tout s'est passé comme si le pilote avait lâché les manches, ou comme si l'émetteur s'était arrêté. Ou bien comme si le récepteur se trouvait hors de portée et que les ordres n'étaient plus transmis aux servo-moteurs. Toujours est-il que l'avion pique maintenant droit vers le sol et qu'il prend du badin.

tre 1 ms et 2 ms (millisecondes). Cette durée est déterminée par la position du manche de commande. Une durée d'impulsion de 1 ms commande la rotation de l'axe de sortie du servo jusqu'à une butée, une durée de 2 ms commande la rotation jusqu'à la butée opposée. La position neutre ou médiane correspond à une durée d'impulsion de 1,5 ms. Les impulsions sont répétées par l'émetteur à une fréquence de 50 Hz (1pp), et le servo-moteur corrige sa position à chaque nouvelle impulsion, soit toutes les 20 ms. Si les impulsions s'arrêtent, le servo reste dans la position correspondant au dernier ordre reçu. L'avion



pilote automatique

circuit anti-pâquerettes

Ce genre de choses arrive, malheureusement. Personne ne peut être sûr d'éviter les parasites, ni de garder son avion dans les limites de la portée de l'émetteur. Il se peut aussi que les accumulateurs de l'émetteur se déchargent trop vite, ou rendent l'âme en cours de vol. Après ce genre de catastrophe, il n'y a guère que la bougie qu'on puisse récupérer à coup sûr. Tout le reste est bon pour la poubelle, et ça fait mal après toutes ces heures de travail minutieux. Ne restez pas là à pleurer, construisez plutôt un autre avion, mais cette fois-ci équipez-le d'un pilote automatique, qui pourra au moins limiter les dégâts en cas de panne de transmission.

peut donc aussi bien continuer une montée en chandelle jusqu'au décrochage, ou continuer son piqué, que partir pour un tour du monde par le pôle s'il a assez de carburant.

ne me quitte pas...

L'installation du pilote automatique selon la **figure 2** permet d'éviter ces catastrophes. Les parties encadrées en pointillés sont déjà à bord de l'avion, les deux autres sont à rajouter.

Le montage comporte deux parties; un multivibrateur astable et une porte **ou**. Tant que le récepteur délivre des impulsions, la porte ou les transmet inchangées au servo mo-

teur. Dans le même temps, le multivibrateur se trouve bloqué au repos, sa sortie à zéro. Si le train d'impulsions vient à s'interrompre, le multivibrateur commence son travail, qui consiste à fabriquer des impulsions de remplacement. Ces impulsions ont une durée réglable entre 1 ms et 2 ms, avec un temps de pause de 19 ms(1pp); elles sont transmises au servo et lui assignent donc une position déterminée à l'avant-

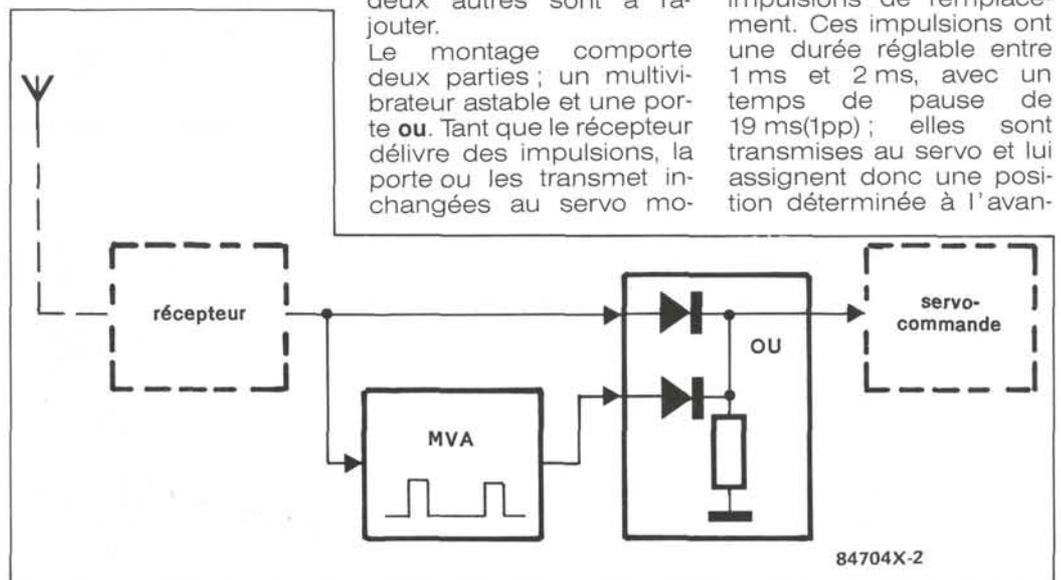


Figure 2 - Les parties encadrées en pointillé font partie de toute installation de radio-commande. Les autres représentent le prix de la sécurité; modique, disons-le.

un peu de théorie

En temps normal, les servos reçoivent leurs ordres sous la forme d'impulsions de durée variable en-

ce. Vous pouvez déterminer ainsi, par exemple, le régime du moteur et la pente de descente en cas de défaut de liaison radio. C'est bien ce que vous vouliez ? Voyons maintenant comment fonctionne le circuit.

six d'un coup

Six d'un coup, c'était le sous-titre qui annonçait la description d'un circuit intégré comportant six inverseurs logiques à *trigger de Schmitt*, le CD 40106 ou CD 14584 ou 74C14. C'est encore lui qui va nous servir dans le montage de la **figure 1**. Chacun des six inverseurs a un rôle dans le montage, comme nous allons le voir.

Le réseau d'entrée R1/D1/D2 est prévu pour éviter la destruction du circuit intégré par des tensions statiques excessives. Si une tension supérieure à la tension

d'alimentation positive vient à être appliquée à l'entrée, elle est court-circuitée à la borne positive par la diode D1, de sorte que la chute de tension à travers R1 limite l'excursion de tension à un seuil de diode (0,7 V) au-dessus de la tension d'alimentation du circuit. À l'opposé, si la borne d'entrée est soumise à une tension négative, l'amplitude sera limitée à -0,7 V. Des tensions de cette grandeur sont sans danger pour le circuit intégré.

Ces précautions étant prises, examinons le fonctionnement normal du circuit. Les impulsions délivrées par le récepteur de radio-commande prennent le niveau logique 1. Les portes N1, N2, la diode D4 et les portes N5 et N6 transmettent ce niveau 1 à la sortie, et donc au servomoteur, sans autre forme de procès. Les inversions successives, en nombre pair, donnent un signal de

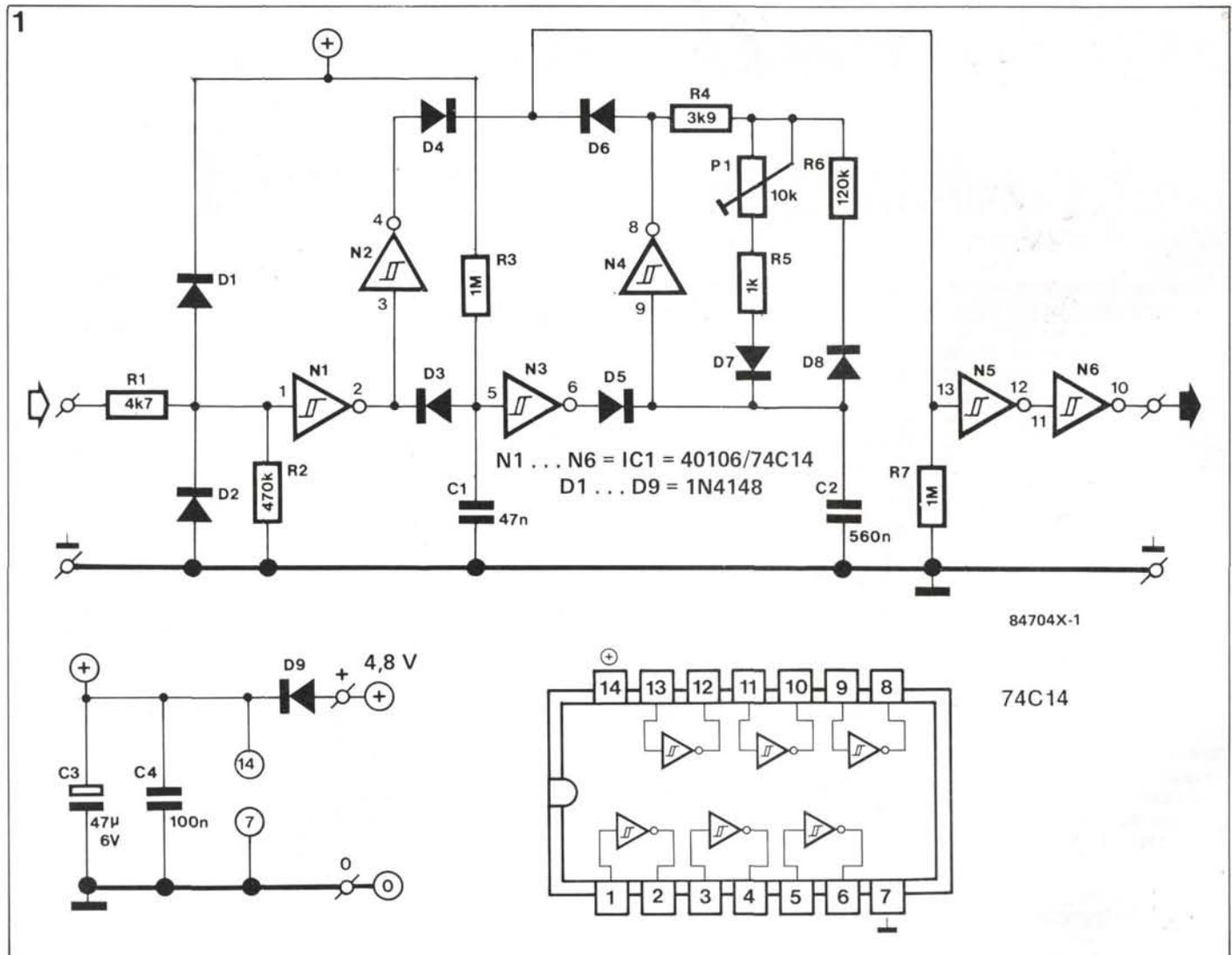
sortie de même sens que le signal d'entrée. Le niveau 1 de l'entrée de N1 se trouve inversé à la sortie, le niveau zéro de l'entrée de N2 donne un niveau 1 à l'entrée de N5, un niveau 0 à sa sortie, et pour finir un niveau 1 à la sortie de N6.

Le circuit ou est constitué par D4, D6 et R7. Il laisse passer vers l'entrée de N5 (broche 13) les impulsions provenant de N2 ou de N4. Ces inversions successives ne sont pas gratuites. La première inversion, par N1, permet d'appliquer un niveau bas, ou zéro, à l'entrée de N3. Simultanément, et donc à chaque fois que le récepteur donne une impulsion, le condensateur C1 se décharge à travers la diode D3. Avant que le condensateur se soit rechargé par R3, l'impulsion suivante aura ramené sa tension à zéro. Autrement dit, tant que des impulsions se présentent, l'entrée de N3 ne pas-

se pas au niveau logique 1. Conséquemment, la sortie de N3 est bloquée à 1, l'entrée de N4 aussi (par D5) et la sortie de N4 reste à zéro. La diode D6, polarisée en inverse pendant les impulsions d'entrée, reste sans effet sur elles.

silence radio

Si le récepteur ne délivre plus d'impulsions, que ce soit dû à une panne du récepteur, à une panne de l'émetteur, à des parasites ou à toute autre cause, le travail du pilote automatique commence. La sortie de N1 reste au niveau logique 1, ce qui permet au condensateur C1 de se charger à travers R3. Dès que N3 voit sur C1 une tension supérieure à son seuil, sa sortie passe à zéro. Le multivibrateur construit autour de N4 est débloqué et peut commencer à produire ses impulsions.



Le condensateur C2, qui était maintenu chargé jusque là par le niveau 1 en sortie de N1, se décharge à travers D8, R6 et R4. Quand la tension sur C2 passe en dessous du seuil de N4, la sortie de cet inverseur passe à 1. Ce niveau 1 est transmis à la sortie par la diode D6 (qui fait partie de la porte ou), N5 et N6. Comme la sortie de N4 est au niveau 1, le condensateur C2 se charge à travers D7, R4, R5 et P1. Quand la tension sur le condensateur aura atteint le seuil de N4, la sortie repassera à zéro, ce qui marquera la fin de l'impulsion et le début de la décharge de C2. Revoilà donc un multivibrateur instable comme nous en avons déjà vu plusieurs. La particularité de celui-ci est de produire des temps de pause et d'impulsion inégaux.

liberté inégalité

La durée de l'impulsion du multivibrateur est fixée par la constante de temps du circuit RC (pour résistance-condensateur et non radio-commande) R4/R5/P1/C2. En effet l'impulsion correspond à la phase de charge de C2, charge qui ne peut se faire qu'à travers R4/R5/P1, puisque D8 est bloquée. Cette durée est brève du fait de la faible valeur des résistances en circuit.

La durée de la pause du multivibrateur est fixée par la constante de temps R4/R6/C2. Dans le cas de la décharge de C2, le courant ne peut passer que par D8, laissant R5 et P1 hors-circuit. Cette durée est (relativement) longue du fait de la forte valeur de R6.

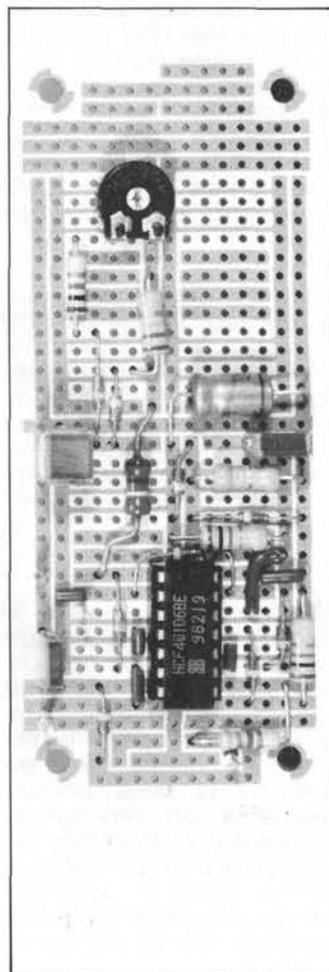
Cette organisation du circuit nous permet donc d'assigner à la pause une durée fixe, déterminée par R4, R6 et C2, cependant que l'impulsion aura une durée variable, déterminée par la valeur du potentiomètre P1.

Les valeurs choisies permettent au multivibrateur de délivrer, aussi longtemps que le récepteur n'envoie pas les signaux, des impulsions de 1,5 ms séparées par des pauses de 19 ms(1pp). La durée exacte des impulsions est réglée par P1 pour donner

au servo-moteur la position convenable pour un atterrissage forcé. Si le servo commande la profondeur, il suffira de mettre l'avion en descente lente ; si c'est la commande de gaz qui est relayée, il faudra la mettre au ralenti.

la construction

Une platine de format 1 permet de loger tous les composants, comme sur la figure 3. Veillez à la qualité de vos soudures et à l'orientation des diodes D1 à D9. Il suffit d'une diode mal orientée pour que le circuit ne fonctionne pas. Si vous utilisez un support pour le circuit intégré, il faut qu'il soit du type « tulipe » car le montage sera soumis à force vibrations qui risqueraient de faire sortir les broches d'un support ordinaire dit « double lyre ». Votre câblage terminé, il faudra vérifier la tenue mécanique de tous les composants, laisser tomber la platine au sol ou la faire cogner sur le bord de l'établi, pour vous assurer que le circuit continuera de fonctionner malgré les chocs qu'il devra encaisser.



ELECTRON-SHOP CLERMONT-FERRAND

20-23, AV. DE LA REPUBLIQUE 63100 CLERMONT-FERRAND

TEL. composants : 73.92.73.11 - TEL. sono, haut-parleur:

73.90.99.93 FAX : 73.90.85.30

Le spécialiste de l'électronique dans la région
10 000 références de composants, haut-parleurs, etc. en stock
QUELQUES EXEMPLES DE PRIX

TRANSISTORS	PROMO-CONNECTIQUE	KITS ELECTRONIQUES
2N1711 3,00	DB09 mâle chassis 3,50	VELLEMAN -PLUS-OK -TSM
2N2222A 1,90	DB09 fem. chassis 4,00	Jokit -STARKIT- KIT PACK
2N2905A 2,90	DB09 capot plast 3,50	150 modèles en stock permanent
2N2907A 2,20	DB09 mâle cable plat.16,00	MESURES
	DB09 fem. cable plat.16,00	GOLDSTAR- BECKMAN
CIRCUITS INTEGRES	DB25 mâle chassis 5,00	MONACOR - ELC
CMOS4017 3,50	DB25 fem. chassis 6,00	OSCILLO GOLDSTAR 7020
CMOS4028 3,50	DB25 capot plast 4,00 3.390
CMOS4060 3,00	JACK mâle 6,35 plast. mono	LIBRAIRIE
CMOS4066 2,30	JACK fem. 6,35 plast. mono	EDITION RADIO
NE555 2,30 3,00	PUBLITRONIC
UA741 3,00		ETSF
MC68705 95,00	COFFRETS	EMISSION-RECEPTION
LM324N 2,50	RETEX-TEKO-IML-ESM	CB PRESIDENT - CB MIDLAND
	IMLD30 40,50	40 CANAUX AM
LIGNES A RETARD		Mini Super Star 40C/AM 540,00
DL470 20,00	REGULATEURS	Antenne MX40 140,00
TDK450NS 29,00	UA 7805/TO220 4,50	HAUT-PARLEUR
	UA 7812/TO220 4,50	MONACOR -GABASSE
QUARTZ	CIRCUIT IMPRIME	VISATON- AUDAX - FOCAL
Q32768 9,00	Plaque Epoxy présensibilisée	DAVIS- RCF etc .
Q4000 9,00	simple face 200 X 300 49,00	Table de mixage
		Jeux de lumières
		Micro et Accessoires
		Supports etc..

LISTE DE PROMOTIONS MENSUELLE SUR DEMANDE !

Pas de catalogue

Possibilité d'expédition au CR +55F

ou chèque à la commande + 25F frais de port

Horaire d'ouverture : du mardi au vendredi de 9H à 12H et de 14H à 19H ;
le samedi de 9H à 12H et de 14H à 18H

Liste des composants

- R1 = 4,7 kΩ
- R2 = 470 kΩ
- R3,R7 = 1 MΩ
- R4 = 3,9 kΩ
- R5 = 1 kΩ
- R6 = 120 kΩ
- P1 = 10 kΩ pot. miniature
- C1 = 47 nF
- C2 = 560 nF
- C3 = 47 μF/6,3 V
- C4 = 100 nF
- D1 à D9 = 1N4148
- IC1 = CD 40106 ou 74C14

divers

- 1 platine d'expérimentation de format 1
- 1 support de circuit intégré à 14 broches
- 5 picots à souder 1,2 mm fil souple

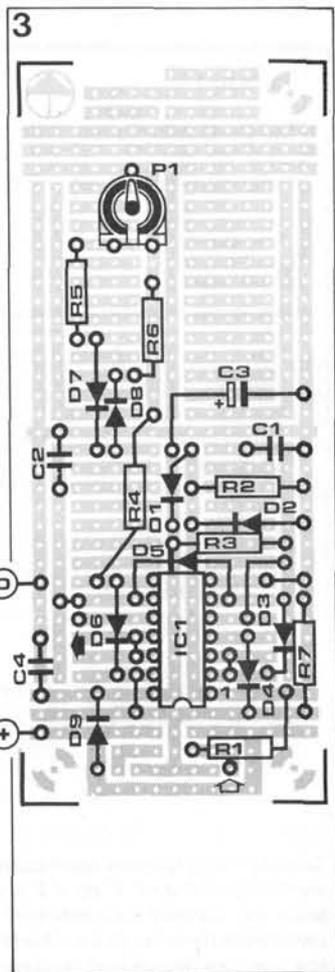


Figure 3 - L'implantation est relativement dense autour du circuit intégré, la vigilance s'impose.

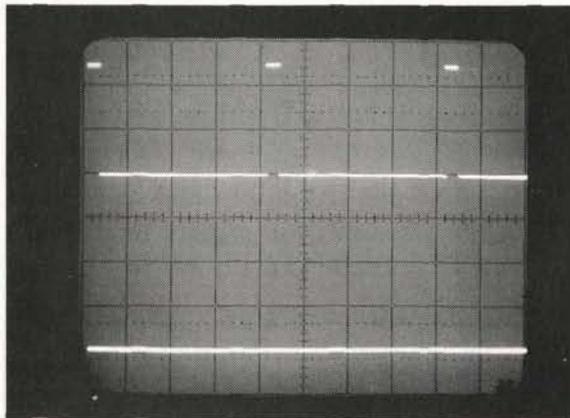


Photo 1 - La broche 8, sortie de N4 et du multivibrateur tout ensemble (trace inférieure), reste au niveau zéro tant que l'entrée (trace supérieure) reçoit des impulsions.

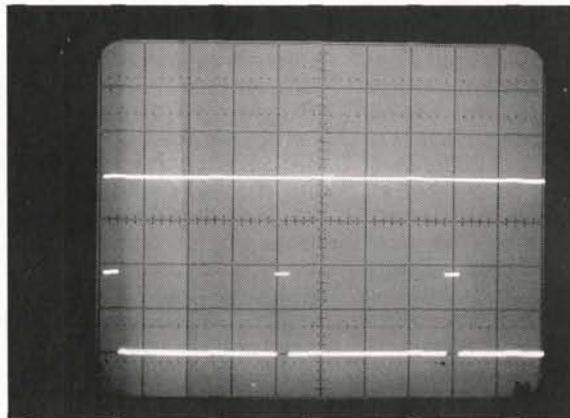


Photo 2 - Dès que le train des impulsions d'entrée s'arrête, le multivibrateur entre en fonction, et envoie des ordres au servomoteur.



le test électrique

Votre circuit une fois câblé et testé mécaniquement, il reste à le tester électriquement, à dégrossir le réglage, puis à le monter dans la maquette. Pour le test électrique, l'alimentation peut être assurée par votre alimentation de laboratoire. Les tensions indiquées dans le **tableau 1** ont été relevées sur un prototype alimenté par une pile de 9 V.

Si vous disposez d'un oscilloscope, reliez la sonde de la première voie à l'entrée du montage, broche 1 du circuit intégré, celle de la deuxième voie à la broche 8. L'entrée est connectée à la sortie du récepteur, et l'ensemble est alimenté par la batterie d'accumulateurs.

Réglez la base de temps sur 5 ms par division, l'amplitude verticale des

deux voies à 2 volts par division. Dans le cas d'un oscilloscope double trace, la synchronisation est assurée par les fronts montants du signal appliqué à la voie 1 quand le récepteur délivre un signal. Lorsque vous arrêterez le récepteur ou l'émetteur, il faudra asservir le déclenchement aux signaux de la voie 2. Dans le cas où vous utilisez un oscilloscope à une seule voie et une extension double trace (voir *elex* n°13 page 47), vous n'avez aucune commutation à faire, puisque l'extension double trace réalise une fonction ou sur l'entrée et que la synchronisation est assurée quelle que soit la source des signaux.

Aussi longtemps que l'émetteur envoie des impulsions, l'oscillogramme est celui de la photo 1. Dès que vous arrêtez l'émetteur, la trace supérieure ne quitte plus le niveau zéro, mais des impulsions apparaissent sur la trace inférieure, comme sur la photo 2.

À ce moment, tournez le bouton de commande de la base de temps de l'oscilloscope sur 0,2 ou 0,5 ms par division. L'impulsion occupe maintenant la majeure partie de l'écran et vous pouvez procéder au pré-réglage de sa durée. Comptez les carreaux pour connaître la durée réelle et actionnez P1 pour l'ajuster à 1,5 ms, position neutre du servomoteur.

l'installation dans l'avion

La platine devra être montée entre deux blocs de mousse, le servo raccordé à la sortie du pilote automatique, l'entrée du pilote automatique reliée à la sortie du récepteur. L'alimentation est assurée par l'accumulateur du récepteur.

Vous retouchez la position du potentiomètre P1 pour donner au servo la position voulue. Avant chaque décollage, vous avez intérêt à vérifier, émetteur arrêté, la position des servos, puis à mettre l'émetteur en marche et constater que c'est vous qui avez les commandes.

Une mesure de sécurité supplémentaire consiste à alimenter le récepteur par un accumulateur séparé de celui des servos et du pilote automatique. En effet, vous constaterez en faisant l'essai que les servos fonctionnent encore avec une tension d'alimentation tout juste égale à 3 V. Il en est de même pour le pilote automatique. Le récepteur, quant à lui, est plus exigeant et demande au moins 4 V. Cette différence est importante, elle vous permet de piloter encore et de ramener au sol un avion dont les batteries sont fortement déchargées. Au contraire, si les servos « pompent » sur la batterie du récepteur, ils peuvent l'empêcher de fonctionner dans les cas critiques.

Bon vol.

Tableau 1

Mesures effectuées avec une tension d'alimentation de 9 V
Potentiomètre P1 en position médiane

Point test	Niveau de l'entrée	
	1	0
cathode de D9	8,3 V	8,3 V
IC1, broche 2	0	1
IC1, broche 4	1	0
IC1, broche 12	0	1
IC1, broche 10	1	0
IC1, broche 6	1	0
IC1, broche 8	0	4 V(1pp)
condensateur C2	8 V(1pp)	4 V(1pp)

Nota : l'abréviation « 1pp » signifie « à un poil près ». Elle est utilisée exclusivement dans *elex* et indique qu'il n'y a pas lieu de couper les millivolts en quatre.

Tableau 1 - La tension correspondant au 1 logique est de 8 V si l'alimentation est de 9 V, de 4 V si l'alimentation est de 4,8 V. Les valeurs du tableau représentent le fonctionnement des différents inverseurs dans les deux situations possibles : entrée à 1 ou à 0 selon que des impulsions arrivent du récepteur ou non.

OPTO-AFFICHEURS

MCA 71	36.50	SUPCHROME	6.55	COY 99	5.00
MCA 81	25.90	LED 8 mm		BP 104	14.50
MCT2	10.30	ROUGE	4.10	BPW 21	56.50
MCT6	19.90	VERTE	4.10	BPW 34	14.50
TIL 111	12.20	JAUNE	4.10	BPW 42	12.50
6 N 136	24.30	LED RECT.		LD 274	6.25
4 N 25	9.80	ROUGE	3.90	D 634 P	73.00
4 N 33	12.00	VERTE	3.90	TIL 312	21.30
4 N 35	12.40	JAUNE	3.90	TIL 313	16.00
4 N 36	12.40	ORANGE	3.90	TIL 321	26.10
LED 3 mm		CLIP PLAST		TIL 327	16.00
ROUGE	1.30	LED TRIANG.		TIL 701	14.20
VERTE	1.30	5 mm JAUNE	4.00	TIL 703	14.20
JAUNE	1.30	5 mm ROUGE	4.00	TIL 704	16.00
CLIP PLAST	0.50	5 mm VERTE	4.00	MAN 4710	30.50
SUPCHROME	5.70	COX 95	7.30	MAN 4740	29.20
LED 5 mm		COX 21	6.80	MAN 8610	34.80
ROUGE	1.60	COY 90 N	8.70	MAN 8640	37.20
VERTE	1.60	CLIPS SOUPLES		MAN 8650	26.50
JAUNE	1.60	3 mm	0.80		
CLIP PLAST	0.50	5 mm	0.80		

INTERRUPTEURS, RELAIS

A glissière	4.30	3 positions	4 inters DIP	
A clé	44.25	stables	switch	13.40
A bascule	18.20	Tripolaire 2	6 inters DIP	
Lumineux		pos. stab.	switch	15.60
Marche/arrêt	9.20	Commutateur	8 inters DIP	
Bipolaire secteur		rotatif 4C 3P	switch	19.50
plat	7.20	Commutateur		
Fin de		rotatif 3C 4P		
course	13.50	Commutateur	RELAIS ILS	
A poussoir		rotatif 2C 6P	12 40	12.40
fermé au repos	4.70	Commutateur	15 2R	12.40
ouvert au		rotatif IC 12 P	14 50	26.50
repos	3.60	Statique		
Marche/arrêt	8.20	Sabre commut.	5V 220V 10A	38.00
Lumineux	11.80	à palette	DIL JRT	39.50
Carré		4C 3P	6V 2RT	38.50
Rouge GM	16.80	4C 4P	6V 4RT	43.50
Unipolaire 2		4C 4P	Auto	
Pos. stab.	9.80	3C 5P	12V 10A	24.80
2 positions		2C 9P	National	
stables pr CI	9.60	1C 12P	49.10	29.00
2 positions,		ROUE CODEUSE	12V 2RT	37.80
une instable	15.00	BCD	49.80	41.00
3 positions		Décimale	49.80	32.85
stables	12.00	Hexadécim.	49.50	41.00
3 positions		Flasque de roue	48V 2RT	42.80
instables	19.90	codeuse	1 inter DIP	
3 positions		switch	2RT	9.90
une instable	18.00	1 inter DIP	4RT	11.20
Bipolaire 2		switch	220V 10A	75.00
posi. stab.	11.50	switch		

THERMORETRACTABLE

La gaine thermo rétractable viendra sous l'effet de la chaleur (fer à souder, briquet ou fer soufflant) enrouler la nappe de câble ou la soudure que vous désirez protéger. Indispensable dans le cas de contraintes mécaniques. Les diamètres sont donnés à froid. La rétraction est d'environ de moitié.

Diamètre avant la rétraction:	
5 mm, le m	5.10
7 mm, le m	5.80
14 mm, le m	8.20
20 mm, le m	8.90

KITS JOKIT, VELLEMAN

KIEFMSW	Emetteur FM 5W	305.00
KIEFM	Emetteur FM miniature	86.70
KIFM101	Tuner FM mono	128.00
KIMHF95	Micro FM sans fil	72.00
KISMT10W	Sirène électronique	99.40
KI610	Vu-mètre à led	166.40
KI613	Gradateur antiparasite	139.00
KI1682	Minuterie universelle à micro	799.00
KI1823	Alimentation reculée 1 A	97.00
KI2636	Variateur de vitesse	217.00
KI2657	Ampli. 2.5 W	89.00
KI2643	Allumage électronique	129.00
KI2547	Télécommande infra-rouge	299.00
KI2548	Récepteur infra-rouge	395.00
KI2572	Pré-ampli stéréo	98.00
KI2574	Compteur 4 digits	951.00
KI2575	Sonnette musicale	229.00
KI2579	Timer universel	110.00
KI2588	Modulateur lumière 3 voies	362.00
KI2600	Gradateur 2 A	78.00
KI2604	Sirène type Kojak	90.00
KI2625	Compta-tours	285.00
KI2645	Compteur geiger muller	990.00
KI2650	Commande téléphonique	273.00
KI2651	Voltmètre de tableau	235.00
KI2655	Chien électrique	332.00
KI2658	Détecteur de fumée	305.00

FERS A SOUDER JBC

SOLDERMATIC	545 F
Thermostaté 45 W, électronique. Réglage de 250 à 400 °C sur le manche. Temps de chauffage à 250 °C : 40". Poids 70 g.	
Autre modèles JBL :	
14 W	148.25
40 W	135.20
65 W	151.80
IRONMATIC thermostaté 56 W.	
Réglable de 100 à 400 °C	1186.00
DESOLD STATION 56 W pour dessoudage	
Complète	4012.00
PULMATIC fer pistolet avec apport automatique d'étain	405.00



PENTASONIC est moins cher que le moins cher et PENTASONIC le prouve...

Si dans les 7 jours qui suivent votre achat vous trouvez moins cher PENTASONIC VOUS REMBOURSE LA DIFFERENCE

QUARTZ, SELFS

en KHz	4.096	19.00	16.5888	30.00	SELFS mH	47	9.90
32.768	7.80	4.9152	10.90	17.430	42.00	1	10.50
en MHz	5.0688	14.90	18	34.90	1.5		10.50
1	46.80	6	11.90	18.4	28.00	2.2	9.90
1.008	78.50	6.5536	17.50	24	24.90	3.3	9.90
1.2288	25.00	8	13.20	20	3.9		8.50
1.8432	24.90	8.3886	22.00	4	4.7		8.50
2 MHz	24.90	10	12.90	4	41.00	5.6	10.50
2.4576	21.90	11	14.10	4.9152	32.00	6.8	8.50
3.2768	9.60	12.6	30.00	12.288	25.00	10	10.50
3.3	36.20	14	30.00	15.876	34.00	12	8.50
3.379545	11.70	14.25045	29.00	16	67.00	15	8.50
3.5884	10.90	14.31818	24.90	25.4	37.00	27	8.50
4	10.90	14.740	13.50	40	74.50	33	8.50

Les inqualifiables



MC 68705/LP3	79.50
LAR 470 nS	15.90
Quartz	
3.2768 MHz	7.90
CD 4060	2.80
CD 4066	3.30
LM 324	1.90
2N2222	1.40
2N2907	1.50
Résistance ajustable (pas de 2.54, 2.2 kW, etc.)	2.20
Coffret plastique D30	39.00
Ligne à retard DL 3722	157.00

Payez moins cher avec elle

La carte SILVER PASS, vous donne droit au tarif préférentiel que PENTASONIC réserve à ses clients privilégiés. En plus, vous recevrez régulièrement PENTA NEWS qui vous informera, en priorité, des nouveautés, des promotions et des fins de série. Demandez-la, c'est un nouveau service PENTASONIC et c'est gratuit ! La carte SILVER PASS est valable dans tous les points de vente PENTASONIC et ENERGY.



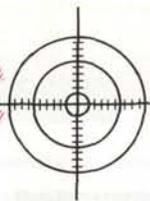
LILLE - PALAIS DES CONGRES
9, PLACE MENDES FRANCE - 59000 LILLE
FAX 20 40 28 01 - TEL 20 57 24 44

LYON
7, AVENUE JEAN-JAURES - 69007 LYON
FAX 72 73 42 70 - TEL 72 73 10 99

MARSEILLE
106, AVENUE DE LA REPUBLIQUE
FAX 91 90 60 38 - TEL 91 90 66 12

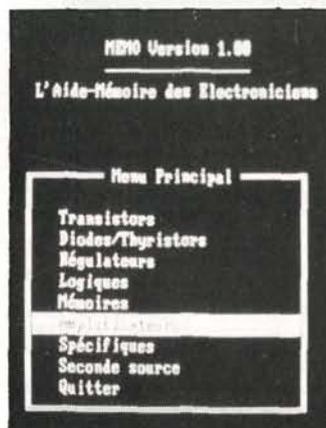
MONTROUGE
20, RUE PÉRIER - 92120 MONTROUGE
FAX 40 92 19 90 - TEL 40 92 04 12

VENTE PAR CORRESPONDANCE N° VERT : 05 02 47 45



Principe général

Memo est un programme d'accès rapide à une base de données spécialisée dans les caractéristiques de composants électroniques, utilisable sur un micro-ordinateur MS-DOS équipé de deux lecteurs de disquettes ou d'un disque dur. Selon les promoteurs de ce programme, il remplacerait, du haut de ses 395 francs seulement, une documentation technique d'une valeur de 2200 francs !



L'aide-mémoire MEMO 1.00 un logiciel de MARLIN Software au service des électroniciens

La recherche d'un composant se fait suivant le NOM du composant. Les résultats des recherches apparaissent dans une fenêtre qui contient le ou les noms des composants correspondants aux critères demandés. Le nombre de composants affichés est limité à 20 composants. Vous pouvez vous déplacer dans cette fenêtre en utilisant les flèches de direction. Quand vous choisissez le composant dont vous désirez connaître les caractéristiques, celles-ci apparaissent sous forme de fiche technique, avec le brochage du composant.

Cas des circuits spécifiques

Les caractéristiques de certains circuits étant trop importantes pour figurer sur une seule page écran, vous pourrez les faire apparaître en appuyant simultanément sur les touches Alt et C. Cette commande ouvre une fenêtre supplémentaire contenant les caractéristiques des circuits.

Dans le cas d'une recherche sans nom, MEMO vous proposera les 20 premiers composants du type choisi.

Recherche par nom

Si vous n'entrez que le nom du composant, MEMO recherchera ce

nom et l'affichera en inverse vidéo dans la fenêtre de résultats. Pour visualiser le composant, il vous suffit d'appuyer sur la touche Enter. À ce moment, vous verrez apparaître la fiche technique du composant ainsi que son brochage.

Une facilité vous est offerte pour la recherche d'un composant en utilisant le caractère générique "*"*. Ce caractère, dont l'usage est réservé aux champs NOM et pour la recherche exclusivement à trois applications principales:

Recherche de familles

Supposons que vous désiriez connaître toute la liste des diodes de la famille

1N4000. Pour cela, il vous suffit de taper "1N4*" pour la voir apparaître.

Recherche sans préfixe

Certains composants, (les mémoires en particulier), ont un suffixe commun et un préfixe qui varie suivant le fabricant (Ex: TMS27256, HM27256, etc...). Pour avoir une liste de ce type de composant, il vous suffit de taper "*"27256" pour la voir apparaître.

Remplacement de chaîne

Certains composants ont un préfixe commun (Ex: TTL-LS). Dans le cadre d'une recherche sur ce type de composant, il vous suffit de taper "*"55" au lieu de 74LS55.

Recherche des équivalences

MEMO vous permet de rechercher très facilement les équivalences pour les transistors bipolaires, à effet de champ ou MOS de puissance. Vous disposez de deux types de recherche d'équivalence:

Equivalence directe

Lorsque vous demandez une recherche d'équivalence directe, MEMO cherche dans votre base tous les composants ayant des caractéristiques comprises dans les fourchettes fixées avec l'option "Paramètres équivalence".

Equivalence complémentaire

Lorsque vous demandez

une recherche d'équivalence complémentaire, MEMO cherche dans votre base tous les composants ayant des caractéristiques comprise dans les fourchettes fixées avec l'option "Paramètres équivalence", de la même manière que pour les équivalences directes, mais en ne proposant que les composants du type complémentaire de celui du composant de référence.

Paramètres d'équivalence

Cette option vous permet de fixer les fourchettes de recherche pour les équivalences des transistors. Vous disposez de quatre types d'opérateurs qui vous permettent de préciser la manière suivant laquelle vous désirez effectuer vos recherches d'équivalences. Ces opérateurs qui sont: "+/-", "+", "-" et aucun, doivent être associés à une valeur numérique qui indique le pourcentage autorisé. Le calcul d'équivalence se fera par rapport à la valeur du composant de référence (celui que vous avez entré), et tous les composants dont les valeurs seront comprises dans les fourchettes fixées vous seront proposés.

La signification des opérateurs est la suivante (nous prendrons Y comme valeur de référence):

+/- 30 donnera tous les composants tels que $(0,7 \times Y \leq Y \leq 1,3 \times Y)$

+ 30 donnera tous les composants tels que $(Y \leq 1,3 \times Y)$

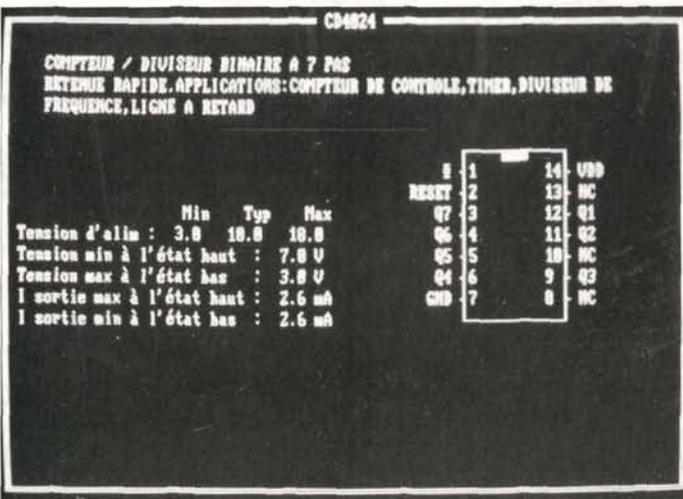
- 30 donnera tous les composants tels que $(0,7 \times Y \leq Y)$

"aucun" signifie que toutes les valeurs trouvées seront prises en compte.

Si vous écrivez "+/- 0", "+ 0", "- 0", cela équivaudra à une égalité stricte.

Recherche de secondes sources

MEMO vous permet de rechercher des secondes sources d'approvisionnement pour vos circuits grâce à l'option "Seconde Source". Cette option vous permet de rechercher pour un circuit donné, soit un circuit équivalent broché à broche, soit un circuit dont la fonction est similaire. Lors de la recherche d'un équivalent broché à broche, une liste est fournie des circuits correspondants qui peuvent



TR20504

PRÉAMPLIFICATEUR À SOUFFLE REQUIST
SYSTÈME DE CONTRÔLE AUTOMATIQUE DE MODULATION (ALC). MUTE FINALE
LARGE GAMME DE TENSION D'ALIMENTATION (4 à 20 V)
APPLICATIONS: LECTEUR / ENREGISTREUR DE CASSETTES C-92

Tension d'alimentation (V) : 20.00	ALC OUT 1	16	ALC
Puissance de sortie (W) : 0.50	B Q3 2	15	ALC IN
Amplification (dB) : 60.00	C Q1-B Q2 3	14	UB
Distorsion à 1 KHz (x) : 0.20	B Q1 4	13	OUT
Distorsion à 10 KHz (x) : 0.50	E Q1 5	12	CHIFF. FREQ
Signal d'entrée (µV) : 1.30	E Q2 6	11	IN /IM
Impédance de sortie (Ω) : 12.00	C Q2 7	10	IN IM
	C Q3 8	9	CHD

soit convenir parfaitement, soit nécessiter des améliorations au niveau des spécifications. Pour les fonctions équivalentes, il se peut que les circuits proposés aient des caractéristiques électriques et des brochages différents. Les équivalences fournies sont celles données par les différents fabricants de circuits et ne portent actuellement que sur les circuits analogiques.

Compatibilité avec Finder 1.15

Tous les fichiers de données de MEMO sont compatibles avec les fichiers du programme de gestion de base de données de composants FINDER 1.15. Il vous est donc possible de créer de nouveaux composants ou de nouvelles caractéristiques avec FINDER 1.15 et d'utiliser ainsi votre nouvelle base avec MEMO.

Mise à jour des bases
 Du fait que MEMO ne permet pas la création de

composants, des mises à jour sont prévues à une fréquence de 4 mises à jour par an. La base de données composants passera à 6000 composants environ et la base des secondes sources à 4000 circuits environ d'ici fin 90. Le principe de mise à jour se fait par abonnement annuel (soit 4 mises à jour).

Vous êtes libres de continuer cet abonnement pour les séries suivantes ou non.

MEMO peut être configuré de manière à rester résidant en mémoire et à pouvoir être appelé directement à partir d'une autre application. Lorsqu'il est résidant, MEMO occupe environ 120 K de mémoire.

Dans sa version actuelle, MEMO est fourni avec deux fichiers compactés comportant les données suivantes (entre parenthèses, le nombre de composants) :

TRBIP	.DAT	Bipolaires	(1198)
TRTEC	.DAT	Effet de champ	(244)
TRMOS	.DAT	MOS de puissance	(401)
DIODE	.DAT	Diodes	(578)
THYRI	.DAT	Thyristors	(138)
REGUL	.DAT	Régulateurs	(57)
TTLLS	.DAT	TTL Série LS	(160)
CD4000	.DAT	CMOS Série 4xxx	(104)
HCMOS	.DAT	HCMOS Série 74HCxxx	(111)
RAM	.DAT	RAM stat. ou dyn.	(36)
ROM	.DAT	ROM, Prom, EPROM	(20)
AMPOP	.DAT	Amplis opérationnels	(56)
AMPAUD	.DAT	Amplis audio	(10)
SPEHF	.DAT	Spécifiques HF/Radio	(23)
SPEOPT	.DAT	Spécifiques OptoElect	(27)
SPE TEL	.DAT	Spécifiques Télécoms	(7)
SPEAUT	.DAT	Autres spécifiques	(26)

soit un total de 3196 composants...

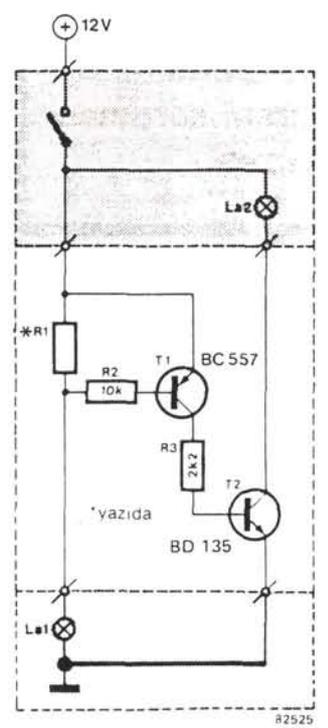
Deux autres fichiers:
 SOURCE .EQU Seconde source remplacement direct
 SOURCE .FCT Seconde source remplacement par fonction regroupent en tout 2000 circuits analogiques différents...



ön far monitörü

Otonuzun ön paneli, her ne kadar bir uçak kontrol paneline benzemiyorsa da bazen kaç tane LED'in tümüyle boşa olduğu insanı şaşırtır. Bir LED eğer bir anahtarın açık veya kapalı olduğunu gösterip, bağlı olduğu donanımın ana görevini kontrol edemiyorsa, bunun yararı ne olabilir? Örneğin, arka, sis uyarma lambası LED'ini ele alalım. Lambanın işlevini görüp görmediği ile bağımsız olarak LED ışık vermeye devam eder. Tek anlama yöntemi ise, arabadan inip bakmaktır...
 Devremizin amacı, kolaylıkla otonuzun ön paneline yerleştirilebilen bir oto monitör sisteminin sağlanmasıdır. Yalnızca beş elemandan ibaret oluşu, mevcut anahtarların arasına yerleştirilebilmesini sağlar. Gerekenler şöyle sıralanabilir. LED anahtarının toprak bağlantısını (eğer varsa) ve anahtar ile sis lambası arasındaki bağlantıyı kesin (veya kontrol etmek istediğiniz bir başkasını).

Şekil 1'de görüldüğü gibi devreyi yerleştirin. Anahtarın çevresinde devrenin yerleştirilmesi için gerekli yer olması gerekir. İşlem çok kolaydır; her şey çalışıyorsa yük akımı, R1 ve La1 yoluyla toprağa akar. R1'den geçen gerilim, T1 transistörünün iletmesine ve LED yanmasına



Selectronic

BP 513 59022 LILLE - Tél : 20.52.98.52

NOUVEAUTÉS 30

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

UNILAB

EXCLUSIVITÉ SELECTRONIC

FREQUENCEMETRE MINIATURE DE TABLEAU 20 MHZ
 A CHANGEMENT DE GAMME AUTOMATIQUE

Une exclusivité SELECTRONIC (Décrit dans EP n°121)
 Mini-frequence-mètre 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 13mm - indication : kHz et MHz - encombrement : 97 x 36 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

BAROMETRE 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

011.9003 950,00 F seulement

MARLIN SOFTWARE
 BP 32

83140 SIX FOURS
 Tél : 94 07 50 77

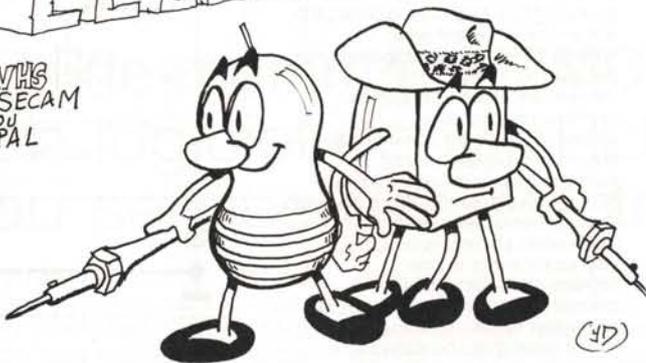
PUBLITRONIC VIDEO

PRÉSENTE

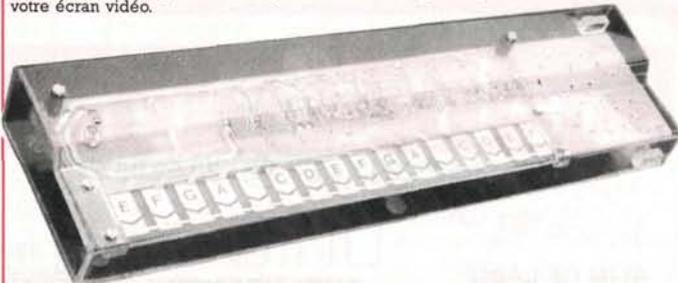
RESI & TRANSI[®] DANS

LA CONQUÊTE DE L'ÉLECTRONIQUE

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 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 dure 45 minutes environ, et se déroule en quatre épisodes:

- description du montage et des composants utilisés, présentation de leurs caractéristiques et de leur fonction dans le montage;
- 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 maladroites à éviter;
- vérification et test de l'appareil monté, à l'aide notamment d'un multimètre, conseils pour le dépannage, explication du schéma théorique.

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.

**SORTIE LE 5 SEPTEMBRE 1990
DANS LES SALLES (DE CLASSE!)**

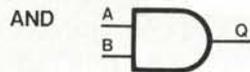
Réservez votre cassette vidéo dès maintenant.

Complétez le bulletin ci-dessous et renvoyez-le à
Publitronec - BP.60 - 59850 Nieppe

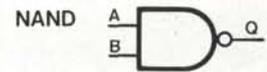
Le prix de la cassette vidéo est de 169F. (+ port). Ne pas envoyer d'argent maintenant. Attendez la facture en septembre.

nom
adresse
code Ville
pays
quantité indiquez: SECAM ou PAL

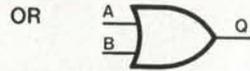
Toute la vérité



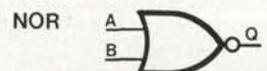
Entrée		Sortie Q
A	B	
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1



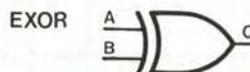
Entrée		Sortie Q
A	B	
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0



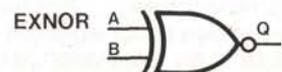
Entrée		Sortie Q
A	B	
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1



Entrée		Sortie Q
A	B	
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0



Entrée		Sortie Q
A	B	
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0



Entrée		Sortie Q
A	B	
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

896147X - 10



ELEX-Les Trois Tilleuls
BP 59 - 59 850 NIEPPE
tél: 20 48 68 04 télécopie: 20 48 69 64
téléc: 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°22 mai 1990

ABONNEMENTS: voir encart avant-dernière page
PUBLICITE: Brigitte Henneron et Nathalie Defrance
ADMINISTRATION: Jeanine Debuisser 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

Société éditrice: Editions Castella
SA au capital de 50 000 000 F
siège social: 25, rue Monge 75005 PARIS
RC-PARIS B: 562 115 493 SIRET: 00057 APE: 5112
principal associé: S^{te} WOLTERS-KLUWER
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'oeuvre dans laquelle elles sont incorporées (Loi du 11 mars 1957 - art. 40 et 41 et Code pénal art. 245).

Dépôt légal: mai 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



déphaseur



Si nous nous conformions à la terminologie des dépliant publicitaires, il faudrait appeler cet appareil "phasing" ou "phaser" (prononcez fézing ou fézeur), mais comme ce n'est qu'un déphaseur, appelons-le ainsi.

Soit. Mais que peut bien faire le guitariste d'un déphaseur ?

Pour répondre à cette question, il va falloir emprunter quelques chemins détournés.



pour guitare électrique

(Chut ! Pas trop fort...) que c'était dans le n°11 d'ELEX, paru en mai dernier. Ne le dites pas à Monsieur Guillermin (voir *elexprime* au début de ce numéro), il va encore se mettre à ronchonner.

Un autre procédé de déphasage consiste à faire passer le signal par un réseau RC. Nous faisons appel, dans notre déphaseur pour guitare, à l'un et l'autre procédés (ce qui explique la mention de trois étages déphaseurs différents).

les voies du déphaseur

On peut très bien savoir ce qui distingue une sinusoïde d'une dent de scie et ne pas être capable de les distinguer à l'oreille. On peut aussi bien tout savoir du déphasage et pourtant ne pas en reconnaître l'effet sur le signal d'un instrument de musique. La plupart des électroniciens ne savent pas qu'une oreille exercée n'a pas grand chose à envier ni au fréquencesmètre ni à l'analyseur de spectre.

Il existe heureusement des électroniciens passionnés de musique (ils sont sans doute plus rares que les musiciens fascinés par l'électronique) capables de mettre leur technique au service de l'art. Nul ne sait exactement qui est à l'origine d'une invention comme celle du déphaseur

pour guitare, en tous cas, il y a bien longtemps qu'on s'en sert.

L'effet du déphasage d'un signal musical est à peu près nul sur la perception que nous en avons. Si vous entendez un signal déphasé, vous ne remarquez pas qu'il est déphasé, même si vous savez qu'il l'est. Ce qui est spectaculaire et perceptible même par une oreille profane, c'est d'une part la confrontation entre signal déphasé et signal non déphasé, et d'autre part le glissement progressif du déphasage, le mouvement. C'est lui qui donne l'impression que la source sonore se déplace, tourne sur elle-même, ou que quelque chose passe entre elle et l'auditeur. L'effet est difficile à décrire plus précisément. Cela ne nous empêchera pas de poursuivre.

déphasage = retard

Pour obtenir cet effet, on voit, sur le synoptique de la figure 1, que l'on fait parcourir deux chemins différents aux signaux après les avoir amplifiés à l'entrée. Les étages déphaseurs sont au nombre de trois. Comme le savent nos lecteurs, un simple transistor fait parfaitement l'affaire pour déphaser un signal de 180°, c'est-à-dire l'inverser. Sur la figure 2a, vous trouverez de quoi vous rafraîchir la mémoire, tandis que la figure 2b indique différents angles de déphasage d'une courbe sinusoïdale. Des images à se graver dans la cervelle.

Il n'y a pas si longtemps, nous avons consacré une grande partie d'un numéro d'ELEX aux phases. Approchez-vous pour que je vous chuchote à l'oreille

Déphaser un signal, c'est le retarder. Or, comme nous l'avons déjà indiqué, on ne remarque qu'un signal est retardé que si l'on entend, en même temps, le même signal non retardé. C'est pourquoi on mélange, en sortie du circuit de la figure 1, le signal direct et le signal déphasé.

L'oreille humaine est un organe de perception très accommodant. Si le déphasage est perçu, au début, comme un effet caractéristique, parce que l'oreille "remarque" qu'une partie du signal est retardée par rapport à une autre partie non retardée, il se trouve néanmoins que cette perception s'émousse très rapidement. L'oreille ne perçoit pas le retard comme un décalage chronologique des signaux (le

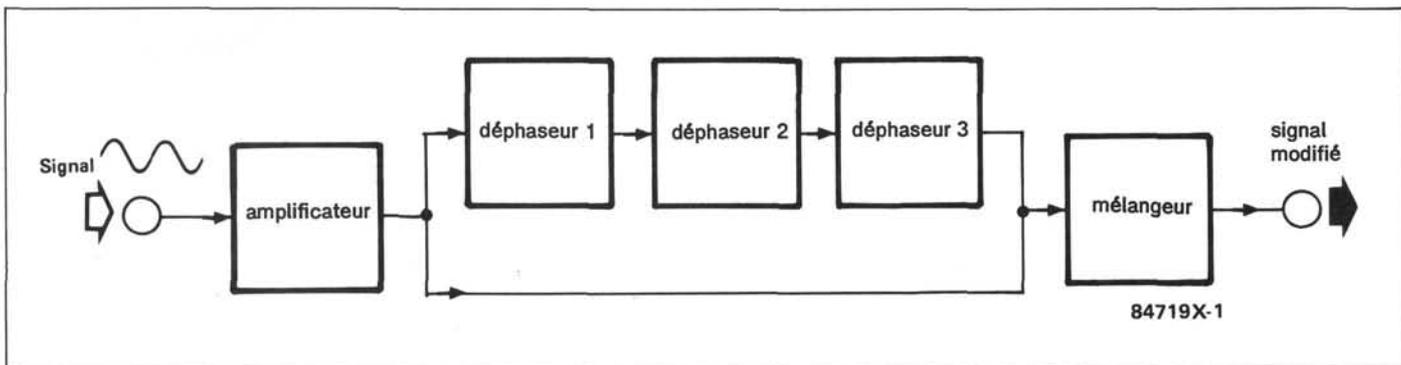


Figure 1 - Cette réduction du schéma à ses blocs fonctionnels met en évidence une des caractéristiques essentielles du déphaseur : le signal déphasé est mélangé au signal direct. Sans cette confrontation, l'oreille ne perçoit rien du déphasage.

décalé entre signal direct et signal déphasé est beaucoup trop bref), mais comme une altération du timbre.

Dès lors, si l'on veut que le déphasage ne soit pas noyé dans les autres caractéristiques du signal qu'il affecte, il faut qu'il change de temps à autre. Le mouvement attire l'attention; ce qui est vrai pour la vue l'est aussi pour l'ouïe.

C'est pourquoi le musicien gardera la commande de son "phasing" à portée de main. Mais comme le guitariste a les mains prises par son instrument, il commandera l'effet du pied. Voici donc, résumée en quelques lignes, la raison pratique qui justifie la présence éventuelle d'une pédale pour commander ce circuit. Nous y reviendrons.

les doigts sur le schéma

Les chemins qui mènent au déphasage sont variés. Celui que nous avons suivi passe par la simplicité. Quatre transistors, pas un composant actif de plus. Une quinzaine de résistances, quelques condensateurs, voilà un circuit taillé sur mesure pour les lecteurs d'ELEX. Le schéma est donné sur la figure 3. Ceux qui sont pressés ne rouspètent pas et passent illico à la figure 4.

Les autres posent leur index à gauche du schéma sous le transistor T1 : ceci est un amplificateur dont les deux composants essentiels sont P1 et T1. Le potentiomètre permet de doser le niveau du signal

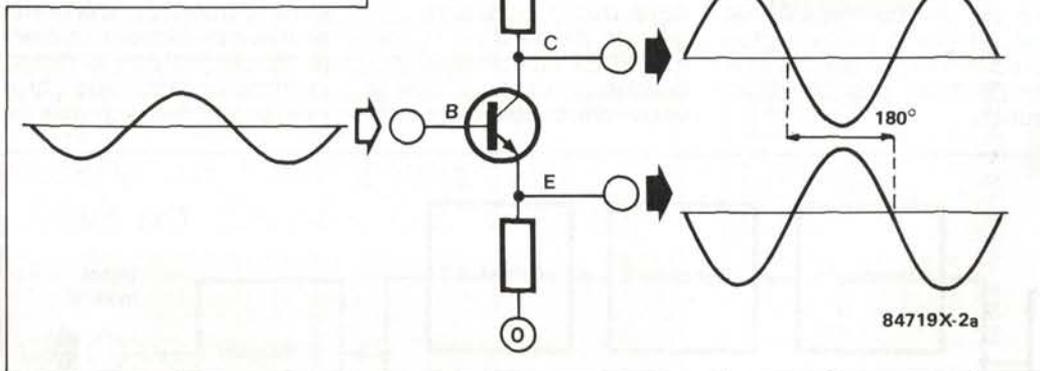


Figure 2 - Le signal alternatif amplifié par le transistor est en opposition de phase entre l'émetteur et le collecteur.

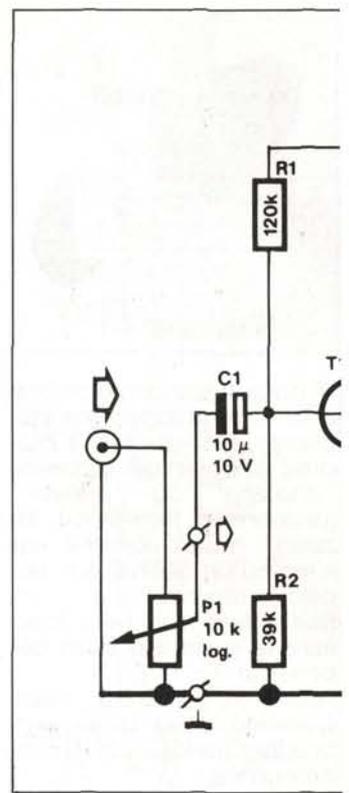
Pour comprendre ce que signifie le graphique de la figure 2b, prenez la grande aiguille (bien pointue) d'une horloge, plantez-y une balle de ping pong, puis placez vous de côté, assez loin, de façon à voir l'horloge parfaitement de profil. Quel sera pour vous le mouvement apparent de la balle de ping pong ? Faites un petit effort d'imagination et vous comprendrez que la sinusoïde est le développement linéaire d'un mouvement circulaire : À 9 h (ou à 3 h) l'angle est de 0°, à midi il est de 90°, à 3 h (ou à 9 h) il est de 180°, à 6 h il est de 270°... À vous de continuer !

d'entrée. Il ne s'agit pas d'un simple réglage de volume, car en forçant la main à T1, c'est-à-dire en poussant l'amplification du signal jusqu'à l'écrêtage, on y superpose des harmoniques dont le déphasage est du plus bel effet. Le déphasage d'un signal riche en harmoniques est plus spectaculaire pour l'oreille que celui d'un signal quasi sinusoïdal. Souffrez, Monsieur Guillermin, que nous vous renvoyons d'ores et déjà à l'article *préamplificateur pour guitare*, à paraître bientôt.

Nous voici arrivés à la croisée des chemins. Posez votre index sous C3 maintenant. Le signal part d'un côté vers C8 et le potentiomètre mélangeur à la sortie, et de l'autre vers C3 et les déphaseurs. Les deux condensateurs bloquent la composante continue du signal à cet endroit pour ne laisser passer que les composantes alternatives,

les seules d'ailleurs que l'on puisse déphaser. Les deux étages réalisés l'un autour de T1 et l'autre autour de T2 sont rigoureusement identiques quant à leur structure. Les résistances d'émetteur et de collecteur sont les mêmes. L'amplitude du signal reste donc la même. Seule la phase du signal change d'un étage à l'autre. Et ce changement est réglé à l'aide du double potentiomètre P2. Ce sont en effet P2a et P2b, commandés par le même axe, qui déterminent l'angle de déphasage (de 0° à 360°) du signal appliqué à T4 par rapport au signal appliqué à T2. La capacité de C4 et de C6 intervient dans la qualité du signal, et vous pouvez, si vous le souhaitez, essayer de modifier leur valeur dans une certaine mesure. Essayez, vous verrez ce que ça donne...

Posez votre index sous T4. Du fait de sa haute impé-



dance, l'étage de sortie constitué de T4 ne représente qu'une charge négligeable pour le circuit de déphasage. C'est lui aussi qui abaisse l'impédance de sortie de sorte que l'on peut mélanger les signaux de sortie à l'aide d'un potentiomètre (P3) sur lequel il suffit de prélever le signal. Si le curseur de P3 est à mi-course, le signal sera composé à parts égales de signal direct et de signal déphasé. Dans ce cas, et avec un déphasage

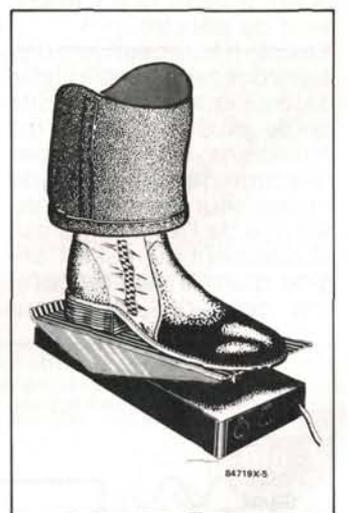


Figure 5 - La pédale est l'organe de commande idéal pour un circuit de déphasage, car il permet de modifier progressivement l'angle de déphasage sans quitter l'instrument des mains. Malheureusement le couplage mécanique de la pédale et du potentiomètre n'est pas à la portée du premier venu.

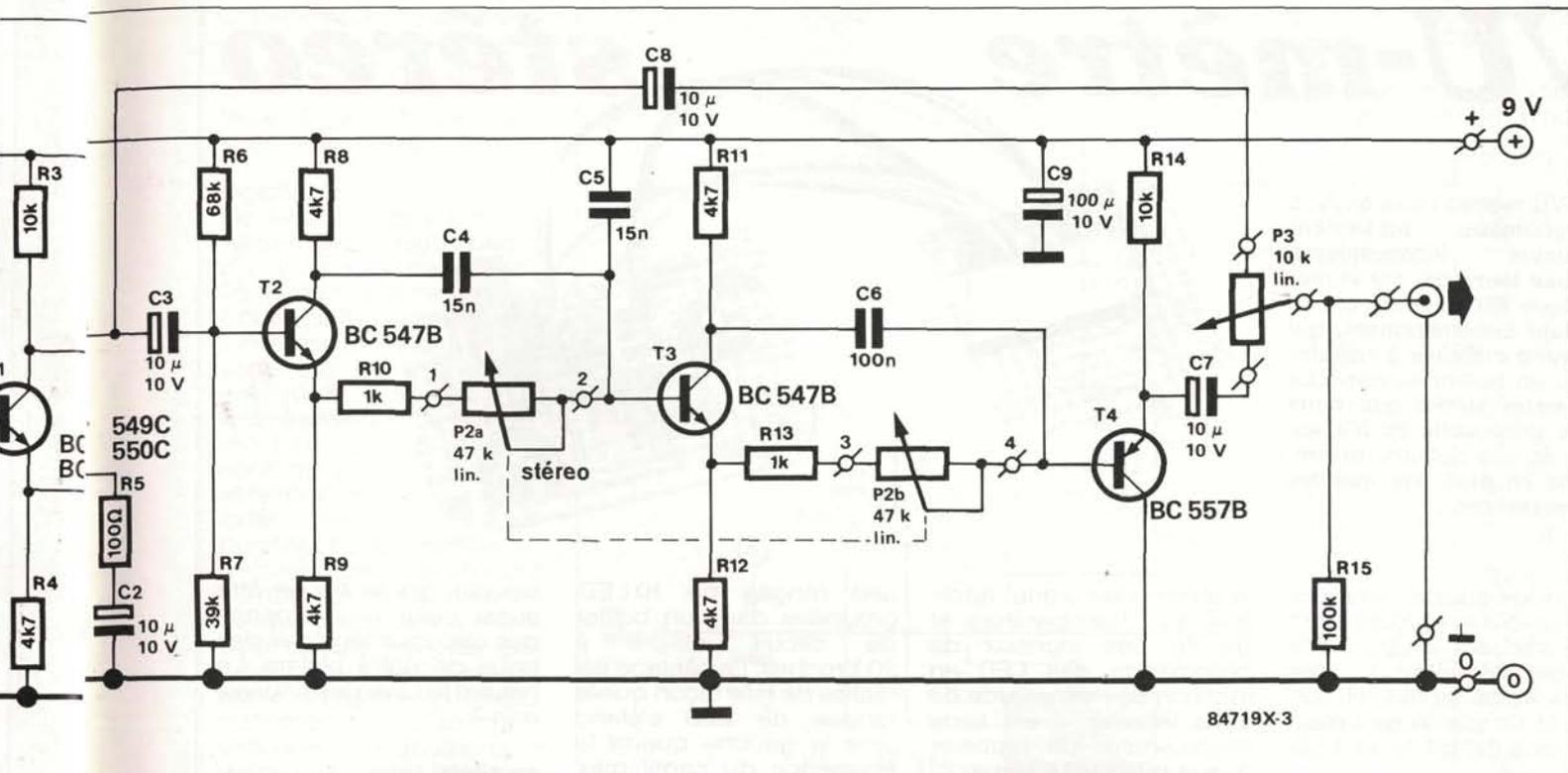


Figure 3 - Le signal d'entrée une fois amplifié (et éventuellement écrêté par T1), est envoyé directement vers le mélangeur de sortie par C8, tandis que C3 l'injecte au déphaseur que forment T2, T3 avec R10, R13, P2 et les condensateurs C4, et C6. Le signal retardé (= déphasé) rejoint le mélangeur de sortie par l'intermédiaire du tampon de sortie T4.

de 180°, vous constaterez à quel point la notion de phase, pourtant si abstraite, peut avoir des conséquences abasourdissantes - c'est le cas de le dire - puisque les signaux direct et déphasé s'annuleront réciproquement.

Profitons-en pour expliquer au passage que ce que l'on entend, dans le déphasage, ce sont précisément ces transformations du spectre harmonique d'un signal (d'où la nécessité déjà évoquée d'une richesse harmonique) occasionnées par l'annulation de certaines harmoniques lorsque celles du signal retardé sont en opposition de phase avec celles du signal direct. Une fois que l'oreille a constaté la disparition de l'une ou l'autre composante harmonique, elle s'habitue quasi instantanément à la présence du nouveau "trou" dans le timbre harmonique. D'où la nécessité de faire apparaître et disparaître continuellement d'autres harmoniques par une ouverture progressive de l'angle de déphasage.

réalisation

Rejoignons les impatientes qui nous avaient lâchés

tout à l'heure pour passer directement à la réalisation. Ils ne sont certainement pas encore au bout de l'implantation des composants sur la platine de la figure 4. Et pour cause : la densité d'implantation n'est pas faible. Pour la mise en boîte, n'oubliez pas de laisser assez de place pour la pile compacte de 9 V. L'intensité du courant qui circule dans ce circuit n'est que de quelques milliampères.

Nous avons souligné l'importance de la mobilité du potentiomètre qui commande le déphasage. Cela implique que le potentiomètre de réglage P2 doit être facile d'accès, et muni si possible d'un gros bouton, beaucoup plus agréable et plus facile à manipuler que les petits boutons d'usage courant. L'idéal, c'est de récupérer une pédale pour y monter le circuit. Les résultats obtenus ne sont toutefois pas aussi satisfaisants qu'on l'imagine au premier abord. Réfléchissons avant d'agir : la course de la partie mobile de la pédale est relativement courte, beaucoup plus courte en tous cas que celle de la rotation de l'axe d'un potentiomètre comme P2. Bref, la pédale ne permet de profiter que d'une partie

de la plage de déphasage, à moins de disposer d'un dispositif de démultiplification. Bonjour les bricoleurs ! Voilà donc encore un article d'ELEX qui s'arrête précisément là où certains

voudraient que nous nous lancions dans d'enthousiastes explications sur les détails mécaniques de la pédale. On ne peut pas être à la fois au four et au moulin, que voulez-vous !

LISTE DES COMPOSANTS

R1 = 120 kΩ
 2, R7 = 39 kΩ
 R3, R14 = 10 kΩ
 R4, R8, R9, R11, R12 = 4,7 kΩ
 R5 = 100
 R6 = 68 kΩ
 R10, R13 = 1 kΩ
 R15 = 100 kΩ
 P1 = 10 kΩ log.
 P2 = 47 kΩ lin. stéréo
 P3 = 10 kΩ lin.
 C1 à C3, C7 à C9 = 10 μF/10 V
 C5, C6 = 15 nF
 C6 = 100 nF
 T1 = BC549C ou BC550C
 T2, T3 = BC547B
 T4 = BC557B

Divers :
 pile de 9 V avec coupleur à pression
 picots, fil
 1 fiche jack femelle
 châssis
 platine d'expérimentation de format 1

La tension de service indiquée sur un condensateur chimique sera égale ou supérieure à la valeur spécifiée pour ce condensateur dans la liste des composants.

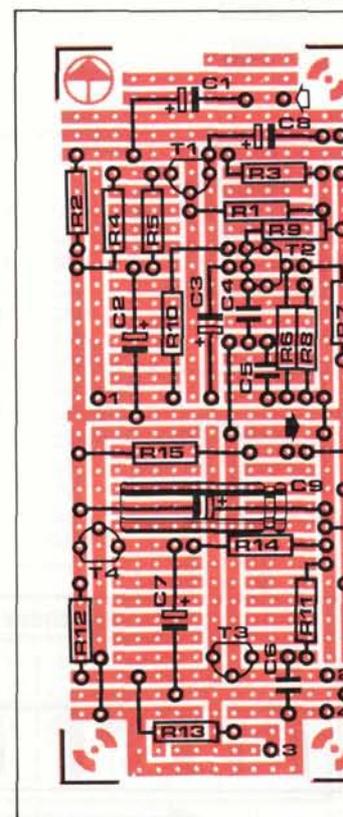
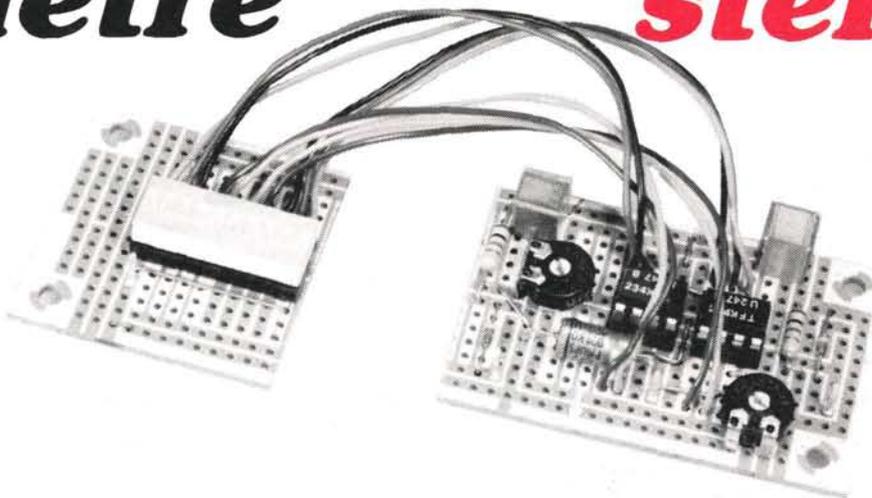


Figure 4 - Plan d'implantation des composants sur une platine d'expérimentation de format 1.

VU-mètre

stéréo

Les VU-mètres classiques, à galvanomètre, présentent plusieurs inconvénients comme leur prix, car la mécanique est toujours chère, ou leur encombrement, qui les rend difficiles à rajouter dans un boîtier existant. Le VU-mètre stéréo que nous vous proposons ici n'a aucun de ces défauts, et présente en plus des qualités intéressantes.



Parmi les qualités, il faut citer le faible encombrement de l'afficheur à LED, l'affichage symétrique des deux voies stéréo, et surtout la simplicité de l'électronique qui pilote les LED.

Comme son nom l'indique, le VU-mètre (de l'anglais *Volume Unit meter*) rend compte de la puissance appliquée aux haut-parleurs : il commande l'allumage d'une rangée de LED, plus ou moins longue (de 1 à 5 diodes) selon la tension présente à l'entrée. Le circuit électronique d'adaptation de l'entrée lit

la tension du signal appliqué aux haut-parleurs et délivre des signaux de commande des LED en fonction de l'amplitude de cette tension. Il est sans doute inutile de rappeler que la puissance se calcule simplement par

$$P = \frac{U^2}{R}$$

que la résistance (ou l'impédance) des haut-parleurs est considérée comme constante, et qu'un affichage de la tension est donc une image de la puissance.

L'affichage est réalisé par

une rangée de 10 LED, groupées dans un boîtier de circuit intégré à 20 broches. Le câblage est réalisé de telle façon que la rangée de LED s'étend vers la gauche quand la puissance du canal gauche augmente, et bilatéralement (comme dirait Pierre Dac). Bien entendu la longueur de la rangée de LED allumée est différente entre la droite et la gauche dans le cas d'un signal stéréo. L'effet visuel ressemble fort à celui de l'oeil magique des anciens postes de T.S.F.

pouce), qui se trouve être aussi celui des broches des circuits intégrés et des trous de notre platine. Le hasard fait bien les choses, non ?

au choix

Vous avez le choix entre quatre versions différentes de cet afficheur. Les quatre versions possèdent des caractéristiques identiques, et d'autres différentes. Sinon pourquoi y aurait-il quatre versions ? Voyons d'abord les différences : la couleur peut être le jaune pour le type YBG 1000, le vert pour le type GBG 1000, ou le rouge pour le type RBG 1000, ou le rouge encore, mais avec des LED à haut rendement lumineux pour le type OBG 1000. Les caractéristiques communes sont les dimensions, le raccordement interne et l'intensité nominale.

le circuit intégré de commande des LED

C'est au circuit intégré U267B que revient presque toute la charge du fonctionnement du montage. La tension continue positive appliquée à l'entrée (broche 7) provoque l'allumage de 1 à 5 LED connectées en série. Les LED sont connectées en série, ce qui veut dire que le courant qui alimente la cinquième (broches 5 et 16 pour le canal gauche) traverse toutes les autres. La première conséquence est que l'intensité du courant consommé est constante quel que soit le nombre de LED allumées, la deuxième est que nous ne pouvons pas choisir le mode « point » comme c'était le cas avec le

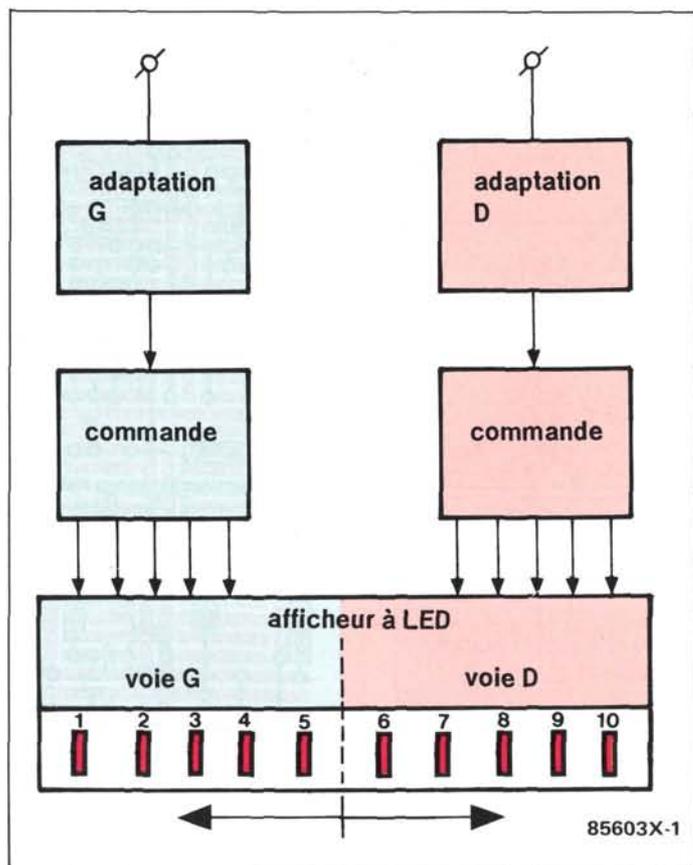


Figure 1 - Le schéma de l'ensemble est symétrique. L'afficheur est un bloc commun aux deux voies et séparé du reste.

le circuit

La description du circuit commencera par la fin, tout comme la conception d'un poste de T.S.F. commencerait par le haut-parleur, pour finir par l'antenne. Rien de plus logique, en effet, que de commencer par définir le résultat désiré pour en déduire les moyens nécessaires.

au pas

Commençons donc par l'afficheur : un circuit intégré, ou quelque chose qui y ressemble fort, regroupant 10 diodes électroluminescentes indépendantes, repéré dans le schéma de la figure 2 par IC3. Le dispositif électrique est représenté par la figure 3. Chaque électrode des diodes est accessible, ce qui nous permet d'utiliser l'afficheur comme bon nous semble. Les cotes extérieures sont telles que des composants identiques peuvent être juxtaposés au pas de 2,54 mm (1/10 de

LM3914 que nous avons utilisé dans le thermomètre pour pêche à la ligne du n°16. L'intensité est fixée à 20 mA par une source de courant interne.

logarithme

Ce mot vous fait-il fuir ? Allons, restez avec nous, il n'y aura pas de grands épanchements de théorie. Il nous suffit de savoir que l'impression auditive ressentie par l'oreille humaine n'est pas linéaire, c'est-à-dire que le doublement de la puissance sonore ne produit pas une sensation deux fois plus forte. C'est pourquoi les puissances sont notées en décibels, lesquels rendent compte de cette caractéristique tout en permettant des calculs simples par addition ou multiplication, sans recours aux exponentielles. Dans l'exemple précédent, le doublement de puissance est noté simplement par « + 3 dB ».

Nous avons représenté sur l'axe horizontal de la **figure 3** les variations de tension ; sur l'axe vertical l'allumage des LED. La droite en trait plein représente une variation linéaire : une LED supplémentaire s'allume à chaque fois que la tension a augmenté d'une quantité identique, par addition. La courbe en pointillés correspond à une variation logarithmique et montre que pour passer de la quatrième à la cinquième LED il faut ajouter une tension plus importante que pour passer de la première à la deuxième. Ainsi, si vous écoutez votre chaîne HiFi à la puissance de 100 mW (milliwatts), pour ajouter 3 dB il suffit de rajouter 100 mW. Si vous écoutez avec 10 W, bonjour Monsieur l'oto-rhino-laryngologiste, il faudra rajouter 10 W pour obtenir ces 3 dB. Si vous écoutez avec une puissance de 100 W, vous avez intérêt à changer les piles de votre Sonotone, au revoir, Docteur.

Ici encore nous avons le choix entre deux versions de circuit intégré. Le circuit U247B présente une réponse linéaire aux variations de tension, tandis que le modèle U267B a une réponse logarithmique. C'est le modèle logarithmique U267B qu'il convient de choisir, puis-

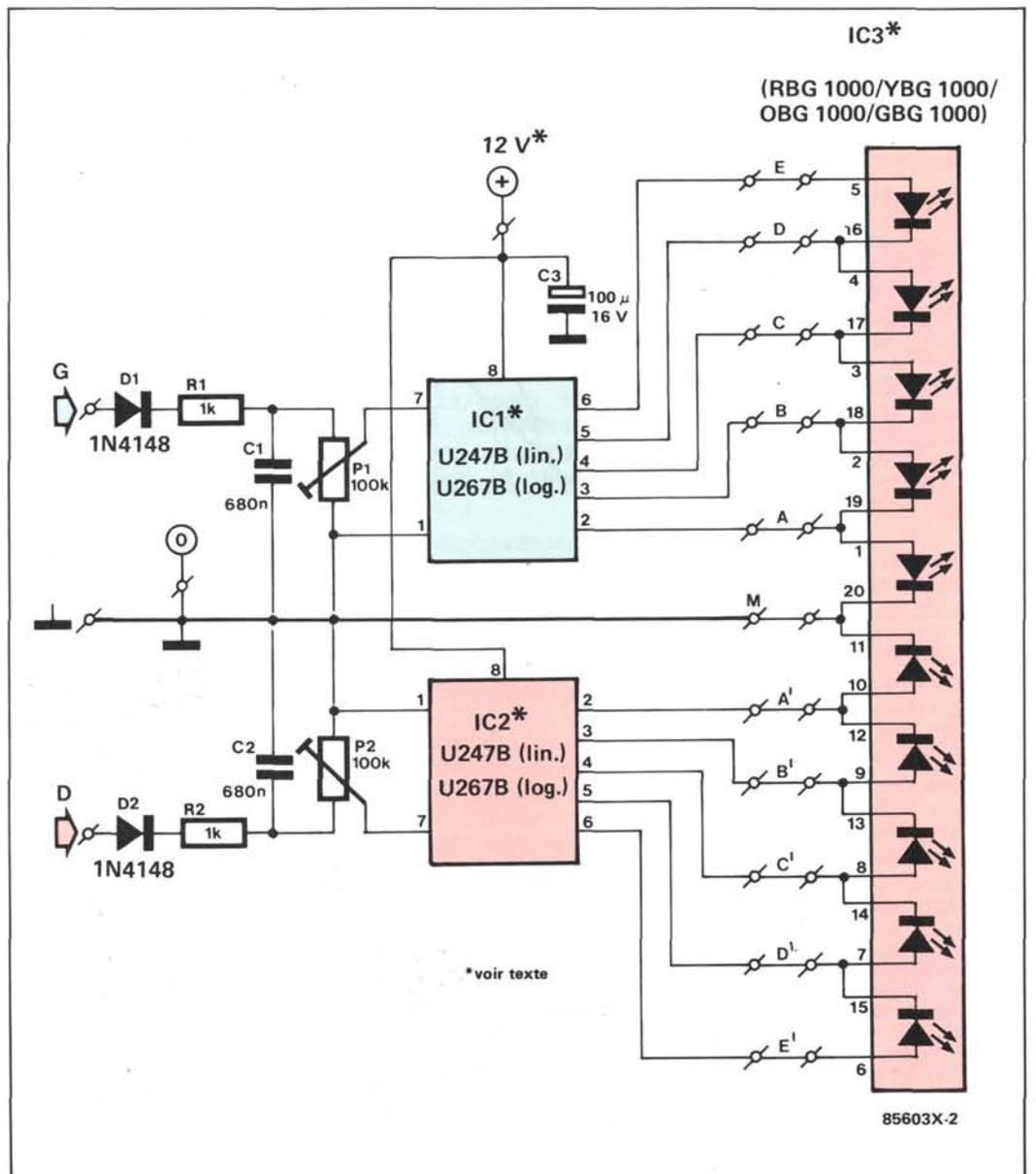


Figure 2 - Ce circuit ne contient que douze composants, exception faite des picots, de la platine et de la quincaillerie habituelle.

qu'il correspond à la courbe de sensibilité de notre oreille.

l'adaptation de tension

Le circuit intégré convertisseur linéaire-logarithmique attaque le circuit intégré afficheur. Il nous reste à voir comment attaquer le premier circuit intégré. L'explication se rapportera à une seule de deux voies, puisque l'autre est identique. Nous avons vu que le circuit intégré U267 demande une tension continue positive en entrée. Pourquoi la lui refuser alors qu'il est si simple de transformer en une tension continue la tension alternative que l'amplificateur délivre aux haut-parleurs ? Le redressement, puisque c'est le nom de l'opération qui

permet de transformer une tension alternative en tension continue, le redressement est opéré par une simple diode, D1. Il s'agit d'un redressement mono-alternance : pendant les alternances positives du signal d'entrée, la diode laisse passer un courant qui s'en vient charger le condensateur C1. Pendant les alternances négatives, rien.

L'association de R1 et de C1 constitue un réseau intégrateur. Le condensateur chargé par R1 ne se décharge qu'à travers le potentiomètre P1, de valeur 10 fois plus importante. La tension aux bornes du condensateur se maintiendra un certain temps à la valeur qu'elle atteint pendant la charge, ce qui évite aux LED de clignoter à toute vitesse.

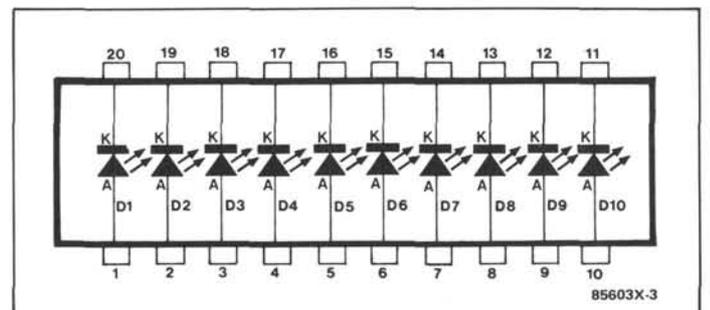


Figure 3 - Le circuit intégré afficheur ne contient que 10 LED indépendantes, disposées comme ci-dessus.

Le potentiomètre permet de prélever de la tension disponible la fraction convenable pour attaquer le circuit intégré, et d'adapter ainsi le montage à différents amplificateurs.

l'alimentation

Toujours dans la même logique, c'est une fois le montage terminé et sa consommation connue que l'alimentation est déterminée, en tension et en intensité. Pour l'intensité, 100 mA suffisent pour les deux voies puisque le courant des LED est le même quelle que soit la longueur du barreau allumé. Une tension de 12 V suffit si les LED sont de type RBG ou OBG, c'est-à-dire rouges. Par contre (et je le dis « par contre » malgré les tenants du « en revanche » qui ne tolèrent pas la juxtaposition de deux prépositions, car enfin on dit aussi bien, comme dans la chanson, par derrière ou par devant), par contre si les LED sont de couleur jaune ou verte, leur seuil est de 2,0 V au lieu de 1,5 V. Comme elles sont montées en série et qu'il faut une chute de tension aux bornes de la source de courant constant, force nous est de porter à 16 V la tension de l'alimentation.

Dans l'un et l'autre cas, il est facile de réaliser une petite alimentation standard. Si vous trouvez une tension utilisable dans l'amplificateur lui-même, veillez à découpler l'entrée du continu en insérant un condensateur de 220 nF ou 470 nF (MKT ou MKH) en série avec la diode D1 (et bilatéralement, un autre en série avec D2 du côté gauche, bien sûr).

la construction

Une platine de format 1 suffit pour la totalité du montage. Elle sera coupée en deux selon les pointillés, comme sur le plan d'implantation de la figure 5. La séparation doit être faite **avant** la mise sous tension, sous peine d'un magnifique court-circuit généralisé. Nous avons choisi de réaliser ce montage en deux parties car ainsi il est plus facile à loger dans un boîtier d'am-

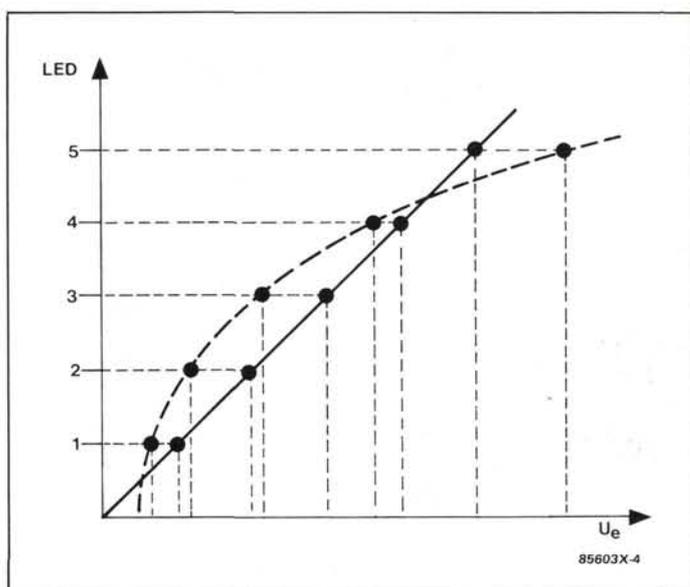


Figure 4 - La courbe logarithmique (en pointillés) correspond à la réponse de l'oreille humaine (canine aussi, probablement).

plificateur. L'affichage trouve sa place sur la face avant, le reste où il peut. Autre particularité de la réalisation de ce montage : les traits pointillés sous le support repéré IC3 (affichage) représentent de ponts de fil à établir côté cuivre (soudures) de la platine. Les points homologues A, B, C, A', B', et caetera des deux platines sont reliés par des fils souples fins, par exemple une nappe à 10 conducteurs.

le réglage

Une fois les deux platines installées et raccordées à l'amplificateur, prévenez la famille qu'il vaut mieux aller faire un tour et profiter de ce beau

soleil de printemps. Mettez les deux potentiomètres P1 et P2 du VU-mètre en position médiane, puis le potentiomètre de volume de l'amplificateur « à fond la caisse ». Faites passer un disque ou une cassette. Laissez sortir le chien. Réglez P1 et P2 de telle façon que pour les 4/5(1pp) de la puissance maximale de l'amplificateur la cinquième LED « suive » les pointes de volume. Allez-y piano avec les potentiomètres car les circuits intégrés risquent leur vie en cas de surtension à l'entrée. Arrêtez-vous dès que la cinquième LED s'allume. Baissez le son, poussez un soupir de soulagement. Voilà, c'est fini.

85603

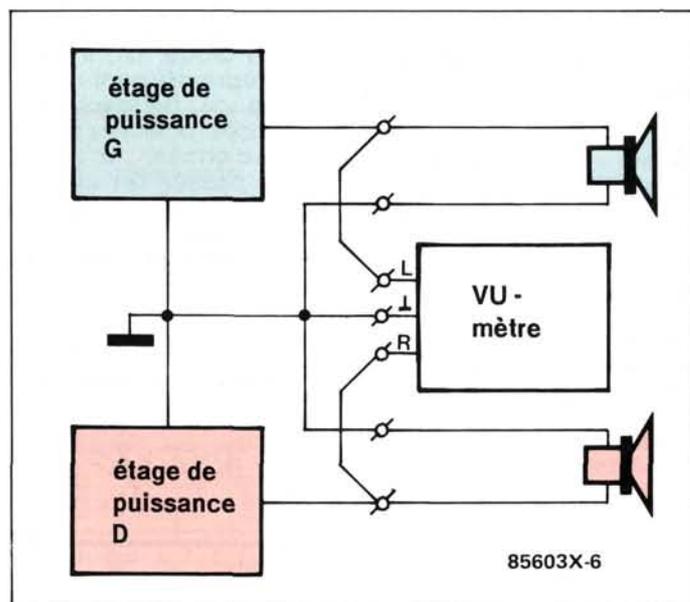


Figure 6 - Les raccordements doivent être effectués selon ce schéma, en tenant compte des particularités de chaque amplificateur.

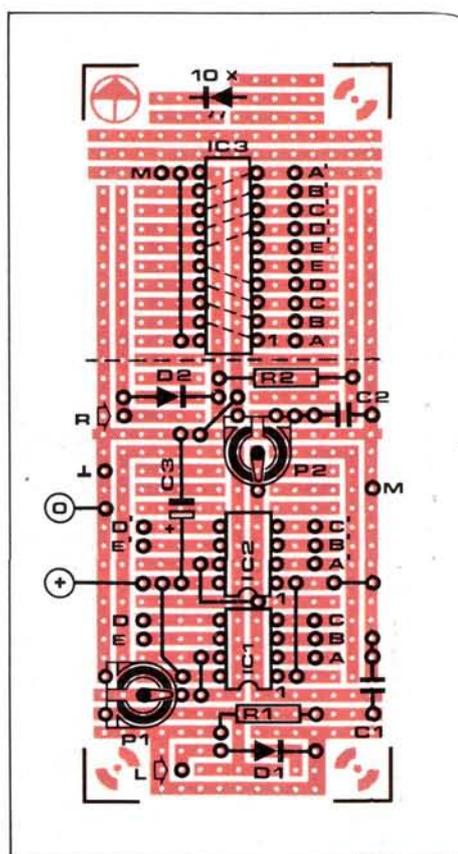


Figure 5 - L'implantation ne se fait pas sur une platine de format 1, mais sur les deux morceaux d'une platine. Il faut impérativement les séparer avant de mettre le montage sous tension. Attention aux ponts en fil à installer côté cuivre de la partie affichage.

LISTE DES COMPOSANTS

- R1, R2 = 1 k Ω
- P1, P2 = 100 k Ω pot. miniature
- C1, C2 = 680 nF MKT ou MKH
- C3 = 100 μ F/16V
- D1, D2 = 1N4148
- IC1, IC2 = U267B (ou U247B)
- IC3 = au choix
RBG-1000, OBG-1000,
YBG-1000 ou GBG-1000

divers

- 1 platine d'expérimentation elec de format 1
- 10 à 20 cm de nappe à 10 conducteurs
- 1 support de circuit intégré à 20 broches
- 2 supports de circuit intégré à 8 broches
- picots à souder

La tension de service indiquée sur un condensateur chimique sera égale ou supérieure à la valeur spécifiée pour ce condensateur dans la liste des composants.

LE NOUVEAU CATALOGUE LEXTRONIC EST DISPONIBLE.

Un catalogue très utile et très complet, dans lequel vous trouverez un choix considérable d'ensembles de télécommande et systèmes d'alarme, en kit ou montés, à des prix en direct du fabricant, ainsi que :

- Matériels et composants spéciaux pour radiocommande ; (sticks, servomoteurs, quartz, transfo HF et MF, connecteurs subminiatures, batteries cadmium-nickel et plomb solidifié, etc...)



- Composants miniatures
- Outillage
- Appareils de mesure

Et les promotions du mois, à des prix jamais vus . . . !

Pour le recevoir, il suffit de compléter au verso et de joindre un chèque de 35F.
à **LEXTRONIC** — 33-39, Avenue des Pinsons
93370 MONTFERMEIL
Tél: (1) 43.88.11.00 (lignes groupées)
CCP. La Source 30.576.22T

BON DE COMMANDE — PUBLITRONIC

Livres et circuits imprimés

Veillez consulter la liste des titres disponibles ELEX dans les publicités en pages intérieures de la revue.

Livres	prix	quant.	total
platines expérimentales ELEX			
1 - 40 x 100 mm	23 F		
2 - 80 x 100 mm	38 F		
3 - 160 x 100 mm	60 F		
platine DIGILEX	88 F		
Autre référence: nous consulter			
* Forfait port et emballage:			
25 F par commande d'un ou plusieurs livres ou de livrets(s) + platine(s).			
Pour les commandes de 1 à 5 platines seules, comptez 5 F par pièce, (soit le forfait de 25 F à partir de 5 platines).			
total net à payer:			25 F*

Veillez compléter soigneusement le verso de cette carte

PUBLICITE

PUBLICITÉ

Selectronic

BP 513 59022 LILLE Tél.: 20.52.98.52

OSCILLOSCOPE CI 94 TORG



COMPLEMENT INDISPENSABLE:
pour rendre votre oscillo bicourbe:
kit d'extension 2 traces
(alimentation 2 x 9 v)
le kit complet (sans boîtier)
101.8774 150,00 F

Un véritable oscilloscope 10 MHz à un tout petit prix !

Caractéristiques techniques:

- 10 MHz/1 voie
- Base de temps déclenchée ou relaxée
- Ampli vertical : 9 calibres 10 mV/div. à 5V/div.
- Base de temps : 18 calibres 0,1 us/div. à 50 ms/div.
- Ecran : 40 x 60 mm (8x10 divisions)
- Dimensions : 19 x 10 x 30 cm
- Poids : 3,4 kg
- Livré avec 1 sonde 1/1 et 1/10
- Garantie : 1 an

L'oscilloscope CI-94 101.8760 1350 F

1350 F FRANCO DE PORT

LIVRE AVEC 1 SONDE (1/1 ET 1/10)

POUR BIEN UTILISER VOTRE OSCILLOSCOPE:

- 2 ouvrages leur sont consacrés :
- PRATIQUE DES OSCILLOSCOPE: 368 pages d'explications, de manipulations et d'applications par REGHINOT et BECKER (Ed. RADIO). Pratique des oscilloscopes 101.8094 175,00 F
 - LES OSCILLOSCOPES: structure, fonctionnement et utilisation pratique par R. RATEAU (ETSF) Les oscilloscopes 101.8080 160,00 F
- Pour commander, utilisez notre bon de commande au dos - Conditions générales de vente: voir notre publicité en annexe.

ABONNEMENT: L'année compte 11 parutions (chaque mois sauf août).

Le paiement de votre abonnement reçu avant le 10, vous permettra d'être servi le même mois.

Les abonnements sont payables à la commande. Pour les administrations et établissements scolaires, veuillez nous adresser un bon de commande administratif.

France (métropolitaine)	étranger (et O.M.)	Suisse *	par avion	Belgique en FB
190 FF	270 FF	85 FS	370 FF	1460 FB

* Pour la Suisse, veuillez adresser à URS-MEYER — CH2052 FONTAINEMELON

ANCIENS NUMÉROS: Les envois d'anciens numéros sont groupés une fois par mois (en milieu de mois).

Tarif: 25 FF pour le premier ou seul exemplaire puis 20 FF pour chacun des numéros suivants. Attention! le numéro 4* est épuisé, vous recevrez un tiré à part - noir et blanc de la partie rédactionnelle: 20 F

Indiquez les n°s voulus _____

Si vous souhaitez plus d'un exemplaire par numéro indiquez-le ici _____

* Si vous avez obtenu des photocopies d'articles du n° 4 par l'intermédiaire de notre COPIE-SERVICE, nous vous proposons un exemplaire du tiré à part contre 3,70 F en timbres-poste. Veuillez nous indiquer la date de votre commande précédente de COPIE-SERVICE ici _____

CASSETTE DE RANGEMENT: 46 F + 25 F forfait port/emballage (surface)

— Complétez au verso — SVP —

COMMANDEZ AUSSI PAR MINITEL
3615 + ELEX

EH, RĒSĪ,
TU PEUX ME
PRĒTER TON
ELEX ?...

...Y'EN A PLUS
AU MAGASIN!

... SORRY TRANSĪ,
MAIS J'EN AI
BESOIN POUR
LE MOMENT!



ÇA NE LUI SĒRAĪT PAS
ARRĪVĒ S'IL S'ĒTAĪT
ABONNĒ!

1 AN : 190 FRs
(FRANCE)