

électronique

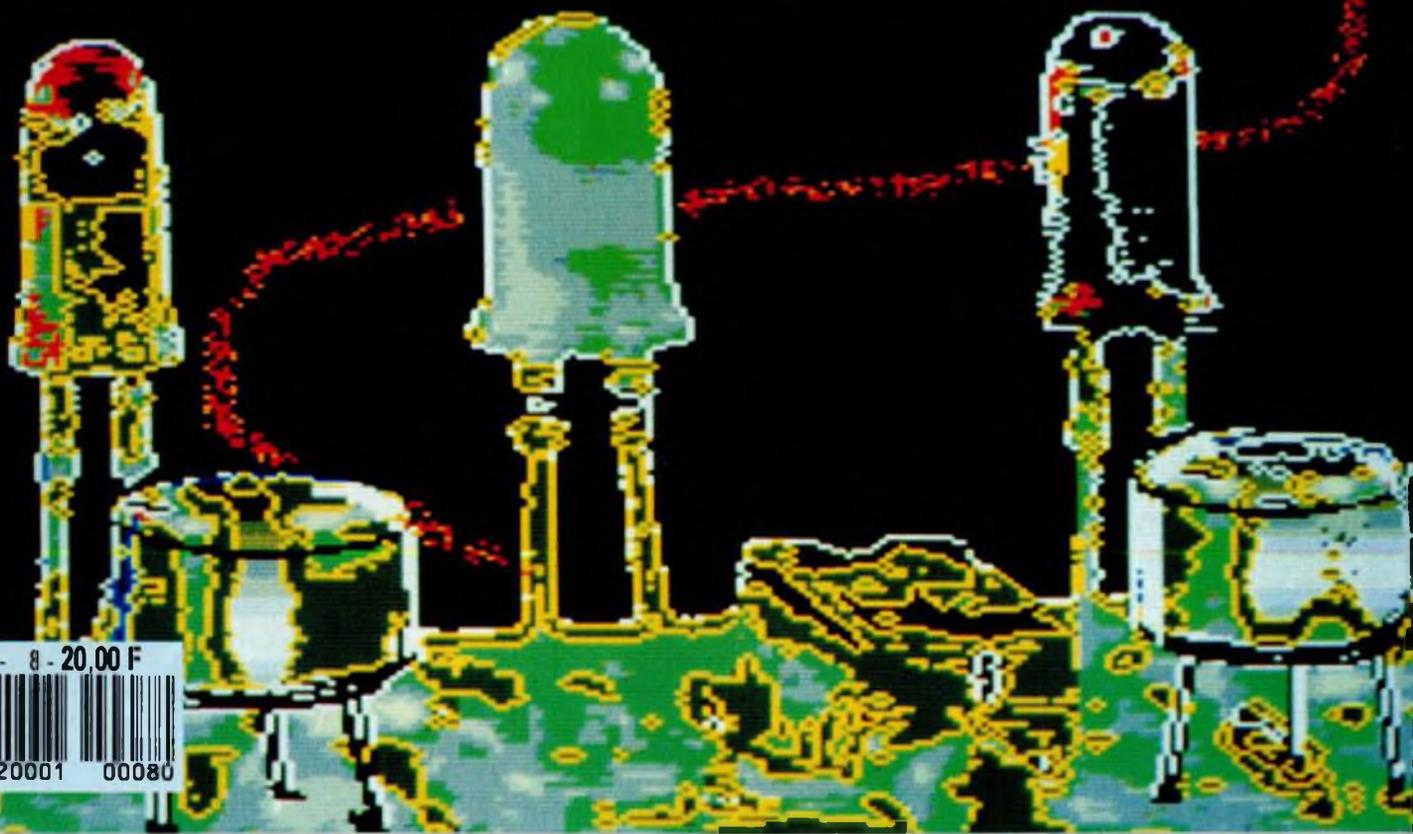


n°8
février 1989
pluviôse CXCVIII (an 198)
146 FB/7,80 FS
mensuel



**les signaux alternatifs
basse-fréquence
et leur amplification**

explorez l'électronique



M 2510 - 8 - 20,00 F





les signaux alternatifs basse-fréquence et leur amplification

SOMMAIRE ELEX N°8

R U B R I Q U E S

4 **elexprime** : vos lettres, nos réponses
 48 **nouveaux lers ANTEX**
 60 **tapez fort** : coup de chapeau, coup de savate

RESI&TRANSI : bande dessinée en couleur !

6 **Dis donc, les enceintes acoustiques**

P R A T I Q U E

36 **fabriquer un mini-testeur de polarité**
 37 **construire un microphone expérimental**

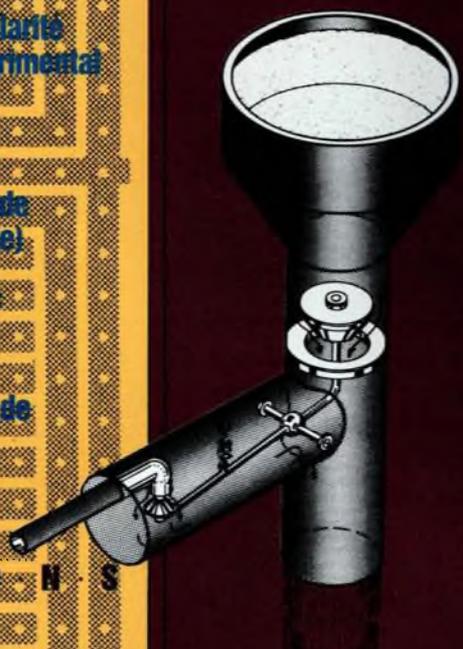
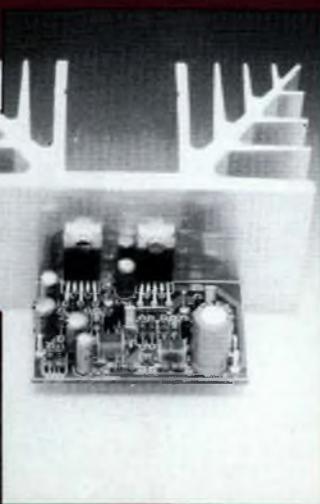
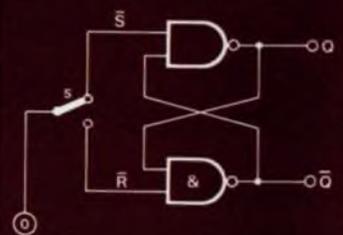
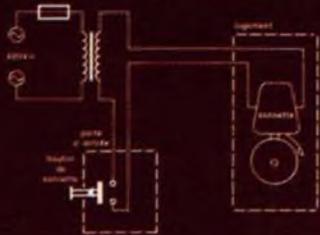
I N I T I A T I O N

18 **analogique anti-choc 3^{ème} épisode**
 57 **la logique sans tic II (1^{ère} partie)**

10 **analyse d'un circuit : l'étage BF**
 16 **étages d'adaptation**
 41 **à bon entendeur, salut !**
 44 **dynamo de vélo = générateur de tension alternative**
 46 **le couplage acoustique**
 49 **Zénobe Gramme**

R É A L I S A T I O N S

8 **amplificateur pour microphone**
 13 **amplificateur pouce-poule**
 21 **circuit d'acquiescement pour sonnette**
 23 **mini-synthétiseur**
 28 **mini-amplificateur**
 31 **régulateur de vitesse pour train**
 34 **métronome**
 54 **prestidigitation électronique**



R : Dis donc Transi, il paraît que c'est nous qui faisons l'édito ce mois-ci?

T : Les dix quoi ?

R : L'éditorial, la page de garde d'ELEX, le délire du rédacteur en chef, le spitch plein de mots à la mode.

T : Mmm. Et c'est nous qui... Gasp !

R : Allons-y ! Qu'y a-t-il de neuf dans ce numéro ?

T : Ben t'as vu la couverture, on dirait Michael Mackson... et puis, heu... y a toi qui causes sur les enceintes acoustiques et la propagation des ondes sonores.

R : Rien d'étonnant, ce numéro est consacré aux signaux basse fréquence ! Jette donc un coup d'œil au sommaire, à côté. Il y a un mini-synthétiseur, deux amplificateurs...

T : Y a aussi des coups de savate qui se perdent. On va se ramasser de ces claques avec la nouvelle rubrique «coup de chapeau et coup de savate».

R : Ça ne me plaît pas trop non plus... J'espère qu'on va pas se faire virer.

T : Moi en attendant, je récupère...



R : En tous cas dans ce numéro il y a un enrichissement considérable des notions d'électronique déjà étudiées dans les précédents numéros. Désormais, aussi bien en logique qu'en analogique, nous prenons en compte non seulement les grandeurs statiques comme la tension, le courant, la résistance, etc, mais aussi leur évolution. Et cela nous donne des signaux... avec leur fréquence, leur amplitude qui varie. Ça bouge. La logique devient...

T : Zzzzz... pffff... grmlf...

R : ... séquentielle. Bref, c'est le TEMPS qui fait son apparition, n'est-ce pas Transi ?



T : Boudu ! Tu pourrais prévenir avant de me sonner !

R : Dès que j'aurai construit le circuit pour sonnette de la page 21.

T : Dans ce numéro, il y a aussi une bidouille comme celle du moteur à construire soi-même ?

R : C'est un microphone ce mois-ci.

T : Et la dynamo de vélo, pourquoi on la démonte

R : Toi, tu me questionnes, et tu te la coules douce en attendant...

T : Du calme, les composants passifs. Qui c'est qui amplifie les signaux ici, toi ou moi ?



SELECTRONIC

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° 1			
Testeur de continuité	101.8580	58,00 F	①
Sirène de vélo	101.8581	70,00 F	①
Testeur de transistors	101.8582	50,50 F	①
Alimentation stabilisée 0 à 15V	101.8583	345,00 F	②
Balance pour auto-radio	101.8584	51,00 F	
Commande de platonnier	101.8585	41,00 F	①
ELEX n° 2			
Gradateur pour lampe de poche	101.8586	20,00 F	①
Minuteur de bronzage	101.8587	85,00 F	③
Ressac électronique	101.8588	22,00 F	①
Ohmmètre linéaire	101.8589	143,00 F	①
Gyrophare de modèle réduit	101.8590	32,00 F	①
Etage d'entrée pour multimètre	101.8591	32,00 F	①
Chargeur d'accus universel	101.8592	174,00 F	①
Platine d'expérimentation DIGILEX	101.8593	186,00 F	④
ELEX n° 3			
Minuterie électronique	101.8594	54,00 F	①
Testeur de polarité	101.8595	22,00 F	①
Arrosage automatique	101.8596	53,00 F	①
Décade de résistance	101.8597	165,00 F	
Thermomètre	101.8598	126,00 F	①
Décade de condensateurs	101.8599	142,00 F	
ELEX n° 4			
Amplificateur de poche "CANARI"	101.8610	36,50 F	①
Comple 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	③
ELEX n° 5			
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 effleurlement	101.8618	52,50 F	②
Testeur de diodes Zener	101.8619	59,00 F	①
ELEX n° 6			
Corne de brume	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
Balisage automatique	101.8624	29,00 F	①
Brûleur "DIESEL"	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
Lampe 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
Circuit de pontage pour train	101.8653	168,00 F	③
Ampli "POUCHE-POULE" (avec H.P.)	101.8654	35,00 F	①
Métronome (avec H.P.)	101.8655	43,00 F	①

PRIX PAR QUANTITE : NOUS CONSULTER

CIRCUITS IMPRIMES ELEX

- ① Platine n° 1 40 x 100 mm
- ② Platine n° 2 80 x 100 mm
- ③ Platine n° 3 160 x 100 mm
- ④ Platine DIGILEX
- ⑤ Platine EPS 886087

REF. SELECTRONIC	PRIX
101.8485	23,00 F
101.8486	38,00 F
101.8487	60,00 F
101.8488	88,00 F
101.8489	47,60 F



Selectronic
Expédition FRANCO
contre 15 F en
timbres-poste

SELECTRONIC

TEL. 20.52.98.52

86 rue de Cambrai BP 513 - 59022 Lille Cedex

CONDITIONS GENERALES DE VENTE

Règlement à la commande : Commande inférieure à 700 F : ajouter 28,00 F forfaitaire pour frais de port et 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

Cela faisait trois ans que mes connaissances végétaient dans un dédale de complexité : aujourd'hui j'apprends plus avec un numéro d'ELEX qu'avec plusieurs numéros d'encensur.

Cela me met en confiance, augmente mon état d'éveil et mon intérêt pour l'électronique lorsque du premier coup d'oeil je reconnais les composants d'un montage (j'ai l'impression d'en savoir plus et cela m'encourage à poursuivre mes efforts de compréhension. Pour me familiariser avec les composants je démonte, je trie et je conserve des composants récupérés sur des TV ou des radios. J'ai apprécié la page COMPOSANTS d'ELEX qui m'a semblé indispensable : les symboles ne sont-ils pas le soulage de l'électronicien ?

J'aimerais savoir s'il est possible et facile de transformer une TV noir et blanc en oscilloscope et s'il est intéressant de réaliser un ioniseur d'air.

Eric Thoumire
17000 LA ROCHELLE

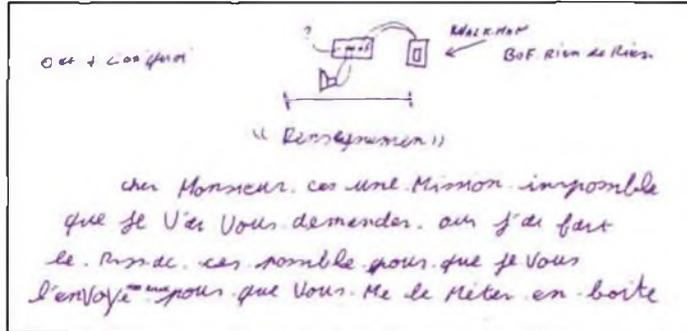
Votre lettre exprime avec force les impressions dont témoignent de nombreux lecteurs et aussi quelques lectrices. D'une façon générale votre aspiration à récupérer et à transformer est excellente pour un apprenti-électronicien autodidacte; mais ne vous faites pas trop d'illusions. Si l'on apprend beaucoup en démontant et en récupérant, on y passe aussi beaucoup de temps et parfois on en perd. Méfiez-vous d'une démarche trop axée sur la récup' et le dessoudage : il faut surtout monter et souder ! Un oscilloscope à construire soi-même, ça existe, mais à notre époque il y a des choses plus efficaces à faire : un ioniseur par exemple. Ça en revanche c'est trop difficile pour ELEX, du moins pour l'instant.

En tous cas nous envisageons une refonte et un élargissement de la rubrique COMPOSANTS pour une date prochaine.

La question du téléviseur Noir et Blanc à transformer en oscilloscope revient aussi sur le serveur Minitel d'ELEX. Une autre question brûlante sur le Minitel est celle des HP AUDAX utilisés dans le n°4 d'ELEX. Le système décrit dans ELEX a été conçu et calculé pour les HP AUDAX mentionnés. Au moment de la publication de

l'article, le société AUDAX, en chambardement plus ou moins permanent, nous a confirmé la disponibilité de ces HP. On ne nous y reprendra plus.

Guy Battaglia (38760 VARGES)
nous demande d'indiquer les caractéristiques des HP AUDAX utilisés pour pouvoir les remplacer par des modèles équivalents.



Compte tenu du caractère spécifique de cette réalisation, un tel remplacement, déjà sujet à caution en temps normal, est totalement exclu.

*

Allez on va commencer par les compliments. Bravo ! [...] Maintenant on va passer aux critiques. Vous ne faites pas assez de pub ! J'ai connu ELEX par hasard grâce à une pub dans un magazine pas spécialement fait pour les débutants. [...]

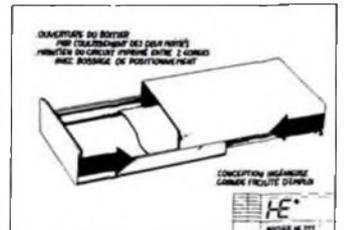
Olivier BLONDEAU
94100 Saint-Maur

Vos encouragements nous sont agréables, vos éloges propagés de bouche à oreille ont déjà largement contribué au succès d'ELEX. Continuez d'en parler autour de vous, cela nous fera une campagne de pub qui en vaut bien d'autres. Merci. Vous êtes nombreux, par la force des choses, à prendre le train en marche et comme vous avez manqué les premiers numéros, certains d'entre vous baratinent désespérément leur ruraliste (en Belgique notamment) pour obtenir les numéros manquant à leur collection. IL EST IMPOSSIBLE D'OBTENIR CES NUMÉROS EN KIOSQUE, que ce soit à Paris ou à Tananarive. Il est beaucoup plus simple et plus efficace de les commander directement chez nous en utilisant le bon de commande en encart à la fin de ce magazine.

*

Je vous envoie ces quelque ligne pour vous demander les testeur qu'il y a dans elex n°5 es que ses possible possible de tester un composant souder sur la plaquette et pourquoi il y a pas de dessin animer se moi si de transi et resi et surtout Monsieur es que tout les appareille qu'il y a dans elex sont chez vous ses possible de les commander oui ou non

notamment les excellents coffrets translucides HEILAND aux dimensions étudiées spécialement pour une carte d'expérimentation ELEX de format 1 plus une pile compacte de 9 V.



De l'absence de Rési&Transi pendant un mois, l'explication a déjà été donnée : vacances forcées dans un sac postal pour cause de grève. Pourquoi la couleur au compte-goutte ? On se le demande aussi.

*

Sur une publicité d'ELEX qui s'appelle "plein les pochettes", j'ai vu qu'on pouvait recevoir une pochette INFRA ROUGE avec 3 émetteurs et 3 récepteurs. Je voudrais savoir comment cela marche et quelles petites applications pouvons-nous faire avec ceux-ci.

Armel LE SAUX
29250 St POL DE LÉON

La publicité mentionnée n'est pas d'ELEX (elle se retrouve d'ailleurs dans ce numéro). En règle générale, n'hésitez pas à poser des questions sur les publicités, mais posez-les directement aux intéressés dont le nom, l'adresse et le numéro de téléphone sont toujours mentionnés. Et n'oubliez pas de préciser que vous venez ou que vous appelez de la part d'ELEX.

*

C'est très dur quand on est amateur. Voilà mon problème. Dans ELEX n°4 et 5 il y a un plan d'ampli dont le son est suffisant et de bonne qualité à l'écoute. Mais maintenant il faudrait un plan de préampli pour amplifier de faibles signaux ?

Manu

Si tu as déjà parcouru ce numéro, Manu, tu auras vu que ton voeu est exaucé avec le préamplificateur pour micro. Satisfait ?

*

L'idée m'est venue de vous suggérer l'étude d'un petit amplificateur genre «de poche» avec entrée micro et sortie casque léger pouvant être utilisé devant une parabole pour écouter les bruits à distance.

JC Barrère
09310 LES CABANNES

On y travaille, c'est sur le feu ! La publication ne tardera pas. ELEX salue l'Ariège.

*

Pouvez-vous m'envoyer une documentation sur les transistors et les buzzers ?

Cristophe Hocquet
59300 VALENCIENNES

Vous êtes nombreux à poser des questions aussi abruptes que difficiles. ELEX est un magazine d'initiation à l'électronique. Nous ne fabriquons ni ne vendons de composants. Nous ne sommes pas habilités à fournir «une documentation» sur un composant. Nous n'avons pas de piles de «dossiers techniques sur les LED ou tout autre composant». Les informations que nous avons, nous les publions au fur et à mesure.

Sur les transistors par exemple, une documentation, cela veut dire plusieurs rayons de bibliothèque. A propos de bibliothèques, allez-vous à celle de votre école ou de votre quartier ? Mais si, il faut y aller ! Exercez des pressions sur vos bibliothèques communales, scolaires, universitaires et autres bibliobus. On y trouve les oeuvres complètes de Pierre Bellemare, pourquoi n'y ferait-on pas l'acquisition de recueils de caractéristiques de transistors, de manuels d'électronique ? Demandez l'acquisition de ce genre d'ouvrages ; coûteux pour un individu isolé, ils profiteront à des dizaines voire des centaines de lecteurs sur les rayons d'une bibliothèque scolaire ou publique.

*

Je vous écris car je n'ai pas compris ce que c'est qu'une source de courant constant et un étage d'entrée pour multimètre dans elex n°2 et j'ai perdu les pédales dans elex n°4.

Aussi pourriez-vous faire des montages utilisant l'affichage numérique ?

Frédéric Fournier
76700 Harfleur

On ne se fait pas de bile pour toi, Frédéric. Gonflé comme tu es, tu ne risques pas de couler. On ne va pas se gêner pour utiliser des affichages numériques, mais

alors il ne faudra pas se plaindre de ne plus rien piger. Il y a comme une contradiction entre crier au secours et demander des choses encore plus difficiles, non ? Bizarre...

*

Je reste inquiet pour les numéros à paraître, car déjà il faut posséder un oscilloscope dans le n°5. Connaissez-vous beaucoup d'amateurs qui possèdent un tel matériel ? Est-il possible de créer une rubrique correspondants ? Je pense que de nombreux débutants passionnés seraient disposés à correspondre ou se rencontrer suivant les départements

Edmond Dulieux
06500 Antibes

Excellente, l'idée des correspondants. Avant de mobiliser une fraction de l'espace rédactionnel déjà compté, nous préférons encourager cette démarche sur le forum du serveur d'ELEX qui a été fait pour cela. Écrivez-nous si vous estimez qu'une telle rubrique aurait sa place dans le magazine lui-même. Quant à l'oscilloscope, il n'est nullement indispensable. Il se trouve simplement qu'un traceur de courbes pour transistor, ça marche avec un oscillo. Ce n'est pas un drame. Nous éviterons dans la mesure du possible de faire appel à cet appareil de façon impérative. Mais nous ne ferons pas non plus de paupérisme. L'oscilloscope est un appareil fabuleux pour l'amateur d'électronique, bien plus utile qu'une TV par exemple ! Dès le jour où vous disposez d'un tel accessoire, vous faites des progrès que vous n'osiez même pas imaginer auparavant. Précisons au passage qu'il est inutile d'opter pour un modèle coûteux.

*

Mon petit neveu s'intéresse aux articles concernant la

logique et j'ai lu quelques numéros. Quel malheur ! Quel gaspillage de jeunes cervelles ! [...] La lecture des premiers articles me donne à penser que vous êtes aussi dangereux que Rika Zarái quand elle s'adresse à des malades. Je n'ai pas trouvé un fil conducteur, encore moins un embryon de règle permettant à vos lecteurs de concevoir un montage même simple. On a l'impression que le pif et la fantaisie sont rois dans l'orchestration de la poursuite des 1 par les 0. [...] Vous regardez par le petit bout de la lorgnette et vous dites : Le ou les transistors symbolisés par Entrée/Sortie sont des inverseurs. Ah malheur ! Cette notion admise s'il s'agit de niveaux électriques n'a aucune existence si l'on considère une équation logique. Vous devriez dire que Entrée/Sortie est un complémenteur [...]

Louis PIALAT
31100 Toulouse

Il aurait fallu prendre la logique à rebrousse-poil : en partant des sorties remonter vers les entrées, nous dit Monsieur Pialat. Nous ne doutons pas du bien-fondé de cette pédagogie, mais sa lettre (dont nous ne reproduisons ici qu'une petite partie) est une démonstration de l'inutilité d'une discussion a posteriori sur le choix fondamental d'une méthode. Il se trouve que l'an dernier, après mûre réflexion, nous avons opté pour une autre manière de décrire la logique (sans hic) non moins bien fondée. Aujourd'hui un lecteur la trouve illogique et propose de la remplacer illico par la sienna. Peu importe que celle-ci nous convainque ou pas. Il est stérile d'opposer en cours de route deux approches irréductiblement opposées. Nos articles sont perfectibles, d'accord, et nous nous attachons à les améliorer en fonction de vos réactions, mais de là à nous traiter de complets menteurs, vous n'êtes certes pas un complimenteur.

Je souhaite vous faire une suggestion : expliquer la démarche de conception des circuits ; comment passer de l'idée (une corne de brume par exemple) à un schéma électrique (avec multivibrateur, générateur, filtre et ampli...) Ceci est un mystère pour moi. Pourquoi ne pas avoir pris un signal sinusoidal au lieu d'un signal rectangulaire ?

Philippe ANTRAS
13008 MARSEILLE

En général, on apprend d'abord comment faire un générateur de sons, puis un amplificateur, puis un filtre, puis on se dit «que pourrais-je bien en faire ?» et on pense après coup, mais oui après coup à la corne de brume. Elex a été placé dès son lancement sous le signe de l'exploration, c'est-à-dire une activité dans laquelle par définition on cherche ce que l'on trouve, et non l'inverse.

Quelques uns d'entre nous inventent leurs outils en fonction de leurs besoins ; ce sont en règle générale des êtres d'exception quand ce ne sont pas des génies. La plupart d'entre nous apprennent en revanche à se servir des outils existants et par la même occasion ils découvrent ce que l'on peut faire avec.

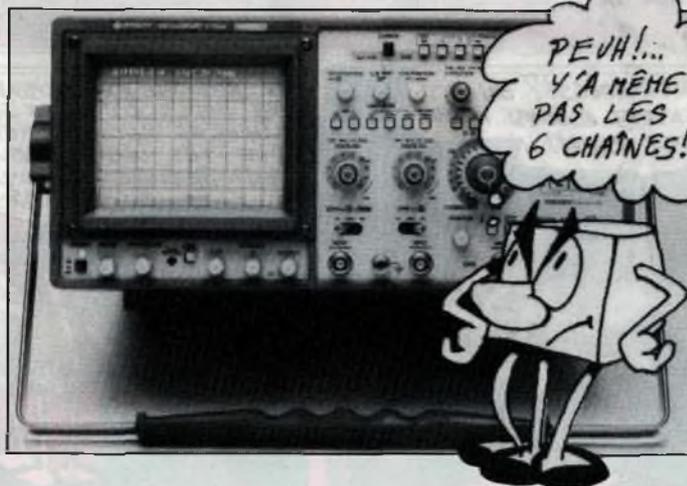
Un nombre impressionnant de grandes découvertes ont été faites «par hasard», c'est-à-dire par le jeu d'une coïncidence exceptionnelle entre une somme de connaissances, un ouverture d'esprit et un sens de l'observation. Soyons modestes : on n'apprend pas à concevoir des schémas dans un magazine d'initiation à l'électronique. Ce qu'on y apprend, c'est comment d'autres s'y prennent pour arriver à leurs fins. Comme le disait justement (et durement) Maurice Ravel à propos de la musique : on a jusqu'à l'âge de vingt ans pour apprendre le métier des autres, ensuite

*

L. BROCCQ de l'ASBL
LE PIMENT
157, rue Potagère
1030 Bruxelles
(32/0)2/218.33.79

cherche des instruments de mesure (oscillo, mire, générateur, ...) même en panne pour équiper labo. L'association sans but lucratif Le Piment donne des cours de recyclage en électronique.

PS: nous rappelons aux professeurs de technologie qui nous écrivent que l'on ne dit pas «je me suis permis de vous écrire», même quand on est une professeuse.





LES BIDOUILLES DE

DIS DONC...

POUR QUOI ON MET LES H.P. DANS DES ENCEINTES?

C'EST POUR... PFF... ÉVITER... PFF... LE COURT CIRCUIT... PFF...!

Lourd, ce H.P. PFF...!

C'EST POUR EMPÊCHER DE FARTOUILLER DEDANS QUOI?

NAON!... C'EST DE COURT-CIRCUIT ACOUSTIQUE QUE JE PARLE!

Y VA PAS ME LÂCHER! GRR...

TU SAIS QUE LE SON PRODUIT PAR LE H.P. NAÎT DES MOUVEMENTS RAPIDES DE SA MEMBRANE?

ON A VU ÇA DANS ELEX! LA MEMBRANE SE DÉPLACE ET PRODUIT UNE ONDE.

ET QUELLE ONDE!

EN FAIT, ÇA FAIT UNE ONDE QUAND ELLE AVANCE...

... ET UNE AUTRE QUAND ELLE REULE. ÇA FAIT JAMAIS QUE DEUX ONDES, ÇA.

EN PLUS, EN COMPRIMANT L'AIR QUAND ELLE AVANCE, ELLE CRÉE UN YIDE DERRIÈRE ELLE.

LA MEMBRANE ASPIRE L'AIR DERRIÈRE ELLE, QUOI?

HoP!

AiE!

SILUR!

PRESION D'UN CÔTÉ, DÉPRESSION DE L'AUTRE.

HE!... MOI D'ABORD!!

NON! MOI!

OUI. L'AIR "SOUFLE" PAR DEVANT EST "ASPIRE" PAR DERRIÈRE. DU COUP, LES DEUX ONDES DE PRESION S'ANNULENT.

ALORS, THÉORIQUEMENT ON N'ENTEND RIEN?!...

C'EST ÇA, MON COURT-CIRCUIT ACOUSTIQUE!

TU RIGOLES!? ON ENTEND QUAND HÊME PAS MAL!!!

TUUUU

CE QUE TU ENTENDS, CE SONT LES ONDES QUI NE SE SONT PAS ÉLIMINÉES MUTUELLEMENT, PARCE QUE LES UNES ARRIVENT À TON OREILLE AVANT LES AUTRES.

ZUT! TROP TARD!

UNES

AUTRES

RESI & TRANSI[®]

DESSINS : YVON DOFFAGNE - COULEURS : COOKY F.

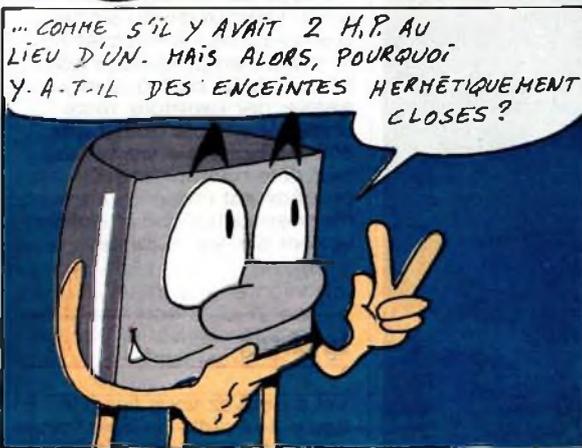


ON DIRAIT MÊME QUE QUAND LE H.P. EST DANS UN CAISSON, ON ENTEND MIEUX! SURTOUT LES SONS GRAVES.



C'EST PARCE QU'EN CONTOURNANT L'OBSTACLE DU COFFRET, LES ONDES METTENT DU TEMPS. TU ENTENDS DONC D'ABORD L'ONDE PARTIE DE DEVANT...

... PUIS CELLE DE DERRIÈRE. SPÉCIALEMENT DANS LES FRÉQUENCES GRAVES - DU COUP, AU LIEU DE S'ANNULER, ELLES SE RENFORCENT..



... COMME S'IL Y AVAIT 2 H.P. AU LIEU D'UN. MAIS ALORS, POURQUOI Y-A-T-IL DES ENCEINTES HERMÉTIQUEMENT CLOSES?



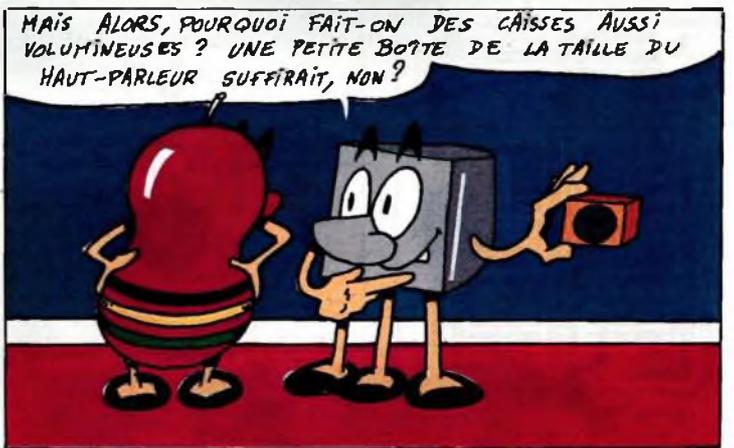
PAR FACILITÉ, TOUT BÊTEMENT...

ON PRÉFÈRE SUPPRIMER, EN LES CALFEUTRANT, LES ONDES ARIÈRES POUR NE PAS AVOIR À SE COLTINER CERTAINS PROBLÈMES.



AU FOND, ÇA ÉVITE AUX ONDES DE DERRIÈRE DE SE CRÉPER LE CHIGNON AVEC LES ONDES DE DEVANT!

JE VOIS...



MAIS ALORS, POURQUOI FAIT-ON DES CAISSES AUSSI VOLUMINEUSES? UNE PETITE BOÎTE DE LA TAILLE DU HAUT-PARLEUR SUFFIRAIT, NON?



COMME LA MEMBRANE DOIT COMPRIMER L'AIR CONTENU DANS L'ENCEINTE CLOSE, PLUS LE VOLUME EST IMPORTANT, MOINS C'EST DUR POUR ELLE. ENTRE, ET VOIS DE PLUS PRÈS!..



COMME ÇA, JE NE L'ENTENDRAI PLUS POSER TOUTES SES QUESTIONS!

Pour les CiBistes, et les autres...

Amplificateur pour microphone

avec **compresseur** de dynamique

Un microphone est un convertisseur d'énergie : il transforme en oscillations électriques les vibrations de l'air (autrement dit le son). La tension de ces oscillations électriques, bien que fort variable selon le type de

microphone, n'est guère que de quelques millivolts. Une exception : ce bon vieux microphone à charbon qui présente une forte tension de sortie mais tant d'inconvénients, et si importants, que même les PTT l'aban-

donnent. Les microphones dynamiques, puis les microphones à condensateurs dits "électrets" ont supplanté le microphone à charbon quant à la qualité de reproduction. Cependant si on veut les

raccorder à un amplificateur "peu sensible", comme le CANARI de notre numéro 5, un *pré-amplificateur* est nécessaire.

Le nôtre remplit en plus une deuxième fonction : la compression de dynamique. Il s'agit de l'adaptation automatique de l'amplification selon l'amplitude du signal d'entrée : les sons faibles sont plus amplifiés que les sons forts, si bien que la parole, par exemple, reste compréhensible quelle que soit la distance entre le locuteur et le microphone. Ce procédé est utilisé couramment en radiophonie, spécialement par les "Cibistes".



Figure 1. Les microphones peuvent être de types et de fabrication très divers.

Le circuit

Vous pouvez vous fier à la **figure 2** : il suffit de trois transistors et d'une pincée de composants pour renforcer le tout petit signal du microphone ! Ce signal parvient à la base du premier transistor par le condensateur électrochimique C1. L'impédance d'entrée du montage est déterminée en grande partie par la valeur de la résistance R1. La valeur correcte de R1 se calcule selon la formule suivante :

$$R1 = (100 / (10 \cdot Z)) \cdot 10$$

(Z = impédance d'entrée; R1 et Z en k Ω)

Nous indiquons ce mode de calcul parce que les caractéristiques du microphone ne seront exploitées au mieux que si l'impédance d'entrée est égale à celle du microphone. Notez toutefois que la valeur de R1 ne saurait en aucun cas être inférieure à 47 Ω . La valeur indiquée dans le schéma pour R1

* Sachant qu'il y a plus de dix ans que les microphones à électret sont de fabrication courante et qu'il faudra encore bien dix ans pour que disparaissent les combinés S63 à micro à charbon, essayez de donner la date approximative du remplacement du néper (utilisant le logarithme népérien ou naturel) par le décibel (utilisant le logarithme décimal ou vulgaire) pour la mesure des amplifications ou affaiblissements.

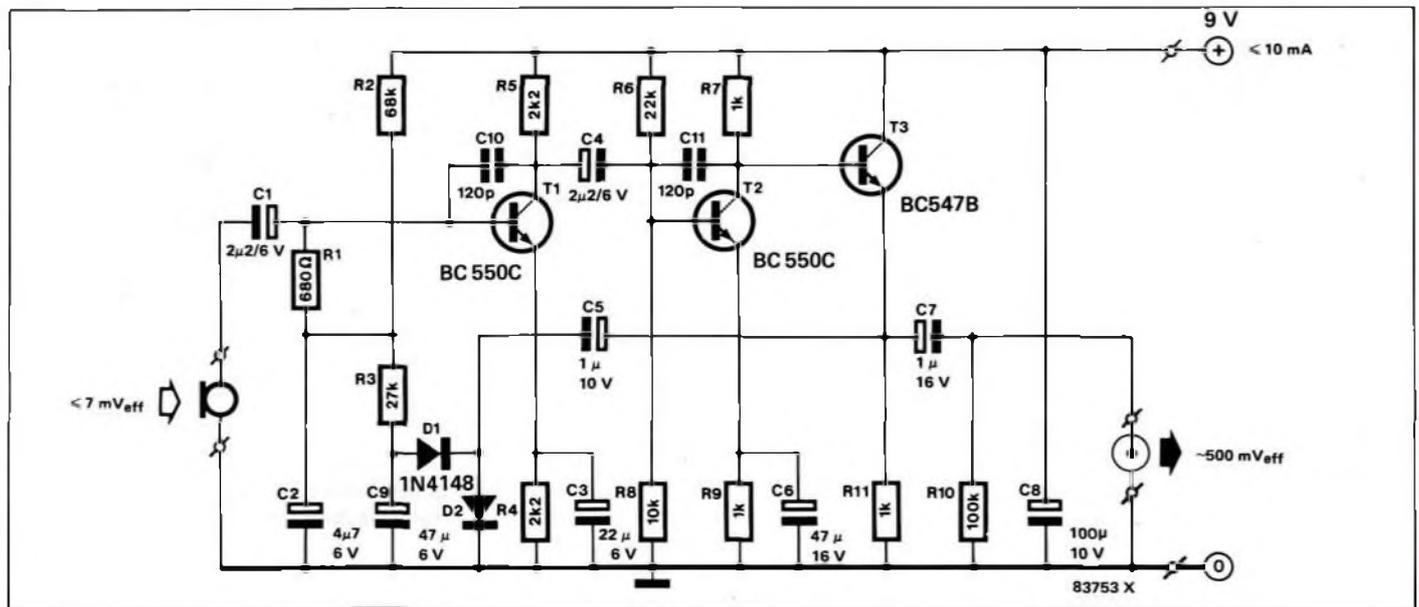


Figure 2. Le facteur d'amplification de ce circuit varie de 300 à 3200 selon le niveau du signal du microphone.

permet de fixer l'impédance d'entrée de l'amplificateur à 600 Ω, valeur convenant parfaitement à la plupart des microphones dynamiques ou à électret. Revenons à ce schéma de la figure 2 : les deux premiers étages à transistors présentent par rapport au schéma habituel une différence importante. Cette différence tient dans le point de fonctionnement imposé aux transistors. Alors que le point de fonctionnement de T2 est fixé par le diviseur R6/R8, celui de T1 est variable. Une

tension variable en fonction du niveau du signal de sortie parvient sur sa base par R1 et R3. Une tension continue négative est obtenue, grâce à D1 et D2, à partir de la tension de sortie délivrée par T3, monté en émetteur suiveur; plus le signal de sortie est important, plus la valeur (négative) de cette tension augmente. En appliquant cette tension, par R3, à la base de T1, on déplace son point de fonctionnement et le but est atteint : l'amplification fournie par T1 s'adapte à l'amplitude du

signal. Des signaux forts, obtenus en parlant près du micro, sont moins amplifiés que les signaux faibles. La figure 3 montre qu'à partir d'une certaine valeur de signal d'entrée, le signal de sortie est à peu près constant. Mais on s'agit encore du côté de la figure 2 ! Aurions-nous oublié quelqu'un ? Eh oui, ce sont C10 et C11; connectés entre collecteur et base de T1 et T2, ils empêchent l'amplificateur de se transformer en oscillateur ou en

récepteur. Le signal du collecteur étant de phase opposée au signal de base, l'impédance du condensateur diminuant quand la fréquence augmente, cette contre-réaction énergétique empêche toute fréquence supérieure au domaine audible de venir perturber le fonctionnement.

La construction

Une platine standard de format 1 est toute indiquée. La figure 4 montre l'implanta-

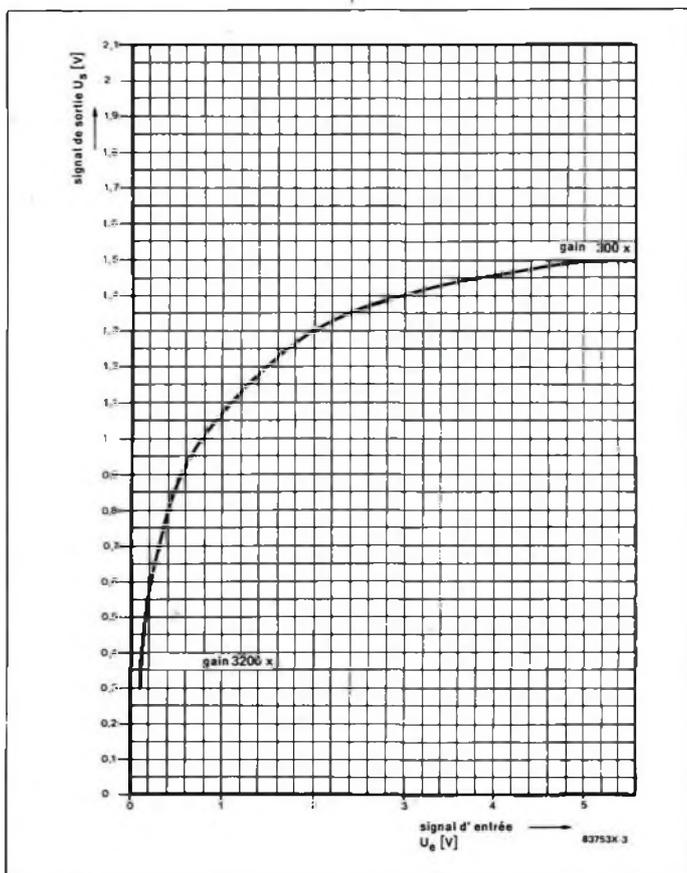


Figure 3. Ce graphique montre la relation entre l'amplitude du signal de sortie et celle du signal d'entrée.

Liste des composants

- R1 = 680 Ω (voir texte)
- R2 = 68 kΩ
- R3 = 27 kΩ
- R4, R5 = 2,2 kΩ
- R6 = 22 kΩ
- R7, R9, R10 = 1 kΩ
- R8 = 10 kΩ
- R10 = 100 kΩ
- C1, C4 = 2,2 μF 6 V
- C2 = 4,7 μF 6 V
- C5, C7 = 1 μF 10 V
- C6, C9 = 47 μF 6 V
- C8 = 100 μF 16 V
- C10, C11 = 120 pF
- T1, T2 = BC 550C
- T3 = BC 547B
- D1, D2 = 1N4148

Divers :

- 1 platine d'expérimentation ELEX de format 1
- 1 interrupteur unipolaire
- 1 pile compacte de 9 V
- 1 coupleur de pile

Figure 4. L'implantation des composants sur la platine. Commencez donc par les quatre ponts en fil, pour ne pas les oublier !



tion des composants, la **figure 5** une platine équipée et terminée. Un point particulier de ce montage est l'amplitude inhabituellement faible des signaux utilisés. Il en résulte une sensibilité extrême aux parasites de toutes sortes. Les ronflements induits par le secteur à 50 Hz ne seront éliminés efficacement que par un blindage soigneux. Le blindage doit être relié au point zéro volt (masse) de l'étage le plus sensible : ici la masse du microphone.

L'alimentation

Si le montage est embarqué pour être utilisé avec un

poste "CiBi", il pourra être alimenté par le 12 V de l'émetteur-récepteur, prélevé après le commutateur marche-arrêt, moyennant quelques adjonctions : une résistance de 100 Ω en série dans la ligne positive d'alimentation, et une diode zener (BZX 85 C 9V1) en parallèle sur C8.

Dans le cas contraire, une pile compacte de 9 V convient parfaitement. Elle sera logée dans le boîtier et pourra fournir pendant de nombreuses heures les quelque 10 mA que consomme le montage. Reste tout de même à prévoir un interrupteur d'alimentation pour éviter de gaspiller l'énergie !



Figure 5. Les ronflements ne sont supprimés que si la platine est logée dans un boîtier métallique formant blindage. La photo montre le prototype.

L'analyse (sans divan) d'un circuit : un étage B.F.

Entrons dans le circuit avec des choses simples : vous pouvez comprendre sans trop de mal, par des comparaisons ou des analogies, le comportement individuel d'une résistance, d'un condensateur, d'un transistor. Les difficultés commencent dès qu'il s'agit d'un circuit. Comment savoir où circule chaque courant ? Quelle relation y a-t-il entre telle tension et tel courant ?

En somme, comment un électronicien s'y prend-il pour connaître le fonctionnement d'un circuit complexe ?

Qu'est-ce qui lui permet de dire, par exemple, que l'étage amplificateur de la **figure 1** a un gain de 10 ?

C'est ce circuit B.F. (basse fréquence) qui va nous servir à vous montrer de quelle façon un professionnel aborde l'étude d'un circuit.

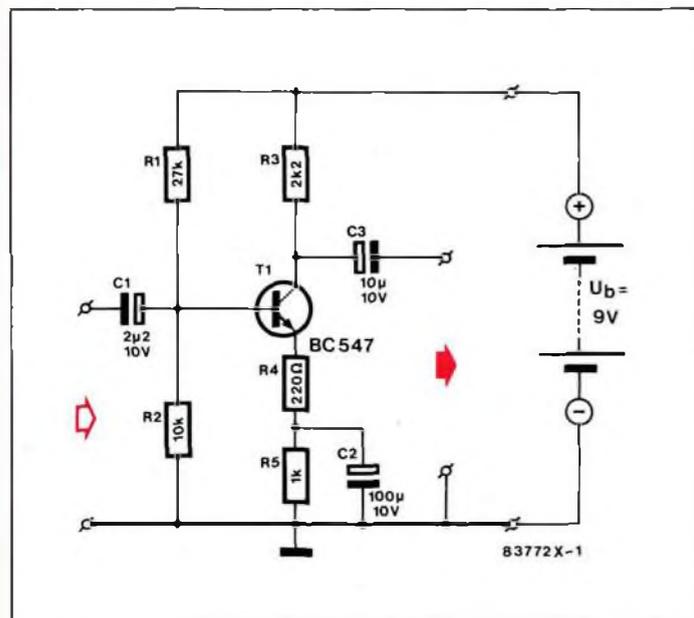


Figure 1 - Vous rencontrerez souvent des étages B.F. respectant la forme générale de celui-ci.

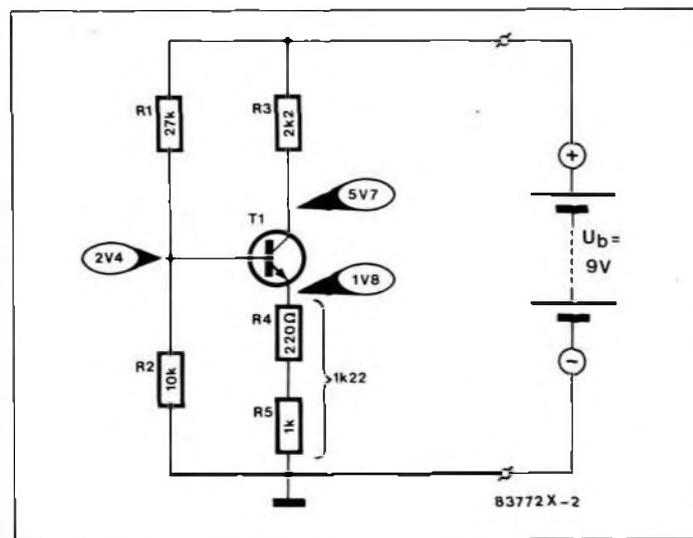


Figure 2 - La simplification consiste à supprimer les condensateurs pour ne considérer que le comportement en continu de l'étage. Procédez alors au calcul des tensions de polarisation du transistor.

Polarisation continue

Il faut d'abord simplifier un peu le circuit. Nous supposons pour cela que rien n'est connecté à l'entrée. Il ne circule alors que des courants continus, puisque l'alimentation est continue. Nous avons appris, et bien retenu, que les condensateurs ne laissent pas passer

le courant continu; nous allons donc nous en débarrasser (au moins sur le papier) pour obtenir le schéma, plus clair et plus sympathique, de la **figure 2**.

Ce schéma simplifié ne comporte plus que le transistor et quatre résistances. Le diviseur de tension R1/R2 divise la tension d'alimentation dans le rapport 2,7/1. Le potentiel de la base est donc de quelque 2,4 V. Le calcul

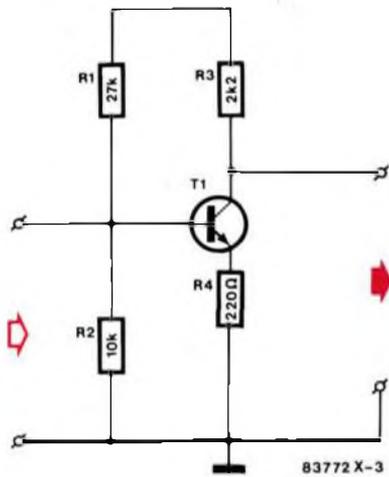


Figure 3 - L'analyse du comportement en alternatif suppose le remplacement des condensateurs par des courts-circuits. Le fonctionnement devient évident.

n'est pas rigoureusement exact, puisque R1 véhicule aussi le courant de base de T1, mais comme il s'agit de comprendre le fonctionnement du circuit, nous sacrifierons les décimales, non sans avoir montré qu'elles représentent une quantité négligeable.

Le courant qui traverse le diviseur de tension est de :

$$\frac{9 \text{ V}}{27 \text{ k}\Omega + 10 \text{ k}\Omega} = 0,24 \text{ mA}$$

Nous allons le comparer au courant de base de T1, déterminé comme suit :

La tension de l'émetteur est inférieure de 0,6...0,8 V (seuil de la jonction base-émetteur de T1) à celle de la base, soit 1,8 V. Cette tension est produite par le courant qui traverse la résistance de collecteur R3, le transistor, et la résistance d'émetteur, composée de R4 et R5 en série. La loi d'Ohm nous permet de calculer le courant d'émetteur :

$$\frac{1,8 \text{ V}}{1,2 \text{ k}\Omega} = 1,5 \text{ mA}$$

Ce courant d'émetteur de 1,5 mA est la somme du courant de collecteur et du courant de base. Comme le gain en courant du transistor est au moins de 300, il suffit d'un courant de base de 5 μA (microampère, 10⁻⁶ A) pour provoquer un courant collecteur-émetteur de 1,5 mA. Nous continuerons donc de négliger ce courant de base, dont nous venons de montrer qu'il est très faible, comparé au courant dans le diviseur, ou au courant d'émetteur.

Point de fonctionnement

Nous connaissons maintenant, aux décimales négligeables près, la tension de la base et celle de l'émetteur. Déterminer la tension du collecteur est facile puisque nous connaissons la valeur de R3, et l'intensité du courant qui la traverse. Tension aux bornes de la résistance de collecteur R3 :

$$1,5 \text{ mA} \times 2,2 \text{ k}\Omega = 3,3 \text{ V}$$

La tension du collecteur est de :

$$9 \text{ V} - 3,3 \text{ V} = 5,7 \text{ V}$$

Toutes les valeurs que nous venons de calculer sont reportées sur la figure 2.

L'amplification d'une tension alternative

C'est le moment de remettre les condensateurs à leur place, puisqu'ils conduisent le courant alternatif. Comme ce sont des conducteurs pour le courant alternatif, pourquoi ne pas les représenter comme des conducteurs ? Le résultat serait celui de la figure 3. Il n'est valable que pour le courant alternatif, faut-il le répéter ?

L'entrée reçoit une tension alternative de 100 mV_{CC} (millivolts crête à crête), qui oscille donc entre + 50 mV et - 50 mV. Comme la tension d'émetteur est toujours inférieure de quelque 0,6 V à la tension de base, elle varie aussi de 100 mV_{CC}. La tension de seuil n'entre pas

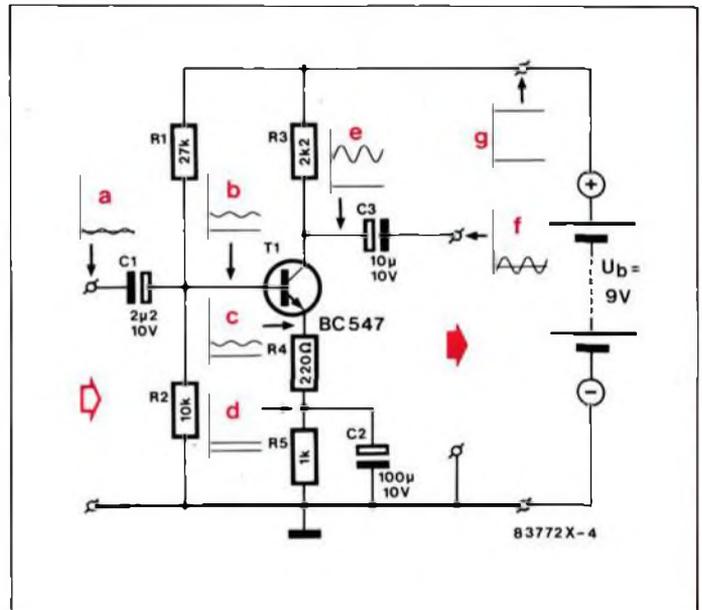


Figure 4 - L'étage amplificateur est le siège de tensions et de courants alternatifs et continus. Les tensions aux différents points sont reproduites sur les oscillogrammes a, b, c, d. La droite horizontale figure le niveau 0 V.

en ligne de compte ici, puisqu'elle est constante et que nous nous intéressons aux tensions alternatives. Comme la tension aux bornes de la résistance d'émetteur varie, le courant qui la traverse varie aussi, de même que le courant de collecteur. Seule reste à prendre en compte R4, puisque le condensateur C2, considéré comme un court-circuit pour le courant alternatif, annule la résistance de R5. Nous calculons donc le courant d'émetteur (et de collecteur) :

$$\frac{100 \text{ mV}_{CC}}{220 \Omega} = 0,45 \text{ mA}_{CC}$$

La résistance de collecteur transforme en une tension alternative la composante

alternative du courant qui la traverse :

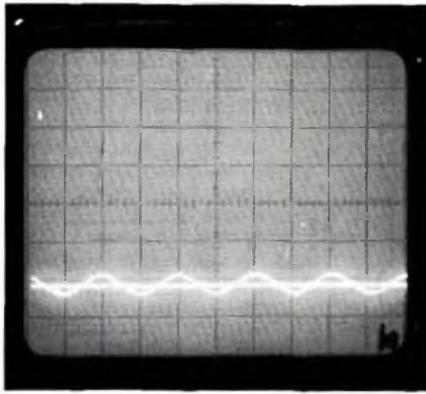
$$2,2 \text{ k}\Omega \times 0,45 \text{ mA}_{CC} = 1 \text{ V}_{CC}$$

Nous venons de calculer la tension de sortie alternative du circuit. Nous constatons qu'elle est dix fois plus grande que la tension d'entrée, et que leur rapport correspond au rapport R3/R4.

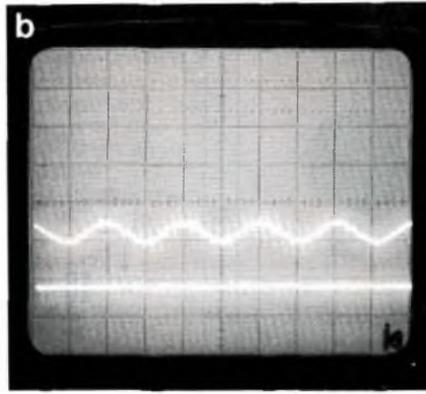
En général

Ce procédé, qui consiste à distinguer dans un circuit le comportement en continu du comportement en alternatif, est d'un usage courant en technique électronique. La distinction n'est pas toujours

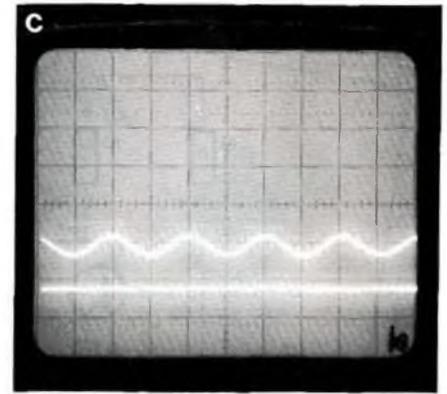




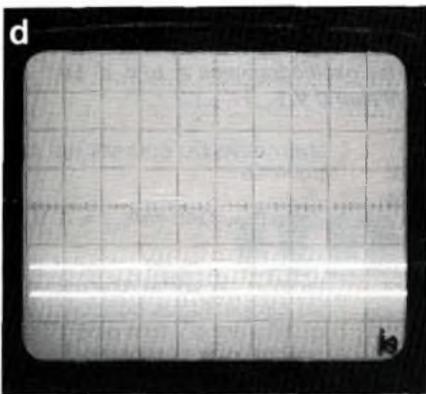
a - La tension d'entrée : c'est une sinusoïde pure, de fréquence 100 Hz, d'amplitude $0,5 V_{CC}$



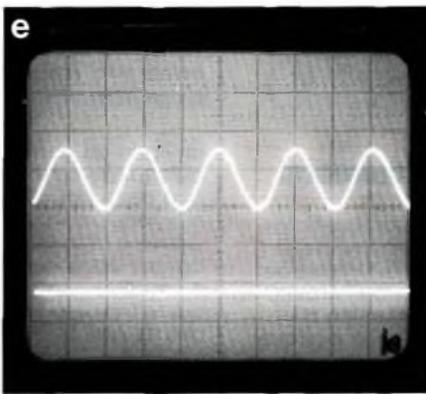
b - Le diviseur de tension $R1/R2$ produit une tension telle que le seuil base-émetteur de T1 soit dépassé, et que le transistor conduise; s'y ajoute la tension alternative d'entrée, pour donner la tension continue **ondulée** visible ici.



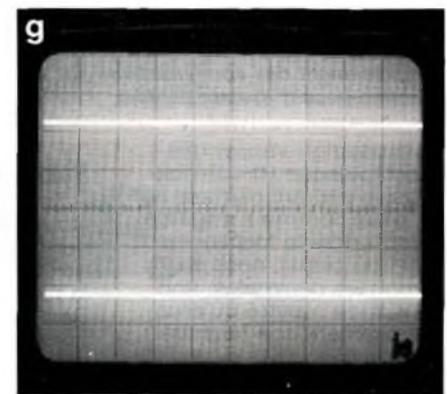
c - La tension de l'émetteur est toujours inférieure de quelque $0,6 V$ à celle de la base. Donc il s'agit là aussi d'une tension continue ondulée, **somme** d'une tension continue et d'une tension alternative.



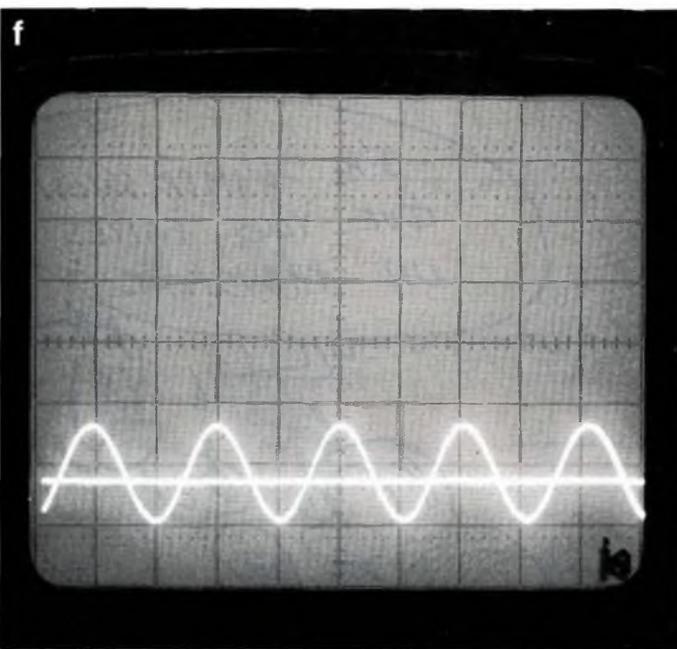
d - Curieusement, bien que la tension aux bornes de l'ensemble $R4/R5$ soit ondulée, la tension sur $R5$ est purement continue. C'est dû au condensateur $C2$, qui **court-circuite** (d'autres diraient shunte, beurk !) la composante alternative.



e - Sur le collecteur de T1, nous avons notre signal **amplifié**, mais pas encore la tension alternative que nous allons extraire à l'aide d'un condensateur en série lequel rejettera la composante continue pour ne laisser passer que l'ondulation.



g - La tension **continue** représentée ici est à un peu plus de 4 cases de la ligne "0 V", ce qui correspond à la tension d'alimentation d'environ $9 V$.



f - La composante alternative de l'oscillogramme **e** a été extraite à l'aide d'un condensateur. Nous voici en présence de notre **signal alternatif amplifié** (voir le signal d'entrée sur l'oscillogramme. Pas si compliqué que ça, le circuit BF, non ?

aussi facile que dans notre exemple; les condensateurs y étaient de forte valeur et pouvaient être considérés comme des courts-circuits en alternatif. Dans le cas de capacités plus petites, on peut avoir à les considérer comme des **résistances pour le courant alternatif** (nous aurons l'occasion de revenir sur ce paradoxe, qui n'est pas le dernier que nous rencontrerons).

Ce qu'il faut retenir, c'est qu'on peut toujours mettre en évidence les différentes fonctions d'un circuit de la manière exposée ci-dessus. Il faut garder présent à l'esprit que toutes nos modifications de schéma restent fictives. En pratique, un transistor destiné à amplifier une tension **alternative** ne peut le faire que s'il est alimenté et polarisé correctement en **continu**; il est impossible de dissocier dans le transistor lui-même ces deux types de tensions, qui sont toujours superposées.

En particulier..

..la tension de collecteur est une tension continue dont la valeur est variable. Il s'agit de la **somme** d'une tension alternative et d'une tension continue. Le rôle du condensateur $C3$ est d'**extraire** la composante alternative de la tension continue, et de la transmettre à l'étage suivant.

Rompez

Oui, rompez, mais pas sans avoir noté que les variations de tension de la sortie sont de sens opposé à celles de l'entrée, du fait que la chute de tension se produit aux bornes de la résistance de collecteur, alors que la tension d'entrée est référencée au pôle négatif. Les alternances positives deviennent des alternances négatives et inversement. Les techniciens disent -et nous le dirons comme eux- qu'il y a un **déphasage** de 180° entre l'entrée et la sortie.

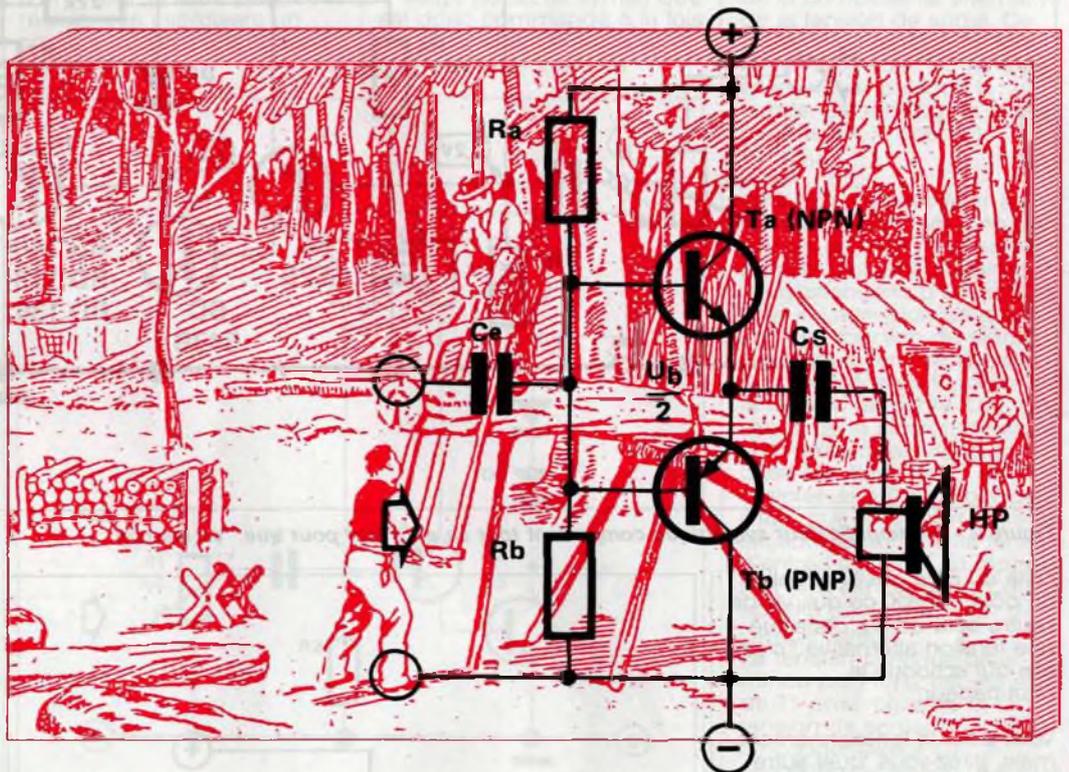
Amplificateur pouche-poule

Pouche-poule est l'orthographe que nous avons adoptée pour remplacer l'anglais *push-pull*. La raison, s'il en faut une, est que *push-pull* signifie pousse-tire, alors qu'en fait chaque transistor "tire" à son tour; et que donc il n'y a pas lieu de conserver l'intégrité d'une expression fautive; et qu'on peut donner une orthographe civilisée à une sonorité qui n'est pas déplaisante.

Il n'y aura pas de comparaison hydraulique pour ce montage, nous allons le comparer à la scie de bûcheron dite *passe-partout*.

Chacun des deux solides bûcherons tire de son côté à son tour (les bûcherons sont toujours solides, tout comme les économistes sont toujours distingués). L'intérêt est que le *pas-partout* coupe dans les deux sens, contrairement à la scie égoïne, qui oblige à faire un trajet inutile à chaque fois. C'est d'une façon tout-à-fait similaire que travaillent les deux transistors de l'amplificateur de tension alternative représenté en **figure 1** : l'un amplifie les alternances positives, l'autre les alternances négatives.

On appelle amplificateur push-pull un montage à deux transistors dans lequel l'un amplifie les alternances positives et l'autre les alternances négatives. Le condensateur de sortie, qui empêche le passage du courant continu pour ne transmettre que la composante alternative, est inutile quand on dispose d'une alimentation symétrique.



Quand le condensateur C_e transmet une alternance positive, T_a conduit dès que la tension de seuil base-émetteur est dépassée (au repos, la tension sur les deux émetteurs est proche de la moitié de la tension d'alimentation). "Le transistor T_a conduit" signifie que le condensateur C_s est relié plus ou moins au pôle positif de l'alimentation, et voit l'alternance positive. A ce moment le transistor T_b est bloqué, puisque la tension base-émetteur n'atteint pas les 0,6 V nécessaires. Les rôles sont inversés pour les alternances négatives : T_a est bloqué, puisque la tension sur sa base est trop faible, et T_b -le transistor PNP- conduit dès que la tension sur sa base est inférieure de 0,6 V à la tension des émetteurs.

Donc le condensateur C_s se trouve connecté au pôle négatif de la source de tension (qui est le plus souvent la masse). Sous l'effet de la tension d'entrée, la tension du condensateur de sortie varie (au plus) entre

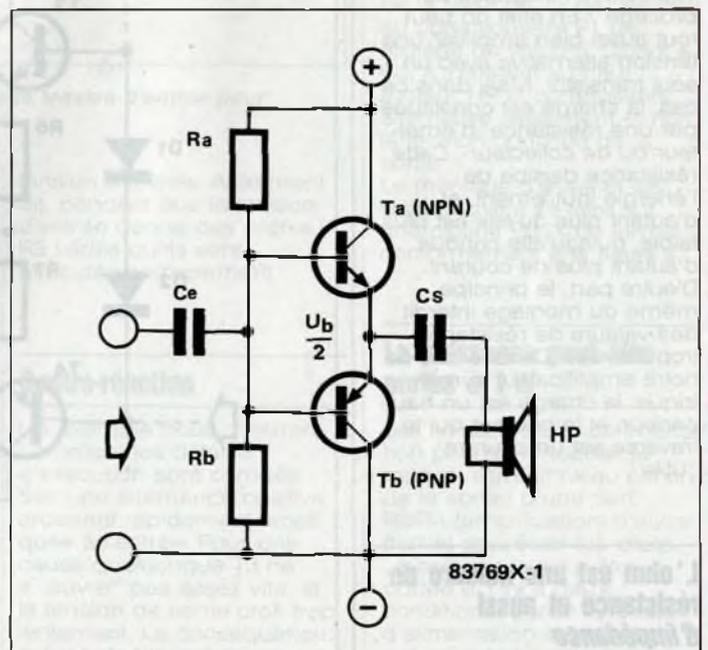


Figure 1 - Le principe de l'amplificateur pouche-poule. Une tension alternative est présentée par C_e , T_a en amplifie les alternances positives, T_b les alternances négatives. La tension du condensateur de sortie C_s , qui assure le couplage du haut-parleur, varie entre les pôles positif et négatif de l'alimentation.

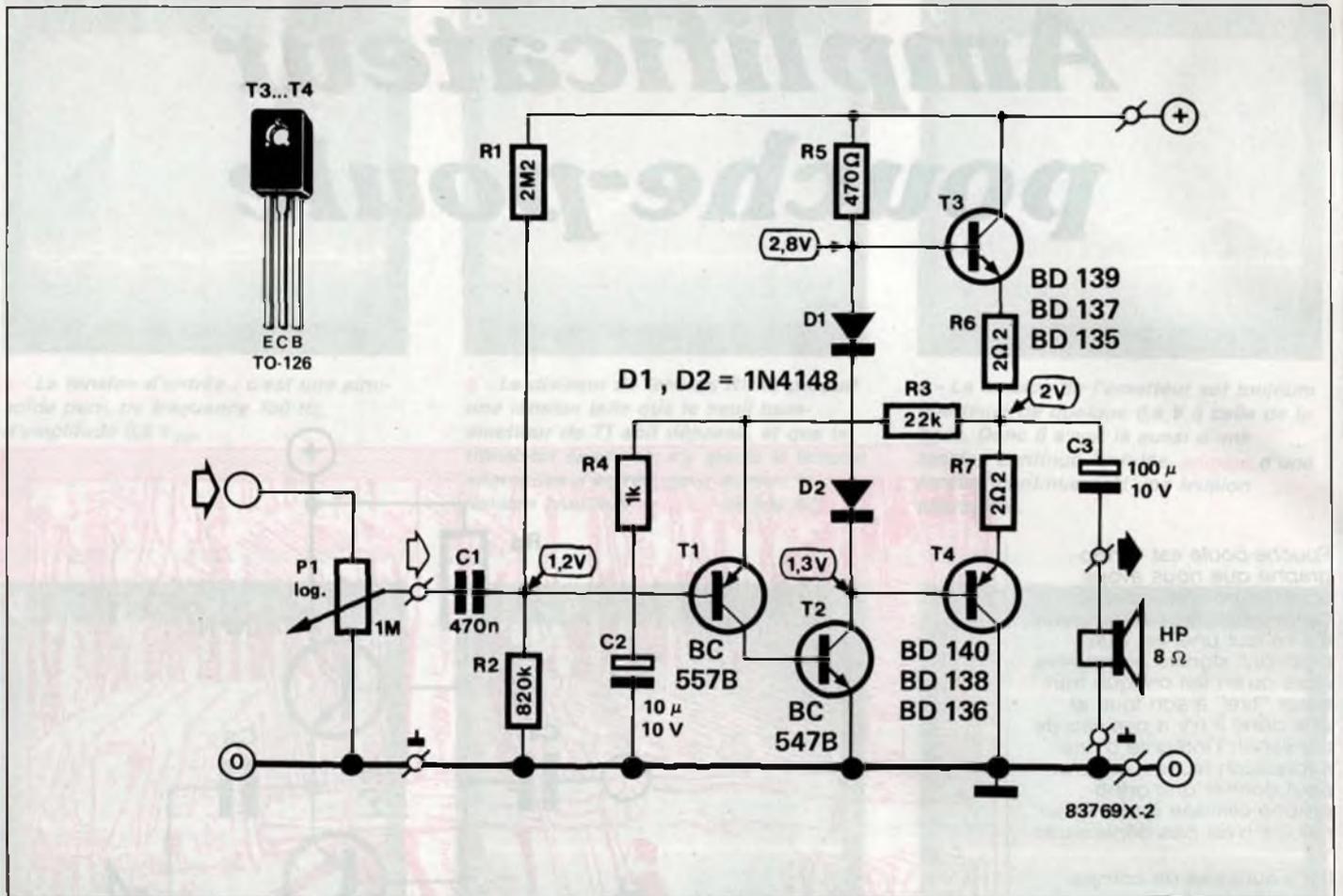


Figure 2 - Un amplificateur symétrique comportant tout ce qu'il faut pour que "ça marche".

celle du pôle positif et celle du pôle négatif, ce qui, vu de l'autre côté de C_s , constitue une tension alternative : c'est elle qui actionne le haut-parleur.

Voilà pour le fonctionnement, mais, direz-vous, quel autre intérêt que l'élégance du procédé ? En effet on peut tout aussi bien amplifier une tension alternative avec un seul transistor. Mais dans ce cas, la charge est constituée par une résistance d'émetteur ou de collecteur. Cette résistance dissipe de l'énergie inutilement, et d'autant plus qu'elle est plus faible, puisqu'elle conduit d'autant plus de courant. D'autre part, le principe même du montage interdit des valeurs de résistance trop élevées. Dans le cas de notre amplificateur symétrique, la charge est un haut-parleur, et le courant qui le traverse est un courant "utile".

L'ohm est une mesure de résistance et aussi d'impédance

Le schéma de principe de la figure 1 est trop simple pour fonctionner. Le schéma de la figure 2 fonctionne, mais il est encore trop simple pour être celui d'un véritable

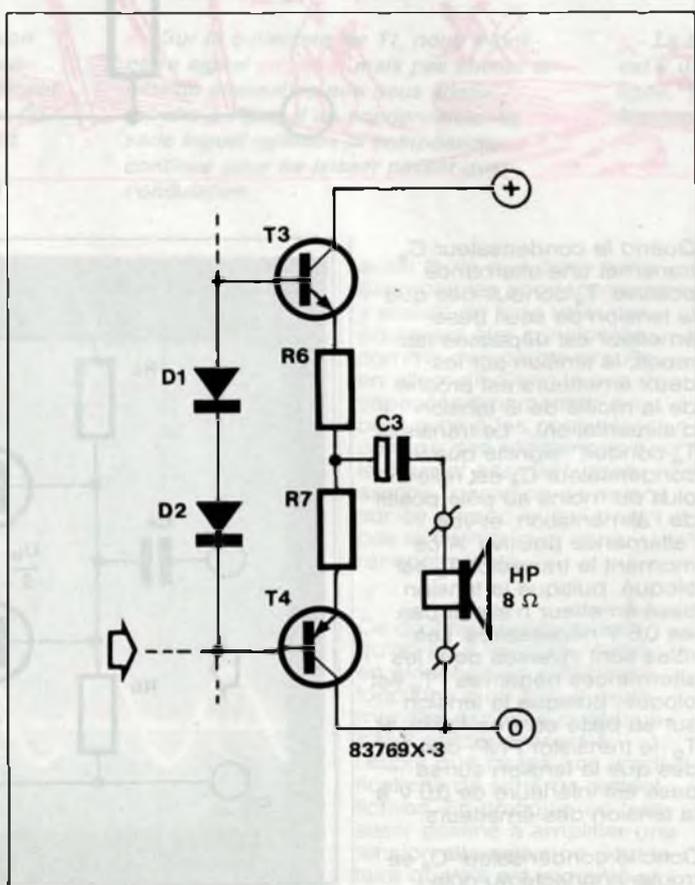


Figure 3 - Cette partie de circuit montre le montage pouche-poule proprement dit. Une tension de quelque 1,5 V polarise les bases pour éviter que la tension de commande ait d'abord à dépasser la tension de seuil. Cette tension est fixée par les deux diodes.

amplificateur HiFi. Il représente un amplificateur à étage de sortie symétrique, sans prétention à la haute fidélité, de performances honnêtes, réalisable facilement, pouvant fonctionner avec une pile ordinaire de 4,5 V et un haut-parleur de 8 Ω. L'ohm est une mesure de résistance et aussi d'impédance, qui est en quelque sorte la résistance en alternatif. L'impédance d'un haut-parleur est donnée pour une fréquence de 1000 Hz (Hertz), mais une mesure à l'ohmmètre est suffisamment proche de la réalité.

La puissance de notre amplificateur est de 250 mW (milliwatts) et c'est tout ce qu'on peut espérer d'un montage simple alimenté par une pile de 4,5 V. C'est suffisant pour un casque supplémentaire ou un petit haut-parleur en sortie d'un baladeur.

Le circuit

Du schéma initial il ne reste guère que le principe. Tout d'abord, le circuit d'entrée est modifié selon la figure 3. Les deux diodes connectées entre les bases conduisent un courant qui circule par R2 et T2, leur tension de seuil - quelque 1,5 V au total - est

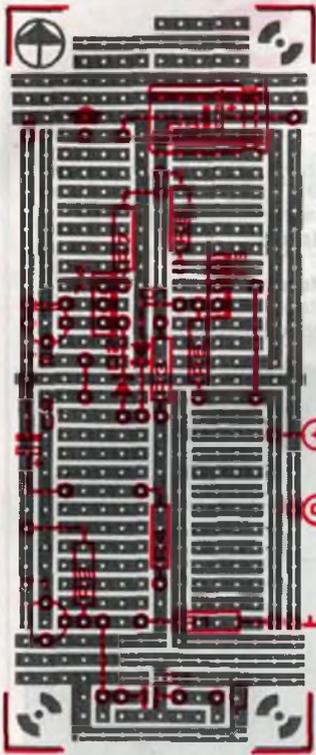


Figure 5 - La disposition des composants de l'amplificateur poche-poule sur une platine Elex de format 1.

Liste des composants

- R1 = 2,2 M Ω
- R2 = 820 k Ω R3 = 22 k Ω
- R4 = 1 k Ω
- R5 = 470 Ω
- R6, R7 = 2,2 Ω
- P1 = 1 M Ω log.
- C1 = 470 nF
- C2 = 10 μ F/10 V
- C3 = 100 μ F/10 V
- T1 = BC 557B
- T2 = BC 547B
- T3 = BD 139
- T4 = BD 140
- HP = petit haut-parleur 8 Ω /0,5 W
- pile plate de 4,5 V
- platine Elex format 1

appliquée aux deux bases. Le schéma initial présentait un défaut : il fallait, pour que l'un des deux transistors conduisît, que la valeur absolue de la tension d'entrée ait dépassé 0,6 V. Entre + 0,6 V et - 0,6 V, il ne se passait rien. Les deux diodes permettent de polariser chaque base à 0,6 V, à la limite de l'entrée en conduction du transistor, et donc de supprimer la zone morte. La différence de tension subsistant entre le seuil des diodes et celui des transistors se retrouve aux bornes des résistances d'émetteur. D'autre part, ces résistances interdisent un courant trop important dans les transistors.

Son collecteur, chargé par R5, fournit la tension de commande de l'étage de sortie poche-poule.

Si la figure 4 représente R3 connectée au pôle positif de l'alimentation et non à la sortie de l'amplificateur, c'est pour faciliter l'explication. Le courant d'émetteur de T1 circule à travers R3 et dépend de la tension à ses bornes. Cette tension est la différence entre la tension de sortie et la tension à l'entrée de l'amplificateur (déduction faite de la tension de seuil base-émetteur de T1, 0,6 V). L'étage de sortie symétrique est donc commandé à la fois par la tension de sortie et

aux bornes de R5 diminue. Le potentiel de la base de T3 augmente, suivi par celui de l'émetteur : la tension de sortie augmente et le défaut initial est supprimé. Le nom de ce procédé de couplage entre l'entrée et la sortie est *contre-réaction*. La qualité de reproduction d'un amplificateur HiFi dépend en grande partie du soin apporté à la contre-réaction.

Voyons maintenant la fonction du réseau R4/C2 : R3 et R4 constituent un diviseur de tension qui présente à l'émetteur de T1 une fraction de la composante alternative de la tension de sortie. Ce diviseur de tension ne fonctionne que pour les tensions alternatives, puisque le condensateur (C2) ne laisse pas passer le courant continu.

Le fait de ne présenter à l'émetteur de T1 qu'une fraction de la tension de sortie permet d'obtenir le gain que nous attendons d'un amplificateur. La tension de la base varie en fonction du signal appliqué à l'entrée et celle de l'émetteur en fonction de la tension de sortie. Les variations de la tension de sortie sont telles que la tension base-émetteur de T1 soit maintenue à 0,6 V. Pour cela il faut que le rapport entre la tension de sortie et la tension d'entrée soit égal au rapport R3/R4. C'est ce rapport qu'on appelle *gain en tension* de l'amplificateur.

La tension continue déterminée par R1/R2 est -au seuil de T1 près- celle de la tension de sortie. Le condensateur C1 empêche la tension continue de la base de T1 de parvenir au potentiomètre P1 de réglage de volume. Quant à C3, il transmet au haut-parleur HP la composante alternative seulement et non la tension continue de la sortie.

Le montage d'essai et les tests peuvent se faire sur une platine ELEX de format 1, conformément à la figure 5.

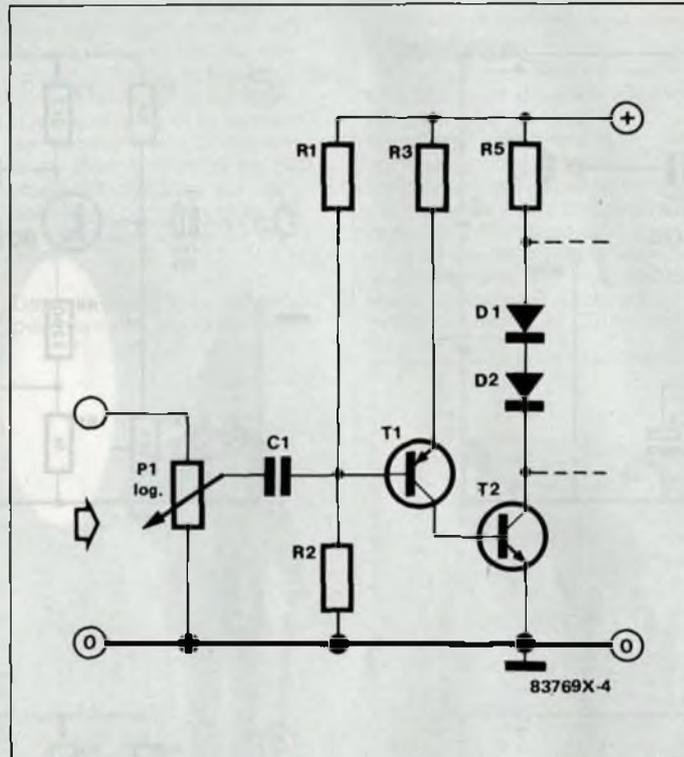


Figure 4 - L'étage pilote amplifie la tension d'entrée pour commander l'étage de sortie.

Nos lecteurs les plus avertis auront reconnu le montage de deux *émetteurs-suiveurs* symétriques. Les caractéristiques principales en sont que la tension d'alimentation est appliquée aux collecteurs et que la charge (ici C3 et HP) est connectée aux émetteurs. Tout comme le montage en émetteur-suiveur, notre montage symétrique n'amplifie pas la tension, mais est capable de fournir un courant important sans surcharger la source. C'est l'étage d'entrée, ou *étage-pilote*, constitué de T1 et T2 (figure 4), qui est chargé d'amplifier la tension. Les résistances R1 et R2 fixent le point de fonctionnement de T1. Le courant de collecteur ne circule pas à travers une résistance comme d'habitude, mais à travers T2, qui fournit de plus une amplification en courant.

tension d'entrée. Autrement dit, pendant que la tension d'entrée donne des ordres, R3 vérifie qu'ils sont exécutés correctement.

Contre-réaction

Un exemple nous montrera comment les défauts d'exécution sont corrigés. Soit une alternance positive, croissant rapidement, appliquée à l'entrée. Pour une cause quelconque T3 ne s'ouvre pas assez vite, et la tension de sortie croît trop lentement. La conséquence est que la tension aux bornes de R3 diminue, le courant de collecteur (d'émetteur) de T1 diminue, celui de T2 aussi (puisque sa base reçoit le courant d'émetteur de T1), la tension

La puissance peut être portée à 1 W

Les amateurs d'expérimentation pourront modifier le rapport R1/R2 (niveau continu de la sortie) d'une part, R3/R4 (amplification) d'autre part et apprécier les effets. La puissance peut être portée à 1 W à deux conditions : porter la tension d'alimentation à 9 V et prévoir un refroidissement de T3 et T4. Il va sans dire, mais encore mieux en le disant, que les condensateurs chimiques doivent être prévus pour supporter les tensions qu'on leur applique.

cinq versions pour un thème

ADAPTATIONS

"Mauvaise adaptation !" Sec, le diagnostic du professionnel à qui vous racontez vos mésaventures ! Vous lui demandez pourquoi l'amplificateur auquel vous avez raccordé un magnétophone à cassettes ne délivre pas

toute sa puissance. Un amplificateur à un seul étage vient à bout très simplement de ces défauts d'adaptation, en élevant au niveau nécessaire un signal à basse fréquence d'amplitude trop faible.

Vous reconnaîtrez dans les quatre versions (A à D) du schéma de la figure 1 le circuit que nous étudions en détail à la page "un étage B.F." La différence principale entre elles est le facteur d'amplification ou **gain**. Le

gain de chaque version est repris, avec les impédances caractéristiques, dans le **tableau 1**.

Distorsion

Le taux de distorsion, à peu près identique pour les

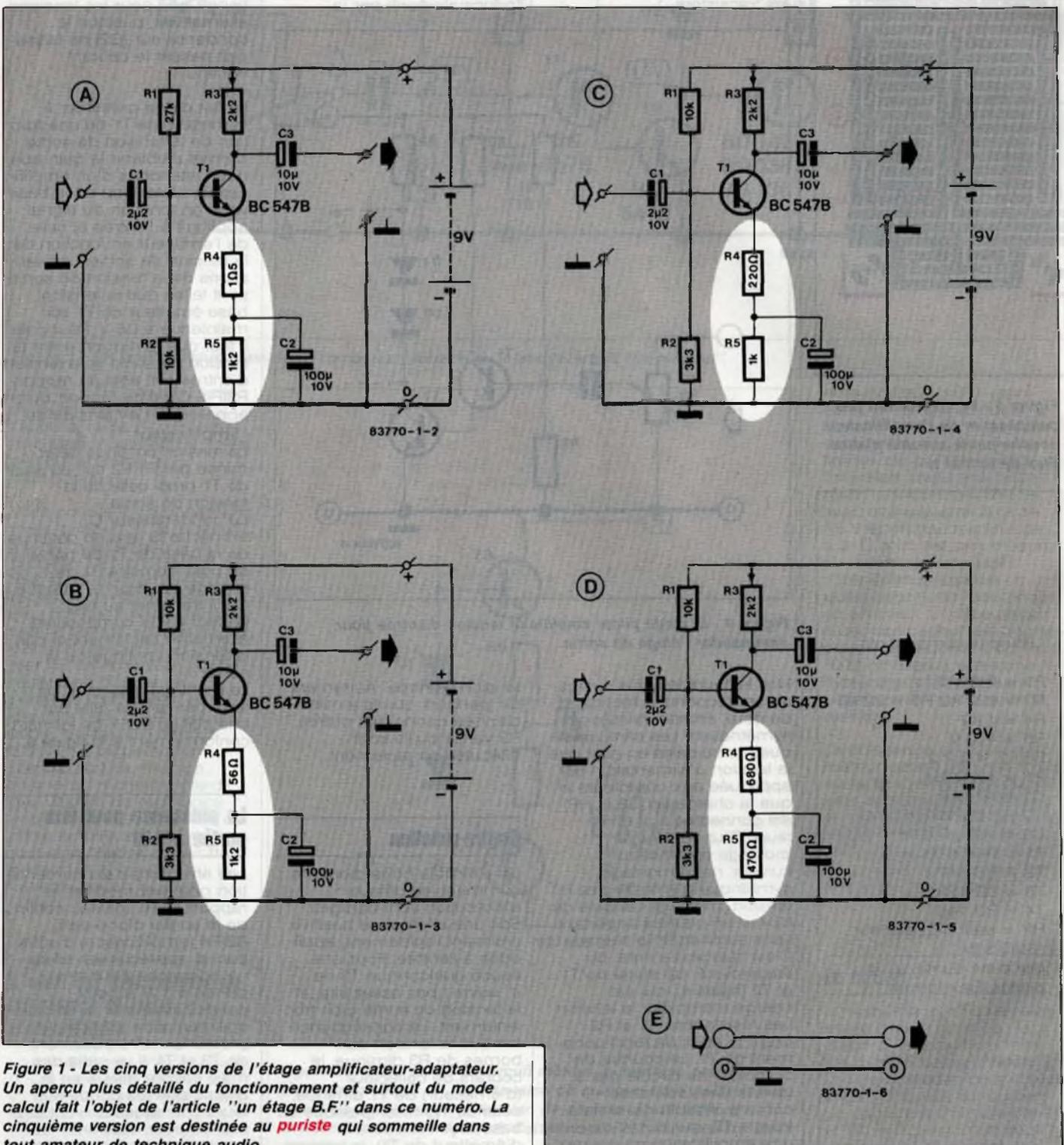


Figure 1 - Les cinq versions de l'étage amplificateur-adaptateur. Un aperçu plus détaillé du fonctionnement et surtout du mode calcul fait l'objet de l'article "un étage B.F." dans ce numéro. La cinquième version est destinée au **puriste** qui sommeille dans tout amateur de technique audio.

quatre versions, est de quelque 0,3%, ce qui est honorable et conforme à la norme HiFi Din 45 500. C'est pour obtenir un taux de distorsion de **0,00%** que nous proposons la version E.

La construction

Le montage est assez simple pour qu'une platine Elex de format 1 (40 x 100 mm) puisse en accueillir deux exemplaires, de quoi équiper une installation stéréophonique.

Le gain nécessaire peut ne pas être connu d'avance. Dans ce cas, il vous suffit de faire un montage provisoire de R4 et R5 directement sur les pistes, pour déterminer par des essais quelle est la version qui vous convient le mieux.

L'alimentation

Des piles ou un petite alimentation secteur seront à

Tableau 1

Version	A	B	C	D
R4	1,5 Ω	56 Ω	220 Ω	680 Ω
R5	1,2 k Ω	1,2 k Ω	1 k Ω	470 Ω
Gain en tension	100	30	10	3
Impédance d'entrée	3,5 k Ω	4 k Ω	6 k Ω	7 k Ω
Impédance de sortie	2 k Ω	2 k Ω	2 k Ω	2 k Ω

même de fournir l'énergie nécessaire, si vous ne pouvez pas la prélever sur l'amplificateur connecté en sortie. Notre montage se satisfait de toute tension comprise entre 6 et 24 V, si vous prenez la précaution (on vous l'a dit et répété !) de faire concorder la tension d'alimentation et la tension de service des condensateurs électro-chimiques (les valeurs indiquées sur les schémas correspondent à un montage alimenté en 9 V).

Dans le cas d'une utilisation permanente, vous trouverez

pour quelques thunes un petit bloc secteur largement suffisant.

L'installation

L'installation de votre platine ne peut pas se faire n'importe comment ni n'importe où. Le meilleur emplacement serait le boîtier de l'un des deux appareils que l'amplificateur est chargé de relier entre eux. Si la platine doit être autonome, vous l'installerez dans un boîtier métallique, qui servira

de blindage contre les parasites. Avons-nous déjà dit que le raccordement doit se faire avec du fil blindé ? Tant pis, re-disons-le. Si le boîtier métallique est relié à la terre, il ne doit pas l'être à la masse du montage.

Vous prendrez soin, si la source d'alimentation est éloignée de la platine (cas du bloc secteur), de disposer un condensateur de 100 μ F (voir plus haut pour la tension) entre les pôles plus et moins du circuit. Il empêchera que les parasites captés tout au long des fils d'alimentation parviennent au circuit et filtrera les ronflements éventuels.



LET OP!
PIJL links boven
deze tekst niet mee

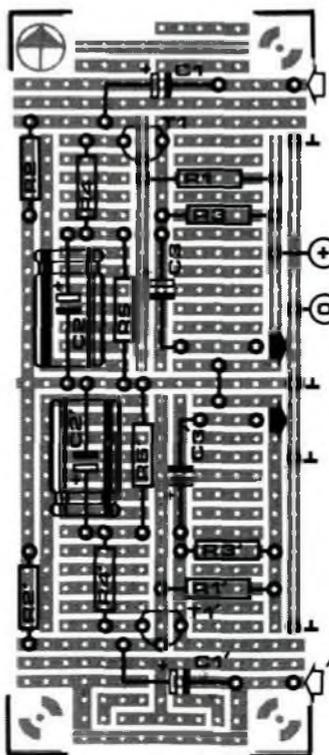


Figure 2 - Les deux voies d'un montage stéréo trouvent place sur une même platine Elex de format 1. Attention au sens des condensateurs !



Liste des quelques composants nécessaires

- R1 = 27 k Ω
- R2 = 10 k Ω
- R3 = 2,2 k Ω
- R4,R5 voir tableau 1
- C1 = 2,2 μ F/10 V
- C2 = 100 μ F/10 V
- C1 = 10 μ F/10 V
- La tension de service peut être plus élevée

T1 = BC 547B

1 platine standard format 1 (40 x 100 mm)

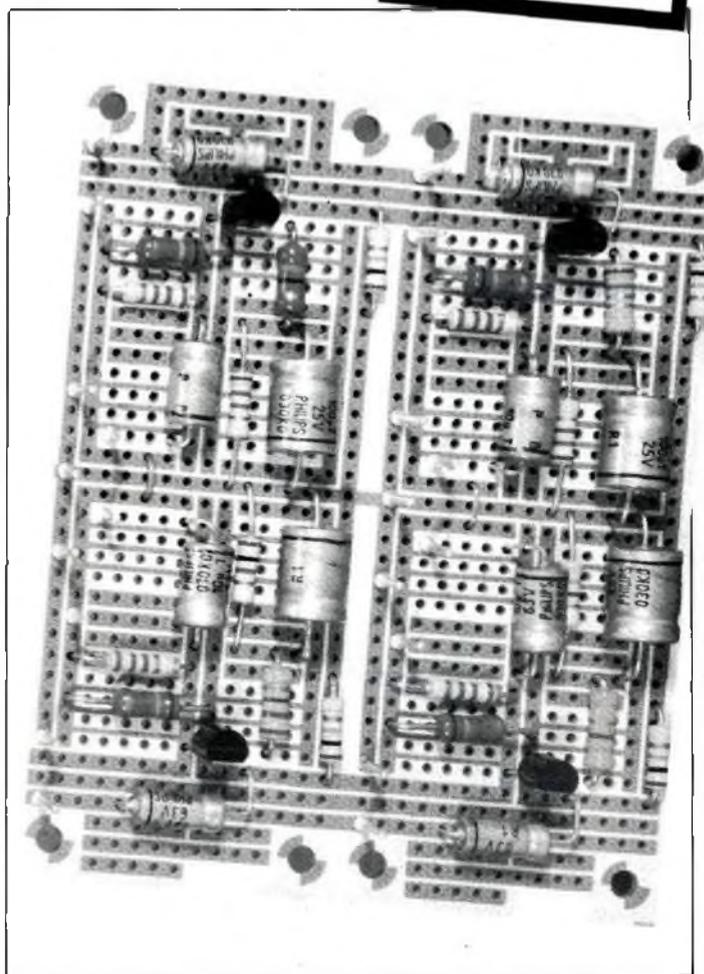


Figure 3 - Les cinq versions ont été testées au laboratoire d'Elex. Les quatre premières ont été construites sur une même platine de format 2. La cinquième, vite testée, vite construite, se monte sans même une platine.

ANALOGIQUE ANTI-CHOC

3^{ème} épisode

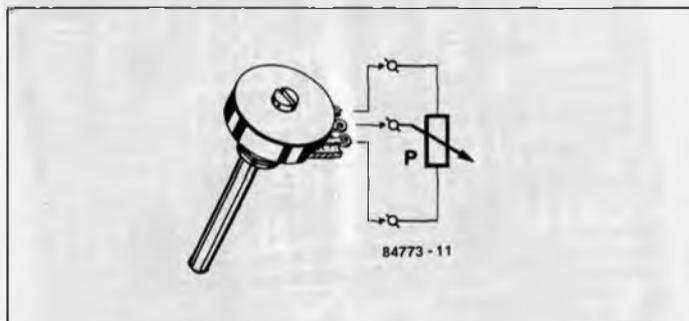


Ampère, Volta, Ohm Graetz et Shockley, Bardeen et Brattain

Nous avons vu la dernière fois que la diode, sorte de soupape électrique, peut être comparée à un clapet anti-retour dans un circuit hydraulique. Il existe d'autres sortes de soupapes électroniques. Nous allons faire la connaissance de deux d'entre elles : le potentiomètre et le transistor.

LE POTENTIOMÈTRE

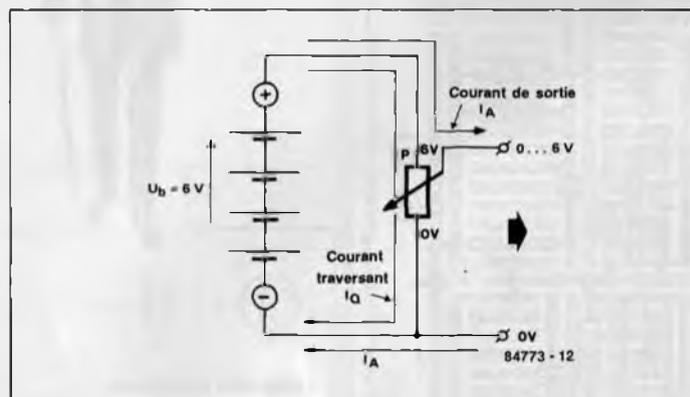
Cette dénomination ancienne, que la terminologie officielle n'a pas encore attaquée, désigne — à la satisfaction générale — une *résistance variable*. L'abréviation courante est *potar* (sans d, pour éviter la confusion avec l'apothicaire); dans notre iconographie hydraulico-électrique il pourrait s'agir d'une vanne ou d'un robinet. Pratiquement ce sont des résistances munies d'un curseur, ce qui apparaît bien dans le symbole ci-dessous.



Si on déplace vers le haut le curseur du symbole, la résistance entre le curseur et la borne supérieure du potentiomètre diminue, pendant qu'augmente la résistance entre la borne inférieure et le curseur. Comme toute autre résistance, le potentiomètre freine le courant qui circule entre une extrémité et le curseur. Le curseur étant mobile, donc la résistance variable, le "freinage" est réglable.

Les potentiomètres sont utilisés le plus souvent pour fournir des tensions réglables. D'une tension déterminée appliquée aux extrémités du potentiomètre, le curseur prélève une frac-

tion réglable en fonction de sa position. On peut annuler la tension sur le curseur, ou lui donner la valeur maximale, celle de la borne supérieure (figure 1), mais on ne peut pas annuler le courant qui circule dans la piste du potentiomètre.

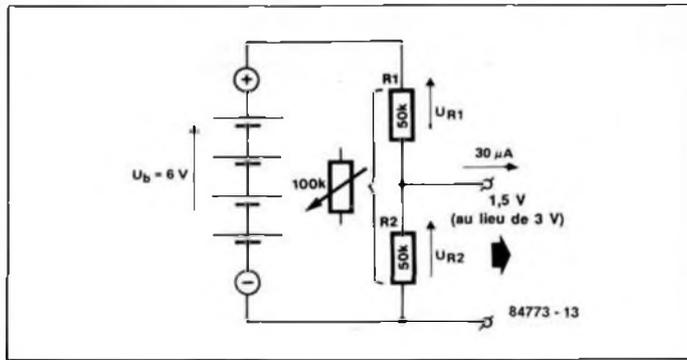


Les potentiomètres ne sont pas particulièrement économes en énergie : le générateur doit fournir non seulement le courant de sortie, mais aussi le courant qui traverse le potentiomètre. Ce courant permanent est déterminé, selon la loi d'Ohm, par la valeur du potentiomètre. Si le potentiomètre de la figure 2 est de 100 Ω , le courant qui le traverse est de :

$$I_0 = 6 \text{ V} / 100 \Omega \approx 60 \text{ mA}$$

Le potentiomètre transforme donc en permanence 0,36 W en chaleur. Pour réduire cette dissipation de chaleur, il faut diminuer le courant permanent, donc augmenter la valeur ohmique du potentiomètre. La conséquence est une détérioration de la stabilité de la tension de sortie. Supposons que notre potentiomètre soit de 100 k Ω au lieu de 100 Ω . Nous voulons prélever sur le curseur un courant de 30 μA (trente millièmes d'ampère) sous une tension de 3 V.

La tension de 3 V est obtenue sur le curseur en position médiane. Nous représentons donc le potentiomètre comme deux résistances de 50 k Ω en série.



La résistance supérieure est traversée par le courant permanent et par le courant de sortie. Le courant "traversant" est de :

$$6 \text{ V} / 100 \text{ k}\Omega = 60 \mu\text{A}$$

La résistance R1 conduit donc 90 μA (figure 3). La chute de tension à ses bornes est de :

$$U(R1) = 50 \text{ k}\Omega \times 90 \mu\text{A} = 4,5 \text{ V}$$

Aux bornes de R2 on trouve :

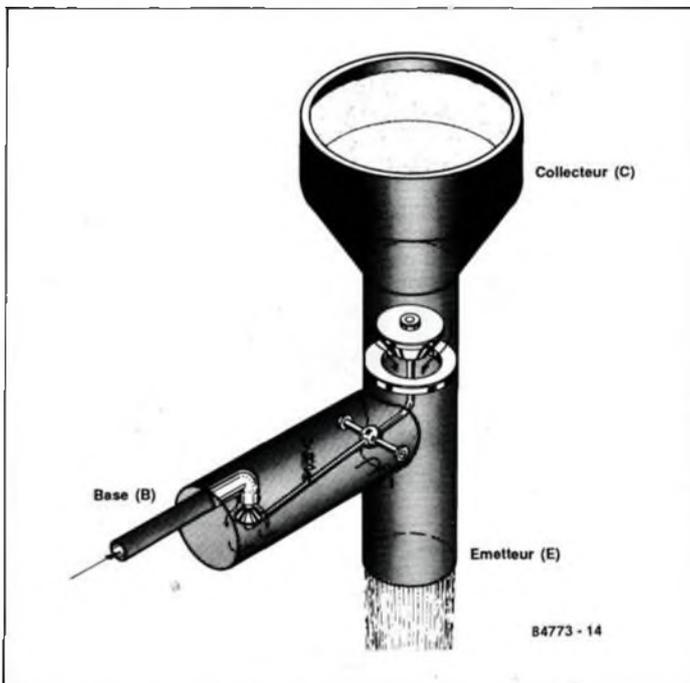
$$U(R2) = 6 \text{ V} - 4,5 \text{ V} = 1,5 \text{ V}$$

Ce qui signifie que la tension sur le curseur est de 1,5 V, soit la moitié des 3 V prévus, bien que le courant de sortie soit infime (30 μA).

Avec un potentiomètre de 100 Ω, la différence ne serait que de 0,5% environ (faites le calcul !). En règle générale on opte pour un compromis entre la consommation de courant et la stabilité de la tension de sortie.

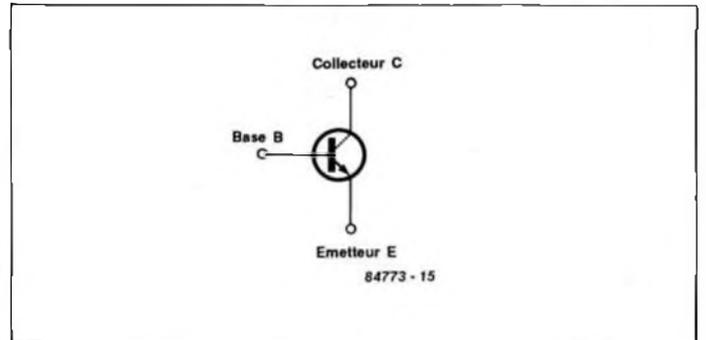
LE TRANSISTOR

Il s'agit d'une autre sorte de vanne électrique, beaucoup plus efficace, commandée par un courant. En voici un magnifique modèle hydraulique, qui justifierait à lui seul que nous revenions sur le transistor, après le festival du numéro 5.

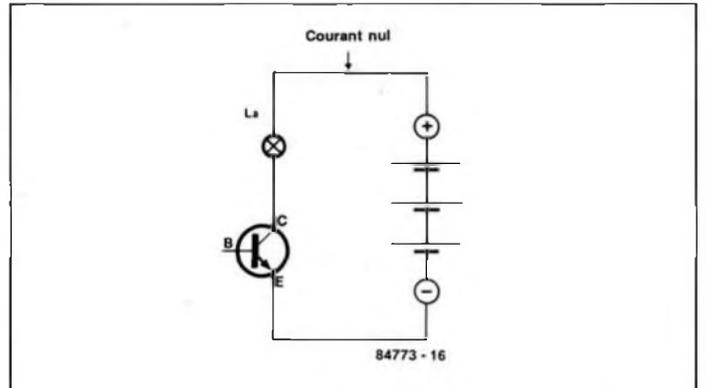


Comme on le voit, l'injection d'eau dans le petit tuyau de la base ouvre le clapet principal et détermine l'intensité du flux qui passe du collecteur vers l'émetteur. Les repères des trois embouts du modèle hydraulique sont calqués sur ceux des connexions du transistor électronique. Voilà, après la diode, un deuxième type de semi-conducteur.

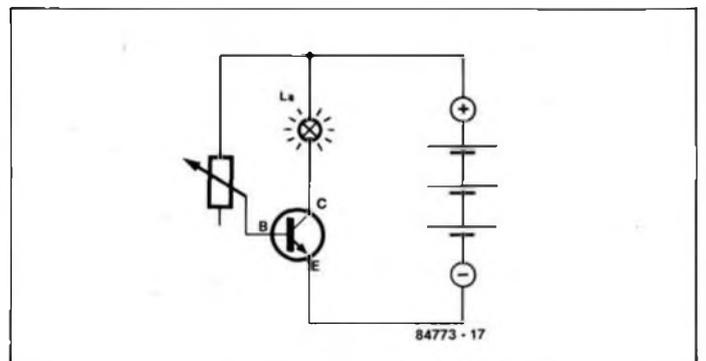
Signalons que l'invention du transistor date de la fin des années quarante et qu'elle est due à Messieurs Schockley, Bardeen et Brattain.



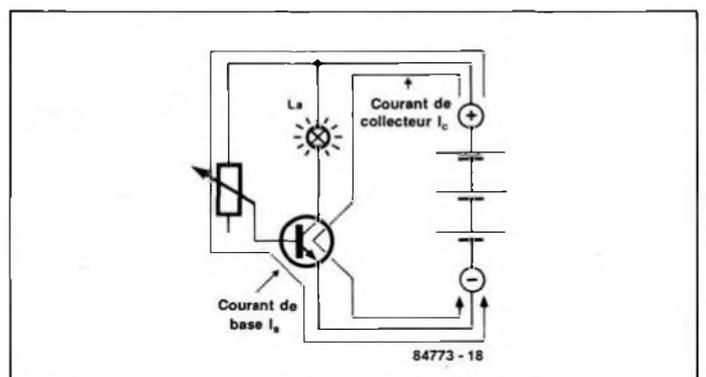
Puisqu'il s'agit de faire circuler un courant dans l'espace collecteur-émetteur (et nous disons *espace* car il recouvre deux *jonctions*), il semble logique (au moins pour ceux qui nous ont suivi jusque-là) de l'insérer dans un circuit électrique.



Le récepteur sera ici une ampoule à incandescence (de lampe de poche). Nous savons que l'éclat de l'ampoule est proportionnel à l'intensité du courant qui la traverse. L'ampoule est éteinte puisque, sans courant de base, le transistor ne laisse pas passer de courant entre collecteur et émetteur.



Dans ce circuit, un courant circule de la pile vers la base par le potentiomètre. Ce courant s'écoule par l'émetteur et le circuit est bien fermé jusqu'à la pile.



Le courant de base détermine un courant de collecteur qui allume l'ampoule. Comme nous l'avons vu plus haut, le potentiomètre (figure 8) permet de faire varier le courant de

base. Le courant de collecteur, et donc l'éclat de l'ampoule, varie en conséquence. Le courant de collecteur est le produit du courant de base par le facteur B, dit *gain en courant*, caractéristique du transistor.

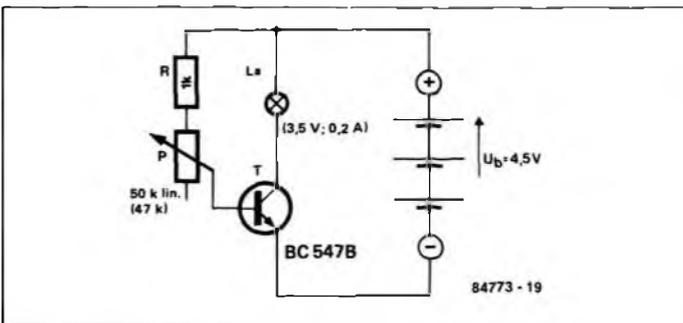
$$I_C = I_B \times B$$

Le gain est différent selon les types de transistor. Pour un même type de transistor les fabricants repèrent différentes classes de gain par des lettres accolées à la désignation du type.

Tableau 1

BC 547 IV	... A	... B	... C
Gain en courant B...	75 ... 150	110 ... 220	200 ... 450	420 ... 800

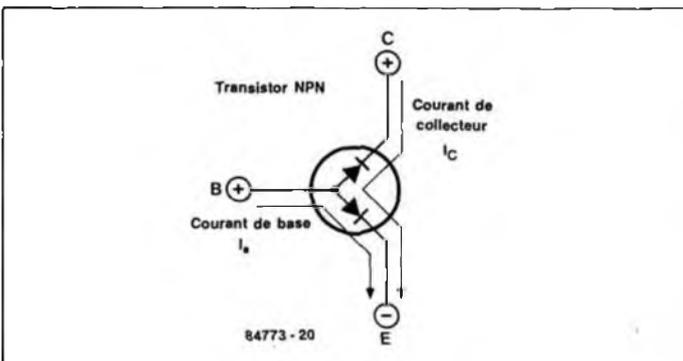
Pour l'expérimentation pratique du circuit de la figure 7, il convient de s'en tenir aux valeurs suivantes :



La résistance ajoutée en série dans le circuit de la base remplit la fonction de *résistance-talon*, c'est elle qui limitera le courant de base si vous tournez le potentiomètre à fond (résistance nulle), et évitera la destruction du transistor par un courant de base excessif.

Nous allons maintenant mesurer à l'ohmmètre ou au testeur de continuité la conduction entre les électrodes du transistor, prises deux à deux. Il ressort de ces mesures que nous pouvons considérer le transistor comme l'assemblage de deux diodes : une jonction entre base et collecteur, une jonction entre base et émetteur.

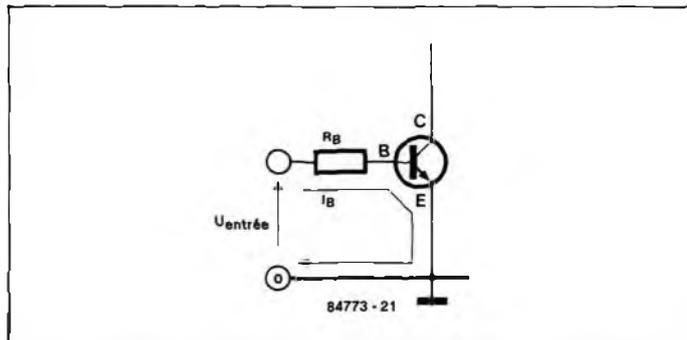
Ce test à l'ohmmètre permet de poser un premier diagnostic favorable (mais pas catégorique) sur la santé d'un composant douteux.



Les deux diodes internes du transistor s'influencent mutuellement. Le passage d'un courant dans la jonction base-émetteur réduit la capacité de blocage de la diode base collecteur. Cette diode, bien que polarisée en inverse, laisse passer un courant du collecteur (positif) vers l'émetteur (négatif). L'amplification est due au fait qu'un courant de base faible provoque une "fuite" importante du collecteur vers l'émetteur. Nous avons vu plus haut que le courant de collecteur est le produit du courant de base par le gain en tension, nous connaissons le gain en tension caractéristique du transistor, reste à déterminer le courant de base.

Pour qu'un courant circule, il faut que la tension soit supérieure au seuil (0,6 à 0,8 V) de la diode équivalente à la jonction base-émetteur. A l'état conducteur, la diode ne présente quasiment pas de résistance, donc le courant doit être déterminé par un circuit extérieur au transistor. On ne peut pas

connecter la source de tension tout simplement à la base : elle serait court-circuitée par la jonction base-émetteur et ce serait la mort de votre transistor. Il faut interposer une résistance en série.



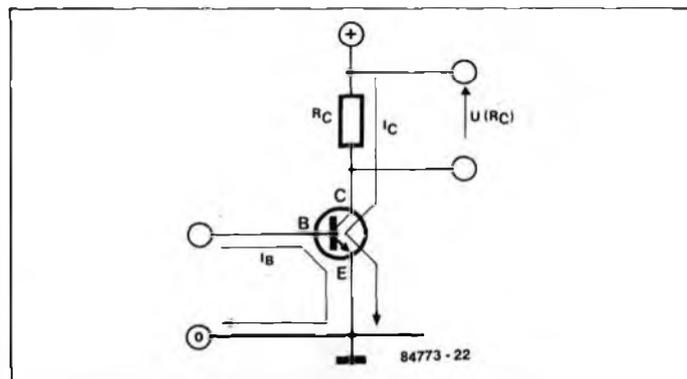
C'est encore cette bonne vieille loi d'Ohm qui nous permet de calculer le courant de base provoqué par la tension d'entrée U_e , déduction faite de la tension de seuil :

$$I_B = (U_e - 0,6 \text{ V}) / R_B$$

Un courant (I_B) correspond à une tension (U_e); la résistance de base opère la conversion de la tension en courant. On en déduit logiquement le courant de collecteur :

$$I_C = B \times I_B = B \cdot (U_e - 0,6 \text{ V}) / R_B$$

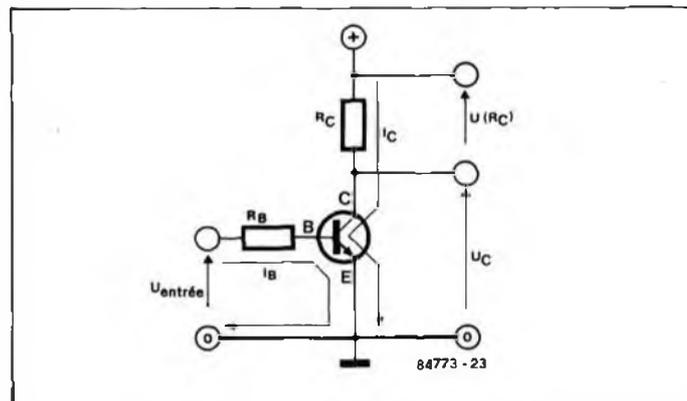
Le gain en courant B fait que le courant de sortie du transistor, ou courant de collecteur, est beaucoup plus important que le courant de base. La résistance de base permet de piloter le courant de collecteur (I_C) au moyen d'une tension (U_e). Que faire si c'est une tension qu'on a besoin de piloter ? Tout simplement transformer le courant en tension au moyen d'une résistance :



Le transistor est piloté ici par le courant de base I_B . Son courant de collecteur détermine aux bornes de la résistance de collecteur une chute de tension proportionnelle au courant de base.

$$U(R_C) = I_C \times R_C = I_B \times B \times R_C$$

Après ce mode de commande d'une tension par un courant, il manque une variante : la commande d'une tension par une tension. N'allons nous pas inventer un *amplificateur de tension* ? Mais si :



La tension d'entrée provoque un courant de base, ce courant de base est amplifié, et le courant de collecteur qui en résulte détermine une chute de tension aux bornes de la résistance de collecteur. Des formules que nous venons de voir et de la loi d'Ohm que nous connaissons il résulte :

$$U(R_C) = I_B \times B \times R_C \text{ et } I_B = (U_e - 0,6 \text{ V})/R_B$$

donc : $U(R_C) = B \times R_C/R_B \times (U_e - 0,6 \text{ V})$

Si nous faisons abstraction de la tension de seuil, la tension de sortie est le produit de la tension d'entrée par :

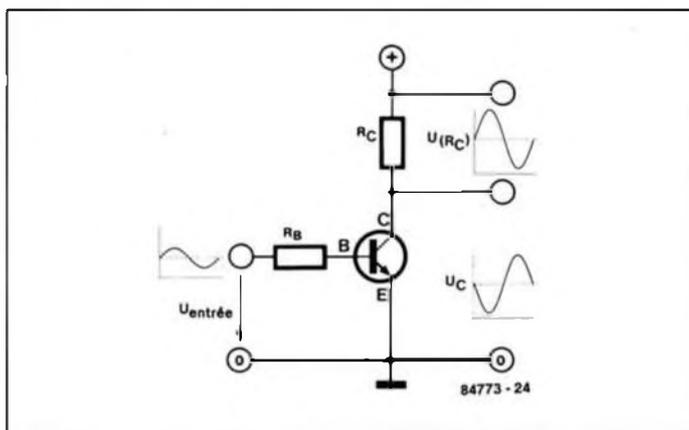
$$B \times R_C/R_B$$

Le facteur d'amplification est donc déterminé par le choix des résistances.

Que voilà une bien belle formule, mais comment utiliser dans un circuit la tension $U(R_C)$? Il serait beaucoup plus intéressant d'avoir un même point de référence - par exemple le pôle négatif (0 V) - pour la tension d'entrée et celle de sortie. Ce montage dit en *émetteur commun* est pourtant utilisé fréquemment. On utilise alors comme tension de sortie la tension entre émetteur et collecteur, qui obéit à la formule :

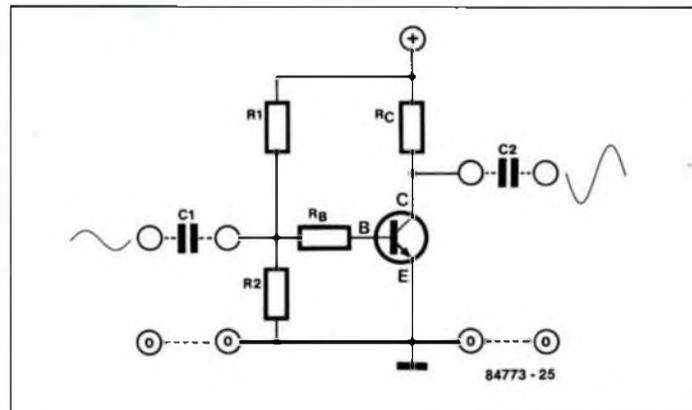
$$U_C = U_A - U(R_C)$$

où U_A représente la tension d'alimentation.



Cette tension symétrique, comme vue dans un miroir, est utilisable dans la plupart des cas. Elle est symétrique parce que la tension de collecteur U_C décroît quand la tension $U(R_C)$ croît et inversement. Utilisé dans un montage audio comme amplificateur de tension alternative, cet étage voit une tension alternative superposée à une tension continue et délivre de même une composante continue superposée à la tension alternative amplifiée. Cette tension alternative est une image inversée de la tension alternative d'entrée; à l'inversion

et à l'amplification près, ses variations suivent exactement celles de la tension d'entrée. La tension continue est superposée à la tension alternative par une partie du circuit d'entrée.



C'est le condensateur C1 qui conduit la tension alternative (nous aurons l'occasion dans un prochain épisode de nous pencher sur la façon dont il le fait). Il règne sur la borne de gauche de la résistance de base (la borne gauche sur le schéma, les résistances ne font pas de politique !) il règne donc une tension continue fixée par le pont diviseur $R1/R2$. C'est de cette tension, et donc du rapport de division $R1/R2$, que dépend le courant de base. Plus la tension du diviseur est élevée, plus fort est le courant de base. Comme la tension continue du diviseur est permanente, un courant déterminé circule en permanence dans la base, donc dans le collecteur, et ce même en l'absence de tension alternative. La résistance de collecteur voit donc une tension continue, qu'on appelle *point de fonctionnement*.

Il est fréquent de fixer à la moitié de la tension d'alimentation la tension sur le collecteur en l'absence de signal. C'est donc la résistance de collecteur qui voit l'autre moitié. Appliquons la formule de la tension de collecteur (vue plus haut) :

$$U(R_C) = U_A/2 = B \times R_C/R_B \times (U_e - 0,6 \text{ V})$$

d'où l'on extrait U_e :

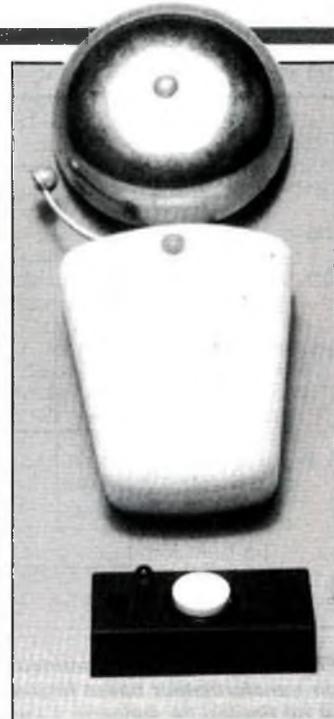
$$U_e = R_B/(B \times R_C) \times (U_B/2) + 0,6 \text{ V}$$

On peut donc calculer la tension du diviseur, puisque R_B et R_C sont déjà fixées (en fonction du facteur d'amplification désiré). La première fraction est l'inverse de l'expression du facteur d'amplification, telle que nous l'avons vue plus haut.

Reste à savoir, entre autres, ce qui se passe quand on insère une résistance dans l'émetteur - ou plus exactement dans le circuit de l'émetteur. Ce sera l'un des objets du prochain épisode.

Signal d'acquiescement pour sonnette

- Dring ! On sonne...
 - J'arriiiiive !
- Tournez donc la page en attendant...



Habitez-vous dans un immeuble à plusieurs étages ? Avez-vous plus de 20 m à parcourir avant d'atteindre la porte d'entrée ? N'y a-t-il pas d'interphone dans cette maison ? Savez-vous ce qu'est une opération ET logique ? Avez-vous répondu par «oui» aux questions ci-dessus ?

Oui ! Alors c'est un **oui** pour le montage original que nous vous présentons ici. Vous venez en effet de constater qu'il manquait quelque chose à votre sonnette de porte d'entrée. En cette époque de communication satellisée, câblée et minitelisée, il suffit de 7 composants pour transformer un banal circuit de sonnette de porte d'entrée en un dispositif de communication ultra-moderne et néanmoins très bon marché.

Si vous n'avez pas encore compris ce qu'est ce *signal d'acquiescement pour sonnette*, sachez qu'il s'agit tout simplement d'une adjonction faite au circuit de sonnette existant, et grâce à laquelle la personne qui se trouve dans la maison ou l'appartement peut répondre à l'appel d'un visiteur quand celui-ci manifeste sa présence en appuyant sur le bouton de la sonnette à l'extérieur. Cette réponse apparaît sous la forme simple et efficace d'un signal lumineux : une diode électroluminescente montée par vos soins dans le bouton de sonnette s'allume quand on répond de l'intérieur à l'appel du visiteur.

Discret mais efficace

Au nombre de ces sept composants figure donc un

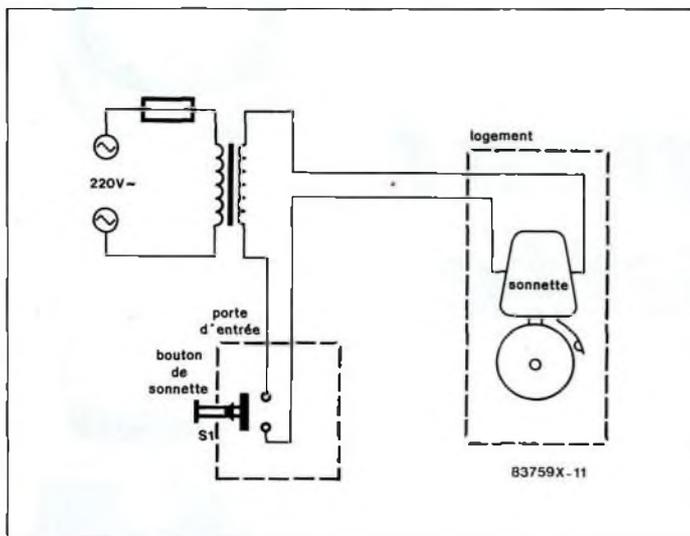
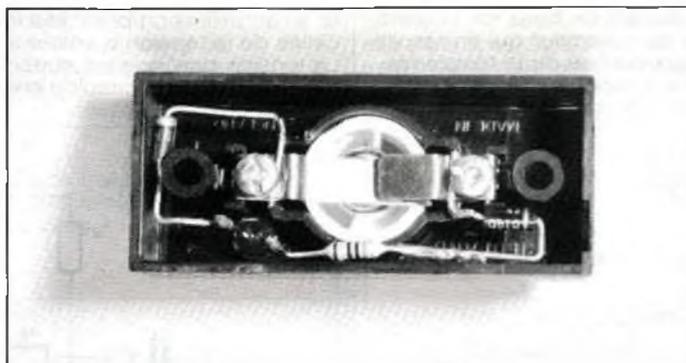


Figure 1 - Le circuit de sonnette avant transformation comporte un transformateur basse tension et un timbre dans le logement, et un bouton de sonnette à l'extérieur.



bouton de sonnette que vous placerez dans l'appartement, à proximité de la sonnette ou de la porte d'entrée ; nous venons de voir que c'est lui qui vous permet de répondre : «Oui, je suis là. Patience, j'arrive.»

Tout cela ne vous plaît qu'à moitié, je le sens bien.

Rajouter un bouton de sonnette dans l'appartement, passe encore. Monter une LED dans le bouton de sonnette existant, c'est faisable. Mais **tirer un fil depuis l'entrée sur la rue jusqu'à l'appartement, ça non !**

Allons, rassurez-vous, il n'y a pas de fil à tirer, on garde l'installation existante.

Pas de nouveau fil à tirer

Regardez le schéma de la figure 2, vous voyez les diodes ? Ce sont elles qui font tout le travail. Une fois de plus c'est dans l'alternatif qu'est notre salut. Voyons le circuit tel qu'il est maintenant (figure 1). Le bouton de sonnette est monté en série avec la bobine de la sonnette. Lorsque l'on appuie sur le bouton, le contact est établi et permet à un courant (alternatif) de

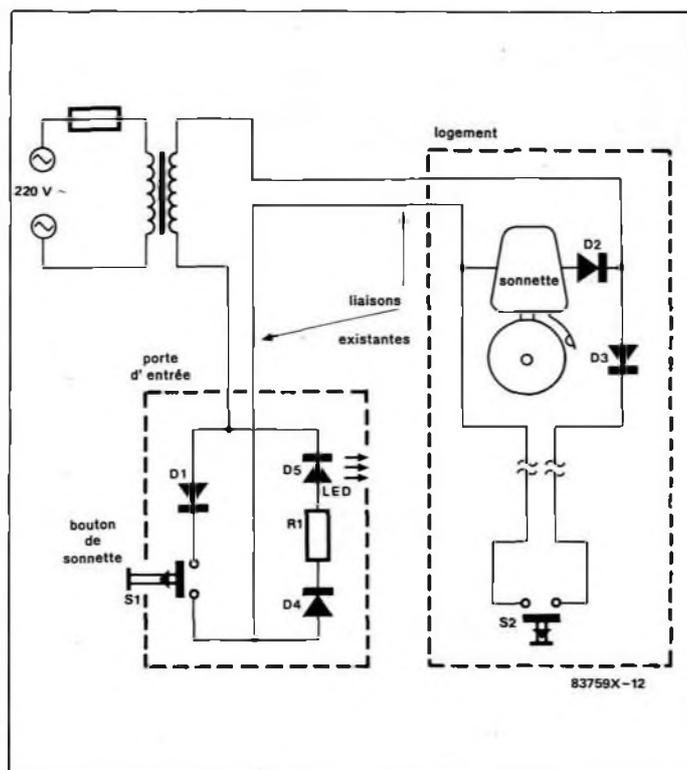


Figure 2 - Le circuit de sonnette avec le dispositif de réponse ne comporte aucun câblage supplémentaire. Quatre composants sont montés sur le bouton existant, tandis que deux autres sont rajoutés sur la sonnette, avec le bouton de réponse. C'est tout !

circuler à travers la bobine de la sonnette.

Sur le schéma de la figure 2, il n'y a pas de liaison supplémentaire, sauf S2 monté en parallèle (avec deux diodes) sur la bobine de la sonnette dans l'appartement. Du côté du bouton de sonnette d'origine, il y a aussi deux diodes de redressement, plus notre indicateur lumineux (sous la forme d'une LED avec sa résistance talon).

Appuyez sur S1, le bouton de sonnette à l'extérieur : vous fermez le circuit transformateur-D1-S1-bobine-de-la-sonnette-D2. Dring ! Répondez en appuyant sur S2, le bouton rajouté à l'intérieur : vous fermez le circuit transformateur-D3-S2-D4-R1-D5. La LED s'allume. Surprenant, n'est-ce pas ?

Les deux photographies montrent comment se présente le montage une fois

LISTE DES
COMPOSANTS
D1,D2,D3,D4 = 1N4001
R1 = 680 Ω
D5 = LED

Divers :
1 bouton de sonnette
fil de câblage

achevé; la modification de la sonnette reste invisible puisque les diodes D2 et D3 sont montées à même la bobine. Le bouton d'origine (éventuellement remplacé par un modèle en matière plastique facile à transformer) amélioré, avec d'une part sa LED visible et d'autre part ses deux diodes de redressement et la résistance invisibles.

Pour la liaison entre la sonnette et le bouton de réponse, utilisez du fil de câblage ordinaire, bien isolé.

Pour résumer le principe de ce signal d'acquiescement, nous retiendrons que dans un circuit alternatif nous avons créé deux chemins distincts pour le courant en utilisant des diodes de redressement.



mini-synthé

«On ne s'ennuie pas avec ELEX ! Si on se met à construire des synthétiseurs à présent, qu'est-ce que ça va donner dans un ou deux ans ?»

N'exagérons rien. Non seulement un mini-synthétiseur n'est pas forcément un monstre (la preuve : regardez le schéma...), mais en plus, il faut bien savoir se faire plaisir de temps en temps avec quelques confiseries électroniques. Les menus d'ELEX sont équilibrés, et on s'arrange pour que même les confiseries soient nutritives. Ainsi, avec le circuit de ce mini-synthétiseur vous allez apprendre comment faire un oscillateur très simple dont la fréquence de sortie varie en fonction de la valeur d'une tension de commande. Voici donc, cher calife, un rahat-lokhoum à vous mettre dans les oreilles.

modestes ? L'approche de la musique électronique par la pratique de l'électronique à niveau d'amateur permet elle de mieux comprendre le principe des grands synthétiseurs de musique utilisés par les professionnels ? Jean-Michel Jarre à la portée de chacun ?

Il est difficile de répondre à toutes ces questions. Une chose est sûre : la musique et l'électronique sont deux domaines très proches l'un de l'autre. Les fréquences, les harmoniques, la modulation, l'amplitude, l'intensité... sont quelques unes des nombreuses notions communes à ces deux domaines. L'électronique ne s'adresse directement à aucun organe de perception; certes les schémas sont lus avec les yeux, mais il ne s'agit en fait que de la transcription de notions abstraites. La musique en revanche s'adresse directement à l'ouïe, le sens capable par excellence de rendre perceptibles des phénomènes invisibles. Une connaissance de la musique, même intuitive, permet de mieux saisir certains phénomènes électriques abstraits.

Doutes et convictions

La qualité des instruments de musique électronique a tellement progressé au cours des dernières années que désormais, si vous n'êtes pas doté d'une oreille fine et expérimentée, vous n'êtes plus capables de déterminer si tel instrument entendu dans une chansonnette est électronique ou pas. Comment sont produits ces sons électroniques ? Est-il encore possible aujourd'hui d'obtenir des sons intéressants avec des moyens

On s'en sortira

Nous en resterons là quant à ces considérations musico-électronico-philosophiques. Il est grandement temps de nous attaquer à notre mini-synthé. Le synoptique de la figure 1 illustre le principe d'un système simple. Vous soupirez ? Oui, ce n'est pas vraiment ce qu'il y a de plus simple, mais on s'en sortira, vous verrez. Au milieu, nous trouvons un oscillateur commandé en tension que l'on appelle VCO dans le milieu. C'est l'acronyme de *Voltage Controlled Oscillator*. Ce type d'oscillateur existe dans la majorité des synthétiseurs, même quand ils sont à microprocesseur. Dans le cas particulier du synthé à μP , le VCO n'a pas d'existence matérielle, mais il prend la forme, plutôt abstraite il faut bien en convenir, d'un bout de programme.

Dans les orgues électroniques, du moins dans ceux qui ne sont pas conçus comme des synthétiseurs, il

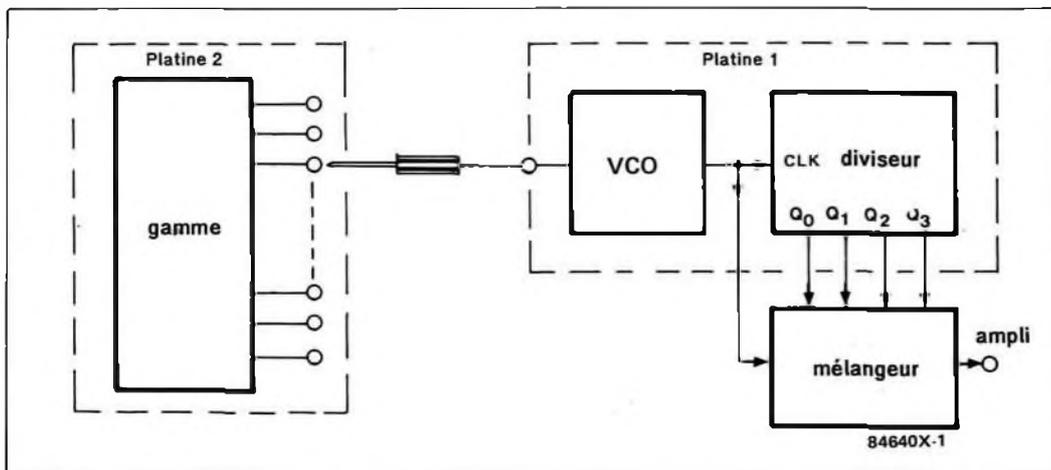


Figure 1 - Le générateur de signal de notre mini-synthétiseur est un oscillateur commandé en tension. Le mélangeur de sortie permet de doser le timbre du signal dont la hauteur est déterminée par le stylet.

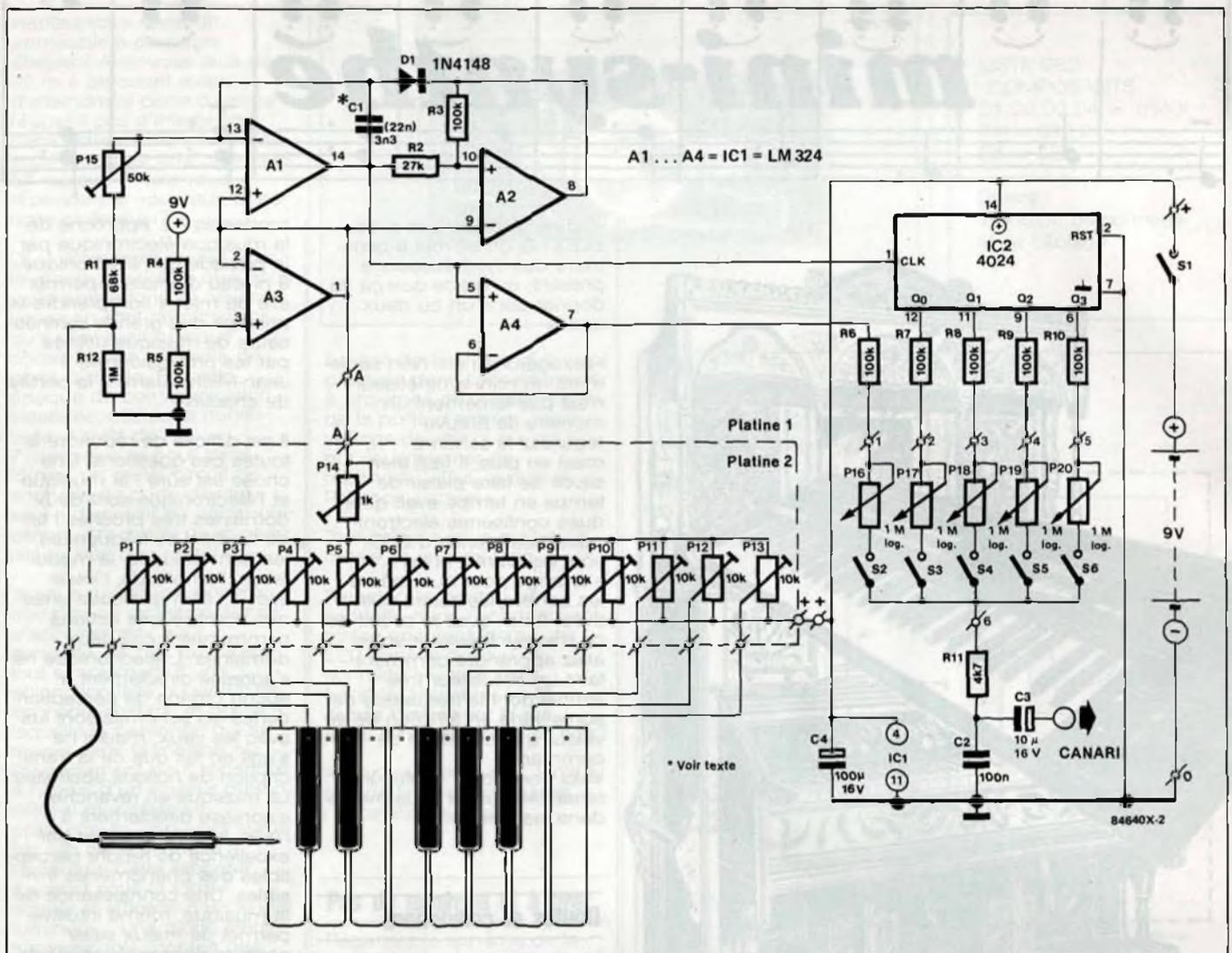


Figure 2 - Les quatre amplificateurs opérationnels de ce schéma sont tous casés dans le même circuit intégré IC1. Deux d'entre eux sont utilisés pour constituer l'oscillateur commandé en tension. Il est possible de simplifier fortement le circuit en supprimant IC2, les potentiomètres P16 à P20, les interrupteurs, et les résistances talon. Dans ce cas reliez la sortie d'A4 directement à R11. La mention CANARI en sortie du schéma fait référence à un amplificateur audio précis, décrit dans un précédent numéro d'ELEX. Vous pouvez très bien attaquer directement l'entrée AUX de l'amplificateur de votre chaîne Hi-Fi avec ce circuit. Les résultats n'en seront que plus satisfaisants.

n'y a pas de VCO unique, mais 12 oscillateurs, à raison d'un oscillateur par demi-ton de l'échelle tempérée (do, do#, ré, ré#, etc.). C'est à partir de cette octave supérieure que l'on obtient les autres octaves par divisions successives (par deux, puis par quatre, huit, seize, etc.). Ces oscillateurs ne peuvent pas être commandés par une tension (ce ne sont donc pas des VCO).

Sur un synthétiseur, les hauteurs de notes sont obtenues à l'aide de tensions de commande que l'on applique au VCO.

Nous avons bien dit que le système considéré ici était simple; il ne faut donc pas s'étonner du fait qu'il ne comporte qu'un seul VCO. Il existe bien entendu des synthétiseurs qui comportent plusieurs VCO, mais cela nous mènerait trop loin. La liaison entre le VCO et l'espèce de clavier qui permet d'obtenir les diffé-

rentes notes de la gamme est établie à l'aide d'un stylet relié au circuit du VCO par un bout de fil.

Le signal de sortie du VCO est appliqué d'une part directement au mélangeur de sortie et d'autre part à un diviseur (ou compteur) binaire pour lequel il fait office de signal d'horloge. Les quatre étages du compteur divisent le signal d'horloge l'un par 2, l'autre par 4, le troisième par 8 et le dernier par 16. La fréquence la plus basse, le son le plus grave sort de Q3, et le son le plus aigu, la fréquence la plus élevée est celle qui sort directement du VCO. La sortie Q0 fournit un signal dont la fréquence est deux fois plus basse que celle du signal d'entrée : ce son se situe une octave en-dessous de celui produit par le VCO. La note produite par Q1 se trouve à son tour une octave en-dessous de celle de Q0 puisque sa fréquence est divisée par deux. Et ainsi de suite.

Le mélangeur est composé d'interrupteurs et de potentiomètres, ce qui permet de doser avec précision l'amplitude des différentes fréquences superposées.

mélangeur ce sont P16 à P20 et S2 à S6. Les composants non énumérés à ce point remplissent des fonctions spéciales que nous mentionnerons en passant.

Déchiffrer le schéma

Le schéma tel qu'il apparaît sur la figure 2 n'est pas facile à déchiffrer par un débutant. Et il n'est pas petit non plus ! Pourtant, dès que vous aurez lu cet article, les hiéroglyphes de la figure 2 n'auront plus de secret pour vous.

La «gamme» du synoptique, ce sont ici les potentiomètres P1 à P13 et la résistance variable P14 de la platine 1. L'oscillateur commandé en tension, c'est A1 et A2 qui le forment avec R1, R2, R3, P15, C1 et D1. Le diviseur ou compteur, c'est IC2; le

Une pile (que l'on suce au dessert) ne s'use que si l'on s'en sert

Commençons par R4, R5 et A3. Un tel circuit n'est pas tout-à-fait inconnu aux lecteurs fidèles d'ELEX. Ces composants forment un étage tampon qui crée un potentiel de tension stabilisé égal à la moitié de la tension d'alimentation. Ce potentiel équidistant du + et du 0 est pris ici comme pseudo masse ou potentiel de référence pour A1 et A2. C'est par ce truc que l'on obtient des signaux alternatifs sur un circuit qui n'est alimenté qu'en continu : au lieu de

deux piles de 4,5 V, nous pouvons nous contenter d'une seule pile de 9 V. Celle-ci ne s'use d'ailleurs pas vite puisque la consommation de l'ensemble du circuit n'est que de quelques milliampères (mA). Les mesures et relevés de signaux effectués sur le VCO ou le «clavier» le seront par rapport au potentiel de référence créé à l'aide de A3, et non plus par rapport au pôle négatif de l'alimentation comme on le fait d'habitude.

On voit sur le schéma que P1 à P13 sont des potentiomètres montés en parallèle. La résistance globale résultant de cette disposition particulière est de 770 Ω environ. Il convient de chercher la position du curseur de P14 dans laquelle la résistance de ce composant mesurée à l'ohmmètre est elle aussi de 770 Ω environ. La tension prélevée par le curseur de chacun des potentiomètres P1 à P13 sera comprise par conséquent entre 2,25 V et 4,5 V, mesurés par rapport au potentiel de référence symétrique créé avec A3. Ceci implique qu'il faut, pour mesurer ces tensions, mettre la borne COM de l'oscilloscope ou du multimètre sur la broche 1 de A3 (c'est le point A).

VCO : étrange animal

La tension prélevée sur les touches du mini-synthétiseur à l'aide du stylet est injectée à l'entrée du VCO (le point n°7 sur le schéma). Drôle de circuit, n'est-ce pas ? Cette tension permet de charger C1 à travers R1 et P15. L'amplificateur opérationnel A1 stabilise le courant de charge du condensateur, tandis que la durée de sa charge varie selon la valeur de la tension.

Compte tenu du fait que sur un amplificateur opérationnel la différence de tension entre les entrées + et - est très faible (théoriquement elle est même nulle), nous avons donc non seulement la broche 12 mais aussi la broche 13 de A1 au potentiel de référence créé à l'aide de A3. Le condensateur C1 se charge, mais la tension à l'entrée - de l'amplificateur ne change pas. C'est donc la tension de sortie de cet amplificateur opérationnel à laquelle est connectée l'autre borne du condensateur qui va baisser : elle devient *négative* par rapport à notre potentiel de référence. Une fois que cette tension est devenue suffisamment négative, la sortie de A2 passe brutalement de +4,5 V à -4,5 V (mesurés par rapport au point A). Dès lors le

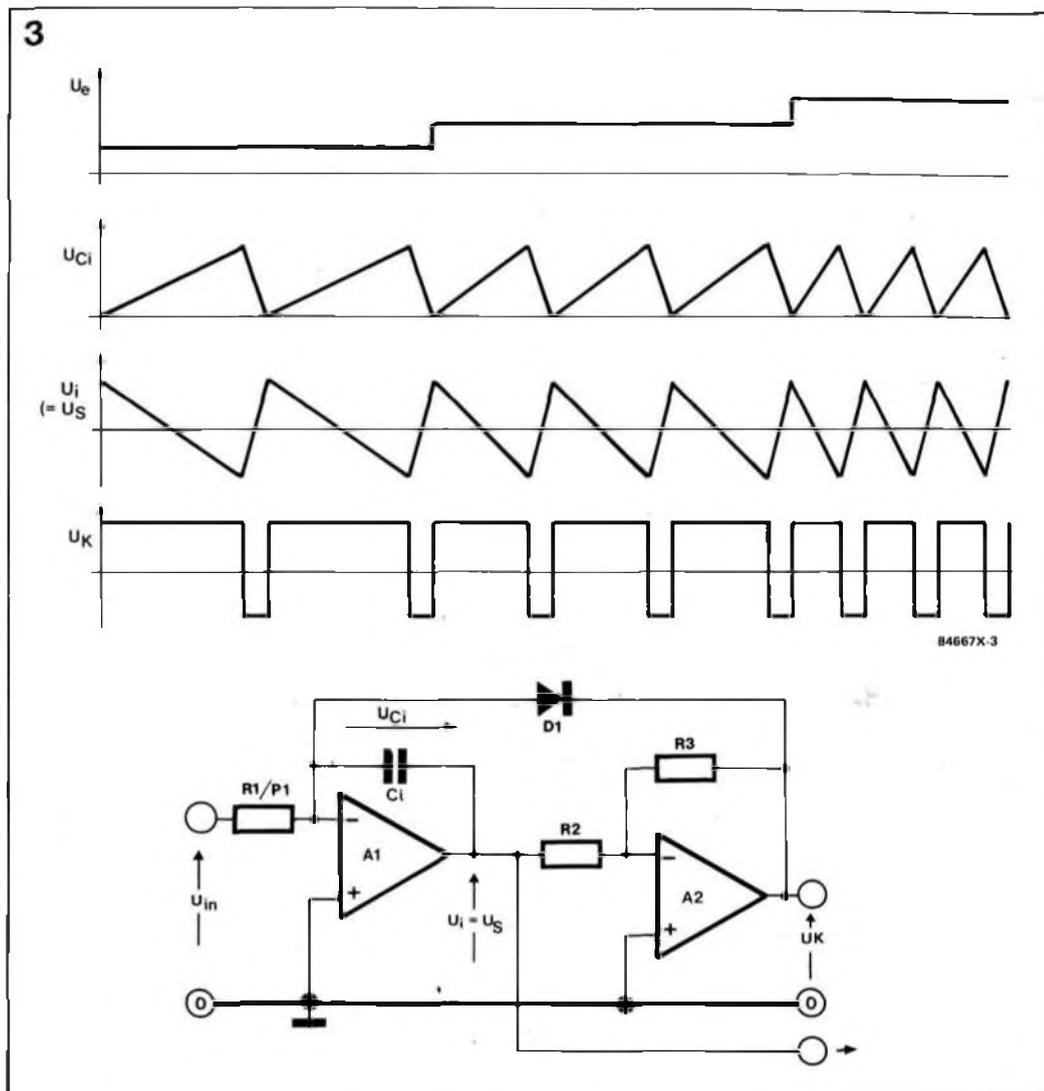
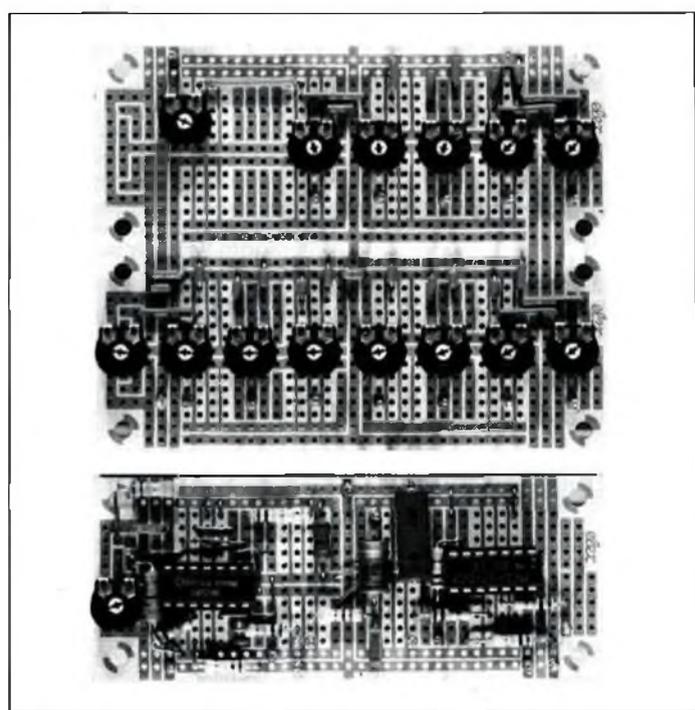


Figure 3 - Le fonctionnement de l'oscillateur commandé en tension vous intéresse-t-il ? Avec cet extrait du schéma de la figure 2 et les courbes de tension, vous pouvez suivre l'évolution de la fréquence en fonction de la tension de commande. Avez-vous deviné pourquoi la tension de sortie de l'amplificateur opérationnel A2 est désignée par «UK». La lettre K est le symbole (mnémotechnique) de la cathode (K-thode) d'une diode. La tension UK est donc la tension relevée sur la cathode de D1.

condensateur C1 peut se décharger à travers D1. L'amplificateur opérationnel stabilise le courant de décharge. La tension de sortie de A1 redevient plus positive. Dès qu'elle atteint le seuil de basculement supérieur de A2, la sortie de ce dernier repasse à +4,5 V. La charge de C1 recommence et avec elle, le cycle se reproduit.

Le processus que nous venons de décrire se déroule en fait à toute vitesse, plusieurs centaines de fois par seconde. La durée de la charge de C1 est déterminée, nous l'avons vu, par la tension prélevée par le stylet sur le clavier. Cette durée détermine à son tour la vitesse de répétition du cycle charge-décharge et, par voie de conséquence, la fréquence du signal produit par l'oscillateur.

Les courbes de tension de la figure 3 vous invitent à reprendre le principe en



Photographies des deux platines de notre prototype.

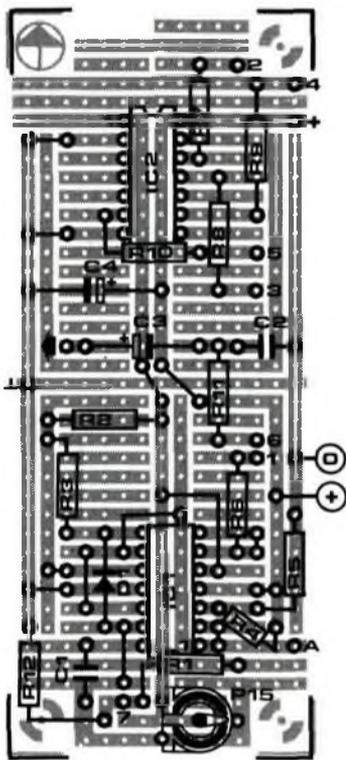


Figure 4 - Le VCO et le diviseur sont montés ensemble sur une platine de petit format. Les chiffres correspondent aux points de connexion mentionnés sur la figure 2.

LISTE DES COMPOSANTS

- R1 = 68 kΩ
- R2 = 27 kΩ
- R3 à R10 = 100 kΩ
- R11 = 4,7 kΩ
- R12 = 1 MΩ
- P1 à P12 = 10 kΩ var.
- P14 = 1 kΩ var.
- P15 = 50 kΩ var.
- P16 à P20 = 1 MΩ log.
- C1 = 3,3 nF (ou 22 nF)
- C2 = 100 nF
- C3 = 10 μF/16 V
- C4 = 100 μF/16 V
- D1 = 1N4148
- IC1 = LM324
- IC2 = 4024
- S1 à S6 = (mini) interrupteur à levier

Divers :

- 1 platine d'expérimentation format 1
- 1 platine d'expérimentation format 2
- pile de 9 V
- fiche banane mâle
- fil de câblage blindé
- matériau conducteur et isolant pour confectonner un clavier
- fiche de sortie pour le signal BF (par exemple DIN à 5 broches)

détail. Vous ne verrez pas d'inconvénient à ce que nous approfondissions cette exploration avant de passer à la réalisation. Comparez l'extrait de la figure 2 dans sa version d'origine et dans sa version «pédagogique» de la figure 3 ! Ils sont corrects l'un et l'autre, mais vous voyez que selon la manière dont les composants d'un schéma sont disposés sur le papier, le fonctionnement est plus facile à déduire sur l'un que sur l'autre. Reprenons avec la figure 3 où nous imaginons une tension d'alimentation symétrique pour les amplificateurs opérationnels : +4,5 V et -4,5 V, et le 0 V à mi-chemin si l'on peut dire. Sur ce schéma, la masse est donc la masse, mais nous avons une sortie de A1 négative par rapport au 0. La tension d'entrée U_0 charge le condensateur C_1 , et la sortie de A1 devient négative par rapport au 0, à tel point que la sortie de A2 finit par passer à -4,5 V, ce qui autorise la décharge de C_1 à travers D1. Plus la tension d'entrée est élevée, plus la cadence de répétition de ce processus est rapide.

Les octaves

Revenons à notre schéma principal de la figure 2. Le signal de sortie U_0 (broche 14 de A1) est utilisé comme signal d'horloge pour un diviseur sous binaire qui le restitue sous quatre formes différentes : sur Q_0 le signal ressort divisé par 2, sur Q_1 il est divisé par 4, sur Q_2 par 8 et enfin sur Q_3 par 16. Le même signal de sortie de l'oscillateur A1/A2 passe par A4 dont la sortie se met sur les rangs des sorties d'IC2. Cet amplificateur tampon est là pour éviter que le circuit en aval (c'est-à-dire le mélangeur dont nous allons parler maintenant) ne constitue une charge inutile pour la sortie de A1 qui du coup ne parviendrait plus à suivre les oscillations.

Le mélangeur, ce sont les potentiomètres P16 à P20 montés en résistances variables (ou rhéostats) avec chacun une résistance talon de 100 k (R6 à R10). La fonction de ces résistances : assurer un service minimum quand la position du curseur de P16 à P20 est telle que ces potentiomètres n'opposent plus eux-mêmes aucune résistance au signal.

Le VCO produit une note et le diviseur ressort la même note une, deux, trois ou quatre octaves plus bas; les interrupteurs S2 à S6 permettent de choisir

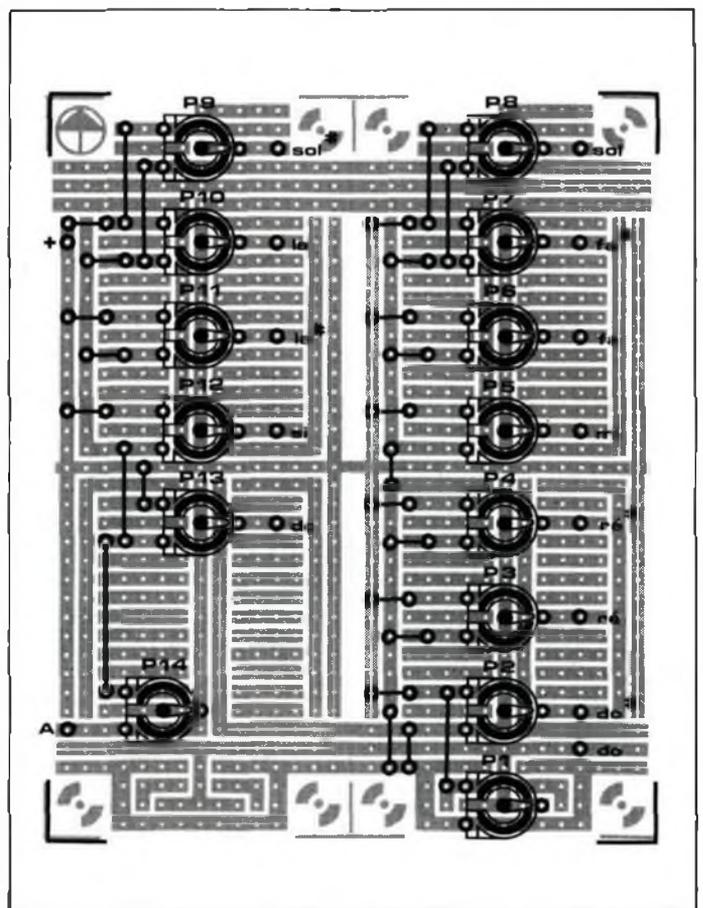


Figure 5 - Les potentiomètres miniature fixent chacun la hauteur d'une des notes de la gamme. Ils sont montés sur une platine d'expérimentation de format 2.

certaines de ces octaves et d'en ignorer d'autres. Affaire de goût. Le mélangeur permet de doser la quantité de chacune des composantes du son global; là encore c'est une affaire de goût.

Le réseau formé par R11 et C2 est un filtre que l'on dit passe-bas, car il ne laisse passer les fréquences qu'en-dessous d'une certaine fréquence limite dite fréquence de coupure. Les fréquences plus élevées sont fortement atténuées, voire supprimées. Ce filtrage adoucit sensiblement le timbre de l'instrument.

La sortie du schéma de la figure 2 est à relier à l'entrée d'un amplificateur, par exemple l'amplificateur de poche CANARI publié dans ELEX n°5 page 6, en novembre 1988.

Deux platines et un clavier

Une platine d'expérimentation de format 1 suffit pour caser l'essentiel des composants de ce mini-synthé. Cependant il y a pour cette réalisation plus de composants que d'habitude. Une deuxième platine, de format 2 cette fois, accueillera la partie électronique du

clavier, et enfin un circuit conçu d'après les indications des figures 6 et 7 figurera la partie «musicale» du clavier.

Il reste le mélangeur; lui n'est monté sur une platine qu'en partie : ce sont les résistances R6 à R10. Les organes de commande (ce sont les composants auxquels on touche) sont montés directement sur la façade du mini-synthé, de préférence au-dessus du clavier : une rangée d'interrupteurs, et au-dessus de chacun d'eux, le potentiomètre correspondant.

L'implantation des composants sera effectuée avec soin d'après les indications des plans des figures 4 et 5. Les points de repère numérotés apparaissent tous sur le schéma de la figure 2. Le stylet métallique sera relié à la platine du VCO par l'intermédiaire d'un petit morceau de câble blindé. Reliez la tresse de blindage à la masse de la platine du VCO.

L'assemblage entre la partie «électronique» et la partie «musicale» du mini-synthé pourra être effectué en suivant les indications de la figure 7. Mais auparavant il aura fallu préparer un clavier. Pour ce faire, laissez-vous inspirer par le matériel dont vous disposez : feuille d'aluminium, ruban de

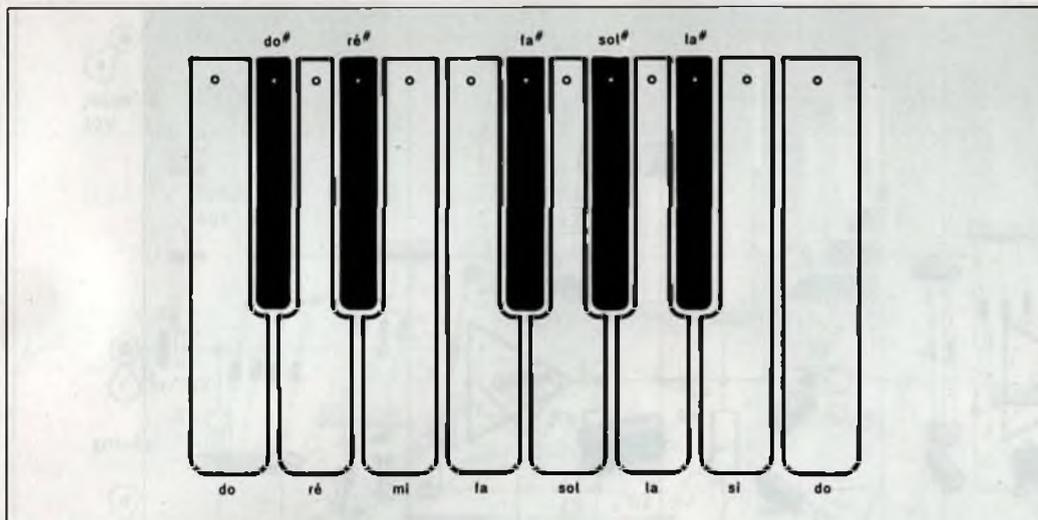


Figure 6 - Voici une idée pour confectionner un clavier pour votre mini-synthétiseur.

cuivre, carton, bois, chutes d'époxy. Il faut que l'avant des touches au moins soit conducteur, qu'elles soient isolées entre elles, et que le matériau dont elles seront faites résiste un tant soit peu à l'usure que provoquera inmanquablement le frottement du stylet. Improvisez !

montage que le musicien que vous allez devenir doit maintenant adapter à ses besoins. Ne vous inquiétez pas, cela se passera bien, même si vous n'y arrivez pas du premier coup.

Prenez un instrument témoin : un piano si vous en avez un, un orgue ou un synthétiseur, une guitare, une flûte, peu importe pourvu que l'instrument en question fonctionne à peu près. Si vous ne disposez d'aucune référence de ce type, vous avez encore la ressource du téléphone. La tonalité, comme on dit, produite par votre combiné quand vous décrochez est un signal dont

la fréquence est précisément de 440 Hz, ce qui correspond très exactement à la note LA du diapason (la quatrième touche en partant de la droite de votre clavier). Hé !

Fermez S2, et laissez S3 à S6 ouverts de telle sorte que vous n'entendiez que la fréquence produite directement par le VCO et pas les octaves inférieures. Mettez le curseur de P13 en fin de course du côté du point ++ (résistance mini-male) et celui de P1 presque en fin de course du côté de P14. Le but de cette manoeuvre est d'éloigner autant que possible la tension de commande de la note la plus grave (le DO) de celle de la note la plus aiguë (le DO de l'octave au-dessus).

Si ce n'est déjà fait, fermez S1 et connectez la sortie du mini-synthé à un amplificateur basses-fréquences. Réglez P14 à présent de telle sorte que l'écart entre la note la plus grave et la note la plus aiguë soit d'une octave (rapport de fréquence 1:2). Le réglage de P13 peut vous aider à obtenir cet écart.

Réglez ensuite P15 de telle sorte que le DO grave corresponde au DO de l'instrument de référence dont vous disposez. S'il le faut, changez la valeur de C2 (en rajoutant un condensateur en parallèle la capacité augmente et la fréquence baisse).

Réglez P2, puis P3, puis tous les autres potentiomètres jusqu'à P12, pour obtenir successivement les 12 demi-tons de l'échelle chromatique (do dièse, ré, ré dièse, mi, fa, fa dièse, sol, sol dièse, la, la dièse, si, do).

Au passage du LA, décrochez le téléphone et comparez.

Pas d'affolement ! Les réglages s'influencent mutuellement, il faut donc corriger un peu à chaque fois et procéder par étapes successives. Entre temps, en guise d'encouragement, n'hésitez pas à fermer un ou plusieurs des interrupteurs S3 à S6, puis goûtez aux mélanges subtils et aux variations de timbre obtenues avec les potentiomètres P16 à P20.

Connectez donc votre mini-synthé à une chaîne stéréo équipée de haut-parleurs assez puissants : vous serez surpris de l'effet obtenu !

Vous aurez remarqué en rajoutant les octaves inférieures, que votre fréquence de VCO initiale est en fait trop grave. Il faut décaler le tout vers l'aiguë, de telle sorte que les fréquences issues de la broche 6 d'IC2 (Q₃) restent audibles et ne deviennent pas des infra-sons. Si vous supprimez au contraire IC2 et que vous renoncez aux possibilités de doser les timbres, alors il faut que la fréquence du VCO soit plutôt grave (adoptez la valeur de 22 n pour C1 dans ce cas).

Bonjour l'accordeur

Régler un appareil, calibrer un circuit, en musique cela se dit accorder un instrument. L'électronicien que vous êtes déjà a réalisé un

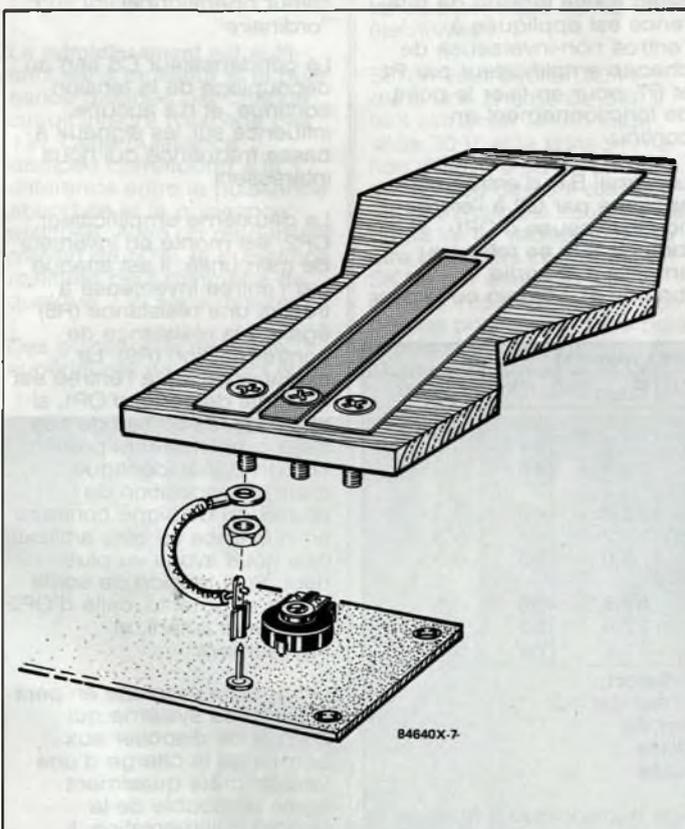


Figure 7 - Ne vous compliquez pas la vie : cherchez le mode de connexion le plus simple (il sera aussi le plus fiable) entre votre «clavier» et la platine avec les potentiomètres P1 à P14.

**COMPOSANTS
ELECTRONIQUES**

**FRANCE
CONSULTEZ:**

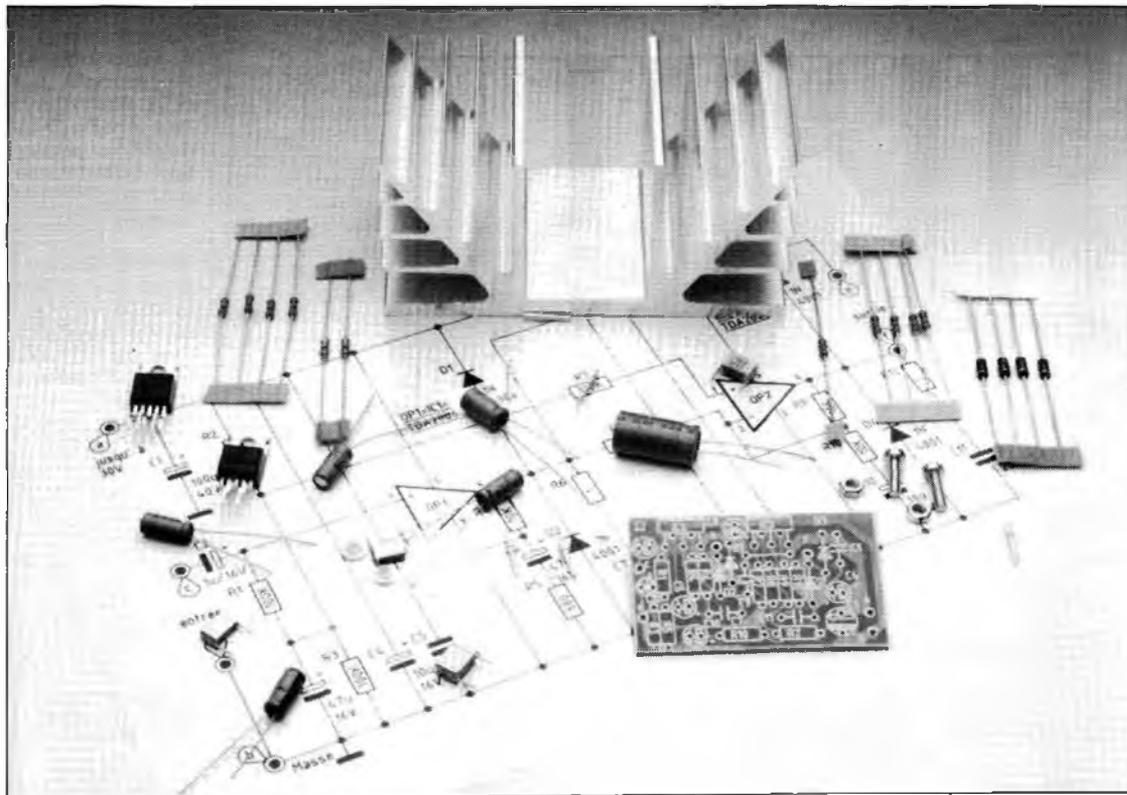
RADIO ELECTRONIQUE

5 Rue de Chantal — BP 914

26009 VALENCE Cédex

Tél 75 55 09 97 - FAX 75 55 98 45

MINITEL 3615 : SOURIS



mini amplificateur

Cet amplificateur, petit par la taille, offre cependant des caractéristiques de puissance et de taux de distorsion intéressantes. Comme de plus il se présente sous forme d'un kit, avec un circuit imprimé tout fait, vous pourrez le réaliser rapidement et profiter de ses 30 W de puissance maximale.

Cette puissance déjà respectable et la plage de tensions d'alimentation - de 12 à 30 V - qu'il accepte lui ouvrent tout un champ d'applications, en voiture par exemple.

Généralités

L'énoncé des caractéristiques de cet amplificateur aux normes HiFi nous montre la diversité des applications possibles. La plage de tension d'alimentation utilisable est très large, et les circuits intégrés bénéficient d'une protection interne contre l'échauffement excessif et les courts-circuits en sortie. Voilà pour la sécurité.

Quant à la construction, elle est très compacte et permet l'utilisation de boîtiers très petits. La taille du radiateur dépendra de la puissance demandée, et fera l'objet d'un paragraphe de cette description.

Le circuit

Le montage est organisé autour de deux circuits intégrés spécialisés, OP1 et OP2. Il s'agit d'amplificateurs de puissance, de type TDA 2006, fabriqués par Telefunken. Ils regroupent toutes les fonctions essentielles d'un amplificateur B.F.

Les circuits intégrés sont alimentés par une tension unique alors qu'ils sont prévus pour une alimentation double. Il faut donc créer une masse artificielle. C'est

fait par le diviseur de tension R2/R3 et le condensateur C3, qui fixent la tension de référence précisément à la moitié de la tension d'alimentation. Cette tension de référence est appliquée à l'entrée non-inverseuse de chaque amplificateur par R1 et R7, pour en fixer le point de fonctionnement en continu.

Le signal B.F. d'entrée est appliqué par C2 à l'entrée non-inverseuse d'OP1 (broche 1) et se retrouve amplifié à la sortie (broche 4). Le gain ou facteur

d'amplification est déterminé par le rapport R4/R5. La contre-réaction est ici tout-à-fait comparable - principe et calcul - à celle d'un amplificateur opérationnel "ordinaire".

Le condensateur C6 sert au découplage de la tension continue, et n'a aucune influence sur les signaux à basse fréquence qui nous intéressent.

Le deuxième amplificateur, OP2, est monté en inverseur de gain unité. Il est attaqué par l'entrée inverseuse à travers une résistance (R8) égale à la résistance de contre-réaction (R9). Le signal appliqué à l'entrée est le signal de sortie d'OP1, si bien que les sorties de ces deux amplificateurs présentent un signal identique, mais en opposition de phase, ou de signe contraire en référence au zéro artificiel que nous avons vu plus haut. Si la tension de sortie d'OP1 augmente, celle d'OP2 diminue d'autant, et inversement.

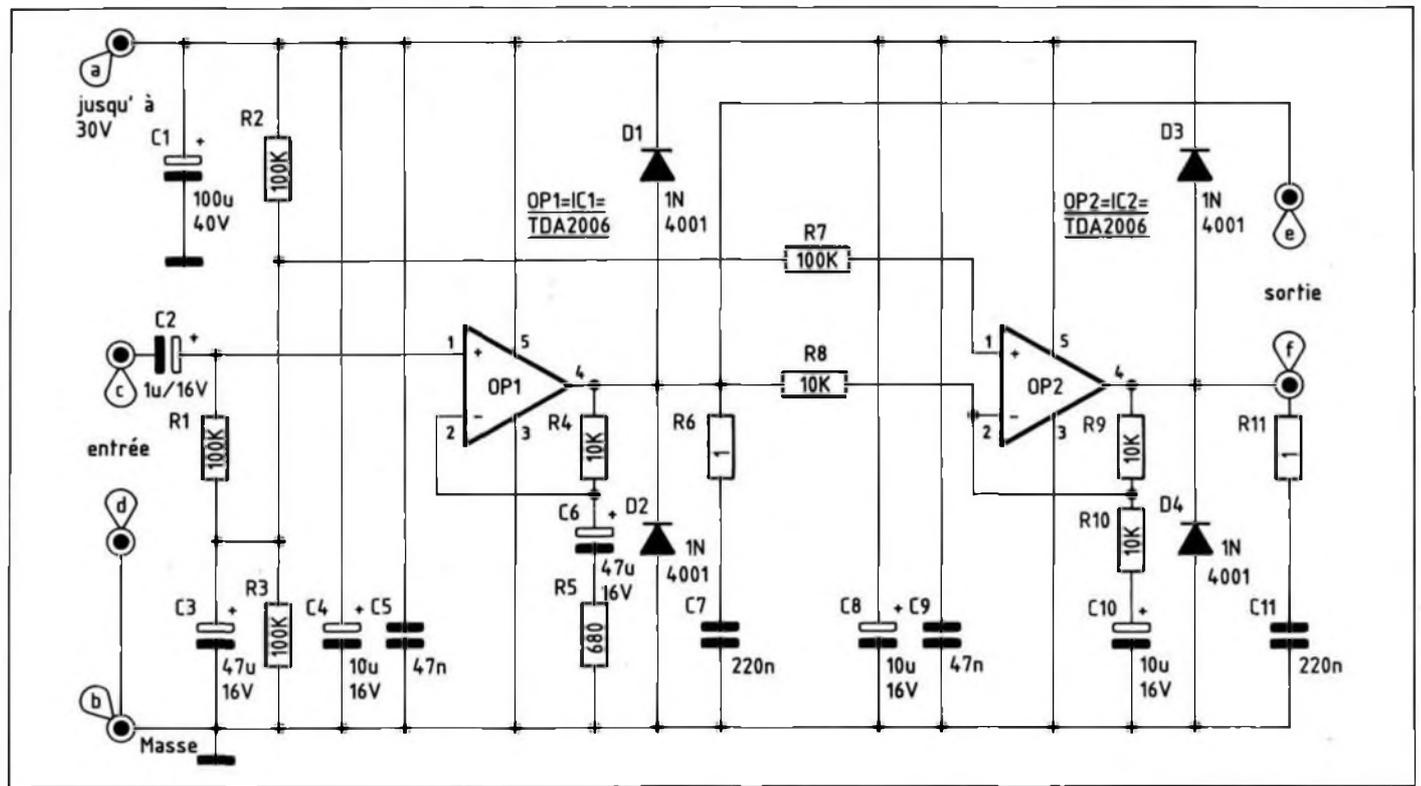
On appelle montage en pont ou en H ce système qui permet de disposer aux bornes de la charge d'une tension crête quasiment égale au double de la tension d'alimentation. Il permet d'obtenir des puissances importantes à partir d'alimentations de faible tension.

Caractéristiques techniques (valeurs typiques)

U _A (V)	R (Ω)	P _{ABS} (W)	P _{REST} (W)	P _{DISS} (W)	r (%)	DH (%)
12 V	4	12,6	4,8	7,8	38	0,3
12 V	8	6,1	3,3	2,8	54	0,3
12 V	16	4,4	2,0	2,4	45	0,25
15 V	4	21,5	8,7	12,8	40	0,3
15 V	8	11,4	6,2	5,2	54	0,3
15 V	16	7,2	3,6	3,6	50	0,25
30 V	4	91,8	35,0	56,8*	38	0,5
30 V	8	58,2	30,7	27,5	53	0,25
30 V	16	31,5	20,0	11,5	64	0,22

U_A (V) = tension d'alimentation
 R (Ω) = impédance du haut-parleur
 P_{ABS} (W) = puissance absorbée
 P_{REST} (W) = puissance restituée
 P_{DISS} (W) = puissance dissipée
 r (%) = rendement
 DH (%) = taux de distorsion harmonique à 80% de la puissance nominale et à 1 kHz

* Dissipation permanente maximale :
 40 W pour un boîtier à 25°C



La construction

L'implantation des composants se fera conformément au plan d'implantation et dans l'ordre habituel : d'abord les résistances, puis les diodes, les picots à souder, les condensateurs plastique, les condensateurs chimiques, et pour finir les cinq broches de chaque circuit intégré.

Le refroidissement est suffisant sans radiateur si la puissance dissipée par chaque circuit intégré n'excède pas 1 W. Cette puissance dissipée correspond à la différence entre la puissance absorbée et la puissance restituée. Avec un rendement moyen de 50%, la puissance restituée peut donc être de quelque 2 W sans radiateur.

Des puissances de sortie supérieures ne peuvent être

obtenues qu'avec des radiateurs plus volumineux. Pour délivrer une puissance de 6 W dans un haut-parleur de 8 Ω d'impédance, avec une tension d'alimentation de 15 V, notre amplificateur consomme quelque 11 W. Donc les circuits intégrés ont à dissiper une puissance de 5 W à eux deux. Un radiateur de taille moyenne convient, avec une résistance thermique de 10 K/W (kelvin/watt).

Si l'on veut débiter 30 W dans une charge de 8 Ω, il faut alimenter le montage sous 30 V, et la consommation s'élève à 58 W. La puissance que devront dissiper les deux circuits intégrés est de 28 W. Le radiateur devra être bien plus important, un SK 88 par exemple. Les circuits intégrés ne sont pas prévus pour fournir une puissance supérieure (sur des charges plus faibles, 4 Ω par

exemple), sinon brièvement.

La protection des circuits intégrés contre la surchauffe et les courts-circuits est assurée par les circuits eux-mêmes, nous dispensant de tout dispositif accessoire. Leur destruction étant quasiment impossible, voilà un montage que vous pouvez utiliser en toute tranquillité.

Soyez attentif, lors du montage du radiateur, à l'isolement électrique des circuits intégrés. Il faut interposer une plaquette de mica et un canon isolant entre la languette métallique du boîtier des circuits intégrés et le radiateur, puis vérifier l'isolement à l'ohmmètre avant la mise sous tension.

Les performances annoncées étant obtenues sans aucun réglage, votre amplificateur est prêt à servir sitôt la dernière soudure faite.

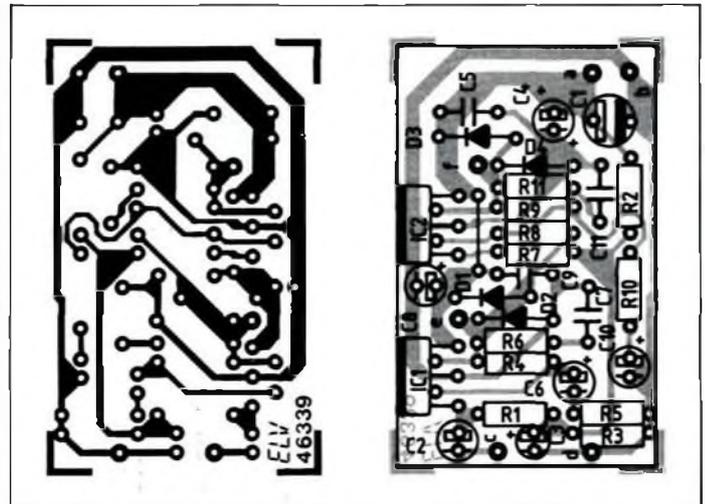
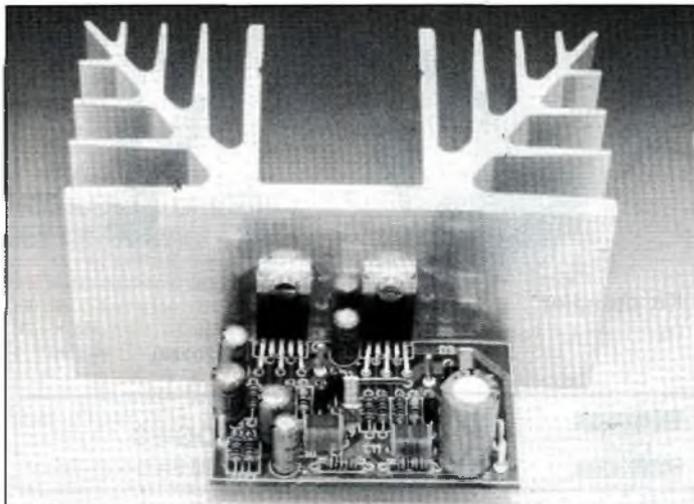
Liste des composants mini-amplificateur HiFi

Semi-conducteurs :
IC1, IC2 = TDA 2006
D1 à D4 = 1N4001

Condensateurs :
C1 = 100 μF/40 V
C2 = 1 μF/16 V
C3, C6 = 47 μF/16 V
C4, C8, C10 = 10 μF/16 V
C5, C9 = 47 nF
C7, C11 = 220 nF

Résistances :
R1 à R3, R7 = 100 kΩ
R4, R8 à R10 = 10 kΩ
R5 = 680 Ω
R6, R11 = 1 Ω

Divers :
6 picots à souder
2 isolateurs en mica
2 canons isolants
2 vis M3 x 10 mm 2
écrous M3



KITS D'ORIGINE KTE

interphone

Interphone câblé (1 fil + masse) à plusieurs postes alimenté par pile de 9 V ou bloc secteur compact sur le poste principal

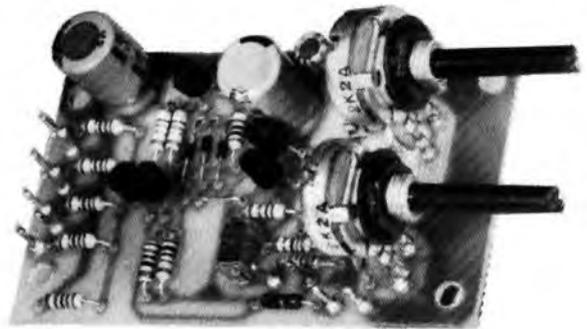
- signal d'appel à double tonalité sur les postes secondaires et sur le poste principal
- appel possible alors que le poste principal est hors service
- sur le poste principal, identification du poste appelant par LED
- liaisons de grande longueur possibles
- faible consommation, sonorité agréable
- les haut-parleurs font office de microphone
- coffrets ultra-plats sérigraphiés (non percé)



(FR403BKL) 315 FF

Amplificateur-correcteur vidéo

(voir ELEKTOR n° 121/122)



La copie de bandes vidéo entraîne une dégradation des signaux nettement perceptible. L'amplificateur-correcteur vidéo, avec ses quatre sorties parallèles, étend la plage de modulation et augmente ainsi le contraste des images copiées.

Deux organes de réglage permettent d'agir sur le piqué des contours et sur le gain (contraste) en fonction des exigences individuelles.

Kit complet (coffret inclus)

(FR324BKL) 199 FF

LES KITS KTE SONT DISPONIBLES
DANS TOUS LES MAGASINS **HBN** ELECTRONIC
CHEZ Selectronic
OU DIRECTEMENT CHEZ KTE Technologies

Pendule électronique

L'électronique peut devenir décorative et attrayante tout en restant profondément éducative. C'est ce que démontre le kit de ce pendule électronique dont le fonctionnement en pseudo mouvement perpétuel est basé sur le phénomène de l'induction de tension. Le circuit électronique facile à réaliser est caché dans le socle de l'appareil avec une pile électrique.

Une idée de cadeau à retenir !



Pendule électronique

Kit complet (avec boîtier et tous les accessoires mécaniques)

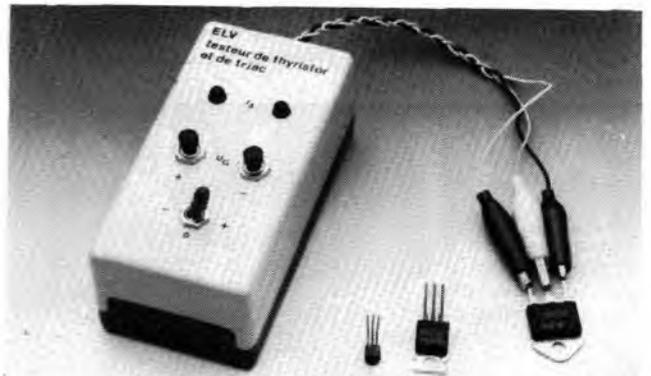
FR366BKL 165 FF

(voir ELEX n°4)

Testeur de THYRISTORS et de TRIACS

(ELEX n°5 - nov. 88)

Indispensable pour vérifier le bon fonctionnement des thyristors et des triacs récupérés ou de marque et de brochage inconnus.



Kit complet

(avec platine et boîtier sérigraphiés et percés)

FR207BKL 158 FF

Paiement: Par chèque bancaire ou postal, mandat-lettre, Carte Bancaire

- Vente par correspondance uniquement
- Paiement à la commande • 30 FF Port et emballage



KTE

TECHNOLOGIES

B.P. 40 - F-57480 Sierck-les-Bains

nos prix s'entendent TVA incluse

RÉGULATEUR DE VITESSE

POUR TRAIN A COURANT CONTINU

Les longues soirées de cet hiver qui n'en finit pas nous invitent à redécouvrir notre train électrique et nous incitent à terminer un circuit abandonné aux premiers beaux jours du printemps passé. C'est un peu ce genre d'idées que nous avons eue au moment de concevoir cette commande électronique de la vitesse pour un train à courant continu.

A quoi va-t-elle servir, pensez-vous, puisqu'il y a de fortes chances pour que vous possédiez déjà un transformateur et un rhéostat qui vous permettent de modifier la vitesse de votre train et de l'arrêter à l'endroit voulu ?

Tant que vous n'aurez pas pris conscience du manque de réalisme propre à votre façon de faire démarrer un train votre bonheur restera parfait. Il n'en sera plus de même le jour où vous aurez été impressionné par la lenteur majestueuse du départ d'un vrai train. Ce n'est pas la coquetterie du mécanicien qui est la cause de cette extraordinaire lenteur mais l'inertie énorme que la locomotive doit vaincre. Un mouvement uniformément accéléré est très lent au départ. Revoyez les images du lancement de la fusée Ariane IV si vous n'êtes pas totalement convaincu. Le circuit proposé vous permettra de serrer la réalité de plus près et donc de rester dans la note réaliste qui vous a guidé dans le choix de votre matériel roulant et du décor dans lequel vous le faites évoluer.

MODULER LA LARGEUR DES IMPULSIONS

Ne vous laissez pas effrayer par la notion de modulation de largeur d'impulsion; c'est le nom de la technique qui vous permettra de façon graduelle tous les déplacements de vos locomotives. Pour vous ce n'est d'ailleurs pas une technique totalement nouvelle puisque vous

avez eu l'occasion de vous familiariser avec un courant pulsé grâce au "gradateur pour lampe de poche" paru dans Elex n°2 en page 13.

Les pulsations mises en oeuvre dans ce montage-ci diffèrent cependant de celles qui ont été utilisées dans le petit gradateur. La locomotive est alimentée par une tension constante appliquée au rythme d'impulsions de fréquence invariable. La vitesse du train devient réglable grâce à la variation de la largeur des impulsions, autrement dit grâce à la modification du temps durant lequel la tension constante est effectivement appliquée au moteur.

Théoriquement le mouvement de la locomotive devrait être saccadé puisque le courant d'alimentation est interrompu périodiquement au rythme des impulsions. En réalité il n'en est rien grâce à l'inertie du train et à la fréquence élevée des impulsions de courant. La figure 2 montre le diagramme des impulsions de tension qui parviennent au moteur. Le

diagramme supérieur se rapporte à une situation où la durée (ou largeur) des impulsions est brève tandis que sur le diagramme inférieur la largeur des impulsions se rapproche de leur durée maximale (et correspond donc à une vitesse élevée du train).

LE CIRCUIT

Le circuit doit remplir deux fonctions : créer un signal rectangulaire de fréquence constante mais dont la durée des impulsions soit réglable, et fournir un courant de sortie d'intensité suffisante.

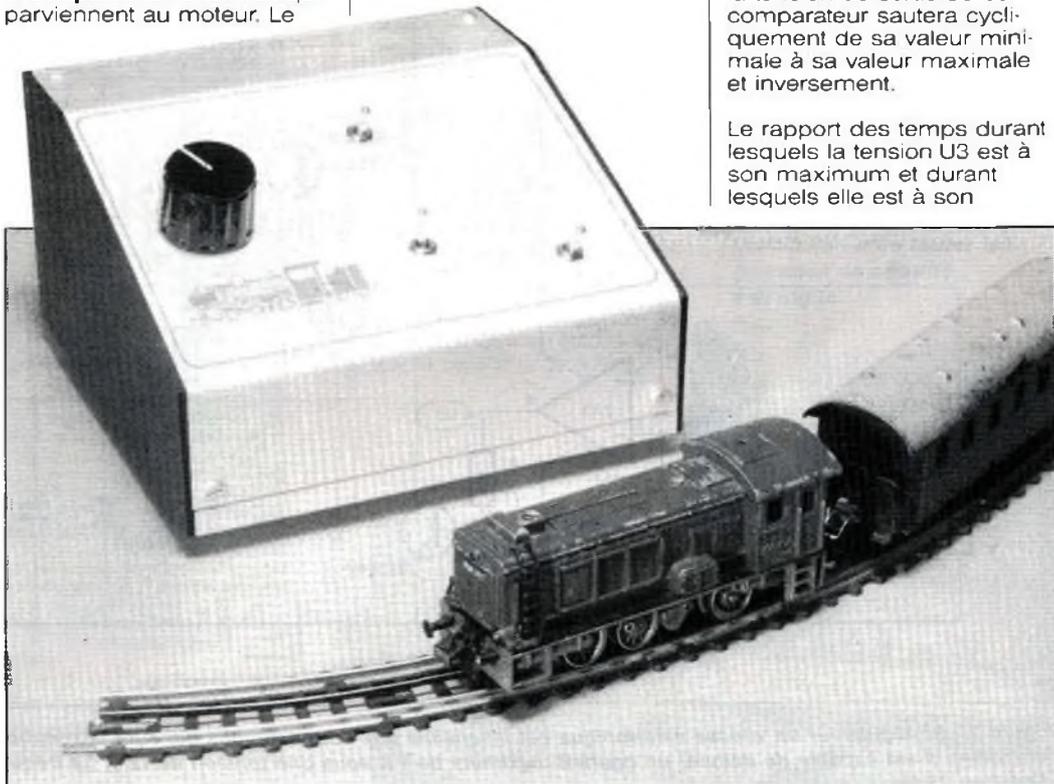
Deux amplificateurs opérationnels très courants (type 741) prennent en charge la première de ces fonctions. L'amplificateur IC1 est monté en oscillateur en dents de scie. Aux bornes du condensateur C1 nous obtenons une tension quasi triangulaire représentée par la courbe U1 sur la figure 4. L'amplificateur IC2 est

monté en comparateur. Il compare continuellement la tension en dents de scie U1 appliquée à son entrée non inverseuse à la tension U2 appliquée à son entrée inverseuse.

La tension U2 est une tension réglable grâce au potentiomètre P1. Celui-ci fait office de "pédale des gaz" dans l'installation. Dans le circuit de l'amplificateur opérationnel IC2 nous découvrons aussi un inverseur S1 qui permet soit d'appliquer directement la tension U2 à l'entrée inverseuse soit de la faire apparaître avec un certain retard aux bornes du condensateur C2, nous y reviendrons.

La comparaison entre les tensions U1 et U2 a pour résultat de faire passer brutalement la sortie de IC1 à un potentiel haut si U1 est supérieur à U2 et à un niveau de potentiel bas dans le cas inverse. Comme la tension en dents de scie U1 varie continuellement en recourant chaque fois la droite U2, la tension de sortie U3 du comparateur sautera cycliquement de sa valeur minimale à sa valeur maximale et inversement.

Le rapport des temps durant lesquels la tension U3 est à son maximum et durant lesquels elle est à son



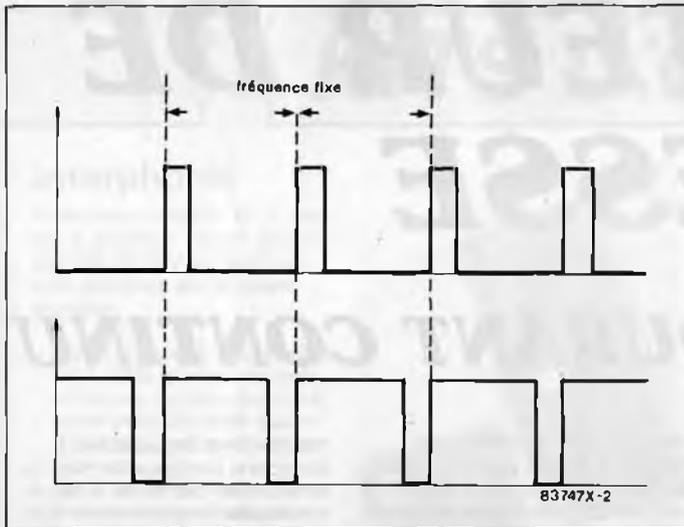


Figure 2 - Comme son nom l'indique, la modulation de largeur d'impulsion consiste à faire varier la durée de l'impulsion, sans modifier sa fréquence.

minimum (que l'on appelle le rapport cyclique) dépend de la tension continue U2. C'est ainsi que nous recueillons à la sortie de IC2 une tension rectangulaire (U3) dont la fréquence de pulsation est constante et dont le rapport

cyclique est réglable à l'aide du potentiomètre P1.

La puissance de ce signal rectangulaire dont on module la largeur d'impulsion est très faible. Pour qu'il soit utilisable dans le moteur

d'une locomotive, nous devons amplifier le courant. Après avoir amplifié la tension du signal dans le transistor T1, c'est de nouveau à un montage Darlington T3/T4 que nous faisons appel pour produire un courant de forte intensité (voir ou revoir le "Turbo transistor" dans le n°5 d'EleX du mois de novembre 1988).

La fonction du transistor T2 est de protéger le circuit dans l'éventualité d'un court-circuit entre les rails. Le courant qui alimente la locomotive traverse la résistance R11. Aux bornes de cette résistance se produit une chute de tension proportionnelle au courant qui la traverse. Cette différence de potentiel est appliquée entre la base et l'émetteur du transistor T2. Si l'intensité du courant de sortie devient excessive (court-circuit) la tension de la base de T2 atteint le seuil de conduction du transistor. Le courant qui s'établit alors dans le circuit collecteur-émetteur de T2 a pour effet d'abaisser la tension de la base de T3 si bien que le courant de sortie

reste limité à une intensité qui ne présente pas de danger malgré la présence du court-circuit.

Les diodes D1, D2 et D3 assurent elles aussi un rôle de protection du circuit car elles empêchent le retour vers le circuit électronique des pointes de tension induites dans les bobinages du moteur de la locomotive.

DÉMARRAGES ET ARRÊTS RÉALISTES

L'inverseur S1 dont nous avons déjà signalé la présence permet de donner aux démarrages et aux arrêts de la locomotive l'allure réelle des trains qu'il est impossible de simuler avec un simple rhéostat. Lorsqu'on met cet inverseur sur la position "v", le circuit ne répond que progressivement, comme à regret, aux variations d'allure imposées par la position du potentiomètre P1. Les départs et les arrêts progressifs s'en trouvent parfaitement imités.

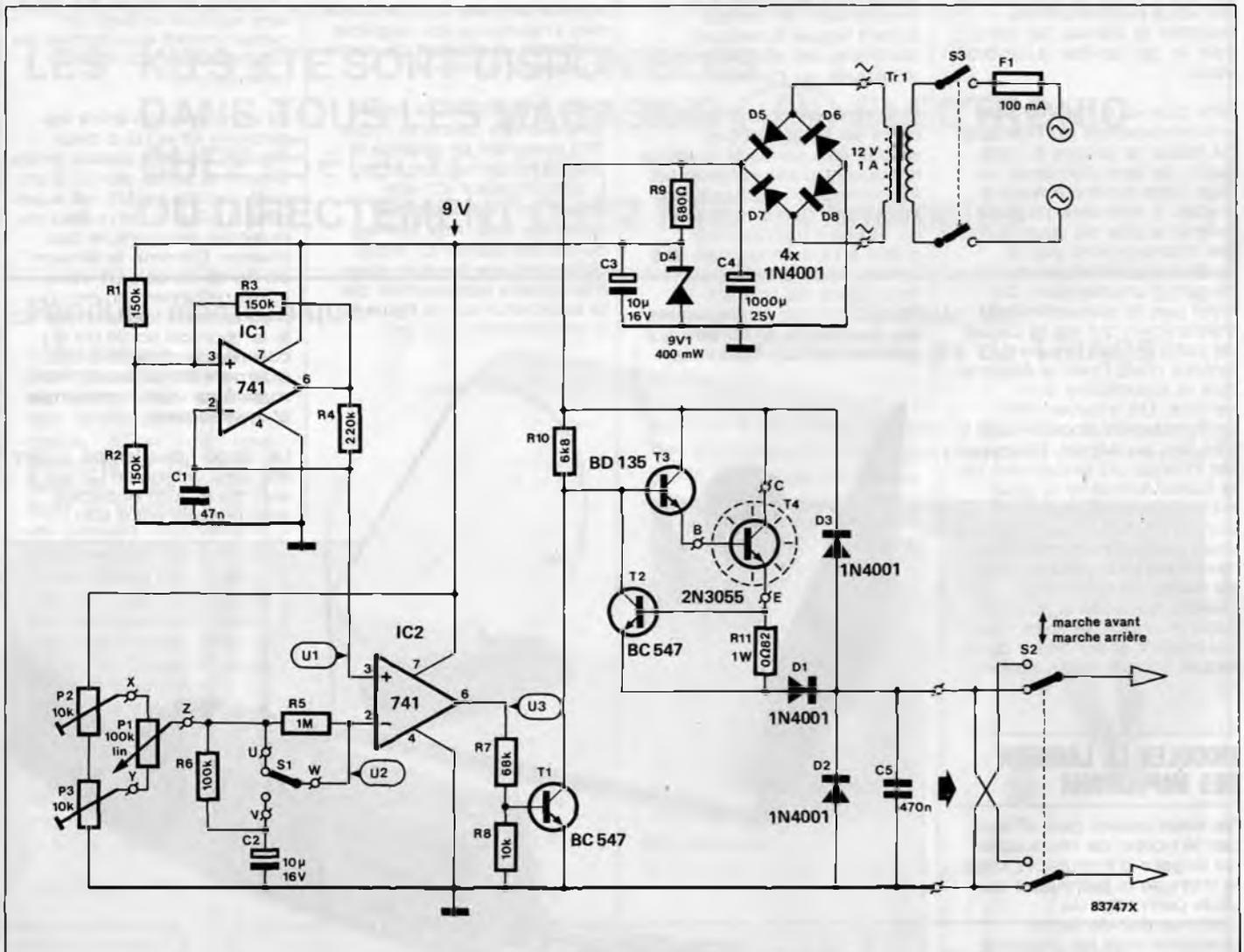


Figure 3 - Le régulateur de vitesse électronique est insensible aux courts-circuits qui sont susceptibles de se produire sur le circuit ferroviaire. Il est capable de délivrer un courant maximum de 1 A sous une tension de 12 V. La fréquence des impulsions est d'environ 75 Hz.

CONSTRUCTION DU RÉGULATEUR DE VITESSE

Le montage de ce circuit nécessite une platine d'expérimentation de format 2. Le schéma d'implantation des composants de la figure 5 indique sans ambiguïté comment disposer les différents éléments. Comme dans tout montage, il faut bien respecter l'orientation des repères des circuits inté-

grés, celle des transistors (T1 et T2) la polarité des condensateurs électrolytiques et des diodes. La face métallique du transistor T3 doit être orientée vers le transistor T2.

Le transistor de puissance T4 n'est pas implanté sur la platine mais sur un radiateur séparé. Si vous installez la platine dans un coffret métallique rien ne vous empêche de fixer le transistor T4 sur la

face externe de la paroi arrière. Notez toutefois que c'est le boîtier du transistor qui constitue la connexion du collecteur. Ce boîtier doit absolument être isolé du coffret au moyen d'une plaquette en mica enduite au préalable sur ses deux faces de pâte thermoconductrice. Isolez également les vis et les boulons de fixation du transistor par rapport au coffret à l'aide d'une rondelle et d'un canon isolants. La section des fils qui relient les points E, B et C aux connexions de T4 ne doit pas être trop chiche. Comptez au moins 0,5 mm² pour les fils allant vers l'émetteur et vers le collecteur. Le potentiomètre P1, les inverseurs S1 et S2 ainsi que l'interrupteur bipolaire S3 constituent les organes de commande que vous installerez sur la face avant du coffret. Si vous renoncez à la possibilité de faire reculer le train, il est inutile d'installer l'inverseur S2. Le transformateur ainsi que le porte-fusible doivent être installés de telle manière qu'ils ne puissent jamais entrer en contact avec la platine ou avec le coffret. L'apparition d'une tension de 220 V sur les voies du train serait vraiment catastrophique!

LISTE DES COMPOSANTS

R1,R2,R3 = 150 kΩ
R4 = 220 kΩ
R5 = 1 MΩ
R6 = 100 kΩ
R7 = 68 kΩ
R8 = 10 kΩ
R9 = 680 Ω
R10 = 6,8 kΩ
R11 = 0,82 Ω, 1 W
P1 = 100 kΩ lin.
P2,P3 = 10 kΩ var.

C1 = 47 nF
C2,C3 = 10 μF, 16 V
C4 = 1000 μ, 25 V
C5 = 470 nF

IC1,IC2 = 741
T1,T2 = BC547
T3 = BD135 ou BD139
T4 = 2N3055
D1,D2,D3,D5,D6,D7,D8 = 1N4001
D4 = diode Zener 9,1 V, 400 mW

Divers

S1 = inverseur unipolaire
S2 = inverseur bipolaire, 1 A
S3 = interrupteur secteur bipolaire
Tr = transformateur 220 V/12 V, 1 A
F1 = fusible 100 mA, lent, avec porte-fusible
1 platine d'expérimentation de format 2
1 coffret en métal ou bien:
1 coffret en matière plastique et 1 radiateur pour T4 (type SK72 par exemple)

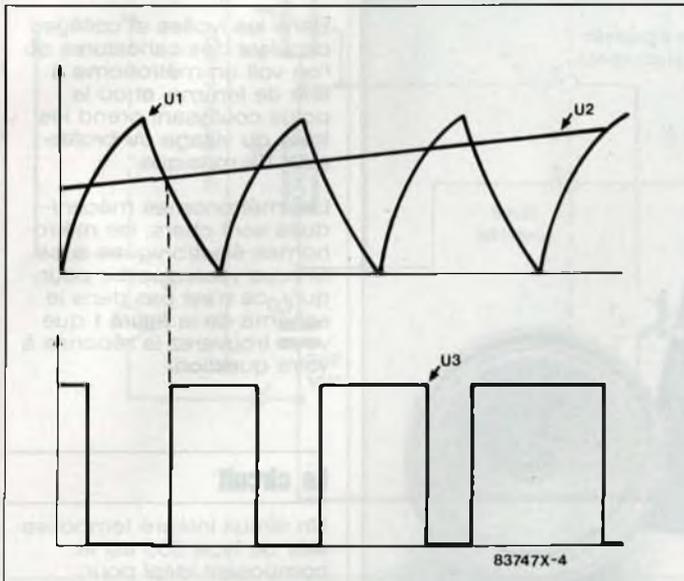


Figure 4 - Diagramme des tensions du comparateur IC2. En haut les deux tensions d'entrée que l'amplificateur opérationnel compare entre elles. En bas la tension du signal de sortie du comparateur. Remarquez que l'accroissement de la tension continue U2 entraîne une augmentation du rapport cyclique.

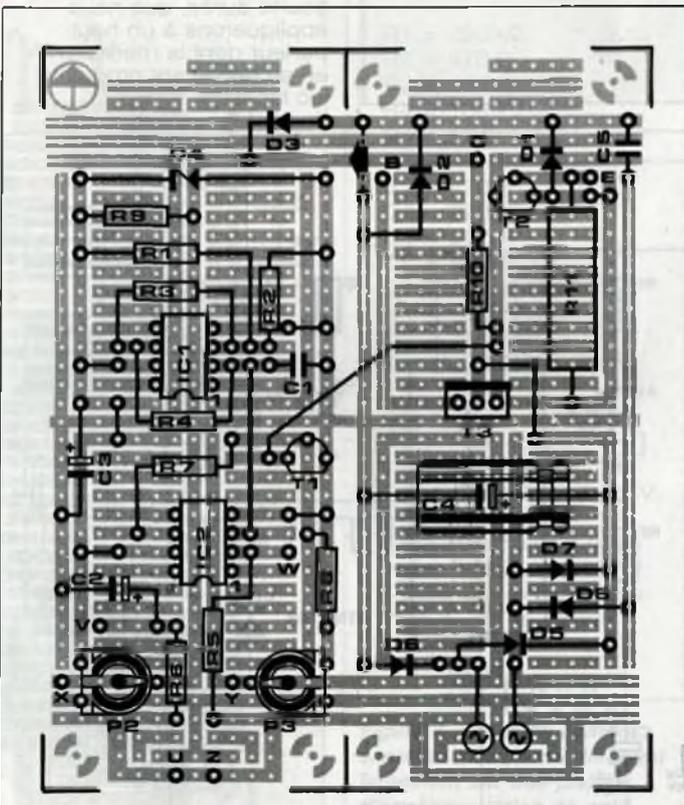
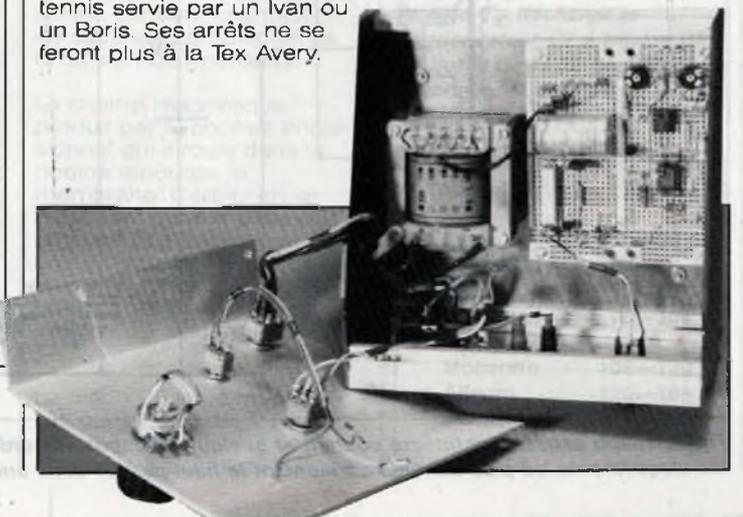


Figure 5 - Schéma d'implantation des composants. Le transistor de puissance 2N3055 est installé sur un radiateur séparé. Nous avons choisi de le fixer sur la face externe de la paroi postérieure du coffret métallique.

MISE AU POINT

Il ne vous reste qu'à faire une petite mise au point pour que tout fonctionne correctement. Placez le curseur des potentiomètres de réglage P2 et P3 à mi-course. Amenez ensuite le curseur du potentiomètre de commande P1 en butée à droite en réglez P2 de telle manière que le train file à la vitesse maximale compatible avec votre circuit ferroviaire. Tournez maintenant le curseur du potentiomètre de commande P1 en butée à gauche et ajustez lentement la position du curseur de P3 pour obtenir l'arrêt du train. Le tour est joué: les départs de votre train ne ressembleront plus à une balle de tennis servie par un Ivan ou un Boris. Ses arrêts ne se feront plus à la Tex Avery.

Figure 6 - Voici notre prototype sur lequel vous remarquerez les connexions du transistor de puissance en bas et à droite de la face arrière du coffret. Accordez un soin particulier à la fixation et à l'isolation du transformateur et du porte-fusible afin que votre installation offre toutes les garanties de sécurité électrique.

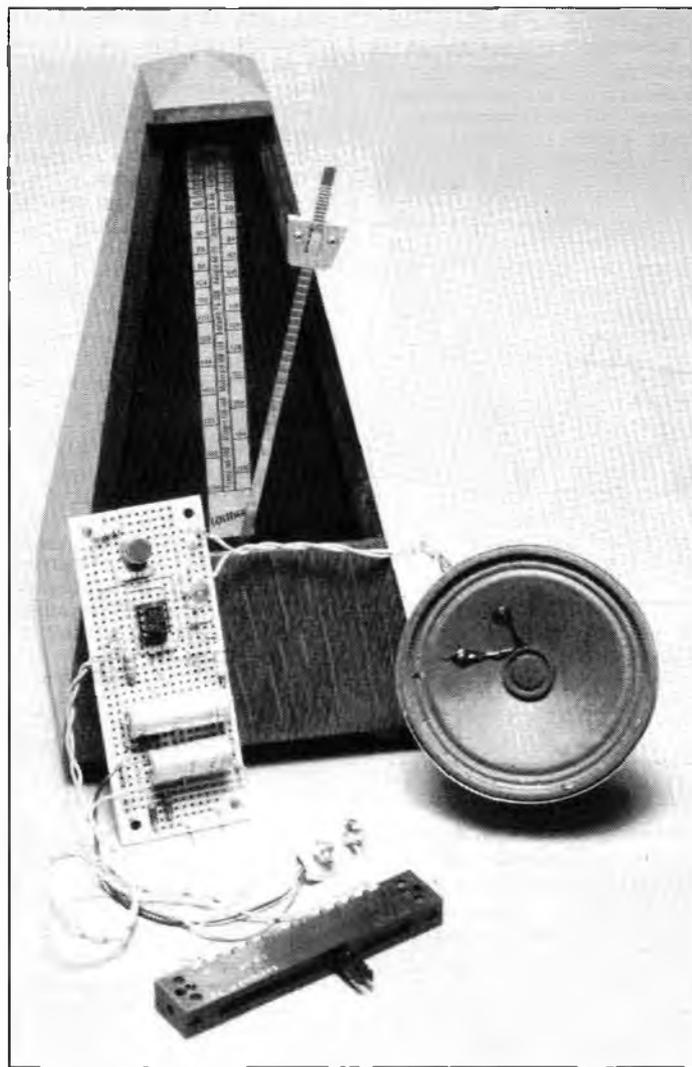


métronome

Tac tac tac tac...
Régulé comme du papier à musique, précis comme un métronome.
Voici deux comparaisons qui montrent bien que la musique est, comme l'électronique d'ailleurs, un domaine qui ne souffre aucune approximation. Le métronome, symbole de précision, est aussi un instrument de torture pour les apprentis musiciens. Cet appareil donne une battue d'une parfaite régularité et contraint l'élève à adopter un tempo invariable, quelles que soient les difficultés présentées par le morceau de musique joué.
En général, quand durant le cours de musique le professeur avance sa main vers le métronome pour le mettre en marche, le visage de l'élève s'assombrit...

Adieu Maelzel

Le métronome mécanique est composé d'un mécanisme d'horlogerie placé dans un coffret pyramidal en bois, et d'un pendule. Ce dernier se présente sous la forme d'un levier oscillant et cranté sur lequel un poids coulisse de haut en bas. Plus ce lest est bas sur le levier, plus l'amplitude de l'oscillation est réduite et plus la battue est rapide. Quand le poids se rapproche au



contraire de l'extrémité libre du pendule, la cadence des oscillations diminue. En fin de course de chaque oscillation, le métronome produit un bruit sec, une espèce de claquement qui marque un temps ou le début d'une mesure.

Dans les lycées et collèges où l'on voit un métronome à tête de femme, et où le poids coulissant prend les traits du visage du professeur de musique.

Les métronomes mécaniques sont chers; les métronomes électroniques aussi. Si vous voulez savoir pourquoi, ce n'est pas dans le schéma de la figure 1 que vous trouverez la réponse à votre question.

Le circuit

Un circuit intégré temporisateur de type 555 est le composant idéal pour réaliser un métronome électronique. Il offre en tous cas toutes les garanties de stabilité de la fréquences des impulsions. Pour obtenir un claquement sec, il nous faut des impulsions de très courte durée, que nous appliquerons à un haut-parleur dont la membrane en se déplaçant produit le tac tac tac.

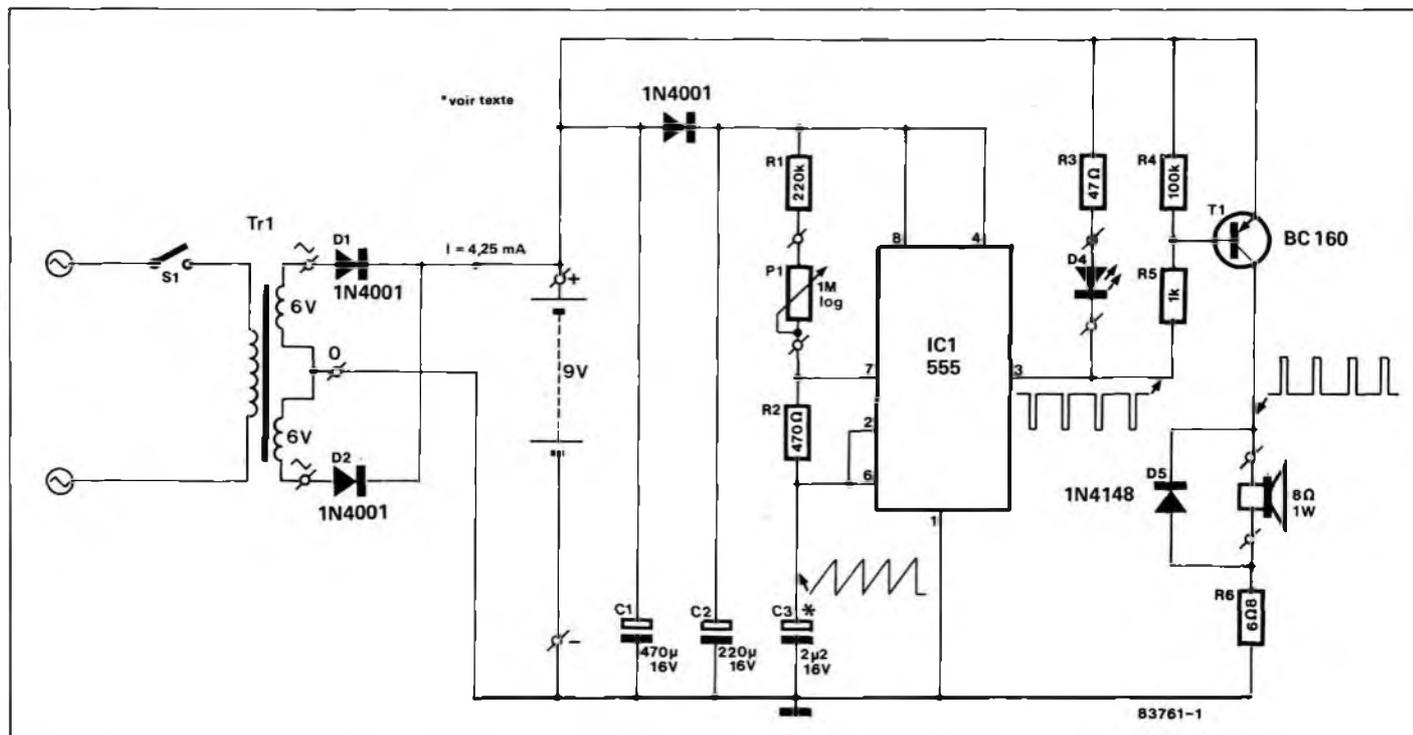


Figure 1 - Un seul circuit intégré courant et quelques composants ordinaires suffisent pour confectionner ce métronome dont on tirera les claquements les plus sonores en montant le haut-parleur dans une caisse de résonance.

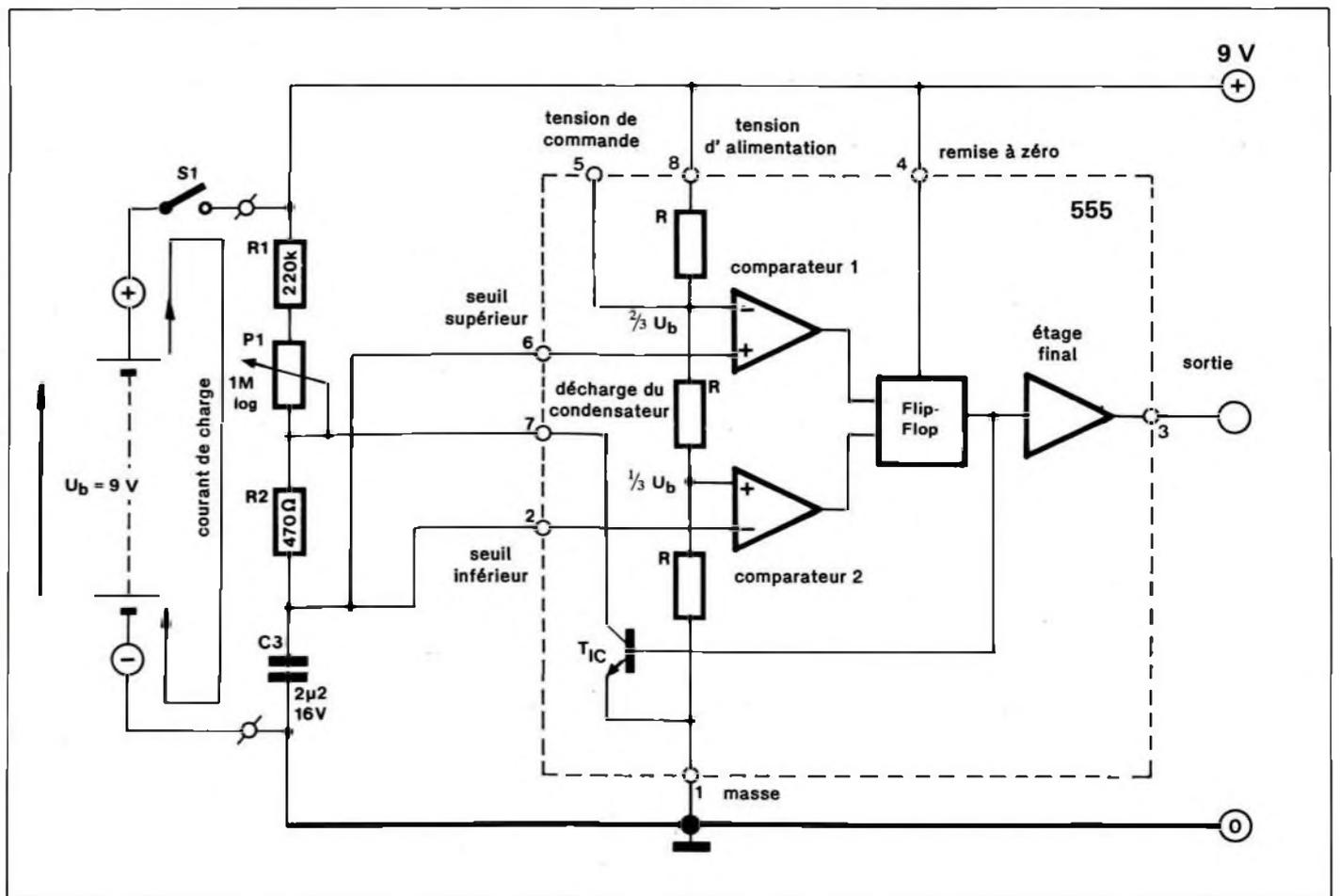
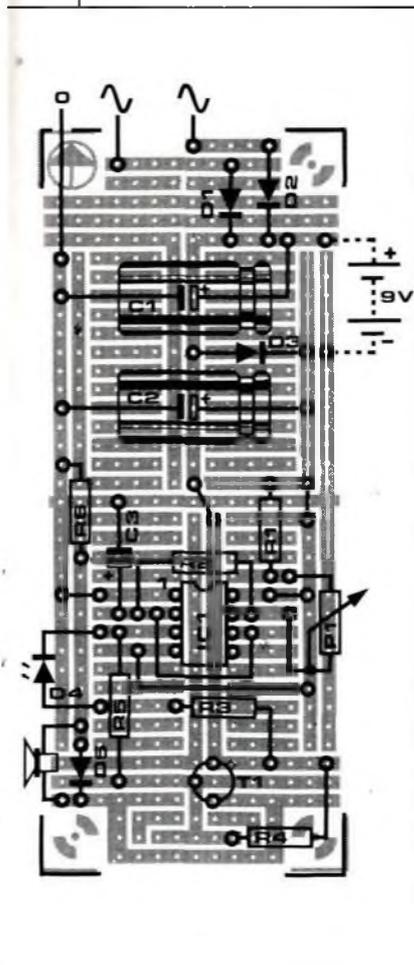


Figure 2 - Un examen de la structure interne du circuit intégré temporisateur 555 permet de mieux comprendre comment fonctionne ce circuit lorsqu'il est associé à un condensateur dont le temps de charge détermine la fréquence des impulsions et le temps de décharge la durée des impulsions.



LISTE DES COMPOSANTS

R1 = 220 kΩ
 R2 = 470 Ω
 R3 = 47 Ω
 R4 = 100 kΩ
 R5 = 1 kΩ
 R6 = 6,8 Ω
 C1 = 470 μF
 C2 = 220 μF
 C3 = 2,2 μF*
 T1 = BC160-16
 D1, D2, D3 = 1N4001
 D4 = LED rouge
 D5 = 1N4148
 IC1 = 555

Divers :
 S1 = interrupteur
 1 haut-parleur 8 Ω, 1 W
 1 transformateur 2 x 6 V, 100 mA*
 1 potentiomètre à glissière 1 MΩ log (B)
 1 platine d'expérimentation ELEX de format 1

* voir texte

Figure 4 - Tous les composants du métronome tiennent largement sur une platine d'expérimentation de petit format. Le haut-parleur sera dans un coffret en bois ou en plastique rigide qui tiendra lieu de résonateur acoustique.

La durée de la charge du condensateur C3 dépend de la résistance de P1, un potentiomètre monté en résistance variable (son curseur est relié à l'une des extrémités). La décharge de ce condensateur est rapide parce qu'elle a lieu à travers R2 dont la valeur est faible. C'est ainsi que l'on obtient sur les broches 2 et 6 d'IC1 des impulsions en dents de scie. La bascule intégrée dans le 555 fait passer brièvement la sortie du circuit intégré du potentiel U_B à 0 V durant le temps de la décharge du condensateur. Ces impulsions (dites) négatives sont inversées par T1 : la bobine du haut-parleur est portée pendant une fraction de seconde au potentiel de la tension d'alimentation.

Le champ magnétique produit par le courant impulsionnel qui circule dans la bobine repousse la membrane. Celle-ci en se déplaçant produit dans l'air ambiant des ondes que nos oreilles transforment à leur tour en impulsions électriques et que notre cerveau transcrit à l'aide des lettres TAC.

La diode D5 vous rappelle-t-elle quelque chose ? Nous avons déjà rencontré ce composant connecté d'une

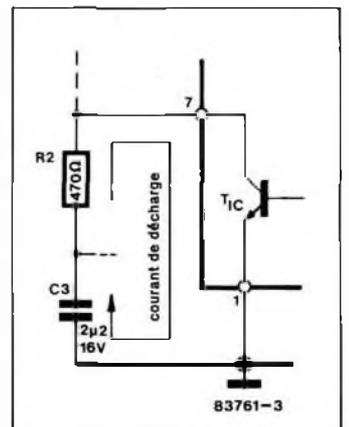


Figure 3 - En devenant conducteur, le transistor intégré T_{1C} décharge le condensateur C3 à travers R2. La durée de cette décharge détermine la dure des impulsions.

Tableau 1.

Largo	40-60
Larghetto	60-66
Adagio	66-76
Andante	76-108
Moderato	108-120
Allegro	120-168
Presto	168-200
Prestissimo	200-208

manière analogue, mais sur un relais.

N'oubliez pas la diode de protection !

Quel rapport entre un relais et un HP ? La bobine, bien sûr... et le risque couru par le transistor en présence de la tension induite dans la bobine. Grâce à D5, cette tension est court-circuitée dès qu'elle dépasse le seuil de conduction de la diode, soit environ 0,6 V.

Une LED dont la cathode est reliée à la sortie du circuit intégré s'allume à chaque impulsion et fournit de la sorte un signal optique.

Il est possible d'alimenter le métronome à l'aide d'une pile, mais si vous l'utilisez souvent, il est préférable de le doter d'une alimentation par le secteur. Un petit transformateur de 2 x 6 V fera l'affaire; à la fréquence la plus élevée, le courant consommé par le métronome est de 5 mA environ. Il se trouve que l'appel de courant du haut-parleur coïncide avec celui que provoque le passage à 0 V de la sortie du circuit intégré. C'est pourquoi nous avons prévu deux condensateurs de lissage différents (C1 et C2) séparés par une diode,

de sorte que le fonctionnement du circuit intégré n'est nullement perturbé par l'appel de courant du haut-parleur.

Nous vous recommandons de relire à ce sujet, les premiers numéros d'ELEX bien sûr, mais aussi l'article paru sur le condensateur de lissage le mois dernier.

Il n'est pas exclu que le métronome électronique que vous réaliserez présente une petite anomalie : sa plage de réglage ne couvre pas entièrement le domaine de 40 à 208 battues à la minute indiqué dans le tableau 1. Cela est dû sans doute au fait que la valeur réelle de C3 diffère assez fortement de sa valeur annoncée (2,2 µF). Il suffit dans ce cas de monter un condensateur de plus faible valeur en parallèle sur C3.

LE TEMPORISATEUR 555

Le temporisateur 555 a déjà été utilisé à plusieurs reprises dans ELEX; ce circuit mérite non seulement sa place, mais aussi que vous compreniez son principe de fonctionnement. C'est pourquoi nous vous proposons de l'étudier une fois encore, schéma de la figure 2 à l'appui.

La tension d'alimentation est divisée par trois résistances

en une tension $\frac{1}{3} U_B$ et une

tension $\frac{2}{3} U_B$. Le compara-

teur 1 compare $\frac{2}{3} U_B$ à la

tension présente sur la broche 6. Quand S1 est fermé, C3 se charge à travers R1, P1 et R2. Dès que la tension aux bornes du condensateur dépasse le seuil supérieur de $\frac{2}{3} U_B$, le comparateur commande la bascule qui à son tour commande T_{IC}. Le condensateur C3 se décharge à présent à travers R2 et le transistor devenu conducteur. C'est ce qu'illustre la figure 3.

Dès que la tension aux bornes du condensateur tombe sous le seuil de $\frac{1}{3}$

U_B , le comparateur 2 est activé et la bascule est remise à zéro. Aussitôt le transistor T_{IC} se bloque, ce qui permet à C3 de se recharger. Quand sa charge a atteint le seuil de $\frac{2}{3} U_B$, le cycle de décharge recommence.

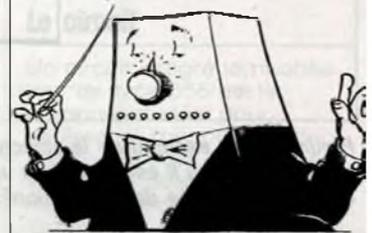
CARACTÉRISTIQUES

Les caractéristiques essentielles du circuit intégré 555

sont les suivantes :
tension d'alimentation : 5 à 15 V
puissance de sortie : 600 mW
fréquence max. : > 500 kHz
largeur d'impulsions : quelques µs à plusieurs heures
stabilité thermique : 0,005 % par °C

Si vous optez pour l'alimentation avec transformateur, il suffit de relier les trois fils à l'enroulement secondaire. L'idéal est de faire appel à un bloc d'alimentation moulé sur une prise secteur. Si vous optez pour la pile, supprimez le transformateur, D1 et D2, mais interposez S1.

Pour agir sur le volume des claquements produits par le métronome, réduisez ou augmentez la valeur de R6. Les tacs les plus sonores seront obtenus en supprimant R6 et en la remplaçant par un pont de câblage. Le plan d'implantation des composants de la figure 4 indique comment monter le métronome sur une platine d'expérimentation ELEX de format 1.



mini testeur de polarité

Il n'est pas nécessaire d'être un colérique agité à tendances violentes pour arriver à bousiller une pointe *rotring* ou *staedler*. Un faux mouvement au bord de la table à dessin, un coude qui dérape, une jolie fille qui passe et crac, la pointe tordue prend le chemin de la poubelle.

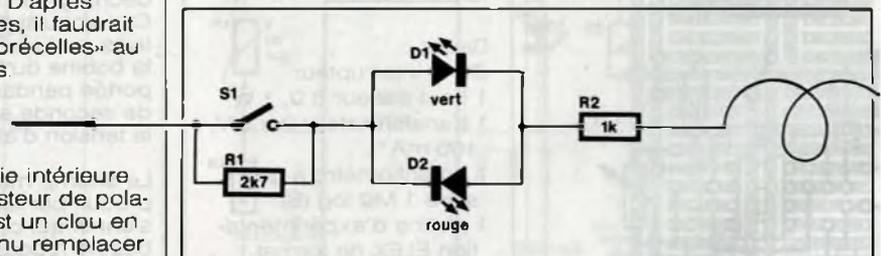
Prenez votre *isograph* tordu, lavez-le, extrayez-en la pointe à l'aide de brucelles, et déjà vous avez devant vous le corps de ce qui va devenir un de vos outils les plus utiles : un testeur de polarité archi-simple. Avant de continuer, les brucelles, savez-vous ce que c'est ?

Il s'agit de la pince plate et pointue qui avec votre minipince coupante doit constituer la base de votre outillage électro-mécanique. Ce type de pince est utilisé aussi bien par les électroniciens, et les horlogers que les biologistes et les typographes (autrefois). D'après certaines sources, il faudrait dire (et écrire) «brucelles» au lieu de brucelles.

Revenons à la vie intérieure de notre mini-testeur de polarité. La pointe est un clou en laiton qui est venu remplacer la plume tordue. Nous

l'avons introduit à chaud, puis collé. En série avec cette pointe de touche, nous avons une résistance talon de 1 k, et deux diodes montées tête-bêche. Une deuxième résistance de limitation de courant est court-circuitable à l'aide de S1.

C'est que la tension est alternative, c'est-à-dire positive tantôt sur la pointe de touche, tantôt sur la pince crocodile. Les résistances talon protègent les LED contre les courants de trop forte intensité qui se mettraient à



Si la tension appliquée à la pointe de touche est positive par rapport au potentiel de la pince crocodile, c'est la LED verte qui s'allume. Si cette tension est négative, c'est la LED rouge qui sera polarisée dans le sens passant et qui s'allumera.

Et si les deux LED s'allument à la fois ?

circuler si la tension à tester venait à dépasser 1,6 V (ou 2,2 V). Quand S1 est fermé, le testeur est utilisable avec des tensions comprises entre 4 V et 20 V. Lorsqu'il est ouvert, on peut l'utiliser entre 8 V et 50 V. Si ce domaine de valeurs ne vous paraît pas utile, supprimez S1 et R1 en les remplaçant par un court-circuit.



construisez vous-même

un microphone expérimental

Le microphone (voir *le dictionnaire* en fin d'article) au charbon compte sans doute parmi les microphones les plus anciens et les plus répandus. Le charbon est bel et bien la matière à partir de laquelle on a confectionné les premiers micros. La propriété intéressante du charbon est qu'il oppose, par nature, une certaine résistance au passage du courant. D'ailleurs, que contiennent les résistances ordinaires que nous utilisons quotidiennement ? Du charbon...

En effet, les résistances courantes en électronique sont des résistances à couche de carbone. S'il n'y a dans les résistances qu'une épaisseur de quelques μm de carbone, les microphones sont en revanche de véritables caves à charbon. Dans un tel micro on trouve facilement un millier de granules de charbon de moins d'1 mm. Chacune de ces particules est caractérisée par une résistance propre.

Une présentation rapide

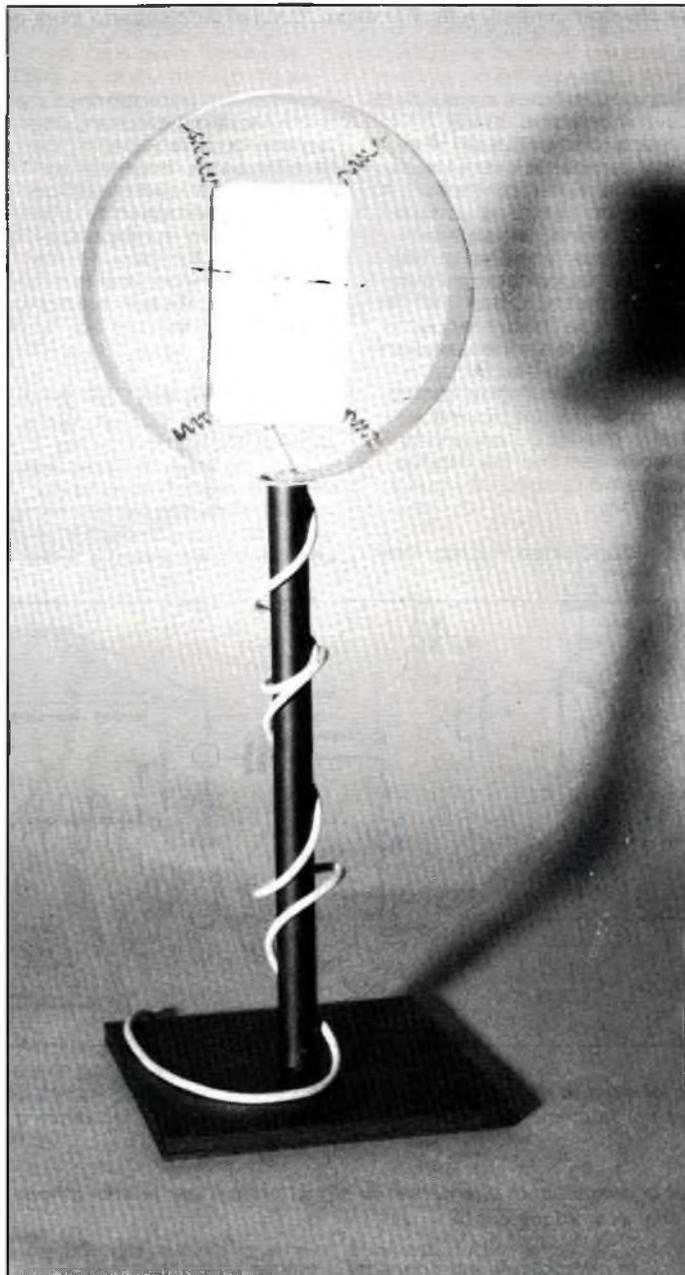
Réunis librement dans un récipient, les granules se touchent les uns les autres et l'ensemble des granules considéré, comme un tout, est à son tour caractérisé par une certaine résistance. Il suffit de doter le récipient de deux électrodes pour pouvoir mesurer la résistance de la liaison établie par les granules entre les deux électrodes.

Si l'on comprime les granules, la surface de contact entre eux augmente, et la résistance de contact diminue en proportion. La résistance présentée par l'ensemble des granules diminue aussi. Lorsque l'on

supprime la pression exercée sur les granules, ceux-ci ne sont plus comprimés les uns contre les autres et par conséquent

la surface de contact diminue. D'où il découle que la résistance globale est à nouveau plus forte. Nous savons maintenant que le

dispositif que nous avons imaginé présente une résistance variable en fonction de la pression exercée dessus.



En soumettant une masse de granules de charbon aux variations de pression des ondes sonores, on obtient une variation de résistance à l'image des sons

Or nous savons tous que les ondes acoustiques (les sons que nous entendons) correspondent à des variations périodiques de la pression de l'air à une certaine fréquence. Ce sont *les vibrations* que nous montre la partie gauche de la **figure 1**. La corde et la caisse de résonance de la guitare mettent l'air ambiant en mouvement.

Dans la partie droite de cette figure, nous voyons comment les variations de la pression nées d'un mouvement mécanique donnent à leur tour naissance à un autre mouvement mécanique : une membrane légère et fine est mise en mouvement par les vibrations de l'air. Malheureusement, il y a des pertes d'énergie en cours de route. D'un mouvement initial d'amplitude assez forte (la corde de guitare ou la **volt** vibrer) il ne reste plus qu'un mouvement de faible amplitude (la membrane du microphone, vous ne pouvez plus la **voir** vibrer). Hormis une partie de l'amplitude du son, rien n'est perdu. L'essentiel est la restitution des ondes sonores telles qu'elles se sont propagées dans l'air. La fonction de la membrane du microphone

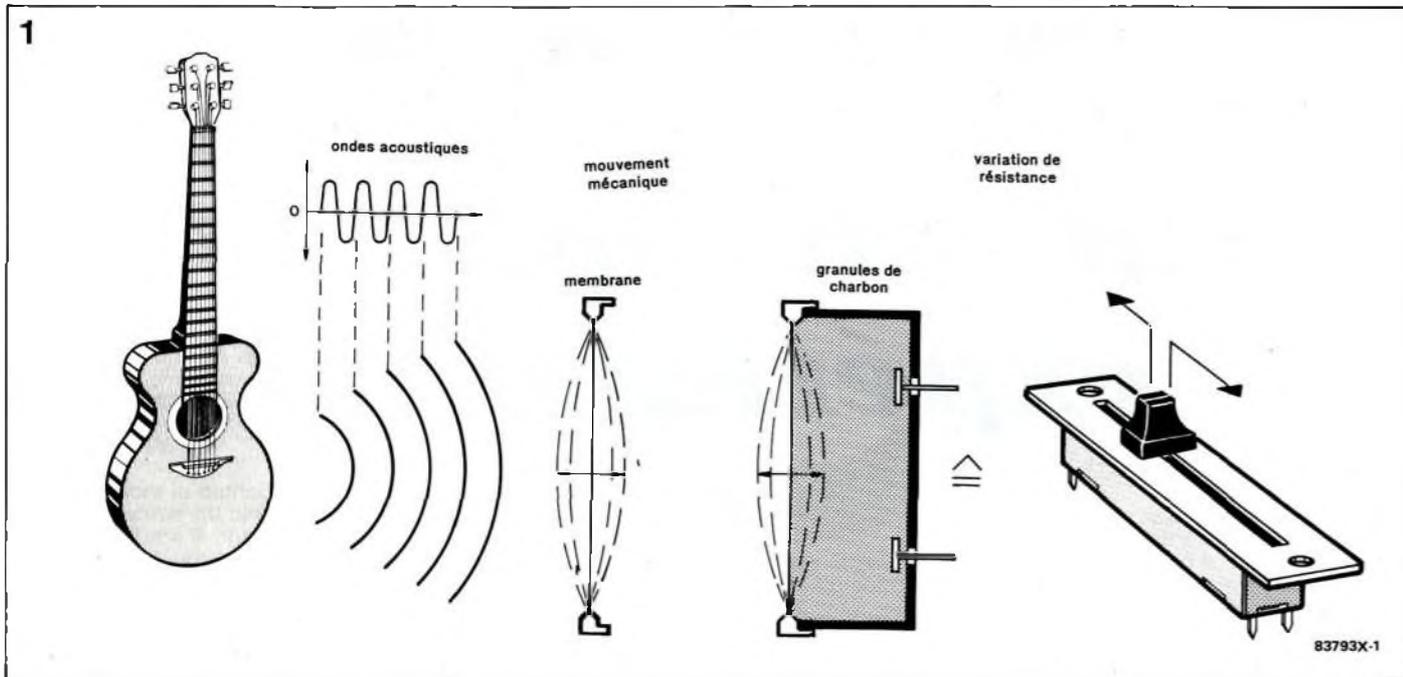


Figure 1 - C'est l'air qui permet de capter sous forme d'ondes sonores les mouvements d'une corde qui vibre. Dans le vide, les sons ne se propagent pas. La membrane du microphone transforme les ondes sonores en mouvement mécanique et exerce à son tour une pression variable sur les granules de charbon dont est rempli le micro. Celui-ci se comporte alors comme une résistance variable.

est la transformation des ondes sonores en un mouvement mécanique d'amplitude si ce n'est égale mais au moins proportionnelle à l'amplitude du signal d'origine.

Tout se passe en fin de compte dans le microphone comme si les mouvements du curseur d'un potentiomètre étaient commandés directement par les mouvements de la corde de guitare qui vibre

Notre membrane recouvre la cave à charbon. Nous l'avons tendue sur un récipient rempli de granules de carbone. En vibrant, elle transmet les ondes sonores ou vibrations de l'air à la masse des granules qu'elle comprime périodiquement. La compression des granules se traduit, nous l'avons vu, par une variation de résistance électrique. Comme si les mouvements du curseur d'un potentiomètre étaient commandés directement par les mouvements de la corde de guitare qui vibre !

Voici donc notre microphone.

Il existe des microphones qui produisent directement une tension ou une variation de tension proportionnelle au signal acoustique capté; ce sont des microphones dits primaires. Un microphone auquel il faut appliquer une tension, comme c'est le cas du microphone au charbon, est dit microphone secondaire.

La figure 2 montre comment on peut connecter un microphone au charbon à une source de tension et obtenir sous forme de variation de tension la restitution du signal acoustique capté. Le courant à travers la résis-

tance change en fonction de la variation de résistance présentée par le charbon du microphone «mis en mouvement» par les vibrations de l'air ambiant. Cette variation de courant donne naissance à une variation de tension sur la résistance (voir figure 2a). Il s'agit du signal électrique produit par notre microphone. Le condensateur de la figure 2b nous permet d'extraire la composante alternative du signal et de supprimer la composante continue. Il n'est peut-être pas inutile d'indiquer ici que les microphones sont souvent connectés au reste du circuit par l'intermédiaire

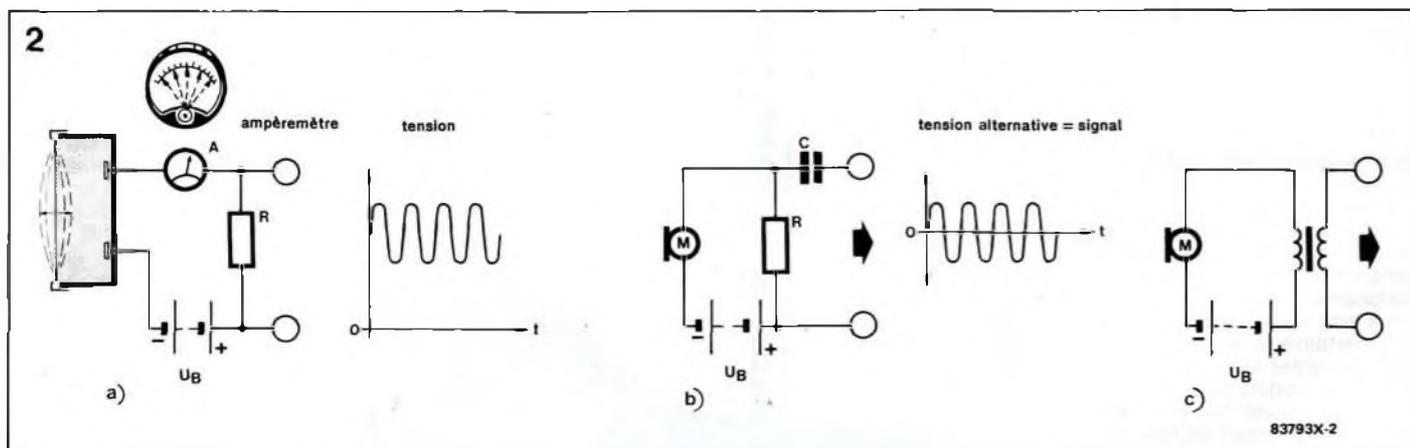


Figure 2a - Associé à une source de tension, le microphone au charbon devient source de signal. Les variations de résistance provoquées par les ondes sonores captées par la membrane font varier le courant qui donne naissance à une chute de tension variable aux bornes de la résistance R.

Figure 2b - Le condensateur C extrait la composante alternative du signal produit par le microphone. Bien que d'amplitude faible, ce signal électrique est à l'image du signal acoustique capté.

Figure 2c - Dans certains cas de figure, le microphone est connecté à travers un transformateur.

3

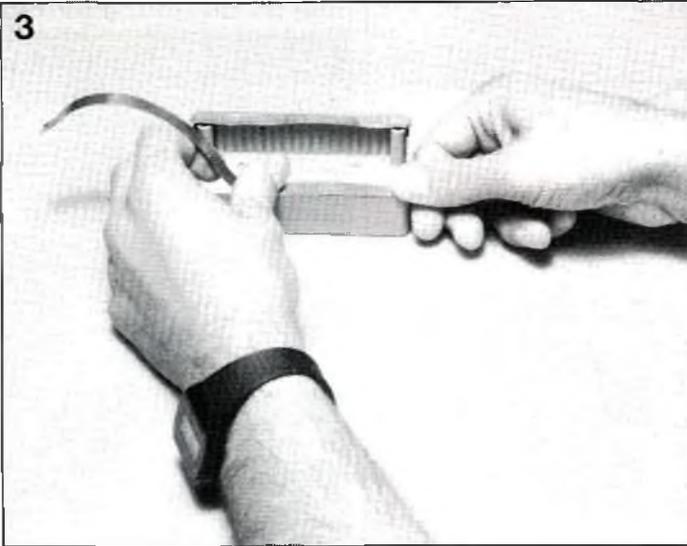


Figure 3 - Mise en place des rubans de cuivre pour confectionner les deux électrodes du microphone "à mine de crayon" (à ne pas confondre avec le modèle "mine de charbon" de la figure 6).

d'un transformateur comme le montre la figure 2c, mais nous n'entrerons pas ici dans les détails de ce type de connexion.

AU CHARBON !

Il serait souhaitable à présent de passer à la pratique. Pour réaliser un microphone expérimental, il y a deux méthodes. Voici la première.

Prenez **une boîte** (à cigares par exemple) en bois ou une boîte en matière plastique

d'environ 100 x 50 x 20 mm. Il n'est pas nécessaire de respecter ces dimensions au centimètre près, il s'agit d'un ordre de grandeur. Il vous faut en plus **deux rubans de cuivre** ou d'aluminium de la longueur de la boîte, un **crayon à papier** (gras, le crayon pas le papier), une feuille de papier, de la colle, du ruban adhésif et quelques mètres de fil de câblage isolé.

Collez les deux rubans de cuivre sur les bords du boîtier ouvert, comme le montre la **figure 3**. Soudez

4

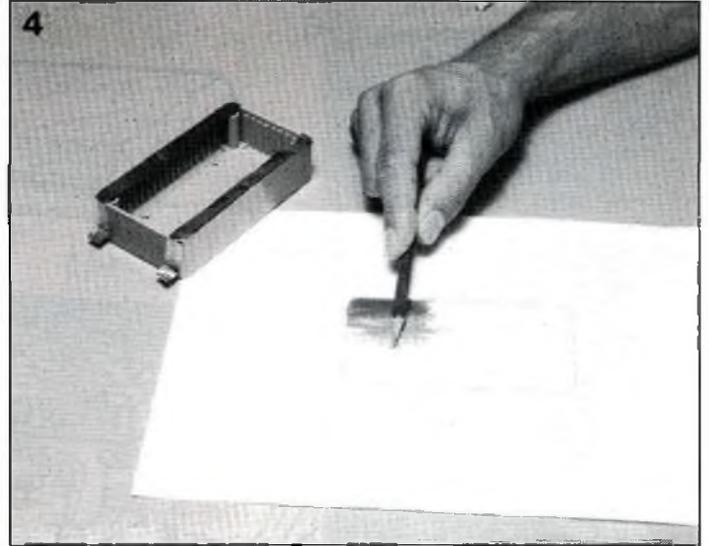


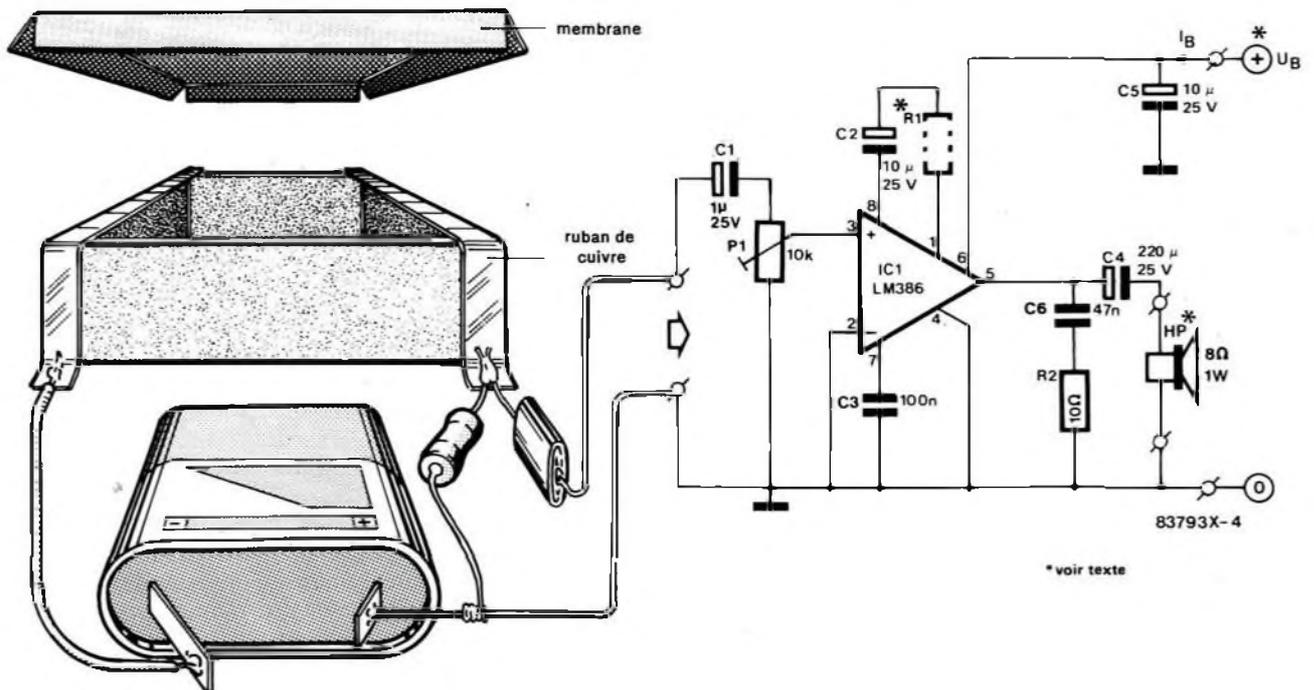
Figure 4 - Préparation de la membrane graphitée.

les deux fils de connexion à ces deux rubans. La membrane du micro, c'est la feuille de papier que vous aurez recouverte au préalable d'une épaisse couche de carbone à l'aide du crayon à papier (gras, oui on le sait). Ça on le voit sur la **figure 4**. Pour déterminer la taille de la surface à «crayonner», posez le couvercle du boîtier sur la feuille de papier et faites-en le tour au crayon. Lorsque vous découperez la membrane, laissez une marge d'environ 1 cm de large en réserve tout autour.

Quand la membrane se déplace avec les ondes sonores, sa tension «mécanique» varie, et avec elle la résistance de la couche de graphite

Posez la membrane sur le boîtier, la face enduite de graphite tournée vers l'intérieur du boîtier. La bande de papier qui dépasse autour du boîtier sera rabattue et

5



* voir texte

Figure 5 - L'amplificateur de poche modifié est capable de relever le niveau du signal produit par votre microphone expérimental jusqu'à le rendre audible.

collée sur les bords de telle manière que la membrane soit bien tendue. On peut voir cela sur la figure 5.

La couche de graphite dont est recouverte la membrane présente une certaine résistance entre les deux rubans conducteurs. Quand la membrane bien tendue est mise en mouvement par les vibrations qui se propagent dans l'air, la tension «mécanique» de la feuille de papier varie, et avec elle la résistance de la couche de graphite. Si le microphone est connecté à une pile comme sur la figure 2, il produira un signal électrique. La valeur de la résistance dépend de l'épaisseur de la couche de graphite; il faudra la déterminer par approximations successives, entre 100 k et 1 M. La valeur à donner au condensateur est de l'ordre de 100 nF. Pour essayer le microphone, vous utiliserez un circuit déjà présenté dans ELEX, le fameux amplificateur de poche CANARI du mois de novembre 1988, ELEX n°5 page 6. Il conviendra de court-circuiter la résistance R1 de ce circuit afin d'obtenir un gain de 200.

Voici maintenant la deuxième manière de réaliser soi-même un microphone expérimental. Cette fois il nous faut une boîte parallélépipédique en matière plastique de très petite taille, par exemple une boîte à épingles (vide). Il faut aussi une pile plate de 4,5 V à plat, c'est-à-dire déchargée, une deuxième pile de 4,5 V, mais chargée, deux vis cylindriques M3 x 5 mm, avec 4 écrous et 2 rondelles à oeillet, du ruban adhésif et du fil de câblage isolé.

PROTO : VERSION II

La pile à plat devra être dépiautée au cutter (allez-y doucement, ne vous coupez pas !) pour en sortir les trois cylindres de carbone (voir ELEX n°1, page 5).

Enveloppez-les dans un vieux tissu avant de les réduire en poudre à l'aide d'un gros marteau puis versez la poudre ainsi obtenue dans la boîte en plastique préparée conformément aux indications de la figure 6.

Il s'agit de monter les deux vis au fond de la boîte avant de la remplir à ras bord avec la poudre de carbone. Pour confectionner la membrane, vous pouvez utiliser une feuille d'aluminium qu'il faudra coller à l'aide de ruban adhésif après avoir bien vérifié que la masse

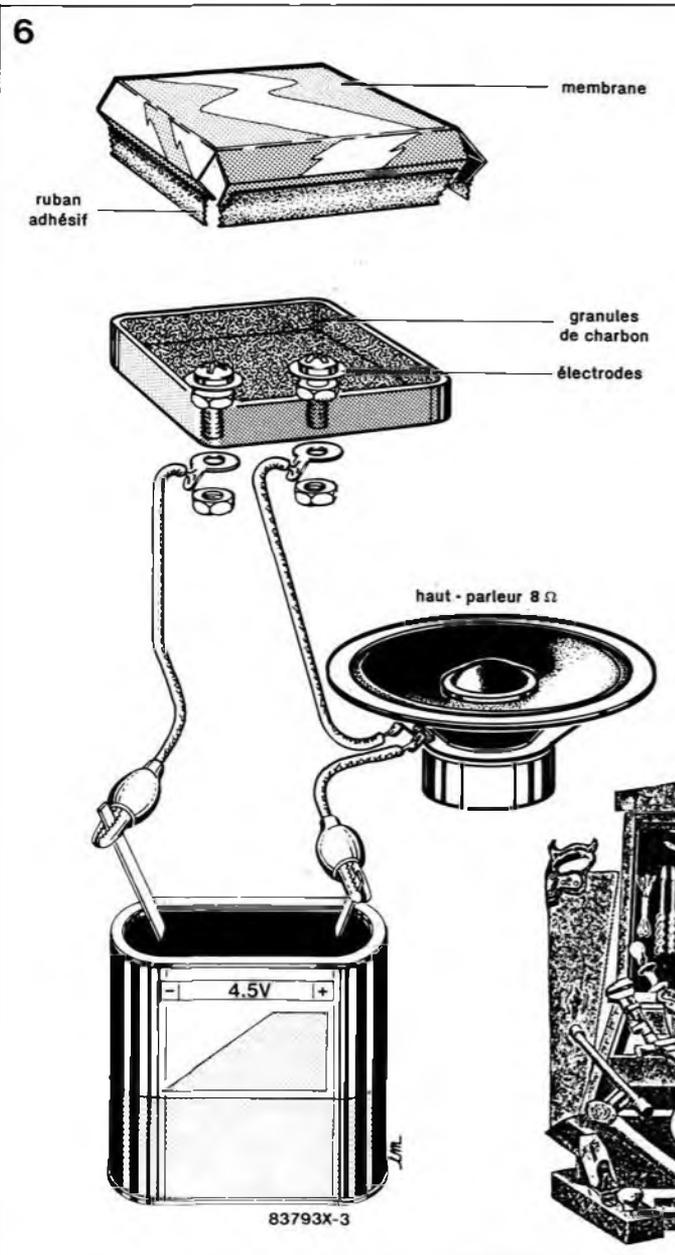


Figure 6 - Le prototype modèle "mine de charbon" peut, s'il est bien fait, attaquer directement un mini haut-parleur.

des granules de charbon ne peut pas se déplacer sous la membrane. Attention ! Il ne faut pas non plus compresser les granules au repos, à défaut de quoi la membrane sera incapable d'exercer une pression variable en fonction des ondes sonores qui se propagent dans l'air.

Les fils de connexion munis chacun d'un oeillet seront fixés sur les vis métalliques à l'aide des deux écrous.

Ce microphone fonctionne avec une pile de 4,5 V chargée et un haut-parleur de 8 Ω sans amplificateur, comme le montre la figure 6.

Un signal acoustique (du grec akoustikos «qui concerne l'ouïe») est un signal produit dans l'air par une source mécanique (une corde qui vibre, la colonne d'air d'un tuyau d'orgue ou d'une flûte, la membrane d'un haut-parleur, etc), par opposition à un signal par exemple électrique (variation de tension dans un conducteur) ou magnétique (variation de champ magnétique sur une bande ou dans l'éther).

Le microphone (du grec mikros «petit» et phônê «voix, son») est un instrument qui augmente l'intensité des sons de manière à les rendre perceptibles. C'est plus précisément un appareil qui transforme les ondes sonores en énergie électrique, laquelle, après avoir été transmise par fil ou par ondes électromagnétiques, peut à son tour être transformée en sons.



A bon entendeur, salut

Une installation stéréo ne doit pas se contenter d'être agréable à l'oreille, on lui demande en plus de flatter l'oeil. Nous sommes d'accord jusque-là. Mais il serait dommage que la disposition des appareils et des enceintes obéisse à des considérations d'esthétique plutôt qu'aux principes de l'acoustique. On méconnaît souvent l'influence de la position même des enceintes sur la sonorité de l'ensemble de l'installation, et *a fortiori* les dispositions de haut-parleurs propres à satisfaire autant l'oeil que l'oreille. Comme il n'y a pas de solution évidente, nous vous présentons ci-dessous quelques principes théoriques et des détails pratiques.

Les enceintes et la pièce

Il est impossible, hélas, de restituer exactement le son original. C'est vrai pour la sensation d'espace en particulier. Mais il est possible d'agir sur le résultat sonore même quand on ne peut pas changer les dimensions de la pièce : l'emplacement des enceintes, la place préférée de l'auditeur et le comportement des murs jouent un grand rôle.

Le fabricant des enceintes donne souvent des indications précieuses quant à leur disposition. Ainsi faut-il, autant que possible, éviter de poser à même le sol des enceintes d'étagère, conçues pour se trouver à

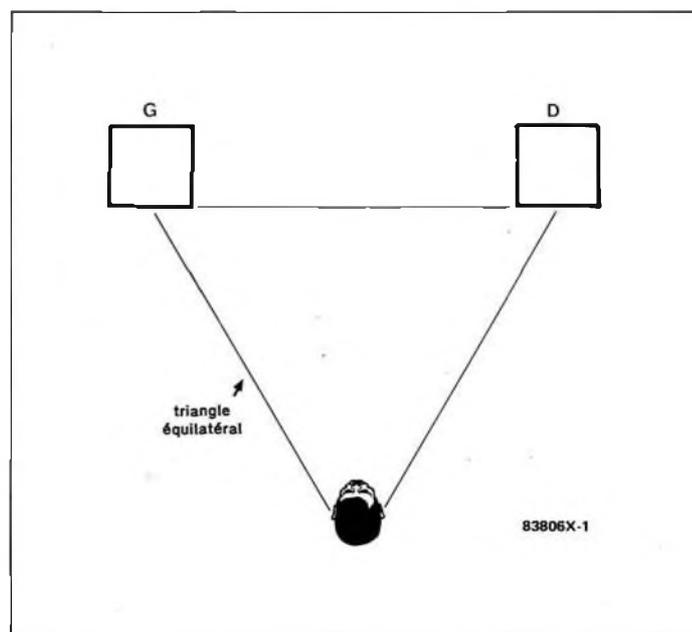


Figure 1 - Les enceintes acoustiques et l'auditeur devraient former un triangle équilatéral.

une distance minimale de 40 à 60 centimètres du sol.

Si les haut-parleurs doivent être encastrés dans une cloison, il ne doit pas y avoir de "compartiment" vide en-dessous d'eux, sous peine d'une "coloration" des sons dans la plage recouvrant le haut des graves et le bas du médium. De ce point de vue, des "boîtes" fermées ou des étagères à claire-voie, avec des lattes rapprochées (comme des étagères à livres) sont préférables sous les haut-parleurs.

Les distances relatives

Dans l'idéal, les enceintes et l'auditeur doivent se trouver aux sommets d'un triangle équilatéral, comme le montre la **figure 1**. Si les haut-parleurs sont fixés contre un mur ou une cloison, particulièrement dans les coins, le volume des basses est augmenté. On peut exploiter ce phénomène pour améliorer le rendu d'enceintes un peu

faibles dans les basses (enceintes miniatures). Des enceintes dont le rendu des basses est satisfaisant (de taille moyenne) peuvent être installées contre un mur, mais assez loin des coins de la pièce. Au contraire, de grandes enceintes, avec des basses puissantes, devront être éloignées du mur pour éviter un grondement excessif et irréaliste.

En règle générale les haut-parleurs ont une meilleure sonorité à proximité de surfaces absorbantes (tissu, rideaux, bibliothèques) qu'entourés de surfaces lisses. En tous cas, il est préférable pour la symétrie de l'image sonore que l'"environnement acoustique" soit le même pour les deux enceintes. Un mur oblique ou un écartement différent modifie l'image sonore du côté où il se trouve. Si la disposition ne peut pas être corrigée, il est possible d'utiliser le réglage de balance de l'amplificateur ou, quand il existe, un réglage de l'égaliseur différent pour les voies droite et gauche.

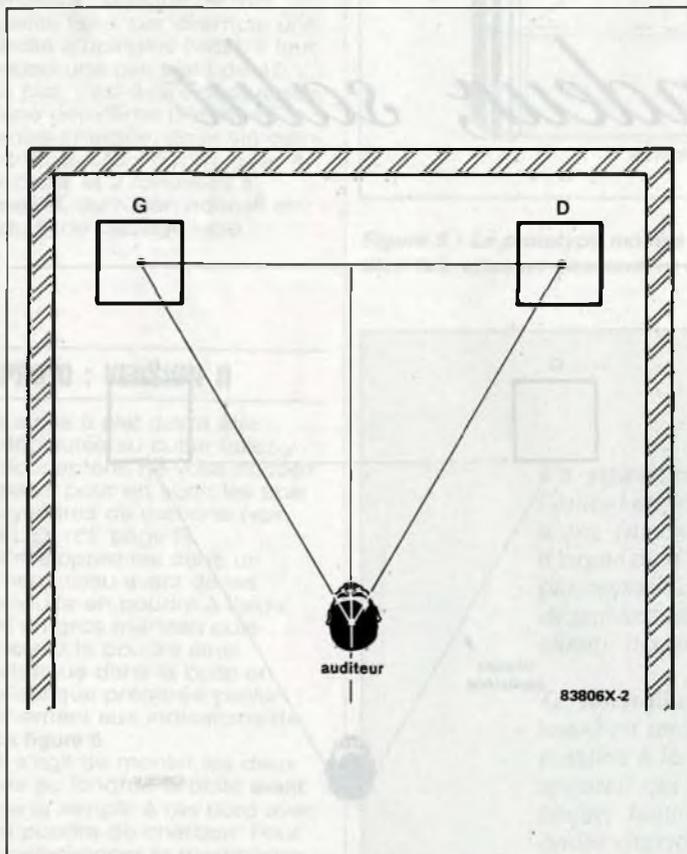


Figure 2 - Quand l'une des enceintes est plus proche du mur que l'autre, le son est réfléchi plus fortement et l'effet stéréo est faussé. Heureusement il existe pour corriger cela d'autres moyens que de démolir le mur.

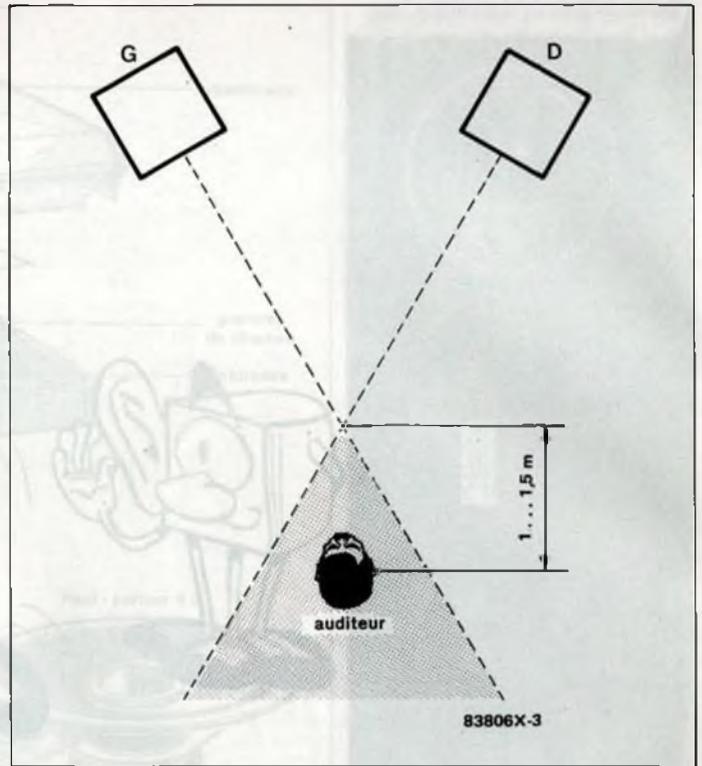


Figure 3 - Du fait de la directivité des haut-parleurs d'aigu, il faut orienter les enceintes de façon à faire coïncider les axes devant l'auditeur. Ce sont les aigus qui produisent l'effet stéréo; les graves y contribuent si peu que quelques chaînes "haut de gamme" sont conçues avec un seul caisson de grave, disposé au milieu pour l'esthétique, mais dont la position est presque indifférente.

Directivité et réflexions

L'angle de rayonnement des haut-parleurs d'aigu reste assez étroit, malgré les progrès récents dus aux membranes en dôme, ou aux transducteurs à ruban. C'est pourquoi le résultat est souvent meilleur avec des haut-parleurs orientés vers l'auditeur. Pour obtenir à la fois une bonne sonorité et un rendu correct de l'effet stéréo, on oriente les haut-parleurs - quand c'est possible - vers un point situé 1 m à 1,5 m en avant de la position de l'auditeur (voir la **figure 3**). S'il n'est pas possible de placer les haut-parleurs d'aigu à hauteur des oreilles, on peut relever un peu l'avant des enceintes.

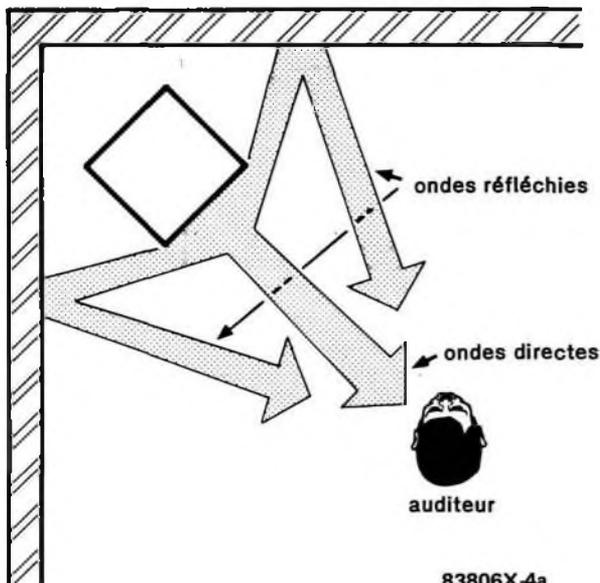
Le choix de la position d'écoute dépend aussi de la réflexion du son sur les murs, le plancher et le plafond. Quand les ondes sonores réfléchies parcourent un trajet plus long que celui des ondes directes, il peut se produire un affaiblissement. Certaines fréquences risquent d'être

inaudibles à certains endroits. Si la différence de longueur du trajet est égale à la moitié de la longueur d'onde, par exemple 1 m pour 165 Hz, les phases "compression" et "dépression" de l'onde sonore (comme les alternances positive et négative d'une tension alternative) s'opposent et s'annulent. Cet effet est notable surtout pour les fréquences basses, inférieures à 200 Hz; on le remarque facilement avec un signal de test adéquat (un souffle avec un rendu plus faible des basses) en changeant de position dans la pièce. Choisissez votre position d'écoute ailleurs que dans une "zone de silence".

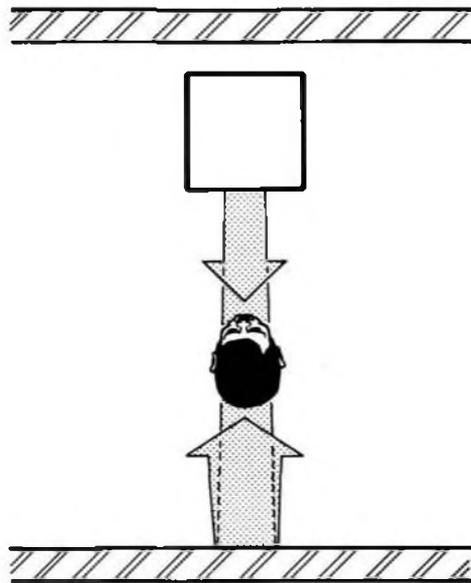
Fiez-vous à votre oreille et oubliez ces avis, si votre impression personnelle vous amène à une installation tout-à-fait différente de vos haut-parleurs.

Signaux de test

La pratique vaut mieux que la théorie. C'est valable aussi pour l'installation des



83806X-4a



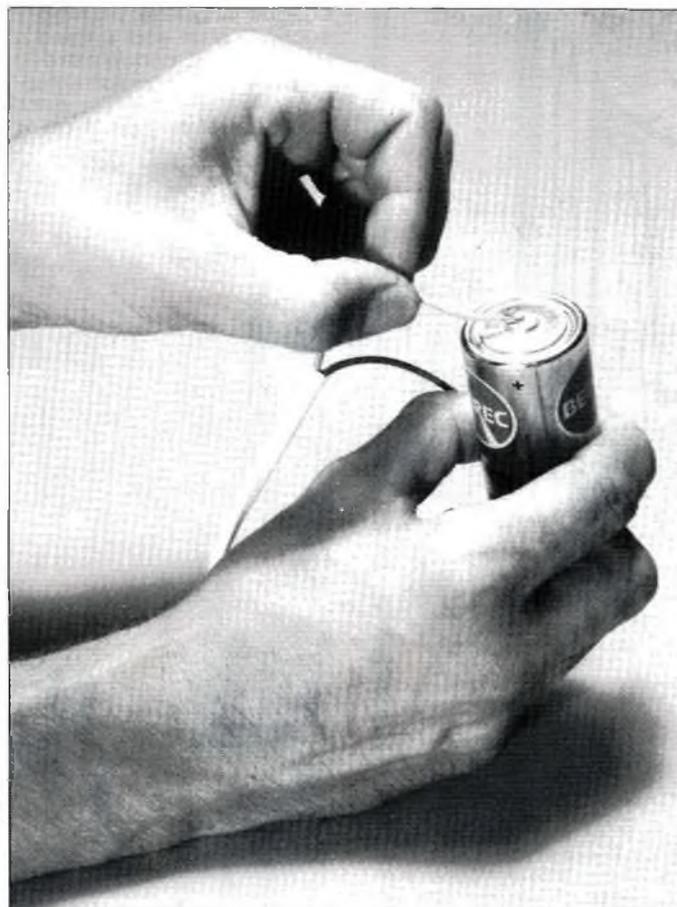
83806X-4b

Figure 4 - Toutes les surfaces d'une pièce d'habitation sont des réflecteurs de son. Il en est de bons et de mauvais. Ce sont les bons réflecteurs qui sont les plus indésirables, car en fonction de leur place et de la fréquence du son, par le jeu du mélange des ondes directes et réfléchies, ils peuvent amplifier ou atténuer -jusqu'à l'extinction- les sons reproduits jusque-là si scrupuleusement par toute votre chaîne HiFi.

haut-parleurs. Un disque de test portant tout le spectre sonore est conseillé pour l'expérimentation. De la musique convient, pourvu qu'elle soit jouée sur des instruments dont on connaît parfaitement le timbre. Un disque de test HiFi peut servir accessoirement. Pour l'installation des haut-parleurs dans la pièce, on règle la balance de l'amplificateur en position médiane, et le volume aussi près que possible du niveau de la musique originale. Pour juger du réalisme des basses, une voix humaine convient; pour détecter les "zones de silence", une plage de souffle du disque test, un générateur de bruit ou un récepteur à modulation de fréquence entre deux stations.

Gardez vos distances

Des haut-parleurs trop proches du tourne-disque peuvent provoquer un couplage acoustique, les ondes sonores faisant vibrer la pointe de lecture. Même quand le phénomène ne va pas jusqu'au sifflement de l'effet Larsen, la qualité du son s'en trouve fortement dégradée. Les tourne-disques légers ou montés



sur des châssis suspendus sont les plus sensibles à cet effet.

Ne perdez pas le fil

Plus les fils des haut-parleurs sont longs, plus leur section doit être importante, pour minimiser leur

résistance, et ne pas détériorer l'excellent "facteur d'amortissement" mis en avant par le fabricant de l'amplificateur. Il est sage d'utiliser du fil d'installation domestique de bonne qualité, de section 1,5 ou 2,5 mm², mais déraisonnable de se fendre du prix des câbles dits spéciaux.

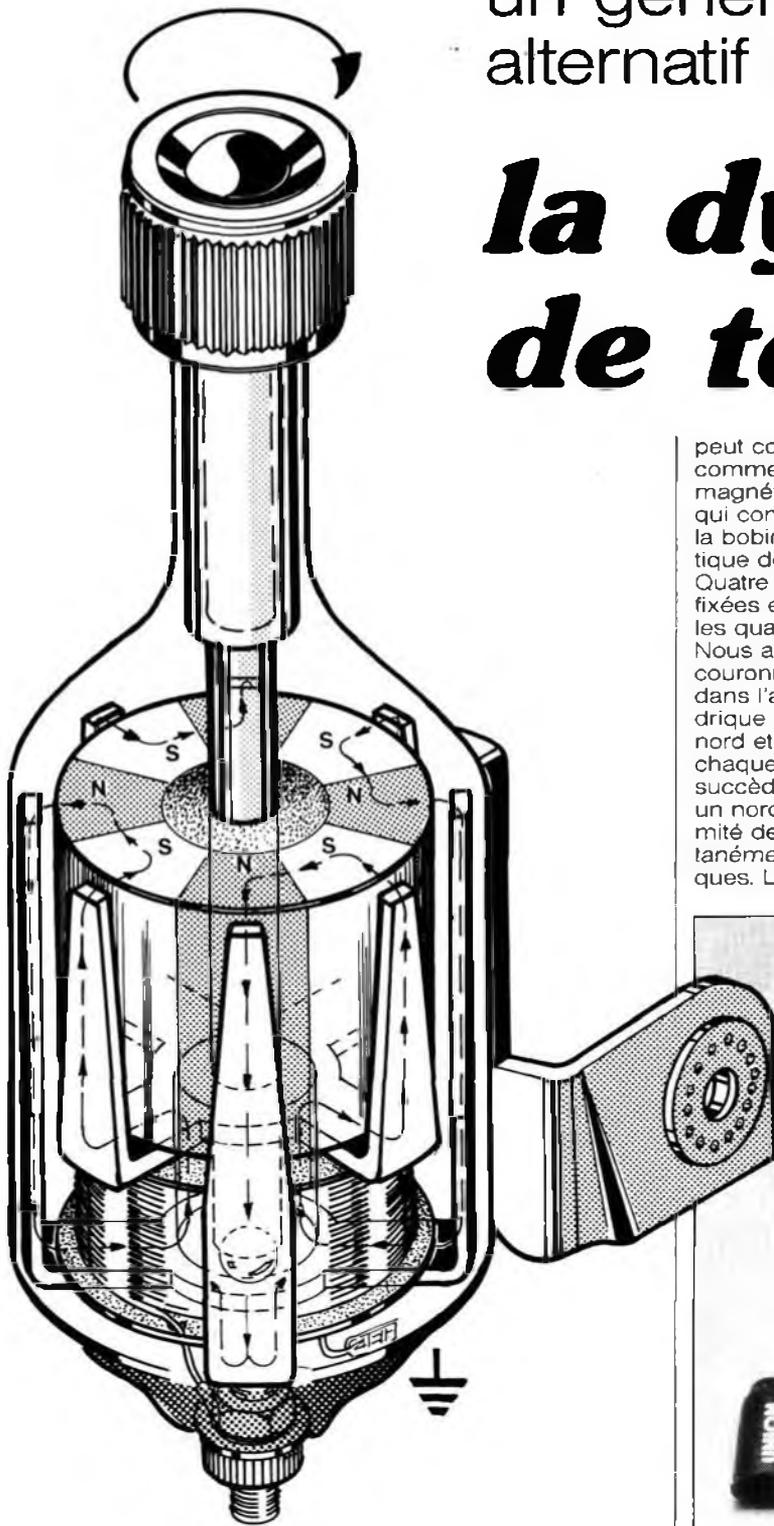
Encore un truc

Si après avoir remplacé les fils, vous trouvez la restitution terne et particulièrement faible dans les basses, un contrôle rapide de la mise en phase des enceintes s'impose.

L'affaiblissement est dû au fait que les ondes émises par chaque enceinte sont en opposition de phase et s'annulent mutuellement. Les bornes de raccordement, tant sur les enceintes que sur l'amplificateur sont repérées par leur couleur ou par les signes + et -. Pour que les haut-parleurs soient en phase, il faut raccorder entre elles les bornes homologues ou de même couleur. La confirmation peut être donnée par une simple pile de 1,5 V, connectée aux fils d'une enceinte. On peut constater à l'oeil que la membrane du haut-parleur de graves avance, c'est-à-dire "sort" du saladier, ou bien recule, selon le sens de branchement de la pile. Il faut et il suffit, pour que les haut-parleurs des deux voies soient en phase, que les deux membranes se déplacent dans le même sens. Si ce n'est pas le cas, il faut inverser les deux fils de l'une des deux enceintes.

un générateur de courant alternatif sous tes fesses :

la dynamo de ton vélo



De la dynamo de vélo aux alternateurs géants, il n'y a qu'un seul et même principe pour la fabrication du courant électrique : un champ magnétique en mouvement induit une tension dans une bobine.

Dans le cas de la dynamo de vélo — certains d'entre nous l'ont appris en cours de physique — c'est un aimant qui se déplace devant une bobine. Les pôles de l'aimant, en mouvement devant la bobine, induisent la tension nécessaire pour

alimenter les ampoules. Bien sûr la dynamo contient une bobine et un aimant cylindrique, mais comme la bobine se trouve **sous** l'aimant, on ne voit pas bien comment l'aimant y induit une tension. *Et pourtant elle tourne*, et elle alimente les ampoules !

L'explication de ce "mystère" tient dans ces languettes de tôle qui forment une double couronne crénelée comme le montre le croquis par transparence ci-contre. On

peut considérer ces ailettes comme des conducteurs du magnétisme. Ce sont elles qui concentrent au travers de la bobine le champ magnétique de l'aimant en rotation. Quatre d'entre elles sont fixées en haut de la bobine, les quatre autres en bas. Nous avons ici deux couronnes encastrées l'une dans l'autre. L'aimant cylindrique a huit pôles : quatre nord et quatre sud ; devant chaque languette, un nord succède à un sud, un sud à un nord... Chaque extrémité de la bobine voit simultanément quatre pôles identiques. La rotation de l'aimant

fait passer l'aimantation des quatre ailettes courtes de sud à nord, celle des longues de nord à sud et ainsi de suite. Ces inversions continues du sens du champ magnétique induisent la tension alternative. L'oscillogramme de la **figure 3** montre la tension produite par notre dynamo de vélo. Du fait de la présence des huit pôles de la bobine, chaque tour de l'aimant produit huit **alternances**, soit quatre **périodes** de la tension alternative. L'oscilloscope permet d'évaluer la fréquence



Figure 1 - Les constituants (pluviôse 1989 oblige) de la dynamo. Le cylindre aimanté est entraîné par le pneu. Il tourne entre les deux groupes d'ailettes de la bobine. Ces révolutions provoquent des variations de champ magnétique, nécessaires et suffisantes pour faire naître une tension électrique aux bornes de la bobine.

-quelque 50 Hz- et la tension : environ 12 V. Cette tension à vide est nettement supérieure à la tension nominale de 6 V (pour une charge de 3 W).

Il est évident que la fréquence varie en fonction de la vitesse de rotation de l'aimant, donc de la vigueur du coup de pédale. Vous avez pu constater d'autre part que l'intensité de l'éclairage varie elle aussi en fonction de la vitesse; les lois de la physique confirment (parfois) l'intuition (comme c'est le cas ici) : la tension et l'énergie fournies par la dynamo correspondent à l'énergie reçue, donc à la vitesse de rotation.

Figure 2 - Comme les ailettes sont rattachées alternativement en haut et en bas de la bobine, le champ magnétique qui la traverse change de sens. C'est ce changement périodique de sens qui crée la tension alternative.

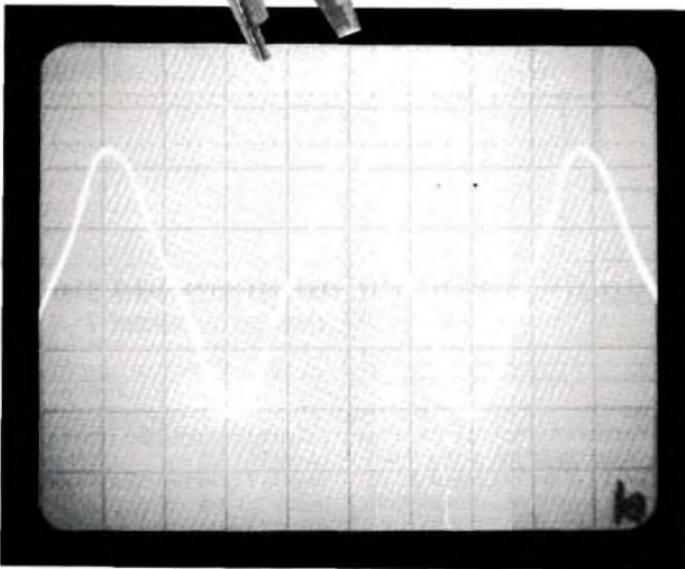


Figure 3 - La tension à vide d'une dynamo de vélo. Elle est nettement supérieure à la tension en charge. La simplicité de construction de la dynamo ne permet pas d'obtenir une sinusoïde parfaite, mais la forme d'onde importe peu du moment qu'il ne s'agit que d'alimenter des ampoules à incandescence. Il en va de même quand le courant alternatif doit être redressé sans passer par un transformateur. On voit sur le marché des onduleurs (c'est-à-dire des alimentations 220 V de secours) bon marché qui produisent une onde carrée, convenant parfaitement pour les alimentations à découpage secteur des micro-ordinateurs. Les alternateurs Industriels, dont ceux d'E.D.F., produisent quant à eux une sinusoïde parfaite, mais au prix d'un mode de construction bien différent.

Les alternateurs de voiture exploitent le même principe physique et l'instabilité de la tension est un inconvénient pour la charge de la batterie.

C'est pourquoi tout circuit électrique automobile comporte un régulateur, de plus en plus souvent intégré, pour stabiliser la tension délivrée. L'aimant est remplacé, dans ces générateurs, par une bobine, dite d'**excitation**.

Le régulateur stabilise la tension de sortie en faisant varier le courant qui traverse la bobine d'excitation, et par conséquent l'intensité du champ magnétique qu'elle produit.

Plein les pochettes !

La pochette : 30 F (+ 5 F de port) - Par 5 pochettes et plus : 30 F (franco) - Par 10 et plus : 25 F (franco) - Commande et chèque adressés au magasin de votre choix.

- Pochettes DIODES GERMANIUM OA, AA, etc. (50 pièces)
- Poch. DIODES DE COMMUTATION 1N4148 et BAX13 (100 pièces)
- Poch. DIODES 1N4001 à 1N4007 1 A (50 pièces)
- Poch. DIODES 3 et 6 A, 100 V, BY 251, BY 255, BY 214 (15 pièces)
- Poch. DIODES DIVERSES, 1N..., BY..., OA..., etc. (50 pièces)
- Poch. DIODES ZENER, 3 à 50 V, 0,5 à 10 W, (40 pièces)
- Poch. LED Ø 5 mm, 10 R + 10 V + 10 J
- Poch. LED Ø 3 mm, 10 R + 10 V + 10 J
- Poch. INFRA-ROUGE, 3 émetteurs + 3 récepteurs
- Poch. PONTS DE DIODES, 1 à 10 A, (5 pièces)
- Poch. TRANSISTORS, BC..., 237..., 327..., 550... (50 pièces)
- Poch. TRANSISTORS DE PUISSANCE, 2 N..., TIP..., BD..., (15 pièces)
- Poch. TRIACS, 4 à 25 A, (10 pièces)
- Poch. THYRISTORS, 0,8 à 25 A, (10 pièces)
- Poch. OTOCOUPLEURS, TIL 111 et équiv. (5 pièces)
- Poch. REGULATEURS, 78... et 79..., (10 pièces)
- Poch. LM 741, (8 p), 10 pièces
- Poch. LM 555, (8 p), 10 pièces
- Poch. LM 709, (14 p), 10 pièces
- Poch. LM 747, (14 p), 5 pièces
- Poch. LM 324, (14 p), 5 pièces
- Poch. RESISTANCES 1/4 et 1/2 W, 10 Ω à 1 MΩ (300 pièces)
- Poch. RESISTANCES 1 à 3 W, 1 Ω à 1 MΩ, (100 pièces)
- Poch. RESISTANCES 3 à 10 W, 1 Ω à 1 MΩ, (50 pièces)
- Poch. AJUSTABLES MINIATURES CERMET (30 pièces)
- Poch. POTENTIOMETRES et AJUSTABLES DIVERS (25 pièces)
- Poch. CONDENSATEURS CERAMIQUES, 1 pF à 0,1 μF, (100 pièces)
- Poch. CONDENSATEURS MINIATURES, MKH, MKT, L.C.C., (pas de 5,08), (50 pièces)
- Poch. CONDENSATEURS PLAQUETTES, 100 pF à 2,2 μF, (50 pièces)
- Poch. CONDENSATEURS AXIAUX, 100 pF à 1 μF, 63 à 400 V, (100 pièces)
- Poch. CONDENSATEURS HAUTE TENSION, 1 pF à 1 μF, 400 à 6 000 V, (25 pièces)
- Poch. CONDENSATEURS au TANTALE, 0,1 μF à 100 μF, (50 pièces)
- Poch. CONDENSATEURS CHIMIQUES, 1 μF à 4 700 μF (50 pièces)
- Poch. COND pour FILTRE H.P., 1 μF à 68 μF, N.P., (10 pièces)
- Poch. COND. AJUSTABLES et VARIABLES, (10 pièces)
- Poch. C.T.N., V.D.R., parafoudre, antiparasites, etc... (20 pièces)
- Poch. FUSIBLES, (20 pièces) et porte-fusibles, (10 pièces)
- Poch. MICAS et CANONS, pour transistors, TO220, TO3, TO66, etc... (100 pièces)
- Poch. SUPPORTS de C. INT., 6 à 40 p, (20 pièces)
- Poch. RADIATEURS, TO5, TO220, TO3, profilés (10 pièces)
- Poch. PRISES, DIN, JACK, RCA, etc., (20 pièces)
- Poch. BORNIERES et CONNECTEURS (appariés), (10 pièces)
- Poch. VOYANTS, LED, CLIPS, NEONS, LUCIOLES...
- Poch. INTER COMMUT, clavier, etc. (25 pièces)
- Poch. COMMUT. ROTATIFS, 1 c. 12 p., 2 c. 6 p., etc. (5 pièces)
- Poch. FILS ET CABLES, blindés, nappe, cablage, (couleurs assorties) (50 m)
- Poch. GAINES, thermo, souples, manchons, etc.
- Poch. FIL EMAILLE Ø 0,1 mm à 1,5 mm, (100 m)
- Poch. VISSERIE MINIATURE, Ø 1,5, 2 et 2,5 mm (300 pièces)
- Poch. VISSERIE, Ø 3 mm, (100 vis + 100 écrous + 100 rondelles)
- Poch. VISSERIE, Ø 4 mm, (100 vis + 100 écrous + 100 rondelles)
- Poch. VISSERIE et cosses diverses, (500 pièces)
- Poch. MATERIEL ELECTRIQUE, prises, inter, triplette, etc.
- Poch. RELAIS, 12 V, REED, etc. (5 pièces)
- Poch. BOBINAGES, F.I., pots ferrite, mandrins, etc., (20 pièces)
- Poch. BOUTONS POUR POTENTIOMETRES, axe Ø 6, glissière, auto-radio, etc. (25 pièces)
- Poch. CORDONS hi-fi, d'alim., etc. (5 pièces)
- Poch. TRANSFO D'IMPEDANCE, 8 Ω / 2 x 8 Ω, 3 W surmoulé, (2 pièces)
- Poch. 2 H.P., 4 Ω, Ø 10 cm, 2 W
- Poch. 2 H.P., 4 Ω, Ø 17 cm, 5 W
- Poch. 2 H.P., 8 Ω, 8 cm x 20 cm, 5 W
- Poch. MICRO ELECTRET, dynamique, écouteur, etc. (5 pièces)
- Poch. GRIP-FILS, 14 cm, 1 rouge + 1 noir
- Poch. jeux de CORDONS DE MESURE, (R + N) + 2 mini grip-fils
- Poch. COSSES A SERTIR (assorties, 100 pièces)
- Poch. 3 COFFRETS, plastique noir, 85 x 55 x 35 mm
- Poch. 2 COFFRETS, plastique noir, 110 x 70 x 45 mm
- Poch. 1 COFFRET, plastique noir, 155 x 90 x 50 mm
- Poch. CIRCUIT IMPRIME, epoxy et bakélite, (10 dm²)
- Poch. PERCHLO (pour 1 l) + FEUTRE SPECIAL C.I. + plaque C.I.
- Poch. GRADATEUR EN KIT, 220 V, 800 W, avec circuit imprimé
- Poch. VOIE INVERSE POUR MODULATEUR, 200 V, 800 W avec circuit imprimé

E.44 65 quai de la Fosse
44100 NANTES - 40.73.53.75

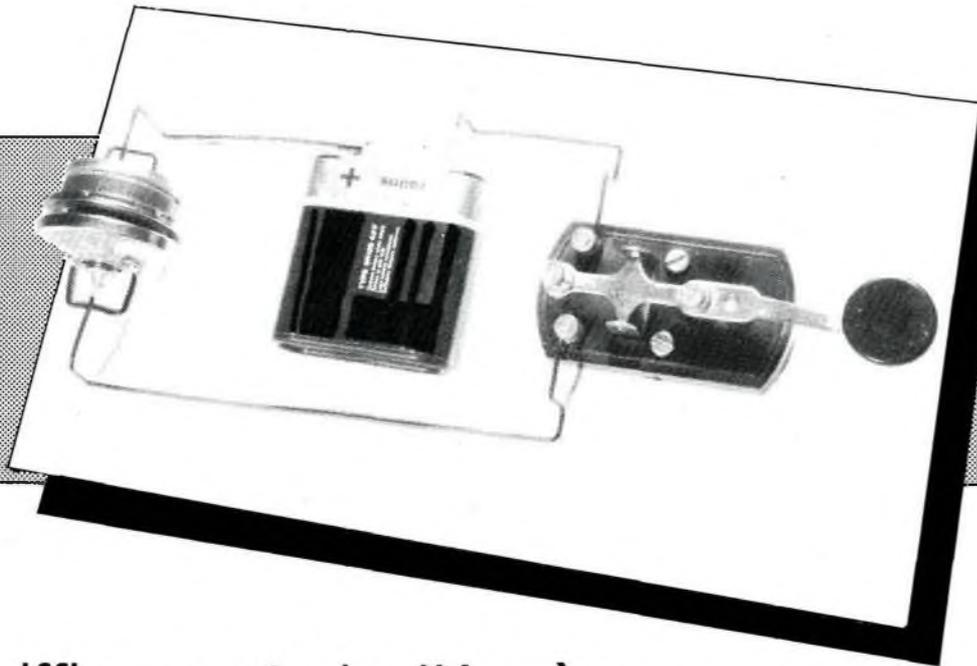
E.17 2 rue des Frères Prêcheurs
17000 LA ROCHELLE - 46.41.09.42

E.79 59 rue d'Alsace Lorraine
79000 NIORT - 49.24.69.16

E.C.E.L.I. 17 rue du Petit Change
28000 CHARTRES - 37.21.45.97

E.85 8 bis, rue du 93^e R.I.
85000 LA ROCHE-SUR-YON - 51.62.64.82

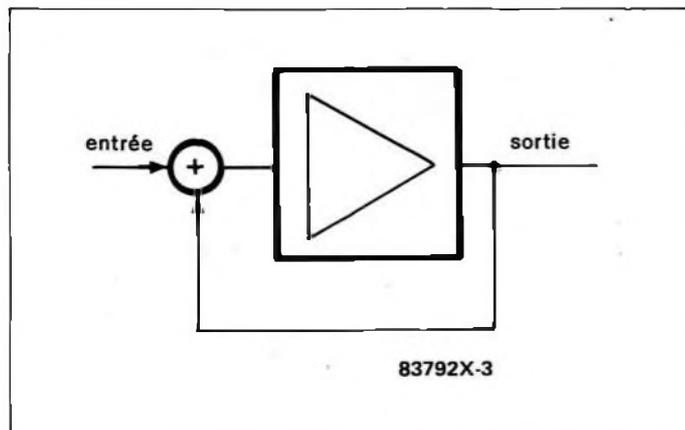
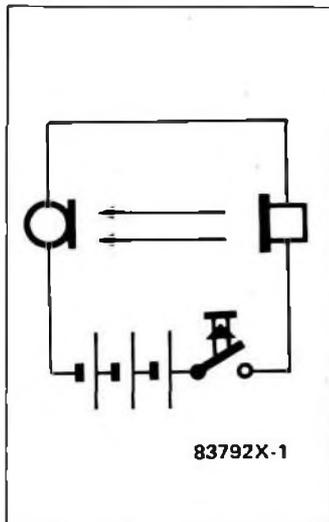
LE COUPLAGE ACOUSTIQUE



ou le sifflement de l'Arsène

Un générateur de signal morse n'est rien de plus qu'un manipulateur de morse monté en interrupteur série entre une source sonore et un dispositif de reproduction sonore. En fait, le morse n'est ici qu'un prétexte pour créer un générateur de signaux d'une nature très particulière, mystère et gros bonhomme.

Il est vraisemblable que vous connaissiez déjà le principe du générateur que nous illustrons, mais il est probable qu'après la lecture de cet article vous ne le comprendrez que mieux.



Accessoires : un téléphone et un bouton de sonnette

Pour réaliser l'expérience proposée ici, il faut un téléphone. Un vieux téléphone, ça se trouve facilement. Il ne s'agit d'ailleurs nullement de le démolir, mais simplement de lui emprunter, le temps de faire la manipulation, ses capsules d'écouteur et de microphone. On dévisse pour cela les deux couvercles du combiné, celui de l'écouteur et celui du micro, et le tour est joué en ce qui concerne le démontage. Reste à trouver la clé pour le morse. Certains revendeurs de composants proposent ce genre d'accessoire à la

vente. On peut aussi se confectionner soi-même une clé avec deux lamelles et un ressort. Un interrupteur à contact fugitif peut aussi faire l'affaire. Un gros bouton de sonnette par exemple.

Le schéma du circuit est archi simple : on connecte en série le microphone (symbolisé par un cercle et un segment de droite tangeant), l'écouteur (symbolisé par le carré et le segment tangeant), la pile et la clé. Si vous fermez le contact... il ne se passera rien, si ce n'est que le micro fait son travail de micro et l'écouteur son travail d'écouteur. Autrement dit, les sons captés par le microphone

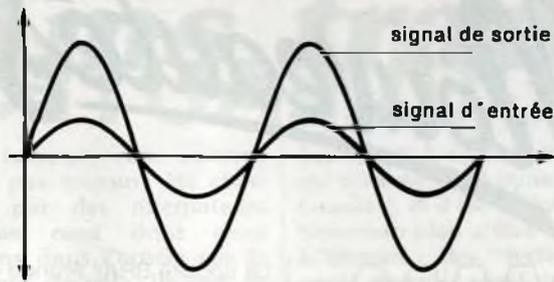
sont reproduits par l'écouteur.

A présent placez ces deux éléments bien en face l'un de l'autre et rapprochez-les petit à petit. Lorsqu'ils ne seront plus qu'à quelques millimètres l'un de l'autre (entre 5 et 10 mm), vous entendrez...

Que se passe-t-il ? D'où vient ce sifflement ?

La figure 3 montre comment expliquer le phénomène appelé couplage acoustique, ou accrochage, ou ringing, ou effet Larsen... c'est-à-dire le hurlement caractéristique qui naît quand un microphone, relié à un amplificateur lui-même relié à des haut-parleurs, capte les sons émis par les HP.

Le triangle symbolise un dispositif amplificateur : le signal à la sortie d'un tel dispositif est plus fort que le signal à l'entrée. Le spécialiste se croit obligé de préciser : le gain est supérieur à 1. Et il a raison. Le couplage ou réinjection, c'est quand le dispositif se mord la queue, si l'on peut dire. Le signal de sortie est réinjecté à l'entrée.



83792X-4

Dans notre manip, c'est le microphone qui est le dispositif amplificateur. L'énergie requise pour obtenir cette amplification est fournie par la pile. Nous avons vu ailleurs dans ce numéro avec le **microphone expérimental à construire soi-même** qu'un microphone au charbon n'est rien de plus qu'une résistance variable dont la valeur change en fonction de la pression (acoustique). Dès lors que cette résistance est insérée dans un circuit de courant comme c'est le cas ici, nous obtenons la conversion des variations de pression acoustique en des fluctuations de

signaux d'entrée et de sortie ne soient pas déphasés l'un par rapport à l'autre. C'est ce qu'essaie de montrer la figure 4. Par déphasage, on désigne le **décalage** chronologique entre deux signaux dont la fréquence est par ailleurs identique. En termes simples, il y a déphasage entre deux signaux quand l'un est *en train de monter* alors que l'autre est encore ou déjà *en train de descendre*. Les signaux sont en phase quand ils montent et descendent, puis passent par zéro rigoureusement ensemble. L'amplitude totale des deux signaux n'est pas prise en compte dans les considérations sur le déphasage, seules les deux fréquences doivent être identiques.

Le déphasage entre les signaux d'entrée et de sortie varie selon la fréquence des signaux considérés. Dans un circuit donné, un signal peut être déphasé en divers points du circuit à une certaine fréquence, mais être en phase à ces mêmes points à une autre fréquence.

Et comment agit-on sur le déphasage entre les signaux ? Puisqu'il s'agit d'augmenter ou de réduire le retard entre eux, c'est bien

entendu en agissant sur l'écart entre les capsules micro et écouteur que l'on réduira ou augmentera le déphasage. C'est-à-dire en réduisant ou en augmentant le temps mis par le signal pour parcourir la distance qui sépare l'écouteur du micro.

Pourquoi la fréquence d'oscillation change-t-elle avec l'écart ?

En déplaçant les deux capsules l'une par rapport à l'autre, vous découvrirez que la fréquence du signal d'oscillation produite change. Pourquoi ?

C'est parce que maintenant le déphasage est nul pour cette fréquence-là, mais il ne l'est plus pour la fréquence à laquelle le dispositif oscillait auparavant.

Le microphone amplifie les bruits ambiants et l'écouteur les reproduit. Parmi ces bruits il y a toutes sortes de fréquences, les unes graves, les autres aiguës. Le microphone amplifie également les signaux reproduits par l'écouteur. Autrement dit, il réamplifie les signaux qu'il a lui-même déjà amplifiés et que l'écouteur reproduit.

Prenez le n°7 d'ELEX, paru en janvier 1989. Ouvrez-le à la page 24. Relisez l'article intitulé DÉPHASAGE, LA TENSION RETARDÉE.

C'est le petit chien qui court après sa queue... Vous riez ! Bravo, mais cet exemple est en fait très sérieux, car il met en évidence le **décalage** chronologique entre l'instant précis où un signal est amplifié par le microphone, puis reproduit par l'écouteur et enfin réamplifié par le microphone.

Il va se trouver des circonstances précises dans lesquelles tout d'un coup le retard entre l'entrée et la sortie de la boucle micro-écouteur sera exactement **égal à la durée d'une alternance** du cycle d'oscillation. Dès ce moment, tout se passe comme si le décalage chronologique n'existait plus. Les alternances ne sont pas numérotées, ce qui importe, c'est que deux alternances coïncident. Dès lors les effets de l'amplification du signal s'accumulent, l'amplitude du signal croît extrêmement vite et si la durée de la boucle n'est pas modifiée, il naît une oscillation qui s'entretient elle-même. Le couplage (ou la réinjection) provoque l'oscillation.

Y A DU COUPLAGE DANS L'AIR

Dans notre manip, le chemin qui ramène le signal de sortie à l'entrée est l'air : les ondes sonores se propagent de l'écouteur au microphone à travers l'air. C'est pourquoi on parle de couplage acoustique.

Allez-y maintenant : didadidididada... Sur notre prototype, la fréquence obtenue était de l'ordre de 2500 Hz. Pour consoler ceux d'entre vous qui attendaient de cet article moins une démonstration sur le couplage acoustique qu'un beau générateur de signaux de morse, précisons que nous aurons d'autres occasions d'en présenter dans ELEX, avec des transistors et peut-être même des circuits intégrés, enfin tout ce qu'il faut pour obtenir un joli son, bien calibré. Dida dididididid !

D'où viennent les oscillations

Oui, direz-vous, mais le sifflement ce sont des oscillations, d'où viennent-elles ? Pour que notre dispositif amplificateur se mette à osciller, il faut non seulement que son gain soit supérieur à 1, c'est-à-dire qu'il faut que le signal de sortie soit plus fort que le signal d'entrée, mais il faut aussi que les

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.



ELECTRONIQUE LYON

51, cours de la Liberté 69003 - Tél. : 78.62.94.34

Catalogue complet contre 12 F en timbres

KITS OK PRESTIGE
RT 1 Fréquence de OA 1 GHz avec coffret **780 F**
RT 2 Chambre d'écho digital 256 K **780 F**
 Fréquence-mètre digital 50 MHz **450 F**
NOTRE KIT GÉNÉRATEUR DE FONCTION DE 2 à 200 kHz **195 F**

KITS JO KIT HYPER 15
 radar alarme **370 F**
 TC 256 RC 256 Ensemble télécommandé HF Codé **PROMO 499 F**
(Vente par correspondance)

ALIMENTATION ELC


 AL841 34 5675912 v 1 A **196 F**
 AL745 2 à 15 V 3 A **650 F**
 AL812 0 à 30 V 2 A **725 F**
 AL781M 0 à 30 V 5 A **1900 F**
 AL823 2 à 0 à 30 V ou 0 à 60 V 5 A **3200 F**

ELC GÉNÉRATEUR

948,80 F

BECKMAN INDUSTRIAL


CADEAU :
 1 kit générateur de fonction de 2 à 200 kHz
9020
 Double trace 2 x 20 MHz. Ligne à retard. Testeur de composants. Chercheur de trace. Livre avec 2 sondes combinées.
3 890 F

HAMEG

Double trace 2 x 20 MHz 2 mV à 20 V. Addition soustraction déclencheur. DC-AC HF-BF. Testeur composant incorporé. Avec 2 sondes combinées.

3 990 F

JBC

FER A SOUDER AVEC PANNE LONGUE DUREE **JBC**
 14 W - 220 V **136,50 F**
 30 et 40 W **124,60 F**
 Support universel **78,30 F**

WELLER


WTCPS **865,80 F TTC**
WCEP 20 :
 poste thermorégulé **1 126 F TTC**
EC 2002 : thermorégulé - Affichage digital **1 800 F TTC**
VP 801 EX : ensemble de dessoudage **6 480 F**

MANUDAX


M 3650
 Multimètre 20 A 3 1/2 digits. Capacimètre. Transistomètre. Fréquence-mètre. Test diode. Bp sonore. Afficheur 80 mm.
1 LOT DE 100 CONDENSATEURS CERAMIQUES 1^{er} CHOIX GRATUIT
695 F TTC
M 4680 - 20 000 P
 Mêmes caractéristiques que M 3650. 4 1/2 digits. Mémoire. + HOUSSE.
1 090 F TTC

PROMO LABO KF


 1 Banc à isoler 270 x 400 mm. livre en kit
 1 Machine à graver 180 x 240 mm
 1 DIAPHANE KF. tend transparent tout papier
 3 Plaques epoxy présens-biuses 150 x 200 mm
 3 Litres de perchlorure de fer
 1 Sachet de révélateur
Prix : 1 800 F T.T.C.
 Expédition en port dû par transporteur
EN PRIME UN MULTIMETRE UNIVERSEL : POUR TOUT ACHAT D'UN LABO.

TELECOMMANDE INFRAROUGE K 2547

Portée 50 mètres. **NOUVEAU**
 Equipée de 4 canaux indépendants. Livrée avec un élégant coffret.
285.-

RECEPTEUR INFRAROUGE K 2548

NOUVEAU
 Pour la télécommande K 2547.
372.-

VELLEMAN KIT

Kit à la faire, autant bien le faire

NOS AUTRES KITS DOMESTIQUES

Barrière IR Emetteur infrarouge K 2549 portée 10 m env. **202.-**

Récepteur infrarouge K 2550 **235.-**

Centrale d'alarme K 2551 pour K 2549 K 2550 **285.-**

Variateur de lumière programmable K 2557 **188.-**

Commande à distance par téléphone K 2550 **220.-**

Alarme automobile K 2638 à détection de courant **170.-**

Sirène Kojak K 2604 **82.-**

Sonnette musicale K 2575 **153.-**

Prix maximum TTC autorisés jusqu'à 31.388

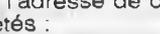
Sachets Résistances
 5 % 1/4 W 1 000 p 100,00 F
 5 % 1/2 W 1 000 p 100,00 F
 Capas Chimiques 1 µF à 2 200 µF Les 100 pièces 150,00 F
 Capas mylars de 1 nF à 0.470 µF Les 100 pièces 80,00 F
LOT TRANSISTORS :
 BC 550/556/557/547/548 BC 327/328-329 Les 100 pièces 50,00 F

Nous réalisons vos circuits imprimés sur époxy d'après vos schémas ou documents fournis. Tout pour le circuit imprimé C.I.F. - K.F. - J.E.T. - Vente par correspondance règlement à la commande - 35 F port pour moins de 3 kg ou contre remboursement. Conditions spéciales Aux écoles (prou consultez).

Nouveautés



Pannes interchangeables

Diamètre de la pointe			
mm	pouces		
0.5	1/40		10
1.9	3/4		14A
1.9	3/4		14B
2.3	3/32		50
3	1/8		51
4.7	3/16		52
2.3	3/32		53
3	1/8		54
2.3	3/32		102
4	5/32		103
4.7	3/16		104
1	3/64		106
2.3	3/32		200
2.3	3/32		201
2.3	3/32		202
3	1/8		101
4.7	3/16		110
2.3	3/32		108
3	1/8		109
4.7	3/16		110
6	1/4		107
1	3/64		106

La société BRAY France qui diffuse en France les fers à souder Antex (voir notamment ELEX n°5 page 51 et ELEX n°6 page 48) nous a communiqué des documents photographiques en complément de l'article sur le choix d'un fer à souder mentionné ci-dessus. Nous en profitons pour vous rappeler qu'il existe une gamme de fers Antex très variée, avec notamment les modèles performants à 15 W, 17 W et 25 W, et une panoplie de pannes bien différenciées. La gamme Antex comporte aussi des stations thermorégulées et des fers

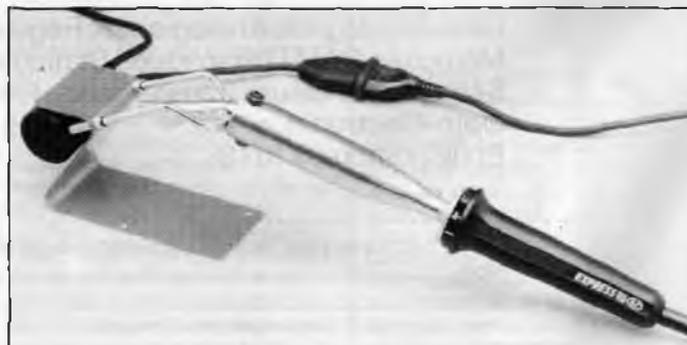


basse-tension. Pour plus de renseignements, veuillez vous adresser à votre revendeur ou à la société Bray France.

Quelques semaines après la parution du n°5 d'ELEX avec la présentation d'un gradateur à diode dans l'article intitulé *demi-puissance*, nous apprenions l'arrivée sur le marché d'un produit fabriqué par la société française EXPRESS, appelé ELECTROSTAT. Il s'agit, comme le montre la photographie d'un support dont le principe est précisément celui que nous décrivions. Sympathique coïncidence.

Rappelons l'adresse de ces deux sociétés :
BRAY FRANCE
 76, rue de Sully
 92100 BOULOGNE s/Seine
 1/46.04.38.06

EXPRESS
 1, Bd de Ménilmontant
 75010 PARIS
 1/43.79.02.10



Ams tram Gramme !

Les batteries de voitures n'ont pas toujours été chargées par des alternateurs comme ceux dont nous parlons dans l'article sur la *dynamo de vélo*. Ils ont eu comme prédécesseur, avant que la technologie des semi-conducteurs les rende commodes pour cet usage, la génératrice à courant continu dite aussi dynamo.

La première génératrice tournante produisait un courant alternatif. Elle avait été inventée au milieu du XVIII^e siècle par l'abbé Nollet, professeur à l'école militaire de Bruxelles (le sabre et le goupillon, le rouge et le noir). C'est Ampère (et pas l'Huit) qui inventa le commutateur permettant d'en tirer un courant continu.

Voyons ce qu'en dit l'*Encyclopaedia Universalis* :

"Néanmoins, le développement de ce type de machine fut limité et le véritable essor des machines à courant continu date de 1865. C'est à cette époque qu'un ouvrier menuisier belge, Zénobe Gramme, imagina un bobinage en anneau fermé sur lui-même ainsi qu'un dispositif redresseur. La dynamo était née. (NDLR d'Elex : vous pourriez pas recommencer un coup, j'ai pas vu comment ils ont fait). L'induit en tambour et le collecteur des machines modernes dérivent directement des dispositifs conçus par Gramme.

Lors de l'exposition internationale d'électricité de 1873 à Vienne, deux dynamos Gramme à l'arrêt furent par erreur branchées en parallèle. L'ingénieur H. Fontaine, mettant en marche le moteur d'entraînement de l'une d'entre elles, vit l'autre démarrer également... Il venait de découvrir la réversibilité de ce type de machine. Ce caractère de réversibilité résulte directement de la loi de Laplace..."

Suit un exposé passionnant sur la loi de Laplace, joliment orné d'intégrales triples et toute cette sorte de choses, que nous n'avons pas l'intention de vous infliger ici.

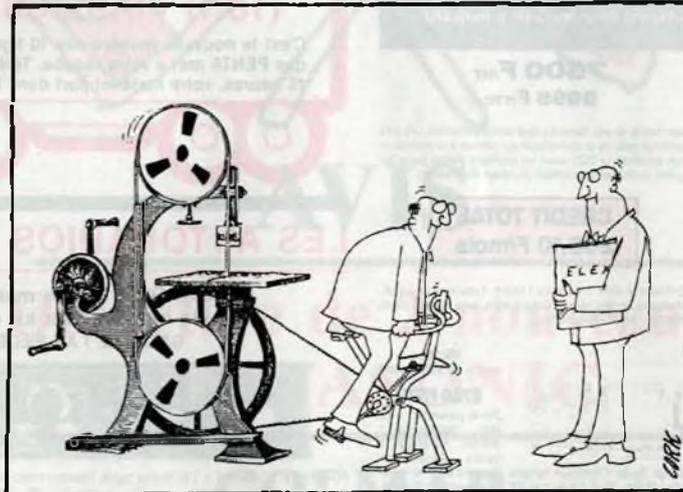
Le moteur à courant continu est donc né de la dynamo de Gramme, et il est maintenant beaucoup plus utilisé qu'elle. L'histoire des techniques peut devenir aussi intéressante que les techniques elles-mêmes, en tous cas plus intéressante que l'histoire des batailles et des généraux. Elle peut aussi soulever des

cylindre solidaire de l'arbre du moteur ou de la dynamo. Chaque lame est reliée électriquement à un point de l'enroulement en anneau du rotor ou induit (la partie tournante de la machine). Deux de ces lames se trouvent à chaque instant en contact avec les balais (ou charbons) et les mettent en contact élec-

trique avec la partie d'enroulement correspondante. Le courant est ainsi prélevé (dans le cas de la dynamo) de telle façon que la polarité de la tension soit constante. Ces inversions judicieuses de la tension alternative reconstituent la tension continue qu'on cherchait à obtenir. Vous trouverez une superbe séance de travaux pratiques sur ce thème dans le numéro d'ELEX paru en janvier 1989, page 26 du n°7, sous le titre prometteur *fabriquez un moteur électrique*.

D'accord pour le moteur électrique, mais à quoi, direz-vous, ça nous sert-il de savoir par exemple que la dynamo a été inventée par Zénobe Gramme ?

A rien. C'est juste un nom que l'on entend une fois et que l'on n'oublie plus. A la rigueur, ça pourrait servir dans certains jeux, Triviale Poursuite par exemple qui pose cette question dans l'une de ses rubriques soporifiques.



controverses : Zénobe Gramme est réputé belge et menuisier dans l'*Encyclopaedia Universalis*; or que lisons-nous dans le *Robert* en onze volumes ?

"GRAMME (Zénobe). Electricien et inventeur belge (Jehay-Bodegnée, province de Liège, 1826 - Bois-Colombes, Seine, 1901). Il perfectionna les machines à courant alternatif (1867), imagina le *collecteur* (1869), retrouvant le principe de l'induit à anneau permettant d'obtenir des appareils à courant continu et présenta (1871) à l'Académie des sciences la première dynamo utilisable (*machine de Gramme*)."

Les beaux esprits se laisseraient aller à des considérations philosophiques générales et pessimistes sur la fragilité du témoignage humain, etc. Pas nous ! Concluez vous-mêmes.

Le collecteur dont on parle ici n'a rien à voir avec celui des transistors que nous commençons à bien connaître. C'est un assemblage de lames de cuivre disposées à la surface d'un

ELEX
ELEX Le Saau BP 53 - 59 270 BAILLEUL
tél: 20 48 68 04 télécopie: 20 48 69 64
téléx: 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"

2^{ème} année n°8 février 1989

ABONNEMENTS : voir encart avant-dernière page

PUBLICITÉ : Brigitte Henneron et Nathalie Defrance
ADMINISTRATION : Jeanine Debuyser 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 Mayer ·
Guy Raedersdorf · NN ·

Société éditrice : Editions Casteilla
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: Sth 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 : février 1989
N° ISSN : 0990-736X N° : CPPAP : 70184

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

Tous droits réservés pour tous pays

© ELEKTOR/CASTEILLA 1989

Magique

ou comment mystifier les profs d'électronique élémentaire



Voulez vous semer le doute dans l'esprit de quelqu'un qui croit tout connaître de l'électronique et de ses mystères ? Présentez-lui le circuit que nous décrivons aujourd'hui et il perdra sa foi dans la Loi d'Ohm. Vous serez obligés de lui révéler le truc pour mettre fin à ses nuits blanches.

Il n'en croira pas ses yeux car ce qu'il verra défie toutes les lois de l'électronique.

Fermez l'interrupteur S1, l'ampoule correspondante La1 s'allume; fermez l'interrupteur S2, l'ampoule correspondante La2 s'allume. Voilà le fonctionnement du montage en parallèle de la figure 2. Jusque-là, tous les profs de technologie ont bien compris.

La figure 1 montre que notre circuit magique est à l'évidence un montage en série de deux ampoules et deux interrupteurs. Le fonctionnement, raconté par un électronicien standard, serait celui-ci :

Les deux lampes s'allument si S1 et S2 sont fermés l'un et l'autre. Tout le monde comprend encore. Ouvrez S1 ou S2, les deux lampes s'éteignent.

On appelle cela une table de vérité. Eh bien, Messieurs, vous avez tout faux !

Ouvrez S2, c'est simplement La2 qui s'éteint, et La1 reste allumée bien que le courant ne circule plus. Les lampes fonctionnent comme dans un circuit en parallèle : quand on ouvre S1, c'est bien La1 qui s'éteint, quand on ferme S2, La2 s'allume et ainsi de suite. C'est un circuit série qui fonctionne comme un circuit parallèle.

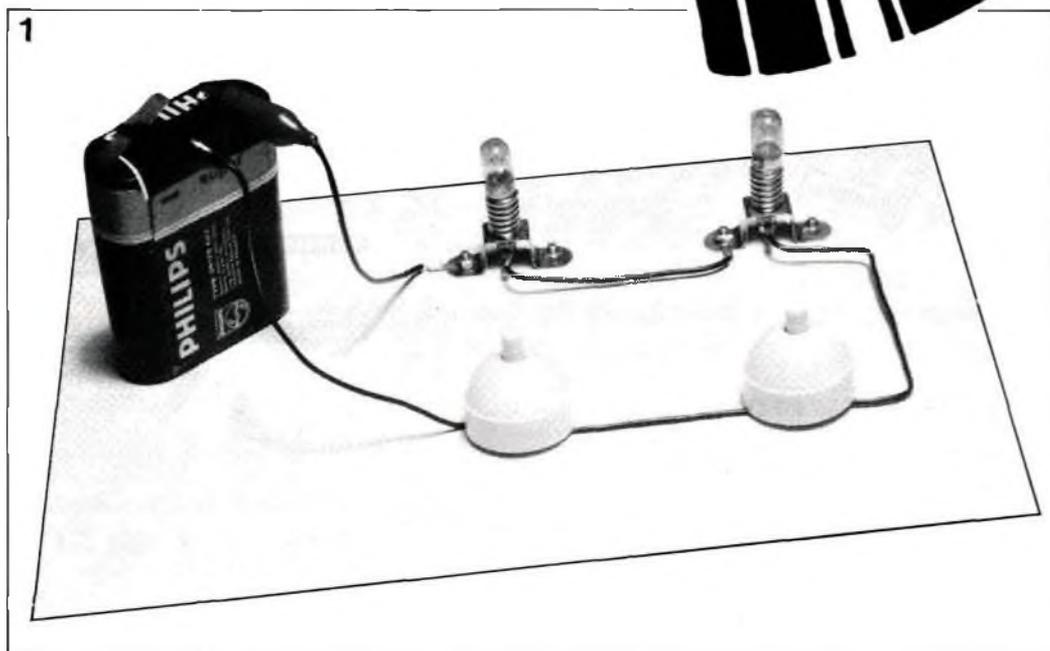


Figure 1 - Le montage est installé sur une feuille de carton. On peut croire qu'il y a un câblage caché de l'autre côté, et c'est la première mystification.

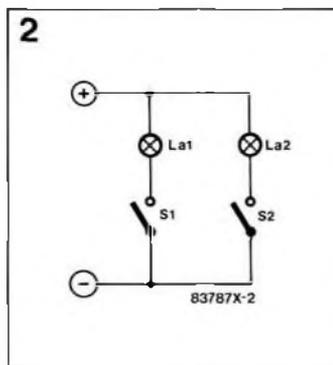


Figure 2 - Quand vous voyez fonctionner le montage en série tel qu'il est photographié ci-dessus, vous en imaginez le schéma sous la forme d'un branchement en parallèle des deux lampes.

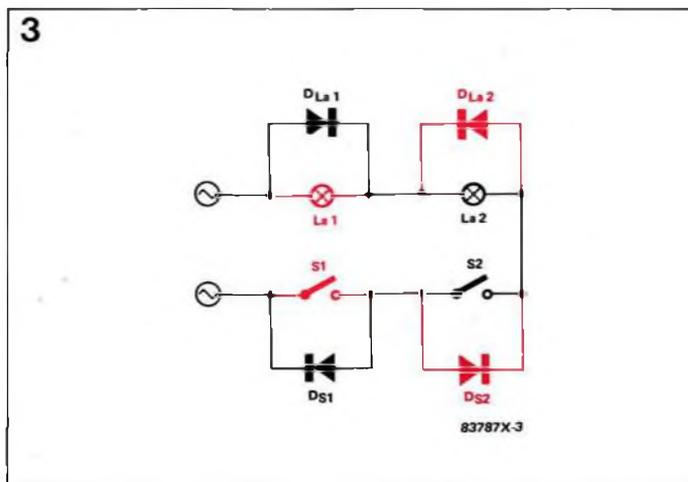


Figure 3 - La solution du mystère tient dans ces quelques diodes, mais le fonctionnement suppose une tension alternative...

4

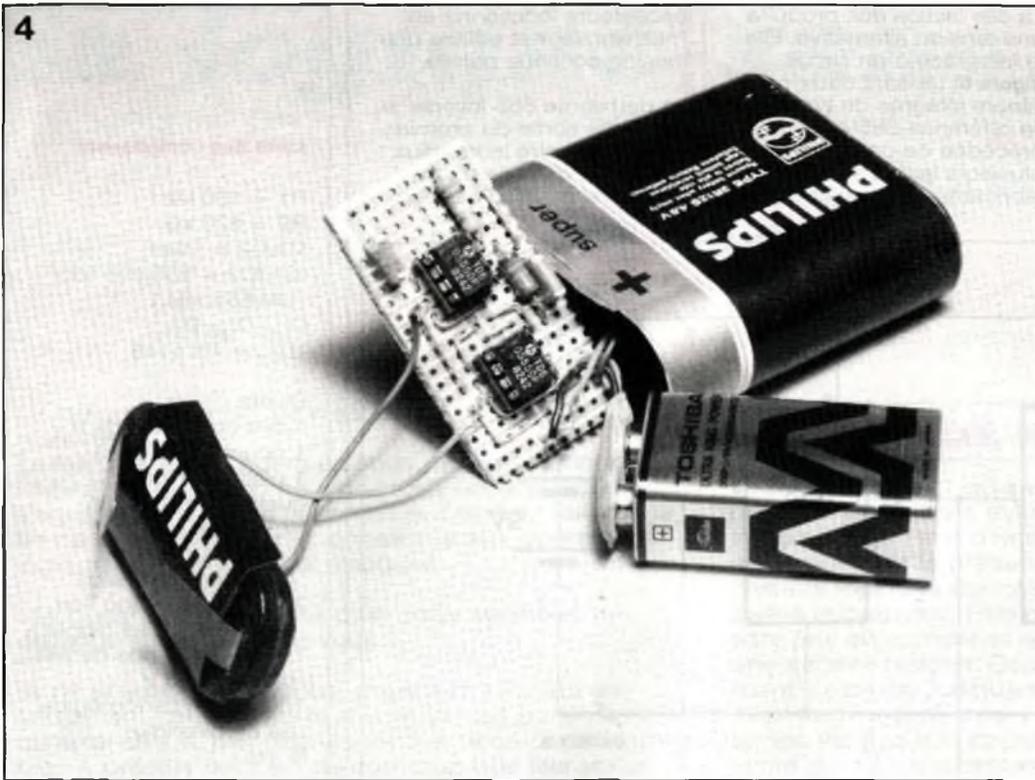


Figure 4 - ..tension alternative fournie par un petit circuit caché dans la pile factice.

5

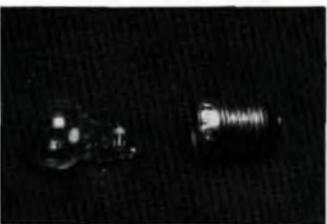


Figure 5 - Les diodes sont montées dans les ampoules. Elles y sont invisibles et permettent de compléter la mystification par le "truc" des couleurs.

Et de plus en plus fort...

Maintenant repérez les interrupteurs et les lampes par des couleurs, par exemple S1 et La1 en rouge et S2 et La2 en bleu et vous réaliserez le Grand Oeuvre, l'impossible, l'inconcevable : vous verrez les ampoules continuer de répondre aux ordres de l'interrupteur de la même couleur, même après les avoir changées de douille.

C'est là qu'est le mystère : il y a une relation secrète entre l'ampoule et l'interrupteur de même couleur. Étonnant, non ?

Si l'on considère que les ampoules ne devraient s'allumer que quand les interrupteurs sont fermés tous les deux, cette relation des couleurs est totalement incompréhensible. Pour donner du piquant à la chose nous avons envisagé de ne livrer la solution de cette énigme que dans le prochain numéro. Nous n'allons pas vous infliger cette torture, mais à votre tour de ne pas trahir trop vite le secret.

Mais oui, y a un truc !

Comment fonctionne cette chose ? Vous l'aurez compris en voyant la figure 3. Des diodes sont connectées en parallèle sur les ampoules et sur les interrupteurs, le

circuit ne fonctionne donc qu'avec une tension alternative. Or les piles, plates ou pas, donnent rarement, pour ne pas dire jamais, du courant alternatif (tout le monde peut vous le confirmer). La pile du montage est factice, elle sert de camouflage à un générateur de tension alternative (figure 4). Reste à

comprendre le fonctionnement du circuit. L'interrupteur S1 fermé, le courant traverse D_{S2} , D_{La2} et La1. L'ampoule L1 s'allume, puisque la diode D_{La1} est bloquée et que le courant circule à travers La1. La diode D_{La2} est dans son sens passant, elle conduit, et la tension à ses bornes, 0,7 V, ne suffit pas à allumer La2.

Quand S2 est fermé, le courant circule dans l'autre sens - puisqu'il s'agit de courant alternatif. Pendant cette alternance, le courant circule par D_{La1} , La2, S2 fermé et D_{S1} .

Camouflage

Si vous voulez pousser la mystification jusqu'à la permutation des ampoules, il faut que les diodes soient montées à l'intérieur même des ampoules (figure 5).

Pour ce faire, aspirez d'abord à la pompe à dessouder l'étain aux deux points de soudure sur l'ampoule : sur le culot, tout près du verre, et sous le culot, au centre. Il s'agit d'extraire de son culot en laiton le bulbe en verre : Vous le dessellerez par de petits mouvements de rotation. Soudez la diode directement entre les deux fils de connexion. Le plus difficile reste à faire : loger l'assemblage dans le culot et l'y coller en évitant les courts-circuits (vous trou-



verez bien un morceau de ruban adhésif ou de gaine thermo-rétractable). Notre expérience nous a fait conclure qu'il faut trois ampoules pour en obtenir deux modifiées. Rien de magique, mais rien de catastrophique non plus.

La pile factice doit produire une tension alternative. Elle le fait grâce à un circuit (figure 6) utilisant deux oscillateurs intégrés de type 555 (la référence 555 est précédée de deux ou plusieurs lettres selon le fabricant). Le premier de ces

oscillateurs fonctionne en multivibrateur et délivre une tension continue pulsée.

Le deuxième 555 inverse le signal de sortie du premier, si bien qu'entre leurs deux sorties on dispose d'une tension alternative carrée.

Liste des composants

R1 = 180 kΩ
 R2 = 820 kΩ
 C1, C2 = 10 nF
 IC1, IC2 = 555 (NE 555, LM 555, etc.)
 D_{La1}, D_{La2}, D_{S1},
 D_{S2} = 1N 4148

Divers

1 pile compacte de 9 V
 1 coupleur de piles
 1 platine format 1
 quelques ampoules
 7 V/0,1 A
 2 douilles pour les ampoules ci-dessus
 2 interrupteurs (où l'on puisse loger les diodes)
 1 enveloppe vide de pile plate de 4,5 V
 1 feuille de carton rigide, ou de plastique...
 fil, etc.

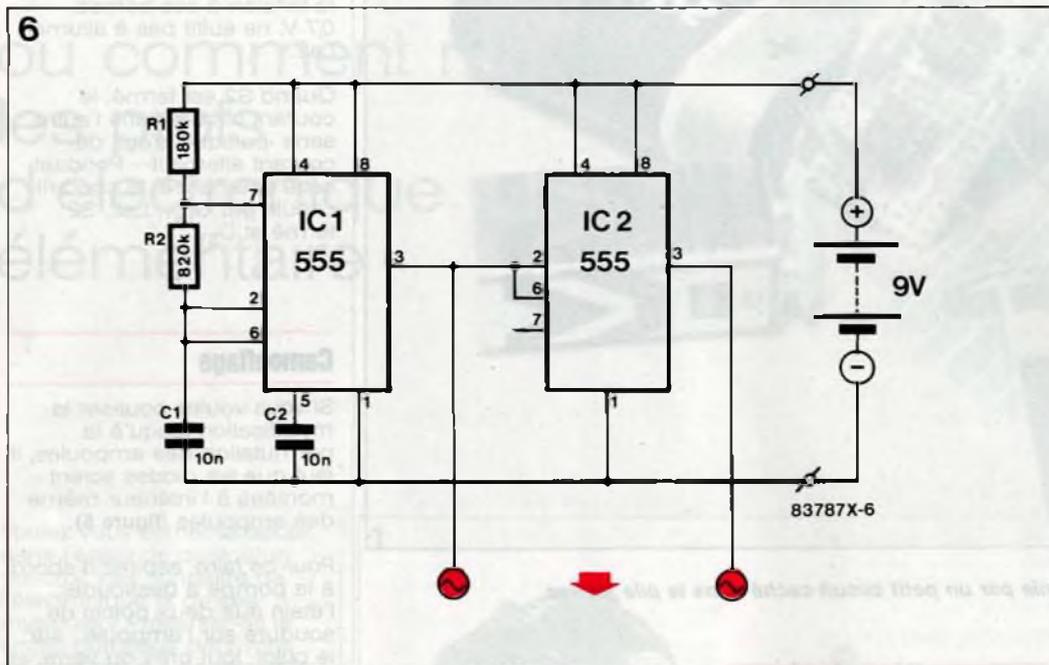


Figure 6 - La tension alternative est celle qui règne entre les sorties de deux oscillateurs en opposition de phase. En pratique, c'est l'inversion de tension qui produit l'opposition de phase.

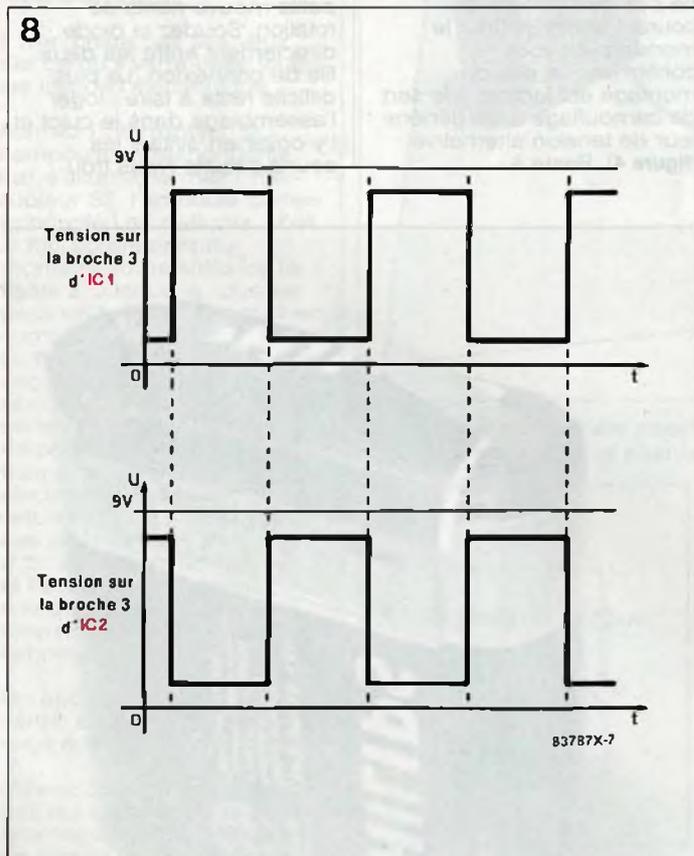


Figure 8 - La tension de la sortie d'IC1 est à son maximum quand celle de la sortie d'IC2 est à son minimum. La différence entre ces deux tensions est la tension alternative dont nous avons besoin. En théorie, le maximum devrait être 9 V et le minimum 0 V, mais personne n'est parfait et les meilleurs transistors ont une tension de saturation non négligeable.

Pratique

Le circuit est monté, conformément à la figure 7, sur un morceau d'une platine de 40 x 100 mm découpé pour la circonstance. La platine est ensuite collée sur la pile de 9 V, pour ne former qu'un bloc.

Le circuit magique proprement dit sera monté sur une feuille de carton ou de contre-plaqué. Utilisez de gros fils et laissez les apparents, pour bien montrer qu'il s'agit d'un montage en série.

Collez les interrupteurs sur le carton après y avoir installé les diodes. Collez les douilles de lampes. Si vous peignez les ampoules, et que vous comptez répéter les démonstrations, renforcez la fixation des douilles par des vis (et des rondelles au dos du support).

C'est donc avec de tout petits moyens qu'on peut construire ce circuit "cassette", qui vous permettra de laisser votre nom dans les annales des sociétés savantes que vous fréquentez.

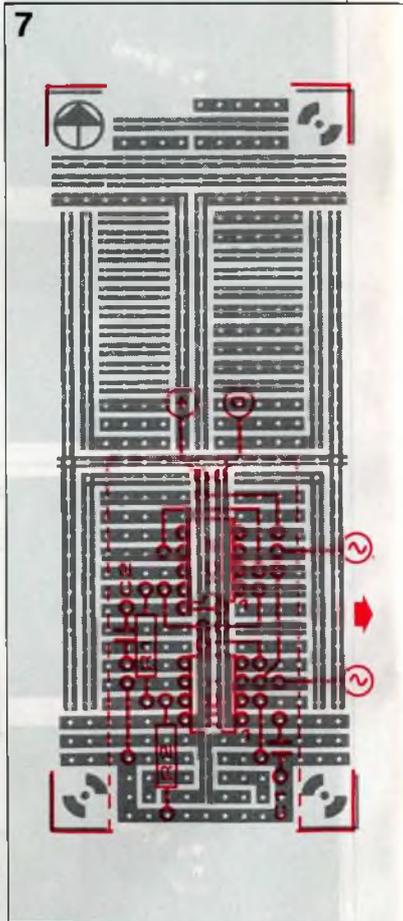


Figure 7 - Les 7 composants (seulement) qui composent le circuit ont leurs aises sur un tout petit morceau de platine, lui-même bien à l'aise dans le boîtier de pile vide.

la logique séquentielle sans hic II

1^{ère} partie

La logique sans hic, ce n'est pas fini. Vous voilà rassurés.

Le fait que le précédent épisode de notre rubrique soit intitulé *récapitulation* ne signifie en aucune façon qu'il s'agissait de la fin de la série. Ce n'était en fait que la fin de la première partie, consacrée aux opérateurs logiques élémentaires et statiques.

Statiques ? Pourquoi tout d'un coup seraient-ils devenus statiques, dites-vous ?

Ils ne le sont pas devenus, mais l'ont toujours été; seulement nous n'avions encore jamais parlé de cette caractéristique. Les opérateurs que nous connaissons bien à présent ont ceci de commun que **leur sortie répond toujours de la même façon à une configuration d'entrée donnée**. La sortie d'un porte NON-ET par exemple est toujours à 0 quand ses deux entrées sont à 1.

Le temps qui passe ne joue aucun rôle dans cette relation entre entrées et sortie. Il faut certes quelques milliardièmes de seconde avant qu'un changement intervenu à l'entrée se répercute sur l'état de la sortie, mais c'est là un délai que nous pouvons nous permettre de négliger dans le cadre de cette rubrique d'initiation. Sachez qu'il est néanmoins des circonstances où dans un circuit électronique, une seule microseconde, c'est déjà une éternité, mais laissons cela pour plus tard. Maintenant nous allons faire la connaissance d'opérateurs logiques dynamiques avec lesquels nous obtiendrons une logique séquentielle.

La logique : pendant, avant et après

Le mot séquentiel permet de deviner qu'il va être question de **suites** d'événements. On peut déjà imaginer que l'état d'une sortie ne sera pas déterminé seulement par la présence à l'entrée de l'opérateur de niveaux logiques donnés, mais aussi par ce qui s'est passé auparavant. Plusieurs événements successifs sont pris en compte et se conjuguent pour composer une espèce histoire. Chaque événement pris séparément n'est pas concluant, car une même cause peut avoir deux (ou plusieurs conséquences différentes). Le temps va faire son apparition dans nos tables de vérité qui se transformeront en **chronogrammes**. Nous verrons aussi que dans certains cas, ce ne sont même plus les niveaux logiques eux-mêmes qui comptent, mais seulement le changement d'un niveau à l'autre. Ouïe, ouïe, ouïe...

Vous trouvez que c'est compliqué tout cela ? Vous avez raison; prenons plutôt un exemple archi simple, et vous y verrez plus clair : commencez donc par allumer la lampe sous laquelle vous lisez ces lignes. Clic.

Voilà, c'est fait, elle est allumée.

Si elle est allumée, c'est parce que vous avez actionné l'interrupteur. Si vous actionnez une nouvelle fois le même interrupteur, elle sera de nouveau éteinte. La même cause a donc deux effets diamétralement opposés.

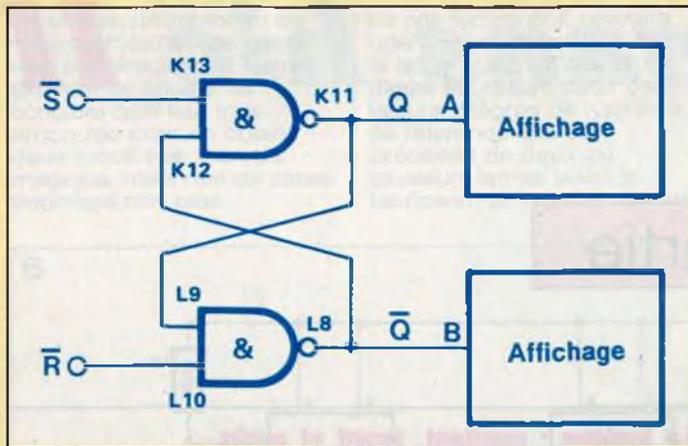
Vous actionnez l'interrupteur de la lampe qui tantôt s'allume et tantôt s'éteint. Nous voilà bien avancés... Faut-il avoir ingurgité toutes les bases de la logique pour en arriver à de telles âneries ?

Allons ne nous fâchons pas. Ce que nous cherchons à mettre en évidence, c'est que le résultat d'une action ne peut pas être défini par la seule description de l'action, il faut prendre en compte aussi le résultat de l'action précédente ou la configuration de départ s'il n'y avait pas d'action. En logique séquentielle comme en grammaire, nous aurons donc non seulement **un présent**, mais aussi **un passé** et **un futur**. Ne vous inquiétez pas outre mesure si au début ces notions vous paraissent difficilement conciliables. Nous ferons de notre mieux pour vous les rendre familières sans douleur...

Bascules

Notre premier circuit de logique séquentielle est une bascule construite à l'aide de deux opérateurs NON-ET. Deux opérateurs, cela implique deux sorties, comme on peut le voir ci-dessous :





Si la bascule a deux sorties, sa table de vérité aura elle aussi deux colonnes de sortie. Pas facile ! En faisant l'essai sur la platine digilex, vous constaterez que l'indicateur à LED qui s'allume est celui qui correspond à celle des entrées qui a été mise à 0 en dernier. Et cet indicateur reste allumé quand l'entrée en question passe à 1.

Extraordinaire, n'est-ce pas, cet indicateur qui s'allume pour montrer qu'une entrée de la bascule est passée au niveau logique 0, mais qui ne s'éteint pas quand cette même entrée repasse au niveau 1.

Le temps est matérialisé en quelque sorte par la connexion qui réinjecte le niveau de sortie de chacun des opérateurs NON-ET sur l'une des deux entrées de l'autre opérateur.

L'état des sorties n'est défini de façon statique que pour trois des quatre combinaisons binaires possibles à l'entrée, comme le montre la table de vérité ci-dessous :

\bar{S}	\bar{R}	Q	\bar{Q}
0	1	1	0
0	1	1	0
1	0	0	1
1	1	0/1	1/0

Et que se passe-t-il avec la quatrième combinaison possible ?

Quand ses entrées passent l'une et l'autre au niveau 1, les sorties de la bascule sont chacune à un niveau qui n'est définissable que si l'on connaît l'état des sorties **avant** l'apparition du double 1 sur les entrées. On peut dire cela autrement : lorsque les deux entrées de la bascule sont à 1, l'état des sorties ne change pas. A quoi on peut ajouter autre chose : les entrées ne sont actives qu'au niveau bas. C'est d'ailleurs pour cela que le signe qui les identifie (S et R) est surmonté d'une barre horizontale (la barre de négation qui en logique indique précisément que le signal en question est actif au niveau bas).

Et pourquoi ne s'appellent-elles pas A et B comme les entrées d'un opérateur ordinaire ?

Parce que ce ne sont pas des entrées ordinaires; les entrées A et B portent des noms différents mais elles sont interchangeables puisque A fonctionne de la même façon que B. Ce n'est plus le cas de nos entrées \bar{S} et \bar{R} . Quand l'entrée \bar{S} devient active (c'est-à-dire quand elle passe au niveau bas), la sortie Q passe au niveau 1, opération désignée par le verbe anglais *to set*.

Quand l'entrée \bar{R} devient active (c'est-à-dire quand elle passe au niveau bas), la sortie Q passe au niveau 0, opération désignée par le verbe anglais *to reset*. Voilà qui explique l'origine des lettres S et R. Attention : désigner une entrée active au niveau logique bas sans mettre la barre de négation sur le nom est une faute

grave, comparable à une grosse faute de grammaire, du genre *la bascule sont été remises à zéro*. Ceci est vrai aussi bien pour l'écrit que l'oral (dire "S barre" ou, si vous êtes anglophone, "S not").

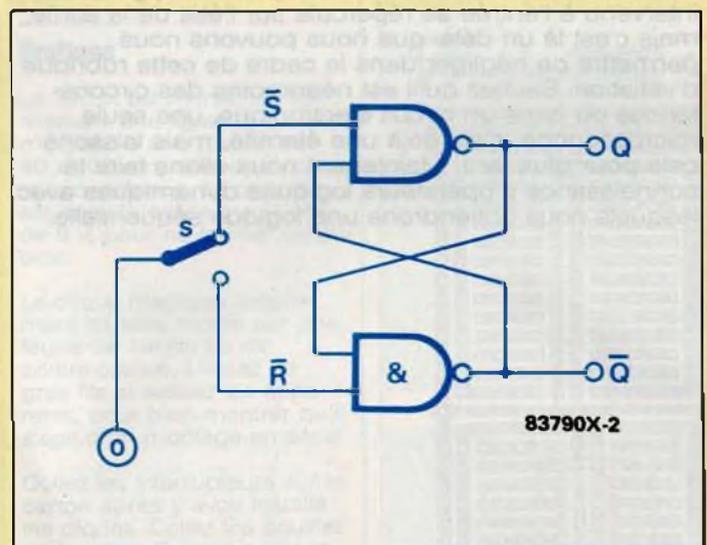
En résumé, quand l'entrée \bar{S} d'une bascule passe au niveau bas, la sortie Q passe au niveau 1, elle est mise ou positionnée à 1. Quand l'entrée \bar{R} d'une bascule passe au niveau bas, la sortie Q passe au niveau 0, elle est remise à zéro.

Et le nom des sorties ? La lettre Q est utilisée systématiquement dans les symboles logiques pour désigner une sortie. Quand la sortie est inverseuse ou complémentaire, on l'indique à l'aide de la barre comme pour les entrées (\bar{Q}). Les bascules sont caractérisées par le fait qu'elles ont toujours deux sorties complémentaires.

Une fois que les sorties de notre bascule ont changé d'état, elles restent dans cet état jusqu'à ce que de nouvelles conditions d'entrée les fasse changer. Il existe aussi des bascules dont les sorties ne changent d'état que pendant un laps de temps déterminé et reviennent à leur état initial, même s'il ne s'est rien passé entre temps sur les entrées. Pour distinguer les bascules des autres, on parle de bascules bistables et de bascules monostables.

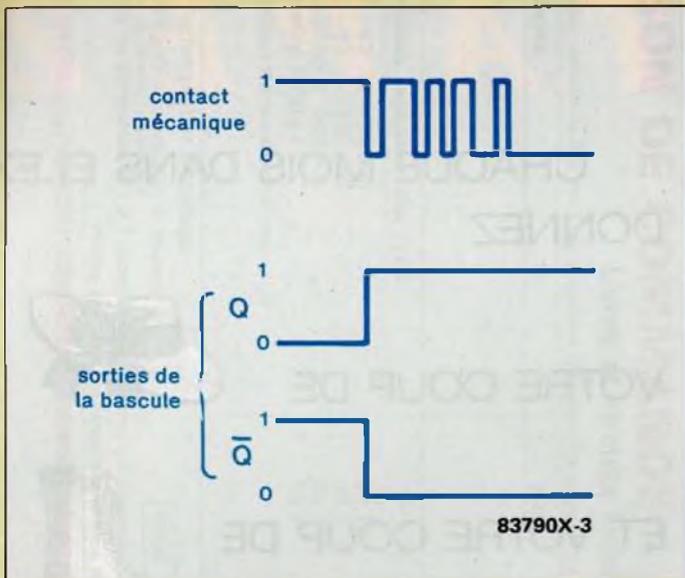
Dans les pays anglo-saxons on désigne les bascules bistables par le mot *flip-flop* dont la sonorité est un moyen mnémotechnique de se remémorer le fonctionnement du circuit (flip = la sortie passe à 1; flop = la sortie passe à 0). Les bascules monostables sont appelées *monoflop*.

Les bascules bistables comme celle que nous connaissons bien maintenant sont souvent associées à des inverseurs mécaniques, comme le montre le schéma ci-dessous :



La bascule ne modifie nullement la fonction logique de l'inverseur. Selon la position du contact S (pour *switch*, le mot anglais qui désigne les commutateurs), la sortie Q produit un 1 (et la sortie \bar{Q} un 0) ou un 0 (et la sortie \bar{Q} un 1). Leur fonction est de supprimer efficacement un défaut de tous les contacts mécaniques extrêmement gênant avec les circuits logiques et numériques, à savoir les rebonds.

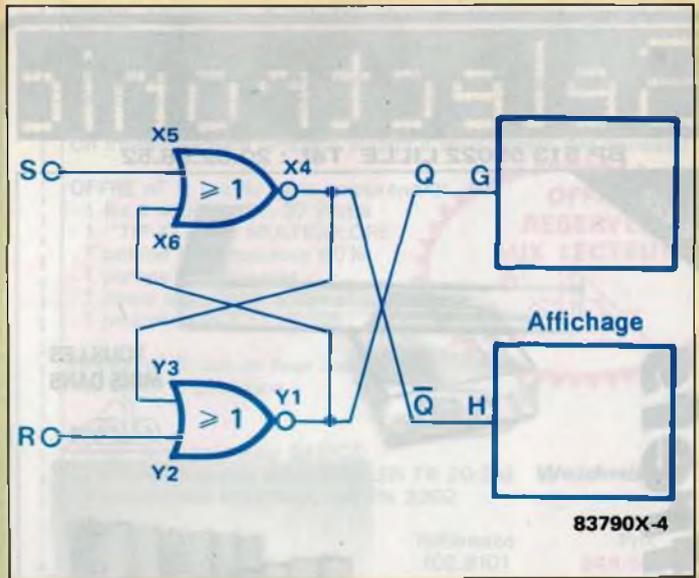
En effet, quand vous fermez un contact, l'élasticité des deux parties métalliques mises en contact par la force d'un ressort provoque en fait des micro-rebonds que ni nous ni les circuits électroniques analogiques ne perçoivent; en revanche, les circuits logiques et numériques, beaucoup plus rapides et sensibles, considèrent chacun de ces rebonds comme une ouverture normale du contact suivie d'une fermeture. Ces rebonds ne durent tout au plus que quelques microsecondes.



La bascule \overline{RS} est d'une efficacité parfaite pour supprimer ces parasites. Elle bascule avec le premier niveau logique bas sur l'entrée concernée, puis elle ne bouge plus, puisque le retour au niveau logique 1 d'une entrée (\overline{S} ou \overline{R}) n'a pas d'effet sur les sorties d'une bascule \overline{RS} . Il faudrait que l'autre entrée passe au niveau bas pour que les sorties changent d'état.

Ceci est un dispositif indispensable dès lors que l'on associe des contacts mécaniques à des circuits logiques ou numériques. Sachez qu'il existe d'autres types de circuits anti-rebonds, agencés différemment, dont l'effet est toutefois le même. Depuis une date récente, notamment sur les circuits à microprocesseur, on réalise d'ailleurs de plus en plus souvent la fonction de suppression de rebonds de contact directement avec le logiciel (le programme qui fait tourner la machine) sans adjonction de bascules.

Les opérateurs NON-OU conviennent également pour réaliser une bascule bistable.

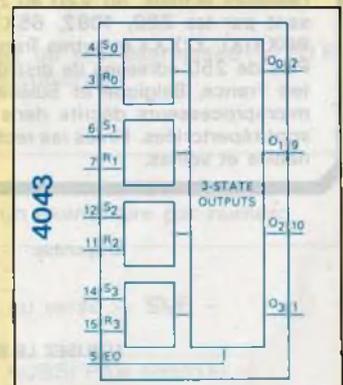
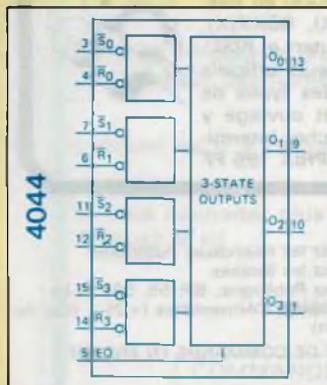
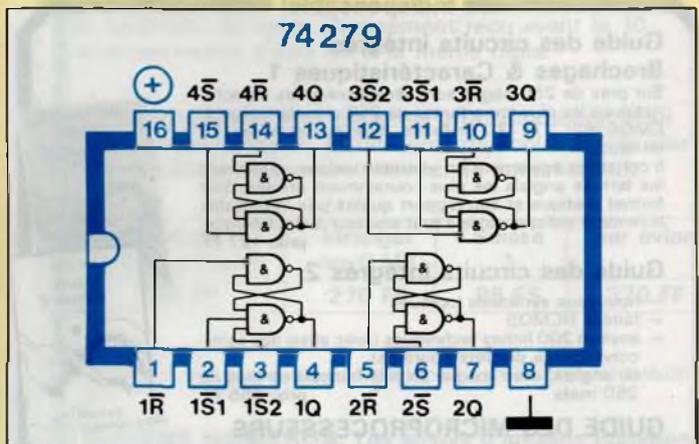
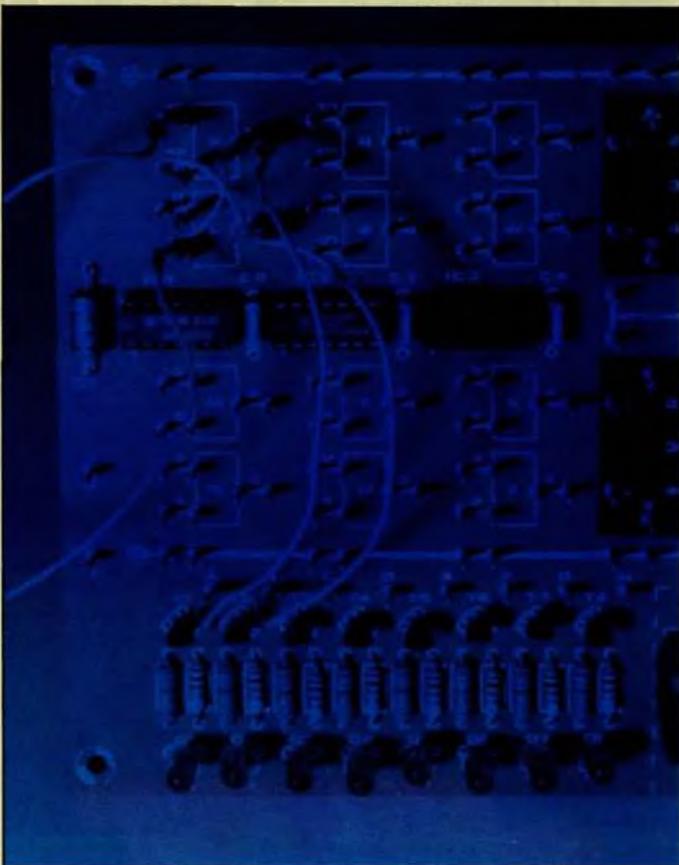


Mais cette fois les entrées sont actives au niveau logique haut. Quand elles sont toutes les deux au niveau bas, la bascule est au repos, c'est-à-dire dans l'état où l'a mise le dernier niveau haut appliqué à l'une des entrées. Voici sa table de vérité :

S	R	Q	\overline{Q}
0	0	0/1	1/0
0	1	0	1
1	0	1	0
1	1	0	0

Lors de vos expérimentations sur la platine digilex, vous ne perdrez jamais de vue le fait qu'une entrée laissée en l'air est un 1. Ceci dit, il vaut mieux ne jamais laisser d'entrée en l'air.

Les bascules bistables RS ou \overline{RS} sont si utiles qu'on en a fait des circuits intégrés. Le 74279 est un exemple de quadruple bascule bistable \overline{RS} (sans sortie \overline{Q}).



Selectronic

BP 513 59022 LILLE Tél. : 20.52.98.52

HE 222

coffrets



TOUS LES MOIS DANS



HEILAND

4 modèles disponibles en MAKROLON (transparent, fumé, spécial infrarouge...)

EN VENTE CHEZ VOTRE REVENDEUR HABITUEL

A PARIS : A.D.S. • LES CYCLES • DECOCK • EREL • PERLOR • RADIO MJ • RADIO PRIM • ST-QUENTIN RADIO • T.S.M.

Liste des revendeurs et documentation sur simple demande

LES COFFRETS DE CEUX QUI AIMENT LA PERFECTION

"BIBLIO" PUBLITRONIC

Indispensable!

Guide des circuits intégrés Brochages & Caractéristiques 1

Sur près de 250 pages sont récapitulées les caractéristiques les plus importantes de 269 circuits intégrés: CMOS (62), TTL (31) Linéaires, Spéciaux et Audio (176 en tout).

Il constitue également un véritable lexique, explicitant les termes anglais les plus couramment utilisés. Son format pratique et son rapport qualité/prix imbattable le rendent indispensable à tout amateur d'électronique. prix: 127 FF

Guide des circuits intégrés 2

- nouveaux symboles logiques
- famille HCMOS
- environ 200 fiches techniques (avec aussi des semi-conducteurs discrets courants)
- en anglais, avec lexique anglais-français de plus de 250 mots prix: 155 FF

GUIDE DES MICROPROCESSEURS

Près de 300 pages consacrées aux microprocesseurs actuels, du V20 au Z80000 en passant par les Z80, 1082, 65XX(X), 68XX(X), 80XX(X), 32XXX et autres Transputers et RISC. Plus de 250 adresses de distributeurs officiels (en France, Belgique et Suisse) des types de microprocesseurs décrits dans cet ouvrage y sont répertoriées. Finies les recherches interminables et vaines. PRIX 195 FF



Disponible: — chez les revendeurs Publitronec
— chez les libraires
— chez Publitronec, B.P. 55, 59930 La Chapelle d'Armentières (+25 F frais de port)

UTILISEZ LE BON DE COMMANDE EN ENCART

T A P E Z

CHAQUE MOIS DANS ELEX
DONNEZ

VOTRE COUP DE



ET VOTRE COUP DE



Nous vous proposons cette nouvelle rubrique COUP DE CHAPEAU & COUP DE SAVATE pour donner libre cours à votre cruauté ou votre enchantement! Crucifiez ou encensez les articles d'ELEX parus dans le dernier ou l'avant-dernier numéro.

Très simple: découpez le coupon réponse à la fin de ce magazine, inscrivez-y le nom de l'article qui mérite votre coup de chapeau et, le cas échéant, celui qui ne mérite que votre coup de savate. Ne mentionnez qu'un seul article par catégorie. Les abstentions sont admises (surtout dans la catégorie coup de savate)...

Donnez deux ou trois arguments en style télégraphique: par exemple, pour un coup de chapeau donné à l'article *travaux pratiques, construisez un moteur expérimental*, les arguments pourraient être tout simplement: «enfin j'ai compris»

Si c'est un coup de savate que vous donnez à cet article, alors vous argumenterez par exemple: «ne marche pas avec les capsules en plastique de Préfontaines». Afranchissez et courez à la boîte à lettres.

Vous ne gagnez rien, du moins pour l'instant. Mais il est probable qu'à long terme vos indications nous permettront de mieux répondre à vos besoins.

Cette rubrique prend la place de la carte-réponse

CHERCHE UNE LÉGENDE. La photo à légenter dans le n°6 d'ELEX (c'était il y a deux mois) nous a valu un courrier un peu moins abondant que d'habitude, c'est dommage, mais alors quel esprit! Nous avons retenu, en raison de la coïncidence heureuse avec certaines affaires qui défraient la chronique en ce moment, la proposition de Monsieur METTEL d'Auvers sur Oise: «Allo! Tonton pourquoi tu tousses?»



A propos, Monsieur Mettel, vous ne seriez pas un peu initié sur les bords, dites? En tous cas vous avez oublié de préciser sur votre coupon-réponse quel était le nombre d'actions d'ELEX, oh pardon, quel était le cadeau que vous choisissiez.

Les accessits vont à Serge Chevallier de Dompierre pour «on fait la queue chez le barbier», à Jean-Pierre Hons-tette de Hyères pour «qu'est-ce que c'est que cette friture» et enfin à Roger Sassonus de St Laurent du Var pour son ambiance téléphonique funèbre: «Allo, de là?»

F O R T

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 soudure 60%
- 1 pompe à dessouder
- 1 pince à dénuder automatique
- 1 brucelle SAFICO n° 108



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 **Weidmüller**
- 1 pince plate WEIDMULLER PN 2002

	Référence	Prix
Le lot de base n° 1:	102.8101	249,50 Frs
	(au lieu de	310,00 Frs)
Le lot de luxe n° 2:	102.8102	399,50 Frs
	(au lieu de	485,00 Frs)
(voir notre catalogue général)		

CADEAU aux 200 premiers clients:

1 kit MELODIE SOLAIRE à photopile SOLEMS réf. 102.6792 (valeur: 95,00 Frs) vous sera offert si votre commande dépasse 500,00 Frs (voir notre publicité annexe en pages intérieures).

N.B.: utiliser le bon de commande au dos.

OFFRE VALABLE JUSQU'AU 28/02/89

Selectronic

B.P. 513 - 59022 LILLE CEDEX - TEL. 20.52.98.52
 MAGASIN : 86, RUE DE CAMBRAI - 59000 LILLE

BON DE COMMANDE — PUBLITRONIC

Livres et circuits imprimés

Veuillez 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) + platines(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).			
Veuillez compléter soigneusement le verso de cette carte			
total net à payer:			25 F*

PUBLICITE

PUBLICITE

PUBLICITE

Directeur de la publication : Marinus Visser imprimé par NDB, NL-2382 Leliden, Pays-Bas — n° CDEAP : 70194

MON COUP DE CHAPEAU

titre de l'article :

arguments :



MON COUP DE SAVATE

titre de l'article :

arguments :



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
190 FF	270 FF	85 FS	370 FF

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

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

Tarif: 25 FF pour le premier ou seul exemplaire — 20 FF pour chacun des numéros suivants

Indiquez les n°s voulus _____

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

— Complétez au verso — SVP —

COMMANDE AUSSI PAR MINTEL
3615 + ELEX