

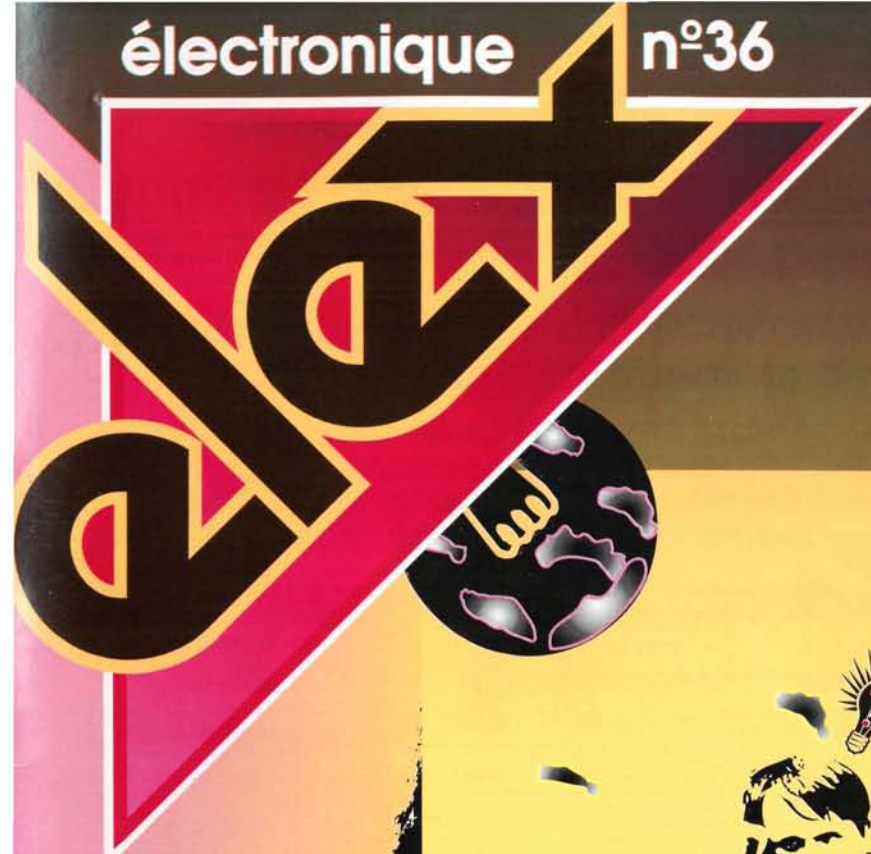
électronique

n°36

septembre 1991

22 FF/160 FB/7,80 FS

mensuel



réalisez:

un
récepteur HF et
un dipmètre
avec circuits imprimés

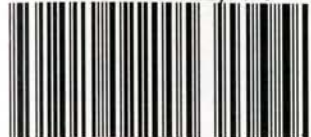
un
stroboscope

explorez l'électronique



montez vous-même un
mini jeu de lumières
à commande électronique

M2510 - 36 - 22,00 F



Selectronic

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

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

KITS ELEX :

REFERENCE DU KIT
PRIX
DU KIT
CIRCUIT
IMPRIME A
PREVOIR

REFERENCE DU KIT
PRIX
DU KIT
PLATINE
ELEX A
PREVOIR

PROMOTION SOLEMS

PANNEAUX SOLAIRES PROFESSIONNELS
Qualité "EXTERIEUR" à performances garanties dans le temps.
Idéaux pour la charge ou la maintenance de batteries 12 V.
2 modèles en dimension 30 x 30 cm :
12 V/2 W minimum.
Encapsulé bi-verre. Sans cadre. Avec 2 sorties à souder.
Le panneau 101.9594 **249,00 F**
12 V/4 W.
Encapsulé TEDLAR. Sans cadre. 2 sorties à fils.
Le panneau 101.9593 **595,00 F**

DERNIERS EN DATE

ELEX n°28		
MINI-ÉGALISEUR	101.9448	89,00F ②
COMMANDE DE TRAIN (avec C.IMP. et transfo 4A)	101.9449	245,00F /
ELEX n°29		
AMPLIFICATEUR à M.L.I. (avec pile)	101.9443	69,00F ①
SILICUM HURLANT	101.9444	75,00F ②
AUROCK (avec équerre et C.IMP.)	101.9446	115,00F /

ELEX n°10		
Jeu d'adresse (avec alim.)	101.8659	138,00F ②
Amplificateur d'antenne FM (avec alim.)	101.8660	152,00F ②
Mesureur de champ	101.8661	79,00F ①
Récepteur G.O.	101.8662	66,00F ①
Adaptateur Fréquence-mètre	101.8663	67,00F ①
Gong à 3 notes	101.8664	85,00F ①
ELEX n°11		
Chenillard (avec 7 ampoules)	101.8744	187,00F ②
Mémoire de sonnette	101.8745	26,00F ①
Servo-flash	101.8746	53,00F ①
Eclairage de modèle réduit	101.8747	119,00F ①
Allumage de phares	101.8749	30,00F ①
Extinction de phares	101.8754	27,00F ①
ELEXPOSE	101.8764	87,00F ①
ELEX n°12		
Roulette électronique	101.8755	59,00F ①
Rosignol électronique	101.8756	45,00F ①
Afficheur 7 segments	101.8757	25,00F ①
Dé électronique	101.8758	33,00F ②
Minuterie d'escalier	101.8759	95,00F ①
"Mets ta ceinture"	101.8762	45,00F ①
Testeur de continuité	101.8763	55,00F ①

ELEX n°13		
Barrière lumineuse	101.9124	70,00F ①
LESUE électronique	101.9125	65,00F ①
Coq électronique		
(avec coffret HEILAND et photophile SOLEMS)	101.9127	135,00F ①
PHOTOPHONE (avec LED I.R. et pile 9 V)	101.9128	130,00F ①
Anti-moustiques (avec coffret HEILAND)	101.9129	65,00F ①
ALARME anti-vol complète	101.9130	122,00F ①
Testeur d'ampoules et fusibles (avec pile)	101.9131	54,00F ①
ELEX n°14		
OHMMETRE amélioré	101.9132	85,00F ②
Mélangeur stéréo (avec coffret et pile)	101.9133	224,00F ②
TACHYMÈTRE pour vélo (avec galva)	101.9134	220,00F ①
Milli-voltmètre audio (avec galva)	101.9135	180,00F ①

ELEX n°15		
Injecteur de Signal (avec pile)	101.9171	56,50 F ①
ATLANTIS (Avec pile - sans casque)	101.9172	153,00 F ②
Détecteur de métaux (Avec galva spécial - Pile et HI 3/10)	101.9173	285,00 F ②
GÉNÉRATEUR SINUS (Avec alim. secteur et face avant autocollante)	101.9174	310,00 F ③

ELEX n°16		
ALIMENTATION SYMÉTRIQUE (avec circuit imprimé spécial)	101.9176	220,00 F ①
"ESPRIT FRAPPEUR" (avec pile)	101.9177	79,00 F ①
Détecteur de lumière (avec pile)	101.9178	89,00 F ①
Interrupteur crépusculaire	101.9179	82,00 F ①
Indicateur de dépassement de température	101.9184	72,00 F ①
Thermostat d'aquarium	101.9185	83,00 F ①

ELEX n°17		
MEGAPHONE (Avec micro et HP)	101.9237	35,00 F ①
Silencieux BF	101.9238	45,00 F ①
"PILE ou FACE" (avec coffret HEILAND)	101.9239	54,00 F ①
MINI-ORGUE (avec HP et EPS)	101.9240	250,00 F ①

ELEX n°18		
SONDE LOGIQUE (avec circuit imprimé spécial)	101.9271	59,00 F ①
Adaptation CAPACIMÈTRE (avec pile - sans galva.)	101.9272	72,00 F ①
Testeur de gain (avec pile et galva.)	101.9273	199,00 F ②
MINI-ALARME (avec ILS)	101.9274	57,00 F ①
Détecteur de tension alternative (avec pile et coffret HEILAND)	101.9275	84,00 F ①

ELEX n°19		
Émetteur expérimental	101.9295	66,00 F ①
Détecteur de pannes d'électricité (avec coffret et pile)	101.9296	85,00 F ①
Préampli "EFFET" Stéréo (avec circuit spécial)	101.9297	234,00 F ①
Alimentation "EFFET" (avec circuit spécial)	101.9298	125,00 F ①

ELEX n°20		
Eclairage automatique de garage	101.9355	74,00 F ①
Sonnerie lumineuse	101.9356	136,00 F ①
Chargeur d'Accus	101.9357	109,00 F ①
Sonnerie HI-FI	101.9358	56,00 F ②
Eclairage de vélo (avec accus - sans coffret)	101.9360	155,00 F ①
Ampli de copie vidéo (avec circuit spécial)	101.9361	119,00 F ①
Préampli MD "EFFET" (avec circuit spécial)	101.9362	92,00 F ①

ELEX n°21		
Sirène 555 (avec H.P.)	101.9374	36,00 F ①
Gadget lumineux (avec boîtier HEILAND et pile)	101.9367	118,00 F ①
Mélangeur audio (mono)	101.9368	105,00 F ②
Coconophone	101.9371	73,50 F ②
Trachymètre (avec galva - sans boîtier)	101.9372	148,00 F ①
Détecteur de mouvement (avec pile)	101.9373	115,00 F ②

"EFFET" : version en kit complet avec coffret, boutons et tous les accessoires	101.9370	990,00 F
--	----------	----------

ELEX n°22		
MINI-BATTERIE ÉLECTRONIQUE		
- Module de base + une percussion	101.9391	43,00 F
- Percussion supplémentaire	101.9349	24,00 F
GIGAPHONE : avec H.P. spécial et circuit imprimé	101.9392	299,00 F
DIAPASON : (avec H.P. et pile)	101.9393	75,00 F
PRÉAMPLI TÉLÉPHONIQUE (avec capteur)	101.9394	45,00 F
PRÉAMPLI MICRO (avec micro et pile)	101.9395	45,00 F
TRIPLE CORRECTEUR DE TONALITÉ	101.9396	52,00 F
PHASING (avec pile)	101.9397	65,00 F
VU - MÈTRE STÉREO	101.9398	78,00 F

MODULE DE MESURES ELEX

Nos kits sont fournis avec boîtier HEILAND, circuit imprimé, connecteurs et tous les accessoires.



- Module d'affichage.	101.9390	185,00 F
- Module atténuateur (avec réseau 0,1%)	101.9410	325,00 F
- Module redresseur	101.9430	179,00 F
- Module ampèremètre	101.9440	197,00 F
- Module Ohmmètre		
- Module spécial AUTO	101.9460	145,00 F

ELEX n°23		
Vraie - Fausse alarme	101.9412	28,00 F ①
ELEX n°24		
Horloge de Vacances	101.9431	74,00 F ②
Pont de mesure des capacités : fourni avec boîtier, face avant autocollante, piles, etc.	101.9432	215,00 F ①
Aide-mémoire électronique : fourni avec boîtier HEILAND, etc.	101.9433	87,00 F ①
Doubleur de tension	101.9434	81,00 F ②
PRIX PAR QUANTITÉ : NOUS CONSULTER		
CIRCUITS IMPRIMÉS ELEX		
① Platine n°1 40 x 100 mm	101.8485	23,00 F
② Platine n°2 80 x 100 mm	101.8486	38,00 F
③ Platine n°3 160 x 100 mm	101.8487	60,00 F
④ Platine DIGILEX	101.8488	88,00 F
⑤ Platine EPS 886087	101.8489	47,60 F

Coffrets ELEX pour montages ELEX

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

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

Ces coffrets sont particulièrement adaptés aux montages "ELEX"



FER A SOUDER 25 W XS 230



IDEAL POUR L'ELECTRONICIEN AMATEUR

Un des fers les plus vendus au monde !
Construction très robuste.
Ultra léger. Panne longue durée.
Vaste gamme d'accessoires.
EN CADEAU : 1 bobine 500 g de soudure ϕ 1 mm 1er choix (Trimétal).
Le fer XS 230 135,00 F
La bobine de soudure 73,00 F
208,00 F

L'ENSEMBLE
..... 101.0098 **135,00 F**

PROMO : MULTIMETRE DM 302

Avec générateur de signaux. Affichage 3 1/2 digits de 13 mm.
Polarité automatique.
V_{CC} : 0,1 mV à 1000 V $\pm$ 0,5%. V_{AC} : 100 mV à 750 V $\pm$ 1,2%.
I_{CC} : 0,1 μ A à 2 A $\pm$ 1%
+ Calibre 10 A (direct - non protégé)
R : 0,1 Ω à 20 M Ω $\pm$ 0,8%
Générateur : signal carré 50 Hz, 5 V_{CC}
Test d'ode
Alimentation : pile 9 V standard
Dimensions : 126 x 70 x 24 mm
Livré avec cordons pointes de touche
Le multimètre DM 302 103.9678

169,00 F
seulement !

CONDITIONS GÉNÉRALES DE VENTE

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



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

Selectronic

Adresse Postale :
BP 513 - 59022 LILLE Cedex

Au magasin :
86, rue de Cambrai - LILLE

Tél : 20.52.98.52

Tarif au 1/6/91

Avec EUROTECHNIQUE, découvrez une méthode originale pour acquérir un vrai savoir-faire dans le domaine qui vous passionne.

Les livres pratiques d'EUROTECHNIQUE : une méthode unique pour passer instantanément de la théorie à la pratique.

Aujourd'hui, c'est important de se sentir à l'aise dans un domaine d'activités qui corresponde à ses goûts et à ses dons personnels.

Mais il n'y a qu'une façon de comprendre à fond de nouvelles connaissances, c'est de les appliquer immédiatement !



eurotechnique

Rue Fernand Holweck - 21000 DIJON

1 De l'électronique



**MAÎTRISEZ
DEUX TECHNIQUES
QUI DOMINENT DÉJÀ LE
MONDE DU TRAVAIL.**

Ces deux techniques jouent déjà un grand rôle dans notre vie quotidienne et professionnelle. Demain, elle révolutionneront toutes nos habitudes et il est indispensable d'en comprendre dès aujourd'hui les secrets.

Le livre pratique de l'électronique, c'est 13 volumes et 13 coffrets de matériel, tous les composants nécessaires pour vous constituer un laboratoire où vous réaliserez toutes sortes d'appareils utiles : instruments de mesure ou système d'alarme.

2 ... à l'électronique digitale et au micro-ordinateur.



Le livre pratique de l'électronique digitale et du micro-ordinateur, c'est 16 volumes et 16 coffrets de matériel permettant d'effectuer des expériences passionnantes et de réaliser 5 appareils... dont votre propre micro-ordinateur !

Conçues par des ingénieurs, des professeurs et des techniciens hautement qualifiés, ces deux méthodes sont accessibles à tous parce qu'elles s'appuient sur des explications claires et détaillées.

3 Du cadrage au labo, un vrai pro de la photo :



**TOUT LE
SAVOIR-FAIRE
D'UN
PHOTOGRAPHE.**

Pour être un bon photographe, amateur ou professionnel, il faut maîtriser l'art de la composition, de l'éclairage pour réaliser des portraits, des nus, des paysages ou des reportages, mais il faut surtout acquérir un savoir-faire en studio et en laboratoire.

Avec le livre pratique de la photographie, vous apprendrez à tirer le meilleur parti d'un matériel de qualité, depuis le cadrage jusqu'au tirage et même à l'agrandissement de vos clichés.

**Une maîtrise parfaite
d'un matériel hautement
perfectionné.**



Agrandisseur, compte-poses, châssis, produits pour donner libre cours à votre passion.

**LE LIVRE PRATIQUE DE LA
PHOTOGRAPHIE**

**11 volumes
+ 11 coffrets de matériel
300 accessoires**

4 Maîtrisez à fond les phénomènes de la transmission et de l'image



**RÉALISEZ
VOUS-MÊME
VOTRE PROPRE
TÉLÉVISION
EN COULEURS.**

Si vous pratiquez déjà l'électronique, vous prendrez un grand plaisir à vous plonger dans le livre pratique de la télévision pour réaliser votre propre téléviseur couleurs Pal-Secam multistandard à télécommande ainsi qu'un voltmètre électronique.

C'est l'occasion pour vous d'aller plus loin encore dans un domaine en pleine expansion.

**Constituez-vous un vrai
laboratoire.**



Votre futur téléviseur :
Tube PIC auto-convergent -
Sélection de 30 programmes par
télécommande - Affichage
numérique - Finition noyer mat.

**LE LIVRE PRATIQUE DE LA
TÉLÉVISION**

**10 volumes
+ 1 schématisation
+ 1900 composants et
accessoires
(dont un oscilloscope double trace)**

Réalisez vos propres expériences avec un matériel de pointe.



Voici le matériel avec lequel vous testerez vos connaissances et réaliserez de nombreux appareils.

**LE LIVRE PRATIQUE DE
L'ELECTRONIQUE**

**13 volumes
+ 13 coffrets de matériel
1800 composants**

**LE LIVRE PRATIQUE DE
L'ELECTRONIQUE DIGITALE
ET DU MICRO-ORDINATEUR**

**16 volumes
+ 16 coffrets de matériel
870 composants**

BON POUR UNE DOCUMENTATION GRATUITE

Je désire recevoir gratuitement et sans engagement de ma part votre documentation sur le LIVRE PRATIQUE de :

☐ ELECTRONIQUE

☐ ELECTRONIQUE DIGITALE/MICRO-ORDINATEUR

☐ PHOTOGRAPHIE

☐ TÉLÉVISION

à compléter et à retourner aujourd'hui à
EUROTECHNIQUE

Rue Fernand Holweck - 21000 DIJON

Pour la Belgique : SOVEL 201, rue de Saint-Léger
7760 DOTTIGNIES - Tél. 056/486235-486677

Nom : _____ Prénom : _____

Adresse : _____

Code Postal : [] [] [] [] Ville : _____

Tél. : _____

SOMMAIRE ELEX N°36

R · U · B · R · I · Q · U · E · S

- 8 · ELEXPRIME
courrier des lecteurs
- 48 · petites annonces gratuites
- 40 · périscope : serre-joint Y
- 53 · le code des couleurs

en carte
détachable !

I · N · I · T · I · A · T · I · O · N

- 6 · Rési&Transi : cascades
- 10 · la prémagnétisation
des bandes magnétiques
- 31 · cascade de redresseurs

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

- 13 · testeur de bande magnétique
- 17 · récepteur HF
à conversion directe
- 22 · dipmètre
- 28 · stroboscope
- 32 · ampli Mi-Fi
- 38 · testeur de composants
à l'oscilloscope
- 48 · détecteur de coupures
- 41 · mini jeux de lumières

avec
circuits
imprimés

Electronique - Diffusion

R.C. ROUBAIX B 378 280 978

SA CAPITAL 1.500.000 F

15, rue de Rome 59100 ROUBAIX ☎ 20.70.23.42

**Le NOUVEAU
CATALOGUE ÉCOLES
EST ARRIVÉ**

*** GRATUIT**



Agences à :
LILLE 59000
ARRAS 62000
DOUAI 59500
LUNEL 34400

SPECIAL ECOLES

ENCORE MOINS CHER ENCORE PLUS de REFERENCES

**NOS
GRANDES
MARQUES**

ANTEX ELC TORG MECANORMA WELLER
BECKMAN CIF JBC PJP MONACOR WISH
CDA MINILOR SAFICO VARTA

ATTENTION ECOLES

CADEAUX*

- 1 KIT ÉMETTEUR FM aux 500* premières commandes à partir de 1 000^F HT
- 1 KIT ÉMETTEUR FM + 2 kgs de composants à partir de 3 000^F HT et +

* Cachet de la poste faisant foi

*** OFFRES RESERVEES EXCLUSIVEMENT AUX ECOLES**



LES BIDOUILLES DE

DIS DONC...

À LA PLAGE!!

ILS ONT
PRIS
CONGÉ

...LES
ANIHAUX,
OUSKISONT-TOUS?

LES
VEINARDS!

NOUS, MALGRÉ LA
CANICULE, FAUT QU'ON
ASSURE!

ON VA FAIRE
UN REDRESSEUR
EN CASCADE!

EN CASCADE? GÉNIAL!
ÇA VA NOUS RAFFRAÎCHIR
UN PEU, ÇA!

IL N'EST
PAS QUESTION
D'EAU!!

... ALLEZ ME CHERCHER
DES DIODES ET
DES CONDOS,
ET MAGNEZ VOUS!

TOI, CONDO, TU VAS FAIRE LE PLEIN À LA
PILE. DIODE, TU RESTES À CÔTÉ DE
LUI.

... DEUXIÈME CONDO CHARGÉ,
SUR LES ÉPAULES DU
PREMIER. DEUXIÈME DIODE,
MÊME CHOSE. ATTENTION
À L'ÉQUILIBRE!

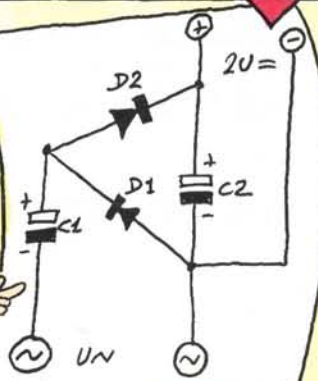
GROUILLEZ-VOUS!
ON FATIGUE !!

HOULA...
HOULALA...

ON CONTINUE!
IL ME FAUT
SIX ÉTAGES!

QUEL
CIRQUE!

... EN DEUX CHARGES
DE CONDENSATEURS,
NOUS AVONS UNE
TENSION DOUBLE
DE CELLE DE LA
SOURCE.



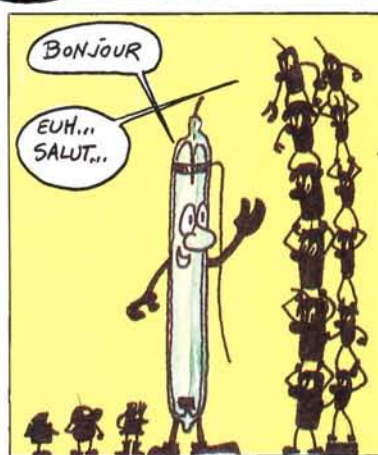
RESI

&

TRANS[®]



DESSINS : YVON DOFFAGNE - COULEURS : COOKY F.





Depuis quelques temps déjà, nous pouvons découvrir, au fil des réalisations ELEXéENNES, de plus en plus de circuits imprimés "tout faits". Je suis le premier à m'en réjouir car, n'ayant rien contre les platines ELEX, je trouve plus souple l'emploi d'un véritable CI. Les nombreux ponts de câblage des platines rompent quand même, il faut bien le dire, l'homogénéité esthétique de l'ensemble** (ouf ! bien dit, n'est-ce pas ?).

Je me suis mis moi-même au C.I. depuis peu de temps, quelque mois (6). Mais que de recherches pour arriver aux résultats que j'obtiens aujourd'hui. Il m'aura fallu pas moins de deux mois pour rassembler toute une documentation me permettant enfin de savoir par quel bout prendre la fabrication de CI par méthode photographique Rien dans ELEX à ce sujet*** et rien ailleurs non plus. Les débutants que nous sommes sont donc forcés de faire des CI "à la main" avec du vernis à ongles (!) (cf : ELEX n°7) soit contraints d'acheter ces CIs tous finis si toutefois ils sont disponibles!

La méthode de réserve appliquée directement sur le cuivre n'a pas retenu mon attention: les résultats sont médiocres et il est fastidieux de reporter un tracé tout fait sur une plaquette vierge. Et quand je dis fastidieux il s'agit bien entendu d'un euphémisme car en réalité c'est pratiquement impossible. Reste donc la méthode photo qui, ne nous voilons pas la face, est beaucoup plus facile à mettre en œuvre que la méthode directe et dont les résultats dépassent et de très loin toutes les espérances du débutant en électronique.

De la simplicité ; il existe de très bons produits pour arriver facilement au but mais ils sont méconnus, même -je m'en suis aperçu- chez les électroniciens qui pratiquent depuis fort longtemps. Exemple : le transpage de chez Jelt qui permet d'excellents résultats avec une rapidité déconcertante.

J'ai donc réalisé quelque chose qui me tenait à cœur : réaliser un article récapitulatif sur la méthode photo pour faire ses CIs. Consultante le serveur Minitel ELEX j'ai remarqué une annonce demandant du secours pour faire des CIs soi-même simplement. Je n'étais donc pas seul dans mon cas il y a quelque temps et d'autres éprouvent également des difficultés à faire le "grand plongeon" (dans le perchlore évidemment).

Eh bien tant pis, l'article que j'ai fait je vous l'envoie. Il n'est certainement pas parfait ni exhaustif mais il est une bonne base de départ. Je ne l'ai écrit que dans un seul but : aider d'autres qui, comme moi, se sont un jour demandé : "comment ça marche ?" sans obtenir de réponse ou en ayant mille difficultés pour la faire.

Si vous trouvez que cela en vaut la peine, servez-vous en, en le publiant, des lecteurs assidus seront bien contents de pouvoir faire leurs débuts dans les CIs. Après tout, pour faire de l'électronique il faut bien un jour passer par la gravure des CIs. Quand les lecteurs d'ELEX aident les autres lecteurs d'ELEX, l'idée est peut-être bonne* après tout ! Cela comblera une lacune dans les publications de l'électronique ELEXéENNE je pense...

En tout état de cause je reste à votre disposition si vous désirez des renseignements complémentaires.

Amicalement

Stéphane Vangreveninge
59400 CAMBRAI

notes de la rédaction:
*ça c'est vrai, ça
**c'est vrai ça ?
***ça c'est pas vrai



Et voici in extenso l'envoi de Monsieur Vangreveninge, avec ses croquis originaux. Nous nous sommes contentés de corriger les coquilles du texte dactylographié (MERCI !).

Un prototype paru dans ELEX vous met l'eau à la bouche et vous n'y tenez plus : il faut absolument le réaliser. Bravo : le "virus electronica" vous a atteint; Inutile d'aller consulter votre médecin traitant, il ne pourra rien pour vous pas plus que "Le" divan bien connu d'H.C. (si vous ne comprenez pas, c'est que vous ne regardez pas assez la télé...).

1. UN REMÈDE EFFICACE POUR DÉVELOPPER VOS ENVIES

À cette époque de conseils en tout genre distillés à qui veut bien les entendre, permettez-moi de vous donner une ordonnance à en faire pâlir de jalousie votre toubib :

- 1 ou 2 litres de perchlore de fer
- 2 cuvettes genre "travaux photo"
- 1 plaque chauffante de récup. ou un système de votre cru pour bain-marie et pour la cuvette ci-dessus
- 1 plaquette époxy cuivrée présensibilisée
- 1 litre de révélateur pour la plaquette sus-nommée
- 1 bombe de transpage (Jelt)
- 1 lampe ou tube U.V. (et son ballast)

Tous ces ingrédients sont bien entendu disponibles dans toutes les bonnes pharmacies, celles qui distribuent également toutes ces gélules colorées et ornées de signes cabalistiques qui savent très bien attiser notre passion.

2. J'AI ATTRAPÉ UN COUP D'SOLEIL....

Ces bons "médicaments" à notre disposition, qu'en faire ? La technique c'est bien beau mais encore faut-il savoir l'utiliser. Ne faites pas comme Pépé qui met son "compact-disc" à l'envers dans son lecteur et qui s'étonne de la pureté du silence ! Il suffit de bien comprendre "comment ça marche" et le tout est joué, c'est beaucoup moins compliqué qu'on voudrait bien croire. Si, si...

Le but à atteindre est très simple : graver sur cette plaquette fraîchement acquise le tracé du circuit convoité. On pourrait s'arrêter là tellement c'est simple mais la sagesse réclame une explication plus poussée.

La plaquette présensibilisée du marchand est en fait constituée de plusieurs couches (Fig. 1).



résine
photosensible
protectrice

couche de
cuivre

Support époxy ou bakélite

Dans la première partie du travail, c'est la résine photosensible qui nous préoccupe. "Photosensible" veut dire "sensible à la lumière" comme d'ailleurs toute pellicule photo qui se respecte. Ici, la résine n'est sensible qu'à une longueur d'onde bien spécifique du spectre lumineux : les ultraviolets (U.V.). Ceux-là même qui nous font la peau carotte au bord de la mer ou à la montagne. Il y a donc gros à parier qu'il va falloir exposer cette fameuse plaquette aux U.V.

Gagné ! Lors de vos prochaines vacances à Miami, vous pourrez exercer à foison votre vice préféré (Miami Vice : qui parlait de regarder trop la télé ?) : la réalisation de vos plaquettes imprimées pour l'année. Si vous ne pouvez attendre jusque là, rassurez-vous, les chimistes et techniciens ont pen-

sé à tout pour vous satisfaire. Il existe sur le marché des tubes spéciaux dits "actiniques" qui émettent uniquement des U.V. Ces U.V. détruisent la résine photosensible qui recouvre le cuivre de votre plaquette. Il faut donc, en récapitulant :

EXPOSER la résine aux U.V. À TRAVERS le tracé du CI, saisi ? L'ombre de celui-ci sur la résine protégera les pistes et détruira les "blancs", créant ainsi un report parfait du tracé sur la résine.

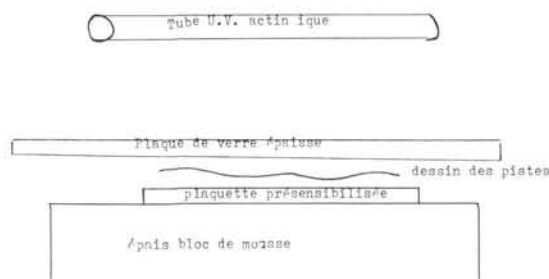
Il est toutefois à noter que les U.V. seuls ne peuvent détruire la résine. Ils opèrent une transformation chimique avant le grand plongeon de la plaquette dans un révélateur qui dissout la résine aux endroits non protégés. Le cuivre ainsi mis à nu pourra être facilement attaqué par le perchlorure de fer.

3. UN CIRCUIT IMPRIMÉ TRANSPARENT

Mais, allez-vous dire, et vous aurez entièrement raison, comment faire pour avoir le tracé des pistes sur un support transparent aux U.V. qui puisse servir de cache pour l'exposition ?

Ceci est rendu particulièrement facile et on ne peut plus rapide par l'emploi de la machine avale-tout du monde administratif actuel : le photocopieur. Vous photocopiez (à l'œil chez votre patron bien entendu) le dessin des pistes paru dans l'ELEX nouveau qui vient d'arriver chez vous. Vous obtenez ainsi le dessin sur une feuille dont le verso est blanc (si, si, aussi incroyable que cela puisse paraître, retournez la feuille et vous verrez...). Il ne suffit plus que de rendre cette feuille transparente comme l'eau claire, pour cela pas plus besoin de Soleil citron que de Cifammoniacal, il existe un produit formidable et "fait exprès" pour cela. Ce produit s'appelle "TRANSPAGE" et est distribué par JELT dont les aérosols de produits pour l'électronicien font des miracles. Une vaporisation au recto et une autre au verso, on laisse sécher et vous voilà en possession d'un dessin de C.I. transparent.

Il ne reste plus qu'à poser ce C.I. de papier sur la plaquette, côté résine bien entendu, en ayant auparavant pris soin d'enlever la feuille de plastique noir qui la protège de la lumière. On fait attention au sens du circuit (côté composants côté pistes) et on expose à la lumière du tube U.V. selon le temps préconisé par le fabricant (environ 2 minutes 30). (Fig. 2).



Ceci étant fait, on récupère la plaquette que l'on plonge sans attendre dans le révélateur. Au terme des deux minutes dites on peut apercevoir la première partie du travail qui est désormais terminée : la résine détruite là où les U.V. sont passés et colorée là où le noir des pistes l'a protégée.

Un rinçage et un séchage rapides et la plaquette est prête à être jetée en pâture au Père Chlorure...

4. LE COUP DU PÈRE CHLORURE

Il faut maintenant faire la gravure du cuivre. Celui-ci est dissout par le perchlorure de fer de la même manière que l'a été la résine par le révélateur plaquette. Avant d'aller plus loin, il importe de savoir que le révélateur plaquette et le perchlorure sont des produits dangereux. Il faut toujours mettre des gants avant d'y plonger ses précieux doigts (nous n'en avons que dix, sachons les garder le plus longtemps possible). De plus, le Père Chlorure marque son territoire de manière indélébile sur tout vêtement, morceau de peau ou autre qui croiserait de manière fortuite ou non son chemin. Attention donc de ne pas faire vous aussi partie de l'espace territorial du Père Chlorure, il saura vous marquer et vous reconnaître à tout jamais !

Pour une action beaucoup plus rapide, le perchlorure doit être chauffé à 40°C environ - d'où l'intérêt du bain-marie ou de la plaque chauffante - plus froid et il faudra attendre plus que de raison la gravure complète de la plaque.

Nous ne pouvons pas parler gravure sans dire un mot de l'existence de machines spéciales qui font pousser le perchlorure sur la plaquette pour une action éclair, mais elles sont d'un prix de revient aussi élevé qu'elles peuvent être pratiques. Néanmoins la gravure dans une cuvette RÉGULIÈREMENT AGITÉE donne d'aussi bons résultats.

On plonge donc la plaquette dans la cuvette en surveillant constamment l'avancement de la dissolution du cuivre. Quand toutes les parties inutiles ont été détruites, on sort la plaquette du perchlorure pour la rincer abondamment. Il faut ensuite éliminer la résine avec un essuie-tout imbibé d'alcool à brûler.

La plaquette est prête à être percée soit avec une perceuse spéciale miniature ou avec une perceuse de bricolage ordinaire qui donne toutefois moins de précision. Le diamètre des trous est de 0,8 mm pour les composants et de 1 mm ou 1,5 mm pour les picots des potentiomètres, relais, transistors de puissance, régulateurs, etc.

5. LA FINITION

Après soudure des composants sur l'œuvre amoureusement réalisée, il reste quelques opérations à mener à bien qui, bien qu'étant d'apparence secondaires, ont pourtant une grande importance pour la pérennité du montage ainsi que pour sa présentation.

Il est ainsi nécessaire d'ôter les résidus de décapant de soudure avec une vieille brosse à dents (de préférence) et du trichloréthylène vendu dans toutes les grandes surfaces. Ceci étant fait, il ne vous reste plus qu'à passer une couche de vernis "spécial C.I." vert, rouge, incolore, bleu comme vous voudrez sur la superbe réalisation ainsi menée à bien.

Avouez quand même qu'il est terriblement excitant de réaliser soi-même ses circuits imprimés ! Quel sentiment de liberté ! Vous ne tarderez plus, dès lors, à concevoir vous-mêmes vos C.I. avec des pastilles et des bandes transfert que vous collerez sur une feuille blanche destinée à subir le même sort que précédemment. Mais ceci est une autre histoire...



Deux précisions s'imposent :

Primo, il y a eu deux articles sur la gravure des circuits imprimés dans ELEX (cf n° 18 page 49 (1-90) et n° 19 page 36 (2-90)).

Secundo, il est recommandé de faire usage d'une plaque de verre plutôt mince qu'épaisse. Per qué le verre, il filtré les zoultra violettes, té !



Figure 1 - Quand le courant de magnétisation change de sens, l'aimantation de la bande ne suit qu'à retardement (être en retard, en grec se dit *husterein*, d'où hystérésis). C'est à cette hystérésis que nous devons la non-linéarité de l'aimantation de la bande qui crée d'importantes distorsions. ➤

La bande magnétique est, aujourd'hui encore malgré bien des progrès, un support bien peu linéaire. Sans pré-magnétisation, son usage à des fins musicales serait impossible.

Il suffit d'écouter un dictaphone ou un magnétophone à cassette bon marché pour s'en rendre compte : souffle, distorsions, réponse en fréquence médiocre, tout, sauf de la HI-FI. Pour les distorsions audibles, dont nous allons nous préoccuper ici, c'est la non-linéarité de la réponse de la bande qui est en cause.

La tête d'enregistrement d'un magnétophone à cassette n'est en principe rien d'autre qu'une bobine traversée par le courant alternatif amplifié du signal audio. Cette bobine produit alors un champ magnétique dont les fluctuations suivent exactement le rythme (fréquence) et l'intensité (amplitude) de l'oscillation sonore. Ce champ magnétique aimante la couche magnétique de la bande⁽¹⁾ à son passage devant la tête. Malheureusement l'aimantation ne correspond pas exactement aux variations du champ magnétique.

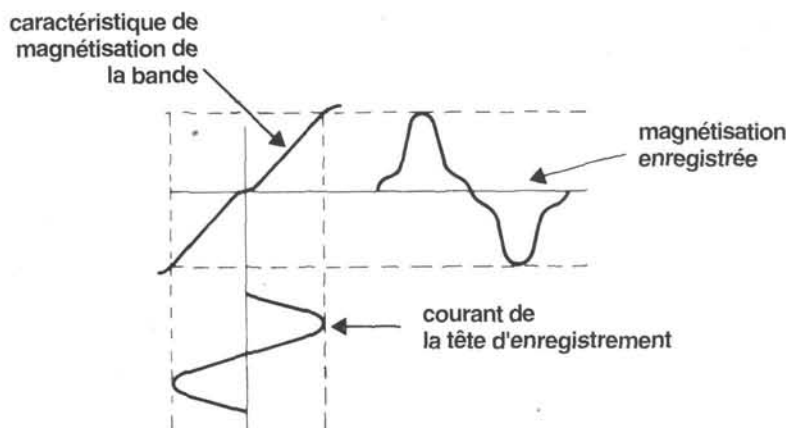
Le plus grand défaut de linéarité se produit lorsque le courant qui traverse la

bobine change de sens (ce courant est bien évidemment alternatif). Le champ magnétique suit sans se faire prier mais la couche magnétique de la bande elle, comme la plupart des aimants auxquels on demande un peu rapidement de changer de polarité, joue mal et ne suit pas aussi exactement qu'il serait souhaitable les variations du champ. C'est ce que la figure 1 (ci-dessus) illustre schématiquement. Et pourquoi ? Parce que l'inertie magnétique des aimants élémentaires de la bande, (archi) connue sous le nom d'hystérésis, fait que celle-ci, dans la phase de transition (avant et après le passage par zéro du signal)

ne réagit pas. C'est seulement quand le champ magnétique a atteint une certaine intensité que la magnétisation de la bande reprend linéairement le cours du signal. Si aucun remède n'est apporté, un signal sinusoïdal n'apparaîtra pas tel quel à la restitution, il sera déformé – comme la figure 1, à droite, le montre. D'horribles distorsions se feront entendre surtout à volume réduit quand la modulation se jouera presque uniquement dans le domaine non linéaire de transition.

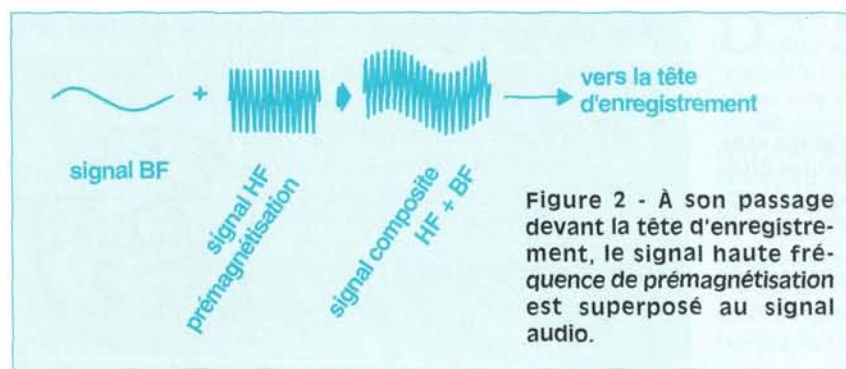
C'est presque sans le vouloir que Weber et von Braunmühl ont découvert la pré-magnétisation, il y a plus de 50 ans. La petite histoire rapporte que la solution du problème leur serait venue d'un amplificateur d'enregistrement entré en oscillation "sauvage". L'enregistrement s'en trouva soudainement décapé et plus clair. De ce défaut accidentel d'un amplificateur, on fit une méthode : la pré-magnétisation à haute fréquence⁽²⁾ (dite encore polarisation) était inventée.

Il est question de "haute fréquence", on parle aussi de fréquence ultrasonique parce que la fréquence du signal de polarisation est sensiblement plus élevée que la fréquence du signal audio, de l'ordre de 80 kHz à 105 kHz pour les magnétophones à



la pré-magnétisation de la bande audio

pré-magnétisation ou polarisation ?



(1) Cristaux d'oxyde de fer ou de dioxyde de chrome enrobés dans un liant, à la manière des pigments dans une peinture.

(2) Le principe de base en avait été décrit par Carlson qui déposait un brevet en 1921 et en décrivait l'application pour les enregistrements sur fils et sur rubans d'acier alors utilisés. Ceci n'enlève rien au brevet déposé par Weber-Braunmühl en 1940 qui ne doit rien à Carlson.

cassettes. Ce signal HF ne vient plus d'un amplificateur défaillant mais d'un petit oscillateur. Comme la tête d'effacement est alimentée (le plus souvent) avec le même signal, on l'appelle "oscillateur d'effacement". Pendant l'enregistrement, le signal audiofréquence est mélangé au signal HF de l'oscillateur d'effacement comme la figure 2 l'illustre schématiquement. L'effet est le même

de prémagnétisation, cela n'apporte plus d'amélioration au taux de distorsion mais commence à nuire à la reproduction des aigus qui en souffrent de plus en plus. La figure 4 décrit les rapports entre ces trois choses : trop peu de *bias* (c'est le terme anglais pour polarisation) implique un taux de distorsion élevé mais trop de *bias* étouffe les aigus. « In medio stat virtus » disait l'angélique docteur rappelant Aristote : l'amplitude de l'onde de polarisation sera aussi grande que possible sans pourtant nuire à la reproduction des aigus^(*).

condition de base des enregistrements de qualité

que celui obtenu par Weber et von Braunmühl avec leur amplificateur miraculeux : le signal HF est superposé au signal audio. La figure 3 rend explicite son effet sur l'aimantation de la bande. La tête est constamment soumise au signal de prémagnétisation, même en l'absence de signal audio, la bande est de ce fait préaimantée. Cette polarisation maintient le signal audio hors du voisinage du point d'inflexion de la courbe caractéristique d'aimantation puisque les fluctuations du signal d'enregistrement résultant se trouvent maintenant dans sa partie linéaire.

mise au point

Sans prémagnétisation, la distorsion est très importante. Si la prémagnétisation est insuffisante, la distorsion reste audible. Si l'intensité du signal de prémagnétisation augmente, le taux de distorsion diminue d'abord brusquement. Cette diminution approche rapidement de sa limite et si l'on continue d'augmenter le signal

bias et sortes de rubans (d'après Victor Hugo)

Même si les rapports que nous montre la figure 4 valent fondamentalement^(**) pour toutes les bandes, certaines catégories et certaines fabrications exigent plus ou moins de polarisation. Les bandes à l'oxyde de fer (cassettes standard) se contentent d'un faible niveau de polarisation au contraire des bandes au dioxyde de chrome (CrO₂) qui nécessitent une prémagnétisation sensiblement plus importante, moins importante cependant que les bandes au fer pur (*Metal*, sur les notices en anglais) qui sortent du cadre avec un niveau de prémagnétisation si élevé qu'elles ne sont utilisables que sur des magnétophones spécialement conçus pour elles.

(*) Ceci ne traduit pas cela. On se demande même ce que Thomas d'Aquin vient faire ici. Simple visite de courtoisie nous dit la régie.
(**) DALLI Salvador 1904-19...

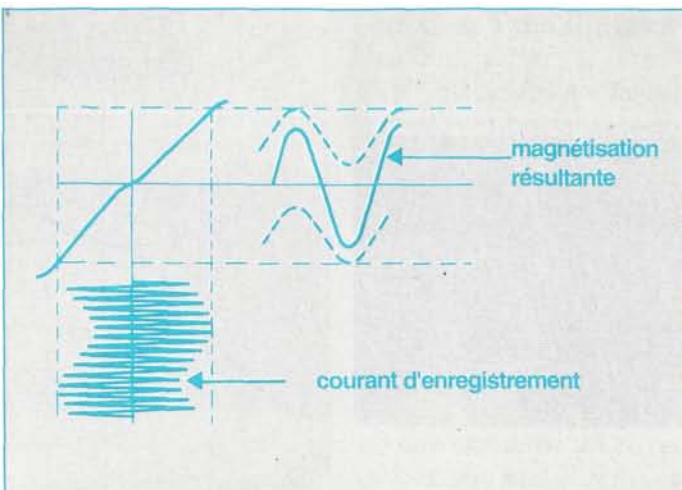


Figure 3 - L'aimantation de la bande par le signal audio est maintenue dans le domaine linéaire, sous l'effet de la prémagnétisation à haute fréquence.

Pour l'utilisation de différents types de bandes, la plupart des magnétophones disposent d'un commutateur qui permet de faire varier le niveau de polarisation entre des valeurs prédéterminées. Pour compenser les différences existant entre les diverses marques, un autre dispositif est nécessaire qui permet, pour un même type de bande, d'affiner le réglage au moyen d'un bouton moleté par exemple. Peu de magnétophones en sont pourvus.

Si un magnétophone ne dispose pas de réglage de la polarisation, il est toujours possible de déterminer la marque de cassettes la mieux adaptée, celle qui correspond le mieux au niveau de polarisation fixe de l'appareil. Enfin, dans ce numéro d'Elex même vous trouverez "le" montage qui vous permettra et d'évaluer vos cassettes et de les tester.

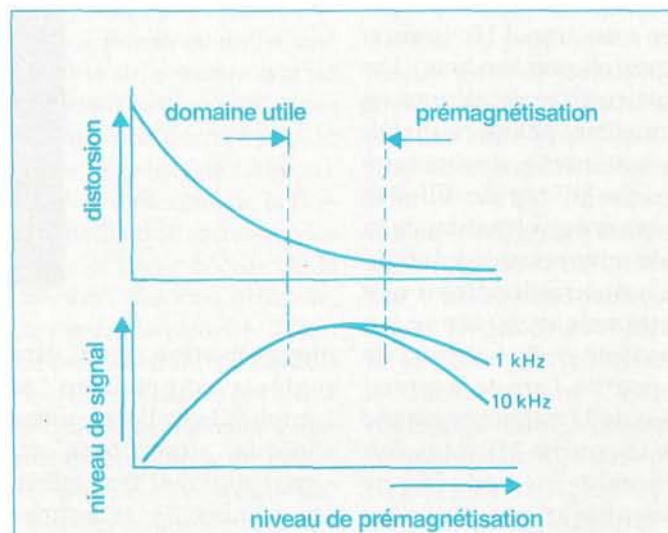
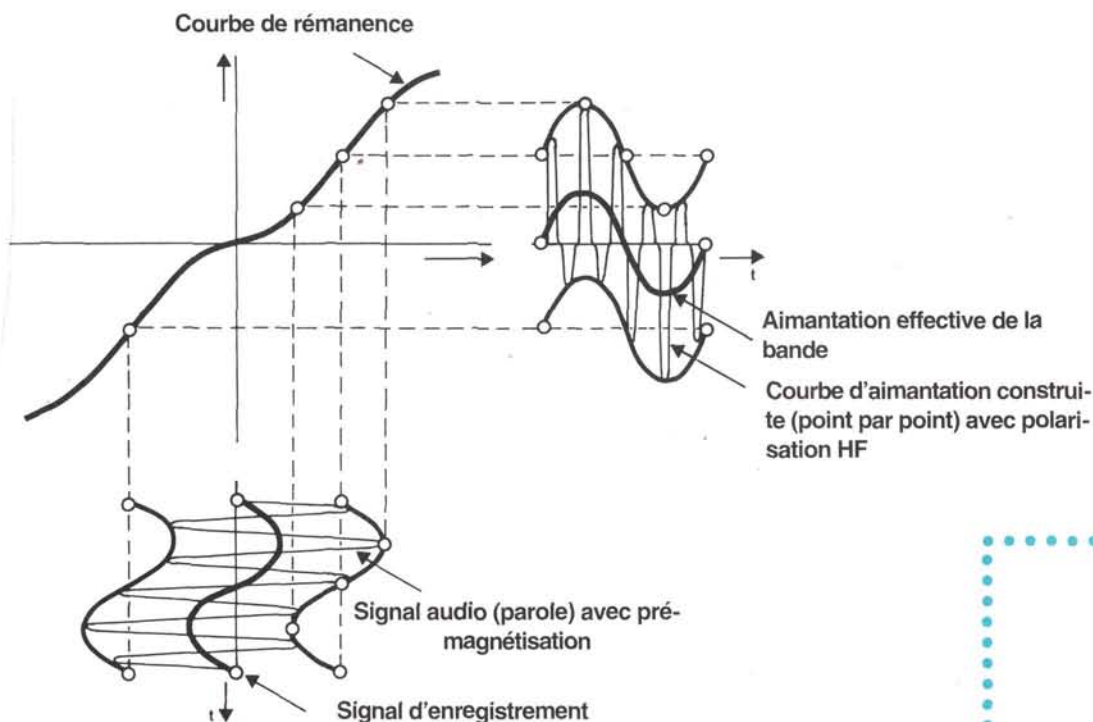


Figure 4 - À l'augmentation de la prémagnétisation correspond une diminution du taux de distorsion mais si cette augmentation passe un certain seuil, la restitution des aigus en est affectée.



La courbe de rémanence (du latin *remanere*, demeurer^{***}) ci-contre donne l'intensité de l'aimantation de la bande (axe vertical) en fonction de l'intensité du signal d'enregistrement (axe horizontal). Si l'on dessine un signal d'enregistrement sous la courbe et que l'on reporte point par point les valeurs de tension au moyen de la courbe de rémanence, vers la droite, on obtient la forme du signal magnétique enregistré (voir la figure 1 de l'article, page précédente). Des déformations apparaissent, dues au coude de la courbe. Ces déformations surviennent aussi dans la construction d'une onde d'enregistrement superposée à un signal HF (voir la figure ci-contre en haut). Les particules magnétiques ne s'orientent pas alors, du fait de leur inertie, suivant cette courbe HF rapide. Elles se disposent aux environs de sa valeur moyenne. Sur la figure, vous reconnaîtrez que cette valeur moyenne (en gras) ne présente plus de coude^{****}. Lors de la formation de la valeur moyenne de la courbe HF dans son ensemble, les coudes ne jouent pratiquement plus aucun rôle.

Le diagramme met aussi en évidence pourquoi la pré-



prémagnétisation : le principe



magnétisation doit être réglée avec précision : si l'amplitude de l'onde ultrasonique superposée au signal audio est trop faible, les coudes de la courbe continueront à se manifester et les distorsions ne seront pas tout à fait effacées. Si, à

l'opposé, l'amplitude de polarisation est trop grande, les ondes de haute fréquence dépasseront en haut et en bas le domaine coudé de la courbe de rémanence et de nouvelles distorsions apparaîtront. L'influence de la fréquence est aussi explicable. Les distorsions disparaissent d'autant plus souvent que la pré-magnétisation retrouve sa valeur moyenne. Pour des fréquences d'enregistrement

élevées, qui se rapprochent (de loin) de la fréquence de polarisation, cette valeur moyenne revient moins souvent que pour des fréquences basses, lentes. La valeur moyenne revient moins souvent pour des fréquences élevées, ces parties du signal (les aigus) souffrent donc davantage d'une pré-magnétisation incorrecte.

86647

(***) Ne traitez plus vos ennemis jurés de "demeurés", osez "rémanents".

(****) Vous ne voyez pas le coude ? C'est vrai qu'il tient plus du genou, c'est la partie du S de la courbe de rémanence au voisinage de l'origine des coordonnées, là où elle menace de suivre l'axe horizontal, avant de revenir à de plus saines dispositions.

l'oscillateur

testeur

de bandes magnétiques

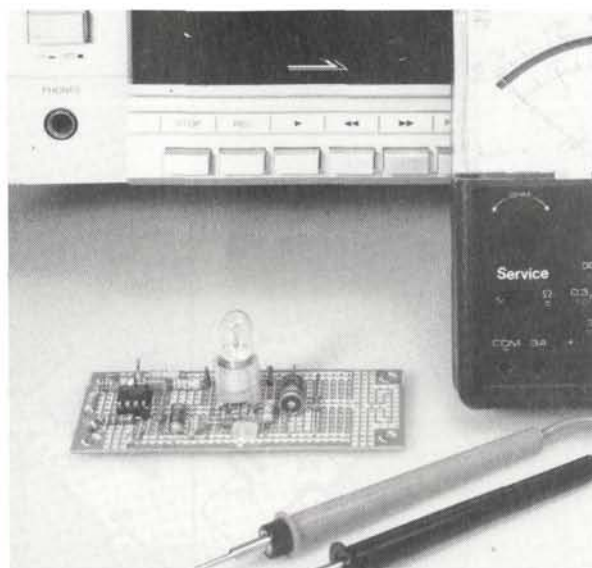
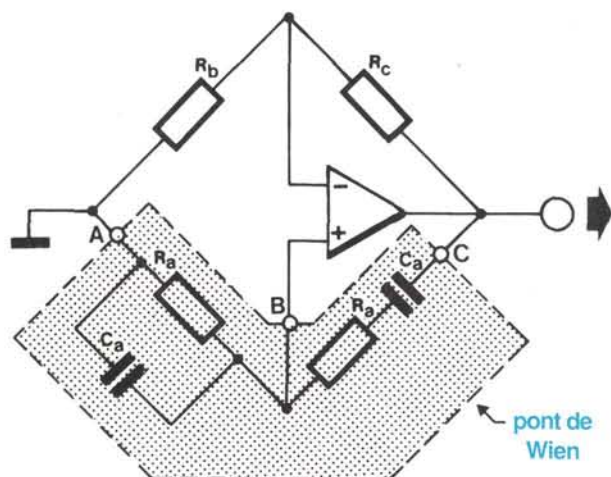


Figure 1 - Le circuit de principe d'un oscillateur à pont de Wien. Le pont de Wien à proprement parler se trouve dans la zone grisée.



Si votre magnétophone à cassette dispose d'un oscillateur de test à deux fréquences pour la reconnaissance des bandes magnétiques, vous pouvez vous passer de ce montage. Sinon, et à peu de frais, nos directives vous permettront de vous offrir un tel dispositif. Et quel que soit votre cas, les informations contenues dans cet article ne peuvent que vous passionner.

Pour qu'un enregistrement soit bon, trois facteurs interviennent : la position de la tête (azimutage), le niveau de modulation et la prémagnétisation. Alors qu'il va de soi que la position de la tête est bonne (ne pas toucher à ses vis !), que nous avons réglé correctement le niveau de modulation, c'est une autre affaire que celle de la prémagnétisation (*bias* en anglais). Ainsi que nous

l'exposons sur d'autres pages, son influence est grande sur la réponse en fréquence et sur la sonorité. Si donc vos enregistrements sont mauvais, cela ne veut pas forcément dire que votre appareil est déficient. Il se peut que vous ayez mal réglé la prémagnétisation, (si ce réglage est possible sur votre appareil) ou utilisé une marque de cassette qui ne convenait pas (si votre appareil ne vous permet pas de régler la prémagnétisation). Comme l'intensité de la prémagnétisation influence les aigus et donc décide de la sonorité, mate ou brillante, de l'enregistrement, il faut un oscillateur de test capable de délivrer d'une part, une fréquence de référence (habituellement autour de 1 kHz) et ensuite une fréquence plus élevée (judicieusement choisie entre 11 kHz et 13 kHz. Et comme la plupart des magnétophones à cassette ou à bande de série n'en sont pas pourvus d'origine, nous devons nous le fabriquer.

Cet oscillateur devra d'abord et impérativement produire deux signaux d'environ 1 kHz et 12 kHz de fréquence. Leur forme ne sera pas quelconque : elle sera sinusoïdale pour éviter les harmoniques qui viendraient perturber la mesure. Ils auront enfin même amplitude et cette amplitude sera stabilisée. « Et avec ça ? - C'est tout. - Nous ne faisons qu'un seul paquet ? - Un seul paquet, oui. » Faire tenir tout ça dans un seul paquet, c'est être exigeant. C'est pourtant ce que permet un oscillateur à pont de Wien stabilisé en amplitude, comme celui qui est représenté sur la figure 2 (page suivante). Avant de voir les choses plus en détail, étudions le principe d'un tel montage sur la figure 1 (ci-dessus). La zone dans laquelle se trouvent les composants du pont de Wien à proprement parler est soulignée en gris. C'est en fait un demi pont, un diviseur de tension formé de deux circuits RC où R et C sont câblés en série dans un cas, en parallèle dans l'autre. La tension d'entrée du pont de Wien se mesure entre les points A et C et la tension de sortie est prélevée entre les points A et B. Les composants de même nom (R_a et C_a) ont même valeur. Envisageons dans un premier cas, entre A et C, une tension alternative de haute fréquence : l'impédance des condensateurs tend vers 0 et, entre C et B, la seule impédance à considérer est celle de R_a . Entre B et A, la résistance R_a est court-circuitée par C_a en parallèle, donc la tension entre A et B a une toute petite amplitude. Si, à l'opposé, la fréquence de la tension alternative entre A et C est très basse, l'impédance des condensateurs sera très élevée. Entre C et B nous pourrions négli-

ger la résistance de R_a face à l'impédance de C_a ; entre B et A au contraire, R_a représente le plus court chemin pour le courant et c'est la présence de C_a qu'il sera possible d'ignorer. Dans ce cas encore, la tension entre A et B sera très faible.

C'est un cas particulier qui nous intéresse : celui où la fréquence est telle que les impédances de R_a et C_a sont égales : la tension entre A et B atteint alors son maximum, égal à $1/3$ de la tension entre A et C*. La différence de phase entre l'entrée et la sortie du pont est alors nulle. Le calcul de la fréquence est le même que le calcul de la fréquence limite (fréquence de coupure) d'un réseau RC :

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

Comme la figure 1 vous le montre, le pont de Wien est alimenté par la sortie de l'amplificateur opérationnel dont l'entrée non-inverseuse est reliée au point B. L'amplificateur opérationnel reçoit donc sur son entrée non-inverseuse le tiers de ce qu'il fournit en sortie.

Les résistances R_b et R_c permettent de fixer le gain de l'amplificateur. Si ce gain est inférieur à 3, il ne se passe rien. S'il est supérieur à trois, l'amplification globale sera supérieure à 1. Comme ce facteur d'amplification ne vaut que pour une fréquence bien précise, le circuit commencera à osciller à cette fréquence. Mise en branle par le bruit⁽¹⁾ de l'amplificateur opérationnel ou d'un autre composant, cette oscillation s'amplifie de plus en plus et il en résulte une oscillation sinusoïdale dont l'amplitude augmente jusqu'à la limite fixée par la ten-

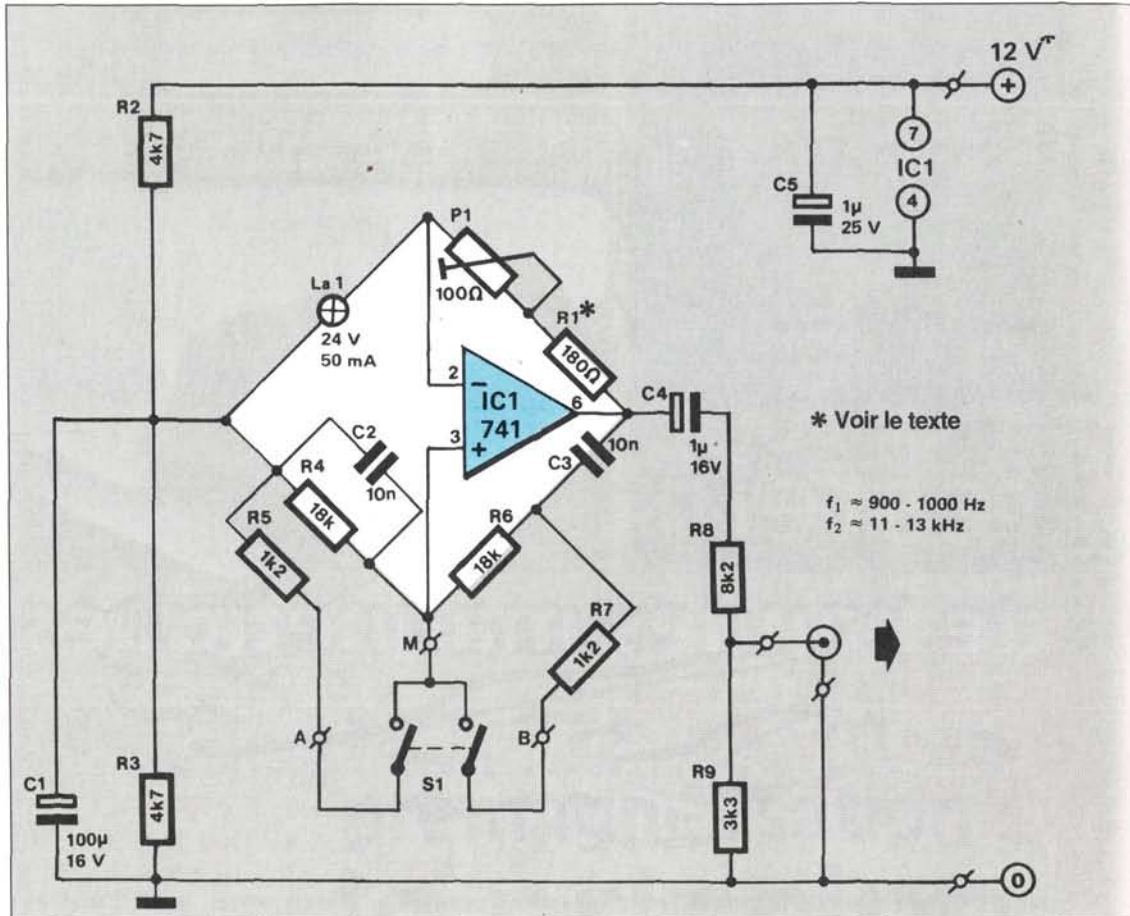


Figure 2 - Le circuit complet de l'oscillateur de test à deux fréquences stabilisées en amplitude.

sion d'alimentation de l'amplificateur. À cette limite, la sinusoïde est très distordue ce qui n'est naturellement pas souhaité.

S'il était possible de maintenir le gain au moyen de R_b et R_c à 3 exactement, dès que l'amplitude de l'oscillation a atteint le niveau désiré, elle resterait stable. Deux résistances ordinaires ne permettent jamais d'obtenir ce résultat précisément, il faut donc se creuser la tête pour trouver autre chose. Nous avons trouvé, et pas plus loin que sur le circuit de la figure 2, qu'en remplaçant R_b par une résistance à coefficient de température positif (CTP), nous touchions la solution du problème. Une résistance de ce type augmente quand la tempéra-

re croît. C'est tout à fait ce qui se passe dans une petite lampe à incandescence, et c'est pourquoi notre CTP s'appelle La1. À la mise sous tension, le circuit n'oscille pas encore et aucun courant ne parcourt la lampe : le filament est froid et sa résistance petite. Le potentiomètre P1 est positionné pour que le gain de l'amplificateur opérationnel soit alors supérieur à 3. Le circuit commencera donc à osciller et l'amplitude des oscillations à croître. Un courant traverse alors la lampe, le filament commence seulement à chauffer et sa résistance à augmenter. Pour une amplitude bien déterminée (dépendante de P1), la résistance de la lampe devient suffisamment grande pour que le gain de l'amplificateur opérationnel passe à 3. Si l'amplitude des oscillations menaçait, ne serait-ce qu'un tout petit peu, de

vaciller, La1 par sa température et sa résistance entreprendrait aussitôt quelque chose pour l'en empêcher : l'amplitude reste stable.

Avec les composants choisis et quand S1 est ouvert, le circuit oscille à une fréquence stable d'environ 950 Hz. Si S1 est fermé la fréquence des oscillations passe à environ 12 kHz. La lampe est indifférente à la fréquence (c'est une résistance) et seule sa température importe. C'est pourquoi l'amplitude des oscillations ne varie pas d'une fréquence à l'autre.

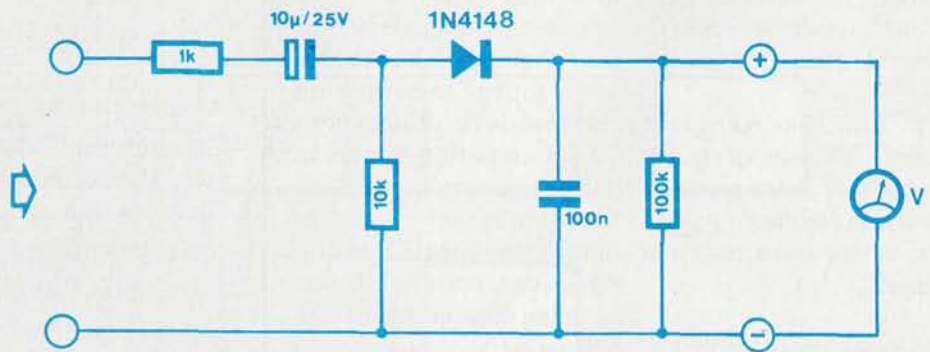
construction

Installer tous les éléments du montage sur une platine d'expérimentation ou sur un circuit de votre fabrication ne pose évidemment pas de problème. Un support pour le circuit intégré sera le bienvenu mais vous pourrez souder l'ampoule par deux fils directement sur la plati-

(*) Les fanatiques du calcul auront peut-être trouvé $1/5$. Qu'ils ne nous en veuillent pas, le calcul est complexe et un facteur $i^2 = -1$ (!) y intervient.

(1) Bruit provoqué par l'agitation (thermique surtout) des électrons, ailleurs appelé bruit de fond, désagréable en audio et très utile ici.

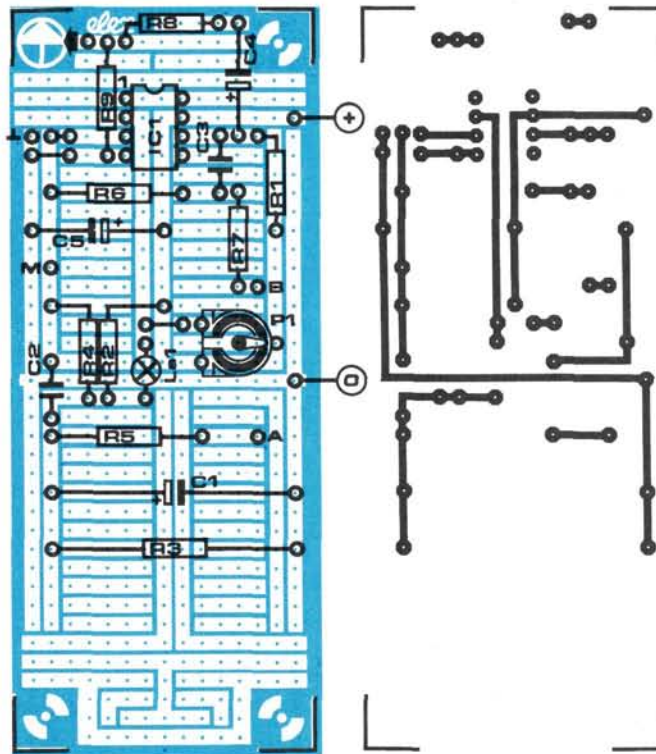
Figure 3 - L'indicateur de niveau du magnétophone ou un multimètre ordinaire ne sont pas assez fiables pour les mesures. C'est la raison d'être de ce circuit auxiliaire de redressement et de filtrage.



ne. Quand vous aurez fini de souder et que vous aurez alimenté le circuit, vous ouvrirez S1 et vous mesurerez (calibre 5 V alternatif) la tension entre la masse et le point situé entre C4 et R8 que vous porterez à 3 V environ en jouant sur P1. Pour alimenter, un petit bloc de secteur de 12 V continus ou deux piles de 9 V que vous couplerez en série suffiront. Vous pourrez enfin ranger le tout dans un boîtier dont ne dépasseront que S1 et une embase *cinch*, puis passer aux choses sérieuses.

mise en œuvre

Nous y voilà. La sortie du testeur de bande magnétique sera reliée par un câble blindé à une entrée *line in* du magnétophone à cassette. Ensuite - vous pouvez reprendre votre souffle et vous dégourdir les jambes. Triste nouvelle au retour : le VU-mètre du magnétophone de même que votre multimètre analogique ou digital (non, encore une fois, c'est numérique !) ne sont pas fiables (Hic et nunc**). Vous êtes surpris ? Si votre magnétophone à cassette est équipé d'instruments de contrôle du genre VU-mètre ou modulomètre, ceux-ci sont souvent calibrés "vers le haut" : ils sont plus sensibles aux hautes fréquences et ne nous seront donc d'aucune utilité. Si votre appareil dispose d'un crête-mètre à LED, vous n'aurez



liste des composants

- R1 = 180 Ω
- R2, R3 = 4,7 k Ω
- R4, R6 = 18 k Ω
- R5, R7 = 1,2 k Ω
- R8 = 8,2 k Ω
- R9 = 3,3 k Ω
- P1 = 100 Ω
- C1 = 100 μ F/16 V
- C2, C3 = 10 nF
- C4 = 1 μ F/16 V
- C5 = 1 μ F/25 V
- IC1 = 741
- La1 = 24 V/50 mA
- S1 = interr. bipolaire

divers :

le circuit auxiliaire est composé :
de résistances de 1 k Ω , 10 k Ω , et 100 k Ω ,
de condensateurs de 100 nF et 10 μ F/25 V
et d'une diode 1N4148.

platine d'expérimentation
de format 1
support de CI pour IC1
embase *cinch* (RCA)
coffret

pas de précision supérieure à 5 dB dans le domaine considéré, ce qui est beaucoup trop approximatif. Et pour finir, à moins que vous ne disposiez d'un appareil coûteux, le domaine des fréquences dans lequel votre multimètre peut travailler est aussi beaucoup trop étroit. Il est conçu pour des fréquences voisines de celles du secteur (vérifiez sur la notice). Bon, ce n'est pas grave, vous vous bricolez le montage de secours représenté sur la **figure 3** et vous y reliez votre multimètre (calibre 10 V ou 20 V conti-

nus). Votre circuit de mesure vient sur votre amplificateur à une sortie de haut-parleur (débranché pour l'occasion si l'amplificateur n'est pas à lampes). Ensuite vous réglerez votre amplificateur sur "mono", sur "TAPE-Monitor" ou "TAPE", puis vous mettrez finalement le magnétophone à cassette et l'amplificateur sous tension.

- Chargez une cassette dans le magnétophone, mettez-le en position "Enregistrement" et appuyez sur "Pause".
- Si votre appareil dispose de trois têtes et donc d'une posi-

tion "Contrôle d'enregistrement" (monitoring en anglais) commutez-le sur "Source".

- Le testeur de bandes magnétiques est alors mis en service à 1 kHz.

- Vous réglez maintenant le niveau de façon que le VU-mètre du magnétophone vous indique -20 dB environ.

- Puis vous jouez sur le volume au moyen du potentiomètre jusqu'à ce que l'aiguille de votre multimètre dévie d'environ une moitié de cadran.

- Commutez alors votre testeur de bandes alternativement sur 1 kHz et sur 12 kHz et tournez le bouton de tonalité aussi long-

(**) Ici et maintenant.

temps que vous n'avez pas obtenu pour les deux fréquences la même indication sur le multimètre.

• Pour finir vous corrigez à nouveau l'indication en réglant le volume de votre appareil pour que l'aiguille du multimètre retrouve sa position médiane.

Ce n'étaient que les préliminaires. Passons, si vous le voulez bien, à l'essentiel. Si votre magnétophone dispose d'un **Monitoring** et d'un **bouton de commande de prémagnétisation** (*Bias fine* ou *Bias adjust*, polarisation) commutez sur "Monitor" et enregistrez en changeant à nouveau alternativement la fréquence de votre montage, en recherchant chaque fois, avec la commande de prémagnétisation, la position qui, pour les deux fréquences, donne la même indication au multimètre. La position ainsi trouvée est la position optimale et vaut pour le type et la marque de cassette qui se trouve dans l'appareil.

Si vous disposez d'un **Monitoring** mais sans bouton de commande de **prémagnétisation**, vous devez chercher le type et la marque de cassette qui vous permettent d'obtenir la même indication de votre voltmètre pour les deux fréquences. Ce type de cassette une fois trouvé, la marque aussi importe, vous aurez tout intérêt, pour vos enregistrements de qualité, à ne plus utiliser que lui.

Vous pouvez ne pas disposer d'un **Monitoring** mais d'un **bouton de commande de prémagnétisation** ; placez pour commencer ce bouton à mi-course et enregistrez pendant 10 s à 1 kHz et pendant 10 autres secondes à 12 kHz. Repassez l'enregistrement en observant le comportement de l'aiguille de votre multimètre. Si pour la fréquence la plus haute la déviation est plus grande

que pour la fréquence de référence, vous recommanderez l'enregistrement après avoir tourné le bouton de commande de prémagnétisation un petit peu vers la droite (ou vers la gauche). Recommencez cette manœuvre jusqu'à ce que vous ayez, pour ce type de cassette, obtenu la position optimale.

Si vous ne disposez ni d'un **Monitoring** ni d'un **bouton de commande de prémagnétisation**, vous pouvez cependant trouver en essayant plusieurs types de cassettes, celui qui convient le mieux à votre magnétophone. La plupart des appareils sans commande de prémagnétisation disposent d'ailleurs d'un potentiomètre qui permet de la régler. Avec un peu de chance, et en ouvrant l'appareil vous le débusserez, il est souvent repéré.

pour conclure

Si les valeurs données par votre multimètre pour les deux fréquences ne sont séparées que de 10%, vous pouvez vous rassurer, ça correspond juste à 1 dB et c'est une très bonne valeur. Il resterait à ajouter qu'il ne faut jamais utiliser un amplificateur à lampes en débranchant ses haut-parleurs, ceci pourrait lui être fatal. Point final.

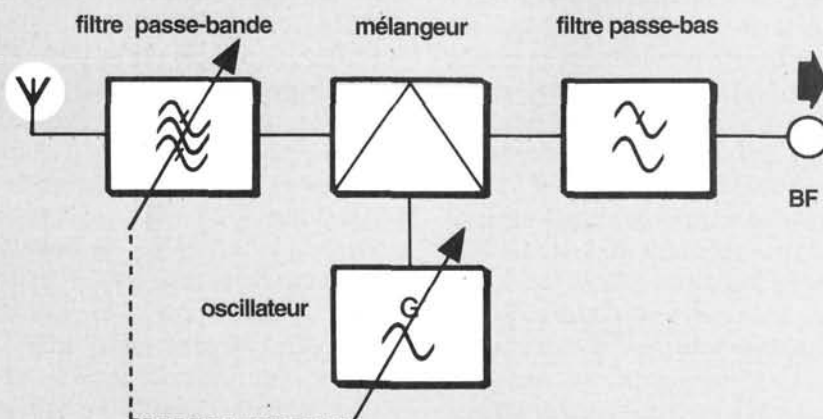
« Vous dites ? » Cette remarque vient trop tard ! Apprenez, cher lecteur, que ce qui est important dans un article ou quelque énoncé que ce soit, se trouve toujours entre la première lettre du titre et le point final et qu'il est bon d'avoir tout lu avant d'entreprendre***.

(***) Bien sûr que non, nous ne vous en voulons pas, l'ampli avait fait son temps et il consommait tant...

Dis donc...

- ... tu connais le dernier truc avec l'enregistrement de cassettes ?
- Aucune idée, raconte !
- Cet après-midi, avec Eugène, on a collé du papier sur la tête d'effacement et on a pu enregistrer sans effacer ce qui était déjà sur la bande.
- Rien d'étonnant
- Pour moi si. Comment ça se passe ?
- C'est le champ magnétique produit par la tête qui efface la bande. Si vous éloignez la bande de la tête -et c'est ce que vous faites avec votre papier- vous empêchez le flux magnétique d'atteindre la bande, et l'effacement ne se produit pas.
- Champ magnétique ? je croyais que c'était la tête d'enregistrement qui produisait un champ magnétique.
- Bien sûr. La bande est couverte d'une couche d'oxyde métallique qui conserve la magnétisation imposée par la tête d'enregistrement...
- ...jusqu'à ce qu'on l'efface.
- C'est le travail de la tête d'effacement. Elle remet en place les particules qui avaient été orientées par la tête d'enregistrement.
- Elle démagnétise en quelque sorte. Mais comment ?
- La tête d'effacement fonctionne exactement comme la tête d'enregistrement, mais au lieu d'être alimentée par une tension à basse fréquence qui reproduit le son, elle reçoit une tension à haute fréquence.
- On ne fait pas de la radio, on est bien en basse fréquence, non ?
- Tout est relatif. Les 50 kHz de la tension d'effacement sont une haute fréquence, du point de vue audio.
- C'est peu pour une haute fréquence.
- C'est bien suffisant ici. La bande ne peut pas enregistrer une fréquence aussi élevée et le résultat est une magnétisation à peu près uniforme de la couche d'oxyde.
- Et l'enregistrement disparaît.
- L'enregistrement existant se trouve noyé dans le souffle qui reste après l'effacement.
- Tu as parlé de générateur d'effacement. Est-ce que ça a quelque chose à voir avec les génératrices ou les alternateurs ?
- Oui et non parce que les deux doivent produire un courant alternatif. Mais ton alternateur est entraîné par une turbine ou un moteur et il doit délivrer beaucoup de puissance.
- À 50 Hz alors que notre générateur fonctionne à 50 kHz.
- Ce n'est pas la seule différence. Notre générateur est un simple oscillateur électronique.
- Oscillateur ?
- C'est un circuit qui délivre une tension alternative de la forme et de la fréquence voulue.
- Et si on essayait d'effacer avec un aimant alternatif ?
- C'est cela, avec un gnomomètre incorporé. Retourne donc jouer avec Eugène, et ne mélange pas mes cassettes avec les tiennes.

La caractéristique d'un récepteur à conversion directe est que le signal capté est mélangé directement à un signal à basse fréquence. La fonction des filtres est symbolisée par celle des oscillations qui est barrée : les fréquences supérieures et inférieures sont éliminées par le filtre passe-bande, les fréquences supérieures par le filtre passe-bas.



récepteur à conversion directe

1^{ère} partie

SSB, CW et RTTY

En anglais, conversion directe s'abrège par *DC*, qui est aussi l'abréviation de courant continu (*direct current*). Pour les radio-amateurs, la fréquence de 3,75 MHz est si basse qu'ils appellent la bande des 80 m bande du « courant continu » ! Comme nous écrivons en français, nous ne pourrions pas faire de jeu de mots avec la confusion entre conversion directe et courant continu. Dommage. Reste à savoir ce que sont la BLU, le CW, le RTTY et la bande des 80 m.

La bande des 80 m est une des plus agréables à écouter, grâce à son caractère varié. Pendant la journée, il est possible de capter de nombreuses stations à quelques centaines de kilomètres. Le soir, ce sont des émetteurs de toute l'Europe qui retentissent ; tôt le matin, il est possible de capter des émetteurs d'Amérique, quand il fait encore nuit là-bas.

Tout ce qu'il faut pour bien recevoir la bande des 80 m, c'est une bonne antenne et un récepteur sélectif. Un récepteur sélectif n'est pas forcément cher et encombrant, celui que nous décrivons ici en est la preuve.

Avant de nous plonger dans la description du récepteur à conversion directe, il convient d'examiner ces trois sortes de modulation. Toutes les trois ont un point commun : tout se passe comme si l'émetteur ne produisait qu'une porteuse pure. Pour le morse (CW), la porteuse est émise ou non suivant la position du manipulateur ; pour les radio-télétypes (RTTY), la fréquence de l'émetteur saute d'une fréquence (point ou *mark*) à une autre (espace ou *space*). Enfin, dans le mode **bande latérale unique** (SSB), la fréquence du signal émis est déterminée par la somme (ou la différence) de deux fréquences : celle de la porteuse et celle du signal modulant (suivant qu'on émet en bande latérale supérieure, *Upper Side Band* ou inférieure, *Lower side Band*). Prenons quelques exemples chiffrés. Supposons que nous écoutons une station qui émet sur 3,6 MHz. Si l'émission est en morse, la porteuse est produite quand l'opérateur actionne son « manipulateur » et disparaît quand il le relâche. Il n'y a de porteuse sur 3,6 MHz que quand l'opérateur émet un « point » ou un « trait », qui se distinguent par la durée d'émission de la porteuse.

Si l'émetteur envoie des télex (RTTY), la fréquence de la porteuse varie aux environs de 3,6 MHz. Si le signal émis est un « 1 » (*mark*), la fréquence sera par exemple de 3,5999 MHz, et pour un « 0 » (*space*) de 3,6001 MHz.

Si l'émission est en bande latérale unique, un signal à 1000 Hz sera transmis par une porteuse de 3,601 MHz (bande supérieure) ou de 3,599 MHz (bande inférieure). Dans un émetteur normal en modulation d'amplitude, les deux bandes latérales sont émises avec la fréquence centrale de la porteuse, ce qui produit un spectre plus encombrant.

du mélangeur à la basse fréquence

Après cette description sommaire des différents systèmes de modulation que notre récepteur permet de capter, venons-en au principe de la conversion directe. Le schéma synoptique ci-dessus n'a rien d'impressionnant, puisqu'il ne comporte que quatre parties : un filtre passe-bande, un oscillateur, un étage mélangeur et un filtre passe-bas.

Le filtre passe-bande a comme tâche de ne laisser passer, de tous les signaux qui lui parviennent, que ceux dont la fréquence se situe dans la bande des 80 m que nous voulons écouter. Les signaux qui ont traversé le filtre parviennent directement à l'étage mélangeur où ils sont mélangés au signal qui provient de l'oscillateur d'accord ou oscillateur local. Le mélange n'a rien à voir avec ce qui se produit dans une table de « mixage » audio. Le mélangeur ne donne pas la somme des tensions d'entrée, mais la somme et la différence de leur fréquence. Dans un récepteur à conversion directe, ce n'est pas la somme des deux fréquences d'entrée qui nous intéresse, mais leur différence. L'oscillateur d'accord est conçu de façon à fournir un signal* de fréquence proche de la fréquence incidente**. Voyons cela en détail avec un exemple chiffré. Supposons que nous voulons écouter l'émetteur de l'exemple précédent, en morse sur 3,6 MHz. Nous allons accorder l'oscillateur local sur 3,599 MHz, et mélanger son signal avec le signal incident à 3,6 MHz. Le résultat du mélange, pour la partie qui nous intéresse, est une fréquence audible de 1 kHz. Si l'émetteur s'arrête, c'est-à-dire pendant les pauses normales entre les points ou les traits, le mélangeur n'a plus de signal à 3,6 MHz à mélanger au signal de l'oscillateur local, il n'y a plus de fréquence de différence, donc plus de fréquence audible.

Pour les signaux de radio-télétype, dont la fréquence oscille autour de 3,6 MHz, le processus est le même dans les grandes lignes. Dans ce cas, l'oscillateur local est accordé, par exemple, sur 3,5999 MHz. Le résultat du mélange est soit une fréquence de 1 kHz pour les 1 (mark), soit une fréquence de 1,2 kHz pour les 0 (space). Reste le cas de la modulation en BLU (bande latérale unique). Notre oscillateur local est accordé sur 3,6 MHz. Si l'émetteur transmet un signal à 1 kHz, sa porteuse est à 3,601 MHz, et la différence entre la fréquence locale et la fréquence incidente est 1 kHz. Si l'émission se fait en bande latérale inférieure, la différence entre 3,5999 MHz et 3,6 MHz est toujours de 1 kHz.

On peut constater, sur ce dernier exemple, que le résultat est le même quel que soit le signal qui est soustrait de l'autre. Dans tous les cas, le mélangeur délivre un signal qui peut, après amplification, attaquer un haut-parleur. Voilà ce que recouvre le terme conversion directe : le signal capté par l'antenne est transformé par mélange en un signal à basse fréquence, sans recours à un étage de détection ni à des étages à fréquence intermédiaire. La bande passante utile en basse fréquence est très limitée : 2,5 kHz en BLU, tout juste 1 kHz en morse et en radio-télétype. Rien d'étonnant à ce que le mélangeur soit suivi d'un filtre passe-bas pour limiter la bande passante du récepteur.

La figure 2 ci-contre représente la transcription en cuivre et en silicium du schéma synoptique de la figure 1. Surtout en silicium, car les circuits accordés ne sont pas nombreux : il n'y a pas d'étage à fréquence intermédiaire et l'accord est réalisé par des diodes varicap. Il n'y a pas beaucoup de silicium non plus car les concepteurs ont fait jouer plusieurs rôles à l'unique circuit intégré. En somme un petit schéma, même s'il est un peu compliqué.

Voyons comment fonctionne cette petite merveille. Le signal capté par l'antenne arrive par le condensateur C1 au circuit oscillant parallèle L1/C2/C3/C4/D1. Ce circuit fonctionne comme un filtre passe-bande ; il est accordé par la diode varicap D1. Les signaux qui passent le barrage de ce filtre passe-bande sont appliqués par C5 au circuit intégré CA3080. Le symbole pourrait vous laisser croire qu'il s'agit d'un amplificateur opérationnel ordinaire. Il n'en est rien : il s'agit d'un amplificateur à gain programmable. Vous remarquerez la broche 5, qui ne sert pas à la compensation du décalage en entrée, comme sur un 741 banal (les autres broches ont les mêmes fonctions). Cette broche sert à régler le gain de l'ensemble, par l'intensité du courant qui y est injecté.

Comme ce courant dépend de l'amplitude instantanée du signal de l'oscillateur local, le gain « oscille », ce qui produit le mélange de fréquences souhaité. L'alimentation de la broche 5 n'est pas le seul facteur qui influe sur le gain de l'amplificateur, il y a aussi une boucle de contre-réaction, comme

*C'est par là que devrait commencer une réforme censée de l'orthographe : un œil çigne pour chaque çon.

**On peut rire, mais faut pas exagérer. Déçu ?

elex abc

diode varicap

Toutes les diodes présentent une capacité entre anode et cathode. Les diodes varicap (marque déposée) ont une capacité variable en fonction de la tension continue qui règne à leurs bornes. Elles sont utilisées comme des condensateurs variables à commande électrique et non mécanique. Elles les remplacent avantageusement du fait de leur faible encombrement

et de l'absence de toute partie mécanique. De plus, il est très simple de « synchroniser » les variations de capacité de plusieurs diodes, en les commandant par la même tension, comme dans le circuit du récepteur à conversion directe.

fréquence de coupure

La fréquence de coupure d'un filtre est celle pour laquelle le signal de sortie est atténué de 3 dB (décibels) par rapport au signal d'entrée. C'est la fré-

quence pour laquelle le filtre commence à produire son effet : la puissance est divisée par 2 ou la tension par $\sqrt{2}$.

onde porteuse

Un émetteur produit une oscillation de fréquence déterminée. Si la tension correspondante est appliquée à une antenne, elle produit un champ électromagnétique, l'onde porteuse. Si l'onde porteuse est modifiée d'une façon ou d'une autre par le

signal à transmettre, on parle de porteuse modulée.

modulation

La modulation consiste à superposer une information (parole, musique, signaux numériques, etc) à une tension alternative à haute fréquence (la porteuse). Il existe plusieurs procédés de modulation : des modifications de l'amplitude (MA), de la phase ou de la fréquence (MF), ou encore en « tout ou rien ».

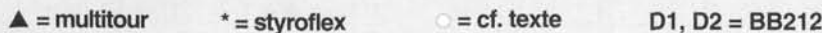
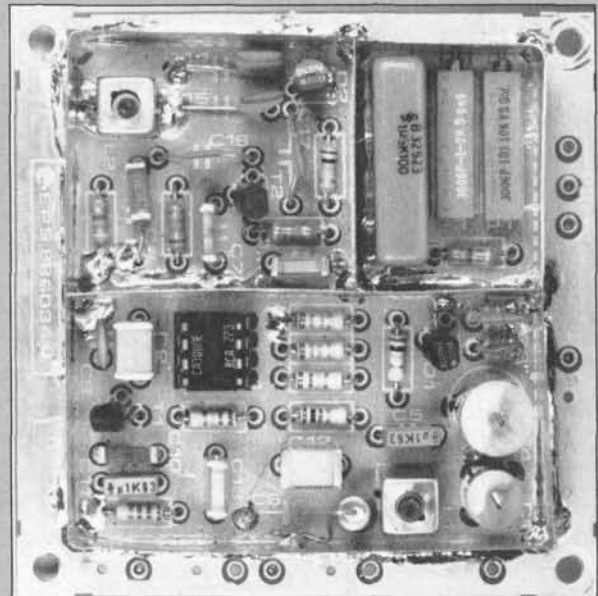
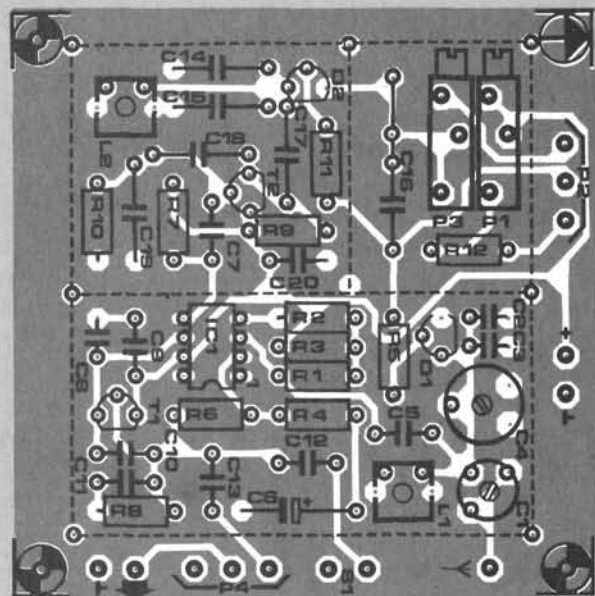
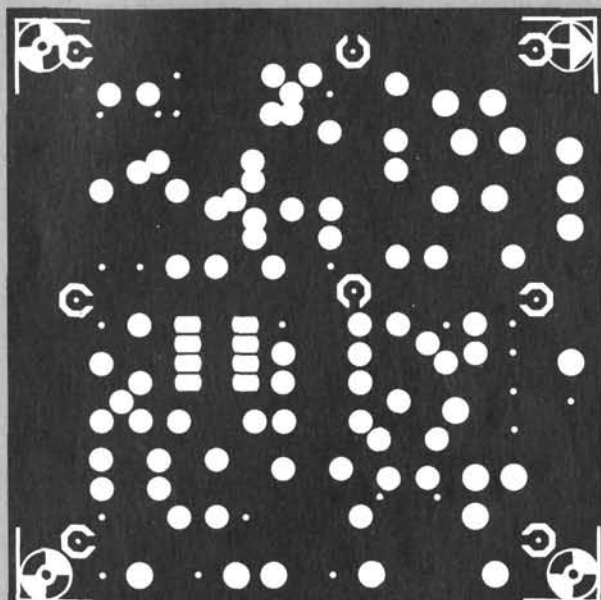
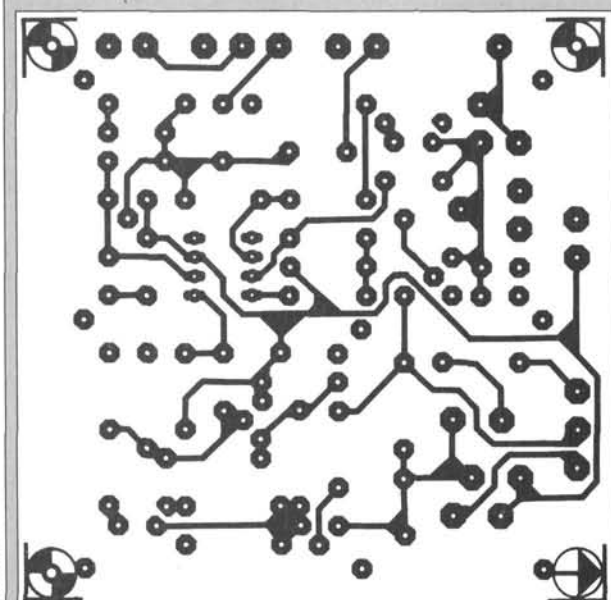


Figure 2 - Le schéma synoptique n'est guère reconnaissable dans ce schéma détaillé. C'est parce que le circuit intégré cumule les fonctions de mélangeur et de filtre passe-bas, par sa boucle de contre-réaction.

sion/courant dans R8, ce qui abaisse l'impédance de sortie. Ensuite la boucle fonctionne comme un filtre passe-bas, dont la fréquence de coupure dépend surtout de la valeur de C11. Si nous augmentons cette valeur, la courbe du filtre se décalera vers le bas, ce qui veut dire que la bande pas-

sante se rétrécira. Regardez bien en haut à droite, vous voyez que le condensateur C12 peut être connecté en parallèle sur C11, ce qui porte à 570 nF la capacité totale et réduit la bande passante du récepteur.



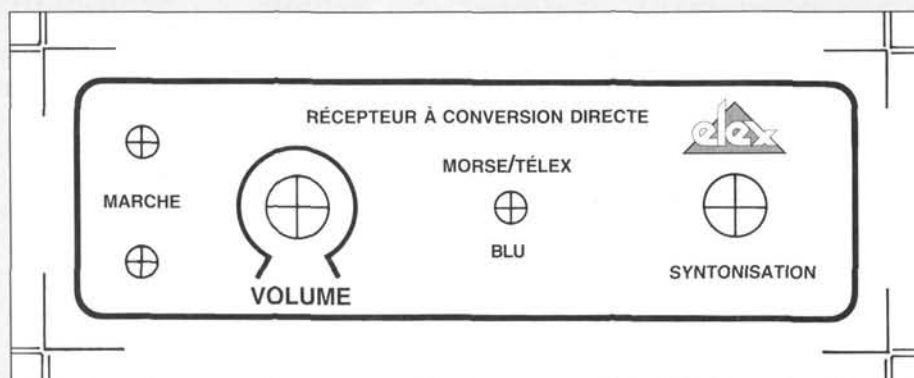
et l'oscillateur ?

Voilà, voilà ! L'oscillateur est organisé autour de T2, un transistor à haute fréquence, comme vous l'auriez deviné. Sa fréquence est déterminée par le réseau L2/D2, accompagné d'une tripotée de condensateurs. La diode D2 joue ici aussi le rôle d'un condensateur variable pour l'accord du circuit oscillant. Pour garantir à l'oscillateur la stabilité maximale, les condensateurs marqués d'une petite étoile*** doivent être d'un type particulier utilisé en haute fréquence : à diélectrique styroflex. L'accord du filtre passe-bande d'entrée et celui de l'oscillateur local se font par la variation de la tension continue appliquée aux diodes

varicap D1 et D2. La tension de commande des varicaps est fournie par le potentiomètre P2, dans les limites fixées par les résistances variables P1 et P3. Comme les deux diodes varicap sont commandées par le même poten-

tiomètre, la fréquence d'accord des deux circuits varie parallèlement, en maintenant la même différence entre le filtre d'entrée et l'oscillateur local.

***Asterisque veut dire petite étoile.



liste des composants

R1, R6 = 220 kΩ
 R2, R3 = 15 kΩ
 R4 = 100 Ω
 R5, R11 = 100 kΩ
 R7 = 27 kΩ
 R8 = 2,2 kΩ
 R9 = 47 kΩ
 R10, R12 = 4,7 kΩ
 P1 = 10 kΩ rés. variable multitours 89P
 P2 = 10 kΩ potentiomètre multitours
 P3 = 2,5 kΩ rés. variable multitours 89P
 P4 = 100 kΩ logarithmique
 C1 = condensateur variable 10 pF
 C2 = 330 pF
 C3 = 470 pF
 C4 = condensateur variable 40 pF
 C5, C11,
 C20 = 100 nF
 C6 = 4,7 μF/16 V
 C7 = 1 nF
 C8 = 390 pF
 C9, C12 = 470 nF
 C10 = 1,5 nF
 C13 = 47 nF
 C14, C18 = 470 pF styroflex
 C15 = 220 pF styroflex
 C16 = 1,5 μF MKT
 C17 = 270 pF styroflex
 C19 = 1,5 nF styroflex
 L1, L2 = 20 spires de fil de cuivre émaillé
 Ø 0,2 mm sur un noyau NEOSID 7A1S (réf 06955500)
 D1, D2 = BB212
 T1 = BF256B
 T2 = BF494
 IC1 = CA3080E
 S1 = interrupteur unipolaire
 chutes de tôle 40 × 1,5 cm
 circuit imprimé

ce n'est qu'un au-revoir

Pour la réalisation de ce récepteur, nous avons le choix entre deux solutions : monter le récepteur sur plusieurs platines d'expérimentation séparées pour éviter les accrochages, ou bien dessiner un circuit imprimé avec un plan de masse et des blindages en fer-blanc. C'est la deuxième solution qui a été retenue : le circuit double face ci-contre. Nous attaquerons la réalisation, et surtout les réglages, le mois prochain, après que vous vous serez procuré les composants de la liste ci-dessus et que vous aurez reproduit le circuit imprimé ou acheté un exemplaire gravé, percé, sérigraphié, prêt à l'emploi. La suggestion de face avant que vous trouverez ci-contre (à une échelle réduite – environ 80%) vous permettra de réfléchir au choix d'un boîtier approprié (en métal de préférence) et à la disposition des organes de commande. Pour l'instant, le potentiomètre de volume est celui de la sortie BF. Quand le récepteur sera couplé à un amplificateur BF, cela pourra devenir le bouton de volume de cet amplificateur.

886034

(à suivre)

à CLERMONT-FERRAND 63000

ELECTRON-SHOP

c'est "LE TEMPLE DU COMPOSANT"

- 10 000 références en stock permanent.
- Dans tous les domaines, des composants actifs ou passifs, mesure, kit ou accessoires; nous ne vendons que des marques renommées.
- Tous les mois des promotions.

Une visite s'impose aux
20-23 Av. De La République
Tél : 73.92.73.11 - 73.90.99.93

ST QUENTIN RADIO

6 rue St Quentin
 75010 PARIS

**CATALOGUE COMPOSANTS
 ELECTRONIQUE**

Nos clients à propos de notre catalogue

"Compliments pour votre catalogue : très bien conçu et très pratique, il correspond à un besoin réel".
 Ateliers pacific 37 à FONDETTES 37000.

"S'il y avait un prix du meilleur distributeur de composants, je vous le décernerais. En effet, que ce soit sur place ou par correspondance je n'ai toujours eu qu'à me louer de vos services : stock assuré, rapidité, service très sympathique, personnel compétent. Merci, continuez. Amicalement".
 M FONTAINE à EVRY 91000

15F (*) au comptoir
30F(*) par correspondance
 (*) remboursable au premier achat dépassant 200F
Gratuit pour entreprises et administrations, joindre papier à en-tête.

Tél 40 37 70 74 Télécopie 40 37 70 91

Un dipmètre est destiné d'abord à la mesure de la fréquence de résonance des circuits oscillants parallèles. Il est utilisable aussi comme inductancemètre, comme capacimètre, comme mesureur de champ ou comme émetteur de test. Ce sont donc cinq appareils de mesure différents que nous avons sous la main dans le même petit boîtier pratique.

Il ressort de ce qui précède que le dipmètre est une sorte de module-miracle. On peut dire avec raison que c'est l'outil de base du laboratoire de l'amateur de hautes fréquences. C'est d'autant plus vrai que le coût de la construction de ce petit circuit n'est qu'une fraction du prix d'achat de l'un quelconque des quatre autres que nous avons cités.

Vous pourriez craindre qu'un appareil aux utilisations multiples comporte un circuit électronique important et compliqué. Il n'en est rien. Il suffit d'un oscillateur stable, réglable dans une grande plage de fréquences, et d'un amplificateur capable de mesurer la tension à haute fréquence de l'oscillateur. Ces deux organes nécessaires et suffisants sont représentés sur le schéma synoptique de la figure 1. La bobine et le condensateur constituent un oscillateur qui détermine la fréquence de sortie du dipmètre. L'amplificateur de mesure capte la tension à haute fréquence et la transforme pour la rendre affichable par un galvanomètre ordinaire.

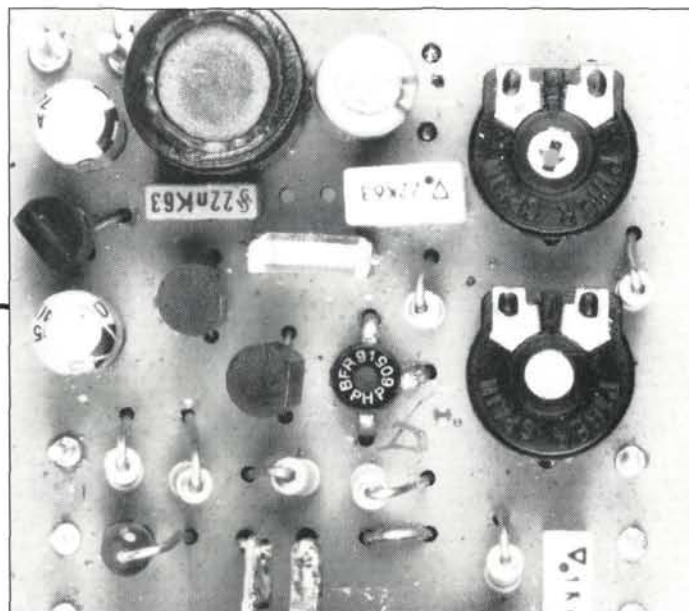
Avant d'attaquer la description du fonctionnement du circuit, nous allons parler un peu de son mode d'emploi. Une idée précise de ce que peut faire cette boîte magique vous permettra de mieux comprendre pourquoi elle est construite ainsi.

la fréquence de résonance des réseaux LC

En règle générale, le radio-amateur doit bobiner lui-même les inductances de ses montages. Le plus souvent, les descriptions de montages indiquent les dimensions et le nombre de spires des bobines à confectionner soi-même, mais une vérification n'est jamais superflue. Un essai dans le montage terminé est toujours long et laborieux. Le dipmètre élimine tous ces problèmes en permettant de mesurer

DIPmètre

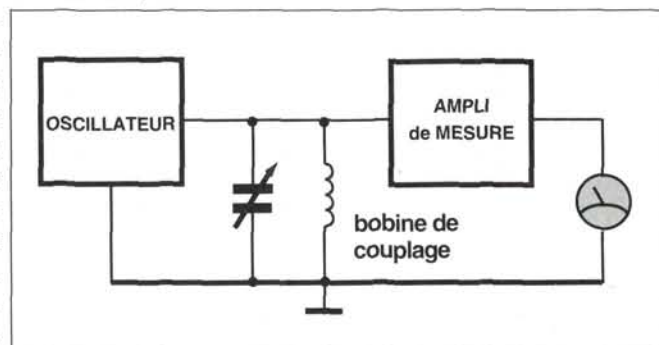
appareil de mesure universel pour l'amateur de hautes fréquences



directement la fréquence de résonance du circuit oscillant dont fait partie la bobine, avant de l'installer dans le montage.

Comment le met-on en oeuvre ? Supposons que vous avez construit un circuit oscillant parallèle dont vous ne connaissez pas la fréquence de résonance. Si vous approchez la bobine du dipmètre de celle de votre circuit, de l'énergie sera absorbée par le circuit oscillant à tester. Le transfert de l'énergie se fait par couplage magnétique, comme entre les enroulements primaire et secondaire d'un transformateur. La quantité d'énergie absorbée

Figure 1 - Un dipmètre est constitué d'un oscillateur, qui peut être accordé par un réseau oscillant parallèle, et d'un amplificateur de mesure qui délivre à un galvanomètre une image de la tension à haute fréquence. La couverture de la plage de 0,1 à 50 MHz suppose l'utilisation de 8 bobines différentes.



dépend de la fréquence de résonance du réseau et de celle du dipmètre. Si les deux fréquences sont égales, la quantité d'énergie transmise est maximale, ce qui provoque une diminution importante de la tension aux bornes de la bobine d'émission, avec comme conséquence une diminution de l'indication du galvanomètre. Donc si nous tenons la bobine du dipmètre à proximité de celle d'un circuit oscillant et que nous tournons le bouton d'accord, la déviation de l'aiguille du galvanomètre doit diminuer brusquement. Si votre bouton d'accord est étalonné, vous pouvez lire directement sur le cadran la fréquence de résonance du circuit à mesurer.

Ce trou s'appelle *dip* en anglais, d'où le nom de dipmètre. Le dipmètre a porté aussi le nom de *grid-dip* au temps où les amplificateurs et les oscillateurs étaient équipés de tubes électroniques. L'oscillateur était construit de telle façon que la tension de grille (*grid*) changeait quand la bobine rayonnait de l'énergie. Le préfixe « grille » ayant disparu, le mot « trou » faisant un peu court, l'appareil s'appelle maintenant dipmètre. Il pourrait encore s'appeler *grid-dip* si nous avions utilisé des transistors à effet de champ, qui possèdent aussi une grille, mais comme nous avons choisi de le construire avec des transistors bipolaires, il faudrait l'appeler *bip-dip*.

le dipmètre comme émetteur de test

Vous avez constaté que le dipmètre contient un oscillateur réglable sur une large plage de fréquences. Rien n'est plus indiqué qu'un oscillateur de fréquence connue pour l'étalonnage d'un récepteur. Il suffit de régler le dipmètre sur la fréquence désirée et de tenir sa bobine à proximité du récepteur. Si le signal est trop puissant et que le réglage du récepteur est impossible du fait de la saturation, éloignez simplement le dipmètre de l'antenne de réception pour affaiblir le signal.

fréquencemètre et mesureur de champ

Notre dipmètre est conçu pour pouvoir servir de fréquencemètre et, accessoirement de mesureur de champ. Il

est possible de bloquer l'oscillateur sans influencer sur l'amplificateur de mesure ni sur la fréquence d'accord du circuit oscillant. Si nous plaçons la bobine à proximité d'un composant où règnent des tensions à haute fréquence (de préférence une bobine), le transfert d'énergie se fera de ce composant vers le dipmètre. Comme notre bobine fait partie d'un circuit oscillant, la quantité d'énergie ne sera notable que si les deux fréquences coïncident.

Tournons le bouton d'accord : nous constatons à un moment donné une déviation de l'aiguille. La fréquence de l'émetteur ou du circuit à tester se lit directement sur l'échelle du dipmètre. En outre, la déviation de l'aiguille donne une idée de la puissance de l'émission : plus l'aiguille dévie et plus la quantité d'énergie HF rayonnée est importante. Cette indication de la puissance émise est utile pour accorder les étages de sortie des émetteurs, aussi bien que pour accorder les filtres des étages intermédiaires.

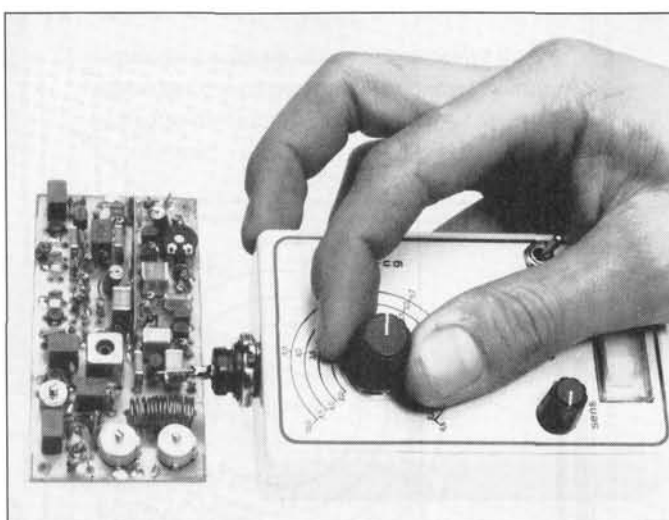
capacimètre et inductancemètre

La fonction première du dipmètre est la mesure de la fréquence de résonance de circuits oscillants. Il est très pratique aussi pour des mesures accessoires et apparentées comme celles des capacités et des inductances. Si vous disposez d'une bobine connue et d'un condensateur inconnu assemblés en parallèle, la mesure de la fréquence de résonance du circuit vous permet de calculer celle des grandeurs qui vous manque. Il suffit de connaître la formule de Thomson¹.

$$f_{\text{rés}} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L \cdot C}}$$

Comme nous connaissons l'inductance de notre bobine, nous pouvons calculer la capacité au moyen de cette formule, qui n'est autre qu'une forme particulière de la formule de Thomson.

$$C = \frac{1}{40 f^2 L}$$



Le cas le plus fréquent est celui d'un condensateur connu associé à une inductance inconnue. Qu'à cela ne tienne ! La mesure de la fréquence de résonance permet encore de se tirer d'affaire, grâce à la formule :

$$L = \frac{1}{40 f^2 C}$$

trois transistors

Le schéma synoptique de la figure 1 vous a laissé supposer que le circuit n'est pas gourmand en composants. Cette supposition se confirme à la vue du schéma complet de la figure 2 : trois transistors, accompagnés de quelques composants passifs, suffisent à remplir toutes les fonctions que nous avons vues plus haut. Le dessin est forcément plus compliqué que celui de la figure 1¹. Notons simplement que l'oscillateur est constitué des transistors T1 et T2. Sa fréquence de résonance est déterminée par l'inductance L3 et les deux diodes varicap D1 et D2. Ces diodes sont montées en parallèle de façon à atteindre la plage de capacité nécessaire, malgré la faible tension d'alimentation du montage. Hélas, une seule bobine ne permet pas de couvrir la plage de fréquence de 0,1 à 50 MHz. En fait, il en faudra 8 différentes. Pour les rendre facilement interchangeables, nous les avons montées sur des fiches DIN pour haut-parleur.

¹Le Major Thompson, n'a rien à voir avec la fréquence de résonance, comme vous pouvez le constater à l'orthographe.

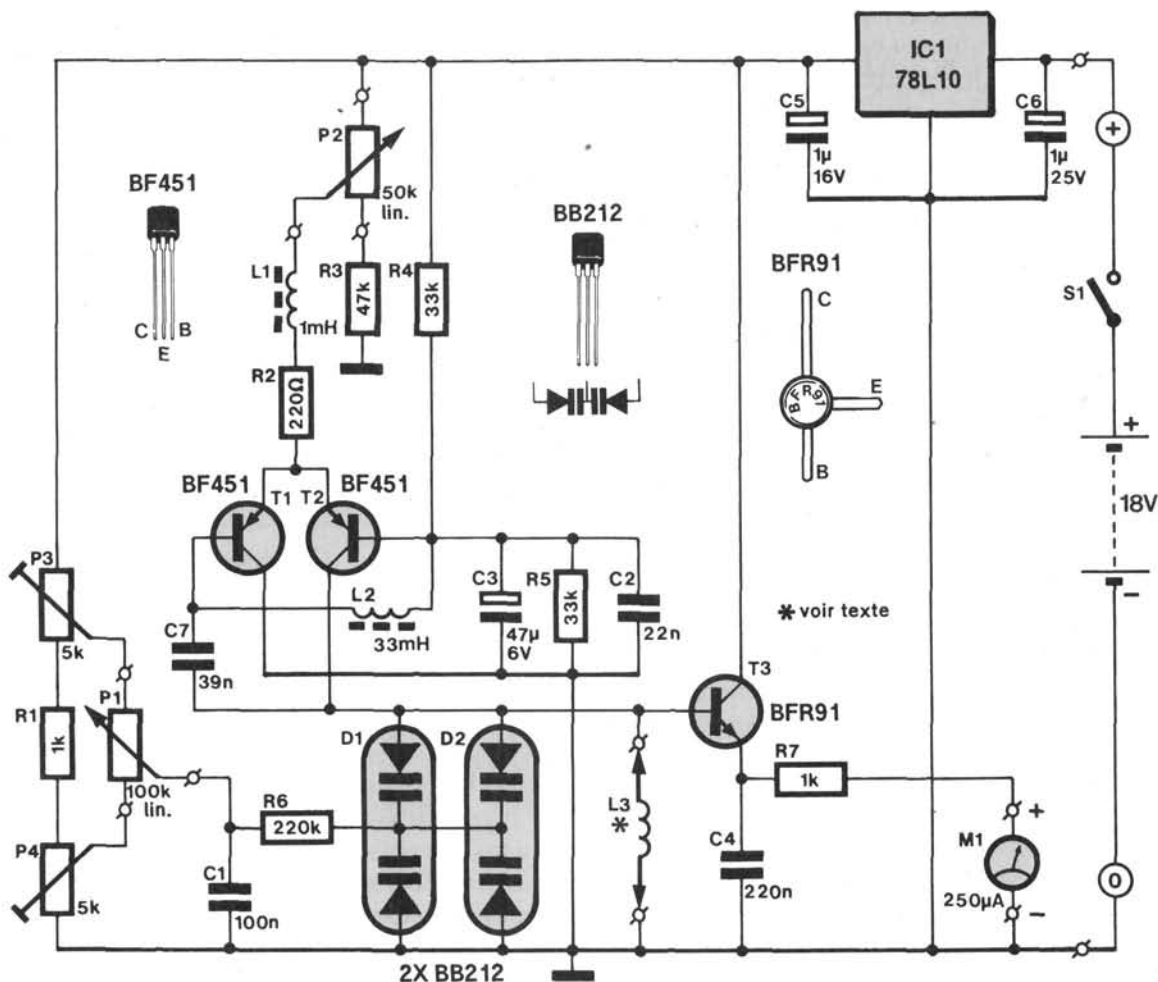


Figure 2 - Le schéma est particulièrement simple pour un appareil de mesure. Deux transistors montés en amplificateur différentiel constituent l'oscillateur. La correspondance entre les bobines L3 et les plages de fréquence est donnée dans le tableau 1.

Le potentiomètre P2 permet de régler l'intensité du courant de collecteur des deux transistors, ce qui fait varier la quantité d'énergie rayonnée sans modifier la fréquence de l'oscillation. Pour entrer un peu plus dans le détail, il faut considérer T1 et T2 comme un amplificateur différentiel dont la réaction est fournie par le condensateur C7 connecté entre le collecteur de T2 et la base de T1.

Le transistor T3 constitue à lui tout seul l'amplificateur de mesure. Il fonctionne en classe C, c'est-à-dire qu'il est normalement bloqué et qu'il ne devient conducteur que lorsque la tension sur L3 est positive et dépasse de 0,6 V celle de l'émetteur. Cette conduction limitée aux alternances positives de la tension HF constitue un redressement. La tension continue pulsée disponible sur l'émetteur de T3 est lis-

F (MHz)	L (H)	F (MHz)	L (H)	F (MHz)	L (H)
0,1 à 0,2	10 m	1,0 à 2,0	100 µ	10 à 20	1 µ
0,2 à 0,45	2,2 m	2,0 à 4,5	22 µ	15 à 40	0,22 µ
0,45 à 1,0	470 µ	4,5 à 10	4,7 µ		

sée par le condensateur C4 et appliquée au galvanomètre M1.

Pour éviter que les variations de la tension d'alimentation aient quelque influence sur la fréquence de l'oscillation, le circuit est alimenté sous tension constante par le régulateur IC1. Si la tension d'alimentation venait à varier, celle de P1, donc celle des diodes varicap, varierait aussi. La tension des varicaps ne dépend pas seulement de la position du curseur de P1, P3 et P4 contribuent aussi à la déterminer, en fixant les limites entre lesquelles elle peut évoluer. Nous avons

dessiné pour le coffret de ce dipmètre une face avant avec une échelle graduée. L'utilisation de cette échelle suppose que vous montiez des inductances standard de la valeur indiquée dans le tableau 1. C'est seulement dans ce cas

qu'il est possible de délimiter toutes les gammes avec les deux mêmes potentiomètres.

Comme vous le voyez sur le schéma, la tension d'alimentation préconisée est de 18 V. Elle résulte de la mise en série de deux piles compactes de 9 V. Vous pouvez l'obtenir aussi d'un petit bloc d'alimentation par le secteur réglé sur 12 V, car leur tension à vide est très supérieure à la tension nominale. Elle est suffisante pour permettre au régulateur 78L10 de fournir sa tension stabilisée de 10 V (il a besoin de 3 V entre l'entrée et la sortie).

liste des composants

R1, R7 = 1 kΩ
 R2 = 220 Ω
 R3 = 47 kΩ
 R4, R5 = 33 kΩ
 R6 = 220 kΩ
 P1 = 100 kΩ lin.
 P2 = 50 kΩ lin.
 P3, P4 = 5 kΩ

C1 = 100 nF
 C2 = 22 nF
 C3 = 47 μF/6 V radial
 C4 = 220 nF
 C5 = 1 μF/16 V
 C6 = 1 μF/25 V radial
 C7 = 39 nF

L1 = 1 mH
 L2 = 33 mH
 L3 = voir tableau 1

D1, D2 = BB212
 T1, T2 = BF451
 T3 = BFR91
 IC1 = 78L10

S1 = interrupteur marche/arrêt
 M1 = galvanomètre 250 μA
 (VUmètre par ex.)

1 embase de haut-parleur DIN
 8 fiches de haut-parleur DIN
 coffret plastique
 circuit imprimé

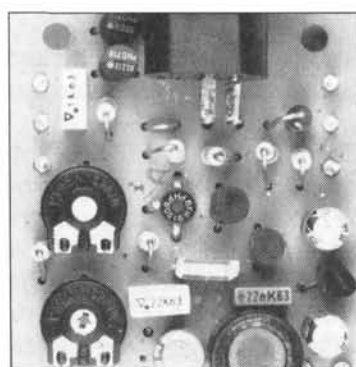
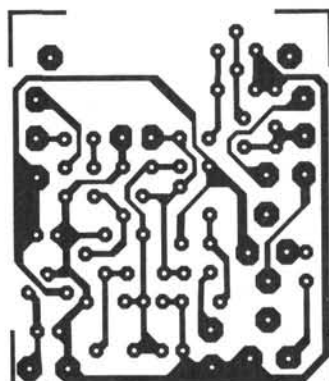
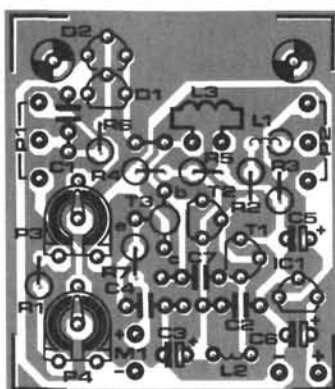


Figure 3 - Le dessin du circuit imprimé du dipmètre est conçu pour réduire à son minimum le risque de faux dips. Il doit être copié très fidèlement.

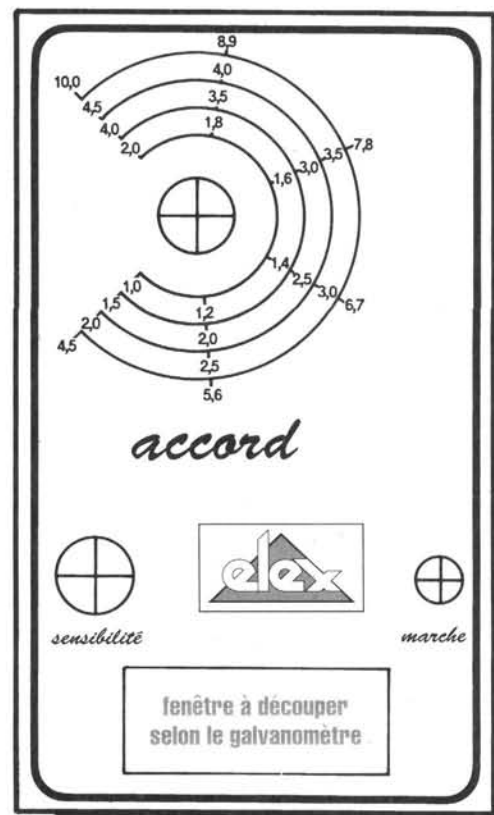


Figure 4 - Les graduations de cette face avant correspondent à un appareil muni des bobines prévues dans le tableau 1 et correctement étalonné.

la construction

Les appareils fonctionnant en haute fréquence ne sont pas toujours faciles à construire. Ou plutôt pas faciles à faire fonctionner correctement. Le défaut le plus courant pour les dipmètres est l'apparition de « faux dips » : l'aiguille retombe pour certaines fréquences alors même qu'aucun circuit accordé ne se trouve dans l'environnement du dipmètre. En fait il s'agit de boucles de câblage qui entrent en résonance du fait de leurs dimensions physiques. Ce défaut n'est pas propre aux appareils de fabrication maison et il se présente aussi sur certains modèles du commerce. Ces faux dips sont gênants dans tous les cas, et encore plus quand ils se situent dans la plage de fréquence que vous utilisez (et vous pouvez considérer que ce sera le cas, du fait de la loi de Murphy).

Pour vous éviter tous ces soucis, nous avons dessiné et testé le circuit imprimé de la figure 3. Vous pouvez vous le procurer tout fait (aux Éditions Publitrone) ou le copier aussi fidèlement que possible (par voie photographique).

L'implantation des composants ne pose pas de problème. Vous pouvez utiliser un coffret en matière plastique, bien que ce soit contraire à toutes les règles qui prévalent en haute fréquence. Un coffret métallique influe sur le comportement du circuit et risque de provoquer de faux dips ou de décaler l'étalonnage de l'oscillateur. L'autre point important est la longueur des fils de câblage : il faut la garder minimale, surtout pour le raccordement de l'embase de haut-parleur destinée aux bobines interchangeables.

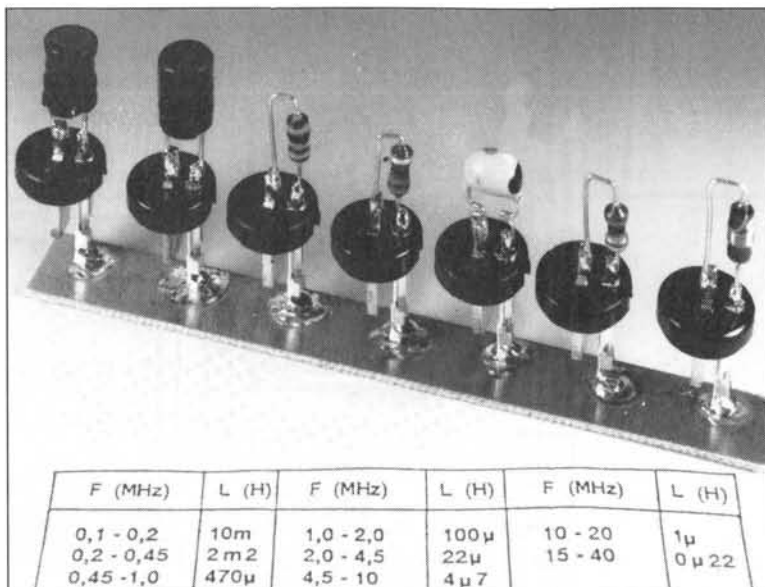
Vous collerez sur le coffret une copie du cadran de la figure 4, ce qui vous évite le soin d'étalonner toutes les plages de fréquence. Une fois les bobines montées sur les fiches de haut-parleur, vous pouvez débrancher votre fer à souder. Attention pour ces bobines : vous les trouverez toutes faites, dans les valeurs standard, mais il en existe de deux sortes, surtout pour les fortes valeurs. La plupart de ces dernières sont bobinées sur un noyau de ferrite, mais certaines sont logées dans un pot en ferrite. Ce pot enferme la bobine et interdit tout rayonnement d'énergie, ce qui ne fait pas notre affaire. Vous reconnaîtrez les pots de ferrite à leur aspect mat, alors que les autres bobines sont recouvertes d'une couche de protection en matière plastique brillante. N'achetez que des

bobines nues, car les autres ne permettraient pas le fonctionnement en dipmètre, même si l'oscillateur oscille. Préparez une planchette munie de trous pour ranger les bobines terminées et les avoir à portée de main **figure 5**.

l'étalonnage

Vous pouvez passer à l'étalonnage sans attendre que le fer à souder ait refroidi. Passez-y le temps nécessaire car il s'agit d'une opération importante pour un appareil de mesure. Il faut disposer soit d'un fréquencesmètre, soit d'un bon récepteur d'ondes courtes, avec un cadran étalonné, ou mieux un affichage numérique de la fréquence. Considérons le cas où vous utilisez un fréquencesmètre. Bobinez sur un crayon une dizaine de spires de fil de cuivre émaillé, retirez le crayon et raccordez la bobine à l'entrée du fréquencesmètre. Enfichez maintenant une des bobines du dipmètre (de préférence dans une gamme de fréquence relativement basse). Mettez le dipmètre en marche et réglez P2 pour que l'aiguille du galvanomètre dévie au maximum. Approchez la bobine de celle qui est connectée au fréquencesmètre et lisez la valeur qu'il affiche. Vérifiez que cette valeur augmente quand vous actionnez le potentiomètre P1 en sens anti-horaire. Si tel n'est pas le cas, intervertissez les connexions des extrémités du potentiomètre. Placez P1 sur la fréquence la plus haute de l'échelle et réglez P3 pour que le fréquencesmètre affiche la même valeur que le cadran. Ramenez P1 à la position de la fréquence la plus basse et réglez P4 pour obtenir, comme ci-dessus, la coïncidence des indications du fréquencesmètre et du cadran. Retournez à la fréquence maximale et retouchez éventuellement le réglage de P3 ; répétez l'opération car les réglages de P4 et P3 s'influencent mutuellement.

Si vous ne disposez pas d'un fréquencesmètre, vous pouvez mener à bien votre étalonnage en écoutant le signal du dipmètre sur un récepteur de radio dans la gamme d'ondes



F (MHz)	L (H)	F (MHz)	L (H)	F (MHz)	L (H)
0,1 - 0,2	10m	1,0 - 2,0	100μ	10 - 20	1μ
0,2 - 0,45	2 m 2	2,0 - 4,5	22μ	15 - 40	0 μ 22
0,45 - 1,0	470μ	4,5 - 10	4 μ 7		

Figure 5 - Le rangement est tout le contraire d'une perte de temps. Vous pouvez prévoir une plaquette d'époxy cuivré munie de cosse soudées ou une planchette de bois percée de trous de 6 mm de diamètre où les fiches entreront à frottement doux.

courtes convenable. Le seul inconvénient est que vous devrez constamment rechercher l'accord sur la nouvelle fréquence. En principe, votre dipmètre est prêt à l'emploi, mais vous ne savez pas encore si les autres gammes de fréquence coïncident avec les indications du cadran. Vérifiez donc chaque bobine, car elles ont toutes une certaine tolérance. Si l'écart est trop grand, supérieur à 5%, essayez-en une autre de même valeur nominale. Si elles présentent toutes un écart du même ordre et de même sens, il vaut mieux remplacer celle qui a servi à l'étalonnage et le recommencer.

le mode d'emploi

Nous avons commencé cette description par un exposé sommaire des possibilités. Trop sommaire pour que nous n'y revenions pas. Vous avez construit un circuit oscillant dont vous voulez vérifier la fréquence de résonance. Commencez par enficher dans le dipmètre la bobine correspondant à la plage de fréquence souhaitée. Mettez le dipmètre en marche et réglez P2, le potentiomètre de sensibilité, de telle façon que l'aiguille du galvanomètre dévie presque à fond de l'échelle. Approchez maintenant la bobine du dipmètre de celle de votre circuit, en

les maintenant sur le même axe, ou sur des axes parallèles et proches. En tournant lentement le potentiomètre P1, vous pourrez voir l'aiguille s'écarter du maximum à un moment donné. Pour affiner la mesure, il faut augmenter la distance entre les deux bobines et chercher à nouveau l'indication minimale. À chaque augmentation de la distance, le trou (dip) se fait plus net et plus important.

Si vous ne connaissez pas la plage de fréquence à utiliser, commencez par la bobine de la plus basse, puis remplacez-la par la suivante jusqu'à trouver le dip. Cette façon de procéder vous évite de prendre une fréquence harmonique pour la fondamentale.

quelques trucs pour finir

Comparé à la plupart des appareils de mesure, un dipmètre n'est pas particulièrement précis, ne serait-ce que par la faible résolution de ses graduations. Ce problème n'en est pas un car le dipmètre ne sert pas à déterminer précisément une fréquence, mais à vérifier que le circuit oscille ou résonne dans la plage désirée. Le réglage final doit toujours se faire avec l'appareil en fonctionnement (il n'est pas trop tard pour dire ici que les mesures au dipmètre se font sur des circuits hors tension). Il y a une différence notable entre un circuit oscillant isolé sur la table et le même inséré et connecté dans un montage. Dans ce dernier cas, les autres composants interviennent par leur capacité dans la détermination de la fréquence.

D'autre part, tous les circuits ne peuvent pas être testés avec un dipmètre. Il est impossible par exemple de tester un circuit dont la bobine est enfermée dans un pot de ferrite, tout comme il est impossible d'utiliser des inductances en pot pour l'oscillateur du dipmètre. Dans l'un et l'autre cas, les transferts d'énergie sont empêchés par le blindage. Si vous tenez à tester ce genre de bobine, il reste la solution de

réaliser le couplage par une bobine de quelques spires en série avec la bobine à mesurer. La fréquence de résonance s'en trouve abaissée, mais vous saurez au moins si l'ordre de grandeur est le bon.

Il se peut que des circuits montés en place ne donnent pas de *dip* significatif. C'est le cas pour les circuits qui se trouvent en série dans la ligne d'émetteur de transistors montés en base commune, car le circuit est trop chargé par le transistor. Les oscillations sont amorties et il faut dessouder au moins un point du circuit oscillant. C'est le cas aussi pour les circuits série, s'ils ne sont pas « bouclés » par au moins un condensateur. On ne peut plus alors parler de circuit série puisque le condensateur supplémentaire le court-circuite pour en faire un circuit parallèle.

886071

abcdefghijklm **elex abc** opqrstuvwxyz

→ les ferrites

Ferrite est le nom générique, et masculin -allez savoir pourquoi-, d'un groupe de matériaux magnétiques utilisés comme noyaux dans les bobines et les transformateurs à haute fréquence. Il s'agit d'oxydes de fer, qui sont isolants comme tous les oxydes métalliques. Les caractéristiques magnétiques sont celles du fer mais les caractéristiques électriques et mécaniques sont celles de la céramique. Un noyau isolant est nécessaire en haute fréquence pour éviter la naissance de courants de Foucault qui consommeraient une part excessive de l'énergie.

Les ferrites sont fabriqués par frittage, c'est-à-dire le moulage sous forte pression et très haute température (1200°) de poudres d'oxydes.

les harmoniques ←

La plupart des oscillateurs produisent, en plus de leur fréquence propre, une série d'oscillations de fréquence multiple. La fréquence propre de l'oscillateur est dite fondamentale et les multiples harmoniques. Certains oscillateurs exploitent cette propriété, par exemple pour piloter un émetteur de radio-commande à 72 MHz avec un quartz de 24 MHz, mais en règle générale les harmoniques sont indésirables. Même si leur amplitude est minime, elle peut devenir gênante dans certains émetteurs. C'est pourquoi les étages de puissance sont précédés de filtres passe-bas qui les atténuent.

TECHNOLOGIES & FORMATIONS

LA REVUE DES ENSEIGNEMENTS TECHNIQUES ET TECHNOLOGIQUES 6 numéros par an

Professeurs et chefs de travaux :
découvrez dans « TECHNOLOGIES & FORMATIONS », les domaines d'intérêt
qui sont les vôtres !

**SCIENCE ET TECHNOLOGIES - VIE INDUSTRIELLE
VIE PÉDAGOGIQUE - EXAMENS ET CONCOURS**

Avant de vous abonner, jugez sur pièce

Veuillez m'adresser, sans aucun engagement de ma part, le prochain numéro
de TECHNOLOGIES & FORMATIONS

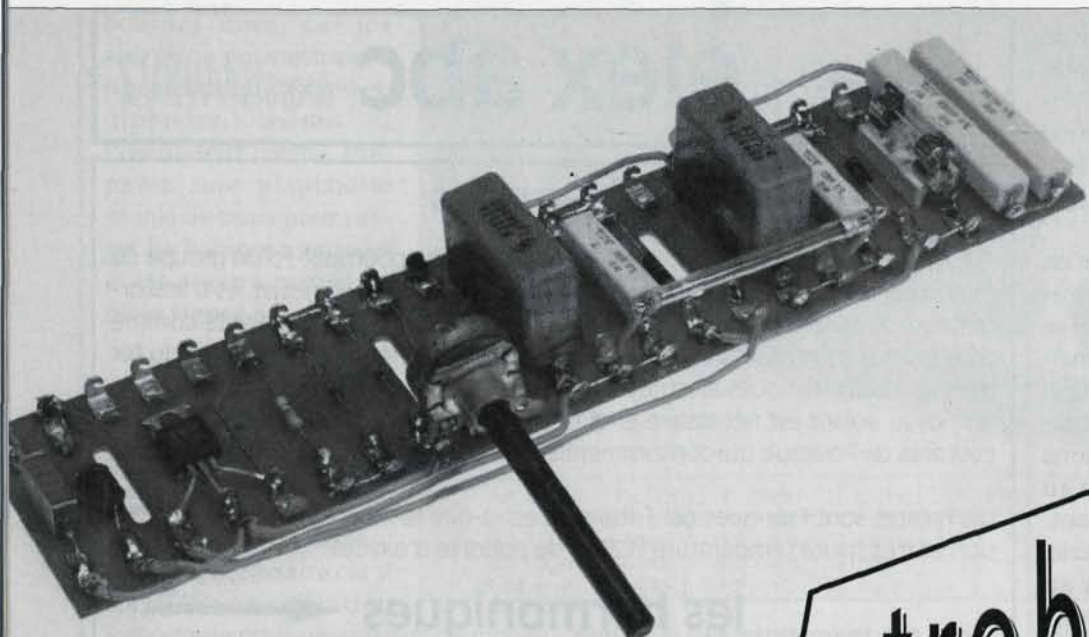
Nom _____ Prénom _____ Profession _____

Adresse _____ Code postal [] [] [] [] [] []

Matière enseignée _____ à l'établissement _____

Adresse _____ Code postal [] [] [] [] [] []

À RETOURNER À TECHNOLOGIES & FORMATIONS - B.P. 105 - 94208 IVRY-SUR-SEINE Cedex



des éclairs
à la chaîne

stroboscope

Pas de fête sans jeu de lumière et pas de jeu de lumière sans stroboscope. Pour les orgues lumineuses, nous avons déjà décrit quelques montages, le stroboscope manquait à votre panoplie de *disc-jockey*. En voici un, à fréquence réglable, utilisable aussi à des fins plus sérieuses, comme la photographie du mouvement.

La lampe à éclats d'un stroboscope fonctionne suivant le même principe que le tube d'un flash électronique ou un tube fluorescent. L'enveloppe de verre est remplie d'un gaz rare sous une pression donnée, en général plus faible que la pression atmosphérique. Chaque extrémité du tube comporte une électrode métallique. Si on applique une tension à ces électrodes et qu'on la fait augmenter progressivement, il arrive un moment, un niveau de tension, où un courant traverse le gaz, ce qui le rend lumineux. On dit que le tube est **amorcé**. Nous ne nous intéresserons pas en détail à ce qui se passe dans le tube, à la façon dont un gaz passe de l'état isolant à l'état conducteur. Ce qui nous intéresse est que le gaz des tubes à éclats est du xénon (l'étranger en grec) et que l'amorçage à travers lui ne se produit que si une tension de quelques kilovolts est appliquée à une électrode spéciale. Pour obtenir un éclair suffisamment lumineux, il faut bien sûr fournir une certaine quantité d'énergie au tube. Dans notre montage, l'énergie est stockée dans deux

condensateurs.

La tension des deux condensateurs, appliquée à l'anode et à la cathode du tube, ne suffit pas à amorcer le tube bien qu'elle atteigne 600 V. Ce n'est qu'au moment où l'impulsion de haute tension est appliquée à l'électrode d'amorçage que les condensateurs se déchargent à travers le tube.

en joule, feu !

Les condensateurs C1 et C2 sont chargés chacun à la tension de crête de 300 V par le redresseur doubleur de tension. Comme ils sont connectés en série, la tension appliquée au tube atteint 600 V. L'énergie que le tube peut transformer en lumière à chaque éclair dépend de la capacité des condensateurs. Elle se calcule comme la moitié du produit de la capacité par le carré de la tension ($U^2C/2$). Avec deux condensateurs de 2,2 μF chargés sous 300 V, l'énergie totale est de 0,2 joules. Le joule, ou watt par seconde, est l'unité de travail, son symbole est J. Une quantité d'énergie de 0,2 J est minime pour ne pas dire ridicule : même un flash électronique miniature comme ceux qui sont incorporés aux appareils photo tout-automatiques-qui-bobinent-leur-pellicule-tout-seuls dissipent 20 J. Ils n'éclairent pourtant que le premier rang de la table du banquet, ou la nuque des spectateurs jusqu'à trois rangs devant vous, au concert de la chorale du collège. Alors que faire de ces 200 milli-

joules ? Il

ne faut pas confondre stroboscope et flash électronique. Un flash électronique produit, au mieux, un éclair toutes les trois ou quatre secondes, alors que le stroboscope jette son éclair à la fréquence de 1 Hz ou plus. Notre sujet n'est pas l'expérimentation, mais elle nous montre que la puissance en service « continu » peut atteindre 10 à 15% de la puissance maximale du tube. Il faut limiter à 2 ou 3 joules la quantité d'énergie appliquée à un tube de 20 joules si on veut lui accorder une durée de vie normale. Nous avons choisi pour C1 et C2 la valeur de 2,2 μF et pour la fréquence, réglable par R5 et C3, une valeur maximale de 7 Hz. Dans ces conditions, la puissance appliquée au tube est de 7 fois 0,2 J, soit 1,4 W. Si vous utilisez des condensateurs de 4,7 μF , la puissance sera précisément de 3 W, la limite absolue pour un tube de 20 J. On peut aussi utiliser un tube plus puissant et déterminer comme suit la capacité des condensateurs :

$$C_1 = C_2 = \frac{X \cdot 3}{F}$$

La capacité est exprimée en microfarads (μF), pour une fréquence des éclairs F en hertz, et la puissance du tube X en joules. N'oubliez pas qu'il s'agit d'une valeur maximale et que la durée de vie des tubes est limitée.

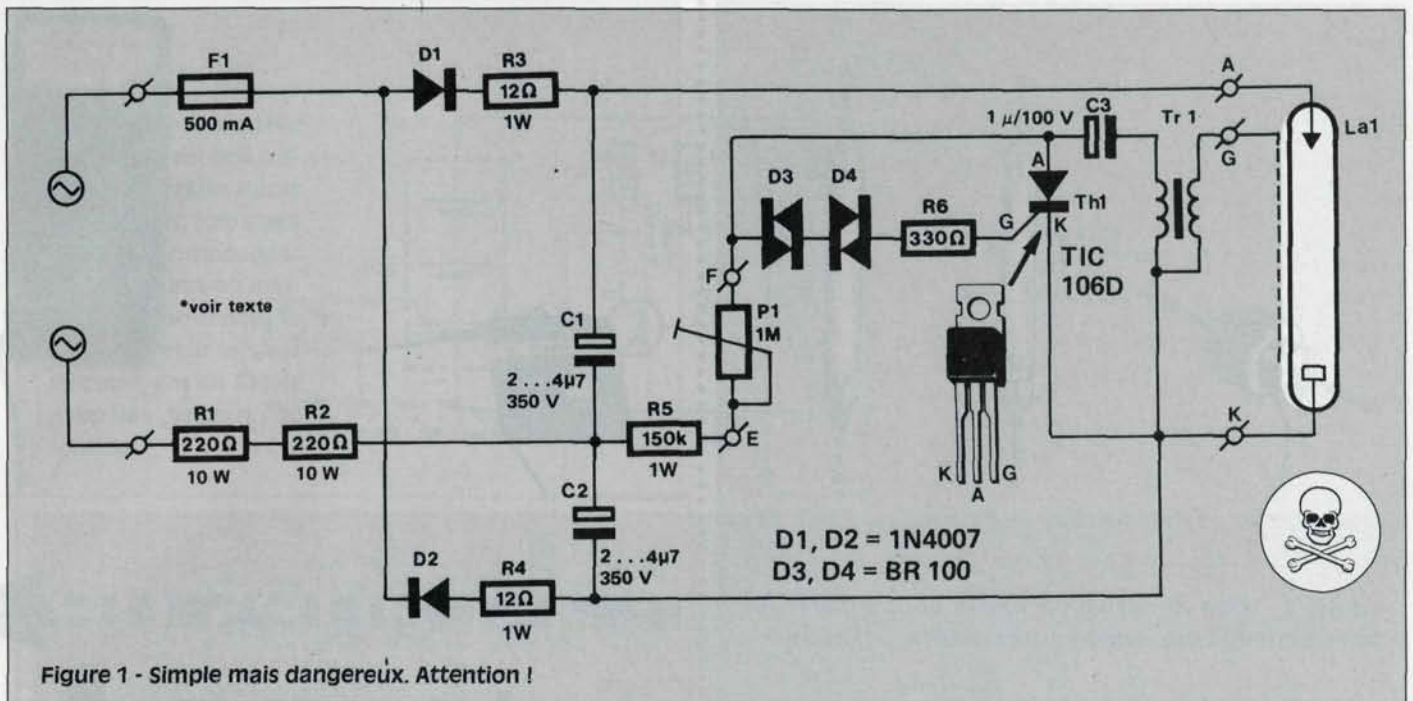


Figure 1 - Simple mais dangereux. Attention !

liste des composants

R1, R2 = 220 Ω/10 W

R3, R4 = 12 Ω/1 W

R5 = 150 kΩ/1 W

R6 = 330 Ω

P1 = 1 MΩ

C1, C2 = 2,2 à 4,7 μF/350 V chimiques

C3 = 1 μF/100 V MKT

D1, D2 = 1N4007

D3, D4 = BR100, ER100

Th1 = TIC106D, thyristor 400 V/4 A

Tr1 = transfo d'amorçage

1 tube à éclats de 20 joules ou plus

divers

1 fusible 500 mA retardé

1 porte-fusible

1 bouton en matière plastique pour P1

1 barrette à cosses à deux rangées de 22 cosses

1 coffret en matière plastique

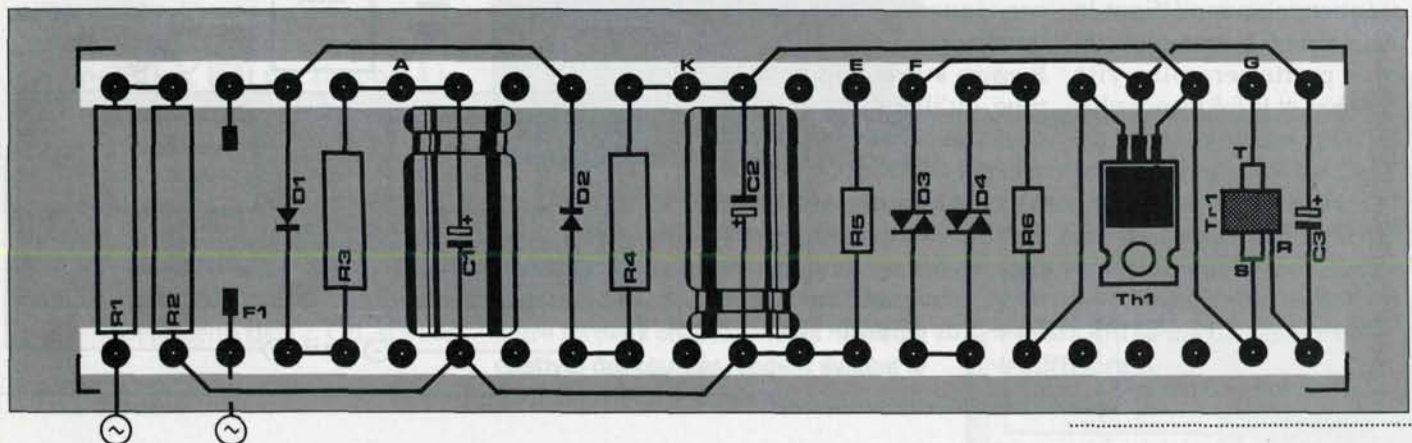
le circuit

Le circuit complet est représenté par la figure 1. Il est alimenté directement par le secteur. Au moment où le tube à éclats s'amorce, il se transforme en un court-circuit. C'est pour limiter l'intensité et préserver les diodes D1 et D2 que les résistances R1 et R2 sont placées en série dans le circuit. Le rôle de C1 et C2 a déjà été examiné : ils constituent la réserve d'énergie qui alimente le tube.

Il nous reste à voir comment est produite l'impulsion à haute tension qui provoque l'amorçage. Le transformateur d'impulsion Tr1 fonctionne comme la bobine d'allumage d'une voiture. Une impulsion de courant intense dans l'enroulement primaire provoque une impulsion de haute tension du côté secondaire.

Supposons que C3 est déchargé : D3, D4 et Th1 sont bloqués. Les diodes D3 et D4 sont des diacs, une sorte de triac qui se déclenche lui-même dès que la tension à ses bornes dépasse 30 V. À ce moment ils commencent brusquement à conduire. Dès que le courant qui les traverse passe en-dessous d'un seuil donné, ils se bloquent à nouveau. Leur rôle dans le montage ? Le voici. Le condensateur C3 se charge lentement à travers R5 et P1 puisque la voie D3, D4, TH1 est fermée pour le courant. Le courant de charge traverse aussi le primaire du transformateur Tr1, mais son intensité est trop faible pour produire un effet notable au secondaire. La tension sur C3 finit par atteindre la valeur de 60 V et les deux diacs deviennent conducteurs.

Figure 3 - Ni circuit imprimé, ni platine d'expérimentation : les tensions sont trop élevées et le risque trop grand d'amorçages sur la platine. Donc retour aux bonnes vieilles techniques de l'électronique à tubes de Papy : la barrette à cosses.



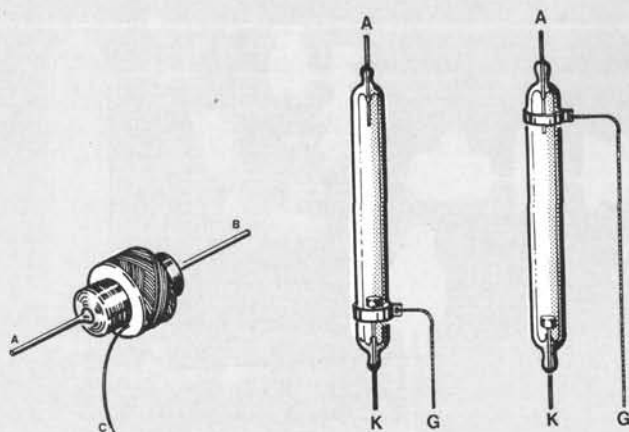


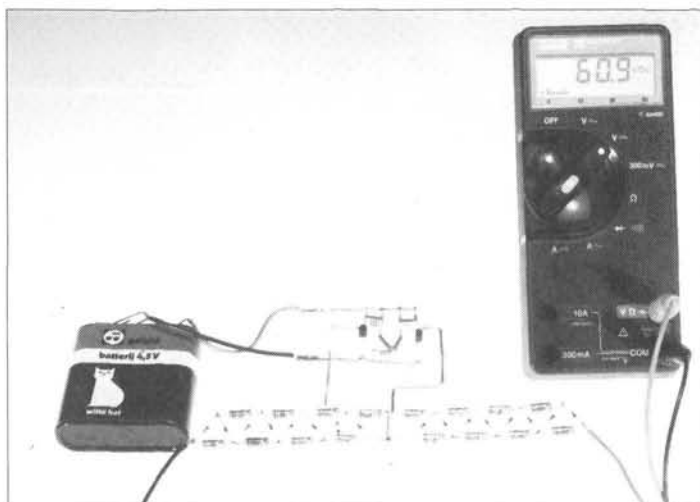
Figure 2 - Rien de tel qu'un dessin pour repérer les connexions du tube et du transformateur d'impulsions

la construction

Le courant qui les traverse alimente par R6 la gâchette du thyristor Th1. C'est au tour de Th1 de conduire, il décharge brutalement le condensateur C3 à travers le primaire du transformateur. La variation brutale d'intensité provoque au secondaire l'impulsion de plusieurs kilovolts nécessaire à l'amorçage du tube.

Sitôt le condensateur déchargé, les deux diacs et le thyristor se bloquent et le cycle recommence. Le temps de charge de C3, donc la fréquence des éclairs, est fonction de la capacité et de la valeur de R5 et P1. Les valeurs du schéma permettent de régler la fréquence entre 1,2 Hz et 7 Hz. Vous pouvez modifier la plage de fréquence en modifiant la valeur de C3 : une capacité plus petite sera plus vite chargée, et la fréquence plus élevée, ou inversement. Reportez-vous en tous cas à la formule de calcul de la capacité des condensateurs réservoirs, qui dépend de la fréquence des éclairs.

Comme il s'agit d'un circuit soumis à la tension du secteur, vous vous comporterez en électroniciens avertis et vous le câblerez sur une barrette à cosses à deux rangées. Les ponts de fil nécessaires seront réalisés en fil isolé. Les connexions du potentiomètre, comme le reste, sont soumises à la tension du secteur ; il faut donc impérativement utiliser un potentiomètre à axe en matière plastique. Si les sorties de votre transformateur d'impulsion ne correspondent pas à l'illustration de la figure 2, vous les reconnaîtrez à l'ohmmètre en sachant que le grand nombre de spires du secondaire lui donne une résistance importante. Une erreur de branchement n'a aucune conséquence sinon que le montage ne fonctionne pas. Il en va autrement pour le tube, qu'il faut impérativement raccorder suivant le schéma : l'électrode la plus large est toujours la cathode. Veillez à garder assez courtes les connexions du tube, sans quoi l'amorçage n'est plus garanti. 86614



cascades de redresseurs

Le redresseur en cascade de nos deux compères de la bande dessinée est un montage simple à construire qui permet d'obtenir une haute tension sans composant spécial (transformateur entre autres). Le montage est incapable de délivrer une intensité notable, ce qui n'est pas gênant pour notre expérimentation.

Le circuit fait appel à deux astuces pour hausser jusqu'à 70 V (à vide) la tension d'une simple pile de 4,5 V. La première astuce* est l'utilisation de deux cascades. Le schéma synoptique ci-dessous montre comment s'additionnent les deux tensions, dont l'une est positive, l'autre négative, par rapport à la masse commune. La source de tension alternative est un multivibrateur astable ordinaire, sauf quant à la

Figure 1 - Le schéma synoptique de notre générateur de haute tension. Ce sont deux multiplicateurs par 8 qui élèvent la tension du multivibrateur.

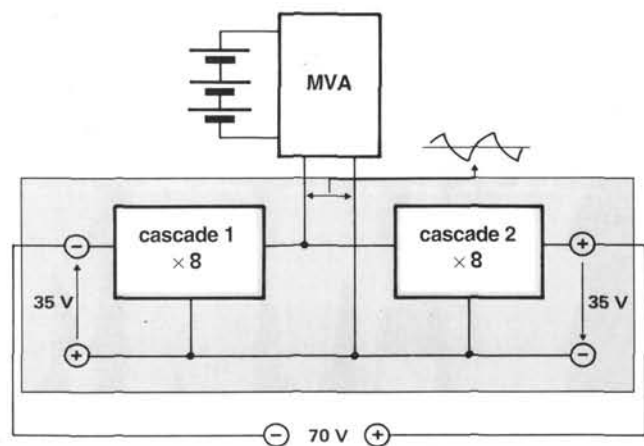
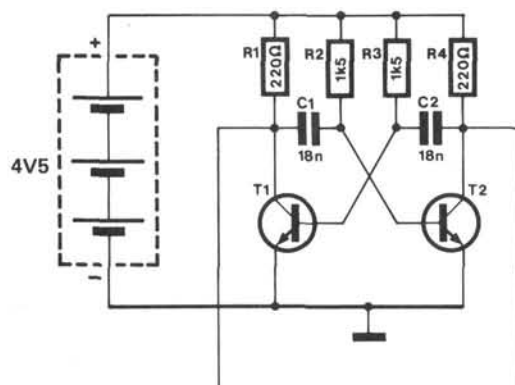
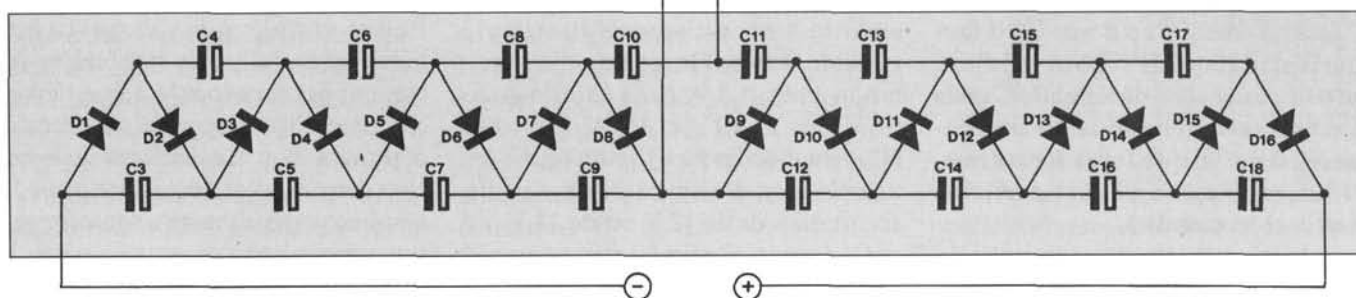


Figure 2 - Le redresseur en cascade est une cascade de condensateurs et de diodes. Il ne s'agit que de composants ordinaires et bon marché. La fréquence du multivibrateur se situe aux environs de 30 kHz avec les valeurs du schéma.



T1, T2 = BC 547B
D1 ... D16 = 1N4148
C3 ... C18 = 1 μ F/63 V



façon d'utiliser la tension de sortie : nous prélevons la tension entre les deux collecteurs au lieu de le faire comme d'habitude entre un collecteur et la masse. De ce fait, la tension disponible est deux fois plus importante, comme le montre la photo d'écran d'oscilloscope ci-contre. Dans la moitié supérieure, ce sont les tensions par rapport à la masse (les émetteurs) qui sont représentées. Les transistors fournissent une tension à tour de rôle. La tension entre les collecteurs correspond à la courbe du bas : c'est une vraie tension alternative. Il peut sembler bizarre qu'une pile délivre une tension alternative. Considérons le transistor « oscillographié » par la première courbe. Disons qu'il s'agit de T2. Les crêtes de tension de son collecteur sont positives, tant par rapport à la masse que par rapport au collecteur de T1, qui est au potentiel de la masse (deuxième courbe). Chaque fois que c'est au tour du collecteur de T1 de devenir positif, T2 conduit et le potentiel de son collecteur est nul. C'est donc le collecteur de T1 qui est positif par rapport à celui de T2. Ou, si vous

préférez, le collecteur de T2 est négatif par rapport à celui de T1. Les mesures de **tension**, ou différences de potentiel, sont toujours relatives ; l'amplitude et le signe dépendent du point de référence. La tension relevée entre les deux collecteurs, sans réfé-

rence à la masse, change de signe à chaque phase de conduction de l'un des transistors. Cette tension, tantôt positive tantôt négative, est une tension alternative. L'amplitude de la tension alternative disponible est de 2×4 V car il faut tenir compte des tensions de déchet des transistors. La double multiplication par 8 de cette tension double devrait nous donner une tension de sortie de 128 V. Malheureusement le redresseur en cascade n'a pas non plus un fonctionnement idéal. La tension de sortie est limitée à 50 ou 60% du maximum théorique, soit 70 V. Il est possible d'augmenter la tension d'entrée ; avec 12 V par exemple, on obtient une tension de sortie de 180 V. Il vaut mieux ne pas laisser traîner ses doigts sur le montage, car la peau est un mauvais isolant.

expériences **haute** sous tension

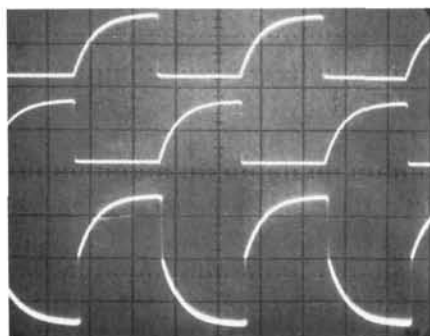


Figure 3 - Cette photographie d'écran d'oscilloscope montre d'une part la tension des collecteurs par rapport au pôle négatif (en haut), d'autre part la tension entre les deux collecteurs. Les hauteurs relatives des courbes rendent évident le doublement de la tension.

* Et la deuxième ?

Le multiplicateur de tension doit être réalisé en montage volant (n'utilisez pas de platine d'expérimentation, l'écart entre les pistes y est insuffisant !)

86632

Amplificateur

pratique et bon marché

Personne ne met en doute qu'il faut une installation Hi-Fi pour produire un son pur et sans déformation, mais il est un certain nombre de circonstances dans lesquelles la haute qualité du son passe après la simplicité, le prix et la mobilité.

Supposons que vous fassiez partie de l'association du carnaval local et que vous soyez chargé, du fait de vos connaissances et de vos compétences* en électronique, de déverser les flots de musique joyeuse nécessaires aux répétitions. Allez-vous charger dans le coffre de votre voiture votre chaîne Hi-Fi tant bichonnée ? Ah que non ! Carnavalesque, oui, mais pas fou. D'autre part, il faudrait être encore plus fou pour espérer faire fonctionner un amplificateur ordinaire sur la batterie de votre voiture. Aparté du lecteur : « ce sont eux les fous, qui nous parlent de carnaval au mois de septembre ». Peut-être pas vraiment, car il va encore vous falloir une ou deux soirées pour construire votre amplificateur Mi-Fi, et quelques autres pour le tester avec vos amis et de la « musique » genre disco-steak (haché), avant d'être prêt pour les répétitions. Mi-Fi signifie « moyenne fidélité », ça vient de sortir. Le terme est nouveau, il signifie simplement que les performances sont honnêtes, sans que vous ayez à attendre de miracles quant à la qualité du son.

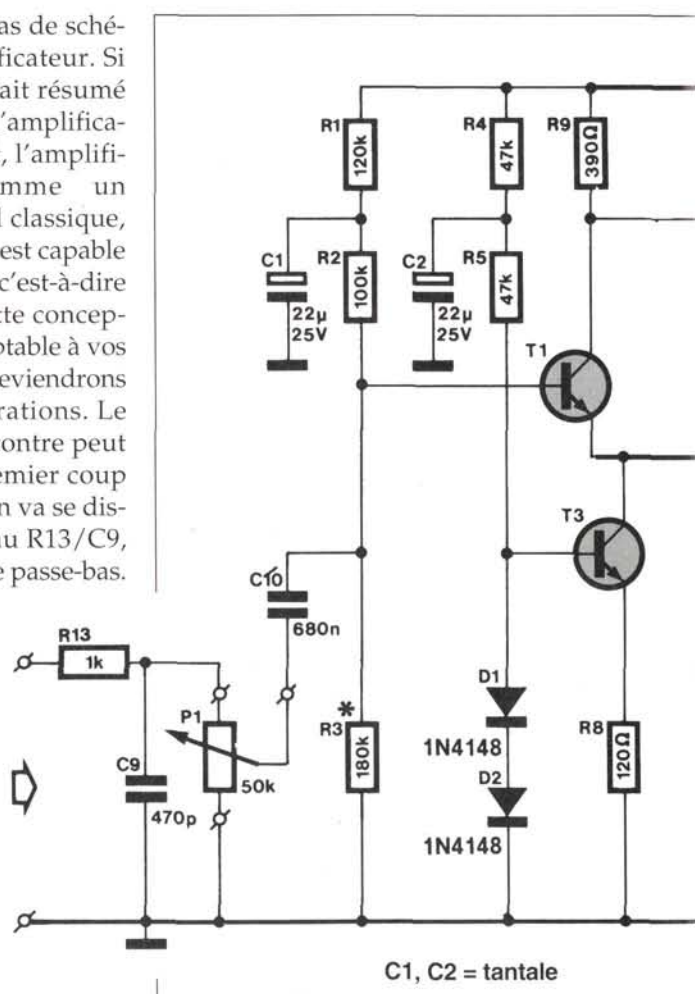
Que pouvez-vous attendre raisonnablement de cet amplificateur ? Tout d'abord un prix de revient abordable,

ensuite une puissance maximale variable, suivant la tension d'alimentation, entre 1,5 W sur 8 Ω (alimentation en 12 V) et 15 W sur 4 Ω (alimentation en 24 V), enfin toutes les possibilités d'alimentation, sur un accumulateur de 12 V ou de 24 V, ou sur le secteur. En bref, un petit amplificateur pratique, bon à tout faire : sirène, chaîne Hi-Fi d'appoint ou mégaphone.

amplificateur opérationnel

Ne cherchez pas, il n'y a pas de schéma synoptique de l'amplificateur. Si nous l'avions fait, il se serait résumé au triangle qui symbolise l'amplificateur opérationnel. En effet, l'amplificateur est conçu comme un amplificateur opérationnel classique, à cette différence près qu'il est capable de fournir de la puissance, c'est-à-dire un courant important. Cette conception le rend facilement adaptable à vos besoins particuliers ; nous reviendrons plus tard sur ces considérations. Le schéma de la figure 1 ci-contre peut paraître compliqué au premier coup d'œil, mais cette impression va se dissiper petit à petit. Le réseau R13/C9, à l'entrée, constitue un filtre passe-bas. Il est chargé de fermer la porte d'entrée du montage aux signaux à haute fréquence que sont les perturbations et parasites divers. Le potentiomètre

P1 sert au réglage de volume. La fraction du signal d'entrée que prélève son curseur est superposée à une tension continue égale à la moitié de la tension d'alimentation. Ce décalage de la tension continue est nécessaire pour les amplificateurs alimentés sous une tension unique, et c'est le cas du nôtre. La tension continue est déterminée par le diviseur R1/R2/R3. Le condensateur C1 élimine les ondulations résiduelles à 100 Hz qui pourraient avoir traversé le filtre de l'alimentation secteur.



*Connues de tous parce que le facteur a fait savoir à tout un chacun que vous êtes abonné à elex.

**Abréviation connue de nos lecteurs les plus fidèles⁽¹⁾ pour signifier « à un poil près ».

⁽¹⁾Note destinée aux nouveaux lecteurs, tous l'auront compris.

***Quitte à nous fâcher avec le professeur de mathématiques, nous allons considérer la différence comme une somme qui aurait changé de signe.

Mi-Fi

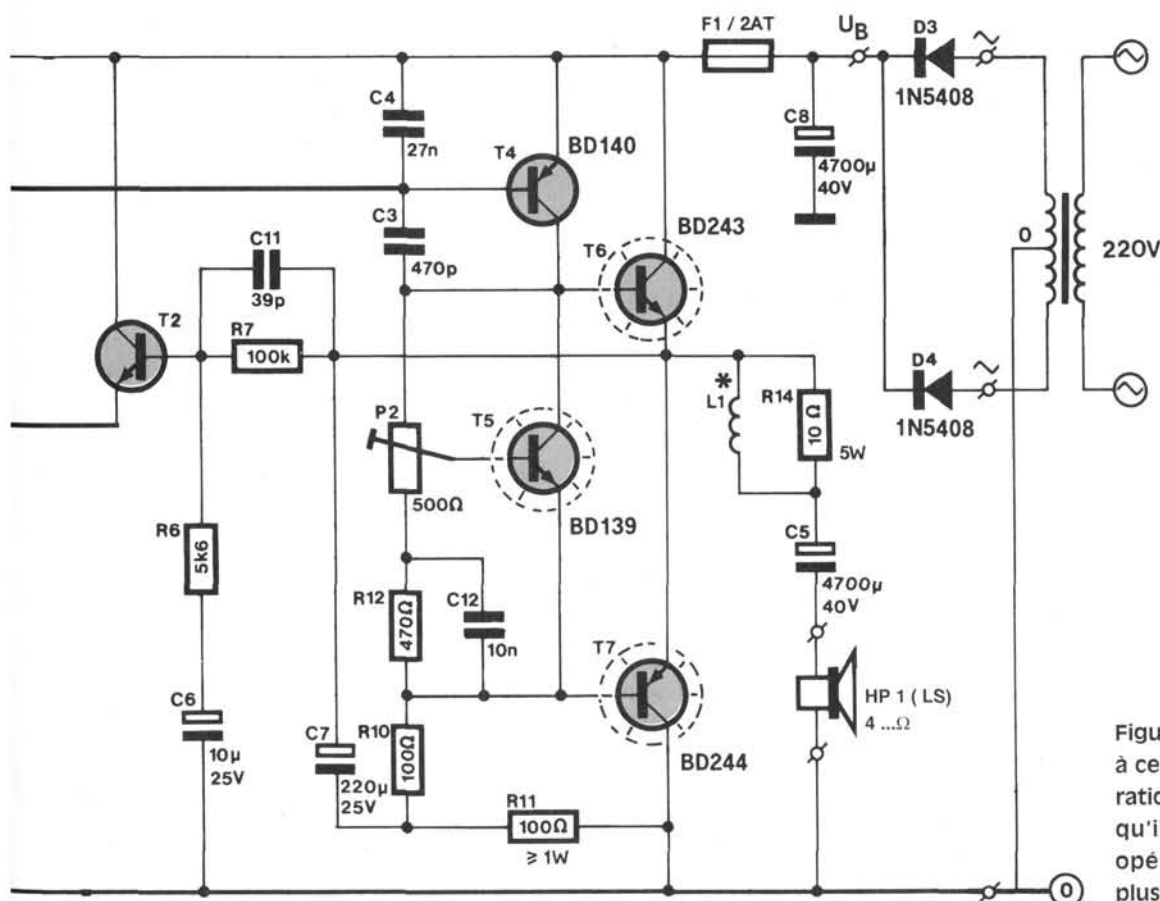
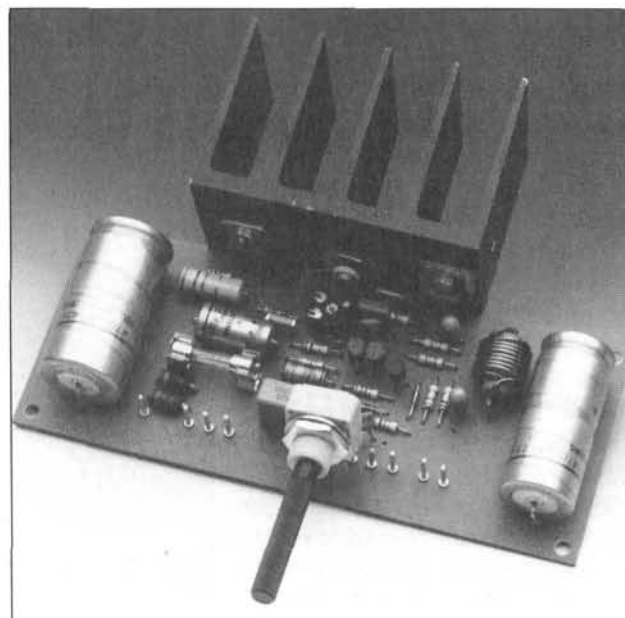
amplificateur différentiel

Comme dans tout amplificateur opérationnel digne de ce nom, nous trouvons d'abord une paire différentielle. Elle est constituée des transistors T1 et T2, dont les émetteurs sont reliés à la source de courant constant T3. Ce transistor est monté de telle façon que son courant de collecteur conserve la même intensité (1pp)^{**}. Autrement dit la **somme** des courants d'émetteur de T1 et T2 est constante, ce qui aura des conséquences dans la suite ; c'est même sur cette particularité que repo-

se le fonctionnement de l'amplificateur différentiel^{***}. Si le courant qui traverse T1 vient à diminuer, celui qui traverse T2 **doit** augmenter pour que leur somme reste constante.

Pour répondre aux questions qui fusent (toujours les nouveaux), nous allons expliquer encore une fois le fonctionnement d'une source de courant constant à transistor. Les diodes D1 et D2 ont chacune un seuil de ten-

sion de 0,6 V. Connectées en série dans le sens passant (anode plus positive que la cathode) et alimentées en courant par R4 et R5, elles déterminent à elles deux une tension de 1,2 V, peu dépendante de la tension d'alimentation, disons constante à un poil près. Cette tension est aussi celle de la base du transistor T3. Comme la tension



* voir texte

T1, T2, T3 = BC550C

Figure 1 - Ce schéma ressemble à celui d'un amplificateur opérationnel. Rien d'étonnant puisqu'il s'agit d'un amplificateur opérationnel de puissance, ni plus ni moins.

base-émetteur d'un transistor est constante et égale à un seuil de diode, la tension de l'émetteur est constante et égale à 0,6 V. Une tension constante aux bornes d'une résistance fixe ne peut être produite que par un courant constant. Le courant qui traverse R8, ou courant d'émetteur, est la somme du courant de base et du courant de collecteur. Le rapport entre le courant de collecteur et le courant de base est égal au gain du transistor, c'est-à-dire supérieur à 300. Nous pouvons considérer que le courant de collecteur de T3 est égal au courant d'émetteur, donc qu'il est constant. Le condensateur C2 découple la source de courant des fluctuations de la tension d'alimentation.

Un amplificateur différentiel est doté de deux entrées, ce sont ici les bases de T1 et T2. C'est sur la base de T1 (appelons-la entrée non-inverseuse) qu'arrive le signal à amplifier ; la base de T2 (l'entrée inverseuse) est le point nodal de la boucle de contre-réaction R6/R7. Nous pouvons représenter ainsi le fonctionnement de l'ensemble : la base de T2 voit une tension d'environ un dix-neuvième de la tension de sortie. La tension sur le pont diviseur se calcule comme suit :

$$V_{R6} = V_{TOTALE} \times \frac{R6}{R6 + R7}$$

Si les deux tensions de base sont exactement égales et que les transistors sont strictement identiques, les courants de collecteurs seront exactement égaux. Supposons que la tension de sortie augmente pour une raison ou pour une autre. La tension sur la base de T2 va augmenter en conséquence, ce qui provoquera une augmentation du courant de collecteur. C'est ici que nous retrouvons la somme des courants de collecteur : elle est constante puisque la somme des courants d'émetteur est constante. Puisque le courant de collecteur de T2 augmente, il faut que le courant de collecteur de T1 diminue. C'est le transistor T1 qui commande l'étage de sortie : la diminution de son courant de collecteur entraîne une diminution du courant de base de T4 et de T6. Comme le courant de base de T6 diminue, la tension de son émetteur va diminuer.



■
**Le rapport entre
le courant de collecteur
et le courant de base
est égal
au gain du transistor**
■

Le fonctionnement est symétrique dans le cas où la tension de sortie diminue. En bref : la boucle de contre-réaction, en supprimant toute **différence** de tension entre les entrées, maintient à 19 le gain de l'amplificateur (pour les valeurs données à R6 et R7). Vous constatez combien il est facile, en changeant la valeur de R6, d'adapter le gain de l'amplificateur à votre besoin précis.

Le condensateur C6 découple la boucle de la tension continue, si bien que le calcul du gain de l'amplificateur n'est valable que pour les tensions alternatives. La résistance R6 est « en l'air » du point de vue des tensions continues. De ce fait, l'amplificateur a un gain unitaire en continu, c'est un suiveur de tension. En l'absence de signal, la tension des émetteurs de l'étage de sortie est égale à la moitié de la tension d'alimentation.

l'étage de sortie

Le signal amplifié par l'étage différentiel d'entrée n'est disponible que sous une impédance plutôt élevée : les 390 Ω de R9. Il n'est pas possible d'alimenter les haut-parleurs, ni même l'étage de sortie, directement par le collecteur de T1. C'est la raison de la présence de T4, appelé étage pilote. Il est commandé par T1 et fournit le courant de base relativement important que demandent les transistors de l'étage de sortie T6 et T7.

L'étage de sortie est composé de deux transistors complémentaires, l'un de polarité PNP, l'autre NPN. Voyons le pourquoi de cette construction. L'étage de sortie n'apporte aucun gain en tension, c'est le rôle de l'amplificateur différentiel. Sa seule tâche est de fournir un **courant** suffisant pour le haut-parleur. Les deux transistors sont donc montés en émetteurs-suiveurs, dont la caractéristique est de fournir un courant important sans gain en tension. Comme les deux bases sont commandées ensemble par T4, le PNP conduit quand le NPN se bloque et inversement. Dans les deux cas, le courant d'émetteur traverse le haut-parleur et seulement le haut-parleur. Cette conduction alternée permet de reconstituer en sortie les alternances positives et négatives du signal d'entrée. Si l'émetteur-suiveur débitait, comme c'est le cas habituellement, dans une résistance, une grande partie de la puissance serait dissipée inutilement

en chaleur. Un étage complémentaire offre un rendement nettement supérieur à celui d'un émetteur-suiveur tout simple.

Nous avons considéré jusqu'ici que les bases de T6 et T7 sont connectées ensemble. Hélas, les choses ne peuvent pas être aussi simples, car les transistors de sortie ont un seuil de conduction, comme les autres. C'est-à-dire qu'ils ne commencent à conduire que quand la tension de leur base est supérieure de 0,6 V à celle de leur émetteur. Le résultat est que les deux transistors sont bloqués en même temps à chaque passage par zéro du signal d'entrée. Il en résulte une distorsion dite distorsion de croisement (*cross-over* en bon français).

courant de repos

C'est un vieux « truc » que nous allons utiliser pour éliminer la distorsion de croisement : le courant de repos. En imposant en permanence, même en l'absence de signal, une tension minimale aux bases de T6 et T7, nous imposons un courant minimal dans les deux transistors de l'étage de sortie. La méthode la plus simple, pour maintenir une tension entre les bases, est d'y connecter deux diodes en série, puisqu'en théorie leur seuil est égal à celui de la jonction base-émetteur. L'inconvénient de cette méthode simple est que la tension produite, si elle est constante, n'est pas réglable. Un transistor supplémentaire, T5, monté en « diode zener réglable » nous permet à la fois d'utiliser le seuil de la jonction base-émetteur et de régler la tension entre les deux bases de l'étage de sortie. La résistance constituée par R12 et la « moitié inférieure » de P2 voit à ses bornes la tension de seuil constante de 0,6 V, elle est donc parcourue par un courant constant. Ce courant, dont l'intensité est déterminée par la position de P2, traverse aussi l'autre partie de P2, provoque aux bornes de R12/P2, autrement dit entre les bases de T6 et T7, une chute de tension constante.

encore quelques détails

Le transistor T6 tire son courant de base de l'alimentation par la conduction de T4. Il reçoit donc toute l'intensité nécessaire. Il n'en va pas de même pour T7, dont le courant de base pro-

vient des résistances R11 et R10. Pour les fortes amplitudes de la tension de sortie, le courant de base, limité par R10 et R11, risque d'être insuffisant. Réduire la valeur de ces résistances provoquerait une consommation et un échauffement excessifs et obligerait T4 à dissiper plus de puissance lui aussi. La solution porte le nom anglais de *boot-strap****. Elle consiste à profiter de l'alternance positive du signal pour charger le condensateur C7 par l'intermédiaire du transistor T6, qui peut être commandé jusqu'à la saturation par T4. Dès que commence l'alternance négative, le potentiel du pôle positif de C7 diminue, le potentiel du pôle négatif suit et finit par devenir inférieur à celui de la masse. La tension de la borne « inférieure » de R10 devient suffisamment négative pour qu'un courant de base important soit imposé à T7, jusqu'à la saturation si nécessaire.

Dès que commence l'alternance négative, le potentiel du pôle positif de C7 diminue, le potentiel du pôle négatif suit et finit par devenir inférieur à celui de la masse

Le résultat est que le transistor de la branche négative peut être commandé avec une amplitude supérieure à celle de la branche positive. Calculons : si T4 est saturé, cas extrême, sa tension émetteur-collecteur est égale à 1 V. La jonction base-émetteur de T6, parcourue par un courant important, présente une tension de 0,7 V. Le signal de sortie peut donc atteindre, au mieux, une tension inférieure de 1,7 V à celle du pôle positif de l'alimentation. Dans la branche négative, la tension de satu-

ration est celle de T7, soit 0,7 V. C'est pour recentrer le signal de sortie par rapport à la tension d'alimentation que la résistance R3 a été choisie égale à 180 kΩ, au lieu des 220 kΩ attendus (R1 + R2). Ce décalage n'est important que pour des tensions d'alimentation faibles (12 V) et pour une basse impédance de la charge (2 à 4 Ω). Si la tension d'alimentation est de 24 V, la valeur de R3 peut passer sans inconvénient à 220 kΩ.

Le réseau L1/R14 évite toute instabilité due à une charge capacitive en sortie. Si une charge capacitive provoque un déphasage « en avant », l'inductance de L1 le compense par un déphasage « en arrière ». Pour finir, la composante continue du signal de sortie est supprimée par le condensateur C5, ce qui nous évitera d'être accusé du meurtre prémédité de hauts-parleurs.

l'alimentation

L'amplificateur est conçu pour une utilisation « en mobile », donc pour être alimenté par un accumulateur de 12 V ou de 24 V. Dans ce cas, les diodes de redressement D3 et D4 peuvent être omises, et l'accumulateur raccordé entre +UB et 0. L'alimentation par le secteur est possible par l'intermédiaire d'un transformateur de 2×9 V ou 2×18 V. Comme le redresseur n'est pas un pont, il faut relier les deux secondaires en série, leur point milieu à la masse (0 V), et chaque extrémité à une des diodes D3 et D4. Le rôle du condensateur C8 est évident dans le cas d'une alimentation par le secteur : le lissage de la tension redressée. Il l'est moins dans le cas d'une alimentation en continu : il faut pourtant le conserver car c'est lui qui fournit les pointes d'intensité.

Vérifiez que le transformateur peut fournir l'intensité correspondant à la puissance requise. Pour une puissance de sortie de 1,5 W sur 8 Ω, un petit transfo simple de 10 V/500 mA suffit, mais si vous voulez tirer le maximum du montage (une puissance de sortie de 15 W sur 4 Ω) il faudra avoir recours à un transformateur à secondaire double de 18 V/50 VA. Les transformateurs à noyau torique ont l'avantage d'un bon rendement sous

***Rien ne vous interdit de nous proposer, dans votre courrier, une dénomination française, si possible imagée.

un faible encombrement. Les bons vieux transformateurs à tôles en E et I, au contraire, sont encombrants et lourds, avec un rendement limité par plusieurs facteurs. En revanche, leur côté un peu « poussif » dès que la fréquence augmente en fait des filtres naturels contre les parasites de toutes sortes, alors que dans les modèles toriques le couplage presque parfait entre les enroulements et la faible hystérésis du noyau garantissent la transmission au secondaire de tout ce qui passe sur le réseau. À vous de choisir, en sachant que les modèles toriques coûtent en moyenne deux fois plus cher que les modèles classiques de même puissance. Dans tous les cas, n'oubliez pas d'insérer un fusible dans le circuit du primaire, suivant les indications de la liste des composants. Si le transformateur est un modèle torique ou moulé, votre amplificateur peut être rangé dans la classe II, c'est-à-dire qu'il n'a pas besoin d'être raccordé à une prise de terre. Dans tous les autres cas, il faut utiliser un cordon secteur à trois fils et relier au conducteur vert-jaune le point milieu du secondaire et toutes les parties métalliques accessibles de l'extérieur.

la construction

Pendant que vous finissez de graver le circuit imprimé de la **page ci-contre**, vous pouvez faire chauffer le fer à souder. Le tracé du circuit imprimé a été soigneusement étudié pour éviter les boucles de masse et autres mauvaises surprises courantes dans le domaine BF.

Le plan d'implantation donne toutes les indications nécessaires à la construction. Vous ne rencontrerez pas non plus de problème d'approvisionnement car tous les composants sont de types courants.

Quelques points particuliers demandent un peu plus d'attention :

- Les condensateurs C1 et C2 doivent être au tantale.
- Vous devrez bobiner vous-même l'inductance L1 : 30 spires, en deux ou trois couches, de fil de cuivre émaillé de diamètre 1 mm, sur le corps de la résistance R14. Les extrémités du fil seront décapées soigneusement et soudées aux broches de la résistance.

Reportez-vous à la **figure 4** pour les détails.

- Le potentiomètre doit être raccordé directement au circuit imprimé dans les trous prévus. Si vous devez le monter à l'extérieur et que la longueur des fils dépasse 10 cm, il faudra utiliser du fil blindé genre « microphone » dont le blindage ne sera raccordé à la masse que du côté circuit imprimé.

- Le signal d'entrée est amené, lui aussi, par du fil blindé.

- Les transistors T6 et T7 doivent être refroidis, sauf si vous alimentez l'amplificateur sur 12 V et que la charge est de 8 Ω. Le radiateur présentera une résistance thermique maximale de 1,5°C/W et les transistors seront isolés par des plaquettes de mica et des canons isolants. Le transistor T5 n'a pas besoin d'être refroidi mais il sera monté sur le même radiateur que T6 et T7, de façon à assurer un couplage thermique et une régulation du courant de repos en fonction de la température.

- Les transistors T5, T6 et T7 sont soudés directement sur la platine, leur languette métallique vers l'extérieur et les trous de fixation au radiateur alignés.

- Le plus important : sitôt le potentiomètre P2 soudé, tournez-le à fond dans le sens anti-horaire. Si vous ne le faites pas tout de suite, il peut vous en coûter tout à l'heure deux transistors de puissance. Avant la mise sous tension, il faut que le curseur de P2 soit au potentiel du collecteur de T5 pour que le courant de repos soit minimal (ou nul).

- Vous pouvez installer l'amplificateur dans un coffret métallique. Dans ce cas, il faut relier la masse du montage à un point (et un seul) du coffret. Ce peut être la masse de l'alimentation, celle de l'entrée ou celle de la sortie, suivant que l'une ou l'autre connexion permettra d'éliminer au mieux les ronflements éventuels.

LISTE DES COMPOSANTS

R1 = 120 kΩ
 R2, R7 = 100 kΩ
 R3 = 180 kΩ (voir texte)
 R4, R5 = 47 kΩ
 R6 = 5,6 kΩ
 R8 = 120 Ω
 R9 = 390 kΩ
 R10 = 100 Ω
 R11 = 100 Ω/1 W minimum
 R12 = 470 Ω
 R13 = 1 kΩ
 R14 = 10 Ω/5 W

P1 = potentiomètre 50 kΩ log.
 P2 = résistance variable 500 Ω

C1, C2 = 22 μF/25 V tantale
 C3, C9 = 470 pF céramique
 C4 = 27 nF
 C5, C8 = 4700 μF/40 V
 C6 = 10 μF/25 V
 C7 = 220 μF/25 V
 C10 = 680 nF
 C11 = 39 pF céramique
 C12 = 10 nF

D1, D2 = 1N4148
 D3, D4 = 1N5408
 (ou équivalent 100 V, 3 A)

T1 à T3 = BC550C
 T4 = BD140
 T5 = BD139
 T6 = BD243
 T7 = BD244

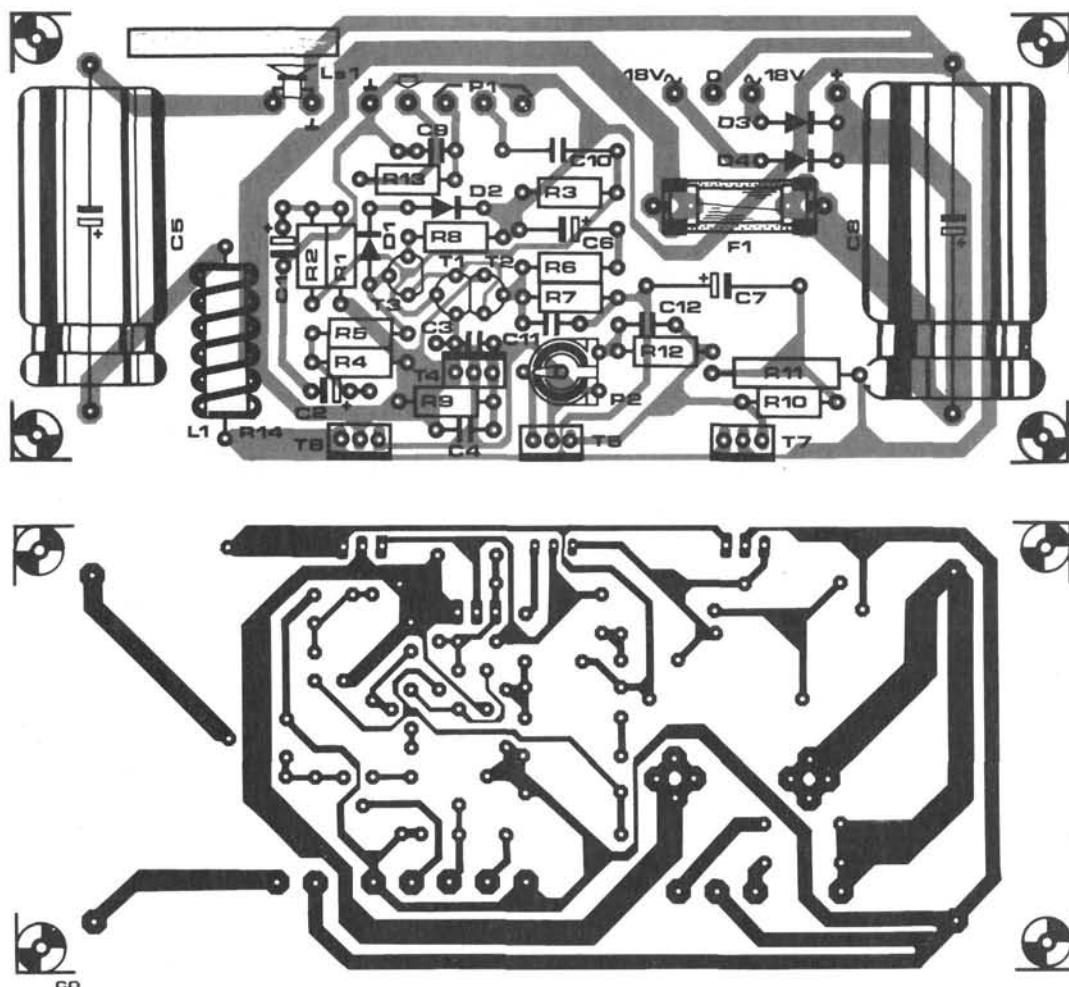
L1 = 3 μH
 (environ 30 spires de fil de 1 mm sur R14)
 F1 = fusible 2 A retardé

porte-fusible pour circuit imprimé

radiateur pour T5 à T7 (1,5°C/W)

Alimentation par le secteur :

- ☞ Soit un transformateur 2 × 18 V 30 VA avec un fusible de 250 mA (T) dans le primaire, pour une puissance de 7,5 W sur 8 Ω,
- ☞ soit un transformateur 2 × 18 V 50 VA (fusible de 500 mA dans le primaire) pour 15 W sur 4 Ω.

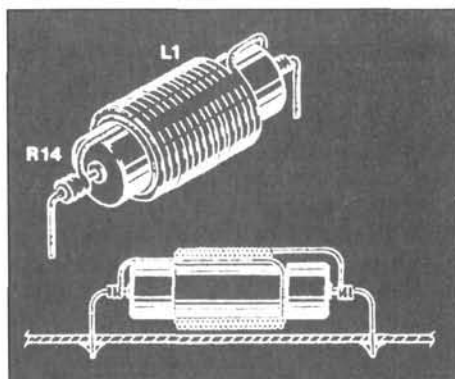


Figures 2 et 3 - Graver ou faire graver ce circuit vous mettra à l'abri des mauvaises surprises lors de la réalisation et de la mise en service de votre amplificateur Mi-Fi. Lors de l'implantation des composants sur le circuit imprimé, faites attention à la polarité des condensateurs électro-chimiques. Le trait fort du dessin des transistors de puissance représente la languette métallique du collecteur. Avant la mise sous tension, tournez le potentiomètre P2 à fond en sens anti-horaire pour fixer à son minimum le courant de repos de l'étage de puissance.

le réglage

Avez-vous réglé le potentiomètre P2 à fond en sens anti-horaire ? Si oui, vous pouvez appliquer la tension d'alimentation d'un cœur léger. Vérifiez d'abord la tension sur le condensateur C8 : elle doit être comprise entre 12 et 25 V. Si au bout de quelques secondes rien ne fume et que le fusible ne fait pas mine de vouloir apprendre à voler, vous pouvez procéder****. Le seul réglage est celui du courant de repos. L'entrée de l'amplificateur doit être court-circuitée (pas la sortie, s'il vous plaît !). Raccordez un voltmètre, si pos-

Figure 4 - Vous ne reculerez pas devant un petit travail de bobinage aussi simple que la confection de l'unique inductance du montage.



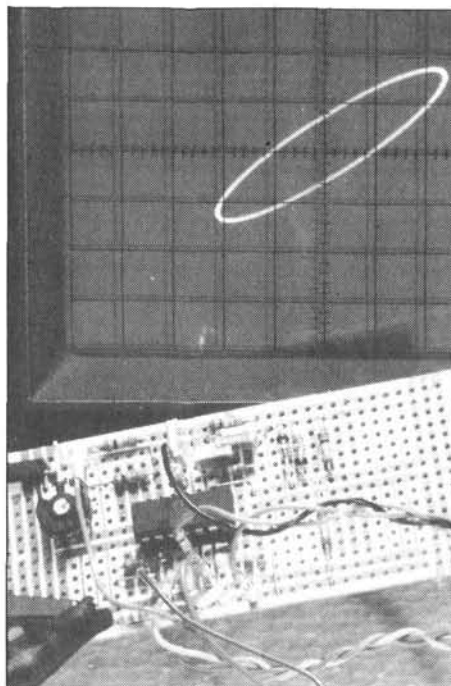
sible à haute impédance, numérique par exemple, entre la base de T6 et celle de T7 (fil rouge, positif, à la base de T6). Tournez **lentement** P2 jusqu'à lire une tension de 1,1 V. Prenez un quart d'heure pour lire un autre article ou pour nous raconter vos vacances dans une petite lettre. Laissez l'amplificateur sous tension pendant ce temps-là et vérifiez si la tension a changé. Si oui, retouchez le réglage pour la rétablir à 1,1 V. Votre amplificateur est prêt. Bonne soirée.

888022

****Au sens étymologique et fortement vieilli de : marcher en avant, continuer.

Normalement, quand on applique une tension sinusoïdale sur l'entrée Y (= *déviante verticale du faisceau*) d'un oscilloscope, et que l'entrée X (= *déviante horizontale*) est commandée par le générateur de dent de scie interne, on voit apparaître sur l'écran une portion de l'onde sinusoïdale, plus ou moins longue selon la vitesse à laquelle les dents de scie commandent le balayage horizontal. Plus les rampes des dents de scie du circuit de balayage sont nombreuses par rapport aux alternances de la sinusoïde, moins on verra d'alternances, mais plus elles seront détaillées. Et inversement. Si en revanche la même onde sinusoïdale est appliquée à la fois aux entrées X et Y (ne pas confondre l'entrée X avec la deuxième entrée Y, souvent appelée B quand l'entrée horizontale n°1 est l'entrée A) on voit apparaître sur l'écran quelque chose qui ressemble une rampe ascendante de dent de scie ! Le testeur de composants que nous vous proposons de réaliser vous permettra d'analyser le comportement d'un composant en y appliquant, avant de l'appliquer à l'oscilloscope, l'une des tensions sinusoïdales évoquées à l'instant. Ainsi toute déformation de la sinusoïde se traduira sur l'écran par une altération de la ligne oblique. Pour cela, il nous faut un oscillateur à pont de Wien (A1) qui fournira son signal sinusoïdal de 75 Hz (1 pp) aussi bien à l'entrée X de l'oscilloscope par A3 qu'à l'entrée Y par A2 et A4. Sur son chemin entre A2 et A4, la sinusoïde rencontrera le composant à tester, monté entre les bornes A et B, et le tour est joué. Voilà un circuit d'une simplicité déconcertante, comme le confirme d'ailleurs le schéma ci-contre !

Quand les signaux sinusoïdaux appliqués aux entrées X et Y sont identiques, sans déphasage et sans déformation d'aucune sorte, la trace de l'écran coupe par le milieu l'angle que forment les segments X et Y et l'on aura la trace de la photo A. C'est ce que l'on obtient en court-circuitant les points A et B. C'est d'ailleurs aussi la configuration de calibrage du testeur : il faut régler la même sensibilité d'entrée pour la déviation X et Y (par exemple 2 V/division). Ensuite la résistance variable P2 et le potentiomètre P1 permettront de rechercher le réglage pour lequel on obtient sur l'écran le segment de bissectrice rectiligne comme sur la photo ci-contre. Une fois votre testeur réglé de la sorte, si vous obtenez ce signal alors qu'un composant est connecté entre les points A et B, ce sera le signe que ce composant présente un court-circuit. Si au contraire vous placez une



à l'oscilloscope :

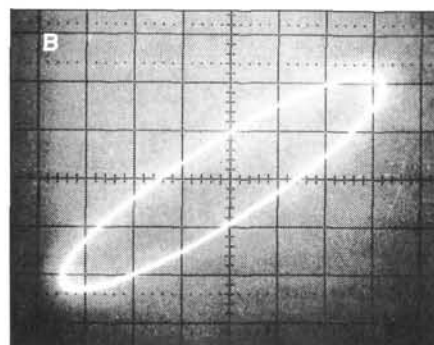
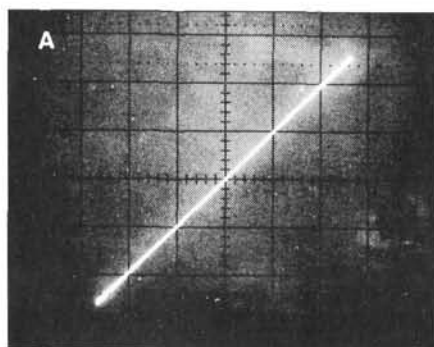
testeur de composants

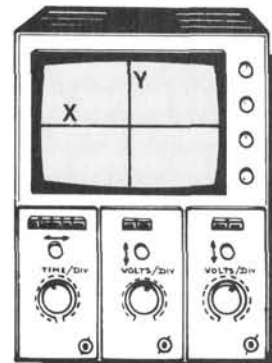
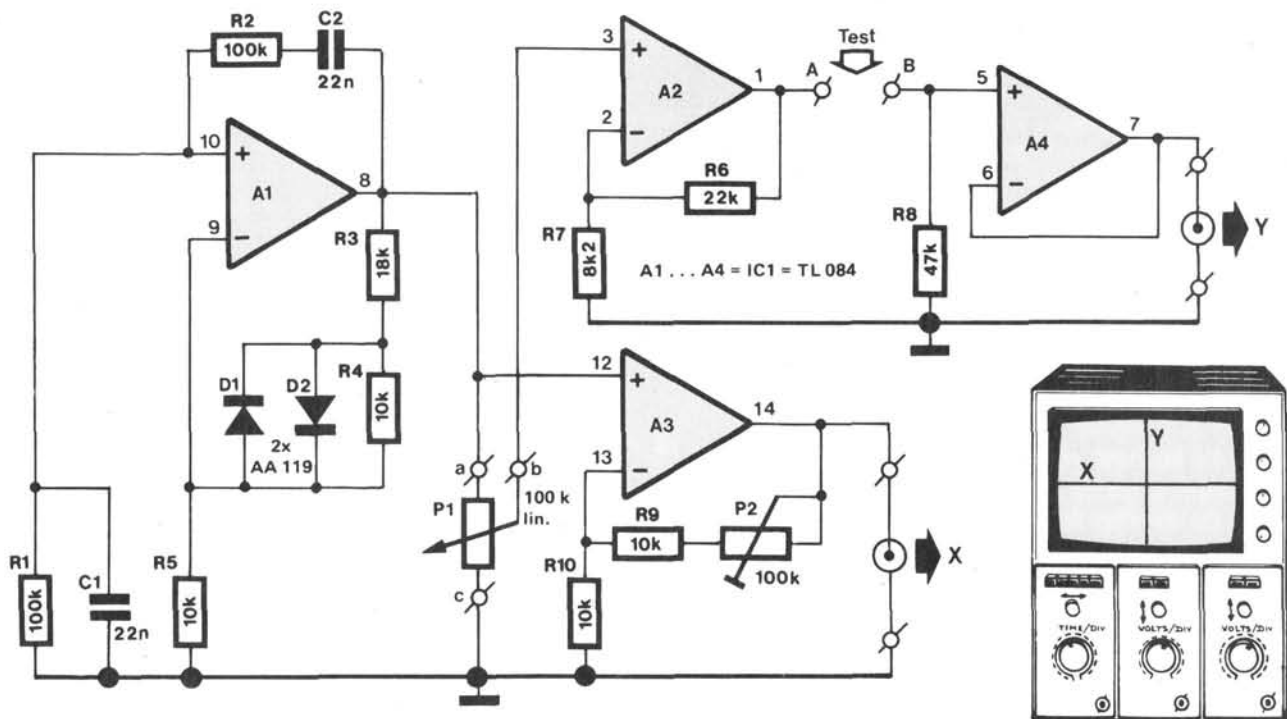
résistance de forte valeur entre les points A et B, la ligne apparaîtra couchée sur l'écran, tandis que pour des résistances faibles entre A et B elle ne dévie guère de son angle de 45°. L'image d'à côté (B) a été obtenue avec un condensateur de 100 nF entre les bornes de test A et B. Une telle courbe est le signe du *déphasage* entre les deux sinusoïdes introduit par le condensateur. L'angle de la courbe et la largeur de l'ellipse sont une mesure de la capacité. L'angle est nul ou presque avec un condensateur de 1 nF, il est de 45° ou presque avec un condensateur de 1 µF. Passons aux semi-conducteurs maintenant. Sur la photo C ci-contre apparaît la trace obtenue avec une diode zener entre les points A et B. Si le montage est alimenté comme indiqué avec une tension symétrique de ±9 V, la plage d'utilisation des diodes zener se limite à 7,5 V tout au plus. Si vous désirez pouvoir tester des diodes zener

jusqu'à 15 V, il faut prévoir une alimentation de ±18 V. Vous pouvez aussi vous contenter de tester les diodes zener, quelle que soit leur tension de service, comme des diodes ordinaires. Dès lors vous n'avez pas à vous soucier de la valeur de la tension d'alimentation, et la courbe caractéristique sera celle de la photo D, obtenue quand les composants suivants sont en bon état et connectés de la manière indiquée :

- diode (ordinaire ou zener) anode en A et cathode en B
- transistor NPN : collecteur ou émetteur en B, puis base en A
- transistor PNP : collecteur ou émetteur en A, puis base en B
- thyristor : anode en A, cathode en B, puis gâchette en A.

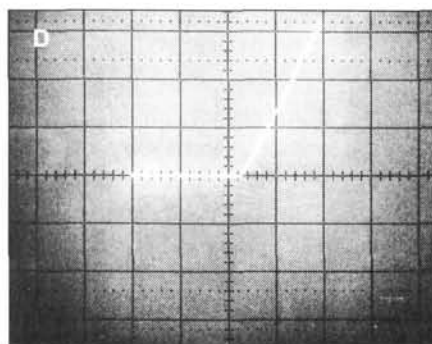
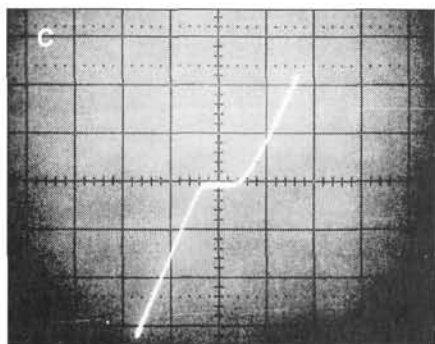
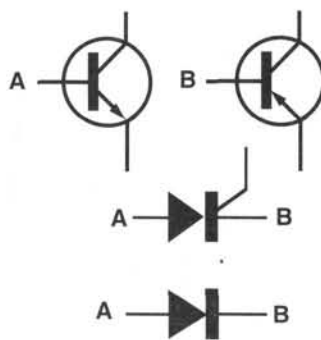
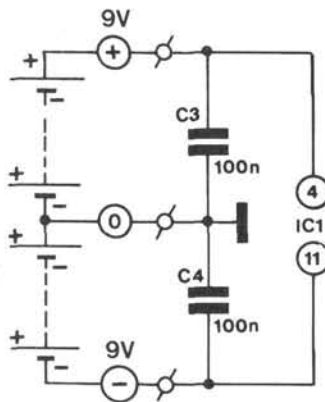
Le coude de la photo D correspond, vous l'aurez deviné, au seuil de conduction du semi-conducteur. Avant ce seuil, le composant se com-





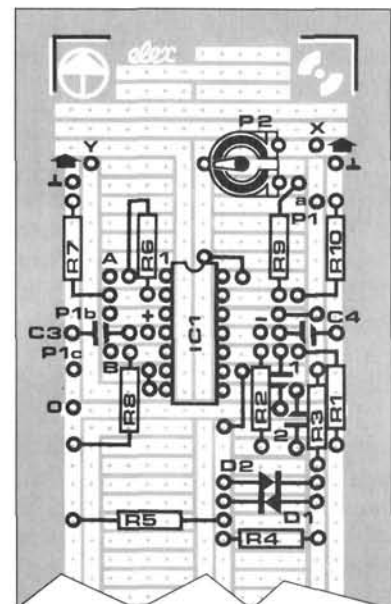
porte comme une résistance de très forte valeur, après comme un court-circuit...

Si vous obtenez d'autres courbes alors que votre testeur est bien calibré (et l'oscilloscope bien réglé) cela indique que le composant testé est défectueux. Commencez toujours par connecter collecteur et émetteur du transistor à tester, ou anode et cathode du thyristor, pour n'établir qu'ensuite la liaison entre le point de test et la base ou la gâchette. Cela vous permet de vérifier d'abord le bon état de la jonction collecteur-émetteur ou anode-cathode. Si le testeur indique un court-circuit ou pas de jonction du tout, le spécimen devra déjà être considéré comme hautement suspect.



liste des composants

R1, R2 = 100 kΩ
 R3 = 18 kΩ
 R4, R5,
 R9, R10 = 10 kΩ
 R6 = 22 kΩ
 R7 = 8,2 kΩ
 R8 = 47 kΩ
 P1 = 100 kΩ lin.
 P2 = 100 kΩ var.
 C1, C2 = 22 nF
 C3, C4 = 100 nF
 D1, D2 = AA119
 IC1 = TL084
 2 piles de 9 V avec coupleur à pression
 platine d'expérimentation de format 1

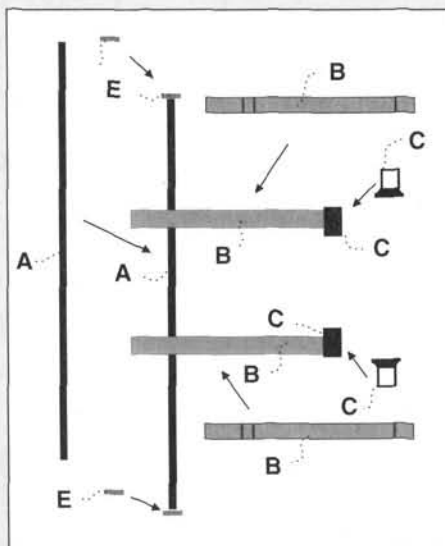
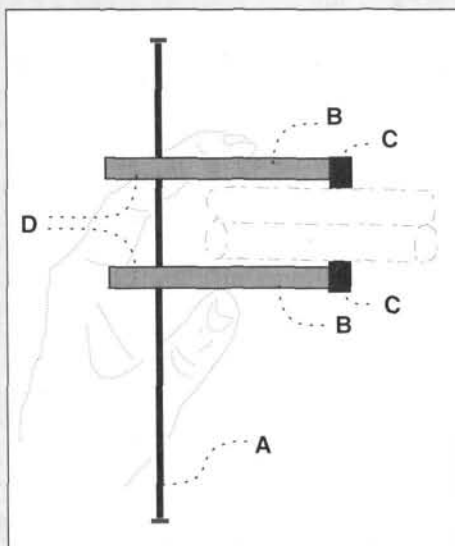


À la rédaction d'ELEX arrivent de temps en temps des gadgets envoyés comme échantillons gratuits par leurs inventeurs, fabricants ou distributeurs dans l'espoir d'obtenir une publicité non moins gratuite (comme cette page). Dans l'ensemble, nous n'avons pas à puiser dans nos réserves d'abnégation et de conscience professionnelle pour résister à ces tentatives de séduction (corruption ?) que masque bien mal le louable souci d'informer les lecteurs des dernières conquêtes du génie humain ; nous avons tout ce qu'il nous faut en matière de boîtiers, multimètres et fers à souder. Pour tout dire, on se demande bien d'où peuvent venir les insinuations venimeuses selon lesquelles la presse serait corrompue à coup de montres Sartier, de caméras Cony ou de séjours gratuits à la Papounia. « Allons, allons, ceux qui disent ça, c'est par jalousie ! ». Soit. Imaginez le rédacteur intègre à sa table en train de dépouiller son courrier, rêvant que la société Applu lui fasse parvenir discrètement le dernier modèle de ses inaccessibles ordinateurs Mac Mic, avec tout ce qu'il faut devant et derrière pour lui permettre de « mieux informer ses lecteurs des progrès récents qui ont bouleversé bla bla... ». Ou son confrère qui, tout en tapant nonchalamment sur son clavier une soporifique liste de composants, se console en imaginant la tête de ses copains le jour où il débarquera enfin dans la Forshe RI pour laquelle il fait des ronds de jambe depuis des mois et des mois. Et vous imaginez ce qui tombe sur la table du rédacteur quand il secoue le paquet-poste ? Ni invitation somptueuse, ni cadeau mirobolant, mais trois bouts de plastique : un serre-joint Ψ ! Maintenant, fini de rigoler. Lecteur, ici commence l'information objective. L'ingénieux "serre-joint" n'est pas ce que l'on entend d'ordinaire par ce vocable. Même s'il vous tombe sur les pieds, il ne fait pas mal puis qu'il ne pèse que 12 g. Et comme il est fait de matériaux robustes – sa tige est en fibres de carbone – il permet d'obtenir un serrage néanmoins très efficace, et surtout bien adapté à des conditions où d'ordinaire, il faut avoir recours à du ruban adhésif, des pinces à linge et beaucoup d'acroba-

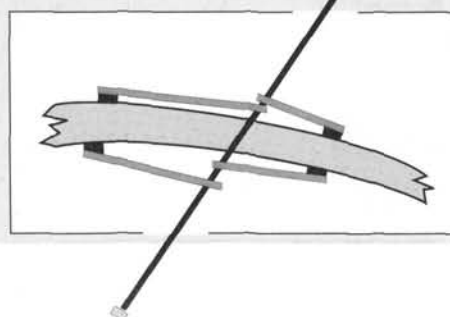
PERISCOPE

tie. L'outil est simple : une tige cylindrique (A) souple sur laquelle coulisent une ou plusieurs paires de mâchoires (B) munies chacune de tampons (C) en caoutchouc élastique entre lesquels sont pris les objets à serrer. Pour bloquer, il suffit de serrer, parallèlement à l'axe de la tige, les mâchoires B entre le pouce et l'index. Ça tient tout seul ! La pression

SERRE-JOINT Ψ



Ψ se prononce PSI. A = tige cylindrique (fibres de carbone). B = mâchoires coulissantes (presser pour serrer). C = tampons en caoutchouc orientables vers l'intérieur ou vers l'extérieur. D = dos des mâchoires (presser pour écarter). E = anneaux de butée



des mâchoires sur l'objet est la même que la pression des doigts sur les mâchoires, ce qui réduit le risque d'écrasement. Si l'objet à serrer n'est pas trop grand, la manoeuvre peut même se faire d'une seule main, et très vite. Le serre-joint tient sans glisser en serrage latéral. Il permet le réajustement des pièces enserrées. Il rattrape, par l'élasticité des tampons, le jeu résultant du séchage de la colle. Avec les tampons protégés, si nécessaire, par de minces plaquettes de bois ou carrés de tissu d'amiante (prélevés par exemple sur un vieux gant de cuisine pour saisir les plats chauds), il permet de tenir des pièces soumises à la chaleur du fer à souder (telle qu'une prise à broches multiples). Le serre-joint Ψ est doté d'une "sécurité anti-casse" au-delà de 5 kg de force de serrage (les mâchoires se dérobent latéralement). Avec les mâchoires inversées sur leur support, il se transforme en écarteur ! La plupart des applications les plus intéressantes de cet outil étonnant sont des applications en combinaison de deux ou plusieurs paires de mâchoires, ce qui permet notamment de presser sur des formes courbes, d'appliquer une pièce libre et mobile sur un support immobile, d'obtenir un serrage en angle, en chevauchement... Même si ce n'est pas un

outil conçu spécialement pour l'électronique à chaud (cf. la gymnastique avec les carrés d'amiante), il pourra servir pour bien des travaux à froid et pour toutes sortes d'autres activités où il faut une troisième main, solide, légère et flexible à l'emploi. Finalement, le rédacteur n'a pas perdu au change. Quant à vous, le serre-joint Ψ vous

coûtera (sous réserve d'une erreur de notre part) quelque 45 FF dans sa version à 2 mâchoires et 90 FF dans la version à 3 mâchoires.

Pour d'autres renseignements :

Berna Innovations • Mas Liotard • Les Brousses
F - 30410 MOLIÈRES sur CÈZE • Tél 90 85 90 81

Pour vos commandes :

Ets DUSSIEUX

5 ruelle du Colombier

F- 78410 NEZEL • Tél (1) 30 95 56 76

ainsi qu'au BHV Rivoli et à la Samaritaine

mini-orgue

modulaire avec commande automatique de gain

lumineux

Les montages publiés dans *eleX* depuis trois ans ont abordé à peu près tous les domaines. Parmi eux, les jeux de lumière gardent la faveur des constructeurs amateurs. Le mini-orgue lumineux dont la description suit n'est pas un projet tout simple à construire sur une platine d'expérimentation, mais un ensemble modulaire à réaliser sur quatre circuits imprimés, ou plus si vous voulez. Tout en restant de dimensions modestes, il produit un effet spectaculaire car il met en oeuvre des lampes à incandescence alimentées par le secteur 220 V. La sécurité « des biens et des personnes » est garantie par un isolement soigné entre la partie audio et la partie puissance. La commande automatique de gain différencie ce montage des jeux de lumière courants, qui sont surtout sensibles au volume de la musique. Celui-ci est sensible à la présence de fréquences déterminées, quel que soit le volume, ou à peu près. Cela ne va pas sans une certaine complexité, mais ce projet un peu plus ambitieux que les précédents nous donnera l'occasion de voir ou de revoir le fonctionnement des triacs, des amplificateurs opérationnels et des filtres, entre autres.

Il est inutile de rappeler ce qu'est un orgue lumineux : vous connectez cet appareil à la sortie d'un amplificateur, ou d'un poste de radio, ou d'un magnétophone à cassette, en un mot à une source de signaux audio, et les lampes s'allument et s'éteignent au rythme de la musique. Avec des lampes multicolores, l'effet est garanti dans n'importe quelle *surboum*. Le qualificatif « mini » utilisé dans le titre ne s'applique pas à l'effet produit, mais aux dimen-

sions de l'appareil. Le schéma de la figure 2 peut paraître compliqué au premier abord, mais il ne le sera plus au deuxième rabord, après que nous aurons examiné les différentes fonctions qu'il remplit.

le schéma synoptique

Le schéma de la figure 1 représente l'organisation de l'orgue lumineux. Le premier sous-ensemble est une alimentation auxiliaire qui fournit, à partir d'une tension alternative de 10 V, la tension continue nécessaire aux autres modules et une impulsion lors de chaque passage par zéro. Le sous-ensemble suivant est un amplificateur, symbolisé par un triangle ; il reçoit la tension audio de commande et l'amplifie avant de la transmettre aux différents modules de voie. La commande automatique de gain (CAG), que nous verrons en détail plus loin, fait en sorte que le signal de sortie ait une amplitude constante, quelle que soit celle du signal d'entrée.

La platine de puissance, à droite de la double ligne pointillée, comporte trois sous-ensembles : nous trouvons de haut en bas la lampe et le triac qui l'alimente, l'étage pilote du triac, auquel il est relié par un transformateur d'isolement, et enfin un filtre passe-bande. Nous examinerons le rôle précis et le mode de fonctionnement de chacun de ces sous-ensembles quand sera venu le tour du schéma détaillé de la figure 2. pour l'instant, précisons que la partie droite du schéma correspond à une lampe ou un canal de l'orgue lumineux, et qu'elle sera réalisée au moins trois fois, au plus huit fois. L'étage pilote sera identique alors

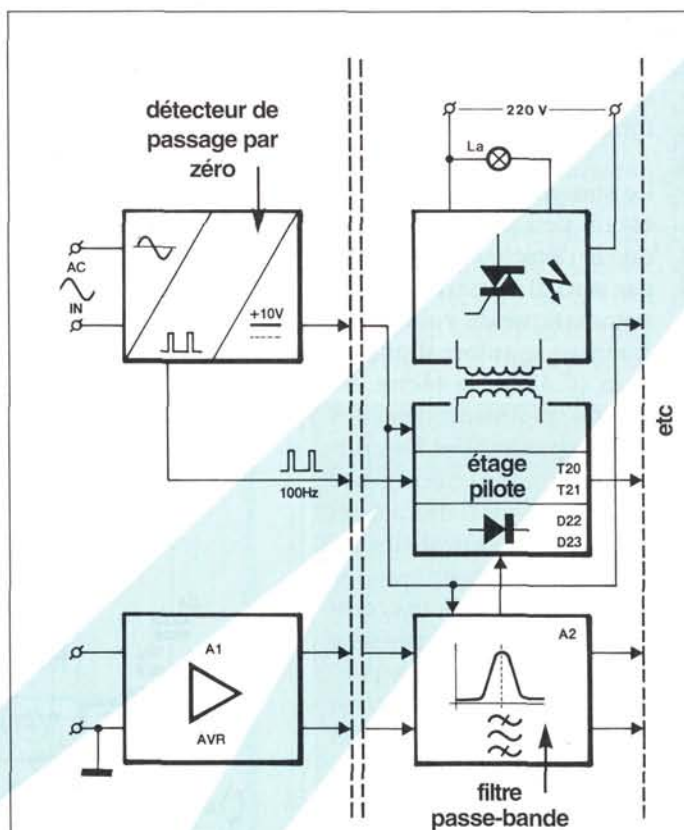


Figure 1 - Le schéma synoptique. La double ligne pointillée au milieu du schéma indique comment les fonctions sont réparties sur les différentes platines. La première, unique, comporte le détecteur de passage par zéro de la tension du secteur et l'amplificateur des signaux audio. La deuxième platine, répétée en trois exemplaires, comporte le filtre passe-bande accordé sur une fréquence, le triac et son système de déclenchement ou étage pilote

que le filtre sera différent d'une platine à l'autre, faute de quoi les lampes s'allumeraient et s'éteindraient en même temps et l'effet ne serait guère plaisant. Nous verrons plus loin comment les filtres font réagir une lampe aux fréquences hautes, l'autre aux fréquences basses...

le schéma détaillé

Nous suivrons pour le schéma détaillé de la figure 2 le même ordre que pour la description du schéma synoptique ; commençons par l'alimentation auxiliaire. Elle comporte un redresseur double alternance, D1 à D4, et un condensateur-réservoir (C1). C'est la tension de 14 V lissée par C1 qui est fournie aux autres modules, alors que la tension continue pulsée issue du redresseur est utilisée par le détecteur de passages à zéro construit autour de T1. Le déclenchement des triacs au passage par zéro de la tension est destiné à éviter les parasites de commutation. Si le déclenchement intervenait à n'importe quel moment de la période du secteur, le passage brutal d'une intensité nulle à une intensité maximale dans la charge serait assimilable à un front d'onde rectangulaire. Les ondes rectangulaires contiennent une foule d'harmoniques, y compris de fréquence élevée, qui se propagent par les fils du secteur et provoquent des perturbations dans les récepteurs de radio ou de télévision et dans les amplificateurs.

Le transistor T1 est alimenté, côté collecteur, par la tension lissée, côté base par la tension « brute de redressement ». La tension redressée est une succession de demi-périodes positives entre lesquelles la tension est nulle.

Aussi longtemps que la tension redressée est supérieure à 1 V environ, la base de T1 est alimentée, il est conducteur et le potentiel de son collecteur est proche de zéro. Dès que la tension redressée approche de zéro, le transistor se bloque et la tension de son collecteur reprend sa valeur maximale de 14 V. C'est ce qui produit le train d'impulsions positives à 100 Hz représenté sur le synoptique de la figure 1 et aux différents points repérés A sur la figure 2.

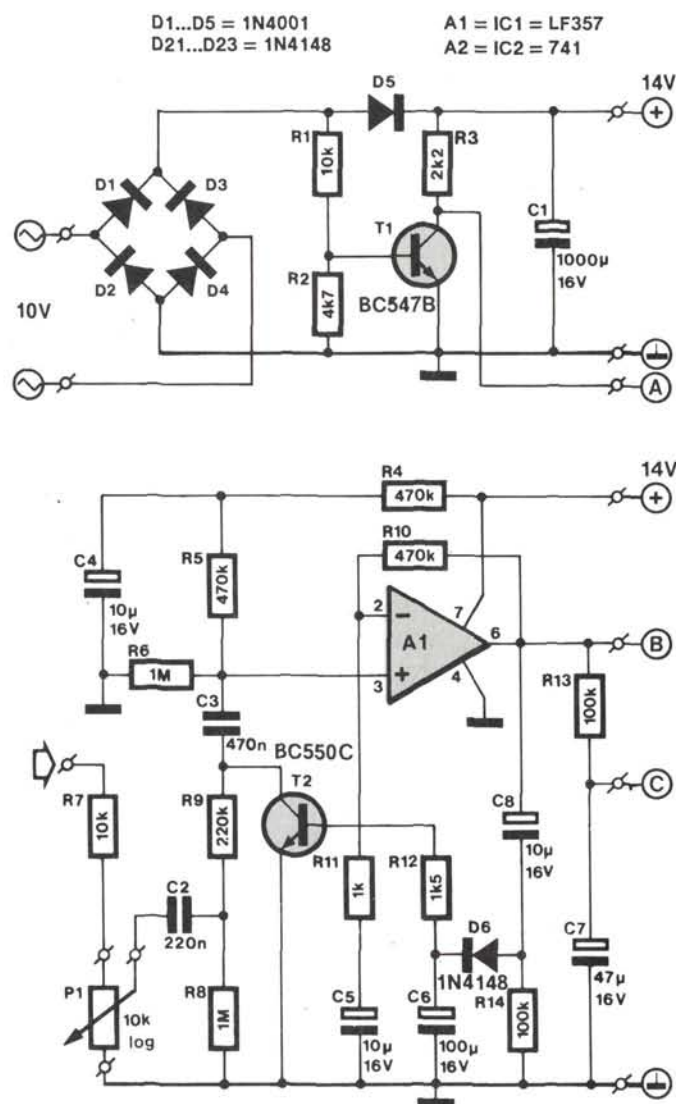
L'étage pilote est alimenté par la tension lissée de 14 V et commandé par deux signaux, dont l'un provient du filtre, l'autre du détecteur de passage par zéro. Tant que la tension du collecteur de T1 est nulle, le déclenchement du triac par T20 et T21 est impossible, quel que soit le signal délivré par le filtre.

Le sous-ensemble suivant est un peu plus compliqué que le détecteur de passage par zéro. Il s'agit du réglage automatique de volume ou commande automatique de gain (CAG). Sa tâche est simple : maintenir dans des limites préétablies l'amplitude du signal audio. Les *fortissimi* seront atténués et les *pianissimi* amplifiés au maximum, si bien que les lampes seront toujours commandées, aussi bien pendant les passages *crooner* que pendant les crises *destroy*. L'amplificateur opérationnel A1 est monté en non-inverseur, avec un gain fixé par le rapport de R10 à R11. L'entrée non-inverseuse reçoit un signal par C2, R9 et C3. Le condensateur C6 se charge rapidement à la valeur de crête du signal de sortie, transmis par C8 et D6. La tension sur le condensateur C6 commande le transistor T2 par l'intermédiaire de la résistance R12. Asso-

ciée à R9, la résistance variable que présente le transistor T2 constitue un diviseur de tension dont le rapport détermine l'amplitude de la tension appliquée à l'entrée de l'amplificateur. Plus le signal audio de l'entrée est important, plus le transistor T2 est rendu conducteur par la tension de sortie, et plus le diviseur de tension R9/T2 atténue le signal appliqué à l'entrée de l'amplificateur. Comme les signaux audio varient rapidement, il a fallu ralentir le

processus par l'adjonction de C6, qui se charge rapidement à la valeur de crête mais demande plus de temps pour se décharger à travers R12 et la base de T2. Il faut donc un certain temps pour que la résistance de l'espace émetteur-collecteur reprenne une valeur élevée, ce qui permet au système de se stabiliser à la valeur moyenne de la tension d'entrée.

Figure 2 - Les cinq rectangles du schéma synoptique sont remplacés ici par la représentation détaillée des composants, disposés de façon à rappeler leur fonction.



les filtres

Le signal calibré en amplitude qui est disponible au point B, sortie de l'amplificateur, comporte toutes les fréquences du signal audio. Comme nous voulons que chaque lampe réagisse à une partie du spectre audible et seulement à cette partie,

nous allons faire passer le signal par une série de filtres. Le schéma de la figure 2 n'en représente qu'un, avec l'étage de puissance qu'il commande, mais un orgue lumineux « standard » en comporte au moins trois, accordé chacun sur une bande différente du spectre audible. L'accord résulte du

choix de la valeur des composants R22 à R24 et C23/C24, qui déterminent la **fréquence centrale** (f_0) du filtre passe-bande. Le principe de fonctionnement du filtre est plus évident sur le schéma de la **figure 3**, débarrassé des autres composants. Cette représentation idéalisée suppose que l'alimentation est symétrique, ce qui n'est pas le cas en réalité. Le condensateur C25 de la fig. 2 se comporte, pour le signal audio, comme un court-circuit ; il est remplacé sur la figure 3 par un véritable court-circuit. L'amplificateur est monté en inverseur, c'est-à-dire que son entrée non-inverseuse (+) est maintenue à un potentiel fixe (ici celui de la masse) et que le signal est appliqué à l'entrée inverseuse. Le réseau de contre-réaction, qui détermine le gain, n'est pas constitué de résistances, mais d'un assemblage de condensateurs et de résistances. Comme un réseau RC présente une constante de temps, le taux de contre-réaction dépend de la fréquence du signal, et le gain diffère selon la fréquence. La

fréquence centrale est celle pour laquelle le gain est maximal. Dès que la fréquence du signal s'écarte de cette valeur, le gain diminue, et il diminue d'autant plus que l'écart entre la fréquence du signal et la fréquence centrale augmente.

Le tableau 1 (page suivante) indique, en plus des valeurs convenables pour chacun des filtres, les formules de calcul. Ces formules vous seront utiles si vous voulez réaliser un orgue avec plus de trois canaux. Les résistances R22 à R24 n'ont pas des valeurs rondes de la série E24, mais il est simple de les remplacer par un assemblage en parallèle de deux valeurs standard, d'autant plus que le circuit imprimé est prévu pour cela. Le facteur de qualité du filtre est désigné par Q, il est d'autant plus élevé que la pente du filtre est forte, c'est-à-dire que les fréquences différentes de la fréquence centrale sont rejetées énergiquement, ou encore que le filtre est sélectif. Nous avons choisi une valeur de 5, mais toute valeur comprise entre

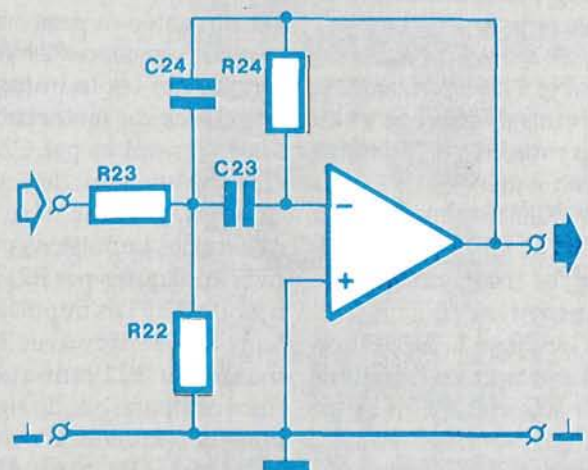
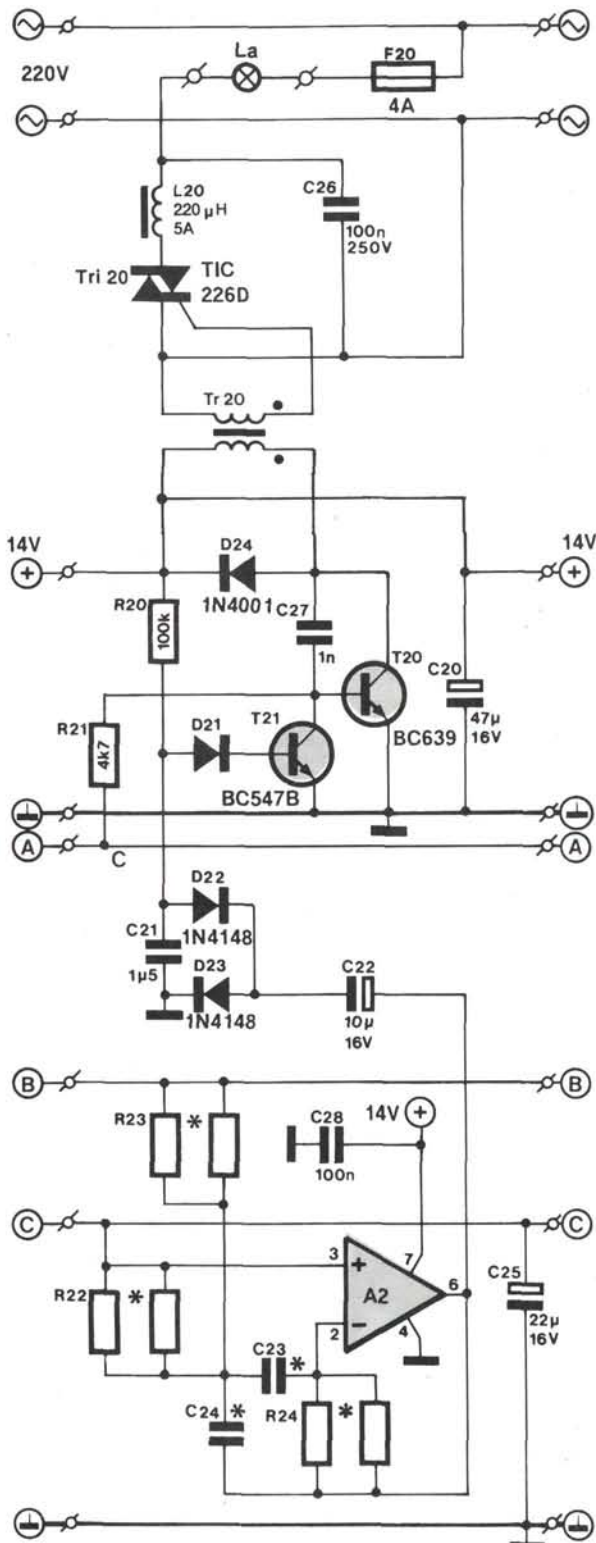


Figure 3 - Pour éviter que les trois lampes s'allument en même temps, il faut intercaler un filtre entre l'amplificateur et l'étage pilote du triac. Chaque canal comporte un filtre accordé sur une fréquence différente par la valeur des composants R et C de la boucle de contre-réaction.

f_0 en Hz	250	1000	5000
Q	5	5	5
A_X	0,5	1	1
C_X	47×10^{-9} (47 nF)	10×10^{-9} (10 nF)	$2,2 \times 10^{-9}$ (2,2 nF)
R22	1,37 kΩ 15 kΩ//1,5 k	1,62 kΩ 15 kΩ//1,8 kΩ	1,48 kΩ 120 kΩ//1,5 kΩ
R23	135 kΩ 270 kΩ//270 kΩ	79,6 kΩ 390 kΩ//100 kΩ	72,3 kΩ 180 kΩ//120 kΩ
R24	135 kΩ 270 kΩ//270 kΩ	159 kΩ 390 kΩ//270 kΩ	145 kΩ 4,7 MΩ//150 kΩ

$$2 < Q > 5$$

$$R22 = \frac{Q}{2\pi f_0 C_X (2Q^2 - A_X)}$$

$$R23 = \frac{Q}{2\pi f_0 C_X A_X}$$

$$C23 = C24 = C_X$$

$$f_0 = \frac{1}{2\pi C_X} \frac{1}{R24} \times \frac{R23 + R22}{R23 \times R22}$$

Tableau 1 - Chaque filtre passe-bande est accordé sur une fréquence dite fréquence centrale. Les fréquences indiquées dans le tableau conviennent pour un orgue à trois canaux. Si vous voulez ajouter un canal ou deux, il faudra décaler les fréquences et calculer les valeurs correspondantes en fonction des formules.

l'étage pilote

2 et 5 est acceptable. Il ne faut pas perdre de vue que plus cette valeur sera faible, plus les bandes de fréquences transmises par les différents filtres vont se chevaucher. L'effet obtenu sera moins spectaculaire si toutes les lampes s'allument en même temps.

Pour ce qui est du choix du gain A_X , il faut s'en remettre à la vitesse du vent et au doigt mouillé. Nous avons choisi un gain égal à 1 pour les fréquences supérieures à 500 Hz et à 0,5 pour les fréquences inférieures. Une augmentation du gain rend plus évidente la séparation des canaux et vous pouvez expérimenter selon votre goût.

Le choix de la valeur de C_X est dicté par des considérations similaires à celles qui gouvernent la détermination du gain : pifométriques. Vu le peu d'impératifs à respecter, nous avons choisi des valeurs standard comprises entre 1 et 100 nF.

Le signal disponible à la sortie de chaque filtre est utilisé pour déclencher le triac du canal correspondant, par l'intermédiaire des transistors T20 et T21. Ce dernier est monté de telle façon qu'il est toujours conducteur en l'absence de signal : sa base est alimentée en permanence par la résistance R20. Il est bloqué par les impulsions négatives de la sortie du filtre, transmises par C22 et D22. Revenons au détecteur de passages par zéro : il délivre des impulsions positives appliquées par R21 à la base de T20. Les impulsions sont court-circuitées à la masse par T21 tant que le filtre ne donne pas de signal pour la fréquence du canal considéré. Dès que le filtre donne des impulsions de blocage de T21, les impulsions du détecteur de passage par zéro peuvent rendre T20 conducteur. Le courant de collecteur de T20 traverse un enroulement du transformateur s'isolant Tr20,

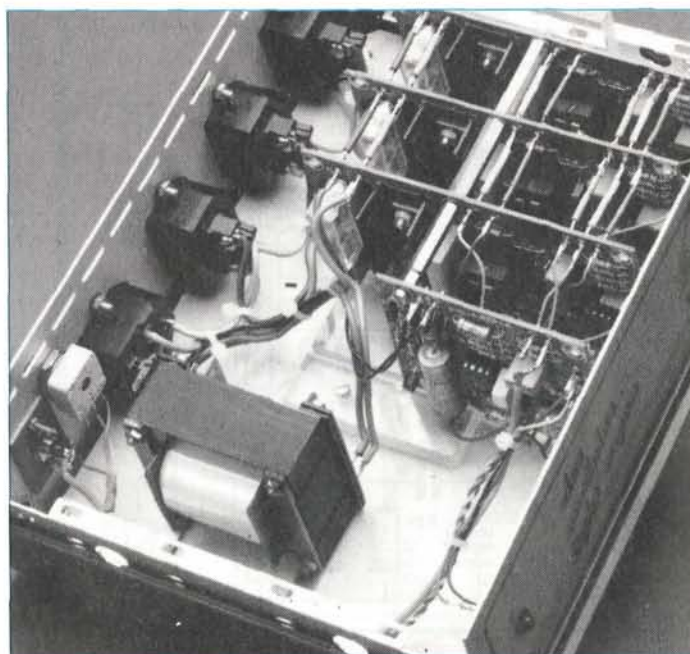
un courant identique, aux pertes près, traverse l'autre enroulement et déclenche le triac, c'est-à-dire le rend conducteur jusqu'au prochain passage par zéro. Le déclenchement du triac est subordonné à deux conditions qui doivent être vérifiées simultanément : le filtre doit délivrer une tension d'amplitude suffisante pour bloquer T21 et la tension alternative doit être nulle. Le déclenchement se fait par l'intermédiaire d'un transformateur pour des raisons de sécurité : toute la partie reliée au secteur est isolée de celle qui est reliée à la source de signaux audio.

la construction

Nous avons prévu deux circuits imprimés pour installer l'électronique du mini-orgue lumineux. Celui de la figure 4 est destiné à l'alimentation auxiliaire et au détecteur de passage par zéro. Il sera réalisé en un seul exemplaire. Celui de la figure 5 sera réalisé en autant d'exemplaires que vous prévoyez de canaux pour votre orgue, dans la limite des 8 que peuvent alimenter les circuits auxiliaires.

Comme pour tous les circuits qui sont soumis à la tension du secteur, le soin et la prudence s'imposent. Choisissez un coffret en matière plastique en fonction du nombre de platines à loger. Aucune des parties reliées au secteur ne doit être accessible de l'extérieur ; c'est le cas en particulier pour les radiateurs qui équipent chacun des triacs. Le radiateur est obligatoire si la charge connectée consomme plus d'un ampère (220 watts sous 220 V). Dans tous les cas, il faut éviter de dépasser 3 A. Rassurez-vous, avec 600 et quelques watts par canal, comme disait l'autre : « ça arrache, Papa ! »

87652



liste des composants

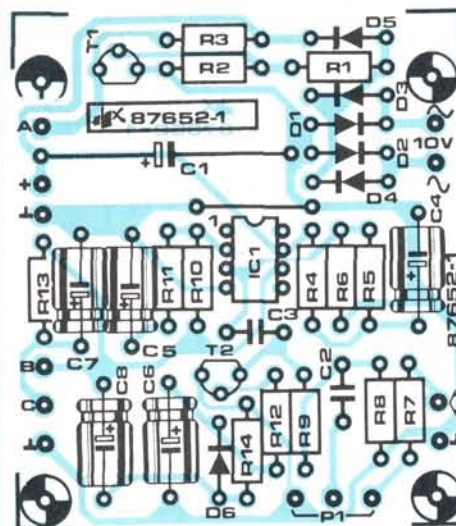
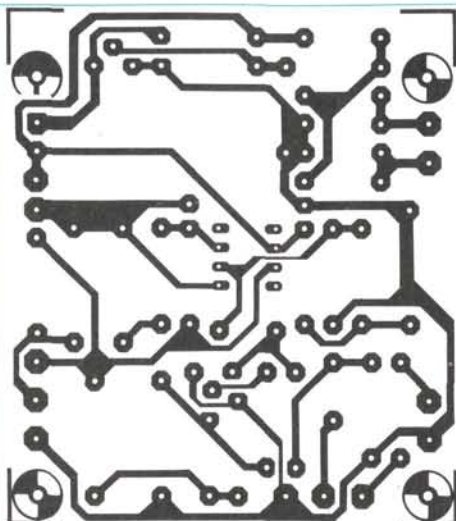
de la platine d'alimentation
auxiliaire

R1, R7 = 10 k Ω
R2 = 4,7 k Ω
R3 = 2,2 k Ω
R4, R5, R10 = 470 k Ω
R6, R8 = 1 M Ω
R9 = 220 k Ω
R11 = 1 k Ω
R12 = 1,5 k Ω
R13, R14 = 100 k Ω
P1 = 10 k Ω pot. log.

C1 = 1000 μ F/16 V
C2 = 220 nF
C3 = 470 nF
C4, C5, C8 = 10 μ F/16 V
C6 = 100 μ F/16 V
C7 = 47 μ F/16 V

D1 à D5 = 1N4001
D6 = 1N4148
T1 = BC547B
T2 = BC550C
IC1 = LF357

transformateur 10 V/0,5 A



liste des composants

de la platine de puissance pour un canal

R20 = 100 k Ω
R21 = 4,7 k Ω
R22 à R24 : tableau 1

C20 = 47 μ F/16 V
C21 = 1,5 μ F (pas de chimique)
C22 = 10 μ F/16 V
C23, C24 : tableau 1
C25 = 22 μ F/16 V
C26 = 100 nF/250 V CA
C27 = 1 nF
C28 = 100 nF

L20 = 220 μ H/5 A
(self d'antiparasitage de triac)
Tr20 = transfo d'isolement
rapport 1:1
F20 = fusible sous verre
5 x 20 mm 4 AT
porte-fusible pour circuit imprimé

D20 = 1N4001
D21 à D23 = 1N4148
T20 = BC639
T21 = BC547B
IC2 = 741
Ti20 = TIC226D

radiateur pour le triac

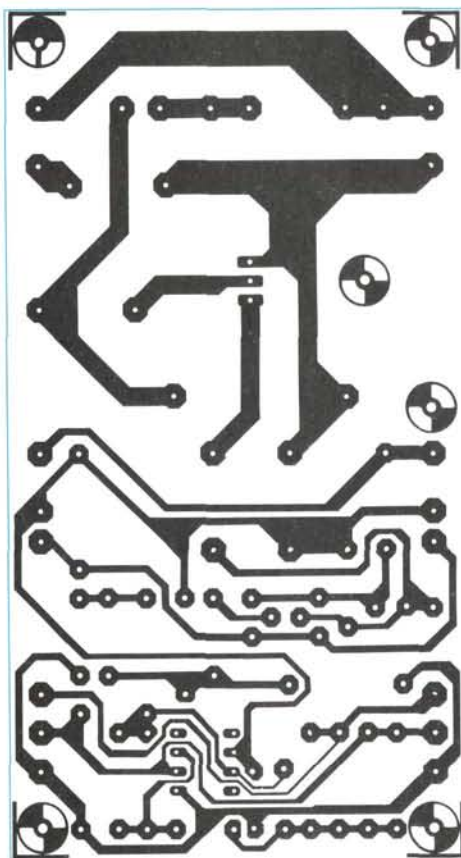
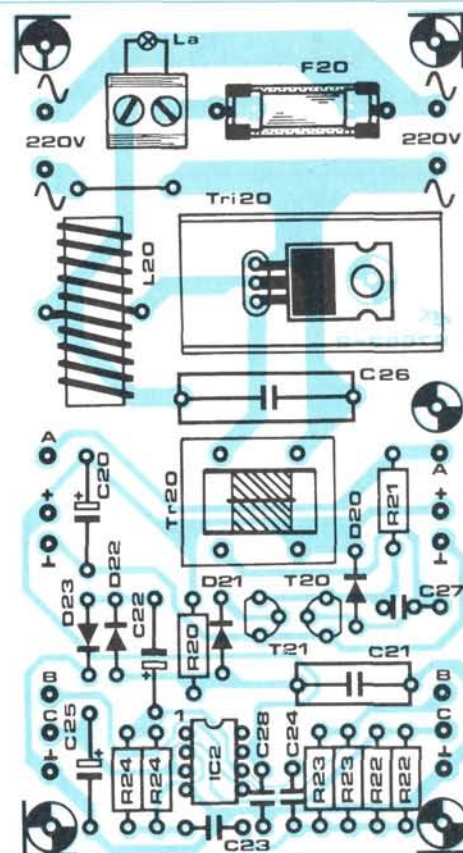


Figure 4 - Le dessin de circuit imprimé de la platine commune aux différents canaux. Elle comporte l'alimentation auxiliaire, la section de synchronisation et l'amplificateur à commande automatique de gain (CAG).

Figure 5 - Contrairement à la première platine, celle-ci doit être construite en plusieurs exemplaires, un par canal. Le nombre de canaux n'est pas impératif, mais 3 est un minimum et 8 un maximum, du fait de la puissance de l'alimentation auxiliaire.



Veillez retourner le bon ci-contre (ou une photocopie) sous enveloppe affranchie à **ELEX - BP 59 - 59850 NIEPPE**

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

* pour la Suisse, veuillez vous adresser à URS MEYER CH-2052 FONTAINEMELON

Indiquez dans la rangée supérieure de la grille ci-dessous les numéros que vous souhaitez commander en précisant dans la rangée inférieure le nombre d'exemplaires souhaité

48 FF + 15 FF pour 1 cassette
+ 30 FF pour 2 cassettes ou plus

NOM ET PRÉNOM

ADRESSE OU COMPLÉMENT D'ADRESSE

ADRESSE OU LIEU-DIT

CODE POSTAL

BUREAU DISTRIBUTEUR

PAYS/DOM-TOM

CI-JOINT

FF

PAR ☐ CARTE BANCAIRE

☐ CHEQUE BANCAIRE

CCP

☐ MANDAT À "ELEX"

OU ☐ JUSTIFICATION DE PAIEMENT AU CCP DE PARIS N° 190200V

[illegible]

46 • elex n° 36 • SEPTEMBRE 1991

36 *minitel* **15**
code



- ✓ pour vous abonner
- ✓ pour consulter le catalogue des livres et circuits imprimés PUBLITRONIC,
- ✓ pour consulter la base de données de composants,
- ✓ pour fouiner dans le sommaire
- ✓ pour jouer bien sûr,

mais aussi pour consulter la

TABLE DES MATIÈRES

où figurent tous les articles
parus dans ELEX
depuis sa création en 1988,
regroupés par thèmes :

RÉALISATIONS

1. mesure labo
2. domestique
3. HF&radio
4. photo
5. audio & musique
6. auto, moto & vélo
7. jeux, bruitage & modélisme

RUBRIQUES & SÉRIES

- 8. théorie
- 9. composants
- 10. expérimentation
- 11. les tuyaux d'ELEX
- 12. périscope
- 13. divers
- 14. BD : Rési & Transi

ne restez pas seul, les bras croisés !

Ets POMMAREL

Electronique - Informatique
Composants - Kits - Mesure -
Livres Techniques
Ordinateurs KENITEC



14, Place Doublet
24100 BERGERAC

Tél : 53.57.02.65

Fax : 53.24.79.28

Composants électroniques/Micro-Informatique



PLACE DU MARCHÉ (29 RUE DE BOUCHERIES)

25000 BESANCON/FRANCE

Tél : 81.81.02.19

FAX : 81.82.16.79

MAGASIN INDUSTRIE : 72, RUE TRÉPILLOT

BP 1525 BESANCON

Tél : 81.50.14.85 FAX : 81.53.28.00

TÉLEX : 361711

COMPOSIUM

CHOLET ELECTRONIC MORLAIX

6, rue Nantaise

Tél : 41.58.63.64

16, rue Gambetta

Tél : 98.88.60.53

VANNES

35, rue De La Fontaine

Tél : 97.47.46.35

QUIMPER

33, rue Réguaire

Tél : 98.95.23.48

Fax : 98.95.91.29

4 SPÉCIALISTES PRÊTS À SE
METTRE EN 4 POUR VOUS SERVIR
GRAND PUBLIC AU PROFESSIONNEL



ÉLECTRONIQUE

12, rue Félix-Bablon (rue du théâtre)

52000 CHAUMONT

Tél : 25 32 38 88

COMPOSANTS, KITS, INSTRUMENTS DE
MESURE, LIBRAIRIE TECHNIQUE,

OUTILLAGE, CB PRÉSIDENT

PRIX COLLEGE-PRIX PAR QUANTITÉ
CATALOGUE GRATUIT
contre 3 timbres

Composants Electroniques -
Kits - Appareils
de mesure - Haut-Parleur -
Sonorisation -
Jeux De Lumière

ELECTRON SHOP

CLERMONT-FERRAND

20-23 Avenue De La République

CLERMONT-FERRAND

Tél : 73.92.73.11

SVE ELECTRONIC

LE SERVICE N°1

TOUS VOS COMPOSANTS
11000 PRODUITS EN STOCK

ACTIFS, PASSIFS

MESURE

LIBRAIRIE

COFFRETS

PRODUITS FINIS

HAUT-PARLEURS

HIFI SONO

CONNECTIQUE

LYON 3

60 Crs DE LA LIBERTÉ

Tél : 78.71.75.66

FAX 78.95.12.18

GRENOBLE

20 RUE CONDORCET

Tél : 76.47.76.41

FAX 76.47.30.92

LES CARRÉS D'ADRESSES

COMPOSANTS ▲ OUTILLAGE ▲ CATALOGUES ▲ KITS ▲ MATÉRIEL

arquie composants

SAINT-SARDOS

82600 VERDUN SUR GARONNE

Tél : 63 64 46 91 Fax: 63 64 38 39

Spécialisé vente par correspondance
Qualité + Prix+Rapidité

COMPOSANTS ÉLECTRONIQUES

Liste de tous nos prix et promotions contre
une enveloppe timbrée à 3,80 FR, avec votre
adresse

3614

code : LAYOFRANCE

rubrique COMM :

Logiciels d'autoroutage

rubrique PROM.

Concours E.N. avec le Centre national de
documentation pédagogique.
60 prix à gagner.

3617 code LAYO

Téléchargement logiciels de FCAO
Les versions limitées (opérationnelles)
disponibles dans le monde

(Déjà : Layo1E, Edition Gerber, Gerber >
HPGL, Gerber>Postscript™ ...)

Utilitaires pour l'électronique, Démon,
Databooks (logiciels).

Banque de données pour trouver des
composants rares en France.

CI's : Pour obtenir, dans le monde, des
remises jusqu'à 60 % (industrie).

Pour trouver la bonne société de photo-
tracage soustraitante près de chez vous.

3614 code LAYOFRANCE

*Vous travaillez déjà avec un soft FCAO, mais à contre-
coeur : Il vous donne un mal de tête et les résultats sont
loin de vous satisfaire. Mais on ne change pas de soft
tous les six mois, et par force vous continuez à "galérer"
pour produire vaille que vaille, avec un patron qui pense
que vos compétences ne sont pas à la hauteur de la
tâche qu'il vous a confiée... STOP Essayez LAYO!*

*Sans investissement : (version d'essai 100 %
opérationnelle, faite par des électroniciens pour... des
électroniciens). Une fois convaincu, vous pourrez
LOUER une version industrielle, la location vous coûtant
moins que la maintenance de votre logiciel actuel.*

VITE, 3614 LAYOFRANCE

Château Garamache, Vallée de Sauvebonne,
83400 Hyères

Tél : 94.28.22.59 Fax : 94.48.22.16

Minitel 3614 LAYOFRANCE



Composants électroniques
Dépositaire de grandes marques
Professionnel et grand public
RADIO - TÉLÉVISION - VIDÉO - INFORMATIQUE

B.H. ELECTRONIQUE

164 à 166 av. Ar. Briand - 92220 BAGNEUX

Tél. (1) 46 64 21 59 • Fax (1) 45 36 07 08

SPÉCIALISTE DES COMPOSANTS JAPONAIS

PRINTS ELEKTOR EPS - LIVRES
SOFTWARE ESS - REVUES - CASSETTES DE
RANGEMENT - JEUX DE COMPOSANTS

COMPOSANTS ÉLECTRONIQUES - HP VISATON
KITS VELLEMAN OUTILLAGE - MESURE -
LITTÉRATURE - CB - RÉCEPTEURS

URS MEYER ELECTRONIC SA

Avenue Robert 12

CH - 2052 FONTAINEMELON

Tél : 038 / 53 43 43

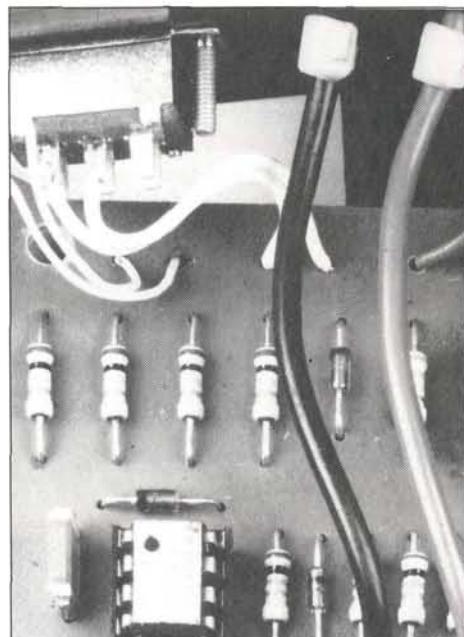
URS MEYER ELECTRONIC

Vous ne nous avez pas attendu pour rechercher les pannes de vos circuits et vous avez découvert qu'elles étaient souvent dues à des coupures ou à des ponts de soudure. Vous avez opéré avec un ohmmètre ordinaire et cela vous a très bien réussi. Vous avez pourtant constaté à cette occasion que lorsque vous louchiez vers le cadran de votre appareil de mesure, vos pointes de touche glissaient vers une broche voisine de celle que vous visiez. À part ça, votre multimètre à affichage numérique prenait son temps avant de formuler ses résultats, des secondes souvent longues qui laissaient échapper une liaison fautive à votre perspicacité. Sans parler de la tension d'examen, souvent si élevée que c'est finalement à travers les composants qu'elle est mesurée. Le circuit présenté ici est futé et déjoue tous ces pièges.

Tester les liaisons sur un circuit imprimé est une chose tellement banale qu'on finit par ne plus prêter attention aux problèmes que ça pose. Vous ne savez par exemple jamais précisément à quelle tension votre ohmmètre travaille et ne vous préoccupez pas plus que vos collègues du sens du courant de mesure. Et c'est ainsi que des circuits intégrés sont alimentés à l'envers et rendent l'âme simplement parce que des courants inverses trop élevés les ont traversés. Pour permettre un travail rapide et sûr, l'appareil de mesure doit réagir chaque fois immédiatement. Comme il est quelquefois difficile de savoir où la piste du circuit imprimé se perd, il ne reste souvent d'autre solution qu'une recherche au petit bonheur : vous touchez l'une ou l'autre broche d'un circuit intégré ou les pattes des composants avec la pointe de mesure, un oeil sur celle-ci et l'autre suivant l'indication du multimètre, bon entraînement pour suivre les matchs de tennis, soit, mais ce n'est pas ici le but de la manoeuvre.

Toute votre attention doit rester attachée à la pointe de touche traquant les ponts et les coupures. Alors comment faire ? Travailler à l'oreille : c'est un résonateur piézo-électrique qui donnera les résultats, piaillant au moment précis où la résistance mesurée sera inférieure à 8 k Ω . C'est en tous cas le choix que nous avons fait pour ce circuit. La valeur de la résistance au dessous de laquelle le signal sonore doit

un **testeur de**
continuité
imaginatif



détecteur de coupures

retentir est affaire de goût. Nous l'avons (judicieusement) choisie de 8 k Ω parce que cette valeur paraît la plus appropriée au contrôle des pistes des circuits logiques et qu'elle permet une mesure des plus fiables. Pour les circuits analogiques toutefois, la marge est plus grande et la résistance R4 peut être plus petite. Il va de soi que plus votre appareil sera sensible plus vous courrez le risque d'une fausse alerte.

le schéma

Vous aviez déjà porté vos regards vers la **figure 1** et noté les deux organes principaux du circuit, les amplificateurs opérationnels A1 et A2 contenus dans un seul boîtier, un TL272. Le premier amplificateur, A1 donc, est ici câblé en comparateur. L'amplificateur A2 fonctionne en oscillateur et commande le résonateur piézo-électrique (Bz1). Ces amplificateurs ne fonctionnent pas seuls, leur environnement est aussi important : vous remarquez d'abord une batterie de résistances en série (R1 à R6) qui forment un pont diviseur de tension. Vous commencez la traversée du pont, rencontrez R1,

R2, puis sortez vers A, point de rencontre avec le circuit à tester et sortie du signal de mesure. Si le signal ne rencontre, dans le circuit qu'il expertise, aucune coupure, il vous revient par le point B, à travers R3, directement à l'entrée inverseuse de A1 (broche 6). L'entrée inverseuse de A1, elle, est reliée au pont de résistances que nous avons quitté plus haut. Ceci fait que nous avons sur les entrées de A1 deux tensions dont le rapport est déterminé à chaque instant par les résultats de la mesure. Si par exemple vous rencontrez sur le circuit testé une coupure, la tension présente à l'entrée non-inverseuse de A1 sera supérieure à celle de l'entrée inverseuse, dans ce cas bien évidemment nulle. Et que trouve-t-on sur la broche 7 de l'amplificateur opérationnel, à sa sortie ? Le repos (9 V). Si toutefois le potentiel de la broche 6 passe au-dessus de celui de l'entrée non-inverseuse, la sortie change d'état. C'est le cas lorsque la résistance du trajet que suit le signal de mesure est inférieure à nos 8 k Ω . Le potentiel de la broche 6 s'élève au-dessus de celui de la broche 5 et la sortie passe à l'état bas. La diode D3 fait barrage et l'amplificateur A2, monté en

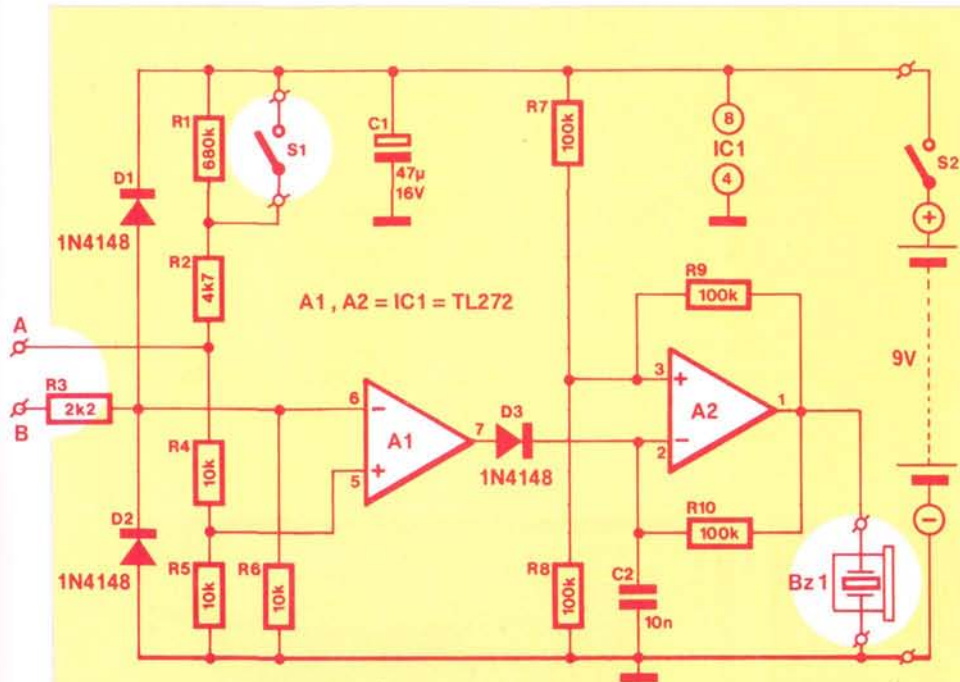
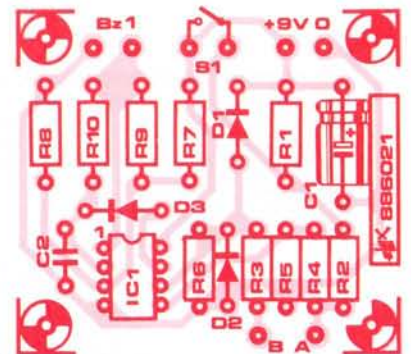
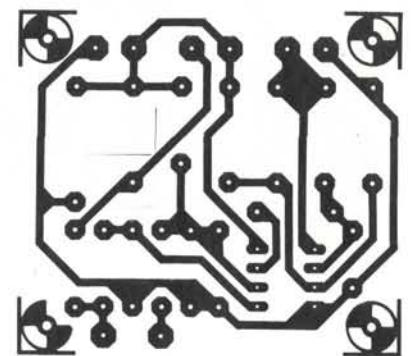


Figure 1 - Tout est là : vous remarquerez que par l'intermédiaire de S1 la tension de mesure peut prendre deux valeurs. Quand S1 est fermé même les diodes aux seuils les plus élevés ne feront pas obstacle à vos recherches.



liste des composants

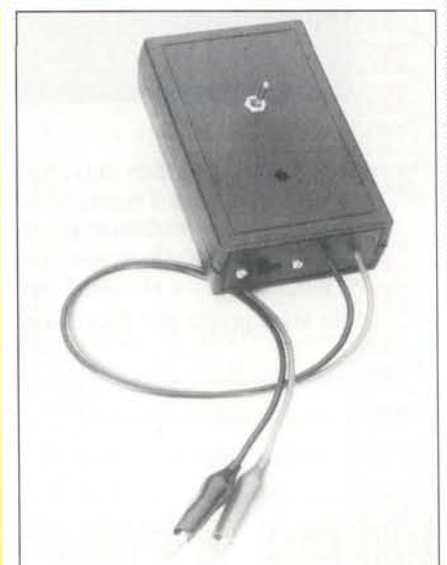
R1 = 680 kΩ
R2 = 4,7 kΩ
R3 = 2,2 kΩ
R4 à R6 = 10 kΩ
R7 à R10 = 100 kΩ

C1 = 47 μF/16 V
C2 = 10 nF

D1 à D3 = 1N4148
IC1 = TL272

S1, S2 = inter. unipolaires
Bz1 = résonateur
piézo-électrique

circuit imprimé



oscillateur, se met en branle. Le buzzer commence à buzzer* pour signaler que vous n'avez pas rencontré de coupure. Il y a pourtant un hic, en principe tous les circuits à contrôler contiennent des transistors et des diodes. Vous voyez où nous voulons en venir... attendu que la tension de mesure, si l'interrupteur S1 est ouvert, est trop basse pour qu'une diode du circuit mesuré entre en conduction, la dite diode, bien injustement, sera détectée comme une coupure. Pour qu'une pareille injustice ne soit pas commise, nous devons élever la tension. Vous nous proposez donc de fermer S1, en quoi vous avez tout à fait raison. La résistance R1 ainsi court-circuitée permet d'élever non seulement la tension de mesure (de 250 mV à 7,2 V) mais aussi la tension de référence de l'entrée non-inverseuse de l'amplificateur A1. Nous voilà ainsi parés pour traverser même les diodes dont les tensions de seuil seront les plus élevées, certaines LEDs à haut rendement (*high efficiency*) par exemple, qui ne dérangeront ainsi plus la mesure. Les diodes D1 et D2, normalement bloquées, servent uniquement de protection si par extraordinaire (ça n'arrive jamais, bien sûr !) vous aviez commencé vos

mesures sur un circuit sous tension ! Votre détecteur de continuité n'en souffrira pas : les tensions éventuelles seront court-circuitées directement vers le plus ou la masse.

et un circuit imprimé ! Un !

Mis à part le buzzer et la pile, tous les composants tiennent sur le circuit imprimé dont nous vous proposons le dessin. Vous le graverez ou le ferez graver pour la bonne raison qu'il n'existe pas tout cuit dans le commerce. Une fois ce travail achevé, les composants soudés, vous n'oublierez pas de raccorder les deux points de touche aux points A et B, d'installer la pile et le vibreur, les deux interrupteurs : le tout tient dans une grosse boîte d'allumette* ou dans un coffret plus élégant (surtout si c'est pour offrir). Bon sang mais c'est bien sûr, vous l'avez déjà fabriqué et c'est pour tester le premier montage que vous avez réalisé celui-ci : la pile est-elle bonne et bien connectée ? (1 - vérifier l'alimentation) ; les composants polarisés sont-ils montés à l'endroit (2 - les polarités) ; examen visuel des soudures (voilà pour le 3) ; et 4 partir à la recherche des coupures et des ponts de soudures.

886021

(*) Les busards grincheux (ils ne lisent pas Elex, tant pis pour eux) trouveront ces bruits, en marge des dictionnaires, abusifs ou bizarres.

(**) Nous marquons par l'absence de (s) que la dernière a péri dans les flammes.



L'ENSEIGNEMENT DE L'ELECTRONIQUE DEVIENT

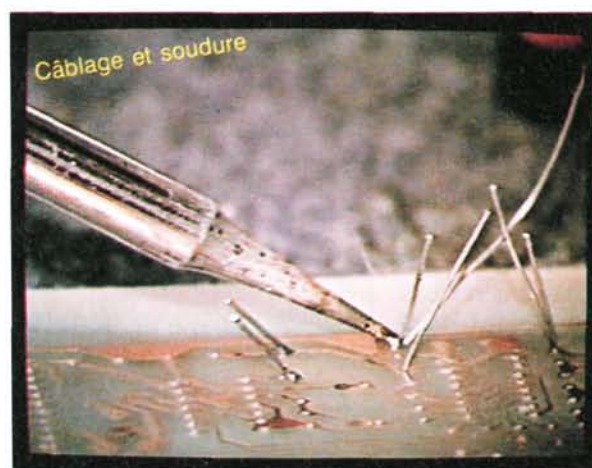
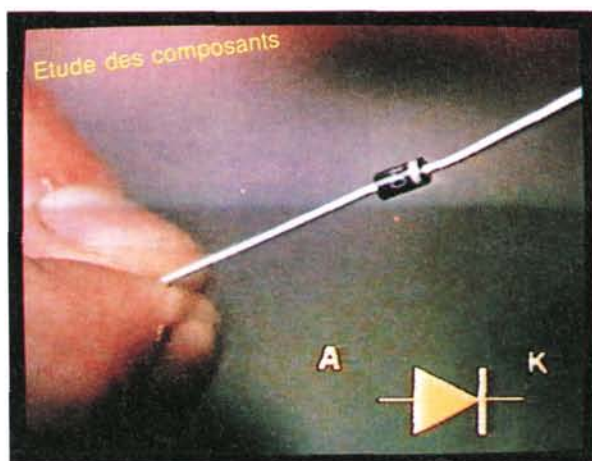
clair

agréable

efficace

avec la cassette vidéo d'initiation
"La Conquête de l'Electronique"

Ce film de quatre épisodes se déroule autour de la réalisation d'un mini-orgue électronique. Chaque épisode de quelques minutes peut être suivi de façon indépendante et répétée, en groupe ou individuellement. L'objectif est de permettre de visualiser les diverses manipulations importantes en électronique, et de montrer comment organiser un projet de montage, étape par étape.



L'impact de la vidéo didactique n'est plus à démontrer. Ce film a été conçu par la rédaction de la revue ELEX, avec le concours d'enseignants de technologie, et de fabricants d'outillage pour l'électronique. Il a été réalisé par une équipe de professionnels de l'audiovisuel. Les interventions animées de RESI et TRANSI, les deux personnages de bande dessinée, soulignent les moments forts du film, le rendant amusant, plus captivant et contribuent ainsi à augmenter son efficacité pédagogique.

Ne vous privez pas plus longtemps de cet avantage ! Utilisez le bon ci-dessous

Nom _____

Adresse _____

Commande la cassette vidéo* _____ x 179 FF =

Forfait port et emballage _____ = 30.00 FF

TOTAL =

Joindre votre règlement par chèque bancaire ou postal.

* Indiquer PAL ou SECAM.

PUBLITRONIC

Z.A.E. - B.P. 60 - 59850 NIEPPE - Tél. : 20.48.64.64.

PUBLICITE

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
platinex expérimentales ELEX			
1 - 40 x 100 mm	23 F		
2 - 80 x 100 mm	38 F		
3 - 160 x 100 mm	60 F		
platinex DIGILEX	88 F		
Autre référence: nous consulter			
* Forfait port et emballage:			
30 F par commande d'un ou plusieurs livres ou de livre(s) + platinex(s).			
Pour les commandes de 1 à 5 platinex seules, comptez 5 F par pièce, (soit le forfait de 30 F à partir de 6 platinex).			
Veuillez compléter soigneusement le verso de cette carte			
total net à payer:			25 F*

1 Ω	3,3 Ω
10 Ω	33 Ω
100 Ω	330 Ω
1 kΩ	3,3 kΩ
10 kΩ	33 kΩ
100 kΩ	330 kΩ
1 MΩ	3,3 MΩ
1,2 Ω	3,9 Ω
12 Ω	39 Ω
120 Ω	390 Ω
1,2 kΩ	3,9 kΩ
12 kΩ	39 kΩ
120 kΩ	390 kΩ
1,2 MΩ	3,9 MΩ
1,5 Ω	4,7 Ω
15 Ω	47 Ω
150 Ω	470 Ω
1,5 kΩ	4,7 kΩ
15 kΩ	47 kΩ
150 kΩ	470 kΩ
1,5 MΩ	4,7 MΩ
1,8 Ω	5,6 Ω
18 Ω	56 Ω
180 Ω	560 Ω
1,8 kΩ	5,6 kΩ
18 kΩ	56 kΩ
180 kΩ	560 kΩ
1,8 MΩ	5,6 MΩ
2,2 Ω	6,8 Ω
22 Ω	68 Ω
220 Ω	680 Ω
2,2 kΩ	6,8 kΩ
22 kΩ	68 kΩ
220 kΩ	680 kΩ
2,2 MΩ	6,8 MΩ
2,7 Ω	8,2 Ω
27 Ω	82 Ω
270 Ω	820 Ω
2,7 kΩ	8,2 kΩ
27 kΩ	82 kΩ
270 kΩ	820 kΩ
2,7 MΩ	8,2 MΩ

PUBLICITE

Selectronic

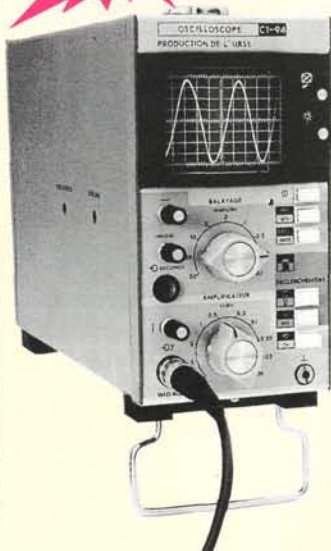
BP 513 59022 LILLE Tél. : 20.52.98.52

OSCILLOSCOPE CI 94 TORG + EXTENSION BICOURBE

PROMO

Fourni avec - Kit d'extension 2 traces
- SONDE 1/1 et 1/10

1350 F FRANCO



Un véritable oscilloscope 10 MHz à un tout petit prix!

Caractéristiques techniques :

- 10 MHz/1 voie
- Base de temps déclenchée ou relaxée
- Ampli vertical : 9 calibres 10 mV/div. à 5 V/div.
- Base de temps : 18 calibres 0,1 us/div. à 50 ms/div.
- Ecran : 40 x 60 mm (8 x 10 divisions)
- Dimensions : 19 x 10 x 30 cm
- Poids : 3,4 kg
- Livré avec 1 sonde 1/1 et 1/10
- Garantie : 1 an
- Kit d'extension 2 traces (alim. 2 x 9 V - sans boîtier)

POUR BIEN UTILISER VOTRE OSCILLOSCOPE :

- 2 ouvrages leur sont consacrés :
- **PRATIQUE DES OSCILLOSCOPES** : 368 pages d'explications, de manipulations et d'applications par REGHINOT et BECKER (Ed. RADIO).
 - Pratiqué des oscilloscopes 101.8094 190,00 F
 - **LES OSCILLOSCOPES** : structure, fonctionnement et utilisation pratique par R. RATEAU (ETSF)
 - Les oscilloscopes 101.8080 170,00 F
 - Pour commander, utiliser notre bon de commande au dos - Conditions générales de vente : voir notre publicité en annexe.

L'OSCILLOSCOPE CI 94 + KIT D'EXTENSION BICOURBE + SONDE

101.0087 1350,00 F FRANCO