RADIO PLANS

Revue mensuelle d'électronique appliquée. mai 1974 n° 318

3f,50

filtre BF

générateur BF

synchronisateur pour caméra

réalisation de circuits imprimés

antivol par radio

(voir sommaire détaillé page 25)

Belgique : 35 FB - Algérie : 3,5 Dinars - Tunisie : 350 Mils.

LE CHAMPION D'EUROPE

EuroTest

"TS210" 20 000 Ω PAR VOLT

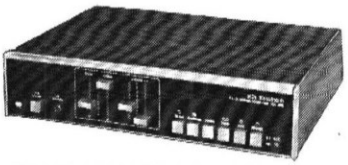
8 GAMMES - 39 CALIBRES

- Galvanomètre antichoc et à noyau magnétique blindé, insensible aux champs magnétiques externes.
- Protection du cadre contre les surcharges jusqu'à 1 000 fois le calibre utilisé.
- Protection par fusible des calibres ohmmètre, ohm × 1 et ohm × 10.
- Miroir antiparallaxe, échelle géante développement de 110 mm.

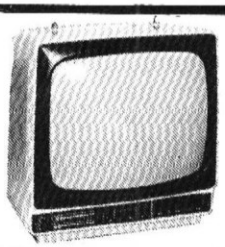
Prix (T.T.C.) ..... **179 F**

TENSIONS en continu	6 CALIBRES : 100 mV - 2 V - 10 V - 50 V - 200 V - 1 000 V
TENSIONS en alternatif	5 CALIBRES : 10 V - 50 V - 250 V - 1 000 V - 2,5 kV
INTENSITÉS en continu	5 CALIBRES : 50 µA - 0,5 mA - 5 mA - 50 mA - 2 A
INTENSITÉS en alternatif	4 CALIBRES : 1,5 mA - 15 mA - 150 mA - 6 A
OHMMÈTRE	5 CALIBRES : Ω × 1 - Ω × 10 - Ω × 100 - Ω × 1 K - Ω × 10 K
OUTPUT	5 CALIBRES : 10 V - 50 V - 250 V - 1 000 V - 2 500 V
DÉCIBELS	5 CALIBRES : 22 dB - 36 dB - 50 dB - 62 dB 70 dB
CAPACITÉS	4 CALIBRES : de 0 à 50 KpF - de 0 à 50 µF - de 0 à 500 µF - de 0 à 5 KµF

CHAINE HARMONIE
2 x 12 W musique - 2 x 7 W efficaces. Complète avec 2 enceintes 595,00
(En cadeau : 1 casque avec adaptateur)

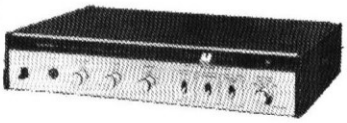


CHAINE TELETON GA-202
Puissance 2 × 22 watts avec platine GARRARD à cellule magnétique + 2 enceintes RT.210-S 2 voies.
LA CHAINE COMPLETE
PRIX 1 460,00

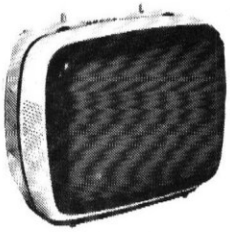


TELEVISEURS « GRUNDIG »
Touche à impulsion électronique
P. 1210 - 32 cm 1 195,00
P. 2030 - 51 cm 1 320,00
P 2055 - 51 cm 1 320,00

CHAINE SCHAUB-LORENZ
2 x 10 W musique. Changeur de disques automatique. Complète avec 2 enceintes.
Prix 729,00
Option pour capot 66,00
(En cadeau : 1 casque avec adaptateur)

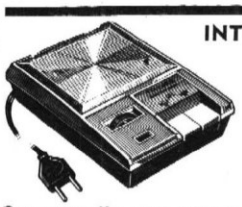


CHAINE TELETON SAQ 307
Puissance : 2 x 12 W. Avec platine GARRARD à cellule magnétique et 2 enceintes POP 210.
LA CHAINE COMPLETE
PRIX 1 150,00
L'ampli seul 550,00



TELEVISEURS « ITT SCHAUB-LORENZ »
TV. 381681 - 38 cm 1 312,00
TV. 44601 - 44 cm 1 362,00

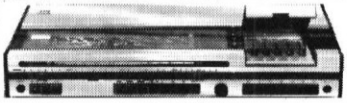
CHAINE LA FAYETTE LA-25
Ampli-préampli 2 x 20 W. 2 groupes HP. PU magnétique.
PRIX 1 040,00
En option le tuner stéréo
PRIX 450,00



INTERPHONE SECTEUR R. 2000
Ces appareils sont conçus pour effectuer des liaisons phoniques instantanées, puissantes et claires. Aucune installation spéciale : il suffit de brancher les appareils sur une prise de courant quelle que soit la tension (110 ou 220 V). Un système d'appel est prévu sur ces appareils.
Prix, la paire 259,00

TELEVISEUR « SONY »
112. UM

TELEVISEUR COULEUR
1220 DF/1221 DF portable.
Equipé de l'incomparable tube TRINITRON. Réglage intégré. Ecran 33 cm. 2 chaînes noir et blanc et chaîne couleur

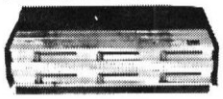


SCHAUB-LORENZ ST 4500
AM/FM 2 x 30 watts efficaces avec bloc de régie incorporé pour le mixage : radio, disques, magnétophone, micro. Prix 1 975,00

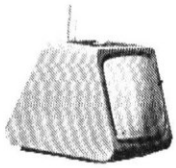
3500
Même modèle que ci-dessus, mais sans régie de mixage 1 627,00

5500
Même modèle que ci-dessus, mais avec enregistreur-lecteur de cassettes.
Prix 2 339,00

ERA



ST 50
2 x 24 watts + 1 platine GARRARD à cellule magnétique + 2 enceintes POP 210.
LA CHAINE COMPLETE 1 550,00
Avec 2 enceintes SIARE PX20. 1 750,00
Avec 2 enceintes RT 210 S .. 1 730,00



TELEVISEURS « VOXSON »
1101 849,00
1201 879,00

Composants électroniques NORD RADIO

139, RUE LA FAYETTE, PARIS-10e - TÉLÉPHONE : 878-89-44 - AUTOBUS et METRO : GARE DU NORD

Nord ←——PARIS——→ Sud

I.T.E.C.H.

57, rue Condorcet - Tél. : 285-07-40
PARIS 75009 (M° Anvers-Pigalle)

SIEBER SCIENTIFIC S.A.

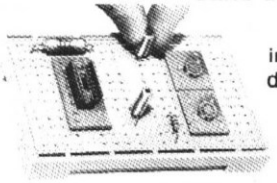
25, rue Violet - Tél. : 734-52-85
PARIS 75015 (M° La Motte-Picquet)

Présentent dans leurs nouveaux magasins :

ELECTRONIQUE

Pour essais, T.P., bureaux d'études recherche

Boîte de Circuit Connexion « DeC » sans soudure

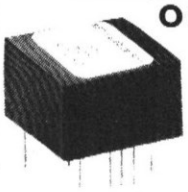


insertion directe des composants et transistors. Extraction instantanée.

S. DeC : 70 contacts : **60 F TTC**
DeC «A» 208 contacts : **100 F TTC**
Supports CI Dil 16 broches : **68 F TTC**
TO 10 broches : **68 F TTC**

Port 5 F par commande.

ORCUS



Oscillateur commandé par tension. de 0 à 100 kHz en 1 seule gamme. Pour réalisations de voltmètres digitaux fréquencemètre générateur de fonction. Modulateur de lumière. Radiocommande. Boucles biologiques.

Documentation sur demande contre 1 F en timbre.

M - BOARD

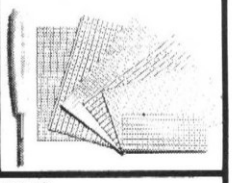
Transposition immédiate des Circuits essayés sur DeC, même disposition en bandes parallèles.

Pas	Réf. des circuits	Formats	Nb de bandes perforées	Nb de contacts	Prix TTC
	E 110	100x160	20	–	7,20
	Carte enfichable M 12	125x115	25	25	17,40
	M 6	85x90	26	–	5,90
	M 7	85x130	30	–	9,70
	Carte enfichable M 10	60x90	23	23	10,60
	M 23	49x79	19		4,10
	Carte enfichable M 9	49x90	12	12	7,70
	S 9 connecteur			12	8,60
	M 17	28x62	7		des 5) 12,70
	M 19	49x94	12	–	4,10
	M 2	95x150	34	–	11,40
	M 3	88x110	34	–	9,40
Outil 2022	VSK 6	Kit-M-Board	8,30 57,80		

Port : 5 F par commande. Autres modèles sur demande.

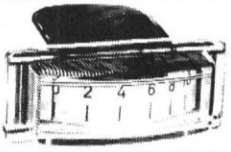
Coffrets VEROBOX

en aluminium extrudé
80 modèles différents. Une idée des prix :
50 x 50 x 100 ..... **12,50**
50 x 100 x 100 ..... **18,00**
50 x 200 x 100 ..... **30,50**
T.T.C. - Port 5 F par commande
Documentation sur demande



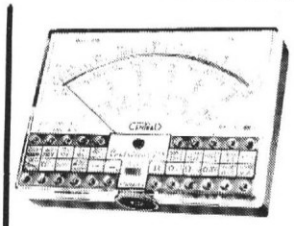
VU METRES

Type : RKC 57 : 150 A 57 x 46 mm
Echelle standard ou 0-1. Prix ..... **55,20 T.T.C.**



Modèle OEC 35 :
200 µA : 42 x 18 x 35 mm
Echelle standard
Echelle : 0-10
Echelle : 0-20
Echelle : 0-central
Prix :: ..... **26,40** T.T.C.
Port 5 F par commande

MESURE CENTRAD



Contrôleur 819

80 gammes de mesure

20 000 ohms/V

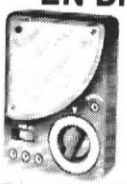
Classe 1 en continu

V = 13 gammes de 2 mV à 2000 V
V ~ 11 gammes de 40 MV à 2500 V
OUTPUTT : 9 gammes de 200 mV à 2500 V
Int = 12 gammes de 1 µA à 10 A
Int ~ 10 gammes de 5 µA à 5 A
Ohms 6 gammes de 0,2 ohm à 100 mégohms
pF : 2 gammes de 0 à 5000 Hz
dB : 10 gammes de – 24 à + 70 dB
Réactance : 1 gamme de 0 à 10 mégohms.
Prix : livré en étui plastique, 251 F T.T.C. + Port : 5 F.

VOC

Contrôleur 517 A ..... **213 F** T.T.C.
Contrôleur VOC 10 ..... **126 F** T.T.C.
Contrôleur VOC 20 ..... **145 F** T.T.C.
Contrôleur VOC 40 ..... **165 F** T.T.C.
Port 5 F par commande

EN DIRECTE DU JAPON

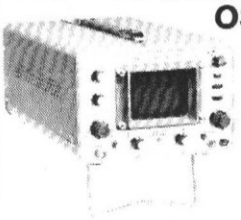


Contrôleur SANSEI 62 D
20 000 ohms/V 19 gammes
Prix ..... **120 F** T.T.C.

Contrôleur SANWA
1 000 ohms/V 12 gammes
Prix ..... **72 F** T.T.C.

Port 5 F par commande

OSCILLOSCOPE



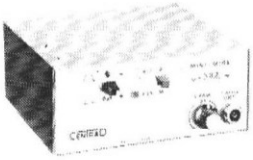
272 : 0-10 MHz - 10 mV DIU. Tube Ø 10 cm - Simple trace.
Prix
2.628 F franco T.T.C.

170 P 13 D - Double trace 0-12 MHz - 5 mV DIU - Tube Ø 10 cm.
Prix .... **5 700 F** T.T.C.

DEMANDEZ
le nouveau catalogue
des appareils de mesure
en Kit
CENTRAD KIT

NOUVEAUTÉ :

MINI-MIRE 382



Entièrement en circuits intégrés «Low Power» Standard UHF Français/ CCIR-625/819 lignes. Alimentation autonome sur piles ou ext. 9 V. Mire de convergence, géométrie et image blanche de pureté.

Prix ..... **1.260 F** T.T.C. - Port 20 F

TRANSISTORMÈTRE 391

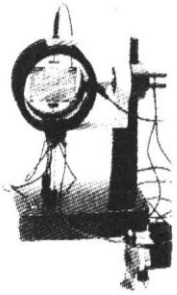
Prix ..... **468 F** T.T.C. - Port 20 F

GÉNÉRATEUR HF 923

Complet avec sonde
Prix ..... **1.147 F** Port 20 F

ENSEIGNEMENT

PHYSIQUE ET ELECTRONIQUE
Classe de seconde aux Grandes Ecoles



Matériel agréé par l'OFRATEME EN DEMONSTRATION PERMANENTE

TELTRON : Diode - Triode - Croix de Malte - Tube de Déflexion calcul de e/m par H et B - Tube de Perrin - Tube de Franck et Hertz - Tube des Potentiels critiques de l'Hélium - Tube de Diffraction des Electrons - Rayons « X » - Bragg - Loi de Moseley - Cristallographie, etc.

SARGENT WELCH - Etudes des Analogies optiques par ondes électromagnétiques de 3 cm - Bragg - Banc d'étude des ondes électromagnétiques 3 cm - Chart des atomes - Tailles relatives des atomes et des ions, etc.

EALING : Bancs et tables à coussin d'air - Expérience de Stern et Gerlach.

Boîtes de circuit connexion DeC avec tableau pour enseignement.
Idéal pour TP et Cours.

Documentation gratuite : SIEBER Scientific, 103, rue du Maréchal-Oudinot, 54000 Nancy.

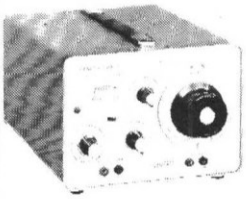
OSCILLOSCOPE 377

5 Hz à 1 MHz portable en bandouillière - Simple trace. Prix : 1.260 F TTC - Port 20 F

OSCILLOSCOPE 273

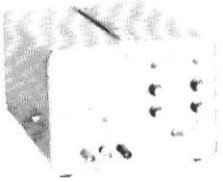
0-5 MHz - 10 mV/DIU - Tube Ø 7 cm - Simple trace. Prix : 2.148 F TTC franco.

GENERATEURS BF 923



10 Hz à 1 MHz en 5 gammes.
Ondes sinusoïdales et rectangulaires. Tension de sortie : 0 à 1 V – 50 ohms ; 1 à 10 V – 150 ohms.
Prix
1.260 F TTC - Port 20 F

ALIMENTATION STABILISEE 234



0-30 V – 0-2 A
Prix
1.548 F TTC - Port 20 F

ALIMENTATION STABILISEE 732

Avec dijoncteur-limiteur.
Prix ..... **1.548 F** TTC - Port 20 F

DEMANDEZ
le nouveau catalogue de nos appareils de tableau, cadre mobile, tous types, toutes dimensions.
CONTRE 3 F EN TIMBRE

Ventes par correspondance et documentation :

SIEBER SCIENTIFIC
103, rue du Mal Oudinot, 54000 NANCY - CCP 167 36 S Nancy

I.T.E.C.
57, rue Condorcet, 75009 PARIS - CCP 7862.21 Paris

RADIO PLANS

Revue mensuelle d'électronique appliquée

N° 318 – MAI 1974

sommaire

AUTOMOBILE	66	Anti-vol par radio
CÂBLAGE	37	Comment faire de bonnes soudures ?
CENT EXPÉRIENCES	78	Propriétés fondamentales des diodes.
COMMENT FAIRE ?	43	Une méthode simple de réalisation des circuits imprimés.
DOSSIER TECHNIQUE	87	Les préamplis-correcteurs.
IDÉES	77	Protection d'un tube HF par relais ILS.
	80	Oscillateurs de 2 à 100 MHz.
INITIATION	61	La photographie et la réalisation des circuits imprimés : les cuves de développement.
MESURES	72	Structure et fonctionnement d'un oscilloscope - 4e partie : les bases de temps (suite et fin).
MODULES RADIO-PLANS	40	Module spécial : amplificateur à filtre électronique 3 voies - 5e partie : l'alimentation.
MONTAGES PRATIQUES	30	Générateur de signaux rectangulaires de 10 Hz à 1 MHz.
	32	Générateur BF UK 437 Amtron.
	83	Synchronisateur pour caméra.
MUSIQUE	93	Nouveaux montages à diviseurs de fréquence.
LA PAGE DU PHYSICIEN	26	L'atome.
RADIOCOMMANDE	57	Théorie : amplificateurs BF et filtres.
LES TUYAUX DE L'AMATEUR	71	Gabarit pour le pliage des résistances.
RENSEIGNEMENTS TECHNIQUES	49	Caractéristiques et équivalences des transistors.
DIVERS	65	Radio-Plans au Salon des composants électroniques.
	96	Découvrez la panne.
	97	Courrier des lecteurs.
	98	Nouveautés - Informations.
	102	Mots croisés - Répertoire des annonceurs.

Notre cliché de couverture : Réseaux de résistances intégrés de LCC-CICE.
(Cliché Thomson - CSF - Jacques Pierre)

Société Parisienne d'Éditions
Société anonyme au capital de 1 950 000 F
Siège social : 43, rue de Dunkerque, 75010 Paris.

Direction - Rédaction - Administration - Ventes :
2 à 12, rue de Bellevue, 75019 Paris.
Tél : 202.58.30.

Radio Plans décline toute responsabilité quant aux opinions formulées dans les articles, celles-ci n'engageant que leurs auteurs.

Président-directeur général - Directeur de la publication :
Jean-Pierre VENTILLARD.

Directeur technique :
André EUGÈNE.

Rédacteur en chef :
Jean-Claude ROUSSEZ

Secrétaire de rédaction :
Jacqueline BRUCE

Les manuscrits publiés ou non ne sont pas retournés.

Tirage du précédent numéro :
88 000 exemplaires

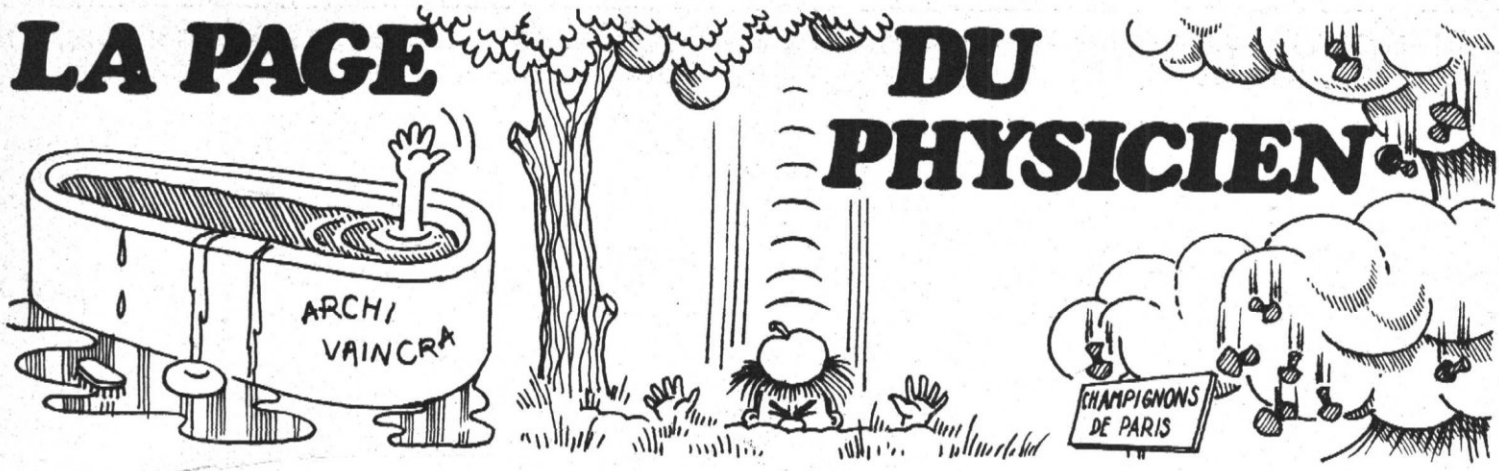
Copyright © 1974
Société Parisienne d'Edition.

Publicité : **Jean BONNANGE.**
44, rue Taitbout, 75009 Paris.
Tél. : 874-21-11 et 744-22-50

Abonnements :
2 à 12, rue de Bellevue, 75019 Paris.
France : 1 an 35F
Etranger : 1 an 41F
C.C.P. 31.807-57 La Source.
Pour tout changement d'adresse, envoyer la dernière bande accompagnée de 1 F en timbres.

Dépôt légal éditeur N° 234 – 2e trimestre 1974 – Mensuel paraissant le 25 de chaque mois – Distribué par TRANSPORT-PRESSE
Imprimerie SIEP – 77210 AVON –

LA PAGE DU PHYSICIEN



Structure de la matière, radioactivité naturelle ou artificielle, fission et fusion atomiques, théorie du pompage optique et son application aux lasers, relativité restreinte et généralisée... voilà de nombreux domaines d'investigation de la physique moderne qu'aucun esprit curieux n'a le droit d'ignorer, ne serait-ce que par les incidences de toutes ces recherches sur la vie du monde contemporain.

Malheureusement pour « l'honnête homme » du vingtième siècle, nous n'en sommes plus à l'époque d'un Léonard de Vinci ou d'un Pascal. Alors, le vocabulaire scientifique restait proche de celui de tous les jours, et le raisonnement physique accessible au bon sens : expériences et théories nées du génie d'un homme, pouvaient alimenter les conversations de salon.

Aujourd'hui, la physique ne progresse et ne se décrit qu'en s'appuyant sur un appareil mathématique hautement élaboré, et très abstrait, apanage de spécialistes. Est-ce à dire que la curiosité légitime de tous est vouée à la déception ? Si nous en croyons le courrier de nos lecteurs, ce serait bien dommage !

Nous avons donc décidé de créer dans Radio-Plans une « Page du Physicien », où nous tenterons d'aborder quelques-uns de ces sujets en ne demandant aux mathématiques qu'une aide aussi réduite que possible. Soyons francs cependant : malgré cette volonté de simplification, certaines rubriques de la Page du Physicien ne sauraient être lues comme un roman policier. Pour reprendre la parole même d'Einstein, « sa lecture suppose... une bonne dose de patience et de force de volonté ». Mais nous savons nos lecteurs curieux, et sommes persuadés qu'ils accepteront l'effort demandé.

Notre meilleure récompense serait de démystifier pour eux ces notions sur lesquelles tant de pages d'une vulgarisation hâtive n'ont pu que jeter un voile supplémentaire. Le monde de la physique est en lui-même un univers merveilleux. Vouloir le romancer serait à coup sûr l'amoindrir...

L'atome

La notion d'atome existe depuis l'antiquité. Mais elle n'était, alors, qu'une prémonition purement philosophique, dénuée de tout fondement scientifique. En fait, c'est au début du 19e siècle, que le développement de la chimie a réellement imposé l'idée que la matière était composée de particules, les atomes. Ces derniers étaient alors considérés comme particules élémentaires, c'est-à-dire insécables.

On sait maintenant que chaque élément chimique — il en existe 92 à l'état naturel et l'homme a déjà pu en construire 12 autres en laboratoire — est formé d'un type d'atome distinct. Les progrès de la physique ont, depuis la fin du XIXe siècle, permis de montrer que l'atome était lui-même un assemblage complexe de particules (électrons, protons, neutrons) et d'en préciser la structure.

Dans cette étude, nous essayerons de résumer le chemin qui a conduit du modèle atomique de Rutherford aux vues les plus récentes de la physique contemporaine.

I — L'ATOME DE RUTHERFORD

En 1911, le physicien Rutherford, après de longues recherches sur la radioactivité, proposa un premier modèle de structure atomique. L'idée essentielle de Rutherford repose sur ses expériences de diffusion des rayons à travers une très mince feuille d'or placée dans le vide **(figure 1)**.

Les particules α, qui sont des atomes d'hélium ionisés, donc portant une charge électrique positive, sont émises à partir d'une source radioactive. Un trou ménagé dans l'enceinte abritant la source, n'en laisse passer qu'un étroit faisceau. Celui-ci atteint une feuille d'or très mince, de 0,5μ d'épaisseur environ. Derrière la feuille d'or est placé un écran recouvert d'une substance fluorescente s'illuminant sous l'impact des rayons α.

En l'absence de feuille d'or, on observe une tache lumineuse au centre de l'écran. Quand on introduit la feuille d'or, cette tache subsiste, mais elle est entourée de points d'impact lumineux très brefs, donnant un effet de scintillation.

De cette expérience, Rutherford conclut que la feuille d'or était essentiellement constituée de vide, puisque la plupart des rayons α la traversent sans déviation. Elle contient cependant des centres chargés positivement, qui sont responsables de la déviation de ceux des rayons α passant à leur voisinage immédiat, comme le montre la **figure 2.** Connaissant d'autre part l'existence des électrons, porteurs d'une charge négative —e, comme constituants universels de la matière, Rutherford a été amené à la conception planétaire de l'atome.

Dans le modèle qu'il propose **(figure 3)**, les électrons porteurs chacun d'une charge —e, gravitent autour du noyau. L'atome devant être électriquement neutre, s'il y a Z électrons, le noyau est porteur d'une charge positive Ze. Z s'appelle le numéro atomique de l'atome ou de l'élément considéré. La force centrifuge due à la rotation des électrons sur leurs orbites, est équilibrée par la force d'attraction électrique qui s'exerce entre le noyau chargé positivement, et les électrons négatifs.

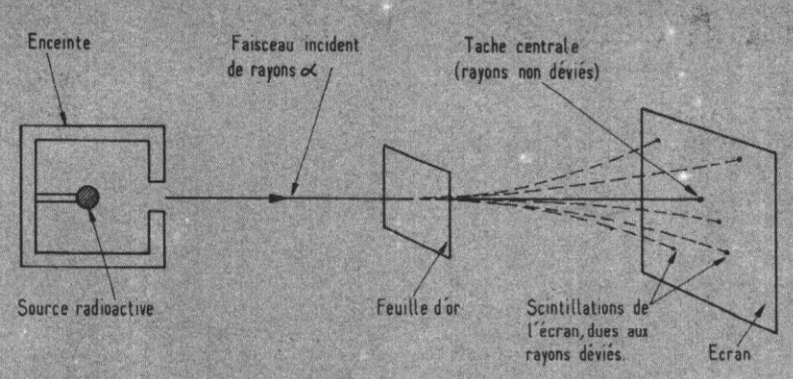


Figure 1

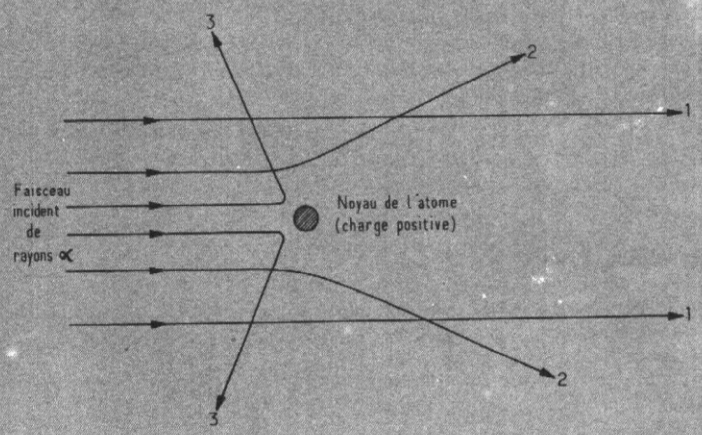


Figure 2

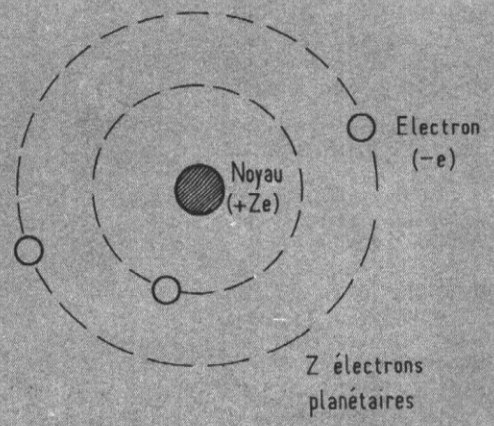


Figure 3

II — LES INSUFFISANCES DE L'ATOME DE RUTHERFORD

Dans l'atome de Rutherford, chaque électron décrit autour du novau une orbite circulaire de rayon r, ce rayon pouvant prendre à priori toutes les valeurs de façon continue.

Mais un tel électron en rotation se comporte comme une spire parcourue par un courant électrique. Il devrait ainsi rayonner une énergie électromagnétique, donc perdre lui-même de l'énergie. Comme on montre mathématiquement que l'énergie de l'électron est d'autant plus grande qu'il se trouve plus éloigné du noyau on aboutit à la conclusion que la perte d'énergie par rayonnement doit s'accompagner d'une diminution progressive du rayon de l'orbite, ce qui conduit à une instabilité des atomes évidemment contraire à la réalité.

III — L'ATOME DE BOHR ET LES NIVEAUX D'ENERGIE

Dès le début du siècle, les travaux du physicien Planck sur le rayonnement électromagnétique du corps noir, l'avaient conduit à admettre que l'énergie rayonnée, due aux vibrations des électrons autour de leur position d'équilibre, ne pouvait être émise de façon continue, mais uniquement sous forme de paquets ou « quanta ». Pour un rayonnement de fréquence ν, l'énergie du quantum est :

$$W = h\nu$$

h étant une constante universelle baptisée « constante de Planck »

En appliquant cette théorie à l'atome d'hydrogène, qui ne comporte qu'un électron de charge —e et le noyau de charge + e, Bohr proposa en 1913 un nouveau modèle atomique. Il admet que l'unique électron de l'atome d'hydrogène ne peut graviter que sur un certain nombre d'orbites où son énergie est un multiple de la constante de Planck **(figure 4).**

Puisqu'une émission continue est, d'après Planck, impossible, l'électron ne rayonne pas d'énergie quand il se trouve sur l'une de ces orbites. En revanche, il émet un rayonnement quand il saute, de lui-même ou sous l'action d'une excitation extérieure, d'une orbite à une autre, c'est-à-dire d'un niveau d'énergie à un autre.

A partir du noyau, les différents niveaux d'énergie possibles sont désignés par une lettre : K, L, M, N, etc. Le passage de l'électron de la couche M à la courbe L par exemple, d'énergies respectives W_M et W_L, s'accompagne alors de l'émission d'un rayonnement de fréquence ν, donnée par :

$$W_M - W_L = h\nu$$

Cette théorie est confirmée expérimentalement de façon éclatante par l'étude du spectre de l'hydrogène, due à Balmer. Si on établit une décharge électrique dans un tube de verre rempli d'hydrogène sous faible pression **(figure 5),** on observe une émission de lumière qui peut être analysée au spectroscope. On constate alors que, dans le domaine des radiations visibles, il n'y a pas émission continue de toutes les longueurs d'onde, mais qu'il existe seulement 4 raies Hα, Hβ, Hγ et Hδ**(figure 6).**

En partant du modèle de Bohr, le calcul permet de retrouver exactement les longueurs d'onde observées dans la série de Balmer. Par exemple, un électron qui, par l'excitation externe fournie par la décharge électrique, serait passé sur la couche M, émet en retombant sur le niveau L une radiation de longueur d'onde correspondant à la raie Hα(λ= 6563 Å).

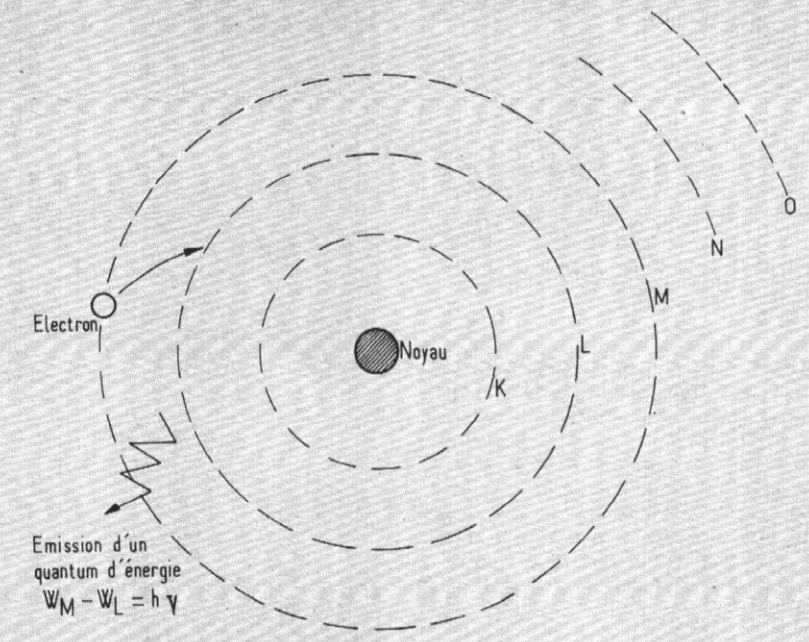


Figure 4

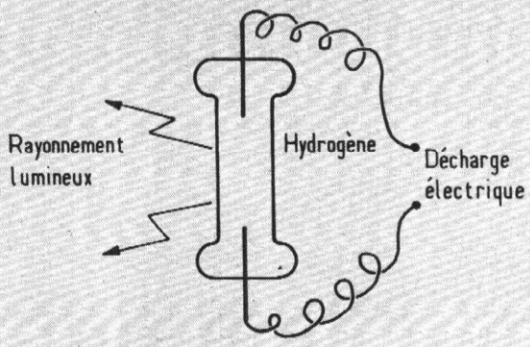


Figure 5

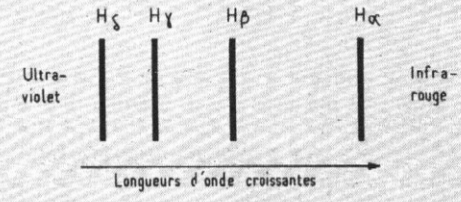


Figure 6

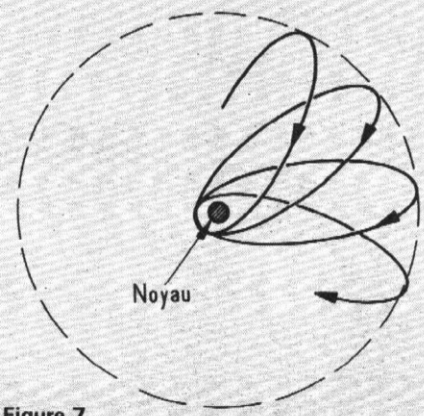
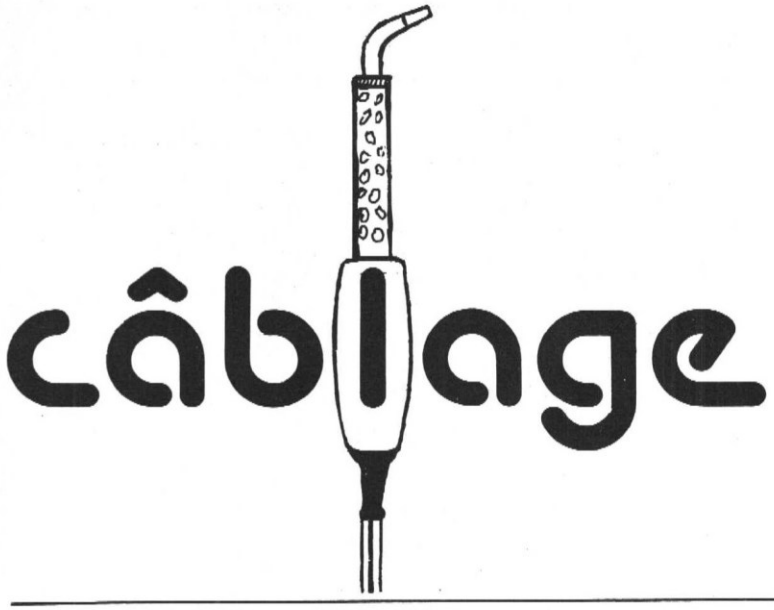


Figure 7

IV — LA PRECESSION DES TRAJECTOIRES ELECTRONIQUES

Certaines raies du spectre sont en fait doubles. Pour expliquer ce dédoublement, Sommerfeld reprend les calculs de Bohr en attribuant aux électrons non plus des trajectoires circulaires, mais des trajectoires ellip-



comment faire de bonnes soudures ?

Rien, a priori, ne peut sembler plus simple que l'assemblage, par soudage, de composants électroniques. Pourtant, notre expérience de réalisations effectuées par des étudiants, nous a prouvé que dans la majorité des cas, les pannes ou le mauvais fonctionnement d'un montage terminé, provenaient de contacts intermittents ou inexistants dans les soudures.

Nous pensons donc que quelques indications pratiques sur cette opération inévitable dans toute réalisation électronique, pourront rendre service à tous ceux que l'expérience n'a pas encore rendus virtuoses du fer à souder.

Qu'est-ce qu'une soudure ?

En électronique, le rôle d'une soudure n'est pas tant d'établir une liaison mécanique entre deux pièces, que d'assurer de l'une à l'autre une continuité électrique aussi parfaite que possible.

A de rares exceptions près, les soudures utilisées en électronique entrent dans la catégorie des soudures hétérogènes, c'est-à-dire avec apport d'un métal ou de plusieurs métaux distincts de ceux qu'on désire assembler. La soudure n'est alors pas un simple collage, mais elle entraîne une réaction chimique dans laquelle les matériaux de base se combinent pour donner un nouvel alliage.

La soudure utilisée consiste elle-même en un alliage, dans des proportions qui peuvent varier, d'étain et de plomb. Les meilleures soudures sont celles qui contiennent de 60 % à 63 % d'étain, et de 40 % à 37 % de plomb. Leur température de fusion varie alors de 189 °C dans le premier cas, à 183 °C dans le second.

Les fils de soudure contiennent en outre, sous forme de canaux logés à l'intérieur du fil, un flux de décapage, ou résine, dont le rôle est d'éliminer les oxydes et les graisses qui existent toujours à la surface des fils des composants. Ces fils existent en différents diamètres, allant de quelques dizièmes de millimètres à plusieurs millimètres.

Technique de la soudure à la main

Le développement de la fabrication en grande série, et la généralisation de l'emploi des circuits imprimés, ont conduit à mettre au point des techniques de soudage adaptées aux fabrications à grande échelle, notamment la soudure à la vague. Mais pour la réalisation de petites séries ou de prototypes, la seule technique utilisable réside dans l'emploi d'un fer à souder, qui apporte la chaleur nécessaire à la fusion.

Le fer utilisé doit, pour la plupart des cas courants, avoir une puissance de l'ordre de 40 watts. Il faut que la panne offre le maximum de surface de contact avec les pièces à souder, ce qui est obtenu avec des pannes cylindriques dont l'extrémité est taillée en biseau. D'autre part, une panne courte est toujours préférable, parce qu'elle entraîne moins de déperdition de chaleur.

Il existe pratiquement deux catégories de pannes : les unes sont réalisées en cuivre, et les autres en acier inoxydable. Peu coûteuses, les premières ont en revanche une durée de vie relativement courte. En effet, elles s'oxydent rapidement, et donnent d'autre part avec l'étain et le plomb un alliage qui fond à basse température. Les pannes d'acier inoxydable, plus coûteuses à l'achat, durent beaucoup plus longtemps et ne nécessitent que peu d'entretien.

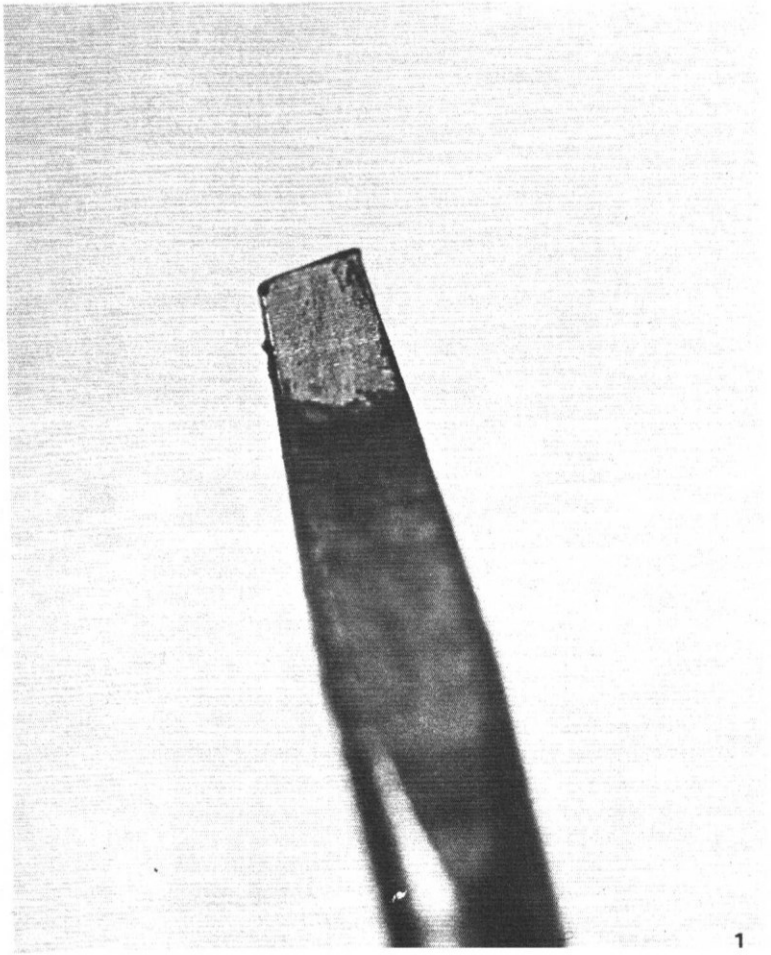
Préparation d'une panne neuve. Entretien.

Une panne n'ayant jamais servi, demande à être étamée. Cette opération, très simple, consiste à faire fondre une goutte de soudure, qui mouille l'extrémité de la panne sur la partie qui sera utilisée au soudage (**figure 1**).

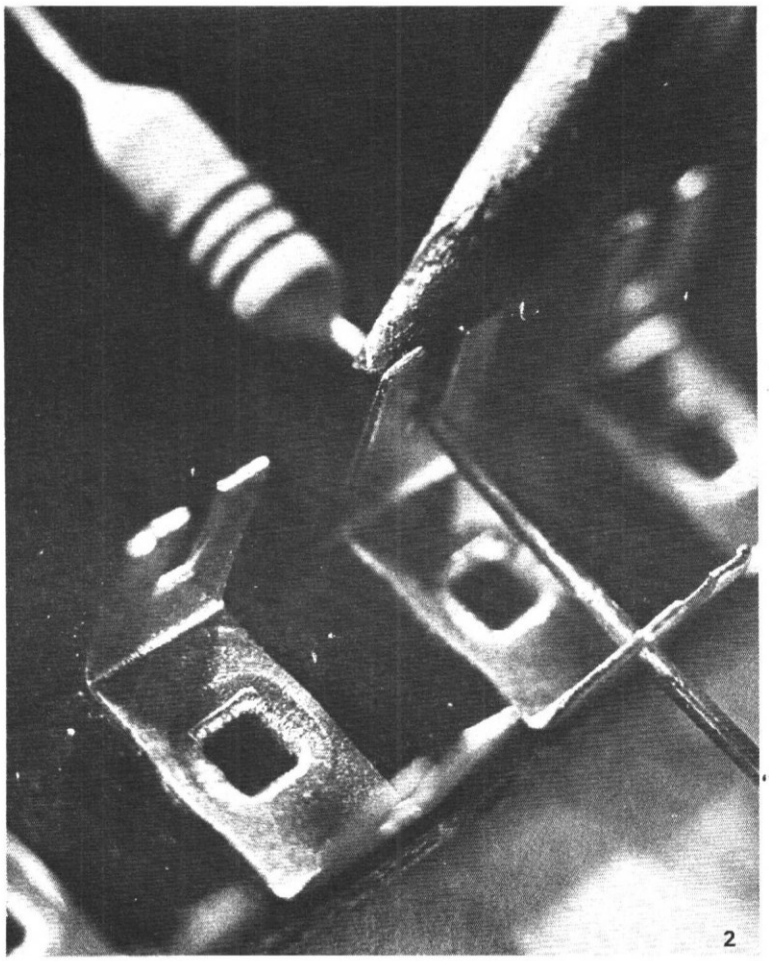
La meilleure technique d'entretien consiste à essuyer la panne, après chaque soudure, sur une éponge humide. On évitera en revanche l'essuyage avec un chiffon sec, qui laisse en brûlant un dépôt carbonisé. De temps à autre, il peut être utile de décaper plus profondément la surface souillée de résine brûlée, en la frottant avec une brosse métallique.

Soudure sur circuit traditionnel

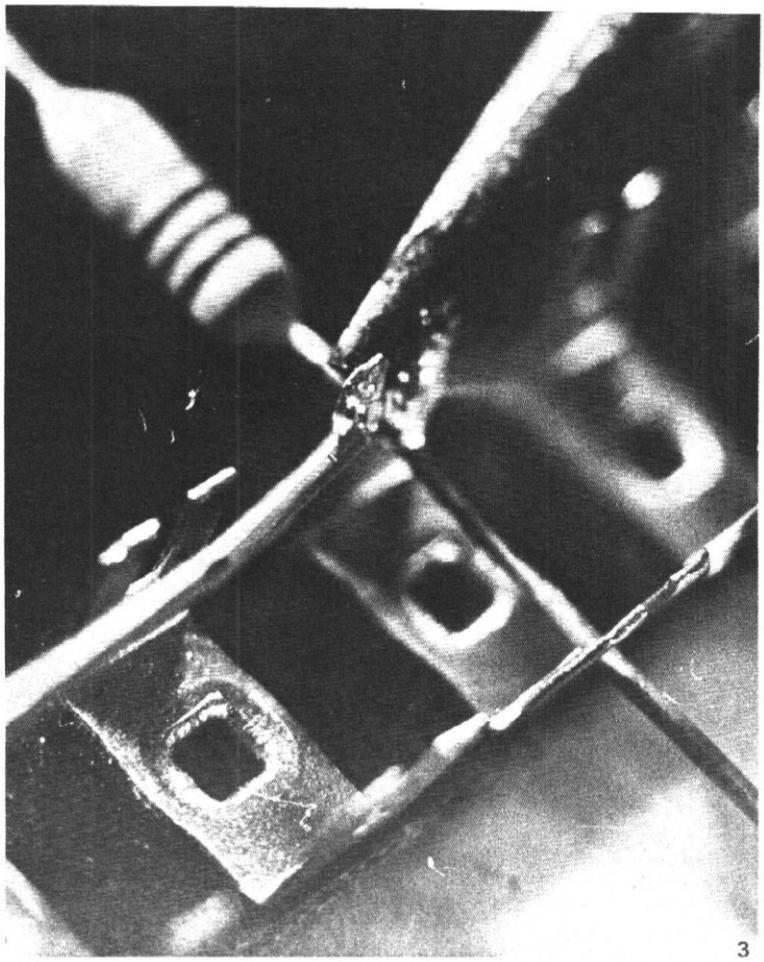
La suite des opérations est illustrée par les figures 2, 3 et 4. Pour qu'il y ait réellement contact électrique et non collage, il est nécessaire que la soudure fonde directement au contact des pièces à assembler, qui sont donc elles-mêmes portées préalablement à la température voulue (**figure 2**). C'est seulement ensuite que le fil de soudure est approché de ces pièces, sur lesquelles il doit fondre et couler (**figure 3**).



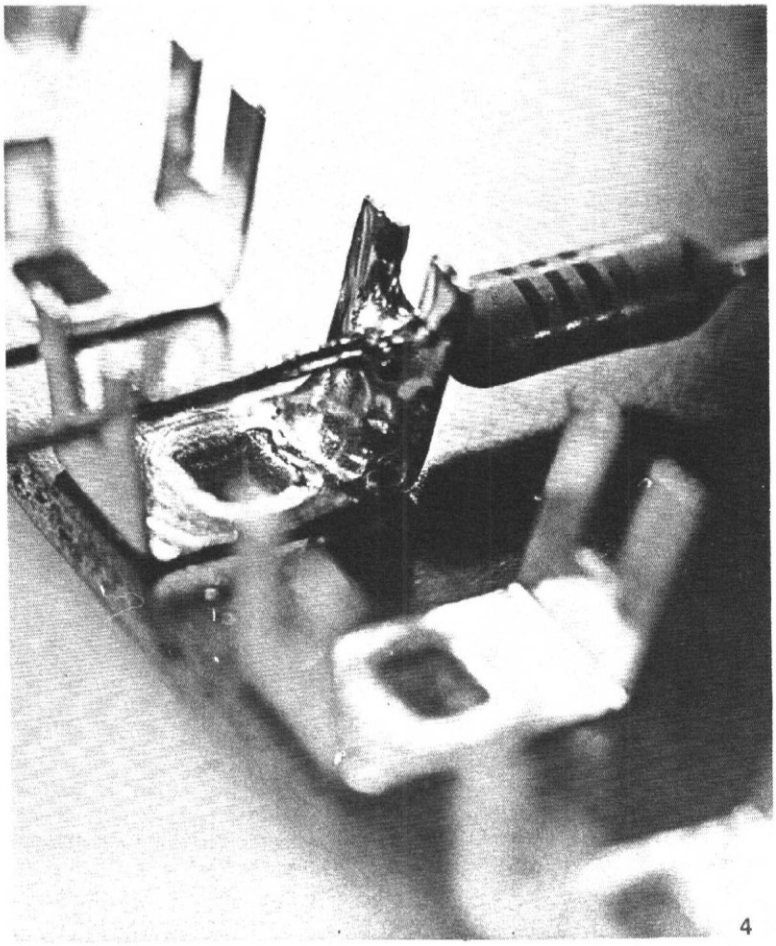
1



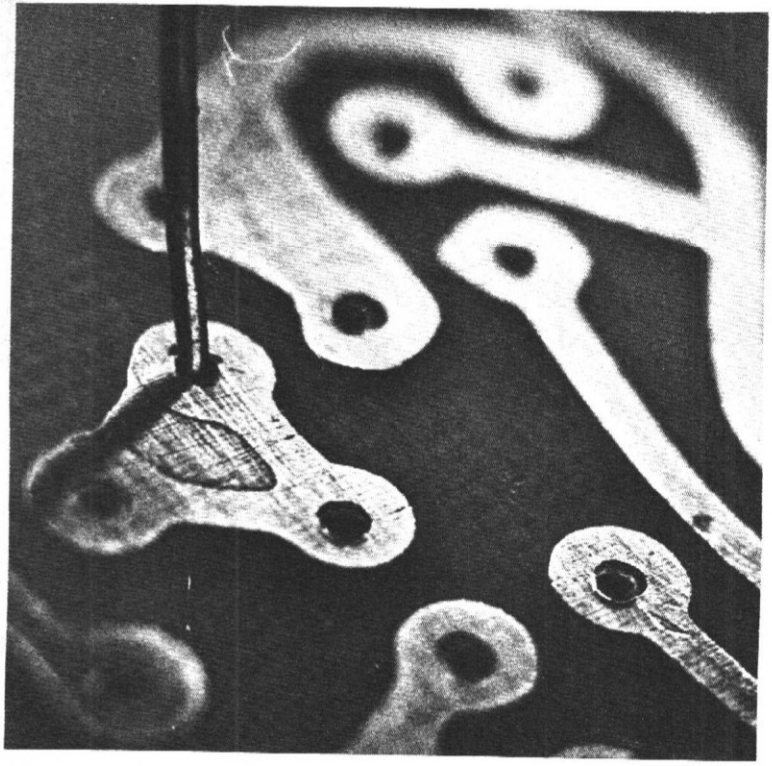
2

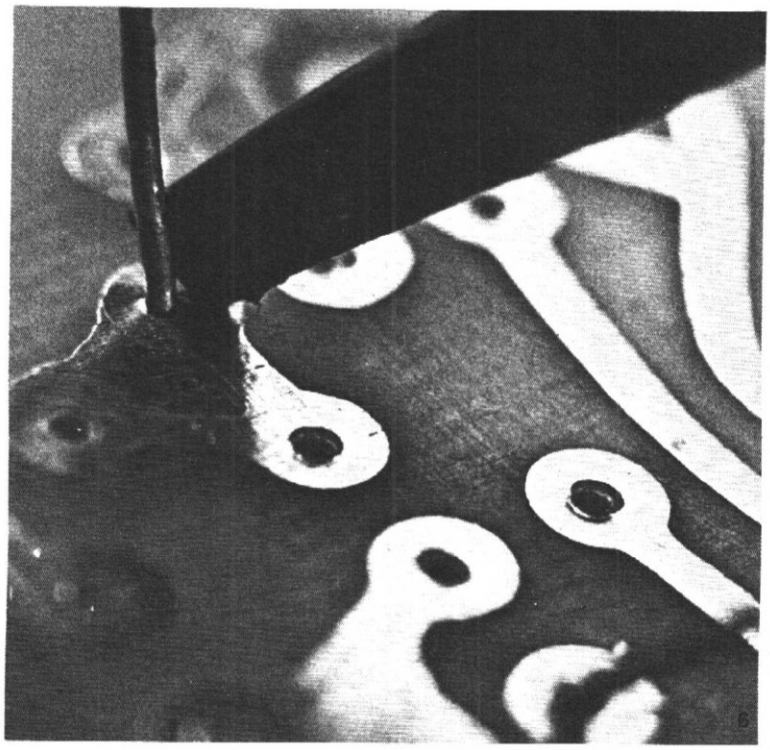


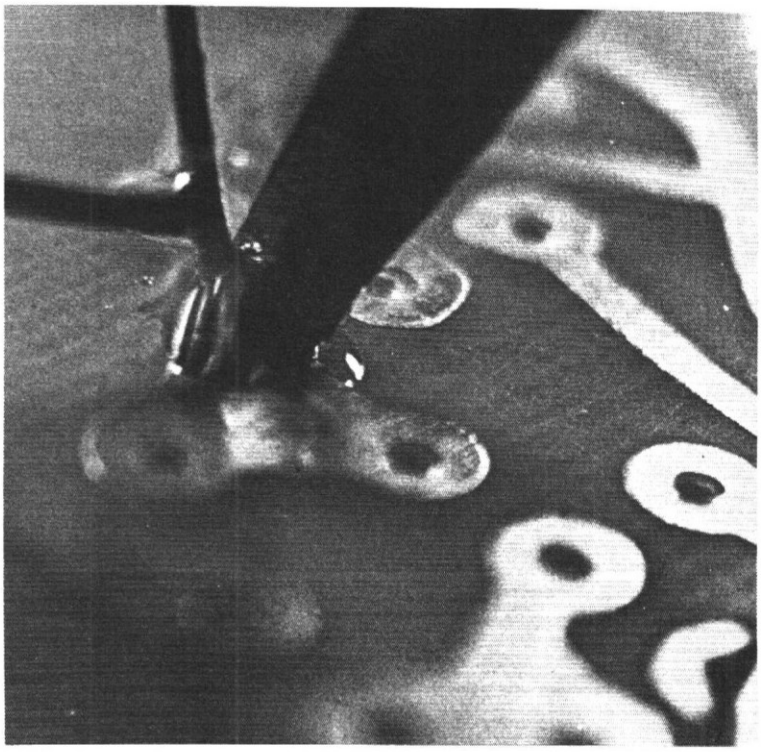
3

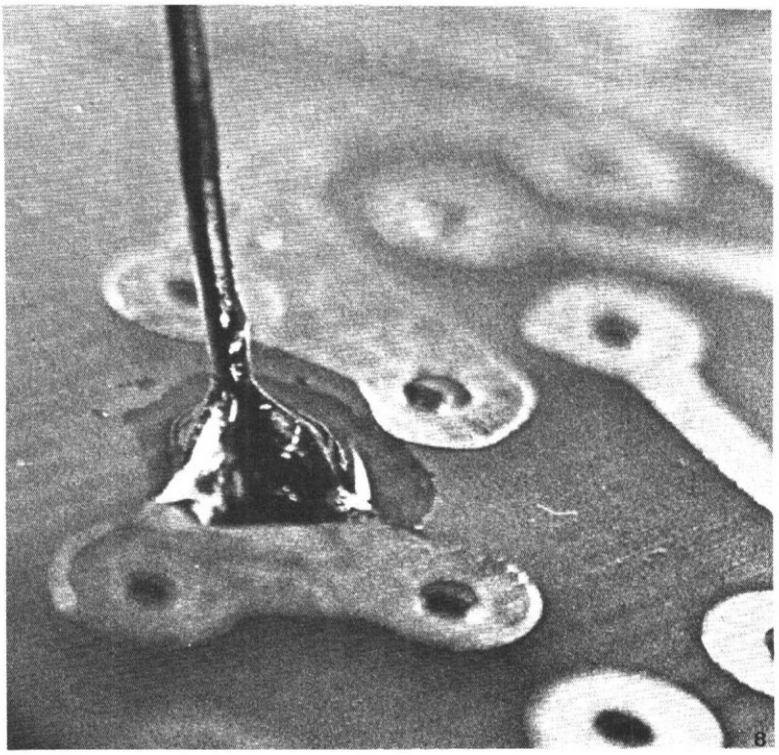


4









Une fois terminée, on reconnaît la qualité d'une soudure au fait que les surfaces à assembler ont été bien « mouillées », l'alliage en fusion s'étalant sur les pièces les plus grosses, et remontant par capillarité le long des fils des composants. Après refroidissement, la surface de la soudure doit rester brillante et lisse (**figure 4**), et non devenir terne et granuleuse.

Soudure sur circuit imprimé

La technique ne diffère pas sensiblement de celle qu'on utilise pour le câblage traditionnel. Il faut simplement veiller à éviter tout échauffement excessif du substrat, qui pourrait notamment décoller les rubans de cuivre.

Les composants sont insérés dans les trous prévus pour les recevoir, sans replier leurs pattes du côté de la face cuivrée (**figure 5**). En effet cette technique, parfois utilisée pour maintenir les pièces avant soudage, rend difficilesles réparations éventuelles.

Avec la panne du fer, on chauffe surtout le fil du condensateur ou de la résistance (le plat de la panne est appliqué contre lui), et un peu moins le cuivre du substrat, contre lequel on appuie seulement une pointe de la panne (**figure 6**). Comme le fil est alors la pièce la plus chaude, c'est sur lui qu'on applique la soudure, qui doit couler et s'étaler sur le cuivre du circuit (**figure 7**).

Là encore, après refroidissement, la goutte de soudure doit présenter un aspect lisse et brillant (**figure 8**). ■

COMMENT FAIRE P

les circuits imprimés

une méthode simple de réalisation

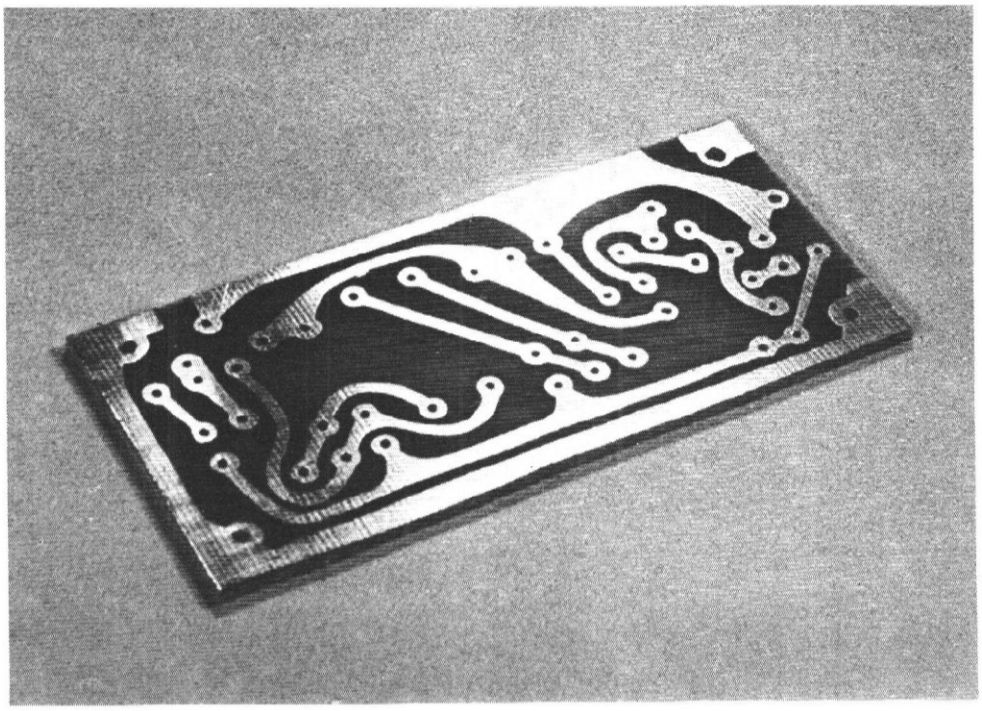


Figure 1

Beaucoup d'amateurs hésitent encore, lorsqu'ils passent à la réalisation pratique de leurs montages, à recourir à la technique du circuit imprimé. Certes, la fabrication industrielle ou même en petite série, de tels circuits, nécessite le recours à des procédés complexes, et surtout un investissement en matériel qu'un travail occasionnel ne justifie pas.

Mais il existe, pour la réalisation des maquettes et des prototypes, d'autres techniques bon marché qui mettent la gravure chimique du cuivre à la portée de tous. Pour une dépense initiale de quelques dizaines de francs, et avec un peu de soin, il est possible ainsi d'obtenir des résultats qui, s'ils n'ont pas l'apparence professionnelle des productions industrielles, permettent cependant une fabrication très propre et surtout très fiable.

MATERIAUX DE BASE DES CIRCUITS IMPRIMES

Le matériau de base des circuits imprimés consiste en un support isolant sur lequel a été déposée une mince couche de cuivre, généralement de 35μm d'épaisseur (il existe des stratifiés revêtus d'une couche de cuivre de 70μm, mais leur utilité est limitée à des cas peu courants où on désire faire circuler des fortes intensités dans les connexions).

Les fabricants mettent à la disposition des utilisateurs de nombreux types de substrats, dont les qualités électriques et mécaniques répondent à différents besoins. Pratiquement, l'amateur pourra se cantonner aux deux types suivants.

Le premier, livré sous la référence XXXP, est un isolant rigide obtenu en comprimant de nombreuses couches de papier imprégnées d'une matière de la famille des bakélites. On le trouve le plus souvent en 1,5 mm d'épaisseur, et il se travaille aisément à la scie à métaux et à la perceuse.

Le deuxième, connu généralement sous la référence G10, est un amalgame de tissu de verre et de résine époxy. Il se présente sous une couleur verte, et on le trouve le plus souvent, lui aussi, en 1,5 mm d'épaisseur. Il se caractérise par sa grande imperméabilité à l'humidité, par sa résistance électrique élevée et ses faibles pertes en haute fréquence, ainsi que par une rigidité mécanique nettement supérieure à celle du XXXP.

On le préfèrera donc pour tous les montages en haute fréquence, ainsi que dans tous les cas où se posent des problèmes de solidité.

Ce support se travaille lui aussi à la scie à métaux et à la perceuse, mais la dureté du tissu de verre entraîne naturellement une usure rapide des outils.

PRINCIPE DE LA FABRICATION DES CIRCUITS IMPRIMES

Réaliser un circuit imprimé, c'est établir sur le substrat isolant, un réseau de connexions en cuivre jouant le rôle des fils conducteurs. Les connexions aboutissent à des pastilles cuivrées, percées de trous où sont engagés et soudés les fils des composants. La photographie de la **figure 1** montre un exemple de circuit terminé, mais non encore équipé de ses composants.

On obtient ce résultat en attaquant chimiquement la couche de cuivre qui recouvre le support. Pour qu'après cette attaque, le cuivre reste sur le stratifié aux endroits où doivent être maintenues des liaisons électriques, il est nécessaire de protéger préalablement ces emplacements par un enduit résistant aux produits chimiques utilisés.

L'ensemble des opérations de fabrication d'un circuit imprimé comporte donc plusieurs étapes, qui concernent successivement :

— le décapage préalable de la couche de cuivre, afin d'assurer l'adhérence du vernis protecteur et de permettre l'attaque chimique.

— le dépôt de l'enduit sur les zones à protéger, en suivant un tracé préalablement établi sur papier.

— l'attaque proprement dite, destinée à éliminer toute trace de cuivre des zones qui doivent devenir isolantes.

— le nettoyage du circuit avant les opérations de perçage et de soudure.

— la technique du perçage.

— l'implantation et la soudure des différents composants intervenant dans le montage.

A première lecture, cette énumération peut inquiéter par le nombre des opérations qu'elle comporte. Mais nous allons maintenant détailler chacune d'entre elles, et il apparaîtra bien vite que la plupart ne demandent que très peu de temps dès qu'on a acquis un peu d'expérience.

DECAPAGE PRELIMINAIRE DU CUIVRE :

Après diverses manipulations et un séjour plus ou moins prolongé à l'atmosphère, la couche de cuivre du substrat est généralement oxydée, et recouverte de graisses. Or il est indispensable, pour la réussite des opérations suivantes, de disposer d'une surface parfaitement propre de cuivre pur.

On commencera le nettoyage par un dégraissage à l'aide d'un tampon d'ouate imbibé d'alcool (**figure 2**). Pour éliminer ensuite les traces d'oxyde, il faut poncer la surface avec un abrasif très fin. Le papier de verre et la toile émeri sont à proscrire, car ils laissent des rayures grossières à la surface du circuit.

On pourra utiliser soit un chiffon humide et de la poudre de pierre ponce, soit un tampon du genre « Scotch-Brite » normalement conçu pour le nettoyage des casseroles (**figure 3**).

Cette opération de décapage doit s'achever par un rinçage abondant à l'eau courante, directement sous le jet du robinet. Si on ne dispose que d'une eau riche en calcaire, il sera prudent de terminer le rinçage à l'aide d'une eau plus pure (eau distillée, eau déminéralisée ou eau de pluie) (**figure 4**).

Figure 2

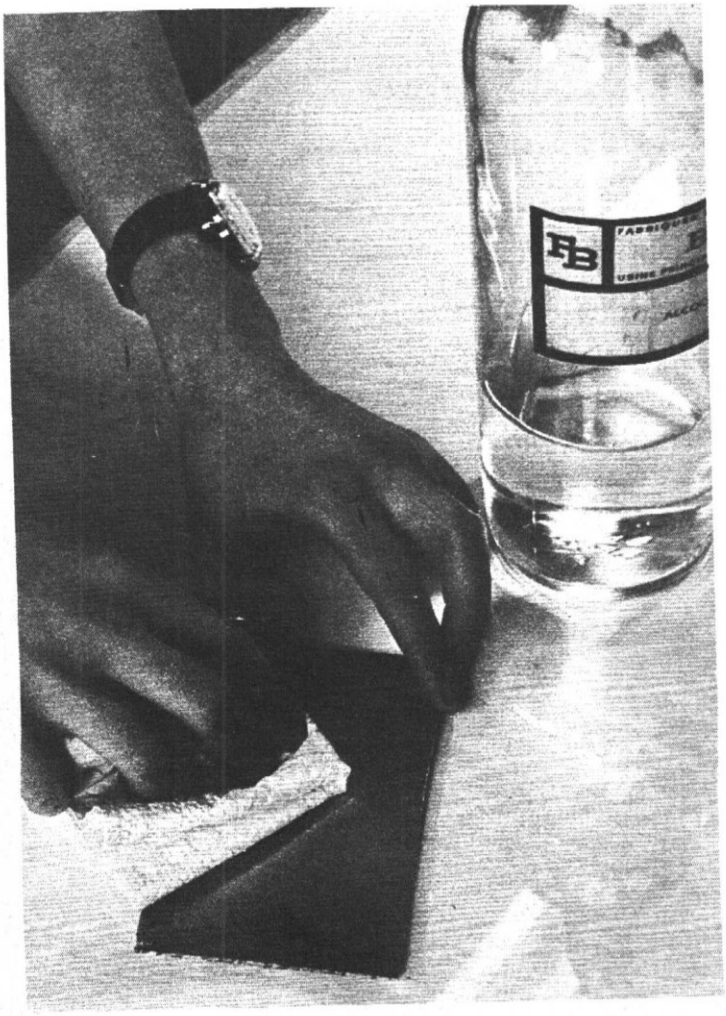


Figure 3

On laissera ensuite la plaque sécher d'elle-même, ou sous le courant d'air chaud d'un sèche-cheveux. Si on désire absolument l'essuyer, il faut veiller à n'utiliser qu'un linge parfaitement propre (les mouchoirs en papier conviennent très bien).

REPORT DE L'ENDUIT PROTECTEUR

Nous supposerons que le réalisateur dispose déjà du projet de circuit, soit qu'il ait réalisé celui-ci sur papier (à moins d'être obligé impérativement de respecter la grille internationale au pas de 5,08 mm, il est commode d'utiliser du papier quadrillé en carreaux de 5 mm), soit qu'il se serve du modèle publié dans une revue à l'échelle 1.

Sur la face cuivrée maintenant propre, on applique une feuille de carbone du type pour machine à écrire, maintenue en place par deux rubans adhésifs rabattus sur la face isolante du substrat. On place ensuite de la même façon, le dessin du circuit à réaliser. La principale cause d'échec, dans cette opération, réside dans une inversion du dessin : il faut s'assurer que celui-ci représente bien le circuit vu du côté cuivré du stratifié !

On repasse alors ce dessin à main levée à l'aide d'un stylo à bille. Chaque trou peut être repéré par une petite croix, et un simple trait suffit pour indiquer l'emplacement des rubans (**figure 5**).

Quand on est sûr d'avoir repassé tous les traits du dessin original (un bon moyen de contrôle consiste à utiliser un stylo à bille rouge sur un dessin réalisé en noir), on retire le papier et la feuille de carbone. Celle-ci doit avoir laissé une esquisse visible sur le cuivre.

• LE STYLO MARQUEUR

Pour le dépôt du vernis proprement dit, différentes méthodes sont utilisables. Nous avons pour notre part retenu l'utilisation des stylos marqueurs « Dalomark », qui permettent un tracé très régulier, et ne sèchent jamais du début à la fin de leur utilisation.

Ces stylos comportent un réservoir rempli d'une peinture résistant aux acides. Ils se terminent par une petite tige qui sert de plume et distribue l'encre sur le circuit. Cette encre ne peut d'ailleurs couler que si la tige est enfoncée dans le corps du stylo par une pression verticale de la main (**figure 6**)

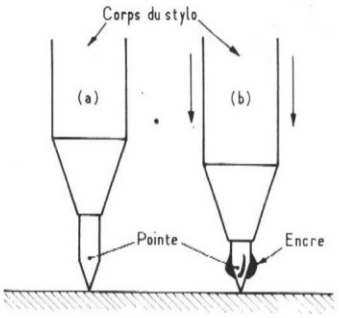


Figure 6

La **figure 7** montre un circuit en cours de réalisation par ce procédé. Pour obtenir une présentation professionnelle, on peut s'aider d'un guide plastique du genre « Normograph », dont les trous ronds serviront au dessin des pastilles.

Une fois le dessin achevé, il faut attendre le séchage complet du vernis avant de passer à l'attaque chimique. La durée de séchage, variable avec la température, est de l'ordre de 15 à 30 minutes. Si des petites bavures ont été faites accidentellement, il est facile de les éliminer après durcissement complet de la peinture, en grattant avec un canif.

Figure 4

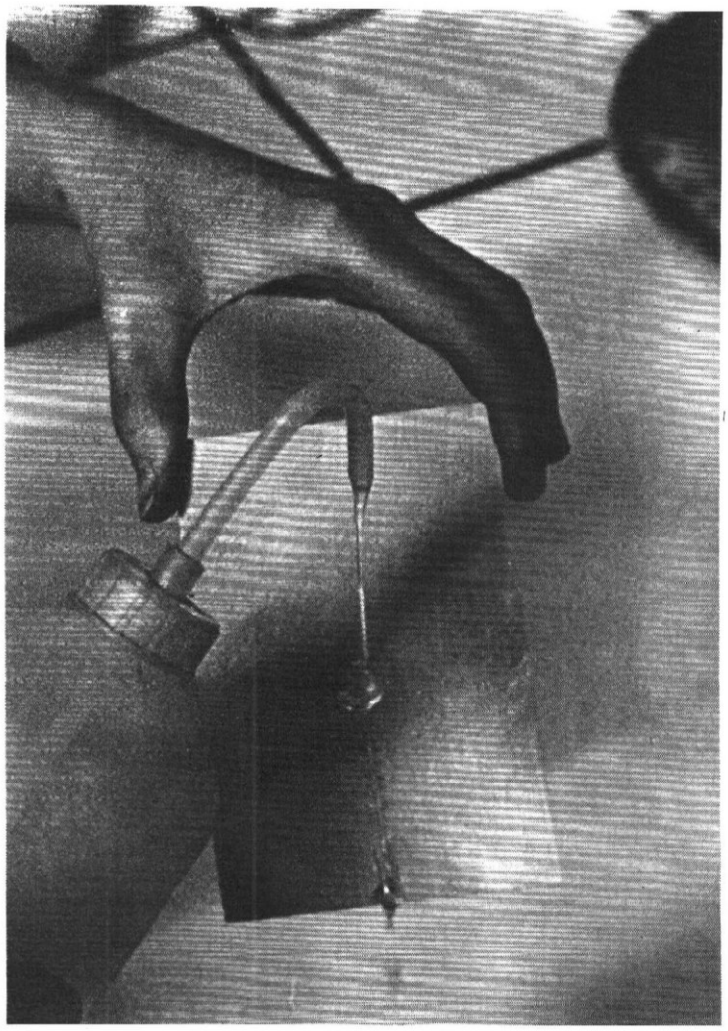
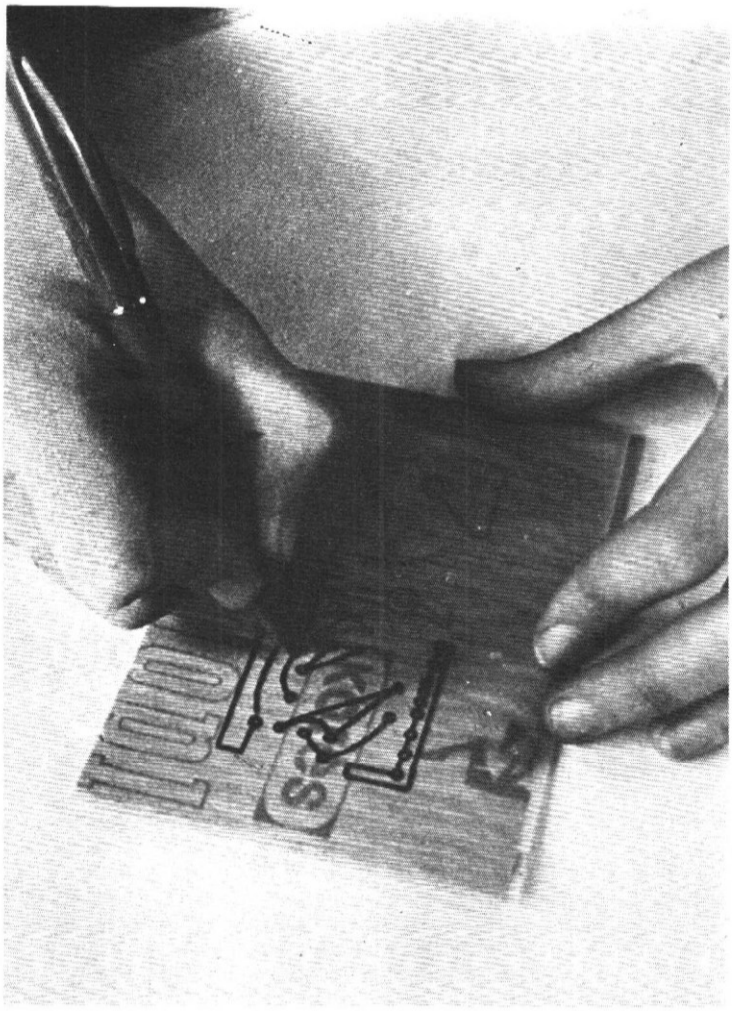


Figure 5



ATTAQUE CHIMIQUE DU CUIVRE

Le produit le plus commode à utiliser au stade artisanal est le perchlorure de fer, qu'on peut se procurer dans le commerce soit à l'état cristallisé, soit en solution liquide.

La vitesse d'attaque du cuivre par le perchlorure est fortement liée à la concentration de la solution, et croit d'autre part avec la température. Les meilleurs résultats sont obtenus avec une solution à 33° Baumé environ, ce qui correspond à une densité de 1,29. On peut donc facilement contrôler la concentration à l'aide d'un densitomètre, appareil très peu coûteux appelé aussi « pèse-acide ». Si on se procure le perchlorure à l'état cristallisé, il faudra donc le dissoudre dans l'eau jusqu'à obtention de cette densité. Si on l'achète à l'état liquide, on trouvera souvent des solutions à 45° B (densité 1,45), qu'il faut donc étendre d'eau.

On peut opérer à la température ordinaire, mais un léger réchauffage vers 30° C ou 35° C accélère considérablement la vitesse de traitement. On ne dépassera cependant pas cette température, sous peine d'endommager la couche d'enduit protecteur.

Pour un amateur, l'attaque peut-être réalisée très simplement dans une cuve photographique en plastique. Si les produits de la décomposition séjournent sur le cuivre, ils y forment une couche protectrice qui interromp l'attaque très rapidement. Comme ces produits sont plus denses que la solution de perchlorure, une bonne solution consiste à faire flotter le stratifié à la surface du bain par simple capillarité, face cuivrée tournée vers le bas (**figure 8**). Pour cela, il faut introduire le circuit avec précaution, sans mouiller la face isolée, et en évitant d'emprisonner des bulles d'air.

Dans ces conditions, la disparition complète du cuivre sur les zones non protégées demande de 15 à 30 minutes. Si la durée augmente sensiblement au-dessus de ces valeurs, c'est que la solution de perchlorure est épuisée et qu'il devient nécessaire de la renouveler.

Le perchlorure de fer est un produit qui tache les vêtements et attaque les doigts. On ne l'utilisera donc qu'avec précautions, et en se munissant de gants de caoutchouc. On ne devra pas non plus réchauffer la solution dans une casserole métallique, mais uniquement dans des récipients en verre Pyrex, qui seront très facilement lavés à l'eau.

Quand tout le cuivre est éliminé, on rince abondamment le circuit à l'eau courante pour enlever toute trace de perchlorure, et on le sèche à l'air chaud ou avec un chiffon. Il reste alors à éliminer l'enduit protecteur qui demeure sur les zones cuivrées (**figure 9**), ce qui peut se faire avec chiffon imprégné de trichloréthylène.

Pour permettre une prise facile de la soudure, on aura intérêt à éliminer finalement le trichloréthylène par un simple lavage au savon, suivi d'un rinçage à l'eau courante.

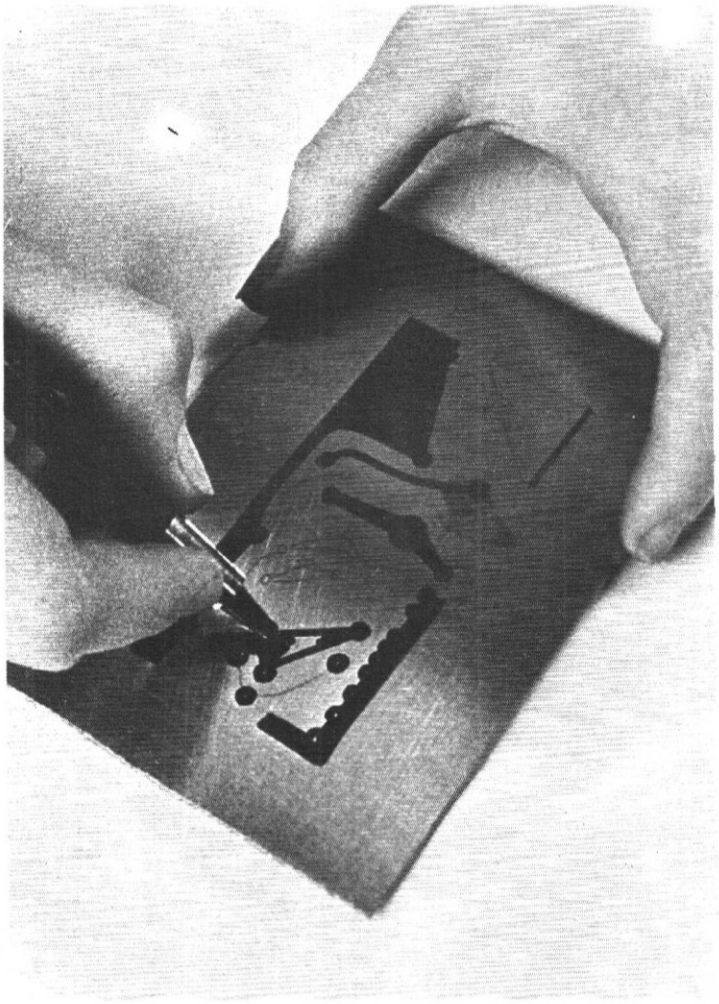
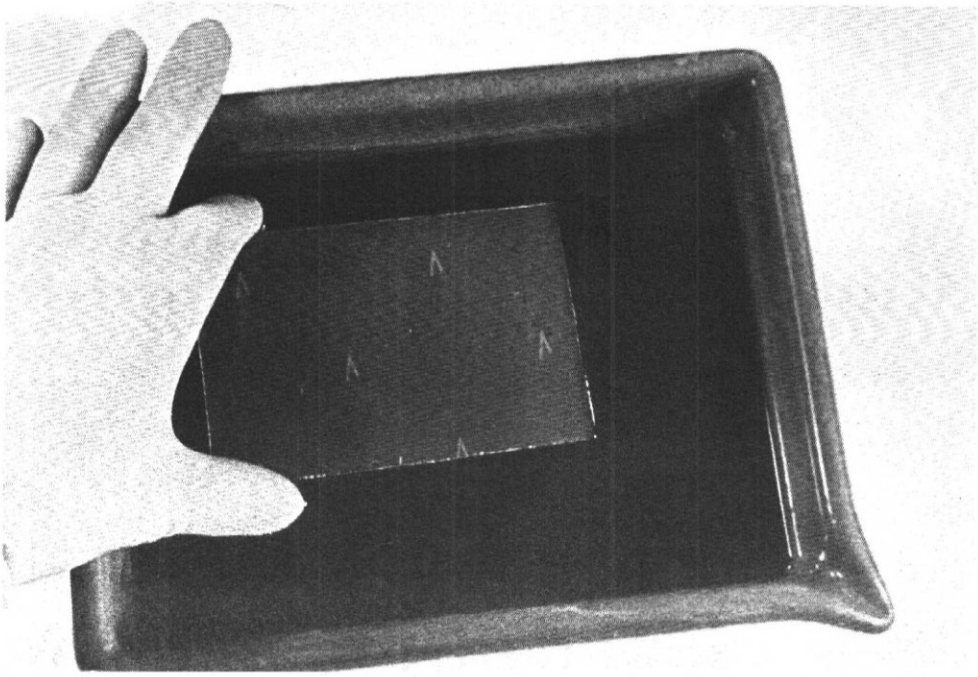


Figure 7

Figure 8



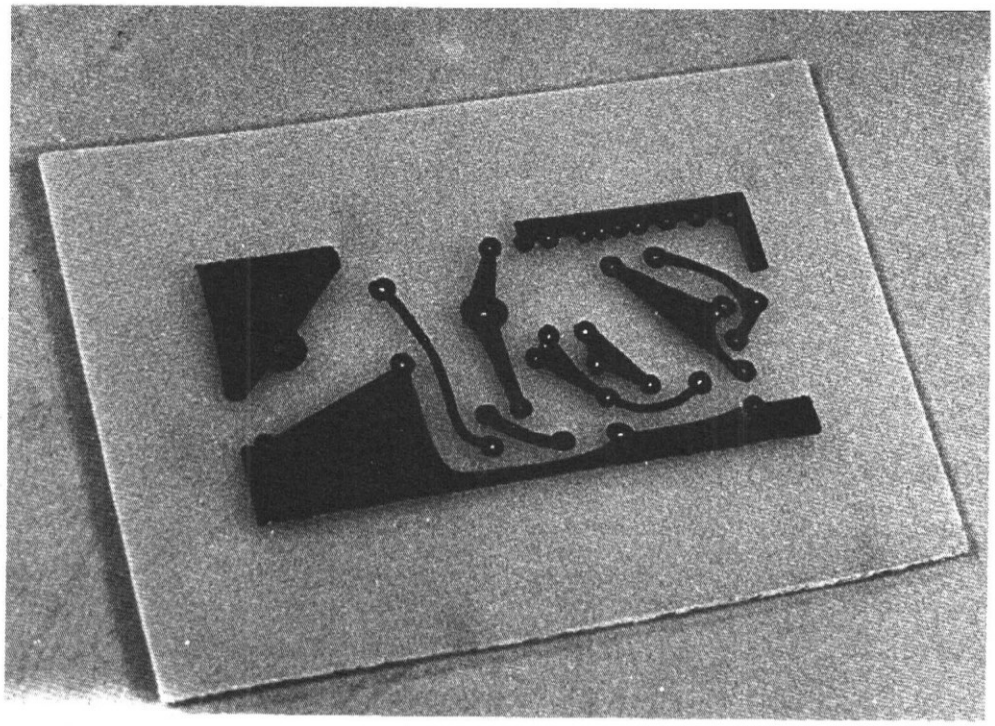


Figure 9

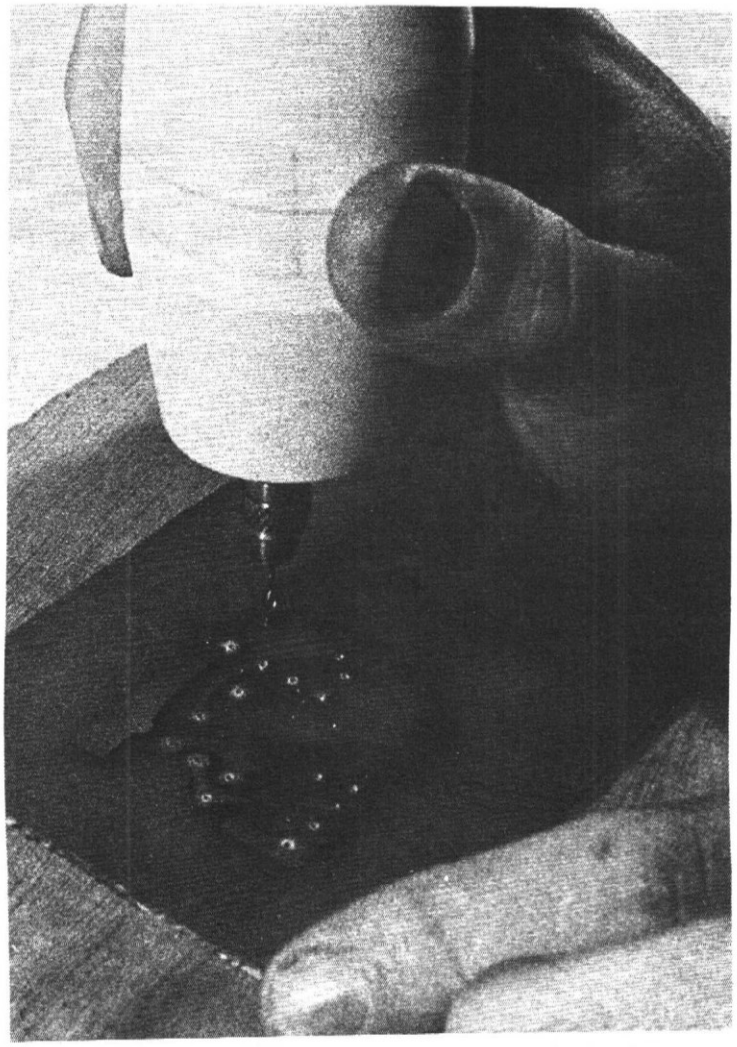


Figure 10

PERÇAGE DU CIRCUIT IMPRIME

Les principaux composants à fixer sur circuit imprimé sont des résistances, des condensateurs, des diodes et des transistors. Plus rarement, on aura à y disposer d'autres éléments comme des potentiomètres ou des relais.

Dans tous les cas, le diamètre du trou doit être très légèrement supérieur à celui du fil ou de la patte qu'on veut y introduire. S'il est trop petit l'introduction est évidemment difficile, et s'il est trop grand la soudure devient délicate.

Pour la plupart des semiconducteurs, les fils de sortie ont un diamètre de 0,5 mm, et on percera à 0,6 mm. Les résistances usuelles de 0,5 watt ont des fils de 0,9 mm de diamètre, qui nécessitent un trou de 1 mm. Enfin certains autres composants (potentiomètres, relais) exigent un trou de 1,5 mm.

Il est hors de question, avec des forets d'aussi petit diamètre, d'utiliser une perceuse à main. Pour l'amateur, la solution idéale, bien que nécessitant au départ un investissement assez important, réside dans l'utilisation d'une mini-perceuse qu'on trouve maintenant chez presque tous les détaillants.

La vitesse de rotation devra être assez élevée pour obtenir une coupe franche, sans arrachage du cuivre. Avec les mini perceuses habituelles, on obtient de bons résultats en adoptant une alimentation sous 12 volts ou sous 13,5 volts (dans ce dernier cas, on peut utiliser trois piles standard couplées en série). On effectuera le perçage à partir de la face cuivrée du stratifié, en disposant sous lui une petite planchette de bois ou de contreplaqué. La perceuse doit être tenue bien verticalement, et le départ du trou est guidé par la zone sans cuivre laissée au centre de chaque pastille (**figure 10**).

MISE EN PLACE ET SOUDURE DES COMPOSANTS

On introduira les résistances et les condensateurs après avoir plié les fils à angle droit, à l'écartement voulu. Les résistances seront généralement orientées selon deux directions perpendiculaires, parallèle chacune à un côté du circuit. Dans chaque direction, on les fixera toutes dans le même sens, de façon à pouvoir lire d'un seul coup d'œil le code des couleurs.

Beaucoup de gens, pour maintenir les résistances en place avant soudure, ont l'habitude de rabattre les fils contre la face cuivrée (**figure 11**). Nous déconseillons pour notre part cette technique, qui rend très difficile le dessoudage en cas d'erreur ou de réparation. En fait, on peut laisser les fils droits, et maintenir tous les éléments en place pendant l'opération de soudure, en renversant le circuit contre un support de mousse plastique (**figure 12**).

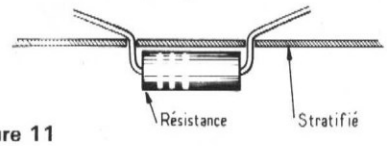


Figure 11

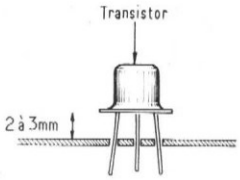


Figure 13

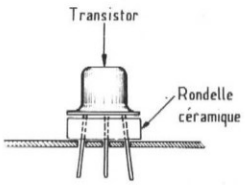


Figure 14

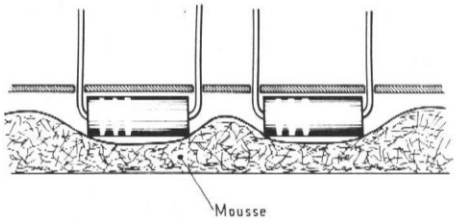


Figure 12

Les transistors peuvent être placés directement sur le circuit, mais il est nécessaire de les en écarter de quelques millimètres afin d'éviter un échauffement excessif pendant la soudure (**figure 13**). Il existe d'ailleurs des rondelles spéciales qui permettent de maintenir cet écartement, et que l'on place entre le transistor et le substrat pour les boîtiers TO-5 et TO-18 (**figure 14**).

La soudure doit être réalisée à l'aide d'un fer de 40 W à 60 W, dont la panne sera maintenue constamment en parfait état de propreté. A cet effet, il suffit de l'essuyer après chaque opération sur une petite éponge mouillée.

RECAPITULATIF DU MATERIEL NECESSAIRE

Pour résumer cet article peut-être un peu long, mais que nous avons voulu détaillé en espérant qu'il encouragerait bon nombre d'amateurs à vaincre leur défiance à l'encontre de la technique des circuits imprimés, nous donnons ci-dessous une liste récapitulative du matériel nécessaire ou utile à la réalisation de ces circuits.

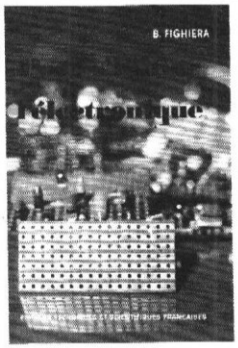
Produits chimiques :
— alcool à brûler (droguistes),
— trichloréthylène (droguistes),
— perchlorure de fer (certains droguistes, Radio Prim, Radio MJ, etc.).

Produits de décapage :
— pierre ponce en poudre (certains droguistes),
ou
— Scotch-brite (produit courant).

Matériel pour dessin :
— papier carbone, qualité pour machine à écrire,
— stylo Dalomarker (Vero Electronics par exemple).

Récipients et matériel divers :
— cuve en plastique (photographes, grands magasins),
— densitomètre (pèse-acide pour batteries d'accumulateurs), (grands magasins, accessoires pour automobiles).

Matériel de perçage :
— microperceuse (beaucoup de détaillants en composants électroniques, voir annonceurs).

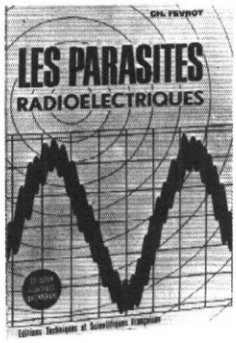


POUR S'INITIER A L'ÉLECTRONIQUE : QUELQUES MONTAGES SIMPLES

par B. FIGHIERA

L'auteur a décrit dans cet ouvrage toute une série de montages simples. Ces montages présentent cependant la particularité d'être équipés de composants très courants, montés sur des plaquettes spéciales à bandes conductrices toutes perforées appelées plaquettes « M. BOARD ».
Grâce à ces supports de montage, les réalisations peuvent s'effectuer comme de véritables jeux de construction ; telle est l'intention de l'auteur car, dans cet ouvrage, il s'agit d'applications et non d'étude rébarbative.
A l'appui de nombreuses photographies, de schémas de principe, de croquis de montage sont détaillés le fonctionnement et le procédé de réalisation de chaque montage point par point en se mettant à la portée de tous.
L'auteur a même voulu aller plus loin encore et faciliter la tâche des amateurs en leur offrant avec l'ouvrage un échantillon type de ce support de base afin qu'il agisse sur eux un peu comme un « catalyseur » et qu'il les incite à entreprendre la réalisation de tous ces montages sans plus attendre.
Extrait du sommaire : Jeux de réflexes, dispositif de lumière psychedélique pour autoradio, gadget automobile, orgue monodique, récepteur d'électricité statique, flash à cellule « LRD », indicateur de niveau BF, métronome audiovisuel, oreille électronique, détecteur de pluie, dispositif attire-poissons...
Un ouvrage broché, couverture 4 couleurs, pelliculée, 112 pages, **14,50 F.**
En vente à la

LIBRAIRIE PARISIENNE DE LA RADIO
43, rue de Dunkerque - 75010 PARIS
Tél. : 878-09-94/95 - C.C.P. 4949-29 PARIS
(Aucun envoi contre remboursement. - Ajouter 15 % pour frais d'envoi à la commande.)



Collection Scientifique Contemporaine

LES PARASITES RADIOÉLECTRIQUES

par Ch. FEVROT

L'auteur, spécialiste de l'antiparasitage depuis de nombreuses années, a résumé sommairement ce qu'il faut savoir sur l'origine, la propagation, les effets néfastes des parasites radioélectriques.

PRINCIPAUX CHAPITRES :
Définition du mot « Parasite ». — La propagation des parasites. — La classification des parasites et les troubles qu'ils entraînent. Définitions, normes et appareils de mesure. — Les filtres antiparasites. — Les blindages. — Comment diminuer l'effet néfaste des parasites.

Un volume broché, format 15 × 21, 96 pages, 96 schémas. Couverture couleur, pelliculée. Prix : **19 F.**

En vente à la

LIBRAIRIE PARISIENNE DE LA RADIO
43, rue de Dunkerque - 75010 PARIS
Tél. : 878-09-94/95 **C.C.P. 4949-29 PARIS**

(Aucun envoi contre remboursement. - Ajouter 15 % pour frais d'envoi à la commande.)

radiocommande

Amplification BF – Filtres

A la sortie des étages de détection, on dispose de signaux à basse fréquence le plus souvent de très faible amplitude, de l'ordre du millivolt à la limite de portée de l'émetteur. La fréquence de ces signaux est fixée par celle du modulateur utilisé à l'émission.

Pour la commande finale des relais, des moteurs ou des servomécanismes, il est nécessaire de disposer de tensions continues de quelques volts. D'autre part, chaque canal du récepteur ne doit réagir qu'aux seuls signaux le concernant, ce qui suppose un tri parmi les différentes fréquences du signal détecté. On voit donc apparaître d'une part la nécessité d'une amplification basse fréquence, et d'autre part celle d'un filtrage. Ce dernier peut être réalisé par voie purement électronique à l'aide de filtres self-capacité, ou par voie électromécanique à l'aide de dispositifs à lames vibrantes.

I. Amplification basse fréquence

Le principe général des amplificateurs BF utilisés en radiocommande ne diffère pas de celui de tous les amplificateurs de ce type. La bande passante à transmettre est généralement limitée (de quelques centaines à quelques milliers de hertz), et d'éventuelles distorsions ne présentent aucun inconvénient, puisqu'on cherche au contraire la plupart du temps à disposer de l'amplitude maximale en écrêtant le signal appliqué, ce qui conduit à une tension de sortie rectangulaire.

Amplificateurs apériodiques

En général, la chaîne de radiocommande comporte plusieurs canaux. Pour limiter le nombre de constituants du récepteur, il est préférable d'amplifier toutes les fréquences dans un seul amplificateur BF, et de n'en effectuer la séparation qu'après l'obtention d'un niveau de sortie suffisant. On utilise donc une amplification apériodique, avec liaisons par condensateurs ou liaisons directes.

La **figure 1** montre un exemple de circuit couramment utilisé. La sortie des étages de détection, réliée au point A, attaque la base du transistor T_1 à travers le condensateur de liaison C_1. Les résistances R_2 et R_1, associées à la résistance ajustable AJ_1, permettent de régler la polarisation de T_1. La résistance de charge est constituée par R_3, tandis que le courant moyen d'émetteur, donc de collecteur, est fixé par R_4. Cette dernière résistance est découplée par le condensateur électrochimique C_2 qui supprime toute contre-réaction en alternatif.

L'amplification obtenue avec un seul étage étant le plus souvent insuffisante, un deuxième transistor T_2 reprend, à travers le condensateur C_3, les signaux disponibles sur le collecteur de T_1. Son fonctionnement est identique à celui du premier étage, et les tensions amplifiées sont recueillies aux bornes de la résistance de charge R_7.

Pour disposer à basse impédance des tensions de sortie, on fait suivre le dernier étage amplificateur d'un transistor monté en collecteur commun. Il s'agit ici de T_3, dont la charge, placée dans l'émetteur, est constituée par la résistance R_9. Le condensateur de sortie C_5 supprime la composante continue.

Association de transistors NPN et PNP

On peut simplifier les liaisons entre étages en utilisant des transistors de types NPN et PNP alternativement, comme le montre l'exemple de la **figure 2.** Le premier étage est ici identique à celui de la figure 1. Mais la polarisation de base du transistor T_2, qui est un PNP, est obtenue directement à partir de la tension de collecteur de T_1, ajustable grâce à la résistance variable AJ_1. Les tensions de sortie, prises sur le collecteur de T_2, sont transmises aux étages suivant à travers T_3 monté en collecteur commun.

Stabilisation en température

Les récepteurs de radiocommande sont appelés à travailler dans des conditions climatiques essentiellement variables, et il est utile de veiller particulièrement à la stabilité des polarisations. Le circuit de la **figure 3** est particulièrement efficace.

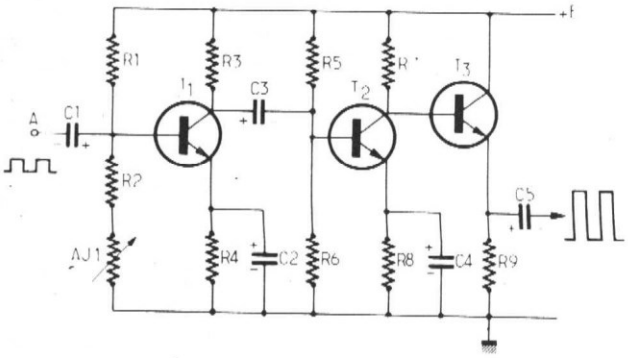


Figure 1

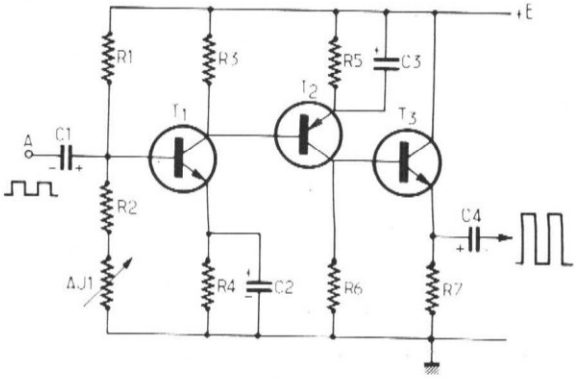


Figure 2

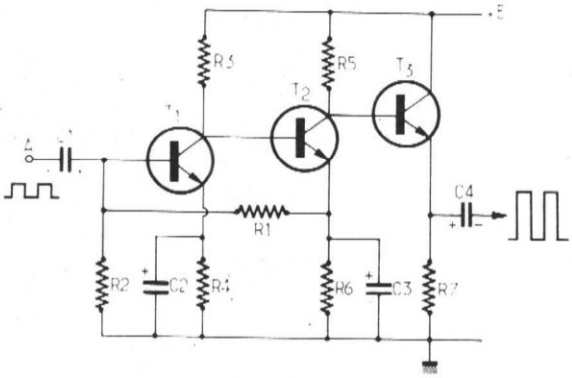


Figure 3

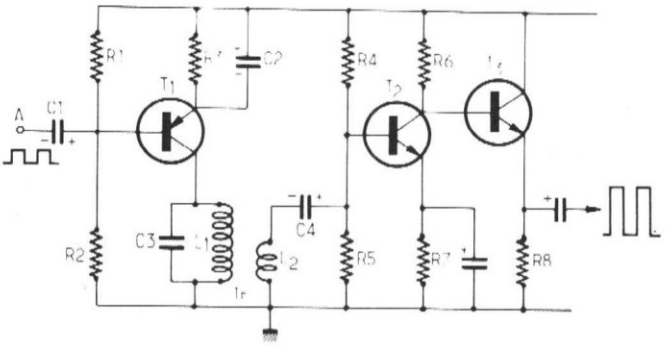


Figure 4

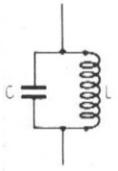


Figure 5

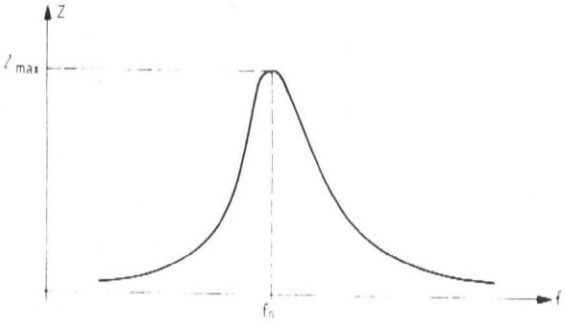


Figure 6

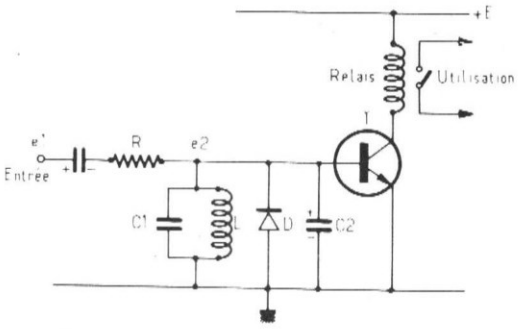


Figure 7

En effet, la polarisation de la base du premier transistor T_1 est obtenue à partir de la tension d'émetteur de T_2. Supposons alors que, pour une raison quelconque, et notamment une variation de température, le courant augmente dans le circuit de collecteur de T_2. Il en résulte un accroissement de la différence de potentiel aux bornes de R_6, donc de la tension continue appliquée à la base de T_1. Cet accroissement entraîne une augmentation du courant de collecteur de T_1, donc de la différence de potentiel aux bornes de R_3. Par suite, la tension diminue sur la base de T_2, ce qui a pour effet de s'opposer à l'augmentation initiale du courant dans ce transistor. On pourrait naturellement faire le même raisonnement en partant d'une diminution de ce courant.

Pour que la contre-réaction ainsi établie en continu n'entraîne aucune diminution du gain en alternatif, il importe qu'aucune tension basse fréquence n'apparaisse sur l'émetteur de T_2. La résistance R_6 doit donc être soigneusement découplée, par un condensateur C_3 de forte valeur.

Amplification sélective dans un récepteur monocanal

Dans le cas particulier d'un récepteur monocanal, l'amplification basse fréquence s'effectue toujours à la même fréquence, et il est possible d'accorder l'amplificateur sur cette valeur dès les étages d'entrée. On évite ainsi les problèmes de bruit de fond inhérents à toute amplification à bas niveau, puisqu'on sait que la tension de bruit est proportionnelle à la largeur de bande. D'autre part, il n'est évidemment plus nécessaire de disposer de filtre à l'entrée des servomécanismes.

La **figure 4** donne un exemple d'un amplificateur de ce type. La sortie des étages de détection est reliée au point A, et attaque la base du transistor PNP T_1 à travers le condensateur de liaison C_1. Le collecteur de T_1 est chargé non par une résistance, mais par un circuit oscillant parallèle formé de la self L_1 et du condensateur C_3, l'ensemble L_1C_3 étant accordé sur la fréquence à amplifier.

En fait, L_1 est le primaire d'un transformateur de liaison, dont le secondaire L_2 transmet les signaux à la base du deuxième transistor amplificateur T_2. On utilise souvent, dans ce genre de réalisation, un transformateur Tr du type « driver » habituellement destiné aux amplificateurs BF des postes récepteurs de radiodiffusion.

II. Filtres basse fréquence Redressement

Nous avons déjà, lors de l'étude des oscillateurs HF (voir Radio-Plans n° 315), traité des propriétés des circuits oscillants. Nous nous bornerons donc, ici, à en rappeler très brièvement l'essentiel.

Un circuit parallèle, comme celui de la **figure 5,** présente une fréquence dite de résonance, f_0, qui dépend des valeurs de L et de C. Son impédance, variable avec la fréquence f, passe par un maximum pour f_0, comme le rappelle la **figure 6,** où les fréquences sont portées en abscisse et le module z de l'impédance en ordonnée.

On pourrait utiliser ces propriétés dans le circuit évident de la **figure 7,** destiné à la commande d'un relais. Pour toute fréquence différente de sa fréquence de résonance f_0, le circuit oscillant parallèle LC_1 se comporte comme une impédance faible z. Il constitue alors avec la résistance R placée en série dans l'entrée, un diviseur de tension tel que si e_1 est la tension d'entrée, la tension e_2 appliquée à la base du transistor T est

$$e_2 = e_1 \frac{z}{R + z}$$

beaucoup plus petite que e_1. Le transistor reste alors bloqué, et aucun courant ne circule dans le relais dont les contacts sont donc ouverts.

Si on applique maintenant à l'entrée un signal BF de fréquence f_0, l'impédance du circuit oscillant prend une valeur élevée Z. La tension e_2

$$e_2 = e_1 \frac{Z}{R + Z}$$

est alors très voisine de e_1. Redressée par la diode D et filtrée par le condensateur C_2, elle donne une tension continue suffisante pour rendre le transistor T conducteur, et commander le relais qui charge son collecteur.

Montage à contre-réaction sélective

Pratiquement, ce circuit n'offre qu'une sensibilité et surtout une sécurité de fonctionnement assez faibles. On préfère le montage de la **figure 8** dont le fonctionnement assez complexe nécessite une explication détaillée. Certains ordres de grandeur étant importants dans l'explication du fonctionnement, nous les avons précisés sur la figure.

Le signal BF provenant des étages préamplificateurs est appliqué sur le condensateur C_1. Le transistor T étant un NPN au silicium, ne commence à conduire que si la tension entre base et émetteur dépasse 0,5 volt environ. Or, grâce au choix des résistances de polarisation R_2 et R_3, la tension continue appliquée sur la base n'est ici que de 0,2 volt, et le transistor est donc bloqué.

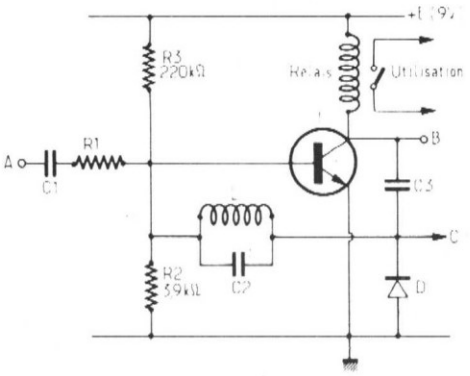


Figure 8

D'autre part, pour toute fréquence d'entrée différente de la fréquence de résonance f_0 du circuit oscillant LC_2, celui-ci offre une impédance faible. Comme ce circuit est relié d'une part au collecteur du transistor, et d'autre part à sa base, il introduit un fort taux de contre-réaction, et le gain de l'amplificateur est extrêmement faible.

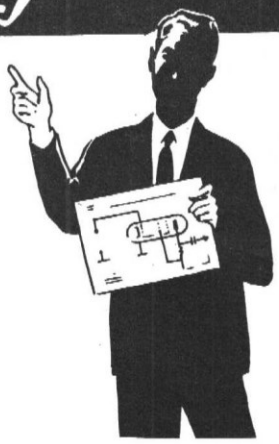
Supposons maintenant que la fréquence appliquée à l'entrée soit f_0 : l'impédance du circuit oscillant devenant élevée, la contre-réaction est pratiquement supprimée, et le gain de l'amplificateur augmente brutalement. On recueille donc, sur le collecteur du transistor T, des tensions alternatives de plusieurs volts d'amplitude. Or ces tensions sont transmises par C_2 à la diode D qui les redresse, et il apparaît sur la cathode de D une tension continue qui peut dépasser largement le volt.

Comme la self L se comporte comme un court-circuit vis-à-vis du continu, cette tension est transmise sans atténuation sensible à la base du transistor qui, polarisé positivement, conduit à la saturation : à ce moment, le relais est traversé par un courant d'intensité élevée, et colle.

Pour mieux faire apparaître le mécanisme du fonctionnement, nous l'avons résumé dans les **figures 9 et 10.** Ces deux figures montrent les tensions qu'on peut relever aux points notés A, B et C sur la figure 8. Les deux traits horizontaux extrêmes indiquent respectivement la référence zéro (trait du bas), et la tension d'alimentation, choisie ici égale à 9 volts (trait du haut).

La figure 9 correspond au cas où la fréquence incidente f diffère de f_0. La tension moyenne de base (point A) est voisine de 200 mV, et il s'y superpose la tension alternative de fréquence f. Le transistor T étant alors bloqué, son collecteur se trouve à + 9 volts. On y recueille aussi des arches de sinusoïdes, correspondant aux pointes de modulation (point B). Sur le point C, la tension moyenne est aussi voisine de 200 mV, et même légèrement inférieure.

1ère Leçon gratuite



Sans quitter vos occupations actuelles et en y consacrant 1 ou 2 heures par jour, apprenez

LA RADIO ET LA TÉLÉVISION

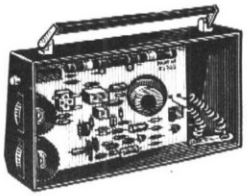
qui vous conduiront rapidement à une brillante situation.

- Vous apprendrez **Montage, Construction et Dépannage** de tous les postes.
- Vous recevrez un matériel de qualité qui restera votre propriété.

Pour que vous vous rendiez compte, vous aussi, de l'efficacité de notre méthode, demandez aujourd'hui même, sans aucun engagement pour vous, la

Première leçon gratuite!

Si vous êtes satisfait, vous ferez plus tard des versements minimes à la cadence que vous choisirez vous-même. A tout moment, vous pourrez arrêter vos études sans aucune formalité. **Si vous habitez en France possibilité d'études gratuites au titre de la Formation Continue**



Notre enseignement est à la portée de tous et notre méthode VOUS EMERVEILLERA

STAGES PRATIQUES SANS SUPPLÉMENT

Documentation **seule** gratuite sur demande.
Documentation + 1re leçon gratuite :
— contre 2 timbres à 0,50 F pour la France.
— contre 2 coupons-réponse pour l'Etranger.

INSTITUT SUPÉRIEUR DE RADIO-ÉLECTRICITÉ

Établissement privé
Enseignement à distance tous niveaux
(Membre du SNEC)

27 BIS, RUE DU LOUVRE, 75002 PARIS
Métro : Sentier **Téléphone : 231-18-67**

Dans le cas de la figure 10, la fréquence incidente a la valeur f_0 de résonance du circuit oscillant. La tension continue au point C étant remontée, il en est de même de celle du point A. Le transistor est alors conducteur, et son potentiel de collecteur (point B) se rapproche de zéro.

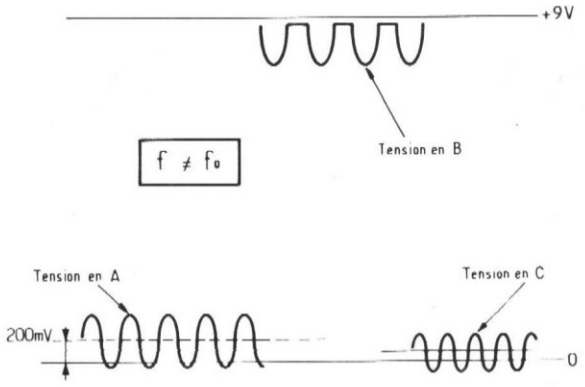


Figure 9

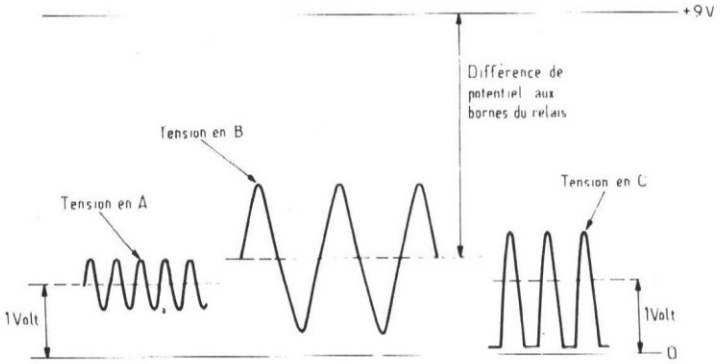


Figure 10

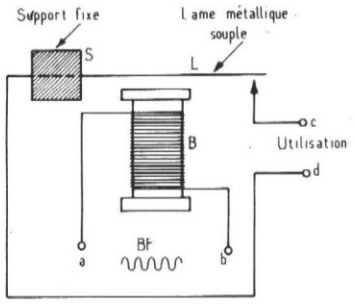


Figure 11

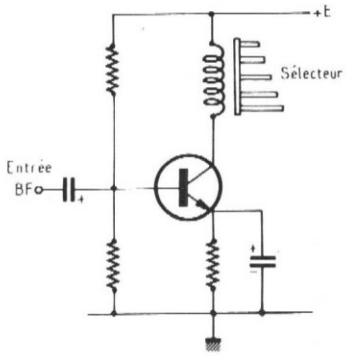


Figure 12

III. Utilisation des sélecteurs à lames vibrantes

On appelle sélecteur à lames vibrantes, un relais d'un type particulier, dont la **figure 11** donne le schéma de principe. La bobine B de ce relais est alimentée en alternatif, directement par les tensions de sortie de l'amplificateur basse fréquence du récepteur. Devant le noyau de cette bobine, est placée une lame métallique L, dont une extrémité est maintenue dans un support fixe S solidaire de la bobine, tandis que l'autre extrémité est libre.

Cette lame, attirée périodiquement par la bobine, peut vibrer à la manière d'un diapason, et entrer en résonance à condition que la fréquence des signaux BF appliqués entre les points a et b soit égale à sa fréquence propre. Celle-ci dépend en particulier de la longueur de la lame.

Le sélecteur comporte en fait plusieurs lames de longueurs différentes, correspondant chacune à une fréquence déterminée. Selon le canal utilisé à l'émission, c'est donc l'une ou l'autre des lames qui entre en vibration.

Au voisinage de l'extrémité libre de chacune d'entre elles, se trouve un contact qui, à chaque vibration, ferme le circuit d'utilisation branché entre les points c et d, par l'intermédiaire de la lame elle-même. Le relais se comporte donc comme un interrupteur à plusieurs voies, qui ferme et ouvre l'une d'entre elles au rythme de la BF.

Comme il est nécessaire, la plupart du temps, d'alimenter par une tension continue le circuit d'utilisation, on dispose entre c et d un condensateur d'intégration de forte valeur (une centaine de microfarads), qui filtre la tension hachée délivrée par le sélecteur.

Pratiquement, celui-ci se monte comme un relais, par exemple dans le collecteur du transistor de sortie **(figure 12)**. Ce dernier doit, naturellement, être commandé par les tensions basse fréquence non redressées.

POUR LES MODELISTES

PERCEUSE MINIATURE DE PRECISION

Nouveau modèle

Indispensable pour tous travaux délicats sur BOIS, METAUX, PLASTIQUES

Fonctionne avec 2 piles de 4,5 V ou transfo-redresseur 9/12 V. Livrée en coffret avec jeu de 11 outils permettant d'effectuer tous les travaux usuels de précision : percer, poncer, fraiser, affûter, polir, scier, etc., et 1 coupleur pour 2 piles de 4,5 volts.
Prix (franco : 85,00) **82,00**
Autre modèle, plus puissant avec un jeu de 30 outils (franco **128,00**) **125,00**
Supplément facultatif pour ces 2 modèles :
Support permettant l'utilisation en perceuse sensitive (position verticale) et touret miniature (position horizontale) **35,00**
Flexible avec mandrin **31,00**
Notice contre enveloppe timbrée.

Exceptionnel :
Moteur FUJI 0,8 cc (valeur 65 F) **34,90**
● **LES CAHIERS de RADIOMODELISME**
Construction par l'image de A à Z (36 pages) :
D'un avion radiocommandé **10,00**
D'un bateau radiocommandé **10,00**
● **INITIATION A LA RADIOCOMMANDE..** **10,00**
● **L'ELECTRICITE AU SERVICE DU MODELISME** (à nouveau disponible).
Tome 1 (fco 17,00) **14,00**

Unique en France et à des prix compétitifs
Toutes Pièces Détachées MECCANO et MECCANO-ELEC en stock
(liste avec prix contre enveloppe timbrée)

TOUT POUR LE MODELE REDUIT
(Avion - Bateau - Auto - Train - R/C)
→ Catalogue : franco 5 F en timbres —

CENTRAL - TRAIN
81, rue Réaumur - 75002 PARIS
Métro : Sentier - **C.C.P. LA SOURCE 31.856.95**
Ouvert du lundi au samedi de 9 h à 19 h.

LA PHOTOGRAPHIE

appliquée aux circuits imprimés

les cuves de développement

E — Ah ! Aujourd'hui je me sens en pleine forme ! Du soleil, congé demain : je sens que je vais aller faire de la photo !

M — Voilà qui s'appelle parler !

E — Tu m'as si bien converti que me voilà nanti d'un appareil photo, d'un posemètre et d'une provision de films. Il me reste donc à rentabiliser le plus vite possible cet équipement : c'est-à-dire aller faire des photos. Mais de belles photos. Et tu es là pour ça !

M — Et qu'entends-tu par « faire de belles photos » ?

E — Bien justement, je te le demande !

M — Une belle photo pour toi, est-ce une photo où tout est net et visible, plein de détails, ou bien est-ce une photo avec une belle atmosphère même si (à dessein, peut-être) certaines parties sont floues, ou bien complètement noires et bouchées ou bien d'autres totalement sans détails, toutes blanches !

E — Je ne saisis pas très bien où tu veux en venir.

M — Je m'explique. Tu veux une photo bien nette et bourrée de détails. C'est le *document*. Là, il s'agit de respecter au maximum toutes les règles de l'art. Ou bien tu veux une photo d'atmosphère, où « tu fais des effets ».

E — Mais où intervient la différence dans ces deux types de photos ?

M — La différence est dans le degré de connaissances de la photo qu'il faut avoir pour faire un type de photo plutôt qu'un autre.

E — Précise un peu ta pensée.

M — Voilà. Prenons le « document ». Avec une bonne connaissance des règles de la prise de vue : exposition, mise au point, profondeur de champ, on peut déjà produire un document très acceptable.

E — Et pour la photo « évoluée » ?

M — Pour ce type, il faut pouvoir « voir » de la même manière que la caméra, le film et le papier réunis.

E — Cela implique donc — si j'ai bien compris — une bonne connaissance du développement et du tirage.

M — C'est cela, essentiellement. Plus précisément, cela implique qu'on sait dans le domaine de la prise de vues et dans celui du développement, ce qui se passe lorsqu'on transgresse les règles de l'art. Mais le commencement de la sagesse, c'est de bien savoir développer un négatif et faire un tirage.

E — Je l'ai toujours pensé. Faire soi-même le travail de laboratoire permet de « s'étalonner » au fur et à mesure.

M — Bravo ! Voilà l'avantage d'être un scientifique !

E — Bon ! « Document » ou belle photo, c'est vague ! Il est bien entendu que ce que je veux c'est de la photo de qualité, autrement, tu sais, avec un Instamatic ou un Polaroïd...

M — J'allais te le dire...

E — Bien. Par quoi allons-nous commencer ? Les règles de la prise de vues ou le travail de laboratoire ?.

M — A mon avis, il vaut mieux commencer par le travail de laboratoire, quitte à revenir par la suite à la prise de vues.

E — Va pour le travail de laboratoire. Il va donc falloir du matériel ?

M — Oui, mais ne t'effraie pas. Ces dépenses ne seront pas ruineuses.

Voyons un peu comment se déroule le développement d'une pellicule noir et blanc. Il y a essentiellement...

E — ... Trois étapes !

M — Tu aurais gagné à ne pas essayer de m'épater avec ton savoir photographique. Car, contrairement à ce qu'on répète inlassablement, ce n'est pas de trois, mais de cinq étapes — précédées d'un prologue — dont il s'agit.

E — J'en sais assez pour savoir que développement, arrêt et fixage sont les trois clés de la photographie !

M — Tu oublies — ou tu ne sais pas — que le lavage et le séchage sont deux étapes sinon capitales du moins très importantes dans la réussite d'un développement impeccable.

E — Bon ! Si tu le dis...

M — Reprenons donc. Dire qu'un film se développe, se fixe et se lave, c'est un peu théorique. Dans la pratique, on a entre les mains un rouleau de pellicule bien serré sur lui-même. Il faudra l'introduire dans un liquide, le sortir, le manipuler pendant le traitement, etc. Tout ça sans l'abîmer, en le gardant sous une forme qui lui permettra à tous les stades de se laisser « traiter ». Pour subir toutes ces épreuves, le film doit d'abord être monté dans un bâti approprié.

E — Tu ne peux pas parler clairement. Un bâti approprié, tu peux m'expliquer ce que c'est ?

M — Bien sûr. Ce bâti, selon les cas, sera un châssis pour les plan-films ou une spire pour les pellicules 120 ou de 35 mm. On demande à ces engins plusieurs qualités. D'abord, il faut qu'ils soient faciles à charger dans le noir.

E — Dans le noir ?

M — Dans le noir absolu. Il n'y a pas de lumière inactinique pour charger un film. Donc, la manipulation doit rester simple. Il faut que les liquides puissent circuler *TRES* librement sur *TOUTE* la surface de la pellicule. Il faut également, et ça on ne le répète pas suffisamment — que l'on puisse déloger les bulles d'air qui ont tendance à s'accrocher à la surface du film lorsqu'on le plonge dans le révélateur.

E — Que d'exigences ! J'imagine quand même que tout ce qui est offert sur le marché répond à ces exigences.

M — Passons en revue, si tu veux bien, ce qui est en vente en la matière. Prenons d'abord le matériel pour les plan-films. Excepté le gros matériel pour les laboratoires professionnels qui permet de traiter un grand nombre de plan-films à la fois, dans des cuves d'une douzaine de litres, le *seul* matériel qui peut convenir sont les cuves « combi-plan ».

E — Dans le cas où j'utilise un appareil à plaques pour faire mes circuits imprimés.

M — Très juste. Et comme je ne te vois pas en train de développer plus de six plan-films à la fois, cet équipement est aussi près de la perfection que possible. Le châssis — rainuré — en plastique est réglable pour quatre formats différents du 6,5 × 9 au 10 × 12,5. Le chargement — dans le noir — se fait très facilement à l'aide d'une porte de « boîte

aux lettres » qui évite de se tromper de rainure. Une fois la cuve recouverte de son couvercle étanche, le reste des opérations se passe au jour. Le chargement en liquides et la vidange se font suffisamment vite et l'agitation par retournement de la cuve. Même le lavage se fait « in situ ». Je te recommande vivement cette cuve.

E — Et pour les pellicules courantes ?

M — Il faut y regarder de plus près. Car le nombre des cuves offertes est assez considérable.

E — Pourquoi seulement des cuves ? Je crois qu'une cuvette...

M — C'est exact. On peut développer les films en cuvette. Mais c'est une procédure très laborieuse qui consiste à faire aller et venir la pellicule dans le liquide en tenant une extrémité dans chaque main, et en faisant monter et descendre alternativement chaque main de manière à ne conserver immergé que le bas de la boucle que fait la pellicule. C'est faisable, fastidieux pour une pellicule de 120 qui mesure 80 cm de long. C'est totalement impraticable pour une pellicule 24 × 36 qui mesure 1,75 m.

E — Revenons donc aux cuves de développement.

M — Voyons ce qu'on attend de cette cuve.
1) Elle doit être étanche à la lumière.
2) La spire doit être commode à charger.
3) La pellicule ne doit pas être délogée au cours de l'agitation.
4) La spire doit être conçue de manière à laisser libre passage aux liquides quand on agite la cuve.
5) Les temps de remplissage et de vidange doivent être raisonnablement courts.
6) La cuve — une fois vidangée — ne doit retenir du liquide que ce qui adhère au film et aux parois.

E — Tu ne crois pas que tu soignes un peu trop le détail.

M — Pas du tout ! Passons en revue les divers points et voyons comment y répondent les divers types de cuves qu'on trouve sur le marché. L'étanchéité à la lumière d'abord. Du fait que toutes les cuves sont destinées à être utilisées au jour (une fois le film chargé, bien sûr !) les fabricants ont, dès l'aube de la cuve, mis au point les matériaux utilisés et le dessin des sas de chargement et de vidange. Toutes les cuves que je connais ne présentent aucun problème à ce point de vue. Toutefois, une petite restriction pour un cas très particulier : s'il t'arrive de traiter un film infrarouge, pense à n'utiliser que des cuves et couvercles en inox, certaines matières plastiques étant perméables aux infrarouges.

E — La spire, également en inox ?

M — Non, une fois insérée dans l'inox, elle peut être d'un matériau absolument au choix. Mais voici ouvert le grand chapitre des spires. Il existe, en effet, un nombre considérable de spires sur le marché. Commençons par les classer en deux catégories : celles en inox et celles en plastique. Leur différence ne tient pas seulement au matériau qui les compose, mais aussi au mode de chargement. En effet, toutes les spires en plastique (sauf les cuves de type « Rondinax ») se chargent en poussant le film le long des rainures en spirale qui sont gravées à l'intérieur des joues, de *l'extérieur vers l'intérieur.* Tandis que les spires fabriquées avec du fil d'acier inoxydable plié et soudé, se chargent toutes en fixant une extrémité du film avec les divers dispositifs prévus, sur le noyau de la spire, en pinçant le film avec les doigts de manière à lui faire prendre une forme arquée, et en lui laissant reprendre sa forme plane au fur et à mesure qu'on l'enroule, de *l'intérieur vers l'extérieur,* ce qui a pour effet de placer automatiquement le film dans les rainures.

E — Pratiquement, quelle est l'importance de cette différence ?

M — C'est d'abord une question de commodité dans le chargement de la pellicule. Avec les spires en plastique, on *pousse* sur un ruban en plastique mince (la pellicule) et à la moindre résistance mécanique due à la friction, on est obligé de saisir la pellicule à pleins doigts pour pousser plus fort, avec tous les risques que cela comporte.

E — Les spires plastique sont donc à bannir ?

M — Pas forcément. Certains modèles se chargent pour ainsi dire automatiquement. Les deux joues pivotent l'une par rapport à l'autre d'un certain angle, et chacune d'elles est munie d'un dispositif de non retour pour la pellicule. Ce dispositif est, soit un rochet pour les perforations du film de 35 mm, soit une bille (en inox) dans un plan incliné par rapport à la rainure. Lorsqu'on fait tourner les deux joues alternativement l'une par rapport à l'autre, une joue coince le film, tandis qu'il glisse toujours plus avant vers l'intérieur, dans l'autre. On continue ce va-et-vient jusqu'à ce que le film soit entièrement dans la spire.

E — Mais c'est un système tout à fait parfait !

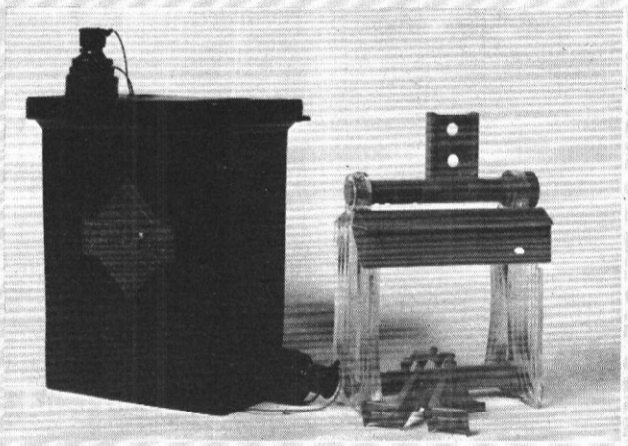
M — Oui, mais à la condition expresse que les deux joues soient *parfaitement* sèches. La moindre goutte d'eau ou dépôt de buée donne une pellicule parfaitement chiffonnée.

E — Je pense que les avantages et inconvénients d'une spire ne se limitent pas au mode de chargement...

M — Evidemment pas. Il faut aussi savoir si le film une fois mis en place ne risque pas de sortir de sa place durant le traitement.

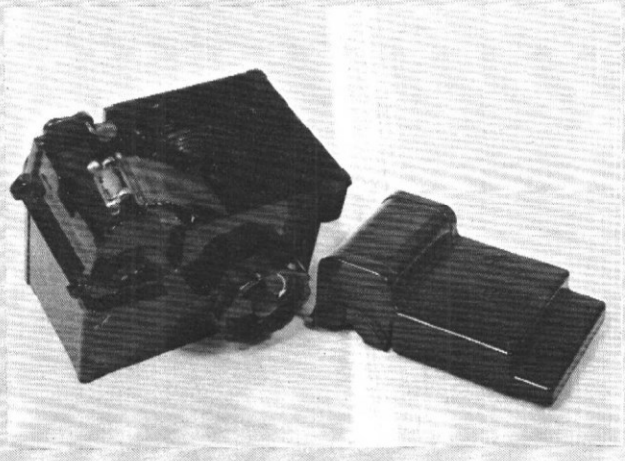
E — Pourquoi ? L'agitation doit être si brutale que...

M — Ce n'est pas cela. Mais il faut aussi compter avec une cuve qui peut accidentellement glisser entre les doigts. Et là, on a une agitation toute particulière. C'est surtout important pour cer-



La cuve étanche « Combi-Plan » pour le traitement de plan-films est représentée ici avec un châssis pour 6 plan-films (réglable en fonction du format ; ici du 10 × 12,5 cm) coiffé de la boîte aux lettres qui sert au guidage des plan-films dans les rainures du châssis. Au pied du châssis, la butée d'amarrage des plan-films.

La cuve « Combina X » suédoise, nouvellement commercialisée en France, est extrêmement bien conçue. C'est une des très rares cuves possédant des spires se chargeant de l'intérieur vers l'extérieur, en plastique. Un petit accessoire facilite énormément le chargement du film dans le noir.



Une cuve « Rondinax » pour film 120. Le film est chargé dans son logement étanche à la lumière et la pince est fixée au bout qui dépasse. En tournant le gros bouton latéral, le film vient se charger automatiquement sur la spire.

taines cuves où l'agitation est produite par la rotation de la spire : si on tourne dans le bon sens, et qu'il n'y a rien pour accrocher le film au noyau, ou bien s'il n'y a pas de dispositif de non-retour en bout de spire, le film sort tout doucement de la spire et vient s'enrouler contre les parois de la cuve. J'ai déjà vu des spires de ce genre ressortir de la cuve complètement dégarnies de leur film ! Là où les dispositifs d'arrêt du film ne servent plus à rien, c'est lorsqu'on tourne à contre-sens : le liquide s'engouffre sous la spirale formée par le film et le soulève comme une marquise sous un coup de vent ascendant. Et le film déraille et passe par dessus les rainures de la spire.

E — Et c'est encore une fois la catastrophe ! Mais n'y a-t-il pas d'autres systèmes de chargement que ces spires qui paraissent bien délicates à manier ?

M — Si, il y a la bande gaufrée. Tu fais d'ailleurs bien de me demander de t'en parler parce que ça permet de déboucher sur l'agitation et la perméabilité des spires à cette agitation.

E — C'est donc tellement curieux ce dispositif ?

M — Oui, et si je connais des photographes qui ne jurent que par la bande gaufrée, d'autres en revanche ne veulent l'employer en aucun cas.

E — Ce qui laisserait à penser qu'elle présente à la fois de gros avantages et des inconvénients de taille.

M — C'est exact. Qu'est-ce qu'une bande gaufrée, tout d'abord : une bande en plastique qui porte tout le long de ses bords une série de petites bosses sur chacune de ses deux faces. Les spires pour bandes gaufrées sont constituées d'un moyeu portant deux joues *lisses* sans aucune rainure. Le chargement d'un film par bande gaufrée est, de loin, la méthode la plus sûre et la plus commode. Le film et la bande gaufrée sont enroulés ensemble sur le moyeu et le tout est immobilisé, soit par un simple bracelet en caoutchouc, soit par la pince en inox prévue parfois en bout de bande. C'est tout. Je n'ai encore jamais vu d'accident de chargement avec les bandes gaufrées. C'est une opération que l'on peut faire dans le noir sans aucune difficulté.

E — Et les défauts ?

M — Eh bien ! elles ont la réputation de nuire à la bonne circulation des fluides pendant le traitement. Par exemple, un fabricant des plus sérieux, JOBO, qui livre des spires pour bandes gaufrées, les déconseille pour le développement des films couleur. (En effet, pour les développements couleur, l'agitation est un facteur critique). Ce défaut est plus sensible encore lorsqu'on a dans une même cuve plusieurs spires à bandes gaufrées superposées, lorsqu'on traite plusieurs pellicules à la fois.

E — La cause est entendue : pas de bandes gaufrées !

M — Doucement. Il est certaines conditions avec lesquelles les bandes gaufrées donnent des résultats en tous points satisfaisants.

E — Je t'écoute.

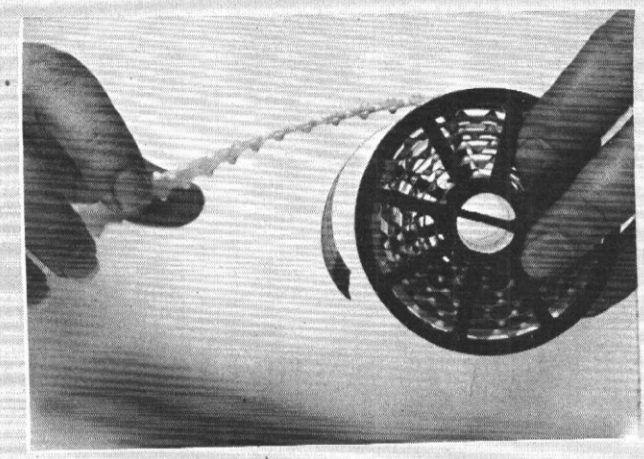
M — D'abord, ne traiter qu'un film à la fois. Ensuite, faire attention, au remplissage, de ne mettre que la quantité de liquide qui couvrira tout juste la spire (et qui laissera donc un maximum de vide dans la cuve). Et finalement, utiliser obligatoirement une cuve étanche qui permet l'agitation par retournement.

E — Je m'en souviendrai. C'est donc une caractéristique essentielle.

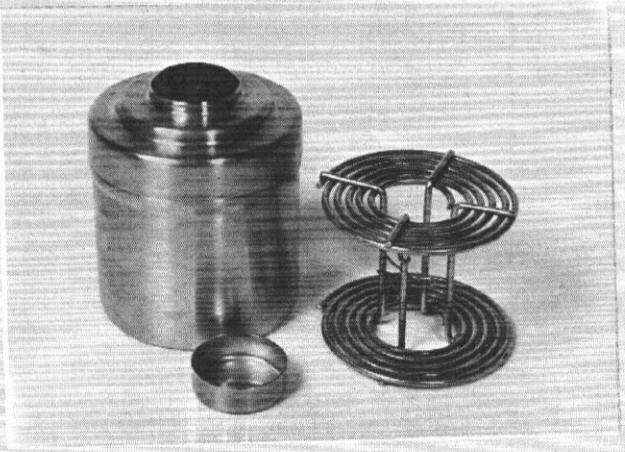
M — Essentiel est bien le mot. Quand j'aurai fini de passer en revue le matériel et que nous aborderons le développement proprement dit tu verras à quel point l'agitation (qu'on a tendance à reléguer au rang de détails) est un facteur important.

E — Et si tu me disais pourquoi ?

Une spire à chargement du film par va-et-vient de ses deux joues. On voit dans la petite fenêtre le cran qui sert de dispositif de non-retour du film et qui fait avancer ce dernier à chaque mouvement alternatif en s'engageant dans les perforations.



On voit clairement le rôle des bases sur la bande gaufrée. L'écartement entre le film et la bande reste bien constant. Le chargement est très aisé, même dans le noir.



Une cuve inox « Tout métal » avec une spire inox pour film 120. Le changement de la spire, comme pour toutes les spires en inox, se fait de l'intérieur vers l'extérieur.

M — Voyons comment se comportent les cuves et les spires à cet égard.

Les spires d'abord. L'important, ce sont les joues et plus particulièrement les jours qui sont prévus pour laisser passer les liquides. D'une manière générale, les spires en inox laissent le plus librement le passage aux liquides en raison de leur structure en fil d'acier inox, plié et soudé. La perméabilité des joues des spires en plastique pour des questions de solidité mécanique est tout juste suffisante. Toutefois, dans les modèles récents, l'emploi de certains plastiques très solides et élastiques a permis de grosses améliorations dans le percement des jours.

Voyons maintenant les cuves. En gros, il y a trois systèmes d'agitation qui sont couramment utilisés.

Premier système : un embout est passé par le trou du couvercle et vient s'emboîter par friction dans le moyeu de la spire et fait manche. A l'aide de ce manche on fait tourner la spire sur elle-même. On peut aussi, dans une certaine mesure agiter la spire de haut en bas. La rotation de la spirale que forme le film fait hélice et pompe le liquide de l'intérieur vers l'extérieur, assurant ainsi un brassage du liquide. Le défaut de ce système, c'est que l'agitation se fait presque exclusivement dans un sens, celui de la longueur du film. Cela peut entraîner des irrégularités dans le

développement. De plus, dans les cuves de ce modèle, il est difficile d'éliminer les bulles d'air qui peuvent adhérer au film au moment de l'immersion.

Pour l'anecdote, c'est ce genre de cuves qui a donné naissance à la pratique du mouillage du film dans de l'eau pure avant le développement proprement dit : précisément, pour éliminer le danger de voir des bulles d'air adhérer au film.

E — C'est donc là un type de cuve à éviter, si possible.

M — Si possible.

Le deuxième système c'est celui qui est utilisé dans les cuves du type « Rondinax ». Dans ces cuves, l'axe de la spire est horizontal, et il est relié à un gros bouton extérieur qui sert à faire tourner la spire.

E — C'est la même chose que les premières, sauf qu'au lieu d'être horizontal, l'axe est vertical.

M — Non, c'est très différent parce que la spire dans une « Rondinax » ne plonge pas jusqu'aux deux cinquièmes environ dans le liquide. Ce qui oblige à faire tourner la spire continuellement. L'agitation qu'on obtient ainsi est excellente et mon expérience avec ce genre de cuve est très positive, encore que laborieuse.

E — Mais pourquoi cette disposition de la spire ?

M — Parce que la « Rondinax » est un type de cuve où le chargement du film se fait en plein jour. On n'a besoin à aucun moment d'opérer dans le noir.

E — Mais c'est très intéressant ce que tu me dis là. Explique-moi un peu mieux.

M — Voilà : il existe quelques modèles de cuves à chargement en plein jour. Jobo en fait une, mais trop encombrante. Les plus pratiques sont les « Rondinax », fabriquées par Agfa. Ino, en France, en fabrique qui sont pratiquement identiques. Il y a deux modèles : un pour le 24 × 36 et l'autre pour les films 120. Le modèle pour 24 × 36 comporte un thermomètre incorporé, un couteau pour couper le film, et un compteur de poses (qui mesure la longueur de film soutirée à la cassette) assez approximatif mais utilisable. Ce qui permet de ne développer d'une pellicule que ce qui a été exposé, si on est pressé d'avoir les résultats. Dans les deux modèles, le film est placé dans un logement étanche à la lumière avec un morceau qui dépasse. Une languette munie d'une pince est fixée au noyau de la spire. On fixe la pince au bout du film qui dépasse, on ferme le couvercle et on tourne le bouton de la spire ce qui a pour effet d'enrouler le film dans la spire automatiquement. De plus, ces cuves ont une autre grande qualité : les quantités de produits à utiliser sont très réduites : 200 cc pour le modèle 35 mm et 150 cc pour le modèle 120.

E — Ah bon ! Parce qu'il y a des cuves capables de traiter plusieurs films à la fois ?

M — Oui, et elles se trouvent dans la catégorie où l'agitation se fait par retournement de la cuve. Ces cuves sont étanches, non seulement à la lumière, mais aussi aux liquides. Ce qui permet de les retourner tête en bas. Cela provoque le déplacement, à la fois de tout le liquide et de la — ou des spires — qui sont à l'intérieur. Ce mode d'agitation est *parfait*. A telle enseigne, que de plus en plus, on abandonne la fabrication des autres modèles pour ne les remplacer que par des cuves étanches.

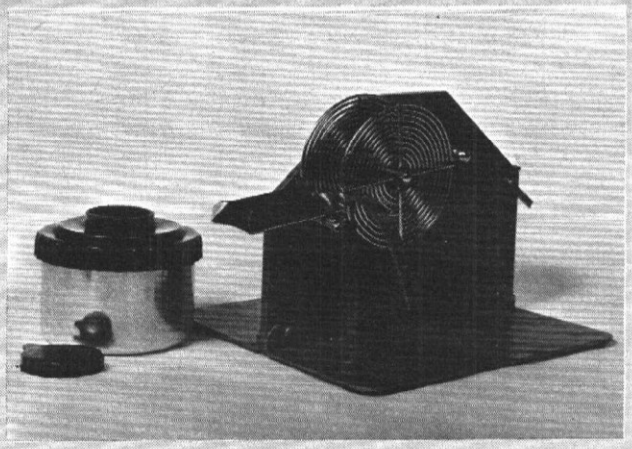
E — Elles sont en plastique ou en inox ?

M — L'un ou l'autre ou encore une combinaison des deux (cuve en inox et couvercle en plastique souple).

E — Lesquelles faut-il choisir ?

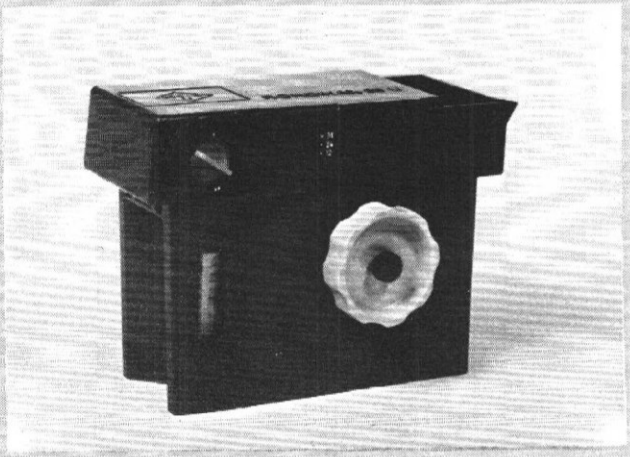
M — Celles en inox sont pratiquement éternelles. Mais chères... Celles en plastique font un excellent usage, et sont relativement bon marché.

E — C'est très encourageant. A quoi d'autre encore faut-il veiller pour que le tout soit parfait ?



« Kinderman » **fabrique toute une série de cuves en inox avec couvercle en plastique souple. Le fabricant livre également un appareil pour le chargement des spires (35 mm et 120) qui facilite énormément ce chargement dans le noir, en particulier lorsqu'il s'agit d'en charger plusieurs à la fois.**

Un embout à agiter les spires. L'encoche à l'extrémité de l'embout s'engage dans le noyau de la spire et on peut la faire tourner dans la cuve pour assurer le brassage du liquide.



Une cuve « Rondinax » pour film 135. On voit le thermomètre incorporé et les graduations du compteur de vues. En haut à gauche se trouve le bouton du dispositif d'ouverture des cassettes à films du type Leica. Le couteau pour couper les films se trouve sur la face arrière (invisible sur la photo).

Il était question je crois de temps de remplissage et de vidange ?

M — Oui, c'est cela. Cette propriété qui est de se remplir et de se vider rapidement est donnée par le dessin du couvercle où se trouve généralement le sas étanche à la lumière. Ce sas doit être de proportions confortables pour donner des temps de remplissage et de vidange tournant autour d'un maximum de 10 à 12 s pour une cuve contenant 1 l de liquide.

E — Et pourquoi demande-t-on une telle rapidité à cet ustensile ?

M — Pour pouvoir respecter les temps des diverses phases du traitement avec une précision suffisante. Quand on verse le révélateur dans la cuve, il ne faut pas que le bas du film baigne dans le liquide sensiblement plus longtemps que le haut. Et quand l'opération touche à sa fin, il faut pouvoir l'arrêter avec précision. De plus, un sas bien dessiné permet à tout le liquide contenu dans la cuve de s'écouler de manière à réduire la contamination du bain suivant par le bain précédent.

E — Tout cela est parfaitement logique. J'en sais assez pour acheter une cuve, non ?

M — Je crois. Et dès que tu l'auras en ta possession, nous pourrons aborder le développement proprement dit.

oscillateurs de 2 à 100 MHz

par F. Juster

La fréquence de 2 MHz correspond à une longueur d'onde de 150 m qui se trouve juste au-dessus de la gamme radio PO.

Les oscillateurs des gammes PO (de l'ordre de 200 à 600 m) doivent s'accorder entre $f_m + f_{amax}$ et $f_m + f_{amin}$.

f_{amax} étant la fréquence la plus élevée de la gamme, soit 1500 kHz (200 m).

La fréquence la plus basse, est de 500 kHz environ, correspondant à 600 m.

On sait que l'on a :

$$f = \frac{300\,000}{\lambda}$$

avec en kHz et λ en mètres.

La moyenne fréquence f_m étant de l'ordre de 450 kHz, on voit que l'oscillateur pour la gamme PO devra fonctionner entre 1 500 + 450 = 1 950 kHz (donc 2 MHz à peu de chose près) et 600 + 450 = 1 050 kHz (valeur proche de 1 MHz).

Il s'agit, par conséquent, dans l'étude d'un oscillateur de ce genre, de déterminer ses caractéristiques de fonctionnement dans de bonnes conditions entre 1 et 2 MHz environ.

Le rapport des deux fréquences limites est de 2 environ. Si l'on réalise l'oscillateur avec un circuit LC associé à un semi-conducteur, la pratique indique que ses capacités de l'ordre de la centaine de picofarads conviendront très bien pour l'accord.

Celui-ci est réalisable par variation du coefficient de self-induction L, de la bobine ou par la variation de la capacité C d'accord. On peut aussi, adopter, avec avantage, un système d'accord dans lequel, une des grandeurs (L ou C) est variable et l'autre ajustable, permettant ainsi l'alignement, opération d'importance capitale dans un appareil récepteur pour grand public.

Rappelons que L, C et f sont liés entre eux par la formule de Thomson :

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

Si f varie de deux fois, le produit LC doit varier, en sens opposé de quatre fois. Ainsi, par exemple, si l'on remplace LC par 4 LC, on obtient une fréquence égale à :

$$f_1 = \frac{1}{2\pi\sqrt{4LC}} = f/2$$

Il est donc clair, que si f doit varier du simple au double, dans le cas présent 1 à 2 MHz, LC devra varier du simple au quadruple.

Pratiquement, comme une des grandeurs, par exemple L sera fixe (ou fixée après réglage ajustable) c'est l'autre, C qui variera de quatre fois en sens inverse.

Les calculs d'alignements des bobines PO sont bien connus. On donne généralement à la capacité la plus faible, une valeur de l'ordre de 50 pF, correspondant à 2 MHz et à la capacité la plus élevée, quatre fois cette valeur, donc de l'ordre de 200 pF, pour f = 1 MHz.

Le bobinage doit, dans ce cas, avoir la valeur donnée par la formule de Thomson, écrite sous la forme :

$$L = \frac{1}{4\pi^2 f^2 C}$$

dans laquelle on adoptera comme unités pratiques C en μF, L en μH et f en MHz. On prendra aussi dans les calculs $4\pi^2 = 40$.

Si l'on adopte cette valeur la formule peut s'écrire d'une manière très simple :

$$L = \frac{25\,000}{f^2 C}$$

avec L en H, f en MHz et C en pF, unités convenant parfaitement à notre problème.

Si f = 1 MHz et C = 200 pF, on trouve immédiatement

$$L = \frac{25\,000}{200} = 125\,\mu H$$

Si f = 2 MHz et C = 50 pF, on doit trouver la même valeur pour L :

$$L = \frac{25\,000}{4.50} = 125\,\mu H$$

Une bobine de 125 μH peut être facile à réaliser même par un amateur démuni de tout dispositif de bobinage. Il pourra la réaliser, par exemple, à air, en spires jointives sur un type isolant en utilisant la formule bien connue de Nagaoka :

$$L = kn^2 d/1000$$

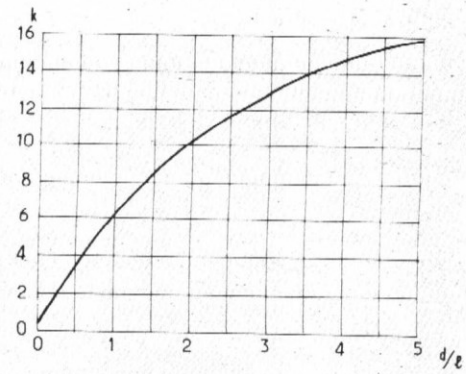


Figure 1

avec L en μH, n = nombre des spires, d = diamètre moyen en cm, k = coefficient calculable à l'aide de la formule :

$$k = \frac{100\,d}{4\,d + 11\,l} = \frac{100\,d/l}{(4\,d/l) + 11}$$

ou l = longueur de l'enroulement en cm.

Prenons par exemple d = l ce qui donne k = 100/15 = 6,66 et dans ce cas :

$$L = 6{,}66\ n^2\ d/1000$$

Soit, alors, un tube de 2 cm de diamètre, donc d = 2, il vient :

$$n^2 = L\,.\,500/6{,}66$$

et comme L est égal à 125 μH dans notre exemple, on a :

$$n^2 = 62\,500/6{,}66 = 9\,384$$

et n = 96 spires

La formule donnant k est représentée graphiquement à la **figure 1**. Il existe des tables donnant k d'une manière plus précise en fonction du rapport d/l mais en pratique la détermination à l'aide de la courbe est plus aisée, surtout si d/l > 0,5. Finalement, la bobine devra être mesurée ou mise au point sur le montage dans lequel elle devra figurer.

A la **figure 2**, on indique un moyen d'ajouter la valeur d'une bobine. Sa valeur L nominale ayant été déterminée d'après les données du problème à résoudre, on calcule les dimensions l = longueur de l'enroulement, d = diamètre du tube et le nombre n des spires à espacement régulier ou jointives.

Au lieu de réaliser une bobine de longueur l, on la réalise en deux roulements ayant entre eux un espace de 0,2 l ce qui donne une longueur 1,2 l de la bobine y compris l'espace 0,2 l « vide ».

On bobinera, 0,15 n spires pour la petite fraction de la bobine et le restant, 0,85 n spires pour la grande fraction de la bobine.

L'ajustement se fera comme suit : si la valeur L est trop faible, transférer des spires du petit enroulement au grand. Si L est trop élevée, faire l'opération contraire. Ce petit travail est très aisé et on l'effecue en poussant avec les doigts, la spire à déplacer. Revenons maintenant à la bobine de 125 μH, pour laquelle on a trouvé $n^2 = 9\,384$ et n = 96 spires, valeur admissible pour une longueur de 20 mm. Prenons un tube de 30 mm de longueur et de 20 mm de diamètre et bobinons sur 20 mm de longueur 96 spires de fil. Le diamètre de ce fil doit être, au maximum, égal à :

$$D = 20/96 = 0{,}2 \text{ mm environ.}$$

Utilisons du fil de 0,15 mm de diamètre isolé à la soie ou au coton ou tout autre isolant et effectuons un bobinage en spires jointives ce qui donnera, à peu de choses près l'enroulement de 125 μH désiré.

Il s'accordera à 2 MHz avec 50 pF. S'il s'agit d'application où l'accord doit être fixe ou réglable de part et d'autre de cette fréquence sur une faible plage il sera possible d'adopter une capacité d'accord nominale de 100 pF au lieu de 50 pF, ce qui ramènera L à 62 μH seulement. Dans ce cas, on trouve, avec l = d = 2 cm = 20 mm,

$$n^2 = 62 \,.\, 500/6{,}66 = 4\,564$$

et n = 67 spires à une spire près,

on pourra alors, avec le même tube, utiliser du fil de plus fort diamètre. La longueur étant de 20 mm, le diamètre maximum sera D = 20/67 = 0,3 mm environ, donc du fil isolé de 0,25 mm de diamètre conviendra parfaitement.

ACCORD AJUSTABLE

On demande, par exemple, de faire varier de deux fois la fréquence de 1 MHz, à l'aide d'un réglage ajustable ou variable de capacité. Cela revient à passer de 1 à 2 MHz ce qui implique une variation de C de 100 pF (dans ce dernier exemple numérique) à 400 pF. Un système commutateur comme celui de la figure 3 peut convenir très bien. On prévoira un commutateur I à deux positions 1 et 2. En position 1, f est toujours réglé sur la fréquence de 2 MHz avec une capacité totale de 100 pF, composée de C_o = 90 pF fixe et C_{aj} = 20 pF maximum, de façon à obtenir 2 MHz.

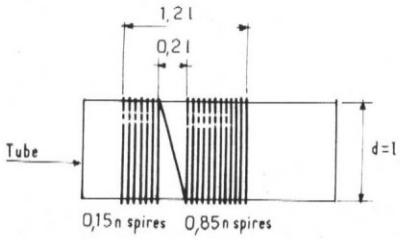


Figure 2

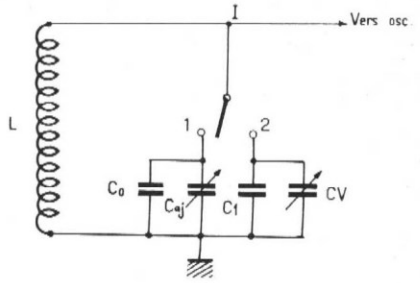


Figure 3

En position 2, avec un condensateur variable de 400 pF environ et C_1 = 80 pF, on obtiendra une variation de fréquence dépassant légèrement les limites de 1 et 2 MHz requises.

On peut aussi demander une faible variation de la fréquence nominale, par exemple de f nominale à 0,9 f nominale, soit de 10 % environ.

La capacité devra alors augmenter de 20 % environ. Exemple : f varie de 0,18 MHz à 2 MHz. A cette dernière fréquence C = 100 pF. Pour 0,18 MHz, C passera à 120 pF environ. Un montage comme celui de la **figure 3** conviendra avec les valeurs suivantes : C_o = 90 pF (pour f = 2 MHz avec L = 67 μH) et C_a = 20 pF, C_1 = 90 pF et CV = 30 pF.

BOBINAGES COMPLETS D'OSCILLATEURS 2 MHz A 100 MHz

On a donné jusqu'ici les indications sur la bobine du circuit accordé mais dans un oscillateur il est nécessaire qu'il y ait un dispositif à réaction associé à un ou plusieurs transistors.

Le montage peut fonctionner avec une ou deux bobines, dont une sera celle accordée.

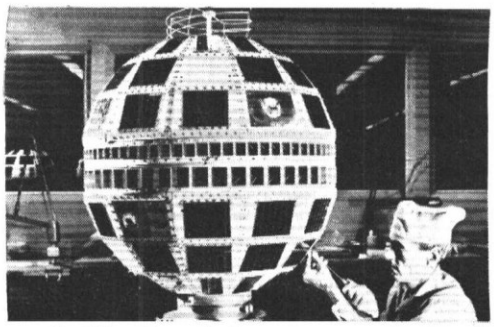
Voici à la **figure 4**, le schéma d'un oscillateur fonctionnant sur une fréquence de l'ordre de 2 MHz avec une bobine appropriée. Pratiquement, la bobine sera analogue à celles décrites plus haut.

Dans certaines applications, L_1 sera amovible, comme par exemple dans un DIP-mètre (ondemètre). Dans d'autre, L_1 sera unique et fixée directement sur la platine.

On utilise un transistor Q_1 à effet de champ MOS (à métal-oxyde) RCA du type 3N 139. Les électrodes accessibles sont : la grille 1 (G_1) au fil 3 ; la grille 2 (G_2) au fil 4 à relier à la masse ; la source (S), fil 2 et le drain (D), fil 1.

On obtient l'oscillation par couplage non inversé, entre le circuit de grille G et celui de source S, à l'aide de la bobine à prise L .

La source est polarisée positivement par R_2 de 1 kΩ shuntée par C_2 de 10 nF, le condensateur servant au passage du signal HF de la source à la prise **b** de L_1.



quel électronicien serez-vous ?

Fabrication Tubes et Semi-Conducteurs - Fabrication Composants Electroniques - Fabrication Circuits Intégrés - Construction Matériel Grand Public - Construction Matériel Professionnel - Construction Matériel Industriel ■ Radioréception - Radiodiffusion - Télévision Diffusée - Amplification et Sonorisation (Radio, T.V., Cinéma) - Enregistrement des Sons (Radio, T.V., Cinéma) - Enregistrement des Images ■ Télécommunications Terrestres - Télécommunications Maritimes - Télécommunications Aériennes - Télécommunications Spatiales ■ Signalisation - Radio-Phares - Tours de Contrôle Radio-Guidage - Radio-Navigation - Radiogoniométrie ■ Câbles Hertziens - Faisceaux Hertziens - Hyperfréquences - Radar ■ Radio-Télécommande - Téléphotographie - Piézo-Electricité - Photo Electricité - Thermo couples - Electroluminescence - Applications des Ultra-Sons - Chauffage à Haute Fréquence - Optique Electronique - Métrologie - Télévision Industrielle, Régulation, Servo-Mécanismes, Robots Electroniques, Automation - Electronique quantique (Masers) - Electronique quantique (Lasers) - Micro-miniaturisation ■ Techniques Analogiques - Techniques Digitales - Cybernétique-Traitement de l'Information (Calculateurs et Ordinateurs) ■ Physique électroniqueet Nucléaire - Chimie - Géophysique - Cosmobiologie ■ Electronique Médicale - Radio Météorologie-Radio Astronautique ■ Electronique et Défense Nationale - Electronique et Energie Atomique - Electronique et Conquête de l'Espace ■ Dessin Industriel en Electronique ■ Electronique et Administration : O.R.T.F. - E.D.F. - S.N.C.F. - P. et T. - C.N.E.T. - C.N.E.S. - C.N.R.S. - O.N.E.R.A. - C.E.A. - Météorologie Nationale - Euratom ■ Etc.

Vous ne pouvez le savoir à l'avance : le marché de l'emploi décidera. *La seule chose certaine, c'est qu'il vous faut une large formation professionnelle afin de pouvoir accéder à n'importe laquelle des innombrables spécialisations de l'Electronique. Une formation INFRA qui ne vous laissera jamais au dépourvu : INFRA...*

cours progressifs par correspondance
RADIO - TV - ÉLECTRONIQUE

COURS POUR TOUS NIVEAUX D'INSTRUCTION
ÉLÉMENTAIRE - MOYEN - SUPÉRIEUR
Formation, Perfectionnement, Spécialisation. **Préparation théorique aux diplômes d'Etat : CAP - BP - BTS,** etc. Orientation Professionnelle - Placement.

TRAVAUX PRATIQUES (facultatifs)
Sur matériel d'études professionnel ultra-moderne à transistors.
METHODE PEDAGOGIQUE INEDITE « Radio - TV - Service » Technique soudure — Technique montage - câblage - construction — Technique vérification - essai - dépannage - alignement - mise au point. Nombreux montages à construire. Circuits Imprimés. Plans de montage et schémas très détaillés. Stages
FOURNITURE : Tous composants, outillage et appareils de mesure, trousse de base du Radio-Electronicien sur demande.

PROGRAMMES

■ TECHNICIEN
Radio Electronicien et T.V.
Monteur, Chef-Monteur dépanneur-aligneur, metteur au point.
Préparation théorique au C.A.P.

■ TECHNICIEN SUPÉRIEUR
Radio Electronicien et T.V.
Agent Technique Principal et Sous-Ingénieur.
Préparation théorique au B.P. et au B.T.S.

■ INGENIEUR
Radio Electronicien et T.V.
Accès aux échelons les plus élevés de la hiérarchie professionnelle.

COURS SUIVIS PAR CADRES E.D.F.

infra
INSTITUT FRANCE ÉLECTRONIQUE
24, RUE JEAN-MERMOZ • PARIS 8e • Tel. : 225.74-65
Metro : Saint-Philippe du Roule et F. D. Roosevelt - Champs Elysées

BON (à découper ou à recopier) Veuillez m'adresser sans engagement la documentation gratuite. (ci-joint 4 timbres pour frais d'envoi).
Degré choisi .....
NOM .....
ADRESSE .....
.....
infra INFRA R.P. 159

AUTRES SECTIONS D'ENSEIGNEMENT : Dessin Industriel, Aviation, Automobile

Enseignement privé à distance.

Si vous n'avez pas encore reçu
NOTRE CATALOGUE "JAUNE"
Pièces détachées ● Ensembles ● Appareils de mesure ● Émission-Réception
Matériel « NEUF » et matériel de « SURPLUS »
réclamez-le sans tarder en joignant 2 F en timbres.
BERIC
43, rue Victor-Hugo
92240 MALAKOFF
Tél. : (ALE) 253-23-51
Métro : Porte de Vanves
Magasin fermé dimanche et lundi

Le drain D est polarisé par R_3 de 10 kΩ ajustable, reliée au + alimentation par l'intermédiaire de l'interrupteur et découplée vers la masse par C_4 de 10 nF. C'est donc un montage en drain commun.

Le signal est prélevé entre la ligne de masse et la prise **b** de la bobine. Il est transmis à la sortie, par C_3 de 1 nF. La sortie est ainsi isolée en continu de l'oscillateur et peut être branchée à un appareil quelconque ou à un dispositif de mesure du signal engendré par l'oscillateur.

CARACTERISTIQUES DES BOBINES

Voici au tableau I les caractéristiques des bobines L_1 convenant à diverses fréquences. On a désigné ces bobines par A, B, ... G et elles peuvent couvrir des gammes de fréquence depuis 1,16 MHz jusqu'à 110 MHz, avec C_1 variable de 50 pF. Un rapport plus grand que 2 est obtenu entre les deux fréquences limites de chaque gamme.

Il s'agit évidemment de spires à espacements réguliers. Par exemple la bobine A qui permettra d'obtenir l'accord sur 2 MHz, aura une longueur d'enroulement de 38 mm avec du fil émail de 0,2 mm. Dans 38 mm il y a de la place pour 190 spires jointives de fil nu de 0,2 mm de diamètre. Comme cette bobine comporte 120,5 spires, en tenant compte de l'émail, il sera possible de réaliser cette bobine en spires presque jointives.

Dans le cas de la bobine, il y a 72,5 spires de 0,25 mm émail sur une longueur de 25 mm également. Ce seront des spires espacées régulièrement.

Les bobines pour OC, en fil nu pourront être réalisées sans aucun support, le fil de 0,8 ou 2 mm étant rigide.

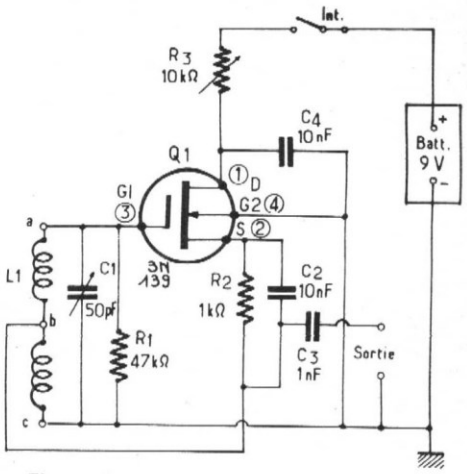


Figure 4

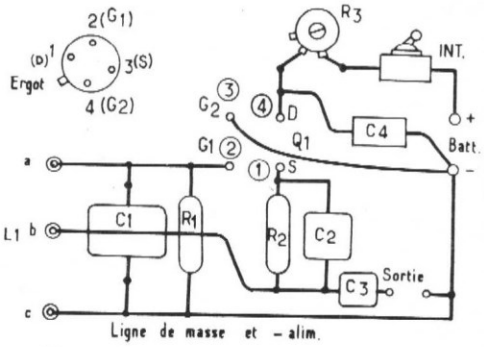


Figure 5

CABLAGE

Voici à la **figure 5**, un plan de câblage d'une platine imprimée, vu côté connexions. Les composants sont vus par transparence et le transistor est vu avec les fils vers l'observateur. L'ergot est entre les fils 1 et 4. ■

TABLEAU I

⊗ = fil émail
⊡ = fil nu étamé ou argenté

Bobine	Valeur (µH)	Fréq. min. (MHz)	Fréq. max. (MHz)	Diam. du fil (mm)	Nombre de spires des bobines	Longueur de l'enroulement (mm)	Diamètre de la bobine (mm)	Prise b à partir du point C (spires)
A	280	1,16	2,25	0,2 ⊗	120,5	38	25	30,25
B	99	2	4,1	0,25 ⊗	72,5	25	25	18,25
C	25	3,9	8	0,3 ⊗	46,5	33	19	12,25
D	6,6	7,7	16,1	0,65 ⊗	19,5	14	19	4,75
E	1,7	15,4	32,5	0,8 ⊡	11,33	25	19	3,12
F	0,39	32	66	0,8 ⊡	3,75	12,5	19	0,9
G	0,16	50	110	2 ⊡	3	12,5	9,5	1

les préamplificateurs-correcteurs pour haute fidélité

par Michel LÉONARD

INTRODUCTION

Les chaînes haute fidélité peuvent être acquises toutes faites et parfaitement au point, dans le commerce, mais un amateur ayant un peu de pratique dans l'art de la construction peut réaliser lui-même les différentes parties qui composent ces ensembles, qu'ils soient monophoniques ou stéréophoniques. Ces derniers ne sont en somme que des dispositifs à deux ou plusieurs exemplaires identiques et généralement à réglages conjugués.

Voici d'abord un égaliseur pour P.U. magnétique, réalisable avec des transistors.

Ce montage donnera satisfaction aux lecteurs qui accordent encore leur préférence aux transistors classiques plutôt qu'aux circuits intégrés.

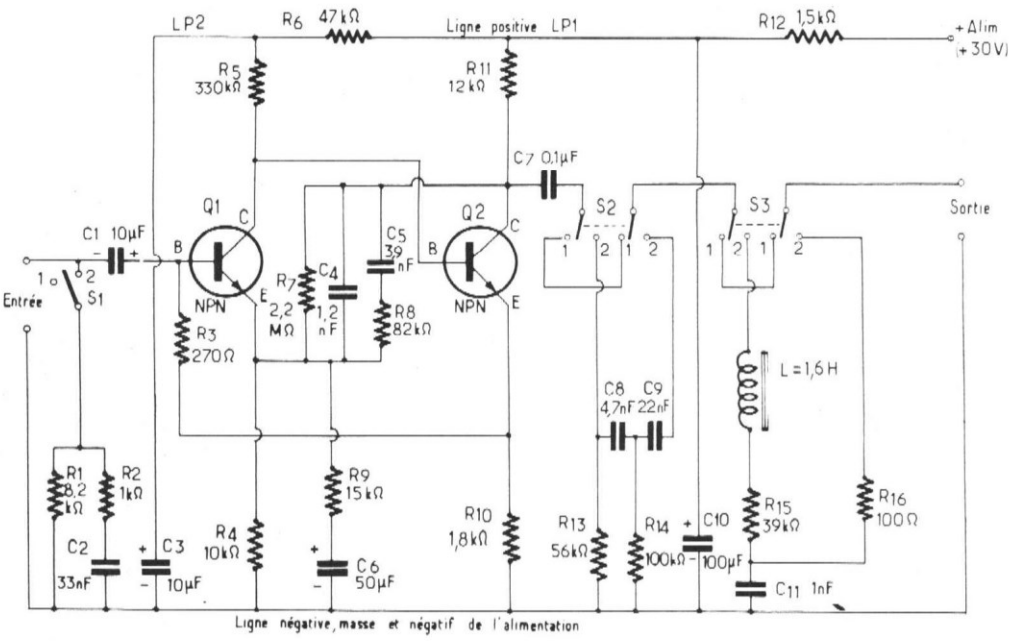


Figure 1

EGALISEUR DE P.U. AVEC FILTRES

Dans le schéma de la **figure 1**, on a représenté un montage convenant à l'emploi, dans un canal Hi-Fi, d'un P.U. magnétique dit aussi à réluctance variable. Ce P.U. donne une reproduction linéaire mais comme les disques microsillons actuels sont enregistrés selon une courbe connue sous le nom de courbe RIAA, il convient de procéder, avec les circuits de l'égaliseur, à la correction inverse.

La correction RIAA à l'enregistrement favorise les aiguës au détriment des basses. A la reproduction, l'égaliseur devra corriger de façon à ce que les basses soient favorisées par rapport aux aiguës.

D'autre part, le montage comprend aussi deux filtres indépendants, l'un atténuant les signaux aux fréquences basses en vue de réduire le ronflement et l'autre atténuant les signaux aux fréquences élevées permettant de réduire le souffle et divers bruits parasites.

LE SCHEMA DE PRINCIPE

L'analyse du schéma de la figure 1 permet de voir qu'il y a deux transistors du type NPN, Q_1 = BC 413-B et Q_2 = BC 171-B tous deux des ITT qui, d'ailleurs a proposé les montages décrits ci-après.

L'entrée du signal fourni par le P.U. magnétique est transmise à la base de Q_1 monté en émetteur commun, par l'intermédiaire de C_1.

A l'entrée, on trouve un commutateur S_1 permettant d'introduire un circuit correcteur shunt composé de R_1 et R_2 en série avec C_2.

Ce dispositif, très rarement inclus dans un montage de ce genre permet l'emploi d'un pick-up piézoélectrique à la place du P.U. magnétique. Cette correction se produit avec S_1 en position 2 c'est-à-dire R_1 et R_2

connectées au point 2 d'entrée. Pour le P.U. magnétique, S_1 restera en position 1.

La base de Q_1 est polarisée par l'intermédiaire de R_3 dont l'extrémité restante se trouve sur l'émetteur de Q_2. Cet émetteur étant rendu positif grâce à R_{10}, la base de Q_1 sera polarisée positivement. De plus, il y aura contre-réaction depuis l'émetteur de Q_2 jusqu'à la base de Q_1, car R_{10} n'est pas découplée vers la ligne négative.

L'émetteur de Q_1 est polarisé par R_4 non découplée ce qui permet le montage d'une deuxième boucle, de contre-réaction sélective, depuis le collecteur de Q_2 jusqu'à l'émetteur de Q_1. Cette contre-réaction effectue la correction RIAA inverse de celle de la gravure des disques microsillons actuels.

Remarquons que l'ensemble de correction RIAA comprend R_7, C_4, C_5, R_8 et R_9 en série avec C_6.

Revenons maintenant à Q_1. Le collecteur est l'électrode de sortie du signal amplifié. La charge est R_5 et la liaison avec la base de Q_2 est directe, ce qui polarise cette base à la même tension que le collecteur de Q_1.

Passons maintenant au deuxième transistor Q_2 également monté en émetteur commun. Son collecteur a comme charge R_{11} et, de ce collecteur, le signal amplifié par les deux transistors et corrigé par ces circuits correcteurs, est transmis aux filtres, à contacteurs S_2 et S_3.

LES FILTRES

Ce qui augmente l'intérêt de ce montage est l'introduction, dans la partie réservée à la sortie du signal corrigé, des filtres. Il y en a deux, indépendants, pouvant être mis en service ou mis hors service à l'aide de S_2 et S_3.

Chacun des commuteurs est à deux positions.

En position 1, les filtres sont éliminés, car la connexion directe entre C_7 et la sortie est rétablie.

Considérons d'abord le filtre constitué par R_{13}, C_8, R_{14}, C_9 qui est introduit dans le montage par S_2 en position 2.

Il s'agit d'un circuit RC différentiateur dont l'effet est d'atténuer les signaux vers les fréquences basses car C_8 et C_9 ont des valeurs réduites : 4,7 nF et 22 nF.

Ce filtre permet l'atténuation des basses vers 50-100 Hz, donc la réduction du ronflement ou de tout autre bruit à fréquence basse. L'efficacité de ce filtre passe-haut, est au maximum vers 30 Hz.

La partie de gauche de la courbe de la **figure 3** montre la réponse du montage au-dessous de 1 000 Hz lorsque ce filtre est branché.

A 100 Hz le niveau est de — 4 dB environ à 50 Hz, il est de — 5 dB et à 20 Hz il est de — 15 dB. La partie de droite de la courbe, à partir de f = 1 000 Hz montre l'efficacité du filtre d'aiguës agissant à partir de 5 000 Hz. Le niveau tombe rapidement pour atteindre — 15 dB environ à f = 10 000 Hz et — 20 dB vers 15 000 Hz.

Malgré ces effets, la réponse globale reste encore très satisfaisante pour obtenir une bonne reproduction, avec parasites diminués ou même supprimés.

Le filtre d'aiguës est mis en circuit par S_3 en position 2. Il est clair que dans cette position, le circuit prend la forme d'un filtre en T. La branche série est alors composée de L de 1,6 H, R_{15} et R_{16} tandis que la branche shunt du T est C_{11} de 1 nF.

L'ensemble série L — R_{15} — C_{11} est un circuit résonnant sur 4 kHz environ, d'où l'effet produit, montré à la figure 3. La résonance est amortie par R_{16}.

On devra trouver L dans le commerce sinon on essayera divers bobinages BF, ou bobines de filtrage de récupération jusqu'à obtention d'une résonance série vers 4 000 Hz ou, plus simplement de la courbe de réponse de la figure 3, partie de droite.

Indiquons aussi que la ligne positive comporte trois tronçons ; le premier est à + 30 V. La tension est réduite pour le tronçon LP-1 par R_{12} et filtrée par C_{10}. Le troisième tronçon LP-2 a une tension encore plus réduite grâce à R_6 et filtrée par C_3 de 10 μ F.

La consommation du préamplificateur est de 1 mA environ. De ce fait, on peut calculer la tension sur la ligne LP 1. En effet, la chute de tension dans R_{12} de 1,5 kΩ est E ; 1 500/1 000 = 1,5 V, donc la tension d'alimentation de ce préamplificateur-correcteur reste proche de 30 V et devra être prélevée sur un amplificateur alimenté lui aussi sur 30 V.

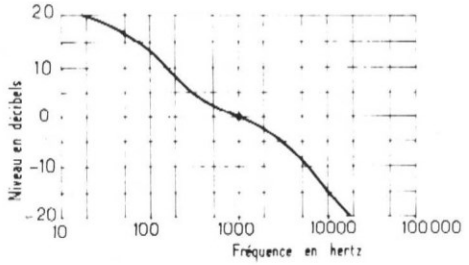


Figure 2

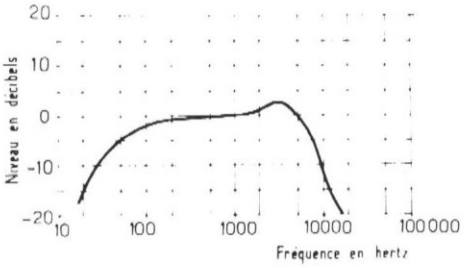


Figure 3

CORRECTION RIAA

Avant de passer à l'analyse de la partie à filtres, indiquons à la **figure 2**, la forme de la courbe de correction RIAA effectuée par le montage Q_1 — Q_2 jusqu'à la sortie sur C_7 donc *avant* les filtres.

On voit que la courbe RIAA est descendante. Vers 20 Hz, il y a une élévation de niveau, par rapport à celui du signal à 1 000 Hz, de 20 dB. Ce niveau diminue progressivement pour être à la fréquence de référence 1 000 Hz. Ensuite à mesure que f augmente, le niveau baisse jusqu'à — 20 dB à f = 20 000 Hz environ.

Remarquons la forme particulière de la courbe RIAA. Cette forme, très proche de celle théorique est obtenue grâce au calcul précis des éléments R et C de la boucle de correction montée entre le collecteur de Q_2, l'émetteur de Q_1 et la masse.

Remarquons également, que R_{11}, R_7 et R_4 constituent aussi un diviseur de tension entre les lignes positive et négative.

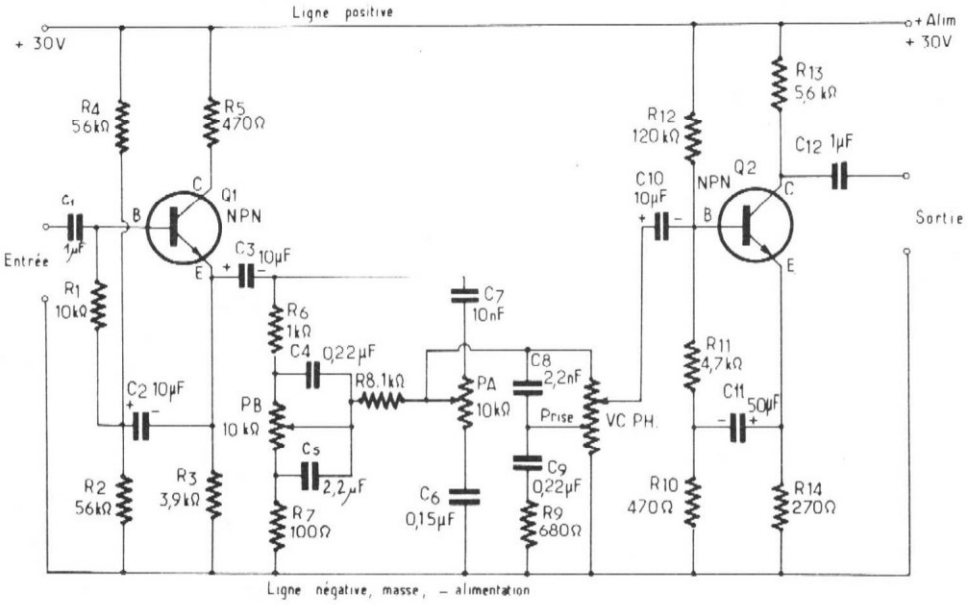


Figure 4

La sensibilité de ce montage est bonne. Le gain est de 50 (soit 34 dB environ) à 1 kHz (fréquence de référence). La distorsion est inférieure à 0,5 %, ce qui est excellent. On trouvera aux mesures que la résistance de sortie est de quelques kΩ, donc possibilité de branchement à tout montage dont l'entrée est égale ou supérieure à 50 kΩ et même un peu moins.

PREAMPLIFICATEUR AVEC VC ET TC

Un autre élément de l'ensemble qui précède l'amplificateur est le préamplificateur de tonalité (TC) et de réglage de gain physiologique.

La **figure 4** donne le schéma de ce montage, spécialement étudié pour faire suite à celui décrit plus haut. La jonction des deux montages s'effectue en reliant les deux points de sortie du montage correcteur et filtres de la figure 1 à l'entrée du montage de TC et VC physiologique de la figure 4. Remarquons que les lignes positives de + 30 V se rejoindront également, celles de masse étant reliées ensemble par les connexions de masse des entrées et sorties.

La partie de la figure 4 est d'ailleurs complètement autonome, dans ce sens qu'elle peut fonctionner seule dans tout ensemble où un montage de ce genre est nécessaire.

Il lui faudra toutefois, une alimentation de 30 V.

Ce préamplificateur est composé de deux étages, à transistors Q_1 = BC 171-B et Q_2 = BC 173-B.

Le signal provenant du montage branché à l'entrée est transmis par C_1 à la base de Q_1, polarisée par R_4 et R_2. Le découplage du diviseur de tension se fait vers l'émetteur, avec C_2 de 10 μ F. Cette électrode est polarisée positivement par R_3.

En remarquant que Q_1 est monté en collecteur commun, avec R_5 entre collecteur et ligne positive, on en déduit que le signal de sortie de Q_1 doit être pris sur la charge d'émetteur R_3. De l'émetteur, le signal est transmis à la base de Q_2 par l'intermédiaire des trois circuits spéciaux de ce préamplificateur.

Le premier se compose de R_6, R_7, C_4, C_5 et le potentiomètre PB réglant le gain et l'atténuation des signaux aux fréquences basses (voir aussi les deux branches de gauche des courbes de la **figure 5**).

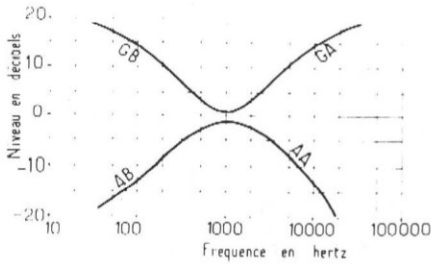


Figure 5

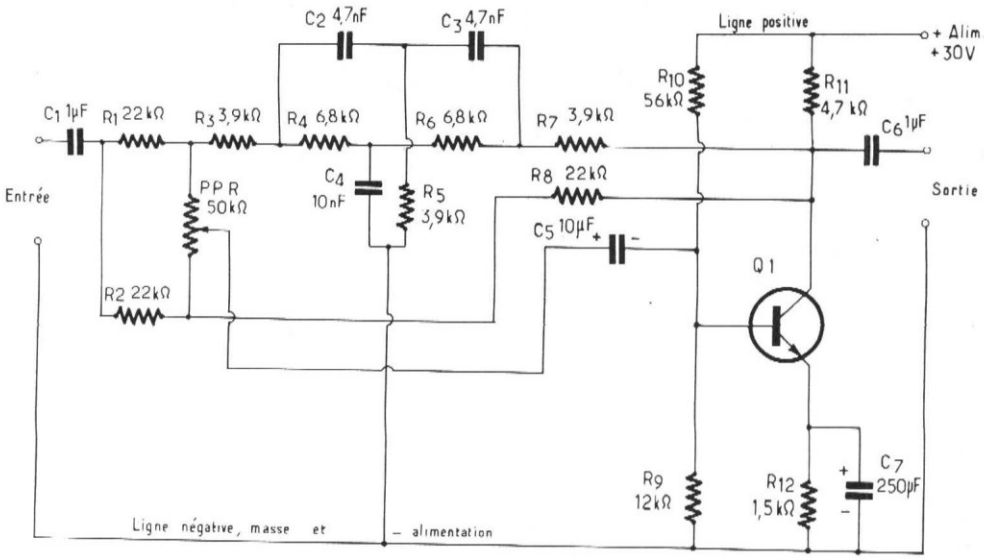


Figure 6

Le second circuit spécial est composé de C_7 PA et C_6 et permet le réglage des gains ou atténuation des signaux aux fréquences élevées (voir branches de droite des courbes de la **figure 5**).

Le troisième circuit est le VC physiologique composé de C_8, C_9, R_9 et le potentiomètre spécial VCPH possédant une prise sur la piste résistante.

Remarquons aussi dans cette partie comprise entre Q_1 et Q_2 les condensateurs de liaison, C_3 et C_{10} et la résistance R_8 séparant les deux potentiomètres de tonalité.

On arrive ainsi à la base de Q_2. Celle-ci est polarisée par R_{12}, R_{11} et R_{10}, avec découplage vers l'émetteur par C_{11}.

Le transistor Q_2 est monté en émetteur commun, la sortie du signal est sur le collecteur, la tension amplifiée et corrigée par les dispositifs analysés jusqu'ici, apparaissant aux bornes de R_{13} et transmise par C_{12} à la sortie.

A noter la contre-réaction produite par R_{14} non découplée.

COURBES DE REPONSE

En examinant les courbes de la **figure 5**, on voit que le niveau de référence, zéro décibel, est celui obtenu avec un signal à 1 000 Hz.

Lorsque le potentiomètre PB est réglé pour obtenir le maximum de basses, on obtient la courbe limite GB qui permet de voir que par ce réglage, le niveau est de + 15 dB à 100 Hz.

Il va de soi que tout réglage de PB moins poussé, donnera une courbe GB moins tombante, s'intercalant entre la courbe limite et la droite zéro décibel. Cette droite est obtenue par un réglage médian de PB. Dans cette position, le gain est uniforme de 30 à 1 000 Hz.

En tournant le curseur de PB, plus loin, on obtient des atténuations de plus en plus prononcées des signaux aux fréquences basses. A la limite du réglage, on a la courbe AB (atténuation basses) indiquant, par exemple, qu'à 50 Hz *l'atténuation* est de 15 dB environ (ou *le gain* de — 15 dB).

Pour les aiguës, les réglages externes de PA donnent les courbes limites GA (+ 15 dB à 10 000 Hz) et AA (— 13 dB à 10 000 Hz, — 20 dB à 20 000 Hz, etc.).

Le préamplificateur TC et VC de la figure 4 donne un gain de tension de 20 dB, ce qui compense l'atténuation de même valeur introduite par les réglages de tonalité ; cela lorsque le VC physiologique est réglé par le maximum de tension de sortie. L'impédance d'entrée est supérieure à 100 kΩ, celle de sortie est de 5 kΩ environ et la consommation de ce montage est de 7 mA.

Remarquons que les deux montages, figure 1 et figure 4, consomment ensemble 8 mA environ, ce qui compense la valeur relativement élevée, 30 V, de l'alimentation.

FILTRE DE PRESENCE

Un montage pouvant suivre celui de la figure 4 est le filtre de présence dont le schéma est représenté à la **figure 6** et dont la fonction est *d'accentuer le gain des signaux dont la fréquence est de 4 000 à 5 000 Hz* environ, comme le montrent les courbes de la **figure 7**.

Ce montage qui figure rarement dans les chaînes Hi-Fi même parmi les plus chères..., est très utile car il permet, en association avec les TC, ou indépendamment d'eux, d'obtenir une augmentation relative de gain par rapport aux basses, au médium et aux « super-aiguës », dépassant 10 000 Hz et plus.

Ce filtre a pour effet d'accentuer des signaux fondamentaux ou harmoniques cor-

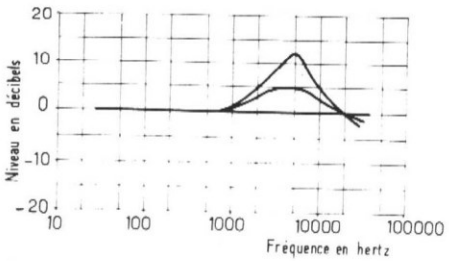


Figure 7

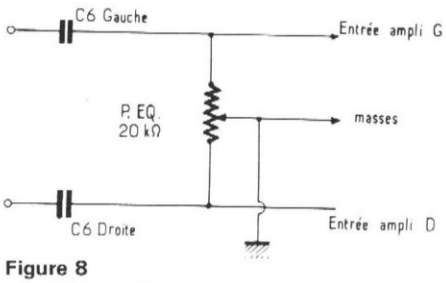


Figure 8

respondant à des « solos » (ou « soli ») d'instruments ou de voix aiguës, la parole etc.

D'après la courbe supérieure de la figure 7, il ressort que la remontée de niveau des signaux vers 4 000 à 5 000 Hz, est de l'ordre de 12 dB. Pour obtenir des accentuations moindres ou nulles, on agira sur le potentiomètre PPR de 50 k Ω linéaire.

Le transistor utilisé est un NPN du type BC 171-B. Ce transistor suit le système de filtre. Il est monté en émetteur commun, polarisé par R_{12} avec découplage par C_7. Le signal est appliqué à la base, polarisée par le diviseur de tension R_{10} —R_9, recevant le signal du condensateur C_5. Dans le circuit du collecteur, on trouve R_{11} et le signal est transmis à la sortie par C_6.

Reportons-nous maintenant, à l'entrée de ce montage, on y trouve C_1 qui sert d'isolation en continu.

Si l'on branche cette entrée à la sortie du préamplificateur TC et VC physiologique, on pourra supprimer ce condensateur, car il y en a déjà un (C_{12}) sur ce montage, de même valeur.

Si l'on tient à la présence des deux condensateurs, on pourra augmenter leur valeur jusqu'à 2 μ F, car, ensemble, en série, leur résultante ne vaut que la moitié de la valeur de chacun.

Après C_1, on a disposé le filtre actif à résistance, capacité et transistor Q_1.

En effet, il s'agit bien d'un filtre actif car la forme de la courbe de réponse est dépendante de la contre-réaction s'exerçant depuis le collecteur de Q_1, vers la base en passant par le potentiomètre-doseur PPR (Potentiomètre de Présence).

Le réseau RC est sélectif en fréquence. Lorsque le curseur est proche de l'extrémité reliée à R_2 et R_8, la réponse est linéaire, ce qui correspond à la « courbe » zéro décibel.

Si le curseur se rapproche de l'extrémité reliée à R_1 et R_3, la courbe devient de plus en plus prononcée.

On peut voir que le filtre comprend un T, dont fait partie le potentiomètre suivi d'un double T.

Ce dispositif spécial est alimenté sous 30 V et 3 mA, ce qui aumgenterait, jusqu'à 1 + 7 + 3 = 11 mA, la consommation totale des trois montages décrits.

Cet ensemble peut être construit en un seul bloc ou avec adjonction d'un amplificateur de puissance de bonne qualité dont le choix est absolument libre, pourvu qu'il convienne à un signal de l'ordre de 0,4 V efficace et que la distorsion soit modérée.

STEREOPHONIE

Les dispositifs décrits seront à reproduire en deux ou plusieurs exemplaires, si l'on veut réaliser des montages stéréo. On pourra alors conjuguer tous les réglages de même nature mais dans ce cas, l'emploi de ces canaux dans d'autres applications que la stéréophonie ne sera pas toujours possible.

Une solution réside dans l'indépendance des réglages mais avec des cadrans gradués, ayant des repères des positions homologues des réglages.

En cas de stéréo à deux canaux, si les réglages sont conjugués, un réglage d'équilibre est nécessaire. On pourra très bien le disposer à la sortie du montage de la figure 6.

Indiquons que dans celui-ci, l'impédance d'entrée est de 10 kΩ et celle de sortie de 5 kΩ.

Le potentiomètre d'équilibrage sera un modèle linéaire de 20 kΩ par exemple, monté comme le montre le schéma de la **figure 8**.

PREAMPLIFICATEUR UNIVERSEL

Un autre montage intéressant est celui de la **figure 9** qui utilise dans ses deux étages, des transistors NPN BC 173-B et BC 171-B. L'alimentation est de 24 à 30 V, même valeur que dans les montages précédents.

L'intérêt de ce préamplificateur réside dans la stabilité de ses caractéristiques, grâce aux deux contre-réactions utilisées.

De cette manière, la stabilisation est obtenue aussi bien en fonction de la température qu'en fonction de la tension d'alimentation et des paramètres des transistors.

Voici une analyse rapide du schéma. L'entrée est isolée en continu par C_1. Sa valeur, 0,1 μ F, associée à celle de R_3 de 100 kΩ permet une bonne transmission des signaux BF. En effet, la constante de temps de ce circuit etst $C_1 R_3 = 10^7 . 10^5 =$ 0,01 seconde et, de ce fait, la fréquence f déterminée par le rapport :

$$f = \frac{1}{2\pi R_3 C_1}$$

est égale = 1/ (6,28 . 0,01) = 15,9 Hz ce qui signifie que le signal à TBF (très basse fréquence) à 15,9 Hz est transmis avec une atténuation de 30 %.

La base de Q_1 est polarisée par l'intermédiaire de R_4 de 100 kΩ, à partir du diviseur de tension R_5, R_6 et R_7 inséré entre l'émetteur de Q_2 et la ligne de masse.

De ce fait, la tension continue positive de la base de Q_1 sera environ 2/3 de celle de l'émetteur de Q_2.

L'émetteur de Q_1 est polarisé positivement par R_2 dont la valeur sera précisée plus loin.

On voit que Q_1 est monté en émetteur commun. Le signal amplifié est alors disponible aux bornes de la charge de collecteur R_8 de 220 kΩ. Ce signal est transmis par liaison directe à la base de Q_2, également monté en émetteur commun.

La charge de collecteur de Q_2 est R_9 de 39 kΩ et le signal amplifié est transmis par C_4 à l'appareil suivant.

La valeur de C_4 peut être déterminée par la résistance d'entrée de l'appareil qui suit.

Soit R_e cette résistance. Si l'on désire une transmission comme celle de l'entrée (ou $C_1 R_3$ = 1/100 seconde) on peut poser également :

$C_4 R_e$ = 1/100 seconde,

ce qui donne, par exemple :

C_4 = 0,1μF si R_e = 100 k Ω
C_4 = 1μF si R_e = 10 k Ω
C_4 = 10μ F si Re=1 kΩ etc.

Une valeur supérieure de C_4 sera toujours admissible car elle fournira encore mieux la transmission des signaux à fréquence basse et très basse.

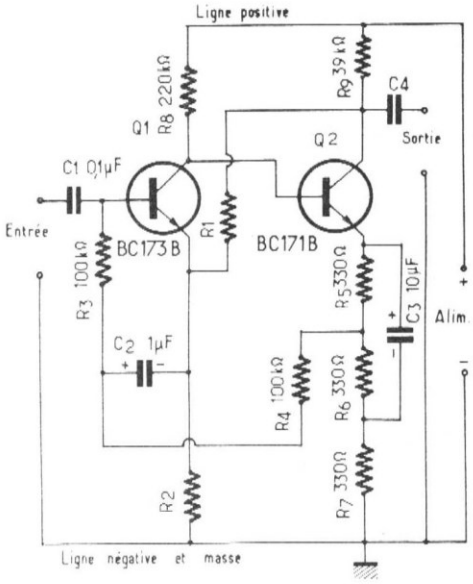


Figure 9

LA CONTRE-REACTION

Considérons maintenant les deux boucles de contre-réaction. L'une est constituée par R_1, montée entre l'émetteur de Q_1 et le collecteur de Q_2.

L'autre est constituée par R_4 disposée entre le circuit d'émetteur de Q_2 et la base de Q_1.

Le gain de cet amplificateur dépend presque intégralement des atténuations introduites par la contre-réaction entre le collecteur de Q_2 et l'émetteur de Q_1.

Voici au **tableau I** ci-après les valeurs de R_1 et R_2 pour différentes valeurs du gain en tension.

TABLEAU I

Gain de tension (rapport)	Gain de tension (dB)	R_1 kΩ	R_2 kΩ	Impédance d'entrée (MΩ)
10	20	39	3,9	2
20	26	47	2,2	1
50	34	100	1,8	0,35
100	40	100	0,91	0,2

Remarquons sur ce tableau la possibilité de variation du gain depuis 10 jusqu'à 100. L'impédance d'entrée variera alors en sens inverse ; 2 MΩ pour un gain de 10 ; 0,2 MΩ = 200 kΩ pour un gain de 100.

Cette dernière valeur est toutefois encore assez grande pour le branchement d'un autre appareil dont la sortie aura une impédance égale ou inférieure à 100 kΩ.

Le nombre des décibels de gain a été déduit d'après la formule :

N décibels = 20 log G_v

ou G_v = gain de tension sous forme de rapport ; log = le logarithme décimal. Ainsi au rapport 10 correspond :

N = 20 log 10 = 20 décibels car log 10 = 1.

Au rapport 100 correspond :

N – 20 log 100 – 40 décibels (log 100 – 2).

VARIANTES DE CE MONTAGE

En comparant ce schéma avec celui de la figure 1 donnant le montage du préamplificateur de PU magnétique, il est facile de voir que la partie Q_1 — Q_2 des deux dispositifs sont analogues avec leurs deux boucles de contre-réaction.

En réalité, le montage de la figure 1 a pour origine celui de la figure 9 dans lequel les contre-réactions non sélectives ont été remplacées par des contre-réactions sélectives propres à faire obtenir les courbes de correction requises pour la correction RIAA.

Tel quel, le montage de la figure 9 est à amplification linéaire.

Supposons, par exemple que R_1 soit shuntée par un condensateur de faible valeur : C_s. Il est clair, qu'aux fréquences basses, C_s sera sans effet sensible aux fréquences basses, donc à ces fréquences le gain ne sera pas modifié.

A mesure que la fréquence augmentera, l'impédance de C_s diminuera et l'effet de contre-réaction augmentera, donc diminution du gain.

On obtiendra ainsi, une courbe de réponse descendante. La forme imposée par le PU exige un réseau plus compliqué à la place de R_1 comme celui adopté dans le préamplificateur de la figure 1.

Indiquons aussi que la diminution de R_1 donne lieu à une augmentation de la contre-réaction d'où diminution du gain et diminution de la distorsion.

Cet amplificateur ne consomme que 3 mA et son impédance de sortie est de 1 kΩ environ. On a indiqué plus haut comment calculer la valeur de C_4.

VARIANTE

Il est possible de réaliser un montage comme celui de la figure 9, comportant des commutateurs permettant de faire varier ses caractéristiques de réponse et de gain.

Voici ce schéma à la **figure 10.** I_1 permet d'introduire en circuit la valeur désirée de R_1 et I_2 celle de R_2. La position 5 supprime la contre-réaction. Rien ne s'oppose à ce que l'on utilise des commutateurs à plus de 4 positions.

D'autre part on a monté deux bornes A et B permettant le branchement de réseaux RC d'essais, réalisés extérieurement au montage.

Dans ce cas, I_1 sera en position 5 et I_2 en une des positions prévues, 1, 2, 3 ou 4.

Ce montage expérimental est recommandé comme sujet de travaux pratiques dans les classes des écoles spécialisées en électronique.

Une autre variante est de remplacer R_1 et R_2 par des potentiomètres montés en rhéostats ; R_1 sera un potentiomètre de 100 kΩ et R_2 un potentiomètre de 5 kΩ.

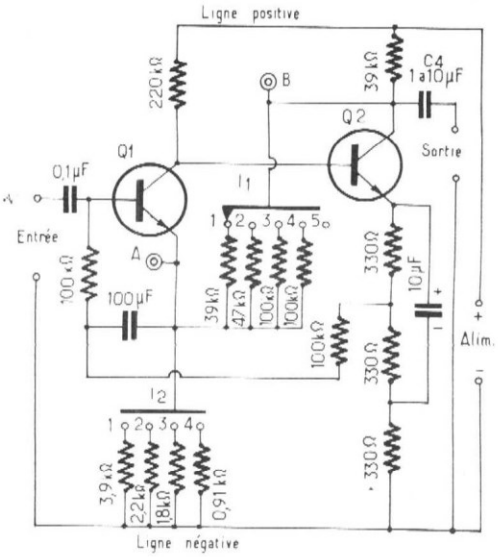


Figure 10

En laissant en place les bornes A et B on pourra faire des essais de contre-réaction sélective avec divers réseaux RC ou C.

PREAMPLIFICATEUR DE MICROPHONE

A la **figure 11**, on donne le schéma d'un préamplificateur de microphone pouvant être associé aux montages décrits.

Il se placera avant le circuit de la figure 4, à la place de celui de la figure 1.

Il y a une certaine analogie entre ce schéma et celui de la figure 9, mais la contre-réaction, entre collecteur de Q_2 et émetteur de Q_1 est omise et celle entre émetteur de Q_2 et base de Q_1 est simplifiée.

Il faut utiliser avec ce préamplificateur, un microphone de faible impédance lorsque R_1 est de 220 Ω. Si ce microphone est à haute impédance de 30 000 Ω ou plus, prendre R_1 beaucoup plus élevée, par exemple 270 kΩ.

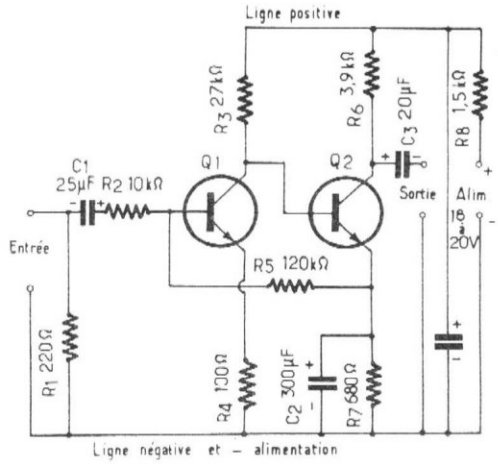


Figure 11

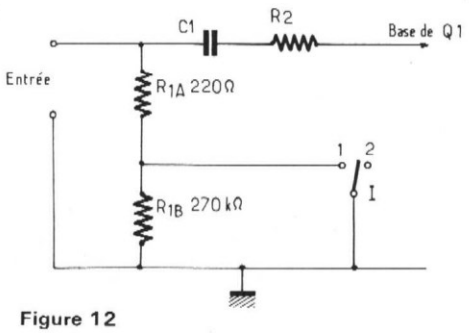


Figure 12

La variante de la **figure 12** permettra l'adaptation d'un microphone de faible ou de forte impédance. On a monté un interrupteur aux bornes de R_{1B} de 270 kΩ, cette résistance étant en série avec R_{1A} de 220 kΩ.

Le microphone étant branché à l'entrée, on laissera I fermé si le microphone est à faible impédance et ouvert s'il est à haute impédance. On utilisera les transistors RCA du type SK 3020 et si on ne trouve pas ces types, on pourra prendre les types 2 N.3241-A de la RCA également.

Lorsque l'alimentation sera supérieure à 20 V, par exemple 30 V, il faudra augmenter la valeur de R_8. Prendre par exemple 5 kΩ environ. Le préamplificateur consomme, en effet, 2,5 mA sous 20 V et avec R_8 = 1,5 kΩ. Il est donc facile de calculer la tension de la ligne positive. Soit E cette tension. On a évidemment :

$$\frac{(20-E)\ 1000}{2,5} = 1\,500$$

Selon la loi d'Ohm, cela donne E = 16,25 V.

Si la tension d'alimentation est de 30 V, la valeur de R_8 sera :

$$R_8 = \frac{(30-16,25)\ 1000}{2,5} = 5\,500$$

donc à peu de chose près, la valeur donnée plus haut.

Les tensions de service des condensateurs électrochimiques seront C_1 : 8 V, C_2 : 8 V, C_3 : 35 V, C_4 : 35 V ou des valeurs de tensions supérieures ne dépassant pas de plus de 20 % celles indiquées.

Dans ce montage, l'entrée et la sortie sont isolées en continu, donc le branchement à un autre appareil se fera sans aucun risque de court-circuit.

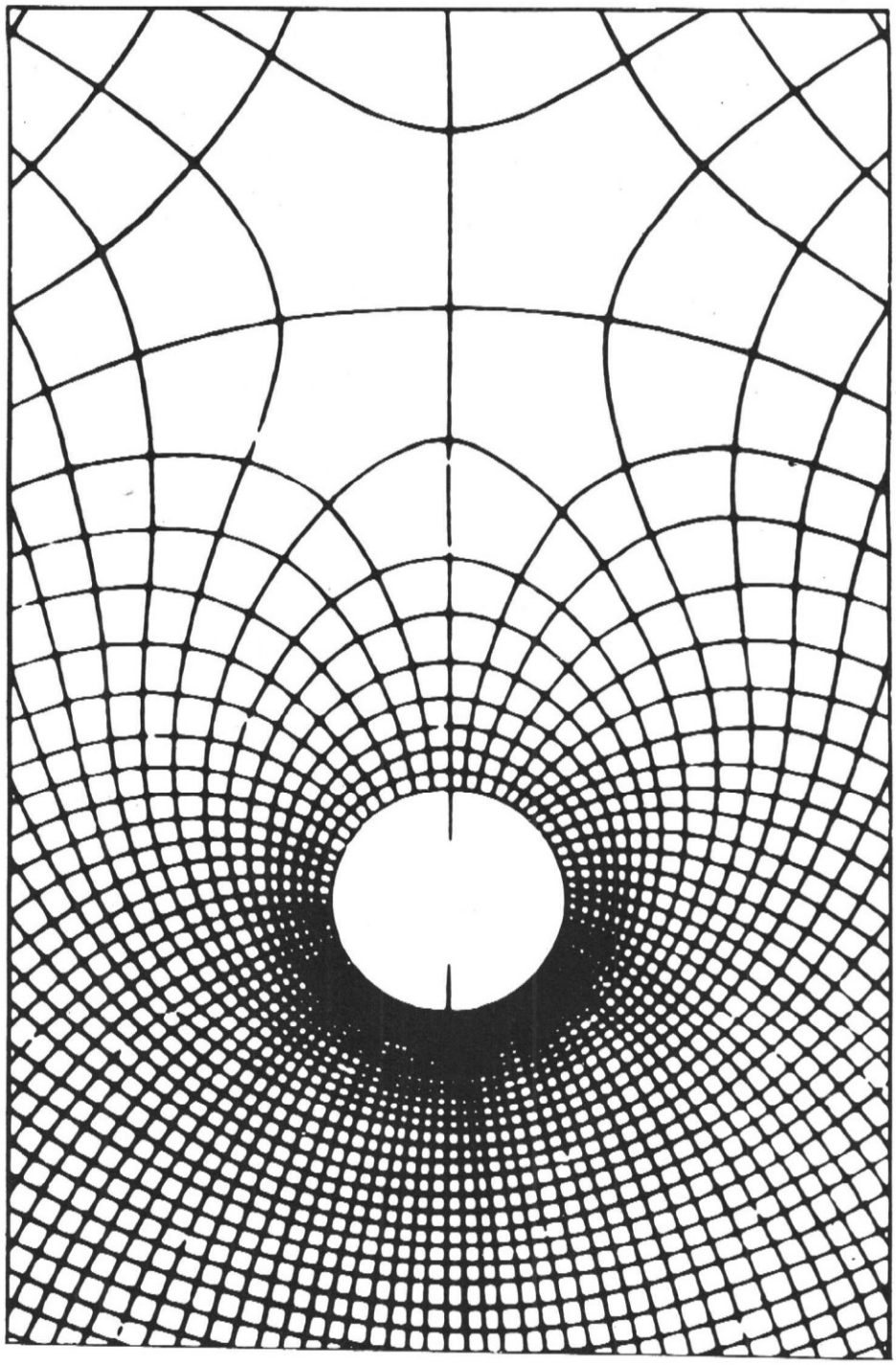
Si l'appareil suivant possède un condensateur à l'entrée, on pourra le laisser en place car C_4 est de valeur élevée.

Le gain de ce préamplificateur est de **1700**, donc très élevé.

■

Références

Montages des figures 1 à 9 : *Documents ITT*
Montage de la figure 11 : *Document RCA*



SCIENTIAM

1ère EXPOSITION DES SCIENCES ET TECHNIQUES D'AMATEURS

FOIRE DE PARIS

27 Avril - 12 Mai 1974

CIBOT RADIO

★ AUTORADIO
★ RADIO
★ TELEVISION

1 et 3, rue de Reuilly - PARIS XIIe
Tél. 343.66.90 - 343.13.22 - 307.23.07
et 136, boulevard Diderot - PARIS XIIe
Tél. 346.63.76
METRO : Reuilly-Diderot Faidherbe-Chaligny

PARKING GRATUIT 33, rue de Reuilly

LES MEILLEURS TELEVISEURS AUX MEILLEURS PRIX

et toutes les pièces detachées : Antennes, régulateurs, etc.

• SONY •

TV 112 UM Secteur 110/220 V et 12 volts (batteries). **TOUS CANAUX** européens (C.C.I.R.). Tube de 28 cm.
Antenne 1494,00
Housse 144,00

KV 1220

TRANSPORTABLE COULEUR 1re - 2e et 3e chaîne
Téléviseur unique par ses **performances** et sa **qualité d'image** 3492,00
Antenne parabolique 150,00

• GRUNDIG •

WESTPHALIE 61 cm
Prix 1 050,00
BAVIERE 61 cm 1 050,00
BADEN. 61 cm .. 1 150,00
8050. Coul. avec com. à distance 4 890,00

• VOXSON •

1101. 28 cm.
Batterie-secteur 845,00
1201 F. 32 cm.
Batterie-secteur 875,00
1702. 44 cm. Secteur. Coffret blanc plexi teinté. Très moderne .. 1 345,00

• RADIOLA •

32 cm. Batterie/Secteur.
PRIX EXCEPT..... 950,00
44 cm. RA 4402 .. 1 045,00
51 cm. RA 5191 .. 1 092,00
51 cm. RA 5112 .. 1 130,00
56 cm. COULEUR . 3 490,00
66 cm. 110° 4 450,00
66 cm. 110° luxe . 4 890,00
66 cm. Console ... 4 750,00

• SCHNEIDER •

TOUS LES MODELES
Les meilleurs prix
IMPERIAL 110° .. 4 790,00

• TELEFUNKEN •

32 cm. Bat./Sect. 1 100,00
44 cm. Transport. 1 100,00
51 cm. Transport. 1 065,00
61 cm. Type 710 1 050,00
61 cm. Type 7200 1 400,00
51 cm couleur .. 3 570,00
56 cm. Couleur ... 3 450,00
66 cm. Coul. luxe .. 3 850,00
66 cm. 110° 4 550,00

• SCHAUB-LORENZ •

32 cm. Portatif. P/S . 950,00
38 cm P/S 1 290,00
44 cm P/S 1 340,00
51 cm Secteur 1 150,00
61 cm Luxe 1 050,00
67 cm Coul. Flash. 4 390,00

• PATHE-MARCONI •

44 T 511. 44 cm. Secteur. Portable. Noyer ou blanc.
Prix 1 100,00
51 T 511. 51 cm. Secteur. Portable. Noyer ou blanc.
Prix 1 150,00
61 T 41 - 161. 61 cm.
Prix 1 050,00

CIBOT RADIO

LES MEILLEURS RECEPTEURS RADIO

• GRUNDIG •

Sonoclock 20 Excep. .. 485
Solo-Boy FM Prix ... 260,00
Top-Boy. AM/FM. Piles-secteur ... 260
Prima-Boy 600 Piles-Sect. 394
Party-Boy 500. FM. Piles/Sect. Prix 340
City-Boy 500. Piles et sect. Prix 438
Concert-Boy Stéréo .. 1 275
Satellit 2 000 Pil./sect.. N.C.
« NATIONAL » RC6203 - Radio-réveil. Prix ... 466,00

• TELEFUNKEN •

RP201 FM 207
Bajazzo TS401 Piles/Secteur Prix 610
TS301 ... 480
BAJAZZO Universel 301 Piles/sect. . 650

• SONY •

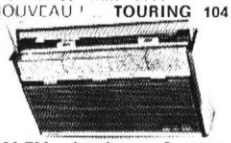
Radio-Réveil PO-GO-FM
Prix 574
6F21L ... 350
5F94L 390
CRF5090 2 127
CRF 160 2 415

• SCHNEIDER •

Scala 220
Ferya .. 235
Rocky .. 175
Saki .. 145
SR460 (OC-PO-GO) ... 240,00
SR 810 AM/FM - Piles/sect. Prix .. 590,00

• SCHAUB-LORENZ •

TINY 40. PO-GO-FM. 9 transistors, 5 diodes. 197 x 123 x 54 mm 249
TEDDY 103. Merveilleux petit récepteur OC-PO-GO-FM. **Piles et secteur.** Prise magnéto. EXCEPTIONNEL 320.00
CAMPING 103. 2 watts. PO-GO-FM-OC. Piles/secteur. Prise magnéto 474,00
GOLF 103. Piles/secteur. OC. 2 PO-GO-FM. 2 W. Prise ant. auto-commutable. 278x172x89 mm ... 540,00
NOUVEAU ! .. **TOURING 104**



AM-FM de luxe. 7 gammes, 4 x OC-PO-GO-FM. **3 touches préréglables** (2 en FM, 1 en AM). Piles et secteur. 2 H.-P. Potentiomètres à curseurs.
EXCEPTIONNEL 782,00

TOURING STUDIO 104
Ultra-sensible
Présentation « Design »
Prix 830,00
PR 300. 2 touches préréglées en GO. PO-GO 160,00
PR 600. PO-GO. 3 touches préréglées en GO. 1 watt. Prix 190,00
PR 900. OC-PO-GO. 3 stations préréglées. Piles/secteur 260,00

• SABA •

TRANSALL DE LUXE G

8 gammes (FM-4xOC-2xPO-GO). 2 haut-parleurs. Aliment. piles ou secteur 220 V. **Puissance 8 watts.** Dim. 375x235x105 mm .. 990,00

• SANDY •

Piles/Secteur. **2 watts.** PO-GO-OC et **FM.** Dim. 270 x 165 x 75 490,00

DECODEUR STEREO
Adaptable sur tout récepteur FM courant ... 280,00

SONY « CRF 5090 ». Profes.
- Batteric Secteur
- Gammes marine aviation 4 x OC avec Loupe S.S.B.

Incorpore PO-GO s/cadre FM Mono/Stéréo 2 127
«CRF 260» 2 405,00

Radiomatic

Lecteurs de MUSI K7 POUR VOITURE

KSA 114. Lecteur **stéréo** avec ampli 2x7 watts (sans HP) 471,00
KM 12. Lecteur mono. Se branche sur auto-radio. Encastrable avec fixation sous tableau de bord 214,00

Lecteurs de cassettes « RADIOLA »
RA2605. Mono. Sans ampli à brancher sur un récepteur 162x12x40 283,00
RA2607. Stéréo 2 x 5 W - 150x12x40 **(sans HP)** 441,00

LECTEURS DE CARTOUCHES

• STEREO-JAUBERT •

N° 886. 8 pistes stéréo HI-FI. 2x4 watts. 12 volts. **COMPLET** avec 2 HP spéciaux en coffret .. 450,00

• BELSON •

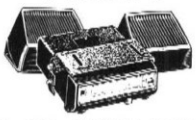
BL 360 Lecteur de cartouches 8 pistes 185x120x50 mm
STEREO 12 V. Changement de programme automatique ou manuel. Puissance : 2x5 watts. Réglage de tonalité. COMPLET avec les 2 H.-P. spéciaux voiture, en coffret 350,00
CLARION RE 421. 2x5 W. Prévu pour recevoir une cartouche radio FM stéréo. **SANS les H.-P.** 590,00
H.-P. spéciaux de portières. En coffret 116,00
LE 301. Cartouche Radio pour FM et FM STEREO. Prix 430,00
PE 420. Lecteur de cartouches 2 x 4 watts. Complet avec 2 HP en coffret. N° 9103 490,00

• VOXSON •

SONAR GN 106
Lecteur de cartouches HI-FI Stéréo 8 pistes. 2 x 5 W. Avec H.-P. spéciaux 550,00

AUTO-RADIO avec LECTEURS DE CARTOUCHES

• CLARION •



PE 612. PO-GO. Lecteur 8 pistes. 2 x 5 W 980,00
SKA 10. H.-P. en coffret. Les deux 114,00
PE 608 A. PO-GO-FM. Mono et stéréo. Puissance : 2 x 5 W. Prix 1 290,00
SKA 027. H.-P. en coffret. Les deux 144,00

STEREO JAUBERT
810 RL. Radio PO-GO et lecteur de cartouches. 2 x 4 watts. **COMPLET** av. H.-P. en coffret 720,00

• VOXSON •

SONAR 108. Lecteur de cartouches STEREO. **RADIO** : PO-GO. Puissance : 2 x 7 watts. **COMPLET,** avec 2 H.-P. en coffret 750,00

NOUVEAU
SONAR GN 108 FMS. Identique au modèle GN 108 mais avec la **GAMME FM.** Mono/Stéréo et décodeur automatique. **COMPLET avec** 2 hauts-parleurs. **PRIX DE LANCEMENT** 1 250,00

NOUVEAU
Lecteur de K7 compact. Fonctionne sur lecteur de cartouches et auto-radio avec lecteur de cartouches 340,00

AUTO-RADIO avec LECTEURS DE CASSETTES

RADIOLA-PHILIPS

RA 232 - 5 watts PO-GO avec lecteur de K7. Complet sans HP . 419,00
RA 332. PO-GO. Touches préréglées (avec HP) 499,00
RA 321 T. Stéréo 2x6 W PO-GO (sans H.P.) ... 572,00
H.P. spéc. Pièce 38,00

Radiomatic

RK 152. Auto-radio. Lecteur de cassettes. PO-GO. Encastrable. 3 watts. Avec H.-P. en boîtier, accessoires de fixation et antiparasites 425,00
RK 154. Identique à RK 152, mais avec **3 touches préréglées en GO. COMPLET,** avec haut-parleur 480,00
RK 158. Radio K7. 8 watts. 3 stations préréglables. 12 V. Avec HP spécial en coffret 550,00

RK 159 FM
Auto-radio à lecteur de K7

PO-GO-FM. **Clavier** 5 touches dont 2 préréglées en GO. Puissance : **8 W.** Tonalité. Touche d'avance rapide. S'encastre dans le tableau de bord. Dim : 178x165x48 mm **PRIX** avec HP ... 750,00
RK 1516 - STEREO PO-GO et lecteur de K7- 2x8 watts. 3 stations préréglées en G.O. 2 ou 4 HP. Commande de Balance. Avec 2 HP. 790.00

AUTORADIOS

IMPERATOR

« SUPER-DJIN »
PO-GO. 2,5 watts. 6 ou 12 volts. **Avec** H.-P. en coffret 120,00

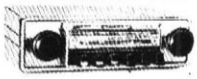
« QUADRILLE »
PO-GO. 2,5 watts. 6 ou 12 volts. **Touches préréglées. Avec** H.-P. en coffret. Prix 140,00

VISSEAUX

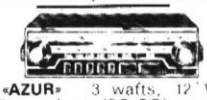
« TEMPO BUGGY »
PO-GO. 5 watts. 12 V. **3 touches** préréglées. Prix 172,00

« STENTOR »
PO-GO. 5 watts. 12 V. **4 touches** préréglées. Prix 195,00

NOUVEAU
RADIOMATIC P 38



Automatique. Encastrable. PO-GO. 8 watts. Clavier automatique 6 touches. Présélecteur. Avec accessoires de montage.
Sans haut-parleur 530,00



«AZUR» 3 watts. 12 V. 2 touches (PO-GO) avec H.-P. en coffret 175,00
SAPHIR 3 watts. 12 V. 5 touches. 3 stations préréglées. PO-GO. Avec HP en coffret 196,00
RALLYE. 4 watts. 12 V. 2 touches. Avec HP en coffret 204,00
SUPER-RALLYE. 4 watts. 6-12 V. Polarité reversible. 2 touches. Avec HP en coffret 250,00
MONZA. 4 watts. 12 V. 3 stations préréglées. Avec HP en coffret 260,00
RUBIS. 8 watts. 12 V. 4 stations préreglables. Prise magnétophone. Avec HP en coffret 287,00
MONYL FM. 8 watts. 12 volts. PO-GO-FM. Avec HP en coffret. Prise pour lecteur de cassettes. Prix 340,00
EMERAUDE F.M. 8 watts. 12 volts. PO-GO-FM. 3 stations préréglées en GO. Complet 390,00

RECEPTEURS PRETS A POSER
Ces ensembles comprennent :
- LE RECEPTEUR monté sur une console.
- LE HAUT-PARLEUR.
- TOUS LES ACCESSOIRES de montage.
- **RUBIS** pour Renault 16, Renault 5 et Renault 6. L'ENSEMBLE .. **399**,00
- **RUBIS** pour Renault 15 ... **375**,00
- **RUBIS** pour Renault 12 ... **360**,00
- **RUBIS** pour Simca 1100 ... **318**,00
- **RUBIS** pour Peugeot 504 ... **410**,00

RADIOLA

NOUVEAU
RA 134 T. PO-GO. 3 W. 12 V. Appareil à encastrer (162x41x90). COMPLET, avec H.-P. Prix 175,00
RA 330 T. PO-GO. 5 W. 3 stations préréglées en GO. Appareil à encastrer ou à monter sous tableau de bord (162x113x41). Prix, avec H.-P. 245,00
RA 431 T. PO-GO-FM. 3 stations préréglées en GO. 5 watts. Appareil à encastrer ou à monter sous le tableau de bord. (162x138x41). **COMPLET,** avec H.-P. Prix 365,00
RA308T. Le grand succès en autoradio. 5 watts. PO-GO. 3 stations préréglées. Avec HP 240,00
RA591T/FM. PO-GO-FM. 5 watts. Prise K7. Sans haut-parleur 518,00
RA7921T/FM. PO-GO-FM. 4 watts (sans HP) 382,00
RA-611 T/FM 680,00

CREDIT « CREG »
3 6 - 9 - 12 ou 21 mois

• VOXSON •

JUNICR. Type 902. 902P

PO-GO. Puissance 2 watts. Alim. 12 V + à la masse. Idéal pour petite voiture. Fixation par glissière 210,00
902P. Même modèle, dans un berceau avec HP et accessoires 210,00

3002 PO-GO-FM. Touches préréglées. Puissance 6Watts 395,00

• SCHAUB-LORENZ •

T 2651. 12 V. 4 watts. PO-GO-**FM. 3 touches préréglées,** avec H.-P. 280,00
T 2151. 12 volts. 4 watts. PO-GO. 3 touches préréglées, avec H.-P. 192,00
T 2261. 6/12 V. 5 W. PO-GO. 3 t. prérég. + H.-P. 240,00

TOUS LES ACCESSOIRES AUTO-RADIO

Antenne d'aile à clé, 3 éléments, courte. S'adapte sur toutes les voitures. **Prix** 30,00

ANTENNE D'AILE ELECTRONIQUE

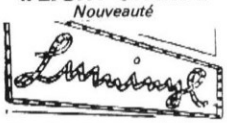
Télescopique
Ultra-courte (2 x 20 cm) avec double préampli HF incorporé. PO - GO - OC FM 159,00

ANTENNE AUTO ELECTRIQUE NA 510

Alimentation : 12 volts. Temps de montée ou de descente : 2 secondes. Longueur : 1 m. Fournie avec inverseur.
Nouveau modèle ... 132,00
BEVOX antenne entièrement autom. 170,00

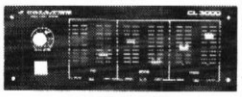
« LIGHT-SHOW »

Nouveauté



Lumière courant dans une gaine plastique. Longueur **10 mètres** 280,00
GENERATEUR chenillard à **4 voies** pour ci-dessus. (Peut alimenter plusieurs longueurs.) PRIX 170,00
CIRCUIT de scintillement. PRIX 40,00

CL3000



MODULATEUR GRADATEUR
à 3 voies. Se raccorde directement en sortie ligne (prise magnéto) ou fonctionne à partir d'un micro livré avec l'appareil. 3 x 1 200 W avec antiparasite toute sécurité. PRIX 1 480.00
CRAZY-LIGHT 3000. Modulateur 3 canaux (graves, médium, aigués), 3 x 1 000 W. En coffret 340,00

CIBOT

• 4 MAGASINS •
★ PIECES DETACHEES RADIO
★ AUTO-RADIOS
1 rue de Reuilly PARIS XII - Tél. 343.66.90

★ TELEVISION - APPAREILS de MESURE
3, rue de Reuilly - PARIS XII - Tél. 307.23.07

★ STEREO-CLUB HI-FI
12, rue de Reuilly - Paris XII - Tél. 345.65.10
136, bd DIDEROT - PARIS XII - Tél. 346-63-76

ELECTROPHONES

RADIOTECHNIQUE

MONO. Piles et secteur.
GF303 230,00
GF403, 1,8 watt 252,00
GF503 279,00
GF504, 2 watts 311,00
GF248. Changeur 441,00

MONO à piles.
GF 103. 700 mW 180,00

MONO. Secteur.
GF233, 4,5 watt 235,00

GF248. CHANGEUR tous disques. Platine **4 vitesses.** Lève-bras. Puissance 2,5 W. H.P. 17 cm très musical. **EXCEPTIONNEL** **441,00**

STEREO. Piles et secteur.
GF603 360,00
GF804 av. K7 incorporée **1110,00**
GF604. 2 × 2 watts.
Haut-parleurs de 18 cm.
Prix **409,00**

STEREO. Secteur.
GF 614 ..... **437,00**
GF 714 ..... 603,00 F
GF715. Petite chaine. 2 x 4 watts **650,00**
GF815. Stéréo de salon. 2 x 8 watts **909,00**
GF808. Stéréo de salon. 2 x 12 watts **1 190,00**
GF908. Stéréo HI-FI 2 x 20 watts 2 100,00

STEREO avec changeur de disques GF347. Changeur 4 vitesses. 2 x 3 watts. Transportable. Prix **520,00**

GF 351 Stéréo Changeur Piles/Secteur **625,00**
NOUVEAU !

GF 660

CHANGEUR STEREO de SALON 2 x 10 watts. Bras réglable. Lève-bras. PRISES magnéto et tuner. PRISE CASQUE. Couvercle plexi. **Avec 2 enceintes HI-FI.**
EXCEPTIONNEL **1080,00**

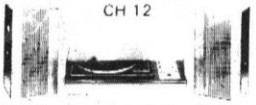
SCHAUB-LORENZ

★ **ST 1151.** 2 x 10 watts. **Platine** BSR **luxe** pour tous disques MONO ou STEREO. **Changeur automatique.** Lève-bras. Réglages indépendants sur chaque canal. Réponse : 30 Hz à 20 kHz. Enceintes closes.
COMPLET av. couvercle plexi. Socle noyer.
PRIX **830,00**

★ **ST 1161.** Même modèle mais sur socle blanc. **860,00**

France Electronique

CH 12

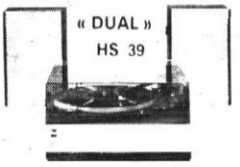


Ampli transistorisé. Secteur 110/220 V (Push Pull à symétrie complémentaire par canal). **Puissance : 5 W** par canal. Bande passante : 30 à 20 000 Hz.
Prises magnéto et tuner.
TABLE DE LECTURE « BSR » Chang. **toutes vitesses. Tous disques.** Luxueuse ébénisterie 48x30x16,5 cm. Enceintes : 35x19x18 cm.
Capot plastique **850,00**

NOUVEAU... **CHAINE « CH30 »**
Puissance : **2 x 15 watts**
- Platine « DUAL » avec capot
- 2 baffles (av. chacun 2 HP).
EXCEPTIONNEL **1 330,00**

« NATIONAL »
SG1010L. Radio AM/FM stéréo - Tourne-disques Hi-Fi et enregistrement/lecture de k7 **avec** compteur et **2 enceintes.** L'ensemble **1 995,00**

« AIWA »
P184. Electrophone stéréo avec radio OC-PO-GO et FM - Réglage fin en OC - Piles et secteur 110/220 V. **850,00**



« DUAL »
HS 39

NOUVEAU MODELE
AMBIOPHONIQUE
2x6 watts. Changeur automatique HI-FI. Fonctionne en **Stéréo** avec 2 enceintes, en **ambiophonie** avec 4 enceintes.
— **HS 39** avec 2 enceintes **1 280,00**
— **HS 39.** Blanc **1 340,00**
2 enceintes supplémentaires
Dual CL115 - Les 2 .. **560,00**

SCHAUB-LORENZ

« SUPER-CONCERTINO 631 »
Chaine HI-FI portable, transistorisée. **Stéréo 2 x 10 watts.** Réglages séparés : volume - graves - aiguës sur chaque canal.

- **PLATINE « B.S.R. »** Changeur automatique intégral, tous diamètres.
Couvercles formant baffles avec HP HI-FI de 210x130.
Dim : 425 x 400 x 200 mm.
PRIX **710,00**
Couvercle plexi 55,00

• **C 1001** •
2 x 18 watts efficaces.
Bde passante : 20/30 000 Hz.
- **PLATINE « PE »** 3012. Cellule Shure.
- **2 ENCEINTES** 3 voies.
COMPLET **1 950,00**

MAGNÉTOPHONES

SABA

NOUVEAUX MODELES
TG554 - 2 vitesses 4 pistes - 4 H.P
2 x 10 watts
Enregistrement automatique **1 470,00**

TG564. Identique à TG554, mais enregistrement manuel ou automatique . **1 550,00**

TG664

4 pistes. Vitesse 19 et 9,5. Réglage de niveau automatique et manuel. 2 vu-mètres. Pupitre de mixage. Echo. Play-back et multi-play-back. 3 têtes. Monitoring.
Prix **1 700,00**

UHER

4 000 IC .... NC
4 200 IC .... NC
4 400 IC .... NC
ROYAL de LUXE
4 pistes
Coff. noyer NC
ROYAL C.
Platine HI-FI NC
Tous accessoires UHER disponibles

Variocord 263. 4 p. Coff. noyer NC
Variocord 263. 4 p. Coff. blanc NC

MACHINE A DICTER « UHER »
Materiel professionnel **5000 E** (spécial pour l'audiovisuel et l'enseignement des langues) ..... N.C.

« AKAI »
X5. Portatif. Stéréo 4 pistes **2 522,00**
4000 Stéréo **1 750,00**
1721 L **1 985,00**
1731 L **2 928,00**

« GRUNDIG »
TK 244 stéréo Prix **1 538,00**
TK 745 **1 995,00**

« RADIO-TECHNIQUE »
4307 ..... **610,00**
4308 9123 ..... **864,00**
4414. Stéréo 1 697,00
4416. Stéréo 1 966,00
4418 2 961,00
4510 2 578,00

« REVOX »
A 77/1122 NC
A 77/1222 NC
A 77/1322 NC
A 77/1128 NC

« SONY »
TC 270 Stéréo Prix **1 990,00**
TC 440. Magneto Auto Reverse Prix **2 900,00**
TC 630. Stéréo Prix **3 444,00**

« REMCO »
Portatif piles et secteur 2 vitesses
Bande ∅ 15 cm
Complet .. **650,00**

« TELEFUNKEN »
TS204. Stéréo. 4 pistes avec amplificateur et haut-parleurs intégrés.
EXCEPTIONNEL 1 650,00

REVOX

NOUVEAUTÉ MONDIALE!...
★ **A700. PLATINE 3 vitesses** (9,5-19 et 38 cm/s). 3 têtes (possibilité d'une 4e tête pour audio-visuel). **Commande** par **touches digitales** à circuits logiques intégrés.

3 MOTEURS servo-commandés par comparateur. Mesure constante de la tension de la bande, etc.
PRIX **7 500,00**

★ **A722. AMPLIFICATEUR** de puissance. **2 × 90 W** **2 500,00**

• **PROMOTION** •
PLAT.A 77 - 1102 ou 1104.
LA PLATINE PROFESSIONNELLE "REVOX"
1102 ou 1104
avec :
coffret noyer luxe.
1 Bande "Agfa"
bobine métal
1 bobine vide métallique

L'ENSEMBLE COMPLET **3 750**
Suppléments
2 noyaux NAB. ... **66,00**
1 couvercle plexi **69,00**

PHILIPS

Type 4414
- 3 moteurs
- 2 vitesses
- 2 têtes
- 4 pistes

Puissance : 2 x 3 watts
Bob. ∅ 18 cm
PRIX 1 697,00

N4510. PLATINE HAUTE-FIDÉLITÉ.

- 3 moteurs
- 3 vitesses
- 3 têtes
- 4 pistes

Bob. ∅ 18 cm
Duoplay - Multiplay - Echo
Mixage - Monitoring
Clavier de commande électronique éclairé. Présélection d'arrêt automat. Commande à distance de toutes les fonctions. ENTRÉE PU magnétique.
PRIX 2 578,00

AKAI

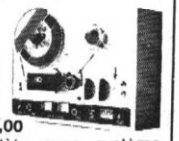
Nouveau Modèle

« X 201 D »
PLATINE STEREO
4 pistes - 2 têtes
Bde pass : 30 à 20 000 Hz. 3 moteurs **2 690,00**

GX 210 D
PLATINE STEREO
3 têtes 4 pistes
2 vitesses
Cabestan central
Automatic Reverse
Réponse 30 à 25 000 Hz
Prix **3 467,00**

1731 D - PLATINE MAGNETOPHONE
Très haute fidélité **2 350,00**

« 4000 DS »
Nouv. modèle !
PLATINE STEREO
3 têtes
2 vit. : 9,5 et 19 cm 4 pistes
Rep. 30 Hz à 23 kHz
Prix **1 865,00**



4000 DS/DB Modèle avec système DOLBY incorporé **2 725,00**

PLATINES MAGNETOS pour chaines HI-FI

« AKAI »
200 D **2 350,00**
1730 DSS Platine quadriphonique **2 990,00**
X201 2 têtes 3 moteurs **2 690,00**
1731 D. 2 vitesses - 3 têtes **2 350,00**
GX 600D 4 pistes **4105,00**
GX 600D Pro 2 pistes **4135,00**
CX 600DB "Dolby" **4805,00**

« SONY »
« TC280D »

4 piste **STEREO,** 3 vitesses, 2 têtes, cristal de ferrite, 30 à 18 000 Hz.
COMPLETE **1 719,00**

« TC377 »

Platine magnétophone à socle **STEREO** 3 vitesses, 4 pistes, avec préamplis de lecture et d'enregistrement.
3 têtes, cristal de ferrite. Bande passante : 30 à 20 000 Hz. Prise casque stéréo.
PRIX **2 390,00**

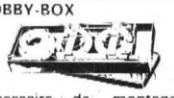
« BRAUN »
TG 1000 ..... 4 464,00

« PHILIPS RADIOLA »
4510. Platine HI-FI
Prix 2 578,00

« REVOX »
A 77/1102 NC
A 77/1302 NC
A 77/1108 NC
A 77/1132. Dolby NC
A 700 NC

« SONY »
TC280D **1 719,00**
TC377 ..... **2 390,00**
TC630 ..... **3 444,00**
TC755 ..... **3 995,00**

HOBBY-BOX



Nécessaire de montage pour bandes magnétiques.
Complet **36,00**

BANDES MAGNETIQUES

Bdes professionnelles « REVOX »
N° 6301. Bande 1280 m 601 X sur bobine standard de 26,5 en cassette Novodur **115,00**
N° 6302. Identique au 6301 mais sur bobine métal NAB de 26,5
Prix **130,00**
N° 6700. Cassette Novodur pour bobines de 26,5 ..... **27,00**

Noyau N. A-B.
Revox **33,00**
Professionnels . **140,00**
Plateau AEG .. **93,00**
Bobines vides métal.
∅ 26,7 R NAB ... **33,00**
∅ 13 cm .. **11,00**
∅ 18 cm .. **19,00**

« SCOTCH » DYNARANGE LOW-NOISE
En coffret magnétothèque
Type 202/222
∅ 13 - 180 m **20,00**
∅ 15 - 270 m **27,00**
∅ 18 - 540 m **24,00**
Type 203/223
∅ 13 - 270 m **24,00**
∅ 15 - 360 m **28,00**
∅ 18 - 540 m **37,00**
Type 204/224
∅ 13 - 360 m **28,00**
∅ 15 - 540 m **37,00**
∅ 18 - 720 m **47,00**
Nouveau ! Type 207
∅ 18 - 540 m **47,00**

Bandes LOW-NOISE pour « REVOX »
203. ∅ 26,7 R 1100
Prix **104,00**
204. ∅ 25 1440 **123,00**
204. ∅ 26,7 1440
Prix **135,00**
207. ∅ 26,7 L 1100
Prix **119,00**

Bandes SCOTCH HAUT NIVEAU
En coffret
290. ∅ 13 - 540 **38,00**
290 ∅ 15 - 720 **49,00**
290. ∅ 18 - 1100 **71,00**

« SONY »
SLH 550. ∅ 18 cm. Long. 550 m. **41,00**

CASSETTES et CARTOUCHES

GRATUIT

1 CLASSEUR DE K7 pouvant s'assembler à l'infini

POUR TOUT ACHAT de 10 cassettes « SCOTCH »

SCOTCH-DYNARANGE LOW-NOISE
C 60. 60 mn **5,40**
C 90. 90 mn **7,00**
C120. 120 mn **10,00**

SCOTCH H.E
C60. 60 mn . **14,00**
C90. 90 mn . **21,00**

HAPPY-TAPE LOW-NOISE
C 60 ..... **5,00**
C 90 ..... **6,50**

AGFA-HI-FI LOW-NOISE
C60 ..... **6,00**
C90 ..... **8,00**
C120 ..... **12,00**

NOUVEAU...
AGFA-SUPER
C60 + 6 ..... **7,00**
C90 + 6 ..... **9,00**

« BASF-LH »
C 60 ..... **6,50**
C 90 ..... **9,00**
C120 ..... **13,00**

BASF-SUPER S.M.
C 60 SM .. **8,00**
C 90 SM .. **11,00**
C120 SM .. **14,00**

AGFA - CRO2
Bioxyde de chrome
Mécanisme Super
C 60 CRO2 **15,00**
C 90 CRO2 **20,00**
C120 CRO2 **26,00**

« SONY »
C60HF 12,20
C90HF 15,50
C120HF 21,45
C90CR 26,00

TDK - SD
C90 21,00

TDK - ED
C90 29,00

TDK - CR 02
C90 29,00

CASSETTE NETTOYEUSE 10,00