

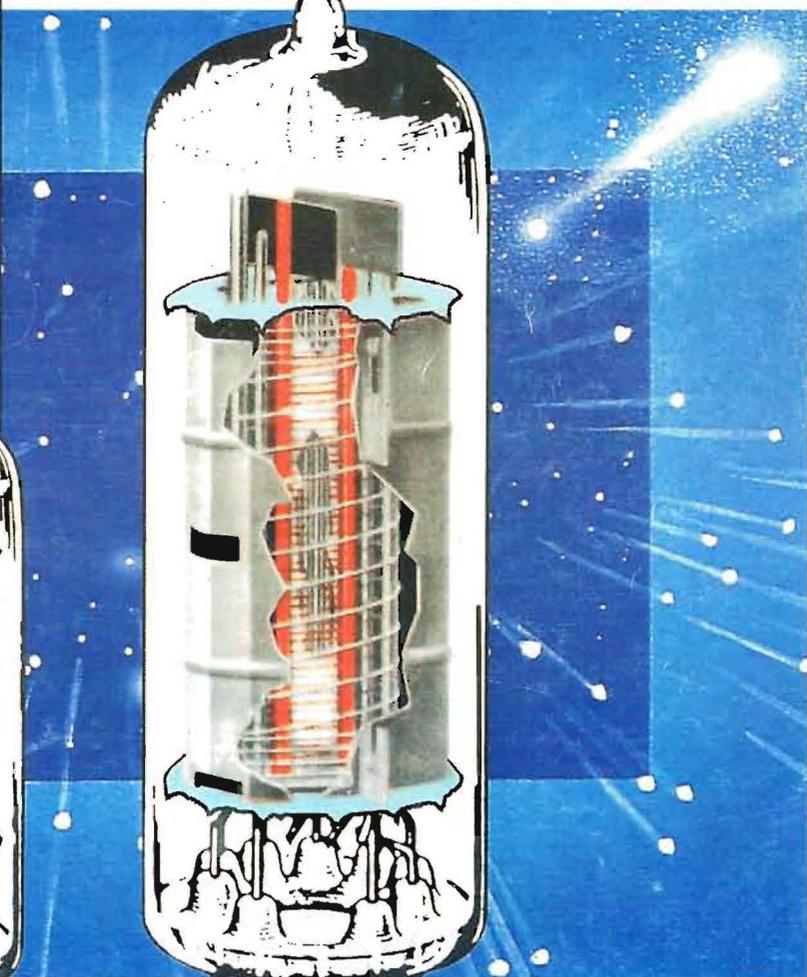
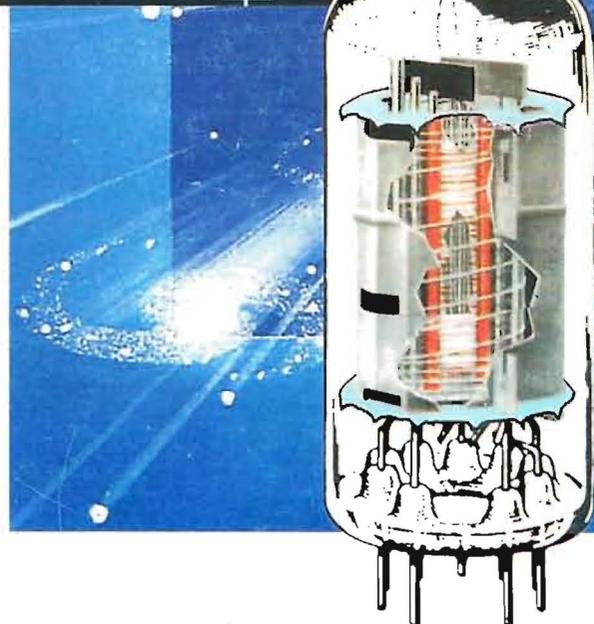
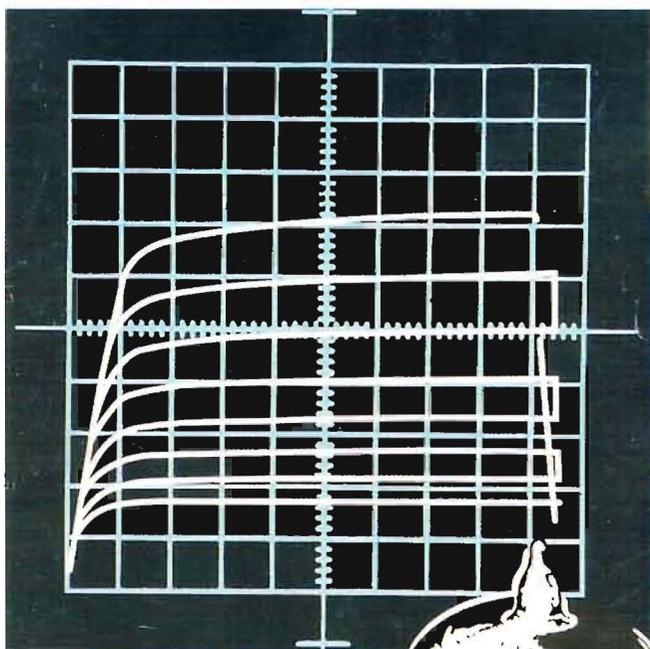
nouvelle

ELECTRONIQUE

• **UN PREAMPLIFICATEUR
HIFI STEREO A FET**

• **INITIATION AU FONCTIONNEMENT
DES TUBES ELECTRONIQUES**

• **UN ANALYSEUR DE SPECTRE SIMPLE
ET EFFICACE**



N°166 italien

• **UN NOUVEAU SEMI-CONDUCTEUR : L'IGBT**

Mensuel n° 2 - Juillet / Août 1994 - 22 FF

• **UNE ALIMENTATION 10-14 VOLT
20A UTILISANT LES IGBT**



MENSUEL N° 2
JUILLET/AOUT 1994
NOUVELLE ELECTRONIQUE
est une publication de
PROCOM EDITIONS
17, Quai de Chamard
19000 TULLE
Tél. 55.26.73.24.
Fax. 55.20.96.05.

REDACTION

Directeur de la Publication,
Rédacteur en Chef : Philippe CLEDAT
Conception, maquette :
Stéphan ANTONIO - Studio de création
graphique, 1 rue de la Paix - 66410
Villelongue de la Salanque
Tél/Fax. 68 73 91 14
Secrétariat général :
Bénédicte CLEDAT
Secrétariat : Sylvie BARON
Traduction : Mme DELPREDE
Traduit de la revue :
NUOVA ELETTRONICA
Via Cracovia, 19, BOLOGNE - ITALIE
Téléphone : (051) 46.11.09
Directeur général :
MONTUSCHI Giuseppe

GESTION DES VENTES

Inspection, gestion, vente :
DISTRIMEDIA (M. VERNHES)
Tél. 61.15.15.30

ABONNEMENTS

Abonnement, courrier :
Isabelle SERRE

PUBLICITE

Publicité : au journal

FABRICATION

Flashage : Ste BURLAT - 4, bd
Gambetta - B.P. 808 - 12008 Rodez Cedex.
Impression : EST IMPRIMERIE

Distribution MLP (L9664)
Commission paritaire (en cours)
ISSN (en cours)
Dépôt légal à parution

NOUVELLE ELECTRONIQUE se réserve le droit de refuser toute publicité sans avoir à s'en justifier. La rédaction n'est pas responsable des textes, illustrations, dessins et photos publiés qui engagent la responsabilité de leurs auteurs. Les documents reçus ne sont pas rendus et leur envoi implique l'accord de l'auteur pour leur libre publication. Les indications des marques et les adresses qui figurent dans les pages rédactionnelles de ce numéro sont données à titre d'information sans aucun but publicitaire. Les prix peuvent être soumis à de légères variations. La reproduction des textes, dessins et photographies publiés dans ce numéro est interdite. Ils sont la propriété exclusive de PROCOM EDITIONS qui se réserve tous droits de reproduction dans tous les pays francophones.

NOUVELLE ELECTRONIQUE
est éditée par PROCOM EDITIONS
17, Quai de Chamard - 19000 TULLE
Tél. 55.26.73.24. - Fax. 55.20.96.05.
SIRET : 37850598600026 - APE : 221E

Ce numéro a été tiré à 70 000 exemplaires

Attention, le prochain numéro de
NOUVELLE ELECTRONIQUE sera
disponible en kiosque à compter du
5 septembre 94

p6 UN NOUVEAU SEMI-CONDUCTEUR : L'IGBT

p6 IGBT ?
p8 Autres renseignements utiles
p11 Conclusion

p14 UNE ALIMENTATION 10-14 Volt 20A UTILISANT LES IGBT

p15 Schéma électrique
p19 Réalisation pratique

p26 INITIATION AU FONCTIONNEMENT DES TUBES ELECTRONIQUES (lampes)

p27 La DIODE
p28 La TRIODE
p28 La TRIODE en Amplification
p30 La CATHODE
p32 La Tension négative de polarisation grille
p33 La DOUBLE TRIODE

p34 PENTE ou Transconductance
p34 La PENTODE Amplificatrice
p36 La PENTODE de puissance
p37 Le Transformateur de sortie
p39 Distorsion
p40 Quelques formules utiles

SOMM

p42 PRÉ-AMPLIFICATEUR HI-FI STEREO à FET

p42 Le Bruit des Electrons
p44 Schéma électrique
p50 Les Relais de Commutation
p50 Alimentation
p53 Réalisation pratique
p54 Mise en coffret

p62 UN ANALYSEUR DE SPECTRE SIMPLE ET EFFICACE

p63 Principe de Fonctionnement
p63 Etage Oscillateur
p64 Schéma électrique
p68 Réalisation pratique
p69 Important

p76 LOGICIEL

p79 NEWS

p82 ABONNEMENT

A.E.

COMPO PYRENE

MULTIPOWER

GENERATION VPC

EUROKIT

EURO COMPOSANT

ARQUIE COMPOSANTS

ELECTROLUBE

HB COMPOSANTS

BLONDEX ELECTRONIC'S

ECM Z.A.

EGM Export

MEDELOR

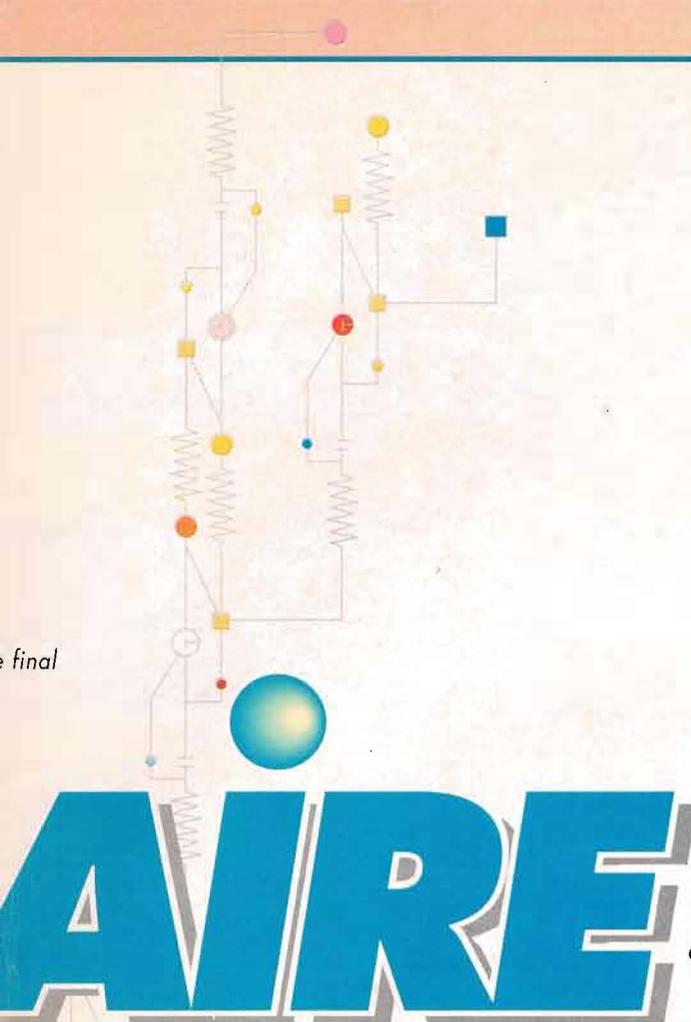
CHELLES ELECTRONIQUE

C.F.D.

E.L.C.

LAYO FRANCE

final



AIR

Merci ! Oui, un grand merci à toutes celles et ceux qui nous ont témoigné beaucoup de sympathie à la sortie du numéro 1 de Nouvelle Electronique. Vous avez été très nombreux à nous encourager dans la voie que nous avons prise et dans laquelle nous persistons avec votre soutien, vos observations, mais également vos désirs quant à différents montages. Nous ferons le maximum pour vous satisfaire et contrairement à ce que certains peuvent dire, l'électronique dite de "loisirs" sait encore aujourd'hui rassembler beaucoup de passionnés. Notre réalisation de l'ampli à tubes a suscité un vif intérêt chez les "plus anciens"; mais les "plus jeunes" nous ont également posé énormément de questions à ce sujet. C'est pourquoi nous avons choisi dans ce magazine "spécial été" d'initier certains d'entre vous à ce genre de composant.

Edito

REPERTOIRE DES ANNONCEURS

- 6 rue du Bregnet - 75011 PARIS p2
302 rue des Pyrénées - 75020 PARIS p3
22 Rue Emile Baudot - 91120 PALAISEAU p11
225 rue la Mackellerie - 59100 ROUBAIX p12/13
20 rue de l'église - 62550 PERNES EN ARTOIS p17
4 Route Nationale - 08110 BLAGNY p23
Saint Sardos - 82600 VERDUN SUR GARONNE p25
BP 531 - 95205 SARCELLES Cedex p35
Rue du Docteur Morere - 92120 PALAISEAU p39
25 avenue Parmentier - 75011 PARIS p51
Ambroix, Route d'Uzès - 30500 ST AMBROIX p65
Strasse 32 - 88471 LAUPHEIM - ALLEMAGNE p69
42800 TARTARAS p73
6 Av. du Maréchal Foch - 77500 CHELLES p75
27-29 Rue Petiot - 75011 PARIS p79
59, av. des Romains - 74000 ANNECY p83
Val Sauvebonne - 83400 HYERES p84

Notre courrier fût également, durant le mois de juin, très volumineux.

Nous nous efforçons de répondre individuellement et nous vous demandons quelques jours de patience si vous n'avez pas encore reçu à ce jour de réponse à vos questions.

Nous vous préparons pour septembre un magazine avec des montages inédits. De quoi refaire "chauffer le fer à souder" après cette période estivale.

Nous allons essayer de vous apporter encore plus avec le souci de vous satisfaire.

Bonne vacances à tous.

Cordialement,

Philippe CLEDAT
Directeur de la Publication.

UN NOUVEAU SEMI-CONDUCTEUR

L'IGBT

Nouvelle
Electronique
cherche à
satisfaire tous ses
lecteurs en
présentant des
montages modernes,
nouveaux et
d'avant garde.

Les publications professionnelles sont souvent inaccessibles à l'amateur et il convient d'adapter les articles écrits par d'éminents experts en électronique de façon simple. Dès qu'apparaît sur le marché un nouveau semi-conducteur il est bon de vérifier s'il est possible de réaliser un montage nouveau et intéressant afin de tester les caractéristiques annoncées.

Pour répondre à ces questions il est souvent nécessaire de disposer de 3 à 4 semaines de délai afin de pouvoir tester et éprouver ces nouveaux produits : force est de constater que parfois les résultats sont très positifs. Ensuite viennent avec notre projet préparatoire, la réalisation des circuits, et la rédaction de l'article associé que nous avons l'honneur de vous dévoiler maintenant.

Actuellement, l'actualité électronique se tourne vers un nouveau composant dénommé IGBT que nous allons vous présenter. Vous découvrirez plus loin dans les colonnes de ce magazine un nouveau montage utilisant ce composant. Mais auparavant quelques explications sont nécessaires afin de vous faire découvrir convenablement sa composition et son fonctionnement.

IGBT ?

Le sigle IGBT signifie Insulated Gate Bipolar Transistor.

Ce nouveau composant, de dimensions légèrement supérieures à celles d'un transistor courant, a été conçu par TOSHIBA et HITACHI qui se sont fixés pour objectif la réalisation d'un composant répondant aux caractéristiques suivantes :

- Supporter une tension élevée de Collecteur (il existe des IGBT pouvant supporter des tensions de l'ordre de 1000 Volt).
- Accepter un courant élevé (il existe des IGBT supportant jusqu'à 400 Ampère).
- Assurer des commutations rapides (certains IGBT sont capables de commuter 12 A en moins de 15 nanosecondes).
- Ne nécessiter pour sa commande qu'un courant faible résultat d'une attaque en haute impédance.
- Dissiper à performances égales moins de chaleur que les autres semi-conducteurs.

Les IGBT font figure de transistors géants comparés aux transistors traditionnels. En réalité leurs dimensions sont plus que raisonnables eu égard à leur performances.

TEUR :

T



En figure 1, il vous est montré les dimensions réelles d'un IGBT que vous pouvez comparer au MOSFET, et de transistors de moyenne et basse puissance.

Les trois pattes de l'IGBT sont dénommées G (Gate), E (émetteur), C (Collecteur).

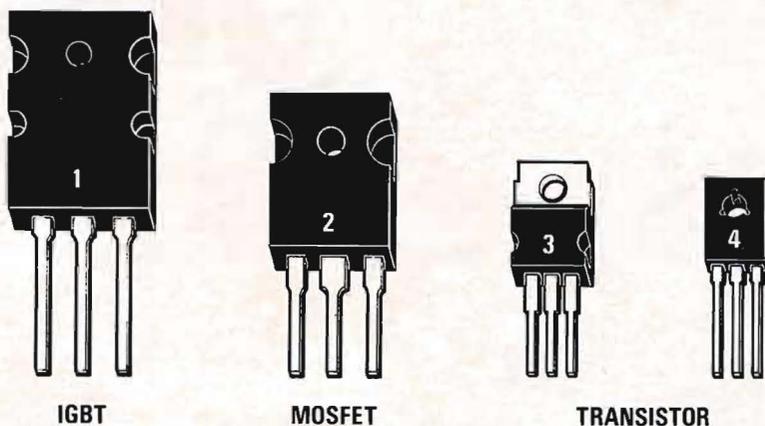
En théorie on peut considérer un IGBT comme un composant Hybride, car il est formé de plusieurs semi-conducteurs associés (voir figure 2)

Sur le schéma, on découvre un MOSFET placé de façon à commander à partir d'un signal de très basse puissance, un transistor final de puissance qui contrôle lui-même la base d'un second transistor.

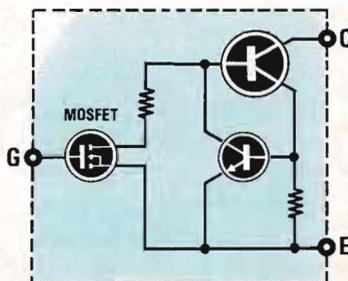
Sur les schémas électroniques, l'IGBT est représenté comme en figure 3. On remarque que la base est double. Le sens de la flèche de l'émetteur indique qu'il s'agit d'un canal N si la pointe est dirigée vers l'extérieur, et d'un canal P à l'inverse.

La présentation de ce symbole fait penser à un MOSFET. Cependant, les sigles des trois broches diffèrent et l'on retrouve l'émetteur et le collecteur des transistors traditionnels.

Tous les IGBT de moyenne puissance conviennent pour réaliser des amplificateurs

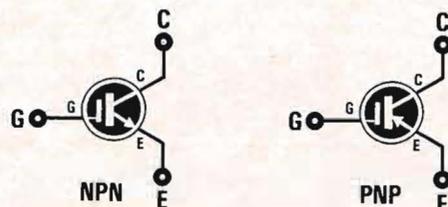


Il est théoriquement possible de considérer un IGBT comme un circuit hybride composé d'une entrée à MOSFET à haute impédance. Le drain de ce MOSFET est relié à la Base d'un transistor de puissance.



Ces dessins vous montrent les différences de dimensions entre un IGBT normal, un MOSFET de puissance, et les transistors de moyenne et basse puissance. La caractéristique principale de l'IGBT réside dans sa capacité à fournir un courant élevé à partir d'un signal de commande dérisoire.

Sur ces dessins, on peut voir les représentations conventionnelles des IGBT. Comme pour les transistors, l'émetteur d'un NPN est représenté par une flèche dirigée vers l'extérieur, pour le PNP celle-ci est dirigée vers l'intérieur.



de puissance, des alimentations, etc.. Ceux ci sont en boîtier plastique de 20 x 25 mm (voir figure 1).

❑ Les IGBT que nous avons utilisé pour nos essais portent les sérigraphies suivantes :

Il existe certains IGBT de basse puissance de dimensions plus réduites ainsi que des IGBT de plus haute puissance de dimensions bien plus imposantes, semblables à de gros relais de puissance et dont les broches (GEC) sont de gros borniers à vis.

Puisque ceux-ci ne sont pas encore facilement approvisionnés, nous ne les évoquons qu'à titre informatif.

Les IGBT trouvent de très vastes domaines d'application dans les branches les plus diverses de l'Electronique et de l'Industrie.

- ❑ 1° Commutation de puissance dans les secteurs civils et militaires
- ❑ 2° Alimentation pour courant élevé
- ❑ 3° Appareillage médical
- ❑ 4° Contrôle des moteurs en robotique
- ❑ 5° Amplificateur de puissance HI-FI
- ❑ 6° Four à induction magnétique
- ❑ 7° Charge dynamique de puissance
- ❑ 8° Alimentation à découpage
- ❑ 9° Soudure électrique à l'arc

La liste n'est pas exhaustive, mais ces domaines d'application concernent peu les amateurs qui font de l'électronique leur Hobby. En effet, nous nous verrions assez mal vous proposer des applications pour l'aéronautique ou l'armement !

Actuellement, il n'existe pas d'IGBT utilisable en haute fréquence (la fréquence maximale d'utilisation étant généralement comprise entre 1 à 2 MHz- temps de commutation moyen de 0,5 microseconde). Pour l'instant, leur domaine d'application privilégié concerne la basse fréquence et la commutation..

Autres renseignements utiles

❑ L'IGBT est un semi-conducteur qui est piloté en tension comme l'est le MOSFET ou le FET et non en courant, contrairement aux transistors.

Une particularité très importante de l'IGBT est la tension de polarisation de la Gate, puisque la moindre variation de tension peut faire monter brusquement le courant collecteur.

❑ Se référant à la **figure 4**, on peut observer que pour une tension d'environ 2 volt sur la Gate (cette tension est d'ailleurs une caractéristique des IGBT), l'IGBT entre en conduction, ce seuil dépassé, et l'on obtient brusquement une variation importante du courant collecteur.

Pour exemple, reportez-vous au graphique de la figure 4 et observer la pente de la courbe.

Si nous appliquons sur l'entrée un signal sinusoïdal d'un amplitude de 0,5 Volt, il est possible d'obtenir sur le collecteur un courant d'environ 4 à 10 Ampère.

Par comparaison, un transistor de puissance (voir graphique 5) doit nécessairement être piloté en courant, et pour obtenir sur le collecteur une variation de courant de 3 à 5 Ampère, il faut appliquer sur la base un courant de 40 à 80 mA.

❑ Pour un MOSFET de puissance (voir graphique figure 6), noter que la courbe résultante

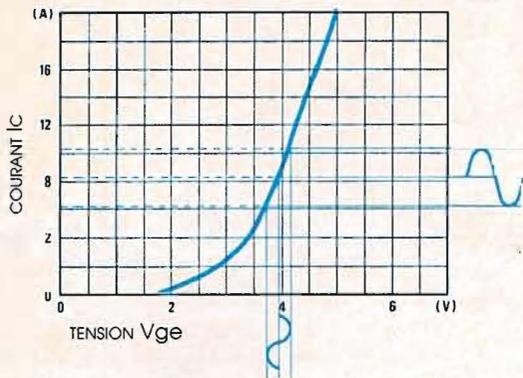


Fig 4 : Une fois entré en conduction, avec une tension de polarisation appropriée, il suffit d'une petite variation de tension sur la Gate pour obtenir une importante variation d'amplitude sur le collecteur. Avec un signal B.F. de seulement 0,5 Volt, il est possible d'obtenir un courant variable de 4 à 10 Ampère.

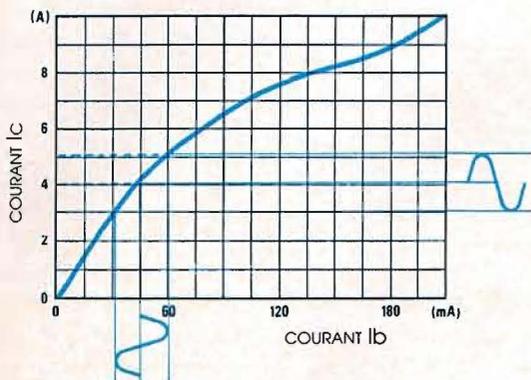


Fig 5 : Un transistor de puissance, à la différence d'un IGBT doit être piloté en courant. Pour obtenir sur le collecteur un courant de 3 à 5 Ampère, il faut appliquer à la base un signal pouvant fournir un courant entre 40 et 80 mA.

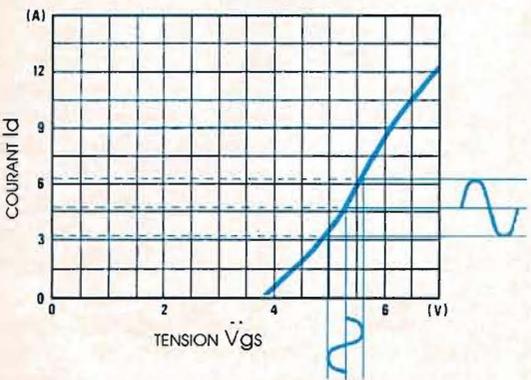


Fig 6 : Pour entrer en conduction le MOSFET de puissance à besoin d'être polarisé par une tension d'environ 4 Volt. Puisque la courbe d'un MOSFET est moins abrupte que celle de l'IGBT, il sera plus difficile d'obtenir un courant aussi élevé que celui qui peut être fourni par un IGBT.

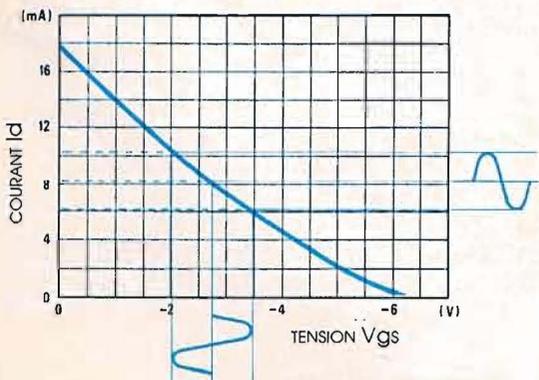


Fig 7 : La courbe de réponse d'un FET est très différente de celles des autres semi-conducteurs étudiés. Pour l'entrée en conduction, il est nécessaire de disposer d'une tension négative pour la polarisation. Une petite variation de tension sur la Gate détermine une variation de quelques mA sur le Drain.

est quasi analogue à celle d'un IGBT, avec la seule différence que la tension de seuil sur la Gate se situe aux environs de 4 Volt.

La courbe du FET (se reporter à la figure 7) se distingue forcément de celle du transistor, des Mos de puissance et des IGBT puisqu'il n'existe pas actuellement de FET de puissance. En fait une variation minimale de tension sur la Gate du FET entraîne une petite variation du courant sur son Drain.

□ Une autre caractéristique des IGBT est leur très basse résistance interne Emetteur/Collecteur en condition de saturation. Comparons la valeur de la résistance interne des IGBT par rapport aux MOSPOWER et aux transistors de puissance :

Amenons à saturation ces trois semi-conducteurs sur une charge qui puisse absorber 4 Ampère, nous pourrions ainsi comparer la dissipation de chaleur pour chacun d'eux :

$$\text{Watt} = (\text{Ampère} \times \text{Ampère}) : \text{Ohm}$$

$$16 \times 0,008 = 0,12 \text{ Watt pour l'IGBT}$$

$$16 \times 1,1 = 17,6 \text{ Watt pour le MOSPOWER}$$

$$16 \times 3,0 = 48 \text{ Watt pour le transistor}$$

Comme vous pouvez le constater, alors que le transistor de puissance est déjà en surchauffe, le MOSPOWER est tiède, tandis que l'IGBT restera pratiquement froid.

La basse résistance de saturation nous fait donc obtenir un bon facteur d'amortissement sur les charges inductives, relais, moteurs, Haut-parleur etc...

Pour expliquer ce qu'est le facteur d'amortissement, notion souvent évoquée lorsque l'on parle d'un final de puissance audio, servons-nous d'un exemple :

Fig 8 : Pour doubler la puissance en sortie d'un IGBT, il est possible de connecter deux ou trois IGBT en parallèle. Sur chaque Gate viendra se raccorder une résistance que l'on choisira entre 47 et 220 Ohm. Il est conseillé d'insérer sur chaque Emetteur une résistance bobinée de puissance de 0,15 à 0,47 Ohm 10 Watt.

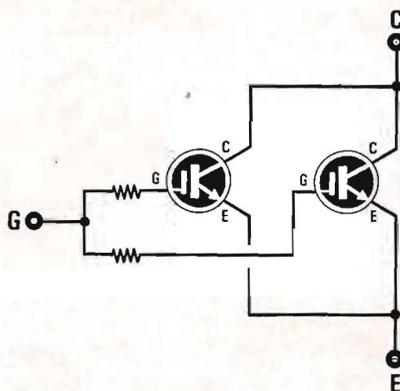


Fig 9 : Les IGBT sont exempts de l'effet d'avalanche contrairement aux transistors. Dans ce graphique, on peut observer que plus la température augmente, plus le courant croît pour le transistor. L'IGBT, lui, conserve un courant de sortie presque constant.

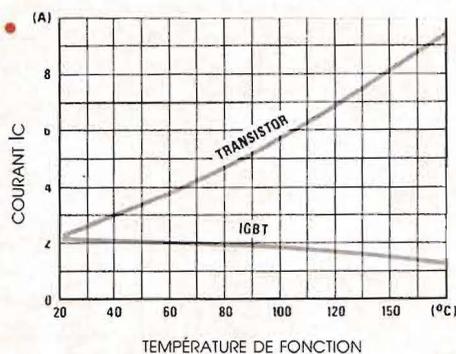


Fig 10 : Comme la plupart des autres semi-conducteurs, les IGBT demandent à être installés sur des radiateurs de manière à refroidir et évacuer rapidement la chaleur dégagée. Pour assurer de façon optimale cet échange thermique, il faudra veiller à ce que le boîtier adhère parfaitement à la surface du radiateur.

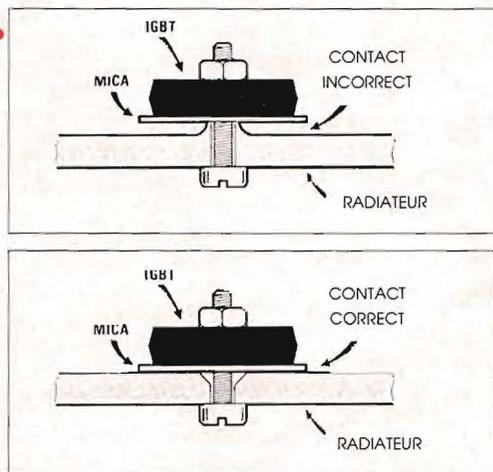


Fig 11 : Il résulte souvent du perçage du trou dans le radiateur, d'une bordure qui pourrait tenir éloigné le boîtier de la surface du radiateur (voir figure 10). Pour éviter ce problème, il suffit d'ébavurer les bords du trou à l'aide d'une mèche de 10-12 mm. Il est également conseillé d'intercaler une plaquette de mica enduite de graisse silicone sur ses deux faces.

□ Si nous injectons une impulsion électrique dans un haut-parleur, sa membrane sera instantanément projetée en avant pour retourner à sa position initiale le plus rapidement possible.

□ Si la résistance Emetteur-collecteur est élevée, la membrane ne stoppera pas sur la position de départ, mais continuera à osciller pendant un temps très bref modifiant le son qu'il doit reproduire.

□ Utilisant les IGBT, nous avons une basse résistance Emetteur/collecteur, ainsi l'oscillation de la membrane sera immédiatement amortie, n'apportant plus de modification au son à reproduire. Nous pouvons encore ajouter au palmarès de l'IGBT l'immunité à l'effet d'avalanche contrairement aux transistors.

L'effet d'avalanche est le défaut commun à tous les transistors. Ce problème surgit lors de l'augmentation de la température du boîtier.

Plus cette température croît, plus le courant de collecteur augmentera, et il faudra ajouter aux étages en cause un circuit de compensation en température et un radiateur de refroidissement adéquat afin d'éviter la destruction de leur jonction. Cet inconvénient n'existe pas avec les IGBT puisque leur boîtier peut supporter de très hautes températures.

Le graphique **figure 9** permet de comparer l'augmentation de température du courant de collecteur entre un transistor et un IGBT par rapport à la croissance en température de leurs boîtiers respectifs.

Ajoutons encore qu'il est possible d'associer en parallèle deux IGBT pour doubler le courant de sortie. Nous avons nous-mêmes testé cette possibilité par une expérience pratique.

L'unique conseil que l'on peut donner est d'insérer en série sur la Gate (voir figure 8) une résistance d'une valeur comprise entre 47 et 220 ohm pour éviter l'auto-oscillation.

CONCLUSION

□ Comme nous l'avons décrit auparavant, le boîtier de l'IGBT peut supporter une température élevée puisque ce composant n'est pas sujet à l'effet d'avalanche. Par contre, il faudra tout de même lui assurer un refroidissement correct à l'aide d'un radiateur, cela va sans dire. Comme pour les autres semi-conducteurs, la température de jonction interne ne devra pas dépasser 150°. Pour pouvoir dissiper rapidement la chaleur dégagée, il faudra tout d'abord s'assurer de la parfaite planéité de la surface du radiateur employé. Ainsi, lors du perçage du trou dans le radiateur, veillez à ce que le boîtier du transistor plaque bien contre le support. A cette fin, il est conseillé de fraiser légèrement les bords du trou de façon à éviter ce problème. (Voir figure 10 et 11). Dans le cas contraire, il y a danger de destruction rapide du composant.

□ Entre le boîtier de l'IGBT et la surface du radiateur il faut appliquer un Mica isolant. On prendra soin d'apposer un peu de pâte thermoconductrice au silicone au recto et au verso de ce mica de façon à favoriser les échanges thermiques. Pour le serrage ne pas utiliser de vis en plastique, car celles-ci présentent un défaut majeur : leur dilatation à la chaleur. Il vaut mieux effectuer la fixation à l'aide d'une vis métallique de 3 mm. Lors des manipulations, bien se souvenir que la Gate de l'IGBT présente une haute impédance et que ce composant est très sensible aux variations électrostatiques et aux champs électriques divers.

Nous vous invitons donc à ne pas souder ce composant avec un fer à souder directement relié au réseau 220 Volt sous peine de le mettre hors d'usage.

Pour ne pas connaître ce désagrément, il est préférable d'utiliser un fer à souder utilisant une alimentation basse tension. Sans vous obliger à remplacer votre fer à souder 220 Volt, il est tout de même possible de brancher celui-ci sur le se-

condaire d'un transformateur 220 V/220 V, ce qui revient électriquement à l'isoler galvaniquement du réseau EDF. Le boîtier contenant ce transformateur devra impérativement être connecté à une prise de terre.

□ Dans le même ordre d'idée, ne jamais effectuer de mesure sur la Gate de l'IGBT quand celui-ci est en fonctionnement si vous n'avez pas relié votre oscilloscope à la terre. Cette remarque est également valable pour tous les instruments de mesure et il ne faudra jamais perdre de vue que la Gate de l'IGBT ne supporte pas les charges électrostatiques.

Ces quelques précautions vous permettront de découvrir sans malheur les diverses et intéressantes possibilités de ce nouveau composant qui permet d'obtenir des performances difficiles à égaler avec les composants traditionnels.

CHELLES ELECTRONIQUE SPÉCIALISTE

- Composants actifs et passifs
- kits
- mesures
- hauts parleurs Hifi
- sono grandes marques

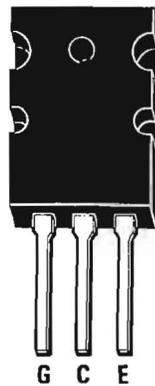
Distributeur de montages de la revue L.E.D

**Nombreuses revues techniques
à votre disposition**

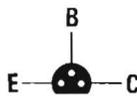
**16 avenue du Maréchal Foch
77500 CHELLES (près de la gare)
Tél : 64 26 38 07 Fax : 60 08 00 33**

UNE ALIMENTATION utilisant les IGBT

De nombreux émetteurs-récepteurs pour radioamateurs ou cibistes demandent des tensions d'alimentation comprises entre 12,6 et 14 Volt, ainsi qu'un courant élevé, qui peut atteindre facilement 20 Ampère. En nous servant des caractéristiques des nouveaux semi-conducteurs IGBT, nous avons entrepris cette alimentation stabilisée en mesure de fournir 20 Ampère.



GT20D 201



BC 547



REF.25Z

Fig 1 : Connexions de l'IGBT de puissance et du transistor BC547 vus de dessous et l'intégré REF.25Z vu lui aussi de dessous.

Depuis longtemps nous connaissons, d'une façon théorique, ces IGBT pour les photos et les communiqués de presse que les fabricants envoient à notre rédaction. Puisque nous préférons essayer les nouveaux composants avant d'apporter un jugement positif ou négatif, nous leur avons demandé si avec les photos il pouvait nous joindre des échantillons d'IGBT afin de pouvoir les "essayer". A la réception des premiers IGBT à canal P, nous avons tout de suite réalisé une simple alimentation stabilisée pour vérifier en pratique quels pouvaient être les points faibles de ce composant de façon à éviter de le mettre hors d'usage après quelques secondes de fonctionnement. Sont optimistes ceux qui pensent que les fabricants fournissent avec le composant les schémas d'application. En effet, les informations divulguées se limitent à une petite page qui contient les brochages, les dimensions du boîtier et les caractéristiques dévoilés ci-contre. Une fois en possession de ces données, il faut prendre un papier et un crayon pour dessiner un schéma théorique, après quoi on peut commencer, fer à souder en main, à effectuer quelques essais pratiques de façon à pouvoir apporter les modifications nécessaires au schéma pour obtenir un circuit fiable à publier sur cette revue. Après quelques vérifications, nous avons conclu que deux des caractéristiques rapportées ci-dessus doivent être revues à la baisse:

Collector Current ...
15 Ampère maximum

Power Dissipation ...
130 Watt maximum

10-14 Volt 20A

Si vous respectez ces valeurs vous n'aurez pas de surprises, et même si en théorie on avait pu utiliser pour cette alimentation un seul transistor GT 20/D 201, nous avons préféré en monter deux en parallèle afin de ne pas dépasser 15 Ampère par IGBT, valeur qui, durant les essais s'est révélée être la valeur maximale à ne pas dépasser.



Schéma électrique

□ Pour la description du schéma électrique, que nous pouvons observer en **fig. 2**, nous partirons de la prise réseau 220 Volt. Un fil secteur entrera sur le primaire du transformateur d'alimentation en passant à travers l'interrupteur S1, contenant un voyant au néon et le fusible F1. Ce transformateur est pourvu de deux secondaires de 17,5 Volt 10 Ampère, mis en parallèle de façon à obtenir un courant maximum de 20 Ampère. La tension fournie par le secondaire sera redressée par le pont RS1 de 35 Ampère et successivement filtrée par les trois condensateurs électrolytiques de 10 000 MicroFarad C1 - C3 - C4.

Cette tension continue sera appliquée sur les Emetteurs des deux IGBT par l'intermédiaire d'une résistance bobinée de 0,1 Ohm 10 Watt, puis prélevée sur les deux Collecteurs pour atteindre la sortie positive. Les deux impédances JAF1 - JAF2, placées en série avec les deux sorties, servent à éviter que d'éventuelles

tensions résiduelles de radiofréquence ne viennent perturber l'étage de contrôle de l'alimentation.

Pour changer la valeur de la tension stabilisée à prélever sur la sortie, nous avons utilisé un amplificateur différentiel composé de deux transistors TR1 - TR2. Comme vous pouvez le remarquer, la base du transistor TR1 est polarisée par une tension très stable de 2,5 Volt fournie par le circuit intégré IC1, un REF 25/Z. Le collecteur du transistor TR1 commandera les Gate des deux IGBT, qui en fonction de la tension qui leur est appliquée, se chargeront d'élever ou d'abaisser la tension de sortie.

La base du second TR2 est reliée, par l'intermédiaire du pont diviseur composé de la résistance R10 - R11 et de l'ajustable R12, à la tension que les deux IGBT fourniront en sortie. Dans cette configuration, l'étage composé de TR1 - TR2 fonctionne de la manière suivante : le collecteur du transistor TR1, pilotant les deux IGBT, est chargé d'élever ou d'abaisser la tension des collecteurs jusqu'à ce que, sur la base du transistor TR2 il y ait une tension

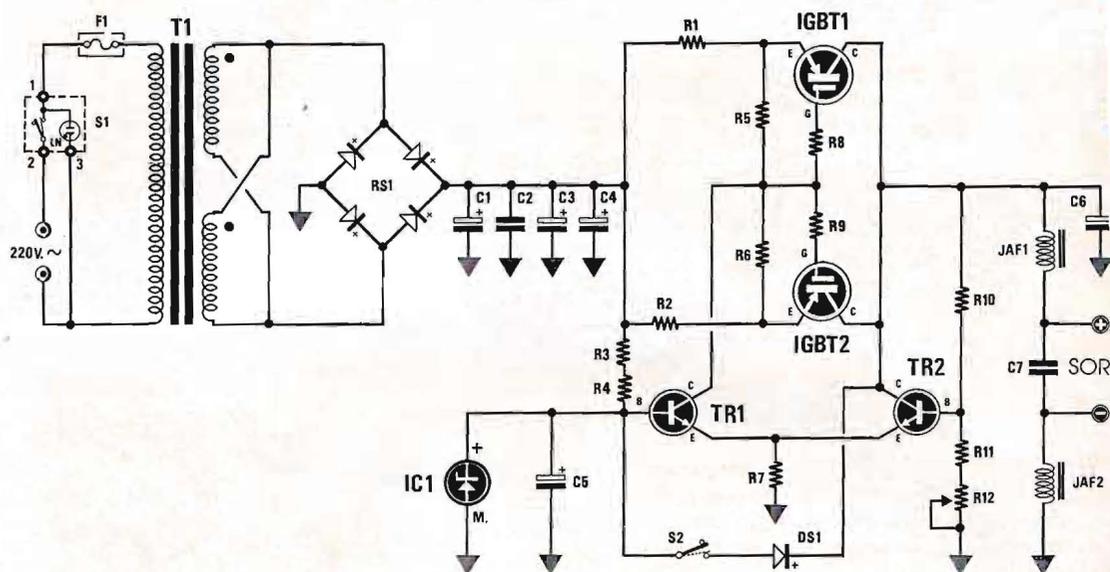


Fig 2 : Schéma électrique de l'alimentation de l'IGBT. Pour obtenir en sortie un courant de 20 Ampère, le transformateur d'alimentation T1 dispose de deux enroulements secondaires de 17,5 V 10 A reliés en parallèle.

Remarque : Tous les composants qui dans la liste sont marqués par un astérisque doivent être montés sur l'imprimé dont le sigle est le LX.1147/B, visible en fig. 6.

- R1 : 0,1 Ohm 10 Watt
- R2 : 0,1 Ohm 10 Watt
- R3 : 1.000 Ohm 1/4 Watt
- R4 : 47.000 Ohm 1/4 Watt
- R5 : 22.000 Ohm 1/4 Watt
- R6 : 22.000 Ohm 1/4 Watt
- R7 : 3.300 Ohm 1/4 Watt
- R8 : 100 Ohm 1/4 Watt
- R9 : 100 Ohm 1/4 Watt
- R10 : 39.000 Ohm 1/4 Watt
- R11 : 8.200 Ohm 1/4 Watt
- R12 : 2.200 Ohm ajustable
- C1 : 10.000 µF électrolytique 50 Volt
- C2 : 100.000 pF polyester
- C3 : 10.000 µF électrolytique 50 Volt
- C4 : 10.000 µF électrolytique 50 Volt
- C5 : 1 µF électrolytique 63 Volt
- C6 : 100 µF électrolytique 63 Volt
- C7 : 10.000 pF disque céramique
- JAF 1 : self de choc
- JAF 2 : self de choc
- DS1 : diode 1N.4007
- RS1 : pont redresseur 35 Ampère
- IC1 : REF. 25/Z
- TR1 : NPN type BC547
- TR2 : NPN type BC547
- IGBT1 : PNP type GT20/D201
- IGBT2 : PNP type GT20/D201
- F1 : fusible 2 Ampère
- S1 : interrupteur secteur
- S2 : interrupteur
- T1 : transformateur 350 Watt secondaires 17,5 V. 20 A.

identique à celle qui se trouve sur la base de TR1, soit 2,5 Volt. Si la tension sur la sortie des deux IGBT devait baisser, suite à une consommation de courant par exemple, la tension sur la base du transistor TR2 descendrait également de 2,5 Volt à 2,45 Volt, et pour équilibrer l'amplificateur différentiel, le transistor TR1 se chargera d'augmenter instantanément la tension de sortie de façon à ramener à 2,5 Volt la tension sur la base du transistor TR2.

A l'inverse, si la tension sur la sortie des deux IGBT devait monter, la tension sur la base du transistor TR2 augmenterait aussi de 2,5 Volt à 2,55 Volt, par exemple, et pour équilibrer l'amplificateur différentiel, le transistor TR1 se chargera de réduire instantanément la tension de sortie de façon à ramener à 2,5 Volt la tension sur la base du transistor TR2.

En tournant l'ajustable R12 d'une extrémité à l'autre, il sera possible de faire varier manuellement la tension de référence présente sur la base du transistor TR2 et ainsi le transistor TR1 se chargera d'élever ou d'abaisser la tension de sortie jusqu'à ce que sur la base de TR2 il y ait de nouveau 2,5 Volt, soit la même tension présente que sur la base de TR1. En théorie, on peut aussi calculer la tension stabilisée présente sur la sortie de l'alimentation, les valeurs de R10 - R11 - R12 étant connues, grâce à la formule :

$$\text{Volt sortie} = R10 : (R11 + R12) \times 2,5 + 1$$

Sachant que la valeur de R10 est de 39 Kiloohm et que celle de R11 est de 8,2 Kiloohm et en admettant qu'on ait tourné l'ajustable R12 à sa résistance maximale, c'est à dire sur 2,2 Kiloohm, la tension en sortie sera calculée ainsi :

en premier lieu vous devrez additionner la valeur des résistances R11 et R12, et obtenir dans ce cas :

$$8,2 + 2,2 = 10,4 \text{ Kiloohm}$$

puis vous devrez diviser la valeur de la résistance R10 par le résultat obtenu par la somme précédente :

$$39 : 10,4 = 3,75$$

donc vous devrez multiplier cette valeur par 2,5 et obtenir :

$$3,75 \times 2,5 = 9,375$$

et enfin vous devrez additionner 1 à ce numéro :

$$9,375 + 1 = 10,375 \text{ Volt}$$

L'ajustable R12 à mi course, soit environ 1,1 Kiloohm, la somme de R11 et R12 sera de

$$8,2 + 1,1 = 9,3 \text{ Kiloohm}$$

avec cette valeur l'alimentation fournira en sortie une tension stabilisée de :

$$(39 : 9,3) \times 2,5 + 1 = 11,48 \text{ Volt}$$

En court-circuitant l'ajustable R12, on obtiendra en sortie une tension stabilisée de :

$$(39 : 8,2) \times 2,5 + 1 = 12,89 \text{ Volt}$$

Comme nous vous l'avons démontré, en réduisant la valeur des résistances R11 - R12 on pourra augmenter la tension de sortie. On peut obtenir le même résultat en augmentant la valeur de la résistance R10.

En admettant que l'on utilise pour R10 une valeur de 47 Kiloohm et pour R12 un ajustable de 2,2 Kiloohm vous pourrez réaliser une alimentation qui pourra vous fournir en sortie une valeur maximale de

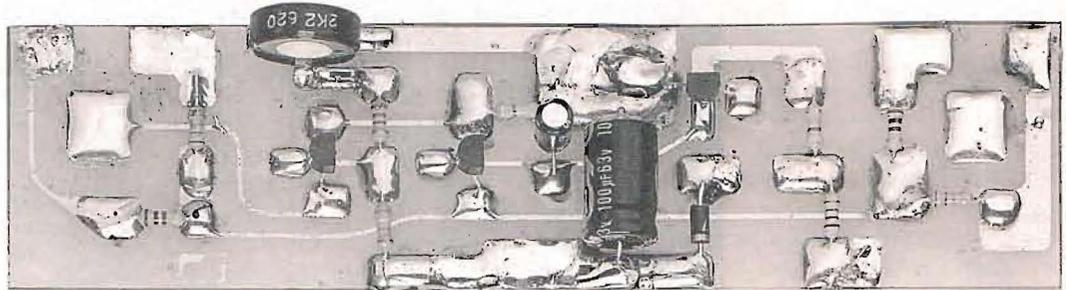
$$(47 : 8,2) \times 2,5 + 1 = 15,32 \text{ Volt}$$

et une valeur minimale de :

$$(47 : 10,4) \times 2,5 = 12,29 \text{ Volt.}$$

Fig 4 : Tous les composants du circuit imprimé LX.1147 doivent être soudés sur le côté cuivre du circuit imprimé, comme cela est clairement visible sur cette photo et sur le dessin de fig. 6.

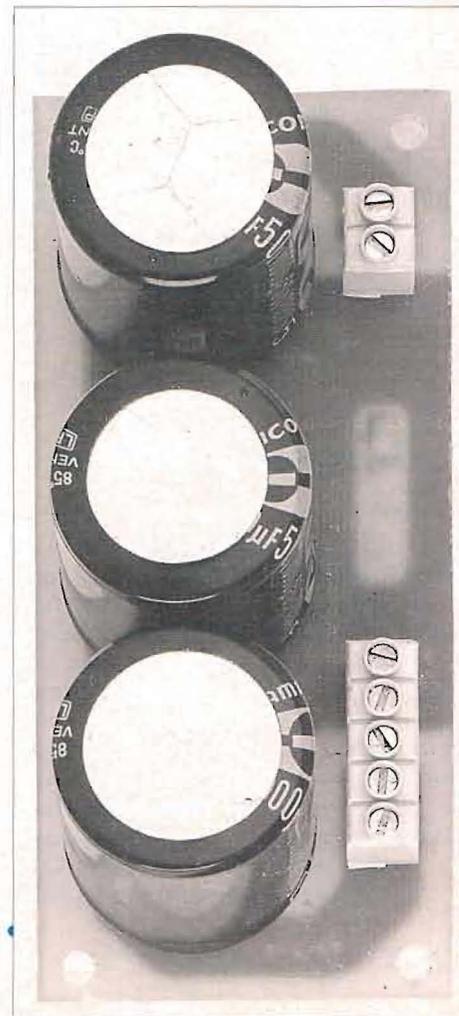
Fig 5 : Sur l'imprimé LX.1147/B, les trois condensateurs électrolytiques et les barrettes de raccordement seront montés normalement du côté opposé au cuivre (7).



□ Après avoir contrôlé avec un testeur que les collecteurs sont parfaitement isolés du radiateur, vous pourrez fixer avec des vis les deux résistances bobinées R1 et R2 et le pont redresseur RS1. Vous placerez ensuite sur le radiateur le circuit imprimé LX.1147 et sur la pastille en cuivre du circuit vous soudez la patte centrale des deux IGBT. Avant de souder les deux autres broches, Gate et émetteur, vous devrez les raccourcir autant qu'il est nécessaire pour qu'elles arrivent sur la pastille de cuivre du circuit. Avec un morceau de fil (le diamètre de ce fil ne devra pas être inférieur à 3 mm) vous soudez sur la pastille à laquelle sont reliés les émetteurs des deux IGBT, les deux extrémités des résistances bobinées R1 - R2.

□ Avec un deuxième morceau de fil, vous devrez relier la pastille du collecteur de IGBT1 à la pastille où est reliée la résistance R10 et celle du collecteur de IGBT2 à la pastille à laquelle est reliée la diode DS1. A ce stade vous pourrez fixer le circuit imprimé LX.1147 sur le fond de la boîte métallique en utilisant les quatre entretoises.

□ En utilisant toujours du fil souple de 3 mm de diamètre vous effectuerez toutes les liaisons que l'on peut voir en fig. 6. Sur la cosse positive



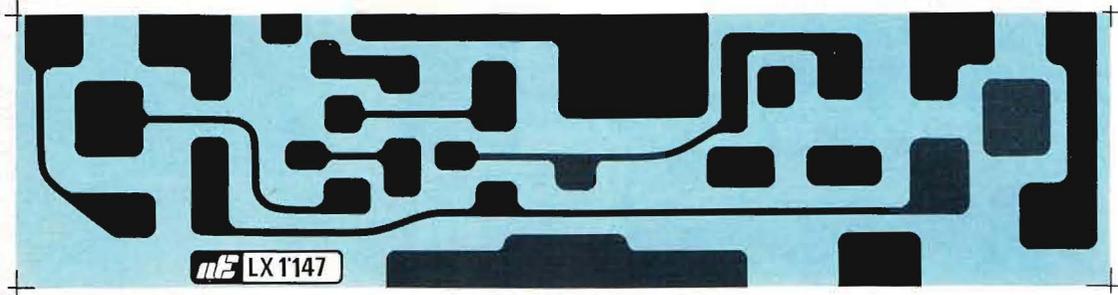


Fig 7 : Dessin grand nature des deux circuits imprimés vus du côté cuivre. Le circuit LX.1147 est dépourvu de trous car tous les composants sont soudés sur le côté cuivre.

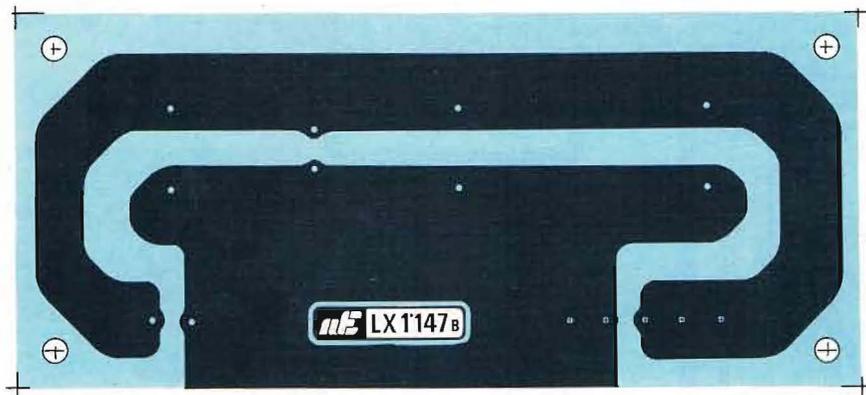


Fig 8 : Une fois les deux IGBT fixés sur le radiateur de refroidissement vous appliquerez près de la boîte le circuit LX.1147, puis vous soudez les trois broches G-C-E (voir fig 6). Au centre du radiateur fixer le pont redresseur et sur les deux résistances bobinées R1 - R2.

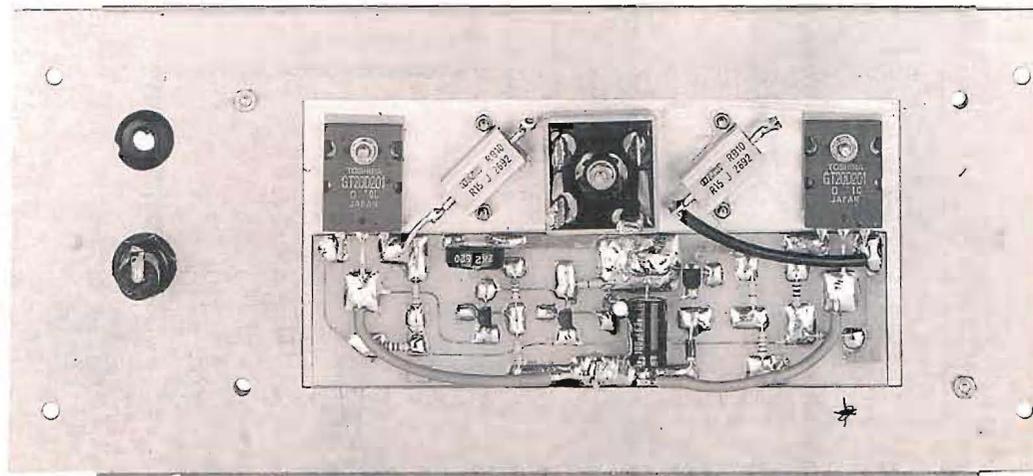
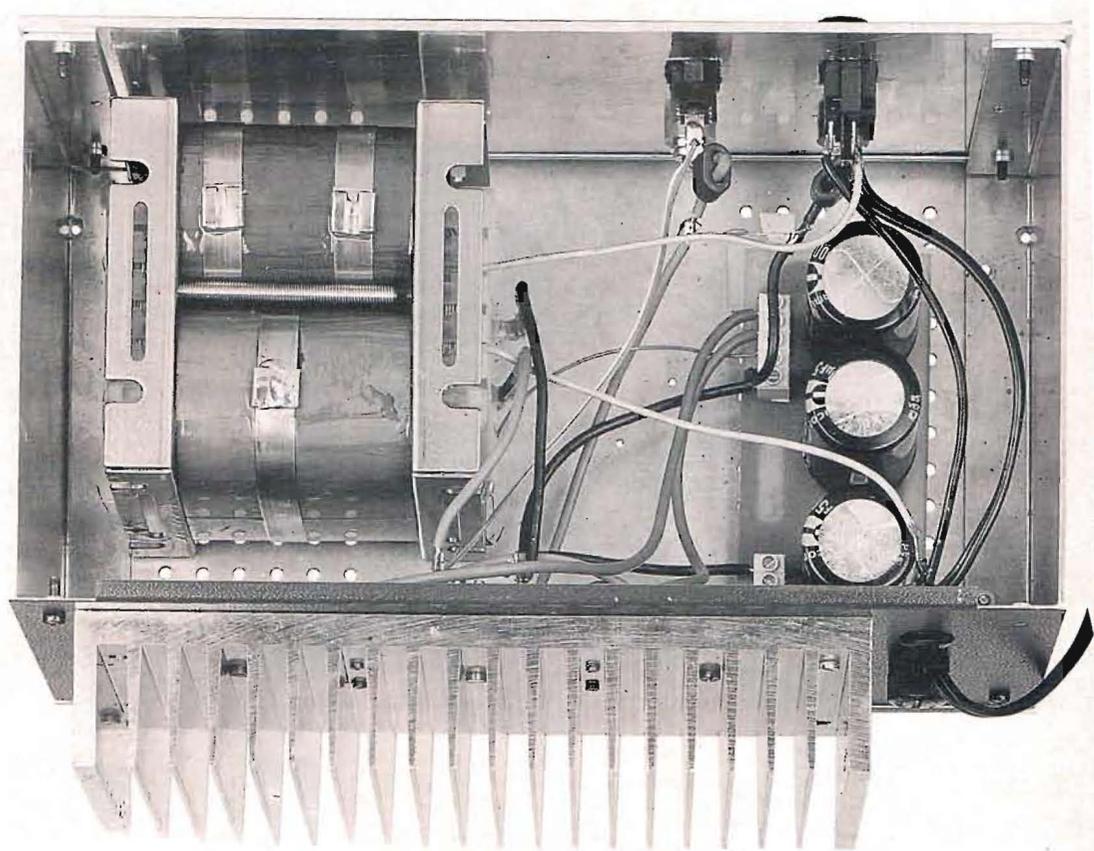


Fig 9 : Le gros radiateur de refroidissement est fixé sur le coté arrière de la boîte pour pouvoir dissiper plus rapidement la chaleur générée par les deux IGBT. Ne vous inquiétez pas si en absorbant 15-20 Ampère des températures d'environ 50-55 degrés sont atteintes.



du pont redresseur RS1 vous relierez un fil de couleur rouge et sur la cosse négative un fil de couleur noire. Les deux fils devront être reliés sur la barrette de raccordement à deux plots en essayant de ne pas inverser la polarité ! A la première borne en haut de la barrette de raccordement à 5 pôles vous relierez le négatif du condensateur électrolytique C6, à la deuxième borne vous relierez la bobine JAF2 de laquelle on continuera vers la sortie négative.

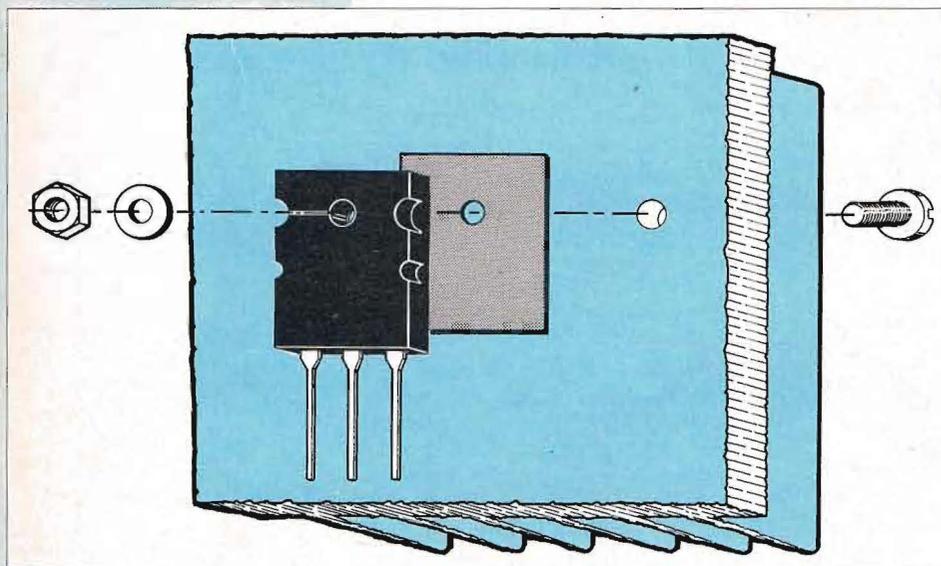
□ En utilisant du fil souple même très fin, vous relierez la troisième borne à la piste en cuivre où est relié la résistance R3, alors que les deux dernières bornes seront raccordées aux résistances bobinées R1 - R2, en utilisant deux morceaux de fil de cuivre de 3 mm de diamètre. De la pastille à laquelle est reliée la cosse positive du condensateur électrolytique C6 partira un fil, toujours de 3 mm que vous relierez à la bobine JAF1 de laquelle on poursuivra vers la sortie positive. Les deux bobines JAF1 - JAF2 ont deux noyaux en ferrite dans les trous desquels vous insérerez un morceau de gros fil replié en U. Avant de fixer sur le panneau les fiches de sortie et les deux interrupteurs S1 et S2, il conviendra de fixer à l'intérieur de la boîte le gros transformateur d'alimentation, en utilisant des boulons d'un diamètre suffisant.

EURO-COMPOSANTS
 4, Route Nationale - BP 13 - 08110 BLAGNY
 Tél : 24.27.93.42 Fax : 24.27.93.50
 Magasin ouvert du lundi au vendredi de 9h à 12h et de 14h à 18h.
 Le samedi de 9h à 12h.



CATALOGUE 1994/95
 6000 références
 1300 photos ou schémas !
 Nouveautés : Livres, kits ELV, composants japonais, haut-parleurs, jeux de lumière, alarmes, etc.

Je désire recevoir le catalogue général Euro-composants 1994/95 au prix de 35 F (50 F pour les DOM-TOM et l'étranger).
 Ci-joint mon règlement en chèque ou timbres.
 NOM : Prénom :
 Adresse :
 Code postal : Ville :



Les deux secondaires de 17,5 Volt déjà reliés en parallèle, pour doubler le courant de sortie, devront être reliés avec deux fils en cuivre dont le diamètre ne sera pas inférieur à 3 mm, aux deux cosses alternatives du pont redresseur RS1.

Les deux fils du primaire seront reliés à l'interrupteur S1 et au fusible F1 comme on peut le voir en fig. 12. Puisqu'il y a encore des personnes qui, en réalisant des alimentations (et aussi d'autres montages) fixent les bornes de sortie directement sur le panneau d'aluminium et qui se plaignent ensuite que le circuit a été mal conçu parce que les transistors sautent au bout de quelques secondes, nous reproduisons en fig. 11 un dessin, de façon à détailler la fixation des bornes sur le panneau. Il faut en effet enlever la rondelle postérieure en

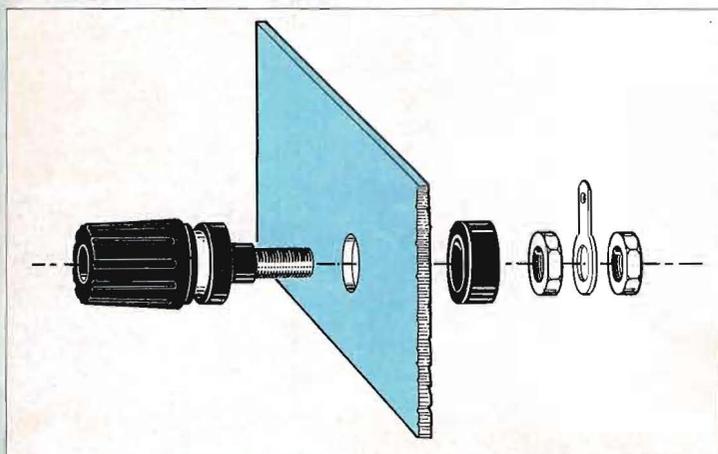


Fig 10 : Lorsque vous fixerez les deux IGBT sur le radiateur de refroidissement, n'oubliez pas d'appliquer dessous un mica isolant, car la partie métallique du boîtier est directement reliée au collecteur. Si vous fixez les deux IGBT sans mica vous provoquerez un court-circuit qui pourra endommager le pont redresseur RS1 et le transformateur d'alimentation.

Fig 11 : Pour fixer les structures de sortie sur le panneau frontal, vous devrez enlever la rondelle en plastique de leur corps, l'enfiler sur la partie postérieure et enfin la bloquer avec son écrou. Seulement de cette façon vous isolerez la structure du panneau.

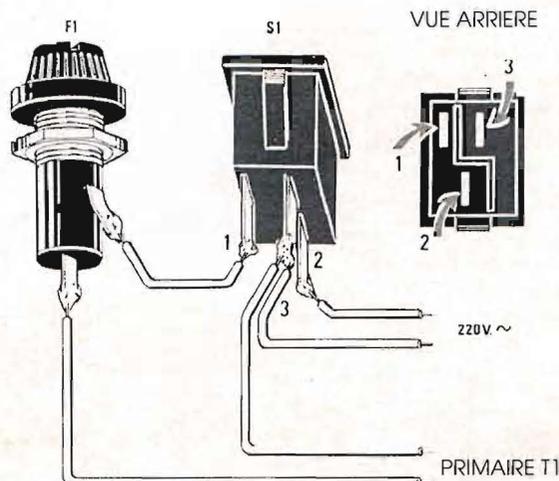


Fig 12 : Puisque à l'intérieur de l'interrupteur S1 d'allumage se trouve un petit voyant au néon, vous relierez les deux fils de 220 Volt aux broches 2-3. La broche 1 devra être reliée au fusible et les deux fils du primaire du transformateur à la broche 3 et au fusible F1.

plastique, enfiler la borne sur le devant du panneau, puis sur l'arrière, enfiler la rondelle en plastique et enfin mettre l'écrou.

Une fois le montage fini, vous aurez juste à régler l'ajustable R12 de façon à obtenir en sortie 12,6 volts avec une charge qui absorbe environ 10-14 Ampère.

COÛT DE LA REALISATION

KIT (sans le transformateur T350.01) LX 1147	734,54F
Transformateur T350.01	674,88F
Meuble MO.1147	247,00F
Circuit imprimé (seul) LX1147	36,69F
Circuit imprimé (seul) LX1147/B	24,70F

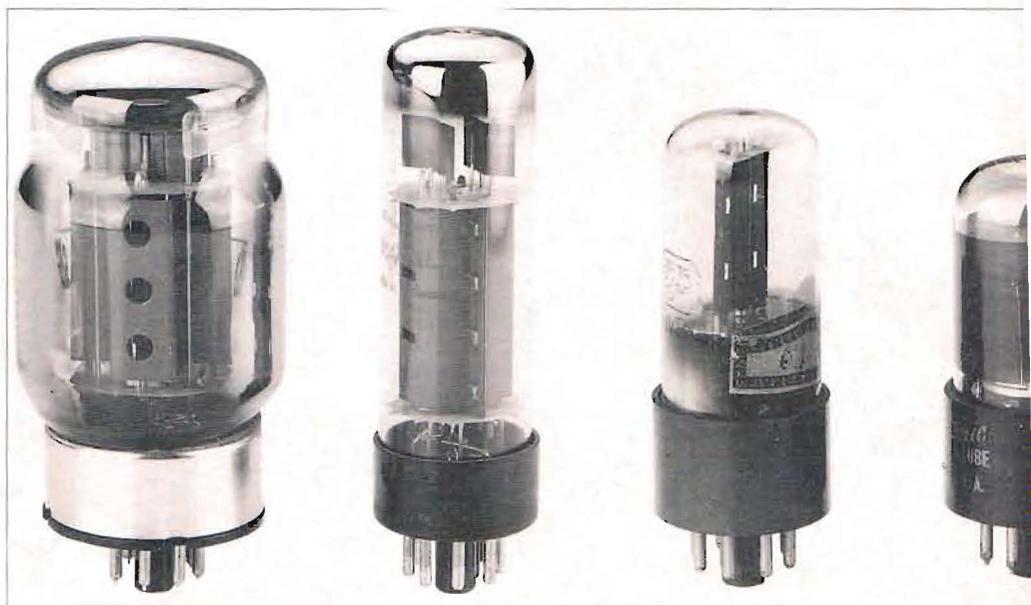
Les frais de transport ne sont pas inclus dans le prix indiqué. Pour plus de renseignement ou pour vous faire parvenir notre documentation, veuillez contacter notre service "lecteurs" :

Tél. 55 26 73 24 - Fax. 55 20 96 05

Courrier : Nouvelle Electronique, 17 quai de Chamnard - 19000 TULLE

INITIATION AU DES TUBES EL

Quotidiennement on parle ou on entend parler de transistors, de FET, d'amplis opérationnels, et autres circuits intégrés, mais bien souvent, les plus jeunes d'entre nous ignorent tout ou presque des tubes électroniques plus communément appelés "lampes radio". Cet article, sans avoir la prétention d'être un cours complet, explique les grands principes de fonctionnement des tubes électroniques.



Le tube électronique, rapidement abandonné dès l'apparition sur le marché des premiers transistors, tend à revenir sur la scène de l'électronique. Bien souvent, on se trouve en difficulté devant un montage ou un schéma utilisant des triodes ou des pentodes dont on ne connaît pas assez le fonctionnement.

□ Tout expliquer des tubes électroniques en peu de lignes est assez difficile. Pour ce faire, nous partons de l'année 1884.

Cette année là, **Thomas EDISON**, un inventeur autodidacte réalisa la première lampe d'éclairage à incandescence. Il nota alors que le verre de l'ampoule noircissait sur sa face interne. Il a cherché à éliminer ce noircissement en insérant à l'intérieur de l'ampoule, une petite plaque métallique, et il s'est aperçu qu'en connectant extérieurement une pile, le pôle négatif au filament, et le pôle positif à cette plaque, un courant passait à travers le vide de l'ampoule. Pour la première fois, un courant électrique traversait un espace vide, et cette découverte prit

le nom d'Effet thermoélectronique d'EDISON. Elle fût appelé thermoélectronique car en éteignant la lampe, le courant ne circulait plus.

Puis lorsque l'inventeur inversa les polarités de la pile, dont le pôle négatif était connecté au filament, et le pôle positif à la plaque métallique, il s'aperçut que le courant ne passait plus à travers le vide de l'ampoule. Dès lors l'appellation de cette lampe devint Valve électronique parce que le courant va dans le sens filament - plaque métallique et non inversement.

□ En 1904, le scientifique **A. FLEMING**, stimulé par la découverte d'EDISON, réussit finalement à donner une explication à ce phénomène. Quand le filament de la lampe est porté à incandescence, il génère un rayonnement d'électrons négatifs, créant ainsi un nuage gravitant autour de ce filament. La quantité d'électrons augmente à mesure que la température du filament croît. Lorsqu'une

FONCTIONNEMENT ELECTRONIQUES (LAMPES)



tension positive est appliquée à la plaque métallique, par rapport au filament connecté au négatif, les électrons mis en orbite sont attirés par cette plaque. Pour mieux comprendre l'effet thermoélectronique, on utilisera nous effectuerons une analogie hydraulique.

Dans un récipient de verre, on versera un peu d'eau. A la sortie de ce récipient on raccordera l'extrémité d'un serpentin cheminant dans un autre récipient rempli d'eau froide, l'autre extrémité étant à la base du récipient de verre.

(Voir Fig. 4)

On aura réalisé ainsi une sorte d'alambic en circuit fermé.

□ A mesure que l'on chauffera l'eau contenue dans le récipient de verre, celle-ci se transformera en vapeur. A travers le serpentin plongé dans l'eau froide, la vapeur redeviendra de l'eau et retournera dans le récipient de verre. On aura mis en évidence une circulation

permanente de l'eau, tant qu'elle sera chauffée. Dès que la source de chaleur est ôtée, la circulation de la vapeur d'eau cesse.

LA DIODE

Cette lampe, munie de seulement deux électrodes (le filament et la plaque métallique) fût appelée par le physicien FLEMMING, la diode thermoélectronique.

Il a cherché tout de suite à l'utiliser pour détecter les signaux radio, mais sans grand succès car ce "composant" s'est avéré trop peu sensible, très encombrant et surtout très coûteux par rapport à la galène utilisée jusqu'alors.

LA TRIODE

La diode thermo-ionique est devenue subitement intéressante quand, en 1907, le physicien américain Lee de Forest plaça entre le filament et la plaque une troisième électrode appelée grille. Cette grille réussit à augmenter le flux d'électrons lorsqu'elle est polarisée positivement, et à réduire ce même flux lorsqu'elle est polarisée négativement.

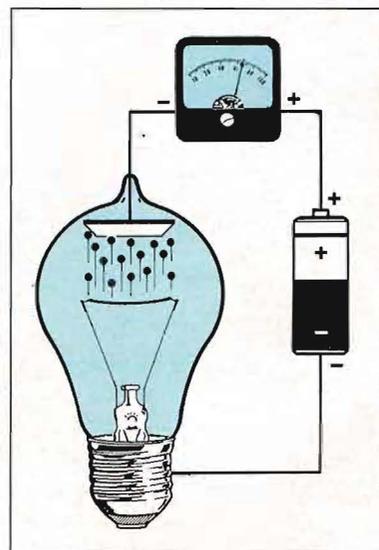
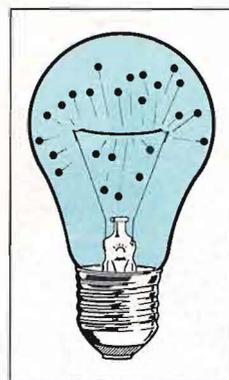
En pratique, Lee de Forest a démontré qu'il est possible d'augmenter ou réduire le courant dans le circuit plaque en modifiant la tension de polarisation de la grille.

- Si aucune différence de potentiel n'est appliquée à la grille, les électrons émis par le filament sont attirés par la plaque de polarité positive, en passant à travers la grille.
- Si une tension plus ou moins négative est appliquée à la grille, les électrons émis par le filament se verront repoussés car de polarités identiques. Dans ce cas, un courant de valeur inférieure sera détecté dans le circuit plaque. Chaque petite variation de tension sur la grille va entraîner une grande variation du courant dans le circuit plaque. On aura compris que cette lampe à trois électrodes arrive à amplifier un quelconque signal appliqué sur la grille.

LA TRIODE en Amplification

Pour comprendre comment une triode peut amplifier une tension, nous citerons l'exemple suivant:

- On branche, sur la grille d'une triode, le curseur d'un potentiomètre alimenté par une tension négative de 2 Volt, et on positionne ce curseur à mi course de façon à appliquer sur la grille de la triode une tension de 1 Volt. On obtient alors un courant de 3 mA dans le circuit plaque (Voir Fig. 8).



On peut observer une variation du courant plaque selon le sens dans lequel on tourne le potentiomètre.

- Lorsqu'on positionne le curseur du potentiomètre vers le maximum de la tension négative, de façon à appliquer - 2 Volt à la grille, donc un potentiel plus négatif que dans la situation précédente, cette grille repousse les électrons émis par le filament, et on relève un courant de 2,5 mA dans le circuit plaque (Voir Fig. 9).

En tournant le curseur du potentiomètre dans le sens inverse, de façon à éliminer toute tension négative sur la grille, les électrons émis par le filament seront attirés par la plaque polarisée

Fig 1 : En 1884, Thomas EDISON remarqua que la face interne de l'ampoule de sa lampe d'éclairage noircissait, diminuant rapidement la luminosité.

Fig 2 : Pour résoudre ce problème, il a pensé à placer dans l'ampoule une plaque métallique, destinée à l'origine à recueillir les particules qui noircissaient l'intérieur de l'ampoule, et, de là, il a découvert qu'un courant électrique pouvait passer à travers le vide de l'ampoule.

Fig 3 : Photo de tubes électroniques utilisés dans les années 1927-1930.



En résumé : un signal sinusoïdal de 2 Volt crête à crête appliqué sur la grille entraîne une variation de courant de 1 mA dans le circuit plaque, puisque $3,5 - 2,5 = 1$ mA.

□ Ceux qui sont habitués à relever des variations de courant sur le collecteur d'un transistor trouveront cette valeur de 1 mA dérisoire, aussi nous devons tout de suite préciser la différence entre un transistor et un tube électronique :

Un transistor amplifie les variations de courant, c'est à dire qu'une petite variation de courant appliquée sur la base entraîne une grande variation de courant dans le collecteur.

Un tube électronique amplifie les variations en tension, c'est à dire qu'une petite variation de tension appliquée sur la grille entraîne une variation de tension sur la plaque.

Si on observe le schéma électrique de la **Fig: 12**, qui représente une triode montée en amplificatrice, on notera que

la plaque est alimentée en + 250 Volt à travers une résistance de 47 000 Ohm.

positivement, et on relève cette fois un courant de 3,5 mA dans le circuit plaque.

Le graphique de la **Fig: 11** montre comment une variation de tension sur la grille génère une variation de courant dans le circuit plaque et ceci peut être commenté de façon suivante :

Nous avons admis qu'avec une tension négative de 1 Volt appliquée sur la grille, on obtient un courant de 3 mA dans le circuit plaque.

Sur une grille polarisée avec une tension négative de 1 Volt, donc tension de référence, on applique un signal sinusoïdal de 2 Volt crête à crête (**Voir Fig: 12**) on peut vérifier que :

La résistance de 47 000 Ohm traversée par ce courant de 3 mA provoque, selon la loi d'Ohm, une chute de tension de :

$$U = R \times I \text{ soit} \\ 3 \times 47\,000 = 141 \text{ Volt.}$$

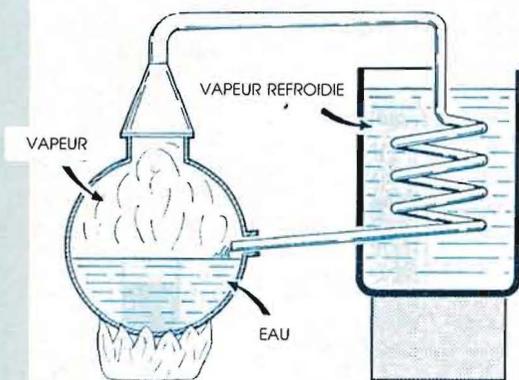
□ en présence de la demi-onde d'amplitude de -1 Volt, laquelle s'additionnera à la tension de polarisation, on retrouve la tension de : $1 + 1 = 2$ Volts négatifs sur la grille. En se référant à l'exemple précédent le courant plaque est descendu à 2,5 mA.

Par conséquent on ne retrouvera plus sur la plaque que :

$$250 - 141 = 109 \text{ Volt}$$

□ en présence de la demi-onde d'amplitude de + 1 Volt, laquelle se soustraira de la tension de polarisation, on retrouve la tension de : $1 - 1 = 0$ Volt sur la grille. Le courant plaque est remonté à 3,5 mA.

□ Lorsqu'on applique un signal sinusoïdal d'amplitude de 2 Volt crête à crête sur la grille, le courant plaque varie de 2,5 mA à 3,5 mA. On peut donc immédiatement calculer les variations de tension appliquées à la plaque.



Ce qui nous donne :

- lorsque le courant est de 2,5 mA, soit 0,0025 A, la tension est de $U = R \times I$ soit $47\ 000 \times 0,0025 = 117,5$ Volt
- lorsque le courant est de 3,5 mA, soit 0,0035 A, la tension est de $U = R \times I$ soit $47\ 000 \times 0,0035 = 164,5$ Volt

La variation de tension à la plaque sera donc de $164,5 - 117,5 = 47$ Volt, pour une variation de 2 Volt sur la grille.

En pratique, nous avons une amplification de la tension appliquée sur la grille de

$$47 : 2 = 23,5 \text{ fois.}$$

□ avons bien entendu développé ces exemples avec des valeurs fictives, et nous devons préciser que, comme pour les transistors, les diverses triodes ont des caractéristiques qui sont propres à leur types respectifs. Il existe en effet des triodes avec des gains divers, et des spécificités selon leurs fonctions allant de l'amplification BF à l'amplification UHF, en passant par l'amplification de puissance.

Si on change la valeur ohmique de la résistance insérée dans le circuit plaque, on fait varier le gain de l'étage d'amplification.

LA CATHODE

□ A l'origine, tous les tubes électroniques étaient alimentés avec des piles car il n'y avait pas le secteur 220 Volt distribué dans les habitations comme aujourd'hui. Il fallait donc

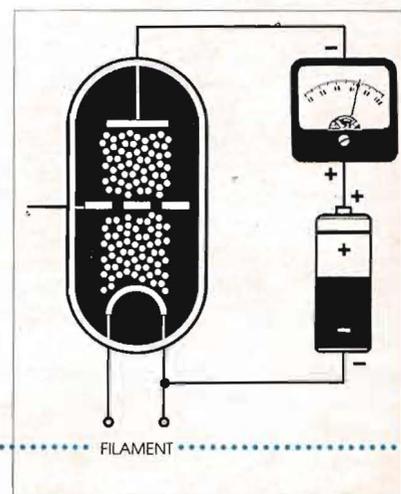
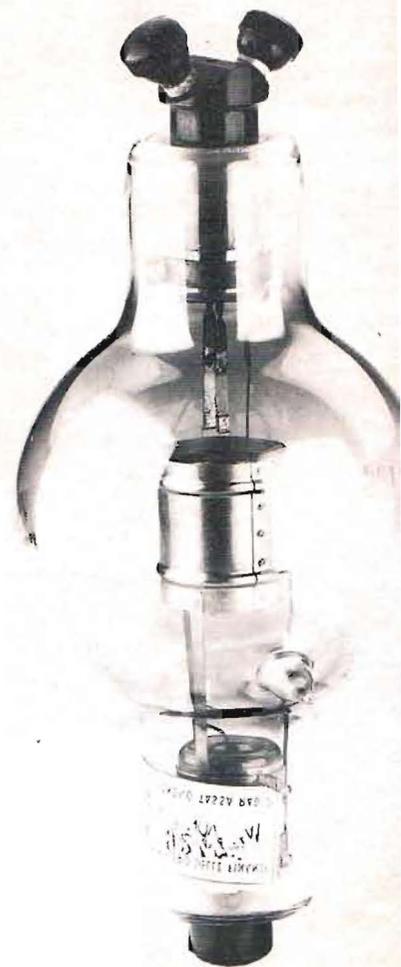


Fig 4 : Pour comprendre le fonctionnement d'une lampe thermo-ionique, on pourra prendre comme exemple un alambic rempli d'eau.

Fig 5 : Photo d'un ancien tube redresseur pour haute tension composé d'un filament alimenté en continu, et d'une plaque.

Fig 6 : Dans un tube triode, on a inséré une grille entre le filament et la plaque. Lorsqu'aucune tension n'est appliquée à cette grille, tous les électrons émis par le filament rejoignent sans obstacle la plaque. Evidemment, le mouvement de ces électrons entre le filament et la plaque ne se fait que si on branche une pile avec le pôle positif vers la plaque et le pôle négatif vers le filament.

Fig 7 : En appliquant une tension négative sur la grille de contrôle, les électrons émis par le filament sont freinés dans leur progression vers la plaque. On notera au passage que la variation de la tension appliquée sur la grille entraîne une variation de courant dans le circuit plaque.

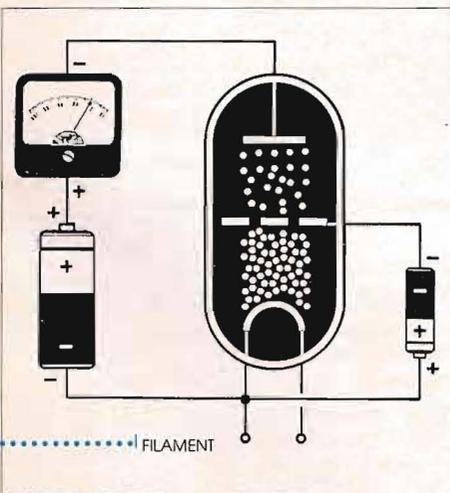


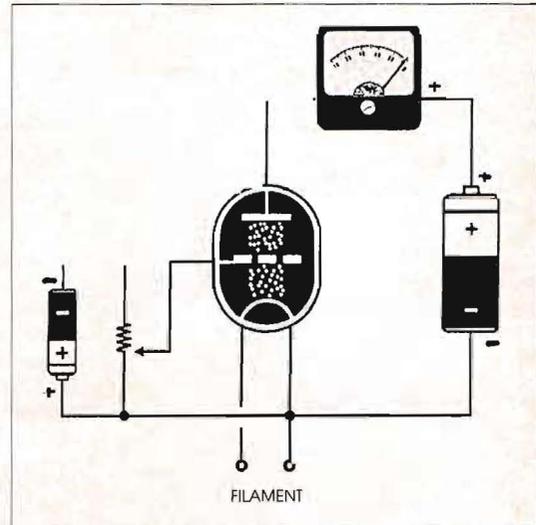
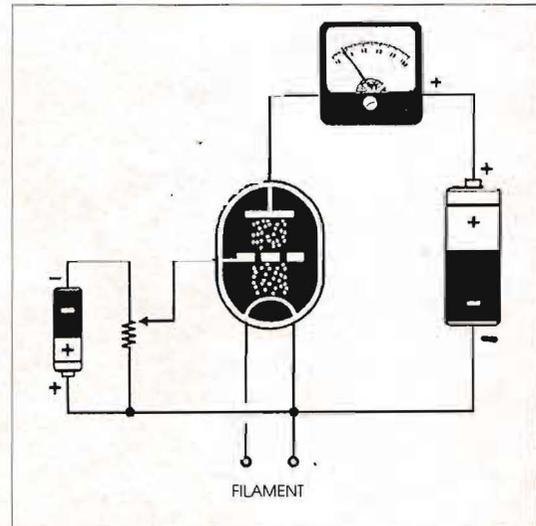
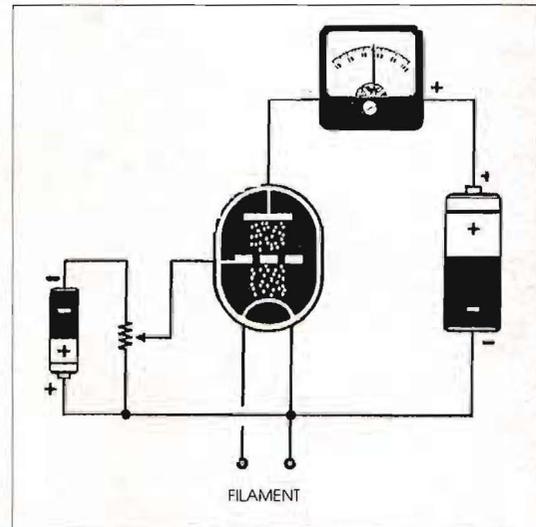
Fig 8 : Pour comprendre le fonctionnement d'un tube triode amplificateur, on connecte sur la grille le curseur d'un potentiomètre dont les extrémités sont connectées aux bornes d'une pile de 2 Volts. En amenant le curseur à mi-course, on obtient un courant dans le circuit plaque de 3 mA.

Fig 9 : En tournant le curseur du potentiomètre complètement vers le pôle négatif de la pile, on constate que le courant dans le circuit plaque est de valeur inférieure à l'exemple précédent, puisque le potentiel de la grille est plus négatif que celui du filament, et les électrons issus du filament seront freinés dans leur déplacement vers la plaque.

Fig 10 : En tournant le curseur du potentiomètre complètement vers le pôle positif de la pile, on constate que le courant dans le circuit plaque est de valeur supérieure aux exemples précédents, puisque le potentiel de la grille est plus positif que celui du filament, et les électrons issus du filament seront accélérés dans leur déplacement vers la plaque.

une pile pour alimenter le filament, une autre pour polariser la grille, et enfin une multitude montées en série pour obtenir la tension de 200 à 250 Volt nécessaire à l'alimentation de la plaque. Plus tard, quand le courant a mieux été distribué, pour alimenter les lampes d'éclairage, on a pensé à redresser ce courant et le transformer en continu, en utilisant un tube à deux électrodes, donc une diode, avec un filament et une plaque (**Voir Fig: 14**).

□ Si on réussissait à obtenir cette tension plaque de 200 à 250 Volt, on ne continuait pas moins d'utiliser des piles pour alimenter le filament et la grille. En effet, on ne savait pas alors redresser et filtrer le courant comme aujourd'hui et les tentatives de prélèvement de tension à partir du 200 Volt redressé, génèrent un ronflement d'amplitude nettement supérieur à celle du signal à amplifier. Puisque le filament rayonnait des ronflements dus au courant alternatif, on a pensé "blinder" celui-ci.



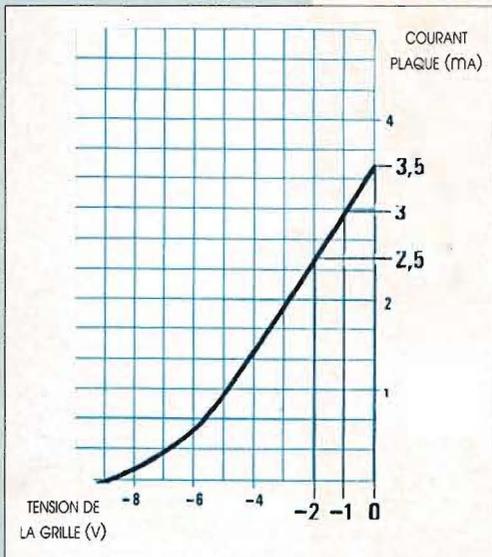


Fig 11 : Dans ce graphique, nous avons pris comme exemple les données des Fig: 8-9-10, pour démontrer comment, en faisant varier la tension de polarisation sur la grilles, le courant du circuit plaque se modifie proportionnellement. Pour 1 Volt négatif appliqué sur la grille, le courant plaque sera de 3 mA. Pour 2 Volt négatifs appliqués sur la grille, le courant plaque sera de 2,5 mA. Pour 0 Volt appliqué sur la grille, le courant plaque sera de 3,5 mA.

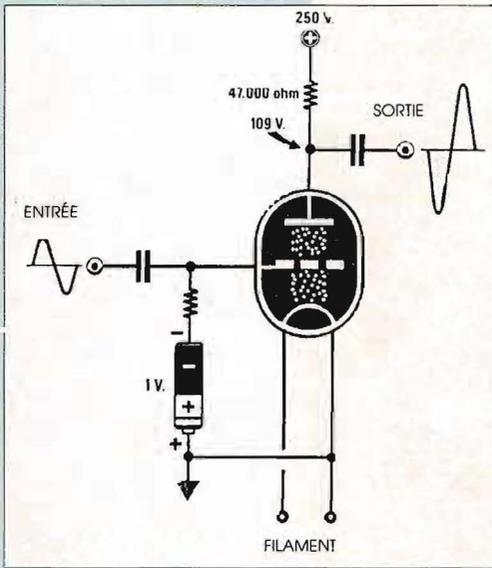


Fig 12 : Si, sur une grille polarisée avec une tension de 1 Volt, on applique un signal sinusoïdal de 2 Volt crête à crête, la demi-onde "négative" fera chuter le courant plaque, alors que la demi-onde "positive" le fera augmenter (Se reporter à la Fig: 13).

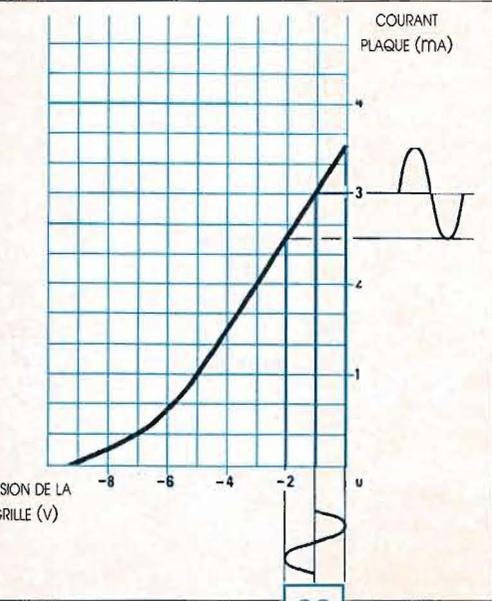


Fig 13 : Sur ce graphique, on pourra observer comment varie le courant plaque d'un tube, en fonction de la valeur de la tension de polarisation appliquée à la grille. On pourra vérifier que pour 1 Volt négatif appliqué sur la grille, le courant plaque est de 3 mA, pour 2 Volt négatifs appliqués sur la grille, le courant plaque est de 2,5 mA, et pour 0 Volt appliqué sur la grille, le courant plaque est de 3,5 mA.

Pour cela, on a rajouté une autre électrode qu'on a nommé cathode. Dans la pratique, il s'agit d'un petit tube en nickel recouvert par une couche d'oxyde de baryum, à travers lequel on fait passer le filament. Ce dernier est isolé électriquement de la cathode, et lorsqu'il sera porté à incandescence, la cathode le sera aussi. Ce sera ce petit tube, et non plus le filament, qui émettra des électrons. Pour faire un parallèle un peu simpliste, on peut considérer la cathode comme la panne de notre fer à souder, bien qu'elle ne soit pas portée au rouge.

LA TENSION NEGATIVE de polarisation grille

□ Le problème du filament étant résolu, il reste celui de l'alimentation de la grille afin d'éliminer la pile jusqu'alors utilisée pour assurer la tension négative requise.

Ce problème fut résolu en utilisant un artifice, à savoir en insérant entre la grille et la masse une résistance de valeur appropriée dans le but de créer une chute de tension proportionnelle à la valeur du courant plaque requis par le tube électronique en condition de repos (Communément appelé : courant de repos).

En reprenant l'exemple précédent du tube qui requiert une tension grille (V_g) de -1 Volt, pour un courant plaque (I_p) de 3 mA, on pourra calculer la valeur ohmique de la résistance à insérer entre la cathode et la masse, en appliquant la formule suivante:

$$R = V_g : I_p$$

ce qui nous donne, avec les valeurs de notre exemple:

$$1 : 0,003 = 333 \text{ Ohm ;}$$

Valeur que l'on arrondira à 330 Ohm.

□ Pour éviter que toutes variations présentes lorsque le tube électronique amplifie un signal, entraînent des variations de tension aux bornes de la résistance, on connecte un condensateur électrochimique en parallèle sur la résistance. Ce condensateur a pour rôle de maintenir la valeur de la tension appliquée à la grille la plus stable possible.

Si l'on mesure, avec un voltmètre électronique, la différence de potentiel aux bornes de la résistance connectée entre la cathode et la masse, on trouvera une valeur de 1 Volt positif, alors qu'entre la grille et la masse on relèvera 0 Volt. Par contre, entre la grille et la cathode on relèvera une valeur de 1 Volt négatif (Voir Fig: 20). Il faut donc garder à l'esprit que les valeurs des tensions de travail d'un tube électronique sont relevées en prenant la cathode pour

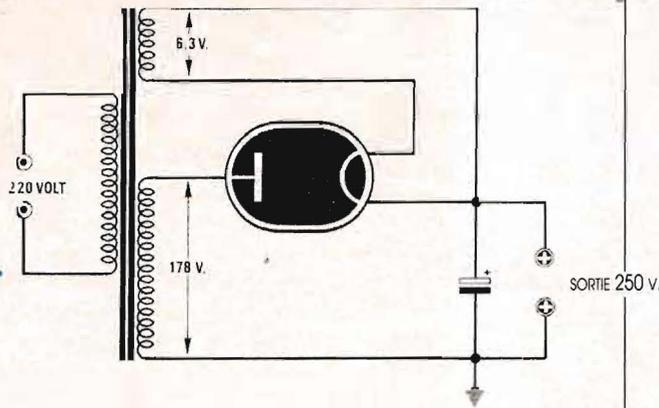


Fig 14: Le tube à deux électrodes, c'est à dire un filament et une plaque, est utilisé pour le redressement d'une tension alternative (170-250 Volt), qui servira à alimenter le circuit plaque d'un tube amplificateur.

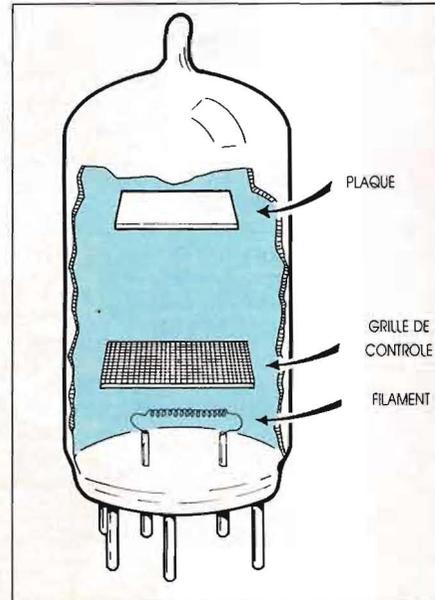
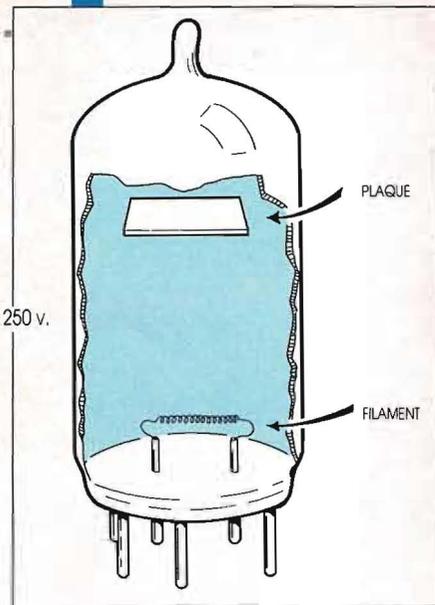


Fig 16: La diode est un tube constitué d'un filament et d'une plaque. Il est utilisé comme redresseur de tension alternative.

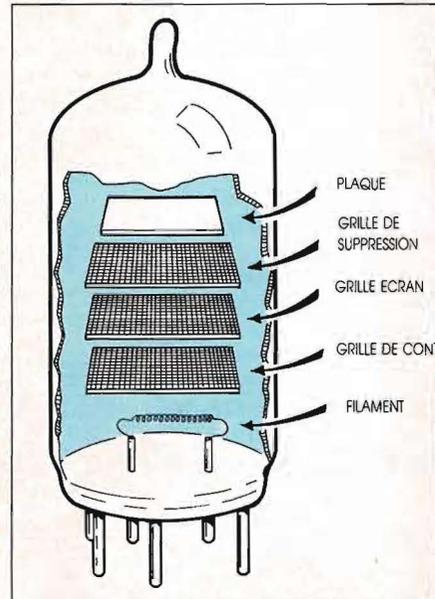


Fig 17: La triode est composée d'un filament, d'une grille et d'une plaque. Elle est utilisée comme préamplificateur de signaux BF ou HF.

Fig 18: La pentode comporte, par rapport à la triode, deux grilles de plus : la grille écran et la grille "supresseur".

référence au lieu de la masse.

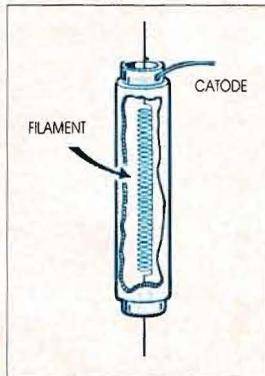
Par conséquent, la tension de 109 Volt relevée entre la plaque et la masse n'est pas la tension de travail du tube. Il y a lieu, en effet, de soustraire la tension de polarisation grille (-1 Volt), ce qui nous donne 108 Volt.

LA DOUBLE TRIODE

□ A l'intérieur d'une seule ampoule de verre, il est possible d'insérer deux triodes séparées, de caractéristiques identiques, composées chacune d'une plaque, d'une grille, d'une cathode, et d'un seul filament commun aux deux cathodes (Voir Fig: 26). Ces deux ensembles pourront être polarisés différemment l'une de l'autre.

Comme pour les transistors, chaque tube électronique possède ses propres caractéristiques. Si l'on se reporte au tableau ci dessous, on pourra comparer les caractéristiques d'un tube référencé ECC 82, (12AU7 selon la codification américaine), à celles d'un autre tube référencé ECC 83, (12AX7 selon la codification américaine), et constater leurs spécificités.

Fig 15: En alimentant un filament directement avec une tension alternative, on constate un fort ronflement de 50 Hertz, et pour éliminer ce dernier, le filament a été emprisonné à l'intérieur d'une électrode qui a pris le nom de cathode.



...TABLEAU DES TUBES ECC82 & 83...

CARACTERISTIQUES	ECC82/12AU7	ECC83/12AX7
Tension anodique maximum	250 Volt	250 Volt
Tension grille négative	- 8,5 Volt	- 2,5 Volt
Courant de repos plaque	1,6 mA	0,48 mA
Courant plaque maximum	20 mA	8 mA
Facteur de gain	17	100
Résistance interne	7 700 Ohm	62 500
Pente S	2,2 mA/V	1,6 mA/V
Puissance de sortie plaque	2,75 Watt	1,0 Watt



□ L'ECC 82, qui n'amplifie que 17 fois, fournit un signal de sortie de 2,75 Watt. Il est surtout indiqué pour amplifier un signal d'une certaine amplitude ou pour piloter des tubes pentodes finaux de puissance.

□ L'ECC 83, par contre amplifie 100 fois, et ne fournit qu'un signal de sortie de 1 Watt. Il est plutôt indiqué pour préamplifier des signaux faibles. Il peut aussi être utilisé pour piloter des pentodes finales, pour peu que ces dernières ne demandent pas une valeur grille supérieure à 1 Watt.

donc un gain de :

$$0,0022 \times 7\,700 = 16,94 \text{ fois (arrondi à 17)}$$

Le tube ECC 83, qui a une résistance interne de 62 500 Ohm, et une pente de 1,6 mA/V aura donc un gain de :

$$0,0016 \times 62\,500 = 100 \text{ fois.}$$

Ce sont donc ces données que nous avons introduites dans notre tableau de caractéristiques pour les ECC 82 et ECC 83.

PENTE ou transconductance

□ Normalement les caractéristiques techniques d'un tube électronique ne font pas état de son gain, car cette donnée est plus facilement calculable si on en connaît la pente ou TRANSCONDUCTANCE symbolisée par S, exprimée en mA/V (milliampère par Volt). La formule permettant de calculer le gain est :

$$\text{Gain} = S \times R_i$$

(où R_i est la résistance interne du tube.)...

Le tube ECC 82, qui a une résistance interne de 7 700 Ohm, et une pente de 2,2 mA/V aura

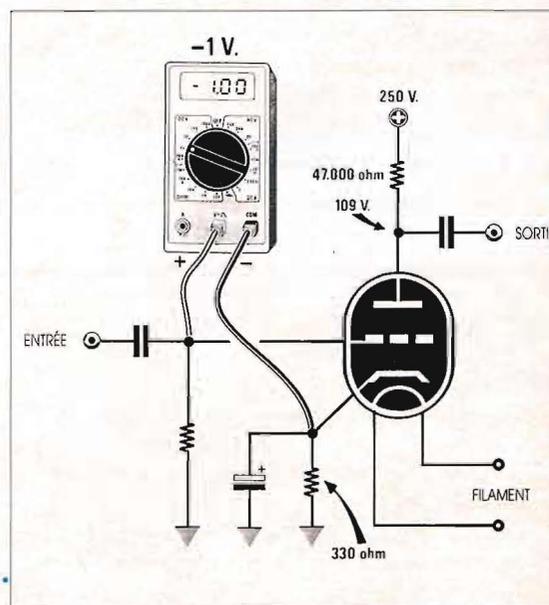
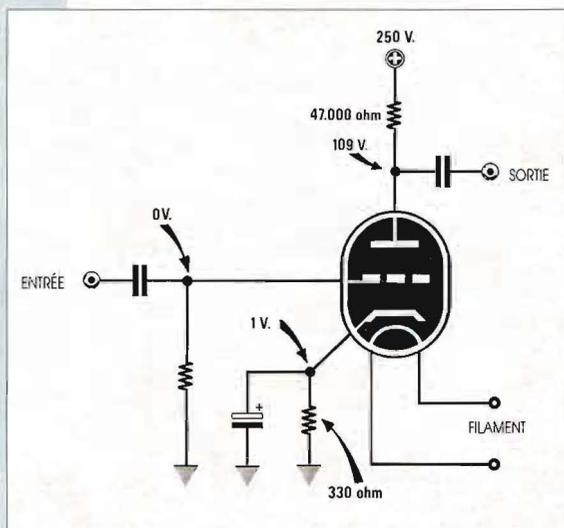
LA PENTODE AMPLIFICATRICE

□ Pour amplifier de très faibles signaux radio, il est nécessaire de disposer d'un tube électronique capable d'amplifier de 1 000 à 3 000 fois ces signaux.

Pour obtenir ces conditions, on a d'abord essayé de rapprocher le plus possible la grille de la plaque. On a constaté alors que ces deux électrodes se comportaient comme les armatures d'un simple condensateur placé sous vide, et on s'est aperçu que le signal à amplifier passait tranquillement de la grille à la plaque comme à travers une capacité. En approchant la grille de la plaque, on a pu noter un autre phénomène : beaucoup d'électrons, rebondissant sur la

..... Fig 19: Pour fournir à la grille de contrôle la tension négative requise, on insère entre la cathode et la masse, une résistance, dont la valeur peut être calculée à l'aide de la formule énoncée dans le texte. Pour stabiliser cette tension, on raccorde, en parallèle à cette résistance, un condensateur chimique. Les tensions indiquées sont celles mesurées aux bornes de la résistance et celle qui est appliquée à la grille.

Fig 20: Si on mesure la tension aux bornes de la résistance (voir Fig: 19), on relèvera une tension positive alors que la tension de polarisation de la grille de contrôle doit être négative. Il faut cependant préciser qu'un tube électronique en fonctionnement prend sa référence par rapport à la cathode, et non par rapport à la masse. Si on mesure la tension entre la grille et la cathode, avec un voltmètre numérique (à haute impédance d'entrée), on relèvera cette fois une tension négative.



plaque, retournaient sur la grille, créant ainsi des variations de valeur de la tension de polarisation de la grille.

Par conséquent, le flux d'électrons cheminant de la cathode à la plaque subissait des ralentissements désordonnés.

Le rapprochement de la plaque à la grille créa d'autres inconvénients tels que l'auto oscillation parasite.

Pour éliminer cette instabilité de fonctionnement et réduire la capacité entre la plaque et la grille, on les a de nouveau éloignées l'une de l'autre, pour insérer entre elles, deux autres électrodes : la grille écran et la grille de suppression.

La grille écran est placée entre la grille de contrôle et la grille de suppression, et la grille de suppression est placée entre la grille écran et la plaque.

La grille écran, raccordée à un potentiel positif, outre sa fonction d'écran électrostatique entre la grille de contrôle et la plaque, attire avec sa charge positive les électrons négatifs issus de la cathode, accélérant ainsi le flux électronique à travers la grille de contrôle.

La grille écran étant matérialisée par une large spirale, les électrons ne sont en fait pas ou peu arrêtés par cet écran et sont alors projetés à grande vitesse sur la plaque. Le gain du tube se trouve de ce fait considérablement augmenté.

La grille de suppression, raccordée à un potentiel négatif, s'attache, elle, à diminuer la capacité résiduelle entre la grille et la plaque, et collecte les électrons rebondissant sur la plaque à cause de leur grande vitesse, pour les véhiculer vers la masse. Ceux-ci ne peuvent donc plus être ainsi attirés par la grille écran. Ainsi, un tube électronique, composé de ces cinq électrodes se nomme une pentode.

Ces électrodes prennent les noms suivants:

Cathode

Grille de contrôle ou G1

Grille écran ou G2

Grille de suppression ou G3

Plaque ou Anode

La pentode, présentant un coefficient d'amplification très élevé, est utilisée dans les récepteurs radio comme préamplificatrice des signaux radio captés par une antenne, dans un étage de conversion de fréquence, et pour préamplifier en superhétérodyne les signaux des étages moyennes fréquences.

Il existe différents types de pentodes, on prendra pour exemple un tube de type EF 80 et un autre de type EF 89, et en confrontant leurs caractéristiques, on notera des différences non négligeables sur la résistance interne, la pente, et la tension de Grille écran.

Puisque le gain n'est pas indiqué sur ce tableau, nous reprendrons la formule que nous avons utilisée pour les triodes pour le calculer :

$$\text{Gain} = S \times R_i$$

(où S est la pente et Ri est la résistance interne du tube)

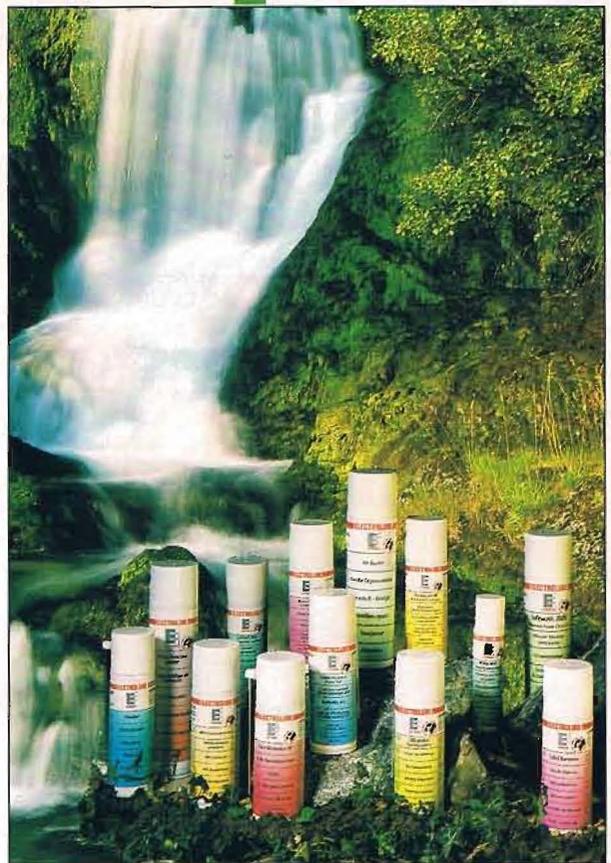
Le tube EF 80, qui a une résistance interne de 650 000 Ohm, et une pente de 6,8 mA/V aura donc un gain de :

$$0,0068 \times 650\ 000 = 4\ 420 \text{ fois.}$$

Le tube EF 89, qui a une résistance interne de 900 000 Ohm, et une pente de 3,6 mA/V aura donc un gain de :

$$0,0036 \times 900\ 000 = 3\ 240 \text{ fois.}$$

Comparés à ceux des triodes, les gains de ces tubes sont notablement supérieurs.



L'ÉCOLOGIE AU SERVICE DE L'ELECTRONIQUE.

UNE GAMME COMPLETE DE FORMULATIONS 100% ÉCOLOGIQUES SANS CFC - SANS HCFC :

- Nettoyants et lubrifiants de contacts
- Produits de maintenance, refroidisseurs, dépoussiérants...
- Solvants de nettoyages pour circuits imprimés
- Nettoyants techniques
- Vernis de protection et tropicalisation
- Lubrifiants techniques

Que ce soit pour des applications électroniques ou électromécaniques, sous forme d'aérosols, de seringues ou de bidons, les outils chimiques ELECTROLUBE vous procurent la bonne solution, bonne pour vous, bonne pour l'environnement.

DISTRIBUTEURS :

COMINDUS :TÉL. (I) 64 62 14 55 - FAX. (I) 64 62 14 84
 SOCEM-ELEC :TÉL. (I) 64 68 23 37 - FAX. (I) 64 68 29 75
 FARNELL :TÉL. 74 65 94 66 - FAX. 74 60 33 82
 PHIMARAL :TÉL. (I) 43 83 42 77 - FAX. (I) 43 83 99 99
 RADIOSPARES :TÉL. 44 84 72 72 - FAX. 44 10 16 00
 ORBITEC :TÉL. (I) 47 15 54 54 - FAX. (I) 42 70 16 67
 Minitel 3614 ORBIT

CATALOGUE GRATUIT SUR SIMPLE DEMANDE

ELECTROLUBE®



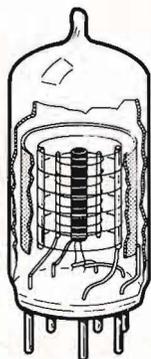
Une division de HK Wentworth Ltd
 20, avenue de l'Escouvier - BP 531
 95205 SARCELLES CEDEX
 Tél (I) 39 94 38 37 - Fax (I) 34 19 73 70

TABLEAU DES TUBES EF80 & 89

CARACTERISTIQUES	EF80	EF89
Tension anodique maximum	250 Volt	250 Volt
Tension grille écran	250 Volt	100 Volt
Tension grille supprimeur	0 Volt	0 Volt
Tension grille négative	-3,5 Volt	-2,0 Volt
Courant plaque maximum	10 mA	9 mA
Courant grille écran	2,8 mA	3,0 mA
Résistance interne Ri	0,65 MOhm	0,9 MOhm
Pente S	6,8 mA/V	3,6 mA/V

TABLEAU EL34 - EL42 - EL84

CARACTERISTIQUES	EL34	EL42	EL84
Tension anodique maximum	250 Volt	225 Volt	250 Volt
Courant plaque maximum	80mA	26mA	48 mA
Tension grille écran	265 Volt	225 Volt	250 Volt
Courant grille écran	15,0 mA	4,1 mA	5,5 mA
Tension grille G1	-13,5 Volt	-12,5 Volt	-7,5 Volt
Amplitude signal d'entrée	8,7 Volt	8,0 Volt	4,3 Volt
Résistance interne Ri	17 KOhm	90 KOhm	38 KOhm
Pente S	12,5 mA/V	3,2 mA/V	11,3 mA/V
Indépendance de charge	2,0 KOhm	8,0 KOhm	4,0 KOhm
Puissance de sortie en classe A	12 Watt	3 Watt	6 Watt



LA PENTODE DE PUISSANCE EN ETAGE FINAL

Le problème du gain étant résolu, il s'en présente un autre. Il s'agit maintenant de pouvoir disposer d'un tube capable de fournir une puissance effective pour alimenter un haut parleur par exemple. Pour obtenir ces caractéristiques, on a pensé à construire des tubes de dimensions supérieures à celles des tubes utilisés en préamplification, de façon à pouvoir leur appliquer des potentiels plus élevés.

Evidemment, pour piloter ces pentodes de puissance, on a besoin d'appliquer sur la grille de contrôle un signal d'une certaine amplitude et d'une certaine puissance. Mais ce problème est déjà résolu puisque cette fonction existe déjà, et est disponible dans le tube triode de pilotage.

Dans ce cas, nous pouvons directement nous reporter aux caractéristiques d'une pentode de puissance utilisée en classe A (c'est à dire utilisée seule), énumérées dans le tableau 3.

Dans ces caractéristiques, on trouvera, outre la puissance de sortie en Watt, une donnée très importante qui est l'impédance de charge.

En pratique, cette valeur, exprimée en Ohm, varie d'un tube à un autre. C'est cette valeur d'impédance que devrait avoir un éventuel haut-parleur branché dans le circuit plaque, entre l'anode et l'alimentation + 250 Volt positif. Mais tout le monde sait que les haut-parleurs fabriqués aujourd'hui ont des impédances de 4 - 8 ou 16 Ohm. C'est pourquoi il est nécessaire d'utiliser un transformateur de sortie possédant un rapport de transformation approprié.

Le primaire de ce transformateur devra avoir une impédance caractéristique (à ne pas confondre avec sa résistance ohmique) analogue à celle requise par le tube électronique. Si on se reporte au tableau de caractéristiques donné en exemple, le primaire du transformateur devra avoir une impédance de :

- 2 000 Ohm pour l' EL 34,
- 8 000 Ohm pour l' EL 42, et
- 4 000 Ohm pour l' EL 84.

LE TRANSFORMATEUR DE SORTIE

□ Dans un amplificateur BF à tubes, le composant qui détermine la fidélité est le transformateur de sortie. Si, pour la fabrication de ses armatures, des lames au silicium de haute qualité ne sont pas utilisées, toutes les fréquences acoustiques seront notablement atténuées.

Les armatures et le noyau devront être correctement dimensionnés pour éviter la saturation en puissance maximale, et par conséquent la distorsion.

Si les transformateurs pour la classe A (un seul tube à l'étage final) sont relativement faciles à fabriquer, c'est autrement plus compliqué pour les transformateurs des classes AB1-AB2 (avec deux tubes montés en push-pull ou contre phase) utilisés dans les amplificateurs HI-FI.

Pour obtenir un équilibre parfait de deux enroulements (résistance ohmique et la capacité résiduelle) ceux-ci seront partagés en plusieurs sections, les unes à côté des autres.

Puisque ces transformateurs seront nécessairement achetés tout faits, avec une impédance requise par les caractéristiques du tube employé, nous dirons simplement que meilleure sera la qualité, meilleure sera la fidélité de reproduction.

□ Nous avons constaté que le calcul du rapport de transformation entre le primaire et le secondaire est bien souvent erroné, ou dans d'autres cas compliqué, nous rapportons ici un système bien plus simple et plus rapide.

La formule que nous conseillons d'utiliser est la suivante :

Rapport = $\sqrt{Z_c / Z_{hp}}$ (où Z_c est l'impédance de charge, et Z_{hp} est l'impédance du haut parleur)

□ Si, avec les données du tube EL 34, qui a une impédance de charge de 2 000 Ohm, on souhaite connaître le rapport du nombre de spires entre le primaire et le secondaire d'un transformateur à adapter parfaitement à un haut

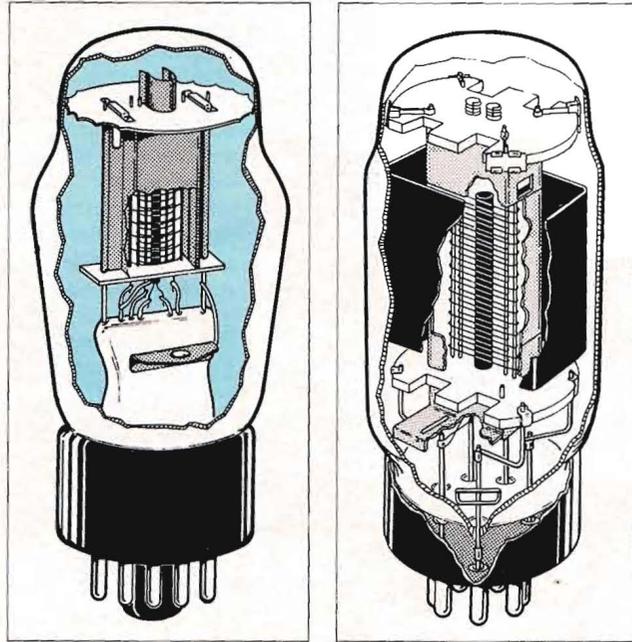


Fig 21 : En pratique, contrairement à ce qui est représenté en Fig: 16-17-18, la cathode est placée au centre de l'ampoule, la plaque est en fait un tube rectangulaire de tôle, placé à une certaine distance de la cathode, et les grilles sont des spirales de fil placés à distance appropriée entre la cathode et la plaque.

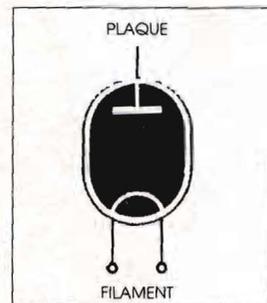


Fig 22 : La forme et les dimensions de la plaque, ainsi que celle des grilles, varient en fonction du type et des caractéristiques du tube. Par rapport au transistor, le tube dégage beaucoup de chaleur.

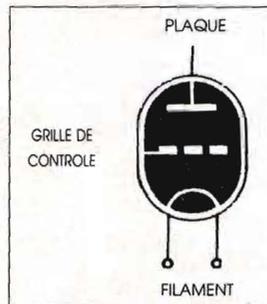


Fig 23 : Symbole graphique d'une diode dépourvue de cathode.

Fig 24 : Symbole graphique d'une triode dépourvue de cathode.

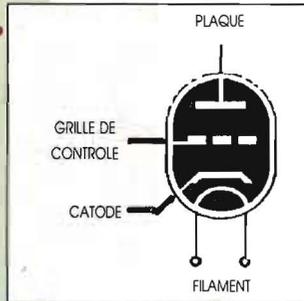


Fig 25: Symbole graphique d'une triode pourvue de sa cathode. Aussi, si on représente graphiquement la disposition des électrodes comme on l'a vu sur les Fig: 16-17-18, en pratique, la disposition mécanique de ces électrodes est le plus souvent telle que représenté en Fig: 21-22.

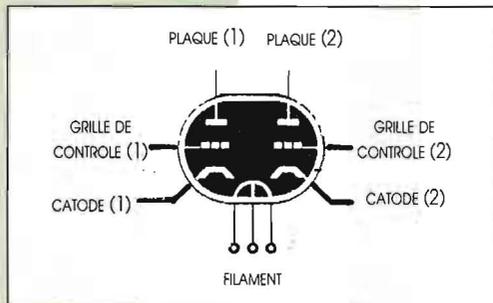


Fig 26: Il existe des tubes électroniques comportant, dans une même ampoule, deux triodes distinctes ayant les mêmes caractéristiques, ou aussi une triode et une pentode. On verra ici représenté le symbole graphique d'une double triode. On remarquera que chaque triode possède sa propre cathode.

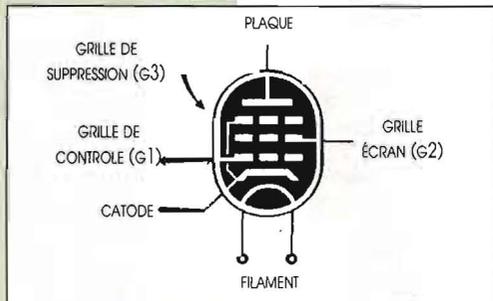


Fig 27: Symbole graphique d'une pentode. Ce type de tube est utilisé aussi bien en préamplification qu'en amplification de puissance dans un étage final. On remarquera au passage que la grille

parleur de 8 Ohm, il suffira d'effectuer le calcul suivant :

$$V \ 2 \ 000 : 8 = 15,8 \text{ fois}$$

Si, avec les données du tube EL 84, qui a une impédance de charge de 4 000 Ohm, on souhaite connaître le rapport du nombre de spires entre le primaire et le secondaire d'un transformateur à adapter parfaitement à un haut parleur de 8 Ohm, il suffira d'effectuer le calcul suivant:

$$V \ 4 \ 000 : 8 = 22,3 \text{ fois}$$

On peut constater que, bien que l'impédance de charge de l'une est le double de l'autre, le rapport n'est pas doublé comme on aurait pu le penser.

Pour cette raison, un transformateur de sortie construit avec une impédance de 4 000 Ohm pourra être utilisé avec un tube dont la valeur est légèrement différente, comme par exemple 3 500, 3 800, 4 200, 4 500 Ohm.

Cependant, il faudra avoir à l'esprit que si l'on branche sur le secondaire d'un transformateur de sortie, un haut parleur d'impédance inappropriée, cela fera varier inmanquablement l'impédance de l'enroulement primaire, et par conséquent, le tube chargé incorrectement génèrera des distorsions.

Prenons, par exemple, un transformateur pour une EL 34, construit pour recevoir une charge de 8 Ohm, (en l'occurrence un haut parleur ayant cette impédance), ayant donc un rapport de transformation de 15,8 fois. Si, sur le secondaire, on connecte un haut parleur n'ayant que 4 Ohm d'impédance, ce même transformateur n'aura plus 2 000 Ohm au primaire, mais bien moins... On pourra déterminer la valeur de l'impédance (Z) du primaire avec la formule suivante :

$$Z = (\text{rapport})^2 \times Z_{hp}$$

Ce qui nous donne, dans l'exemple présent :

$$Z = 15,8 \times 15,8 \times 4 = 998 \text{ Ohm}$$

Si on applique une charge de 998 Ohm sur le circuit plaque du tube, au lieu des 2 000 Ohm requis, on comprendra que celui-ci ne fonctionne pas dans les conditions idéales ; et en sortie on ne disposera que d'un signal distordu en puissance réduite.

DISTORSION

La distorsion d'un amplificateur BF se mesure avec un instrument appelé Distorsiomètre. Ce dernier a pour rôle, par l'adjonction de filtres "notch", d'éliminer totalement la fréquence fondamentale.

Toutes les fréquences harmoniques en présence à la sortie de l'amplificateur à mesurer, ne sont pas considérées comme distorsions.

Encore qu'à ce stade, il faudra faire une distinction entre la distorsion du signal sinusoïdal de la fondamentale, et la distorsion due à la présence d'harmoniques.

□ Si le signal sinusoïdal injecté à l'entrée de l'amplificateur ressort avec une forme triangulaire ou trapézoïdale, cela donnera un son distordu et désagréable.

□ Si le signal sinusoïdal de la fondamentale est restitué sans déformation, et la distorsion causée essentiellement par la présence de fréquences harmoniques, on entendra, en plus de la fondamentale, une note de tonalité supérieure qui ne représentera pas une distorsion mais seulement une autre fréquence non distordue.

Par exemple, des tubes qui génèrent des fréquences en harmoniques paires en rapport avec la note fondamentale, restitueront un son plus moelleux. La note sera identique mais dans une octave supérieure.

□ Quand une fréquence de 110 Hertz (la note LA) est amplifiée par un tube électronique, il sera généré une fréquence harmonique à 220 Hertz, et une autre à 440 Hertz. Ce sont toujours des notes LA, mais dans des harmoniques supérieures.

39



VOTRE SPECIALISTE
EN COMPOSANTS ELECTRONIQUES

HB COMPOSANTS

UNE SELECTION DE QUALITE :

- Composants électroniques
- Outils
- Appareils de mesure
- Kits : TSM, Collège, Velleman, Eurokit ...
- Accessoires
- Librairie technique
- Haut-parleurs ...

à 20 minutes de Paris, stationnement facile



7 bis rue du Docteur MORERE 91120 PALAISEAU

Tél : 69 31 20 37 - Fax : 60 14 44 65

Du lundi au samedi de 10 h à 13 h et de 14 h 30 à 19 h

Avec des transistors, qui génèrent au contraire des fréquences harmoniques impaires, les choses changent. Par conséquent, pour une fréquence de 110 Hertz amplifiée, il sera généré une fréquence de 330 Hertz, (note MI désaccordée), et une fréquence de 990 Hertz (note SI désaccordée), et on entendra un LA en fondamental associé à un MI et un SI en harmonique, ce qui donnera un son désagréable.

C'est pour cette raison que l'on tolérera d'un amplificateur à tubes une distorsion harmonique jusqu'à 2%, alors que pour un amplificateur à transistors, on ne tolérera que 0,5%.

□ Evidemment, plus le pourcentage de distorsion est faible, moins l'amplificateur générera d'harmoniques, mais cela ne signifiera pas que la note résultante soit distordue.

Nous devons encore dire que l'oreille humaine n'est pas aussi parfaite qu'on le pense. Ainsi, un Distorsiomètre est capable de mesurer un taux de distorsion harmonique de 0,01%, alors qu'une oreille humaine ne l'entendra pas en dessous de 4%.

C'est seulement quand la distorsion d'un signal sinusoïdal atteint environ 10% que le son est ressenti comme désagréable.

QUELQUES FORMULES UTILES

□ Nous énumérons ici quelques formules complétées par des exemples, qui se révéleront utiles pour ceux qui souhaitent se lancer dans l'utilisation des tubes électroniques.

1° Pour calculer la valeur de la résistance de cathode nécessaire pour obtenir la tension négative de polarisation de la grille de contrôle, la formule à utiliser est la suivante:

$$R = U_g : I_p$$

Où **R** est la valeur de la résistance à insérer entre la cathode et la masse. **U_g** est la tension appliquée à la grille. **I_p** est le courant de plaque quand le tube est au repos;

Cette formule n'est valable que pour les triodes. Pour les pentodes, il y aura lieu de faire la somme du courant plaque et du courant de grille écran.

Exemple 1: Si on veut calculer la résistance de cathode d'une triode qui requiert une tension grille de 1,5 Volt, et un courant de repos de 5,4 mA, selon la formule édictée, la valeur sera de :

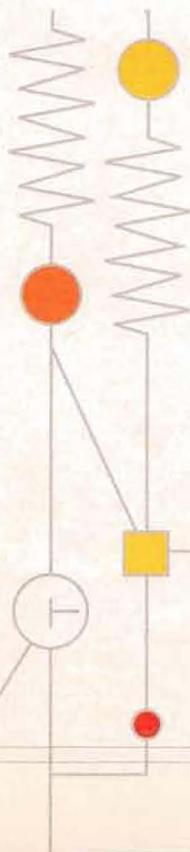
$$R = 1,5 : 0,0054 = 277 \text{ Ohm}$$

Valeur que l'on arrondira à 270 Ohm car dans un étage préamplificateur, l'amplitude du signal devra être notablement plus basse que la valeur nominale caractéristique, dans le souci d'éviter les distorsions.

Exemple 2 : Si on veut calculer la résistance de cathode d'une pentode (EL 34, par exemple), qui requiert une tension grille de 13,5 Volt, un courant plaque de repos de 80 mA, et un courant de grille écran de 15 mA, selon la formule édictée, la valeur sera de :

$$R = 13,5 : (80+15) = 142 \text{ Ohm}$$

Valeur qu'on arrondira à 150 Ohm.



40

2° Pour calculer la puissance dissipée par la résistance à insérer entre la cathode et la masse, on utilisera la formule suivante:

$$P = I_p^2 \times R_c$$

Où I_p est le courant plaque. R_c est la résistance de cathode.

Exemple : Pour connaître la puissance dissipée d'une résistance de 150 Ohm insérée dans le circuit de cathode d'un tube qui absorbe un courant plaque de 95 mA, selon la formule édictée, la valeur sera de :

$$P = 95 \times 95 \times 150 = 1,34 \text{ Watt}$$

Valeur que l'on pourra porter avantageusement à 1,5 Watt ou mieux encore à 2 Watt, pour éviter une surchauffe excessive de la résistance.

3° Pour calculer la tension U et le courant I présents sur le secondaire d'un transformateur de sortie, connaissant la puissance P de l'amplificateur et l'impédance Z_{hp} du haut parleur qui y sera connecté, on utilisera les deux formules suivantes:

$$U = \sqrt{P \times Z_{hp}}$$

$$I = \sqrt{P : Z_{hp}}$$

Où P est la puissance de sortie de l'amplificateur. Z_{hp} est l'impédance caractéristique du haut parleur.

Exemple : Pour connaître la tension et le courant présents sur le secondaire d'un transformateur de sortie d'un amplificateur de 50 Watt, auquel est connecté un haut parleur de 8 Ohm, selon les formules édictées, les valeurs seront de :

$$U = \sqrt{50 \times 8} = 20 \text{ Volt}$$

$$I = \sqrt{50 : 8} = 2,5 \text{ Ampère}$$

On retrouvera la puissance de l'amplificateur en vérifiant les calculs à l'aide de la formule $P = U \times I$, soit :

$$20 \times 2,5 = 50 \text{ Watt}$$

4° Pour calculer le gain G d'un tube électronique, connaissant sa pente P_t et sa résistance interne R_i , on utilisera la formule suivante :

$$G = P_t \times R_i$$

Exemple : Pour connaître le gain d'un tube EL 34 dont la résistance interne est de 17 000 Ohm et sa pente est de 12,5 mA/V, selon la formule édictée, la valeur sera de :

$$G = 17\,000 \times 0,00125 = 212,5 \text{ fois}$$

5° Pour calculer le courant absorbé par un tube délivrant une puissance donnée, on utilisera la formule suivante:

$$I = \sqrt{P : Z_c}$$

Où P est la valeur d'une puissance donnée. Z_c est l'impédance de charge

Exemple : Pour connaître le courant absorbé par un tube EL 34 dont l'impédance de charge est de 2 000 Ohm, lorsqu'il délivre une puissance de 6 Watts, selon la formule édictée, la valeur en sera:

$$I = \sqrt{6 : 2\,000} = 0,05477 \text{ A}$$

soit 54,77 mA

Cet article intéressera certainement tous nos lecteurs fervents des tubes. Nous pensons qu'il pourra les aider dans la réalisation de l'amplificateur à tubes paru dans notre numéro 1 de juin 94. Suite aux nombreux courriers que notre rédaction a reçu sur ce sujet, nous avons eu le plaisir de constater que les filaments rougeoient encore de nos jours et que les progrès de la technologie n'ont cependant pas encore totalement supplanté les lampes dans les domaines où la qualité et la puissance sont reines.

PRÉ AMPLIFICATEUR HI-FI STEREO

A

Suite logique
de notre
amplificateur à
lampes paru le
mois dernier
dans notre
premier numéro, et
fort du succès
rencontré auprès des
audiophiles ou des
nostalgiques des
tubes, nous avons
décidé de joindre ce
mois-ci en
complément cet
excellent appareil.

Tous les passionnés de la haute fidélité connaissent les qualités d'un préamplificateur à FET. En effet ce type d'appareil se révèle plus fidèle par rapport à un préamplificateur utilisant des amplificateurs opérationnels ou des transistors et, de plus, il fournit un son "chaud" comme un préamplificateur à lampes.

Notre choix s'est plutôt porté sur un montage à FET que sur un montage à tubes car dans les petits étages d'un préamplificateur la solution à lampe n'est pas cette fois déterminante. Pour le bonheur de tous, la simplicité de construction et d'approvisionnement ne s'en trouvera qu'accrue.

La seule solution pour obtenir un préamplificateur professionnel stéréo à FET à prix modique est de le construire vous même. Pour ce faire, il est nécessaire de disposer d'un schéma fiable, d'un circuit imprimé bien pensé et, surtout, il faut avoir la certitude que le schéma choisi a été essayé et vérifié et qu'il n'a pas été étudié seulement sur le papier.

Comme vous le savez déjà, avant de publier un projet dans notre revue, nous essayons de faire monter une dizaine d'exemplaires à

de jeunes étudiants pour vérifier s'ils rencontrent pas de difficultés. Ces prototypes sont ensuite comparés à ceux qui ont été montés par nos techniciens et qui ont fonctionné jour et nuit pendant environ 15 jours sur charge résistive.

Une fois cet essai passé, si aucune anomalie n'a été constatée, l'accord est donné à la rédaction pour écrire l'article et au service technique pour préparer les dessins et les photos.

Ainsi, si le lecteur ne commet pas d'erreurs au moment du montage et s'il exécute des soudures parfaites, il aura la certitude que le montage fonctionnera immédiatement. En récompense de vos efforts, vous aurez la satisfaction de constater que le son issu de ce préamplificateur ne manquera pas de vous laisser stupéfait par sa fidélité et par sa pureté spectrale.

Avant de passer à la description du schéma électrique, nous allons vous expliquer les raisons pour lesquelles un préamplificateur à FET est plus performant qu'un préamplificateur construit avec des transistors ou des amplificateurs opérationnels.

LE BRUIT DES ELECTRONS ...

□ Lorsqu'on alimente un semi-conducteur, les électrons qui commencent à se mettre en mouvement provoquent toujours du bruit qui se caractérise pratiquement en B.F par du souffle.

FET



L'intensité de ce bruit varie selon la fréquence et aussi selon le type de semi-conducteur utilisé. Puisque ce bruit est amplifié avec le signal utile, il est évident que moins le semi-conducteur génèrera de bruit, plus le son obtenu sera fidèle. Dans de nombreux préamplificateurs grand public, des amplificateurs opérationnels sont généralement utilisés quand ce n'est pas un circuit hybride. Leur facteur de bruit est pourtant beaucoup plus important, mais ils sont beaucoup mieux adaptés au montage en grande série et se révèlent donc beaucoup plus économiques. Dans certains préamplificateurs de qualité, on utilise parfois des transistors. En effet, ceux-ci ont un facteur de bruit inférieur, mais ils demandent une mise au point plus soignée pour corriger les tolérances cumulées de tous les autres composants associés.

❑ Seuls les préamplificateurs haut de gamme, évidemment encore plus coûteux, utilisent les FET, parce qu'ils sont encore meilleurs que les transistors et les amplis opérationnels et qu'ils présentent surtout l'avantage de fournir un son moelleux analogue à celui fourni par un préamplificateur à tubes.

Mais mieux qu'un long discours, comparons l'importance du bruit en se reportant au tableau qui vous permettra d'évaluer la différence entre

les divers types d'ampli opérationnels, de transistors et de FET.

FET	BRUIT
BF 245	• 0,2 Microvolt
BF 244	• 0,2 Microvolt

OPERATIONNELS	BRUIT
MC 1458	• 5,5 Microvolt
uA 741	• 3,0 Microvolt

TRANSISTOR	BRUIT
BC 207 NPN	• 0,4 Microvolt
BC 547 NPN	• 0,4 Microvolt

Les Microvolt que nous avons reportés sur ce tableau représentent la mesure du bruit ou souffle généré par ces semi-conducteurs. A première vue, ces valeurs semblent bien dérisoires, mais il faut tenir compte du fait que ce bruit se trouve amplifié par les étages successifs qui ajouteront encore chacun à ce bruit initial leur bruit propre. Enfin cette valeur

Fig 1: Vue de la face avant du préamplificateur, et vue du panneau arrière. On remarque les prises d'entrée et de sortie. Le coffret de couleur noire dispose d'une face avant en aluminium de 4 mm d'épaisseur.



se verra à son tour amplifiée par l'amplificateur final de puissance. A ce stade, cette valeur sera tout de même de l'ordre de grandeur de plusieurs Millivolt.

Pour exemple, considérons un étage composé de trois amplificateurs opérationnels TL081, amplifiant le signal 35 fois chacun. On peut se rendre compte, puisque chacun de ces circuits intégrés génère un bruit de 3 Microvolt, que sur la sortie le souffle atteint un niveau de :

$$((3 \times 35 + 3) \times 35) + 3 = 3.783 \text{ microVolt}$$

soit 3,783 millivolt.

En revanche trois étages à transistor avec un gain identique ne génèrent, à la différence des amplis opérationnels, qu'un bruit de 0,4 microvolt par transistor. Sur la sortie le souffle résultant atteindra :

$$((0,4 \times 35 + 0,4) \times 35) + 0,4 = 504 \text{ microVolt}$$

soit 0,504 millivolt.

Enfin si vous prenez trois étages à FET avec un gain identique, qui, à la différence des transistors, génèrent un bruit de seulement 0,2 Microvolt par FET, le souffle sur la sortie aura une valeur de :

$$((0,2 \times 35 + 0,2) \times 35) + 0,2 = 252 \text{ microV}$$

soit 0,252 millivolt.

Comme vous pouvez le constater, le facteur bruit sur un préamplificateur à FET est deux fois plus important que sur un préamplificateur à transistor et environ 15 fois moins significatif que sur un préamplificateur construit avec des amplificateurs opérationnels intégrés.

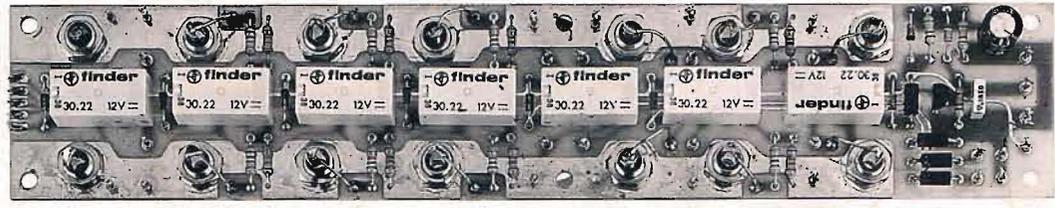
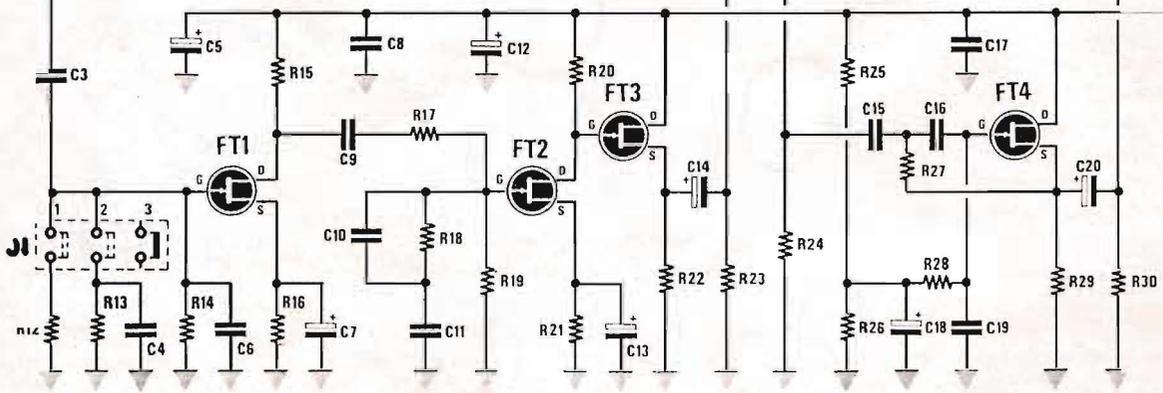
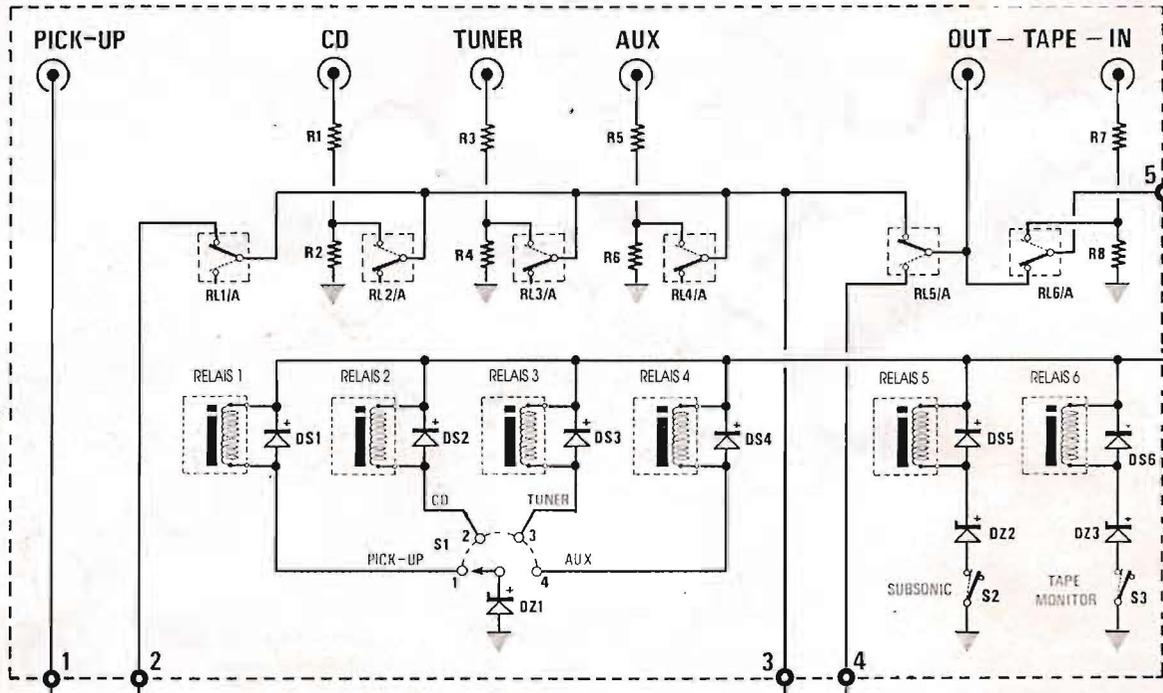
Schéma Électrique

La Fig. 3 reproduit le schéma électrique d'une seule voie, l'autre canal, indispensable pour réaliser un préamplificateur stéréo, étant strictement identique. Dans ce projet nous avons également utilisé pour les diverses commutations des relais placés très près des points à commuter.

De cette façon nous avons éliminé toutes les liaisons normalement effectuées à l'aide de petits câbles blindés pour amener les différents signaux d'entrée au commutateur traditionnellement placé sur la face avant. En effet, les câbles ont la fâcheuse tendance à capter sur leur parcours des ronflements et des parasites qui détériorent les caractéristiques d'un préamplificateur.

□ Pour contenter ceux qui considèrent qu'un préamplificateur est incomplet s'il manque les contrôles de tonalité, et ceux qui au contraire déclassent n'importe quel préamplificateur HI-FI s'il est pourvu de ces mêmes options, nous avons utilisé un relais qui se charge de les insérer ou non en agissant sur un simple commutateur. En ce qui concerne les fonctions Loudness (physiologique), filtres passe-bas ou encore le muting, présents sur les vieux amplificateurs grand public, il a été décidé de ne pas les incorporer dans cette étude, puisqu'ils sont désormais peu utilisés dans les préamplificateurs de haut de gamme.

En effet, ils introduisent du bruit et génèrent des rotations de phases, ce qui vient à l'encontre des objectifs que nous nous sommes fixés.



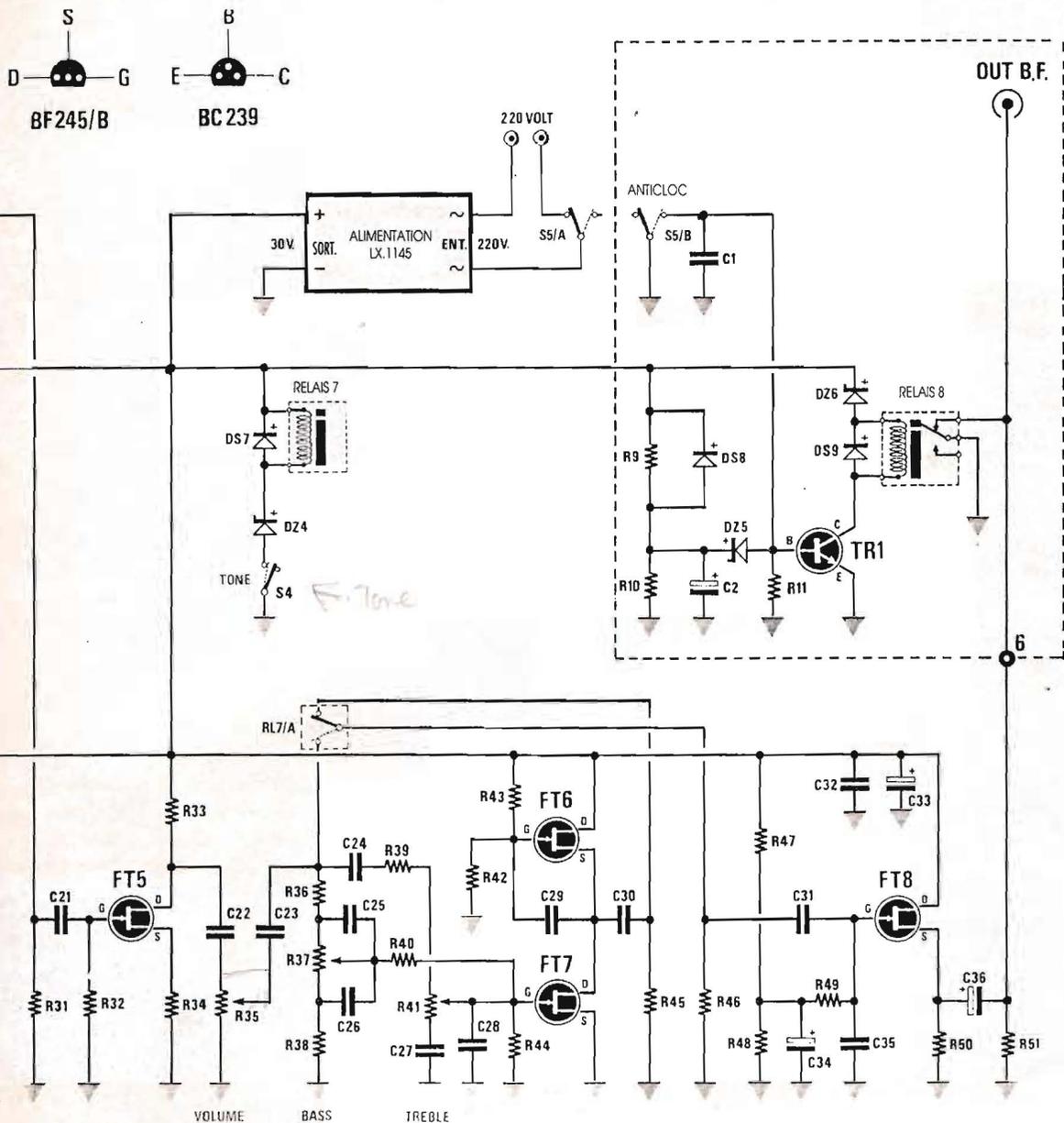
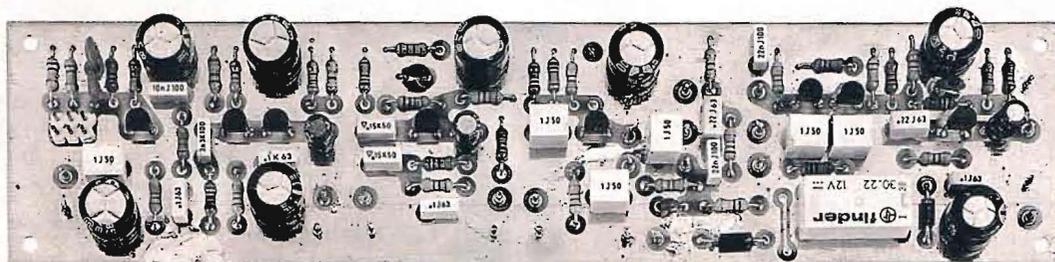


Fig 3: Schéma électrique d'un canal LX.1150. Les composants contenus dans les zones hachurées doivent être montés sur le circuit imprimé de l'étage d'entrée LX.1149 (voir photo).



Liste des composants LX.1149 & LX.1150

R1	10.000 Ohm 1/4 Watt
R2	33.000 Ohm 1/4 Watt
R3	10.000 Ohm 1/4 Watt
R4	33.000 Ohm 1/4 Watt
R5	10.000 Ohm 1/4 Watt
R6	33.000 Ohm 1/4 Watt
R7	10.000 Ohm 1/4 Watt
R8	33.000 Ohm 1/4 Watt
R9	100.000 Ohm 1/4 Watt
R10	100.000 Ohm 1/4 Watt
R11	100.000 Ohm 1/4 Watt
R12	100.000 Ohm 1/4 Watt
R13	100.000 Ohm 1/4 Watt
R14	100.000 Ohm 1/4 Watt
R15	27.000 Ohm 1/4 Watt
R16	4.700 Ohm 1/4 Watt
R17	470.000 Ohm 1/4 Watt
R18	22.000 Ohm 1/4 Watt
R19	680.000 Ohm 1/4 Watt
R20	27.000 Ohm 1/4 Watt
R21	4.700 Ohm 1/4 Watt
R22	5.600 Ohm 1/4 Watt
R23	47.000 Ohm 1/4 Watt
R24	1 MegaOhm 1/4 Watt
R25	4.700 Ohm 1/4 Watt
R26	10.000 Ohm 1/4 Watt
R27	10.000 Ohm 1/4 Watt
R28	100.000 Ohm 1/4 Watt
R29	5.600 Ohm 1/4 Watt
R30	100.000 Ohm 1/4 Watt
R31	470.000 Ohm 1/4 Watt
R32	1 MegaOhm 1/4 Watt
R33	27.000 Ohm 1/4 Watt
R34	4.700 Ohm 1/4 Watt
R35	100.000 Ohm 1/4 Watt
R36	33.000 Ohm 1/4 Watt
R37	47.000 Ohm potentiomètre logarithmique
R38	470 Ohm 1/4 Watt
R39	100.000 Ohm 1/4 Watt
R40	10.000 Ohm 1/4 Watt
R41	47.000 Ohm potentiomètre logarithmique
R42	100.000 Ohm 1/4 Watt
R43	100.000 Ohm 1/4 Watt
R44	27.000 Ohm 1/4 Watt
R45	100.000 Ohm 1/4 Watt
R46	100.000 Ohm 1/4 Watt
R47	4.700 Ohm 1/4 Watt
R48	4.700 Ohm 1/4 Watt
R49	470.000 Ohm 1/4 Watt
R50	5.600 Ohm 1/4 Watt
R51	10.000 Ohm 1/4 Watt

*C1	10.000 pF polyester
*C2	220 µF électrolytique
C3	1 µF polyester
C4	100 pF céramique
C5	100 µF électrolytique 50 Volt
C6	100pF céramique
C7	100 µF électrolytique 25 Volt
C8	10.000 pF polyester
C9	100.000 pF polyester
C10	3.300 pF polyester
C11	10.000 pF polyester
C12	100 µF électrolytique 50 Volt
C13	100 µF électrolytique 25 Volt
C14	4,7 µF électrolytique 63 Volt
C15	150.000 pF polyester
C16	150.000 pF polyester
C17	100.000 pF polyester
C18	100 µF électrolytique 25 Volt
C19	10 pF céramique
C20	4,7 µF électrolytique 63 Volt
C21	1 µF polyester
C22	1 µF polyester
C23	1 µF polyester
C24	220 pF céramique
C25	22.000 pF polyester
C26	220.000 pF polyester
C27	22.000 pF polyester
C28	10pF céramique
C29	1µF polyester
C30	1µF polyester
C31	220.000 pF polyester
C32	100.000 pF polyester
C33	100 µF électrolytique 50 Volt
C34	100 µF électrolytique 25 Volt
C35	10pF céramique
C36	4,7 µF électrolytique 63 Volt
*DS1-DS2	diodes 1N4148
DS7	diode 1N4148
*DS8	diode 1N4150
*DS9	diode 1N4148
*DZ1-DZ3	zener 18 Volt 1 Watt
DZ4	zener 18 Volt 1 Watt
*DZ5	zener 3,9 Volt 1/2 Watt
*DZ6	zener 18 Volt 1 Watt
*TR1	NPN type BC.239
FT1-FT8	FET type BF.245/B
*Relais 1-6	relais 12 Volt 2 repos/travail
Relais 7	relais 12 Volt 2 repos/travail
*Relais 8	relais 12 Volt 2 repos/travail
J1	cavalier
*S1	rotacteur 4 positions
*S2	interrupteur simple
*S3	interrupteur simple
S4	interrupteur double
*S5	interrupteur double

Remarque :
les composants marqués d'un astérisque doivent être montés sous l'imprimé LX

□ Le signal BF entre, après avoir traversé le condensateur C1, sur la Gate du premier FET FT1, fonctionnant en classe A, qui l'amplifiera d'environ 34 dB. En court-circuitant le connecteur J1 présent sur cette entrée sur une des positions, vous pourrez obtenir trois différentes valeurs d'adaptation :

1 = 50.000 Ohm avec 100 pF

2 = 50.000 Ohm avec 200 pF

3 = 100 Kilohm avec 100 pF

□ Cette charge résistive/capacitive est nécessaire pour pouvoir obtenir les meilleures prestations de la cellule du pick-up. En effet les cellules haut de gamme spécifient les valeurs de la charge R/C à utiliser pour obtenir un son parfait. Si cette information vous manque, nous vous conseillons de choisir la position 1 (50.000 Ohm 100 pF).

Si vous remarquez que la cellule élève trop les aigus, vous pourrez utiliser la position 2 (50.000 Ohm 200 pF). La position 3 (100.000 Ohm 100 pF), sert seulement pour des cellules spéciales à haute impédance.

Ce filtre de bonne facture n'a rien à envier à ceux des préamplificateurs haut de gamme extrêmement coûteux. Le signal issu du filtre d'entrée, sera préamplifié par le FET FT1, puis prélevé sur le Drain pour être appliqué, via le condensateur C9, au filtre passif correcteur RIAA, composé par R17 - R18 - R19 - C10 et C11.

Ce filtre RIAA se charge de corriger la courbe de réponse du pick-up de façon à la rendre parfaitement linéaire sur toute la gamme audio, inversant la correction générée lors de l'enregistrement du disque vinyl. Ainsi égalisé, le signal atteint le Gate du FET FT2, fonctionnant en classe A, qui se chargera de l'amplifier d'environ 30 dB pour compenser les pertes introduites par le filtre correcteur RIAA. Du drain du FET FT2 le signal atteindra la Gate du FET FT3 utilisé comme étage séparateur avec sortie à basse impédance.

□ Le signal BF est prélevé sur la résistance R22 de 5600 Ohm reliée sur la source, puis appliqué sur l'entrée du relais qui se charge de faire

commuter le FET FT4 seulement sur action du commutateur S1.

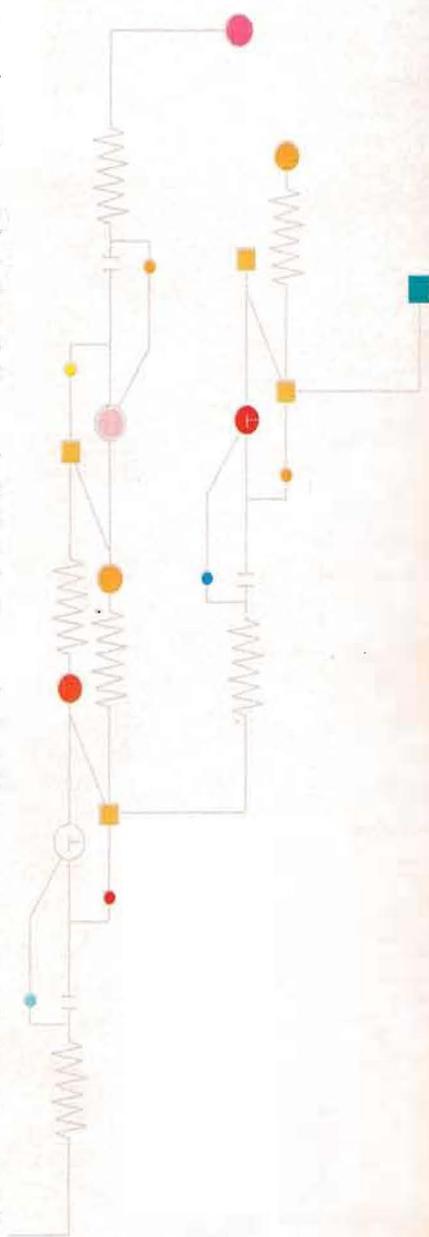
Le FET FT4 est utilisé dans ce préamplificateur comme filtre subsonique, et peut être activé ou non par l'intermédiaire de commutateur S2 qui commande le Relais 5.

Les déformations présentes sur les disques en vinyl font osciller la cellule dans le sens vertical. Le filtre subsonique évitera que tous ces défauts ne soient amplifiés avec le signal utile. De plus, il éliminera les éventuelles vibrations du petit moteur qui pourraient être transmises à l'aiguille du pick-up.

Le Relais 6 est commandé par le commutateur S3. Grâce à ce commutateur, vous pourrez écouter directement ce que vous êtes en train d'enregistrer. En effet, dans de nombreux magnétophones il existe une troisième tête de lecture qui sert justement à cette fonction (le monitoring).

Cette fonction n'est pas superflue, même si par l'intermédiaire de l'amplificateur il est possible d'écouter ce qui est enregistré. En effet on écoute ce qui est envoyé au magnétophone, et non ce que la bande a enregistré. En déplaçant le commutateur S3 en position "Tape On", le signal déjà mémorisé sur la bande est lu par la troisième tête ; ainsi l'amplificateur reproduit le signal qui vient juste d'être enregistré sur la bande. En mettant S3 en position "Tape off", le signal d'entrée atteindra, par l'intermédiaire du condensateur C21, le Gate du FET FT5 pour être amplifié d'environ 15 dB. Du drain de ce FET, le signal rejoint le potentiomètre du volume R35. Du curseur de ce potentiomètre, le signal BF est dirigé vers les contrôles de tonalité et le relais 7.

Ce relais vous permet soit d'amener directement le signal BF sur le FET de sortie FT8 en excluant les contrôles de tonalité, soit de le prélever après qu'il ait été corrigé en basses et en aigus. Des deux potentiomètres des contrôles de tonalité, R37 corrigera les tonalités basses de plus ou moins 12 dB à 100 Hz, tandis que R41 opérera de même une correction de plus ou moins 12 dB à 10 Hz. En tournant le bouton de ces potentiomètres dans le sens des aiguilles d'une montre, les fréquences des basses et des



aigus s'élèveront, en le tournant dans le sens contraire des aiguilles d'une montre elles seront atténuées, alors qu'en laissant le bouton sur la position centrale vous obtiendrez un signal exempt de correction. Puisque nous avons utilisé un contrôle de tonalité passif pour réduire au minimum le bruit, le signal subit une atténuation importante que nous avons compensé avec un étage amplificateur en configuration cascade (voir FT6-FT7).

Cette configuration est utilisée pour obtenir des gains élevés avec un bruit très bas. Du relais 7, le signal est acheminé sur la Gate du FET final FT8, monté en amplificateur de courant. Sur la source de ce FET FT8 nous obtenons un signal BF d'amplitude identique au signal présent sur le drain du FET FT5 et au signal présent sur la sortie de l'amplificateur composé de FT6 et FT7, à ceci près qu'il est converti à basse impédance. Ce signal atteindra la sortie pour poursuivre vers l'amplificateur final de puissance. Le signal que vous prélèverez de ce préamplificateur pourra être relié sur l'entrée de n'importe quel final de puissance à transistor à Hexfet ou à lampes.

Le relais 8, dont les contacts sont connectés à la sortie, est utilisé pour l'anti "cloc". A chaque mise en fonctionnement du préamplificateur, le condensateur électrolytique C2, relié au plus de l'alimentation par l'intermédiaire de la résistance R9 de 100 000 Ohm, se chargera lentement. Lorsqu'une tension légèrement supérieure à 3,9 Volt sera atteinte (il faut environ 5 secondes), la diode zener DZ5 se polarisera la base du transistor TR1, qui en entrant en conduction, excitera le relais 8 relié à son collecteur. Une fois excité, le relais éliminera le court-circuit de la sortie BF et de cette façon le signal préamplifié pourra atteindre l'étage amplificateur final de puissance sans que se produise ce fastidieux "cloc", qui souvent endommage les haut-parleurs. Le même circuit élimine du même coup le choc électrique provoqué lors de l'arrêt. En effet, lorsque l'interrupteur S5/A coupe la tension d'alimentation du réseau 220 Volt, S5/B relie directement à la masse la base du transistor TR1. De cette façon le relais 8 décollera instantanément, court-circuitant à nouveau la sortie.

LES RELAIS DE COMMUTATION

Comme vous avez déjà pu le remarquer, les commutations des entrées, du subsonique, du Tape monitor, du Flat/Tone et de l'anti "cloc" sont confiés à des relais qui seront commandés par l'intermédiaire du commutateur rotatif S1, et les interrupteurs S2 - S3 - S4 ainsi que par le transistor TR1. A cet effet sur le châssis de l'étage d'entrée se trouvent sept relais qui commuteront automatiquement les signaux sur les deux canaux. Le relais 7 servira pour commuter ou non les contrôles de tonalité. Les diodes zener de 18 Volt 1 Watt appliquées en série aux relais servent à réduire la tension d'excitation de 30 Volt à seulement 12-13 Volt.

ALIMENTATION

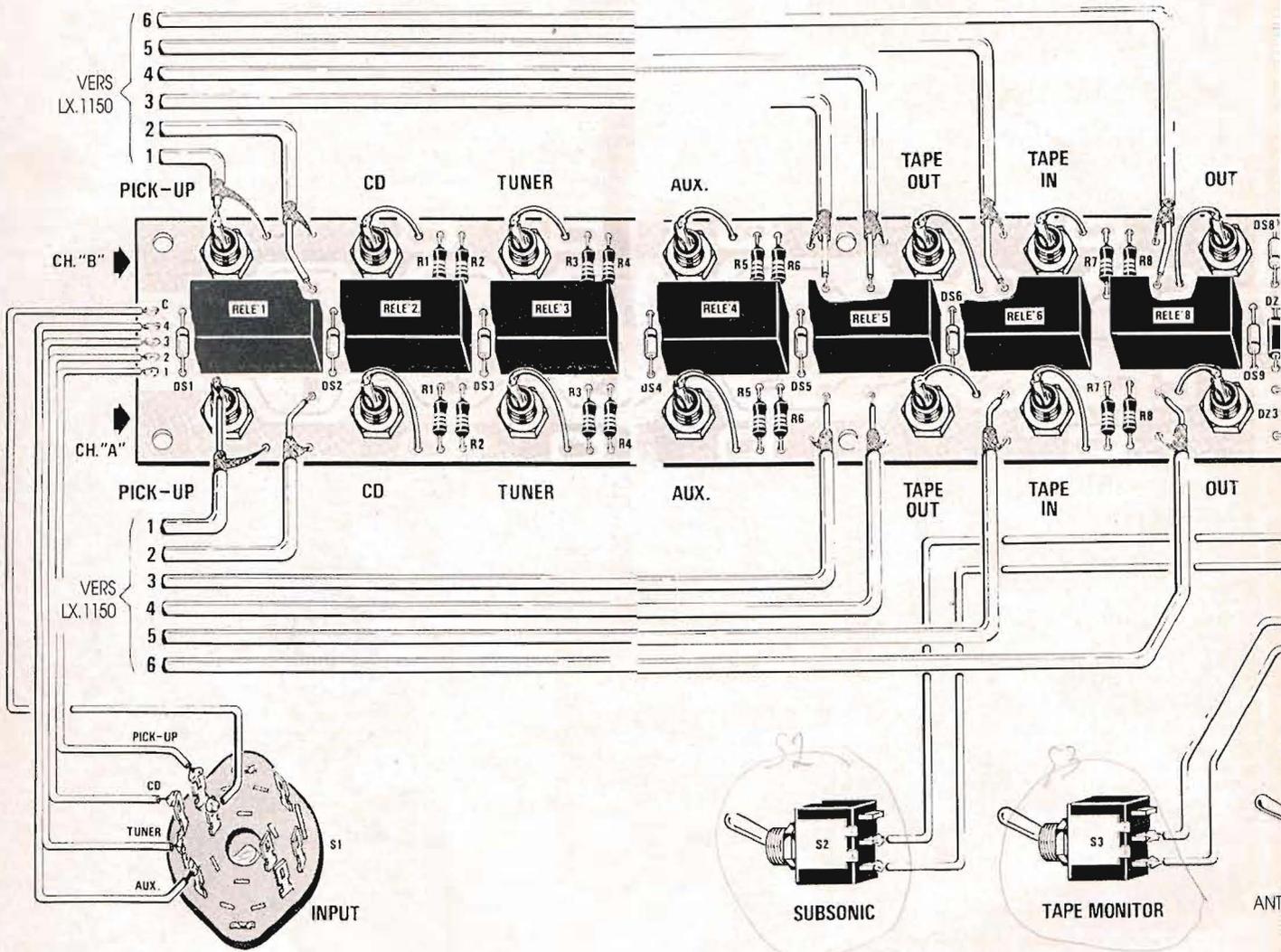
Pour alimenter ce préamplificateur stéréo nous auront recours au circuit LX1145 en mesure de fournir une tension stabilisée d'environ 30 Volt. Cette valeur de tension est la plus adaptée pour pouvoir obtenir en sortie en signal d'environ 7 Volt RMS sans distorsion. En effet, pour piloter un étage final de puissance il faut un signal d'une amplitude comprise entre 4 et 7 Volt RMS, soit :

$$4 \times 2,82 = 11,2 \text{ Volt crête/crête}$$

$$7 \times 2,82 = 19,7 \text{ Volt crête/crête}$$

Donc si nous retenons la valeur maximale avoisinant les 20 volt crête/crête, il est évident que l'obtention d'un signal d'une telle amplitude nécessitera d'alimenter les FET avec une tension d'environ 30 Volt. D'un des connecteurs présents sur ce circuit (voir Fig. 8), raccorder la masse au + 30 Volt à appliquer sur le circuit d'entrée, et à partir de l'autre connecteur, prélever la masse et le + 30 Volt nécessaires aux deux préamplificateurs. Tout le circuit stéréo absorbe au total un courant d'environ 120 mA.

Comme visible en figure 12, la tension d'environ 28 volt prélevée sur le secondaire du



transformateur est redressée par le pont de diode RS1 et stabilisée par le régulateur intégré IC1, un LM317.

La diode LED DL1 indiquera la mise sous tension du préamplificateur et sera ramenée sur la face avant de l'appareil. Cette alimentation est équipée de deux borniers de sortie identique sur lesquels seront raccordés les alimentations des circuits comme indiqué en figure 13.

REALISATION PRATIQUE

□ Pour réaliser ce préamplificateur stéréo, vous aurez besoin de deux circuits imprimés LX.1150, car l'un sera utilisé pour réaliser l'étage préamplificateur du canal droit et l'autre pour le canal gauche, d'un seul circuit imprimé LX.1149 pour les entrées/sorties, puisqu'il est déjà stéréo et enfin un circuit LX.1145 pour l'alimentation. Ces circuits sont présentés à l'échelle 1 afin de faciliter leur reproduction.

Pour le montage vous pourrez commencer par les circuits LX.1145 et LX.1149 qui sont les plus simples. Soudez en premier toutes les résistances, puis les diodes, en veillant à bien orienter celles-ci, comme on peut le voir en Fig. 4 et Fig. 13. Continuer avec les diodes zener en opérant de la même manière. Si vous soudez une de ces diodes zener à l'envers, le relais

concerné se verra appliquer une tension de 30 Volt et non de 12 Volt, et risquerait d'être détruit. Une fois cette opération effectuée, souder le transistor TR1 en tournant la partie plate de son boîtier vers la diode DZ6 puis soudez le condensateur électrolytique C2, en faisant attention de respecter la polarité des deux pattes.

□ Enfin, terminer par tous les relais. A ce stade, souder sur le dessous du circuit toutes les prises blindées BF puis les serrer fermement en utilisant une clé de 9 mm. Avec un morceau de fil de cuivre nu, vous soudez les broches de ces prises aux pistes du circuit imprimé, comme vous pouvez le voir en Fig. 4. Seules les broches des deux prises du pick-up placées à l'extrême gauche du circuit imprimé resteront libres. Comme on peut le voir en Fig. 4, vous devrez souder l'âme d'un câble coaxial sur le plot central. Sur le même circuit insérer ensuite les cosses devant recevoir les différents fils de connexion. Une fois toutes ces opérations effectuées, vous pourrez prendre un des deux circuits LX.1150 et commencer à monter tous les composants en les disposant comme indiqué en Fig. 6.

Pour commencer nous vous conseillons de câbler toutes les résistances, puis tous les condensateurs céramiques, ensuite les condensateurs. Nous attirons votre attention sur les marquages inscrits sur ces derniers composants. Ils peuvent être exprimés en nanoFarad ou en microFarad. Les lettres M-K-J placées derrière chaque numéro n'indique ni microFarad ni KiloFarad. Le point placé devant chaque numéro doit être lu comme le marquant de la virgule. Pour éviter les erreurs, nous reportons les valeurs auxquelles correspondent les différents sigles estampillés :

3n3	=	3.300 pF
22 n	=	22.000 pF
.01	=	10.000 pF
.1	=	100.000 pF
.15	=	150.000 pF
.22	=	220.000 pF
.33	=	330.000 pF
1	=	1 µF

Insérer ensuite près du relais la diode au silicium DS7, la bague indiquant la cathode tournée vers

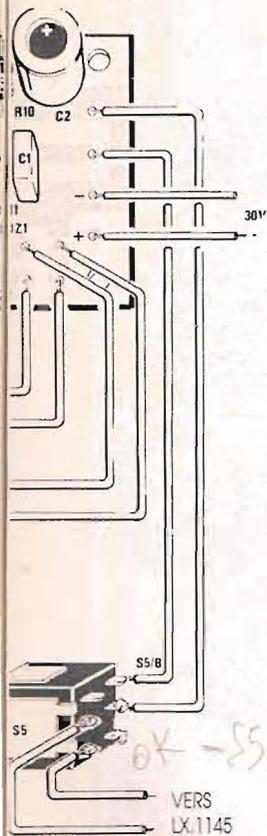


Fig 4: Schéma pratique de montage de l'étage LX.1149. Ce circuit étant stéréo, il ne devrait être réalisé qu'une seule platine.

Fig 5: Pour relier cet étage d'entrée avec les deux étages préamplificateurs mono CH/A - CH/B (voir Fig. 6), vous devrez utiliser les petits câbles coaxiaux pour radiofréquence de type RG.174. Si vous éprouvez des difficultés avec ces liaisons, vous trouverez en Fig. 8 un dessin du câblage. Ci-dessous la photo du LX.1149 vu du côté des prises d'entrée et de sortie.

R47. A ce stade vous pourrez insérer tous les FET en tournant la partie plate de leur boîtier comme on peut le voir en Fig. 6. Sur le côté gauche du circuit, insérer le connecteur mâle J1 qui servira à adapter la cellule du pick-up à l'entrée du préamplificateur et placer déjà le cavalier sur la position 1. Une fois cette opération effectuée vous pourrez insérer le relais, puis tous les condensateurs électrolytiques en respectant leur polarité.

□ Sur ce circuit insérer également les cosse devant accueillir des petits câbles blindés et les fils d'alimentation. Puisque le préamplificateur est stéréo, vous devrez monter un second circuit LX.1150 identique à celui déjà monté.

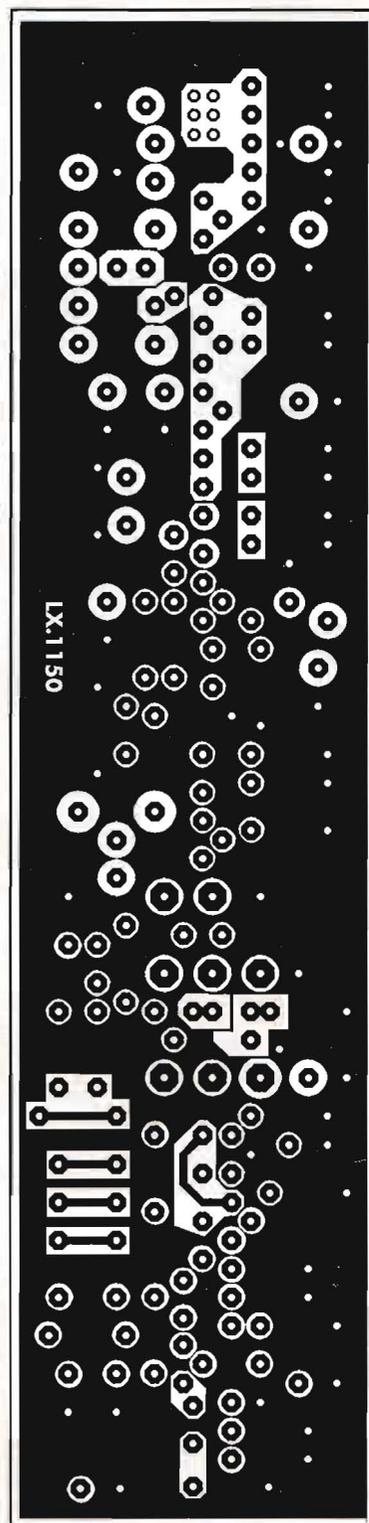
MISE EN COFFRET

□ préamplificateur devra être monté dans une boîte totalement métallique pour lui assurer un parfait blindage.

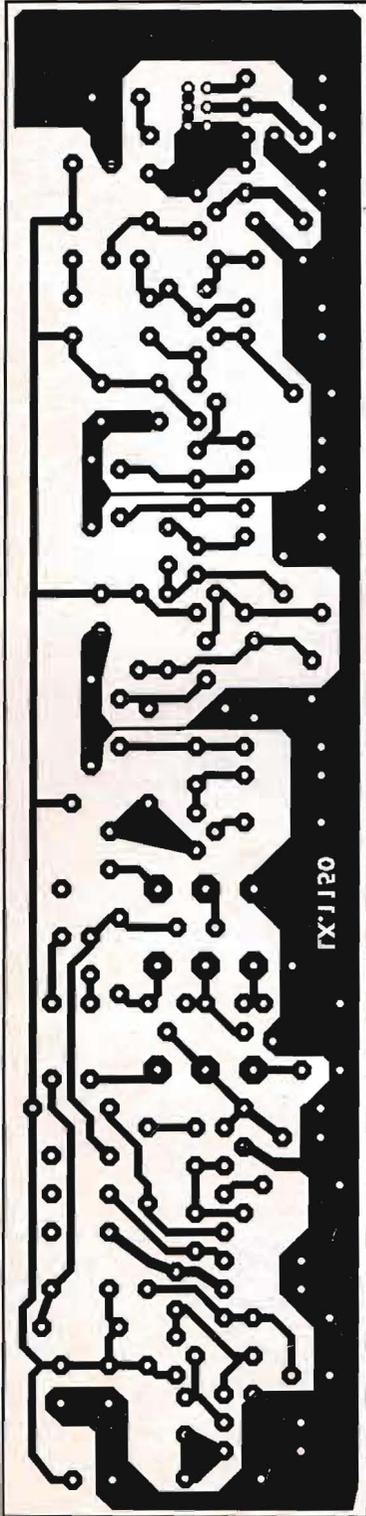
En premier lieu, vous devrez fixer sur le contre panneau tous les potentiomètres, le commutateur rotatif, tous les interrupteurs et la tête de la diode Led.

Avant de fixer les potentiomètres et le commutateur rotatif, vous devrez raccourcir leurs axes, en contrôlant avec la face avant de combien vous devrez couper ceux-ci pour ne pas vous retrouver avec un axe trop court. Une fois ce problème résolu, vous pourrez fixer sur le panneau arrière le circuit LX.1149, pourvu de toutes les prises d'entrées et de sorties, en utilisant les entretoises métalliques. Sur le côté droit de la boîte fixer l'étage d'alimentation LX.1145 et sur le côté gauche les deux circuits imprimés LX.1150 en utilisant toujours des entretoises métalliques. Une fois tous les circuits imprimés fixés, vous pourrez commencer à câbler les potentiomètres, les commutateurs, comme on peut le voir sur les Fig. 7 et 8.

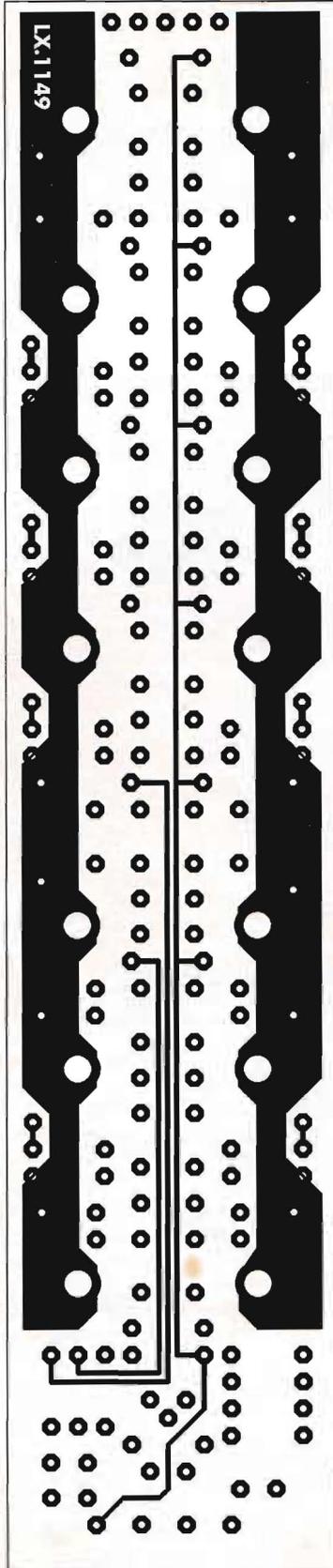
□ Pour transférer les signaux BF nous conseillons d'utiliser du fil blindé de bonne qualité ne présentant pas une capacité élevée,



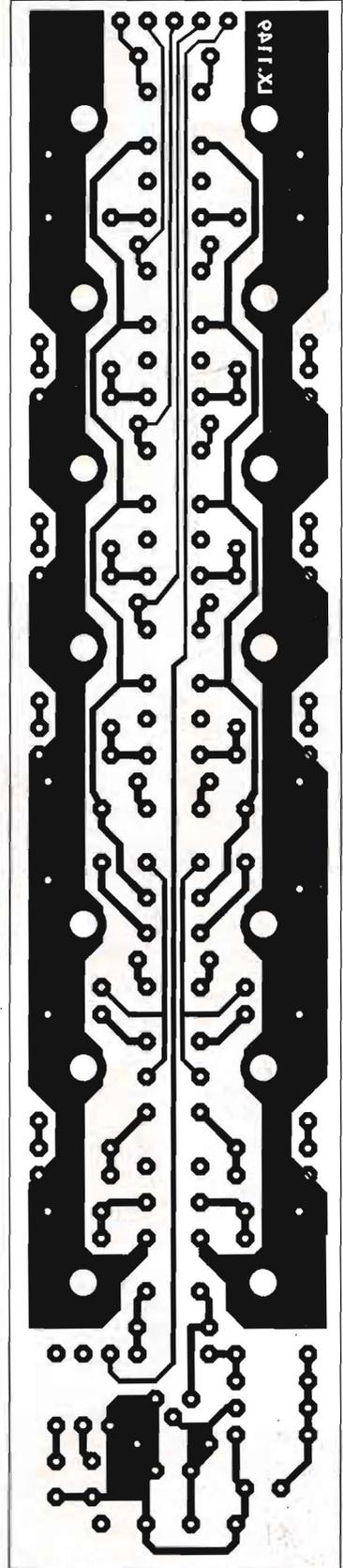
Platine LX.1150 côté composants



Platine LX.1150 côté cuivre



Platine LX.1149 côté composants



Platine LX.1149 côté cuivre

VERS LX.1149 *1150*

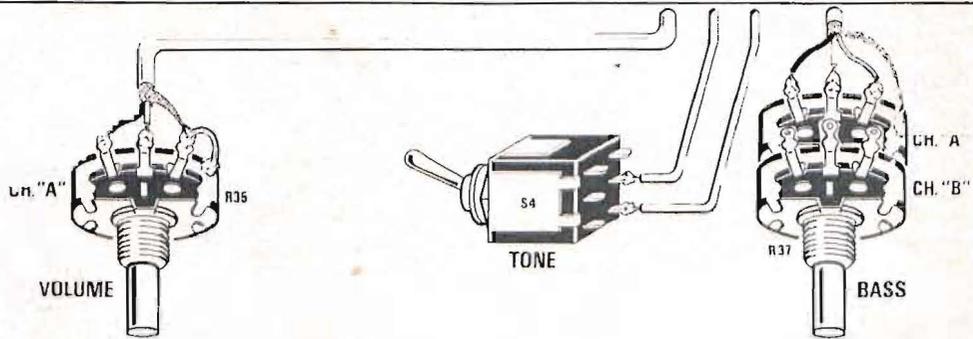
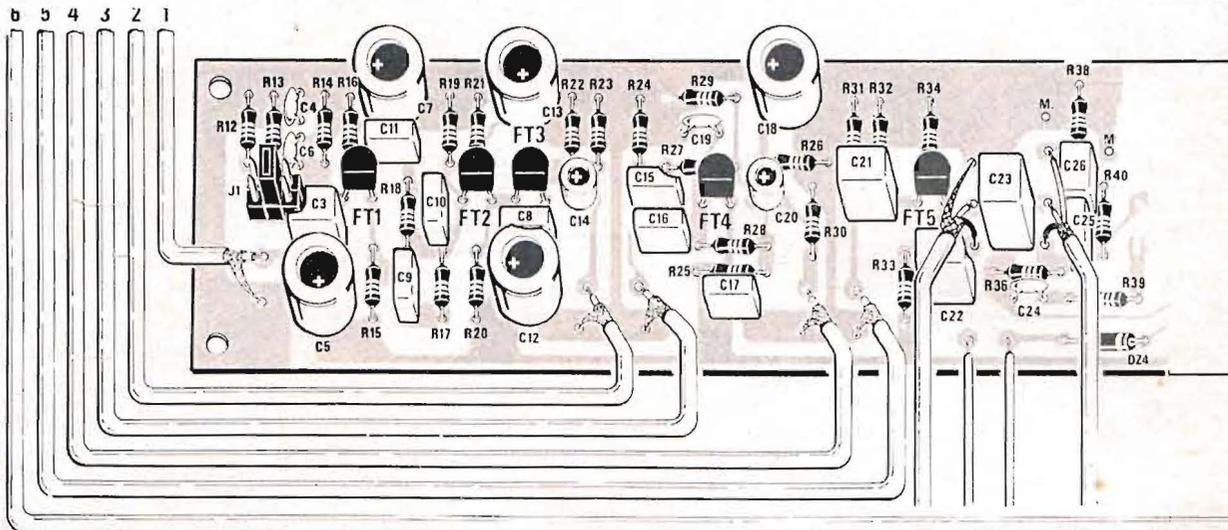
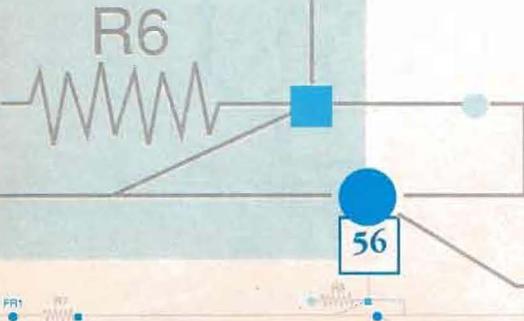
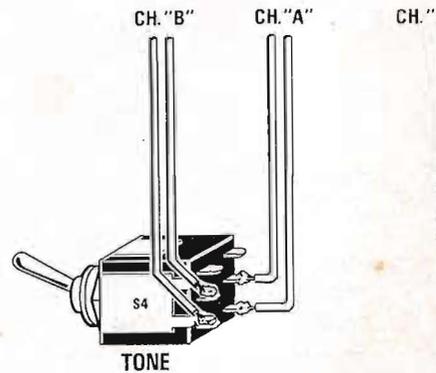
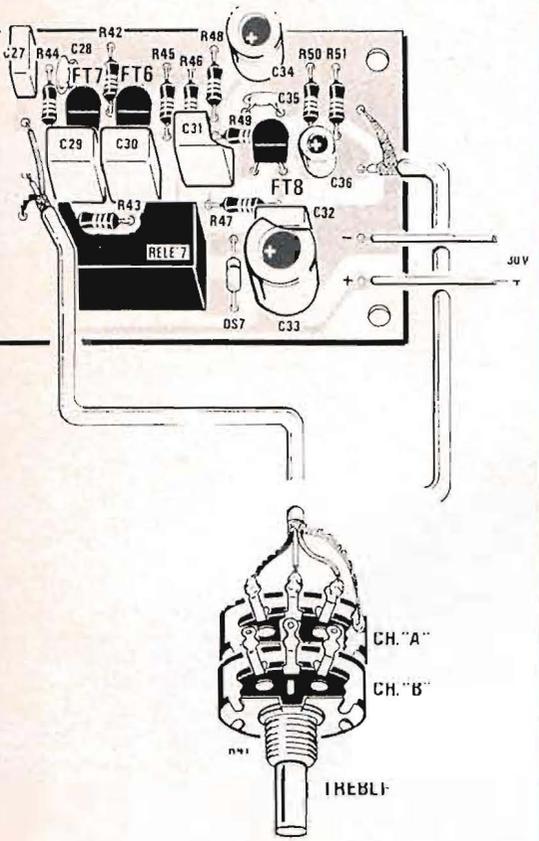


Fig 6: Schéma pratique de l'imprimé LX.1150. Vous devrez monter deux circuits pour assurer la stéréo.

Fig 7: Pour prévenir d'éventuelles auto oscillations de l'étage cascade FT6-FT7, nous vous conseillons d'insérer tout de suite et directement sur les deux broches extrêmes du double potentiomètre des Aigus R41, un condensateur céramique de 22 pF. N'oubliez pas de relier les blindages des deux petits câbles à la masse du circuit imprimé (il y a deux cosses de masse près de R38) et à la carcasse métallique des deux potentiomètres.





qui modifieraient les caractéristiques du préamplificateur. N'oubliez pas de relier à la masse les carcasses métalliques des potentiomètres, sans quoi des ronflements d'alternatif pourraient se faire entendre lorsque vous toucherez les boutons (avec les mains).

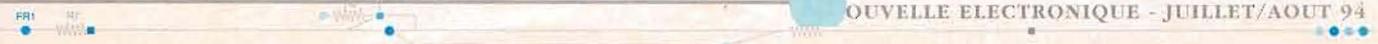
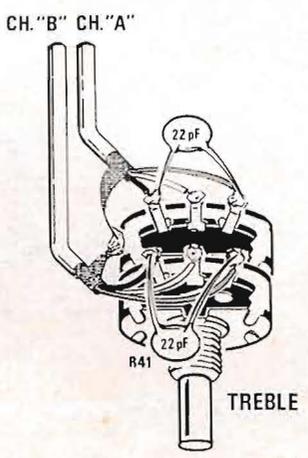
- Lorsque vous prélèverez la tension de la barrette de raccordement pour alimenter les deux préamplificateurs, nous vous conseillons d'utiliser des fils de couleurs différentes, par exemple deux fils noirs pour la tension négative (reliée à la masse) et deux fils rouge pour la tension positive, de façon à ne pas les confondre lors du câblage des deux préamplis LX.1150.
- Avant d'alimenter le préamplificateur, s'assurer de la présence du cavalier sur la position 1 du connecteur J1. Plus tard, lorsque sur l'entrée pick-up vous relierez votre cellule magnétique, vous pourrez contrôler en écoutant un disque, l'opportunité de le changer ou non de place.

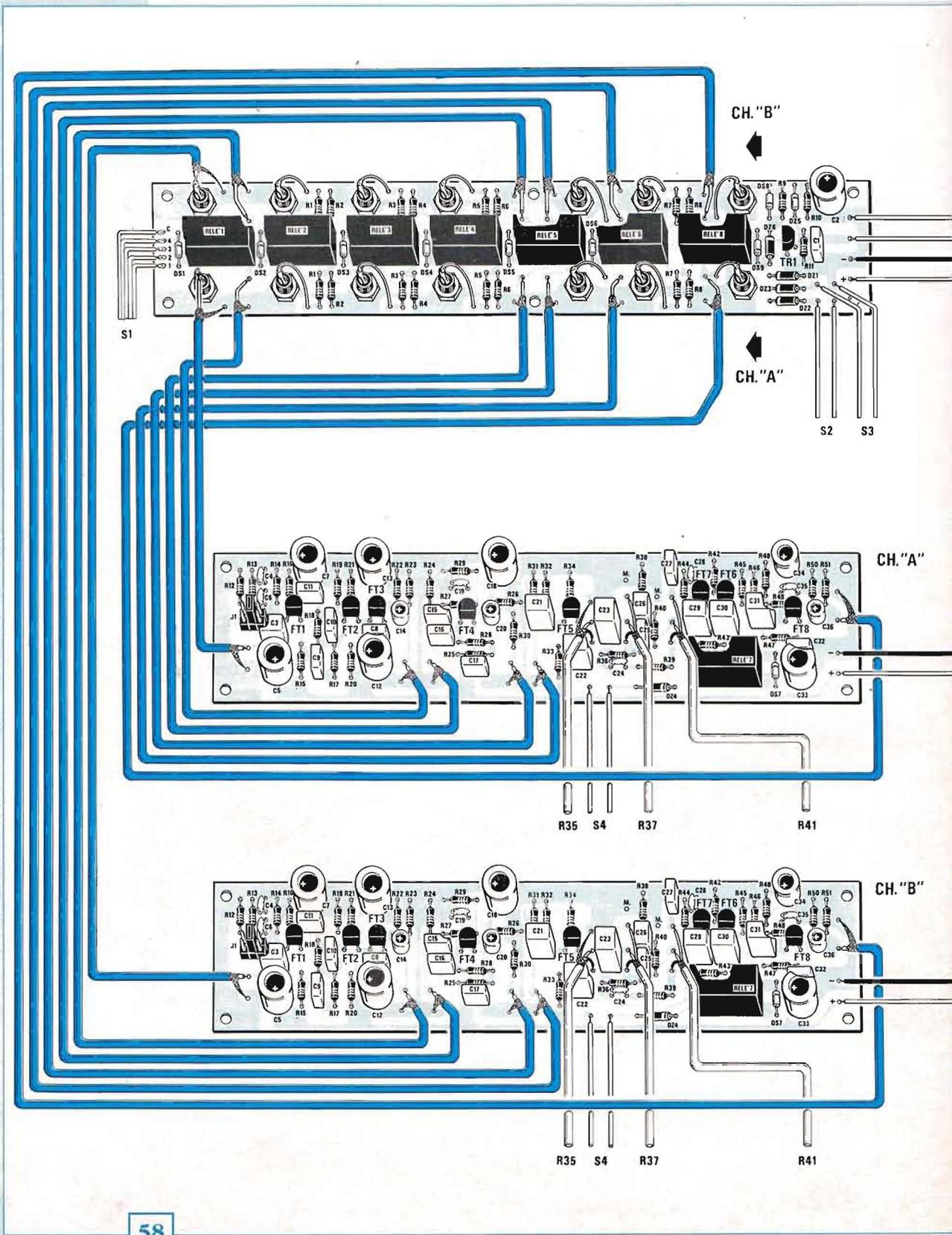
COÛT DE LA REALISATION

KIT LX 1149	386,26F
<i>Circuit imprimé (seul) LX1149</i>	72,80F
KIT LX 1150	329,28F
<i>Circuit imprimé (seul) LX1150</i>	72,82F
KIT LX 1145	272,27F
<i>Circuit imprimé (seul) LX1145</i>	39,90F
Meuble MO.1150	316,75F

Les frais de transport ne sont pas inclus dans le prix indiqué. Pour plus de renseignement ou pour vous faire parvenir notre documentation, veuillez contacter notre service "lecteurs" :

Tél. 55 26 73 24 - Fax. 55 20 96 05
Courrier : Nouvelle Electronique,
17 quai de Chamhard - 19000 TULLE





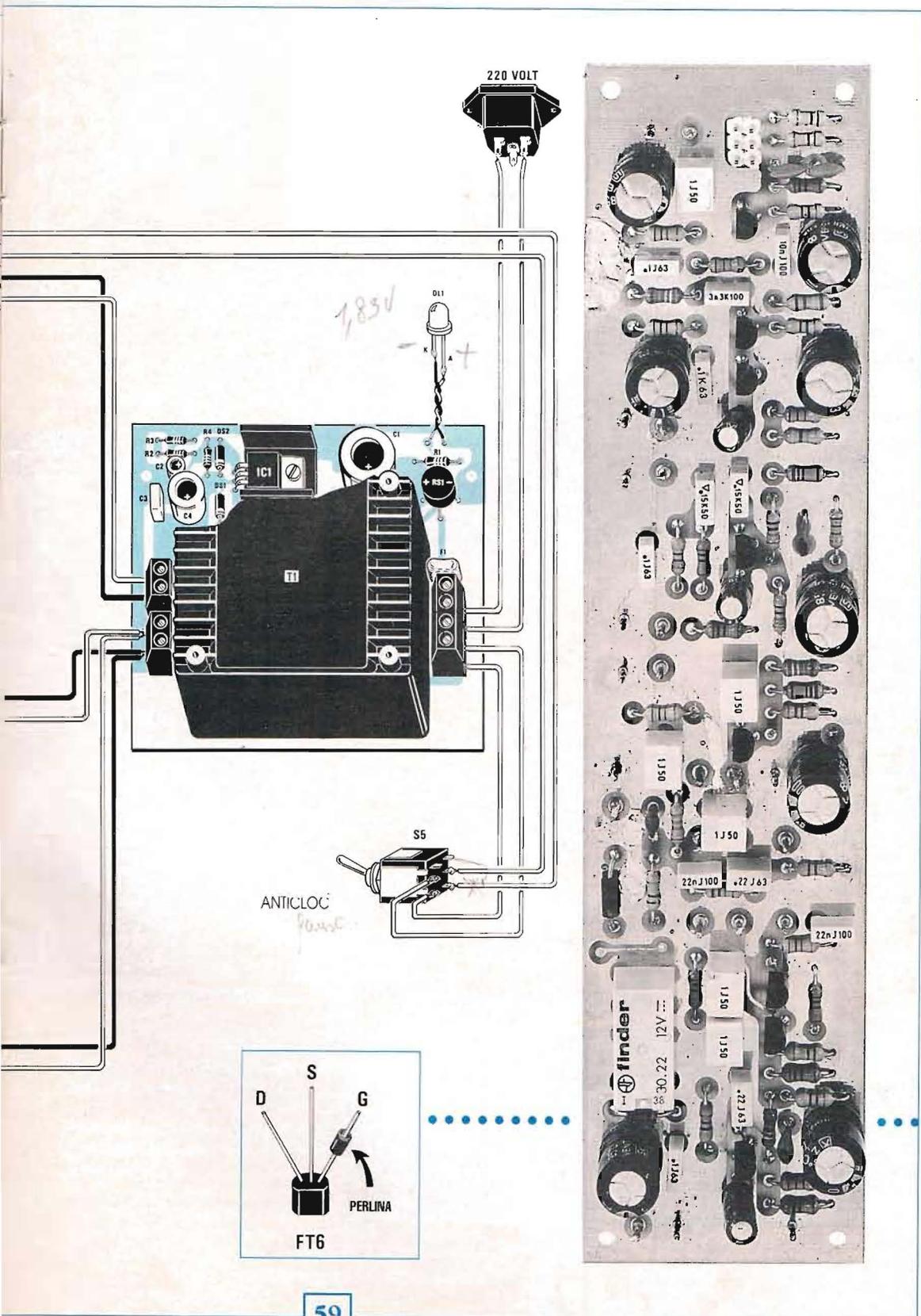


Fig 8 : Schéma du câblage à effectuer pour relier le circuit de l'étage d'entrée LX.1149 aux deux circuits LX.1150 des canaux A et B et à d'alimentation LX.1145.

Les deux fils qui, partant de l'étage d'entrée LX.1149 (voir en haut à gauche), vont à l'interrupteur S5, servent pour l'anti-"cloc". Le circuit de l'étage d'alimentation devra être tenu isolé du métal du coffret.

Fig 9 : la mise en place d'une perle en ferrite sur la patte G du FET FT6, évitera à l'étage cascade d'auto-osciller.

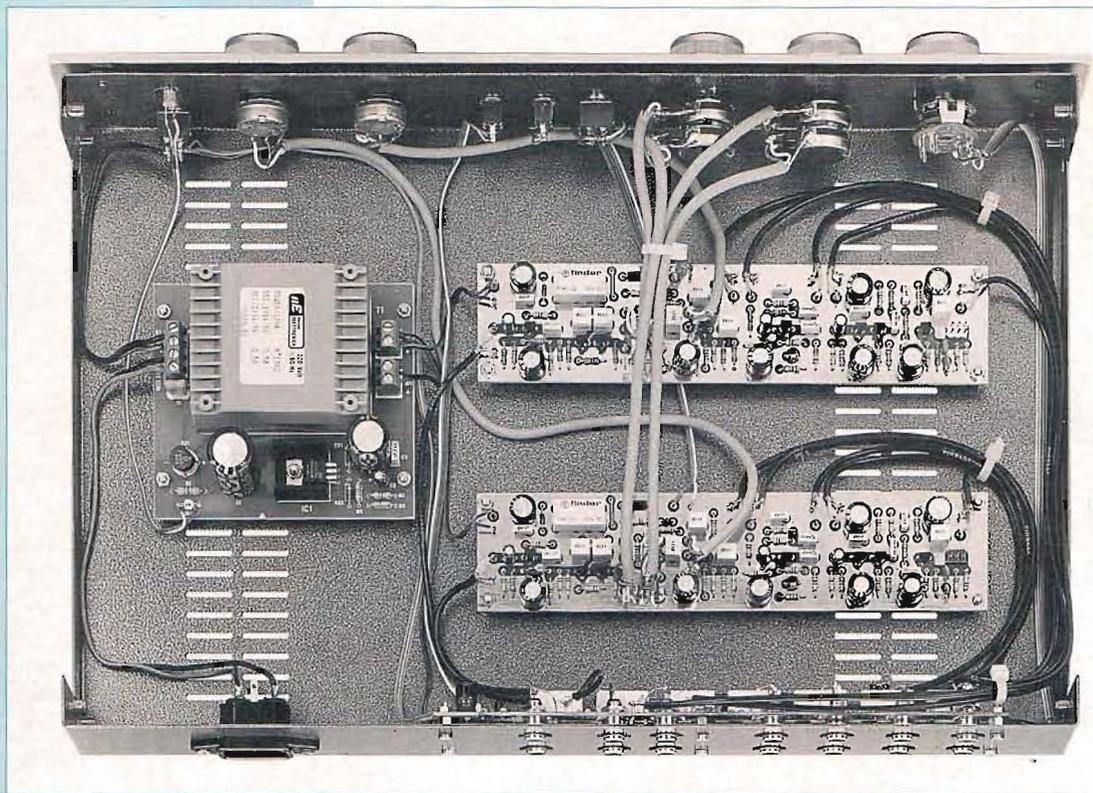


Fig 10 : Une fois les circuits fixés à l'intérieur de la boîte, nous vous conseillons d'effectuer un câblage ordonné. Après avoir regroupé les petits câbles coaxiaux qui, du circuit d'entrée vont se connecter aux deux circuits des étages préamplificateurs, les rassembler avec un collier plastique ou avec un tour de ruban isolant.

Important : Pour fixer le circuit imprimé de l'étage d'alimentation LX.1145 sur le plancher métallique de la boîte, vous devrez utiliser des entretoises plastiques. Avec cet artifice on évitera des boucles d'induction inutiles, qui pourraient générer des ronflements perceptibles.

Fig 11 : Les prises de sortie stéréo du signal préamplifié sont placées sur la gauche (voir inscription OUTPUT), celles pour le magnétophone sont indiquées TAPE IN (entrée magnétophone) et TAPE OUT (sortie magnétophone). Sur la droite vous trouverez en revanche les prises d'entrée stéréo, soit Aux - Tuner - CD - Pick/up.

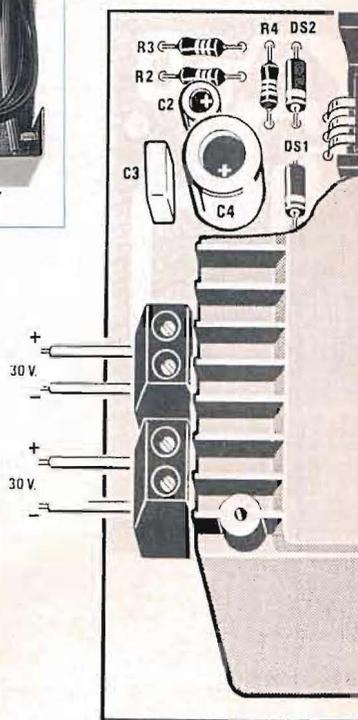
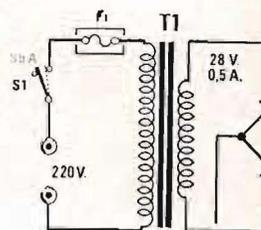
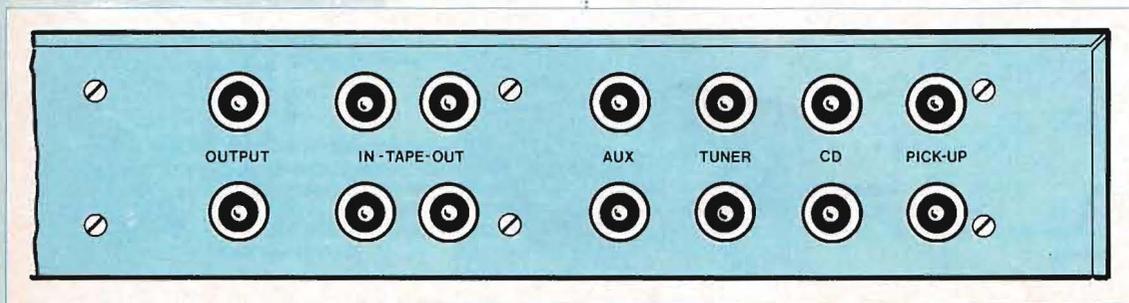


Fig 12 : Schéma électrique de l'étage alimentation LX.1145.

Fig 13 : Schéma pratique de montage de l'étage d'alimentation.



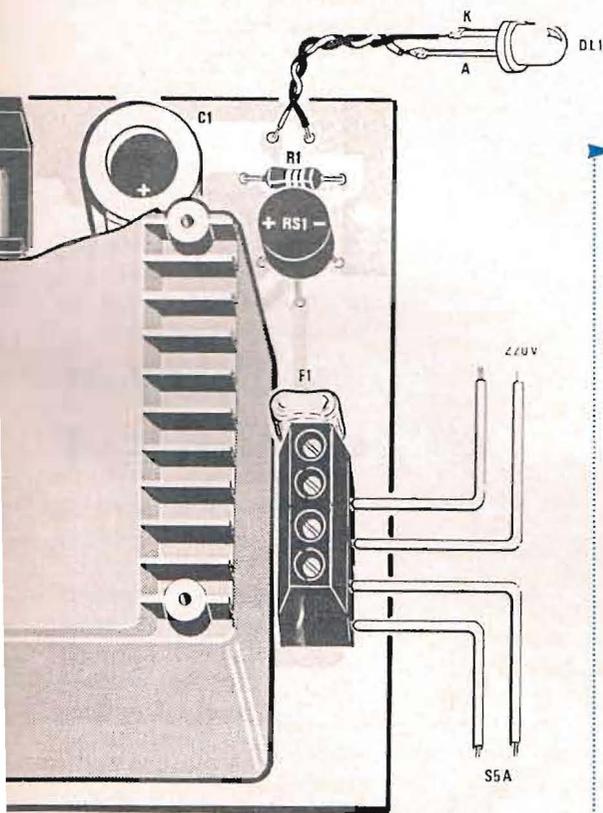
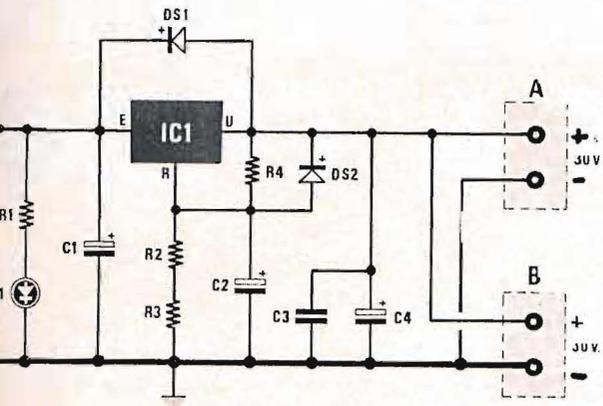
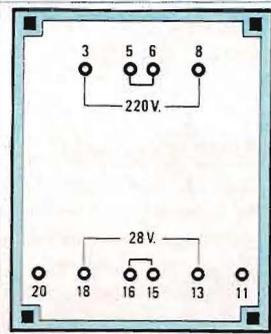
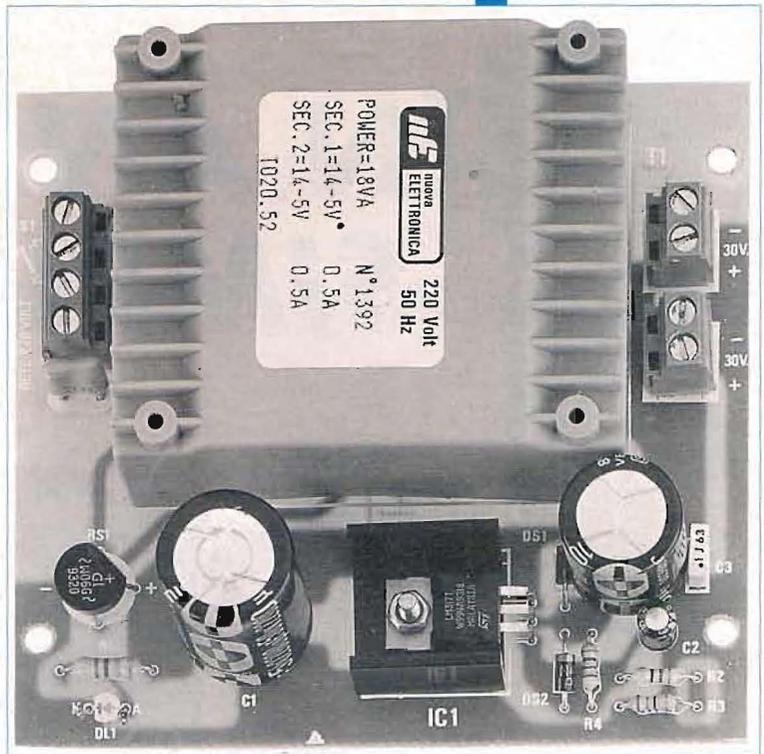


Fig 14 : représentation complète de l'étage d'alimentation LX.1145 monté.

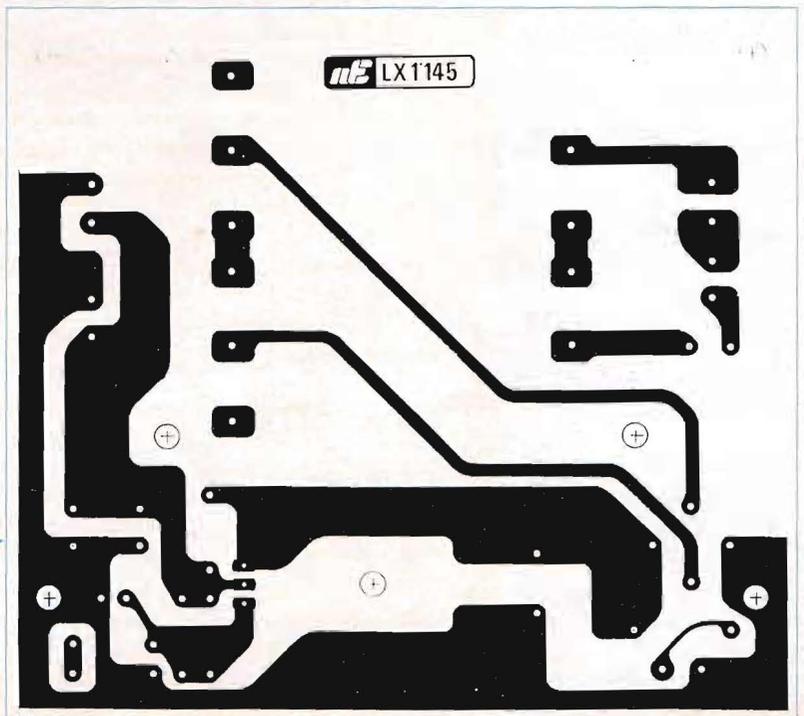
Fig 15 : Connexions vues de dessous le transformateur. Un autre type de transformateur peut très bien convenir, à condition de respecter les connexions préconisées.

Fig 16 : Dessin grandeur nature du circuit LX.1145 vu du côté cuivre. Le circuit imprimé est déjà prévu pour coupler les deux enroulements 5-6 et 16-15 du transformateur d'alimentation.

61



T020.52



UN ANALYSEUR SIMPLE & EFFICACE

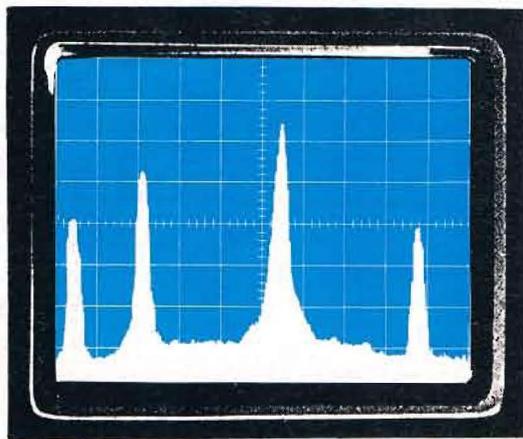


Fig 1 : Avec cet analyseur de spectre, vous pourrez voir et mesurer sur l'écran de l'oscilloscope l'amplitude de n'importe quel signal RF en partant d'un minimum de 22 MHz jusqu'à un maximum de 200 MHz environ.

Nous avons donc entrepris la réalisation d'un modèle simple et économique pouvant être utilisé en le reliant à un oscilloscope normal. Si vous disposez de 100 000 francs ou plus à engager dans l'achat d'un analyseur de spectre, cet article n'est pas pour vous !

Si vous ne pouvez pas dépenser cette somme et qu'il vous plairait de posséder un analyseur de spectre même avec des caractéristiques plus limitées, alors vous allez trouver ce montage très attirant car l'appareil que nous vous proposons vous permettra de voir sur l'écran de votre oscilloscope tous les signaux RF (RadioFréquence) en partant d'un minimum de 22 MHz jusqu'à un maximum de 200 MHz. Vous ne pourrez évidemment pas prétendre de cet instrument des prestations semblables à celles que vous aurait fournies un appareil professionnel mais acceptant la maxime du proverbe "mieux vaut un oeuf aujourd'hui qu'une poule demain" nous avons pensé vous

proposer immédiatement "l'oeuf", en attendant "la poule" (aux oeufs d'or!!).

Auparavant nous devons expliquer à quoi sert un tel appareil. Un analyseur de spectre fait apparaître sur un écran un panorama complet de tous les signaux de RF captés, dont les amplitudes sont proportionnelles à leur puissance. A ceux qui s'intéressent à la RF même seulement comme passe-temps, cet instrument de mesure se révèle indispensable.

En électronique, lors de la réalisation des oscillateurs RF, on pourra immédiatement voir si le quartz oscille sur la fréquence fondamentale ou sur une harmonique. On pourra également contrôler la présence d'éventuelles fréquences parasites, et apporter des modifications au circuit de façon à augmenter ou diminuer ces phénomènes. Si l'oscillateur n'a pas de quartz, on pourra directement évaluer sa stabilité. Encore, en possession d'un émetteur récepteur on pourra facilement régler sa puissance maximale en contrôlant sur l'écran de l'oscilloscope l'amplitude du signal.

Si l'on remarque à la sortie de l'émetteur beaucoup de fréquences harmoniques qui pourraient troubler la TV, il sera facile de réaliser des filtres passe bas et les mettre au point de façon à éliminer les brouillages. En agrandissant la largeur du tracé vertical, il sera également possible de vérifier si une quelconque onde est modulée en FM ou en AM. En appliquant à l'entrée de l'analyseur deux antennes différentes nous pourrions vérifier leur rendement et éventuellement les ajuster car l'antenne la mieux accordée nous fera voir un tracé d'amplitude plus importante.

Ce qui prévaut pour l'antenne peut être également appliqué aux préamplificateurs RF. En effet le plus efficace ou le mieux accordé favorisera l'amplitude des signaux captés. En réalisant des atténuateurs passifs RF, on pourra vérifier leur fonctionnement et la valeur des atténuations.

L'analyseur de spectre est un instrument de mesure que l'on trouve uniquement dans quelques laboratoires bien équipés. Cet appareil de mesure très utile à ceux qui ont pour violon d'ingrè l'électronique peut également intéresser en particulier tous ceux qui se délectent en RF.

DE SPECTRE ACE

Avec l'analyseur, vérifier si des micro-espions ont été installés abusivement chez soi sera un jeu d'enfant... A la mise en marche d'ordinateur on notera que le récepteur capte de nombreux signaux parasites. Cet analyseur déterminera quelles fréquences émanent de l'ordinateur. Expérimentalement il sera ainsi possible de contrôler si une simple prise de terre est suffisante pour les éliminer ou si des filtres de réseau sont nécessaires ce qui constitue une excellente introduction à la CEM (compatibilité électromagnétique).

PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

□ Pour pouvoir visualiser sur l'oscilloscope l'amplitude des signaux RF présents dans une gamme déterminée, il convient de disposer d'un oscillateur wobulé, d'un mélangeur et d'un étage amplificateur de MF complété d'un démodulateur AM. Sur l'entrée verticale de l'oscilloscope (axe Y) sera appliqué le signal traité, tandis que sur l'entrée horizontale (axe X), on appliquera la tension du signal triangulaire utilisé pour wobuler la fréquence de l'oscillateur local. Le premier problème à résoudre pour réaliser cet appareil réside dans le choix d'un bon oscillateur variable, en mesure de fournir en sortie un signal RF d'amplitude constante sur toute la gamme à explorer.

ETAGE OSCILLATEUR

□ L'étage oscillateur que nous avons choisi après divers essais, utilise deux FET et un



transistor PNP (voir fig.4). Si vous vous contentez d'explorer une gamme unique et restreinte, vous pourrez très bien n'insérer dans votre analyseur de spectre qu'un seul de ces modules. S'il vous est nécessaire d'étendre la gamme d'exploration, vous pourrez en insérer deux, trois, ou quatre.

□ Notre circuit de base a été conçu pour recevoir un maximum de quatre modules, car l'augmentation de la longueur des pistes, empêcherait d'atteindre les 220 MHz fixés en objectif. Pour les quatre premiers modules indiqués pour les gammes VHF (74 - 220 MHz) nous avons déjà gravé sur le circuit imprimé les bobines d'accord tandis que pour les gammes décimétriques (22-86 MHz) on devra insérer sur chaque circuit LX 1119/E une self moulée différente pour arriver à couvrir toute la bande requise. Dans le tableau n°1 nous reportons la valeur d'inductance en microHenry à insérer sur le circuit imprimé en regard de la gamme que l'on réussira à couvrir avec chaque module.

Module	Self L1	Gamme explorée MHz	
LX.1119/A	gravée	159 - 204	180 - 225
LX.1119/B	gravée	120 - 161	141 - 182
LX.1119/C	gravée	93 - 124	114 - 145
LX.1119/D	gravée	74 - 97	95 - 118
LX.1119/E	0.27 µH	53 - 65	75 - 87
LX.1119/E	0.47 µH	40 - 49	62 - 70
LX.1119/E	0.82 µH	35 - 41	56 - 64
LX.1119/E	0.56 µH	27 - 33	48 - 55
LX.1119/E	1.00 µH	22 - 27	44 - 49

Fig 2 : Les deux sorties de cet analyseur seront reliées aux axes Y et X d'un quelconque oscilloscope. Le calibre de l'entrée verticale sera tourné sur 0,1 Volt/division AC, tandis que celui de l'entrée horizontale sera tourné sur le calibre 0,5 Volt/division CC. A l'aide d'une petite antenne, vous pourrez déjà voir le spectre des émetteurs FM privés présents dans votre ville.

Fig.3 Photo des quatre modules LX.1119/A-B-C-D. En transparence, vous pourrez voir les bobines L1 déjà gravées dans le circuit imprimé. Pour explorer les gammes inférieures à 70 Mhz vous devrez utiliser le circuit imprimé LX.1119/E puis insérez pour la bobine L1, des selfs moulées dont la valeur sera choisie dans le tableau n°1.

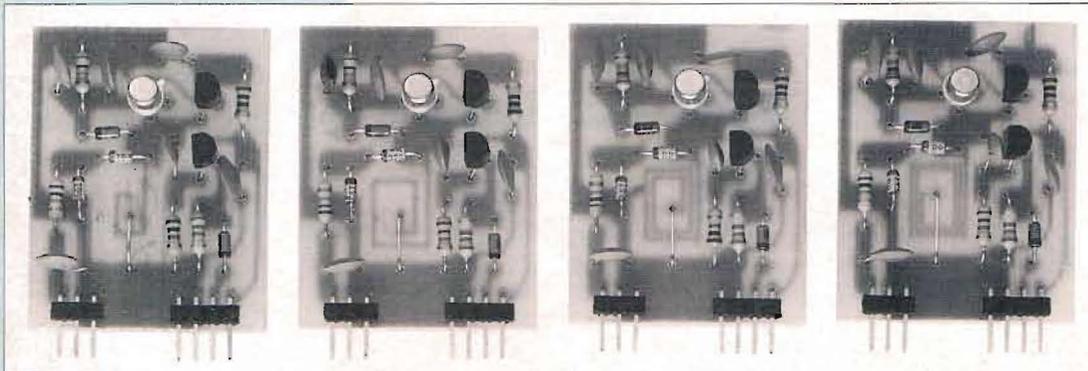
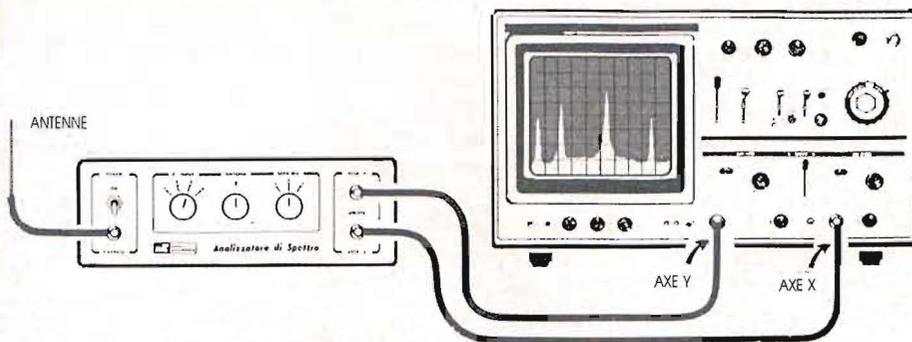
Chaque module nous permettra d'explorer deux bandes (nous vous expliquerons ensuite comment on effectue cette opération) : Avec le premier module vous pourrez donc explorer de 159 à 225 MHz environ, avec le deuxième module de 120 à 182 MHz environ, ainsi de suite jusqu'au dernier module avec lequel vous pourrez explorer de 22 à 49 MHz environ. Dans la pratique cette série de modules vous permettra de visualiser les gammes de CB, celles des micros sans fils, celle des émetteurs FM et les différentes gammes de fréquences radioamateurs. Il n'est pas possible, comme beaucoup pourraient le supposer, d'utiliser un seul oscillateur et d'essayer de commuter sur celui-ci les diverses inductances, car les longs fils nécessaires à ces liaisons, par delà le fait qu'ils ne nous permettent pas de dépasser les 30 MHz, pourraient bloquer l'oscillateur même.

Souvenez-vous que la fréquence minimale et maximale reportée dans le tableau n°1 peut subir des variations de 1-2 MHz d'un montage à un autre, car les inductances et les diodes varicap ont des différences de tolérance. En appliquant par le biais du commutateur S1, une

tension de 12 Volt à l'étage oscillateur présélectionné (voir fig.5), le signal de RF présent sur la bobine L1 atteindra la Gate du FET FT2 utilisé comme étage séparateur (voir fig.4). De la source de ce même FET, on prélèvera le signal RF, qui en passant à travers la diode Schottky DS2, pourra ainsi rejoindre la broche 6 du NE.602 (voir IC1 fig.5); pour être ensuite mélangé avec le signal appliqué sur la prise entrée RF reliée par C2, à la broche d'entrée 1. La fréquence de l'oscillateur sera modulée sur la bande choisie par une tension variable appliqué sur les deux diodes varicap DV-DV2. Cet oscillateur, à la différence des autres, se révèle très stable et présente l'avantage de fournir un signal d'amplitude constante sur la gamme entière grâce à la présence de la diode Schottky DS1, insérée entre l'émetteur et la base du transistor TR1. Les étages oscillateurs que nous présentons pour cet analyseur pourraient également servir à la construction d'un VFO pour piloter de petits émetteurs. Pour cette seconde utilisation il faudrait retirer sur le drain du FET FT2 la diode Schottky DS2, et la remplacer par un condensateur céramique de 1000 pF. Dans le cas où on voudrait utiliser ces étages pour générer une fréquence fixe, il faudrait enlever les deux diodes varicap DV1-DV2 et leur substituer un seul condensateur de 10-40 pF.

SCHEMA ELECTRIQUE

Le schéma électrique de cet analyseur est reporté dans la fig.5. Sur la prise d'entrée sera appliqué le signal à visualiser. Sur cette entrée, on ne devra jamais appliquer de signaux supérieurs à 3 millivolt efficaces ou inférieurs à 0.5 Millivolt. Dans le cas de l'utilisation de l'analyseur pour visualiser des signaux RF d'émetteurs FM, il faudra appliquer à l'entrée la descente d'une antenne FM non pré-amplifiée ou un long fil servant d'antenne. Si par contre, il est utilisé



pour contrôler le signal émis par un appareil émetteur placé à proximité de l'analyseur, il suffira d'appliquer à l'entrée de l'analyseur un morceau de fil court.

A partir de l'amplitude du signal qui apparaîtra sur l'écran de l'oscilloscope, on pourra établir si le signal capté demeure insuffisant ou trop élevé. N'appliquez jamais à l'entrée de l'analyseur le signal prélevé directement à la sortie d'un quelconque émetteur, car vous mettriez hors d'usage le circuit intégré NE-602.

Si vous reliez à l'entrée de l'analyseur des signaux prélevés à la sortie d'un générateur ou d'un oscillateur à haute fréquence générant des signaux supérieurs à 3 millivolt efficaces, vous pourrez interposer entre les deux appareils (voir fig.15) un atténuateur RF qui fera d'ailleurs l'objet d'un prochain article.

□ Le signal RF appliqué à la broche 1 du circuit intégré IC1, un NE 602, se mélangera à celui généré par l'étage oscillateur qu'on appliquera sur la broche 6. Du mélange de ces deux signaux, on obtiendra une troisième fréquence à 10.7 MHz prélevée sur les broches de sortie 5-4. Nous obtenons ainsi 10.7 MHz soit par soustraction soit par addition. Si nous appliquons sur la broche 6 une fréquence fixe de 100 MHz (signal généré par le module LX 1119/D), nous pourrions visualiser ces deux fréquences :

$$100 - 10.7 = 89.3\text{MHz}$$

$$100 + 10.7 = 110.7\text{MHz}$$

Avec un seul module nous pouvons donc visualiser une gamme de fréquences obtenue avec la soustraction et une gamme obtenue avec l'addition, comme il est reporté dans le tableau n°1. Prenons pour exemple le module LX.1119/B qui génère une fréquence minimale de 131 MHz et une maximale de 172 MHz nous pourrions visualiser la gamme inférieure comprise entre :

$$131 - 10.7 = 120.3\text{MHz}$$

$$172 - 10.7 = 161.3\text{MHz}$$

et la gamme supérieure comprise entre :

$$131 + 10.7 = 141.7\text{MHz}$$

$$172 + 10.7 = 182.7\text{MHz}$$

Le signal à 10.7 MHz présent sur l'enroulement

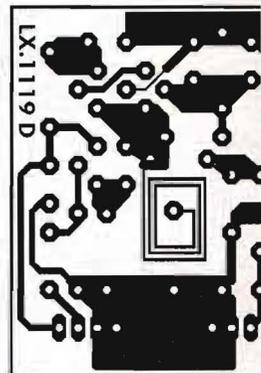
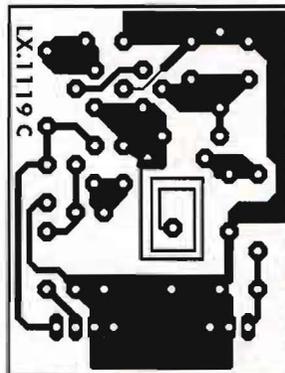
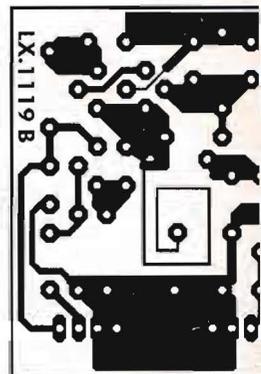
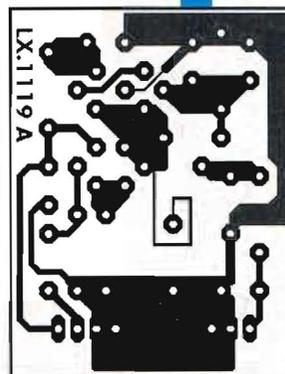
secondaire de la MF1 sera ensuite appliqué à l'entrée des deux filtres céramique FC1-FC2 qui s'attacheront à resserrer la bande passante. La sortie du dernier filtre FC2 apparaît reliée à la broche du circuit intégré IC3, un discriminateur FM type CA.3089.

De la broche de sortie 13 de ce circuit intégré, on prélèvera le signal à appliquer sur l'entrée verticale de l'oscilloscope.

Pour moduler la fréquence de l'étage oscillateur d'un bout à l'autre de la gamme, on utilisera un signal triangulaire à 30 Hz, environ qui sera prélevé à la sortie (broche 7) de l'ampli opérationnel IC5A.

Ce signal sera appliqué par le commutateur S2 qui nous servira à augmenter ou à diminuer le signal de l'émetteur sélectionné sur la broche inverseuse 6 de l'ampli opérationnel IC4A. Si nous disposons du module LX.1119/B dans l'appareil, celui-ci nous permettra de visualiser la gamme supérieure de 141 à 182 MHz ; le commutateur S1 sur la position 1, alors nous visualiserons tous les émetteurs présents dans la gamme comprise entre 141 et 182 MHz. Le commutateur dans la position 2, le tracé s'élargira de 2 fois (voir fig.14) affina l'observation du pied d'onde de l'émetteur capté.

Le commutateur dans la position 3, le tracé s'élargira encore de 4 fois environ (voir fig.14), et on pourra



Circuits imprimés

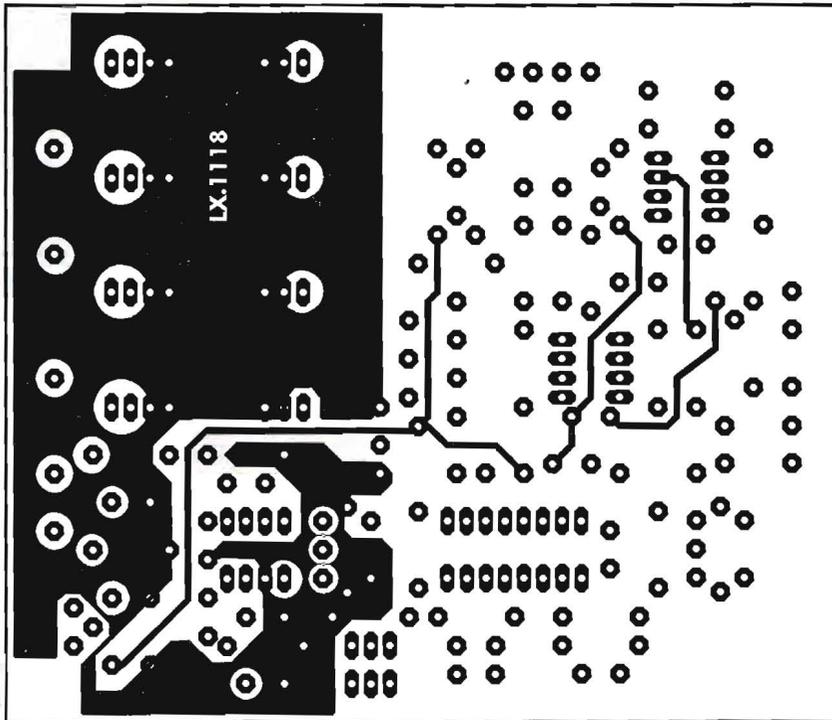
- **VOS CIRCUITS IMPRIMÉS**
en délai rapide (simple face, double face à trous métallisés...)
- **D.A.O.**
- **PLAQUES PROTOTYPES**
- **SERIGRAPHIE FACE AVANT**
- **SOUS-TRAITANCE**
(perçage, réduction photo, phototraçage, photo montage, réalisation d'outillage TM).

TARIFS SUR DEMANDE

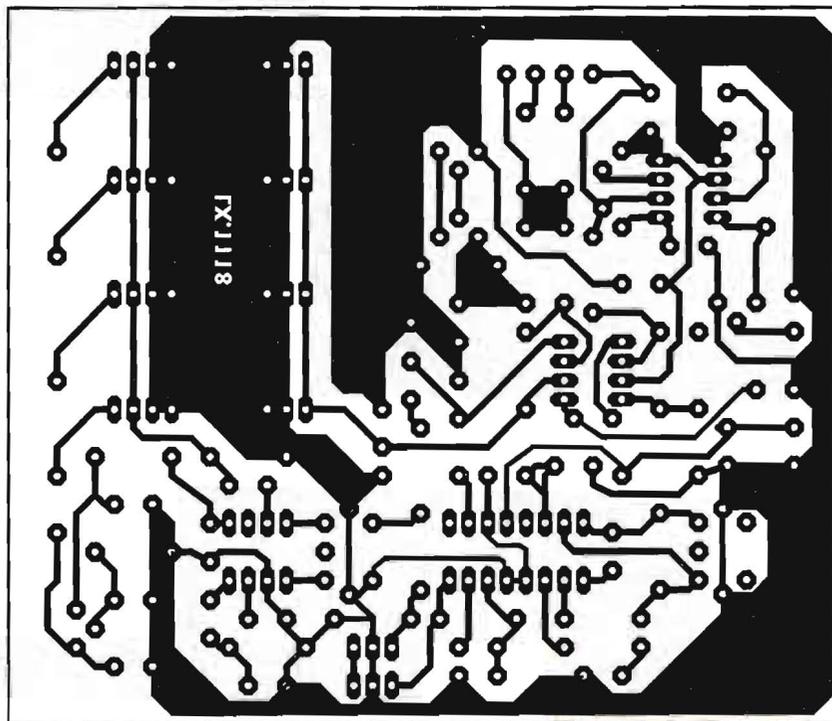
ECM

Z.A. de Saint-Ambroix - Route d'Uzès
30500 SAINT-AMBROIX

Tél : 66.24.18.03 - Fax : 66.24.36.24



Platine LX.1118 côté composants



Platine LX.1118 côté cuivre

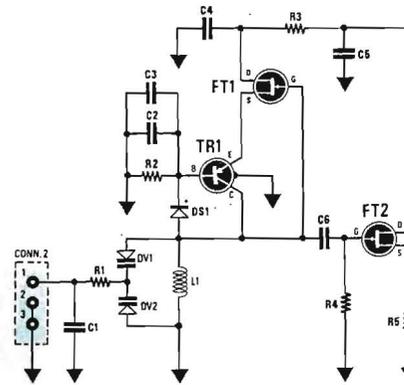


Fig 4 : Schéma électrique de l'étage oscillateur et brochage des transistors vus de dessus. Le cadre prendra place dans les connecteurs qui apparaissent dans le schéma ci-contre.

R1	56 000 Ohm 1/4 Watt
R2	0 000 Ohm 1/4 Watt
R3	100 Ohm 1/4 Watt
R4	1 mégohm 1/4 Watt
R5	2 200 Ohm 1/4 Watt
C1	100 pF disque
C2	10 000 pF
C3	22 pF
C4	10 000 pF
C5	10 000 pF
C6	100 pF
L1	self moulée (voir tableau n°1)
DV1	varicap type BB329
DV2	varicap type BB329
DS1	diode Schottky type BAR 10
DS2	diode Schottky type BAR 10
TR1	PNP type BFR 99
FT1	FET type J310
FT2	FET type J310
CONN1	connecteur à 3 plots tulipe mâle
CONN2	connecteur à 4 plots tulipe mâle

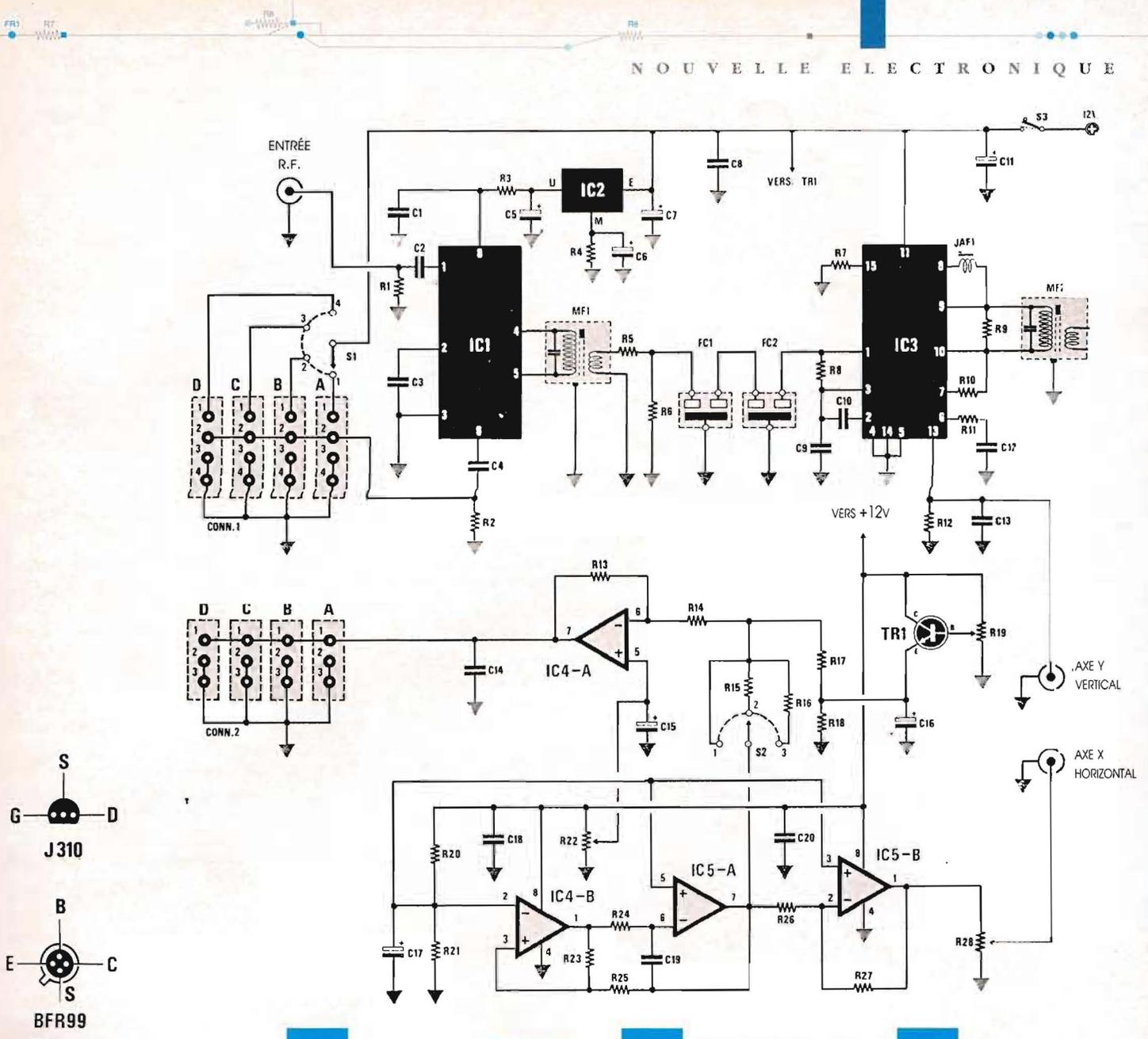


Fig 5 : Le schéma électrique de l'étage analyseur de spectre.

- R1 56 Ohm 1/4 Watt
- R2 1 000 Ohm 1/4 Watt
- R3 150 Ohm 1/4 Watt
- R4 1 200 Ohm 1/4 Watt
- R5 100 Ohm 1/4 Watt
- R6 10 000 Ohm 1/4 Watt
- R7 0 000 Ohm 1/4 Watt
- R8 470 Ohm 1/4 Watt
- R9 4 700 Ohm 1/4 Watt
- R10 3 300 Ohm 1/4 Watt
- R11 22 000 Ohm 1/4 Watt
- R12 33 000 Ohm 1/4 Watt
- R13 47 000 Ohm 1/4 Watt
- R14 15 000 Ohm 1/4 Watt
- R15 33 000 Ohm 1/4 Watt
- R16 33 000 Ohm 1/4 Watt

- R17 4 700 Ohm 1/4 Watt
- R18 1 000 Ohm 1/4 Watt
- R19 50 000 Ohm ajustable
- R20 10 000 Ohm 1/4 Watt
- R21 10 000 Ohm 1/4 Watt
- R22 10 000 Ohm potentiomètre linéaire
- R23 15 000 Ohm 1/4 Watt
- R24 220 000 Ohm 1/4 Watt
- R25 12 000 Ohm 1/4 Watt
- R26 47 000 Ohm 1/4 Watt
- R27 47 000 Ohm 1/4 Watt
- R28 100 000 Ohm ajustable
- C1 100 000 pF polyester
- C2 1 000 pF polyester
- C3 10 000 pF polyester
- C4 100 pF disque
- C5 10 µF électrolytique 63V

- C6 10 µF électrolytique 63V
- C7 10 µF électrolytique 63V
- C8 100 000 pF polyester
- C9 10 000 pF polyester
- C10 10 000 pF polyester
- C11 10 µF électrolytique 63 V
- C12 10 000 pF polyester
- C13 3 300 pF polyester
- C14 100 pF disque
- C15 10 µF électrolytique 63 V
- C16 10 µF électrolytique 63 V
- C17 10 µF électrolytique 63 V
- C18 100 000 pF polyester
- C19 47 000 pF polyester
- C20 100 000 pF polyester
- FC1 Filtre Céramique 10.7 MHz
- FC2 Filtre Céramique 10.7 MHz

- MF1 Toko 10.7 MHz orange
- MF2 Toko 10.7 MHz orange
- AF1 4.7 microhenry
- TR1 NPN type BC 547
- IC1 NE 602
- IC2 78L05
- IC3 CA 3089 ou LM 3089
- IC4 LM 358
- IC5 LM 358
- S1 commutateur 1 circuit/4 positions tulipe femelle
- S2 commutateur 1 circuit/3 positions interrupteur
- S3
- CONN1 Connecteur à 4 plots tulipe femelle
- CONN2 Connecteur à 3 plots tulipe femelle

Fig 6 : Schéma pratique de montage des modules LX.1119/A-B-C-D. Notons le strap qui relie la partie centrale de la bobine L1 à la masse.

Fig 7 : Schéma pratique de montage du module LX.1119/E. Dans ces modules, on doit insérer une self dont la valeur sera choisie dans le tableau n°1.

Fig 8 : Dessin à grandeur réelle du circuit imprimé LX.1119/E vu du côté cuivre.

contrôler la déviation de modulation tout particulièrement pour les émetteurs FM. Quelle que soit la position du commutateur S2 il sera toujours possible de centrer la trace si elle sort à gauche ou à droite de l'écran de l'oscilloscope, à l'aide du potentiomètre R22.

Sur la broche de sortie 7 de l'opérationnel IC4A apparaîtra une tension décroissante qui d'un minimum de 2 Volt montera à un maximum de 10 Volt alimentant les diodes varicap DV1-DV2 placées parallèlement à L1 (voir fig4)

Le potentiomètre R22, raccordé sur la broche 5 non inverseuse de IC4A comme nous l'avons déjà signalé, nous permettra de déplacer manuellement l'accord de l'oscilloscope de façon à effectuer un centrage de la trace sur l'écran.

Le signal à appliquer à l'entrée horizontale de l'oscilloscope sera prélevé à la sortie de l'ampli op IC5/B par l'Ajustable R28.

□ Pour alimenter cet analyseur une tension stabilisée de 12 Volt est nécessaire. Puisque le circuit intégré NE.602 (voir IC1) nécessite pour son alimentation une tension de 8 Volt, on devra utiliser un deuxième circuit intégré type uA.78L05 que nous avons nommé IC2 dans le schéma électrique, en reliant sa broche M à la masse par la résistance R4 et le condensateur électrolytique C6.

circuits imprimés avec la self L1 déjà gravée ; (inductance nécessaire à l'étage oscillateur pour explorer les gammes désirées).

□ Avec les 4 circuits LX.119/A-B-C-D on pourra visualiser sur l'écran de l'oscilloscope les gammes indiquées dans le tableau n°1. Le cinquième circuit imprimé LX.1119/E dépourvu de bobine L1 pourra servir à explorer des gammes inférieures en insérant simplement dans le circuit des selfs de valeurs adaptées que l'on pourra mettre en place à la demande

Avec les valeurs portées dans le tableau n°1, on pourra explorer les gammes comprises entre 22 MHz et 87 MHz.

Si par exemple la gamme de 74 MHz à 97 MHz ne vous intéresse pas, vous pourrez retirer du circuit intégré de base le circuit imprimé LX.1119/D et introduire en substitution un circuit imprimé LX.1119/E, après avoir inséré la self voulue. N'essayez pas de modifier le circuit imprimé LX.1118 en cherchant à insérer plus de 4 étages oscillateurs car le circuit ne fonctionnerait plus.

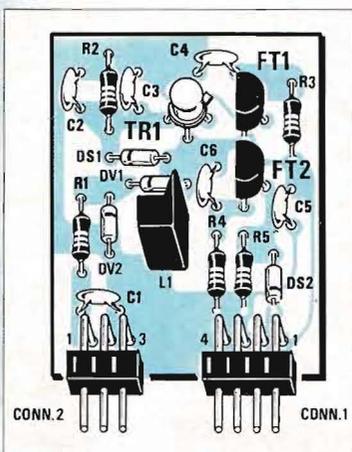
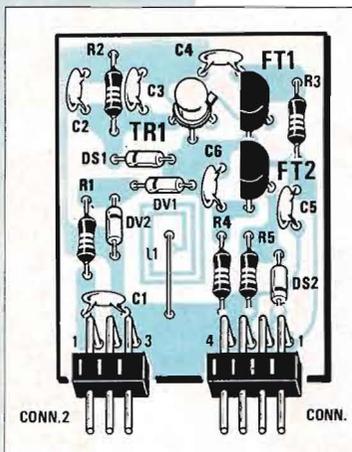
Pour augmenter la gamme couverte, il faut obligatoirement débrancher un des quatre circuits et le remplacer par un LX.1119/E.

Ceci dit, nous pouvons passer à la réalisation pratique en partant du circuit de base LX.1118.

□ Sur ce circuit imprimé on pourra immédiatement insérer et souder toutes les pattes des broches des circuits intégrés et des connecteurs nécessaires à la connexion des circuits imprimés des étages oscillateurs. En poursuivant le montage, on mettra en place toutes les résistances, les deux ajustables d'étalonnage ainsi que R19 et R28 puis tous les condensateurs céramiques polyester et électrolytiques en respectant pour ces derniers la polarité des 2 broches.

Cette opération accomplie, on pourra insérer les deux filtres céramique de 10.7 MHz et la self JAF 1 de 4.7 microHenry placée à côté de IC3. Sur le circuit imprimé on insèrera également les cosses pour les liaisons externes puis on placera le transistor TR1 et le circuit intégré régulateur IC2, un uA.78L05. Etant donné que ce dernier a les mêmes dimensions qu'un transistor plastique, vous veillerez à ne pas les confondre.

La partie plate de ces deux composants devra être tournée comme cela apparaît dans le



REALISATION PRATIQUE

□ Cet analyseur de spectre est composé d'un circuit imprimé double face avec trous métallisés nommés LX.1118 et de 4

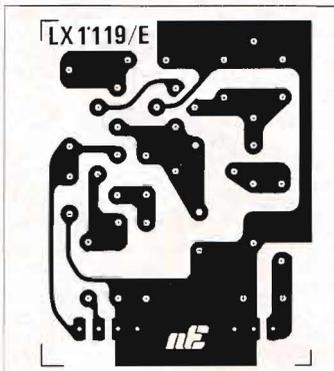


schéma pratique de la fig.9. En dernier lieu, on insérera les deux MF de 10.7 MHz pourvues de noyau orange. Arrivé à ce stade, on gardera pour la fin les liaisons externes, les liaisons des deux commutateurs, du potentiomètre et des fiches d'entrée et de sortie. On commencera ensuite à monter les modules des étages oscillateurs A-B-C-D (voir fig.6).

□ Sur le circuit imprimé, monter en premier les deux connecteurs mâles CONN1 et CONN2 pour le branchement sur le circuit de base puis toutes les résistances et les condensateurs céramiques. Les connecteurs tulipes mâles et femelle pourront pris dans des barrettes tulipes sécables mâle/femelle pour le circuit principal ou mâle/mâle pour les modules. Au moyen d'un fil de cuivre nu court et fin, on reliera la piste centrale de la bobine L1 à la piste de masse du circuit imprimé comme il apparaît fig.6. Monter ensuite les deux diodes varicap DV1 et DV2 de couleur grise, en plaçant la bague colorée comme indiqué, (voir schéma pratique de la fig.6).

Après les diodes Varicap, insérer les diodes Schottky DS1 et DS2 en faisant attention à leur orientation comme le précise le schéma d'implantation. Enfin, monter le transistor métallique BFR99 TR1 en plaçant l'ergot métallique de la bonne façon, puis les deux FET en orientant la partie plate de leur boîtier vers l'intérieur.

Pour le circuit LX1119E (voir figure 7), dépourvu de self imprimée, le montage sera identique. La seule et unique différence se situe au niveau de la self imprimée et du strap. Il leur est substitué une inductance choisie au tableau n°1 pour couvrir la gamme à explorer.

Le montage de tous les étages oscillateurs effectué, nous pourrons insérer le circuit principal et ses cartes filles dans le coffret plastique.

Sur la face avant du coffret, placer les deux commutateurs rotatif S1 et S2, le potentiomètre R22, le connecteur BNC pour l'entrée du signal RF ainsi que les sorties pour l'oscilloscope. Connecter maintenant les fils aux deux commutateurs S1-S2, en prenant bien garde de ne pas intervertir ceux-ci sous peine que le circuit ne fonctionne pas du premier coup.

Comme vous pouvez le noter, le commutateur S1 est composé au minimum d'un commutateur

rotatif 1 circuit 4 positions tandis que S2 est composé d'un commutateur d'un circuit 3 positions (voir figure 13).

Sur la face arrière du boîtier, placer les deux fiches pour l'alimentation externe qui pourra être prélevée sur n'importe quelle alimentation continue fournissant une tension de 12 Volt (bloc secteur ou autre).

IMPORTANT

□ Lors de l'insertion des modules des étages oscillateurs sur le circuit principal, il faudra veiller à placer le circuit LX1119/A sur le connecteur situé près du circuit intégré IC1 (NE602), puis sur le second le module B, idem pour les circuits C et D respectivement sur le troisième et quatrième connecteur.

En fait, le module traitant la fréquence la plus haute (159-225 MHz) doit se trouver à proximité

E.G.M VERTRIEBS - & EXPORT GMBH

**COMPOSANTS ÉLECTRONIQUES
PASSIFS ET ACTIFS DES PLUS
GRANDES MARQUES**

LIVRAISON RAPIDE (3 - 4 JOURS)

PRIX TRÈS COMPÉTITIFS

Nous parlons Français

Commandes à partir de 2 000 F HT

Port : 56 F jusqu'à 2 kilos,

franco à partir de 35 000 F d'achat

**KANTSTRASSE, 32
D-88 471 LAUPHEIM - ALLEMAGNE**

TÉL : 19 49 73 92 27 91

FAX : 19 49 73 92 71 31

directe de l'étage mélangeur.

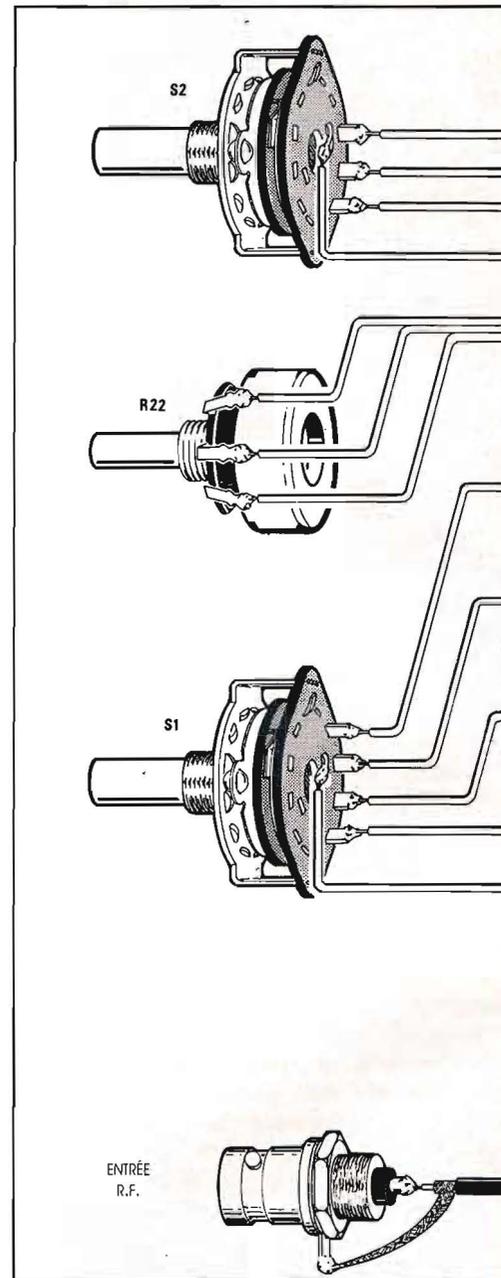
Raccordement à l'oscilloscope

Pour utiliser cet analyseur, vous devrez disposer d'un oscilloscope normal double trace, qui dispose d'une entrée X (Horizontale) et d'une entrée Y (Verticale).

Les sorties X et Y de l'analyseur devront être connectées, comme le précise la figure 2, sur les entrées correspondantes de l'oscilloscope à l'aide de câbles coaxiaux.

Ces opérations effectuées, réglez la sensibilité des deux entrées des canaux comme suit:

- ❑ L'entrée verticale positionnée sur signal AC, réglez le calibre sur 0,1 Volt/Division.
- ❑ L'entrée horizontale sera, elle, prépositionnée sur Signal CC 0,5 Volt/Division
- ❑ Avant de mettre sous tension l'analyseur de spectre, positionner le commutateur S2 sur la position 1 et le potentiomètre R22 à mi-course.
- ❑ Sélectionner ensuite le quatrième module qui doit être normalement le module LX 1119D. Sur cette gamme on peut trouver à l'aide d'un courte antenne tous les émetteurs de Radio FM locaux ; ceci facilitera les premiers réglages.
- ❑ Alimenter ensuite l'analyseur. Une trace horizontale doit normalement apparaître subitement sur l'écran de l'oscilloscope (voir figure 16). Il se peut que cette trace ne couvre pas la totalité de l'écran puisque nous n'avons pas encore procédé au réglage de l'ajustable R28.
- ❑ Réglage de l'ajustable
- ❑ Ajustable R28 : cet ajustable sert à ajuster la trace horizontale de façon à couvrir toute la largeur de l'écran de l'oscilloscope.
- ❑ Ajustable R19 : cet ajustable sert au maintien en position centrale de l'émetteur sélectionné quand vous procédez à l'étalement de la trace à l'aide du commutateur S2.
- ❑ Après avoir réglé R28 de façon à obtenir une



trace horizontale aussi large que l'écran de votre oscilloscope (voir figure 16), connecter sur l'analyseur un fil de 1-2 mètres de façon à capter l'émetteur de radio libre le plus proche de votre domicile. Si dans votre ville il existe trois émetteurs, vous verrez sur l'écran trois tracés verticaux d'amplitude plus ou moins importante. La hauteur de chaque trace est proportionnelle à l'amplitude du signal, l'émetteur le plus puissant et le plus proche se traduisant par une amplitude verticale plus importante.

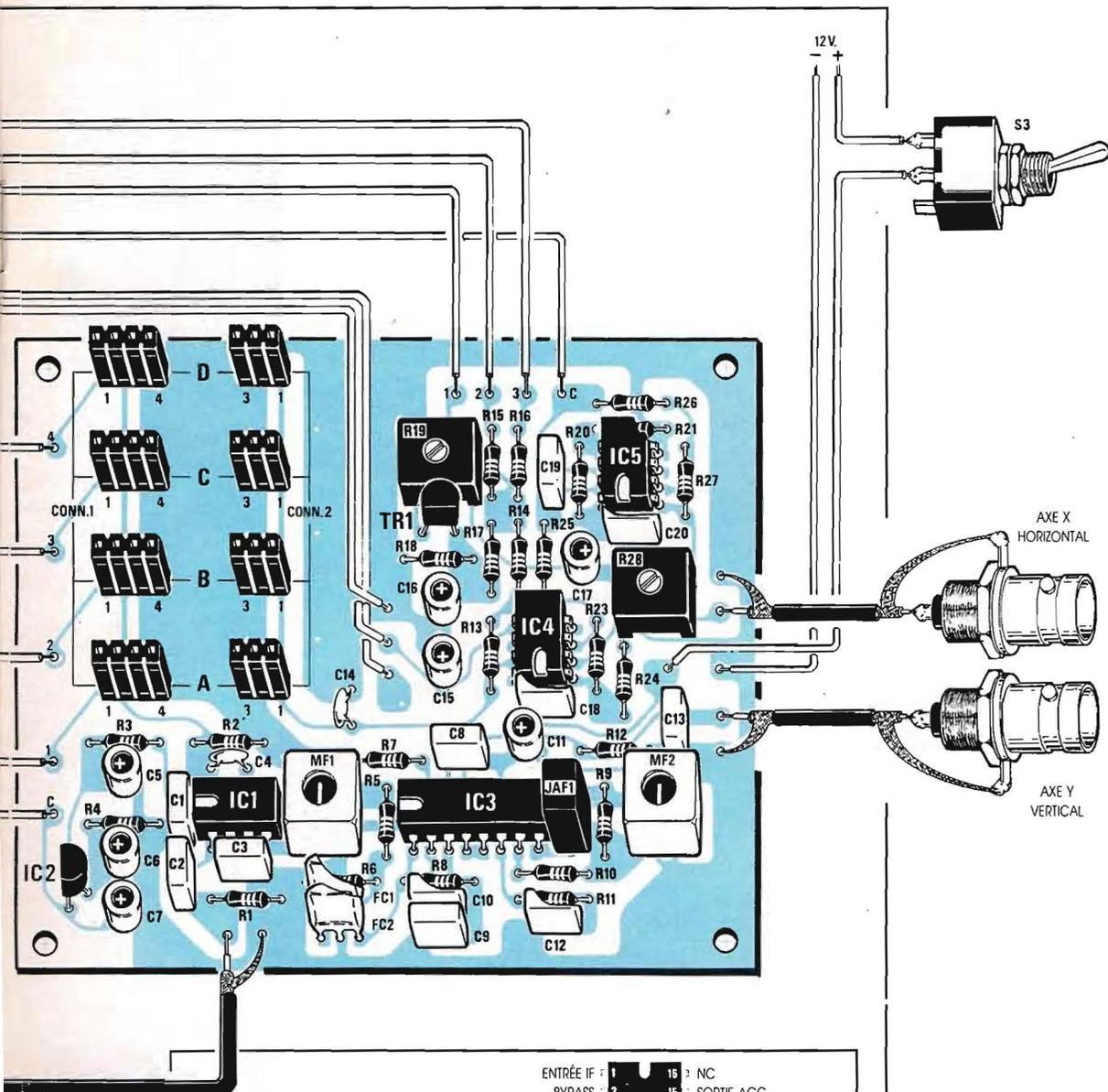


Fig 9 : Schéma pratique de montage de la fiche LX. 1118. En réalisant cette liaison, veuillez à ne pas inverser l'âme et la masse du câble coaxial.

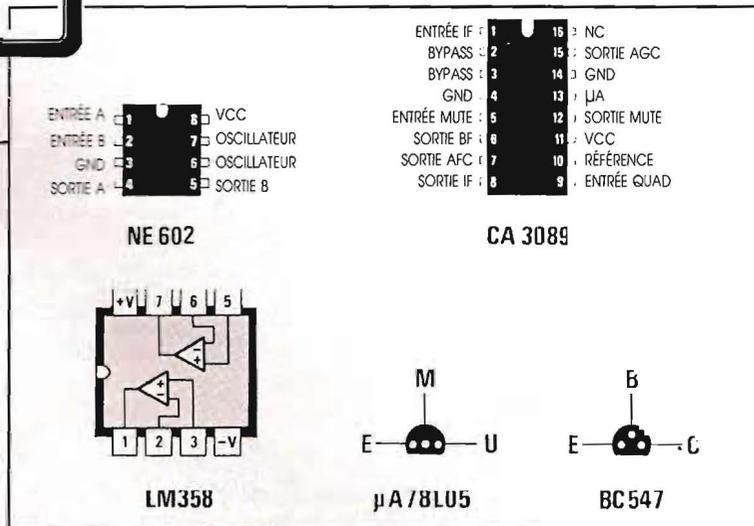


Fig 10 : Vue de dessus du brochage des trois circuits intégrés, du régulateur 78L05 et du transistor BC 547 vue de dessous.

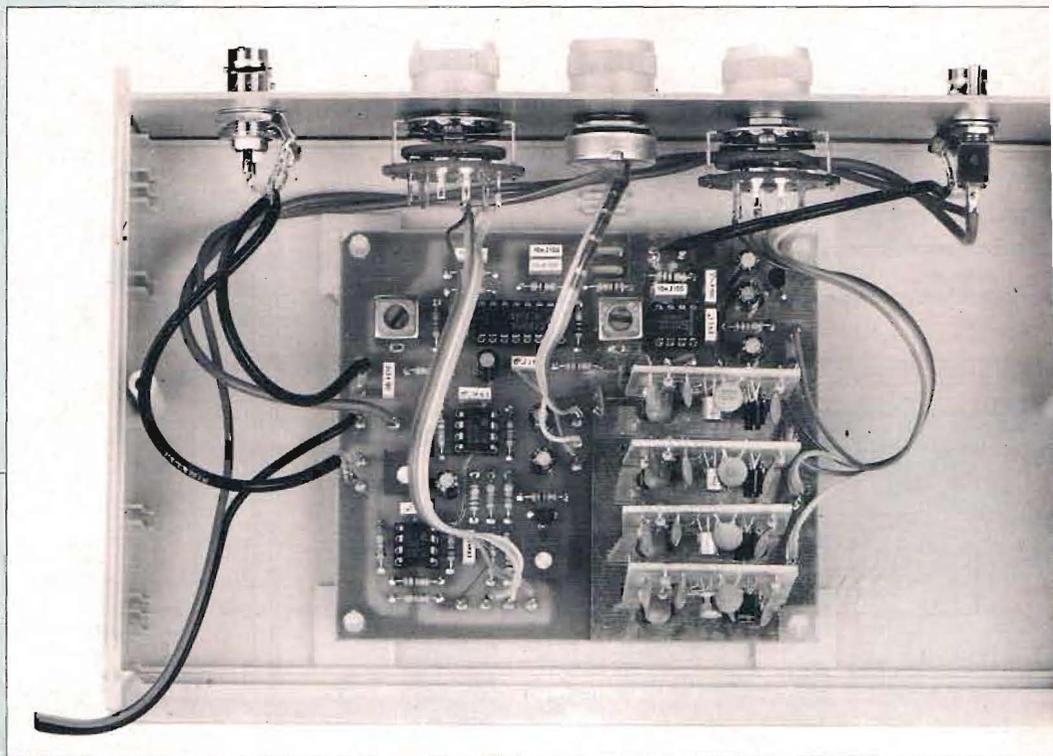
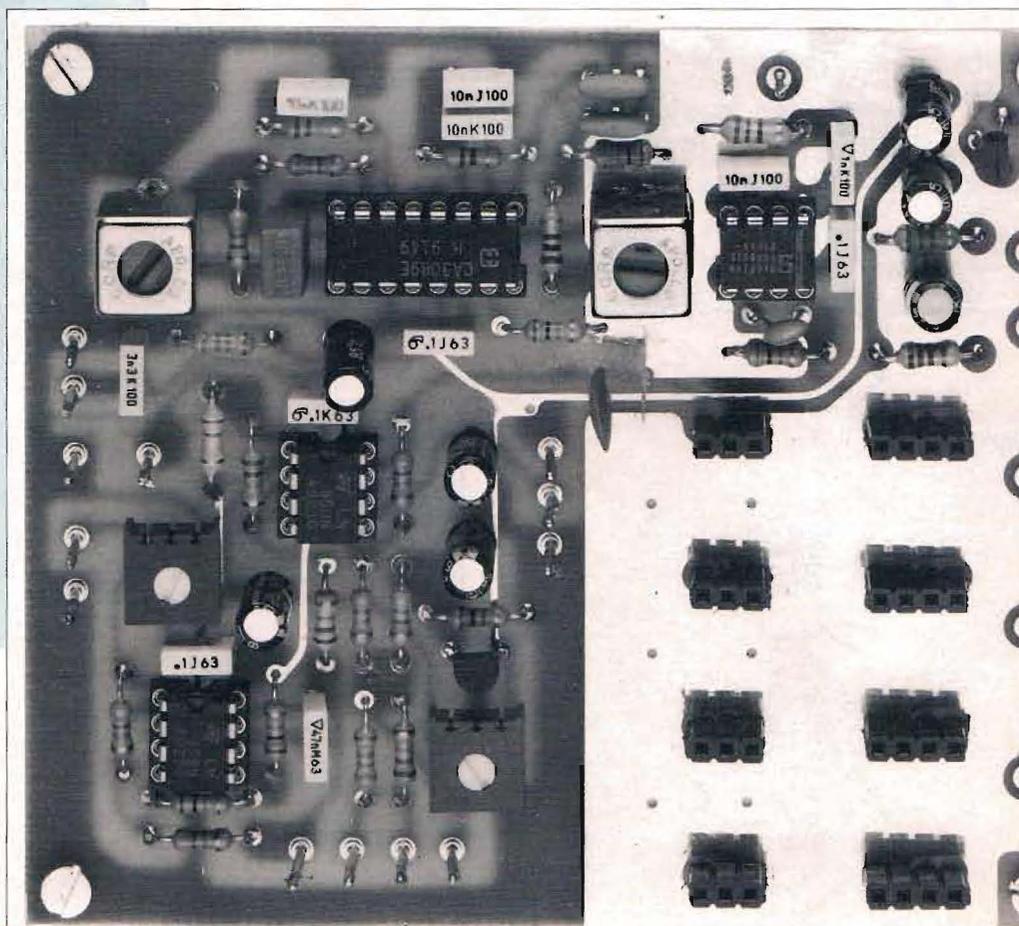


Fig 11 : A l'intérieur du coffret en plastique prévu pour cet analyseur, le circuit imprimé LX.1118 sera fixé sur le fond en utilisant quatre entretoises plastique auto-adhésives. Nous vous rappelons que le module LX.1119/A doit être placé sur les connecteurs placés à côté de IC1.

Fig 12 : Photo considérablement agrandie du module de base LX.1118 qui vous permettra de réaliser ce montage. Vous pouvez également apercevoir le circuit imprimé double face de la platine principale.



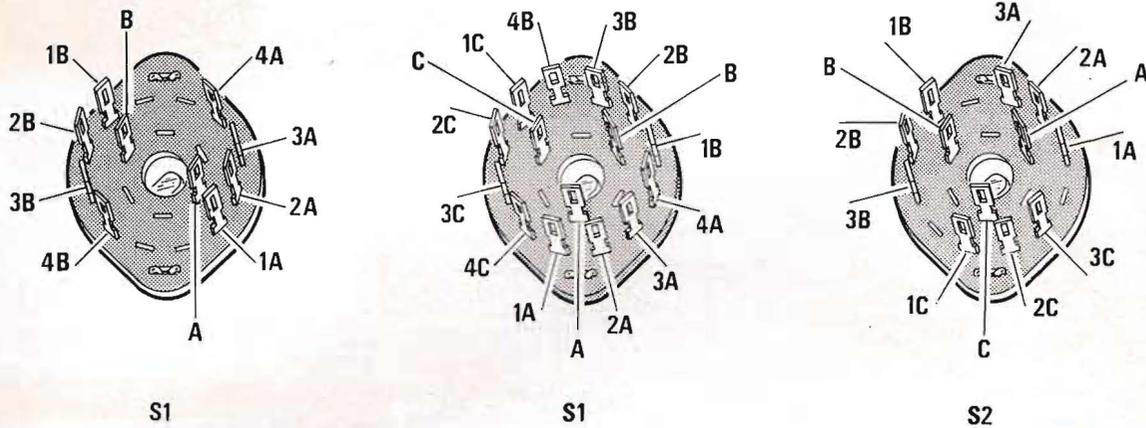


Fig 13 : Détail du commutateur S1. Composé de 2 circuits 4 positions ou bien de à 3 circuits 4 positions alors que le commutateur S2 sera un modèle à 3 circuits 3 positions. Naturellement, les broches des circuits non utilisées seront laissées libres.

MEDELOR SA
42800 TARTARAS

Téléphone : 77 75 80 56

KITS ELECTRONIQUES

SPK001	Flasheur à LED	12.10	SPK019	Détecteur infrarouge	44.80
SPK002	Gradateur de lumière	16.90	SPK020	Suiveur de lumière	58.00
SPK003	Clignoteur secteur	18,70	SPK021	Inter crépusculaire à pile	10.70
SPK004	Modulateur 3 voies	64,20	SPK022	Commande et moteur 200 pas	105.90
SPK005	Clapinter à pile	49.60	SPK023	Interface voltmètre 6 entrées	100.00
SPK006	Clapinter secteur	34.90	SPK024	Interface télémètre ultrasons	120.00
SPK007	Dé électronique	28.50	SPK025	Piano à mémoires	40.00
SPK008	Badge lumineux 19 LEDs	27.10	SPK026	Commande monophasée PAP	75.00
SPK009	Triple pile ou face	17.80	SPK027	Inter crépusculaire secteur	22.00
SPK010	Jeu de la Boule	22.10	SPK028	Stroboscope à LED	13.30
SPK011	Kaléidoscope	19.20	SPK029	5804 et moteur 48 pas	79.00
SPK012	Dix mélodies	43.80	SPK030	Thermomètre luxmètre	22.00
SPK013	Moteur solaire	66.70	SPK031	5804 et moteur 200 pas	113.00
SPK014	Minuterie sonore	28.30	SPK032	Pesage expérimental	18.30
SPK015	Boîte à musique solaire	25.40	SPK033	Orgue 15 + 15 à mémoire	75.00
SPK016	Quatre montages solaires	47.30	SPK034	Moteur et dynamo	200.00
SPK017	Indicateur de sécheresse	29.60	SPK035	Lampe autonome à LEDs	37.00
SPK018	Commande et moteur 48 pas	67.70	SPK036	Enregistreur lecteur 16 secondes	205.00

Prix TVAC - Forfait port rapide : 36F50 par commande

Catalogue "Grand Public" contre 7 F en timbres poste.

Composants électroniques - kits - automatismes - opportunités

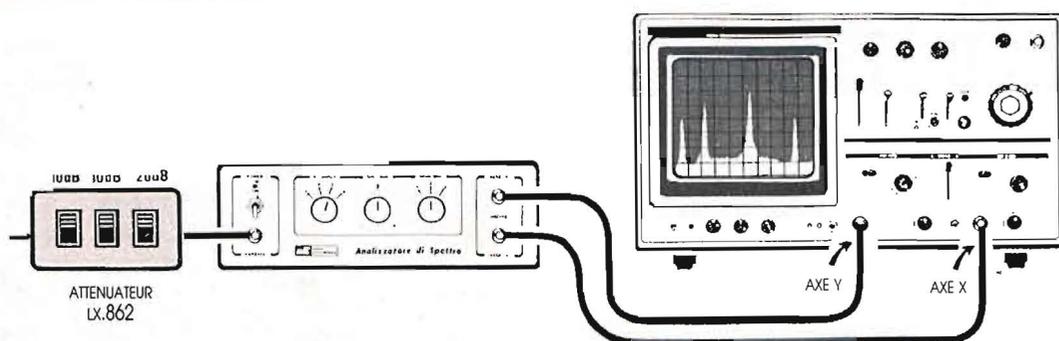
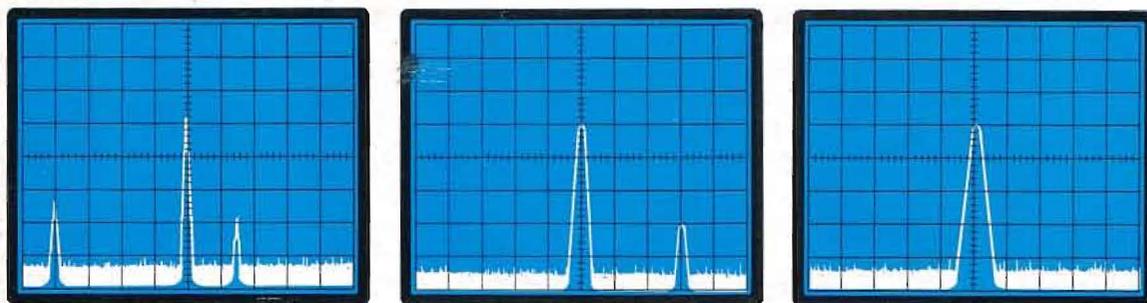


Fig 14 : En tournant le commutateur S2 dans ses 3 positions, on élargira sur l'écran de l'oscilloscope le tracé à l'horizontale de 0-2-4 fois et de ce fait, on grossira la trace de l'émetteur capté.

Fig. 15
Si les signaux à analyser ont une amplitude trop importante, on devra obligatoirement insérer un atténuateur RF avant l'entrée. Prochainement nous vous proposerons ce complément dans le magazine.

Réglage Moyenne Fréquence

Quand sur l'écran de l'oscilloscope, apparaît un signal, vous pouvez parfaire le réglage du noyau de la MF1 de façon à obtenir un maximum d'amplitude pour les fréquences visualisées. Ensuite vous pourrez régler le noyau de la MF2 pour obtenir sur l'écran un signal aux contours plus nets.

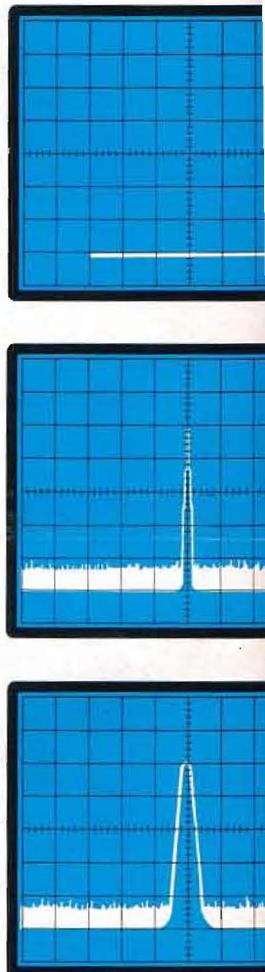
Ultimes retouches

Si la trace de l'émetteur recherché est trop petite, il est possible de tourner le bouton de la sensibilité verticale (axe Y) sur le calibre 0,05 Volt/Div plutôt que sur le calibre 0,1 Volt/Div. A ce stade, vous devrez porter au centre de l'écran de l'oscilloscope une trace circulaire simplement à l'aide du potentiomètre R22. Pour exécuter cette opération, tournez le commutateur S2 sur la position 2, et à chaque fois notez si la trace sélectionnée s'est élargie, inscrivant sa position au centre de l'écran. Sans toucher le potentiomètre R22, vous devez désormais tourner le curseur de l'ajustable R19 doucement de façon à amener cette trace au centre de l'écran. Tourner maintenant le

commutateur S2 sur la position 3; la trace sélectionnée s'élargira, glissant légèrement à droite ou à gauche (voir figure 18).

Vous devrez à nouveau retoucher l'ajustable R19 afin de la ramener au centre.

Cette dernière opération effectuée, l'analyseur de spectre est maintenant totalement réglé.



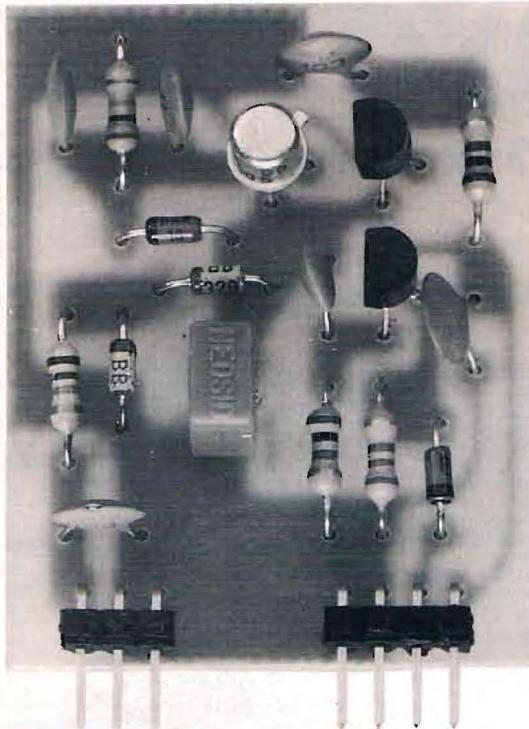
COÛT DE LA REALISATION

KIT 1118	594,90F (fig 9)
KIT LX 1119/A-B-C-D	284,95F (fig 3 & 6)
KIT LX 1119/E	102,55F (fig 7 & 19)
Meuble MO.1118	183,65F
Circuit imprimé (seul) LX 1118	79,80F
Circuits imprimés LX 1119/A.B.C.D.E	28,50F

Les frais de transport ne sont pas inclus dans le prix indiqué. Pour plus de renseignement ou pour vous faire parvenir notre documentation, veuillez contacter notre service "lecteurs" :

Tél. 55 26 73 24 - Fax. 55 20 96 05 - Courrier :
Nouvelle Electronique, 17 quai de Chamnard - 19000 TULLE

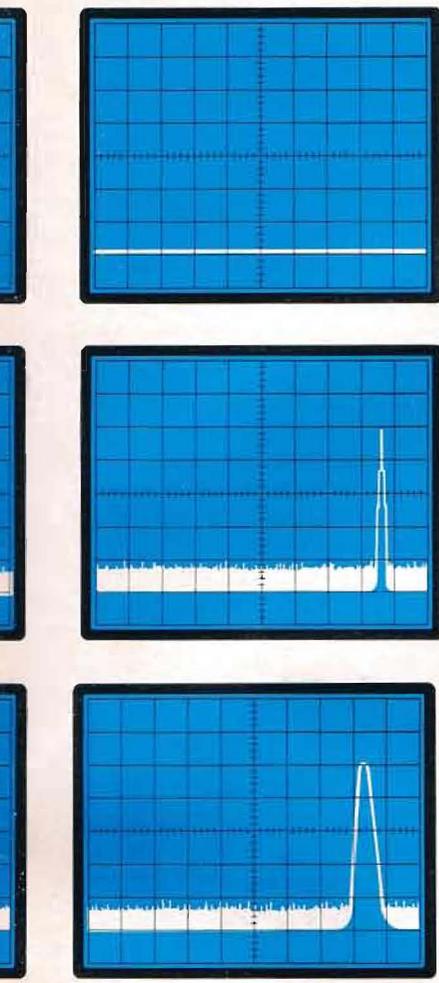
Fig19 : Photo considérablement agrandie du module LX.1119/E. La valeur de la self L1 sera fonction de la gamme de fréquence à explorer (voir tableau n°1)



CAO	"CADPAK" = SAISIE DE SCHEMAS	SUR PC AT et '386/'486
	DESSIN ET ROUTAGE DE CIRCUITS-IMPRIMES	

NE SOYEZ PAS UN DINOSAURE..
...pour 1490 F TTC franco
achetez "CADPAK"...

LA SOLUTION CAO MODERNE
ADOPTÉE PAR LES PROFESSIONNELS !
voir 'Électronique Pratique' N°165 Déc. 1992



- **Fig16 :** Si le tracé horizontal n'atteint pas les deux extrémités de l'écran il faudra régler l'ajustable R28.
- **Fig17 :** L'ajustable R19 permet le centrage de la trace sur l'écran.
- **Fig18 :** Lors de la manipulation du rotacteur S2, corrigez la déviation latérale à l'aide de l'ajustable R19.

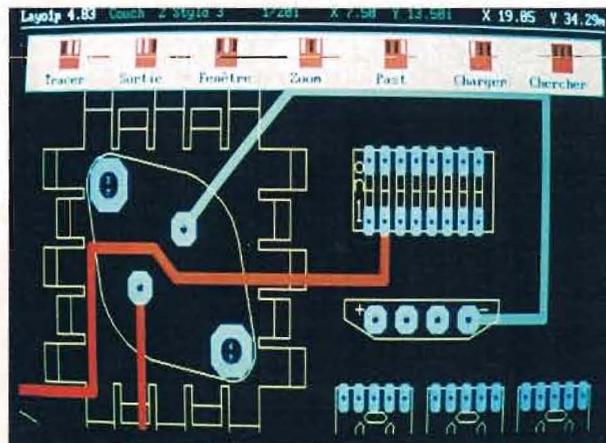
75

Multipower	22 Rue Emile Baudot
	91120-Palaiseau
	Tel: (1) 69 30 13 79
	Fax: (1) 69 20 60 41

☐ Ces deux premières pages "EN BREF" expliquent **UNIQUEMENT** les fonctions non-structurées, non-automatiques de LAYO1. On considère dans ce cas LAYO1 comme une planche à coller, à dessiner. Ce mode vous permettra de travailler tout de suite ! La suite, dans le prochain numéro expliquera en bref le mode structuré permettant le routage automatique et le contrôle d'isolation en temps réel.

LAYO EN BREF

FCAO et autorouteur pour PC. Ecrans :



Installation

Vérifiez : Minimal 5 Moctets disponibles sur le disque dur et 555 à 640 Koctets mémoires RAM disponibles.
Ecran EGA,VGA, SVGA, jusqu'à 1024 x 768

Tapez A : puis LAYOCOPY C:, ou D: ect
CD LAYO1EE

Démarrer : LAYO1E

Entrée ou Esc pour ouvrir le menu principal.
Configurer LAYO1 dans ce menu. Cliquer sur Utilisateur.

- Préparer dessin** Préparez sur papier l'organisation générale de votre circuit; où seront les connecteurs, rams, leds ect. et quelles sont les distances (en pouces ou mm) à respecter.
- Réaliser** circuit comme sous LAYO - non-structuré.

Souris

#OO signifie: accepter, ajouter, continuer... (action positive)
OO# signifie: terminer, annuler, Esc... (action négative)
=#O +, O=# -, Combinés à Shift: plus rapide

Choisissez le pas avec **F9** ou **F10**.
Composants : utilisez un pas 1/10 ou 1/20.
La ligne d'état montre la position X/Y, la couche actuelle et régulièrement le nombre de lignes de données ou vecteurs utilisés.
Dans la version limitée: 1000.

Définir coins: Menu-Tracer-Coins : **INS** flèches ou souris. Entrée
Charger composant F3
INS permet de placer, mais aussi de basculer entre Déplacement/Rotation. et copier. Flèches plutôt que souris pour meilleur alignement (changer pas par **F9/F10**)
Touches d'affichages: **Sh a > ,;: et d**

#OO Tracer Piste	t	#OO Placer/Insérer Vecteur dit	
O#O Zoom Z	zn	'Point ou ligne de données'	
O#O Circuit. entier	zz	O#O Zoom z zn zz(c)	
##O Placer Past.	s	##O Pnt. de donnée suiv. +	
#O# Fenêtre	w	O## Pnt. de donnée préc. -	
O## Placer compos.	F3	#O# Modifier précédent Ins -	
### Modifier, corriger	=	### Chercher	
###		#OO (Dé)placer pastilles	Ins
#OO accepter O ou Y		O#O Zoom	Z
O#O Chercher autre		##O Choisir pastille	s
		O## Choisir foret	t
#OO Accepter proposé		O#O Zoom	Z
O#O voir les 10 derniers F7		#OO Définir	
##O voir banque entière F8		OO# Fixer	
#OO Place/met sous curseur		#OO Insérer vecteur	Ins
#OO Bascule mode		Sur une piste. après O=# ou - (touche moins)	
O#O Zoom		O#O Zoom	Z
#O# Rotation		##O Pnt. de donnée suivant +	
O## Effacer dernier		O## Pnt. de donnée précédent -	
		### Chercher autre	

- Display**
- Tracer** t ou Menu: Tracer-Tracer.
INS pour chaque point : **Entrée** ou **Esc** pour finir.
- Correction (édition)** Si un segment ne vous satisfait pas, allez dessus et faites = puis répondez O (oui). Vous êtes en mode édition. Tapez - (moins) puis **INS**, flèche, **INS**, flèche, **INS** modifie le piste.
- Pastilles** s puis **INS** pour placer: s à nouveau pour choisir une autre pastille, **flèches** montre les pastilles. **Entrée** pour sélection. Après dernière past: **Esc**.
Shift F. Sur les coutoures à remplir
- Surface cuivre**
- Routeur** Le pas 1/40
Menu + routeur + Fenêtre rout. Ins flèches
Ins.**Puis routeur manuel:** Point de départ: **INS**.
Chaque point relié: **INS**. Piste terminée: **ESC**
- Sauvegarder** F4. (Renommer: modifiez nom proposé).

A, (S)VGA

Rôle des touches

Shift a	Basculer entre curseur "petit croix" et "flèche > ou ° (point)
Ins #00	Ajoute une 'ligne de donnée' lors du dessin, de l'édition.
Entrée	Mode tracer: termine une piste. Le stylo se relève. (PU = Pen Up = Stylo levé).
Suppr	En mode t tracer ou = édition: supprime le point, la pastille sous le curseur.
F1 aide	Sous éditeur: aide sur le rôle des 3 boutons de la souris. Dans les menus: à propos de la ligne courante.
F2 traverse	Dans mode tracer, place ou efface un via (pastille N°: 0) à la position du curseur.
F2 rotation	Rotation 90°
F3 charger	Charge un composant/module de la banque
F4	Sauvegarder.
F5	Redessine l'écran (efface images fantômes). Jamais fait automatiquement car permet de deviner l'ancienne position d'un objet déplacé.
F6	Pour faire des mesures. Affecte les coordonnées 0,0 à la position du curseur. Comme si vous placiez le zéro d'une règle sous le curseur.
F7 & F8	Sélectionne la couche 1 ou 2
Shift F7 & F8	Sélection d'une des 2 couches pouvant être activées par F7 et F8.
F9 & F10	Réduit & augmente le pas du curseur.
Shift F9 & F10	En mode (m) millimètre.: vous pouvez définir 10 pas différents à utiliser par F9 & F10
Shift F5	Bascule entre affichage normal et mélangé.
a & q	Dessine/efface un repère orthogonal/diagonal sous le curseur. F5 les efface tous.
b pbuis	Sélectionne un bloc (composant/module/texte) pour copie ou déplacement/rotation.
Entrée	Ins / #00 sans bouger bascule entre les deux modes. Copie: curseur jaune.
b Del	Effacer composant / texte.
c	Centre le dessin par rapport à la disposition courante du curseur. Voir: z. et zz. Voir: f
d	Montre quelles couches sont utilisées, et permet de changer celles qui sont visualisées.

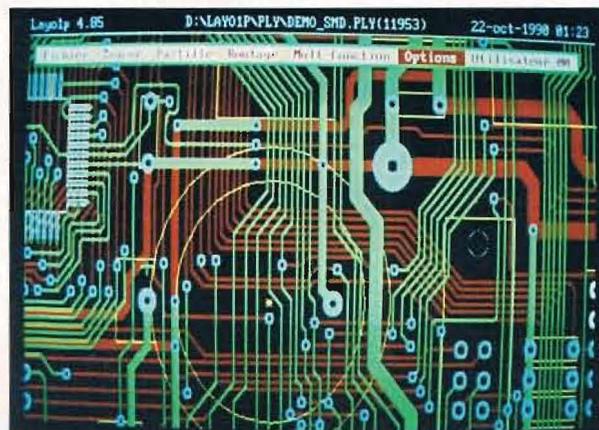
f	Place le curseur au centre de l'écran.
l	Changer de couche (layer).
m, i	Mode pouce (inch) ou millimètre.
p	Sélectionne numéro (diamètre) de stylo
r	Sélection du point origine.
s ##0	Modes pastille: choix pastille (spot).
t #00	Tracer. En mode s-pastille: appelle le menu de sélection d'outils.
W #O#	Déplacer une partie du dessin. Seules les couches visibles sont affectées.
fenêtre	F2= rotation
x / y	Positionne le curseur sur l'axe X/Y. Pour placer un composant, pastille, à des coord. précises.
z O#0	Zoom. z puis n : cadre le dessin en haut à gauche de l'écran. 2 fois z ou O#0 : affiche le dessin entier (si coins placés)
x / y	Entrer mode édition (correction) : pour modifier la piste / pastille sous le curseur.
= ###	En mode édition avance / recule pas à pas dans les lignes de données. Dans les menus: diminue / augmente la valeur sous le curseur. Appuyer simultanément sur Shift fait varier plus vite.
+ -	
##0 O##	
**	** Place le curseur / le composant sur le point le plus proche de la grille au 1/10.
,	Bascule, cache/montre le contour des composants. (couche 8),
:	Bascule le texte (couche 9)
.	Bascule la grille.
Esc oo#	Stoppe la commande en cours. Seul Esc arrête l'autorouteur.

Tracage

- Dans C:\LAYO1EE, Tapez TRACEURS.** F9 vous permet de définir 10 périphériques / traceurs comme GERBER, HP-GL, DMPL, POSTSCRIPT et EXCELLON.
- Traceur à plat**
Menu config: vous pouvez mémoriser jusqu'à 20 façons de tracer votre dessin: 1ère page: couche 0 & 1 mode HP-GL 2ème = 0 & 2 face soudures
F5 pour montrer le dessin (miniaturisé).

Offset: décalage par rapport au coin de la table traçante.
Peut être négatif.
Rotation: nb de rotation à 90°

Sélection stylo:
absence de numéro ==> couche non tracée.



Information technique :

3614

CODE : LAYOFRANCE

FCAO Electronique
Entièrement en français,
simplicité de travail inégale !

395 F

LAYOIE

Max. 1.000 vecteurs / pastilles
VERSION DE BASE, amateurs

750 F

DOUBLE

Extension 2000 pastilles
Amateurs exigeants

1 550 F

QUATRO

Extension 4.000 pastilles
Sociétés

Rejoignez-vous aux 50.000 utilisateurs français, dont 10 % de sociétés et non des moins réputées* qui, comme vous, recherchent en priorité des priorités efficaces, rapidité et convivialité !

* EDF, IBM, COMPAQ, PHILIPS, TEXAS INSTRUMENTS, MOTOROLA, GRUNDING, ROCWELL, RICOH, RATP, CITROEN, PEUGEOT, RENAULT, NUCLETUDE, INST. PASTEUR, THOMSON CSF, CNRS, CERN, CEA, SNCF, LA POSTE, ELF, RHONE POULENC, LES 3 ARMEES, AEROSPACIALE, ALCATEL, MATRA, COGEMA, SATEL, 3M, AFPA, TDF, CANAL+, TFI, FR3, RMC, INSA, SEITA, LES AEROPORTS, DES MINISTRES, LE PARLEMENT EUROPEEN, 90% DES UNIVERSITES, LES ECOLES SUPERIEURES ET LES IUTS, SANS OUBLIER 65% DES LYCEES ET COLLEGES PROFESSIONNELS.

Autorouteur pour l'électronique créatif
Version Déc. 1993, 500 fois plus rapide

Rapide, précis et confortable

Les extensions Doubles, Quatro etc ... sont fonctionnellement identiques à la version de base (LAYOIE). Seul le nombre de vecteurs utilisables (géré par un compteur interne) diffère ; la valeur maximum passe de 1000 à 2000, 4000, etc ...

De plus, si vous désirez - même après des années - créer un circuit supérieur à la capacité de votre extension, vous pourrez acheter la version adéquate en ne payant que la différence de prix !

Notre philosophie : votre investissement reste toujours minime. Aucun risque d'être trompé par une démonstration flatteuse conçue en laboratoire, qui vous masquera les faiblesses du produit.

LAYOIE version de base, lui, ne vous cachera rien. Le succès commercial d'une telle politique risquée n'est possible que si les utilisateurs sont parfaitement satisfaits et achètent tôt ou tard une extension dès qu'ils en ont besoin ... C'est un risque que seul un logiciel d'excellente qualité peut prendre !

- 12 années de recherche en réponse aux désirs des utilisateurs
- 100 % opérationnel (sorties et sauvegarde)
- Autorouteur double, mais aussi simple face ; macros.
- Affichage EGA, VGA, SVGA (WYSIWYG) hyper rapide.
- Banque de données très fournie : 750 composants / formes, dont 120 CMS et 100 modules mécaniques / électriques.
- Simplicité de travail : comme une simple planche à coller très précise ou en utilisant une liste des composants / netliste suivie par placement automatique.
- Dessin minimal 1/1280 ou 0,1 millimètres sur 16 couches.
- Importation de netlistes d'ORCAD SDT™, SCHEMA III™ : protel™, PADST™, Tango™, Ulticap™
- Post actualisation (Forward Annotation) et contrôle d'isolation (DRC).
- Sorties : Laser HP & LBP4, Postscript, Deskjet et matricielles. Traceurs HP-GL, DMPL, Gerber et Automates de perçage Excellon et Sieb & Meyer.

LAYO1

Layo France Sarl, Château Garamache,
vallée de Sauvebonne, 83400 Hyères

Information : minitel 3614 Code LAYOFRANCE
Tél. : 94.28.22.59 Fax : 94.48.22.16 ou 94.48.23.12