

*RETRO-F.T.*

**ETUDE ET REALISATION  
D'UNE ALIMENTATION DE LABORATOIRE  
DEUX FOIS 0 A 20 VOLTS  
ET 0 A 5 AMPERES.**



**UNE RÉALISATION DE MONSIEUR  
FRANCIS THEOBOIS.**



## AVANT-PROPOS :

Il m'est venu l'idée, suite à la publication du TFX4, de remettre au goût du jour des anciennes réalisations de Monsieur THOBOIS concernant les appareils de mesure équipant nos "petits labos", parues dans la revue « **LE HAUT-PARLEUR** » aujourd'hui disparue. Pour cela, il me fallait retrouver les numéros concernant ces dits articles ... Ma collection s'étant "allégée" au fur et à mesure des déménagements successifs, il m'a fallu fouiller dans les cartons restants (et pas toujours bien accessibles !) pour retrouver les numéros traitants des articles pouvant encore intéresser les amateurs que nous sommes. Multimètres, Inductancemètre-capacimètre, Générateur BF, générateur de Fonction, Alimentation etc. Je passerai sur l'Oscilloscope ou l'Analyseur de Spectre trop compliqué à mettre au point pour l'amateur moyen.

J'ai donc demandé l'aide à des amis "conservateurs" qui comme moi sont des fous du papier vieilli par les années de stockage ; j'ai nommé Martial KRACK et Jean-Claude SIROT.

Avec leur aide, j'ai entrepris de traduire les articles scannés de bonne qualité pour les copier dans Word afin d'en effectuer la mise en page et de les enregistrer au format ".pdf" ensuite pour qu'ils soient lisibles par tout le monde. Cette petite série d'article portera le nom de « Rétro-F.t. » en hommage à son auteur.

Je commencerai ce travail de fourmi par une alimentation de laboratoire amateur, simple à réaliser et au coût raisonnable avec des composants encore d'actualité, la **LA2** (*deux exemplaires ont été réalisés par mes amis cités ci-dessus, moi-même, j'avais entrepris la construction de la LA3*).

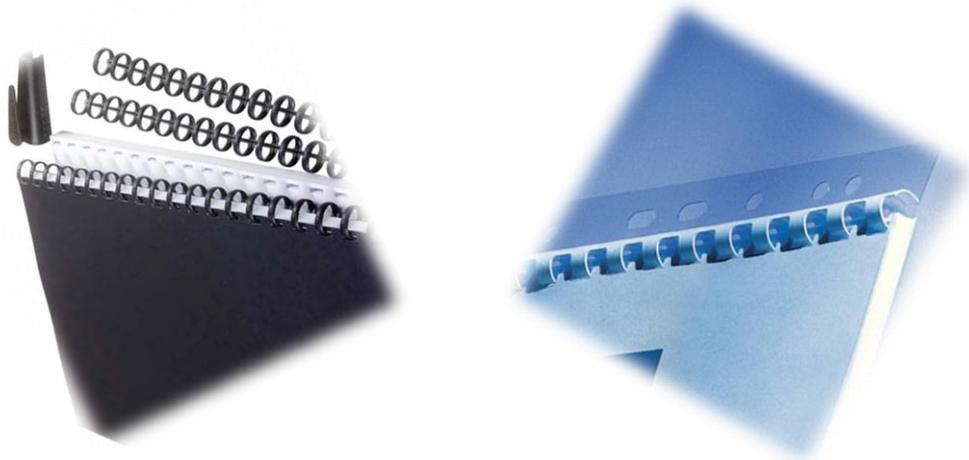
Si des amateurs ont conservé des articles en bon état et qu'ils veulent (ou pas !) les voir retranscrits, qu'ils prennent contact avec moi par courriel. C'est un travail assez pénible et long, (frappe et schémas) mais quand on aime, on ne compte pas ! Le but étant de se faire plaisir avec un brin de nostalgie.

L'article qui suit est tiré de la revue **LE HAUT-PARLEUR** n° 1822 et 1823. (Années 93/94)

### Pour finir, une petite remarque :

Le présent document est au format .pdf, il doit être imprimé en « recto – verso » et surtout en "Taille réelle" (et non dans un autre format, au risque de perdre les dimensions exactes des circuits imprimés). La première feuille contient une partie blanche, c'est le verso de la couverture.

Il pourra être assemblé par agrafage ou peignes plastique (qui permet une lecture plus aisée) comme ci-dessous :



Bon travail et bonne lecture.

DEMONT Bernard.

## ALIMENTATION DE LABORATOIRE "LA2" : 2 X 20V 5 A

*Il y a quelques années, nous avons décrit dans les pages de cette revue une alimentation de laboratoire triple : la LA3 ! Cette magnifique pièce doit encore faire le bonheur des amateurs l'ayant fabriquée, à commencer par celui de l'auteur de ces lignes. Pourtant, cette alimentation est maintenant irréalisable, le circuit intégré MC14661 autour duquel nous l'avions conçue étant obsolète depuis pas mal de temps ! (Mais pas introuvable, nous le signalons à l'intention des amateurs en question qui pourraient, à juste titre, s'inquiéter !)*

*Ne regrettons rien, le MC1466 était assez coûteux, un peu fragile, et voici LA2 qui assure la relève. Cette nouvelle alimentation à deux « sections seulement » délivre deux fois 20 V sous 5 A max. Elle possède la possibilité de tracking et elle a été conçue pour être à la fois performante et économique, ce qui n'était sans doute pas la vertu première de LA3.*

*Pour arriver à ces fins, nous n'avons qu'un seul transfo et nous avons éliminé tout circuit intégré, rare et cher ; quand on saura que chaque section ne requiert que deux vulgaires 741, on comprendra ce que « économique » veut dire !*

*Nous espérons donc que les qualités de LA2 en tenteront plus d'un et que nos efforts n'auront pas ainsi été vains !*



## Caractéristiques de LA2 :

- Double alimentation de laboratoire à sections indépendantes.
- Régulation série à caractéristique rectangulaire.
- Régime à tension constante ou courant constant, avec indicateurs de modes U ou I par LED.
- Réglage de la tension par potentiomètre 10 tours (2 V/tour) de 0 à 20 V.
- Réglage du courant par potentiomètre 1 tour, de 0 à 5 A.
- Tensions et courants disponibles à partir de 0.
- Sorties flottantes. Possibilité de mise à la masse du + ou du -.
- Mise en série possible des sections.
- Mise en parallèle possible, avec précautions.
- Variation du 20 V en passant de 0 à 3A : <5mV.
- Ondulation résiduelle à 3 A : < 2 mV.
- Mesure des tensions et intensités par multimètres numériques 2 000 points en U et 500 points en I.
- Afficheurs de 10mm. Précision : 0,1 %.
- Chaque multimètre est commutable en U et I. Possibilité d'affecter un multimètre à la mesure de la tension d'une section, l'autre mesurant l'intensité de la même section.
- Utilisation externe possible des voltmètres : 0 à 20 V,
- Dimensions : H = 10 cm, L = 20 cm, P = 25 cm hors tout.
- Poids environ 4 kg.
- Alimentation sur 220 V, 50 Hz.
- Toutes sorties en face avant.

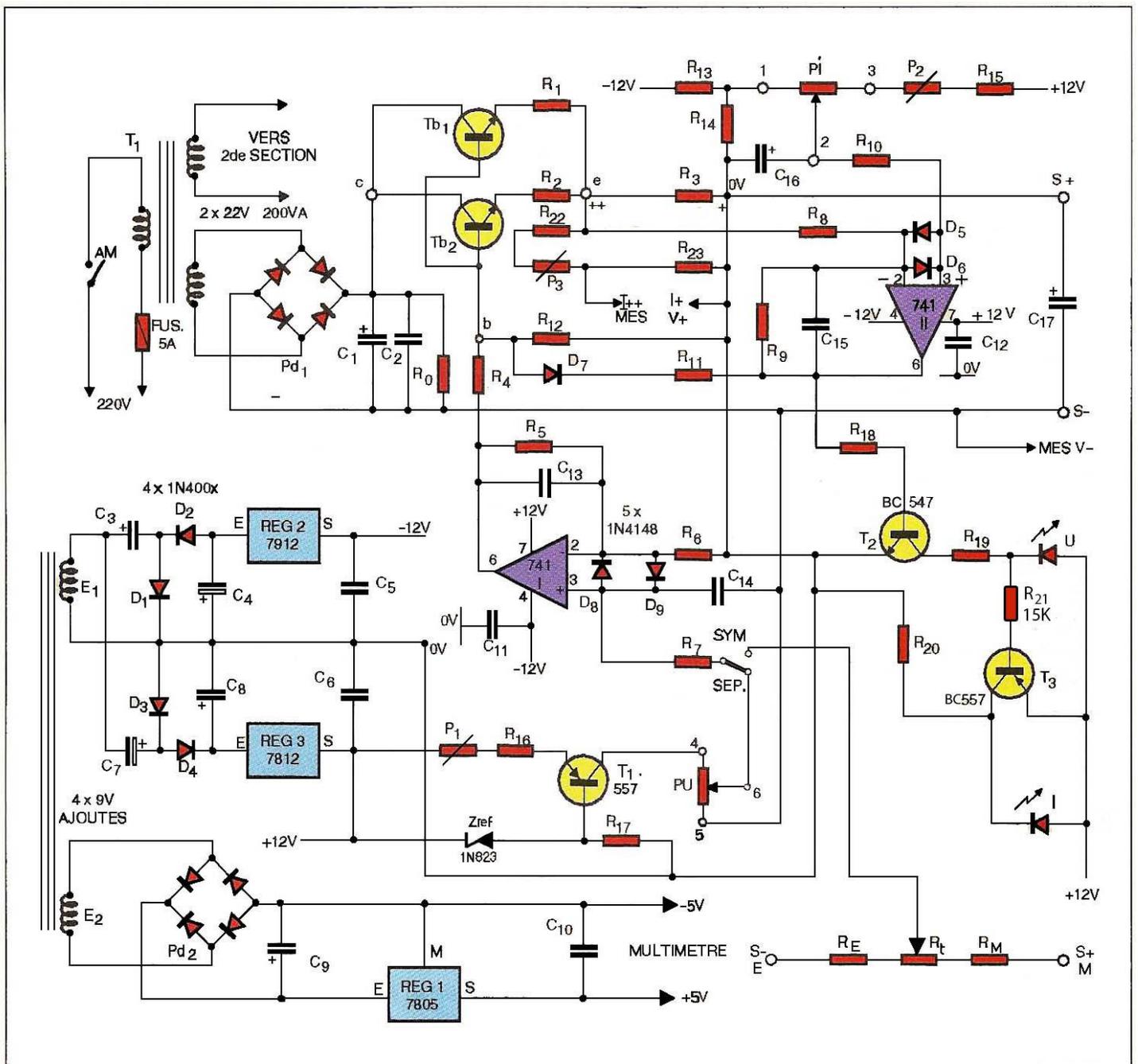


Fig. 1. – Schéma d'une section de LA2.

### Étude théorique :

#### Section 20 V/5 A (voir fig. 1)

LA2 utilise le principe de la régulation série : un transformateur unique pour les deux sections fournit une tension de 22 V/110 VA qui est redressée en double alternance par le pont de diodes  $Pd_1$ . La tension obtenue est filtrée par  $C_1$ . Elle peut atteindre 32 V à vide. La résistance de fuite  $R_0$ , constitue une charge minimale permanente. Cette tension est appliquée sur les collecteurs des Darlington  $Tb_1$  et  $Tb_2$ , montés en parallèle. Ces transistors ont un courant collecteur admissible de 12 A chacun, soit 24 A pour les deux. On pourrait donc se contenter d'un seul ! (à vous de juger, si vous êtes à quelques francs (euros) près !) Nous en avons mis deux, partant du principe, cher aux

artilleurs, que trop fort n'a jamais manqué ! Le modèle BDV65 supporte 60 V, ce qui est tout à fait suffisant. Vous pourrez malgré tout choisir le BDV56A (80V) ou le B (100 V) et pourquoi pas le C (120V) ! La tension régulée est disponible en « e » sur les émetteurs, déterminée par la tension des bases appliquée en « b ». On la retrouve en  $S_+$ , à travers la résistance  $R_3$  de très faible valeur.

**En mode tension**, la tension des bases est déterminée par le 741/II dont les entrées  $e_+$  et  $e_-$  comparent la tension  $S_+$  ( $e_-$ ) à la tension de référence ( $e_+$ ) disponible sur le curseur du multitour  $P_U$  alimenté en courant constant par  $T_1$ . Toute variation entre  $S_+$  et la référence est amplifiée par 741/II dont la sortie agit par  $R_4$  sur  $Tb_1$  et  $Tb_2$  pour rétablir la situation. Le gain du 741/II étant important ( $R_5/R_6 \approx 4680$  !), la régulation de tension est excellente. Les amplis OP requièrent une alimentation symétrique  $\pm 12V$ . Cette alimentation utilise des enroulements ajoutés au transfo principal de type toroïdal, modèle qui se prête particulièrement bien à ce genre d'adjonction. Pour éviter de bobiner de trop nombreux tours (voir plus loin), nous avons choisi des enroulements donnant à peu près 9 V, d'où la nécessité des doubleurs de tension  $D_1/D_2$  et  $D_3/D_4$  qui fournissent une tension assez élevée pour un bon fonctionnement des régulateurs 7812 et 7912. Le - 12 V ne sert qu'aux amplis OP et a un débit de 5 mA seulement. Le + 12 V, outre ces amplis, alimente aussi les LED et le générateur de courant constant, d'où un débit de 25 mA environ.

**Générateur de courant constant.** La base de  $T_1$  est fixée à 6,2V par la diode zener de référence, de type 1N823. Le transistor  $T_1$  ajuste alors son courant d'émetteur pour amener ce dernier à une tension égale à celle de la base moins la tension de seuil.  $P_1$  permet de choisir la valeur du courant, que nous fixerons à 2 mA, pour obtenir 20 V aux bornes du multitour de 10 k $\Omega$ ,  $P_U$ .

**Indicateurs U et I.** En mode tension, la diode U est allumée, la diode I étant éteinte, et inversement.

Le commun 0V de l'alimentation  $\pm 12V$  est relié à  $S_+$ . Ainsi, les amplis OP ont toujours une tension de sortie largement suffisante pour commander les bases des Darlington dont les émetteurs sont, eux aussi, à  $S_+$ .

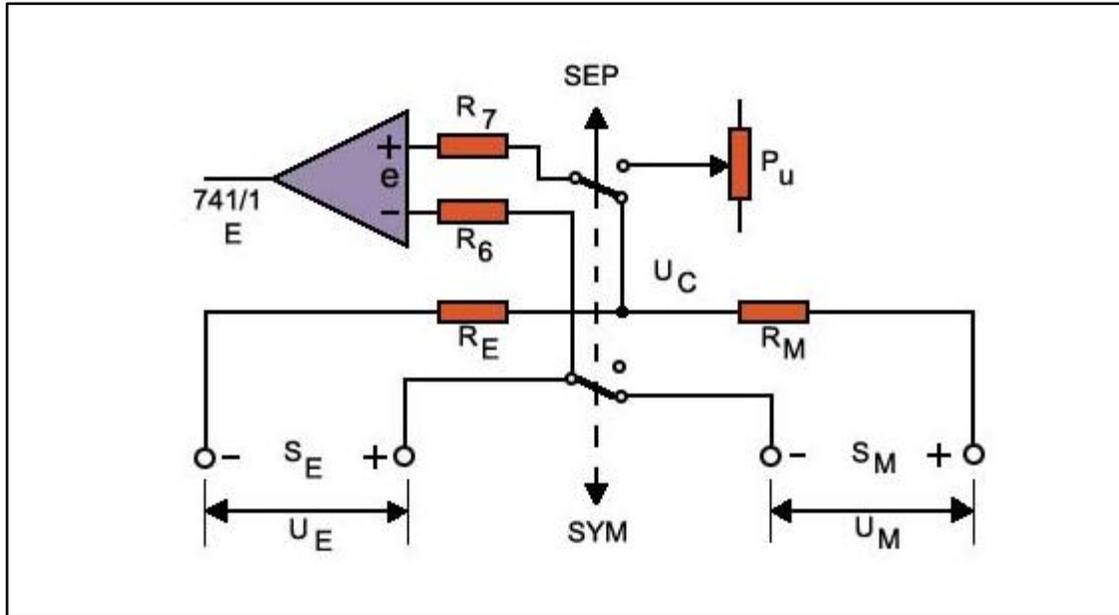
**En mode I.** Le courant de sortie de la section est mesuré aux bornes de  $R_3$  (0,22 $\Omega$ ). La tension obtenue est appliquée sur  $e_-$  du 741/II, l'entrée  $e_+$  étant au potentiel de référence déterminé par  $P_1$ . Tant que le courant est inférieur à la valeur indiquée par  $P_1$ , la sortie du 741/II est au niveau haut ( $e_+ > e_-$ ), la diode  $D_7$  est bloquée et la régulation de courant inactive. Dès que le courant dépasse la valeur affichée, on a  $e_+ < e_-$  et la sortie du 741/II passe au potentiel bas, dérivant par  $D_7$  et  $R_{11}$  une fraction variable du courant de base de  $Tb_1$  et  $Tb_2$  qui ont donc tendance à se bloquer. En fait, le 741/II a une action telle qu'il va maintenir la conduction de ces transistors à une valeur laissant passer juste le courant de sortie demandé. Avec une forte amplification ( $R_9/R_8 \approx 213$ ), l'ampli OP remplit correctement sa mission. Notons que lorsque la sortie du 741/II devient négative, par rapport à 0V, le transistor  $T_1$  se bloque ; la diode LED U s'éteint. Le transistor  $T_3$  se bloque également, par coupure du courant de base. La LED 1, court-circuitée par  $T_3$  en mode U, peut ainsi s'allumer à travers  $R_{20}$ .

**Mode tracking ou symétrique.** Une section est maître (celle de droite, en façade), l'autre est esclave. Le réglage de la tension maître détermine celle de la tension esclave qui suit fidèlement. Le principe est très simple (voir fig. 2).

Un commutateur SEP/SYM relie, d'une part, le  $S_+$  esclave au  $S_-$  maître et, d'autre part, relie l'entrée  $e_+$  du 741/II esclave à un pont diviseur par 2, constitué de deux résistances  $R_E$  et  $R_M$  parfaitement égales. Cette entrée va donc lire une tension  $U_E$  égale à  $\frac{1}{2}$  ( $U_E = U_M$ ). Le 741 va alors corriger  $U_E$

jusqu'à obtenir l'égalité  $U_E = U_M$  imposée par les valeurs égales des deux branches du pont. À noter, dans la réalisation effective, la présence d'un potentiomètre  $R_t$  de faible valeur permettant de figurer la symétrie.

La liaison interne S+/S- pouvant supporter difficilement les 5 A max de l'alimentation, à partir de 2A, nous conseillons de doubler cette liaison par une autre extérieure. Bien entendu, en mode **SÉPARÉ**, les deux sections retrouvent leur indépendance, les potentiomètres  $P_U$  agissant sur leur propre section et elle seule.



**Fig. 2. – principe du tracking.**

$$R_E = R_M \Rightarrow U_C = \frac{1}{2} (U_E + U_M)$$

$$e_+ = e_- \Rightarrow U_C = U_E \text{ d'où } U_E = \frac{1}{2} (U_E + U_M)$$

$$2U_E = U_E + U_M \text{ et } \boxed{U_E = U_M}$$

**Les multimètres** (voir fig. 3)

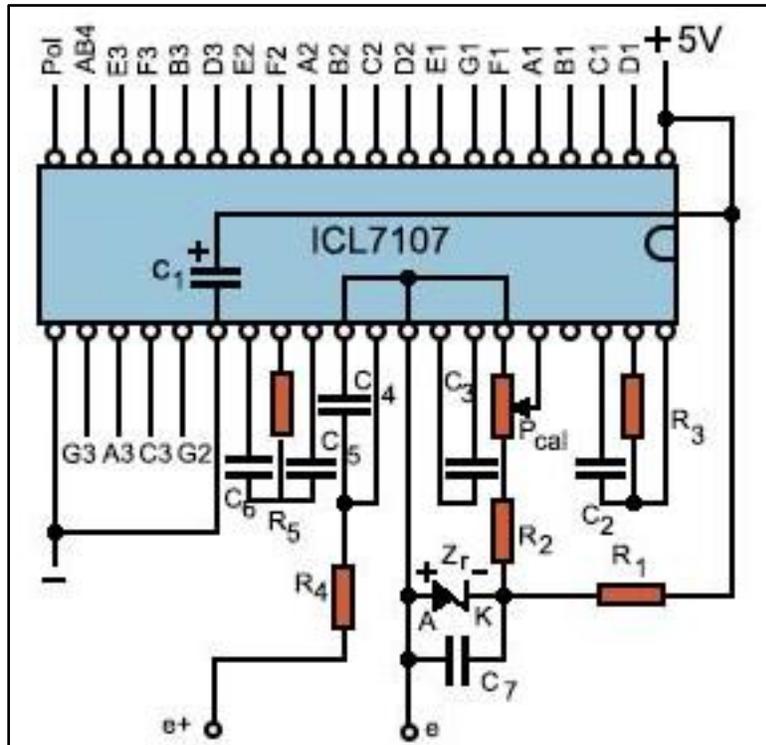
Nous avons retenu l'affichage à LED qui nous semble mieux convenir au travail de laboratoire, les LCD plus adaptés à l'usage extérieur et aux appareils portables.

Les deux multimètres sont à base de ICL7107 d'Intersil. Nous n'avons pas retenu les C13161/62 de RCA qui ne donnent que 999 points en positif et 99 en négatif. Ici, nous avons nos 2 000 points !

La figure montre le schéma des voltmètres  $\pm 200$  mV. Il y a peu de choses à dire, sinon que, l'alimentation étant mono tension (+ 5 V seulement), il faut faire usage d'une référence de tension externe au 7107. C'est ici une ICL8069 donnant 1,2 V avec une très bonne stabilité. Le potentiomètre de calibration  $P_{cal}$  ramène cette tension à quelque 100mV. Le condensateur  $C_7$  nous a permis de supprimer des oscillations perverses de la 8069, ce qui rendait les affichages instables.

Le 5 V est fourni par un enroulement ajouté au transfo principal. Le débit varie de 60 à 220 mA selon la valeur affichée. La commutation est un tantinet plus compliquée (voir fig. 4). Les tensions appliquées entre e+ et e- du voltmètre de la figure 3 sont distribuées par un commutateur rectiligne

de 2 x 4 positions. Notons que, dans ce commutateur, un contact glissant met les plots 2 à 2 en contact, d'une extrémité à l'autre. Il ne fonctionne donc pas du tout comme un modèle rotatif. La figure 4 correspond au multimètre de la section esclave E, avec  $K_{MES}$  en position « mesure de U ». Remarquer que e- est reliée à S+IE, tandis que e+ est reliée à S+/E à travers  $R_7$ ,  $R_8$  et le jack.  $R_6$  connectée à demeure entre e+ et e- réalise avec  $R_7$  et  $R_8$ , un diviseur par 201, ce qui ramène à 198 mV les 20 V maxi de la section. Il suffit de régler Pcal pour afficher exactement la valeur de la tension  $U_E$ .  $R_7$  est indispensable pour éviter une mise à la masse de S+ lors de l'introduction de la fiche de jack.



**Fig. 3. - Schéma d'un multimètre. Afficheurs AC non représentés. Sensibilité  $\pm 200$  mV.**

La seconde position de  $K_{MES}$  n'est pas utilisée, par sécurité.

La troisième position du commutateur correspond à la mesure de l'intensité de la section du multimètre associé. L'entrée e- est reliée à S+/E et e+ à I++/E. Le voltmètre mesure ainsi la tension développée aux bornes de la résistance  $R_3$  de  $0,22\Omega$ . Cette tension étant proportionnelle à l'intensité de la section, il suffit de régler  $P_3$  pour un affichage exact.

La quatrième position de  $K_{MES}$  fait de même, mais pour l'autre section. Ainsi, en figure 4, e- est reliée à S+/M et e+ à I++/M. L'afficheur indique l'intensité délivrée par la section M.

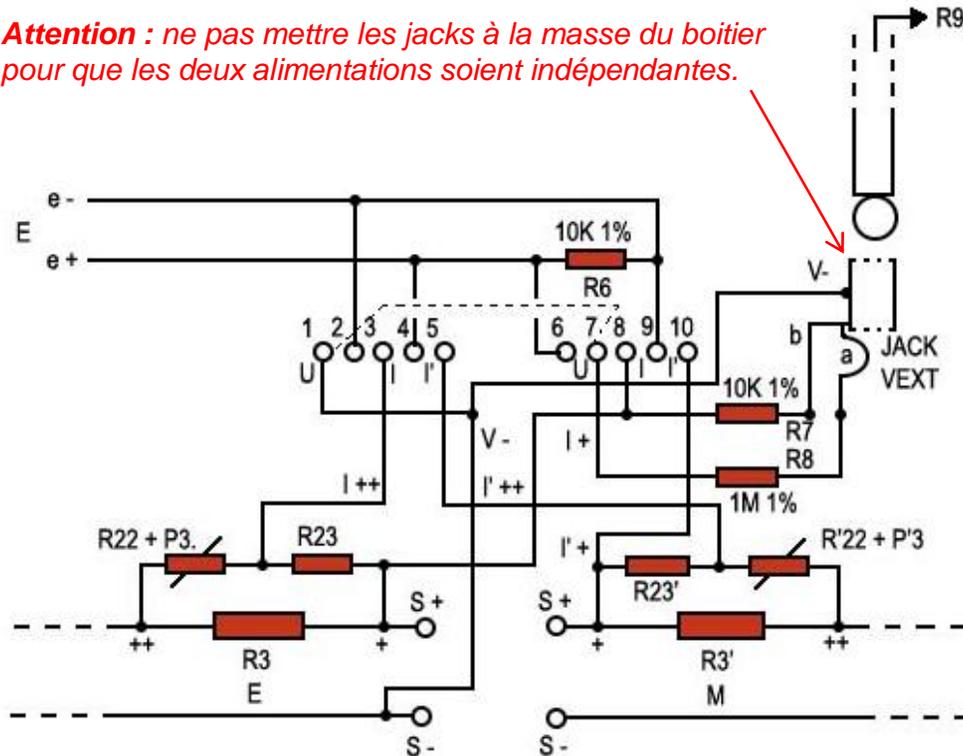
Le schéma correspondant du multimètre de la section M est identique, à l'échange  $E \leftrightarrow M$  près !

Cette possibilité de mesurer avec un multimètre la tension d'une section, tout en mesurant son débit avec l'autre, nous semble intéressant et bien plus économique que de mettre quatre voltmètres, ce qui se fait parfois !

Attention, si vous mesurez, avec les deux multimètres, le débit d'une même section, les deux lectures égales seront erronées, par défaut. En effet, dans ce cas, les deux résistances  $R_6$  se mettent en parallèle sur  $R_{23}$  et faussent le calibrage de  $P_3$ . En somme, à mesure stupide ... réponse stupide !

Pour valoriser encore nos deux multimètres, nous avons prévu leur emploi externe en voltmètre 0 - 20 V. Ainsi, si vous alimentez un montage sous test, avec LA2, non seulement vous saurez sous quelle tension, avec quel débit, mais vous pourrez de plus mesurer une tension en tel point du montage.

**Attention :** ne pas mettre les jacks à la masse du boîtier pour que les deux alimentations soient indépendantes.



**Fi 4. - Schéma de commutation du multimètre E.  
Idem pour la section M en échangeant E et M.**

Seule contrainte, cette mesure se fera en référence avec S- de la section concernée. Si un montage est alimenté en tensions symétriques, il faudra utiliser le multimètre M, référencé dans ce cas à S- de M, donc au point milieu de l'alimentation double : vous pourrez mesurer jusque  $\pm 20V$  !

Le cordon de mesure est un petit câble blindé avec la fiche de jack à une extrémité. À l'autre extrémité, en guise de pointe de touche, on intercalera une résistance  $R_9$  de 10 k $\Omega$ , compensant la suppression de  $R_7$ . Le retour n'est pas nécessaire, puisque assuré par S- de la section.

Nous espérons que cette étude rapide vous aura convaincu de l'intérêt de LA2. Quand vous aurez constaté qu'elle ne contient que des composants très courants et bon marché, nous ne voyons pas pourquoi vous vous en priveriez !

**N.B.** - Comme d'habitude, l'auteur peut fournir les films des circuits imprimés et de la face avant. Ne pas hésiter à le contacter pour tout problème d'approvisionnement.

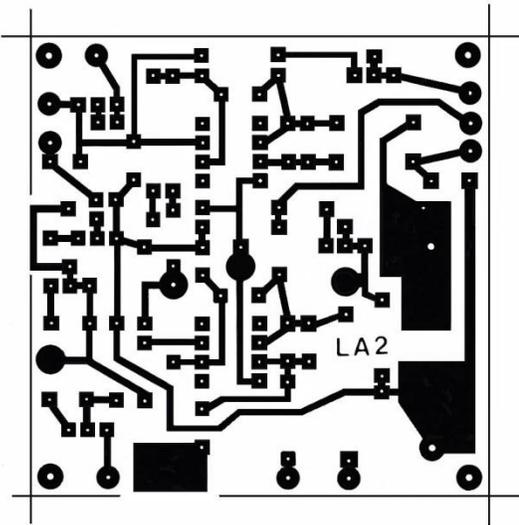
Après l'étude théorique, la réalisation proprement dite et la mise en boîte. Pour cette dernière partie, et ce malgré les performances en puissance du projet, la logique d'implantation des cartes et une petite astuce sur le transformateur torique ont permis l'intégration dans un boîtier de taille réduite.

### Réalisation :

#### *Les circuits imprimés :*

##### a) 2 circuits de base (voir fig. 5)

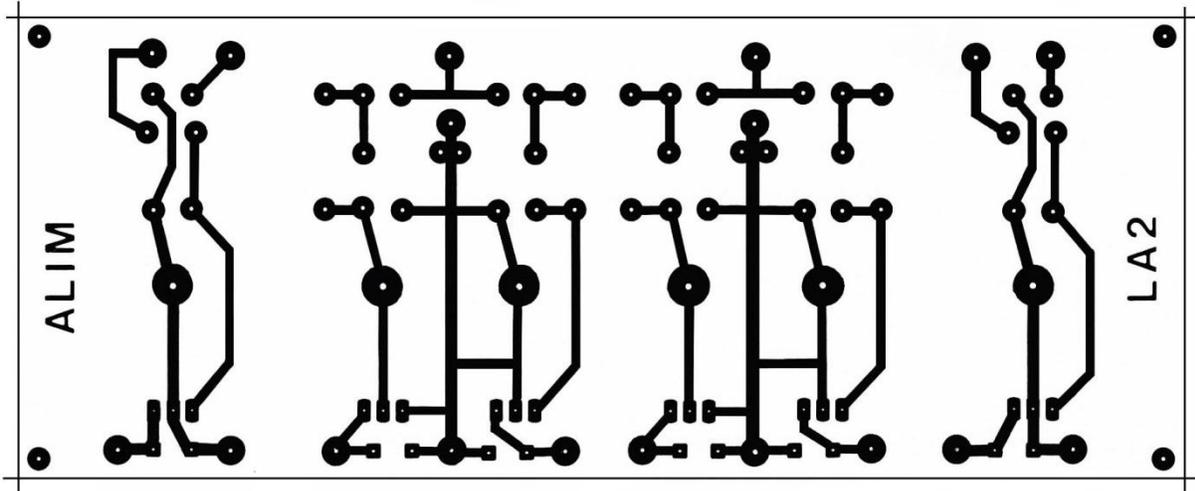
Ils supportent les composants actifs faible courant de chaque section. À réaliser en époxy simple face de 16/10<sup>ème</sup>.



*Fig. 5. Circuit imprimé d'une section de contrôle de W.*

##### b) 1 circuit d'alimentation (voir fig. 6)

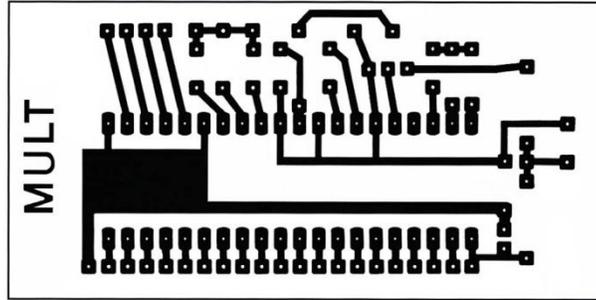
Il supporte les quatre doubleurs de tension  $\pm 12$  V ainsi que les générateurs de 5 V pour les multimètres. En époxy simple face 16/10<sup>ème</sup>.



*Fig. 6. – Circuit imprimé d'alimentation.*

**c) 2 circuits de multimètres (voir fig. 7)**

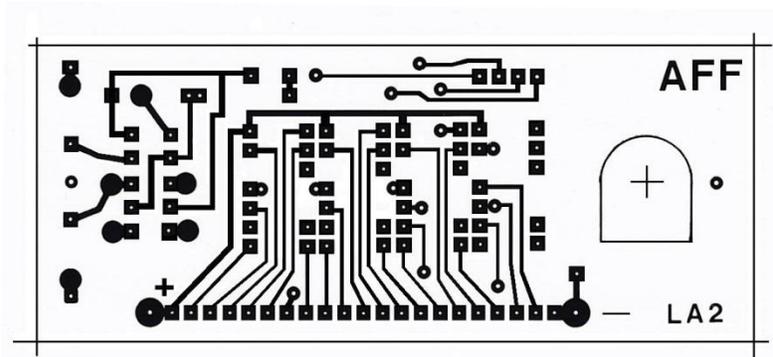
Ils supportent les composants du voltmètre  $\pm 200$  mV, ceux de la figure 3. En époxy simple face de 16/10<sup>ème</sup>.



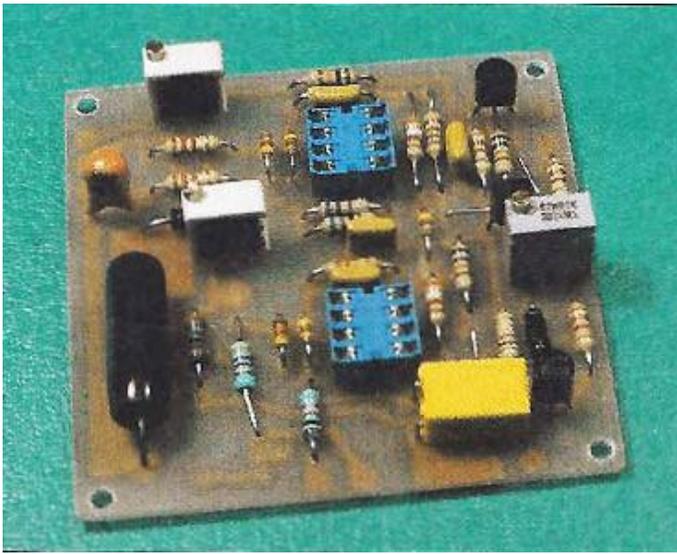
**Fig. 7. - Circuit imprimé d'un multimètre.**

**d) 2 circuits d'afficheurs (voir fig. 8)**

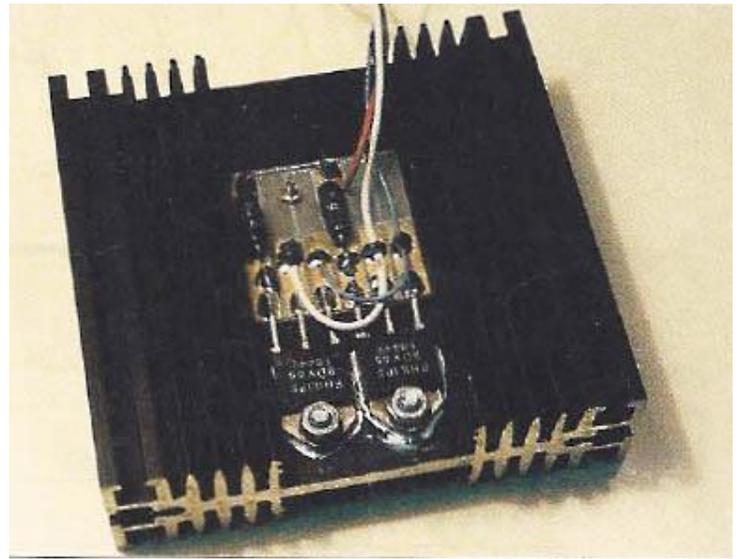
Ils supportent les quatre afficheurs, le commutateur  $K_{MES}$ , les résistances 1 %. Une découpe dans l'époxy simple face 16/10<sup>ème</sup> permet le passage du jack de voltmètre extérieur.



**Fig. 8. -Circuit imprimé des afficheurs.**



**A - Le circuit de base avec ses deux 741.**



**B -Montage des BDV65**

### **Le boîtier :**

Nous l'avons réalisé nous-même. Ceux qui préfèrent le tout fait chercheront un coffret mesurant 20 x 20 x 10 cm intérieur. Nous nous contentons de donner en figure 9 (*en page 19*) le plan coté de la face avant, assorti du détail des inscriptions. Les photos donnent, par ailleurs, un aperçu suffisant pour plier convenablement l'alu de 10/10<sup>ème</sup> utilisé. Ne pas oublier de ménager des trous d'aération dans le couvercle et dans le fond, sous l'emplacement des circuits de base.

Deux équerres, bien visibles sur la photo 1, assurent la fixation verticale des deux circuits de base et celle, horizontale, du circuit d'alimentation, au-dessus du transfo toroïdal.

Les circuits d'afficheurs sont maintenus par deux vis à métaux de 2 x 15 mm, têtes fraisées noyées dans la façade, avant pose du Scotchcal décoratif. Elles sont donc invisibles. Les jacks, **isolés de la masse**, traversent le circuit d'afficheur par une découpe visible sur les figures.

Dans notre réalisation, les radiateurs arrière sont supportés par quatre colonnettes isolantes. Ils sont en contact direct avec les collecteurs de Tb1 et Tb2, donc à + 30 V environ, d'où cette précaution. Ces deux radiateurs mesurant 10 x 10 cm ne doivent pas se toucher (glisser un isolant entre les deux, si nécessaire). On peut imaginer une fixation non isolée, à condition d'isoler les transistors. Nous avons dû faire une découpe, au bas du radiateur maître, pour un passage correct du fil secteur. Prévoir dans la face arrière le trou de passage de ce fil et les trous de passage des fils des transistors de puissance (*voir photo*). Se reporter aux photos **H, I, J** pour la disposition des éléments de puissance :

Le support du fusible sur la face arrière,

Les deux Ci, à l'arrière droite et gauche,

Les redresseurs, en revenant vers l'avant,

Le gros transfo toroïdal, juste au centre du boîtier, fils d'origine vers l'arrière, enroulements ajoutés vers l'avant.

### **Modification du transfo toroïdal :**

Si l'on fait le bilan consommation du  $\pm 12$  V et du 5 V, on obtient :

$$2 \times 12 \times 5 \cdot 10^{-3} = 0,12 \text{ VA}$$

$$2 \times 12 \times 25 \cdot 10^{-3} = 0,6 \text{ VA}$$

$$2 \times 5 \times 200 \cdot 10^{-3} = 2 \text{ VA}$$

Soit un total de 2,72 VA, amenés à 4 VA environ, en tenant compte des pertes dans les régulateurs. Ces 4 VA sont assez dérisoires à côté des 225 VA du transfo principal.

D'où l'idée de demander à ce transfo les quelques milliampères dont nous avons besoin. L'avantage est substantiel ;

Économie d'au moins 100 F **(15,24€)** par suppression de deux transfos 3 à 5 VA,

*Et*

Réduction de poids et d'encombrement.

Évidemment, il y a un revers à cette médaille ! Il faut ajouter les enroulements !

Cette opération est cependant très facile sur un toroïdal, alors qu'elle serait impossible sur un modèle normal.

La photo **G** montre le résultat à obtenir. En principe, il faut quatre enroulements d'une quarantaine de spires, les enroulements extérieurs destinés au 5 V sont en 35/100<sup>ème</sup> et les intérieurs en 22/100<sup>ème</sup>.

Pour bobiner ces tours, il faut préparer une « navette » rudimentaire, en bois ou carton raide et y pré enrouler la longueur de fil nécessaire (50 fois environ la longueur d'une spire moyenne). Avant de bobiner, nous avons matérialisé la position des enroulements avec du ruban adhésif, adhésif vers l'extérieur. Le reste est une affaire de soin et de patience.

À noter qu'il est souhaitable de bobiner quelques spires en trop, puis de tester sur le circuit d'alimentation non installé dans le boîtier mais chargé par des résistances simulant les débits prévus (par exemple, 240  $\Omega$  sur la sortie - 12V, pour 5 mA). On pourra ainsi régler le nombre de spires juste suffisant pour obtenir la tension régulée plus 3,5 V environ (par exemple, 5 V + 3,5 V = 8,5 V) à l'entrée des régulateurs, ce qui garantit à la fois leur bon fonctionnement et un échauffement minimal.

Enlever une ou deux spires est très facile, en remettre, plus gênant ! D'où l'intérêt de quelques spires en trop !

Et si ce petit travail vous agace, pensez que vous gagnez au moins 5 F **(0,76€)** par spire ajoutée !

### **Pose des composants !**

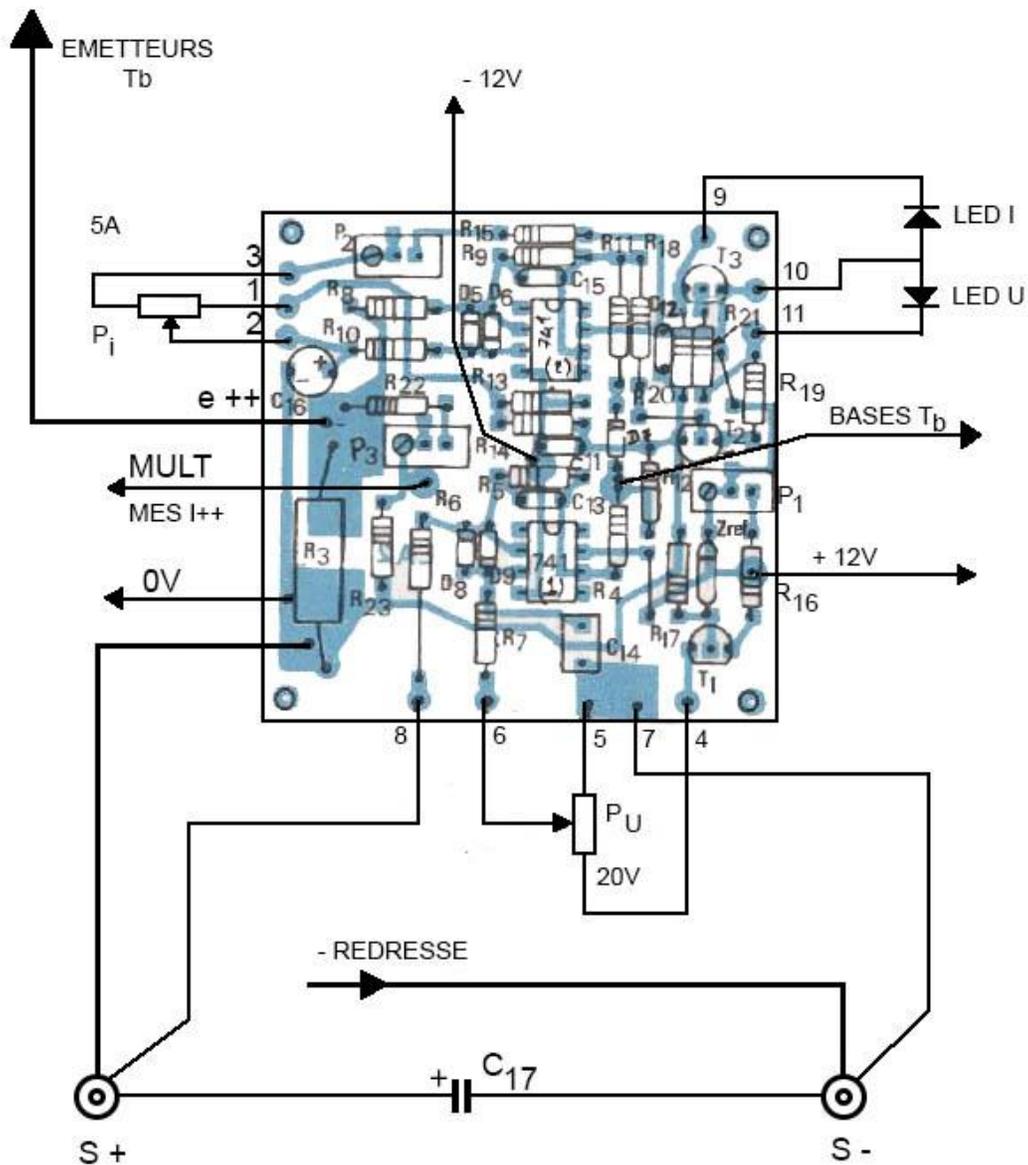
On pourra commencer par la pose des composants des circuits de base, puis ceux de l'alimentation, pour terminer par les multimètres.

Tout ce travail en se référant aux figures 10 à 13. On s'aidera aussi des photos **A B E**.

Peu de difficultés pour bases et alimentation, un peu plus délicat pour les multimètres dont il faut assurer la jonction des deux plaquettes par connecteurs. Nous avons tout bonnement employé de la douille tulipe avec des picots en fils de composants (chute des résistances).

L'idéal aurait été d'avoir des circuits à trous métallisés, mais ce n'est pas prévu au programme.

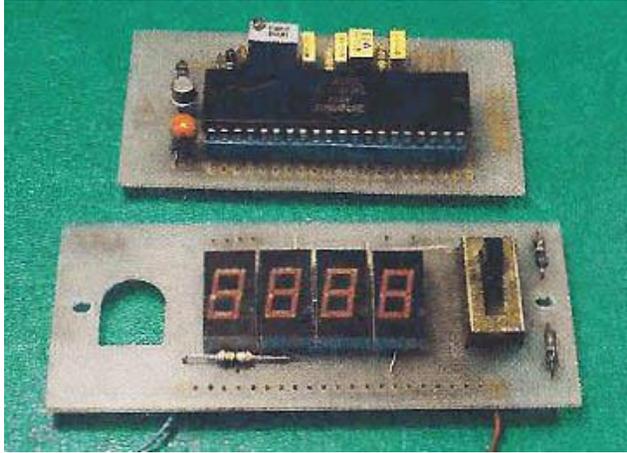
Surtout ne pas oublier les divers straps. Ceux des afficheurs sont à faire en fil fin de wrapping, car certains passent entre deux afficheurs.



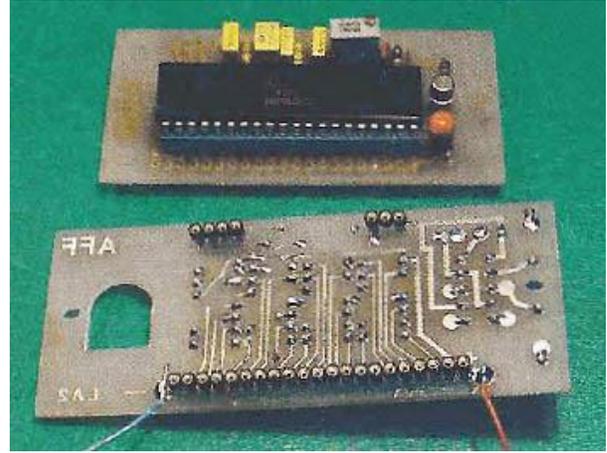
**Fig. 10. - Composants d'une section de contrôle de LA2.**

### Câblage final :

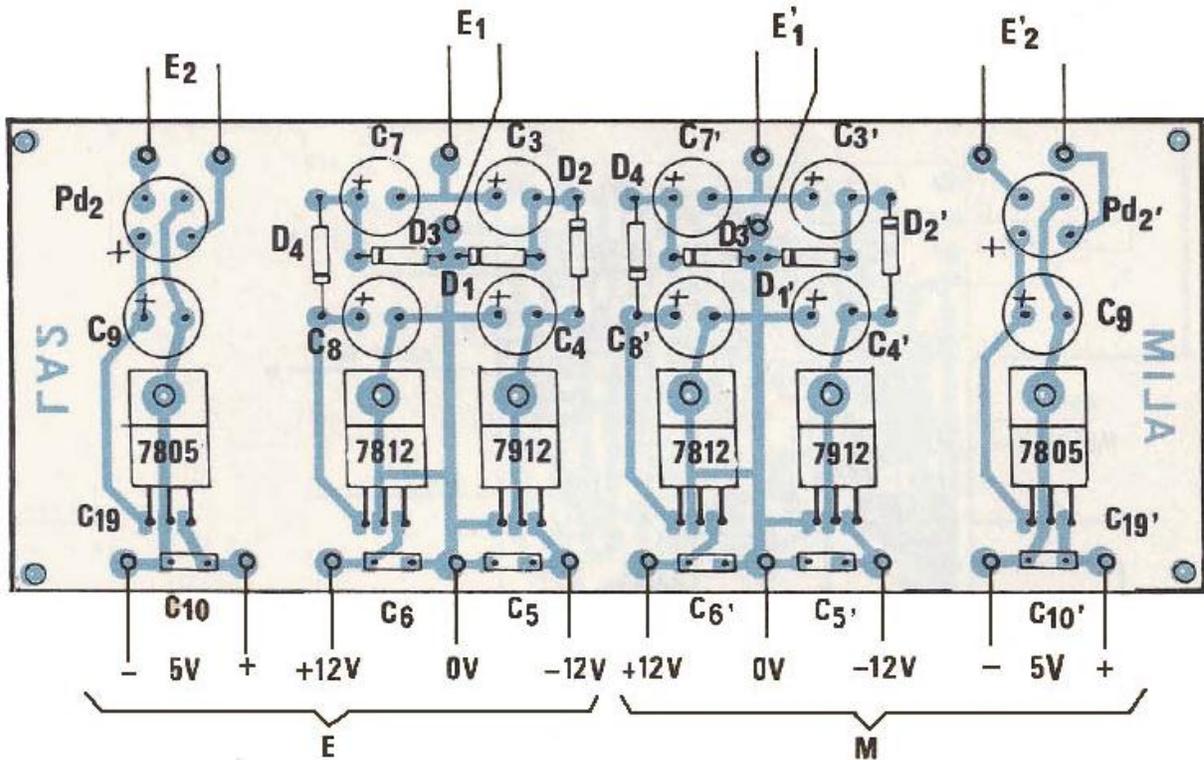
Monter tous les éléments de la face avant, les afficheurs derrière un rhodoïd rouge. Réaliser les liaisons correspondantes en utilisant la figure 14. Prévoir les fils essentiels reliant ces éléments au reste du montage. Nous avons monté les  $R_E$ ,  $R_T$  et  $R_M$  « en l'air », mais vous pouvez prévoir un petit circuit imprimé, soudé sur les plots de l'inverseur SEP/SYM. Nous laissons cela à votre initiative. Les transistors de sortie, montés sur les radiateurs, avec isolants ou non (voir plus haut), ont un câblage facilité si l'on prévoit une plaquette d'époxy, gravée mécaniquement, dans notre cas, pour y souder les pattes des Darlington, les résistances de  $0,22 \Omega$  et les fils de liaison b, c et e. Les liaisons avec la plaquette de base sont soudées au verso. La photo **K** montre comment on peut procéder. En fait, tout cela est une affaire de soin et de réflexion. Il faut bien étudier les documents fournis : schémas, figures et photos. Bien entendu, le travail terminé, une bonne vérification s'impose.



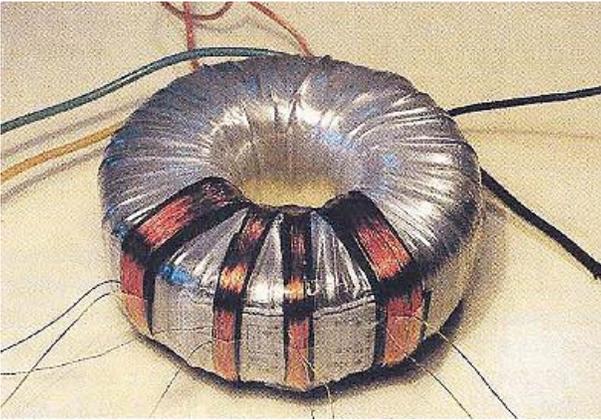
**D** – Les circuits imprimés des multimètres.



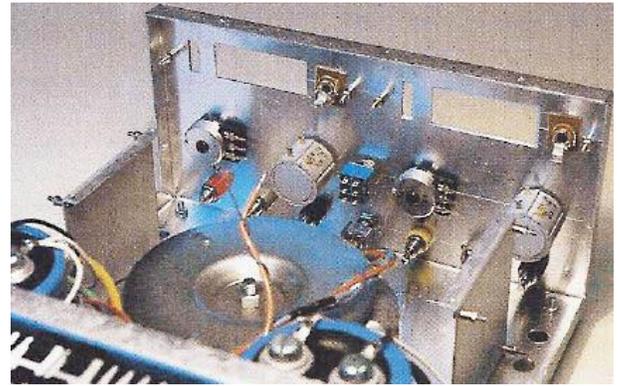
**E** – Autre vue des circuits des multimètres



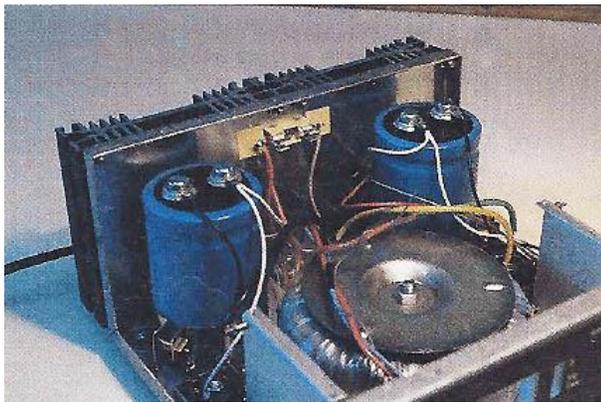
**Fig. 11.** - Composants de l'alimentation.



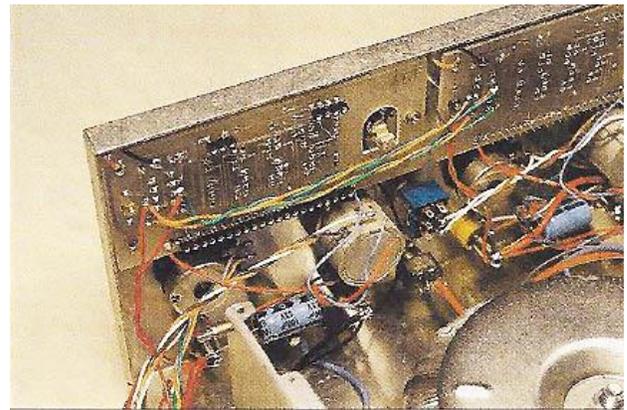
**G -** Vue du transfo toroïdal modifié.



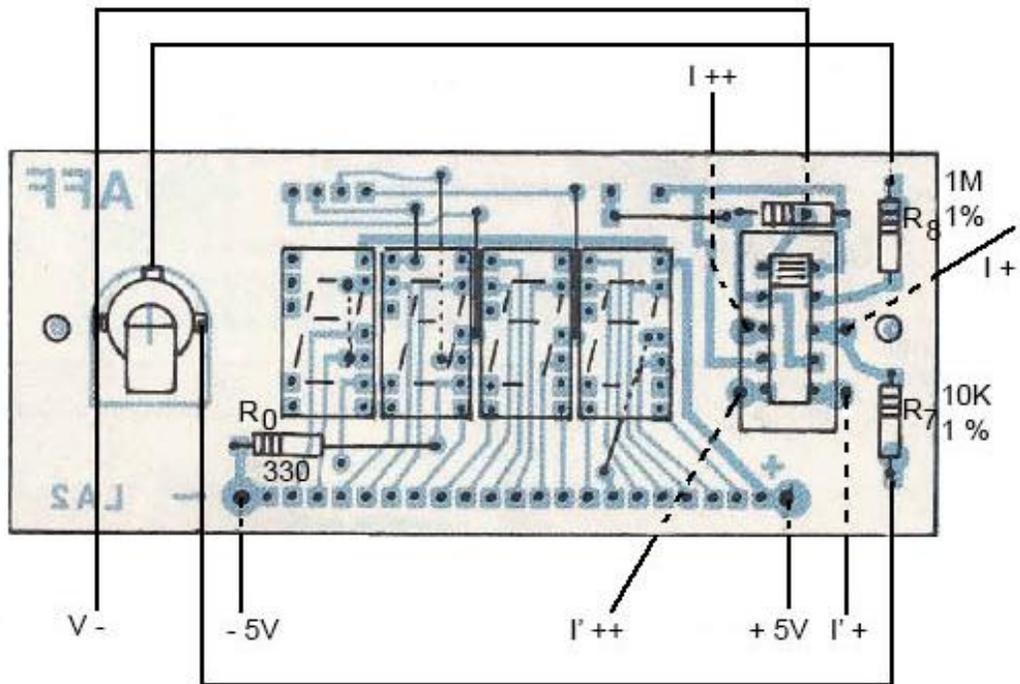
**H -** Montage des éléments de puissance dans le boîtier.



**J -** Vue en cours de montage.



**K -** Installation du circuit de base.



**Fig. 12. -** Composants du circuit des afficheurs.

### Mise en service. Réglages :

On mettra en service une seule section. Inactiver la seconde en déconnectant son alimentation et le 22 V alternatif. Déposer les deux parties des deux multimètres. Prérégler tous les ajustables à mi-course. Connecter un voltmètre très précis entre S+ et S-.

Mettre sous tension ; pas de fumée, pas d'explosion ! C'est bon !

Agir sur le potentiomètre  $P_U$  et vérifier que la tension de sortie varie comme prévu. Régler  $P_1$  pour obtenir 19,99 V,  $P_U$  au maximum.

Relier S+ et S- par un ampèremètre 10 A précis. Mettre  $P_i$  au maximum et régler  $P_2$  pour lire exactement 5 A.

Faire de même pour la seconde section. Pendant ces opérations, vérifier que les LED indiquent le bon mode de fonctionnement.

Hors tension, remettre en place les modules actifs des multimètres, un à la fois, c'est plus prudent.

Avec le voltmètre précis entre S+ et S-, tension au voisinage de 20 V, régler  $P_{cal}$  pour lire l'exacte tension sur le voltmètre interne.

Repasser en mode I, sur ampèremètre extérieur,  $K_{MES}$  sur « I ». Régler  $P_3$ , pour afficher la bonne intensité. Faire le même travail sur les deux sections.

Pour terminer, commuter LA2 en mode symétrique. Régler la tension M au voisinage de 20 V. Ajuster  $R_t$  pour que la tension E ait exactement la même valeur. Vérifier enfin que E suit bien M, de 0 à 20 V, à un point près.

On pourra alors laisser LA2 sous tension pendant quelques heures et refaire un figlage des différents réglages, ce qui terminera la réalisation de votre alimentation.

Il nous reste à vous en souhaiter bon usage.

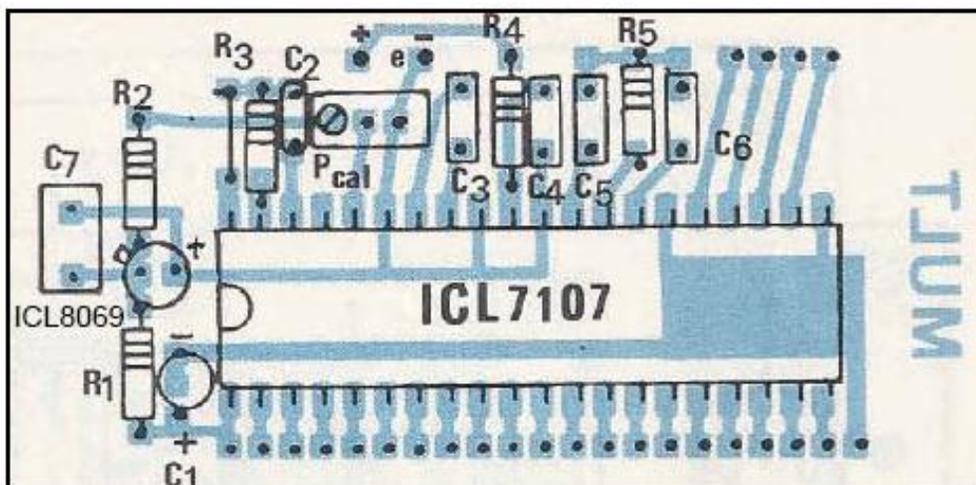


Fig. 13. - Composants d'un multimètre.

### **Références :**

- Alimentation régulée, 0-30 V, 0-3 A. M. A. ROUSSEL, Le Haut-parleur n° 1772 de janvier 1990.
- LA3. M. E THOBOIS, Le Haut-Parleur n° 1676 et n° 1677.

## **Liste des composants :**

### **Par section 20 V/5 A :**

**Pd1** : pont de diodes 10A / 200V carré à visser sur châssis.

**Pd2** : pont de diodes rond 1A.

**D1 à D4** : 1N400x.

**D5 à D9** : 1N4148.

**Zref** : 1N823 ou 825.

**Tb1, Tb2** : BDV65x.

**T1, T3** : BC557.

**T2** : BD547.

**I, II** : 741 DIL 2 x 4.

**Reg1** : 7805.

**Reg2** : 7912.

**Reg3** : 7812.

**2 LED** : rouge 3 mm.

**R0** : 1 K $\Omega$  3W bobinée.

**R1, R2** : 0,22  $\Omega$  3W bobinée.

**R3** : 0,22  $\Omega$  10W bobinée.

**R4, R11** : 3,9 K $\Omega$  ¼W.

**R5** : 220 K $\Omega$  ¼W.

**R6** : 47  $\Omega$  ¼W.

**R7** : 1 K $\Omega$  ¼W.

**R8, R10, R19, R20** : 2,2 K $\Omega$  ¼W.

**R9** : 470 K $\Omega$  ¼W.

**R12, R21** : 15 K $\Omega$  ¼W.

**R13** : 4,7 K $\Omega$  ¼W.

**R14** : 68  $\Omega$  ¼W.

**R15** : 8 250  $\Omega$  1%.

**R16** : 2 210  $\Omega$  1%.

**R17** : 1,5 K $\Omega$  ¼W.

**R18** : 2,7 K $\Omega$  ¼W.

**R22** : 22,1 K $\Omega$  1%.

**R23** : 1 100  $\Omega$  1%.

**C1** : 10 000  $\mu$ F 63V genre C164 avec collier.

**C2** : 470 nF 63V.

**C3, C4** : 470  $\mu$ F 25V radial.

**C5, C6, C10** : 220nF 63V.

**C7, C8, C9** : 470  $\mu$ F 25V radial.

**C11, C12, C13, C15** : 0,1  $\mu$ F mc.

**C14** : 1  $\mu$ F 63V.

**C16** : 22  $\mu$ F pt 25V.

**P1** : 1 K $\Omega$  genre 63W.

**P2** : 4,7 K $\Omega$  genre 63W.

**P3** : 10 K $\Omega$  genre 63W.

**2** : supports DIL 2 x 4.

**C17** : 100  $\mu$ F 63V axial.

**Pu** : 10 K $\Omega$  10 tours genre 7286.

**P1** : 1 1 K $\Omega$  1 tour  $\varnothing$  20mm.

### **Par multimètre :**

**1** : ICL7107.

**1** : ICL6869.

**4** : afficheurs AC genre 5082 – 7750.

**27** : douilles tulipe en barrette simple (23 + 4).

**1** : commutateur à glissière Euroind SLB – 2400.

**1** : support DIL 2 x 20.

**R0** : 330  $\Omega$  ¼W

**R1** : 5,6 K $\Omega$  ¼W.

**R2, R6, R7, R9** : 10 K $\Omega$  1%.

**R3** : 100 K $\Omega$  ¼W.

**R4** : 470 K $\Omega$  ¼W.

**R5** : 47 K $\Omega$  ¼W.

**R8** : 1 M $\Omega$  1%.

**C1** : 22  $\mu$ F pt 16V.

**C2** : 100 pF céram.

**C3, C4** : 0,1  $\mu$ F 63V.

**C5, C7** : 470 nF 63V.

**C6** : 220 nF 63V.

**Pcal** : 1 K $\Omega$  genre 67W.

## ***Divers :***

- 1 : jeu de circuit imprimé.
- 1 : boîtier 20 x 20 x 10 cm intérieur.
- 1 : décor de face avant.
- 1 : cordon secteur.
- 2 : radiateurs, profil S53, L = 10 cm.
- 8 : colonnettes isolantes pour radiateur ou 4 jeux d'isolement pour SOT93.
- 1 : support fusible 5 x 20.
- 1 : fusible 5 x 20, 5A.
- 1 : transformateur toroïdal 2 x 22V, 225VA.
- 2 : jacks 3,5 avec fiches.
- 6 : bornes de 15A, pour fiches de 4mm, à vis.
- 1 : inverseur unipolaire (M/A).
- 1 : inverseur bipolaire (SEP/SYM).
- 2 : boutons Elcey Ø 16, gris, capsule noire, axe de 6,35mm.
- 2 : boutons Elcey Ø 16, gris, capsule noire, axe de 6mm.
- Fil de câblage, visserie, quatre pieds en caoutchouc.

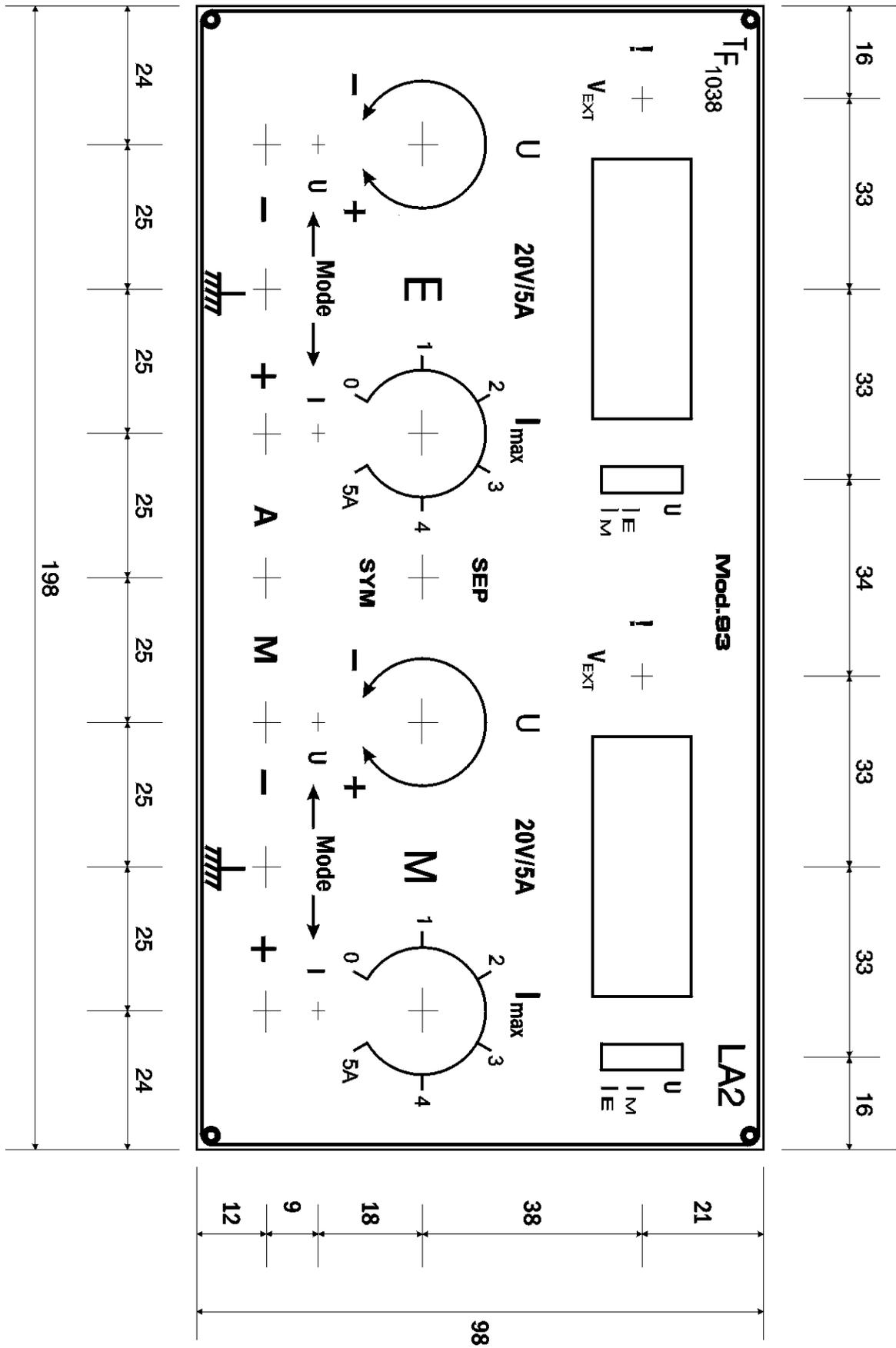


Fig. 9. -Face avant de LA2 avec cotes de perçage (en mm).