

ETUDE ET REALISATION DU LAMPEMETRE D.J 2006

Pour les nostalgiques du tube électronique, voici un analyseur à construire soit-même pour son laboratoire. Malgré que ce type d'appareil ne soit plus d'actualité de nos jours, il apparaît très utile en HI-FI à tubes tant en dépannage qu'en conception. Fin 1959, la société de métrologie METRIX avait construit un appareils de laboratoire U 61B (*) associé à un banc dynamique (661), puis des appareils portables tels que le 310B ou 310 BTR qui ne sont plus commercialisés. Malgré tout, pour les nostalgiques du tube à vide, on retrouve celui-ci dans tous les amplificateurs audio de bonne qualité : Mac Intoch, Williamson , Audio Research, Jadis...et puis, il y a aussi les nostalgiques des appareils radio anciens, voir très anciens. Le tube électronique tient encore « la route » au troisième millénaire ; (réf. Revue LED n° 179, 180 et 182 de septembre 2003 à avril 2004)

* : appareils cités dans « Toute la Radio » décembre 1959.



Fig1 : Lampemètre DJ 2003 première version.

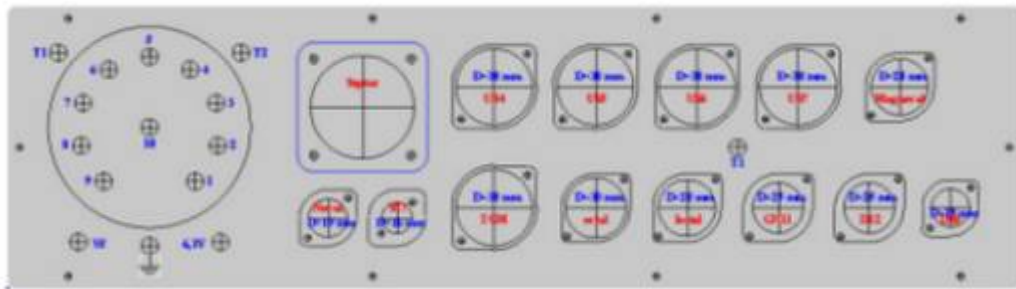


Fig. 2 : Platine horizontale supérieure (500 x 140 mm).

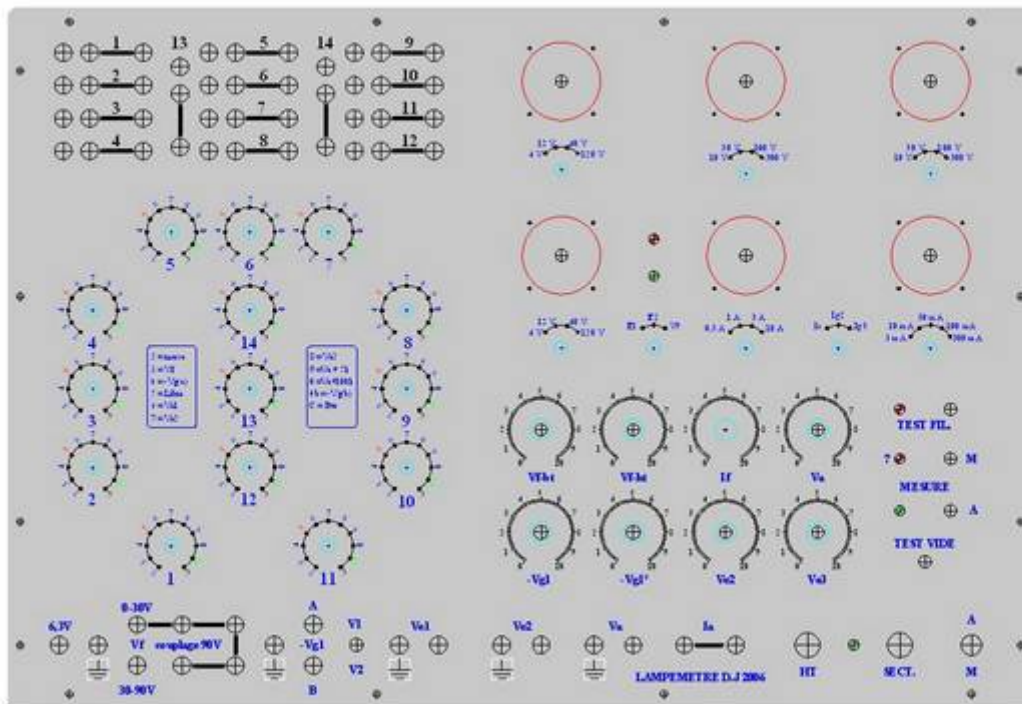


Fig.3 : Nouvelle façade à 6 galvanomètres (500 x 342 mm).

L'appareil décrit ci-après permet de vérifier ou appairer chaque tube courant, de la diode à la triode, tétrade, pentode, hexode, heptode...nonode (oui, cela existe), des plus anciennes aux plus récentes, dans leurs caractéristiques réelles de fonctionnement.

Cet analyseur de tubes est à classer parmi les types professionnels. Ce n'est pas un vulgaire appareil où on fait simplement une mesure de débit en utilisant cette lampe uniquement en diode. Il permet également de relever les courbes de fonctionnement [exemple : $I_a = f(V_g)$ à V_a constant]. Un recueil de combinaison élaboré à partir des lexiques (Radio tubes..., des cahiers Mazda et RTC, des « vademecum » des années 50 et bien d'autres documents techniques constructeur tels que Sylvania, Philips, RCA, etc...sans oublier les sources via internet...) rassemble près de 27.000 lignes de combinaisons de tubes simples ou multiples.

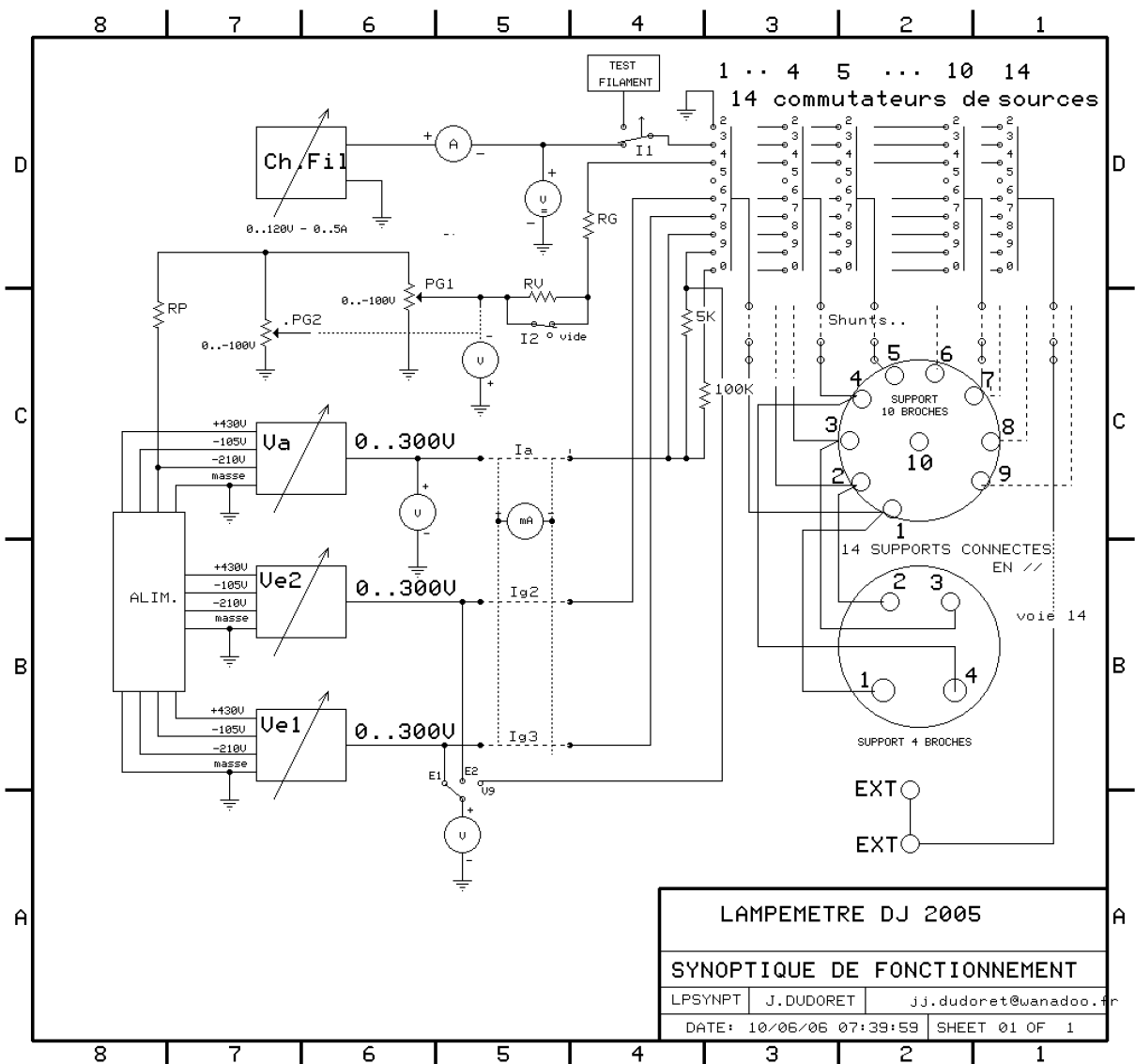


Fig.4 : Synoptique du lampemètre DJ 2006.

GENERALITES :

Les trois alimentations stabilisées et variables nécessaire au fonctionnement de l'appareil sont construites avec des tubes ballast de type tétrode à faisceaux dirigés (6L6 ou 6V6). L'amplificateur d'erreur est équipé d'une pentode de type EF80 à pente fixe. Les tensions de références sont stabilisées par deux groupements série de diodes zener de 105V (2 x 33 V + 39 V 5W) à la place des tubes OB2 ayant tendance à fonctionner en relaxation dans certains cas de mesure.

La tension filament est fournie par la mise en série de deux alimentations à courant continu (0..30 V) et (1,2 V..90 V) pour obtenir en deux gammes 0..30V avec limitation de courant 0.5A, la seconde de 30 à 120V sous 300 mA maximum. Un voltmètre et un ampèremètre contrôlent la tension et le courant de sortie.

Un bloc de 14 commutateurs permet d'assurer la bonne combinaison nécessaire pour diriger les différentes sources aux bonnes broches du tube à tester.

L'appareil est équipé d'un socle de « camembert » (style METRIX) pouvant recevoir chacun 3 types de support de tubes. Tous les supports dont le nombre de broches est supérieur à 9 seront disposés sur la partie supérieure de l'appareil.

Dans cette dernière version, j'ai augmenté la profondeur du coffret de 3 cm. Il est en forme de pupitre en tôle d'aluminium anodisé d'une épaisseur de 1,5 mm, d'un encombrement de 50 cm de large, 32 cm de hauteur et de 24 cm de profondeur. Les parois sont assemblées à l'aide d'une armature en cornière alu anodisé. Cette réalisation est donc à la portée de l'amateur. Les modalités d'approvisionnements seront décrits en fin de dossier.

Chaque source HT ou BT, continue ou alternative est disponible sur des bornes de sortie à double but : fournir une tension d'une valeur bien précise pour étudier une maquette à tubes et pouvoir contrôler toutes ces tensions et courant par un appareil de précision numérique (cas d'un relevé de courbe).

LE SCHEMA :

Pour plus de clarté, nous distinguerons séparément :

- l'alimentation HT positive, avec son transformateur, le redressement, filtrage L.C, l'alimentation négative avec redressement doubleur de tension, filtrage R.C., stabilisation négative par diodes zener (§ fig. 3)
- l'alimentation filament avec son transformateur dont les sorties distinctes fournissent 1 x 36V 5A, 2 x 12 V – 0,4A , 75 V – 0,3 A et un 6,3V 5 A , deux potentiomètres de réglages tension et limitation de courant, un voltmètre et un ampèremètre de contrôle, (§ fig.4)
- le circuit des trois sources HT forte et moyenne puissance, (§ fig. 5 et 6).
- le circuit du bloc de combinaison des sources. (§ fig. 7)
- deux polarisations négatives ajustables par potentiomètres.
- Les plans de câblage de toutes les platines et d'interconnexions en plusieurs planches.

L'alimentation HT :

Le transformateur TR1 assure l'isolement entre secteur et l'utilisation.

+HT : La tension secondaire de 290 V efficace est appliquée par R1 (sécurité) au pont de redressement constitué de 4 diodes D1 à D4, puis charge le condensateur de tête C1 à la valeur de crête soit $U_{eff} \times \sqrt{2}$ de l'ordre de 430 V. R1 sert de protection. Une version est possible afin de pouvoir obtenir une tension plus élevée : dans ce cas, nous avons un groupement série des condensateurs de filtrage pour C1 et C2.

Un premier filtrage est assuré par la self (SELF1) chargé par C2. La tension de service de ces deux condensateurs est de 450 V. Le fusible FUS2 de 350 mA protège cette source de l'utilisation.

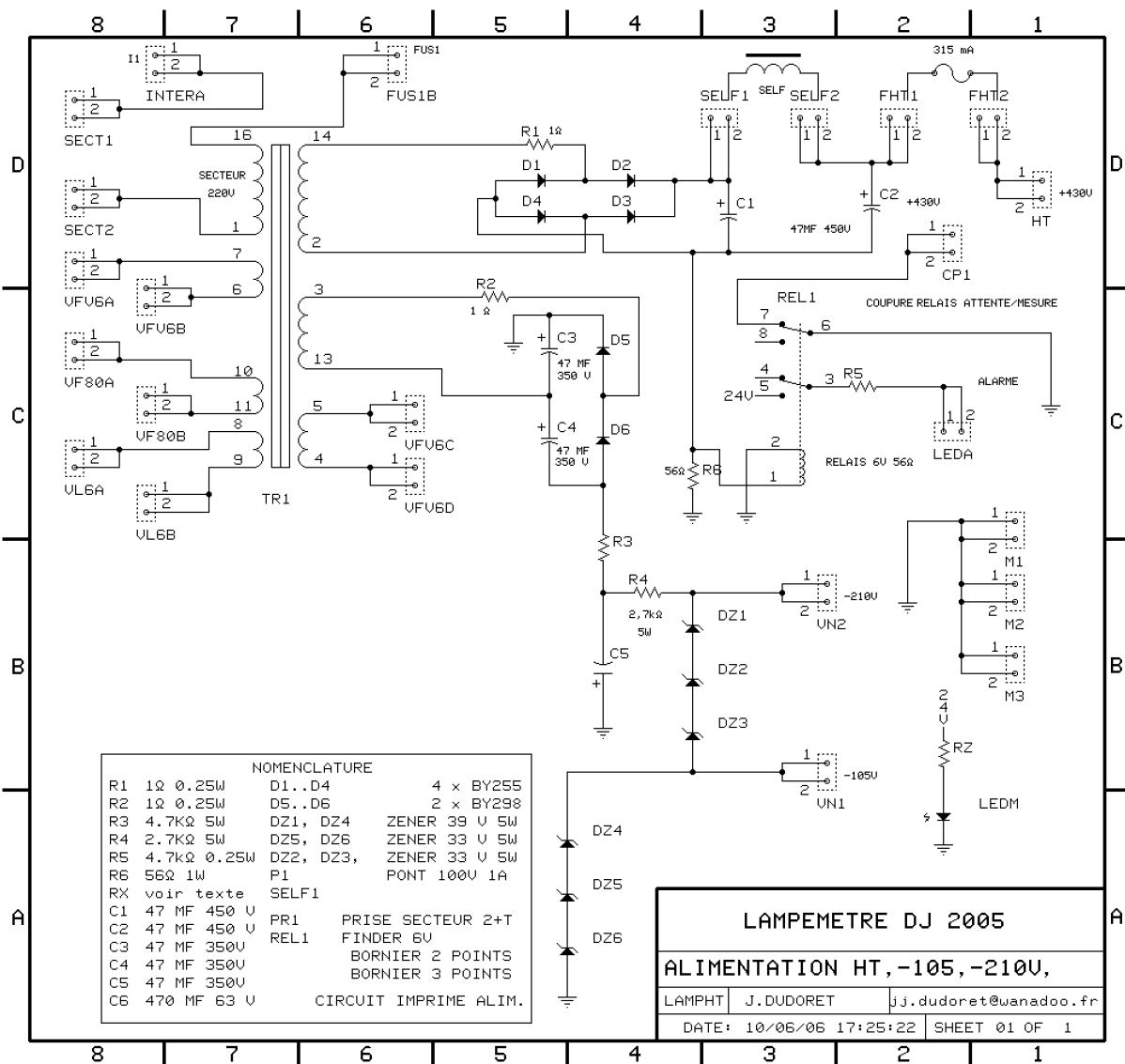


Fig. 5 : Alimentation HT, 24 V et - 105 V, -210 V.

-HT : La tension secondaire de 100 V est appliqué par R2 au circuit constitué des diodes D5 et D6 et condensateurs C3 et C4 montés en doubleur Latour. Ce montage nécessite une demi-tension par rapport au montage précédent ne délivrant qu'un courant moyen de 30 mA. Un premier filtrage est effectué par le réseau R3, C5. R4 transmet cette source au circuit de stabilisation à diodes Zener de 5 W chacune.

+BT : La tension secondaire de 20 V est redressée par le pont BT1 chargé par C5. On obtient ainsi une source à courant continu d'environ 24 V nécessaire à alimenter les relais d'application des tensions sur les électrodes du tube à tester, ainsi que les différentes LED de contrôle.

Double alimentation stabilisée négative (- 105 V et – 210 V).

Il est nécessaire de disposer de deux alimentations négatives. Le –105V sert à maintenir le potentiel des cathodes des EF80. Le – 210V alimente par une résistance chutrice le potentiomètre de réglage tension, polarisant la grille de commande de cette pentode EF80. La cathode du tube à tester sera toujours portée au potentiel de la masse.

On met donc en série 2 diodes zener de 33V et une troisième de 39V 5W chacune pour obtenir 105V sous 30 mA de courant moyen.

SECURITE SURCHARGE :

La bobine du relais RL1 de faible valeur ohmique est insérée dans le pied du pont de redressement coté masse. Ainsi, tous les courants issus de la haute tension traversent cette bobine, principalement le courant plaque (anode) du tube à tester. En cas de mauvaise manipulation, commutateur de combinaison mal placé, tube en court-circuit, etc. , une surcharge fera enclenché le relais RL1. Les deux sections mises en parallèle travaillant à l'ouverture entraînent une coupure du circuit mesure. (§ fig 2). R6 est calculé pour délester une partie du courant de surcharge à une valeur de 200 mA au total. Cette valeur pourra être ajustée en fonction du relais que vous possédez. Dans l'exemple décrit, la bobine du relais consomme 107 mA sous 6 V nominal.

CHAUFFAGE FILAMENTS DES TROIS SOURCES HT VARIABLES :

Les 4 secondaires 6,3V assurent une alimentation distincte des filaments des tubes amplificateurs et régulateurs.

- 1- 6,3V 2A : pour les deux filaments des 6L6GB montés en parallèle.
- 2- 6,3V 2A : pour le second couple de 6L6
- 3- 6,3V 0,5A : pour la 6V6.,
- 4- 3V 1A : pour les trois EF80.

ALIMENTATION 0..30 V ..0..5A

Cette alimentation est extraite d'un montage publié dans la revue Elektor n°54 mais réalisée sur un nouveau circuit imprimé où sont ajoutés le transistor driver BD241 et tous les composants de la section HT 0..90V.

Cette alimentation stabilisée est de type « Ballast » à courant continu avec réglages de la tension de sortie et de la limitation de courant. Quatre transistors 2N3055 sont couplés en parallèle au lieu de 3 décrits dans le schéma. Il est commandé par le régulateur LM723 (IC1) et asservi par deux amplificateurs opérationnels du type UA741.(IC2-IC3) (utilisation de deux dissipateurs pour 2 TO3)

Ces dispositions permettent une montée progressive de la tension appliquée au filament des tubes à tester les protégeant ainsi de leur fragilité dû au vieillissement du tube où le verre de l'enveloppe devient à long terme plus ou moins poreux. Ce phénomène est accentué sur des tubes possédant des pins de connexion au sommet (TOP) par exemple d' ECH3, EBL4, etc. Une section fournit une tension comprise entre 0 et 30 volts et un courant compris entre quelques mA et 5 A maximum . La seconde section fournit une tension de 1,2 V à 90 V sous 300 mA maximum. On dispose aussi d'une tension auxiliaire alternative de 6,3V sous 5 A maximum pour alimenter des

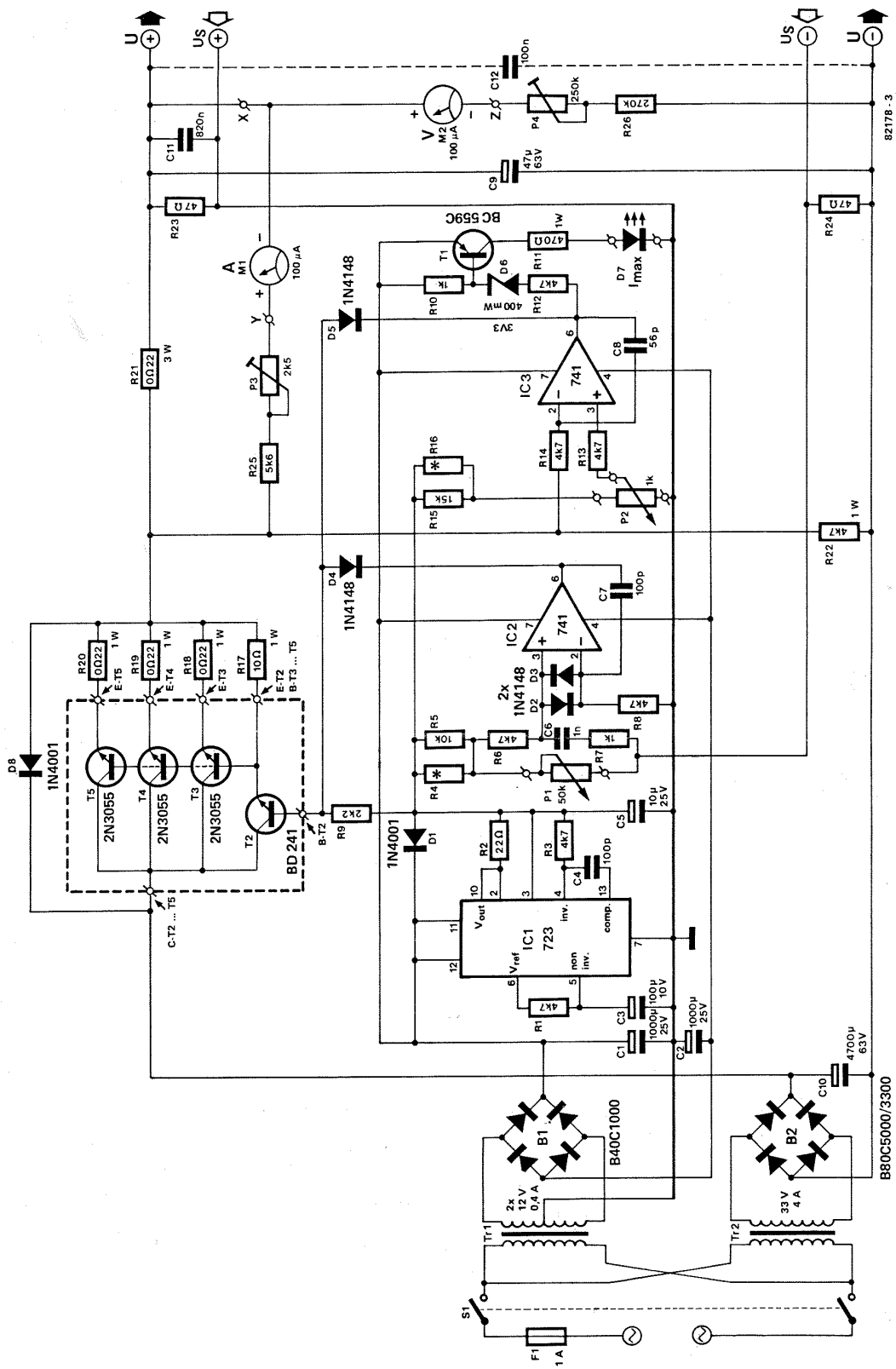
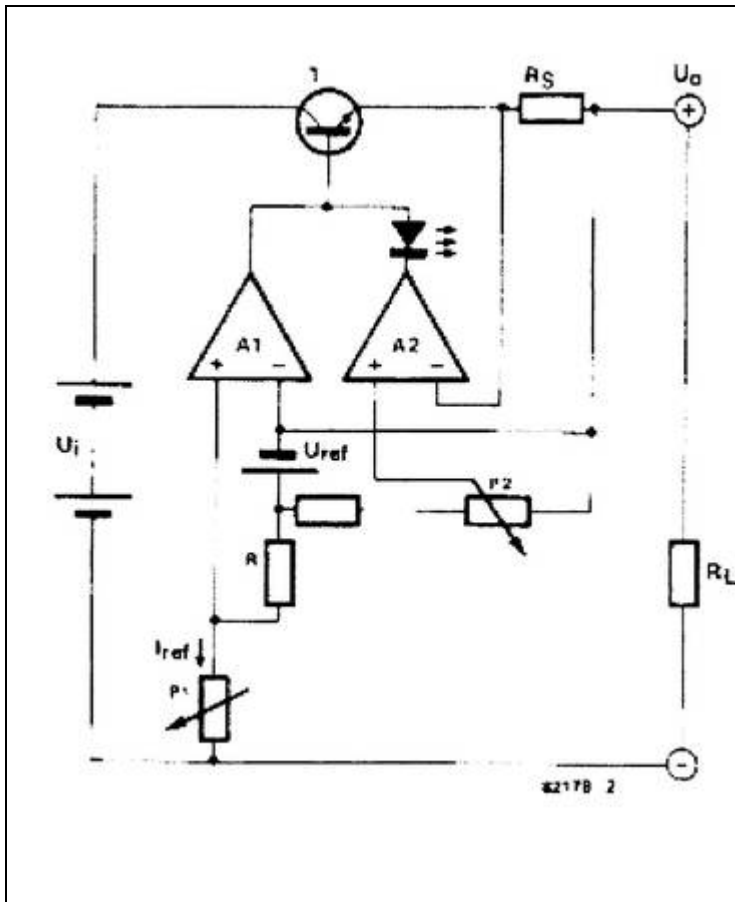
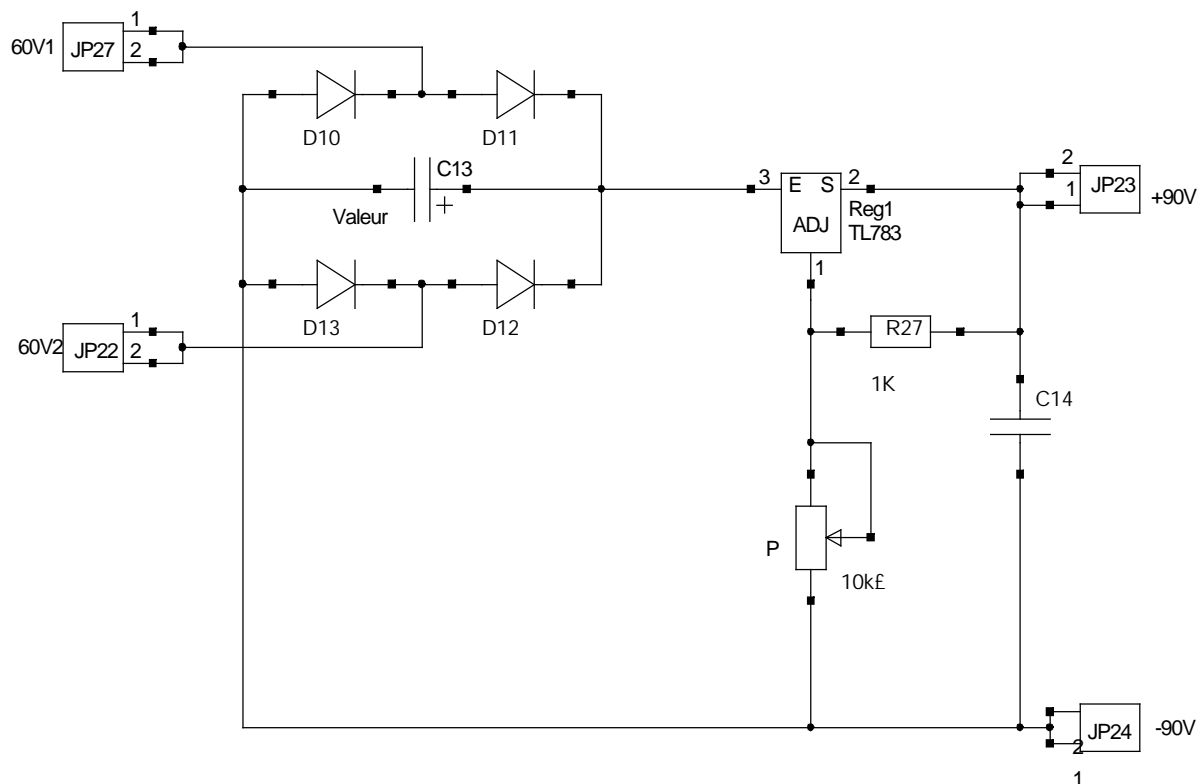


Fig 6 : schéma de principe section alimentation 0.30V 0.5 A



L'ampli Op. A1 pilote en tension le transistor T (équivalent 4 transistors en //). La source de courant (constituée de U_{ref} et R) et le potentiomètre P1 sont agencés conformément au schéma de principe (fig. 6). D'autre part, on trouve autour de A2 le dispositif de limitation de courant. Dans le circuit émetteur du transistor T se trouve une résistance R5 aux bornes de laquelle on relève une tension proportionnelle au courant délivré par l'alimentation.

A2 compare la tension sur R5 à celle que détermine P2. Cette dernière est obtenue à partir de la tension de référence. Dès que la tension sur R5 dépasse la tension ajustée par P2, l'amplificateur opérationnel réduit le courant de base de T jusqu'à ce que l'équilibre entre les deux tensions soit rétabli. La LED en sortie de A2 indique la mise en fonction du dispositif de limitation de courant.



ALIMENTATION 90V

Fig 8 : Schéma section alimentation réglable de 1,2V à 90V.

tubes de forte puissance telle qu'une double triode «6336A» sans à passer par le bloc de combinaison limité à 3A. Ceci peut servir de source auxiliaire pour alimenter des filaments d'une TSF à dépanner en cas de besoin.

Les sections 30 V et 90 V et le 6,3 V – 5A fonctionnent à partir d'un transformateur unique. La section 70 V est redressée par un pont de 4 diodes (D10..D13) de type 1N4007.pour charger le condensateur C13. Le réglage s'effectue par un rhéostat de 10 k placé entre la commande du TL783CKC et la référence de tension repérée « -90V ». Un cavalier situé en façade de l'appareil permet de coupler cette alimentation de 90V utile soit en série avec la source de 30V, soit à la masse, soit distincte.

Contrôle continuité filament :

Pour contrôler la continuité d'un filament absorbant quelques mA ou plusieurs A, on utilise un transistor PNP de type 2N2907 (ou équivalent TUP) qui distribue le courant collecteur sur une LED rouge (LED1) à travers une résistance (R3) qui en limite le courant à 5 mA. Pour faire conduire ce transistor (T1), il faut polariser sa base par rapport à la masse. Ceci est réalisé par la résistance (R2) dont l'extrémité rejoint le filament qui a déjà un côté à la masse via l'inverseur instable (I1) sur la position 2. Cette solution est préférable car la résistance d'un filament varie dans de grande proportion entre un

chauffage de 0,6V et 250 V. De plus, cette résistance devient négligeable devant R2 d'une valeur de 22 kO.

Contrôle du vide :

Ce contrôle est important en 2006, car tous les tubes anciens en service depuis la création de la TSF à nos jours et dont certains types sont encore disponibles sur le marché. Le verre étant plus ou moins poreux, le vide peut « laisser à désirer ».

A cet effet, on insère une résistance de forte valeur (100 kO) dans le circuit de la grille de commande qui contrôle de débit du tube. La polarisation initiale est transmise à la grille par une résistance de faible valeur (R4 = 1 kO.). En cas de défaillance, l'addition de cette seconde engendrera des perturbations importantes dans le contrôle du débit du tube. Le courant anodique aura tendance à augmenter.. d'où apparition d'un courant grille.

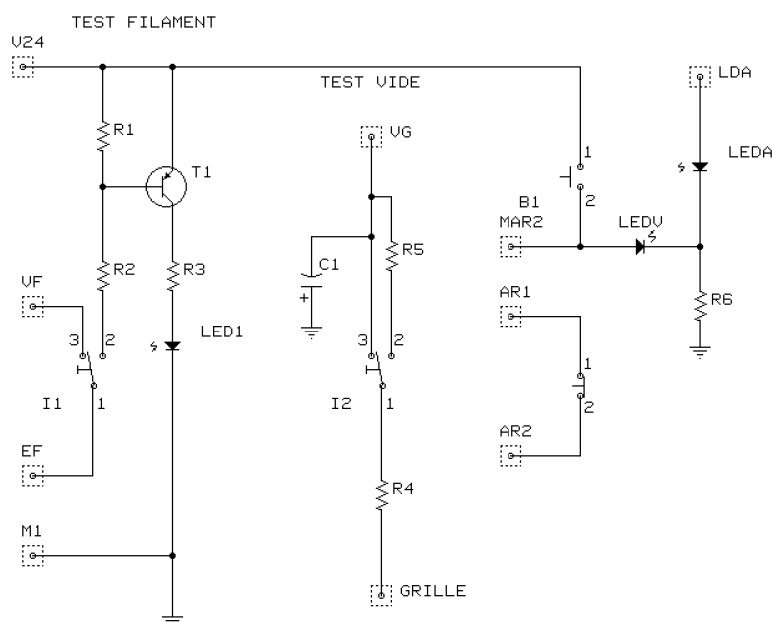


Fig.9. Schéma de principe test continuité filament (à gauche) ; au centre, test du vide ; à droite, les commandes « mesure » (on / off).

ALIMENTATION VARIABLE HT POSITIVE FORT DEBIT :

Il faut pouvoir choisir une tension capable de débiter 100 mA. Quoique certains tubes de puissance sont susceptibles de débiter jusqu'à 400 mA ou plus, nous avons limité le débit à 100 mA, débit suffisant pour mesurer ou relever les caractéristiques d'un tube. A cet effet, deux tétrodes 6L6 ont été associés (L7 et L8). Un seul tube est capable de dissiper 10 W. L'alimentation des anodes est commune aux trois sources HT variables de 0 à 300 V sans trou. Ces tubes ont été choisis par leur caractéristique de tension maximum admissible entre plaque et cathode, ici de l'ordre de 430 V lorsque la tension de sortie est voisine de 0 Volt.

Deux voies à 100 mA :

Les doubles pentodes à tension d'écran unique implique d'alimenter également les anodes sous peine de voir l'électrode « écran » se désintégré pendant la mesure d'où deux voies à 100 mA. Dans ce cas, on alimente cette tension d'écran par la troisième source.

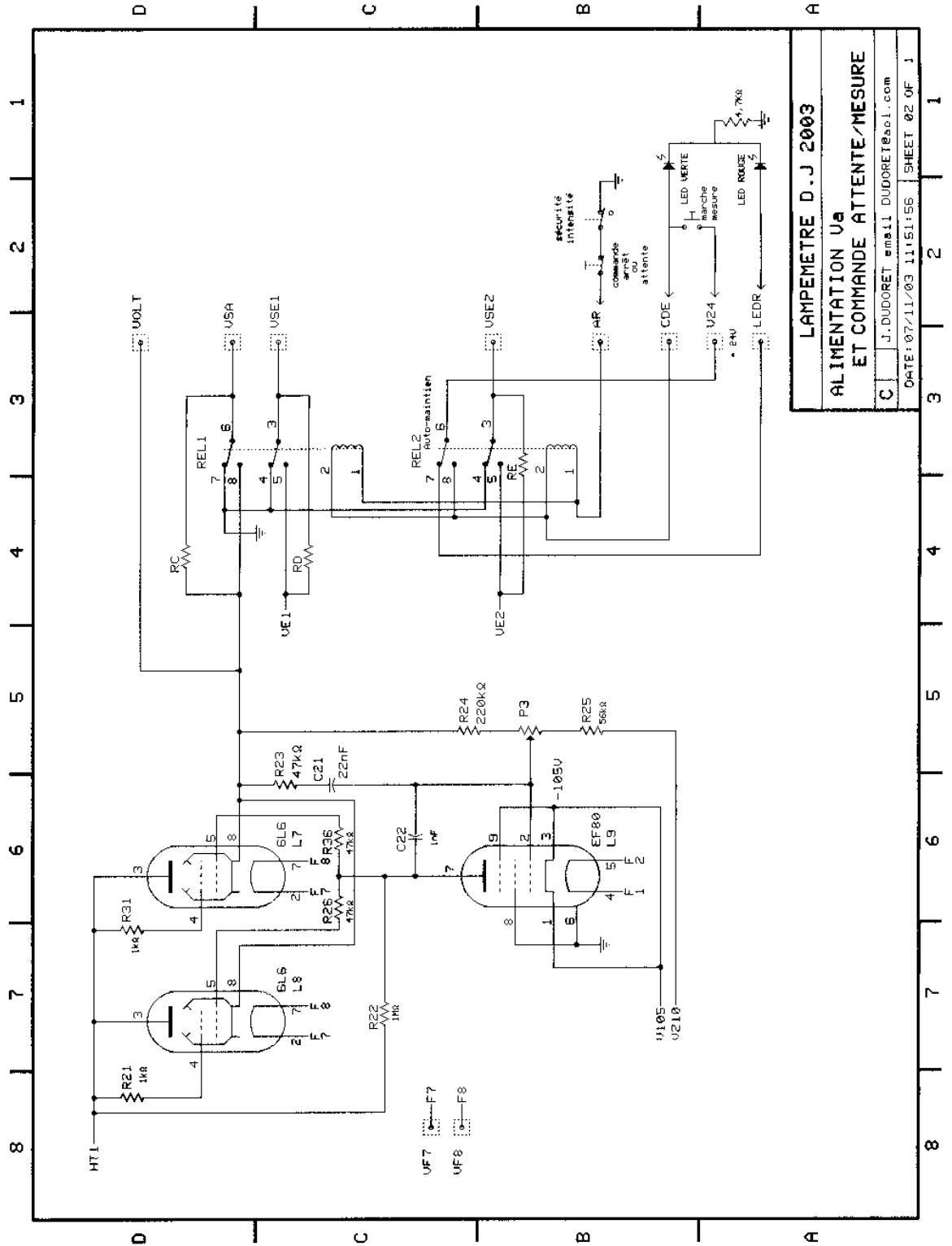


Fig. 10 : Alimentation HT fort débit. (2 sections identiques)

Les 6L6GB ont leurs anodes raccordées en parallèle, et sont montées en pseudo triodes. Les écrans sont alimentés respectivement par R21 et R31 à la haute tension (HT1). Les cathodes sont mises en parallèle. Les grilles de commande sont excitées par R26 et R36 dont la tension est prélevée sur l'anode de L9, penthode EF80 à pente fixe. L'anode est chargée par une résistance de 1 M (R22) depuis la haute tension.

L'amplificateur d'erreur est construit par le tube penthode dont la cathode est reliée à un potentiel négatif de -105V. L'écran est relié au potentiel de la masse. La grille supresseuse est au potentiel de la cathode et la grille de commande est commandée par le curseur du potentiomètre de réglage de la tension. L'ensemble R24, P3 et R25 constitue un pont diviseur entre la tension de sortie et le - 210V.

Fonctionnement : soit une tension de sortie U_s imposée, U_g , la tension de commande du tube 6L6, V_{pa} la tension plaque du tube penthode, V_g la tension commandant la grille du tube penthode. La cathode est portée à une tension positive à tension constante par rapport au moins 105 V. Si on demande un courant plus important en sortie, U_s tend à baisser, U_g diminue nécessairement. Mais la tension de la cathode restant constant, il en résulte que la différence de potentiel (d.d.p.) cathode-grille devient plus grande. Le courant plaque diminue, donc la chute de tension dans R22 diminue, donc V_{pa} augmente entraînant une diminution de U_g . Cette conséquence augmente le débit dans le couple de 6L6 ce qui entraîne une remontée de la tension de sortie. L'équilibre est donc rétabli.

Relais veille/mesures :

REL1 et REL2 assure l'alimentation en HT des différentes électrodes appropriées d'un tube à contrôler. En position veille, chaque sortie est chargée sur une résistance de 150 k Ω mise à la masse pour faire débiter les tubes ballast. 3 inverseurs sur 4 du couple de relais sont dédiés à cette fonction, le 4^{ème} assurant le contact d'auto maintien des bobines couplées en parallèle. En série dans le circuit de retour des bobines, on trouve le bouton de déclenchement et le contact sécurité du relais de surcharge.

ALIMENTATION VARIABLE HT POSITIVE FAIBLE DEBIT :

Il ne reste qu'une seule voie équipée d'une 6V6 qui est capable de dissiper 6 W. Le fonctionnement est donc identique au montage précédent.

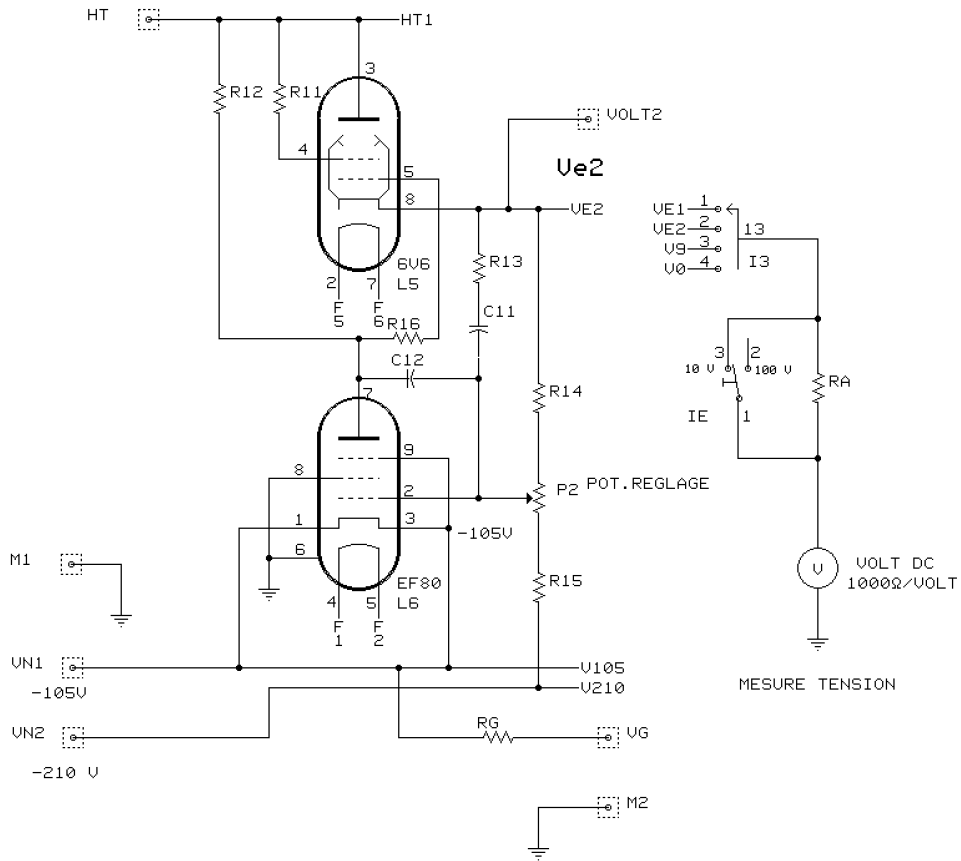


Fig. 11 : Alimentation faible débit. (une seule section)

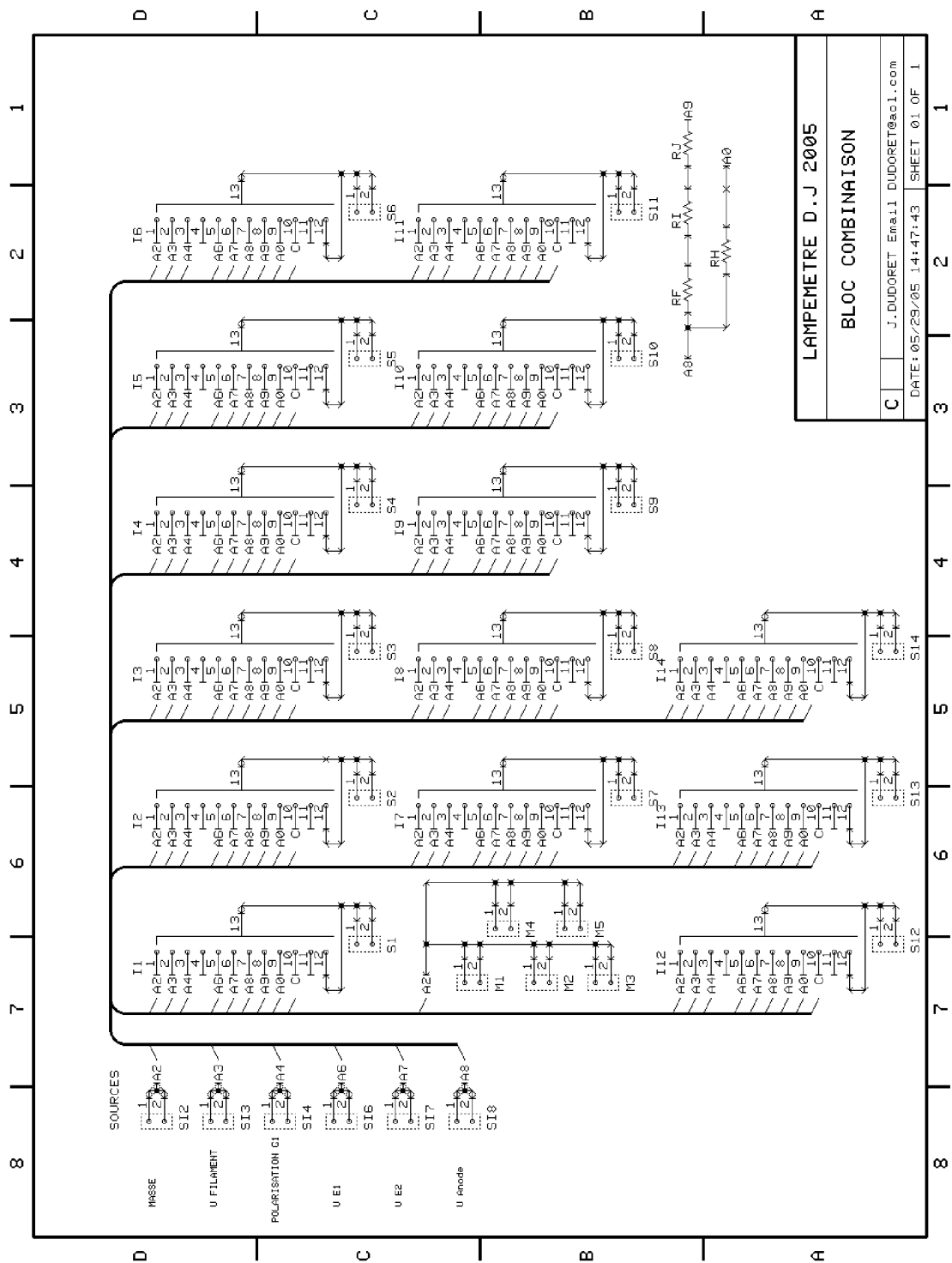


Fig12 : Bloc de combinaison 14 voies.

BLOC DE COMBINAISONS :

Il est réalisé à l'aide de 14 commutateurs pour sélectionner une quelconque source. Chaque commutateur numéroté de 1 .. 14 est associé à une broche de chaque support de lampe. Ceux numérotés 13 et 14 sont raccordés respectivement aux deux douilles externes. Un cordon de raccordement est nécessaire pour relier une de ces broches au téton supérieur d'une lampe telle qu'une ECH3 (grille de commande) ou une EY88 (cathode) ou une EL504 (anode ou plaque). On dispose des sources suivantes :

- Position 1 – repère 2 : masse
- Position 2 – repère 3 : tension filament par rapport à la masse ;
- Position 3 – repère 4 : 1^{ère} tension négative de polarisation d'un tube ;
- Position 4 – repère 5 : libre (donc aucune relation)
- Position 5 – repère 6 : tension d'accélération écran 2 ou anode (100mA) ;
- Position 6 – repère 7 : tension anode oscillatrice (50 mA) ;
- Position 7 – repère 8 : tension anode principale (100mA) ;
- Position 8 – repère 9 : tension anode + résistance 5 k (mesure débit valve redresseuse ;
- Position 9 – repère 0 : tension anode + résistance 100 k (mesure débit diode de détection, diode THT, (5 mA) ;
- Position 10 – repère 4B : seconde tension négative de polarisation ;
- Position 11 – repère CC : bus de couplage d'électrode ;

Un circuit imprimé à double face et été réalisé sous un volume restreint pour supporter ces 14 commutateurs (limitation du courant filament à 3 A).

Si vous avez des tubes avec des filaments plus gourmand en courant, il vaut mieux fabriquer une matrice X / Y à douille, les combinaisons s'effectuant par fiche enfichable de 4 mm.

Du fait que ce bloc est de dimensions réduites , on dispose d'une surface complémentaire pour pouvoir installer un socle de « camembert » METRIX., nécessaire pour augmenter la capacité d'accueil des supports de lampes, tellement cette diversité est grande. Pour pouvoir accéder à chaque broche, on installera 3 douilles par voie dont deux réservées à un shunt.

DOUBLE POLARISATION :

Encore cette double pentode, puis des tubes à sections multiples : avec un second potentiomètre de réglage de polarisation négative, on agit sur la grille de commande de cette seconde section du tube à tester (soit polarisation supérieure pour bloquer le tube, soit ajustage à une valeur désirée ..)

LE COMMUTATEUR (E1 -E2 - V9 – V0)

Ce commutateur va prélever une tension pour la diriger sur le voltmètre placé immédiatement au dessus. Sur E1, il mesure la source de tension grille écran, sur E2, il mesure la source de tension moyen débit, sur V9, il mesure la tension au pied de la source $V_a + 5K$, c'est à dire, la tension de la broche concernée du tube par rapport à la masse et V0, la tension d'une broche alimentée à travers 100k depuis V_a . Dans ce dernier cas, il est souhaitable d'avoir un

voltmètre a haute impédance d'entrée pour cette dernière mesure (Facultatif). Cela permet de mesurer la tension aux bornes d'un tube stabilisateur ou diode zener.

COMMUTATEUR INTENSITE 3 VOIES :

A l'aide de ce commutateur, on insère le circuit de mesure intensité dans la voie concernée tout en refermant la continuité des deux autres voies. Deux solutions sont proposées, soit un simple commutateur sélectionne un relais sur trois, soit il est fait appel à un commutateur à 3 galettes 6 circuits – 6 positions qu'il faut câbler. Dans ce dernier cas, on laisse une position intermédiaire neutre pour éviter un court-circuit entre de deux sources HT.

REALISATION PRATIQUE :

LE COFFRET.

Le **coffret est réalisé** en tôle d'aluminium anodisé de 1,5 mm d'épaisseur. Les différentes parties sont découpées dans une plaque de 100 cm x 70 cm. Ce type de tôle possède un film de protection que l'on enlève qu'après usinage, perçage et autres travaux de façonnage.

La figure (§12) précise le travail des découpes. Seule, la façade principale (500 x 340 mm) possède deux pliages. **Après obtention des tôles pré-découpées, ébavurer les champs à l'aide d'une lime douce pour vous éviter toute coupure lors des manipulations nombreuses à venir.**

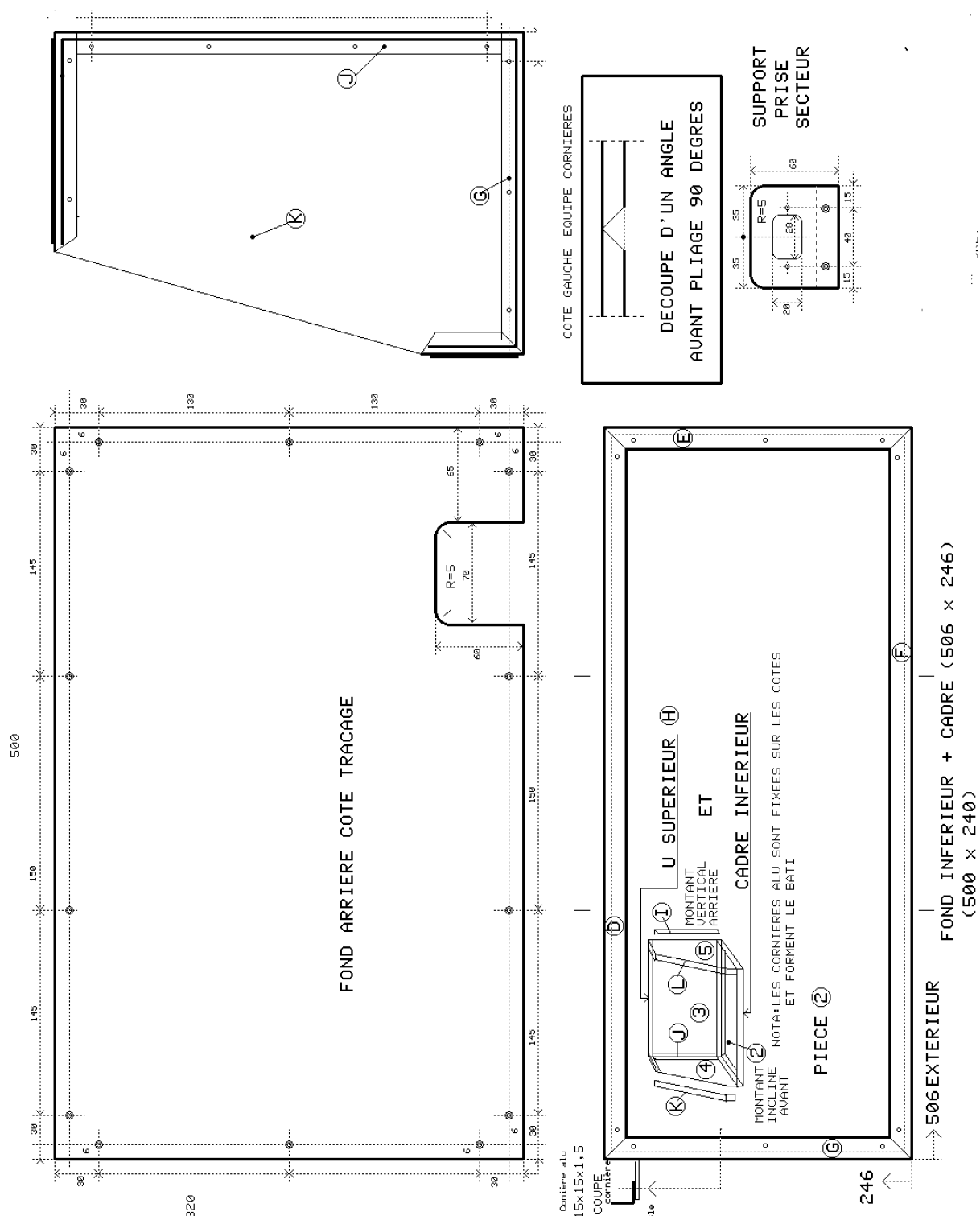


Fig.14 : Pièces du coffret.(fond arrière , fond inférieur..)

NOTA : Avant d’entreprendre la réalisation du coffret, il est conseillé de disposer d’un établi pourvu d’un étau d’au moins 80 mm de large, d’une perceuse avec un mandrin de 13 mm et (ou) une mini-perceuse à colonne, d’un jeu de foret (2 à 10), scie à métaux, limes

(plate, demi-ronde, ronde, carrés) et d'un jeu de petites limes (aiguille) ainsi que le nécessaire pour réaliser des grands trous (16 à 32, 35, 38.5, 50 mm).

A cet effet, il existe le cône de 4 à 30 mm, la scie-cloche bi-métal avec ses jeux de cloches (32 – 38 et 51 mm) ou l'emporte-pièce.

On commence par réaliser **le cadre du fond inférieur** de dimensions hors-tout 506 mm de large x 246 mm de profondeur (pièce 2 + cornières D, E, F, G). Des cornières de 15 x 15, et d'épaisseur 1,5 mm en aluminium anodisé permettront de faire l'assemblage conformément à la figure 14.

Dans cette dernière version, cela revient à confectionner un cadre en cornière d'aluminium qui recevra les 6 tôles d'aluminium disposées chacune à 3 mm à l'intérieur du cadre. Comme on ne brase pas l'aluminium comme le fer, on va se servir du fond et des parties latérales (4) et (5) pour confectionner l'assemblage. A cet effet, il faut prévoir deux cornières de 2 m de longueur pour le réaliser que l'on trouve dans tous les magasins spécialisés en quincaillerie tels que Castorama, Mr Bricolage, Leroy-Merlin, Gédimat, etc.

La plaque d'aluminium peut se trouver chez un distributeur de « menuiserie » d'aluminium. En lui fournissant un plan des découpes de la figure 13, celui-ci pourra éventuellement vous couper les différents morceaux repérés de 1 à 5 (pour les Parisiens, vous avez Weber Métaux). Ce travail doit être effectué avec une guillotine et surtout avec une grande précision.

Si vous éprouvez des difficultés d'approvisionnement, je suis en mesure de vous fournir les 5 plaques découpées. Contacter moi soit sur le web (jj.dudoret@wanadoo.fr) ou au 05 61 97 35 57.pour les modalités.

Le fond du coffret (pièce (2)).

Utiliser une pointe à tracer bien fine pour effectuer tous les tracés qui vont suivre. A l'envers, côté opposé à la protection de l'aluminium évidemment, tracer un périmètre à 8 mm des bords. Nous disposons ainsi d'un « axe » sur lequel nous allons porter les emplacements des trous de fixation des cornières. Pour la longueur de 506 mm, en partant d'une extrémité, le premier pointage se fera à 20 mm, le second à 116 mm, le troisième à 253 mm (c'est le centre). Recommencer depuis l'autre extrémité. Faire un travail identique pour le champ opposé. A souligner un point particulier pour les champs de 240 mm. Le trou central sera décalé à 110 mm au lieu des logiques 123 mm. Percer les 16 trous avec un foret de 3,2 mm de diamètre puis fraiser ceux-ci côté film de protection, afin que les têtes des vis disparaissent dans l'épaisseur de l'aluminium.

Pour les fraisages, n'employer pas de foret de diamètre 6 mm, mais un foret à fraiser de préférence à 3 lèbres. Vu en coupe, l'angle des lèbres avec l'axe du foret forme un angle de 45 ° soit 90 ° au total et non pas 128° comme pour un foret ordinaire.

Après la plaque, les cornières :

Couper 2 cornières à 506 mm de longueur (pièces D et F) et couper les angles à 45 °. Faire de même avec les cornières de 240 mm. Les 4 cornières ainsi usinées doivent pouvoir se poser contre la pièce (2) et avoir leurs extrémités coupées à 45 ° qui « s'épousent » parfaitement en formant des angles de 90 °.

Reste à reporter sur les 4 cornières les emplacements des trous pratiqués dans la plaque de fond. Utilisez un stylo marqueur qui vous permettra de déterminer les forages, par dépôt d'encre

au niveau des perçages à Φ 3 mm. Pointer les marquages au centre puis percer avec un foret de Φ 3,2 mm. Fixer chaque cornière (en vérifiant l'alignement vis à vis des champs) avec des vis TF 3x10, des rondelles « éventail » et des écrous. Serrez modérément, ajuster ensuite puis bloquer les écrous.

L'armature supérieure arrière.

La face avant et le fond arrière viennent se placer en retrait les limites hors-tout du cadre.. En conséquence, l'armature supérieure arrière (H) sera réalisé au moyen d'une cornière que l'on va plier à 90° à chaque extrémité . compte-tenu de l'épaisseur de cette cornière de 1,5 mm d'épaisseur, la longueur à déployée sera de **146 mm + 503 mm + 146 mm = 795 mm**. Aux limites des pliages, tracer un « V » renversé de 90° . Sur la partie horizontale, la pointe du V part du bord externe.

Tracer ensuite aux deux extrémités sur le champ vertical de la cornières les deux coupes à $55,5^\circ$. (Extrémité gauche supérieure fig. de droite). L'armature inclinée viendra épouser cet angle.

Découper ensuite à la scie à métaux d'abord les extrémités puis les « V ». Après ajustage à la lime, la pièce étant serrée dans l'étau, plier à la main puis affiner au marteau pour obtenir 506 mm de côte longitudinale.

Armatures verticales arrières :

Deux cornières verticales à coupe droite de 290 mm de longueur sont à prévoir (pièces I et J).

Armatures inclinées avant.

Il s'agit des cornières (K) et (L). Attention au sens, elles sont symétriques mais non identiques. La longueur doit être de $284\text{mm} + 64\text{ mm} = 348\text{ mm}$.

La figure 14 nous montre la cornière (K) du côté gauche et les coupes d'angles à lui pratiquer. Ce sont les deux pièces les plus délicates à réaliser de ce coffret. Un ajustage à la lime sera éventuellement nécessaire lors de l'assemblage final.

Armature horizontale avant supérieure :

Cette armature possède un pli de 111° et non de 90° qui viendra se placer devant entre les côté pour maintenir la façade et la platine horizontale recevant la plupart des supports de lampes ainsi que le (les) « camemberts(s). Il faudra confectionner un « T » avec un pli de l'armature centrale de 111° , à placer sous les champs que l'on fixera à l'aide de fis TF dessous de façon que l'on obtienne une ossature permettant de recevoir toute la tôlerie.

La face avant.

La face avant déployée nous est montrée en figure 11. avec un même travail à effectuer que précédemment pour tous les perçages aux diamètres de 3mm. Ils se trouvent à 6 mm des bords extérieurs.

Support prise secteur : (pièce L)

Découper et usiner cette pièce dans une chute restant de la découpe, suivant le plan indiqué (fig. 14). La découpe de la fenêtre théoriquement de 19 x 28 mm sera faite en fonction du modèle en votre possession. Il existe différents modèles en fonction de votre distributeur. Effectuer à la perceuse 4 trous en retrait des limites définies, puis découper à la scie « abrafil ». Mettre cette pièce dans l'étau pour terminer l'usinage. Placer les deux trous de fixation que vous fraisez à l'extérieur, puis les deux trous de fixation de la prise. Mettez-là en place sur l'arrière du bâti.

Platine supérieure détachable :

Cette platine mesure 140 mm de large sur 500 mm de longueur, représentée ci-dessous en position verticale.

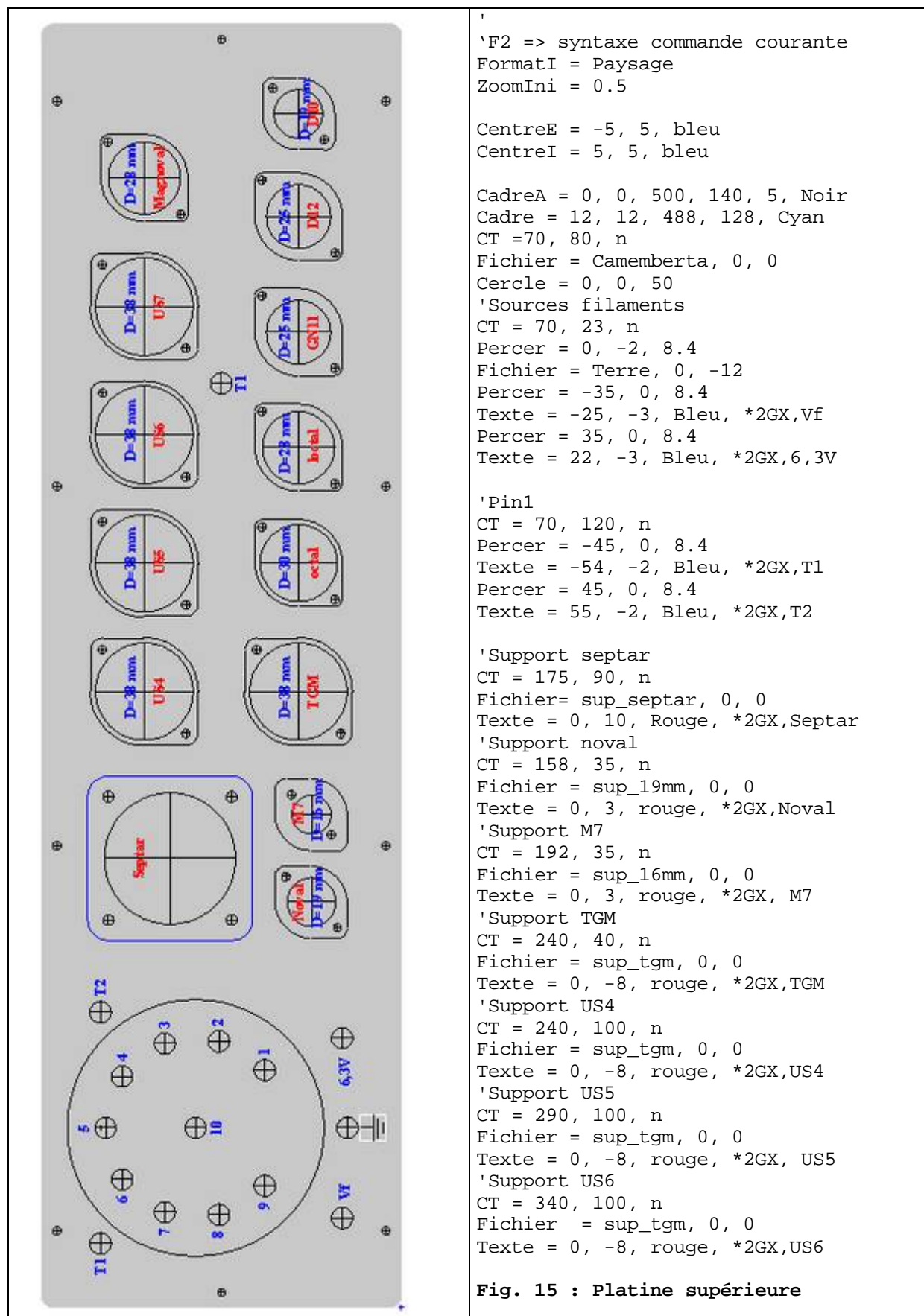


Fig. 15 : Platine supérieure

```

'Support US7
CT = 390, 100, n
Fichier = sup_tgm, 0,
Texte = 0, -8, rouge, *2GX,US7
'Support Magnoval
CT = 440, 100, n
Fichier = sup_28mm, 0, 0
Texte = 0, -8, rouge, *2GX,Magnoval
'Support octal
CT = 290, 40, n
Fichier = sup_30mm, 0, 0
Texte = 0, -8, rouge, *2GX,octal
'Support loctal
CT = 335, 40, n
Fichier = sup_28mm, 0, 0
Texte = 0, -8, rouge, *2GX,locta
CT = 380, 40, n
Fichier = sup_25mm, 0, 0
Texte = 0, -8, rouge, *2GX,GN11
'Support D12
CT = 425, 40, n
Fichier = sup_25mm, 0, 0
Texte = 0, -8, rouge, *2GX, D12
'Support D10
CT = 465, 40, n
Fichier = sup_19mm, 0, 0
Texte = 0, -8, rouge, *2GX,D10
'Douille pin top
CT = 360, 70, n
Percer = 0, 0, 8.4
Texte = 0, -10, Bleu, *2GX,T1

```

Le listing ci-dessus indique les coordonnées métrique de chaque emplacement

Exemple « CT = 290, 40.. » indique un positionnement central du support de lampe en X de 290mm depuis la bord gauche et 40 mm en Y depuis le bas de référence. Percer = 0, 0, 8.4 indique un trou à percer à cet endroit précis d'un diamètre de 8,4 mm. Si Percer = 10, 0, 8.4, le trou est déplacé à droite de 10 mm ; une valeur négative en X implique un déplacement à gauche. En Y, il est négatif en se déplaçant vers le bas, et inversement, positif vers le haut.

```

'fFaçade DJ2005
' F1 => accès à l'aide
' F2 => syntaxe commande courante
FormatI = Paysage
ZoomIni = 0.5

CentreE = -125, 10, bleu
CentreI = 20, 25, bleu
'cadre général
EpaisT = 0.5mm
CadreAP = 0, -1, 500, 341, 5,RVB
200 200 200r
'Cadre = 12, 11, 488, 329, Cyan
'Perçage cadre
'Côté gauche
Percer = 6, 30, 3.5
Percer = 6, 90, 3.5
Percer = 6, 200, 3.5
Percer = 6, 310, 3.5
'Côté droit
Percer = 494, 30, 3.5
Percer = 494, 90, 3.5
Percer = 494, 200, 3.5
Percer = 494, 310, 3.5
'Bas
Percer = 30, 6, 3.5
Percer = 180, 6, 3.5
Percer = 470, 6, 3.5
Percer = 320, 6, 3.5
'Haut
Percer = 30, 334, 3.5
Percer = 180, 334, 3.5
Percer = 320, 334, 3.5
Percer = 470, 334, 3.5
'Cadre Vf
EpaisT = 0.5 mm
'CadreA = 12, 5, 220, 53, 5, Bleu
'Bornes sorties Vf
CT = 25, 30, n
Percer = 0, 0, 8.4
Texte = 0, 7, Bleu, *2GX, 6,3V
CT = 44, 30, n
Percer = 0, 0, 8.4
Fichier = Terre, 0, -12
CT = 63, 30, n
Percer = 0, 10, 8,4
Percer = 0, -10, 8.4
Texte = 0, 16, Bleu, *2GX,0-30V
Texte = 0, -2, Bleu, *2GX,Vf
Texte = 25, -2, Bleu, *2GX,couplage
90V
Texte = 0, -24, Bleu, *2GX,30-90V
'Douilles Vf
CT = 149, 30, n
Percer = 0, 10, 8.4
Percer = 0, -10, 8.4
Percer = -19, 0, 8.4
Fichier = Terre, -19, -12
Texte = -1, -2, Bleu, *2GX, -Vg1
Texte = 0, 17, Bleu, *2GX,A
Texte = 0, -24, Bleu, *2GX,B
'Douilles couplage 30V 90V
CT = 85, 30, n
Percer = 0, 10, 8,4

```


Percer = 26, 10, 8,4
 Percer = 0, -10, 8.4
 Percer = 26, -10, 8.4
 Trait = 6,10, 20, 10, 2mm
 'Trait = 0, 6, 0, 10, 2mm
 Trait = -6, 10, -16, 10, 2mm
 'Trait = -17, 0, 26, 0, 2 mm
 Trait = 26, -4, 26, 4, 2mm
 Trait = 6, -10, 20, -10, 2mm
 'Inverseur mesure -Vg
 CT = 170, 30, n
 Percer = 0, 0, 6.5
 Texte = 0, 8, Bleu, *2GX,V1
 Texte = 0, -14, Bleu, *2GX,V2
 'Douilles Ve1
 CT = 210, 30, n
 Percer = 0, 0, 8.4
 Texte = -9.5, 7, Bleu, *2GX, Ve1
 Percer = -19, 0, 8.4
 Fichier = Terre, -19, -12
 CT =0, 0, n
 'Buscom
 Fichier = buscom14_dj2006, 118, 155
 'CadreA = 12, 61, 221, 253, 5, Bleu
 'Shunts
 EpaisT = 0.5mm
 'CadreA = 12, 261, 221, 329, 5, Bleu
 'colonel
 Fichier = schunt26h3, 40, 319
 Texte = 53, 321, Noir, *3GX,1
 Fichier = schunt26h3, 40, 303
 Texte = 53, 305, Noir, *3GX,2
 Fichier = schunt26h3, 40, 287
 Texte = 53, 289, Noir, *3GX,3
 Fichier = schunt26h3, 40, 271
 Texte = 53, 273, Noir, *3GX,4
 'vertical1
 Fichier = schunt26v3, 84, 299
 Fichier = schunt26v3, 155, 299
 Texte = 84, 321, Noir, *3GX,13
 Texte = 155, 321, Noir, *3GX,14
 'Colonne2
 Fichier = schunt26h3, 111, 319
 Texte = 125, 321, Noir, *3GX,5
 Fichier = schunt26h3, 111, 303
 Texte = 125, 305, Noir, *3GX,6
 Fichier = schunt26h3, 111, 287
 Texte = 125, 289, Noir, *3GX,7
 Fichier = schunt26h3, 111, 271
 Texte = 125, 273, Noir, *3GX,8
 'Colonne3
 Fichier = schunt26h3, 182, 319
 Texte = 196, 321, Noir, *3GX,9
 Fichier = schunt26h3, 182, 303
 Texte = 196, 305, Noir, *3GX,10
 Fichier = schunt26h3, 182, 287
 Texte = 196, 289, Noir, *3GX,11
 Fichier = schunt26h3, 182, 271
 Texte = 196, 273, Noir, *3GX,12
 'Douilles Vve2, Va, Ia et inter
 EpaisT = 0.5mm
 'CadreA = 230, 5, 485, 53, 5, Bleu
 'Douilles Ve2
 CT = 260, 30, n
 Percer = 0, 0, 8.4
 Texte = -9.5, 7, Bleu, *2GX, Ve2
 Percer = -19, 0, 8.4
 Fichier = Terre, -19, -12
 'Douilles 'Va
 CT = 305, 30, n
 Percer = 0, 0, 8,4
 Texte = -9.5, 7, Bleu, *2GX, Va
 Percer = -19, 0, 8.4
 Fichier = Terre, -19, -12
 'Douilles Ia
 CT = 330, 30, n
 Percer = 0, 0, 8,4
 Texte = 11, 7, Bleu, *2GX, Ia
 EpaisT = 2mm
 Trait = 6, 0, 18, 0
 CT = 355, 30, n
 EpaisT = 0.5mm
 Percer = 0, 0, 8.4
 ' Voyant marche
 CT = 412.5, 30, n
 Voyant = 0, 0, 5, 2, Vert
 'Voyant vert alim. filament
 CT = 315, 210, n
 Voyant = 0, 0, 5, 2, vert
 Voyant = 0, 18, 5, 2, Rouge
 ' Fusible secteur
 CT = 435, 30, n
 Percer = 0, 0, 12
 Texte = 0, -15, Bleu, *2GX,SECT.
 'marche - arrêt
 CT = 470, 30, n
 Percer = 0, 0, 10
 Texte = 0, 10, Bleu, *2GX,A
 Texte = 0, -15, Bleu, *2GX,M
 ' fusible HT
 CT = 390, 30, n
 Percer = 0, 0, 12
 Texte = 0, -15, Bleu, *2GX, HT
 'Cadre potentiomètres
 CT = 0, 0 ,n
 'CadreA = 230, 57, 485, 160, 5, Bleu
 'Potentiomères tension Vf0..30V
 CT = 260, 135, n
 Fichier = Pot0_330
 Percer = 0, 0, 6
 Texte = 0,- 25, Bleu, *2GX,Vf-bt
 'Potentiomètre tension Vf 0..90V
 CT = 305, 135, n
 Fichier = Pot0_330
 Percer = 0, 0, 6
 Texte = 0, -25, Bleu, *2GX,Vf-ht
 ' Intensité filament
 CT =350, 135,7, n

```

Fichier = Pot0_330
'Percer = 0, 0, 6.5
Texte = 0, -25, Bleu, *2GX,If
'Polarisation1
CT = 260, 85, n
Fichier = Pot0_330
Percer = 0, 0, 6.5
Texte = 0,- 25, Bleu, *2GX,-Vg1
'Polarisation2
CT = 305, 85, n
Fichier= pot0_330
Percer = 0, 0, 6.5
Texte = 0, -25, Bleu, *2GX, -Vg12
'Tension Ecran2
CT = 350, 85, n
Fichier = Pot0_330
Percer = 0, 0, 6
Texte = 0, -25, Bleu, *2GX,Ve2
' Tension écran 3
CT = 395, 85, n
Fichier = Pot0_330
Percer = 0, 0, 6
Texte = 0, -25, Bleu, *2GX,Ve3
'Réglage tension plaque
CT = 395, 135, n
Fichier = Pot0_330
Percer = 0, 0, 6
Texte = 0, -25, Bleu, *2GX,Va
' Platine Commande Test
CT = 435, 145, n
Voyant = 0, 0, 5, 2, rouge
CT = 459.76, 145, n
'com tension G2..G3
CT = 360, 260, n
Fichier = Com4V10_300, 0, 0
'com 4 intensité
Fichier = Com4V, 0, 0
'Com tension fil 4 gamme
CT = 270, 175, n
Fichier = Com4V, 0, 0
CT = 360, 175, n
Fichier = Com4I, 0, 0
'Commutateur tensions multiples
CT = 315, 175, n
Fichier = Com3E, 0, 0
Percer = 0, 0, 6.5
CT = 447.36, 135, n

Texte = 0, 0, Bleu, *2GX,TEST FIL.
' Alarme
CT = 435, 120.87, n
Voyant = 0, 0, 5, 2, rouge
Texte = -5, -2, Bleu, *2GD,?
' Cde Test + mesure
CT = 459.76, 120.87
Percer = 0, 0, 6
Texte = 8, -2, Bleu, *2G,M
CT = 447.36, 105, n
Texte = 0, 0, Bleu, *2GX,MESURE
CT = 435, 95.47, n
Voyant = 0, 0, 5, 2, vert
CT = 459.76, 95.47
Percer = 0, 0, 6
Texte = 8, -2, Bleu, *2G, A
CT = 447.36, 70.7, n
Percer = 0, 0, 6
Texte = 0, 7, Bleu, *2GX,TEST VIDE
'Com -Vg
CT = 270, 262, n
'Galvanomètres et commutateurs
CT = 0, 0, n
'CadreA = 230, 165, 485, 335, 5,
Bleu
'PM2vgl
Fichier = GalvaPM2, 270, 305
Fichier = GalvaPM2, 270, 220
Fichier = galvaPM2, 360, 305
Fichier = GalvaPM2, 360, 220
Fichier = GalvaPM2, 450, 305
Fichier = GalvaPM2, 450, 220
' com intensité
Fichier = Com3I, 405, 175
'Com intensité plaque
CT = 450, 175, n
Fichier = Com5I, 0, 0
'Com 4 positions mesure tension
plaque
CT = 450, 260, n
Fichier = Com4V10_300, 0, 0
'Titre appareil
CT = 338, 12, n
Texte = 0, 0, Bleu, *2GX,LAMPEMETRE
D.J 2006
'Texte = 100, 0, Bleu, *2GX,Gravure
'J.P Gendner

```

Ici, les six galvanomètres empruntent presque les mêmes positions initiales : le sixième supplémentaire prend place dans l'espace central inutilisé. Reste à la même place que l'ensemble boutons de commandes « tests », « mesure » et témoins lumineux. Toutes les autres commandes sont complétées par 4 potentiomètres (Vf-bt, Vf-ht, If, -Vg1²), 3 commutateurs sur le bloc de combinaisons (12, 13, 14). On met en place des 14 shunts (2 + 1douille) s'insérant dans chaque ligne de distribution des supports de lampes. Cela permet d'insérer en cas de besoin, une résistance, une self de choc ou bien d'alimenter le filament par un mini cordon lorsque l'intensité filament dépasse 2,5 A. 3 douilles de source filaments sont disposées à proximité immédiate sous ce groupe de 42 douilles.

Nota : Dans certaines circonstances de mesure, il faut augmenter la résistance initiale de 5 kO. On remplace donc un simple shunt par un dispositif approprié pour la mesure : insertion d'une self, résistance, milli-ampèremètre, etc..

Après renversement de la façade, côté intérieur, le bord droit devient le bord gauche. Les cotations auront donc le bord droit pour référence origine. Ne vous trompez-pas sous peine de gaspiller une nouvelle façade.

On trace sur la partie inférieure l'axe principal horizontal, puis à l'aide d'un réglet, l'emplacement des trous. Attention au couple « Ia ». L'entraxe peut être de 19 ou 26 mm suivant les modèles actuellement sur le marché. Le diamètre du support de led ainsi que celui de l'interrupteur marche/arrêt est à percer en fonction du type retenu à votre convenance.

Partie principale :

Si vous avez opter pour les galvanomètres de type PM2, les gros trous sont de 38 mm de diamètre. Ils seront tracés au compas. Un premier avant-trou de 3 mm sera percé à chaque centre, ainsi qu'au quatre emplacements de fixation. Un plan de perçage est fourni avec chaque appareil. Pour ce diamètre à percer, vous avez deux solutions : arriver à 30 mm, puis finir à la lime demi-ronde ou bien, employer une scie à cloche bi-métal (TRIPLEX ou STARRET) de 38 mm de diamètre. Pour cette seconde méthode, l'avant-trou central est de 6 mm, ou 8 mm (vérifier votre scie cloche). On obtient donc un trou légèrement de diamètre supérieur correspondant à 38,5 mm comme indiqué par le constructeur.

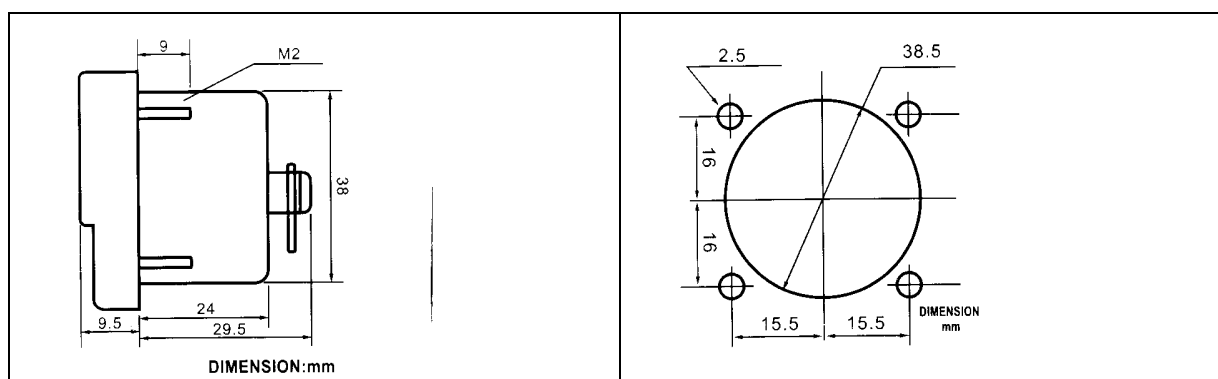


Fig.16 : côtes d'encombrement du galvanomètre type PM2.

Bloc de combinaisons à 14 commutateurs : Les quatorze trous du bloc de combinaisons + étant à l'intersection d'un quadrillage au pas de 1/10 de pouces, il est recommandé de positionner et de scotcher un gabarit de perçage. Il suffit de le positionner dans la partie utile restante à gauche des galvanomètres.

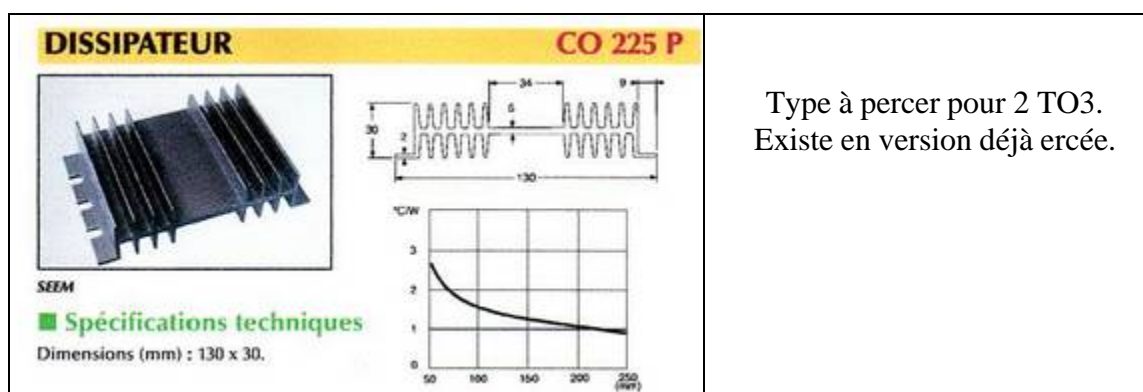
Option matrice X / Y :

Découper un rectangle laissant apparaître l'emplacement des douilles de combinaisons.

Fixation des circuits imprimés sur le fond et parois de l'appareil :

Les circuits imprimés sont réalisés au pas de 2,54 mm, c'est à dire au 1/10 de pouce. De ce fait, les entraxes des trous ne sont plus au pas métriques. Les circuits imprimés étant nus, il suffit de les positionner et de tracer à l'aide d'un feutre, l'emplacement des trous de fixations : sont concernés les éléments suivants :

- l'alimentation HT sur la paroi verticale côté gauche vue de l'arrière;
- la self de filtrage à placer au dessus ;
- sur le fond, la platine à tubes ;
- à côté, le transfo BT sur lequel sera fixée la platine BT 30/90V à l'aide de 2 équerres en aluminium ;
- également, à côté, le pont de redressement 20A carré.
- Sur la paroi de droite, deux dissipateurs équipé de deux transistors 2N3055.



Type à percer pour 2 TO3.
Existe en version déjà ércée.

Sur la façade, et avant collage de la sérigraphie, il faut mettre en place avec précisions:

- 4 entretoises de 20 mm pour supporter la platine bloc de combinaisons ;
- 6 entretoises de 10 mm pour supporter la platine supportant les 8 potentiomètres ;

En pratique, il suffit de positionner un circuit imprimé depuis 2 trous d'emplacement d'axe de potentiomètre ou de commutateur à l'aide de deux boulons de 3 mm puis de percer ces trous de fixation. Les vis TF côté extérieur seront cachées par le support de sérigraphie.

Platine test :

La platine commande/test est maintenu par le jeu des 4 inverseurs instables de type MS500 pour circuit imprimé faisant office de bouton test, marche ou arrêt mesure. Cette formule a aussi l'avantage de pouvoir souder convenablement les led de contrôle continuité filament, mesure (vert) ou repos (rouge)

Positionner les 7 trous relatifs aux voyants de contrôle (diode « led » rouge ou verte), boutons de commandes et inverseurs fugitifs à l'aide du petit circuit imprimé dédié à l'interconnexion des fils de câblage.

Percer des avant-trous de diamètre 3 mm. Vérifier le centrage et effectuer une correction éventuellement à l'aide d'une lime « aiguille ». Percer ensuite à la valeur nominale.

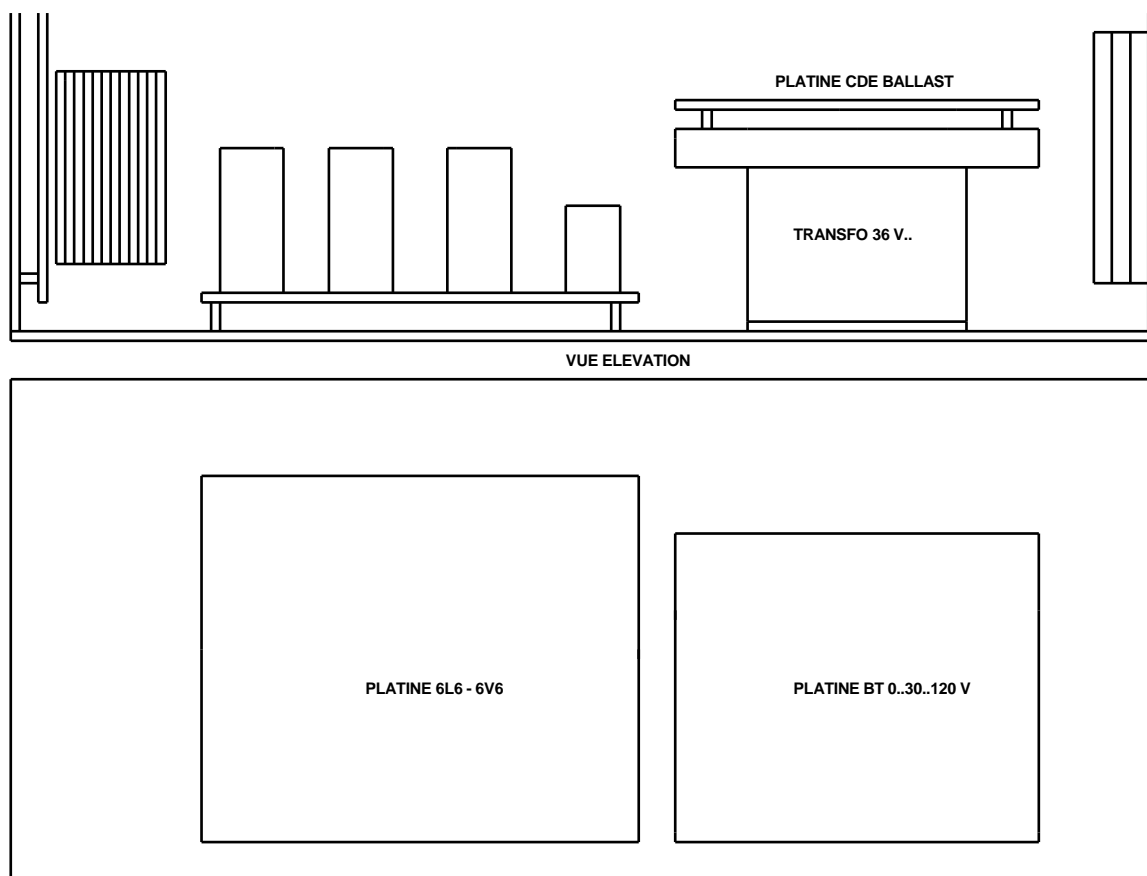


Fig.17 : Implantations des circuits imprimés.

Après pointage, percer les trous de fixation à 3,2 mm, fraiser les trous coté extérieur.

REALISATION : MISE EN PEINTURE DU COFFRET :

Si vous optez de réaliser la sérigraphie de la façade principale par un adhésif, vous ne peignez que les champs de celle-ci. **Surtout, mettez en place les 4 entretoises qui maintiendront le circuit imprimé équipé des 14 commutateurs du bloc de combinaisons avant de coller cet adhésif représentant la sérigraphie éventuellement, 6 entretoises pour maintenir la contre-platine supportant les 8 potentiomètres.**

Avant la mise en peinture, placer les vis TF qui serviront à fixer les différentes platines de circuits imprimés. En pratique, vis coté extérieur, à l'intérieur une entretoise taraudée à 3 mm, hauteur 10 mm. Le transformateur 220V / 36 du bas pourrait être surélevé par 4 entretoises de 3 cm de hauteur afin de faciliter le câblage et les interconnexions situées à proximité.

Si vous souhaitez peindre vous-même le coffret, et si vous avez la maîtrise de cette technique, alors vous pouvez vous lancer dans cette perspective, sinon confier cette tâche à un spécialiste. (Ce que j'aurais dû faire dès le départ: même au pistolet, c'est très difficile pour un

non initié). Une sérigraphie par lettres de transfert a une meilleure adhérence sur la peinture que sur l'aluminium seul.

Pour mémoire, il est obligatoire de mettre une sous-couche d'apprêt sur l'aluminium avant de la recouvrir d'une peinture définitive type aérosol à votre convenance. Malheureusement, l'apprêt, sous couche J1 de Julien ou équivalente, n'existe pas en bombe. Pour la couche finale, il est conseillé de prendre une peinture de couleur « clair » car vous aurez à déposer la sérigraphie qui est importante dans notre cas. Jugez plutôt au vue de celle proposée en page 2.

REALISATION : SERIGRAPHIE.

A l'aide du logiciel « Galva » écrit en Visual Basic et téléchargeable gratuitement, il a été possible d'établir une sérigraphie obtenue en fig.2. Sur cet adhésif, protégé par un film plastique, sont aussi implantés tous les trous à percer. Il est conseillé de la part du fabricant de cet adhésif de pulvériser préalablement cette façade placée horizontalement d'un soupçon d'eau légèrement savonneuse (eau + liquide vaisselle dans bouteille style nettoyage vitre avec pulvérisateur) pour faciliter un glissement éventuelle. Faire échapper toutes les bulles d'air en partant du centre vers l'extérieur à l'aide d'un chiffon doux et très propre. Découper ensuite à l'aide d'un cutter les 5 mm d'excédent.

Pour mémoire, j'ai imprimé le fichier *.dat sur ExpertPDF Creator à l'échelle 0.5 puis exporter en format *.EMF, format compris par le logiciel du sérigraphiste .. il n'y a aucune perte dans ce format

REALISATION : L'EQUIPEMENT ELECTRIQUE.

Façade principale :

On fixe les douilles banane « ext. » couleur blanche en ayant soin de bien interposer à l'intérieur le canon isolant, la rondelle fournie, une cosse « languette » de raccordement à trou de 6,3 mm, une rondelle « éventail » de 6 mm et l'écrou. Ne pas bloquer. Placer les douilles du bas (6,3 V à Ia) en respectant les couleurs (Noir pour la masse, Rouge pour le « + » plus, Bleu pour Vf, Vert pour 6,3 V. Il est conseillé d'interposer avant l'écrou une cosse plate, avec languette ou sera (seront) soudé(s) le ou les fils de connexions (3 fils au maximum)

Commutateurs – Potentiomètres..

Mettre en place les potentiomètres de 100 K en ayant auparavant coupé les axes à la bonne longueur suivant la formule choisie. Laisser dépasser 17 mm en dehors de la façade. Interposer des rondelles de 10 mm de diamètre intérieur pour compenser l'excédent du pas de vis. Avec le modèle P11, piste cermet, il y a 6 mm à combler dont 1,5 mm par la tôle de la face avant. Orienter leurs cosses vers le bas de la façade. (voir schéma de câblage). Sinon, utiliser une contre platine pour ne laisser dépasser sur la façade que les axes (recommandé)

Galvanomètres :

Modifier l'échelle des galvanomètres en collant les nouvelles gravures que l'on peut éditées sous PC à l'aide du logiciel de J.P Gendner à télécharger gratuitement ou bien, en me contactant, je peux fournir une page d'autocollant de ces échelles de gravure.

Egalement, imprimer la page ci-après sur un autocollant ; faire un test préalable pour vérifier les dimensions de l'étiquette, entraxe des deux trous = 26 mm.

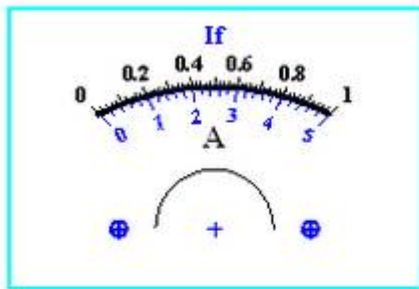
Profiter de cette intervention pour supprimer la (les) résistance(s) soudée(s) à l'intérieur du boîtier. Mettre en place ces appareils en respectant l'emplacement de chacun.

Châssis principal :

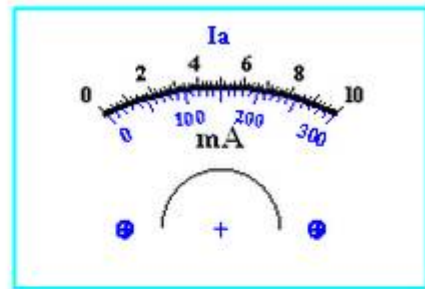
On commence par placer la platine REG à tubes, puis le pont redresseur 20A (à droite) en orientant les cosses comme indiqué sur le plan de connexion.

Sur la partie verticale de gauche, on dispose horizontalement la self de filtrage, puis la platine alimentation HT en dessous.

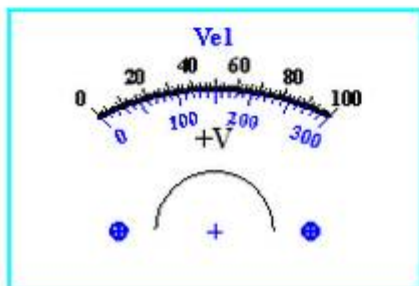
Sur la partie verticale de droite, on fixe des 2 dissipateurs que l'on aura préalablement équipé des ses transistors avec leurs fils de connexions (1 pour 2 collecteurs, 1 pour les deux bases et deux autres pour les 2 émetteurs) de longueurs suffisantes. Ne pas oublier le mica et des traversées isolantes



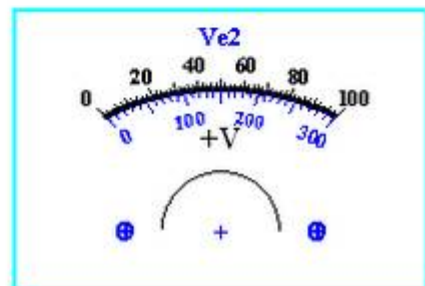
+
Cadran PM2



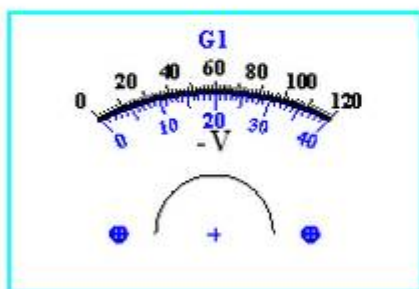
+
Cadran PM2



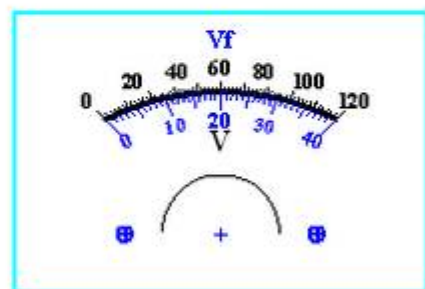
+
Cadran PM2



+
Cadran PM2



+
Cadran PM2



+
Cadran PM2

Fig. 18 : Gravure des galvanomètres types PM2.

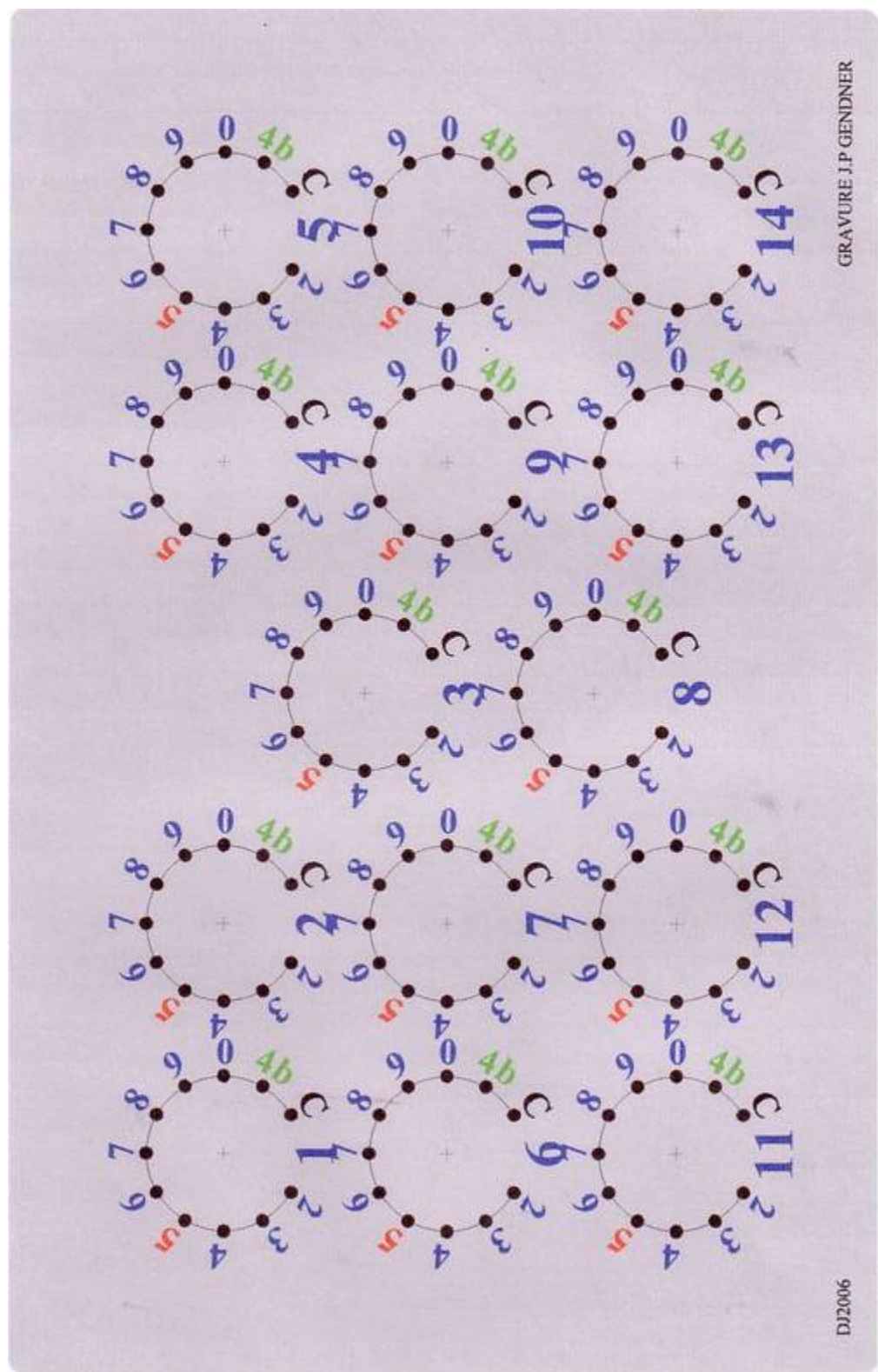


Fig . 19 :Exemple de sérigraphie bloc de combinaison réduit.

EQUIPEMENT DES CIRCUITS IMPRIMES :

Si vous avez le matériel nécessaire, vous pouvez réaliser vous-même les circuits imprimés. Vous avez la possibilité d'établir ou de faire établir des films positifs aux vues des dessins fournis à l'échelle 1/1.

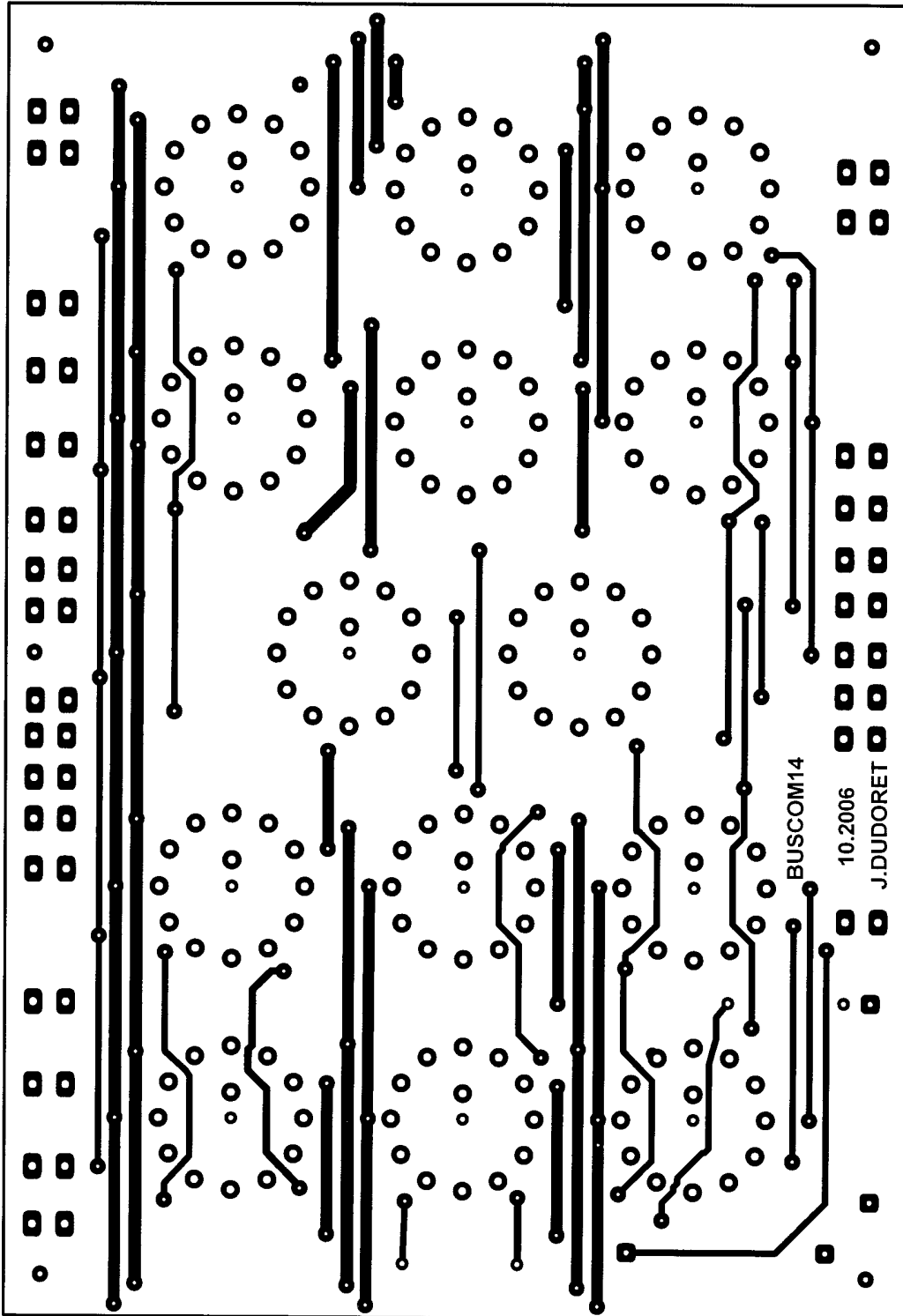


Fig. 20 : Circuit imprimé bloc combinaison réduit côté composants.

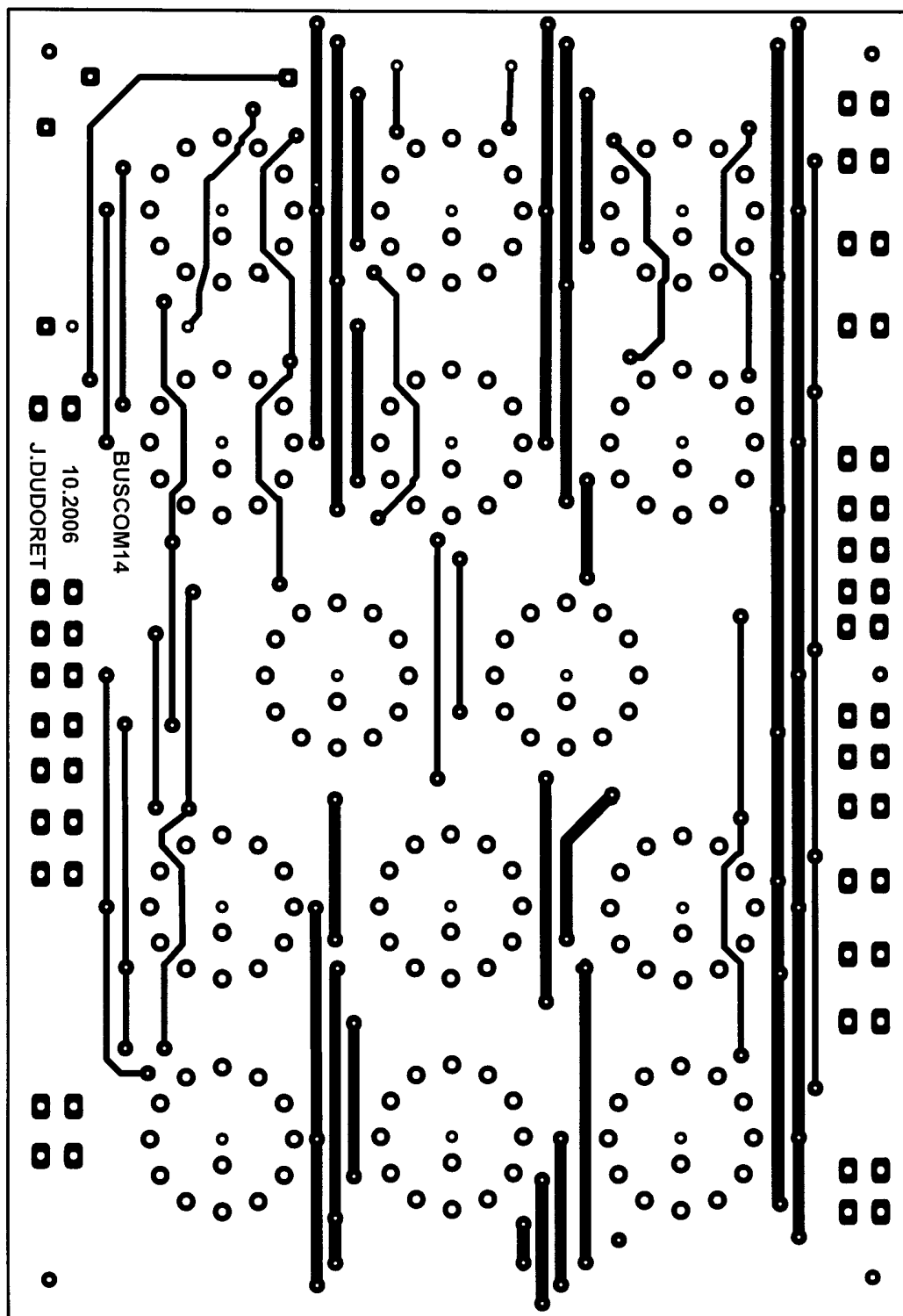


Fig.21 : Circuit imprimé bloc de combinaison coté soudures.

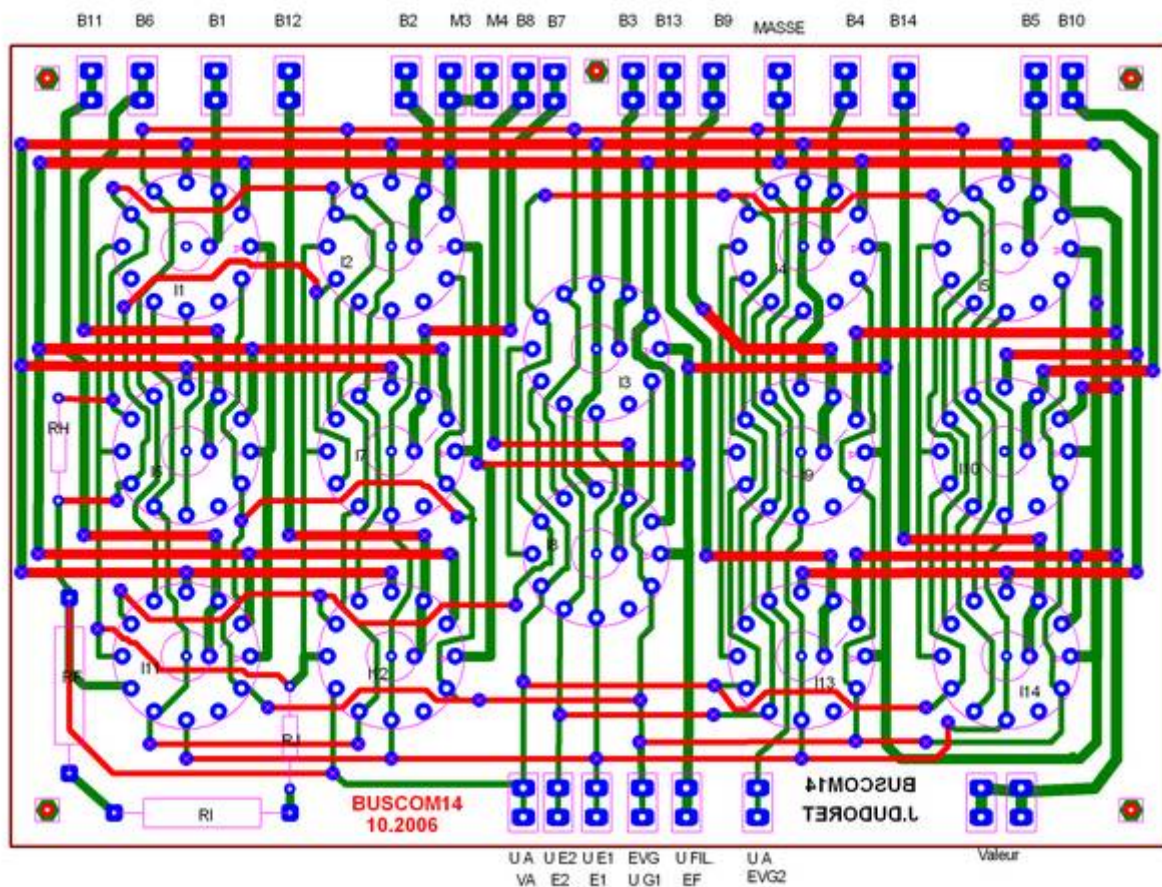


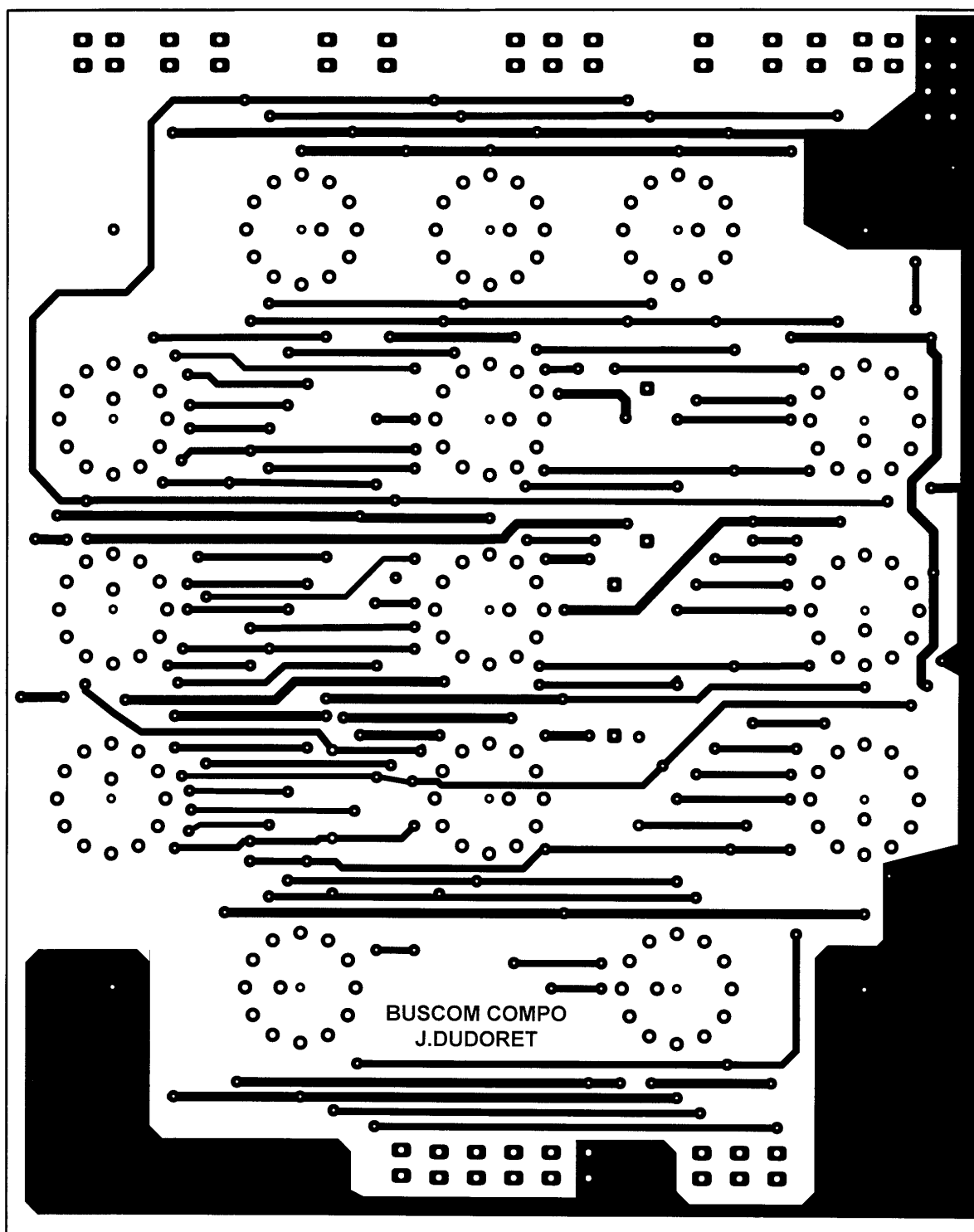
Fig . 22 : implantation des commutateurs et 4 résistances.



Fig.23 : Bloc de combinaisons – Les commutateurs et résistances de puissance.

Voici les PCB au format 2003 . Il est possible de remplacer l'ancien circuit par ce nouveau empruntant les mêmes trous + 3 autres au centre.

Si la qualité d'impression est excellente sur papier, elle en est autrement sur film transparent à l'aide d'une imprimante ordinaire. A chaque passage de la tête, il existe une micro-



**Fig. 25 : PCB bloc combinaisons 14 voies format 2003 coté composants échelle 0.787.
Le circuit imprimé doit mesurer 155 mm x 247 mm.**

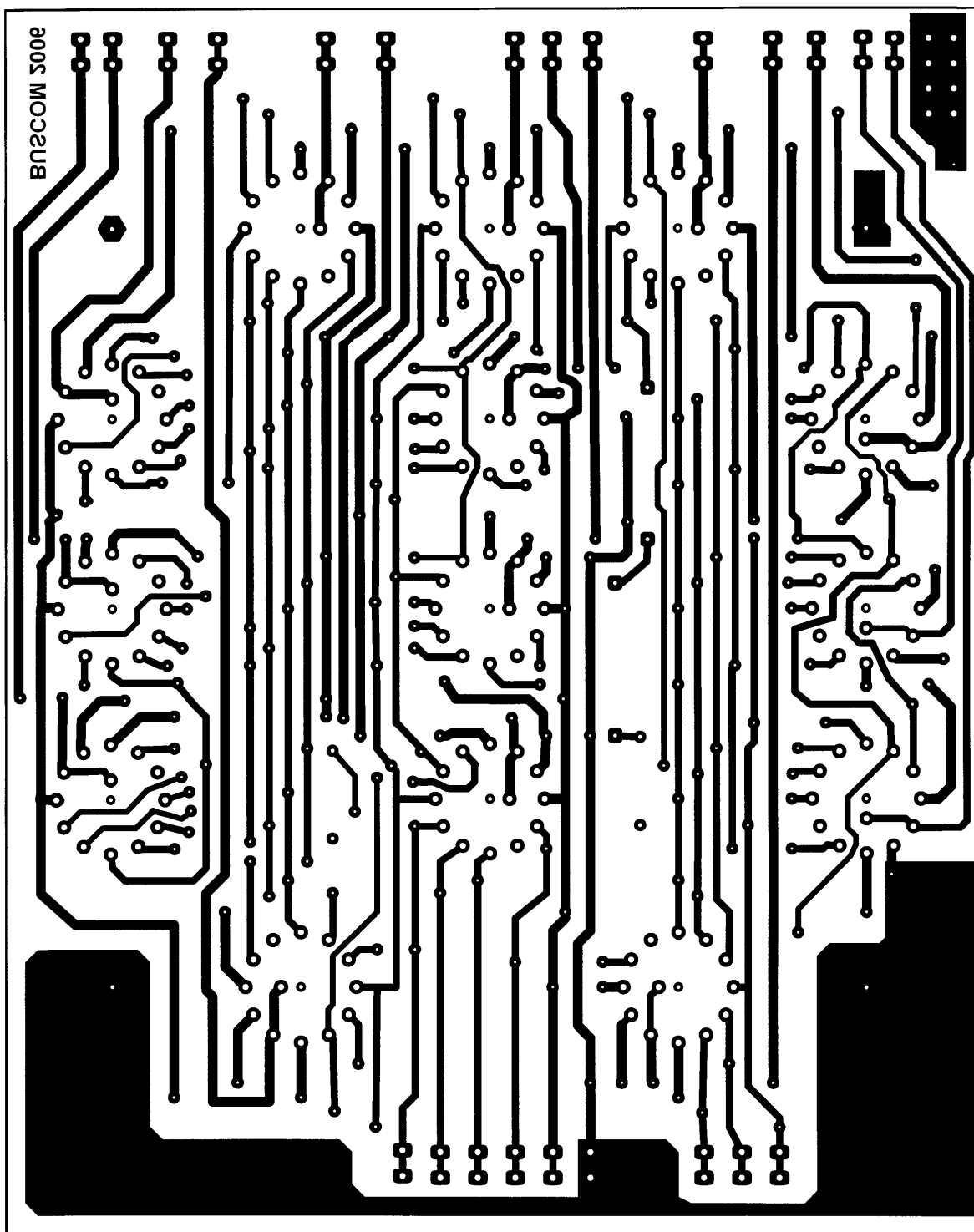


Fig.23 : Bloc de combinaisons face côté cuivre principal.

coupure des pistes. La solution est de faire l'impression à l'aide d'une imprimante Laser sur film transparent, ceci en double exemplaire, afin de superposer deux films l'un sur l'autre pour obtenir une bonne opacité. Autrement, pour un prix modéré, vous pouvez obtenir les circuits imprimés percés ou non percés. (voir renseignements complémentaires en fin de document)

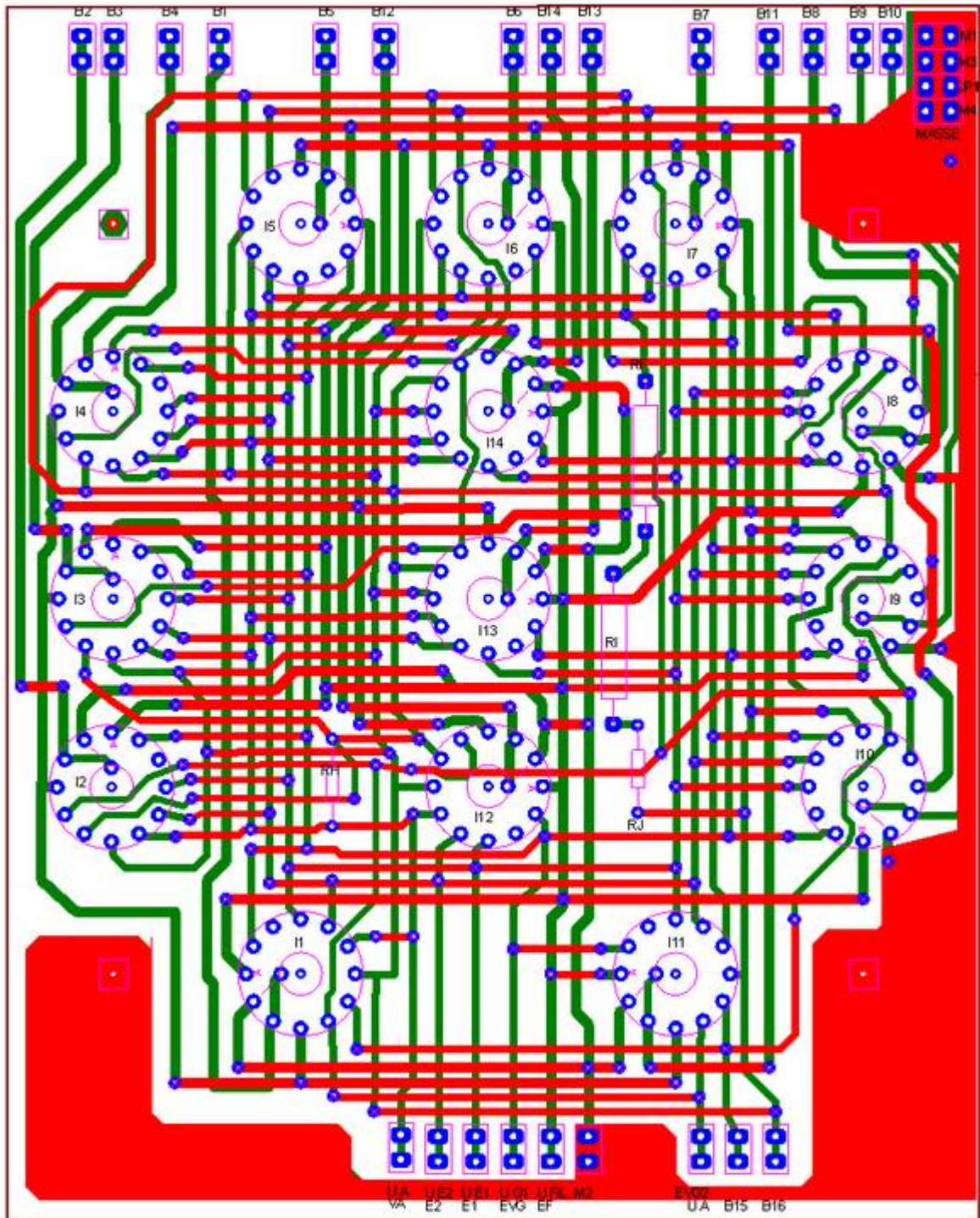


Fig . 24 : platine équipée.

NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

I1 . . I14 : Commutateur 1Cx12P pour circuit imprimé.

RF : 2,2 k Ω 5W

RH : 100 k Ω 1W

RI : 2,7 k Ω 5W

RJ : 100 Ω 1W

Câblage bloc de combinaisons :

Il suffit de préparer 14 commutateurs (1circuit-12 positions) dont on laisse 22 mm de dépassement de l'axe. De plus, il faut mettre la rondelle-butée sur l'index 11, et remettre la rondelle éventail fournie et l'écrou. Afin de faciliter la mise en place du commutateur sur le circuit, rappelez-vous que le plot central du commutateur est soudé sur la pastille joignant une piste. Ne pas essayer de forcer pour le placement. Quand cela ne va pas, il faut bien repérer la juxtaposition des trous par rapport aux broches concernées.

Quand le circuit est équipé, on l'emboîte à travers les quatorze trous de 6,5 mm, les emplacement des axes. Vous avez mis auparavant, 4 vis de 3 mm, TF, de 40 mm de longueur, avec contre-écrou pour vous servir d'entretoise ou simplement quatre entretoises femelles/males de 25 mm de hauteur. Mettre deux écrous en diagonale pour l'immobiliser provisoirement avant d'effectuer le raccordement.

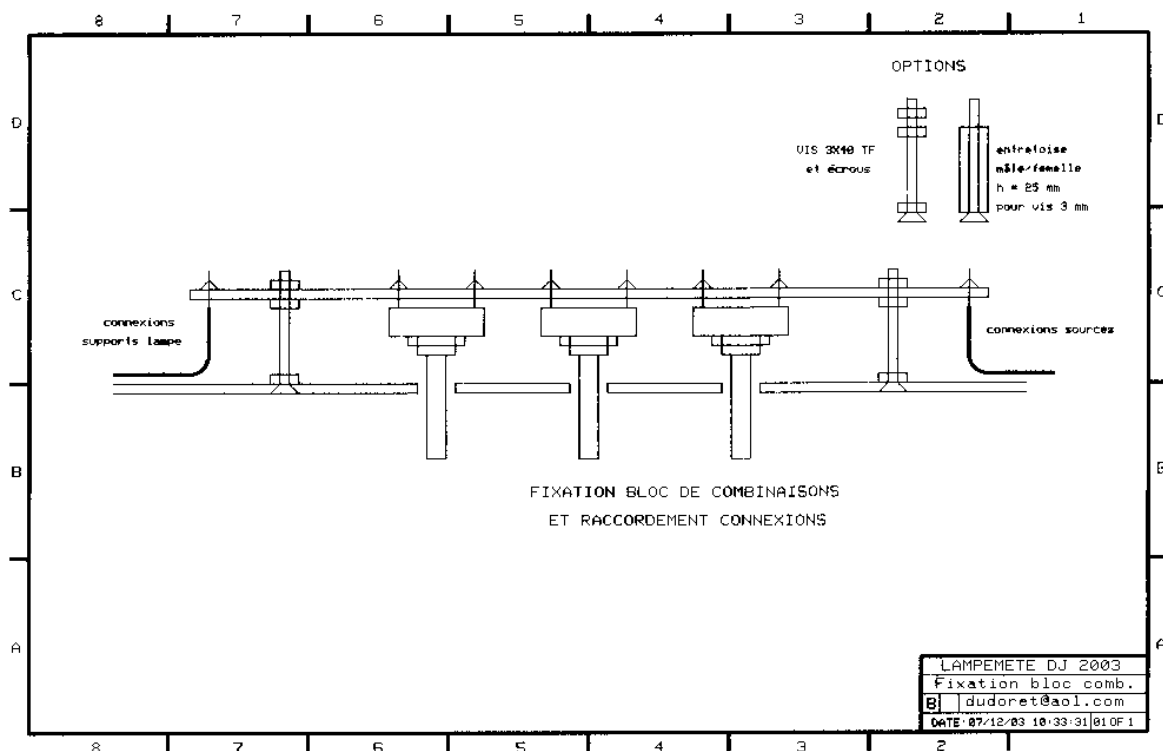


Fig. 25 : Fixation du bloc de combinaison

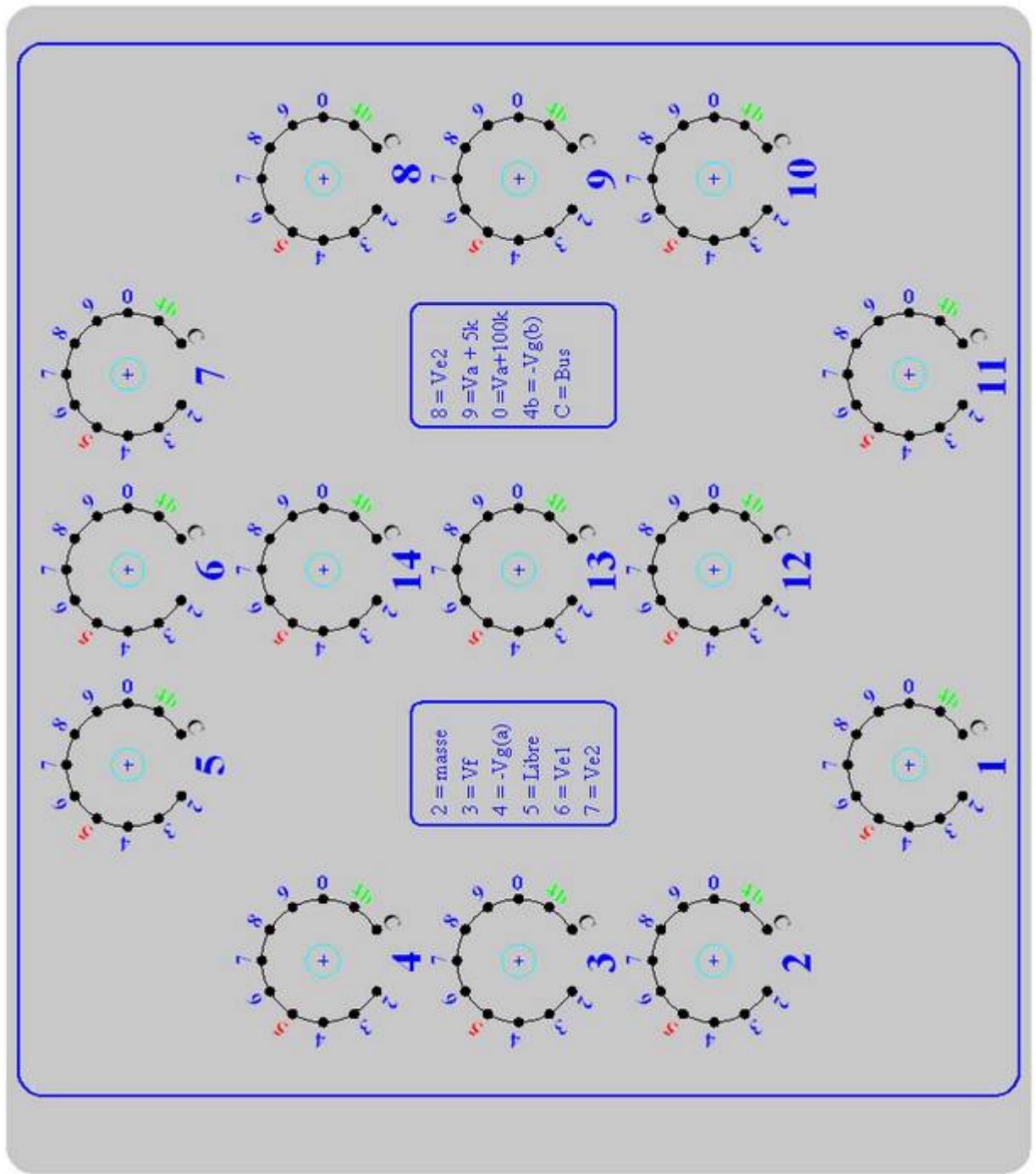
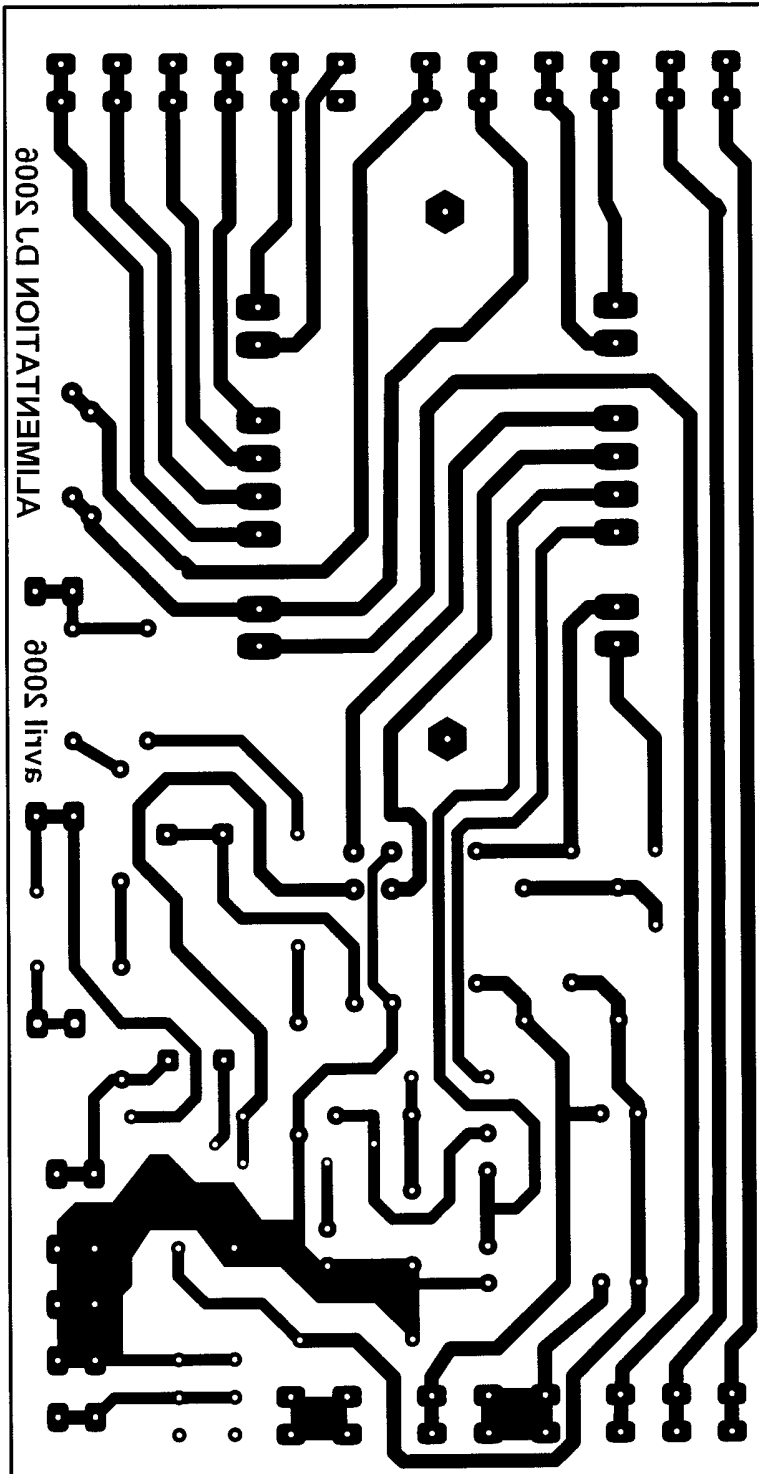


Fig. 26 : Sérigraphie isolée bloc combinaisons format 2003 échelle 0,8.

Platine redressement HT et alimentation négative :

On met en place les résistances , diodes, que l'on éloigne de 2 à 3mm de la platine, puis les condensateurs électrochimiques en respectant les polarités, le relais de sécurité en dernier. Attention au sens des condensateurs électrochimiques.



NOMENCLATURE DES COMPOSANTS :

* Résistances :

R1, R2 : 1 O ¼ W

R3 : 2,2 kO 5W

R4 : 3,3 kO 5W

R6 : 56 O 1W

RX : 100 O ½ W

* Condensateurs :

C1, C2, : 47 MF 450V

C3, C4, C5 : 47 MF 350V

C6 : 470 MF 40V

* Semiconducteurs :

D1..D4 : (1000V 3A) BY255

D5, D6 (1000V 1A) : 1N4007

P1: pont 100V 1A

DZ1, DZ2 : zener 33V 5W

DZ3, DZ6 : zener 39V 5W

DZ4, DZ5 : zener 33V 5W

* Divers

FS1 :Porte-fusible CI 5x20 mm

REL1 : Relais Finder 6V 2RT

TR1 : transformateur
alimentation
Magnétique SA
Spécial DJ2006

Fig. 27 : PCB alimentation HT
Dimensions 103 x 198 mm

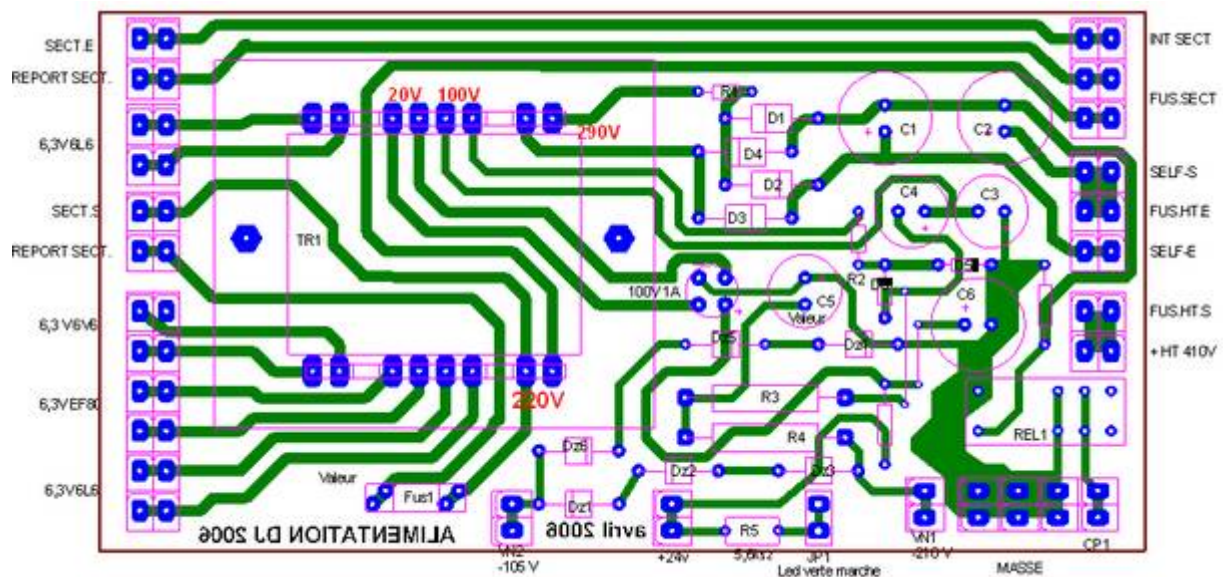


fig.29 : Platine alimentation avec ses composants

Ce circuit a été retouché pour y insérer un fusible de protection de 2A pour alimenter le second transformateur dédié à la création du 30V et du 90V par les bornes repérées « report sect. ». Ce fusible Fs1 se trouve dans le circuit retour. Le premier fusible installé en façade protège uniquement le 1^{er} transformateur d'alimentation.

Platine alimentation filament BT et HT

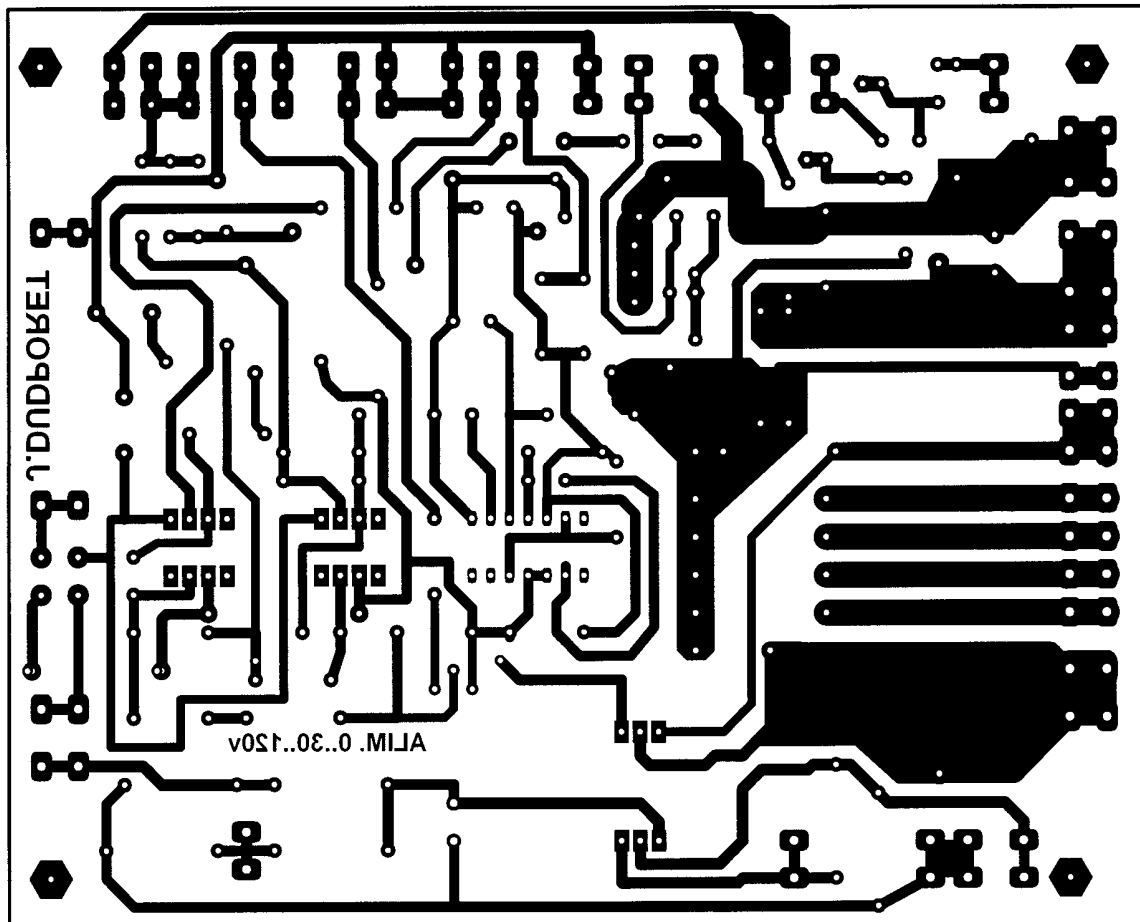


Fig.30 : Circuit imprimé chauffage filament vue coté composants.
Dimensions : 123 x 153,5 mm

Les résistances R8, R9 et R26 ainsi que P3, P4 et P5 ne seront pas câblés. On mettra les straps 11 et 12 pour exporter les points de mesure de tension (GV+) et d'intensité (Gi-a pour le - galvanomètre et Gi+ pour le + galvanomètre).

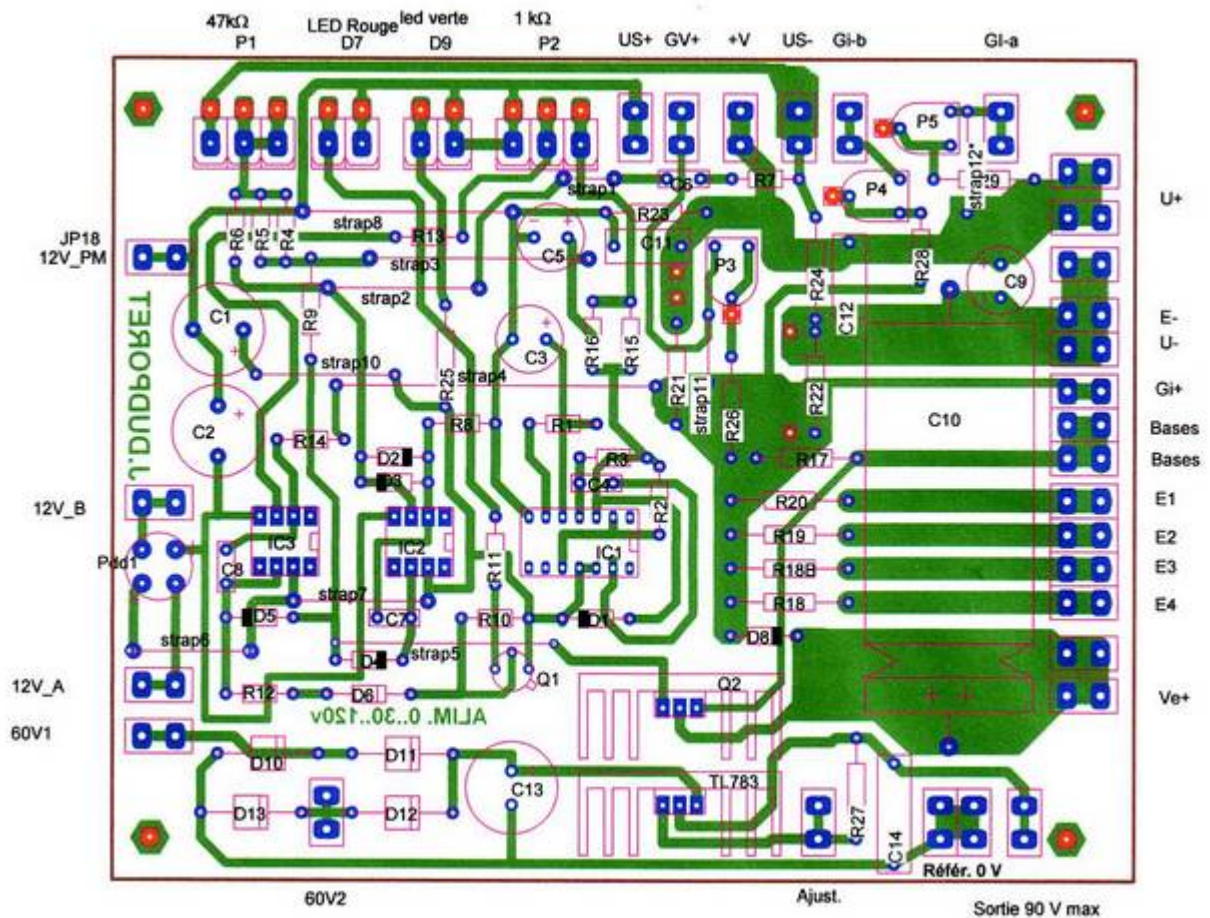


Fig.31 : Circuit imprimé et ses composants.

NOMENCLATURE DES COMPOSANTS	P3, P4 : ajustable 100 O P5 : ajustable 220 k O	C13 : 220 MF 160V C14 : 10 MF 160V
Résistances :	R28 : 470 O	Semiconducteurs :
R1, R3, R6, R8, R12, R13, R14 : 4,7k	R29 : (voir texte)	PDD1 : Pont 100V 1A
R2 : 22 O	R27 : 82 O	B1 : non représenté 400V 20A
R4, R16 : voir texte	Rhéostat : 10 kO 3W (pot.type PE30)	D1, D8 : 1N4001 (200V 1A)
R5 : 10 kO	Condensateurs :	D2..D5 : 1N4148
R7, R10 : 10 kO	C1, C2 : 1000 MF 25V	D6 : zener 3,3V / 400 mW
R9 : 2,2 kO	C3 : 100 MF 25V	D7 : Led rouge 5 mm
R11 : 470 O 1W	C4 : 100 pF	D9 : Led verte 5 mm
R15 : 15 kO	C5 : 10 MF 25V	D10, D11, D12, D13: 1N4005 (400V)
R17 : 10 O 1W	C6 : 1 nF	T3, T4, T5, T6 : 2N3055
R18, R18B, R19, R20 : 0,22 O 3W	C7 : 100 pF	T1 : BC559C
R21 : 0,22 O 7W	C8 : 56 pF	T2 : BD241
R22 : 4,7 kO 1W	C9 : 47 MF 63V	IC1 : LM723
R23, R24 : 47 O 1W	C10 : 4700 MF 63V	IC2, IC3 : LM741 (dip 8 broches)
R25 : 5,6 kO	C9 : 47 MF 63V	REG1 : TL783CKC
R26 : 100 O	C10 : 4700 MF 63V	Dissipateurs :
P1 : 47 kO lin. type P11 cermet	C11 : 820 nF 63V	2 pour 2 TO3 (ML38)
P2 : 1 kO lin. type P11 cermet	C12 : 100 nF	2 pour TL783CkC et BD241

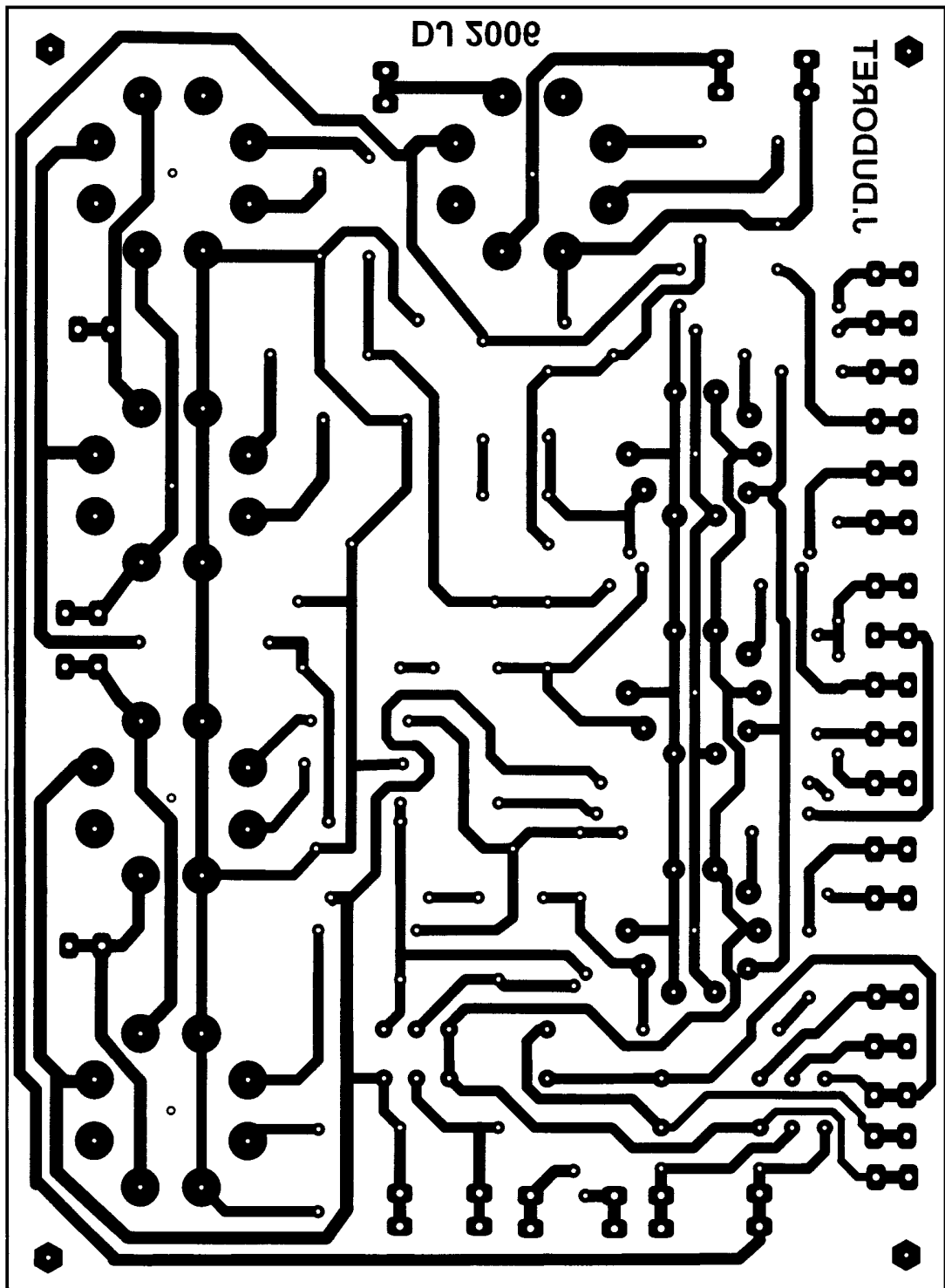


Fig. 32 : PCB platine à tubes (Dimensions 146 x 198 mm)

Platine Ve1, Ve2 et Va à tubes :

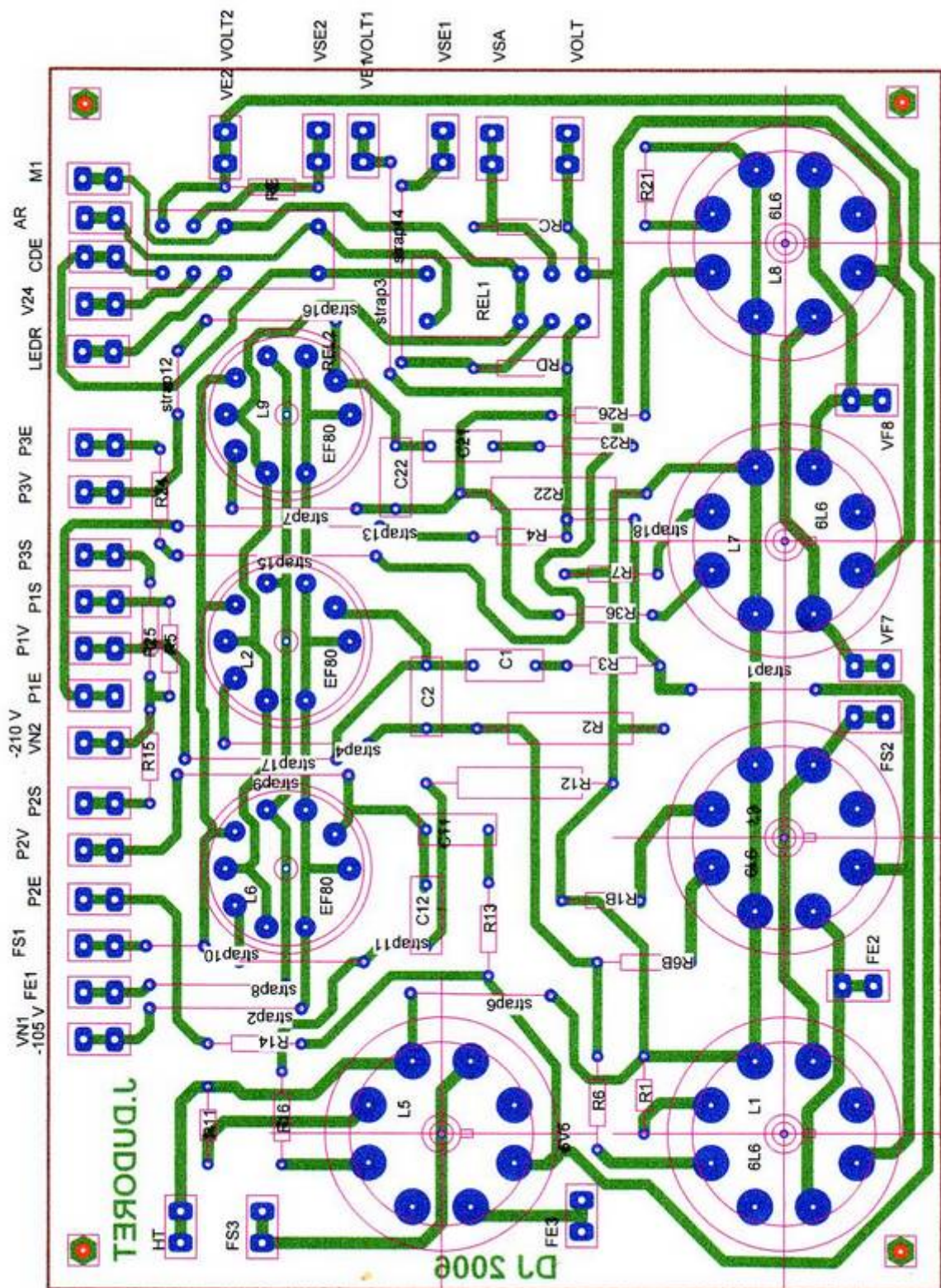


Fig.33 :Platine et ses composants.

NOMENCLATURE DES COMPOSANTS	* Condensateurs :
* Résistances :	C1, C11, C21 : 22 nF 400V
R1, R11, R21, R31 : 1 kΩ ½ W	C2, C12, C22 : 1 nF 630V
R2, R12, R22 : 1 MΩ 2 W	Divers :
R3, R13, R23 : 47kΩ ¼ W	REL1, REL2 : Relais Finder 24 V 2 RT
R4, R14, R24 : 150 kΩ 2 W	L5 : 6V6GT
R5 R15, R25 : 56 kΩ ½ W	L2, L6, L9 : EF80
R6, R16, R26, R36 : 47 kΩ ¼ W	L1, L3, L7, L8 : 6L6GT
RC, RD, RE : 100 kΩ 1W	3 supports noval pour CI
RG : 22 kΩ ½ W	5 supports octal pour CI
	31 cosses Y307

On place d'abord les straps, les cosses de raccordement, puis les résistances les résistances en laissant un espace de 2 à 3 mm par rapport au circuit imprimé (l'espace laissé par les cosses suffit) , puis les condensateurs fixes. On fera attention à placer correctement les supports octal, l'ergot central étant dirigé vers le bord. Vous distinguerez les broches 2 et 7 en relation proches des points filament à raccorder.

Aucune difficulté à placer les trois supports noval. Il reste à placer les deux relais.

Platine commande test:

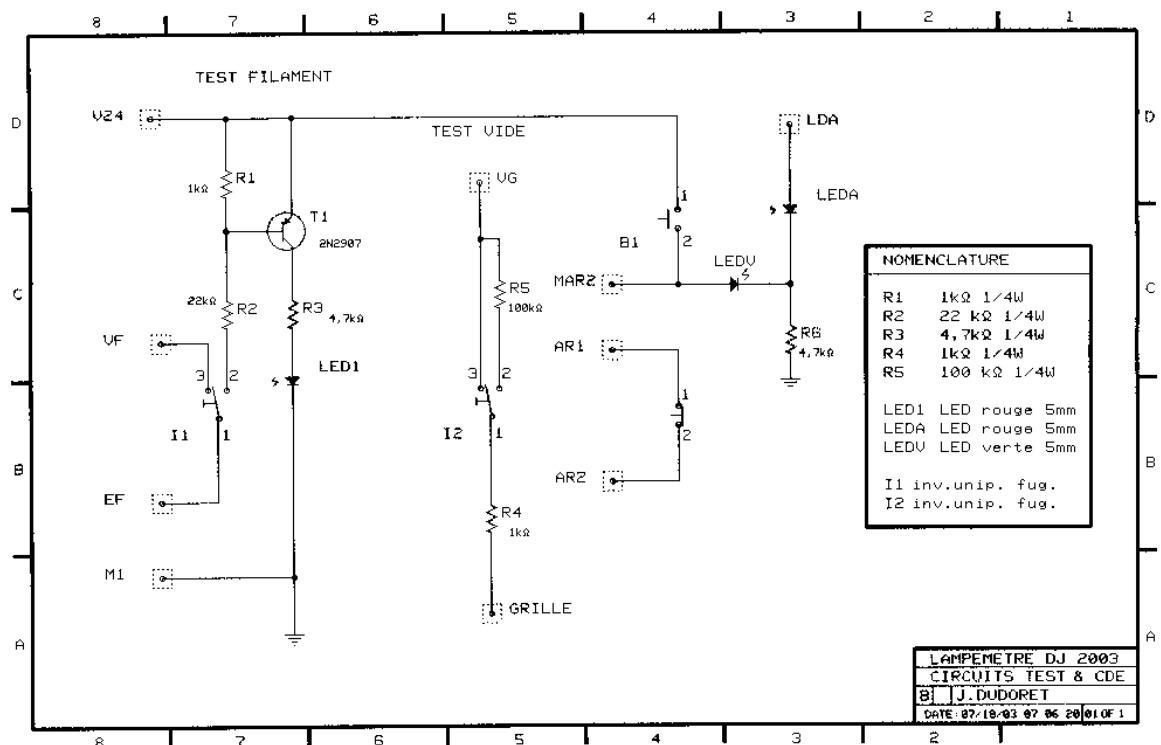


Fig.34 : schéma de principe de la platine commandes et tests.

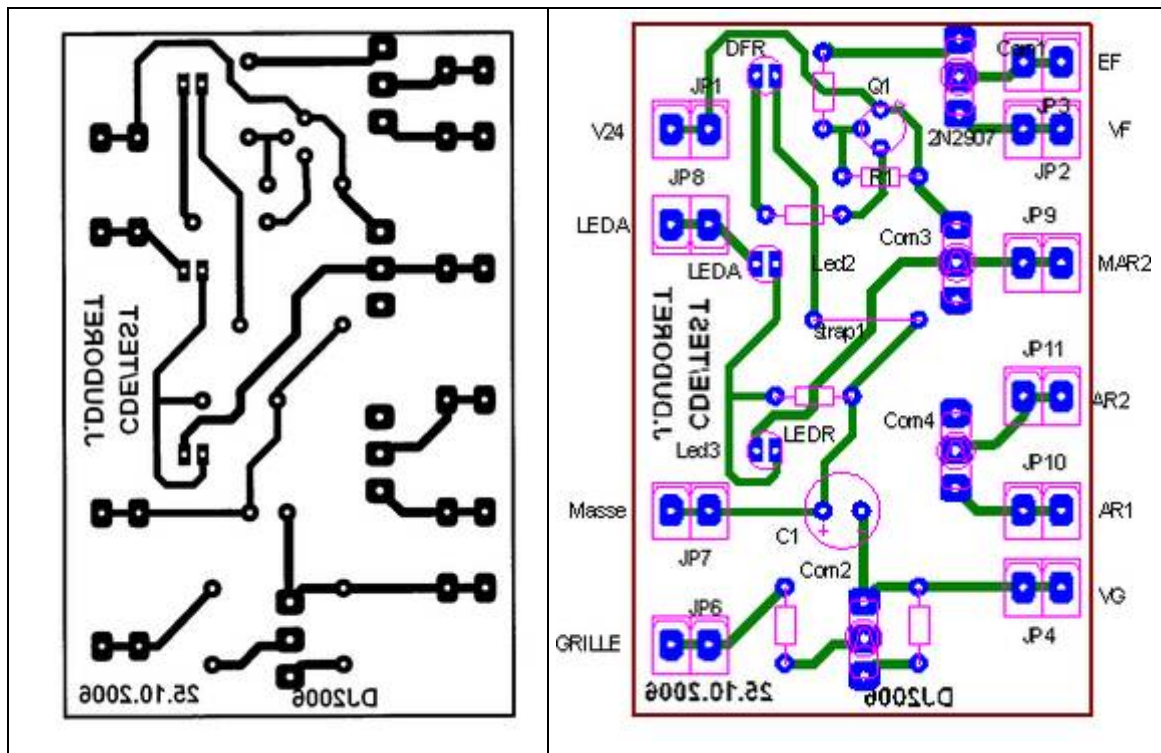


fig.34 : Circuit imprimé nu et équipé platine commande / tests.

Ce circuit imprimé est solidaire de 4 inverseurs fugitifs et des 3 leds fixées sur la face avant. On fixe donc préalablement sur la façade du coffret :

- les 4 inverseurs en orientant les leviers vers le haut de l'appareil. Il faut faire affleurer ces commutateurs sur la façade en ne laissant que le minimum de filetage.
- les leds rouge et verte en orientant les cathodes coté champ vertical de l'appareil. Cette connexion de cathode est plus courte que l'autre. Il est utile de les placer à l'aide d'une support plastique à placer en face avant coté extérieur façade. Côté intérieur, on insert le clips.

Présenter le circuit imprimé et emboîter le sur les 4 inverseurs et les diodes. quelques soudures d'immobilisation, ressortir cette plaque pour finir son équipement

Lorsque tout est positionné, effectuer les soudures de ces éléments, puis placer les résistances et le transistor à l'opposé des inverseurs côté pistes.

NOMENCLATURE DES COMPOSANTS		
* Résistances :	* Condensateurs :	* Divers :
R1 : 1 kO	C1 : 47 MF 160V	Com1..Com4 : 4 inverseurs
R2 : 22 kO		MS500 1RT on(on)
R3 : 4,7 kO	* Semiconducteurs :	JP1..JP11 : cosses Y307
R4 : 1 kO	DFR, LEDR : led rouge 5 mm	
R5 : 100 kO	LEDA : led verte 5 mm	
R6 : 4,7 kO	T1 : TUP =2N2907, (BC546)	

INTERFACES GALVANOMETRES :

Deux formules sont proposées : soit réaliser des mini-circuits relatifs à chaque galvanomètre, soit réaliser un seul circuit imprimé servant d'interconnexions globales. Cette dernière formule simplifie énormément le câblage mais implique la plus grande précision dans la mise en place des galvanomètres. Tous les commutateurs de sensibilités sont soutenus par ce circuit imprimé de dimension globale de 252 mm x 180 mm.

Mesure de deux tensions de polarisation fig. :

Nouvel interface : un modèle unique pour les voltmètres.

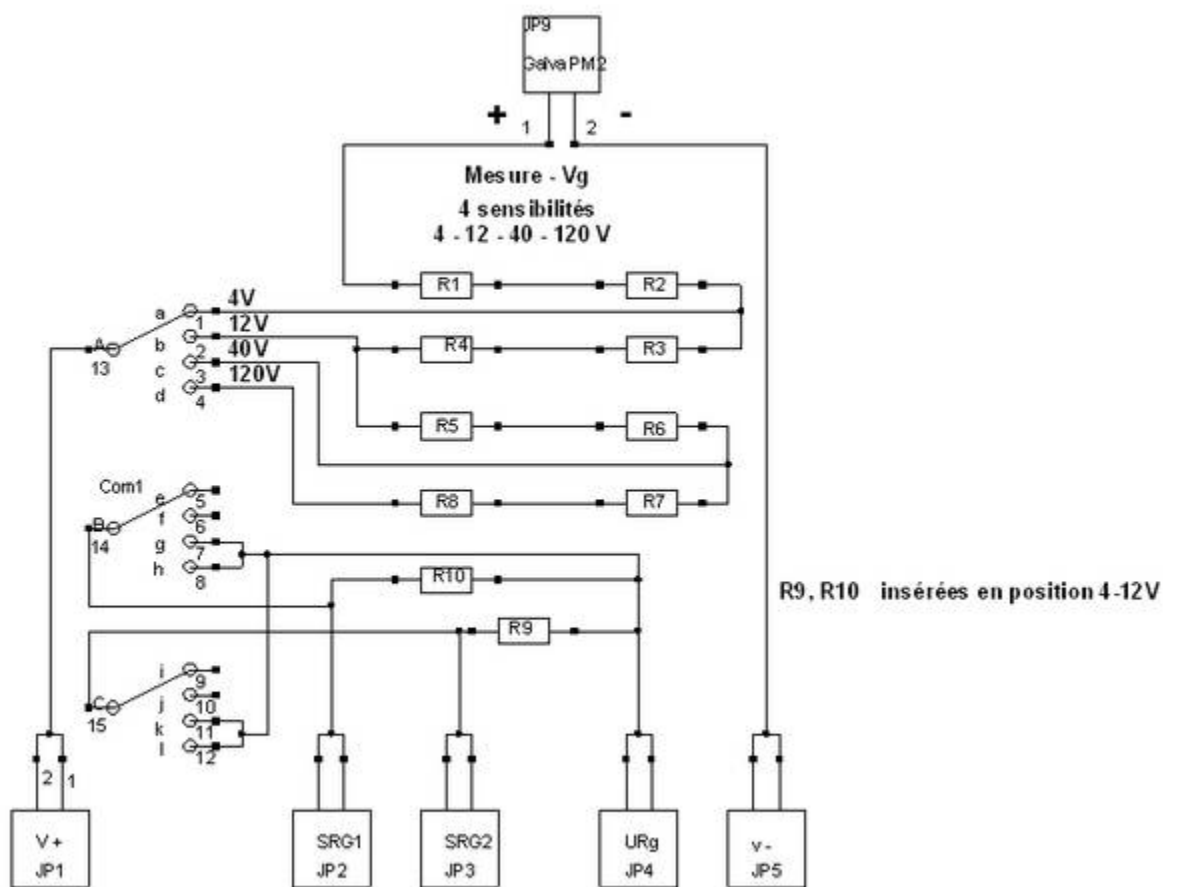


Fig.37 : Schéma circuit voltmètre 4 sensibilités.

Circuit voltmètre : il est constitué d'une chaîne de résistances sans coupure qui se trouve en série avec le galvanomètre ; ces résistances sont obtenues à l'aide d'addition éventuelle de deux valeurs à 1% dans la série E96. Ces valeurs sont fonctions de la gamme choisie et de la sensibilité du galvanomètre pouvant être choisi entre 50uA et 1 mA suivant le schéma et tableau ci-après.

Mesure tension de polarisation :

Les résistances R9 et R10 ne servent que pour la mesure des tensions de polarisation limitées à -12V

Les deux potentiomètres étant alimentés depuis une même source de tension négative (-210V), on insère dans chaque branche cette résistance R9 ou R10 pour n'avoir que -12V maximum. La valeur de ces résistances varient selon le type de sensibilité du galvanomètre choisi. Les galvanomètres du marché consomme de $50\ \mu\text{A}$ à $1\ \text{mA}$ pour une déviation totale. Dans le cas du $200\ \mu\text{A}$ ($5000\ \text{O} / \text{V}$), on obtient $330\ \text{kO}$ donc valeurs à ajuster en cas de besoin.

NOMENCLATURE DES COMPOSANTS	Galvanomètre $200\ \mu\text{A}$	
R1 : $20\ \text{kO}\ 1\%$	R5 : $140\ \text{kO}$	R9 : $330\ \text{kO}$
R2 : $0\ \text{O}$	R6 : $0\ \text{O}$	R10 : $330\ \text{kO}$
R3 : $100\ \text{kO}\ 1\%$	R7 : $200\ \text{kO}$	
R4 : $200\ \text{kO}$	R8 : $200\ \text{kO}$	

Pour les autres voltmètres (mesure de V_a , V_{e1} , V_{e2} .. V_z , on ne soude pas R9 et R10. L'entraxe est de $45\ \text{mm}$ entre le galvanomètre et le commutateur de sélection de gamme.

Les résistances R9 et R10 ne seront pas câblées pour les voltmètres filament, V_a et V_e .

Le tableau suivant donne les valeurs souhaitées de la résistance totale insérée dans chaque gamme de mesure.

$$4\ \text{V} \rightarrow r_1 + r_2 = 20\ \text{kO}$$

$$12\text{V} \rightarrow R_1 + r_2 + r_3 + r_4 = 60\ \text{kO}$$

$$40\ \text{V} \rightarrow r_1 + r_2 + r_3 + r_4 + r_5 + r_6 = 200\ \text{kO}$$

$$120\text{V} \rightarrow r_1 + r_2 + r_3 + r_4 + r_5 + r_6 + r_7 + r_8 = 600\ \text{kO}$$

Avec un galvanomètre de $100\ \mu\text{A}$, nous aurons $10.000\ \text{O} / \text{volt}$:

$$3\text{V} \rightarrow r_1 + r_2 = 30\ \text{kO}$$

$$4\text{V} \rightarrow r_1 + r_2 = 40\ \text{kO}$$

$$10\text{V} \rightarrow r_1 + r_2 = 100\ \text{kO}$$

$$12\text{V} \rightarrow r_1 + r_2 = 120\ \text{kO}$$

$$30\text{V} \rightarrow r_1 + r_2 + r_3 + r_4 = 300\ \text{kO}$$

$$40\text{V} \rightarrow r_1 + r_2 + r_3 + r_4 = 400\ \text{kO}$$

$$100\text{V} \rightarrow r_1 + r_2 + r_3 + r_4 + r_5 + r_6 = 1\ \text{MO}$$

$$120\text{V} \rightarrow r_1 + r_2 + r_3 + r_4 + r_5 + r_6 = 1,2\ \text{MO}$$

$$300\text{V} \rightarrow r_1 + r_2 + r_3 + r_4 + r_5 + r_6 + r_7 + r_8 = 3\ \text{MO}$$

A partir de ces caractéristiques, et en puisant des valeurs de la série E96, on obtient dans les tableaux suivants la valeur de chaque résistance.

4..120V	20kO	0	20kO	200kO	140kO	0	200kO	200kO
200 μA	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
10..300V	22,6kO	24,4kO	100kO	0	150kO	150kO	464kO	536kO

Avec un galvanomètre de 100 μ A, nous aurons 10.000 O par volt :

4..120V	20kO	20kO	30,1kO	49.9kO	280kO	0	301kO	499kO
100 μA	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
10..300V	100kO	0	200kO	0	590kO	110kO	1MO	1MO

Avec un galvanomètre de 1 mA, nous aurons 10000 O par volt.

4..120V	2kO	2kO	3.01kO	4.99kO	28kO	0	30.1kO	49.9kO
1mA	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
10..300V	10kO	0	20kO	0	59kO	11kO	200kO	0

Fig.38 : Tableau des valeurs de résistances pour un galvanomètre de 200 , 100 μ A et 1 mA.

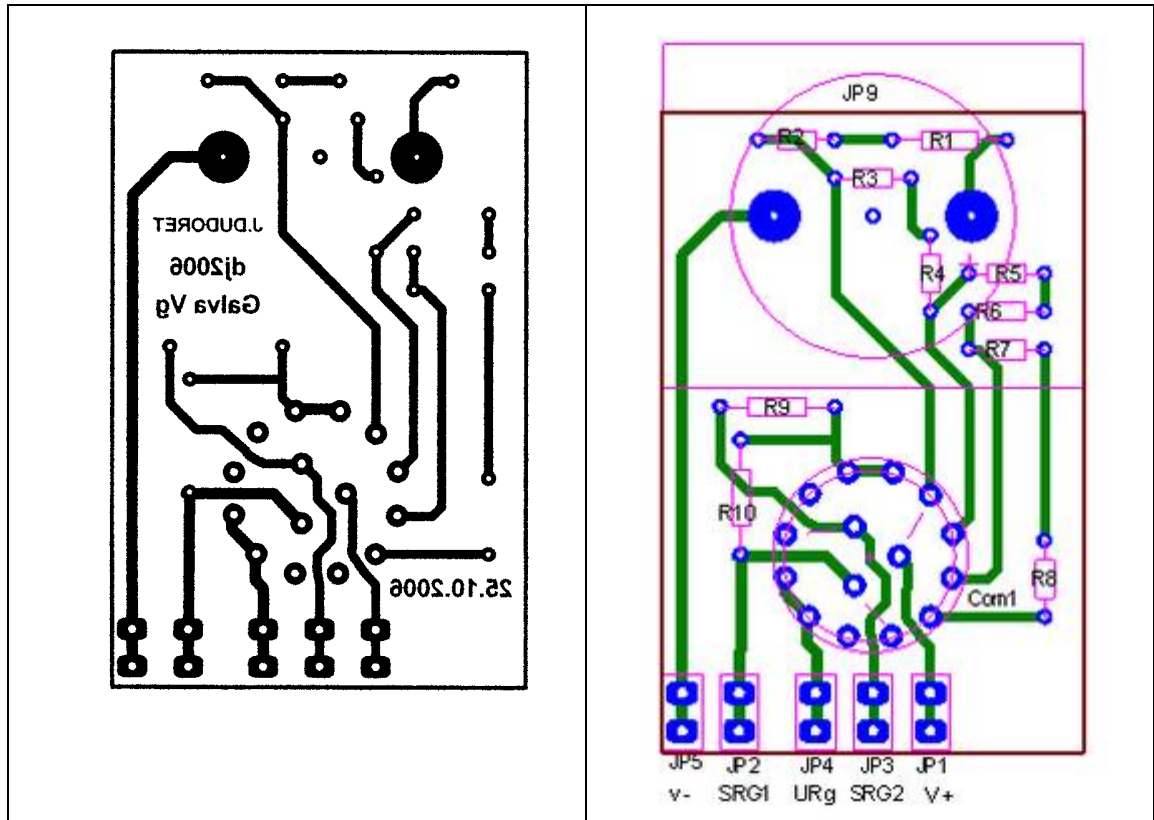


Fig.39 : A gauche : circuit imprimé « Vg » vu côté face avant ; à droite, platine équipée. On mettra les composants coté piste, à l'opposé du commutateur de sensibilité.

Circuit mesure tension Vf :

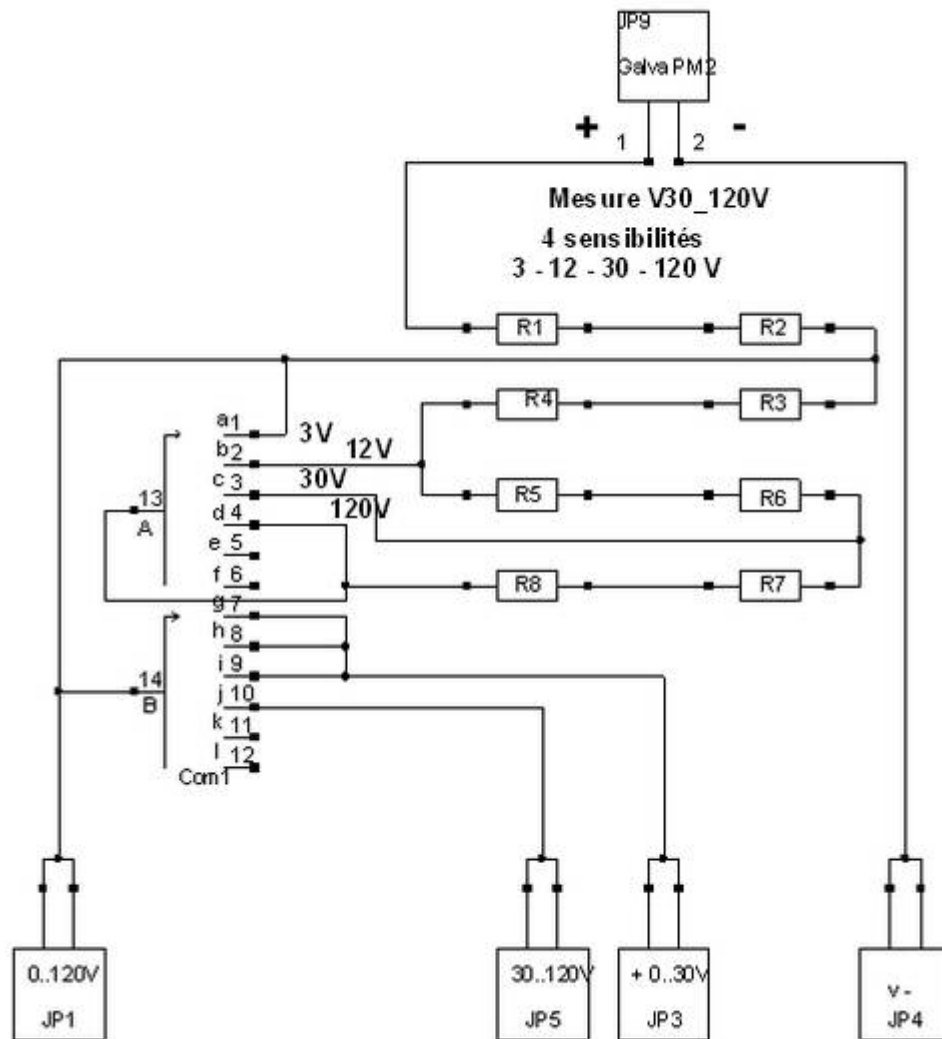


Fig 39 : Schéma mesure tensions Vf et prélèvement des deux tensions.

Le premier palier étant à 30 V, il est préférable d'établir les gammes 3, 12 et 30 V puis 120 V. Le second circuit du commutateur sélectionne les sources 30 V ou 90V envoyé parallèlement sur le galvanomètre et sur le bloc de combinaison (Borne JP1) via la partie test.

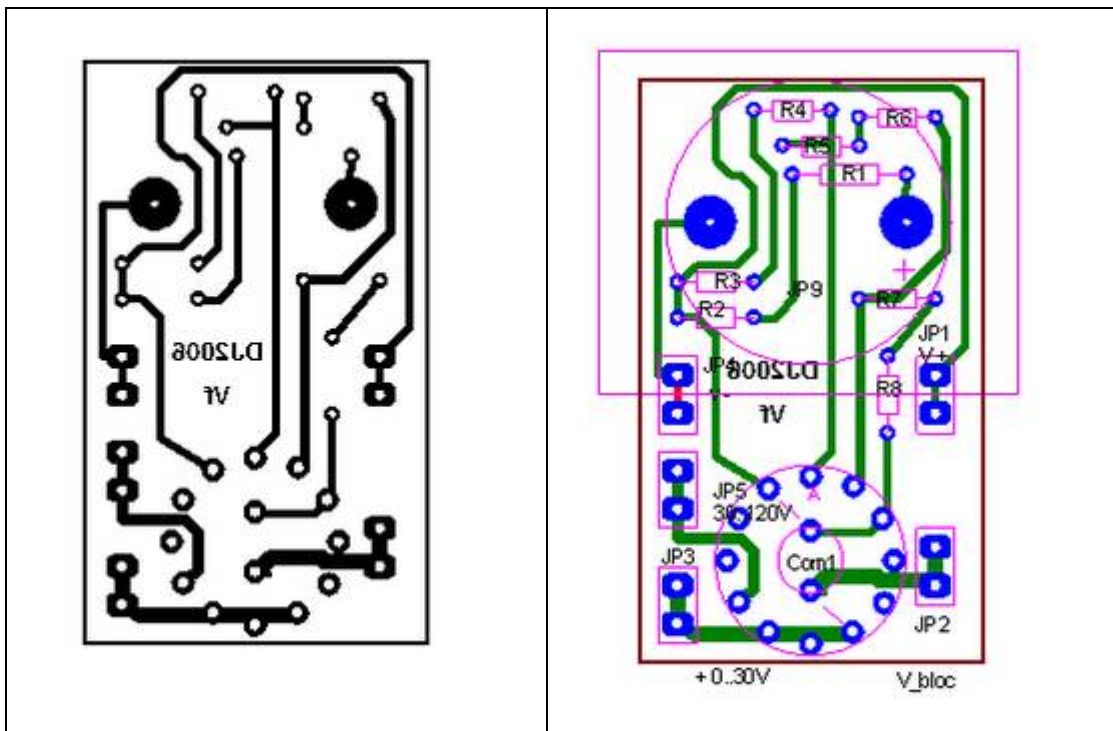


Fig 40 : PCB mesure tension Vf et implantation des résistances.

Circuits mesure d'intensité anodique, G2 et G3.

On fait appel à un commutateur 2 circuits – 6 positions selon le schéma ci-après. Le shunt du galvanomètre est fractionné pour toujours avoir une continuité à chaque bond de gamme de mesure : on réduit la valeur ohmique du shunt à mesure que l'on augmente en courant. On prélève et on sélectionne chaque tension engendrée à travers une résistance mise en série avec un potentiomètre ajustable monté en rhéostat pour alimenter le galvanomètre : donc ici, il n'y a pas besoin d'avoir recours à des résistances de précision.

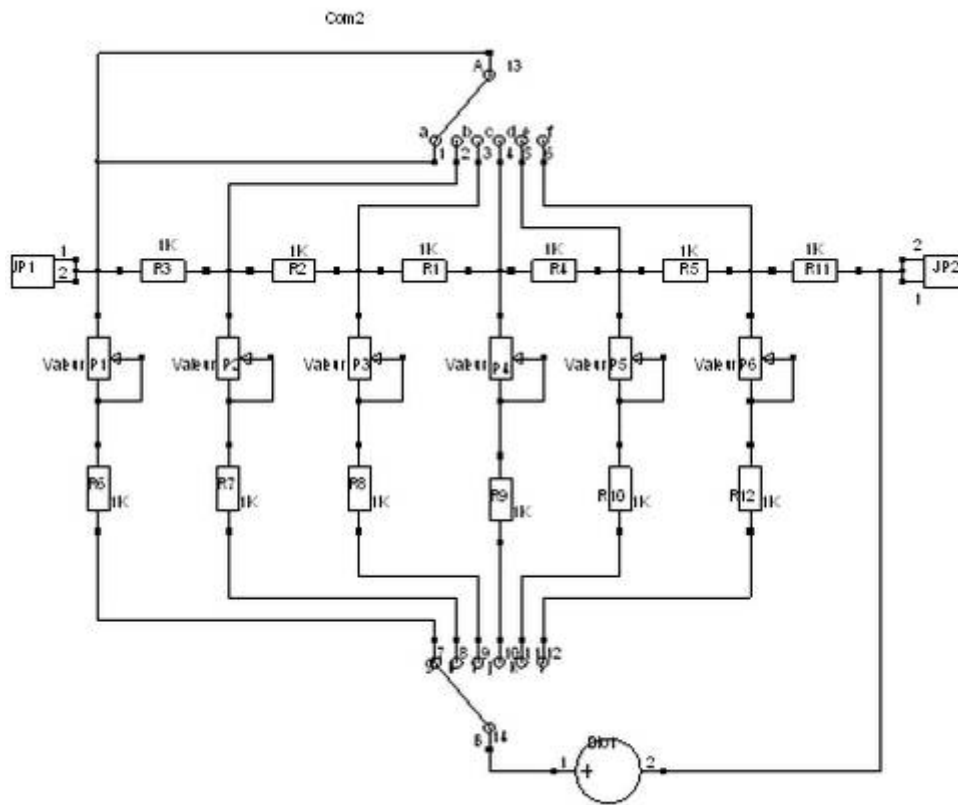


Fig.41 : Schéma de principe de la mesure d'intensité.

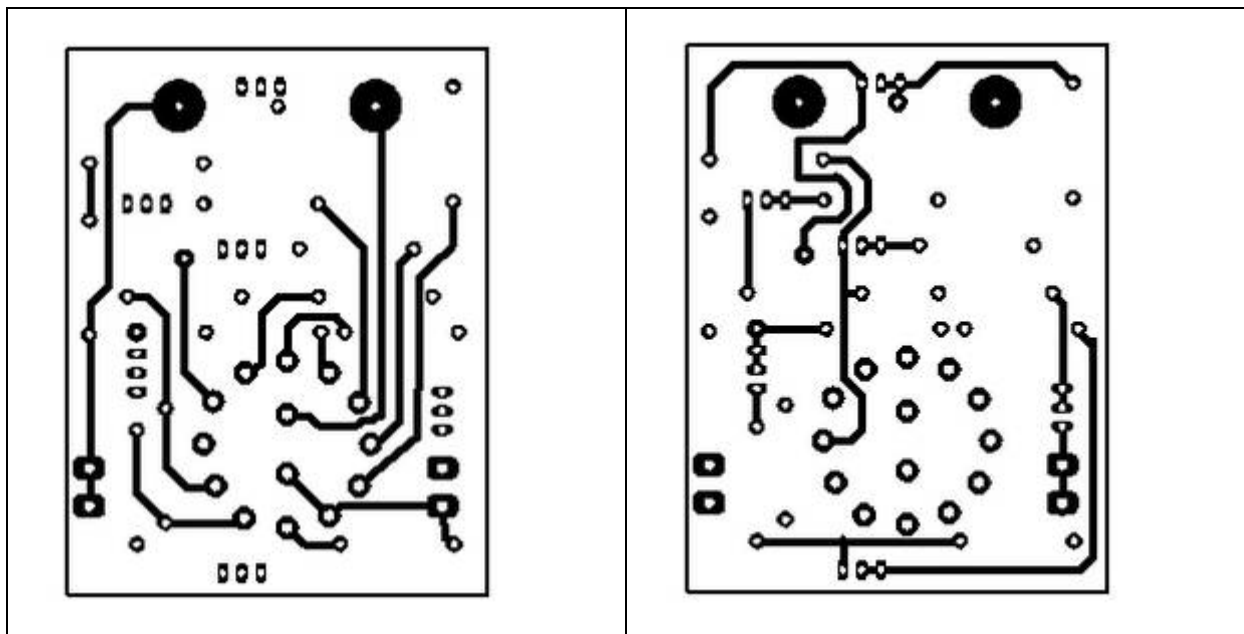
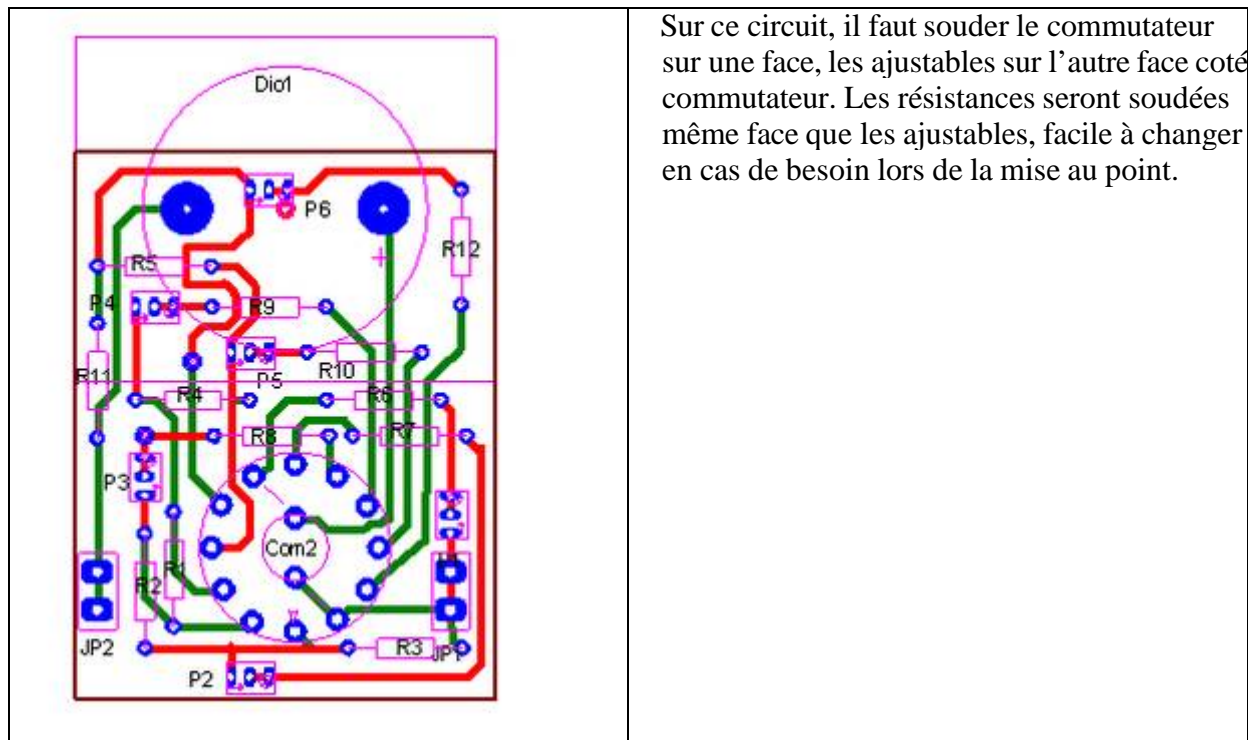


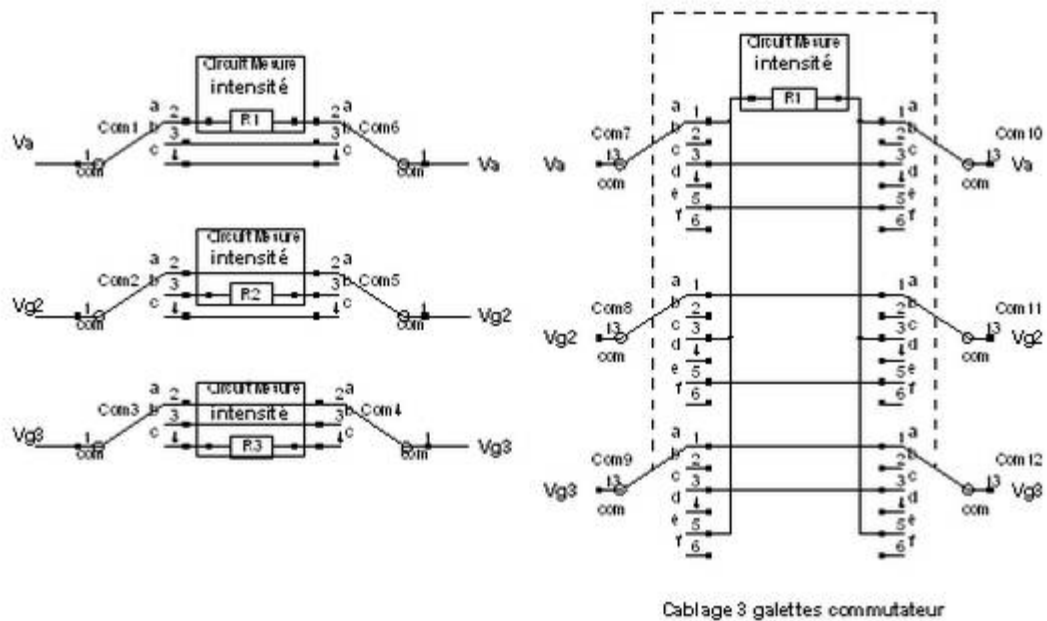
Fig.42 : Circuit imprimé faces A et B



Sur ce circuit, il faut souder le commutateur sur une face, les ajustables sur l'autre face coté commutateur. Les résistances seront soudées même face que les ajustables, facile à changer en cas de besoin lors de la mise au point.

Fig.43 : Platine équipée mesure intensité Ia, Ie1 ou Ie2.

Sélection de mesure d'intensité :



Cablage 3 galettes commutateur

Fig.44 : schéma de principe de mesure des 3 intensités et câblage du commutateur.

Deux formules sont proposées : un commutateur possédant 6 circuits avec 5 positions utiles : en pratique, un modèle à 3 galettes superposées à 6 positions que l'on limitera à 5. Pour éviter tout court circuit d'une position à l'autre, on laissera une position

neutre entre chaque point utile comme sur les analyseurs METRIX U61 ou LX109. Voici donc le schéma de principe.

Lorsque le circuit de mesure est inséré dans une source HT, on remet des deux autres en continuité directe. Malheureusement, il faut câbler manuellement ce commutateur dont on aura préalablement mis en place les 10 straps avant montage sur la face avant.

Une seconde solution est d'employer 3 relais à double inverseur dont le schéma de principe est donné ci-après.

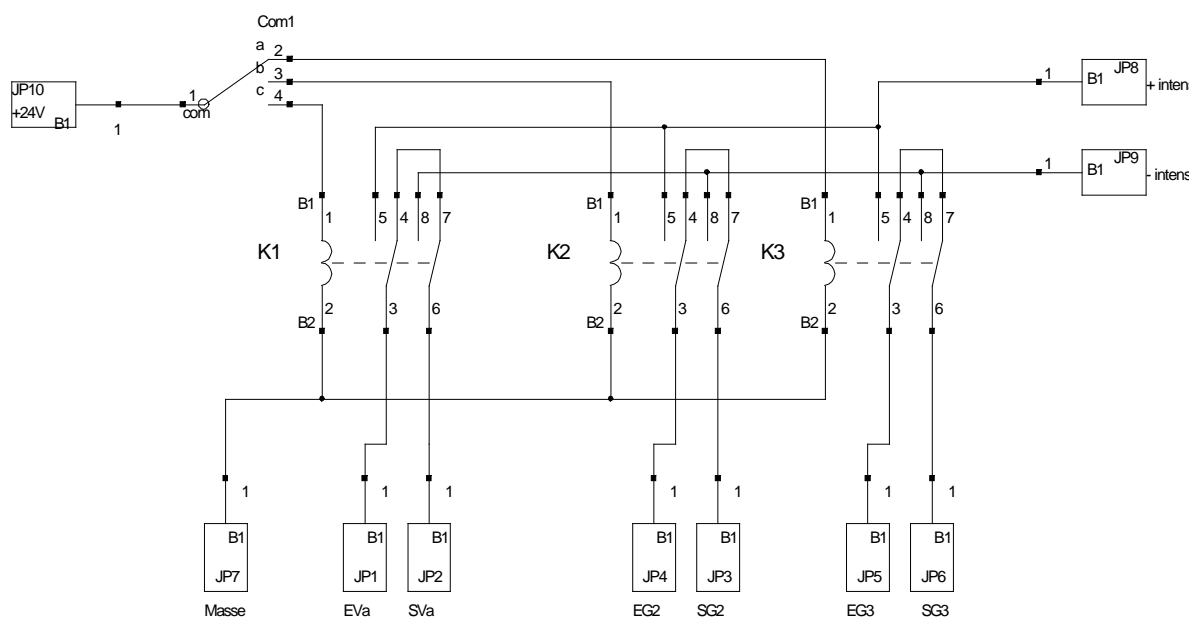


Fig. 45 : Schéma commutations par relais pour mesurer 3 intensités

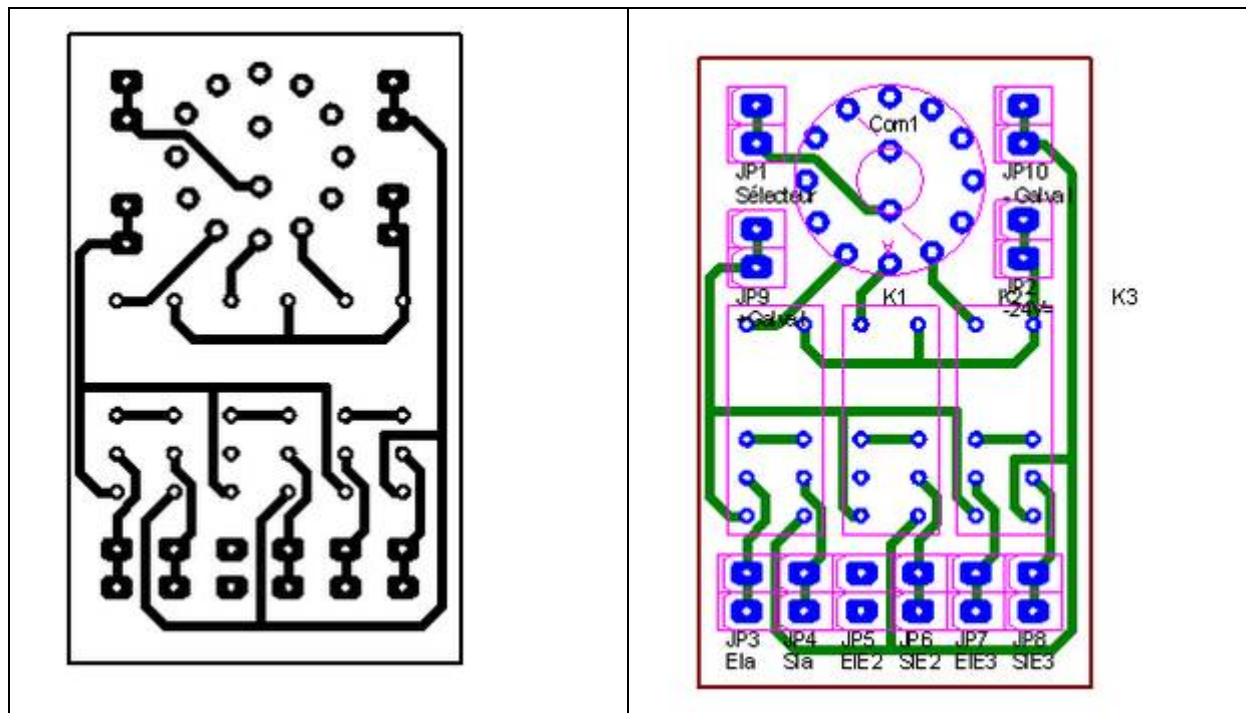


Fig. 45 :PCB et platine équipée version relais pour mesure 3 intensités

Les figures 45B ..45J des pages suivantes représentent la formule globale. Le circuit suivant se fixera sur les bornes des galvanomètres. Un circuit imprimé à double face est nécessaire car il faut souder sur une face, les commutateurs et sur l'autre, les ajustables multitours de façon à les plaquer au PCB côté visuel. Les schémas de base sont donc légèrement modifier pour s'adapter entre eux (par exemple une masse globale pour le (-) voltmètre et retour relais , la connexion sortie curseur du commutateur de sélection Ve2, Ve3, V5k vers le voltmètre de mesure, etc.

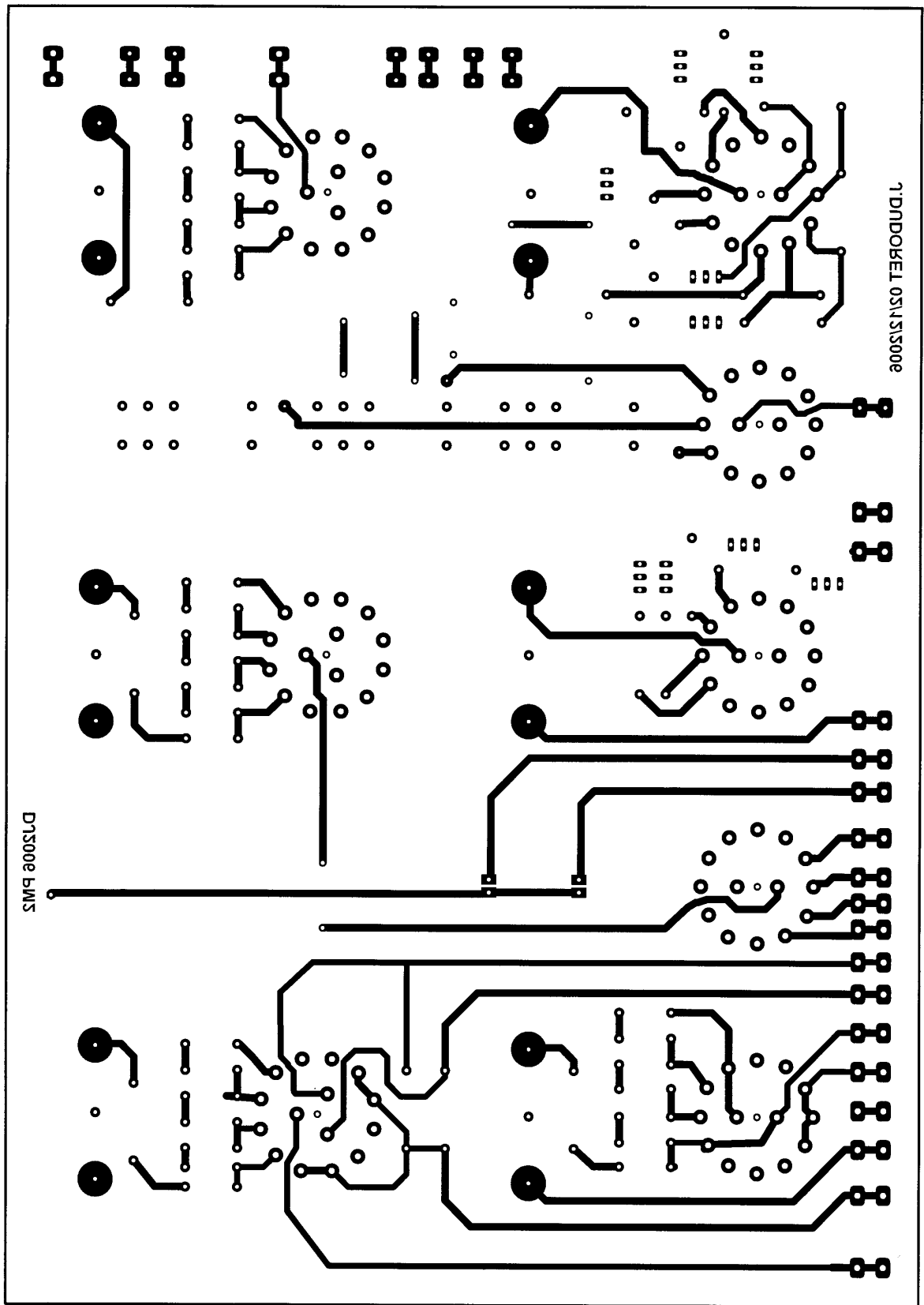


Fig. 45B : PCB pour 6 galvanomètres PM2 (179 x 252 mm) face B.

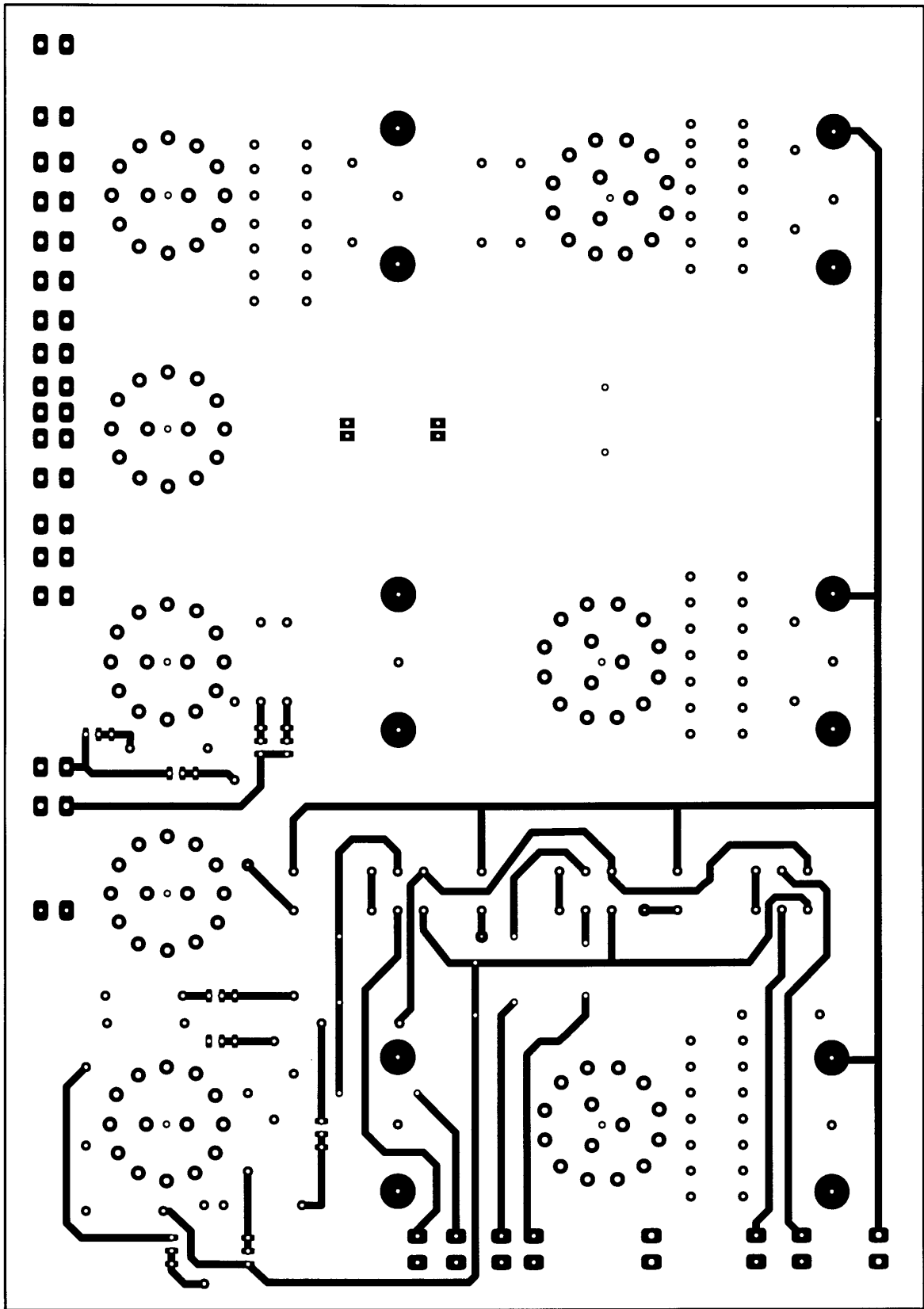


Fig.45C : PCB côté commutateurs.

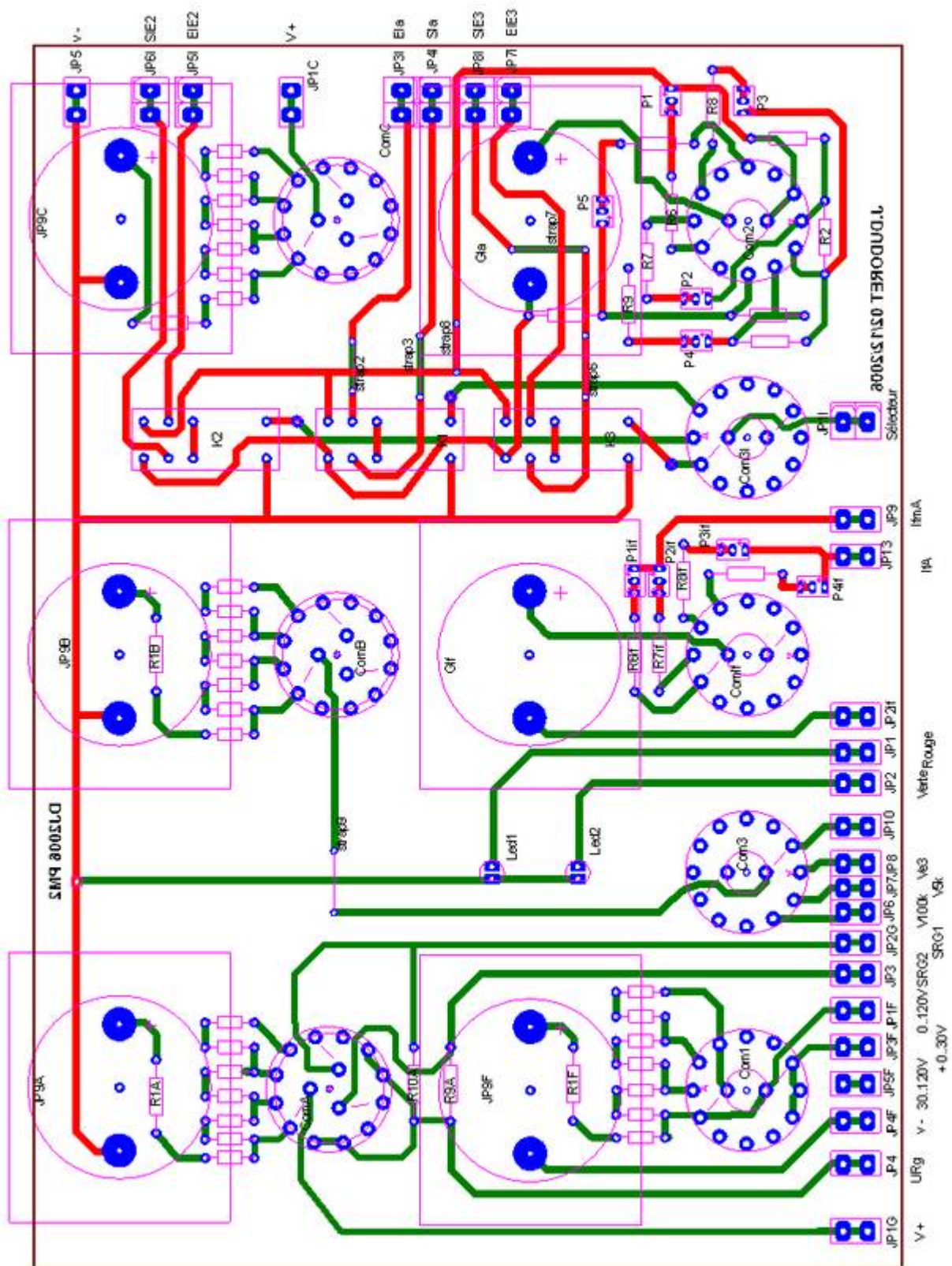
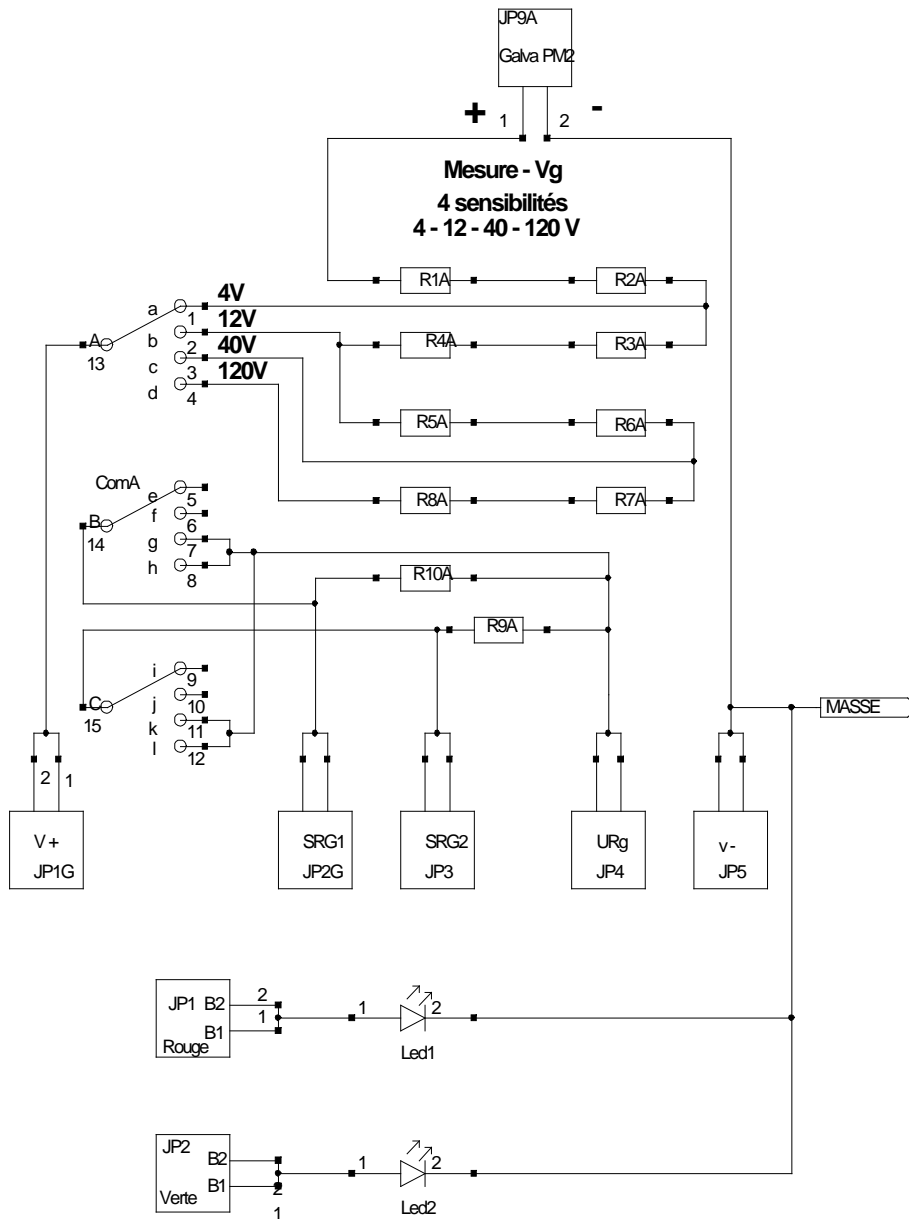


Fig. 45D : Platine équipée des commutateurs et résistances côté commutateurs..

Voici donc tous les schémas adaptés sur un même circuit imprimé :



R9A, R10A insérées en position 4-12V

Fig. 45E: Mesure des tensions de polarisation.

Les gammes de mesures des deux tensions sont identiques, donc du même ordre de grandeur. L'insertion d'une résistance chutrice pour les gammes 4 V et 12 V se fait automatiquement. L'indice A des résistances R1 à R10 s'applique aux valeurs préconisées par les tableaux fig. 38.

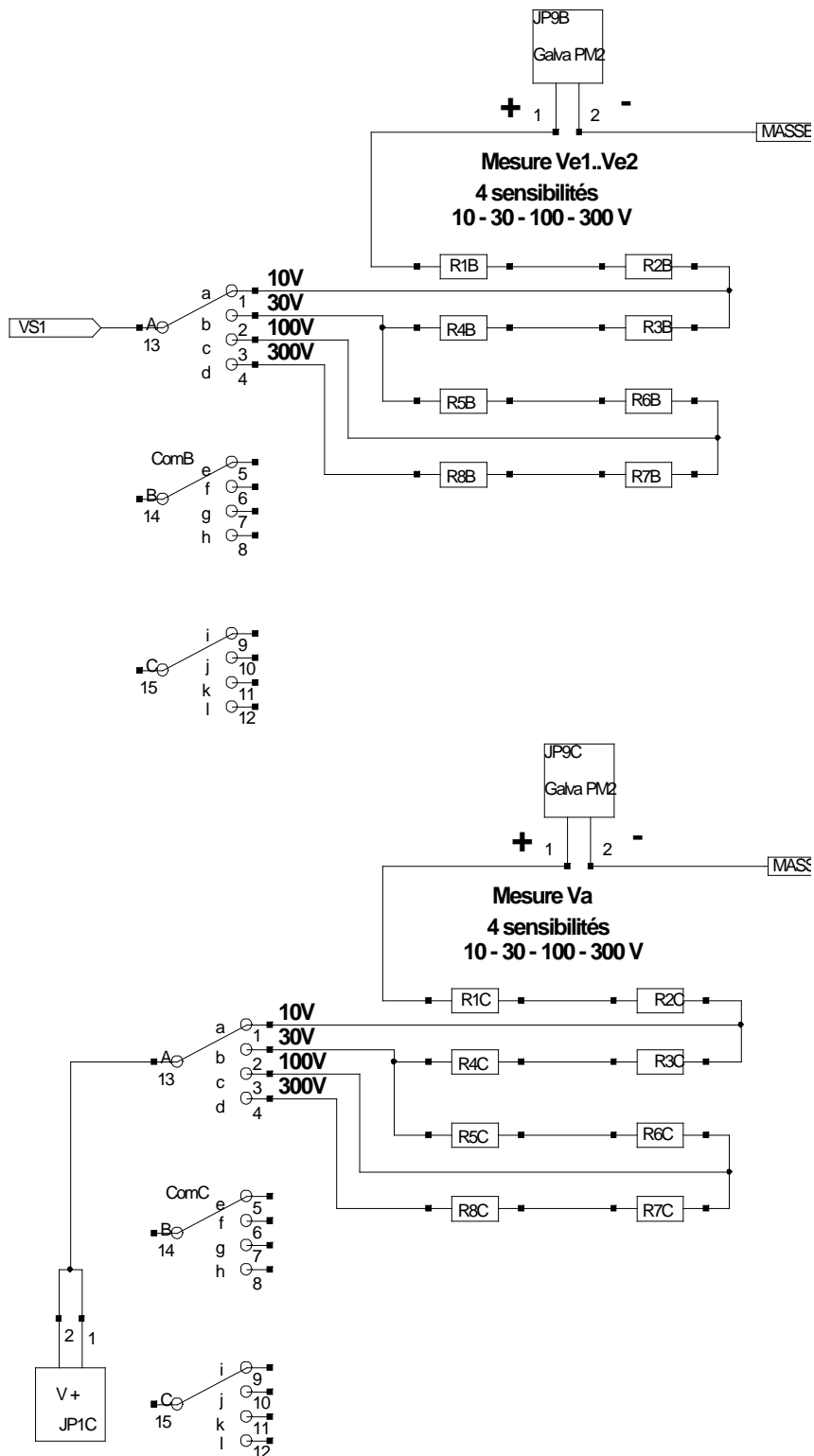


Fig. 45F : Deux sections identiques pour les voltmètres Va et Ve2..V5k.

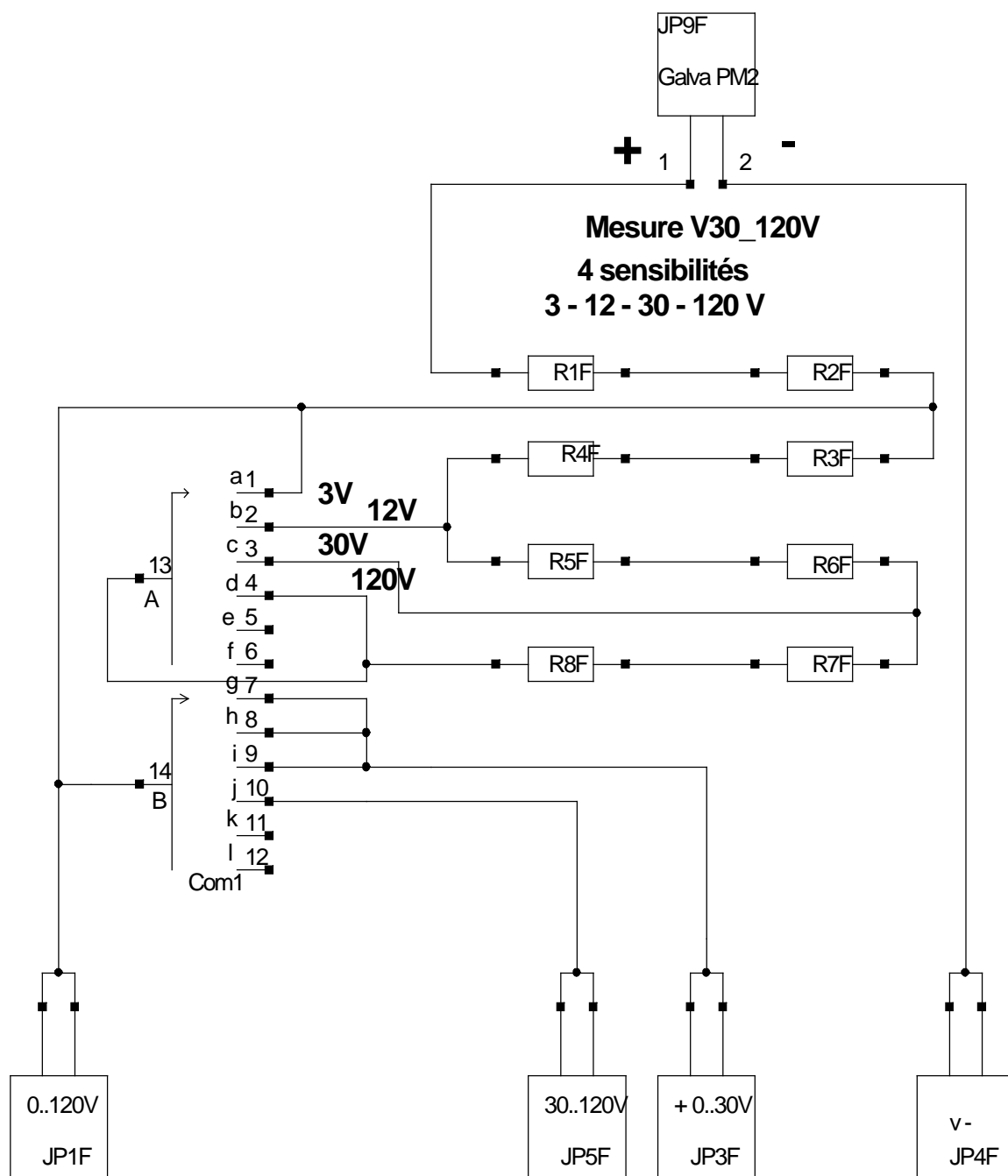


Fig. 45G : Mesure et sélections des sources de tension ici limité à 2A.

Pour des intensités filament supérieure à 2..3A, il est conseillé d'utiliser deux cordons d'alimentation entre les deux bornes de la source BT 30V et les douilles correspondantes aux broches du filament du tube à tester.

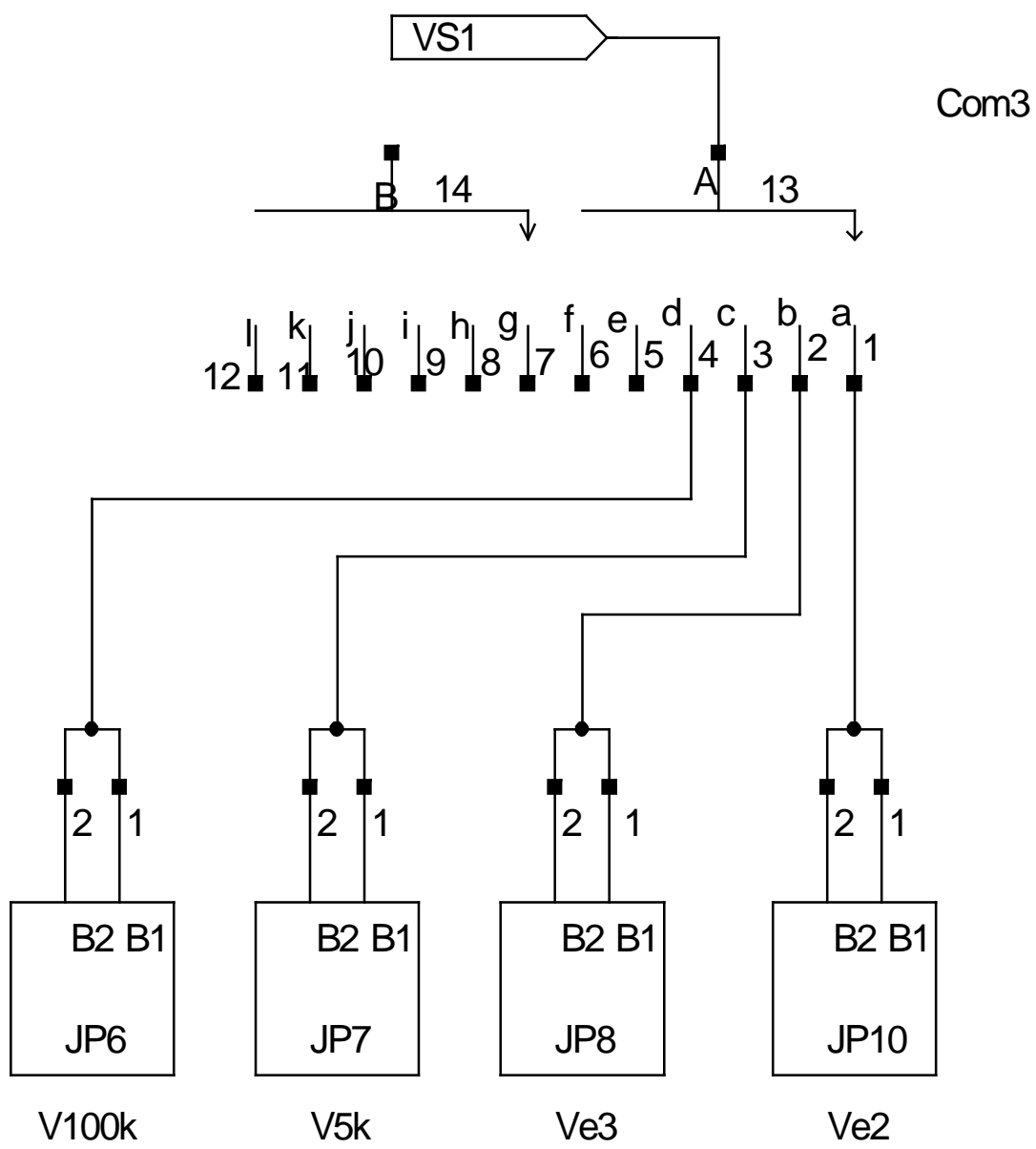


Fig . 45H : Connexions du commutateur de sélection de 4 sources de tensions.

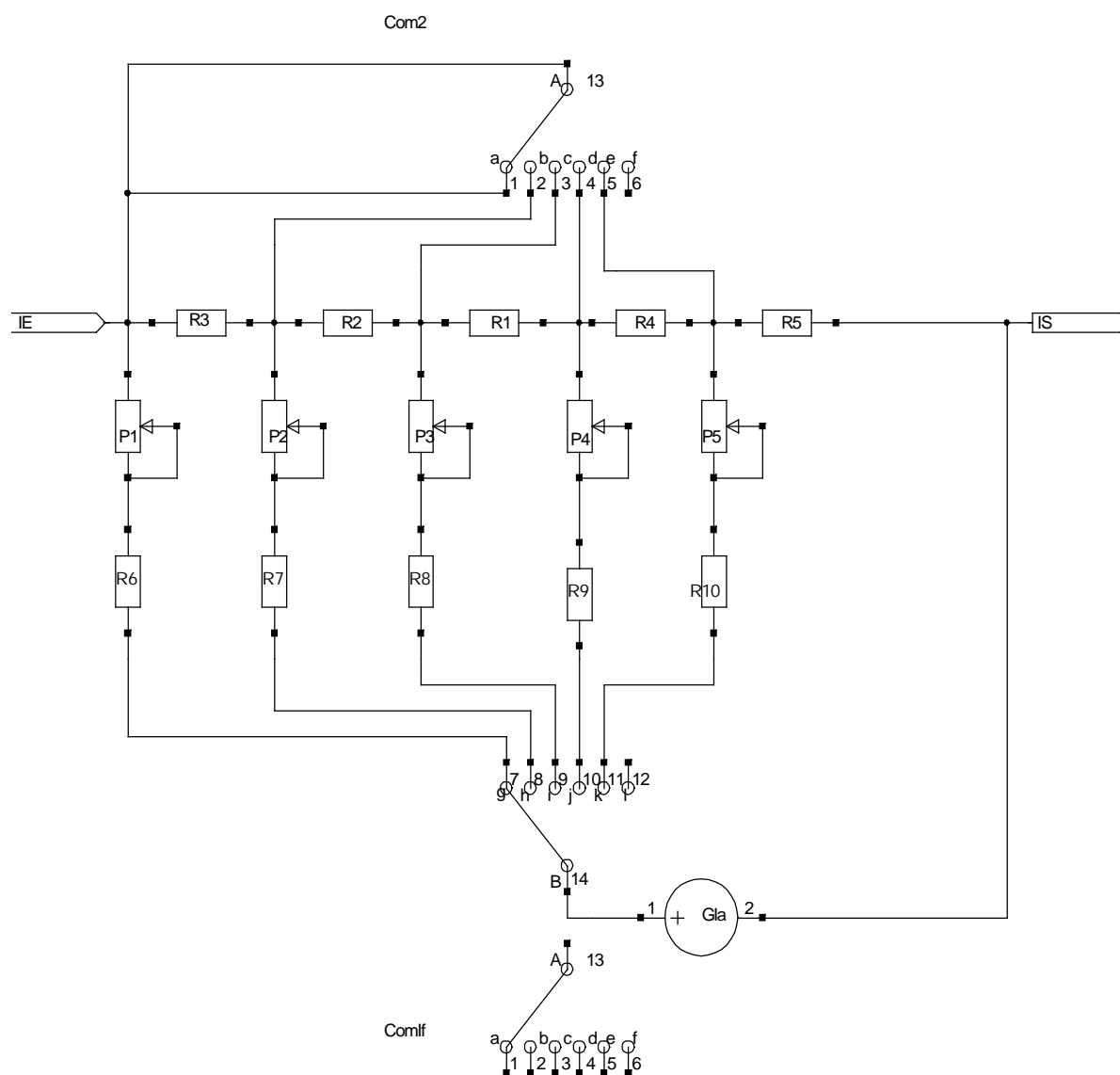


Fig. 45I : Câblage du commutateur d'intensités 3 à 300 mA en 5 gammes de sensibilité.

NOMENCLATURE DES COMPOSANTS	R4 : 0,47 O R5 : 0,47 O	R9 : 470 O R10 : 270 O
R1 : 2,2 O	R6, R7 : 270 O	P1 ..P5 : 100 O
R2 : 3,3 O	R8 : 470 O	Com1f : Commutateur 2C x 6P CI
R3 : 15 O	R10 : 270 O	Galvanomètre 200μA

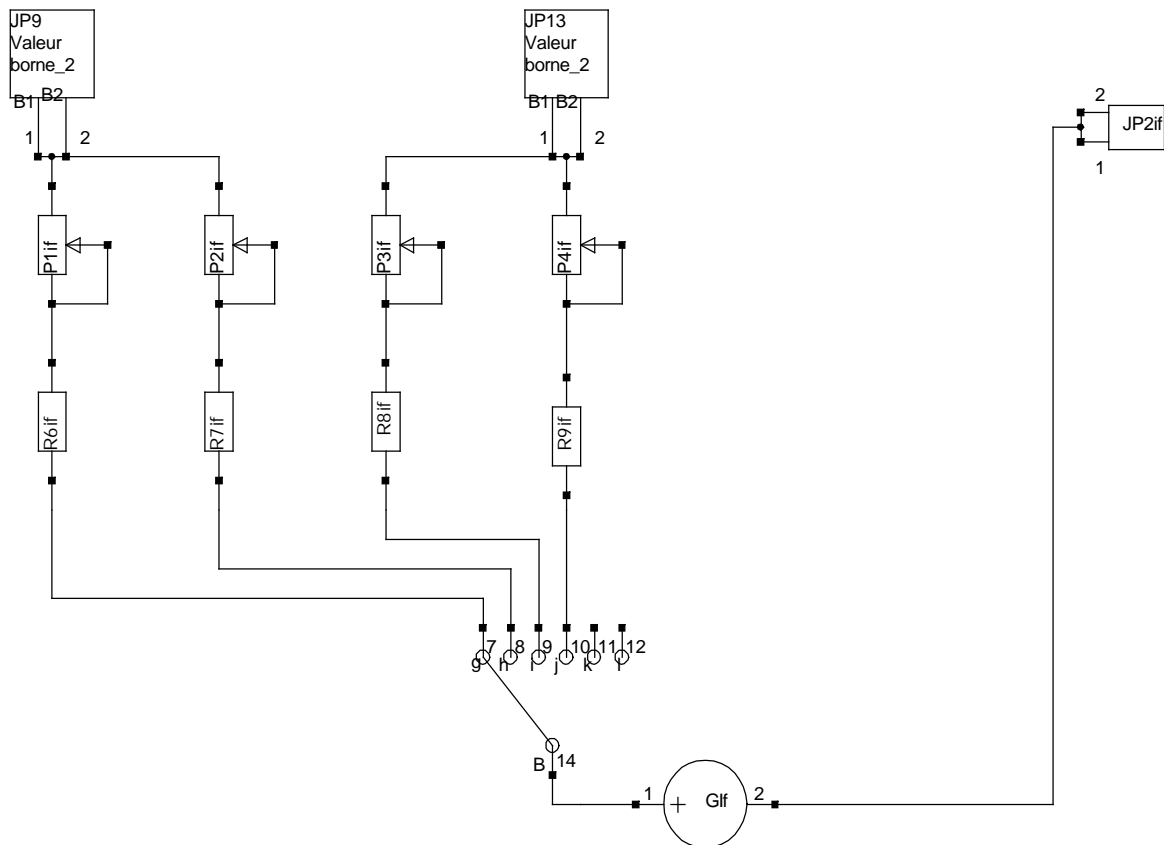


Fig.45J : Mesure de l'intensité filament en 4 gammes 0,3..10A.

Ici, où l'intensité à mesurer peut être importante, la résistance shunt reste à demeure sur le circuit source 30V. L'intensité qui sera délivrée par la source de tension 90V sera de toute façon identique à la précédente puisqu'elles sont mise en série..

On retrouve donc sur la platine source les points de prélèvement :

Voltmètre : les bornes [Gv+] pour le + et [E-] pour le -V galvanomètre.

Intensité : la borne [Gi+] pour le + galvanomètre, la borne [Gi-a] pour le - galvanomètre.

NOMENCLATURE DES COMPOSANTS	Galvanomètre 100 μA	Calibre	Résist. totale	V shunt 0,22 O	Galvanomètre 200 μA	Résist. totale
R6if : 470 O	P1if : 470 O	0,3 A	660 O	0,066V	R6if : 220 O	330 O
R7if : 1,8 kO	P2if : 1 kO	1 A	2,2 kO	0,22 V	R7if : 820 O	1,1 kO
R8if : 5,6 kO	P3if : 2,2 kO	3 A	6,6 kO	0,66 V	R8if : 2,7 kO	3,3 kO
R9if : 18 kO	P4if : 4,7 kO	10 A	22 kO	2,2 V	R9if : 8,2 kO	11 kO

Tableau des résistances à insérer avec le galvanomètre aux bornes du shunt de mesure intensité.

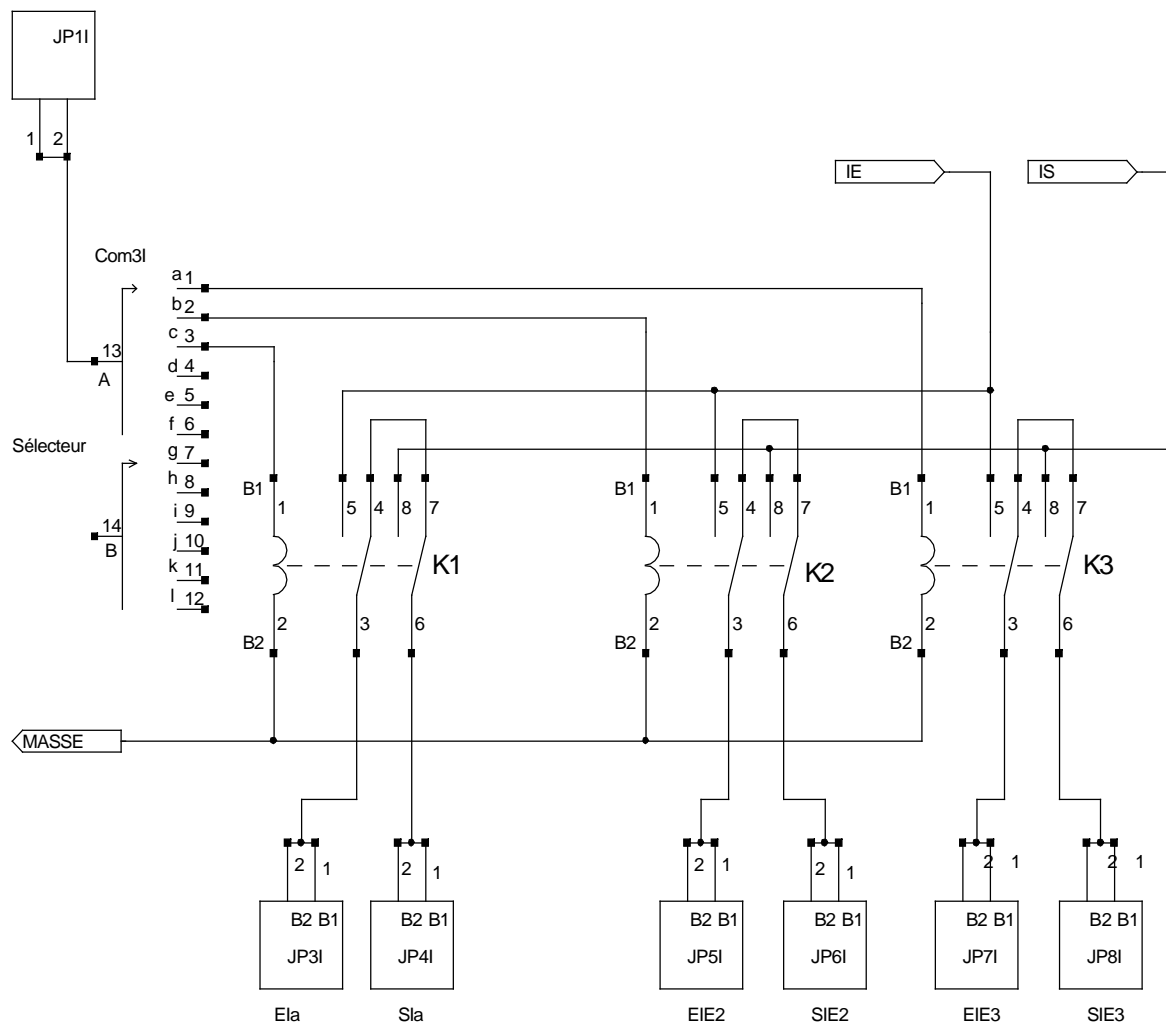


Fig. 45K : Mesure des 3 intensités anodique ou écran.

LES INTERCONNEXIONS :

Les interconnexions vont être facilitées par l'emploi de cosses languettes femelles à sertir qui s'enfichent dans les cosses mâles à double pin soudées sur chaque module tout en s'appuyant sur la publication des plans détaillés.



La pince à sertir.

Pour s'en servir, c'est très simple. Il suffit de présenter et d'introduire la cosse « renversée » côté gauche de la pince, dans la première alvéole uniquement. Le fil préalablement dénudé sur une longueur de 3 mm s'emboîte de l'autre côté. Cette partie dénudée est sertie par les languettes centrales. Les languettes externes s'incrute sur l'isolant.

Fig. 46 : Pince à sertir.

FACADE PRINCIPALE COTE INTERIEUR :

Déposer cette partie sur une table de travail en intercalant une protection qui doit protéger les appareils de mesures ou bien fixer 4 entretoises d'une hauteur suffisante dans 4 trous situés sur les champs gauches et droits à proximité de chaque angle.

Le câblage va commencer, en ayant toujours en mémoire le synoptique de fonctionnement de l'appareil. Câbler entièrement l'intérieur de la façade avant d'effectuer une quelconque interconnexion façade/châssis.

Platine alimentation filament :

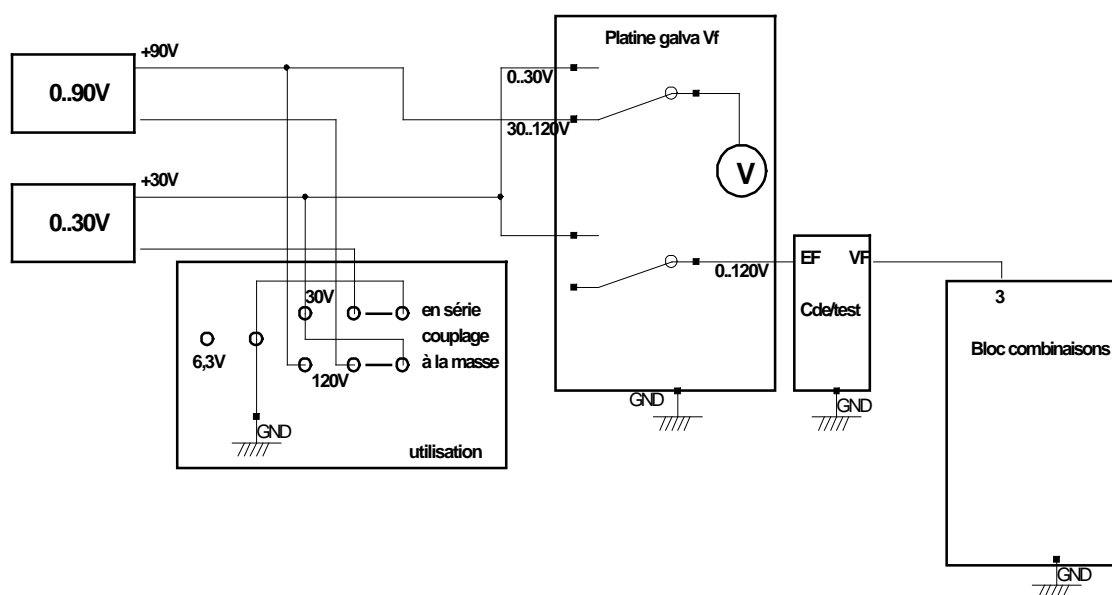


Fig.47 : Schéma de principe de câblage du circuit filament, sources, mesure, test, bloc combinaisons.

Deux cavaliers servent au couplage des alimentations BT et HT. En position inférieur, ce cavalier met en série le 30V et le 90 V. Le second, placé immédiatement au dessus, met à la masse le point 0V de la BT. On peut donc utiliser en cas de besoin, séparément ces deux sources de tension à courant continu.

De l'utilisation vers la source , relier en fil 0,93 mm² les points suivants :

- Douille Vf « 30V » → Source 30V
- Douille Vf « 30V » → Platine Galva Vf « 0..30V »
- 2 douilles couplage référence 0V du 90V → source 0V du 90V.
- Douille Vf « 120V », douille couplage série, → source 90V.
- Douille Vf « 120V », douille couplage série, → entrée 30..120V platine galva Vf
- Sortie 0..120V platine galva Vf → entrée EF platine cde/test
- Sortie platine « Vf » platine Cde/test → entrée 3 du bloc de combinaisons.
- Douilles masse filament inférieure → douille couplage masse filament → masse platine Vf 30V
- Douille masse filament → transfo source 6,3V (une borne)
- Douille 6,3V → transfo source 6,3V (seconde borne).

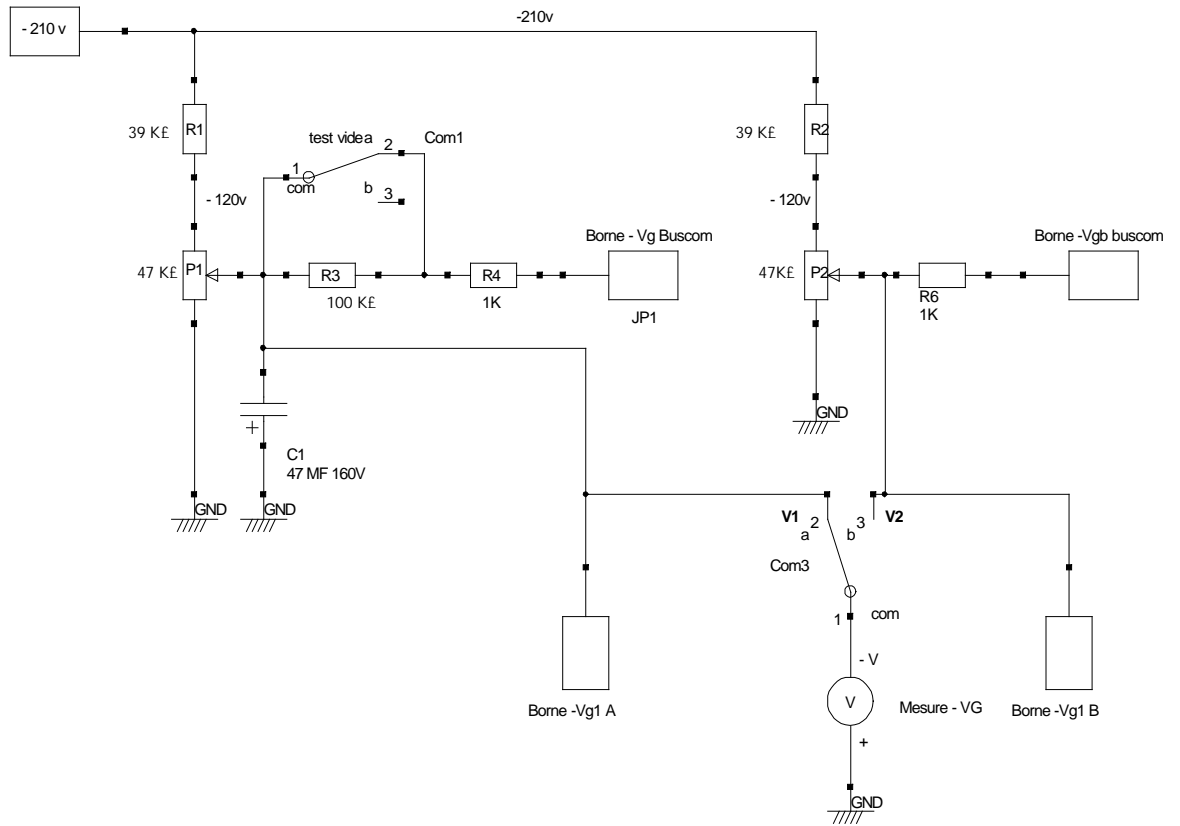
Transformateur BT-HT, Platine, Pont redresseur 20A, 4 transistors 2N3055 :

- Relier la borne [report sect] platine alim. HT sur une des entrées secteur du transformateur BT ;
- Relier l'autre borne [report sect.] sur l'autre borne secteur de ce transformateur ;
- Relier le secondaire 36V 5A aux bornes alternative du pont redresseur 20A placé sur le fond de l'appareil à côté du transformateur.
- Relier le secondaire 70 V aux bornes de même référence sur la platine régulation 30/90V.
- Relier le fil de connexion collecteur du premier dissipateur sur la platine à la borne VE+.
- Relier le fil de base du même dissipateur à la borne [bases] de cette platine.
- Relier le fil de chaque émetteur sur deux bornes [émetteur].
- Répéter ces trois opérations pour le second dissipateur.

Circuit de masse général :

Dans un premier temps, vous allez réaliser la connexion générale de masse. Vous allez préalablement préparer une ligne joignant toutes les bornes de « masse » situées au bas de la face avant de l'appareil. Les cosses de diamètre intérieur 6,2 mm facilitent la câblage Toutes les masses annexes converge vers la douille de masse supérieure. Sur cette douille, déposez en éventail 4 cosses de 6.2 mm. Ramener toutes les masses (- voltmètre Va, Ve2..., Vf et le + de -Vg) et masse circuit commande/test.

2 circuits de Polarisation :



double polarisation dj 2006

jj.dudoret@wanadoo.fr

Date
09/07/2006

Nature de la modification

Fig. 48 : Schéma de principe du raccordement des circuits de polarisation.

Formule par potentiomètre :

En se servant du schéma de la fig 49, réaliser les connexions suivantes :

- Mettre à la masse le pied des deux potentiomètres -Vg1A et -VG1B ;
- Relier la borne VG de la platine REG à la borne URG de l'interface galvanomètre « -Vg » ;
- Relier le point chaud du potentiomètre [-Vg1A] à la borne [SRG1] de l'interface en cours.
- Relier le point chaud du second potentiomètre [-VG1B] à la borne [SRG2]
- Relier le curseur du second potentiomètre [VG1B] à la douille placée en façade inférieure repérée VGB, puis inverseur de mesure V1/V2 côté supérieur, et aussi la borne 4B (VG2) du bloc de combinaison ;
- Relier le curseur du premier potentiomètre [-VG1A] par un fil blindé (dont la tresse de masse sera raccordé au potentiel de la masse que d'un seul côté) à la

borne [VG] de la platine CDE/TEST d'une part, et aussi avec un autre fil, rejoindre la borne VDA en façade et le point bas de l'inverseur de mesure Vf.

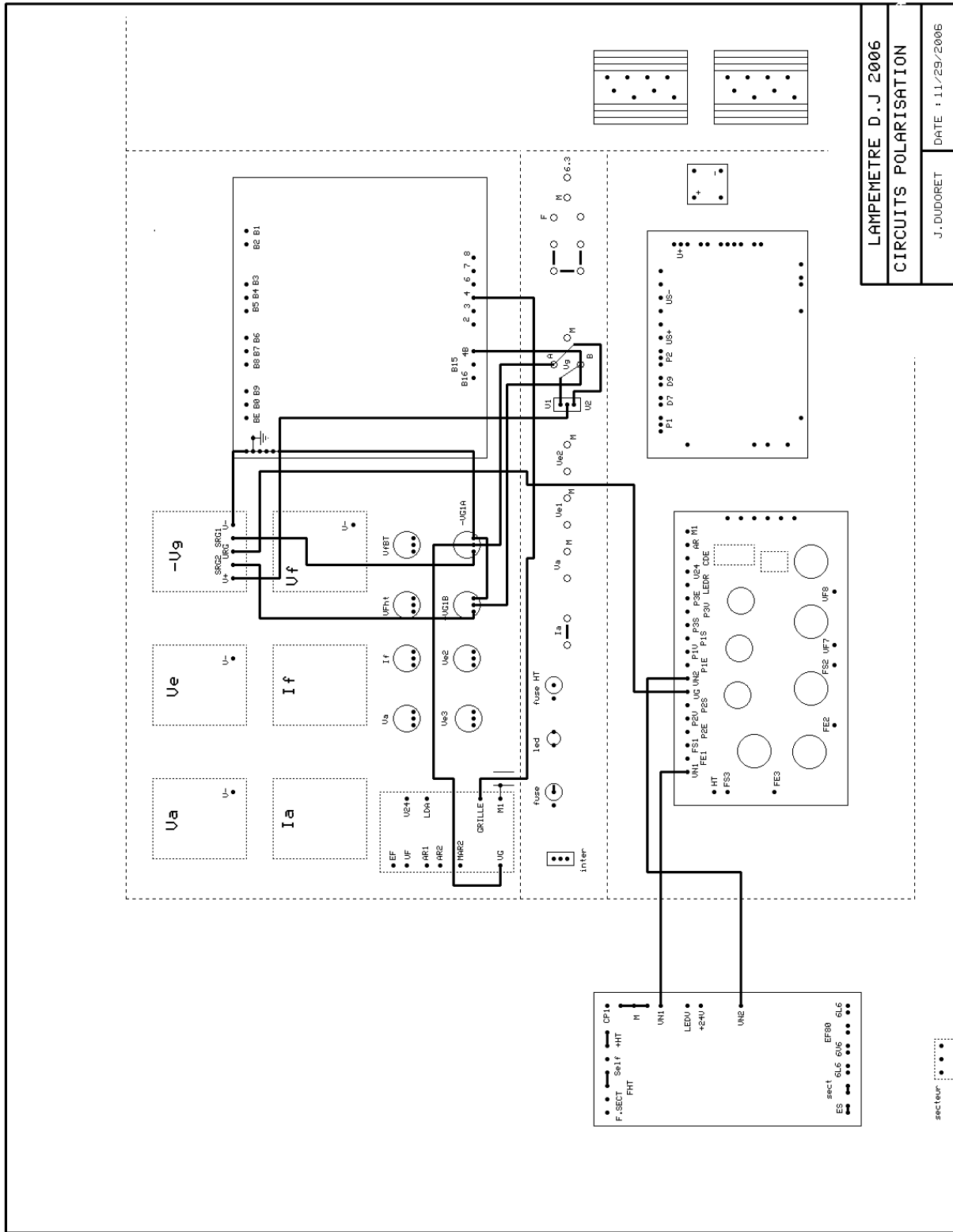


Fig.49 : Schéma pratique des circuits de polarisations.

Vous avez opter pour une contre plaque réaliser à partir d'une plaque de verre époxy. Chaque potentiomètre est raccordé sur cette platine. Il suffit de relier chacun depuis le groupe de cosses associées à chacun.

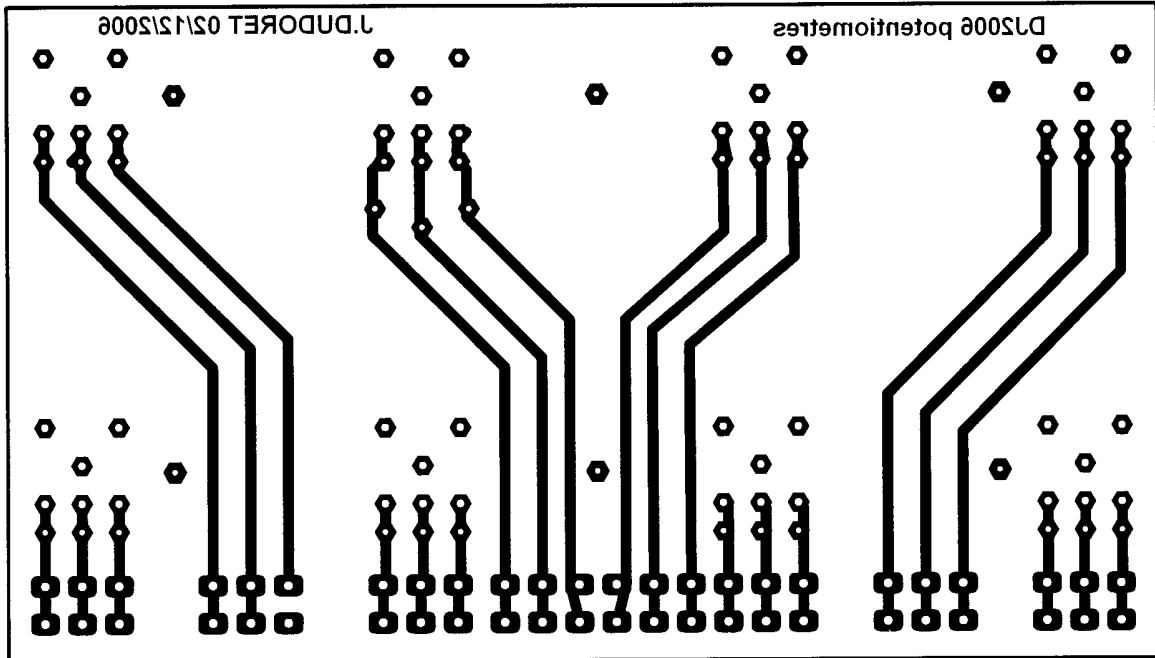


Fig. 49B : PCB pour 8 potentiomètres.

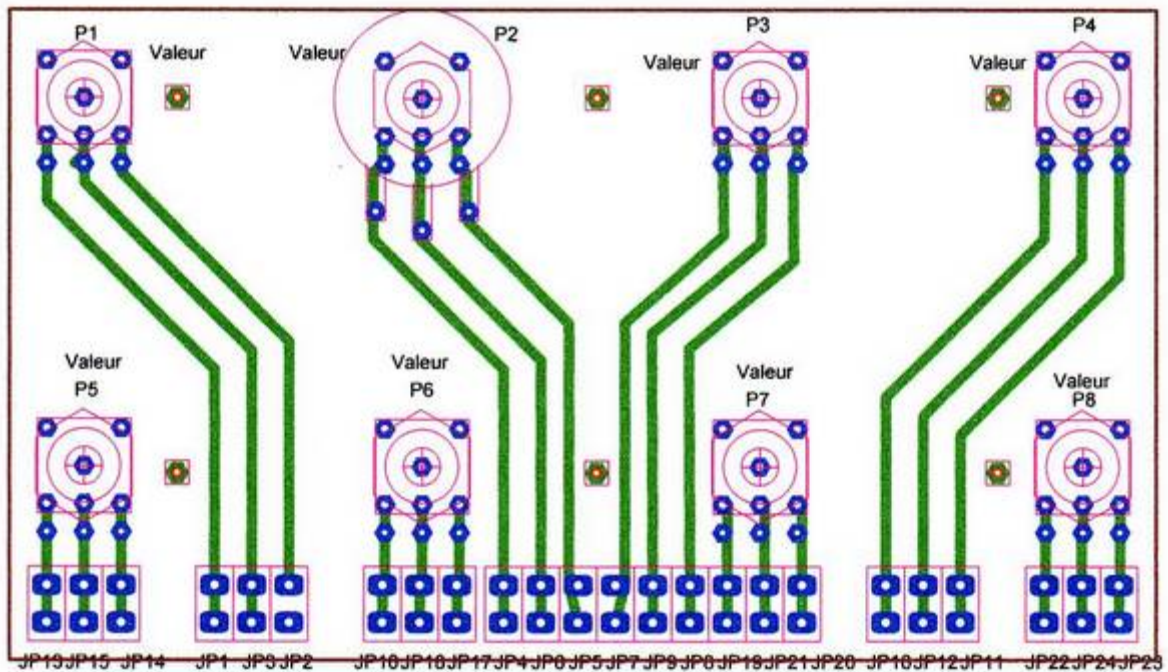

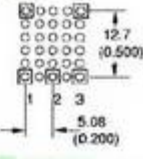

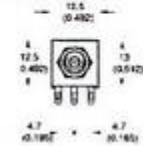


Fig.49C : Equipement platine potentiomètre coté composants (type P11Q)

- Alimenter le bloc de combinaison à l'aide d'un fil blindé (borne 4) depuis la borne [grille] de la platine CDE/TEST
- Egalement, relier la borne [4B] du bloc de combinaison à la douille VGB.

<p>POTENTIOMETRE MONOTOUR P11Q</p>  <p>■ Spécifications techniques Potentiomètre à piste cermet 1 W à 70° C. Course mécanique : 300° ± 5. Course électrique : 270° ± 10. Précision : 20%.</p> <p>VISHAY</p> <p>Axe Ø 4 mm / Longueur 22 mm W : Sorties pour CI axiales</p> 	<p>Les pastilles sont placées pour ce type de potentiomètre. Il suffit d'emboîter celui-ci et de souder les bornes actives et de maintien</p>
 <p>■ Spécifications techniques Potentiomètre à piste cermet 1 W à 70° C. Course mécanique : 300° ± 5. Course électrique : 270° ± 10. Précision : 20%.</p> <p>VISHAY</p> <p>Axe Ø 6 mm / Longueur 22 mm Y : Cosses à souder radiales</p> 	<p>Pour ce type de potentiomètre, on agrandi le trou central à 10 mm puis on interpose une rondelle isolante en nylon avant de placer le potentiomètre que l'on fixera à l'aide de son écrou (clef de 12 mm)</p>

La platine sera fixée sur la façade à l'aide 6 entretoises de 10 mm, vis TF de 3 mm.

Les trois potentiomètres de réglages HT Va, Ve2 et Ve3.

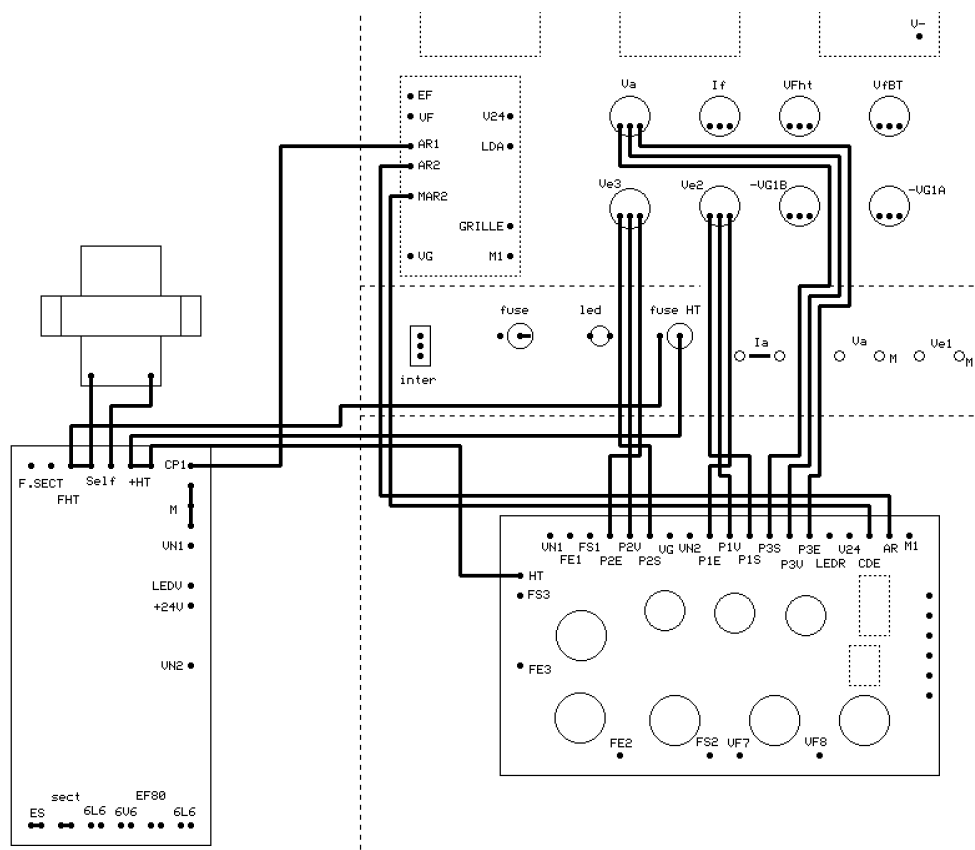


Fig. 50 : Raccordement des 3 potentiomètres Va, Ve1 et Ve2 et du circuit commande mesure.

Réaliser les connexions de chaque potentiomètre à l'aide de 3 fils de couleurs différentes : le vert pour les curseurs, le bleu à gauche, le jaune à droite.

- Couper 3 fils de longueur suffisante entre le potentiomètre « Va » (façade) pour aller aux bornes P3E, P3V, P3S de la platine régulation en laissant 3 cm de plus ;
- Souder respectivement côté potentiomètre ;
- Aligner les fils qui descendent rejoindre le toron horizontal placé juste au dessus des douilles de mesures ;
- Les immobiliser sur ce toron jusqu'au niveau du raccordement ;
- Couper le premier à la bonne longueur vis à vis du point de raccordement (en principe le fil bleu) puis placer cette extrémité sur la borne P3S.
- Faire de même respectivement pour les deux autres bornes : le vert sur P3V et le jaune sur P3S
- Similairement, connecter P(Ve2) aux bornes P1E, P1V, P1S.
- Connecter P(Ve3) aux bornes P2E, P2V et P2S.

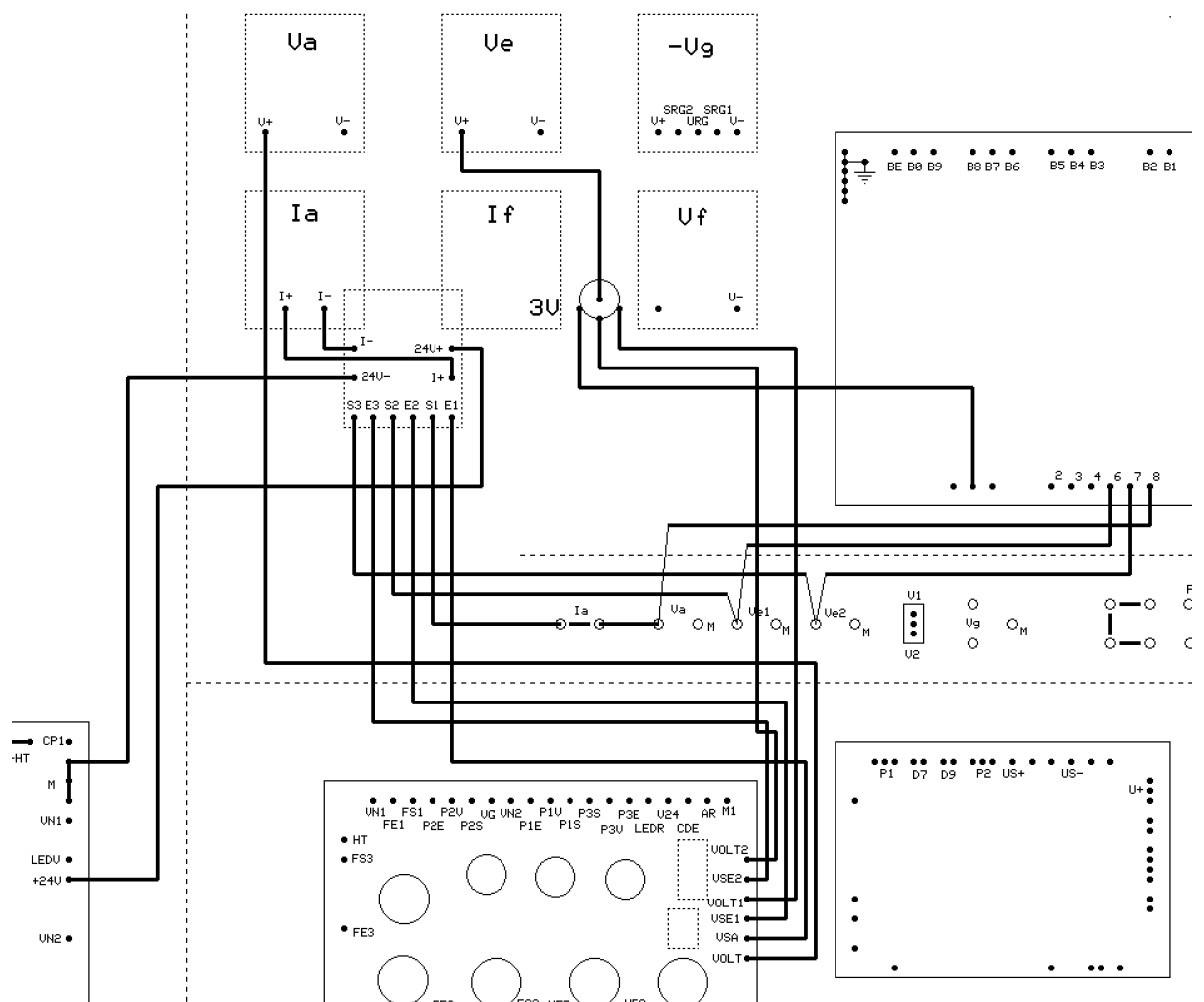


Fig. 50B : Connexions des 3 sources HT.

Il faut pouvoir mesurer les courants émanant des trois sources HT. Ces trois sources vont transiter par un circuit de prélèvement réalisé à l'aide de 3 relais inverseurs bipolaires montés sur un mini circuit imprimé que l'on nommera IR3 (interface 3 relais) et supporté par le commutateur de sélection de voie. A cet effet, réaliser les connexions suivantes à l'aide du schéma fig. 50B:

- Relier la borne E1 de [IR3] à borne VSA de la platine REG ;
- Relier la borne E2 de [IR3] à borne VSE1 de la platine REG ;
- Relier la borne E3 de [IR3] à borne VSE2 de la platine REG ;
- Relier la borne S1 de [IR3] à la douille Ia (+).
- Relier la douille Ia (-) à la douille placée immédiatement à côté (Va+).
- Relier la borne S2 de [IR3] à la douille [VE1+], puis à la borne [6] du bloc de combinaison ;
- Relier la borne S3 de [IR3] à la douille [VE2+], puis à la borne [7] du bloc de combinaison.
- Relier la borne [24V+] à la source +24V de la platine alimentation.
- Relier la borne [24V-] de [IR3] à la masse (ligne horizontale au niveau du toron).

Il faut réaliser le circuit (+ 24V), (switch marche), (bobines relais), (switch arrêt) (coupure surintensité) (masse).

- Le + 24V doit être déjà sur la platine commande/test ;
- Mettre un fil blanc depuis la borne MAR2 pour aller à la borne CDE de la platine REG ;
- Mettre un fil bleu depuis la borne AR2 platine CDE/TEST à la borne AR de la platine REG ;
- Mettre un fil jaune depuis la borne AR1 platine CDE/TEST à la borne CP1 de la platine ALIM HT.

Circuit principal de grille de commande :

- On évalue la longueur du fil pour alimenter l'interface $-V_g$, laquelle possède une résistance que l'on insère dans la boucle dans la gamme 0..-10V. L'autre extrémité rejoint la borne V_g de la platine [Ve1, Ve2, Va]. On soude au niveau interface.

- On réalise la connexion du potentiomètre 47K 1W coté « chaud ». Coté froid du potentiomètre, c'est la connexion de masse.

Le curseur rejoint :

- La borne ;
- Le voltmètre ;
- La borne V_g de l'interface commandes/test ;
- La borne grille de cet interface rejoint la borne 4 du bloc de combinaison.

Second circuit grille de commande :

Ce potentiomètre est alimenté depuis la platine galva « $-V_g$ ». Le curseur de ce potentiomètre rejoint la borne 4b du bloc de combinaisons.

PREMIER CONTROLE :

Préparation :

Avant d'effectuer les connexions d'alimentation, il est recommandé de tester isolément la platine redressement HT. A cet effet, on met un strap sur la double borne «I1», un strap fusible (0,5A) sur la double borne «FUS1 » et une résistance de 47 ohms sur « SELF1 ». On raccorde un cordon secteur sur les borne 1 et 2 de « PR1 ». On prépare un voltmètre sur la position 1000V DC que l'on branche à l'aide de deux grip-fils, le cordon rouge (+) sur la cathode D2, le cordon noir (-) sur l'anode de D1 .

On prépare un circuit de décharge des condensateurs. Ceci se fera à travers une résistance de faible valeur (1000 ohms – 2 W) par exemple que l'on mettra en parallèle sur un voltmètre de contrôle (§ fig 43). On met un côté à la masse en respectant les polarités. A l'aide de la pointe de touche, on viendra respectivement toucher les points chauds à décharger.

Les supports de lampes :

A l'aide de fil rigide de 0,6 mm de diamètre, câbler en parallèle tous les supports de lampes. Respecter la numérotation des broches suivant la planche située page suivante surtout pour les culots de lampes européens.

Une remarque particulière sur le support britannique « B7 » : la broche 1 est celle située au sommet de la figure. Le support E6 reçoit les culots 4, 5, 6 broches d'où une numérotation croissante à mesure qu'une broche a été rajoutée. Egalement, le support EU6/7 reçoit des culots 6 et 7 broches : ici, le câblage se fait directement sur 7 broches. Le recueil de combinaison est codé selon ce même principe. Les supports de type transcontinental existent suivant petit modèle (PM) ou grand modèle (GM). Il existe deux modèles de support octal (MO et O), 3 modèles de supports américains 7 broches (visible dans l'introduction du recueil de combinaison).

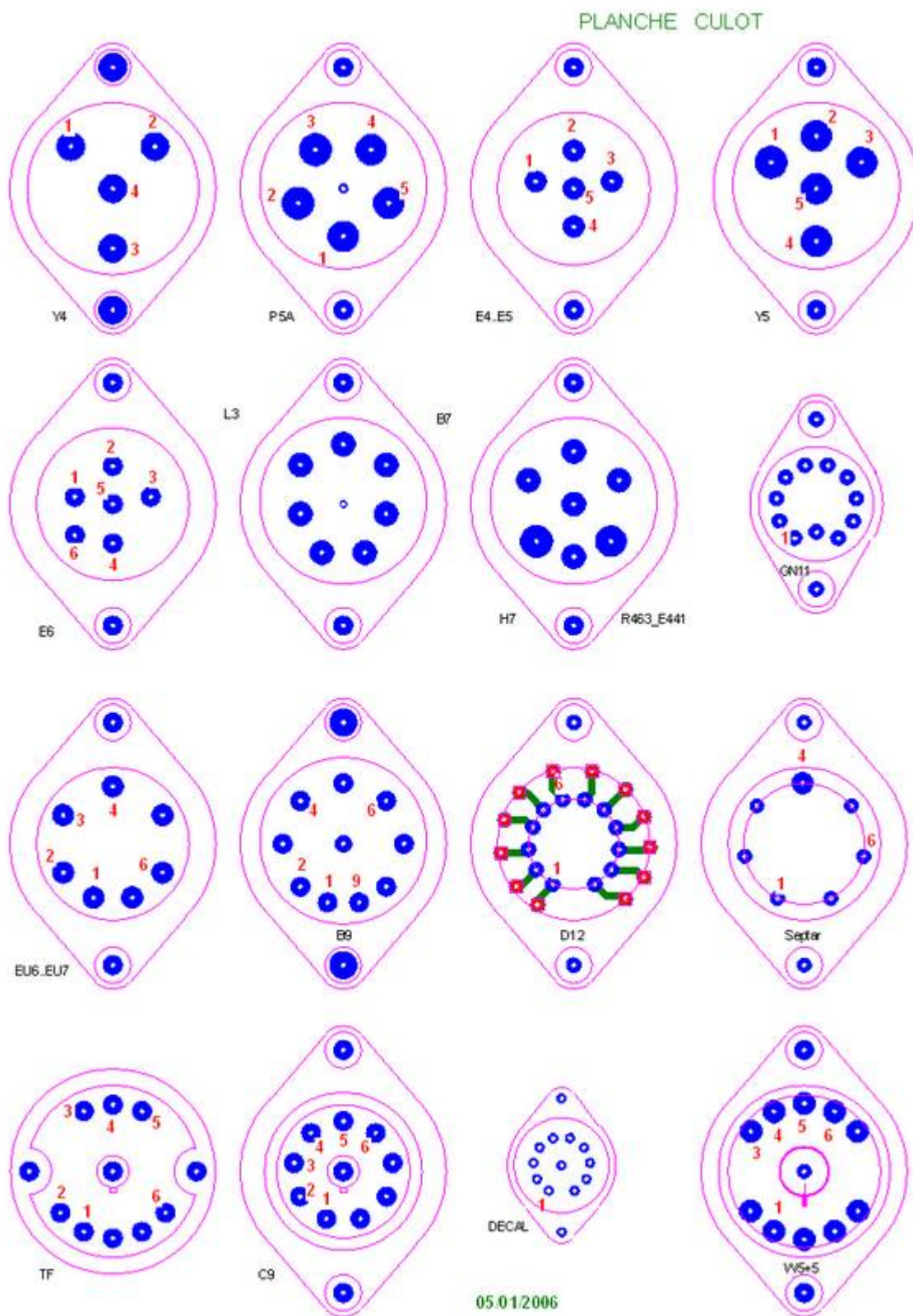
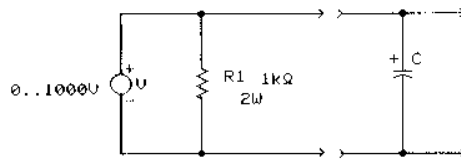


Fig. 44 : culots des quelques tubes.



CIRCUIT DE DECHARGE D'UN CONDENSATEUR

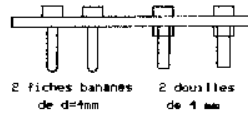
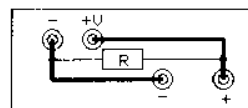


fig.45 : montage pratique d'un circuit de décharge de condensateur.

On peut imaginer un montage pratique adapté à son matériel que l'on peut réaliser sur une plaque isolante. L'exemple ci-dessus correspond au multimètre « METEX M-3650 » entre la borne « COM » et la borne « V/ohm ».

Mesures :

Etant prêt, on branche le cordon secteur en ayant l'œil sur le multimètre. Si « Ok », c'est que tout va bien. On doit avoir une tension de l'ordre de 430 V.

On déplace le fil rouge pour vérifier la tension sur le bornier « SELF » (même tension puisque le circuit utilisation est ouvert).

On débranche le fil secteur. Puis on déplace les fils du multimètre pour mesurer la tension négative – 210 V. Le cordon (+) à la masse (R6) coté borne [D7], le cordon (-) sur le point commun R3/R4. On rebranche le fil secteur et on mesure (-300V).

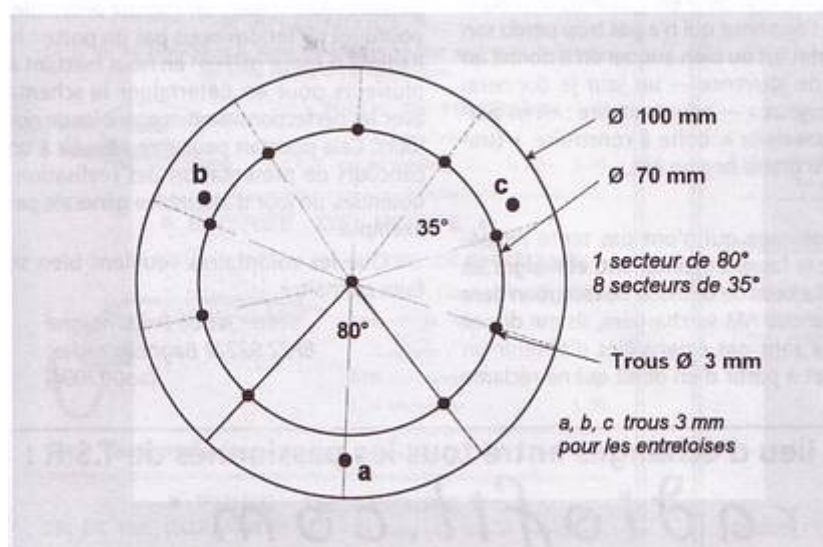
On mesure les points « VN1 » -210V et « VN2 » -105 V.

Il reste à vérifier le 24 V sur la borne VA.

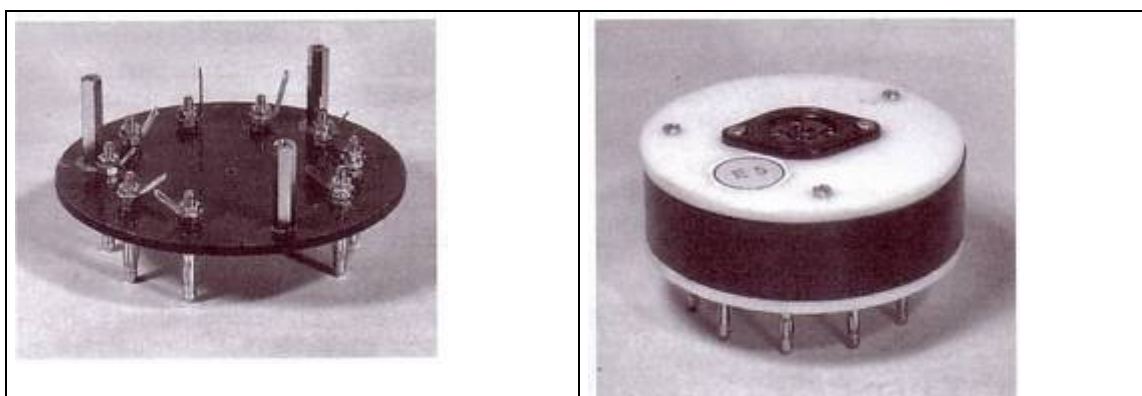
Si tout est bon, on peut placer cette platine et on va terminer les raccordements.

LES ACCESSOIRES :

Lorsque la platine support de lampes est de dimensions insuffisantes pour recevoir des supports de lampes complémentaires, on les installe sur des « camemberts » style METRIX U61 ou LX 109. Cette construction est aisée en découpant des disques PVC de diamètre 100 mm qui sert de socle où sont implantées 9 broches, éventuellement une 10^{ème} au centre le cas échéant.



Il est conseillé de fabriquer un gabarit sur une tôle d'aluminium. L'entourage est découpé dans une chute de tuyau PVC de 100 mm. Pour ceux qui ne possèdent pas de tour, se servir d'un anneau de fixation de ce tube en PVC comme guide latéral pendant la découpe à la scie à métaux.



Les trous de fixation seront percés à 3,5 mm. On trouve sans difficulté dans le commerce des fiches bananes avec une extrémité fileté à 3 mm. Après mise en place de la tige fileté, il faut déjà placer une rondelle « grover ». C'est une rondelle fabriquée en forme d'une spire de ressort ouverte. On approche un écrou en le serrant à la main sans aller au blocage complet. Cette disposition permet d'obtenir un jeu vertical et latéral pour faciliter

un emboîtement sur l'analyseur. On place ensuite une cosse languette, une rondelle « éventail » puis un second écrou que l'on bloquera en maintenant avec une clé plate et fine le précédent. La photo ci-dessus parle d'elle-même. Dans l'exemple ci-dessus, il n'y a qu'un seul support mais rien n'empêche d'en mettre 3 disposé à 120° chacun.

NOMENCLATURES PIECES DE PRESENTATION et DISTRIBUTEURS :

Coffret :

- 1 tôle aluminium anodisé 1m x 1m épaisseur 1,5mm avec film de protection.
- 2 cornières alu , profil de 15mm x 15mm e = 1,5 mm, longueur 2m.
- 50 vis 3x10 TF et écrous + rondelle « éventail ».
- 32 vis parker 3,9 x 10 mm TC.
- 1 embase châssis mâle secteur 2 + T à souder.
- 4 pieds en caoutchouc standard butée d = 25 mm, h = 15 mm.

Supports tubes châssis à souder: (Fréquence tubes – Paris)

- | | |
|---------------------------------|---|
| 1 Miniature 7 broches. | 1 US 4 broches |
| 1 Noval. | 1 US 5 broches |
| 1 Rimlok | 1 US 6 broches |
| 1 Octal | 1 US 7 broches PM et GM |
| 1 Loctal (8 br + clef centrale) | 1 Transcontinental Petit modèle (PM = 5br)) |
| 1 Noctal (9 br + clef centrale) | 1 Transcontinental (GM) = 8 br (ECH3..) |
| 1 Décal (EFL200..) | 1 Magnoval (9 br EL504..) |
| 1 européen E6 (reçoit E4 et E5) | 1 Eu7 (reçoit aussi EU6) |
| 1 TF 8 br Téléfunken | 1 TF10 = 10 br Téléfunken |
| 1 Duodécal (12 br Compactron) | etc.. |

Supports tubes pour circuit imprimé :

- 5 Octal
- 3 Noval

(Nota : les supports de lampe pour circuit imprimé et utilisés dans le montage proviennent de chez Fréquence Tubes –indispensable pour respecter les empreintes concernées)

Galvanomètres :

6 galvanomètres PM2 Monacor ou HOPE SUN ou équivalent magnéto-électrique:

- 2 x PM2 10 mA
- 2 x PM2 30 V
- 2 x PM2 10 V
- ou 6 x PM2 100 μ A

Transformateurs :

- Transformateur d'alimentation spécial MAGNETIC.SA.
- Self spéciale MAGNETIC .SA
- Transformateur de chauffage spécial MAGNETIC.SA

Ces produits se trouvent chez les revendeurs de cette marque (Fréquence tubes...)

Circuits imprimés :

- 1 circuit imprimé redressement + transformateur.
- 1 circuit imprimé alimentation 30/90V.
- 1 circuit imprimé bloc de combinaison.
- 1 circuit imprimé interface 6 galvanomètres.
- *1 circuit imprimé interface V_g .*
- *2 circuits imprimés interface voltmètre ($V_a + V_e$).*
- *1 circuit imprimé interface voltmètre V_f .*
- *1 circuit imprimé interface I_a .*
- 1 circuit imprimé interface commandes/tests.
- 1 circuit imprimé interface 8 potentiomètres.

A réaliser soi même ou à acquérir auprès de l'auteur.

Divers : (code donné correspond Société l'Impulsion)

- | | |
|---|-------------------|
| - 1 Interrupteur unipolaire 250V 3A | code 519T |
| - 4 inverseurs unipolaire instable pour CI | code MS 500 D PCB |
| - 14 commutateurs rotatif CI 1x12. | code CI 112 |
| - 3 commutateurs rotatifs CI 3C x 4P | code CI 304 |
| - 5 commutateurs rotatifs CI 2C x 6P | code CI 206 |
| - 22 boutons haut papillons par vis axe 6 mm. | code 110 55 69 |
| - 8 boutons haut point pour potentiomètre | code 10 15 69 |
| - 3 potentiomètres monotour P11 100k | code P11VZ 100 K |
| - 1 potentiomètre monotour PE30 10k 3W | code PE30 10K AM |
| - 3 potentiomètres monotour P11 47k | code P11VZ 47 k |
| - 1 potentiomètre monotour P11 1 k | code P11VZ 1k |
| - 2 porte-fusible P20 pour panneau. | code PTF 30 |
| - Vis M3 3x10 TF (100) | code M3 10 10 |
| - Vis M3 3x10 TC (100) | code M3 10 200 |
| - Ecrous M3 (100) | code M3 00 |

- Rondelles éventail d=3 mm.(100) code M3 20
- cosses languettes d=6.2 mm (100) code 5B
- 10 entretoises hex.taraudée/fileté h=20 code SIL 3050 20
- 20 entretoises hex.taraudée fileté h=10 code SIL 3050 10
- 52 douilles isolées 4 mm noire (shunts + camemberts)
- 10 douilles isolées 4 mm blanches (3 shunts frontaux + sorties pin top)
- 5 douilles isolées 4 mm bleues (masse frontale)
- 5 douilles isolées 4 mm jaunes (3 + 2 Vf)
- 2 douilles isolées 4 mm vertes (- Vg)
- 3 douilles isolées 4 mm rouges (Va, Ve2 et Ve3)
- 4 pieds caoutchouc d=21 h=12 code 254.022
- 5 relais 24 VDC série 55 code 5532 9024
- 1 relais 6VDC série 55 code 5532 9006

Pour les 14 shunts et pontage douilles Vf.. et Ia :

- 20 cavaliers broches 4 mm, entraxe 26 mm code COE140N

Pour réaliser des camemberts et ponter les cavaliers.

- 10 fiches de panneau mâle 4 mm
- 200 cosses languette diamètre 3 mm.

Se trouvent chez (Electronique-Diffusion).

OU TROUVER LES COMPOSANTS :

Chez « Fréquence Tubes » -PARIS déjà en publicité dans la revue LED, maintenant Electronique Pratique pour tous les supports de lampes, ainsi que les tubes employés et les deux transformateurs. + la self. On peut trouver les tubes aussi à d'autres adresses. Les supports de tubes circuits imprimés OCTAL et NOVAL sont d'origine Fréquence Tubes.

Les boutons papillons possédants deux ailettes dont une avec repère se trouvent chez L'IMPULSION 14202 HEROUVILLE SAINT-CLAIR. On trouve chez ce distributeur toutes les résistances à couche ou bobinées, ainsi que les inverseurs MS500 fugitifs T (Travail = fermeture) et R (Repos = ouverture) , verre époxy, etc., les commutateurs (prix dégressif par quantité 1, 10, 25, 100) (www.limpulsion.com; e-mail : limpulsion@wanadoo.fr)

On trouve chez [Electronique –Diffusion](http://www.electronique-diffusion.fr) les condensateurs électrochimiques HT de 450V et 350V service ou chez les vendeurs de pièces détachées TV. Attention, la sortie est radiale. Le pôle positif a la queue la plus longue. Ne pas prendre les « condos » à cosses courtes qui ne correspondrait pas à l'empreinte du circuit imprimé. **Chez ce fournisseur, on trouve aussi les cavaliers entraxe 26 mm diamètre broche 4 mm**, pouvant être équipé de shunt 0 ohm ou résistance ou self éventuellement. (<http://www.electronique-diffusion.fr>) .

Pour toutes difficultés d'approvisionnement ou de réalisation, me contacter soit parE-mail (jj.dudoret@wanadoo.fr) ou par téléphone au 05 61 97 35 57.

J.Dudoret.

Additif :

Démontage et modification du galvanomètre de mesure de la tension filament :

A l'aide d'un tournevis plat, déclipser le couvercle transparent. Faire attention de ne pas déformer le support de graduation.

Démonter à l'aide d'un petit tournevis cruxiforme le cadran. Attention à ne pas toucher à l'aiguille.

Modifier l'inscription en collant une autre gravure à double ou quadruple échelle de lecture.

Remonter le tout dans l'ordre inverse des opérations que vous venez d'effectuer.