Réalisation d'un lampemètre : le LDD01

par Daniel Werbrouck

Tout est parti d'un constat simple et sans doute répandu chez nombre de radiofilistes. Au cours des décennies passées, j'ai amassé un stock de tubes dont je m'aperçois aujourd'hui qu'une seconde vie ne suffirait pas à en utiliser le quart… Que faire ? Après un premier tri visuel destiné à éliminer les lampes aux références effacées et/ou méconnaissables, comment qualifier l'état du « trésor » en sommeil ?

L'objectif est fixé : faire plaisir aux amis, vendre quelques modèles rares, donner au club les références identiques en nombre et éliminer les tubes aux performances hors « gabarit ». Bref, de quoi faire de la place dans l'atelier et satisfaire quelques demandes de ceux qui cherchent assidûment à restaurer TSF et amplificateurs. Mais pour éviter de proposer des cadeaux empoisonnés, il paraît indispensable de contrôler l'état de chaque lampe.

Si nous avons tous rêvé un jour de posséder un lampemètre Metrix 310B, U61C (ou D) voire le super LX109, autant par nostalgie que pour la performance, en 2020, il faut tout de même relativiser le fantasme… Au moins trois raisons m'ont fait redescendre sur terre. Primo, l'envergure de la bête Metrix n'est pas vraiment en phase avec la notion de faire de la place dans mon labo ! Secundo, la rareté, donc le prix, de ce type d'engin le situe dans une sphère décalée par rapport à l'usage : entre 300 et 800 € suivant les modèles et l'état. Tertio, l'exploitation d'un lampemètre reste finalement assez rare et il serait bien plus intéressant de disposer d'un modèle facilement transportable, pour en faire profiter les copains sans mobiliser une équipe de déménageurs…

It all started with a simple observation that is probably common to a few " radiofilistes ". Over the last few decades, I have amassed a stock of valves which I now realise a second lifetime would not be enough to use even a quarter of them... What can I do ?? After a preliminary visual screening, to weed out the valves with missing and/or illegible markings, how do I determine the state of the remaining « treasure » ?

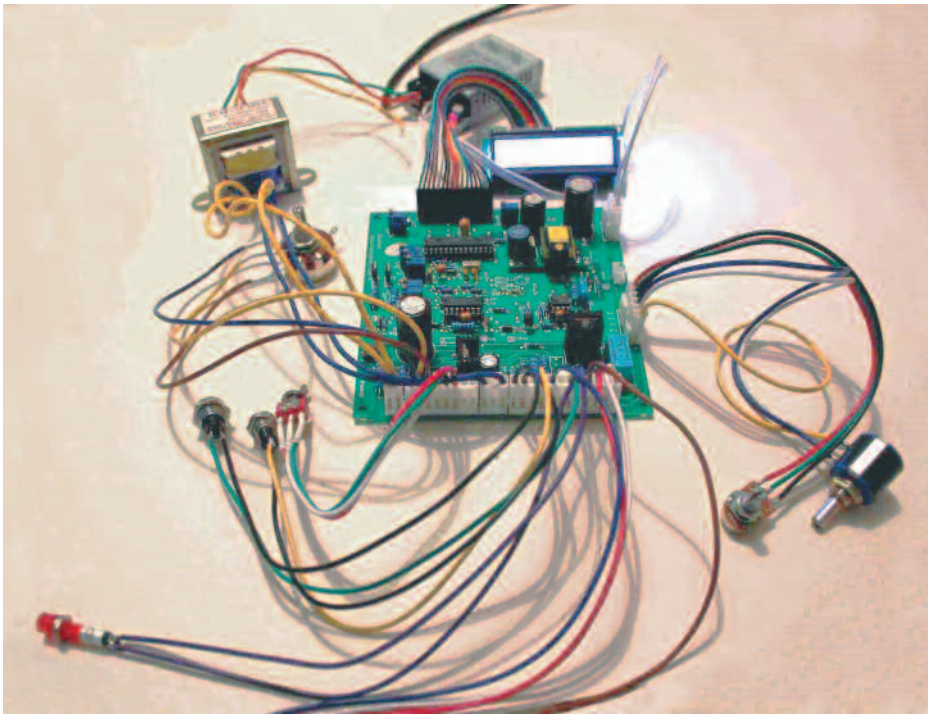
The goal is set: to please friends, sell a few rare types, donate the more common ones to the club and eliminate those which don't measure up to spec. In short, do enough to make room in the workshop and fulfil some of the requests from those desperate to restore their Vintage wireless sets and amplifiers. But to avoid offering questionable gifts, it would seem to be essential to check the condition of each valve.

If we've all dreamed of one day owning a Metrix 310B, U61C (or D) or even the super LX109 valve tester, as much out of nostalgia as performance, in 2020, we must still put the fantasy into perspective... At least three reasons brought me back down to earth. First: the size of the Metrix beast does not correspond with the notion of making more space in my workshop. Second: the rarity, and therefore price, of this type of gear makes it non cost-effective – between 300 and 800 Euro depending on model and condition. Third: you don't use a valve tester often and it would be much more practical to have something easily transportable so that friends could have the benefit of it without involving a removal company...

Et si j'en construisais un ? Ce serait bien le diable si, à l'ère du digital, un ingénieur n'avait pas déjà pensé à réaliser un module moderne capable de tester les lampes suivant un mode dynamique, plus proche du fonctionnement ordinaire d'un tube électronique, et suivant un protocole plus rapide et un peu automatisé. Une recherche sur internet m'aiguilla rapidement vers un kit de fabrication française, étudié et commercialisé par un professionnel, connu de Radiofil : Alain Ducrocq, au travers de sa société Radioélec.

Après avoir étudié la documentation et dialogué avec le concepteur, l'affaire fut entendue. C'est cette piste que j'allais suivre.

Le module commandé et reçu est prêt à fonctionner, avec ses principaux éléments de commande et de visualisation. Il est proposé en option les accessoires de câblage et les supports des principaux standards de tubes. Bref, si l'on veut, il suffit de le mettre sous tension et ça marche de suite. Mais, par nature, j'aime apporter une valeur ajoutée à mes outils lorsque c'est possible. Alors, puisque la partie électronique est disponible, je vais m'attacher à concevoir un lampemètre pratique disposant de toutes les commandes et signalisations complémentaires me permettant de contrôler mes tubes rapidement et précisément, tout en concentrant tous les composants dans un petit volume, pour un transport aisé et sécurisé.



Le kit lampemètre tel qu'il est livré par Radioélec.

Ainsi naquit le projet LDD01 ! dont j'ai plaisir à vous présenter ici le principe de la réalisation.

Afin de ne pas mobiliser un trop grand nombre de pages du magazine avec un sujet qui n'intéresse pas forcément tous les radiofilistes, nous n'allons aborder que les grandes lignes de la réalisation. Mais un dossier complet a été constitué, regroupant tous les plans cotés de la structure mécanique, les schémas électroniques et de nombreuses illustrations photographiques qui devraient permettre à un amateur non électronicien mais un peu bricoleur de réaliser ce lampemètre, sans difficulté majeure. Ce dossier est à disposition (au format de fichier PDF) sur simple demande auprès de la rédaction de Radiofil : redaction@radiofil.org.

Les solutions électroniques et mécaniques employées pour compléter le module de base ont été conçues autour des composants et pièces disponibles dans mes fonds de tiroirs ; chacun pourra optimiser en fonction de ses besoins, disponibilités et envies.

Principe de fonctionnement du module Radioélec

Le principe digital adopté est séduisant car il ne nécessite pas de transformateur haute tension de puissance, lourd, encombrant et coûteux. Le test du tube est effectué en mode impulsionnel, ce qui permet de concentrer toute l'énergie nécessaire pendant un laps de temps très court. C'est un microprocesseur (un PIC cadencé à 12 MHz) qui gère tout : acquisitions, gestion des défauts et de l'afficheur, organisation des séquences ; les mesures s'effectuent suivant un cadencement de 0,5 seconde avec une durée d'acquisition extrêmement courte : 800 µs. Ce mode de fonctionnement permet de prélever peu d'énergie sur les alimentions haute tension (anode et écran) tout en autorisant des mesures jusqu'à des tensions et débits d'anode élevés (450 V / 340 mA), ce qui représente un avantage conséquent sur les lampemètres « passifs » dont le courant d'anode disponible dépasse rarement les 100 mA. Ce mode empêche toute sur-dissipation et autorise même des tests hors périmètre des spécifications du tube, sans risque pour ce dernier.

L'alimentation du circuit d'anode est conçue autour d'un convertisseur auto-oscillant (type Royer) contrôlé par un circuit d'asservissement. Un condensateur d'assez forte valeur (47 µF) sert de réservoir et délivre la tension pendant les 800 µS du test. Ce condensateur se décharge lentement, aussi, lorsque la tension d'anode doit être abaissée via le potentiomètre V Anode, un bouton poussoir (Décharge) place une résistance en parallèle sur la sortie de l'alimentation, ce qui accélère le processus.

L'alimentation de l'écran (G2), de plus faible débit, est organisée autour d'un circuit conventionnel : transformateur, redressement, filtrage et stabilisation par un groupe de diodes Zener. Un transistor Mosfet de puissance commandé par le potentiomètre de réglage (V Grille 2) délivre la tension de sortie sous faible impédance.

Ces deux alimentations (anode et écran) sont protégées par des circuits de limitation de courant, tout comme les circuits périphériques bénéficiant également de ces protections.

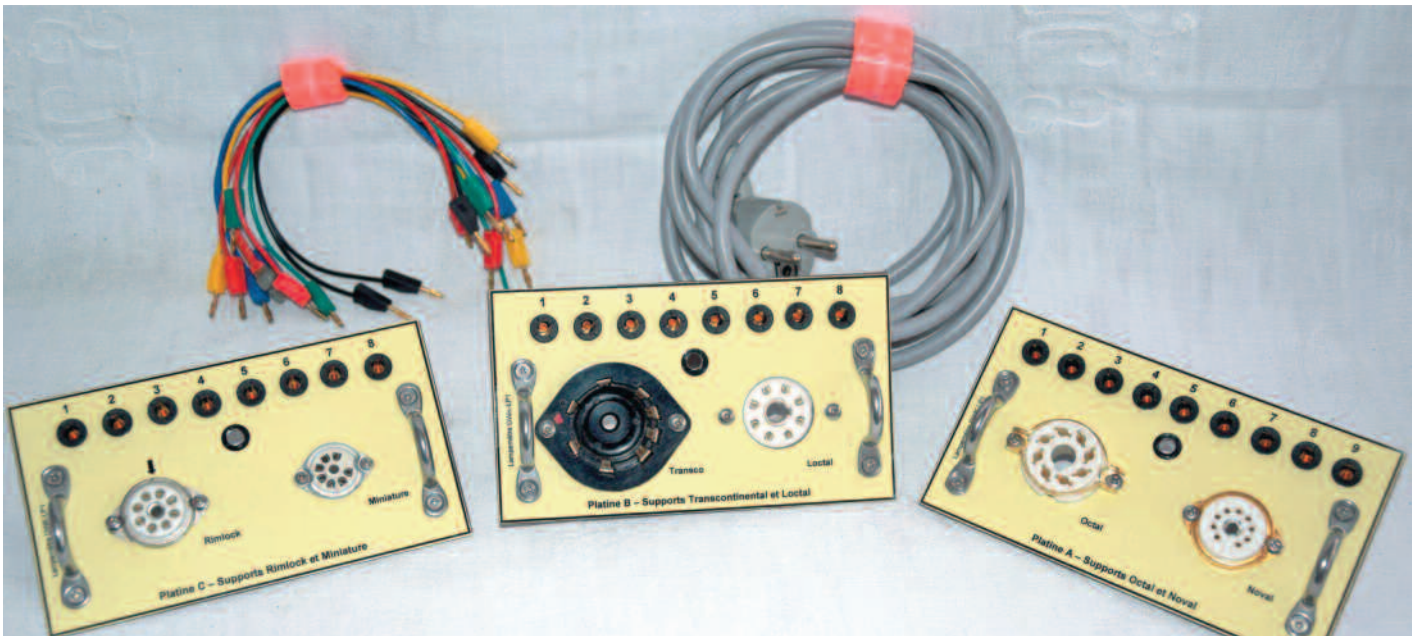
L'alimentation de la grille de commande G1 est conçue sur le même principe que celle de l'écran, mais sans bufférisation, compte tenu du débit très faible. Le réglage fin de la tension est obtenu au travers d'un potentiomètre multi-tours (V Grille 1).

Un testeur de court-circuit de la plaque vers les autres électrodes internes au tube est réalisé et signalé par un voyant néon (Surcharge). Ce dernier s'allume fixement dans le cas d'un fort courant traversant le tube sinon il clignote ou reste éteint.

L'organisation et la gestion des différentes alimentations des électrodes rendent possible le test de la quasi-totalité des tubes radio, audio, œil magique, régulateur, diodes et valves.

L'alimentation du circuit des filaments est flottante, ce qui autorise la mesure des lampes à chauffage direct. Disposant des composants nécessaires, j'ai souhaité réaliser cette section (et puis, il fallait bien mettre un peu les mains dans le cambouis…), mais celui qui le souhaite peut se procurer auprès du vendeur un bloc d'alimentation de chauffage prêt à l'emploi (25 € si acheté en même temps que le kit).

La faible puissance électrique nécessaire au fonctionnement de ce lampemètre permet d'envisager son utilisation sur une batterie 12 V (courant : environ 2,2 A) via un petit convertisseur externe 12 VDC / 220 VAC, au travers de la prise allume-cigares d'une voiture, par exemple ; cette option (coût environ 25 €) peut s'avérer bien utile lorsqu'on chine des tubes dans les bourses TSF !



Réalisation du lampemètre

On l'a compris, le module principal du lampemètre est autonome, préréglé et fonctionnel. Ma prestation se limitera donc à réaliser l'alimentation du chauffage, ajouter quelques fonctions de confort, concevoir un design agréable et fonctionnel et, enfin, intégrer le tout dans un boîtier robuste, léger et facilement transportable. Sur ce point, les petites mallettes en aluminium que l'on trouve dans la plupart des magasins de bricolage font parfaitement l'affaire (voir la nomenclature en fin d'article). Celle que j'ai retenue propose des dimensions intérieures idéales : 415 x 265 x 70 mm (L x P x H) et 45 mm utile de profondeur dans le couvercle.

Pour gagner de la place et éviter les longs fils de câblage, sources d'instabilités, j'ai décidé de concevoir les supports des différents culots des principaux tubes, sous forme de platines modulaires. Ainsi, chaque petit module enfichable propose deux types de culots. Outre le gain de place, la réalisation de modules complémentaires supportant des culots « exotiques » reste possible, sans remise en cause de la structure de mon lampemètre.

Mon choix de base s'est arrêté sur trois modules :

A : culots Octal et Noval ;

B : culots Transcontinental et Loctal ;

C : culots Rimlock et Miniature (7 broches).

Plus tard, je pourrai y ajouter un module pour les culots de lampes pour postes batteries et similaire.

Mécanique

Bien que préférant nettement passer du temps à concevoir et câbler des modules électroniques, à un moment donné, il faut bien prendre la scie et la lime, si l'on souhaite que l'équipement fabriqué soit « présentable » et exploitable sans se prendre les pieds dans les cordons…

Disposant du minimum syndical en outillage mécanique (outils de traçage, perceuse à colonne, et bons jeux de limes et d'outils annexes de perçage), pas question de fabriquer le boîtier complet, d'où l'idée de la mallette aluminium… L'aménager sera une mission bien plus à ma portée.

Le volume est suffisant pour conserver une partie réservée au rangement des accessoires (câble secteur, cordons de mesures) et au placement des platines modulaires supportant les culots des tubes.

Afin de ne pas percer la valise, je réalise rapidement un « coffrage » en bois aggloméré (épaisseur 10 mm), collé sur les parois, qui me servira de support pour asseoir les différents modules.

Je décide d'organiser l'intégration des modules et commandes sur deux plans. Plutôt que d'usiner des plaques d'aluminium ou de tôle je choisis l'option « facilité » en prenant deux plaques de circuit imprimé non percé en époxy, cuivrées sur une seule face. C'est simple à usiner et la surface cuivrée permet de souder des entretoises métalliques pour la fixation des modules et impose un blindage efficace de l'équipement versus le monde radioélectrique extérieur.

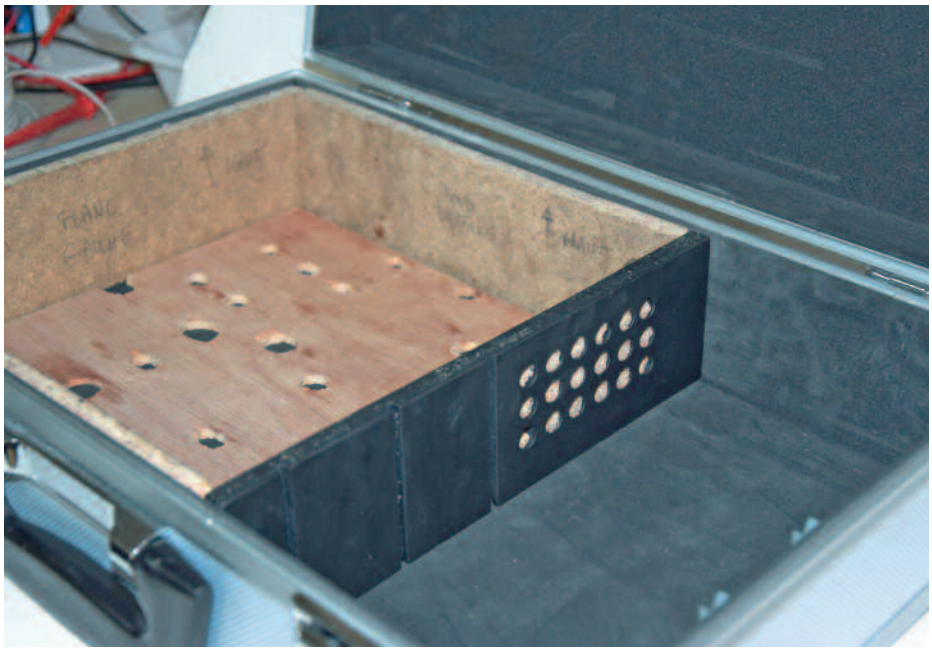
Une plaque est placée au fond de la valise et supporte tous les modules et composants. L'autre est baptisée « face avant » et vient à fleur de la valise ouverte : cette plaque supporte l'ensemble des commandes et visualisations nécessaires au fonctionnement du lampemètre.

Reste à dessiner quelques esquisses pour décider comment organiser les différents éléments pour que l'utilisation soit rationnelle.

Je commence par réaliser une maquette en carton d'une platine modulaire supportant les deux supports les plus gros envisagés : le Transco et le Loctal, afin de déterminer les dimensions « standards » d'une platine type. J'y place les huit mini-embases bananes femelles et après quelques optimisations, j'obtiens un design en rapport avec la place disponible.

Faire du modulaire implique des contraintes : comment « enficher » la platine dans le lampemètre, qu'elle tienne en place et surtout qu'elle résiste aux fortes tensions mécaniques lors de la mise en place et de l'extraction des tubes. Parfois il faut tirer sérieusement pour déloger une lampe de la série « octal » bien installée dans son support !

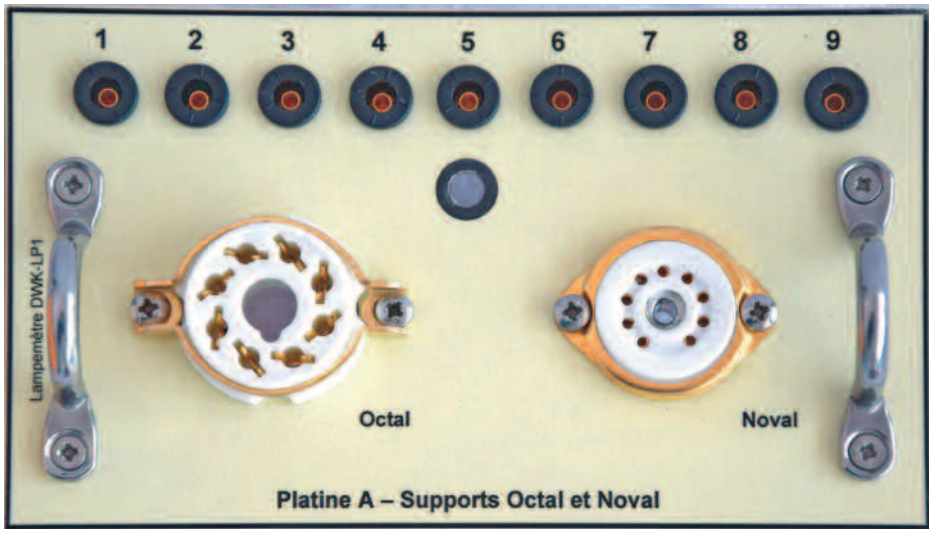
Le module doit donc être bien verrouillé dans le châssis : deux

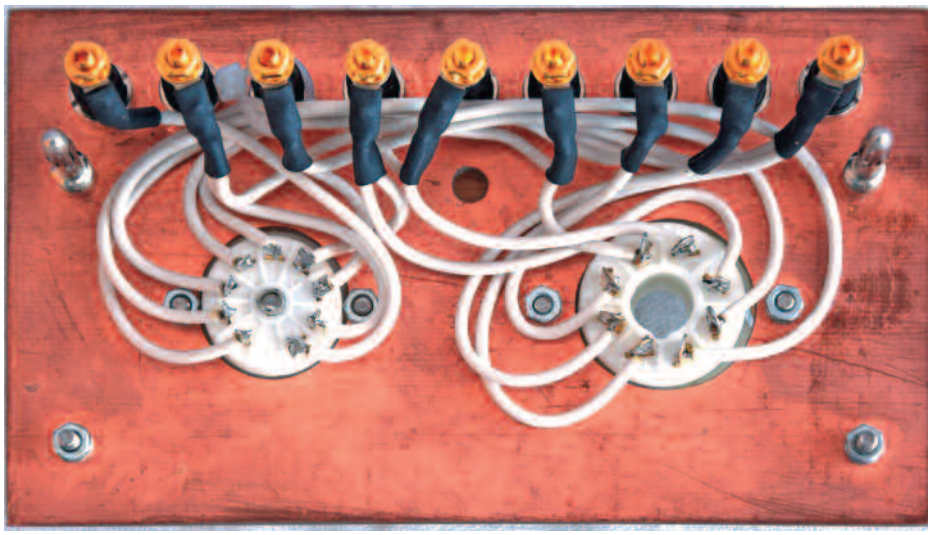


Le « coffrage » de la mallette. Le fond est percé grossièrement pour laisser la place aux têtes de vis de fixation de la platine cuivre inférieure.

fiches bananes mâles aux extrémités de la platine viendront s'enquiller dans deux femelles soudées sur la plaque du fond. Voilà pour le guidage et le maintien latéral. Ensuite, une vis centrale avec écrou de verrouillage empêchera toute extraction du module en même temps que le tube… Enfin, deux petites poignées (rayon bricolage Castorama) assureront une prise en main correcte de la platine lors de son arrachement.

La face avant peut maintenant être dessinée en intégrant les contraintes des platines modulaires. Là encore, quelques brouillons sur papier permettent d'optimiser le placement de chaque commande pour une organisation judicieuse. Ensuite, on quitte l'atelier pour rejoindre le PC et le logiciel Word qui offre des possibilités de dessin suffisantes pour le travail de design





La platine type A (Octal et Noval). On remarque les deux poignées d'extraction et côté câblage, les deux fiches bananes de guidage. Le trou central laisse passer la visserie de blocage solidaire du châssis principal.

et de cotation de ce genre de projet. Et surtout, c'est essentiel : les dessins sortent exactement à l'échelle 1 sur l'imprimante. Ce qui va me simplifier la vie lors de l'usinage.

Je réalise un dessin coté, puis j'imprime juste les points de centrage des trous à percer et les contours des découpes à effectuer. Ensuite je colle la feuille sur la plaque à usiner et à l'aide d'un pointeau je marque tous les centres. Inutile donc de tracer sur le cuivre ! Oui, ce n'est pas très pro aurait dit mon prof de techno, à l'école… Mais c'est dix fois plus précis et rapide !

Je décolle ensuite la feuille et je peux percer et découper en suivant le plan coté.

Une fois la face avant usinée, je contrôle que toutes les commandes prennent place correctement et je retourne au PC pour imaginer un design élégant pour ce lampemètre.

En réalisant des zones de couleur, je regroupe les fonctions par bloc : secteur, gestion des filaments, gestion des tensions tube, gestion tube, mesures.

J'utilise différentes tailles de caractères pour les légendes des commandes et des contrôles, j'ajoute quelques traits symbolisant le cheminement du signal et le tour est joué.

Comme je ne dispose que d'une imprimante couleur au format A4,

je coupe le dessin en deux feuilles que j'assemblerai ensuite.

Mais coller une feuille de papier imprimée comme plan de travail du lampemètre risque de ne pas durer bien longtemps ! Aussi j'utilise une plastifieuse thermique A4 (une merveille d'outil que l'on trouve à moins de 30 € sur le net) avec laquelle je réalise toutes mes faces avant d'appareils conçus à la maison. Une fois la feuille plastifiée, elle est devenue rigide ; je la fixe via une colle papier sur la plaque, côté époxy, en prenant soin de bien placer les repères aux centres des trous (par transparence face à une source lumineuse). Après le temps réglementaire de séchage, il est aisé de découper les parties à ôter, à l'aide d'un simple scalpel.

Le design des trois platines modulaires est effectué suivant les mêmes procédures, sauf qu'à l'impression, j'ai plutôt utilisé un papier de couleur (pastel) avec une impression en noir et blanc, ce qui évite la consommation d'encre et donne un résultat plus uniforme. Par ailleurs, et bien que ne l'ayant pas réalisé, il serait intéressant d'utiliser une couleur différente par platine, histoire de les différencier plus rapidement dans leur logement de rangement.

Alimentation des filaments

Comme déjà précisé, Radioélec propose une alimentation prête à l'emploi. Mais je voulais faire autre chose que de la mécanique… Et puis il me paraissait intéressant de visualiser la tension et surtout le courant consommé bien utile pour détecter de facto les filaments coupés ! Après avoir réfléchi à utiliser de vieux galvanomètres qui traînent dans les tiroirs, j'ai succombé au charme d'un afficheur tout prêt proposant la lecture de la tension et du courant simultanément, avec une précision infernale de 0,1 % sur la tension et 1 % sur le courant… J'allais oublier le prix : 3,35 € TTC + 1 € de port… Comment résister ?

J'ai utilisé un transformateur torique que je possédais délivrant 12 V sous 3,2 A, ce qui est suffisant pour la plupart des tubes. Ensuite, après avoir redressé et filtré la ten-

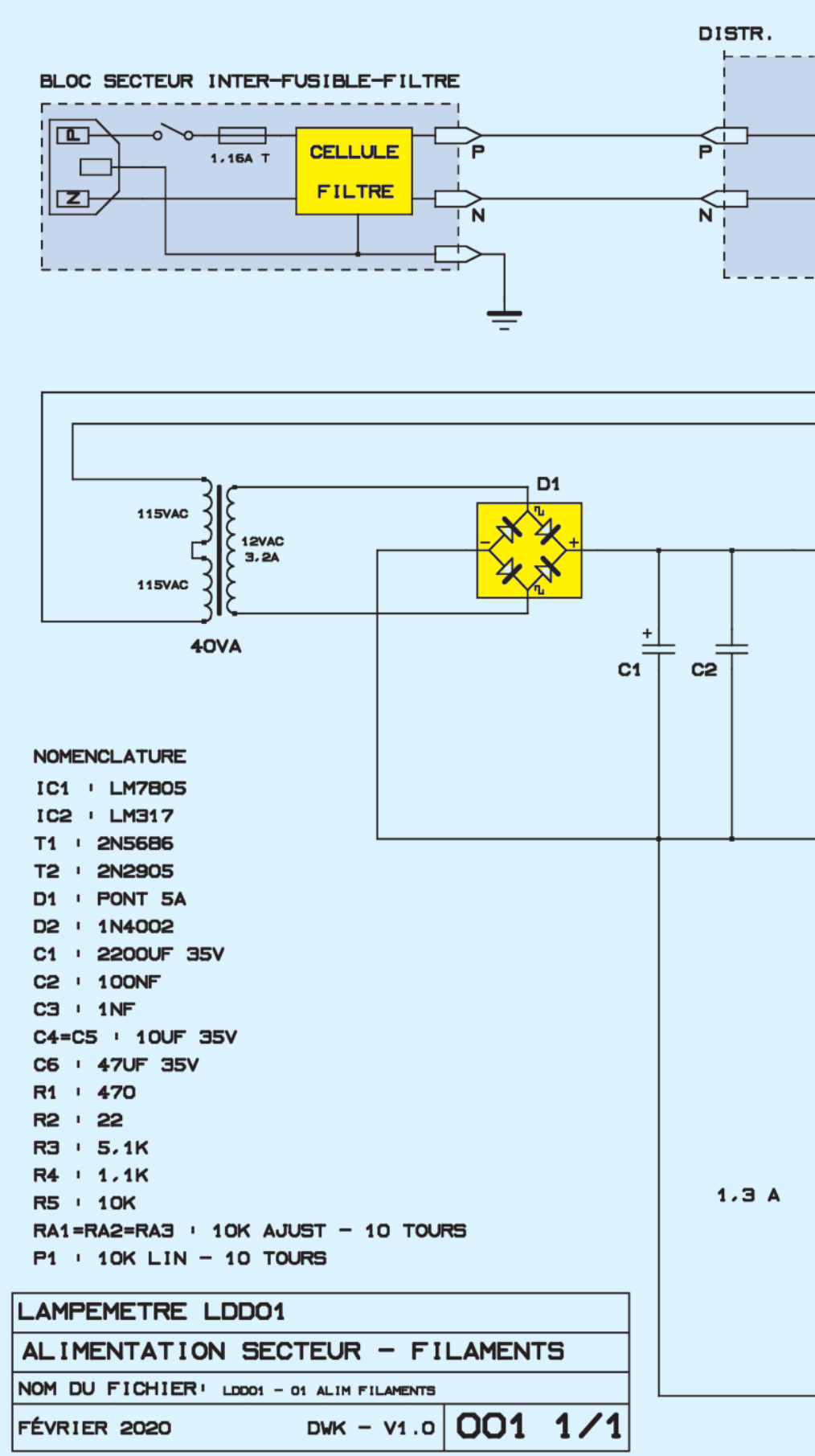
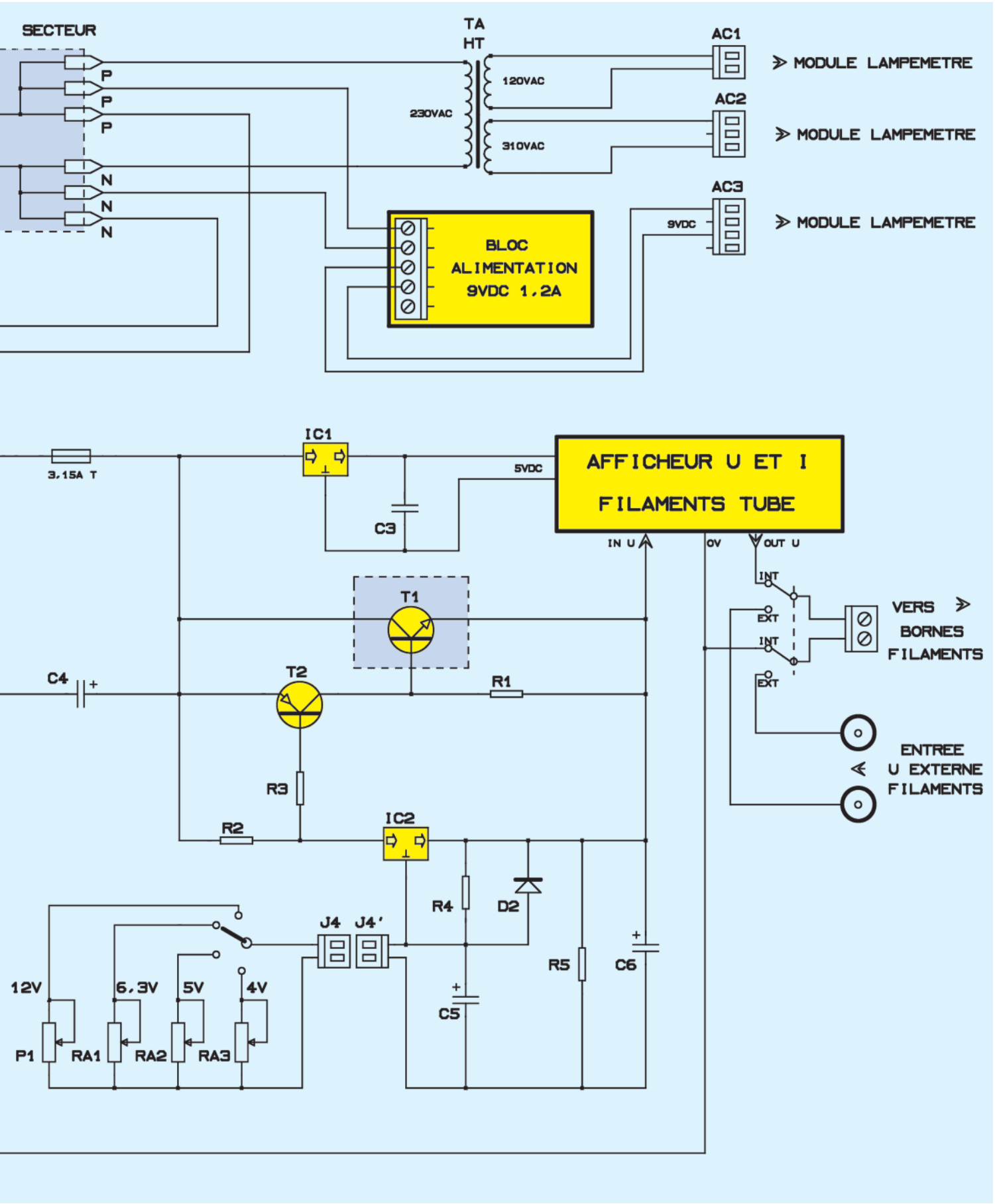
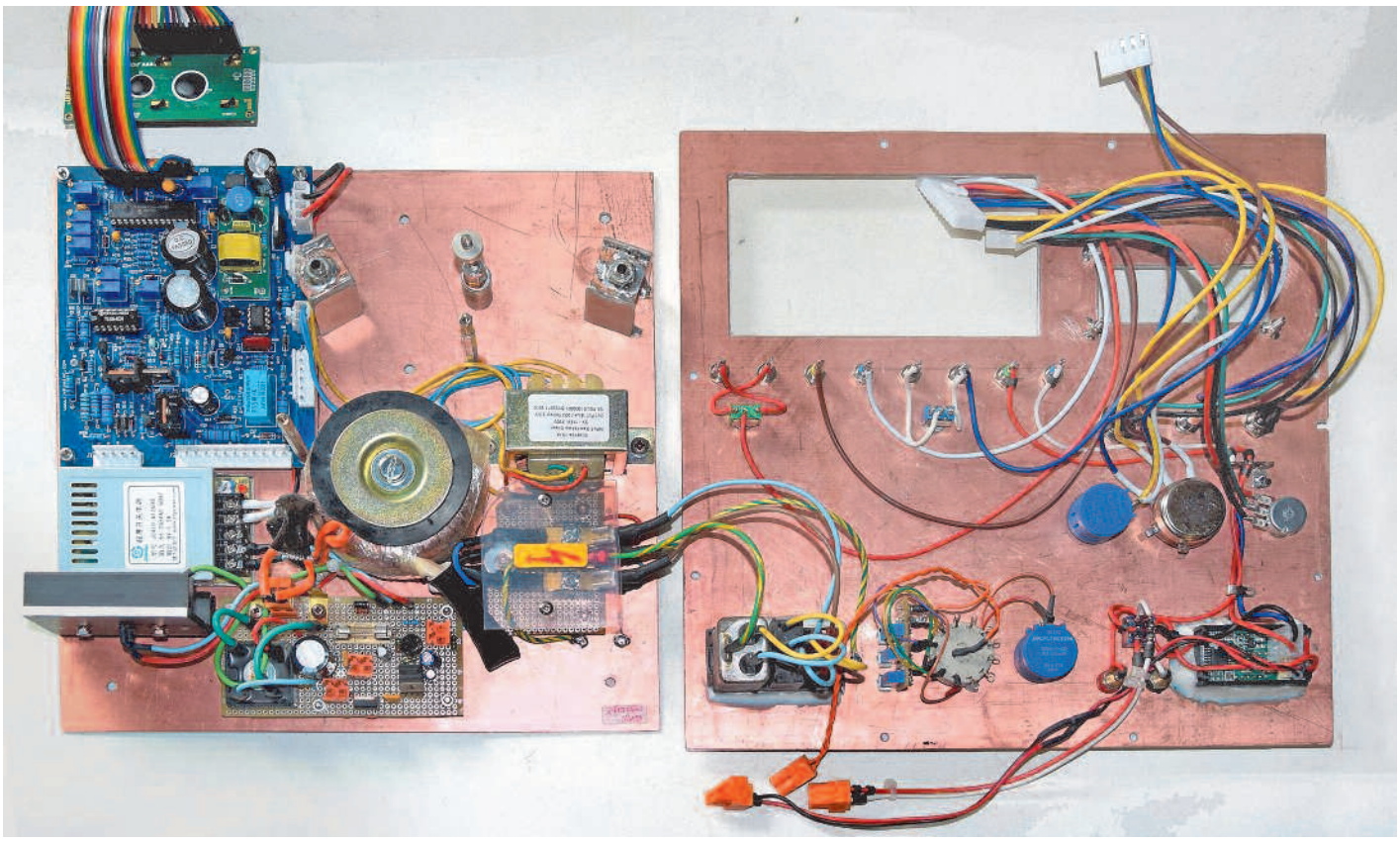


Schéma électronique de l'alimentation



« chauffage filaments » et des circuits annexes de l'alimentation secteur.

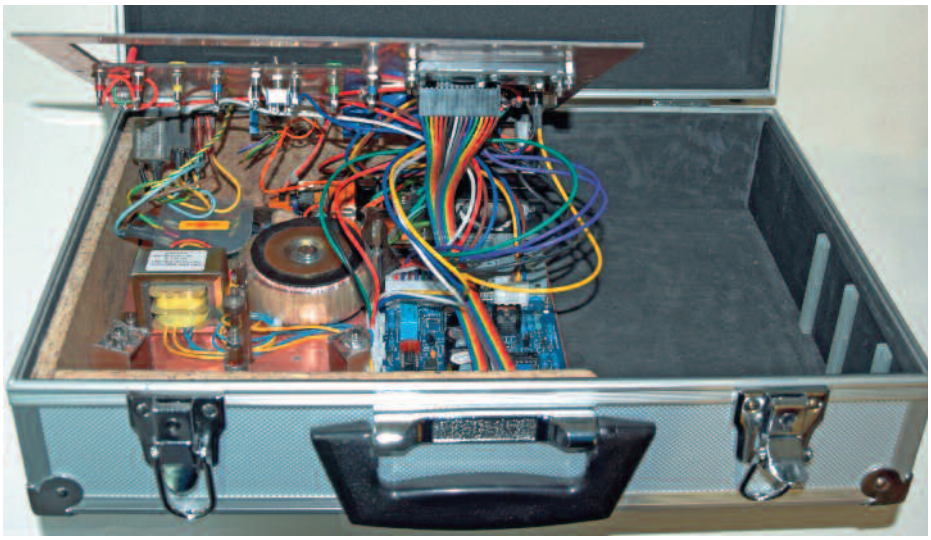


La platine du fond de mallette supportant les composants et sous-ensembles et à sa droite, la platine de la face avant regroupant les commandes et les organes de visualisation.

sion j'ai câblé un simple régulateur variable générique (LM317), auquel j'ai ajouté un transistor de puissance (2N5686) monté sur radiateur, portant le courant bien au-delà des 1,5 A du circuit, puis un commutateur et quelques potentiomètres ajustables pour fixer trois tensions préréglées : 4 V, 5 V et 6,3 V. Une quatrième position propose un ajustage de toute tension comprise entre 1,3V et 12V commandée via un potentiomètre multi-tours.

Je n'ai pas oublié de prévoir une entrée extérieure pour l'alimentation des filaments, pour le cas des tubes employés dans les récepteurs tous courants (série U) dont les valeurs des tensions de chauffage sont comprises le plus souvent entre 12,5 V et plus de 50 V.

N'importe quelle référence de transistor capable de dissiper une cinquantaine de watts conviendra à la place du 2N5686.



L'intégration des deux platines dans la mallette. Malgré les apparences, sans chausse-pied...

Assemblage des modules

Pour assurer un placement compatible en hauteur, entre les commandes de la face avant et les composants et modules situés sur la plaque du fond, il suffit de présenter la plaque supérieure et de positionner les différents composants en utilisant de manière optimum l'espace disponible.

J'ai utilisé un bloc « filtre secteur » intégrant fiche secteur, interrupteur et fusible, parce que j'en disposais. Ce n'est pas une obligation, même si le montage d'un filtre secteur est conseillé lorsque des composants sensibles sont concernés dans l'équipement (c'est le cas dans le module lampemètre).

Le lampemètre terminé. Une petite baguette plastique est posée au milieu de la face avant pour masquer la séparation des deux feuillets A4. À droite, les deux autres platines rangées verticalement et, au-dessus, la place pour les câbles et accessoires.

Le montage de la platine Radioélec s'effectue via quatre vis et le raccordement de tous les composants annexes (transformateur, alimentation, commandes et visualisation) transite par des connecteurs enfichables, avec impossibilité mécanique de se tromper dans l'affectation.

Le câblage des bornes assurant la liaison avec la platine modulaire supportant les supports des tubes réclame un peu de soin : des perles ferrites (pour éviter les oscillations) et des fils plaqués contre la face cuivrée, elle-même raccordée au point de terre du filtre secteur, apportent la sécurité.

Finition

Afin d'assurer un minimum de ventilation dans l'espace interne, la paroi latérale intérieure a été percée de quelques trous puis recouverte d'un grillage fin de protection évitant à des éléments extérieurs de pénétrer dans l'espace câblé. La face externe a été peinte en noir pour rester dans l'ambiance de la valise…

La partie « rangement » a été aménagée avec d'un côté des petites glissières en plastique collées et de l'autre, des encoches dans la face avant, afin que les platines modulaires tiennent en place. Une plaque de séparation (toujours en époxy cuivré) isole les platines de l'espace de rangement des câbles et des bretelles de mesure.

Dans la partie couvercle de la valise, j'ai collé une épaisseur de mousse noire pour assurer un maintien des platines et des câbles lorsqu'on promène le lampemètre.

Au-dessus de la partie face avant, des petites cornières en alu ont été collées pour maintenir la documentation du LDD01 ainsi que quelques planches de câblage des principaux tubes électroniques, récupérées sur l'internet.

L'équipement est maintenant fin prêt pour une vie d'aventures exaltantes !

Utilisation

L'utilisation du LDD01 reste classique et ne réclame aucune connaissance spécifique sinon de s'intéresser tout de même un peu au principe de fonctionnement des tubes !

On choisit la platine modulaire supportant le culot en accord avec le tube à tester, puis on le met en place mécaniquement sur le lampemètre.

À l'aide des feuillets de brochage ou d'un lexique adapté (genre *Radio tubes* d'E. Aisberg, *Lexique des lampes radio* de L. Gaudillat, *Manuel technique des tubes radio* de Sylvania, etc.) on raccorde chaque broche du tube à la fonction dédiée via le jeu de bornes et de petits cordons équipés de mini fiches bananes.

On place le LDD01 sous tension. On ajuste la tension de chauffage à la valeur conseillée.

On place le tube sur son support et on patiente une petite minute pour que les conditions de fonctionnement de la lampe soient optimales.

Ensuite, à l'aide des caractéristiques du tube (le mieux est de disposer des courbes de transfert, voir en fin d'article) on règle les tensions anode et écran (G2) puis la tension de grille G1.

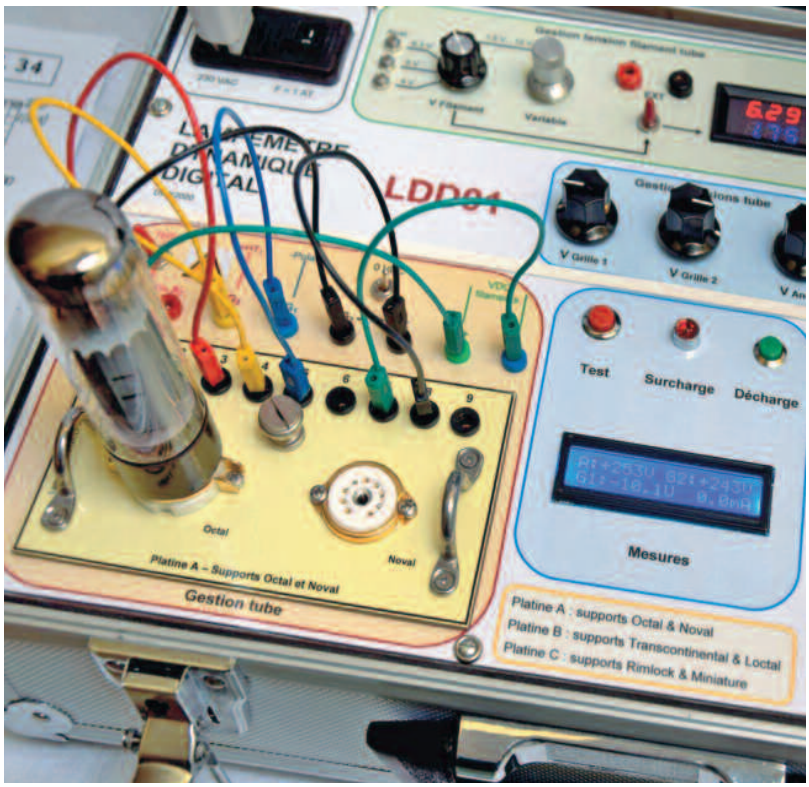
On appuie sur le bouton « Test » et la valeur du courant s'affiche. Si le tube est neuf ou quasi, la valeur doit correspondre exactement à la valeur du point de la courbe concernée. Si la valeur est inférieure, on effectue le rapport entre la mesure et la valeur théorique pour obtenir un ratio « d'usage » relatif du tube : lorsque ce ratio devient inférieur à 70%, mieux vaut écarter le tube de la boîte « bon pour le service » !

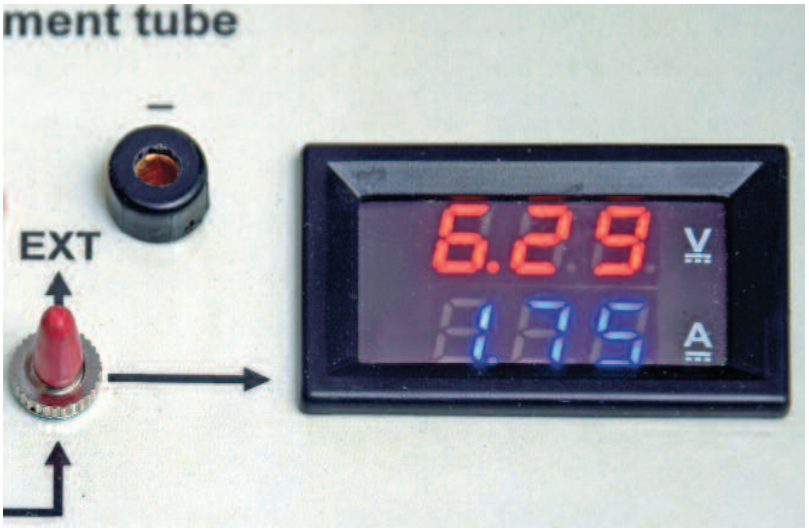
Lorsqu'on relâche le bouton de test, la tension de grille G1 passe instantanément à – 100 V, ce qui place évidemment le tube au-delà du cut-off et le protège donc contre toute erreur de manipulation des autres commandes.

La mesure la plus fréquente pour un contrôle de « l'usure » du tube est la valeur du courant d'anode en fonction de différentes valeurs des tensions A, G2 et G1.

Pour le cas des tubes double triode (genre ECCxx et autres), il suffit de raccorder en parallèle les électrodes (cathode avec cathode et grille avec grille) puis d'actionner l'inverseur Anode 1 / Anode 2 pour obtenir rapidement la mesure sur chacune des triodes du tube.

D'autres mesures et tests plus avancés peuvent être effectués grâce aux réglages fins et indépen-





Le LDD01 en action avec un tube EL34. Avec les tensions mises en œuvre, la courbe théorique indique un courant de 125 mA. On est bon. Normal, le tube est neuf et le lampemètre de grande qualité… !

dants de toutes les tensions et suivant une procédure simple :

— la pente (ou transconductance) ***Gm*** souvent exprimée en mA/V ;

— la résistance interne ρ exprimée en ohms ;

— le gain μ calculé au travers du produit des résultats des deux mesures précédentes.

L'ensemble de ces mesures permet d'apparier très finement deux tubes, fort utile lors de la mise au point d'un amplificateur audio, notamment.

La notice d'emploi du kit Radioélec mentionne clairement comment procéder pour le contrôle des tubes spéciaux comme : l'œil magique, la diode, la valve, le régulateur à gaz.

Toutes les tensions et mesures de courant étant visibles en une seule passe sur les deux afficheurs, on peut envisager de prendre une photo de l'ensemble et ainsi caractériser le tube en cours de test, sorte de fiche d'identité qui sera bien utile pour exploiter plus tard la lampe en question, notamment si l'objectif est de la céder à un tiers.

Caractéristiques essentielles

Réglages indépendants et continus de :

— la tension de chauffage (DC), par commutation de tensions préréglées (4 V, 5 V, 6,3 V) ou en ajustement continu entre 1,3 V et 12 V. Un inverseur permet de valider l'entrée d'une tension externe pour des tensions spéciales ;

— la tension d'anode ajustable de 0 VDC à + 450 VDC ;

— la tension d'écran (G2) ajustable de 0 VDC à + 340 VDC ;

— la tension de grille de commande (G1) ajustable de 0 VDC à – 100 VDC via un potentiomètre multi-tours ;

— courant maximum d'anode : 340 mA ;

— courant maximum grille 2 (écran) : 60 mA.

Visualisation de la tension et du courant de chauffage sur un indicateur digital dédié.

Visualisation sous forme digitale des tensions et des mesures du tube en test sur un même afficheur : tension d'anode, tension d'écran, tension de grille G1, courant d'anode.

Dimensions de la mallette : 43 x 28 x 13 cm.

Poids (avec accessoires et documents) : 5,8 kg.

Nomenclature

et prix constaté des principaux éléments et composants

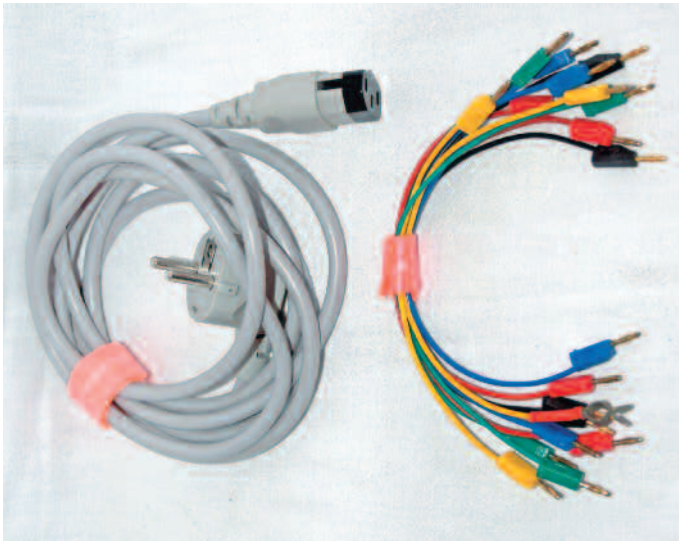
- 1 kit lampemètre complet Radioélec réf MO00 avec carte câblée, alimentation, transformateur HT et tous les organes de commandes, de réglage et de visualisation câblés. Prix 145 € (125 € soit 14% de remise, pour les radiofilistes)
- 1 kit 2 mallettes Castorama : 25,90 €
- 2 feuilles de cuivre époxy / fibre de verre : 30 €
- 1 afficheur tension et courant pour le chauffage : 4,55 €
- 1 kit de composants pour l'alimentation filament : 30 € environ (sinon bloc alimentation complet via Radioélec : 25 €)
- 1 matrice d'interconnexion pour le lampemètre : 16 embases bananes 2 mm de différentes couleurs + 10 cordons équipés de fiches bananes/bananes mâles de différentes couleurs, longueur 200 mm : 16 € (Radioélec)
- 1 jeu de supports de tube de différents standards (RAM) : 12 €
- 1 filtre secteur : 6 €
- Pièces diverses : 10 €

Soit un total d'environ 260 €, pour un lampemètre qui n'a rien à envier à ses aînés de chez Metrix ou d'ailleurs, hormis la nostalgie...

Si vous êtes tentés par la réalisation du LDD01, demandez le dossier complet composé de :

- Plan coté, plan d'usinage et de perçage, plan de « gravure » de la face avant,
- Mêmes plans pour chacune des 3 platines de support des tubes,
- Plan coté du coffrage bois intérieur,
- Block diagram du lampemètre,
- Schéma électronique des circuits de répartition secteur et de l'alimentation des filaments,
- Nombreux clichés illustrant les différentes étapes de la fabrication du lampemètre,
- Principaux liens internet des fournisseurs, composants et documentations relatives aux tubes électroniques.

Formulez votre demande auprès de : redaction@radiofil.org en indiquant la référence « Lampemètre LDD01 ».



En savoir plus...

Caractéristiques complètes de nombreux tubes électroniques standards à cette adresse :

https://drtube.com/en/library/tube-datasheets

Module lampemètre complet câblé avec ses organes de commande et de visualisation et son alimentation :

https://www.radioélec.com/kit-lampemetre-digital-complet-xml-354-1506.html

Bloc d'alimentation de chauffage

https://www.radioélec.com/bloc-de-chauffage-polyvalent-63-regule-pour-tubes-radioaudio-xml-354-1494.html

Kit de 10 cordons de mesures et 10 embases « banane » de couleur (2 mm) :

https://www.radioélec.com/matrice-dintercon-nexion-pour-lampemetre-xml-352_390-2072.html

Mallette : Castorama : 2 mallettes en aluminium 32 et 43 cm (43 x 28 x 13 cm) : le lot : 25,90 €

https://www.castorama.fr/2-mallettes-en-aluminium-32-et-43-cm/3663602904939_CAFR.prd

Afficheur tension et courant des filaments

https://www.amazon.fr/dp/B079HVQ31Y/ref=pe_3044141_189395771_TE_3p_dp_i1?th=1

Fiches de brochage des principaux tubes radio

http://www.radioman33.com/pages/documentations/brochages-des-lampes.html

Caractéristiques complètes de nombreux tubes électroniques standards

https://drtube.com/en/library/tube-datasheets

Plastifieuse A4

https://www.amazon.fr/s/k=plastifieuse